

Návrh realizace výuky na FAI formou e-learningu

Bc. Jiří Kubáček

Diplomová práce
2007



Univerzita Tomáše Bati ve Zlíně
Fakulta aplikované informatiky

Univerzita Tomáše Bati ve Zlíně
Fakulta aplikované informatiky
Ústav automatizace a řídicí techniky
akademický rok: 2006/2007

ZADÁNÍ DIPLOMOVÉ PRÁCE

(PROJEKTU, UMĚLECKÉHO DÍLA, UMĚLECKÉHO VÝKONU)

Jméno a příjmení: **Bc. Jiří KUBÁČEK**
Studijní program: **N 3902 Inženýrská informatika**
Studijní obor: **Automatické řízení a informatika**

Téma práce: **Návrh realizace výuky na FAI formou e-learningu**

Zásady pro vypracování:

1. Zpracujte literární rešerši z oblasti e-learningu.
2. Provedte rozbor síťových protokolů vhodných pro zajištění přenosů dat za účelem výuky formou e-learningu.
3. Zjistěte možnosti realizace videokonferencí na základě analýzy variant návrhů poskytovatelů.
4. Analyzujte možné varianty studijních skupin pro e-learningovou výuku.
5. Provedte návrh řešení pro vytvoření podmínek umožňujících provoz skupinového multimediálního vysílání podporujícího studium na FAI UTB ve Zlíně.

Rozsah práce:

Rozsah příloh:

Forma zpracování diplomové práce: **tištěná/elektronická**

Seznam odborné literatury:

1. Dostálek, Libor: Velký průvodce protokoly TCP/IP a systémem DNS, Computer Press, 2000
2. Hunt, Craig: Konfigurace a správa sítí TCP/IP, Computer Press, 1997
3. Bílý, Martin: Lokální síť, ČVUT, 2000
4. Eger, Ludvík: Technologie vzdělávání dospělých, Západočeská univerzita v Plzni, 2005
5. Konference eLearning ve vysokoškolském vzdělávání 2004 – sborník příspěvků, FaME UTB Zlín, 2004

Vedoucí diplomové práce:

Ing. Karel Perůtka

Ústav řízení procesů

Datum zadání diplomové práce:

13. února 2007

Termín odevzdání diplomové práce:

24. května 2007

Ve Zlíně dne 13. února 2007


prof. Ing. Vladimír Vašek, CSc.
děkan




prof. Ing. Vladimír Vašek, CSc.
ředitel ústavu

ABSTRAKT

Tato diplomová práce se zabývá návrhem řešení e-learningové výuky na Fakultě aplikované informatiky UTB ve Zlíně. Jedná se zejména o technické řešení. To bylo vybráno tak, aby byla zachována kvalita výuky prezenčního studia i bez nutnosti fyzické přítomnosti studenta ve škole, zejména na přednáškách.

V teoretické části jsou rozebrány základní informace o e-learningu, videokonferencích a protokolech používaných při videokonferenčních přenosech.

V praktické části jsou ukázány konkrétní možnosti realizace přenosu obrazu a zvuku. Následuje výběr vhodných řešení pro přenos přednášek a cvičení.

Pro přednášky bylo vybráno řešení, kdy se používá PC s připojenou kamerou. Záznam se streamuje a je možné ho sledovat on-line, i na vyžádání ze záznamu.

Pro cvičení bylo vybráno řešení s využitím videokonferenčního zařízení Tandberg 6000.

Klíčová slova: e-learning, eLearning, videokonference, Tandberg, streamování, Mbone, multicast.

ABSTRACT

This master thesis discusses concept of solution e-learning education at Faculty of Applied Informatics TBU in Zlín. It is focused for technical solutions which do not debase quality of education of full-time study.

The theoretical part includes basic information about e-learning, videoconferences and protocols used for transferring videoconferences.

In Practical part there are shown possibilities of technical realization.

For lectures it has been chosen solution uses PC and camera.

For seminars it has been chosen solution using Videoconferencing System Tandberg 6000.

Keywords: e-learning, eLearning, videoconference, Tandberg, streaming, Mbone, multicast.

Děkuji vedoucímu práce ing. Karlu Perůtkovi, PhD. za odborné vedení a pomoc v průběhu řešení této práce.

Také děkuji ing. Petru Vojtkovi a ing. Vladimíru Třeštíkovu za informace o zkušenostech s provozem videokonferencí.

OBSAH

ÚVOD	8
I TEORETICKÁ ČÁST	9
1 E-LEARNING A VIDEOKONFERENCE	10
1.1 HISTORIE E-LEARNINGU.....	10
1.2 PŘÍNOSY A BARIÉRY E-LEARNINGU.....	10
1.2.1 Přínosy e-learningu.....	10
1.2.2 Bariéry zavedení e-learningu.....	11
1.3 ZÁKLADNÍ STANDARDY A STANDARDIZAČNÍ ORGANIZACE PRO E-LEARNING	12
1.4 E-KURZ.....	13
1.4.1 Řízení studia.....	13
1.4.2 Realizace e-kurzů	14
1.5 SOUČASNÝ STAV V OBLASTI E-LEARNINGU NA ČESKÝCH VYSOKÝCH ŠKOLÁCH	15
1.6 PROBLÉMY E-LEARNINGU V ČESKÉ REPUBLICE.....	16
1.6.1 Specifika českého trhu	16
1.6.2 Obvyklý přístup českých firem.....	17
1.7 VIDEOCHAT	17
1.8 VIDEOKONFERENCE.....	18
2 ROZBOR SÍTOVÝCH PROTOKOLŮ A STANDARDŮ PRO PŘENOSY DAT VE SKUPINOVÉM REŽIMU A PŘENOSY DAT V REÁLNÉM ČASE	20
2.1 NEJČASTĚJŠÍ ZPŮSOBY REALIZACE VIDEOKONFERENCÍ.....	20
2.2 SROVNÁNÍ MOŽNOSTÍ LAN A WAN.....	23
2.3 PROTOKOLY PRO ZAJIŠTĚNÍ MULTIMEDIÁLNÍCH PŘENOSŮ.....	24
2.3.1 RSVP (Resource ReSerVation Protocol)	25
2.3.2 RTP (Realtime Transport Protocol)	27
2.3.3 RTCP - Real-Time Control Protocol.....	29
2.3.4 RTSP - Real-Time Streaming Protocol.....	30
2.3.5 IGMP – Internet Group Management Protocol.....	32
2.3.6 DVMRP - Distance Vector Multicast Routing Protocol.....	32
2.3.7 MOSPF - Multicast Open Shortest Path First	34
2.3.8 PIM-DM (Protocol-Independent Multicast - Dense Mode)	35
2.3.9 CBT (Core Based Trees)	36
2.3.10 PIM-SM (Protocol-Independent Multicast - Sparse Mode)	37
II PRAKTICKÁ ČÁST	39
3 TECHNICKÉ PROSTŘEDKY REALIZACE	40
3.1 ŘEŠENÍ POMOCÍ VIDEOKONFERENCEČNÍHO ZAŘÍZENÍ („HARDWAROVÉ“).....	40
3.2 ŘEŠENÍ POMOCÍ PC („SOFTWAREVÉ“).....	42
3.2.1 Potřebný hardware.....	42

3.2.2	Potřebný software.....	42
4	PŘENOS PŘEDNÁŠEK	45
4.1	TECHNICKÉ ŘEŠENÍ NA STRANĚ ŠKOLY	45
4.2	TECHNICKÉ ŘEŠENÍ NA STRANĚ STUDENTA	46
4.3	VÝHODY A NEVÝHODY E-LEARNINGU PŘI PŘEDNÁŠKÁCH.....	47
5	VYUŽITÍ VIDEOKONFERENCÍ PŘI CVIČENÍ.....	48
5.1	TECHNICKÉ ŘEŠENÍ NA STRANĚ ŠKOLY	48
5.2	TECHNICKÉ ŘEŠENÍ NA STRANĚ STUDENTA	48
5.3	VÝHODY A NEVÝHODY E-LEARNINGU PŘI CVIČENÍCH.....	49
	ZÁVĚR	51
	SEZNAM POUŽITÉ LITERATURY.....	53
	SEZNAM POUŽITÝCH SYMBOLŮ A ZKRATEK	55
	SEZNAM OBRÁZKŮ	56
	SEZNAM TABULEK.....	57

ÚVOD

Cílem této práce je analýza možných řešení využití moderní techniky při výuce na Fakultě aplikované informatiky a výběr vhodného řešení pro praktické nasazení.

Ve 20. století začal obrovský rozmach vědy a techniky. Zvláště posledních několik desetiletí je tento rozvoj znát zejména v oblasti informačních technologií a dosud probíhá takovým tempem, o kterém se nesnilo ani těm největším optimistům. Technika výrazně ovlivňuje naše životy, i když nad tím často ani neuvažujeme. Autem nebo letadlem se přesouváme podstatně rychleji a pohodlněji než pěšky. Díky telefonu nebo e-mailu můžeme okamžitě komunikovat s lidmi, kteří jsou od nás tisíce kilometrů daleko. Mnoho práce za nás zastanou různé stroje. Připadá nám směšné, že ještě před dvaceti lety bylo nutné překreslovat technickou dokumentaci. Na počítači napíšeme text, který můžeme mnohonásobně vytisknout, a to i s různými obměnami. A přes to všechno se způsob výuky na školách v mnoha ohledech prakticky nemění už několik tisíc let - na vyučování se studenti musí dostavit osobně, sledují přednášejícího, často se vyučování účastní i aktivně a důležité myšlenky si zaznamenávají na papír.

Jednou z příčin této situace je i skutečnost, že změnit způsob výuky na škole není ani zdaleka tak jednoduché, jako si pořídit telefon a začít volat. Dalším důvodem je i fakt, že stávající systém funguje poměrně spolehlivě a proto nevzniká akutní potřeba jej měnit. To ale v žádném případě neznamená, že změnou nemůžeme dosáhnout lepších výsledků. Na některých vysokých školách už probíhá výuka za vydatné podpory moderní techniky, tzv. e-learning. Jde o trend a kdo se do budoucna chce udržet mezi nejlepšími, musí se o trendy přinejmenším zajímat, aby mohl včas zareagovat na změny trhu a nenechal se odstrčit konkurencí.

I Univerzita Tomáše Bati potvrzuje, že je moderní vysokou školou. V současnosti jsou téměř hotovy přípravy na videokonferenční přenos přednášek mezi dvěma posluchárnami pro potřeby nově vzniklé Fakulty humanitních studií. Některé zkušenosti z přípravy tohoto projektu jsem využil i v mé práci. Záměr je zde ale jiný, a to omezení fyzické účasti studentů na vyučování takovým způsobem, aby nebyla ohrožena kvalita výuky. Hlavním důvodem je zejména úspora finančních prostředků a času, nebo alespoň lepší možnosti jejich využití.

I. TEORETICKÁ ČÁST

1 E-LEARNING A VIDEOKONFERENCE

1.1 Historie e-learningu

V současném světě, kdy informace je hybnou silou všech lidských aktivit, již nikdo nemá pochybnosti o potřebě stálého vzdělávání.

E-learning v širším slova smyslu znamená proces, který popisuje a řeší tvorbu, distribuci, řízení výuky a zpětnou vazbu na základě počítačových kurzů, které jsou adresovány stále většímu počtu uživatelů. Struktura e-learningu většinou obsahuje simulace, multimediální lekce, tj. kombinace textového výkladu s animacemi, grafikou, schémata s podporou audiovizuální techniky a elektronickými testy.

E-learning se dostal do povědomí teprve s rozvojem Internetu a webu po r. 1993. Je zajímavé, že do roku 1999 nebyl pojem e-learning zaveden. Zprvu se více používaly pojmy WBT (Web-based training) nebo online learning, což je výuka nejen pomocí webu, ale i pomocí dalších internetových technologií.

Předchůdcem e-learningu byly původně vyučovací stroje, založené na mechanických logických obvodech a později využívající též programovatelné struktury elektronických logických obvodů. V další etapě, na sálových počítačích, byl aplikován vzdělávací software, který byl založen na teorii programové výuky. Hlavní důvody malého rozšíření do praxe byly podobné jako dnes – ekonomická nákladnost a malá připravenost dostatečného počtu pedagogů-tvůrců kvalitního didaktického softwaru. [1]

1.2 Přínosy a bariéry e-learningu

1.2.1 Přínosy e-learningu

- *Snížení nákladů na klasické vzdělávání.* Jedná se především o náklady na pronájem učeben, zajištění studijních materiálů, cena za lektora, doprava a další. Nesmíme zapomenout na náklady, které nám vznikají v době, kdy je zaměstnanec na školení a nevykonává svoji práci. V případě e-learningu všechny tyto náklady jsou sníženy na minimum.
- *Časově nezávislé a individuální studium.* Student sám volí dobu, kdy se bude vzdělávat, nebo-li vzdělává se ve chvíli, kdy to potřebuje a když se chce učivu věnovat.

Absolvuje kurzy dle vlastních potřeb - věnuje učivu tolik času, kolik potřebuje, volí rychlost vstřebávání vědomostí, typ a formu kurzu, kdykoliv si může látku zopakovat a ověřit si svoje nabyté znalosti.

Nepřekvapí, že většina předpokladů trhu s e-learningem vychází z USA. Tam je trh mnohem rozvinutější a také větší. Působí zde však i další vlivy. Hrozba hospodářské recese v USA způsobila, že organizace šetřily na cestovním, a po 11. září 2001 se tento trend ještě prohloubil. To přirozeným způsobem napomáhalo rozvoji videokonferencí a e-learningu.

1.2.2 Bariéry zavedení e-learningu

- Pro mnohé potenciální zákazníci jsou náklady na potřebné počítačové vybavení, řídicí systém a koupi kurzu příliš vysoké. I když náklady na provoz jsou poté minimální, nemohou si někteří takovou jednorázovou sumu dovolit.
- E-learning je možné zavést pouze tam, kde si studenti nebo pracovníci uvědomují nezbytnost neustálého vzdělávání a mají dostatečnou motivaci sebevzdělávání. [2]

E-learning nepřináší jen samá pozitiva. Něco může naznačovat už i samotný fakt, že se neshodneme na terminologii. Jde o elearning, e-learning, E-learning? Nebo třeba o online learning? A dál, jde jen o internet, nebo také o CD ROM? Jde o synchronizované vyučování s využitím videokonference, nebo i o webové stránky? Podobné nejasnosti vytváří nejen terminologické, ale i metodické problémy.

Další problém je, že některá odvětví momentálně procházejí krizovým obdobím. Je všeobecně známo, že v době ekonomické recese se výdaje na vzdělávání krátí jako jedny z prvních. Člověk z oboru může hledat útěchu v tom, že e-learning se často neplatí z peněz na školení. Pro podnik je však riskantní utratit hodně peněz na inovaci, jejíž přínos není bezprostřední. Je tedy zapotřebí zvažovat návratnost vložených investic. Přestože časový horizont e-learningu je většinou efektivní, mohou být počáteční náklady podstatně vyšší než u tradičních metod učení. [3]

Stejně jako jiné obory, také e-learning může využívat celou řadu možností přístupu a používat různé prostředky pro jeho realizaci, přičemž existují pro e-learning určitá pravidla a normy.

Standardy jsou sadou pravidel nebo procedur odsouhlasených a schválených standardizační organizací. V rámci e-learningových aktivit tato pravidla napomáhají především v oblasti tvorby kurzů a v oblasti nastavení komunikace mezi kurzy a řídicím systémem vzdělávání.

1.3 Základní standardy a standardizační organizace pro e-learning

AICC (Aviation Industry Computer-Based Training Committee). Mezinárodní asociace profesionálních technologicky-založených školení, vyvíjejících tréninkové směrnice pro letecký průmysl. AICC vyvíjí standardy pro interoperabilitu školení počítačem a počítačem řízené školení.

SCORM (The Sharable Courseware Object Reference Model) je množina specifikací, které při aplikaci na obsah kurzu vytvoří malé a znovupoužitelné výukové objekty (learning objects). Je to výsledek iniciativy Advanced Distributed Learning (ADL). SCORM-pružné moduly se mohou jednoduše spojit s jinými k vytvoření efektivního modulárního úložiště výcvikových materiálů.

IMS (The Instructional Management Systems) je technická specifikace výměny dat mezi studentem, jeho kurzem a systémem pro řízení výuky. Iniciováno skupinou společností s cílem definování specifikací a přijetí otevřeného standardu pro výuku realizovanou Internetem.

IEEE(Institute of Electrical and Electronics Engineers). Největší profesní a standardizační organizace na světě, založená roku 1884, jejíž aktivity mimo pořádání konferencí a vydávání odborných časopisů zahrnují přípravu a vydávání komunikačních a síťových standardů. Pro počítačové sítě má největší význam standardizační orgán založený v rámci IEEE v únoru roku 1980 (a proto označovaný jako IEEE 802), který je specificky zaměřen na problematiku standardu lokálních sítí. Pro jednotlivé oblasti jsou pak vytvořeny pracovní skupiny.

ADL (Advanced Distributed Learning). Iniciativa amerického Ministerstva obrany k dosažení interoperability mezi počítačem a Internetově založeným výukovým softwarem, a to vývojem společné technické struktury, která by umožňovala jeho opětovné použití.

1.4 E-kurz

Základním prvkem e-learningu, podobně jako v prezenčním vzdělávání, je studijní kurz. Kurz obsahuje bloky z různých předmětů, uspořádané tak, aby bylo dosaženo požadovaných cílů vzdělávání. Elektronický studijní kurz (zkráceně e-kurz) charakterizují zejména tyto složky:

- vzdělávací obsah studijních materiálů
- elektronická distribuce vzdělávacího obsahu
- elektronická správa e-kurzů.

Pro vzdělávací obsah e-kurzů jsou určující jejich vzdělávací charakteristiky, tj. didaktické naprogramování obsahu učiva do formy interaktivního počítačového software specificky určeného pro samostudium. Proto didaktický software pro e-kurzy obsahuje:

- programované vstupní informace
- učební úlohy
- zpětnovazební kontrolní informace
- nezbytné řídicí instrukce.

1.4.1 Řízení studia

Řízení studia v prostředí webu zabezpečují SW systémy pro řízení studia (Learning Management Systems [LMS]). Learning Management Systems usnadňují tvorbu, používání a správu e-kurzů především tím, že poskytují minimálně:

- soubor vzdělávacích nástrojů, usnadňujících učení, komunikaci a spolupráci, např.: komunikační nástroje, umožňující diskuse, výměnu souborů, interní emailovou korespondenci, chatování, přenos videa, atd.
- nástroje pro podporu produktivity vzdělávání, umožňující např. práci offline, vkládání vlastních poznámek, použití kalendáře, help, atd.
- nástroje pro podporu spolupráce studujících, např. podporu práce na projektech:
- soubor podpůrných nástrojů, pomáhajících v procesu správy a vedení kurzu
- nástroje pro administraci, např. pro vedení studijních evidencí, adresářů kontaktů

- nástroje pro řízení, např. nástroje pro management a sledování práce studujících
- nástroje pro návrh osnovy.

Tvorba studijních materiálů pro e-kurzy je vysoce profesionální úloha. Vyžaduje znalost technologie didaktického zpracování učiva i znalost autorských nástrojů pro tvorbu kurzů. Vývoj a následná optimalizace studijních materiálů pro e-kurzy je obvykle nesrovnatelně náročnější, než vývoj učebních materiálů analogických klasických vzdělávacích kurzů. Klade též vyšší nároky na týmovou spolupráci.

1.4.2 Realizace e-kurzů

Realizátory e-kurzů jsou specialisté, jejichž profese jsou e-manažer, e-vývojář a e-tutor.

Tabulka 1. Příklady úkolů jednotlivých profesí při vývoji e-kurzů

Profese	Úkol	Specialista
e-manažer	Návrh a koordinace projektu	Projektant e-kurzu
	Celková strategie	Znalec e-learningu
	Analýza a evaluace výuky	Pedagog – didaktik výuky
	Zabezpečení servisu	Techničtí pracovníci
	Marketing	Marketingový pracovník
e-vývojář	Projekt výuky	Projektant výuky
	Vytvoření odborného obsahu	Autor obsahu
	Didaktická transformace obsahu	Expert na pedagogiku
	Posouzení obsahu	Expert na obsah
	Tvorba multimedií	Specialista na multimedia
	Převod obsahu do LMS	Znalec LMS
	Tvorba počítačové grafiky	Počítačový grafik
	Programátorské práce	Programátor
Pilotní ověření e-kurzu	Hodnotitelé (učitelé a studující)	
e-tutor	Aplikace LMS v e-kurzu	Aktivní uživatel LMS
	Vedení výuky	Vedoucí výuky
	Rady ke studiu, konzultace	Konzultant, poradce
	Podpora a usnadnění studia	Podporovatel
	Administrace výuky	Administrátor

Minimální velikost týmu pro vývoj e-kurzů.

Jeden pracovník může provádět (má-li příslušnou kvalifikaci) více úkolů, výše uvedených v tabulce (Tabulka 1). Profesi e-vývojáře však obvykle nezastává jedna osoba, ale tým e-vývojářů, který je složen z minimálně 3 pracovníků:

- projektanta výuky (Instructional Designer), tedy experta na pedagogiku, který vytvoří projekt kurzu a zároveň rozumí odbornému obsahu kurzu
- autora obsahu, který je expertem na odborný obsah, resp. disciplínu (Subject matter expert, SME)
- počítačového odborníka, který je specialistou na grafiku, web a systémy řízení studia LMS (Graphics, Web Designer and LMS Specialist).

E-learning může také pomoci zkrátit čas a náklady na zapracování nových zaměstnanců či na školení o produktu, který spotřebují noví zaměstnanci na obeznámení se s novým prostředím. Jistě by bylo příjemné a užitečné tento čas ušetřit a využít efektivnějším způsobem - a možná ještě dříve, než dotyčný vstoupí do firemní budovy, aby zde začal pracovat. A když se informace změní, lze obsah snadno modernizovat, takže všichni nováčci dostanou hned na začátku stejné informace. Nehledě na to, že se ušetří náklady na tištění nových knih a brožur.

Když e-learning vstoupil na scénu, měli lidé často dojem, že existuje volba. Vybrat si učení ve třídě nebo po síti. To byl pravděpodobně jeden z důvodů, proč to e-learningu trvalo déle dostat se z místa než se předpokládalo. Lidé (včetně poskytovatelů e-learningu) pochopili, že existují témata, která se nedají naučit výhradně e-learningem.

1.5 Současný stav v oblasti e-learningu na českých vysokých školách

Mezi českými vysokými školami zatím nedošlo k rozsáhlé spolupráci v oblasti e-learningu. V důsledku toho se vynakládá spousta zbytečné práce a utrácí se mnoho peněz, například za různé typy Learning Management Systems, i když v ověřovací fázi rozvoje by mohly posloužit i volně dostupné Open Source LMS, jako je Moodle.

Tři české univerzity, které patří v oblasti e-learningu mezi nejpokročilejší, podaly v rámci Rozvojových a transformačních projektů MŠMT pro rok 2004 meziuniverzitní projekt Spolupráce vysokých škol při tvorbě standardizovaných multimedialních vzdělávacích pomůcek. Za koordinace Ostravské Univerzity se projektu účastní Univerzita Hradec Králové a Slezská Univerzita, které hodlají oslovit další VŠ se žádostí o spolupráci. V roce 2005 se řešitelský kolektiv rozrostl o experty z Univerzity Karlovy, ČVUT a Západočeské univerzity.

Existují rozdílné výsledky a zkušenosti, od standardizovaných a zavedených kurzů, až po odmítání a neznalost e-learningu na fakultách a univerzitách. Různé VŠ pořádají konference a semináře i s mezinárodní účastí, kde lze získat zajímavé informace (ČVUT, UK, UHK, OU, UTB a další.)

Na VŠ existují skupiny odborníků, kteří jsou zapojeni i do mezinárodních projektů a v pilotních kurzech dosahují standardní výsledky zemí EU. Byl zahájen vlastní výzkum. Přes dosavadní potíže se rozvoj e-learningu na českých VŠ zrychluje.

1.6 Problémy e-learningu v České republice

1.6.1 Specifika českého trhu

Problémů s využíváním e-learningu v ČR je hned několik a velká část z nich vyplývá ze specifík českého trhu:

- Zákazníci chtějí „ten e-learning“, aniž by znali rozdíl mezi levnými náhražkami a kvalitními elektronickými systémy řízení vzdělávání s bohatou funkcí. Zahraniční Learning Management Systémy bývají díky delším zkušenostem propracovanější než české, ale situace u nás se pomalu zlepšuje.
- Zákazníci chtějí e-learning, podobně jako kancelářský software, nainstalovat a používat s tím, že „to“ půjde samo. Neuvědomují si, že přijetí e-learningu zaměstnanci a jeho efektivního využití, které přinese očekávané úspory a zvýšení konkurenceschopnosti, mohou dosáhnout jen intenzivním interním marketingem, změnou procesů, motivačních faktorů a přístupu k práci a dalšími aktivitami.
- Česká republika je malá a cena dopravy i pronájmu, ztracený čas a další nákladové položky jsou příliš nízké, než aby úspory byly tak markantní. Školy i firmy jsou plně teoretiků e-learningu, kteří diskutují didaktické parametry kurzů, hodnotí jednotlivé systémy, aniž by je mohli porovnat s jinými, a píšou články o jeho výhodách. Ale vážně se e-learningem zabývá velmi málo dodavatelů a opravdu efektivně ho využívá jen velmi málo zákazníků.

1.6.2 Obvyklý přístup českých firem

Další část problémů vyplývá z toho, že vzdělávání jako takové není dosud řádně doceněno. Zřejmě proto dokáže v současné době jen málo podniků, a to i těch nejvyspělejších, systematicky plánovat odborný růst svých zaměstnanců a investovat do jejich vzdělání potřebné peníze. Mj. často i proto, že efektivně nepoužívají nástroj řešení pro e-learning - LMS.

Mnohé podniky také neumějí motivovat své zaměstnance a udržet si jejich loajalitu a obávají se tak útěku svých vzdělaných zaměstnanců za lepším. Místo toho, aby řešily primární problém, raději své zaměstnance příliš nevzdělávají.

Pokud se tedy na pojem e-learning podíváme zblízka, můžeme konstatovat, že jde o kvalitní doplněk stávajících možností vzdělávání.

Kdo prošel e-learningovými kurzy, může konstatovat, že nemají jen samé klady. Příkladem může být kurz angličtiny na <http://www.e-academy.cz>, který nutno říci je bezplatný, ale bez hlubší předchozí znalosti angličtiny zabere více času samostudium na doplnění základních znalostí, než vlastní e-learningový kurz. [1]

1.7 Videochat

Videochat je hlasová i obrazová komunikace přes internet mezi dvěma osobami, využívající běžně dostupné hardwarové prostředky, náklady na pořízení základního vybavení mohou být i do 1000,- Kč. V případě pouze hlasové komunikace je výraznou výhodou úspora peněz oproti běžnému telefonnímu hovoru při zachování dostatečné kvality přenášeného hlasu. Tento způsob komunikace je možno provozovat se zhoršenou kvalitou i přes analogový modem, pro dosažení aspoň uspokojivé kvality přenosu je nutná minimálně linka ISDN (Integrated Services Digital Network) nebo pevné připojení k internetu (mikrovlna, ADSL apod.). Uspokojivých výsledků dosáhnete již při rychlosti připojení 128 kb/s. Nevýhodou je závislost na zprostředkovatelském serveru, přes který je nutno komunikaci navázat a dále to, že současně spolu mohou komunikovat vždy jen 2 osoby. Vzhledem k tomu, že tyto služby bývají zdarma, může se stát, že komunikační server poskytovatele může mít výpadek a potom nezbude nic jiného, než čekat, než provozovatel závadu odstraní. Ale vzhledem k nulovým nákladům na provoz je tato možnost velmi často využívána tisíci lidmi na celém světě.

1.8 Videokonference

Způsob komunikace, který umožňuje on-line spojení a současnou komunikaci mezi více než 2 osobami se nazývá Videokonference. Vzhledem k omezené přenosové rychlosti připojení drtivé většiny běžných uživatelů v ČR je zatím ve vyšší kvalitě spíše záležitostí velkých firem a nadnárodních koncernů, které tento způsob komunikace využívají z důvodu úspory nákladů na cestování a možnosti okamžitého spojení jejich manažerů. Ceny potřebného hardwaru a softwarového vybavení začínají v řádu několika desítek tisíc Kč. Běžným způsobem videokomunikace je její použití v interní počítačové síti firmy, kdy odpadá omezení z důvodu nízké přenosové rychlosti připojení na internet. Přesto i v oblasti videokonferencí jsou k dispozici alternativní řešení, která s využitím zprostředkovatelských služeb některých serverů dovolí i přes omezené rychlosti připojení vícenásobné videokonferenční spojení.



Obrázek 1. Videokonferenční systém

Výběr sítě definuje, se kterými standardy bude videokonferenční systém kompatibilní. Většina moderních zařízení podporuje oba typy sítě, jak veřejnou ISDN síť, tak privátní LAN (Local Area Network), a závisí tak pouze na tom, kterou síť máme k dispozici. Mohou také využít virtuální privátní sítě a pronajaté spoje. Komunikace po veřejném internetu mezi různými ISP je zpravidla problematická.

Videokonferenční systémy jsou kompatibilní za předpokladu, že podporují shodné rozhraní. Ze systému připojeného na IP tak můžeme komunikovat se systémem na IP, z ISDN na ISDN. Systémy využívající různé sítě se dají připojit přes „gateway“.

Hlavní rozdíly mezi jednotlivými zařízeními jsou v počtu externích vstupů a výstupů. Některé například podporují dva monitory a jiné nikoli. Některé systémy jsou vhodnější pro menší místnosti, jiné jsou pomocí externích mikrofonů schopné pokrýt i relativně velký prostor. Typická videokonferenční sestava zahrnuje videokonferenční zařízení, televizor,

kreslicí tabuli, dálkové ovládání a další vybavení pro sdílení tištěných dokumentů a počítačových souborů.

Mezi jednotlivými výrobci jsou rozdíly i v kvalitě přenášeného video a audio signálu, dostupností dalších aplikací pro přenos dat a podobně.

Videokonference v podstatě urychlují proces rozhodování. Produkty mohou být uvedeny na trh rychleji a zákaznické služby provedeny efektivněji a s větším citem pro potřeby zákazníka. Redukcí cestování dochází k efektivnějšímu využití času klíčových lidí. Bonusem navíc je pak výrazná úspora nákladů za dopravu a ubytování.

Mnoho lidí zastává názor, že videokonference mohou vytlačit klasické telefony. Je sice pravda, že videokonference se dá využít ve všech místnostech, kde je rozvod elektrického napětí a ISDN síť nebo LAN. Ale není to pravděpodobné, podobně jako televize nikdy nevytlačila rádio. Videokonference jsou totiž jiný způsob komunikace než komunikace přes telefon.

Stejně, nebo ještě více je nepravděpodobné, že by videokonference nahradily osobní setkání. Vždy budou existovat situace, které budou vyžadovat osobní jednání. Například návštěva důležitého zákazníka, podání ruky, řešení důležitých otázek při obědě nemůže nikdy videokonference nahradit. [4]

2 ROZBOR SÍŤOVÝCH PROTOKOLŮ A STANDARDŮ PRO PŘENOSY DAT VE SKUPINOVÉM REŽIMU A PŘENOSY DAT V REÁLNÉM ČASE

Tato část se zabývá způsoby realizace videokonferencí. Jsou zde uvedeny potřebné síťové protokoly a standardy, které byly pro videokonference vyvinuty nebo které jim slouží. Nejprve se podíváme na možnosti způsobu realizace videokonferencí podle přenosových technologií. Poté se budeme zabývat tím, co je nutné pro provoz videokonferencí v rámci LAN a WAN. V poslední části probereme funkci jednotlivých protokolů používaných při přenosu multimediálních dat.

2.1 Nejčastější způsoby realizace videokonferencí

Způsobů realizace může být více než je zde uvedeno, jsou vybrány ty nejrozšířenější. Jedná se o realizace videokonferencí pomocí technologie IP, MBone, ISDN a nakonec také ATM.

IP videokonference používají jako přenosové médium síť Internet, přesněji řečeno její protokol IP. Jsou jednoduché a snadno implementovatelné a díky široce rozšířené podpoře IP mají zajištěn i značný okruh potenciálních uživatelů. Jejich největším problémem však je, že protokol IP nebyl koncipován pro zajišťování služeb tohoto charakteru. Neručí za to, že dopraví všechna data ve správném pořadí a s jistým maximálním zpožděním. Navíc současný Internet není dimenzován na podobné pokusy, jejichž spotřeba přenosové kapacity je značná. Z toho vyplývá, že čím větší je vzdálenost komunikujících partnerů, tím se zvyšuje riziko zhoršení kvality přenosu.

MBone videokonference jsou speciálním případem předchozí skupiny. Také zde se používají služby založené na IP, ovšem pro adresování se používají skupinové adresy a přenášená data jsou v rámci Internetu šířena virtuální sítí MBone. V rámci MBone je vyvíjeno potřebné programové vybavení, které je k dispozici pro řadu platforem. Díky tomu si v IP světě mohou tyto nástroje činit nárok na pozici jistého de facto standardu.

ISDN videokonference používají jako přenosové médium síť ISDN. Pro přenos signálu bývá vyhrazeno několik ISDN kanálů (nejčastěji dva), každý s kapacitou 64 kb/s. Na rozdíl od předchozích je zde přenosová trasa vyhrazena a tudíž nabízí zajištěné parametry spojení. Díky tomu může být výsledná kvalita o poznání vyšší. Koncovými body ISDN videokonferencí bývají poměrně často nepočítačová zařízení – speciální „krabičky“ s připojeným tele-

vizorem a videokamerou. V takovém případě pochopitelně odpadají veškeré doprovodné služby, jako je sdílená tabule či výměna souborů. Jednoduše je není jak realizovat.

ATM videokonference představují špičkovou technologii jak z hlediska kvality přenášeného signálu, tak z hlediska pořizovacích nákladů a nároků na přenosové kapacity. Svým charakterem se velmi podobají ISDN videokonferencím. Data se přenášejí rezervovaným ATM kanálem s definovanými parametry, takže kvalita přenosové infrastruktury je opět zaručena. Obraz a zvuk jsou zpracovávány způsobem podobným digitální televizi (používá se kódování MPEG) a také výsledná kvalita je s ní plně srovnatelná. I přenosové kapacity odpovídají digitální televizi a podle nastavení kvality se pohybují zpravidla v řádu megabitů za sekundu. Tato technologie bývá nasazena tam, kde rozhoduje především kvalita obrazu a zvuku. Jako jeden z příkladů nasazení lze jmenovat videokonferenční přenosy lékařských operací.

V krátkosti se dá říci, že IP videokonference jsou na tom nejhůře s kvalitou, ale nejlépe s cenou, což znamená, že jejich uplatnění spočívá především při prvních pokusech uživatele s videokonferencemi. ATM naproti tomu představuje vrchol současné technologie a také kvality. Tomu bohužel odpovídá vysoká cena. Ta je dána nutností připojení k ATM a je také nezbytné pořídit speciální kódovací zařízení, které nelze použít na jiné účely (na rozdíl od počítače v případě IP a Mbone). ISDN by se dala nazvat jako levnější a méně kvalitní obdoba ATM. Mbone představuje rozumné řešení svou dostupností, cenou a mnohdy dostačující kvalitou. Srovnání jednotlivých způsobů realizace videokonferencí je uvedeno v následující tabulce (Tabulka 2).

Tabulka 2. Srovnání vlastností různých druhů videokonferencí

	IP	MBone	ISDN	ATM
Počet účastníků	2 a více	2 a více	2, zřídka více	Zpravidla 2
Kvalita	Nižší *	Nižší *	Střední	Vysoká
Audio	Ano	Ano	Ano	Ano
Video	Ano	Ano	Ano	Ano
Sdílená tabule	Ano	Ano	Ne	Ne
Sdílený text	Ne	Ano	Ne	Ne
Šířka pásma **	0,5-4 Mb/s	0,2-4 Mb/s	128 Kb/s	10-20 Mb/s
Charakter kanálu	Sdílený	Sdílený	Vyhrazený	Vyhrazený
Pořizovací náklady	Nízké	Nízké	Střední	Vysoké

* vzhledem k tomu, že charakteru kanálu u IP a MBone je sdílený, nelze zaručit stálost přenosové rychlosti a proto také kvalita přenosu je kolísavá

** potřeba pro 2 účastníky

Výše uvedený přehled může budít dojem, že videokonference založené na technologii MBone nejsou mezi ostatními zrovna nejlepší. Tento pohled je v jistém smyslu oprávněný, ale pro běžné konference je výkon dostačující a má velmi výhodný poměr cena/výkon. Základní nevýhodou videokonferencí postavených na protokolu IP (MBone nevyjímaje) je nezaručená kvalita přenosových služeb. To může způsobovat nejrůznější výpadky, zpoždění či chyby. Tento problém však odpadne, pokud je přenosová síť dostatečně dimenzována. Mezi její největší výhody patří snadnost jejího nasazení. Postačí k tomu počítač s výkonností a cenou dnes běžně dostupný. Jedinou nadstandardní komponentou je karta pro spolupráci s videem a kamera. Není potřeba žádné speciální zařízení v ceně stovek tisíc Kč.

Druhou důležitou výhodou je kompatibilita softwaru pro provoz videokonferencí. Jelikož nástroje pro MBone videokonference jsou dostupné pro nejširší sortiment operačních systémů, představuje jejich nasazení cestu nejmenšího odporu.

Protože se tato práce zabývá i videokonferencemi realizovanými pomocí MBone, je potřeba objasnit jeho asi největší problém, kterým je neschopnost Internetu realizovat přenos pomocí multicast adres. Nyní uvedu, jak lze toto omezení vyřešit.

2.2 Srovnání možností LAN a WAN

Při videokonferencích zdroj vysílá data, která jsou určena neznámému, potenciálně velmi velkému počtu příjemců (skupině), pouze jednou a veškerá režie spojená s distribucí spočívá plně na přenosové soustavě. Ta je tvořena soustavou směrovačů, jejichž starostí je zajištění efektivního přenosu dat od zdroje k příjemcům. Efektivita spočívá v tom, že data jsou po každém spoji vysílána nejvýše jedenkrát a to pouze v případě, že v daném směru je nějaký příjemce. Na rozdíl od unicastu, kde je přenos iniciován zdrojem, je v multicastu tok paketů určován příjemci. K adresování příjemců se používá speciální typ IP adresy (třída D), která má rozsah 224.0.0.0 až 239.255.255.255. Vysílací uzel posílá data s cílovou adresou skupiny a se zdrojovou adresou vlastní. Další postup přes směrovače probíhá stejně jako v případě unicastu, ovšem směrovač může provést duplikaci paketu a jeho vyslání do více směrů.

Způsoby realizace videokonference v **prostředí LAN** jsou celkem jednoduché. Protokoly na 2. vrstvě síťové hierarchie totiž obsahují ve svých specifikacích podporu skupinového vysílání v podobě speciálních MAC adres. Běžné síťové karty pak mají schopnost podle svého nastavení (na základě požadavků programu) filtrovat pakety skupinového vysílání a vyšším vrstvám předávat již jen odpovídající část paketů, které se v lokální síti pohybují, tedy pouze skupiny, jež jsou předmětem zájmu dané stanice. Nedochozí tedy k zatěžování stanic lokální sítě, jichž se skupinové vysílání netýká. Z toho vyplývá, že k vysílání v rámci lokální sítě může postačit běžné technické vybavení a příslušný aplikační program (případně prostředky, které program vyžaduje, např. zvuková karta, mikrofon apod.).

Snadnost implementace multicastu v rámci LAN se vytrácí, pokud je potřeba přenášet data **mezi sítěmi**. Přicházejí na řadu směrovače, které mají za úkol zjistit, které skupiny mají být vysílány do sítí, jež jsou ke směrovači připojeny. K tomuto účelu byl vyvinut speciální protokol IGMP (Internet Group Management Protocol). Jeho pomocí směrovač zjišťuje zájem stanic připojených sítích o jednotlivé proudy multimediálního vysílání. Směrovač vyšle do připojené sítě dotaz (paket se speciální adresou 224.0.0.1) a jednotlivé stanice odpovídají informací o adresách skupinového vysílání, o něž mají zájem. Aby nedocházelo k zahlcení sítě při současné odpovědi všech stanic, odpovídají jednotlivé stanice s náhodně zvoleným zpožděním. Odpovědi jsou rovněž vysílány na adresu 224.0.0.1 a odposlouchávány ostatními stanicemi. Tím se zamezí duplicitnímu vysílání požadavků na stejnou skupinu. Pro-

gramové vybavení koncové stanice tedy musí podporovat protokol IGMP. Směrovače tak pomocí protokolu IGMP sledují zájem o příjem konkrétních skupin ve svém bezprostředním okolí.

Směrovače musejí, kromě trvalého mapování svého bezprostředního okolí, zajistit tok paketů skupinového vysílání i do vzdálených oblastí sítě, a to pokud možno optimálním způsobem. K tomu slouží tzv. směrovací protokoly. Jejich pomocí směrovače hledají minimální strom spojů, pokrývající cestu od zdroje skupinového vysílání k momentálním zájemcům o příjem (tzv. distribuční strom). Je zřejmé, že na rozdíl od běžného směrování půjde o proces velmi dynamický. Cesta od zdroje k cíli je totiž stálá, pokud nedojde k nějaké vnější události, měnící topologii sítě (např. poruše linky). Naproti tomu zájemci o příjem daného multimediálního vysílání mohou vznikat a zanikat neustále a toto musejí směrovací protokoly vhodně reflektovat. Směrovací protokoly skupinového vysílání jsou dosud předmětem intenzivního výzkumu a vývoje. V současné době se nejvíce používají protokoly DVMRP (Distance Vector Multicast Routing Protocol) a dvě varianty protokolu PIM (Protocol Independent Multicast).

Nyní se podíváme na funkci jednotlivých protokolů, které se využívají při přenosu multimediálních dat.

2.3 Protokoly pro zajištění multimediálních přenosů

Mezi tyto protokoly patří RSVP (Resource ReSerVation Protocol - umožňující přijímači požadovat určitou kvalitu služeb pro své datové toky), RTP (Realtime Transport Protocol - zajišťuje přenosy dat v reálném čase), RTCP (Realtime Control Protocol - řídicí protokol určený pro spolupráci s protokolem RTP), RTSP (Realtime Streaming Protocol.- navazuje a řídí audio a video stream mezi klientem a serverem) a také IGMP (Internet Group Management Protocol). Dále sem patří routovací protokoly v „dense mode“ a „sparse-mode“. Do první skupiny patří DVMRP (Distance Vector Multicast Routing Protocol), MOSPF (Multicast Open Shortest Path First) a PIM-DM (Protocol-Independent Multicast - Dense Mode). Do druhé potom CBT (Core Based Trees) a PIM-SM (Protocol-Independent Multicast - Sparse Mode).

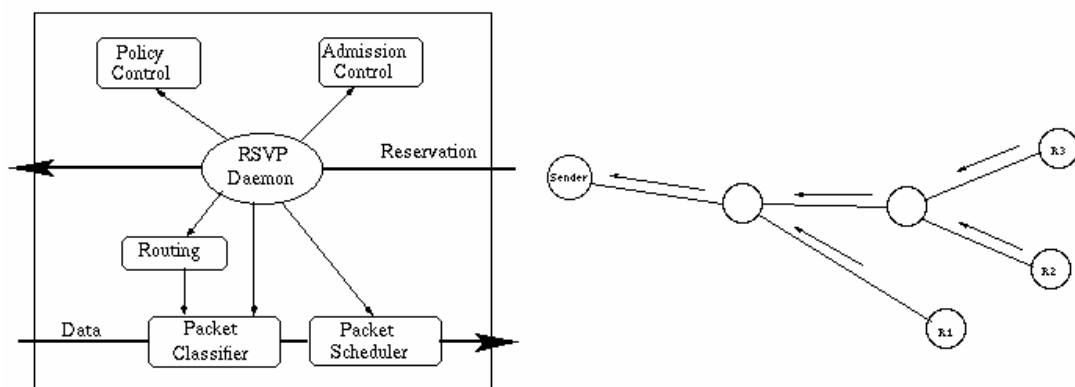
2.3.1 RSVP (Resource ReSerVation Protocol)

Je to síťový protokol umožňující příjemci požadovat určitou kvalitu služeb pro své datové toky po celé datové cestě. Realtime aplikace potom mohou rezervovat potřebné zdroje na všech routerech po celé přenosové cestě tak, aby požadované pásmo bylo k dispozici ve chvíli, kdy začne vlastní přenos.

Jak RSVP pracuje?

Když aplikace v počítači, který je příjemcem, požaduje specifickou kvalitu služeb (QoS) pro její datové toky, použije RSVP pro doručení požadavku všem routerům po datové cestě. RSVP je odpovědné za sjednání požadovaných parametrů s routery, a pokud dojde k nastavení rezervace, také za správu vnitřních nastavení nutných k poskytnutí požadovaných parametrů.

V každém routeru po cestě běží několik procesů starajících se o jednotlivé procedury nastavení a správy rezervace (viz Obrázek 2.1a). Nutný je *policy control*, který zjišťuje uživatelská a administrativní práva k vytvoření rezervace. *Admission control* hlídá množství a rezervace systémových prostředků a kontroluje, jestli je jich ještě dostatek pro přijetí požadavku. Požadavek musí samozřejmě vyhovět oběma kontrolám, jinak je navržena informace o chybě. Pokud je požadavek přijat, RSVP daemon nastaví příslušné parametry do packet classifieru a scheduleru. *Packet classifier* zajišťuje klasifikaci - rozdělení paketů do jednotlivých tříd QoS podle rezervací a *packet scheduler* připravuje vysílání paketů k zajištění příslušných parametrů. Tato procedura se opakuje postupně ve všech routerech po cestě v opačném směru než putují data, dokud se rezervace nemůže spojit s jinou rezervací pro stejný zdroj dat (viz Obrázek 2b).



Obrázek 2. a) Rezervační mechanismy routeru

b) Postup rezervace

Nastavení je implementováno takto, protože velká část multimediálních dat má charakter multicastu, tedy jednoho zdroje a více příjemců. Rezervace tedy putuje po distribučním stromě dokud nenarazí na místo, kde již takovýto datový tok - rezervace - již existuje a je tedy možné připojit množství posluchačů bez zvýšení celkového toku dat.

Rezervace vytváří v routerech *soft states* a RSVP démon musí vysílat periodicky zprávy k udržení rezervace. Pokud nepřijde v určitém čase žádná zpráva, je rezervace automaticky zrušena, což je nutné z hlediska Internetu jako datagramové sítě, kde pakety mohou kdykoliv změnit přenosovou cestu. Udržování rezervace se děje pomocí dvou druhů zpráv PATH a RESV. Zprávy PATH jsou periodicky posílány z vysílače po distribučním stromě, ke kterému se příjemce musí připojit, a obsahují *flow spec* - informace o charakteru dat a popis zdroje. Tyto informace slouží v příjemci k nalezení datové cesty a k zjištění, jaké zdroje mají být rezervovány, aby nedocházelo např. ke zbytečnému přerezervování. Zprávy RESV jsou generovány příjemci k udržení rezervací, obsahují *filter spec*, který slouží k nastavení filtrů v packet classifieru, a *flow spec* s informacemi pro řízení packet scheduleru. Zprávy RESV putují v přesně obráceném směru jako zprávy PATH. V případě změny přenosové cesty pak tyto zprávy zajistí vytvoření nové rezervace v routerech na změněné cestě, samozřejmě v případě že je tato rezervace možná.

RSVP není routovacím protokolem, je spíše řídicím protokolem. RSVP pouze využívá routovací protokoly na nižších vrstvách, aby správně doručilo požadavky na rezervaci a je informováno routovacím procesem o případných změnách v cestách. Pracuje jak s unicastovými protokoly tak i s multicastovými protokoly. RSVP je také zodpovědné pouze za doručení požadovaných parametrů spojení do jednotlivých uzlů, ne však za to, jak budou tyto parametry zpracovány. Jelikož různá zařízení mohou mít různé způsoby implementace QoS, záleží na řídicích procesech těchto zařízení, jak zajistí splnění požadavků. Toto zjednodušuje specifikaci RSVP a umožňuje jej jednoduše aplikovat i na nové síťové technologie.

Vlastnosti RSVP

- Podporuje unicast i multicast.
- Negarantuje žádné parametry spojení, zaručuje jen to, že pro spojení budou dostupné prostředky nutné k zajištění přenosu.

- Je orientováno na přijímače a dokáže řídit síť s heterogenními přijímači, které mohou mít rozdílné nároky na jeden datový zdroj.
- Má dobrou kompatibilitu.

2.3.2 RTP (Realtime Transport Protocol)

Realtime transport protokol je IP protokol poskytující podporu pro přenos dat v reálném čase jako jsou video a audio streamy. Služby poskytované RTP zahrnují rekonstrukci času, detekci ztrát, identifikaci obsahu a bezpečnosti a je primárně navržen pro multicast, avšak je vhodný i pro unicast. Je vhodný jak pro jednosměrný přenos jako např. video-on-demand, tak pro interaktivní služby, jako např. internetovou telefonii. RTP spolupracuje s RTCP řídicím protokolem pro získání informací zpět o kvalitě přenosu a o účastnících přenosu.

Jak RTP pracuje?

Jak již bylo řečeno, Internet je sdílená síť, kde se pakety přenáší s nepředvídatelným zpožděním a jitter (nerovnoměrnosti toku dat). RTP proto poskytuje timestamping (časové značky), sequence numbering (číslování sekvencí) a další mechanismy k tomu aby bylo možné znovu sestavit přenášený signál.

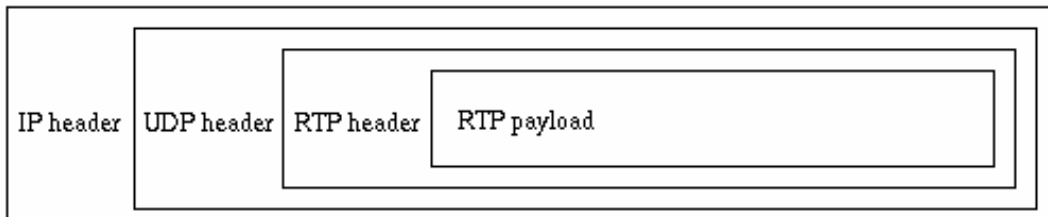
Timestamping je velice důležitý a slouží k znovusestavení časové posloupnosti na straně přijímače, případně k synchronizaci několika datových toků jako např. audio a video streamu. Vysílač začne číslovaní v prvním zaslaném paketu a pak číslo sekvenčně zvyšuje např. každý video snímek.

Sequence numbering slouží k opětovnému seřazení paketů, protože UDP nezaručuje jejich doručení v pořadí jak byly vyslány. Samotný timestamping k tomu nestačí, protože jedno okénko videa může být odvysíláno v několika rámcích se stejnou časovou značkou.

Payload type identifier určuje formát přenášených dat např. PCM, MPEG1/MPEG2 audio a video, H.261 a slouží pro přijímač k identifikaci typu přenášených dat. Tato informace je přenášena v každém paketu, protože druh kódování se v průběhu přenosu může měnit v závislosti na požadavku přijímačů nebo možností sítě.

Source identification slouží k identifikaci odkud pocházejí data a může např. v audio konferencích určovat kdo právě mluví.

Tyto informace jsou součástí RTP hlavičky. Způsob jejího umístění je zobrazen na následujícím obrázku (Obrázek 3).



Obrázek 3. Umístění RTP hlavičky

RTP se přenáší pomocí UDP a využívá jeho vlastnosti jako např. kontrolní součty. UDP sice nabízí nespojovanou datagramovou službu bez záruky doručení paketu na rozdíl od spojovaného TCP, který zaručuje doručení paketů. Byl ale vybrán UDP, protože jednak RTP je primárně navrženo pro multicast a dále přenos v reálném čase nepotřebuje spolehlivost spojení tak nutně jako včasné doručení dat. Data, pokud nedojdou včas, jsou již nepotřebná a aplikace s mírnou ztrátovostí může běžet v rozumné kvalitě. Opakované znovuvyslání ztracených paketů zatěžují zbytečně síť a mohou při překročení vyhrazené šířky pásma vyvolat další ztráty paketů, postupné zahlcení sítě a příp. přerušování spojení.

V praxi je RTP obvykle implementováno v aplikaci, protože většinu problémů jako zotavení ze ztráty paketu, řízení zatížení musí být implementovány až na aplikační úrovni. K sestavení RTP spojení definuje aplikace jednotlivě pár cílových adres (jedna adresa síťová a pár portů, jeden pro RTP a jeden pro RTCP). V multimediálních spojeních je obvykle přenášeno každé medium v separátním RTP spojení se svým vlastním RTCP kanálem. Takto je např. možné vysílat zvlášť audio kanál a dva video kanály v různé kvalitě a příjemce se pak rozhodne, ke kterému spojení se přihlásí.

Vlastnosti RTP

- Zajišťuje spojení mezi koncovými body pro realtime data.
- Neposkytuje žádný mechanismus, který zaručí doručení dat a jejich doručení včas - pro toto potřebuje podporu nižších vrstev.
- Neví o síti pod sebou víc, než že přenáší data v rámci - je tedy možné jej implementovat i na další protokoly jako ATM a IPv6.
- Poskytuje časová razítka a číslování, pro sestavení dat.

- RTP/RTCP poskytuje mechanismu zjišťování a řízení parametrů spojení na základě informací z vysílačů a přijímačů.
- Je pouze rámcem, který slouží pro implementace jednotlivých aplikací a je otevřený pro nové formáty dat.

2.3.3 RTCP - Real-Time Control Protocol

RTCP je řídicí protokol určený pro spolupráci s protokolem RTP, aby přenášel mezi účastníky spojení informace o jeho kvalitě. Je standardizován v RFC 1189 a RFC 1890. RFC 1889 definuje tyto **typy RTCP paketů**:

- **RR**: receiver report. Jsou generovány účastníky, kteří nevysílají a obsahují informace o doručovaných datech jako nejvyšší číslo doručeného paketu, počet ztracených paketů, jitter a časové známky k výpočtu round-trip time.
- **SR**: sender report. Jsou generovány aktivními vysílači a jejich součástí oproti RR je navíc ještě sekce informací o vysílači, která obsahuje informace o intermediální synchronizaci a celková počítadla paketů a zaslaných dat.
- **SDES**: source description items - obsahují informace popisující zdroje dat.
- **BYE**: odhlášení se účastníka.
- **APP**: specifická funkce aplikace. Je zabudována pro experimentální, příp. budoucí použití.

RTCP pak poskytuje tyto služby:

- Monitorování QoS a řízení zátěže - toto je základní funkce založená na výměně informací o kvalitě přenosu. Je možné monitorování provádět i pomocí nezávislých sond sítě pro potřeby administrace.
- Identifikace zdroje – v RTP je zdroj identifikován člověku nic neříkajícím 32bitovým číslem. RTCP SDES packet přenáší textovou informaci - unikátní globální identifikátor a může také přenášet informace sloužící k popisu zdroje dat.
- Intermediální synchronizaci.
- Šíření kontrolních informací - RTCP jsou zasílány periodicky všem účastníkům. Je-li počet účastníků přes multicastové skupiny může být velký, jsou RTCP data

limitována tak, aby jejich množství nepřesáhlo 5 % celkového množství RTP dat a nedocházelo tak k velké režii spojené s řídicími mechanismy.

- Zajišťuje minimální distribuci kontrolních informací. Jde o volitelnou funkci RTCP. Jde o zajištění přenosu nějakých minimálních informací ke všem účastníkům. Například může zajišťovat přenos jména účastníka kvůli identifikaci apod. [1]

2.3.4 RTSP - Real-Time Streaming Protocol

S postupným zvyšováním možností sítí se stále více uplatňuje místo stažení a přehrávání velkých multimediálních souborů lokálně, jejich přehrávání a přenos po síti v reálném čase jako streamy. RTSP je protokol pro klient-server multimediální prezentace, pro řízené doručení multimediálních dat přes IP síť. Nabízí funkce vzdáleného řízení podobné řízení videa - pause, fast forward, reverse, absolute position. RTSP je protokol pro aplikační vrstvu, který ve spolupráci s nižšími vrstvami jako RTP, RSVP nabízí kompletní přenosové služby, jako např. výběr přenosového kanálu (TCP, multicast/unicast UDP) a transport na bázi RTP.

RTSP služby a metody

RTSP navazuje a řídí audio a video stream mezi klientem a serverem a RTSP slouží jako dálkové síťové ovládání. Nabízí služby přehrání dat z media serveru, přizvání media serveru do konference k přehrávání či záznamu a přidání media pro prezentace.

RTSP nabízí podobné služby pro audio a video streamy jako HTTP pro text a grafiku. Je interně navrženo tak, aby mělo podobnou syntaxi a operace stejně tak mechanismu rozšiřitelnosti jako v HTTP. V RTSP je každé medium a prezentace identifikována RTSP URL. Celkové informace o prezentaci či mediu jsou uloženy v description file, který může obsahovat kódování, jazyk, RTSP URL, cílový port a adresu a další parametry, tento soubor může být získán klientem používajícím HTTP, email, nebo jiným způsobem.

RTSP se ale od HTTP liší v několika aspektech. HTTP je bezstavový protokol, kdežto RTSP server musí obsluhovat stavy spojení. HTTP je v zásadě asymetrický, protože klient zasílá požadavky a server odpovídi, kdežto v RTSP server i klient mohou zasílat požadavky, např. server může poslat požadavek na nastavení přehrávacích parametrů klientovi. [6]

Služby a operace jsou podporovány těmito metodami:

- **Option:** Klient nebo server předává informace druhé straně o tom jaké volby je schopen akceptovat.
- **Describe:** Klient získá popis prezentace nebo media identifikovaného požadovaným URL ze serveru.
- **Announce:** Při zaslání ze serveru klientovi obsahuje v reálném čase aktualizovaný popis, v opačném směru obsahuje popis prezentace identifikovaný URL.
- **Setup:** Klient požaduje po serveru alokaci příslušných zdrojů pro stream a započetí RTSP spojení.
- **Play:** Klient požaduje aby bylo započato vysílání streamu alokovaného pomocí SETUP.
- **Pause:** Klient požaduje dočasné přerušování přenosu.
- **Teardown:** Klient požaduje ukončení přenosu a uvolnění prostředků.
- **Get_parameter:** Získá hodnotu parametru prezentace specifikovaného URL.
- **Set_parameter:** Nastaví hodnotu parametru prezentace specifikovaného URL.
- **Redirect:** Server informuje klienta, že se musí připojit na jiný server. Povinná hlavička obsahuje URL, kam by se měl klient přepojit.
- **Record:** Klient inicializuje záznam odpovídající popisu přenosu.

Některé z těchto požadavků mohou být posílány buď v obou směrech (od klienta serveru i opačně), ale jiná jen v jednom směru. Všechny servery nemusí podporovat všechny funkce, např. server s živým vysíláním nebude podporovat funkci PAUSE. RTSP požadavky jsou obvykle posílány po odděleném kanále, který může být stále spojený, spojovaný pro každý požadavek nebo nespojovaný.

Vlastnosti RTSP

- Aplikační protokol s podobnou syntaxí jako HTTP, ale pro video a audio.
- RTSP server je stavový.
- RTSP zprávy jsou přenášeny mimo hlavní datový tok.
- Jak server tak i klient zpracovávají požadavky. [7]

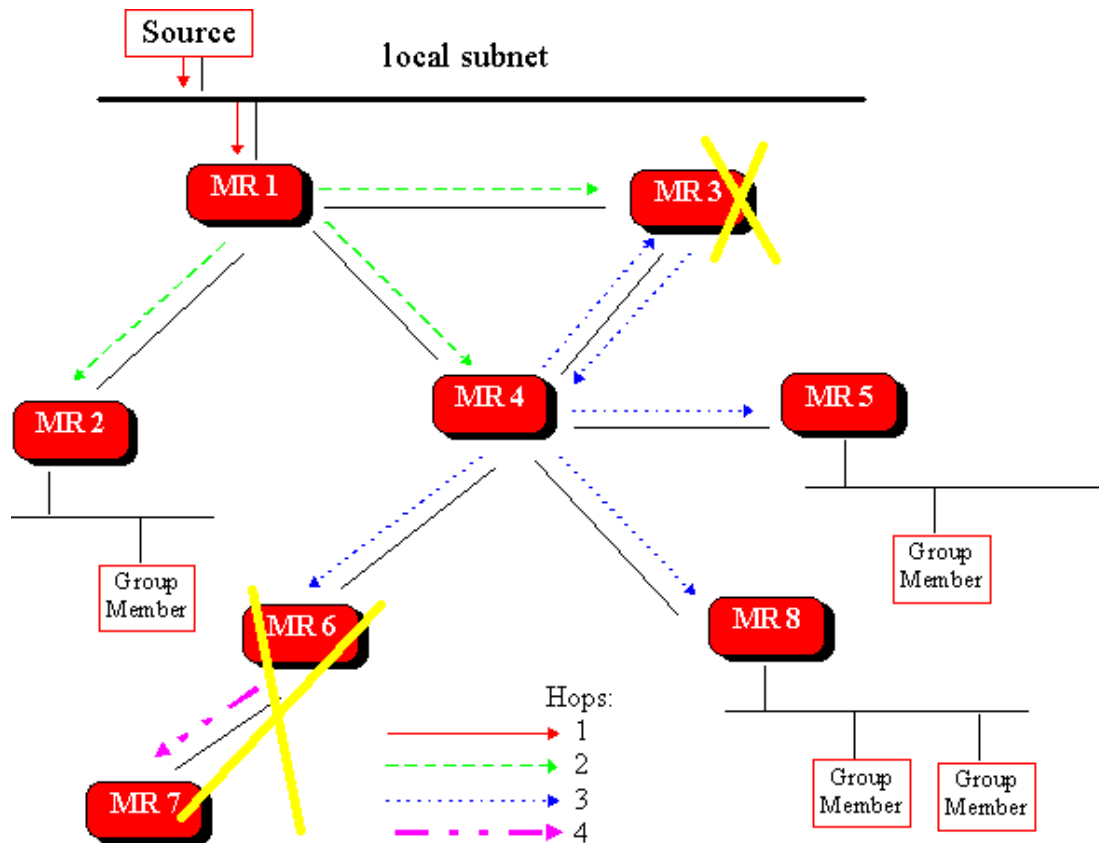
2.3.5 IGMP – Internet Group Management Protocol

Slouží ke stanovení a údržbě distribučních stromů. Jeho pomocí router zjišťuje zájem stanic o vysílání. Používá k tomu dva druhy zpráv: dotaz a hlášení. Dotaz je speciální multicast zpráva s adresou 224.0.0.1 zasláná routerem všem strojům, které se nacházejí v jeho síti. Pokud má stroj o multicast zájem, pak vyšle odpověď. Hlášení je poté složeno z odpovědí jednotlivých strojů. Aby nedocházelo k zahlcení sítě, odpovídají jednotlivé stanice s náhodným zpožděním (vstupní hodnotou generátoru náhodných čísel je IP adresa stroje). Pokud router od původního člena skupiny nedostane odpověď, tak jej vymaže ze skupiny. Tento proces router neustále opakuje a aktualizuje tak seznam jednotlivých členů skupin.

2.3.6 DVMRP - Distance Vector Multicast Routing Protocol

DVMRP je protokol, který vytváří distribuční strom pro každý zdroj a cílovou skupinu připojených počítačů. Každý z těchto vytvořených distribučních stromů je vytvořen tak, aby obsahoval minimální počet uzlů. V kořeni stromu je zdroj multicastového vysílání a příjemci tvoří jeho listy. Distribuční strom zajišťuje výběr nejkratších cest od vysílače k příjemcům v dané skupině. Vzdálenost je počítaná jako počet skoků (hops). Tyto vzdálenosti určují metriku DVMRP. Strom se vytváří pouze v případě potřeby a využívá k tomu broadcast. Zdroj začne vysílat zprávy směrem k multicastovým skupinám příjemců.

Pokud router přijme multicastovou zprávu, použije svoje unicastové tabulky ke zjištění, zda přes interface, kam zpráva přišla, vede nejkratší cesta ke zdroji. Pokud tomu tak je, zapíše si do tabulek tuto informaci a rozešle ji všem nejbližším routerům, kromě toho, odkud zpráva přišla. Pokud tomu tak není, zprávu ignoruje. Této technice se říká Reverse Path Forwarding.



Obrázek 4. Proces vytváření distribučního stromu – DVMRP

Postup ukázaný na výše uvedeném obrázku (Obrázek 4) zobrazuje vytváření distribučního stromu pomocí DVMRP. Jednotlivé kroky jsou následující:

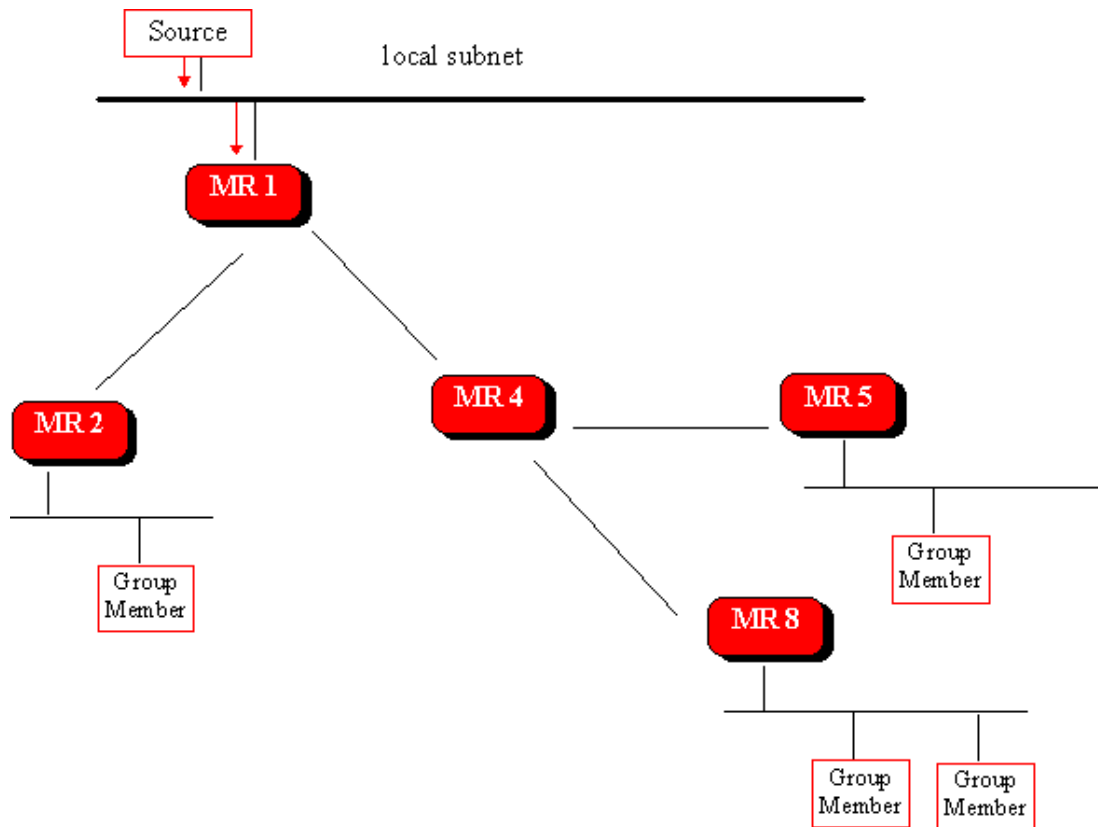
Prvním skokem dosáhne zpráva do routeru 1.

Druhým skokem dosáhne další routery – 2, 3 a 4.

Při **třetím** skoku si routery 3 a 4 vymění zprávy. Oba zprávu zahodí, protože tyto cesty nemohou být efektivní, neboť routery 3 a 4 leží na stejné úrovni.

Ve **čtvrtém** skoku zpráva dosáhne router 7. Router 7 představuje list stromu a neobsahuje ve své podsíti žádnou skupinu. Proto pošle předchozímu routeru 6 omezující zprávu („sem nic neposílat“). Následkem toho router 6 nemá žádného člena podsítě a pošle stejnou zprávu routeru 4. Takovou zprávu pošle i router 3 do routeru 1.

Výsledkem tohoto procesu je distribuční strom (viz Obrázek 5), který má kořen v routeru 1 a obsahuje routery 2, 4, 5, 8 (a jejich podsítě).

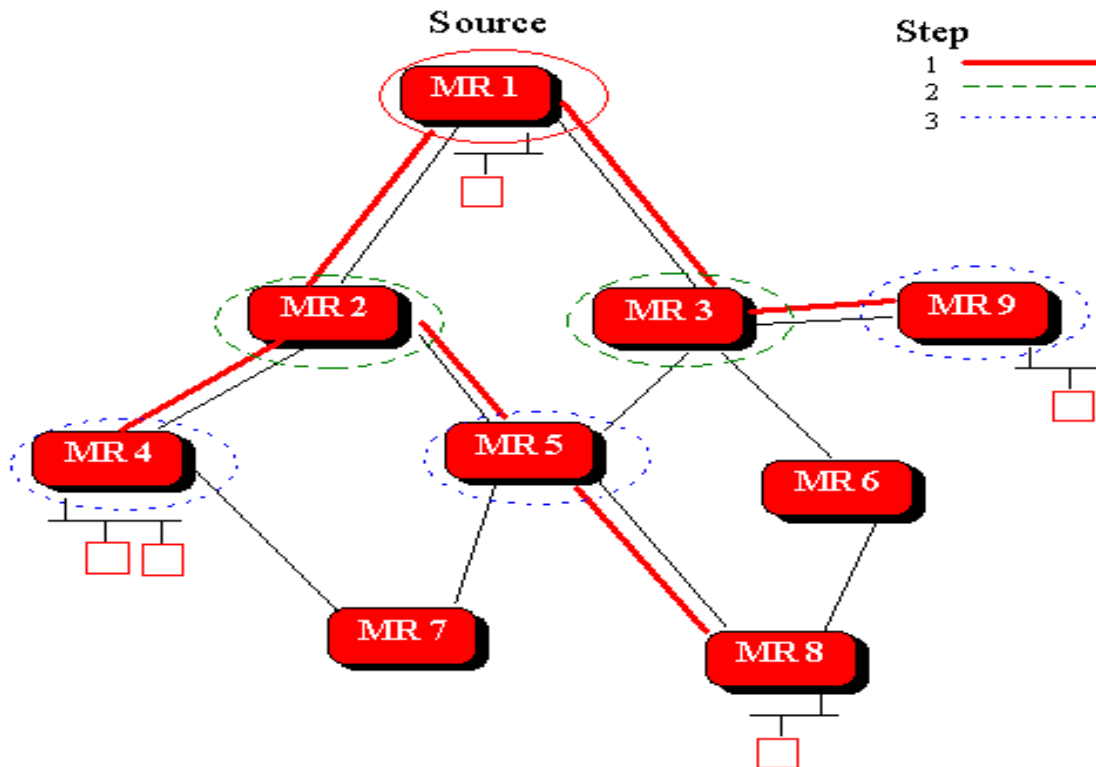


Obrázek 5. Výsledný distribuční strom

2.3.7 MOSPF - Multicast Open Shortest Path First

MOSPF pracuje obdobně jako OSPF algoritmus pro unicast. Dokonce jej potřebuje ke své funkci. Výměna informací probíhá obdobně jako u OSPF. Rozdíl je ten, že MOSPF si uchovává informace o skupinách příjemců. Změny jsou posílány na všechny sousední routery. MOSPF je určeno pro použití v jedné doméně. Každý z routerů využívajících MOSPF si ve své paměti uchovává celou topologii dané sítě.

Protokol pracuje tak, že hodnotí cestu k cíli podle určitých parametrů. Hodnocení spočívá v počtu skoků (hop) k cíli a připočítávají se k němu další parametry, například vyžadovaný objem přenosu, počet koncových stanic v dané větvi, vyžadování QoS (maximální přípustná prodleva, satelitní přenos apod.). Poté vybere cestu s nejvyšším ohodnocením. Grafické vyjádření tohoto procesu je na následujícím obrázku (Obrázek 6). Na obrázku je vidět, že cest k MR 8 vede několik. Proč tedy byla vybrána cesta MR 1- MR 2 – MR 5 – MR 8? Je tomu tak proto, že cesta k MR 2 byla ohodnocena lépe než cesta k MR 3. Důvodem pro lepší ohodnocení je větší počet koncových uzlů na cestě MR 1 – MR 2 – MR 4.



Obrázek 6. Vytváření distribučního stromu - MOSPF

Jednotlivé kroky vytváření distribučního stromu pomocí MOSPF jsou následující:

1. Výpočet stromu MR 1 - MR 1 zná členy skupin (zjištěno pomocí protokolu IGMP) a zná proto cestu k MR 4 přes MR 2, cestu k MR 8 přes MR 5 apod.
2. Výpočet stromu MR 2 – cesta k MR 4 je určena přímo, cesta k MR 8 vede přes MR 5.
Výpočet stromu MR 3 – cesta k MR 9 vede přímo.
3. Výpočet stromu MR 5 – cesta k MR 8 vede přímo.

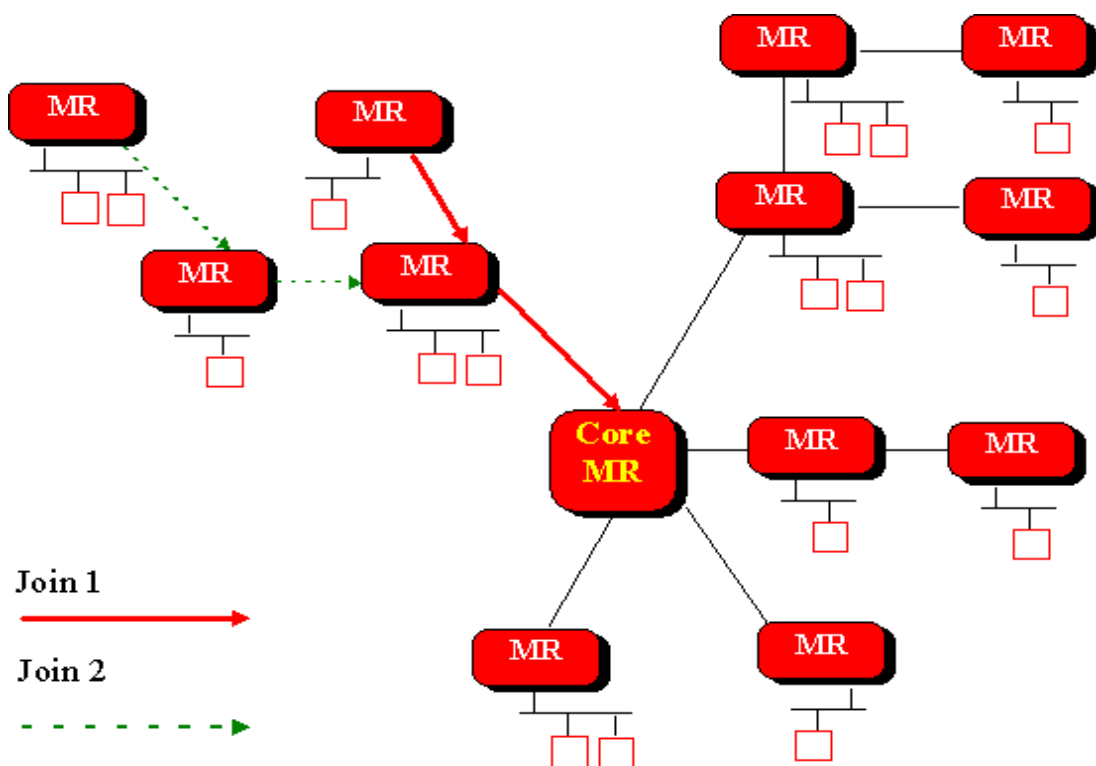
2.3.8 PIM-DM (Protocol-Independent Multicast - Dense Mode)

Tento protokol je podobný protokolu DVMRP, protože oba používají k vytvoření distribučního stromu Reverse Path Multicasting (RPM). Hlavní rozdíl spočívá v tom, že PIM je absolutně nezávislý na jakémkoli unicast protokolu a kromě toho není PIM tak komplexní a složitý. Hlavní myšlenkou vývojářů bylo vytvořit protokol nezávislý a jednoduchý, i kdyby to znamenalo možnou další režii způsobenou duplikací některých paketů.

2.3.9 CBT (Core Based Trees)

Některé multicastové aplikace, jako například distribuované interaktivní simulace, mají mnoho aktivních vysílacích uzlů v jednoduché multicast skupině. Na rozdíl od DVMRP nebo MOSPF, které vytvářejí distribuční strom pro každý pár (zdroj, skupina), CBT protokol vytváří jednoduchý strom. Ten je sdílen všemi členy skupiny. Tento systém redukuje množství informací o stavu stromu, které by musely být uchovány na routerech. Multicast pakety pro celou skupinu jsou přijímány i vysílány stejným stromem a to bez ohledu na původ.

Sdílený strom obsahuje centrální router (core router), který má na starosti tvorbu stromu. Tento proces je vidět na následujícím obrázku (Obrázek 7). Ostatní routery se k centrálnímu připojují posíláním připojovací zprávy. Když core router obdrží požadavek na připojení, odešle potvrzení zpět stejnou cestou a tím vznikne nová větev stromu. Požadavek na připojení nemusí jít vždy až do core routeru, než dostane odpověď. Pokud totiž požadavek dorazí do routeru, který je již připojen, je zpráva zrušena a potvrzení vydá už tento router. Tak opět vznikne nová větev.



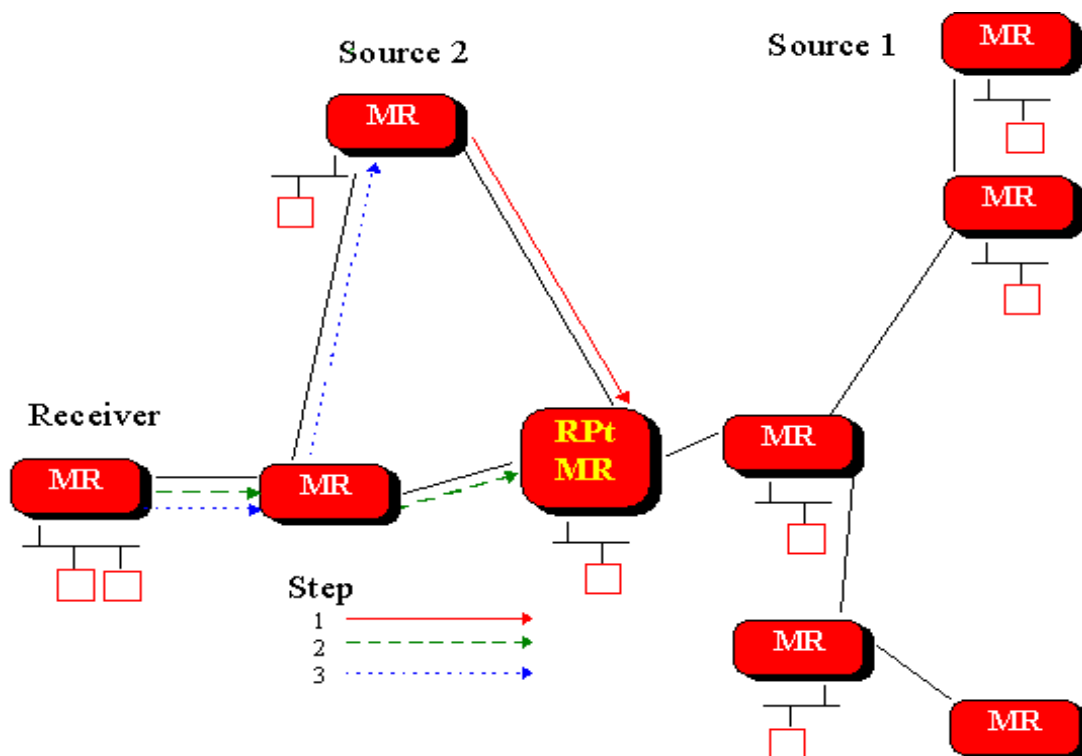
Obrázek 7. Vytváření distribučního stromu – CBT

2.3.10 PIM-SM (Protocol-Independent Multicast - Sparse Mode)

Stejně jako protokol CBT, je i PIM-SM navržen tak, aby omezoval provoz jen na routery, které se zajímají o příjem multicastu. Je zde opět jeden centrální router (rendezvous point – RP), který kolem sebe vytvoří distribuční strom. Funkce RP je podobná jako funkce core routeru. PIM-SM je flexibilnější než CBT, neboť zatímco u CBT je cesta vedoucí vždy ke core routeru, u PIM-SM je možné vytvořit přímé cesty navzájem mezi routery, aniž by v cestě byl centrální router (viz Obrázek 8).

Každý typ distribučního stromu má své výhody. Sdílený je relativně jednoduché vytvořit a také redukuje množství informací o stavu stromu, které by musely být uchovány na route-rech. Na druhou stranu ale nenabízí vždycky nejkratší cestu.

PIM-SM architektura umožňuje oba tyto distribučních stromů. Protokol nejprve vytvoří skupinový sdílený strom kvůli podpoře multicastových skupin. Strom je formován vysílači a příjemci, které se připojují k rendezvous point. Až je strom sestaven, příjemce (router nejbližší příjemci) může změnit původní cestu na jinou, kratší, která centrálním routerem neprochází. Realizuje se to tak, že router u příjemce pošle PIM požadavek na připojení ke zdroji. Jakmile je cesta navázána, stará zbytečná cesta k rendezvous point je zrušena.



Obrázek 8. Vytváření a provoz distribučního stromu – PIM-SM

Kroky z Obrázku 2.6 jsou následující:

1. Vysílač ze zdroje 2 (source 2) se zaregistruje u RTP (Rendezvous Point).
2. Přijímač se připojí na RTP a vytvoří tak sdílený strom.
3. Přijímač přijímá spoustu dat ze zdroje 2. Přijímač pošle připojovací zprávu na zdroj 2 a vytvoří nejkratší cestu ke zdroji 2. [5]

II. PRAKTICKÁ ČÁST

3 TECHNICKÉ PROSTŘEDKY REALIZACE

3.1 Řešení pomocí videokonferenčního zařízení („hardwarové“)

Jednou z možností je použití videokonferenčního zařízení, určeného přímo pro zaznamenávání a přenos videa. Výhody i nevýhody jsou obdobné jako u většiny jednoúčelových zařízení: není potřeba nic instalovat, vše je připraveno k danému účelu; jednoduché bývá i samotné ovládání. Nevýhodou je podstatně vyšší cena - řádově statisíce až miliony Kč. Typickým příkladem je videokonferenční zařízení Tandberg Portable 6000 MXP, které vlastní rektorát UTB. Toto zařízení má být využíváno Fakultou humanitních studií UTB, proto pravděpodobně nebude možné jej využít i pro potřeby FAI a bylo by potřeba zakoupit nové.

Tandberg Portable 6000 MXP je určen pro střední až velké zasedací místnosti a konferenční sály. V této přenosné verzi je ideální pro časté přesuny kvůli použití v různých učebnách. Vynikající zvuk vytváří přirozené prostředí vzájemné spolupráce.



Obrázek 9. Videokonferenční zařízení Tandberg Portable 6000 MXP

Vzhled

- kompaktní přenosné pouzdro
- jednoduchý přesun a sestavení

- širokouhlá kamera s velkým zoomem, horizontálním a vertikálním pohybem
- digitální stereo zvuk (Digital Natural Audio Module, DNAM), volitelně vylepšený satelitními reproduktory

Funkce

- spojení až 6 video a 5 audio účastníků v rámci vestavěné funkce MultiSite
- individuální rychlosti spojení a kódování obrazu a zvuku
- prezentační možnosti a snadné připojení PC přes VGA kabel či LAN síť
- současné sledování živé PC prezentace a prezentujícího s použitím funkce DuoVideo nebo standardu H.239

Výkon

- typy sítí: IP, ISDN nebo další externí síť
- šířka pásma: 768 kbps v ISDN / 3 Mbps v IP sítích
- vynikající kvalita obrazu díky nejnovějšímu standardu H.264
- skutečná stereo CD kvalita zvuku
- nejvyšší úroveň vestavěného šifrování (AES)
- ochrana před komunikačními výpadky při spojení bod-bod a vícebodových spojeních zajištěna funkcemi Downspeeding a IPLR [9], [10]

Natural Presenter Package (NPP) – rozšíření o funkce

- DuoVideo – možnost přenášet současně 2 obrazové kanály, typicky záběry z kamery a výstup z PC. Uživatelé, aniž by ztratili oční kontakt, mohou diskutovat nad podklady jako je např. PC prezentace, excelovské tabulky, výkresy, apod., dále, pokud jsou připojeny, záběry z dalších kamer, dokumentové kamery, DVD, videorekordéru atd.
- PC Presenter – možnost propojení videokonference a PC prostřednictvím přímého VGA kabelu
- PC SoftPresenter – možnost propojení videokonference a PC prostřednictvím sítě LAN a VNC klienta

Aktuální orientační cena uvedeného videokonferenčního systému včetně souvisejícího příslušenství a služeb je 1 mil. Kč bez DPH. Bližší informace podá na vyžádání firma Gity, a.s. (www.gity.cz)

3.2 Řešení pomocí PC („softwarové“)

3.2.1 Potřebný hardware

Pro záznam a vysílání přednášek můžeme použít běžnou kameru připojenou k PC (příp. doplněním vhodnou kartou) s vhodným software. Je možné použít i webovou kameru, zde ale bývá problém s kvalitou záznamu. Při použití běžné kamery je samozřejmě vhodnější vybrat digitální kameru, nejčastěji se používá rozhraní IEEE 1394 známé jako FireWire. Analogovou kameru připojujeme přes grabovací kartu. [14] Pro kvalitnější zvuk je často potřeba dokoupit samostatný mikrofon. Skutečnost, že kvalitní mikrofon je někdy dražší než celá kamera, mluví za vše. Nabídka hardware tohoto typu se rychle mění, proto nemá smysl rozebírat zde konkrétní typy zařízení. Je pravděpodobné, že během několika měsíců budou k dispozici lepší výrobky než dnes, a proto by uvedení konkrétních modelů mohlo být zavádějící. Obecně řečeno, dnes by neměl být problém pořídit všechny potřebné komponenty do 40 tisíc Kč. Výrazně můžeme ušetřit, pokud k přenosu použijeme počítač, který není během přednášek využíván a může tak poskytnout svůj výkon a kapacitu k přenosu.

3.2.2 Potřebný software

Zpočátku se jako nejvhodnější možnost on-line přenosu zdálo skupinové vysílání (multicast), založené na technologii Mbone. Při instalaci pomůže příručka *Videokonference po síti Mbone*, vydaná sdružením CESNET. Tuto příručku i potřebné programy lze zdarma stáhnout ze stránek www.cesnet.cz. [8]

Tento způsob přenosu jsem zkusil doma mezi dvěma počítači připojenými přes Ethernet. Jednalo se tedy vlastně o unicastové vysílání a v tomto případě bylo vše bez problémů. Později jsem ale zjistil, že multicast není podporován zřejmě žádným operátorem veřejně poskytujícím připojení k internetu. Je podporován prakticky jen v síti Cesnet2, navíc ne ve všech jejích částech. Proto by přenosy mimo tuto síť musely být realizovány klasicky pomocí unicastu. Jedinou výhodou multicastu by tak zůstalo menší zatížení sítě Cesnet2. Jaký má tato výhoda význam? UTB je připojena dvěma 1Gb linkami (jedna do Brna, druhá do

Olomouce), které jsou dále připojeny na vysokorychlostní okruh realizovaný technologií DWDM s několika 10 Gb kanály. V této síti tedy není problém přenášet data unicastem, proto by v našem případě použití skupinového vysílání představovalo zbytečnou komplikaci.

Zvolena proto byla další možnost, která v poslední době nabývá na významu zejména díky rychlejšími linkám. Je to streamování, někdy označované jako proudování. Základním a nejdostupnějším způsobem sdílení přednášek je použití klasických streamingových platforem, jak jsou např. Windows Media, Real Media, QuickTime nebo nově vznikající Ogg Theora. Ty jsou určeny převážně k přenosu co nejkvalitnějšího obrazu a zvuku po IP sítích s omezenou šířkou pásma (desítky až stovky kbit/s). Tyto technologie mají své výhody, ale i několik podstatných nevýhod. Jejich nejpozitivnější vlastností je bezesporu zachování velmi dobré kvality i při vysokých kompresních poměrech. Dále jistě každý ocení, že většina z těchto softwarových prostředků je k dispozici zdarma (s výjimkou vyššího stupně Real Produceru). Ovšem to, co znemožňuje jejich nasazení v obousměrné videokonferenci, je relativně velké zpoždění v řádu jednotek až desítek sekund (většinou něco kolem 10 – 20 s). To je způsobeno mnohem vyšší složitostí kódovacích algoritmů, než v případě starších standardů jako jsou MPEG-1, MPEG-2 či H.261 nebo H.263. Z tohoto důvodu je u tohoto způsobu sdílení přednášky jakákoliv audiovizuální komunikace ve zpětném směru nerealizovatelná. V úvahu přichází pouze možnost zasílání ryze textových dotazů od posluchače směrem k přednášejícímu. Ty se mohou řadit do určité fronty a v příslušném čase (např. po ukončení dané problematiky či kapitoly) se k nim může přednášející vrátit a dotazy zodpovědět. K tomuto účelu je použitelná celá řada v rámci Internetu běžně dostupných prostředků, od e-mailu, přes různé „instant messengery“ (ICQ, MSN, Jabber, ap.) až po komunikaci na bázi „chatu“ (např. IRC). Tento způsob ovšem neřeší otázku plné interaktivity.[12]

Zajímavá je i možnost použít jednoduchý webový formulář, v případě nutnosti zabezpečení proti neautorizovaným příspěvkům je možné použít tzv. redakční systém.

Kamera a mikrofon, snímající přednášejícího, jsou přes digitalizační grabovací kartu (nebo FireWire) připojeny k PC. Zde je tento signál komprimován a odeslán na streaming server, který jej dále distribuuje všem klientům, kteří si o něj zažádají. K tomuto účelu se dá použít celá řada softwarových produktů (záleží na požadovaném formátu výstupního toku), z nich nejznámější jsou zejména:

- Windows Media Encoder
- Real Producer (resp. Helix Producer)
- Quick Time Broadcaster
- VideoLAN Client [11]

4 PŘENOS PŘEDNÁŠEK

Studenti by měli mít možnost sledovat přednášku on-line, aby mohli přímo pokládat dotazy. Zároveň by ale měli mít možnost sledování přednášek v režimu off-line, protože doba konání přednášek nikdy nevyhovuje všem a mnoho z nich přivítá, když si budou moci sami vybrat, kdy přednášku zhlédnou a lépe si tak zorganizovat čas. Záznam přednášky je možné použít i pro následující ročníky, které budou mít stejný předmět. Přijdou ale o možnost pokládání dotazů.

4.1 Technické řešení na straně školy

Pro přenos přednášek stačí i levnější „softwarové“ řešení, popsané v kapitole 3.2. Okamžitá zpětná vazba od studentů není nutná, zpoždění kolem 10s nebude činit problémy.

Pro dotazy apod. je možné použít běžných komunikačních prostředků, většinou textových - např. ICQ nebo e-mail. Zajímavá je i možnost použít jednoduchý webový formulář (např. *Návštěvní knihu* z www.blueboard.cz), v případě nutnosti zabezpečení proti neautorizovaným příspěvkům je možné použít redakční systém (např. <http://www.supersvet.cz/phprs/profi.php>).

V některých situacích ale tyto způsoby pokládání a zodpovídání dotazů nejsou ideální, např. když je potřeba dotaz upřesnit. Provedli jsme pokus při telefonování přes program Skype, kdy jsem odpojil mikrofon a psal přes chat, zatímco účastník na druhé straně mluvil. Bylo to sice lepší, než když jsou obě strany odkázány na psaný text, ale často je přece jen podstatně praktičtější vyjádřit myšlenky mluveným slovem. V tomto případě je možné pro zpětnou vazbu použít např. již zmiňovaný Skype.

Výše navrhované prostředky jsou zdarma a velmi jednoduše se implementují.

V některých případech (např. když má student pomalé připojení k internetu) by mohla vzniknout poptávka po vysílání samotného zvuku. Tím bychom ale výrazně omezili přínos informací a často by bylo nutné výrazně změnit způsob výuky, přičemž pro studenty kteří mají i vizuální kontakt, by změny byly pravděpodobně k horšímu. V tomto případě bude lepší použít off-line přenos.

Proč je důležité používat vizuální proces předkládání informací?

Vizuální proces předkládání informací má oproti verbálnímu několik hlavních výhod, které je nutno zvažovat při realizaci vizuálního procesu, a to:

- *Upoutávání pozornosti.* Ignorovat text či schéma nebo obrázek s využitím multimediálních prostředků je obtížné a v okamžiku, kdy student sleduje vizuální informace (data), není jeho pozornost odváděna jinými zrakovými podněty. Upoutat pozornost ve věku využívání informačních technologií není snadné a všichni přitom potřebují využívat veškeré zdroje pomoci.
- *Přinášejí změnu.* Vizuálně předkládané informace přinášejí změnu a stávají se tak dynamičtější, z čehož plyne, že vzbuzují větší zájem.
- *Napomáhají konceptualizaci.* V této oblasti lze spatřovat významnou až hlavní výhodu vizuálního procesu s využitím multimediálních prostředků. Mnoha pojmům a myšlenkám se porozumí spíše vizuálně než verbálně. Např. praktickým dovednostem při tvorbě schémat ovládání tekutinových obvodů.
- *Jsou snáze zapamatovatelné.* Z výzkumů vyplynulo, že většina lidí si lépe pamatuje vizuální než verbální informace.
- *Jsou projevem zájmu učitele.* Jestliže pedagog tráví čas přípravou vizuálních pomůcek, studenti zaznamenají zájem pedagoga, že mu záleží na tom, aby získali znalosti dané disciplíny a dovedli je implementovat do konkrétních podmínek praxe. To je však třeba ještě podpořit sebevědomým a znalým postojem při prezentaci takto vytvořených materiálů a pomůcek. [14]

Pro off-line přenos je možné soubor(y) zpřístupnit přes systém moodle. Server, na kterém moodle ukládá soubory, bude mít od zimního semestru 2007/08 k dispozici přes 600GB prostoru. Kapacita je tedy více než dostatečná.

4.2 Technické řešení na straně studenta

Studentům sledujícím přednášku stačí PC s běžným vybavením, není nutné kupovat navíc žádný hardware ani instalovat programy použitelné jen pro tento účel. Je možné, že budou muset nainstalovat některé kodeky nebo komunikační programy, ale vše bude použitelné i pro jiné účely.

Problémy by mohly nastat u připojení k internetu při pokusu o on-line sledování. Pro přenos přednášek v rozumné kvalitě většinou stačí skutečná rychlost 256 kbps. Většina z nás si už zvykla na kvalitní připojení, ale to je v mnoha lokalitách je stále nedostupné – není zavedena kabelová televize, na telefonní ústředně není DSLAM a proto není možné zřídit ADSL, chybí pokrytí wi-fi sítěmi a není signál na UMTS nebo CDMA.[15] Někdy tak zůstávají možnosti připojení omezené jen na modem nebo GPRS. V těchto případech nejde zaručit on-line přenos v rozumné kvalitě, proto se studenti s horším připojením budou muset smířit s off-line přenosem.

4.3 Výhody a nevýhody e-learningu při přednáškách

Velkou výhodou je možnost výrazně zvýšit počet studentů i bez rozšiřování počtu a velikosti přednáškových místností. V dalších letech je možné přednášky úplně vypustit a nahradit je dříve pořízenými záznamy. Nejvíce se tyto výhoda projeví tam, kde:

- je hodně studentů na podobných oborech – jedna přednáška je pro mnoho studentů,
- obsah přednášky během několika let není potřeba měnit, nebo stačí dodat aktualizaci.

Nevýhodu může pocítit vyučující, který většinou bude muset změnit způsob výuky a příprava přednášek mu zabere výrazně více času. Tato skutečnost musí být vykompenzována např. finančním ohodnocením.[16] Doporučuji nenutit pedagogy k tvorbě e-learningové přednášky, ale dát jim na výběr - s tím, že ti kdo e-learningovou přednášku vytvoří, budou zvýhodněni.

Dále musíme počítat s počáteční investicí do potřebného zařízení.

Obě nevýhody je možno vyjádřit finančně, popř. ztrátou času pracovníka. Toto řešení ale časem přinese právě finanční i časové úspory. Díky tomu budou tyto nevýhody poměrně rychle kompenzovány a investice se brzy začne vyplácet.

Rozdíly jsou i ve způsobu kladení dotazů. Sice budou většinou realizovány méně praktickým způsobem než při klasické přednášce, na druhou stranu ale dotazy budou moci klást i ti studenti, kteří neradi vyčnívají z davu, nebo nechtějí, aby jejich dotaz byl vnímán spolužáky jako zdržování. Když je ostatní nebudou vidět a ani se nedozví, kdo dotaz položil, takové zábrany pravděpodobně jednoduše překonají.

5 VYUŽITÍ VIDEOKONFERENCÍ PŘI CVIČENÍ

Zatímco v případě přednášek přinese e-learning výrazné úspory při malých investicích, u cvičení je situace odlišná.

Při cvičeních je důležitý kontakt vyučujícího se studenty, často i studentů mezi sebou a v mnoha případech je nutný přenos obrazu ve vysoké kvalitě nebo sdílení dokumentů vytvářených při výuce. Proto tuto možnost uvažuji jen jako doplňkovou. Většina studentů by měla výuku klasickým způsobem a jen ti, kteří se ze závažných důvodů nemohou zúčastnit vyučování přímo ve škole, by byli spojeni pomocí videokonference.

5.1 Technické řešení na straně školy

Pokud bychom chtěli použít „softwarové“ řešení jako při přednáškách, brzo bychom začali narážet na jeho omezení. Jde zejména o vyšší počet aktivních účastníků, kvalitu obrazu a často i požadavek na řízení diskuze.

Právě pro takové druhy komunikace jsou určeny videokonferenční zařízení, popsané v kapitole 3.1. Taková zařízení jsou drahá (řádově statisíce až miliony Kč), proto je potřeba při výběru reálně zhodnotit potřeby. Vzhledem k tomu, že UTB jeden přístroj Tandberg vlastní, doporučil bych nákup opět od této značky. Je totiž možné, že v budoucnu bude využito propojení těchto dvou přístrojů, a v tomto případě dosáhneme nejlepší kvality a bezproblémovosti právě použitím zařízení stejné značky. Např. Tandberg Portable 6000 MXP umožňuje plnohodnotně propojit až 6 účastníků, tj. škola + 5 studentů.

V nouzovém případě by teoreticky bylo možné využít i běžných komunikačních prostředků jako Skype, ICQ nebo Net-meeting, bylo by to ale na úkor kvality a počtu připojených účastníků.

5.2 Technické řešení na straně studenta

Účast na e-learningových cvičeních je technicky náročnější nejen pro školu, ale i pro studenty.

Základem je kvalitní připojení na internet. Aby bylo možné udržet kvalitu výuky, musí být realizována on-line, proto je nepřijatelné připojení přes modem, ISDN, GPRS apod. Vyhráno nemáme ani s levnějšími tarify pro ADSL, kabelovou televizi, Wi-fi apod. V drtivé

většině případů je totiž rychlost odesílání dat (upload) podstatně nižší než přijímání dat (download). Tato skutečnost sice vyhovuje při běžné práci s internetem, ale při videokonferencích je velké množství i odesíláno, proto této hodnotě musíme věnovat velkou pozornost. Neméně důležitá je i hodnota agregace, protože udávaná šířka pásma je často sdílená s dalšími uživateli a tak je reálná rychlost téměř vždy nižší. Navíc cvičení většinou probíhají „ve špičce“ – v době, kdy je síť nejvíce zatížená. Pokud máme rychlost uploadu garantovanou, stačí většinou 256 kbps. U linky s agregací není možné přesně říct, jaká bude reálná rychlost. Z vlastní zkušenosti můžu napsat, že při agregaci 1:50 se rychlost pohybuje většinou kolem 70 % maximální udávané hodnoty. Vše ale záleží na konkrétních podmínkách účastníka. Otázkou také zůstává, kolik linek je skutečně napojených na stejné ústředně.

Ani potřebný hardware ještě není v českých domácnostech zcela běžný. Kromě PC je nutná webová kamera, nebo videokamera připojená k počítači (analogová přes grabovací kartu, digitální přes FireWire). Pokud kamera nemá dostatečně kvalitní mikrofon, je nutno dokoupit mikrofon samostatně.

Dále je potřeba nainstalovat software schopný s videokonferencí pracovat, například Netmeeting.

5.3 Výhody a nevýhody e-learningu při cvičeních

Přínosy kvalitního e-learningu při cvičeních nejsou tak jednoznačné jako při přednáškách.

Nemůžeme mluvit o finančních ani časových úsporách na straně školy jejích zaměstnanců, naopak náklady na pořízení potřebného hardware jsou poměrně vysoké.

Kvalita výuky je diskutabilní, zde záleží nejen na probírané látce, ale i na vyučujícím. Proto dopad na kvalitu není možné obecně zhodnotit. Je také možné, že některá cvičení vůbec nebude možné zrealizovat formou e-learningu tak, aby nedošlo k výraznému zhoršení kvality výuky.

Tento způsob výuky rozhodně přivítají studenti, kteří nejsou místní a mohou tak ušetřit poměrně dost peněz i času, který je jinak stojí cestování a případně ubytování. Nesmíme zapomenout ani na riziko nehod, které je s cestováním vždy spojeno.

Díky videopřenosům se výuky budou moci zúčastnit i studenti, kteří jsou nemocní. Nesmíme zapomínat ani na tělesně postižené studenty, pro které je cestování problematické.

Další využití by mohlo nastat při mimořádných situacích, kvůli kterým by byla ztížena nebo znemožněna přeprava do školy. I naši republiku občas zastihne sněhová kalamita nebo povodeň a v této situaci mohou být některé obce krátkodobě odříznuty od světa.

Výhody jsou zdánlivě jen na straně studentů, přínos pro školu ale přijde nepřímo v podobě zvýšení prestiže školy. Zejména Fakulta aplikované informatiky by měla být ukázkou technických možností v oblasti informatiky.

ZÁVĚR

Cílem této práce byl návrh řešení e-learningové výuky na Fakultě aplikované informatiky. Vzhledem k zaměření mého studijního oboru se jednalo zejména o technickou část, ale nemohl být opomenut hlavní účel celého systému, tedy výuka. Technika je jen prostředkem k dosažení cíle, nemůžeme ji povýšit nad cíl – tj. upravit cíl tak, abychom ho byli schopní pohodlně dosáhnout. Proto byla vybrána taková řešení, která umožní maximální kvalitu výuky, i za cenu vyšších pořizovacích nákladů.

Výuka téměř všech předmětů na FAI se skládá z přednášek a praktických cvičení. S ohledem na rozdílné způsoby výuky při přednáškách a při cvičeních bylo navrženo pro každou z těchto částí jiné řešení.

Nasazení e-learningu se ukázalo jako nejvhodnější při přednáškách. Zde stačí levnější „softwarové“ řešení. Počáteční investice do něj (několik desítek tisíc Kč) se poměrně brzo vrátí díky úsporám, které e-learning přinese. Kvalita výuky by v některých ohledech mohla být mírně horší, v jiných ale přinese významné zlepšení. Například ji budou moci sledovat i ti studenti, kteří by se klasické výuky nemohli z časových důvodů zúčastnit. Pro současný počet studentů budou stačit podstatně menší přednáškové místnosti, nebo naopak bude možné počet studentů (a tím i příjmy školy) zvýšit při zachování stávajících prostor. Student, který má k dispozici standardně vybavené PC, nemusí kupovat žádný další hardware ani instalovat programy použitelné jen pro tento účel.

Aby nebyla ohrožena kvalita výuky na cvičeních, je nutné pořídit dražší technické vybavení. Nejvýznamnější položkou je nákup videokonferenčního zařízení. Tím může být např. Tandberg Portable 6000 MXP s cenou okolo 1 mil. Kč bez DPH. Toto zařízení umožňuje navázat kontakt s max. pěti studenty, kteří musí mít kvalitní připojení k internetu (skutečná hodnota uploadu kolem 256 kbps) a musí vlastnit kameru připojitelnou k počítači. Ostatní studenti ze skupiny budou přítomni v učebně. Rozdělení studijních skupin může zůstat stejné jako při klasické výuce, nevidím žádný důvod pro změnu. Současný systém je dobrý, případné změny by vedly spíše k horšímu. Problémy by mohla způsobit snaha naplnit učebny, protože pak by se počet studentů účastnících se jednoho cvičení zvýšil, a cvičení by postrádalo svůj základní smysl – studenti by nemohli být plnohodnotně aktivně zapojeni do průběhu cvičení, a to by se tak vlastně změnilo v přednášku.

E-learningová cvičení nebudou přinášet okamžité úspory, investice je spíše dlouhodobá a těžko měřitelná. Je to hlavně prestižní záležitost, ukázka technické vyspělosti, náskoku nad ostatními školami a vyjití vstříc studentům se speciálními požadavky (např. tělesně postižení). Pokud má mít naše univerzita „výkladní skříň“ nejmodernějších informačních technologií, měla by jí být právě Fakulta aplikované informatiky. Použití při výuce bude tou nejlepší ukázkou, jak je možné informatiku aplikovat v praxi.

SEZNAM POUŽITÉ LITERATURY

- [1] OHAREK, Petr. *Ovládání internetové komunikační kamery se dvěma stupni volnosti*, 2006. 81 s. UTB, Fakulta aplikované informatiky. Diplomová práce.
- [2] *Co je e-learning?* [online]. [cit. 2007-08-09]. Dostupný z WWW: <<http://www.edoceo.cz/elearning/>>.
- [3] *E-learning: běžná součást vzdělávání* [online]. [cit. 2007-08-10]. Dostupný z WWW: <http://ihned.cz/3-17346860-e%7B%5C-%7Dlearning-000000_d-f8>.
- [4] Videokonference & videochat [online]. [cit.: 2007-08-12] dostupný z WWW <<http://www.oak.cz/videokonference/>>
- [5] ČERNÝ, Vít. *Problémy realizace videokonferencí a skupinového multimediálního vysílání v prostředí MZLU*, 2001. 55 s. MZLU, Fakulta provozně ekonomická. Diplomová práce.
- [6] *Real Time Streaming Protocol - Wikipedia, the free encyclopedia* [online]. [cit. 2007-08-13]. Dostupný z WWW: <<http://en.wikipedia.org/wiki/RTSP>>.
- [7] *RFC 2326 Real Time Streaming Protocol (RTSP)* [online]. [cit. 2007-08-13]. Dostupný z WWW: <<http://tools.ietf.org/html/rfc2326>>.
- [8] SATRAPA, Pavel, WIMMER, Miloš, ADAMEC, Petr. *Videokonference po síti MBone*. [s.l.]: CESNET z. s. p. o., 1999. 90 s. Dostupný z WWW: <<http://www.cesnet.cz/videokonference/mbone/prirucka/chcito.html>>.
- [9] <http://www.vcf.cz/index.jsp?firstLevel=397&secondLevel=478#T6000>
- [10] http://www.tandberg.com/products/portable_6000_mxp.jsp
- [11] JAROŠ, Jiří. *Videokonference v prostředí vysokorychlostní sítě UTB ve Zlíně*, 2007. 56 s. UTB, Fakulta aplikované informatiky. Diplomová práce.
- [12] HÁJEK, Jiří, SVÍTEK, Jakub . *IP videokonference - nástroj pro sdílenou přednášku s možností obousměrné komunikace (technické řešení)*. Technická zpráva CESNETu [online]. 2005, č. 16 [cit. 2007-08-20]. Dostupný z WWW: <<http://www.cesnet.cz/doc/techzpravy/2005/sdileneprednasky/sdileneprednasky.pdf>>.
- [13] HOLUB, Petr. *Jak na streamované video?* ÚVT MU a Cesnet, 2002.

- [14] SYSALA, Tomáš. *Učební text Multimédia*. Dostupný z WWW:
<http://czv.wz.cz/mm_jinak.pdf>.
- [15] *Jak funguje ADSL* [online]. [cit. 2007-08-21]. Dostupný z WWW:
<<http://www.adsl.cz/clanek-jak-funguje-adsl.html>>.
- [16] PAFKO, Pavel. E-learning versus „klasická“ výuka : Pro mediky s otazníkem. *Medical Tribune*. 2007, roč. 3, č. 17, s. A2.
- [17] EGER, Ludvík. *Technologie vzdělávání dospělých*. Plzeň : Západočeská univerzita v Plzni, 2005. 172 s.
- [18] FASUGA, Radoslav. Proces distribuce informací v elektronickém vzdělávání. In *Konference eLearning ve vysokoškolském vzdělávání 2004 : Sborník příspěvků*. Zlín : Univerzita Tomáše Bati ve Zlíně, 2004. s. 43-49.
- [19] <http://www.internet-pripojeni.cz/slovník-pojmu.php>

SEZNAM POUŽITÝCH SYMBOLŮ A ZKRATEK

- ADSL** Asymmetric Digital Subscriber Line - vysokorychlostní připojení na Internet po telefonní lince, v současnosti nejčastěji využívaný typ DSL. Vyznačuje se asymetrickým připojením, kdy je rychlost dat směřujících k uživateli vyšší než rychlost dat od uživatele směrem do internetu.
- CDMA** Code Division Multiple Access = kódové dělení přístupových kanálů. Mobilní bezdrátové připojení k internetu, založené na nejmodernější technologii, která pracuje v pásmu 450 MHz
- LAN** Local Area Network - Skupina počítačů a dalších zařízení propojená komunikačním spojem na relativně malé geografické oblasti (do několika kilometrů), umožňující zařízením vzájemnou komunikaci.
- MAN** Metropolitan Area Network - Rozlehlá síť, pokrývající větší lokalitu (např. město).
- Mbone** Multicast Backbone - Virtuální síť v rámci Internetu, která je složená z routerů podporujících multicast.
- RFC** Request For Comments - Dokumenty specifikující návrhy standardů ve všech oblastech provozu Internetu. Jsou číslovány vzestupně, a tím je zajištěna rychlá orientace ve velkém množství těchto dokumentů.
- TTL** Time To Live - Počet možných průchodů přes jednotlivé routery od zdroje k cíli. Při každém průchodu se hodnota TTL sníží o jedna. Jakmile dosáhne hodnoty nula, je paket zahozen.
- WAN** Wide Area Network - Rozlehlá datová komunikační síť, která pokrývá geograficky rozlehlé území a využívá spojení veřejných poskytovatelů přenosových služeb.

SEZNAM OBRÁZKŮ

Obrázek 1. Videokonferenční systém	18
Obrázek 2. a) Rezervační mechanismy routeru b) Postup rezervace.....	25
Obrázek 3. Umístění RTP hlavičky	28
Obrázek 4. Proces vytváření distribučního stromu – DVMRP.....	33
Obrázek 5. Výsledný distribuční strom.....	34
Obrázek 6. Vytváření distribučního stromu - MOSPF	35
Obrázek 7. Vytváření distribučního stromu – CBT	36
Obrázek 8. Vytváření a provoz distribučního stromu – PIM-SM.....	37
Obrázek 9. Videokonferenční zařízení Tandberg Portable 6000 MXP	40

SEZNAM TABULEK

Tabulka 1. Příklady úkolů jednotlivých profesí při vývoji e-kurzů	14
Tabulka 2. Srovnání vlastností různých druhů videokonferencí.....	22