

ČESKÁ ZEMĚDĚLSKÁ UNIVERZITA V PRAZE

PROVOZNĚ EKONOMICKÁ FAKULTA

Katedra informačního inženýrství



Bakalářská práce

Porovnání klasické a IP telefonie

Autor bakalářské práce: Ondřej Kafka

Vedoucí bakalářské práce: Ing. Jiří Brožek, Ph.D.

© 2013 ČZU v Praze

ČESKÁ ZEMĚDĚLSKÁ UNIVERZITA V PRAZE

Katedra informačního inženýrství

Provozně ekonomická fakulta

ZADÁNÍ BAKALÁŘSKÉ PRÁCE

Kafka Ondřej

Informatika

Název práce

Porovnání klasické a IP telefonie

Anglický název

Comparison of classic and IP telephony

Cíle práce

Bakalářská práce je tématicky zaměřená na problematiku využívání telekomunikačních služeb v prostředí klasické a IP telefonie. Hlavním cílem práce je provést porovnání klasické (TDM) a IP telefonie z pohledu technologie, zabezpečení, služeb a budoucího rozvoje.

Metodika

Metodika řešení bakalářské práce je založena na studiu a analýze odborných informačních zdrojů, popisu způsobu provozování telekomunikačních služeb v prostředí klasické a IP telefonie. Na základě syntézy teoretických poznatků budou shrnuty klady a zápory jednotlivých technologií, které budou dále demonstrovány na ukázkové případové studii.

Harmonogram zpracování

7/2011 - příprava a studium odborných informačních zdrojů, upřesnění dílčích cílů práce a volba postupu řešení:

8/2011 - 9/2011 - zpracování přehledu řešené problematiky dle informačních zdrojů:

10/2011 - 11/2011 - vypracování vlastního řešení, diskuze a zhodnocení výsledků

12/2011 - 2/2012 - tvorba finálního dokumentu bakalářské práce

1/2012 - kontrola průběhu práce (zápočet)

3/2012 - odevzdání bakalářské práce a tezí

Rozsah textové části

30 - 40 stran

Klíčová slova

telekomunikace, IP telefonie, signalizace, ISDN, VoIP, SIP, LAN, Ethernet

Doporučené zdroje informací

Vozňák, M. Voice over IP. Ostrava: VŠB - TECHNICKÁ UNIVERZITA OSTRAVA, 2008. 176s. ISBN 978-80-248-1828-3.

Bazala, D. Telekomunikace a VOIP telefonie. Praha: BEN-technická literatura, 2006. 222s. ISBN 80-7300-201-9.

Wallace, K. VoIP bez předchozích znalostí. Brno: Computer Press, 2007. 231s. ISBN 978-80-251-1458-2.

Vodrážka, J, Pravda, I. Principy telekomunikačních systémů. Praha: ČVUT. 2006. 137s. ISBN 80-01-03366-X.

Vedoucí práce

Brožek Jiří, Ing.

Termín odevzdání

březen 2012



prof. Ing. Ivan Vrana, DrSc.

Vedoucí katedry



prof. Ing. Jan Hron, DrSc., dr.h.c.

Děkan fakulty

V Praze dne 28.6.2011

Čestné prohlášení

Prohlašuji, že svou bakalářskou práci na téma „Porovnání klasické a IP telefonie“ jsem vypracoval samostatně pod vedením vedoucího bakalářské práce a s použitím odborné literatury a dalších informačních zdrojů, které jsou citovány v práci a uvedeny v seznamu literatury na konci práce. Jako autor uvedené bakalářské práce dále prohlašuji, že jsem v souvislosti s jejím vytvořením neporušil autorská práva třetích osob.

V Praze dne 12. 3. 2013

Ondřej Kafka

Poděkování

Rád bych touto cestou poděkoval vedoucímu bakalářské práce Ing. Jiřímu Brožkovi, Ph.D. za odborné vedení, podnětné připomínky a trpělivost při vytváření této práce. Dále bych rád poděkoval svým kolegům v zaměstnání a obchodním partnerům, se kterými spolupracuji v rámci zaměstnání, za poskytnutí cenných rad a podkladových materiálů pro tuto práci.

Porovnání klasické a IP telefonie

Klíčová slova

telekomunikace, IP telefonie, signalizace, ISDN, VoIP, SIP, LAN, Ethernet

Souhrn

Bakalářská práce je tematicky zaměřená na problematiku využívání telekomunikačních služeb v prostředí klasické a IP telefonie. Hlavním cílem práce je provést porovnání klasické TDM a IP telefonie z pohledu technologie, zabezpečení, služeb a budoucího rozvoje

Nejdříve jsou popsána teoretická východiska klasické a IP telefonie. Začátek práce je věnován popisu historie telefonie, následuje popis telekomunikačních systémů od prvních generací ústředěn až po digitální systémy. Další část je věnována popisu VoIP technologie, jejímu vývoji a způsobu použití. Na konci teoretické části jsou shrnuty kladné a záporné stránky obou technologií.

Praktická část se zabývá případovou studií, která řeší implementaci nového telekomunikačního systému do nové budovy s připojením ke stávajícímu systému. Jsou zde analyzovány možné varianty zapojení pomocí klasické nebo IP telefonie a vyhodnoceny jejich výhody a nevýhody

Comparison of classic and IP telephony

Keywords

telecommunications, IP telephony, signalling, ISDN, VoIP, SIP, LAN, Ethernet

Summary

This thesis is thematically focused on the topic of telecommunication services in the environment of traditional and IP telephony. The main objective of the thesis is to compare conventional TDM and IP telephony in terms of technology, security, services and future development.

First, the theoretical basis of classical and IP telephony is described. The beginning of the thesis is dedicated to the description of the history of telephony, followed by the description of telecommunications systems from the first generation PBXs to digital systems. The following part is dedicated to the description of the VoIP technology, its development and types of use. At the end of the theoretical part, positive and negative aspects of both technologies are summarized.

The practical part of the thesis deals with a case study which addresses the implementation of a new telecommunications system into a new building with connection to the existing system. Within this part, possible alternatives of using conventional wiring or IP telephony are analyzed, and their advantages and disadvantages are evaluated.

Obsah

1	Úvod.....	4
2	Cíl práce a metodika	5
2.1	Cíl.....	5
2.2	Metodika	5
3	Teoretická východiska	6
3.1	Historie telefonie.....	6
3.2	Telekomunikační systém	7
3.3	Manuální telefonní ústředny	7
3.4	Automatické telefonní ústředny	7
3.4.1	Ústředny první generace.....	7
3.4.2	Ústředny druhé generace.....	10
3.4.3	Ústředny třetí generace.....	12
3.4.4	Ústředny čtvrté generace.....	13
3.5	IP telefonie – ústředny páté generace	19
3.5.1	Protokol H.323	21
3.5.2	Protokol SIP	23
3.5.3	Skype	27
3.5.4	Proprietární VoIP protokoly.....	29
3.5.5	Alternativní operátoři pro VoIP	29
3.6	Porovnání klasické a IP telefonie.....	30
4	Vlastní práce	31
4.1	Specifikace požadavku.....	31
4.2	Popis a analýza stávajícího systému společnosti	32
4.2.1	Telekomunikační systém Option 81C	32
4.3	Varianty pro řešení zadání	37
4.3.1	Nová telefonní TDM ústředna.....	37
4.3.2	Nová vzdálená vana napojená na stávající systém.....	39
4.3.3	IP Telefonie	41
5	Zhodnocení výsledků	46
6	Závěr	48
7	Seznam použitých zdrojů.....	50
7.1	Odborná literatura a zdroje	50

7.2	Seznam obrázků	51
7.3	Seznam tabulek	51
8	Přílohy.....	52

1 Úvod

V současné době jsme svědky velkého rozvoje telekomunikací založených na principu VoIP technologie. Čím dál více je vytlačována klasická telefonie založená na přepojování okruhů a je nahrazována technologií fungující na principu přepojování paketů. Postupně jsou v administrativních budovách nahrazovány klasické analogové nebo digitální systémové telefony za telefony fungující na principu VoIP. Objevily se nové trendy jako je Unified Communications, která sjednocuje telekomunikaci a informační techniku. Dnes je uživatel automaticky zastižen na telefonu v kanceláři, na mobilním telefonu nebo si přehrává nahranou zprávu ze svého Outlooku. Nová technologie dokáže šetřit čas a toho si společnosti velmi váží. Není dnes výjimkou, že mobilním telefonem komunikujeme přes síť GSM nebo WiFi, pokud máme instalovaného VoIP klienta. Telekomunikační systémy se dají zapojit na veřejnou telekomunikační síť (PSTN) přes nejnovější trendy SIP napojení a mnoho operátorů již tento přístup podporuje.

V některých případech je klasická telefonie stále zachována, například u některých dispečerských pracovišť nebo u společností, které zůstávají věrni odzkoušené klasické technologii. Investice do těchto systémů jsou často velmi významné a tak není ekonomicky výhodné okamžité nahrazení staré technologie novou. Dalším typem jsou společnosti, které postupně rozšiřují stávající klasické telefonní systémy o nové technologie pracující na principu VoIP a tak mohou využívat to nejlepší z obou technologií. Otázku jaké jsou výhody a nevýhody klasické telefonie si kladou mnohé společnosti, které uvažují o investici do nového telekomunikačního systému buď z důvodu nové výstavby nebo obnovy a rozšíření stávajícího systému.

VoIP technologie je logickým nástupcem digitálních telekomunikačních systémů, ale jako téměř každá nová technologie má kromě nových možností a výhod i určitá úskalí se kterými je při implementaci nutné počítat.

2 Cíl práce a metodika

2.1 Cíl

Bakalářská práce je tematicky zaměřená na problematiku využívání telekomunikačních služeb v prostředí klasické a IP telefonie. Hlavním cílem práce je provést porovnání klasické TDM a IP telefonie z pohledu technologie, zabezpečení, služeb a budoucího rozvoje.

2.2 Metodika

Metodika řešené bakalářské práce je založena na studiu a analýze odborných informačních zdrojů, popisu způsobu provozování telekomunikačních služeb v prostředí klasické a IP telefonie. Na základě syntézy teoretických poznatků budou shrnuty klady a zápory jednotlivých technologií, které budou dále demonstrovány na ukázkové případové studii

V teoretické části práce jsou popsány vývojové etapy telekomunikačních systémů od jejich vzniku až do současnosti. Jsou zde vysvětleny principy fungování jednotlivých systémů, jejich vlastnosti a poskytující služby pro uživatele. V části VoIP jsou navíc popsány i možnosti zabezpečení hovorových dat.

V praktické části je záměrem, ukázat možné varianty technického řešení při volbě nasazení telefonie k již existujícímu telekomunikačnímu systému. Analyzovat současný systém a vyhodnotit jeho možnosti pro napojení na požadovaný systém. Porovnat jednotlivé varianty, které současné technologie na základě požadavku splňují. Popsat je z hlediska funkčnosti a cenové dostupnosti. Jednotlivé varianty budou cenově ohodnoceny od společnosti dodávající telekomunikační systémy tak, aby bylo možné jednotlivé varianty odlišit i z ekonomického hlediska. Práce bude demonstrovat výhody a nevýhody klasické a VoIP telefonie na konkrétním případě.

3 Teoretická východiska

3.1 Historie telefonie

Počátek telefonie můžeme datovat do roku 1849, kdy ital Antonio Meucci učinil objev telefonu v Havaně při léčení svého pacienta elektroterapií. Pacient měl v ústech měděnou elektrodu a Meucci připojil ve vzdálené místnosti do obvodu baterii s napětím více než sto voltů. Při výkřiku pacienta mohl tento zvuk Meucci slyšet z kovové destičky, kterou měl v blízkosti hlavy. Na základě této zkušenosti roku 1857 Meucci zkonstruoval elektromagnetický měnič, tedy shodný princip, který patentoval roku 1876 Alexander Graham Bell. Tedy o téměř 20 let později. Bohužel z důvodu nedostatku obchodního talentu a z nedostatečné znalosti angličtiny Meucci tento svůj objev nepatentoval ani nedovedl do komerčně úspěšné podoby. Veřejného uznání Meucci o svém prvenství získal až roku 2002 rezolucí 269 sněmovny reprezentantů USA. Nejvíce dokázal vynálezu zužitkovat Bell. Po krátké době po získání patentu svůj telefon vystavoval na výstavě ve Filadelfii a následně vyvolal telefon u veřejnosti velký zájem. Za 100 tisíc dolarů nabídl práva na tento vynález firmě Western Union Telegraph Company, ale ta ho odmítla. Na základě této situace Bell se svými společníky založil vlastní společnost, která se později přejmenovala na American Telephone and Telegraph Company. Telefon velmi brzy získal velký vzhlas a obchodní úspěch a tak společnost AT&T se nakonec stala největší soukromou obchodní společností na světě (Vozňák, 2009, s. 12).

Již dva roky po vynálezu telefonu byla ve státě Connecticut uvedena do provozu první manuální telefonní ústředna na světě. Spojování hovorů probíhalo na principu manuálního spojování příslušných účastnických vedení spojovatelkou. Na našem území byla postavena první manuální ústředna v roce 1882 v Praze na Malém náměstí (Vozňák, 2009, s. 27).

Zásluhu na vylepšení tohoto způsobu propojování hovorů nese pan Almon Strowger, který přišel s myšlenkou automatické volby účastníka pomocí krokového voliče bez nutné účasti spojovatelky. Jeho krokový volič je součástí spojovacího pole ústředn první generace. U nás byla ústředna s krokovými voliči Strowger postavena v roce 1925. Výroba voličových ústředn v Československu byla skončena v první polovině osmdesátých let (Vozňák, 2009, s. 27).

3.2 *Telekomunikační systém*

Telekomunikační systém má za úkol zajistit propojení vstupu/výstupu přes spojovací pole, které můžeme podle typu rozdělit na voličové, s křížovými spínači, digitální s časovým propojováním a s přepojováním zpráv (Vozňák, 2009, s. 11).

3.3 *Manuální telefonní ústředny*

Je to typ telefonních ústreden, kde se na sestavení spoje mezi jednotlivými uživateli ve značné míře podílí člověk (Valenta, Ondrašík, 1997, s. 6). Byly využívány v meziválečném období i později, například v meziměstském styku a posléze byly vytlačeny automatickými telefonními ústřednami. Jedná se o ústředny, kde řízení zajišťuje spojovatelka. Volající je indikován na ovládacím pultě spojovatelky, která se s ním přímým hovorem následně spojí a který jí sdělí číslo nebo jméno volaného. Po vyzvonění volaného spojovatelkou, spojovatelka ručně propojí vedení mezi volajícím a volaným. Rozpojením smyčky jednoho z účastníků signalizuje spojovatelce ukončení hovoru (Bazala, 2006, s. 12).

3.4 *Automatické telefonní ústředny*

V automatické ústředně již veškeré úkony týkající se spojování hovorů, které u manuální ústředny zastávala spojovatelka, se dějí samočinně. Účastník se již nemusí domlouvat se spojovatelkou o přepojení na volající číslo nebo jméno, ale pomocí číselnice se propojí až k požadovanému volanému účastníkovi. O postupu spojení, volnosti nebo obsazenosti účastníka dostává z automatické ústředny kontrolní tóny, které ho v průběhu spojení informují o stavu telefonní linky. Z hlediska způsobů řízení a typu spojovacího pole rozlišujeme první až pátou generaci automatických ústreden (Němeček, Kondrys, 1983, s. 155).

3.4.1 *Ústředny první generace*

Tyto ústředny jsou již schopny na základě volby od volajícího účastníka plně automaticky vyzvonit volaného, spojit hovor a zrušit ho. Ke spojování hovorů používají především voliče a můžeme je zařadit do doby po druhé světové válce. Požívaly se především jako ústředny pro místní telefonní styk (Bazala, 2006, s. 13).

Krokový volič

Krokový volič pracuje na elektromechanickém principu, s přijetím pulzu z účastnického vedení se rameno krokového voliče posune do další polohy a tím „krokuje“ v kontaktním poli voliče. Krokové voliče rozdělujeme na jednopohybové, které se pohybují ve dvourozměrném poli a dvoupohybové, které se pohybují v trojrozměrném poli, kde vykonávají vertikální a horizontální pohyb (Vozňák, 2009, s. 28).

Jednopohybový volič

Jednopohybový volič je označován jako třidič. Má za úkol najít volný východ k dalšímu stupni spojovacího pole. Volič reaguje na vyzvednutí sluchátka účastníka a tím způsobí uzavření smyčky a pohyb ramene voliče. Rameno voliče vychází vždy ze základní polohy. Pokud jsou všechny kontakty obsazené a nenajde volný východ, tak rameno skončí na posledním kontaktu, kde účastník dostane kontrolní obsazovací tón z generátoru tónů. Jakmile účastník položí sluchátko, tak se smyčka rozpojí a volič se vrátí do základní polohy (Vozňák, 2009, s. 28).

Dvoupohybový volič

Dvoupohybový volič rozdělujeme na skupinář a linkový volič. Skupinář je volič, který je zapojen ve spojovacím poli a zajišťuje spojení mezi jeho částmi. První pohyb voliče je ovládán volbou volajícího účastníka a druhý pohyb, který je řízen automaticky, slouží k nalezení volného východu na kontaktech k dalšímu stupni. Linkový volič je zapojen v posledním stupni spojovacího pole a oba pohyby ramen jsou ovládány volbou volajícího účastníka, na rozdíl od skupináře (Vozňák, 2009, s. 29).

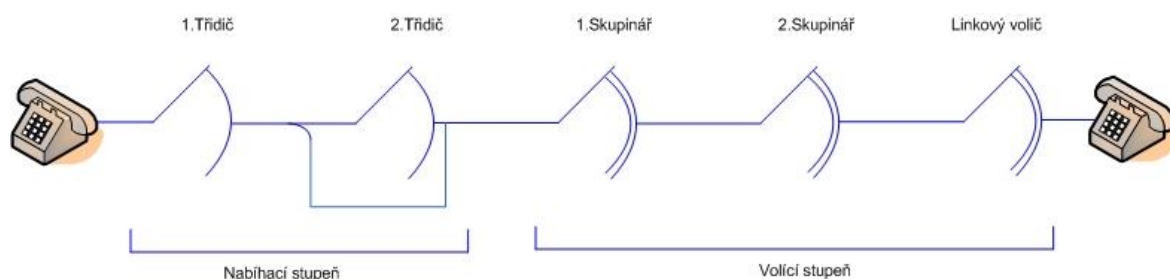
Nabíhací a volící stupeň

Každý účastník, který je samostatně zapojen do ústředny, má v ústředně mimo dvou relé a počítadla i svůj první třidič, který tvoří nabíhací stupeň. Další voliče, které se používají k vytvoření hovorové cesty ve spojovacím poli, tvoří volící stupeň (Němeček, Kondrys, 1983, s. 155).

Nabíhací stupeň není ovládán volbou účastníka, ale automaticky hledá volný východ k volícímu stupni. V nabíhacím stupni jsou používány jednopohybové voliče. Zapojení

účastnického vedení k voličům nabíhacího stupně může být buď třídičové – vedení je zapojeno na ramena voličů nebo hledačové – vedení je zapojeno na kontaktní pole voličů.

Volící stupeň je tvořen dvoupohybovými voliči, které ovládá volající účastník svojí volbou pomocí číselnice telefonního přístroje (Vozňák, 2009, s. 29).



Obrázek č. 1: Schéma ústředny pro 10 000 účastníků

Zdroj: autor dle (Němeček, Kondrys, 1983, s. 157)

Synchronní a asynchronní ústředny

Ústředny první generace můžeme rozdělit na synchronní, kde se volbou účastnického čísla přímo ovládají voliče tzv. přímá volba a asynchronní, kde se volba účastnického čísla ukládá do registru tzv. nepřímá volba (Vozňák, 2009, s. 31).

Systémy s přímým řízením používají vždy dekadické uspořádání spojovacích polí. Účastník může vyslat maximálně 10 impulzů, kterými se spojovací pole přímo řídí. Systémy s nepřímým řízením využívají k volbě registr, který uskutečňuje přepočet voleného čísla na sérii impulzů, které posílá do voličových polí. Ke spojování se používá nedekadické uspořádání spojovacích polí, i když základní koncepce řízení je shodná jako systémů s přímým řízením (Svoboda, 1999a, s. 60).

Představitelem instalovaných ústředn první generace byla v Československu ústředna P51, která byla uvedena do provozu v roce 1959. Tyto ústředny P51 se stavěly do kapacity pro 10 000 účastníků. V případě větších ústředn se tyto ústředny propojily mezi sebou vloženými skupinářovými stupni. Ve druhé polovině 80 let se v místních telefonních obvodech (MTO) začaly tyto ústředny nahrazovat telefonními ústřednami druhé generace. Až v polovině 90 let byla v digitální překryvné síti první generace zcela nahrazena (Vozňák, 2009, s. 34).

3.4.2 Ústředny druhé generace

Spojovací systémy druhé generace se především vyznačují používáním křížových spínačů ve spojovacím poli a asynchronním řízením. Poprvé se začíná používat registrová signalizace. Mezi nejznámější patří MFC-R2 signalizace, která byla využívána i v mezinárodních ústřednách a dokázala přenášet identifikaci volajícího. Na území naší republiky v osmdesátých letech minulého století byly nejrozšířenější ústředny s označením PK202, které dosloužily ve veřejné síti v roce 2002 (Vozňák, 2009, s. 35).

Křížový spínač

Je základní stavební prvek křížového spojovacího pole, který má maticové uspořádání spínacích bodů s m vstupy a n výstupy, celkem je tedy možno využít $m \times n$ kombinací. Na účastnickém stupni spojovacího pole se na vertikály křížového spínače zapojují odchody a příchody na další článek křížového spínače a na horizontály se zapojují účastnické sady (Vozňák, 2009, s. 35).

Obecný popis ústředen druhé generace

Spojovací pole je rozděleno na účastnický a skupinářový stupeň. Účastnický stupeň je tvořen křížovými spínači, na které se připojují účastnické sady přípojek, příchody a odchody na další stupně. Skupinářový stupeň je jednosměrný, účastnický stupeň je dvousměrný. Dohled nad účastnickým vedením, zkoušení volaného, vyzvánění, závěr hovoru a identifikace v určovateli zajišťuje účastnická sada. Při sestavování spojení se registr připojí k odchozímu napájecí, jakmile registr obdrží dostatečný počet číslic volby, tak je předá určovateli, který zajistí spojení ve spojovacím poli. Komunikace mezi registrem a určovatelem je velmi rychlá. Pro výměnu informací se používá například multifrekvenční kód MFC. Po sestavení spojení je registr odpojen a uvolněn pro další požadavky (Vozňák, 2009, s. 37).

Rozdělení ústředen podle druhu řízení

Kvazisynchronní ústředny

Kvazisynchronní ústředny volbu od účastníka přijímají do registru, odkud jí registr bez dalšího přepočítávání posílá do určovatele. V mezerách mezi sérií voleb z telefonního

přístroje účastníka, dochází k vybudování spojovací cesty přes spojovací stupeň a tím je napodobeno synchronní řízení. V ČSSR se na tomto principu využívala ústředna ATZ 63 (Vozňák, 2009, s. 38).

Asynchronní s centrálním řízením zvláštní cestou

Toto jsou již systémy, které plně využívají asynchronní řízení. Registr nashromáždí celou volbu od účastníka, přepočítá ji a pošle instrukce skupinkovému i účastnickému určovateli po oddělených řídicích vodičích najednou a tím dojde k okamžitému propojení volných cest až k volanému účastníkovi. Tento způsob řízení je možný jen pro omezený počet účastníků. Nejrozšířenějším zástupcem těchto systémů byla ústředna PK21 (Němeček, Kondrys, 1983, s. 206).

Asynchronní se stupňovým řízením

Ústřední registr přijímá a přepočítává volbu na multifrekvenční kód MFC, který zasílá pomocí kódového vysílače – přijímače KVP do dalších částí systému. Jednotlivým číslicím odpovídá vždy kombinace dvou kmitočetů z celkem šesti. Multifrekvenční kód se posílá po hovorových cestách pomocí kódového vysílače – přijímače KVP do určovatele, který pak pomocí kódu MFC sestaví spojovací cestu do všech dalších skupinařových stupňů. Volba se vždy posílá po sestavené hovorové cestě. Nejrozšířenějšími ústřednami tohoto typu byla u nás Tesla PK 202 (Vozňák, 2009, s. 39).

Vlastnosti a služby ústředen druhé generace

- základním článkem spojovacího pole je křížový článek,
- je používán obousměrný účastnický stupeň,
- využívají registrovou signalizaci,
- účastník volbou z telefonního přístroje řídí spojovací proces nepřímo – mají nepřímé řízení,
- volba se nejprve vyšle do paměti (registru), který pak řídí spínací členy – jsou asynchronní,
- zajišťují služby tarifkace v časových pásmech (Vozňák, 2009, s. 36).

Sít'ování ústředen druhé generace

Telekomunikační síť byla rozdělena na část místních, uzlových a tranzitních ústředen. Uzlové ústředny propojovaly provoz místních ústředen v rámci uzlu a dále komunikovali s tranzitními ústřednami. Nejrozšířenější uzlovou ústřednou druhé generace byla Tesla MK611, která pracovala na principu stupňového řízení (Vozňák, 2009, s. 41- 42).

3.4.3 Ústředny třetí generace

Spojovací systémy třetí generace obsahují programové řízení, spojovací pole s prostorovým dělením spojovacích cest, sadu účastnických a spojovacích vedení a řízení. Spojovací pole je v podstatě křížové, tvořeno elektronickými spínacími součástkami - diodami, tranzistory, tyristory v křížových bodech. Periferní část systému je tvořena spojovacím polem a sadou vedení. Programové řízení zpracovává informace z periferních jednotek a řídí systém pomocí instrukcí z programové paměti. Dále kromě řízení spojovacích procesů, také pravidelně testuje systém a vyhledává poruchy. V naší veřejné telekomunikační síti byly tyto ústředny zastoupeny v tranzitní a mezinárodní ústředně Praha typem Ericsson AKE 13. (Svoboda, 1999a, s. 70)

Etapy programového řízení

V závislosti na vývoji polovodičových integrovaných obvodů prošlo programové řízení několika vývojovými etapami. Nejdříve bylo řízení zcela centralizované a postupně přešlo až k systémům se zcela decentralizovaným řízením do mikroprocesorových jednotek. Tyto etapy byly čtyři a to následující:

- programové řízení centralizované s jedním nebo dvojitým procesem řízení,
- programové řízení centralizované s vícepočítačovým uspořádáním,
- programové řízení decentralizované s hierarchickým složením centrálních a periferních procesů,
- programové řízení decentralizované s distribuovaným složením řídicích mikroprocesorových modulů.

Poslední dvě etapy byly využity i v digitálních spojovacích systémech čtvrté generace (Svoboda, 1999, s. 70).

Vlastnosti a služby ústředen třetí generace

- zajištění přenosu čísla volajícího,
- umožnění automatické tarifkace s možností vypsání dle požadavku,
- sestavení optimálního spojení na základě analýzy čísla,
- zajištění a odposlech zlomyslného volání, zablokování provozu do určitých směrů nebo na určitá čísla,
- analýza provozního zatížení,
- hovor procházející spojovacím polem je stále analogový,
- větší spolehlivost a klimatická odolnost než systémy druhé generace (Svoboda, 1999a, s. 71).

3.4.4 Ústředny čtvrté generace

Ústředny čtvrté generace se označují jako digitální spojovací systémy. Pro tyto systémy je typické, že veškerá interní komunikace probíhá v digitální podobě a že pracují s částečným nebo úplným decentralizovaným řízením. Tyto systémy používají spojovací pole a programové řízení s časovým dělením a s pulzně kódovou modulací (PCM¹). Digitální spojovací systém je integrovaný systém, který pracuje se shodným principem digitálního přenosu v přenosovém i spojovacím zařízení. Analogový hovorový signál se převádí do binární podoby v účastnických sadách, které jsou seskupeny v účastnických skupinách (Vodrážka, 2006, s. 63).

Uspořádání systému

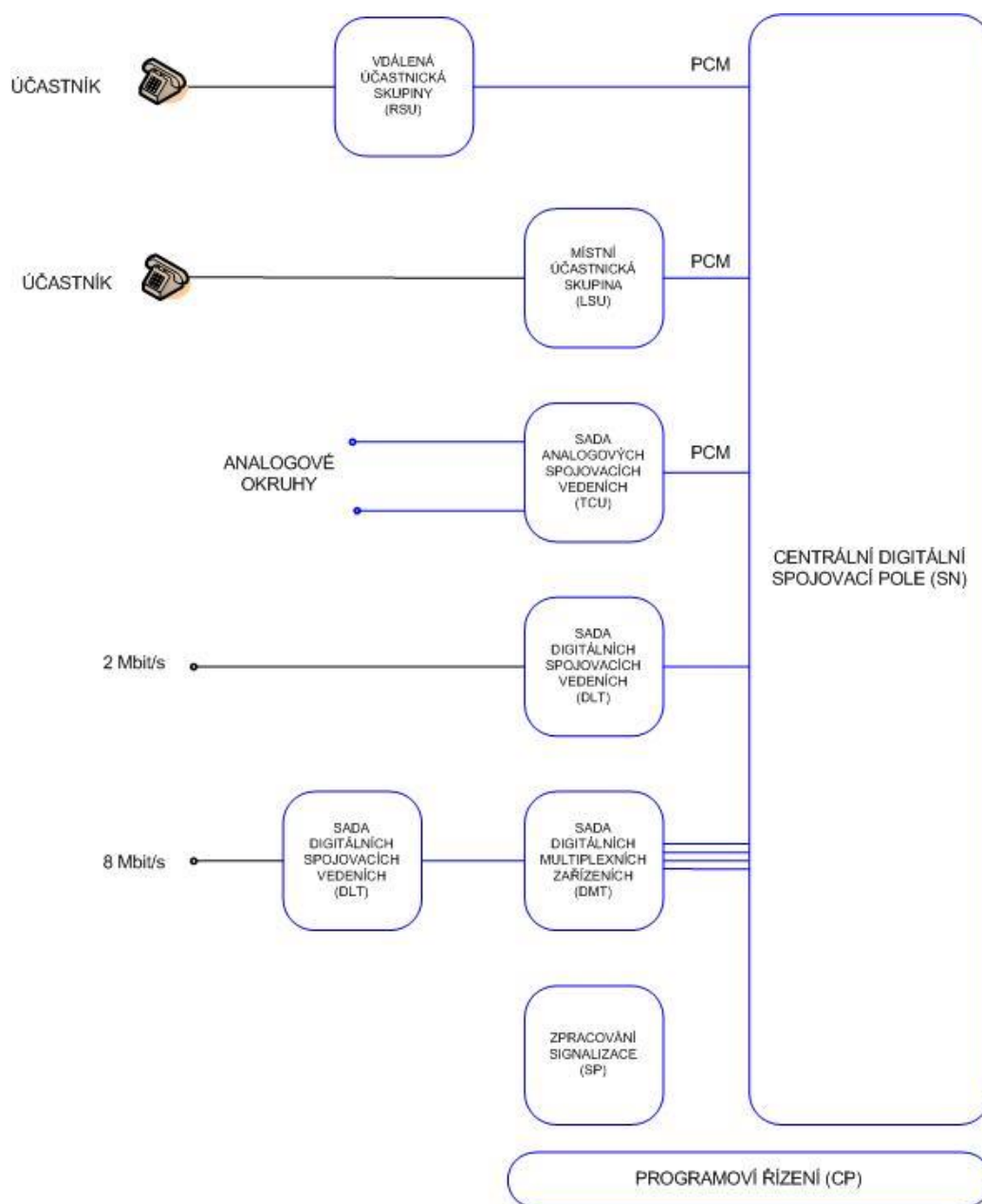
Účastnické sady jsou napojeny na místní, popřípadě na vzdálené účastnické skupiny. Účastnické skupiny jsou pak dále připojeny k hlavnímu spojovacímu poli pomocí multiplexu PCM I. řádu nebo PCM II. řádu. Analogové okruhy (dvoudrátové nebo čtyřdrátové) se napojují k digitálnímu spojovacímu poli pomocí sad analogových spojovacích vedení TCU², které obsahují A/D³ převodníky. Digitální okruhy se napojují

¹ PCM – Pulse-code modulation, pulzně kódová modulace je metoda, která převádí analogový zvukový signál na digitální. Je rozdělena do hierarchie, kdy vyšší stupeň spojuje čtyři systémy nižší úrovně. PCM I. řádu využívá 30 datových kanálů a 2 řídicí kanály s přenosovou rychlostí 2,048 Mb/s. PCM II. řádu využívá 120 datových kanálů a 4 řídicí kanály s přenosovou rychlostí 8,448 Mbit/s (Jansen, Rotter, 2004, s. 210).

² TCU – Trunk Connection Unit je sada analogových spojovacích vedení.

³ A/D - Analog/Digital je převodník, který umožňuje převod z digitálního signálu na analogový.

pomocí sad digitálních spojovacích vedení DLT⁴. Spojování kanálů v digitálním spojovacím poli se realizuje s přenosovou rychlostí 64 kbit/s. Z jednotlivých vedení přichází signalizace, která se zpracovává v zařízení Signal Processing a dále je předávána do řízení Central Procesor. A naopak Signal Processing přijíma signalizaci z řízení a dále ji vysílá do jednotlivých vedení (Svoboda, 1999a, s. 73-74).



Obrázek č. 2: Blokové schéma digitálního spojovacího systému

Zdroj: autor dle (Vodrážka, 2006, s. 65)

⁴DLT – Digital Line Terminal je digitální spojovací vedení.

Účastnické skupiny

Analogové účastnické sady se sdružují do účastnických skupin, které jsou připojeny na digitální ústředny. Účastnické skupiny plní funkci koncentračního pole před vstupem do spojovacího pole ústředny a obsahují digitální spojovací pole DSP. Mezi DSP účastnické skupiny a hlavním spojovacím polem ústředny je jedna nebo více skupin PCM 30/32 pro jeden směr přenosu. Každá účastnická sada musí v základu plnit tyto funkce:

- B (Battery) – stejnosměrné napájení účastnického vedení,
- O (Overvoltage) – ochrana proti přepětí,
- R (Ringing) – vyzvánění,
- S (Supervisor) – dohled,
- C (Coding) – kódování (u digitální sady je tato funkce součástí digitálního účastnického přístroje),
- H (Hybrid) – vidlice,
- T (Testing) – diagnostika (Svoboda, 1999a, s. 72).

Účastnické sady se označují jako BORSCHT případně BORSHT (digitální sady) nebo jako SLIC (Subscribe Line interface). Účastnické sady kromě obvodů SLIC obsahují obvody pro kodek a filtr. Příjímací filtr slouží k převodu na nízkofrekvenční signál a vysílací filtr zajišťuje omezení pásma nízkofrekvenčního signálu (Svoboda, 1999a, s. 73).

Digitální spojovací pole

Digitální spojovací pole ústředen čtvrté generace, oproti předešlým generacím, které využívaly jen prostorovou změnu, musí zajišťovat i časovou změnu polohy. Spojovací pole můžeme charakterizovat počtem vstupních a výstupních kanálů PCM, počtem bitů v kanálu, metodou řízení spojovacího pole, přenosovým rozhraním na vstupu a výstupu, typem a počtem spojovacích článků, druhem přenosu signalizace a metodou zálohování. Přenos informací, které řídí spojovací pole, může být centralizovaný nebo individuální. Centralizovaný přenos se používal u ústředen EWSD a individuální přenos u ústředen S12 (Vozňák, 2009, s. 93- 94).

Spojovací pole se realizují pomocí dvou základních článků - časovým a prostorovým. Časový článek zajišťuje změnu časové polohy a je složen z dalších časových spínačů T

(Time). Jeho použití je na vstupech a výstupech spojovacího pole. Prostorový článek, který se skládá z prostorových spínačů S (Space). Využívá se uvnitř spojovacího pole a má za úkol propojovat skupiny časových článků (Vozňák, 2009, s. 94).

Vícečláňkové spojovací pole

Vícečláňkové spojovací pole se vytvářejí spojováním T a S článků do kaskád, případně pouze článků T. Z důvodu vnitřního blokování u vícečláňkových polí, jako u spojovacích polí s prostorovým dělením, je nutné toto blokování eliminovat některým z technických způsobů (například zvětšením počtu článků). K vnitřnímu blokování dochází, pokud je zamezen přístup k určité skupině časových poloh, které jsou již obsazeny. Dvoučláňková pole se v kombinaci TS a ST v praxi nepoužívají a to z důvodu příliš velkého vnitřního blokování. U tříčláňkových polí se nejvíce používají kombinace TST a STS. Z počátku rozvoje článkových polí se převážně používaly kombinace STS, protože byly méně náročné na kapacity paměti a byly levnější. Se zlevňováním polovodičových součástek se přešlo na článkové pole typu TST, které umožňovalo větší průchodnost pole a tak bylo z pohledu provozu výhodnější. Dále se využívalo i spojovací pole složené pouze z článků T, jako například u spojovacího systému Alcatel S 12, kde bylo použito čtyřčláňkové pole. (Svoboda, 1999a, s. 81), (Vodrážka, 2006, s. 69).

Řízení spojovacího pole

Pro řízení digitálního spojovacího pole se používá způsob decentralizovaného řízení s hierarchickým uspořádáním řídicích procesů a způsob distribuovaného řízení.

Decentralizované řízení má dvoustupňovou strukturu řízení. Periferní jednotky jsou řízeny provozními procesory, které jsou vždy podřízeny zdvojenému koordinačnímu procesoru, který jim zadává instrukce. Toto řízení se používalo u systému EWSD.

Distribuované řízení vychází z modulové struktury spojovacího systému. Skládá se z řídicího modulu a spojovacího modulu, není zde nadřazený procesor. Řídicí modul je realizovaný mikroprocesorovým systémem a řídí jednotlivý spojovací modul (např. sada linkových a účastnických vedení). Po skončení řízení jednotlivého modulu předá řídicí modul řízení dalšímu řídicímu modulu. Mezimodulová komunikace mezi řídicími moduly se řešila sběrníkovým propojením nebo propojením po komutovaných cestách. První

způsob je použitelný pouze u malých kapacit ústředen (omezený objem přenášených informací) a druhý způsob využívá k přenosu potřebných informací centrální spojovací pole ústředny případně oddělené spojovací pole pro mezimodulovou komunikaci. Toto řízení bylo použito u systému Alcatel S 12 (Svoboda, 1999a, s. 83-84).

Sít' IDN, ISDN

Digitální integrovaná síť IDN (Integrated Digital Network) je telekomunikační síť, která pracuje s digitálním spojováním v ústřednách a digitálními přenosovými systémy. Tato síť umožnila integrovat velkolepou škálu služeb pro hlas, data a video, které se dříve řešily pomocí dalších sítí. Tato síť se označuje jako digitální síť integrovaných služeb ISDN (Integrated Services Digital Network). U ISDN sítě se také nově objevuje digitální signalizace SS7⁵ koncipovaná pro propojování velkých národních a mezinárodních ústředen. Na digitální ústředny se službami ISDN je možné přes skupinovou sadu připojit analogové a digitální ISDN přípojky. Digitální přípojky jsou dvojího druhu (Svoboda, 1999a, s. 74).

BRA (Basic Rate Access) 2B+D. Jedná se o základní přístup, který využívá dva hovorové a jeden signalizační kanál. Na dvoudrátovém účastnickém vedení je možné přenášet užitečné informace rychlosti až 64kbit/s na každý kanál. Signalizační informace je přenášena po D kanálu, jehož přenosová rychlost je 16kbit/s. Na BRA přípojku může být zapojeno až 8 koncových zařízení, ale pouze dvě mohou být současně aktivní. Je možné například telefonovat a přenášet faxovou zprávu (Svoboda, 1999b, s. 98).

PRA (Primary Rate Access) 30+D. Jedná se o primární přístup, který umožňuje přenášet informace po 30 hovorových kanálech a signalizaci po jednom společném kanálu. Všechny kanály pracují s rychlostí 64kbit/s. Používá se k připojení středních a velkých pobočkových telefonních ústředen k ISDN ústřednám (Svoboda, 1999a, s. 75).

Signalizace

Signalizace zajišťuje sestavení spojení, dohled nad spojením a zrušením jednotlivých spojovacích cest použitých na přenosové trase. Signalizace v digitálních systémech byla

⁵SS7 - mezinárodní standard pro síťovou signalizaci v ISDN, GSM. Umožňuje vytváření hovorových spojení, nasazení inteligentních sítí, přenositelnost čísel a další služby (Vozňák, 2009, s. 74).

nejdříve založena na principech převzatých z analogových ústředen a to tak, že signalizační značky se pouze převedly do digitální podoby. Později byla zdokonalena a tím vznikly sofistikovanější metody pro řízení systémů mezi sebou, mezi které patří DSS1⁶, SS7, QSIG⁷ (Vozňák, 2009, s. 64).

PBX Privat Branch Exchange - Pobočkové telefonní ústředny

Jsou to ústředny určené pro administrativní budovy, úřady a společnosti, kteří chtějí využívat vlastní telefonní síť a tím zajistit možnost telefonování mezi jednotlivými kanceláři, dílnami, provozy bez nutnosti využívat jednotlivé telefonní přípojky z veřejné telekomunikační sítě (PSTN) a tak ušetřit nemalé náklady. Pobočkové ústředny se připojují na veřejnou síť například propojením PRA a používají provolbu, která umožňuje se provolat, až k požadovanému účastníku. Provolba bývá většinou dvojmístná, třímístná a čtyřmístná (umožňuje využít až 10000 telefonních čísel). Stejně jako veřejné telefonní ústředny, tak i pobočkové ústředny prodělaly podobný technický vývoj od manuálních ústředen, až po současné digitální ústředny (Němeček, Kondrys, 1983, s. 230).

Vlastnosti a služby ústředen čtvrté generace

- Spojovací pole obsahuje vždy časový článek T.
- Obsahují plné nebo částečné decentralizované řízení, řízení je víceprocesorové.
- Systémy jsou modulární, skládají se z modulů, které se dají rozšiřovat.
- Software ústředny je složen z operačního systému a uživatelského software. Nejrozšířenějšími operačními systémy jsou RMX, Real Time Unix.
- Pro komunikaci mezi ústřednami se využívá signalizace SS7, pro komunikaci mezi ISDN zařízením a ústřednou signalizace DSS1.

Výběr z poskytovaných doplňkových služeb je následující: CLIP - zobrazení čísla volajícího, COLP - zobrazení čísla volaného, CLIR - potlačení čísla volajícího, COLR - potlačení čísla volaného, CFB - přesměrování při obsazení, CH- přidržení volání, CONF-

⁶ DSS – Digital subscriber Signaling Systém No. 1, je signalizace používaná pro připojení koncových ISDN zařízení a pobočkových telefonních ústředen (Vozňák, 2009, s. 64).

⁷ QSIG – Q-Signaling, slouží pro propojení pobočkových ústředen od různých výrobců. Zajišťuje vzájemný přenos služeb, jako je optimalizace směrování v sítích (Vozňák, 2009, s. 64), přenos jména jednotlivých poboček.

konference, DDI – provolba, ECT – předání hovoru, PR – paralelní vyzvánění, DND – nerušit (Vozňák, 2009, s. 122-123).

3.5 IP telefonie – ústředny páté generace

Tato generace byla původně navržena na začátku devadesátých let a měla být založena na principu optického spojovacího pole se spínači fungujícími na principu hranolů, vlnovodu, polarizace. Nakonec koncem devadesátých let byla tato koncepce nahrazena systémy nové generace založenými na principu přepojování paketů označované jako IP telefonie (Vozňák, 2009, s. 11).

V první etapě IP telefonie telefonní přístroj představoval softwarovou aplikaci pro PC⁸ a telefonní provoz byl uskutečňován v rámci datové sítě LAN. Používal se scénář IP – Phone to IP – Phone. Ve druhé etapě dochází k napojení IP telefonie na síť PSTN⁹. Toto napojení se využívá buď pro korporátní segment pro spojení dvou geograficky vzdálených systémů PBX nebo pro napojení PSTN sítě na IP síť v určitém bodě. Toto řešení využívají operátoři pro zahraniční destinace a nabízejí jí jako službu cenově zvýhodněných volání. Ve třetí etapě je IP telefonie operátory nabízena jako plnohodnotná náhrada telefonních přípojek a PBX. Služba plnohodnotných virtuálních PBX je poskytována jako služba IP Centrex. Jako podmínka pro zřízení této služby je zajištění širokopásmové IP konektivity (Vozňák, 2008, s. 39-40).

Systémy páté generace jsou stále ve vývoji a formě standardizace. Nejvíce jsou od předešlých generací rozdílné v tom, že nemají klasické spojovací pole. Spojovací pole je nahrazeno technologií TCP/IP. Dva účastníci, kteří chtějí spolu navázat komunikaci, se prezentují jako IP body sítě a posílají si vzájemně hovorové pakety¹⁰ přes datovou síť LAN, WAN. Síť spolu s inteligentními prvky automaticky zajistí, aby hovorové pakety byly nasměrovány přes vybrané servery, až ke koncovému bodu. Tyto systémy jsou od předchozích generací složitější v řízení a dohledu telekomunikačního spojení (Bazala, 2006, s. 16).

⁸ PC – Personal Computer

⁹ PSTN - Public Switched Telephone Network - veřejná telefonní síť

¹⁰ Paket – skupina datových bitů, které si posílají síťová zařízení mezi sebou. Skládá se z hlavičky a dat protokolu síťové vrstvy (Wendel, 2005, s. 55, 361).

Zpracování signálů

Hlas a signalizace se zpracovávají zvlášť. Hlas využívá protokolu RTP, který je založen na protokolu UDP. Signalizace využívá protokol TCP nebo UDP.

- RTP – Real Time Protokol je protokol, který využívá transportního protokolu UDP. Především zajišťuje řazení a časové značkování zasílaných paketů.
- UDP - User Datagram Protocol je vhodný pro Real-time aplikace z důvodu, že umožňuje rychlé, ačkoli nespolehlivé doručení. Nezajišťuje doručení paketů v korektním pořadí.
- TCP – Transmission Protocol Control je vytvořen tak, aby zajistil spolehlivé doručování paketů ve správném čase. Využívá tří fází činnosti a to zahájení spojení, přenos a zakončení spojení.

Signalizace se zpracovává odděleně pomocí software, který má za úkol sledovat zprávy použitých protokolů a zajistit navázání, řízení a ukončení spojení. Informace se vyhodnocují a zpracovávají pro příjemce do paketů nebo jsou další dotazy odeslány ke komponentům IP telefonie (Gatekeeper pro H323, SIP server), (Vozňák, 2008, s. 44).

Hlas se zpracovává procesorem a požadovaný procesorový výkon MISP¹¹ je dán volbou kodeku. Větší komprese kodeku požadují větší procesorový výkon. Současné procesory umožňují kompresi i dekompresi signálu zároveň. Pokud je požadováno zpracovávání více souběžných spojení, tak se využívají signálové procesory DSP¹². Po zakódování hlasu kodekem jsou data paketizována a následně odesílána s časovými odstupy. Během průchodu IP sítě se stává, že jednotlivé RTP pakety se časově posouvají a to následkem řazení paketů ve frontách směrovačů. Z toho důvodu se na přijímací straně nastavuje dejjiter buffer¹³, který je schopen pomocí vyrovnávací paměti tyto odchylky eliminovat. Po vyrovnání zpoždění paketů jsou data z mezipaměti poslána k dekodování (Vozňák, 2008, s. 44- 46).

¹¹MISP – Million Instructions Per Second

¹² DSP - Digital signal processing

¹³ Buffer- vyrovnávací paměť uvnitř datového zařízení. Umožňuje dočasné ukládání rámců (Wendel, 2005, s. 103).

Kodeky

Kodeky slouží ke zmenšení audiovizuálních dat. Toto zabezpečují algoritmy nebo zařízení, které jsou schopné na jedné straně data zakódovat a na straně druhé rozkódovat. Kodeky většinou využívají ztrátovou kompresi a tak data po dekódování nejsou totožná jako před kódováním. Rozeznáváme různé druhy kodeků s odlišnými metodami kódování a mechanismy komprese. Síť PSTN si například vyhrazuje pro přenos jednotlivého hlasového kanálu šířku pásma 64kb/s s využitím kodeku G.711¹⁴. V rámci technologie VoIP je pro kódování hlasu nejvíce rozšířen kodek G.729¹⁵, jelikož komprimuje hlasový signál na 8kb/s z důvodu efektivního využití síťových prostředků (Wallace, 2009, s. 25).

Protokoly IP a kvalita služeb (QoS)

V datové síti může z důvodu nedostatku šířky pásma docházet k některým nepříznivým jevům, kterými jsou: zpoždění paketů – dané průchodem paketů přes prvky sítě, časové nestabilitě paketů – následkem nestejně doby příchodu paketů do cíle, zahazování paketů – vzniká z důvodu zahlcení linky a přetečení bufferu. Z tohoto důvodu se na směrovačích a přepínačích zapojuje funkce Quality of service (QoS). Qos rozezná telefonní provoz a podle daného nastavení mu přidělí prioritu s kterou má být obsloužen oproti ostatnímu datovému provozu (Wallace, 2007, s. 151-152).

Podmínky pro hlasový provoz:

Zpoždění hlasu nesmí překročit 150 ms, časová nestabilita nesmí být větší než 30 ms, ztracených paketů nesmí být víc než 1% (Wallace, 2007, s. 153).

3.5.1 Protokol H.323

Hlasová data se přenášejí pomocí protokolu RTP a pro přenášení řídicích a stavových informací se používá protokol RTCP. Signalizace se přenáší přes TCP nebo UDP protokol a používá následující protokoly:

- RAS – Registration, Admission and Status je komunikační protokol, který řídí registraci, přístup a stav. Zprávy RAS se používají ke komunikaci mezi

¹⁴ G.711- mezinárodní norma pro kódování hlasu s přenosovou rychlostí 64kb/s (Wallace, 2009, s. 96).

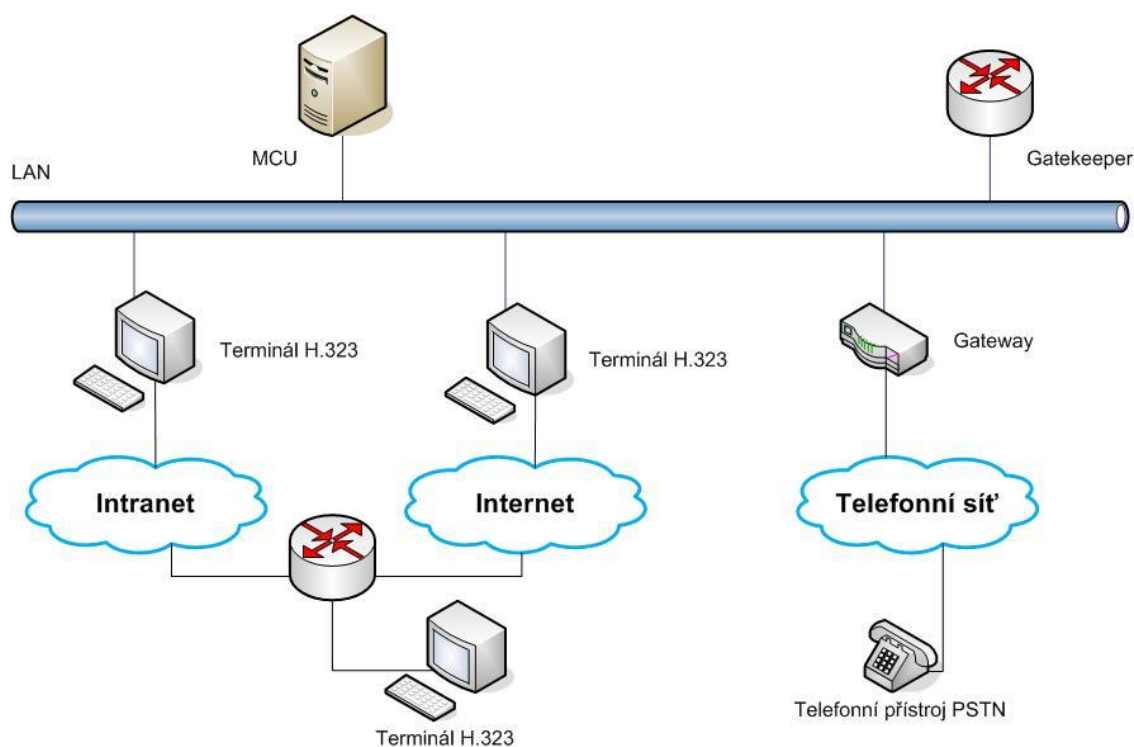
¹⁵ G.729- slouží ke kódování hlasu do datového streamu s přenosovou rychlostí 8kbit/s (Wallace, 2009, s. 96).

Gatekeeperem a terminálem, bránou, dalším Gatekeeperem. Přenáší se přes protokol UDP.

- Q.931 – je protokol, který se používá pro signalizaci volání. Zajišťuje sestavení a ukončení spojení. Používají se zde zprávy typu: SETUP, ALERTING, CONNECT.
- H.245 – slouží pro řízení médií, který zajišťuje určení portů a kodeků pro RTP přenos.
- H.235 – je protokol, který zajišťuje zabezpečení a identifikaci.
- H.450 – je protokol, který obsahuje doplňkové služby (Vozňák, 2008, s. 50).

Prvky H.323

Prvky infrastruktury H.323 se skládají z koncových bodů endpoints (EP) a řídicích prvků gatekeepers (GK). Koncové body EP se rozdělují na zařízení Multipoint Control Unit (MCU), brány (GW) nebo terminály (TE). Koncové body EP, které jsou registrováni k jednomu GK tvoří zónu. Pro případ zálohování může být v jedné zóně nastaveno i více GK, ale ty musí být nastaveny pouze jako záložní pro případ poruchy na hlavním GK (Vozňák, 2008, s. 51).



Obrázek č. 3: Prvky H.323.

Zdroj: autor dle (Vozňák, 2009, s. 51)

- MCU - umožňuje zřídít konferenci mezi třemi a více koncovými body. Je schopen přepojit terminály s různými kodeky. Je složen z jednotky media controller (MC) a media processor (MP).
- GW – Gateway je prvek, který zajišťuje propojení mezi paketovou a telefonní sítí. Tvoří ho rozhraní například ISDN a procesory DSP pro podporu různých kodeků.
- TE – Terminal je zařízení, které je realizováno buď softwarovou aplikací (softphone) běžící na některém z operačních systémů Windows, Linux nebo se jedná o hardwarové zařízení (IP telefon). Tyto zařízení se mohou odlišovat implementovanými funkcemi, NAT¹⁶, podporou kodeků.
- Gatekeeper – zajišťuje řízení koncových bodů EP (MCU, GW, TE), podporuje signalizaci RAS pomocí níž řídí přístup (Admission Control), překládá adresy mezi telefonním číslem a IP adresou, přiděluje kapacity pásma (Bandwidth Control), řídí spojení (Call Control), zajišťuje řídicí funkce pro zónu (Zone Management), podporuje autorizaci volání (Call authorizations) (Vozňák, 2008, s. 52).

OptiClient společnosti Siemens, byla jedna z aplikací, která využívala protokolu H.323 a která umožňovala instalaci i na PDA¹⁷. Z telefonních systémů H.323 protokol podporovala ústředna Siemens HiPath 3000 a 4000.

3.5.2 Protokol SIP

SIP – Session Initiation Protocol je signalizační protokol, který byl navržen pro jednoduchou implementaci, snadnou rozšiřitelnost a flexibilitu. Zajišťuje sestavení, dohled a ukončení spojení s jedním nebo více účastníky komunikace. Je textově orientovaný s podobnými znaky jako u protokolu HTTP. SIP je end-to-end orientovaný, což představuje, že veškerá logika je uložena v koncových přístrojích na rozdíl od sítě PSTN, kde logika spojení je v síti, a koncové přístroje jsou primitivní. Pro komunikující zařízení jsou mimo protokolu SIP používány i protokoly RTP a SDP (Vozňák, 2008, s. 91).

¹⁶ NAT - Network Address Translation je překlad síťových adres a umožňuje upravit síťový provoz přes router přepisem výchozí nebo cílové IP adresy. Většinou se používá pro přístup více počítačů z lokální sítě na Internet pod jedinou veřejnou adresou.

¹⁷ PDA - Personal digital assistant, osobní kapesní počítač.

SDP – Session Description Protocol je protokol, který popisuje účastníky spojení. Tento popis pak slouží k vyjednání hodnot pro spojení komunikujících zařízení.

Prvky SIP

Komponenty SIP sítě se skládají z koncových zařízení user agent (UA) a řídicích serverů proxy, registrar a redirect. Servery jsou často instalovány na jednom hardware a jsou nastaveny pouze jako logické části jednoho SIP serveru z důvodu efektivity.

UA – jsou koncové terminály, buď ve formě softwarové SIP aplikace, nebo jako SIP hardwarové terminály. SIP UA mohou být také Gatewaye, IVR¹⁸, aplikace v mobilním telefonu. UA můžeme také rozdělit na dvě logické entity a to na User Agent Server (UAS) a User Agent Client (UAC). UAC je část UA, která vysílá požadavky a přijímá odpovědi. UAS je část UA, která přijímá požadavky a vysílá odpovědi. Během spojení se funkce UA mění mezi UAC a UAS. Záleží na tom, jestli je zařízení zrovna v přijímacím nebo vysílacím módu. UA je ve funkci UAC, pokud například vysílá zprávu INVITE (žádost o sestavení spojení) a je ve funkci UAS, pokud přijme zprávu INVITE (Vozňák, 2008, s. 94).

SIP entita je spojena s doménou, kterou obsluhuje SIP proxy a je identifikována pomocí URI (Uniform Resource Identifier). Většinou je SIP URI používán v jednoduchém tvaru sip: user@host, kde user je identifikace uživatele a host je vztažený k doméně, která uživateli poskytuje prostředky ke komunikaci. Příklad: sip:vaclav@cesnet.cz. Mezi doménovou komunikaci probíhá mezi jednotlivými SIP proxy.

Servery

SIP servery jsou důležitou částí SIP infrastruktury. Koncové UA terminály zasílají zprávy na SIP proxy, který zajistí směrování žádostí o spojení blíž k adresátovi, provádí autentizaci, účtování, přesměrování, apod. Při hledání adresáta SIP proxy prohledává jednotlivé SIP proxy servery dokud nedostane aktuální umístění volaného, kam poté zasílá požadavek na spojení. SIP proxy servery rozdělujeme na stateless – bezstavové, stateful- s informací o stavech (Vozňák, 2008, s. 95).

¹⁸IVR - Interactive Voice Response

- Stateless SIP proxy jsou jednoduché servery, které umožňují jednoduché přeposílání zpráv a směrování. Nejsou schopny kontrolovat zprávy a jejich výměnu z hlediska smysluplnosti, neumožňují větvení, přesměrování, nezachytí opakující se zprávy (Vozňák, 2008, s. 95).
- Stateful SIP proxy server provádí složitější operace. Máme dva typy transakční a dialogové. Transakční server uchovává stavy k žádosti do doby vyřízení a dialogový, který drží stavy dialogu do ukončení spojení (Vozňák, 2008, s. 95).
- SIP Registrar server slouží k registraci uživatelů (SIP telefon). Server si ukládá informace o aktuální poloze uživatele - IP adresa, číslo portu, jméno a ukládá tuto informaci do lokalizační databáze. Lokalizační databáze je pak využívána Proxy serverem k nalezení adresáta (Vozňák, 2008, s. 97).
- SIP Redirect server přijímá požadavky a vyhledává požadované uživatele v lokalizační databázi. Po nalezení uživatelů posílá zpět seznam s informacemi o aktuálním umístění. Komunikace poté již probíhá přímo s požadovanými uživateli mimo účast SIP Redirect serveru (Vozňák, 2008, s. 97).

SIP zprávy

SIP zprávy jsou většinou posílány v samostatných datagramech UDP. Zprávy rozdělujeme na žádosti a odpovědi. Žádosti jsou používány především k inicializačním procedurám a odpovědi slouží k potvrzení žádosti o přijetí nebo zpracování zprávy (Vozňák, 2008, s. 98).

SIP žádosti

Dle RFC¹⁹ 3261 je určeno šest základních metod pro spojení, které jsou následující:

- INVITE je žádost o zahájení spojení,
- ACK se používá k potvrzení konečné odpovědi na INVITE,
- BYE je metoda na ukončení spojení,
- CANCEL je zpráva k ukončení ještě nesestaveného spojení,
- REGISTER je metoda pro registraci uživatele. Registrace je časově omezena a musí se periodicky opakovat,

¹⁹ RFC - Request for Comments

- OPTIONS využívá se ke zjištění povolených funkcí nebo ke zjištění zdali je UA připojen.

Mimo tyto základní žádosti existují další zprávy, které byly postupně definovány v dokumentech RFC. Jsou to například INFO, PRACK, UPDATE (Vozňák, 2008, s. 100).

SIP odpovědi

Jsou to číselné kódy v rozsahu 100 až 600, které jsou rozděleny na šest tříd:

- 1xx jsou informativní zprávy, požadavek se zpracovává,
- 2xx jsou konečné kladné odpovědi, požadavek byl realizován,
- 3xx slouží k poskytnutí informace o aktuální lokalitě při přesměrování,
- 4xx upozorňují na chybu na straně odesílatele, požadavek tvoří chybnou syntaxi nebo server nemůže daný požadavek zpracovat,
- 5xx jsou zprávy, které informují o chybě na straně serveru,
- 6xx jsou to odpovědi znamenající celkové selhání nebo celkovou nedostupnost serveru (Vozňák, 2008, s. 101-102), (Blunár, Diviš, 2003, s. 299-300).

Transakce a dialog

Transakce je posloupnost zpráv posílanými mezi SIP síťovými prvky. Transakce se skládá z jedné žádosti a veškerých odpovědí, které se k této žádosti váží. Dialog je tvořen jednotlivými transakcemi, které spolu souvisí.

Zabezpečení SIPu

Na rozdíl od protokolu H.323 je snadněji analyzovatelný a tím náchylnější na bezpečnost, jelikož zprávy se posílají v textové podobě. Vzhledem k podobnosti s protokolem HTTP se používají i stejné bezpečnostní postupy.

- Http Basic Authentication - autentizace se provádí pomocí sdíleného hesla. Nedochází k šifrování dat a používá se základní kódování Base64²⁰.
- Http Digest Authentication- navazuje na předchozí mechanismus, ale pro autentizaci používá hashovací funkce MD5²¹ nebo SHA²².

²⁰ Base64-je určeno pro kódování binárních dat. Výstupní kódovaná data jsou jen o třetinu delší než původní data (Dostálek, 2001, s. 110).

- Secure MIME²³ – autentizace je založena na principu veřejných klíčů PKI²⁴. Obsah zprávy zabezpečí a zajistí její integritu.
- SIPS URI (TLS) – pro bezpečnou komunikaci využívá protokolu TLS Transfer Layer Security, který je šifrovaný. Pro šifrování se využívá metody RSA. Protokol také využívá hashovací funkce a symetrické algoritmy DES²⁵, 3DES²⁶, AES²⁷. Podmínkou pro použití tohoto protokolu je aplikování TCP protokolu pro SIP a využití metody TLS na celé trase zprávy (Vozňák, 2008, s. 111).

Pro zabezpečení hovorových dat ve VoIP komunikaci se nejčastěji využívá Secure Real Time Protokol (SRTP). Je to bezpečnostní nástavba nad RTP a je definovaný v RFC 3711. Před začátkem komunikace si účastníci vymění potřebné parametry, jako jsou algoritmy a šifrovací klíče. SRTP zajišťuje zabezpečení celé zprávy včetně hlavičky zpráv a tak odposlouchání je při dobré implementaci téměř nemožné (Connect!, 2010, s. 13).

VLAN - Virtual LAN, zajistí virtuální oddělení datového a hlasového provozu na společném hardwarovém zařízení. Díky tomuto zabezpečení je zajištěno, že z jednoho segmentu sítě se nemohou data dostat do druhého. Nastavení VLAN je možné pouze na switchích, které podporují VLAN funkci (Porter, 2006, s. 375-378).

Mezi nejznámější systémy, které fungují na principu SIP protokolů, jsou například systémy Siemens – OpenScape Voice.

3.5.3 Skype

Je velice rozšířený program pro telefonování, chatování, sdílení souborů, který využívá pro přenos hlasu síť Internet. Funguje na principu peer to peer (P2P) sítě. P2P je založen na

²¹ MD5 – Message Digest 5, kryptografická hašovací funkce, která z libovolných vstupních dat vytvoří 128bitový výstup, který je označován jako hash (Thomas, 2005, s. 322).

²² SHA - Secure Hash Algorithm je rozšířená kryptografická funkce, která ze vstupních dat vytváří hash (výstup fixní délky).

²³ MIME - Multipurpose Internet Mail Extension je standardizovaný způsob označování obsahu zpráv.

²⁴ PKI - Public Key Infrastructure, infrastruktura veřejného klíče je bezpečnostní technologie, která pomocí kombinace software, hardware, zásad a postupů zajišťuje bezpečnou komunikaci a výměnu dat mezi uživateli (Thomas, 2005, s. 324).

²⁵ DES - Data Encryption Standard, je to kryptografická šifra, která byla vyvinutá v 70 letech společností IBM. Délka klíče je 56 bitů. V současné době je považována za nespolehlivou (Kuchař, 1999, s. 29).

²⁶ 3DES - Triple DES, data jsou první nebo druhou částí klíče pomocí algoritmu DES třikrát přešifrována. Vyšší bezpečnost má za následek snížení rychlosti o 1/3 oproti DESu (Kuchař, 1999, s. 29).

²⁷ AES - Advanced Encryption Standard

decentralizované architektuře, kde síť využívají šířku pásma, výkon procesoru, ukládání a znovunabytí souboru jednotlivých počítačů v síti (Max, Ray, 2008, s. 176).

Architektura Skype

Skype je složen ze dvou hlavních částí: aplikace a síť. Aplikace je tvořena programem, který zajišťuje komunikaci a síť umožňuje spojení mezi uživateli. Skype používá několik hlasových kodeků ke komprimaci hlasu. Podle dostupné šířky pásma se aplikují kodeky G.729, G.711, iLBC²⁸ a tím je možné plynulé snižování kvality podle úspěšnosti doručení paketů (Max, Ray, 2008, s. 181). Distribuční síť Skypu je založena na běžných uzlech, super uzlech a souborových hostitelích.

- Běžný uzel- standardní uživatel využívající super uzly a souborové hostitele.
- Super uzel- umožňuje ostatním běžným uzlům propojení se sítí. Obsahují adresářové položky dalších uživatelů Skype. Z běžného uzlu se stává super uzel v případě rychlého počítače se širokopásmovým připojením.
- Souborový hostitel-může přenášet síťový přenos, ale pro ochranu uživatele jsou nastaveny limity pro obsazení šířky pásma. Je využívám pro uživatele, kteří spolu nemohou komunikovat přímo z důvodu aktivního firewallu²⁹ (Max, Ray, 2008, s. 182).

Bezpečnost

Veškerá komunikace je šifrována na celé přenosové cestě. Pro legalizaci účtů se používá šifrování veřejným klíčem a digitální pověřovací listy. Jsou využívány algoritmy AES, RSA³⁰(Max, Ray, 2008, s. 191).

²⁸ iLBC - Internet Low Bit Rate Codec, kodek využívající šířku pásma 13,33 kbit/s. Je vhodný k použití, kde dochází ke zpoždění nebo ke ztrátě paketů (Vozňák, 2008, s. 43).

²⁹ Firewall – slouží k ochraně počítačů napojených na datovou síť před nepřátelskými útoky, které by mohly poškodit data interních počítačů, nebo jim odepřít oprávněné služby (Thomas, 2005, s. 319).

³⁰ RSA - Rivest, Shamir, Adleman je kryptografický algoritmus pojmenovaný po svých tvůrcích a používající veřejný klíč o proměnné délce. Algoritmus není veřejného charakteru a je nutné za něj platit licenční poplatky (Thomas, 2005, s. 326).

Služby

- SkypeOut umožňuje za zakoupený kredit volání na pevné nebo mobilní telefonní linky v rámci celého světa.
- SkypeIn je služba v rámci, které dostane účastník telefonní číslo, na kterém je dovolatelný z veřejné telekomunikační sítě.
- Záznamník hlasových zpráv umožňuje zanechat vzkaz pro uživatele v jeho nepřítomnosti (Dusíková, Kuneš, 2009, s. 11).

3.5.4 Proprietární VoIP protokoly

Společnosti zabývající se výrobou PBX systémů často vyvíjejí a pak využívají své VoIP proprietární protokoly, které vychází ze standardních protokolů, ale jsou modifikovány tak, aby splnily pro výrobce nejvýhodnější parametry a umožnily rozšířené funkcionality. Systémy Asterisk využívají protokolu IAX³¹, AVAYA využívá vedle protokolu SIP i svůj proprietární protokol UNISTim³², CISCO do svých systémů nasazuje protokol SCCP³³.

3.5.5 Alternativní operátoři pro VoIP

Internetovou telefonii můžeme také realizovat přes některého z VoIP providera, který nám za poplatek zajistí veřejné telefonní číslo a kredit na který je možné volat do veřejné sítě PSTN. V rámci sítě providera i do některých vybraných internetových VoIP sítí je volání uskutečňováno bez poplatku. Podmínkou pro využívání telefonie je nutná instalace softwarového klienta nebo hardwarového telefonu. Mezi softwarové klienty, které můžeme použít je X-lite, SjoSoft, Voiper, SipDroid, 3CX, které je možné zadarmo stáhnout. Hardwarové telefony je možné zakoupit od společnosti Zyxel, Huawei, Well. V telefonních přístrojích se nastavuje především Gateway na síť providera služby, port, který bude sloužit ke komunikaci, uživatelské jméno, telefonní číslo, heslo.

Jednotliví provideři VoIP se především liší službami, které poskytují, benefity, které umožňují a kvalitou spojení, kterou nabízejí. Mezi nejznámějšími jsou: IPVOX, ha-loo.cz, 802.cz, Odorik.cz, Fayn.cz.

³¹ IAX - Inter-Asterisk eXchange

³² UNISTim - Unified Networks IP Stimulus

³³ SCCP - Skinny Client Control Protokol

3.6 *Porovnání klasické a IP telefonie*

Výhody VoIP oproti klasické telefonii:

- sjednocení počítačové a telekomunikační sítě,
- uživatelsky přívětivé ovládání telefonních služeb a funkcí pomocí PC,
- cenově výhodné telekomunikační služby,
- v rámci lokality snadné přemístění VoIP linky,
- snadná implementace nových služeb,
- snížení investic z důvodu výstavby jediné sítě pro datový přenos a IP telefonii,
- řízení provozu a údržby z jediného místa,
- úspora mzdových nákladů za pracovní sílu a sjednocení technologie,
- v případě domácností a malých firem snížení nákladů za připojení k telekomunikačnímu operátorovi, využívá se pouze připojení k síti Internet,
- možnost propojení s dalšími aplikacemi a zařízeními – sjednocená komunikace, která umožňuje propojit VoIP telefon, Outlook a mobilní telefon,

Nevýhody:

- kvalita hovorů ovlivnitelná zatížením sítě,
- je nutné investovat do zabezpečení VoIP telefonie,
- je nutné provádět častou instalaci nových aktualizací,
- možnost napadnutí datové sítě softwarovým útokem,
- IP telefony jsou závislé na vlastním napájení nebo na PoE³⁴,
- hovor v rozlehlé síti prochází přes různé datové prvky a tak je jeho kvalita závislá na dobré funkčnosti jednotlivých prvků.

³⁴ PoE - Power over Ethernet, zajistí přívod napájení po datovém kabelu až k zařízení, kterým je například IP telefon, přístupový bod pro Wi-Fi síť.

4 Vlastní práce

Tato případová studie demonstruje porovnání klasické a IP telefonie při výběru telekomunikačního systému do nové budovy.

4.1 Specifikace požadavku

Jedná se o společnost, která plánuje výstavbu nové budovy a rozhoduje se, jakou technologii použije pro zajištění telefonního provozu. Požaduje zajistit propojení telefonního provozu v plánované budově na stávající telekomunikační síť využívající klasických digitálních ústředn AVAYA Option 81C. Budovy od sebe budou vzdáleny 2 km. Požaduje provést návrhy možných technických řešení, jejich analýzu a zhodnocení.

Konkrétní minimální specifikace:

- pobočky budou čtyřmístné a využijí stávající předvolbu,
- je nutné zajistit stejné telekomunikační služby jako má stávající systém Option 81 C: předání hovoru, přesměrování hovoru, konference pro 3 a více účastníků, přenos čísel a jmen mezi systémy, automatické zpětné volání při obsazení a při nepřítomnosti, anti-tromboning³⁵,
- je požadováno 40 analogových telefonů v případě klasické telefonie nebo 40 obyčejných IP telefonů,
- je požadováno 30 digitálních systémových telefonů nebo 30 IP telefonů, které podporují funkce naprogramování tlačítek, jako přímé linky na jiné pobočky, sdílení alespoň tří poboček, vytvoření sekretářské soupravy, v první vrstvě přístroje musí být dostupných minimálně 6 multifunkčních tlačítek, možnost připojení náhlavní soupravy, možnost přepnutí přístroje na hlasitý režim,
- je požadováno 150 digitálních systémových telefonů nebo 150 IP telefonů, které podporují funkce naprogramování tlačítek, jako přímé linky na jiné pobočky, sdílení alespoň tří poboček, v první vrstvě přístroje musí být dostupná minimálně 2 multifunkční tlačítka, možnost připojení tlačítkové konzole pro 15 a více tlačítek, možnost přepnutí na hlasitý režim,

³⁵ Anti-tromboning, je funkce telefonní ústředny, která eliminuje využívané telekomunikační kanály při přepojení účastníka na další spojovací systém, kde je účastník opět přepojen na zdrojovou ústřednu. Anti-tromboning zajistí nahrazení této trasy spojením ve vlastním spojovacím poli zdrojové ústředny.

- je požadováno u nového a stávajícího systému zajištění servisní podpory v rozsahu na úpravu software v případě nedostatečné funkčnosti některé z komponent nebo softwarové funkcionality, alespoň na 1 rok,
- pro telekomunikační síť je požadováno zajistit překlenutí výpadku elektrické energie, alespoň na 2 hodiny,
- připojení na veřejnou telekomunikační síť bude realizováno přes stávající systém AVAYA Option 81C, vybavenou dostatečným počtem hlasových kanálů.

4.2 Popis a analýza stávajícího systému společnosti

4.2.1 Telekomunikační systém Option 81C

Hlavní část telekomunikační sítě společnosti tvoří telekomunikační systém Option 81C, který je napájen vlastním zdrojem a zálohován bateriemi pro překlenutí výpadku elektrické energie na minimálně 4 hodiny. Je to digitální telefonní ústředna 4. generace. Základem systému je centrální řídicí systém (CPU), centrální paměť a digitální spojovací pole. CPU řídí spojovací a systémové funkce ústředny, které především zajišťují sestavení a zrušení spojení. Centrální paměť obsahuje provozní a uživatelská systémová data. Pomocí spojovací digitální sítě se uskutečňují všechna spojení uvnitř ústředny a je složena z modulů, které tvoří modulární sestavu. Rychlost přenosu digitálních signálů ve spojovací síti je 64 kb/s. CPU a centrální paměť tvoří modul, který pro případ poruchy je zastoupen redundantním modulem, který automaticky přebírá řízení ústředny. Dalšími částmi systému jsou periferní jednotky (PE) na které jsou připojeny koncové přístroje (analogové, digitální, linky ISDN, státní linky). Jednou z funkcí periferních jednotek je konverze hovorových analogových dat z poboček na digitální data. U digitálních systémových aparátů se přeměna analogového signálu na digitální provádí již v telefonním přístroji (Kapsch, nedatováno, s. 10-12).

Řízení hovorů a ovládání systému je spravováno softwarovými rezidentními programy uloženými na pevném disku. Pro konfiguraci a ovládání systému se používají vyšší jazyky. Každý příkaz ve vyšším jazyce odpovídá několika příkazům ve zdrojovém kódu. Operační

systém VxWorks je bezpečně uložen v paměti ROM³⁶. Všechna aktuální data o průběhu spojení a hlavní rezidentní program, který provádí diagnostiku, řízení hovorů je chráněn a uložen v paměti RAM³⁷ (Kapsch, nedatováno, s. 13).

K zabezpečení systému se používají diagnostické programy, které jsou trvale aktivní a běží na pozadí. V případě poruchy automaticky lokalizují závadu, kterou buď opraví, nebo jí zobrazí na obslužném terminálu určeného pro administraci systému (Kapsch, nedatováno, s. 14).

V systému Option 81C lze vytvořit takzvané uživatelské skupiny. Každá uživatelská skupina funguje jako nezávislá telefonní ústředna s vlastními funkcemi, s vlastním oprávněním přístupu, telefonním seznamem, spojovatelským pracovištěm, s vlastními pobočkovými a státními linkami. Společnost využívá pouze jednu hlavní uživatelskou skupinu, ostatní uživatelské skupiny jsou nevyužívány.

Telefonní přístroje

Telefonní přístroje můžeme rozdělit na analogové a systémové digitální. Pro připojení k systému můžeme použít jakýkoliv standardní analogový telefon s frekvenční nebo pulzní volbou. Služby se pak aktivují nebo deaktivují pomocí směrových čísel. Jde o služby přesměrování, předání, převzetí ve skupině. Digitální telefony fungují na principu ISDN (2B+D) a podporují základní a doplňkové služby. Tlačítka přístrojů mohou být programována v různých kombinacích podle požadavku na určité funkce. Displej telefonu umožňuje snadnou orientaci v telefonním přístroji. Nejpoužívanější typy aparátů jsou M2008, M2616, M3902, M3903, M3904. Digitální aparáty mohou být také vybaveny přídatným tlačítkovým modulem, který rozšiřuje aparát o další funkční tlačítka, kterým mohou být přiřazeny různé funkce. Nejpoužívanějšími moduly jsou KBA³⁸, DBA³⁹ (Kapsch, nedatováno, s. 16).

³⁶ ROM – Read Only Memory je typ elektronické paměti, která je naprogramována při výrobě a nelze ji později přepsat. Je nezávislá na napájení. Používá se pro uložení firmware elektronických přístrojů.

³⁷ RAM – Random Access memory je typ paměti do které se ukládají data a programy se kterými se aktuálně pracuje. Jsou velmi rychlé a mají krátkou přístupovou dobu.

³⁸ KBA - Key-based Expansion Module

³⁹ DBA - Display-based Expansion Module

Systémové služby

Oprávnění účastníků pro volání do externí sítě, státní provolba, zablokování odchozích meziměstských hovorů, telefonní záznamník, přepnutí na noční režim, indikace jména účastníka, individuální a systémový seznam účastnických čísel, přepnutí hovoru při obsazení, přepnutí hovoru, pokud se účastník nehlásí, přepojování hovorů v řetězci, různé typy vyzvánění, přídatná signalizace (Kapsch, nedatováno, s. 30-37).

Služby spojovatelského pracoviště

Napojení do hovoru, řazení hovorů do front, automatické vracení hovoru na spojovatelku, změna data a času, propojení bez předchozího ohlášení, konference, aktivace nočního režimu, paměťová volba telefonních čísel (Kapsch, nedatováno, s. 37-41).

Účastnické služby

Upozornění účastníka na druhý hovor, ochrana před hovory, převzetí hovoru ve skupině, přesměrování hovoru interní a externí, automatické vyzvednutí telefonu, automatické přidělení linky, automatické zpětné volání při obsazení a při nebere, funkce sekretářské soupravy, přímá linka na spojovatelku, hlasité vedení hovoru, předání hovoru, přidržení hovoru, přímá linka (Hotline), individuální zapnutí a vypnutí vyzvánění, konference, zkrácená volba, střídání účastníků hovoru, sdílení linky na více telefonních přístrojích, paměť účastnických čísel, soukromá státní linka, zpětné volání, zámek klávesnice, opakování volby, hudba pro čekajícího účastníka, automatické směrování hovorů ACD⁴⁰, hlásky ve frontě ACD (Kapsch, nedatováno, s. 37-60).

Vyhodnocení hovorného a reportu systému ACD

Systém používá pro vyhodnocení detailního hovorného aplikaci ATECO Wintel, která je připojena přes sériové rozhraní V. 24⁴¹. Každých 30 minut posílá ústředna zpracovaná provozní data o jednotlivých spojeních v celém telekomunikačním systému na port pro tarifikační program. Data tvoří takzvané tarifní věty, kde je popsán začátek hovoru, délka

⁴⁰ ACD - Automatic Call Distribution je funkce telefonní ústředny, která příchozí hovory rovnoměrně rozděljuje mezi určené telefonní pracoviště. Příchozí hovory jsou odbavovány agenty, kteří například zajišťují rezervace, příjem objednávek.

⁴¹ V. 24 – sériové rozhraní pro propojení PC a telefonní ústředny.

hovoru, pobočku, která hovor iniciovala, linku na kterou bylo voláno, přes jaké odchozí svazky do veřejné sítě se hovor uskutečnil, zdali se jedná o příchozí, odchozí nebo přepojený hovor. Vyhodnocení se zpracovává každý měsíc a následně se zpracovaná data zasílají na ekonomický úsek k fakturaci pro odběratele. Vzhledem k tomu, že v budově společnosti sídlí i další společnosti a organizace, tak jsou provozované telekomunikační služby těmto subjektům pronajímány.

Pro vyhodnocení reportů ACD se používá aplikace ATECO Winacd s rozhraním v. 24. Ve zdrojovém datovém výpisu je zobrazeno číslo skupiny ACD, průměrná doba čekání účastníků ve frontě, počet odbavených hovorů za hodinu, počet přihlášených agentů, počet příchozích hovorů, doba trvání příchozích hovorů. Data se aktualizují každých 30 minut. Výpisy se každý měsíc zasílají na adresu společností, které systém ACD používají a výpisy požadují.

Počet používaných pobočkových portů

- Počet využívaných analogových poboček: 620
- Počet využívaných digitálních poboček: 430
- Počet využívaných připojení PRI 30B+D do veřejné telekomunikační sítě: 4
- Počet využívaných ACD pracovišť: 2
- Počet ACD agentů: 8

Popis napojení budovy na strukturu staré budovy

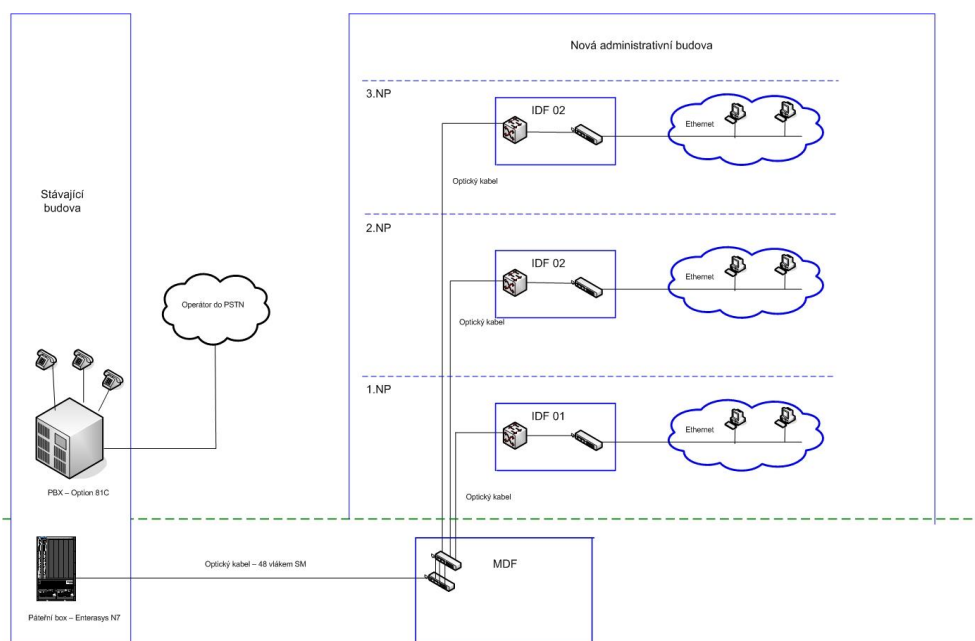
Nová administrativní budova bude vzdálena 2 km od současné budovy. Jedná se o třípodlažní budovu. V rámci výstavby nové budovy bude položen optický mikrokabel obsahující 48 SM⁴² vláken pro napojení na stávající datovou síť. Kabel bude veden ze stávající budovy z místnosti hlavního rozvodu do místnosti MDF⁴³ v nové budově. V každém patře budovy bude místnost IDF⁴⁴, kam bude zakončena strukturovaná kabeláž

⁴² SM – Single mode je druh optického vlákna, které slouží k přenosu dat na větší vzdálenosti než vlákna multimodová (MM).

⁴³ Main Distribution Frame – místnost kam jsou přivedeny zakončení optických a metalických kabelů a která slouží k propojování těchto kabelů.

⁴⁴ Internal Distribution Frame – místnost která je opticky nebo metalicky propojena s hlavní místností MDF. V místnosti jsou zapojeny switche a zakončena kabeláž do jednotlivých místností.

kategorie č. 6 z jednotlivých místností a kde budou pro datový přenos zapojeny switche⁴⁵. V místnosti IDF budou propojeni jednotliví uživatelé s datovou sítí Ethernet⁴⁶. V jednotlivých IDF budou také nainstalovány UPS⁴⁷ pro zajištění provozu switchů⁴⁸ v případě poruchy na hlavním elektrickém přívodu na dobu minimálně 2 hodin. V prvním a druhém podlaží bude připravena strukturovaná kabeláž pro 90 počítačů a pro 20 přídatných zařízení, v posledním podlaží bude kabeláž připravena pro 40 počítačů a pro 10 přídatných zařízení. V IDF budou instalovány 48 portové switche Enterasys B5, které se používají i ve stávající budově a tak bude možné provádět jednotnou údržbu těchto switchů. Switche Enterasys podporují služby VLAN, QoS a další síťové služby. V prvním a druhém podlaží bude instalováno po dvou 48 portových switchích a ve třetím podlaží jeden 48 portový switch. Nevyužité porty na jednotlivých switchích budou sloužit jako záložní porty nebo porty pro budoucí rozšíření. Jednotlivé přepínače budou přes optický kabel zapojeny do místnosti MDF a dále po optickém kabelu zakončeny v hlavním rozvodu stávající budovy.



Obrázek č. 4: Připojení nové administrativní budovy k stávající budově - schéma.
Zdroj: autor

⁴⁵ Switch – je síťové zařízení, které obsahuje porty pro napojení síťových zařízení a umožňuje propojit jednotlivé segmenty sítě.

⁴⁶ Ethernet – v současné době nejrozšířenější technologie počítačových sítí typu LAN.

⁴⁷ UPS - Uninterruptible Power Supply – jedná se o zdroj nepřetržitého napájení, který pro zařízení zajišťuje přívod elektrické energie v době výpadku elektrické energie hlavního napájení.

⁴⁸ Switch - přepínač je síťové zařízení, které přijaté datové rámce přeposílá selektivně dle cílové adresy (Wendell, 2005, s. 103).

4.3 Varianty pro řešení zadání

Vzhledem k vzdálenosti byla zamítnuta možnost využít digitálních poboček ze stávající ústředny, jelikož maximální garantovaný dosah pro digitální pobočky je 1000 metrů. Z důvodu požadavku na zajištění veškerých služeb a funkcí stávajícího systému bude vybíráno z technologií AVAYA. Ostatní telefonní systémy nesplňují všechny požadavky na služby, například plnohodnotnou funkci zpětného volání, anti-tromboning.

U všech variant bude na stávajícím telekomunikačním systému proveden upgrade na nejnovější verzi z důvodu zajištění servisní podpory a možnosti systém v budoucnosti jakkoliv rozšiřovat. Společnost AVAYA bez této splněné podmínky servisní podporu nezajistí a neumožní rozšíření systému. Servisní podpora se vypočítává z počtu licencí poboček v systému. Podpora například zajistí úpravu software v případě nedostatečné funkčnosti některé z komponent nebo softwarové funkcionality. AVAYA tuto podporu nazývá PASS⁴⁹.

Pro řešení zadání, tak vznikly tři možné následující technické varianty.

4.3.1 Nová telefonní TDM ústředna

První variantu je možné řešit vybudováním nové telefonní ústředny AVAYA, která bude propojená se stávajícím systémem pomocí optického vlákna a metalicko/optických převodníků. Součástí systému bude 40 analogových licencí, 180 licencí pro digitální pobočky, 2 x PRI pro propojení se vzdálenou ústřednou, 12 digitálních karet, 3 analogové karty, karta CPMG⁵⁰ zajišťující řízení telekomunikačních procesů. Na straně stávající telefonní ústředny je nutné provést upgrade a rozšířit systém o 1 x PRI⁵¹ duální kartu. PRI karty s nastavením proprietárního protokolu MCDN⁵² zajistí přenositelnost veškerých služeb využívající stávající systém (předání, automatické zpětné volání, anti-tromboning). Pro připojení PRI karty se využije dvou vláken optického kabelu mezi budovami a pro převod signálu se instalují metalicko/optické převodníky typu LOOP 09310. V nové budově bude nutné počítat s vybudováním rozvodu pro 220 poboček a položením

⁴⁹ PASS - Partner Assurance Support Services

⁵⁰ CPMG – Call Processor Media Gateway

⁵¹ PRI duální karta – karta umožňující napojení až 60ti kanály na druhý telekomunikační systém.

⁵² MCDN – Multi Code Digital Network je proprietární protokol, který se využívá pro napojení ústředny AVAYA mezi sebou. Zajišťuje přenositelnost veškerých používaných služeb mezi systémy.

metalické kabeláže SYKFY 25 x 2 x 0,5 do jednotlivých IDF. Z každého IDF bude ke každému uživateli PC přiveden jeden port pro telefonní přístroj pomocí strukturované kabeláže kategorie č. 6. Pracoviště budou vybavena 40 analogovými linkami, 150 digitálními přístroji typu M3903 a 30 přístroji typu M3904, které zajistí požadované funkce. Pro telekomunikační systém bude v místnosti MDF instalována UPS pro zajištění provozu na 2 hodiny při možném výpadku elektrické energie. Pro odhad ceny telekomunikačního systému byla oslovena společnost Kapsch BusinessCom s.r.o., která je jedním z hlavních dodavatelů zařízení AVAYA. Napojení na veřejného operátora se bude realizovat přes stávající telekomunikační systém. Součástí upgrade stávajícího systému na nejnovější verzi 7.5 z důvodu zajištění podpory, bude i dodání povinných komponent v tomto rozsahu: 1x Signaling Server pro IP telefonii a 1x Media Card pro převod 32 hlasových kanálů mezi IP a TDM částí. Dále je nutné počítat i s upgradem stávajících 1050 licencí.

Shrnutí řešení

Síťové komponenty plánované datové sítě zůstanou v tomto projektu bez změny. Koncipované optické napojení vzhledem k ceně optického kabelu, také zůstane ve standardním provedení, i když se využijí 2 vlákna pro telekomunikační napojení. Dojde k rozšíření kabelového rozvodu v MDF o metalické kabely k jednotlivým IDF, rozšíření strukturované kabeláže k jednotlivým místnostem pro telefonní linky, včetně instalace nových zásuvek. Pro ústřednu budou využity dvě rackové skříně, ve kterých bude instalován telekomunikační systém CS 1000E a patchpanely⁵³ pro rozvod kabeláže. Je nutné počítat s prací pro položení SYKFY kabelů a instalací PBX. Veškeré proprietární služby budou dle požadavku zachovány. Telekomunikační síť není nutné zvlášť zabezpečovat proti odposlouchávání ani útoku, jelikož rozvody kabelů jsou dostupné pouze z uzavřených technických místností IDF, MDF. Přes telekomunikační ISDN port není možné telefonní ústřednu zahltit požadavky, a tak jí odstavit mimo provoz, jako je to možné u serverů.

⁵³ Patchpanel – je blok zásuvek pro propojení kabeláže. Nejčastěji používané jsou patchpanely 12, 24, 48 portové, které se instalují do rackových skříní.

Rizika

V případě poruchy na optickém kabelu bude provoz v budově mezi pobočkami zachován. Nebude možné se dovolat do vedlejší budovy a do veřejné telekomunikační sítě.

Orientační cena pro zajištění telekomunikačního provozu v nové budově pomocí telefonní ústředny AVAYA CS 1000E a zajištění SW podpory na obou systémech byla stanovena na **6 922 287 Kč** včetně DPH. Ceny za uvedené dílčí části systému jsou zobrazeny v následující tabulce č. 1.

Tabulka č. 1: Cenový odhad varianty s novou Pbx

Položka	Popis	Cena
TDM tel. síť	Vybudovaná telefonní síť	239 090,00 Kč
Hardware	Použité HW komponenty	1 115 658,72 Kč
Telefonní přístroje	Použité telefonní přístroje	2 785 879,80 Kč
Software	Software, licence, podpora, implementace	1 036 873,20 Kč
Příslušenství	Racky, UPS, patchpanely, převodníky	301 995,43 Kč
Celkem vč. DPH - Nová budova		5 479 497,15 Kč
Hardware	Použité HW komponenty	346 021,28 Kč
Software	Software, licence, podpora, implementace	1 096 768,20 Kč
Celkem vč. DPH - Stávající budova		1 442 789,48 Kč
Celkem vč. DPH		6 922 286,63 Kč

Zdroj: autor

Podrobnější výpočet ceny je specifikován v příloze č. 1.

Možnosti rozšíření a budoucí vývoj

Tento systém je možné další investicí v budoucnu rozšířit o IP licence a tak využívat stolní, softwarové nebo WLAN⁵⁴ IP telefonní přístroje.

4.3.2 Nová vzdálená vana napojená na stávající systém

Druhou variantu je možné zajistit rozšířením stávajícího systému o vzdálenou vanu. Vzdálenou vanu je možné použít pro rozšíření až 256 poboček do vzdálené lokality. Vzdálená vana se instaluje jako rozšiřující periferní modul a tak pro telekomunikační systém zůstává součástí systému. Hardwarové karty s označením Remote Carrier a Remote Local zajistí propojení mezi vanou ústředny a stávající Pbx. Přes metalicko/optické

⁵⁴ WLAN - Wireless LAN

převodníky LOOP 09310 budou obě vzdálené části propojeny pomocí SM optických vláken. Pro realizaci tohoto řešení je nutné provést upgrade ústředny Option 81C na vyšší verzi CS 1000E 7.5. Po upgrade je možné následně provést rozšíření o 40 analogových licencí, 180 licencí pro digitální pobočky, 12 digitálních karet, 3 analogové karty. Pobočkové linky v budově budou napojeny přes strukturovanou kabeláž kategorie č. 6 k jednotlivým IDF a dále kabelem SYKFY 25 x 2 x 0,5 na vzdálenou vanu v místnosti MDF. V nové budově bude nutné vybudovat kabelový rozvod s rozhraním telefonních poboček a jednotlivých IDF. Vzdálená vana telekomunikačního systému AVAYA bude obsahovat 12 digitálních karet, 3 analogové karty a kartu Remote Carrier. Pro zajištění napájení bude použita UPS s dobou jistění na 2 hodiny při výpadku elektrické energie. Místnost MDF bude vybavena rackovou skříní obsahující patchpanely pro rozhraní vzdálené vany a kabely pro rozvod telefonních poboček do místností budovy.

Shrnutí řešení

Výhodou tohoto řešení je zajištění telefonního provozu pouze rozšířením stávajícího systému o periferní vzdálenou vanu. Datová síť zůstane v nové budově beze změny. Je nutné počítat s rozšířením kabelového rozvodu a kabeláže v nové budově v celém rozsahu, jako ve variantě se samostatnou Pbx. Díky napojení na stávající systém budou pobočky vzdálené vany v High Available režimu tzn., že v případě poruchy řízení ústředny převezme řízení spojovacích procesů druhá procesorová jednotka. Z důvodu provedeného upgrade na stávající ústředně bude zajištěna servisní podpora pro úpravu software pro případ nedostatečné softwarové funkcionality a možnost budoucího rozšiřování systému. Bezpečnost telekomunikační sítě není nutné zvlášť, řešit stejně jako u předešlé varianty.

Rizika

Nevýhodou tohoto řešení je velká závislost telefonního provozu na optické trase a optických převodnících. Pokud dojde k poruše na optickém spojení nebo na optickém převodníku, tak nebude možné uskutečnit telefonní hovor z telefonních poboček v rámci budovy a ani mimo ní.

Orientační cena za instalaci, zprovoznění vzdálené vany, za potřebné komponenty, licence a servisní podporu na 1 rok byla stanovena na **5 361 724 Kč** včetně DPH, jak je uvedeno v následující tabulce č. 2.

Tabulka č. 2: Cenový odhad varianty se vzdálenou vanou

Položka	Popis	Cena
TDM tel. síť	Vybudovaná telefonní síť	239 090,00 Kč
Hardware	Použité HW komponenty	957 156,95 Kč
Telefonní přístroje	Použité telefonní přístroje	2 785 879,80 Kč
Software	Software, licence, podpora, implementace	1 076 512,80 Kč
Příslušenství	Racky, UPS, patchpanely, převodníky	303 084,43 Kč
Celkem vč. DPH		5 361 723,98 Kč

Zdroj: autor

Detailnější výpočet ceny je specifikován v příloze č. 2.

Možnosti rozšíření a budoucí vývoj

Telekomunikační systém Option 81C bude upgradován na nejnovější verzi s podporou IP telefonie a tak je možné v budoucnosti tento systém rozšířit o licence, které zajistí VoIP komunikaci. Nasazení VoIP je možné po postupných krocích v souběhu s klasickou telefonii. Tím bude možné v budoucnosti využívat sjednocenou komunikaci mezi stolním telefonem, mobilním aparátem a emailovou službou, případně systém napojit na PSTN přes SIP trunk, který uspoří cenu za metalicko/optické převodníky a PRI karty.

4.3.3 IP Telefonie

Jako další možnost je vybudování VoIP telefonie ze stávajícího telekomunikačního systému Option 81C a využít plánovanou datovou síť k její distribuci. Pro tento účel je nutné provést upgrade stávajícího systému na nejnovější verzi, která podporuje komunikaci ve VoIP. Po instalaci bude možné dle zakoupených licencí využívat telefonní přístroje, buď se signalizačním protokolem SIP nebo UNISTim⁵⁵. Stávající systém se rozšíří o dva Signaling Servery, které zajistí autentizaci a registraci telefonních přístrojů a které dále budou řídit navázání a zrušení spojení. Pro možný výpadek jednoho serveru je připraven druhý server, který pracuje jako zástupný. Pro VoIP telefonii bude administrátory sítě přidělena nová

⁵⁵ UNISTim – proprietární protokol společnosti AVAYA k provozování VoIP telefonie, který zajišťuje podporu veškerých funkcí i služeb klasických telefonů.

VLAN, tak aby provoz byl virtuálně oddělen od standardního datového provozu. Signaling Serverům budou přiděleny IP adresy z přiděleného číselného rozsahu a nad nimi bude zřízen, virtuální NODE⁵⁶ s vlastní IP adresou. Dále budou servery propojeny s řízením telefonní ústředny přes separátně oddělenou síť ELAN⁵⁷, která zajistí interní komunikaci mezi Signaling Servery a CPU ústředny. Pro zajištění komunikace jednotlivých telefonních terminálů se Signaling Serverem je potřeba nejdříve nakonfigurovat funkce a oprávnění pobočky. Nastavení poboček se programuje na jednotlivé terminálové pozice⁵⁸ v ústředně. V nastavení pobočky se také definuje položka ZONE, která určuje, jakým kodekem bude telefon komunikovat s ostatními telefonními přístroji. Pro širokopásmovou síť je možné nastavit kvalitní kodek G.711, ale u sítě s horšími přenosovými parametry je možné nastavit kodek G.729, který zajistí větší kompresi hlasu. V telefonním přístroji se před zapojením do datové sítě zadá terminálová pozice, IP adresa hlavního NODU, IP adresa telefonu, maska sítě, šifrování. Telefonní přístroje se po připojení do sítě přihlašují na IP adresu NODU, který nasměruje komunikaci k jednomu ze Signaling Serverů. Proces aktivace telefonů probíhá tak, že po zapojení telefonu do předpřipraveného portu nejdříve dojde k autentizaci, ověření oprávnění a až následně je telefon připraven pro volání. Pro zefektivnění práce je možné vytvořit DHCP⁵⁹ server, který bude automaticky přidělovat IP adresy jednotlivým telefonům z předem zadaného rozsahu a bude odkazovat na Provision server. Provision server podle MAC⁶⁰ adresy telefonních přístrojů již nastaví další konfiguraci aparátů, jako je přidělení terminálové pozice přístroje definované v ústředně, IP adresu NODE, nastavení kontrastu, jasu, hlasitosti telefonního přístroje. Pro komunikaci IP telefonie a částí TDM ústředny je potřebné instalovat potřebný počet Media Card, které zajistí převod mezi datovými pakety a audio signály. Pro tuto konfiguraci bude instalováno 5 Media karet, které umožní souběžné volání pro 160 účastníků do druhé budovy nebo uskutečnit volání do PSTN. Každá Media Card zajistí převod až 32 hovorů současně. Pro zajištění VoIP telefonie se standardní switche pro datovou síť povýší na switche s podporou PoE (Enterasys B5G). Pro tuto konfiguraci byly vybrány telefony AVAYA,

⁵⁶ NODE – hlavní uzel ke kterému se registrují jednotlivé VoIP telefony. K němu jsou připojeny jednotlivé Signaling Servery.

⁵⁷ ELAN – Emulated Local Area Network, zajišťuje interní komunikaci mezi CPU, Media Card, Signaling Serverem.

⁵⁸ Terminálová pozice – je logická pozice v telefonní ústředně, která může být buď přidělena k hardwarové kartě (analogové, digitální) nebo virtuální pozici pro phantomové linky bez HW pozice.

⁵⁹ DHCP - Dynamic Host Configuration Protocol

⁶⁰ MAC – Media Acces Control je jedinečná adresa síťového zařízení, kterou přiřazuje výrobce zařízení.

které mají v klidovém stavu odběr 4 wattů a při volání 6,5 wattů. Vzhledem k většímu odběru těchto swichů se nadimenzuje větší kapacita pro UPS. Budova bude vybavena 30 telefonními přístroji typu 1140, 180 přístroji typu 1120 a 40 přístroji typu 1110, které nahradí analogové linky. Z toho důvodu bude systém navýšen o 180 rozšířených licencí (IP USERS) pro přístroje AVAYA s podporou protokolu UNIstim, o 40 základních licencí (IP BASIC USERS) pro přístroje 1110 AVAYA.

Search for IP Phone Location Hide

Criteria: All IP Phones Search

Results per page: 100

IP Phones Found (16) Refresh

Entry #	Terminal Number	Prime DN	Type	State	Hardware ID	Public IP	ERL	ECL	Location Description	Manual Update	Need Update	Private IP
1	242 0 0 11	5165	2004P2	UNREG	181b1bbafab4976602	0.0.0.0						
2	242 0 0 12	5165	2007	UNREG	181919e1e4fa9d6621	0.0.0.0						
3	242 0 0 7	89989	2050MC	UNREG	1218184127a4546603	0.0.0.0						
4	242 0 0 9	5165	1120	UNREG	181d1daffe4f426624	0.0.0.0						
5	242 0 1 4	5535	2050PC	LOST	12bebed91edc9c6606	192.168.9.79:61321						
6	242 0 0 15	7387	1140	REG	182121e1feb436625	14.110.61:5000						
7	242 0 0 2	3003	1140	REG	182121e1feb436625	14.110.52:5000						
8	242 0 0 14	5535	1140	REG	182121e1feb436625	14.110.60:5000						
9	242 0 1 2	3563	1140	REG	182121e1feb436625	14.110.64:5000						
10	242 0 0 3	3003	1140	REG	182121e1feb436625	14.110.53:5000						
11	242 0 1 1	7567	1140	REG	182121e1feb436625	14.110.63:5000						
12	242 0 0 1	3003	1140	REG	181b1bbaf884d36625	14.110.51:5000						

First | Prev | Next | Last

Obrázek č. 5: Výpis z telekomunikačního systému - TN pozice, čísla poboček, přidělené IP adresy

Zdroj: autor

Shrnutí řešení

Oproti předešlým variantám je potřeba změnit standardní síťové přepínače na modely s podporou PoE. Z důvodu zvětšení spotřeby, díky zapojení telefonních přístrojů na switche, je také nutné navýšit kapacity pro UPS. Dále je žádoucí nastavit priority pro hlasový provoz pomocí QoS a definování VLAN. Strukturovanou kabeláž nebude nutné rozšiřovat, jelikož se pro jeden port použije, jak napojení na síť společnosti, tak VLAN IP telefonie. IP telefonie bude řízena ze dvou Signaling Serverů a správu dat poboček bude zajišťovat upgradovaná ústředna Option 81C. Pro volání z IP části do klasické telefonní sítě a naopak bude zajišťovat 5 Media Card s DSP procesory.

Rizika

Nevýhodou této varianty je závislost provozu na datové síti. Bezpečnost sítě je doporučené řešit pomocí oddělené VLAN a protokolem 802.1x⁶¹. Kvalitu hlasu je vhodné zajistit implementací služby QoS.

Jak je uvedeno v následující tabulce č. 3, tak investice pro realizaci VoIP telefonie a servisní podporu na 1 rok byla odhadnuta na cenu 5 595 060 Kč včetně DPH.

Tabulka č. 3: Cenový odhad varianty s IP telefonii

Položka	Popis	Cena
Datová síť	Cena za podporu VoIP - rozdíl oproti standardu	799 700,00 Kč
Hardware	Použité HW komponenty	585 446,40 Kč
Telefonní přístroje	Použité telefonní přístroje	2 389 483,80 Kč
Software	Software, licence, podpora, implementace	1 820 430,48 Kč
Celkem vč. DPH		5 595 060,68 Kč

Zdroj: autor

Podrobnější výpočet ceny je specifikován v příloze č. 3.

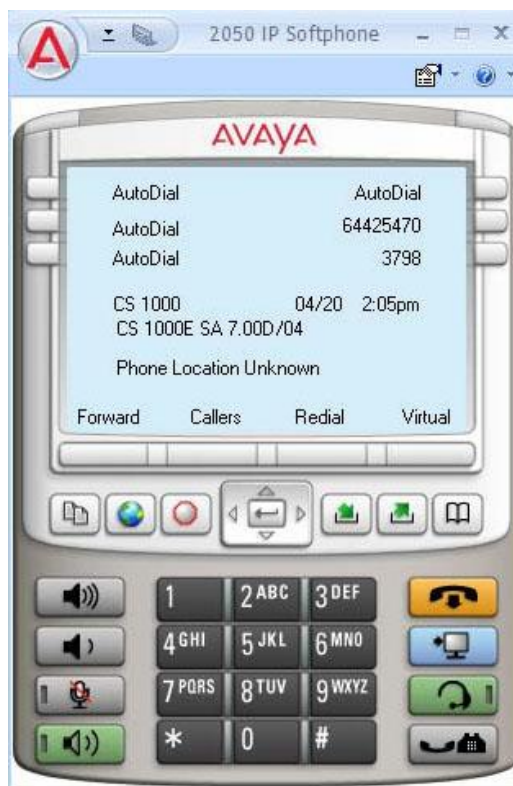
Možnosti rozšíření a budoucí vývoj

Systém po této implementaci bude rozšířen o VoIP komponenty a tím je možné rozšiřovat systém o další zařízení a aplikace fungující na tomto principu. Mimo hardwarových VoIP telefonů je možné uživatelům nabídnout VoIP aplikaci softphone 2050, která se instaluje na PC nebo notebook. Pro tuto aplikaci je nutné vytvořit na některém počítači licenční server, který zajišťuje podle licenčního klíče oprávnění používat tuto aplikaci. Z dalších možností, které se nabízejí je rozšířit systém o WLAN bezdrátové telefony, které v mnoha případech nahrazují DECT⁶² telefony. Nevýhodou bezdrátových IP telefonů je velká spotřeba baterie. Díky podpoře VoIP v nové ústředně se otevírají další možnosti, jako je propojení stávajícího systému s Microsoft Lync, který podporuje VoIP telefonii. Propojení je možné realizovat pomocí SIP trunků a směrováním hovorů do prostředí Lync, kde již směrování hovorů na jednotlivé PC zajistí Mediation server od společnosti Microsoft. Toto řešení je vhodné pro kancelářská pracoviště, kde pro volání postačuje SW aplikace. Další

⁶¹ 802.1x – je protokol, který umožňuje jednoduché zajištění sítě na fyzické vrstvě. Síťový port je otevřen, až po ověření přístupu pomocí jména, hesla nebo certifikátu.

⁶² DECT - Digital Enhanced Cordless Telecommunications

variantou je možnost instalace SIP klientů do mobilních telefonů a propojení s telekomunikačním systémem. Pro mobilní aplikace společnosti AVAYA one-X je nutné zakoupit, jak licenci za aplikaci, tak licenci pro telekomunikační systém na kterém je provozována.



Obrázek č. 6: Softphone AVAYA 2050

Zdroj: AVAYA, [online]

5 Zhodnocení výsledků

Veškerá řešení splňují podmínky, které byly požadovány na zajištění telefonní sítě do nové budovy. Analýzou jednotlivých řešení byly zjištěny rozdíly, ale i podobnosti v implementaci zvolených variant. Poskytované služby jsou zabezpečeny, jak systémovými TDM telefony, tak i VoIP telefonními přístroji. Rozdíl je především v rozdílném způsobu doručení hlasových dat. VoIP používá ke svému doručení aktivní prvky – switche ve spolupráci s řídicím serverem, kdežto klasická telefonie používá centrální jednotku a spojovací pole, od které jsou vodiče nataženy až k účastníkovi.

Případová studie ukázala, že u VoIP technologie je nutné brát velký zřetel na bezpečnost sítě na rozdíl od TDM telefonie, kde zabezpečení se nemusí řešit dalšími přídavnými mechanismy, ale vychází již z podstaty architektury klasických systémů. Také zajistit kvalitní přenos hlasu je u klasických ústředěn samozřejmostí, ale u datových sítí se musí nastavit podle předpokládaného provozu a zatížení datové sítě. K rozdělení provozu v síti byla vyvinuta služba s označením QoS, která umožňuje upřednostnit data určitého druhu nad jinými, které nevyžadují rychlé doručení k příjemci. Proto je nutné nově koncipovanou datovou síť plánovat již s přepínači, kteří podporují služby zabezpečení a QoS. U VoIP technologie se musí zajistit napájení VoIP telefonů na rozdíl od TDM přístrojů, které jsou napájeny přímo z ústředny, a tak ve studii bylo počítáno s výměnou standardních přepínačů na přepínače s PoE.

Nejnižší odhadovaná cenová nabídka byla u řešení s vybudováním do nové budovy vzdálenou vanu. Je to tím, že není navrhován žádný další systém, ale využívá se stávajícího systému, který je nutný pouze upgradovat. Z výhledového hlediska, je možné tento systém používat také pro VoIP, ale vybudovaná kabeláž v nové budově pak nebude využívána. Pro zavedení VoIP bude potřeba investovat do výměny přepínačů, pokud účastníci budou požadovat napájení přes Ethernet a do zvětšení kapacity UPS.

O něco nákladnější byla varianta, kde se počítalo již od začátku s vybudováním datové struktury pro využití VoIP telefonie. Po provedeném upgradu se implementovaly komponenty pro VoIP technologii. Především dostatečný počet karet Media Card a druhého Signaling Serveru pro případ výpadku prvního serveru a licence pro potřebný počet poboček. Využívaná je datová síť s nasazením QoS. Zabezpečení sítě je také možné

rozšířit o protokol STP⁶³, který zajistí, že provoz bude přepojen z nefunkčních datových tras na trasy redundantní. Dále je možné použít VoIP telefonii i ve vzdálené lokalitě zcela mimo sídlo společnosti použitím zabezpečení IPsec. Tato varianta s velkou škálou využití v budoucnosti se jeví jako velice perspektivní.

Nejvíce nákladné řešení bylo postavení zcela nové ústředny do nové budovy. Pokud by nebyla požadována servisní podpora pro stávající budovu, pak by odhadovaná cena byla srovnatelná s oběma předešlými variantami. Z provozního hlediska má tato varianta výhodu, že při výpadku optického kabelu mezi budovami dojde pouze k přerušení spojení do druhé budovy, ale spojení uvnitř budovy zůstane zachováno. V budoucnosti je opět možné přejít na VoIP telefonii, ale musí se počítat s novými PoE přepínači a odepsáním vybudovaného kabelového rozvodu i přilehlými telefonními kabely.

Bylo by možné vytvořit další modelové situace a varianty řešení pro použití TDM a VoIP telefonie. Jedna z nich by mohla počítat s vystavěním zcela nového systému, který by zajistil telefonii ve stávající i nové budově. Další variantou, pokud by nebyly, tak striktní zadávací podmínky, může být zajištění telefonie pomocí open source⁶⁴ technologie jako je například Asterisk, který umožňuje IP i digitální ISDN telefonii. Tyto varianty, jsou již nad rámec této bakalářské práce.

Při výpočtech nákladů za jednotlivá řešení bylo vycházeno ze standardních katalogových cen výrobců uvedených bez slev. Případným jednáním s dodavateli by bylo možné získat slevu od 10 do 40% z ceny za produkt dle rozsahu zakázky.

⁶³ STP - Spanning Tree Protocol

⁶⁴ Open source – tímto je označován počítačový software, který je možné bezplatně využívat a upravovat.

6 Závěr

Cílem bakalářské práce bylo porovnat klasickou a IP telefonii z pohledu technologie, zabezpečení, služeb a budoucího rozvoje. Syntézou teoretických podkladů vyplynulo, že klasická telefonie postupně uvolňuje místo pro využívání IP technologie. V období vzniku VoIP telefonie převyšovaly nevýhody tohoto řešení, jako byla nesrozumitelnost, zpoždění hlasu a nedostatečné mechanismy proti odposlouchávání hovorových paketů. Sítě nebyly dostatečně koncipovány na reálný přenos velkého množství dat, které VoIP potřebuje. V současné době byly vyvinuty sofistikované metody, které tyto nevýhody čím dál více eliminují a začínají převyšovat výhody, jako je snadná implementace do datových sítí, flexibilita připojení kdekoliv se datová síť vyskytuje, snadné propojení s dalšími informačními systémy IVR, CRM, Call centra, docházkové systémy, mobilní telefony. Díky rozvoji technologií se i dostupná šířka pásma sítí zvětšuje, vznikly principy jak upřednostňovat určité typy dat, které si žádají okamžité doručení k příjemci, jako je hlas.

Z případové studie vyplynulo, že v současné době dodavatelé nenabízejí pouze čistou klasickou telefonii, ale své systémy dodávají s podporou IP telefonie. Na těchto systémech je pak možné využívat výhody z obou systémů. Použití IP nebo klasické technologie potom zajišťují prodejem specifických licencí. Všechna tři řešení, i když jsou rozdělena na dvě řešení s podporou klasické telefonie a jedno s podporou IP telefonie, v sobě zahrnují možnost využít i principy druhého způsobu. Jako nejperspektivnější varianta se ukázala být varianta s implementací VoIP, jelikož systém je tak připraven pro další rozšiřování i ve stávající lokalitě a umožňuje nasazení dalších služeb jako je použití bezdrátových IP telefonů, propojení telefonie s informačními systémy společnosti (Microsoft Lync, telefonní seznam, budoucí napojení systému ACD).

Klasická telefonie je doposud hlavně provozována tam, kde proběhly velké investice do této technologie a náhlý přechod k VoIP by byl velmi nákladný nebo, kde byla instalována kabeláž, která neumožňuje provozovat datovou síť s parametry určenými pro VoIP. Z tohoto důvodu mnoho společností volí variantu, kdy se stávající systémy rozšiřují o VoIP komponenty a pomalu přecházejí na využívání obou technologií současně. Je jen otázkou času, kdy tyto systémy plně přejdou na VoIP telefonii. Veškeré služby využívané v klasické telefonii byly postupně převzaty a integrovány do nových systémů a dokonce rozšiřovány o možnosti, které u digitálních aparátů nebyly možné.

Technologie klasických systémů byla koncipována, tak že inteligentním systémem byla telefonní ústředna a koncová zařízení byla spíše primitivní zařízení. U nových VoIP systémů se inteligence rozdělila mezi koncová zařízení, přepínače zprostředkující doručení hlasových paketů, řídicí a obslužné servery. Díky nové architektuře není zapojení telefonního terminálu již závislé na určité lokalitě, ale je mu umožněno flexibilní přemísťování v rámci celé datové sítě. Je možné dvě vzdálené lokality propojit pomocí datové sítě s využitím některého zabezpečení a tak eliminovat náklady na provoz oddělených telekomunikačních systémů, které se dříve propojovaly přes PSTN.

Operátoři nabízející dříve analogové linky do bytů nebo připojení pro pobočkové ústředny společností nyní nabízí širokopásmové připojení k datové síti nebo celé virtuální ústředny, které si uživatelé konfigurují pouhým kliknutím na webových stránkách. Spojení velkých ústředen operátorů se již častěji realizuje pomocí SIP trunků a klasické ústředny jsou nahrazovány levnějšími VoIP systémy. Páteří mezinárodní spojení jsou doposud realizovány ústřednami se signalizačním protokolem SS7, ale vzhledem k vývoji i zde nejspíše dojde ke změnám používaných technologií.

Směrování telekomunikačních technologií je dáno rozšiřujícím se trendem konvergence informatiky a telekomunikací. Vznikají nové rozlehlé sítě nové generace, které pojímají nové technologie a dále se rozšiřují. Budoucnost směřuje k rozlehlým sítím pracujícím na principu přepojování paketů využívající vyspělé protokoly a umožňující službu QoS provozovat v kterékoliv části sítě. VoIP technologie je tak dalším logickým nástupcem klasické telefonie a je jen otázkou času, kdy se klasické digitální systémy stanou historií.

7 Seznam použitých zdrojů

7.1 Odborná literatura a zdroje

- BAZALA, David, 2006. *Telekomunikace a VoIP telefonie*. Praha: BEN – technická literatura. ISBN 80-7300-201-9.
- BLUNÁR, Karol, DIVIŠ, Zdeněk, 2003. *Telekomunikační sítě, 1.díl*. Ostrava: VŠB Technická univerzita Ostravě. ISBN 80-248-0391-7.
- DOSTÁLEK, Libor, 2001. *Velký průvodce protokoly TCP/IP Bezpečnost*. Praha: Computer Press. ISBN 80-7226-513-X.
- DUSÍKOVÁ, Tereza, KUNEŠ, Jan, 2009. *Skype 4: Průvodce telefonováním přes Internet*. Brno: Computer Press, a.s. ISBN 978-80-251-2049-1.
- JANSEN, Horst, ROTTER, Heinrich a kolektiv, 2004. *Informační a telekomunikační technika*. Praha: Europa-Sobotáles cz. s.r.o. ISBN 80-86706-08-7.
- KUCHAR, Miloš, 1999. *Bezpečná síť: Jak zajistit bezpečnost Vaší sítě*. Praha: Grada Publishing. ISBN:80-7169-886-5.
- MAX, Harry, RAY, Taylor, 2008. *Skype kompletní průvodce*. Praha: Grada Publishing, a.s. ISBN 978-80-247-2123-1.
- NĚMEČEK, Karel, KONDRYS, Slavoj, 1983. *Sdělovací technika po vedeních pro 3. A 4. ročník průmyslových škol elektrotechnických*. Praha: SNTL – Nakladatelství technické literatury. Typové číslo L26-C2-IV-31f/55480.
- PORTMAN, Thomas, 2006. *Practical VoIP Security*. Rockland: Syngress Publishing, Inc. ISBN 15-974906-0-1.
- SVOBODA, Jaroslav a kolektiv, 1999a. *Telekomunikační technika – díl 2.: přenos dat, spojovací a přenosové systémy*. Praha: Nakladatelství Huthig&Beneš. ISBN 80-901936-4-1.
- SVOBODA, Jaroslav a kolektiv, 1999b. *Telekomunikační technika – díl 3.: Telekomunikační sítě a služby*. Praha: Nakladatelství Huthig&Beneš. ISBN 80-901936-7-6.
- THOMAS, Thomas M, 2005. *Zabezpečení počítačových sítí bez předchozích znalostí*. Brno: CP books, a.s. ISBN 80-251-0417-6.
- VALENTA, Jaroslav, ONDRAŠÍK, Jiří, 1997. *Spojovací systémy*. Plzeň: ZČU Plzeň – Tiskové středisko. ISBN 80-7082-313-5.
- VÍTEK, Miroslav, 2009. *EKONOMIKA TELEKOMUNIKACÍ*. Praha: Česká technika-nakladatelství ČVUT. ISBN 978-80-01-04424-7.
- VODRÁŽKA, Jiří, PRAVDA, Ivan, 2006. *Principy telekomunikačních systémů*. Praha: Česká technika – nakladatelství ČVUT. ISBN 80-01-03366-X.
- VOŽNÁK, Miroslav, 2009. *Spojovací systémy*. Ostrava: Technická univerzita Ostrava. ISBN 978-80-248-1961-7.

- WALLACE, Kevin, 2007. *VoIP bez předchozích znalostí*. Brno: Computer Press, a.s. ISBN 978- 80-251-1458-2.
- WALLACE, Kevin, 2009. *Cisco VoIP*. Brno: Computer Press, a.s. ISBN 978- 80-251-2228-0.
- WENDEL, Odom, 2005. *Počítačové sítě bez předchozích znalostí*. Brno: CP Books, a.s. ISBN 80-251-0538-5.
- CONNECT!, 2010, Brno: CPress Media, a.s., roč. XV, č. 5, ISSN 1211-3085.
- KAPSCH, *Popis systému Meridian 1*, interní publikace společnosti Kapsch.

7.2 Seznam obrázků

Obrázek č. 1: Schéma ústředny pro 10 000 účastníků	9
Obrázek č. 2: Blokové schéma digitálního spojovacího systému	14
Obrázek č. 3: Prvky H.323	22
Obrázek č. 4: Připojení nové administrativní budovy k stávající budově - schéma.	36
Obrázek č. 5: Výpis z telekomunikačního systému - TN pozice, čísla poboček, přidělené IP adresy	43
Obrázek č. 6: Softphone AVAYA 2050	45

7.3 Seznam tabulek

Tabulka č. 1: Cenový odhad varianty s novou Pbx	39
Tabulka č. 2: Cenový odhad varianty se vzdálenou vanou	41
Tabulka č. 3: Cenový odhad varianty s IP telefoníí	44

8 Přílohy

Příloha č. 1 – Výpočet ceny varianty s novou Pbx

Příloha č. 2 – Výpočet ceny varianty se vzdálenou vanou

Příloha č. 3 – Výpočet ceny varianty s IP telefoníí

Příloha č. 1 Bakalářské práce

Výpočet ceny pro novou administrativní budovu – nová Pbx.

Položka	Ks	Cena za jednotku	Cena bez DPH	Cena vč. DPH
Telefonní přístroje				
3904	30	16 596 Kč	497 880 Kč	602 434,80 Kč
3903	150	11 862 Kč	1 779 300 Kč	2 152 953,00 Kč
3902	0	5 400 Kč	0 Kč	0,00 Kč
Analog	40	630 Kč	25 200 Kč	30 492,00 Kč
TDM část				
Media gateway	2	140 400 Kč	280 800 Kč	339 768,00 Kč
Power pro media gateway	2	24 840 Kč	49 680 Kč	60 112,80 Kč
PRI	2	78 048 Kč	156 096 Kč	188 876,16 Kč
HW karty				
Digitální karta po 16 pozicích	12	27 648 Kč	331 776 Kč	401 448,96 Kč
Analogová karta po 16 pozicích	3	34 560 Kč	103 680 Kč	125 452,80 Kč
SW				
Enhanced service	220	2 592 Kč	570 240 Kč	689 990,40 Kč
SW	1	151 200 Kč	151 200 Kč	182 952,00 Kč
SS	1	108 000 Kč	108 000 Kč	130 680,00 Kč
Podpora 1 rok	1	27 480 Kč	27 480 Kč	33 250,80 Kč
Příslušenství				
Rack pro Pbx + rozvod	2	12 100 Kč	24 200 Kč	29 282,00 Kč
Patch panel 50 portů SIGNAMAX	5	1 261 Kč	6 305 Kč	7 629,05 Kč
Patch panel 25 portů SIGNAMAX	9	942 Kč	8 478 Kč	10 258,38 Kč
UPS pro 2 hodiny	1	82 000 Kč	82 000 Kč	99 220,00 Kč
Metalicko optický převodník LOOP 09310	2	11 800 Kč	23 600 Kč	28 556,00 Kč
Práce instalace	1	105 000 Kč	105 000 Kč	127 050,00 Kč
Celkem vč. DPH				5 240 407,15 Kč

Příloha č. 1 Bakalářské práce

Výpočet ceny pro novou stávající budovu – upgrade stávajícího systému.

Položka	Ks	Cena za jednotku	Cena bez DPH	Cena vč. DPH
Hardware				
Media card 32s	1	31 968,00 Kč	31 968,00 Kč	38 681,28 Kč
HP Server - Signaling server	1	162 000,00 Kč	162 000,00 Kč	196 020,00 Kč
PRI duální karta - pro napojení Pbx	1	92 000,00 Kč	92 000,00 Kč	111 320,00 Kč
SW				
Licence upgrade	1050	648,00 Kč	680 400,00 Kč	823 284,00 Kč
CS 1000 Application	1	34 020,00 Kč	34 020,00 Kč	41 164,20 Kč
Podpora 1 rok	1050	96,00 Kč	100 800,00 Kč	121 968,00 Kč
Práce upgrade	1	91 200,00 Kč	91 200,00 Kč	110 352,00 Kč
Celkem vč. DPH				1 442 789,48 Kč

Výpočet ceny za telefonní síť.

Položka	Cena za jednotku	1. podlaží		2. podlaží		3. podlaží	
		Ks	Cena vč. DPH	Ks	Cena vč. DPH	Ks	Cena vč. DPH
Instalace TDM							
Kabeláž MDF-IDF celkem SYKFY	45 Kč	80	3 600 Kč	160	7 200 Kč	120	5 400 Kč
Kabeláž IDF- místnosti SIGNAMAX CAT 6	11,50 Kč	4900	56 350 Kč	4900	56 350 Kč	1200	13 800 Kč
Patchpanely SIGNAMAX 24 portů	1 913 Kč	4	7 652 Kč	4	7 652 Kč	2	3 826 Kč
Zásuvky	133 Kč	90	11 970 Kč	90	11 970 Kč	40	5 320 Kč
Práce kabeláž - instalace SYKFY	16 000 Kč	1	16 000 Kč	1	16 000 Kč	1	16 000 Kč
Celkem			95 572,00 Kč		99 172,00 Kč		44 346,00 Kč
Celkem vč. DPH							239 090,00 Kč

Cena celkem za variantu – nová Pbx.

Cena celkem vč. DPH – Pbx + upgrade st. systému + tel. síť	6 922 286,63 Kč
---	------------------------

Příloha č. 2 Bakalářské práce

Výpočet ceny pro novou administrativní budovu – vzdálená vana.

Položka	Ks	Cena za jednotku	Cena bez DPH	Cena vč. DPH
Telefonní přístroje				
3904	30	16 596 Kč	497 880 Kč	602434,80
3903	150	11 862 Kč	1 779 300 Kč	2152953,00
3902	0	5 400 Kč	0 Kč	0,00
Analog	40	630 Kč	25 200 Kč	30492,00
HW				
Media card 32s	1	31 968 Kč	31 968 Kč	38681,28
HP Server - Signaling server	1	162 000 Kč	162 000 Kč	196020,00
CS 1000 Application	1	34 020 Kč	34 020 Kč	41164,20
Remote carier	1	277 092 Kč	277 092 Kč	335281,32
R.C. Alarm	1	13 979 Kč	13 979 Kč	16914,35
Remote local	1	251 847 Kč	251 847 Kč	304734,87
Cable Carrier	1	17 143 Kč	17 143 Kč	20743,27
Extension carrier cable	1	2 990 Kč	2 990 Kč	3617,66
SW				
Licence upgrade	1050	648 Kč	680 400 Kč	823284,00
Podpora 1 rok	1230	96 Kč	118 080 Kč	142876,80
Práce upgrade	1	91 200 Kč	91 200 Kč	110352,00
Příslušenství				
Rack pro Pbx + rozvod	1	12 100 Kč	12 100 Kč	14641,00
Patch panel 50 portů SIGNAMAX	5	1 261 Kč	6 305 Kč	7629,05
Patch panel 25 portů SIGNAMAX	9	942 Kč	8 478 Kč	10258,38
UPS pro 2 hodiny (400W)	2	60 000 Kč	120 000 Kč	145200,00
Metalicko optický převodník LOOP 09310	2	11 800 Kč	23 600 Kč	28556,00
Práce instalace	1	80 000 Kč	80 000 Kč	96800,00
Celkem vč. DPH				5 122 634 Kč

Příloha č. 2 Bakalářské práce

Výpočet ceny za telefonní síť.

Položka	Cena za jednotku	1. podlaží		2. podlaží		3. podlaží	
		Ks	Cena vč. DPH	Ks	Cena vč. DPH	Ks	Cena vč. DPH
Instalace TDM							
Kabeláž MDF-IDF celkem SYKFY	45 Kč	80	3 600 Kč	160	7 200 Kč	120	5 400 Kč
Kabeláž IDF- místnosti SIGNAMAX CAT 6	11,50 Kč	4900	56 350 Kč	4900	56 350 Kč	1200	13 800 Kč
Patchpanely SIGNAMAX 24 portů	1 913 Kč	4	7 652 Kč	4	7 652 Kč	2	3 826 Kč
Zásuvky	133 Kč	90	11 970 Kč	90	11 970 Kč	40	5 320 Kč
Práce kabeláž - instalace SYKFY	16 000 Kč	1	16 000 Kč	1	16 000 Kč	1	16 000 Kč
Celkem			95 572,00 Kč		99 172,00 Kč		44 346,00 Kč
Celkem vč. DPH							239 090,00 Kč

Cena celkem za variantu – nová vzdálená vana.

Cena celkem vč. DPH - Pbx + tel. síť	5 361 723,98 Kč
---	------------------------

Příloha č. 3 Bakalářské práce

Výpočet ceny pro novou administrativní budovu – IP telefonie.

Položka	Ks	Cena za jednotku	Cena bez DPH	Cena vč. DPH
Hardware				
Media card 32s	5	31 968,00 Kč	159 840,00 Kč	193 406,40 Kč
HP Server - Signaling server	2	162 000,00 Kč	324 000,00 Kč	392 040,00 Kč
Telefonní přístroje				
1140	30	13 770,00 Kč	413 100,00 Kč	499 851,00 Kč
1120	150	8 856,00 Kč	1 328 400,00 Kč	1 607 364,00 Kč
1110	40	5 832,00 Kč	233 280,00 Kč	282 268,80 Kč
SW				
Licence upgrade	1050	648,00 Kč	680 400,00 Kč	823 284,00 Kč
Licence telefony IP - standard	220	2 309,40 Kč	508 068,00 Kč	614 762,28 Kč
Licence telefony IP- mini	40	1 818,00 Kč	72 720,00 Kč	87 991,20 Kč
CS 1000 Application	1	34 020,00 Kč	34 020,00 Kč	41 164,20 Kč
Podpora 1 rok	1230	96,00 Kč	118 080,00 Kč	142 876,80 Kč
Práce upgrade	1	91 200,00 Kč	91 200,00 Kč	110 352,00 Kč
Celkem vč. DPH				4 795 360,68 Kč

Výpočet ceny - datová síť bez využití PoE.

	Cena za jednotku	1. podlaží		2. podlaží		3. podlaží	
		Ks	Cena vč. DPH	Ks	Cena vč. DPH	Ks	Cena vč. DPH
Datová síť bez podpory VoIP							
PC		90		90		40	
Přídavná zařízení		20		20		10	
Switch 48 bez PoE (76W) B5G	91 900 Kč	3	275 700 Kč	3	275 700 Kč	2	183 800 Kč
MGBIC-LC09	19 900 Kč	6	119 400 Kč	6	119 400 Kč	4	79 600 Kč
UPS pro 2 hodiny	60 000 Kč	1	60 000 Kč	1	60 000 Kč	1	60 000 Kč
Celkem			179 400,00 Kč		455 100,00 Kč		323 400,00 Kč
Celkem vč. DPH							957 900,00 Kč

Příloha č. 3 Bakalářské práce

Výpočet ceny - datová síť pro využití PoE.

	Cena za jednotku	1. podlaží		2. podlaží		3. podlaží	
		Ks	Cena vč. DPH	Ks	Cena vč. DPH	Ks	Cena vč. DPH
Datová síť s podporou VoIP							
PC		90		90		40	
Přídavná zařízení		20		20		10	
Switch 48 s PoE (375W) B5G	119 900 Kč	3	359 700 Kč	3	359 700 Kč	2	239 800 Kč
MGBIC-LC09	19 900 Kč	6	119 400 Kč	6	119 400 Kč	4	79 600 Kč
UPS pro 2 hodiny	60 000 Kč	3	180 000 Kč	3	180 000 Kč	2	120 000 Kč
Celkem			659 100,00 Kč		659 100,00 Kč		439 400,00 Kč
Celkem vč. DPH							1 757 600,00 Kč

Výpočet ceny – náklady na VoIP síť.

Rozdíl mezi cenou datové sítě bez VoIP a s VoIP - náklady na VoIP síť	799 700,00 Kč
--	----------------------

Cena celkem za variantu – IP telefonie.

Cena celkem vč. DPH - Pbx VoIP + datová síť	5 595 060,68 Kč
--	------------------------