

**Masivní streaming
Mass streaming**

**Bakalářská práce
Eduard Krlín**

**Vedoucí práce: Mgr. Miloš Prokýšek
Jihočeská univerzita v Českých Budějovicích
Pedagogická fakulta
Katedra informatiky
Rok 2010**

Prohlášení

Prohlašuji, že svoji bakalářskou práci jsem vypracoval samostatně pouze s použitím pramenů a literatury uvedených v seznamu citované literatury.

Prohlašuji, že v souladu s § 47b zákona č. 111/1998 Sb. v platném znění souhlasím se zveřejněním své bakalářské práce, a to v nezkrácené podobě elektronickou cestou ve veřejně přístupné části databáze STAG provozované Jihočeskou univerzitou v Českých Budějovicích na jejích internetových stránkách.

V Českých Budějovicích dne

.....

Eduard Krlín

Anotace

Tato bakalářská práce se věnuje problematice zobrazování videa na internetu pomocí technologie zvané streaming. Práce je zaměřena především na možnost nasazení této technologie v masovém prostředí v České republice. Již nyní používá streaming velké množství uživatelů, ale stále se nedá hovořit o masivním používání. Práce obsahuje informace o aktuálně provozovaném streamingovém vysílání a zjišťuje možnost rozšíření tohoto vysílání řádově mezi statisíce uživatelů v České republice.

Praktická část práce obsahuje výzkumný projekt, jehož cílem je analýza současného používání IPTV a zjištění zájmu uživatelů o tuto službu. Dále jsou provedeny případové studie IPTV vysílání u dvou českých providerů.

Abstract

This bachelor's work engages in displaying videos at the internet with the technology called streaming. This work is firstly focused on the possibility of the massive using this technology in Czech republic. Nowadays many people are using streaming but we still can't speak about massive using. The work includes the information of the currently running streaming broadcasting and it is probing the ability of extending this broadcasting to hundreds thousand of users in Czech republic.

The practical part of bachelor's work contains the research. Its goal is to analyze the current using of IPTV. It also consists of finding if there is any interest from the users side. Furthermore it contains two cases studies of IPTV broadcasting done by a pair of two czech providers.

Poděkování

Rád bych poděkoval panu Mgr. Miloši Prokýškovi za vedení a cenné rady při psaní mé bakalářské práce. Dále chci poděkovat panu Petru Vejmělkovi ze společnosti OptoNet Communication, spol. s r.o. a panu Antonínu Mlejnkovu ze společnosti Blue4.cz, spol. s r.o. za poskytnuté informace, materiály a čas který mi věnovali. Velké poděkování patří také celé mé rodině, která mě po celou dobu mého studia podporovala.

Obsah

1	ÚVOD.....	7
1.1	ÚVOD DO PROBLEMATIKY.....	7
1.2	CÍLE PRÁCE.....	7
2	SÍŤOVÁ INFRASTRUKTURA.....	9
2.1	PÁTEŘNÍ SÍŤ ČESKÉHO INTERNETU	9
2.1.1	<i>CESNET</i>	9
2.1.2	<i>GTS Novera</i>	10
2.1.3	<i>Sloane park</i>	11
2.1.4	<i>ČD-Telematika</i>	12
2.1.5	<i>NIX.CZ</i>	14
2.2	INTERNET SERVICE PROVIDER	15
2.2.1	<i>Rychlost připojení uživatelů</i>	15
2.2.2	<i>Struktura ISP sítí</i>	17
2.3	NACEVI	22
2.3.1	<i>Formáty vysílání</i>	22
2.3.2	<i>Servery</i>	22
2.3.3	<i>Kapacita systému</i>	23
3	NUTNÉ ZMĚNY PRO POUŽÍVÁNÍ BROADBANDOVÉ TELEVIZE	24
3.1	ROZDÍL MEZI IPTV A INTERNETOVOU TELEVIZÍ.....	24
3.2	DATOVÁ NÁROČNOST VIDEO STREAMINGU	25
3.2.1	<i>SD</i>	25
3.2.2	<i>HD</i>	25
3.3	PŘIPOJENÍ UŽIVATELŮ.....	26
3.4	STRUKTURA SÍŤE U ISP.....	27
3.4.1	<i>ADSL</i>	27
3.4.2	<i>CATV</i>	27
3.4.3	<i>WiFi</i>	28
3.5	PÁTEŘNÍ SÍŤ ČESKÉHO INTERNETU	28
3.6	STREAMOVACÍ SERVERY	29
4	ANALÝZA IPTV – O2 TV.....	30
4.1	INSTALACE	31
4.2	ŘAZENÍ KANÁLŮ	31

4.3	OVLÁDÁNÍ	32
4.4	KVALITA OBRAZU	33
4.5	O2 TV A RYCHLOST INTERNETU	34
5	PŘÍPADOVÁ STUDIE SPOLEČNOSTI OPTONET, SPOL.S R.O.....	36
5.1	STRUKTURA SÍTĚ	36
5.2	POČET UŽIVATELŮ	38
5.3	INTERNETOVÉ VYSÍLÁNÍ	39
5.4	IPTV.....	39
5.5	VYHODNOCENÍ	41
6	PŘÍPADOVÁ STUDIE SPOLEČNOSTI BLUE4.CZ S.R.O.	43
6.1	STRUKTURA SÍTĚ	43
6.2	POČET UŽIVATELŮ	46
6.3	IPTV.....	46
6.4	VYHODNOCENÍ	47
7	ZÁVĚR	50
7.1	INTERNETOVÉ TELEVIZNÍ VYSÍLÁNÍ	50
7.2	IPTV.....	51
8	SEZNAM OBRÁZKŮ	56
9	SEZNAM GRAFŮ	57
10	PŘÍLOHY	58

1 Úvod

1.1 Úvod do problematiky

Streaming je v dnešní době velice populární a používaná technologie. Jde o technologii pro přenos multimediálního obsahu po internetu. Streamování probíhá tím způsobem, že server video kontinuálně vysílá a uživatel video souběžně přijímá. Uživatel tedy nestahuje celé video, ale stahuje ho po určitých částech a jakmile stáhne první část, tak může začít jeho přehrávání. Přehrané části se pak rovnou odstraní z uživatelova počítače.

V České republice se streamingem zabývá pouze několik firem a zřejmě tou největší je firma Visual connection, která je známa například svými projekty pro internetové vysílání České televize. I další české televizní společnosti již mají své internetové vysílání a investují do něj poměrně dost finančních prostředků. Přesto celková sledovanost internetového vysílání, jako alternativa k televiznímu vysílání, je v současné době velice nízká. O poznání více se používá streaming ke službě zvané video on demand (VoD) neboli video na vyžádání.

Jako další a zřejmě úspěšnější alternativa streamovaného televizního vysílání se jeví šíření televizního vysílání prostřednictvím IP protokolu (IPTV). V České republice existuje řada projektů IPTV. Tím nejznámějším je zřejmě IPTV od společnosti Telefónica O2. Jak uvádí sama společnost Telefónica O2 v létě roku 2008 dosáhla se službou O2 TV hranici 100 000 zákazníků.

1.2 Cíle práce

Cílem této bakalářské práce je analyzovat stávající situaci používání streamingu v masovém měřítku v prostředí České republiky. Dalším cílem je pak vyhodnotit internetové televizní vysílání a IPTV vysílání jako

plnohodnotnou alternativu terestriálního, satelitního či jinak šířeného televizního vysílání.

2 Síťová infrastruktura

2.1 Páteří sítě českého internetu

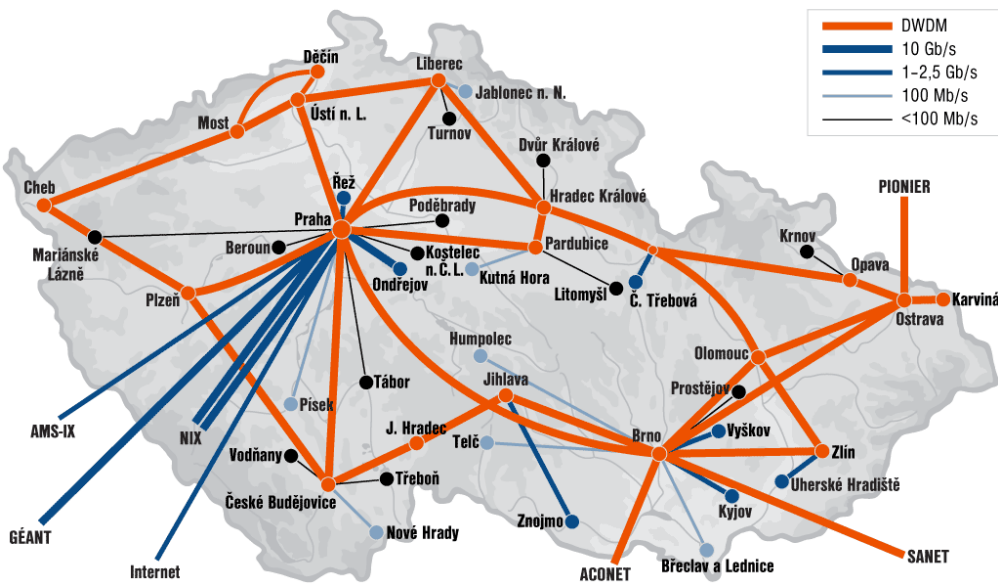
V České republice je několik telekomunikačních operátorů, kteří poskytují své služby jednotlivým internetovým providerům. Většinou mají podobnou kruhovou strukturu sítí, která je tvořena linkami realizovanými technologií takzvaného hustého vlnového multiplexu (Dense Wavelength Division Multiplexing, dále jen DWDM), která místo jednoho přenosového toku v rámci jediného optického vlákna umožňuje přenášet vedle sebe více toků na různých vlnových délkách. [1]

Dále je uveden základní přehled čtyř vybraných telekomunikačních operátorů, na jejichž sítích by bylo možné nasadit masivní streaming a je popsáno české peeringové centrum NIX.CZ.

2.1.1 CESNET

Cesnet je sdružení, které provozuje páteří akademickou počítačovou síť v České republice. Současná generace této sítě se nazývá CESNET2. Tato síť je určena především pro vědu, výzkum, vývoj a vzdělávání [1]

Základem této sítě je propojení hlavních uzlů systémem optických kruhů linkou DWDM, která je tvořena několika kanály a dosahuje přenosové rychlosti 10 Gb/s. Dále je síť napojena 10 Gb/s linkou na evropskou akademickou síť GÉNET, na běžný (komerční) Internet prostřednictvím linky vedoucí přímo do USA rychlostí 2,5 Gb/s a na tři národní výzkumné a vzdělávací sítě v sousedních státech: Slovenská republika (SANET, 10 Gb/s), Rakousko (ACONET, 10 Gb/s) a Polsko (PIONIER, 10 Gb/s). Síť je také napojena na peeringová centra do NIX.CZ (2×10 Gb/s pro peering s domácími poskytovateli internetu) a do AMS-IX (1 Gb/s pro peering s vybranými zahraničními poskytovateli). [1]



Obrázek 1 Topologie sítě CESNET2 platná od června 2009 [1]

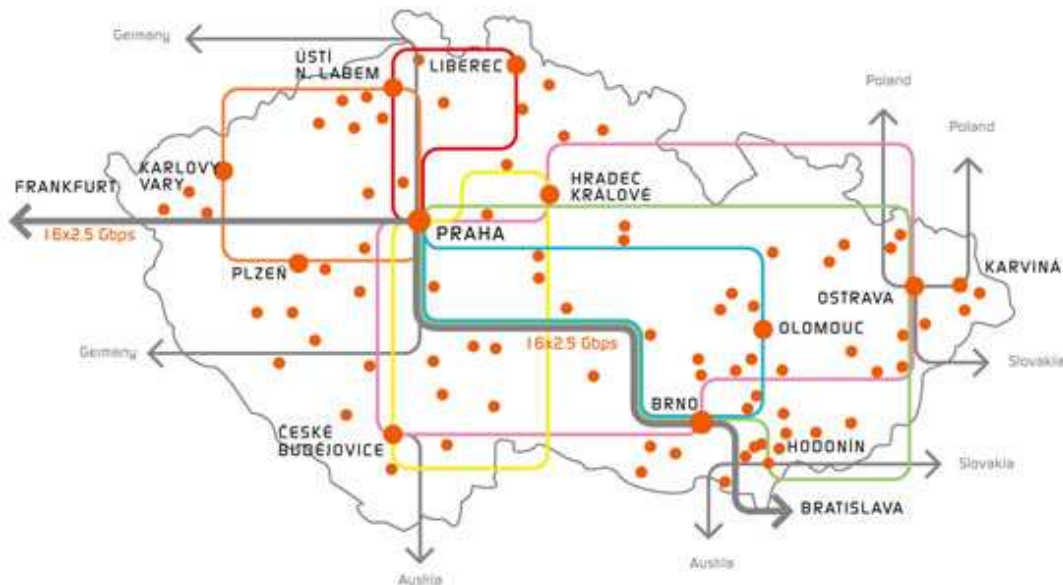
Sít' CESNET2 je postavena na platformě společnosti Cisco s hlavním uzlem v Praze v kongresovém centru, kde je umístěn router s přepínacím výkonem systému (1,2 Tb/s), propustností 40 Gb/s na slot. Dalšími důležitými uzly sítě jsou uzly v Praze, Brně, Olomouci a Hradci Králové. Celá sít' plně podporuje směrování IPv4/IPv6 unicast a multicast. [1]

2.1.2 GTS Novera

Společnost GTS Novera je nadnárodní společnost zabývající se poskytováním telekomunikačních služeb.

Pátevní sít' společnosti GTS Novera v České republice je postavena na kruhové typologii optických tras, které pokrývají všechny regiony České republiky. Propojení jednotlivých hlavních uzlů je řešeno optickou linkou DWDM s přenosovou rychlostí 10 Gb/s. Tato sít' je napojena linkou 2×10 Gb/s do neutrálního propojovacího uzlu NIX.CZ a dále je zajištěna mezinárodní

konektivita 2×10 Gb/s s přímým propojením na důležitá peeringová centra ve Frankfurtu, Londýně a ve Vídni. [2] a [3]



Obrázek 2 Topologie sítě GTS Novera [2]

Internetová síť společnosti GTS Novera je postavena na platformě společnosti Cisco s hlavními uzly v Praze (v ulicích Vinohradská a U Nákladového nádraží), dvě v Brně (v ulicích Veveří a Výstaviště) a jedno v Ostravě (v ulici Na Desátém). [3]

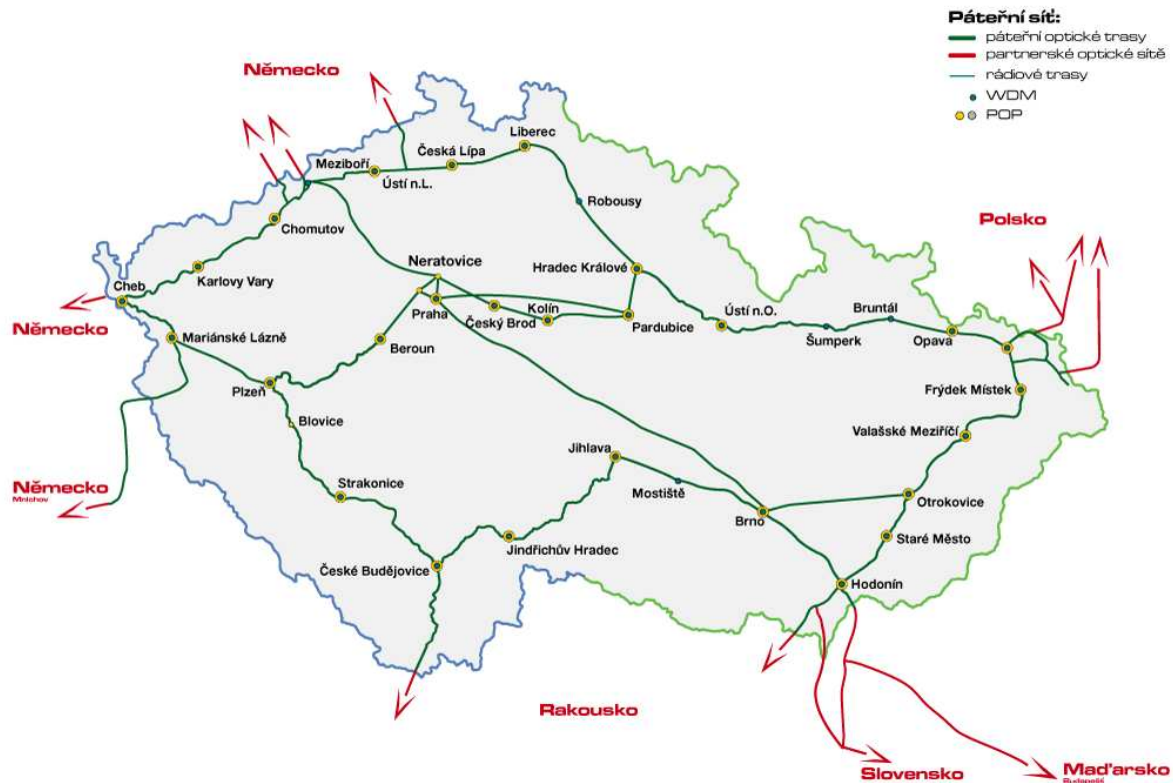
2.1.3 Sloane park

Společnost Sloane park je ryze velkoobchodní operátor, který nabízí telekomunikační služby zejména pro internetové providery. Tato společnost také provozuje IPTV službu Centrobbox.

Pátevní síť společnosti Sloane Park je postavena na kruhové topologii, pokrývající celou Českou republiku a je osazena linkou DWDM s dvaatřiceti kanály a kapacitou 10 Gb/s na kanál. Síť je napojena linkami 10 Gb/s

a 2×1 Gb/s do propojovacího uzlu NIX.CZ, dále je zajištěna mezinárodní konektivita a to třemi linkami s kapacitou 10 Gb/s. [4]

Sít' společnosti Sloane park je postavena na platformě společnosti Cisco a podporuje mutlicastové směrování. [4]



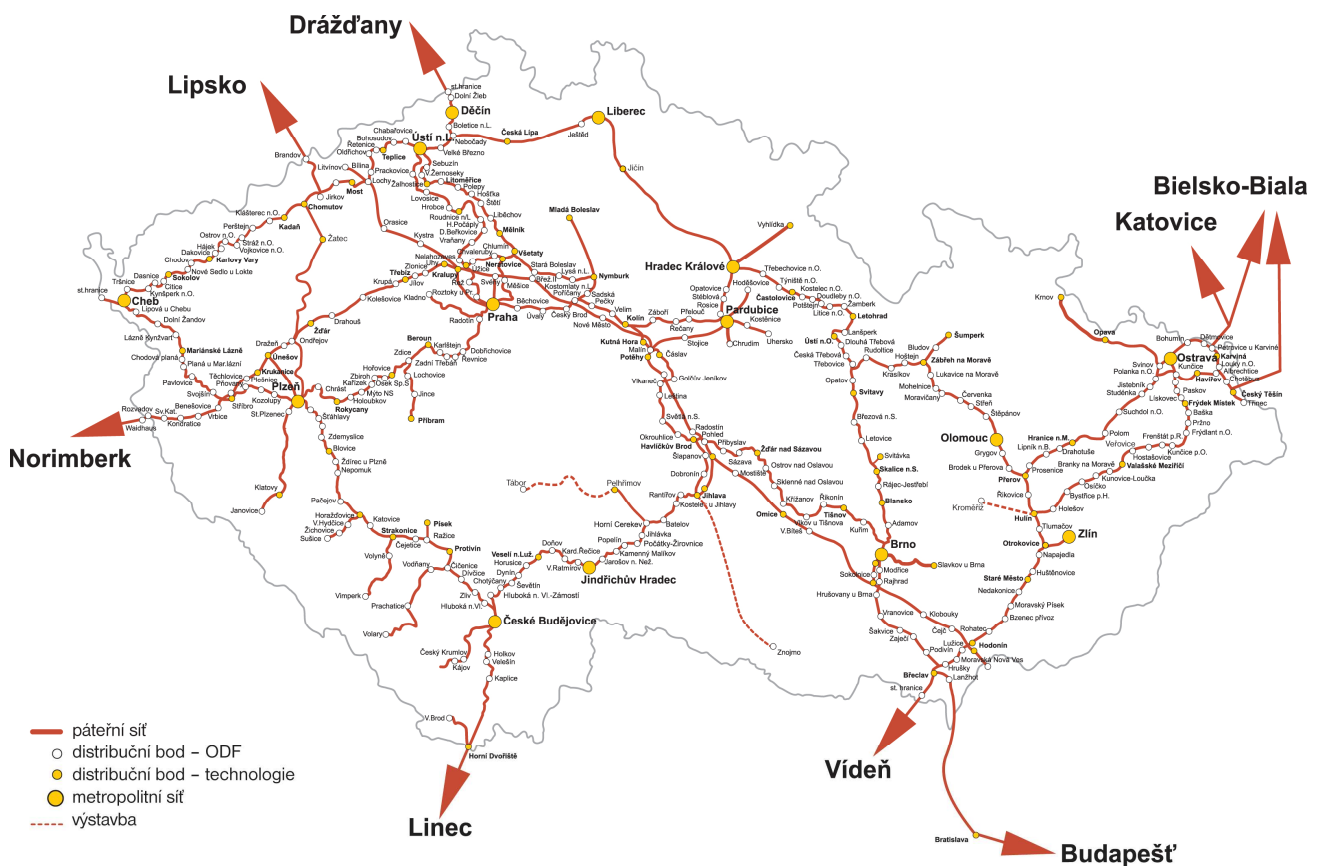
Obrázek 3 Topologie sítě Sloane park [4]

2.1.4 ČD-Telematika

Společnost ČD-Telematika nabízí služby z oblasti telekomunikací, informatiky a telematiky. Společnost také provozuje službu IPTV. Společnost provozuje druhou nejrozsáhlejší optickou sít' v České republice v délce přes 3 500 kilometrů. [5]

Sít' je převážně ze 72 či 36 vláknových optických kabelů. Přibližně 2 300 kilometrů je uloženo v zemi a 1 200 kilometrů pak zavěšeno souběžně s trakčním vedením železnice. Sít' je založena na technologii SDH (Synchronous Digital Hierarchy) a má kapacitu 10 Gb/s. Sít' má více než 100 uzlů a její páteř tvoří šest zálohovaných okruhů. [5]

V roce 2006 uvedla společnost ČD-Telematika do provozu linku DWDM na trase Praha – Pardubice – Česká Třebová – Olomouc – Ostrava – Otrokovice – Zlín – Brno – Praha. Tato linka má 16 kanálů s kapacitou 10 Gb/s. [5]



Obrázek 4 Topologie sítě ČD-Telematika [5]

Trasy optických kabelů vedou do 239 obcí a 157 měst. Na tyto trasy dále navazují metropolitní sítě v největších městech České republiky, jako například Praha, Brno, Ostrava, Plzeň, Olomouc, České Budějovice, Liberec, Hradec Králové a mnoho dalších. [5]

Společnost ČD-Telematika podporuje na své síti multicastové směrování.

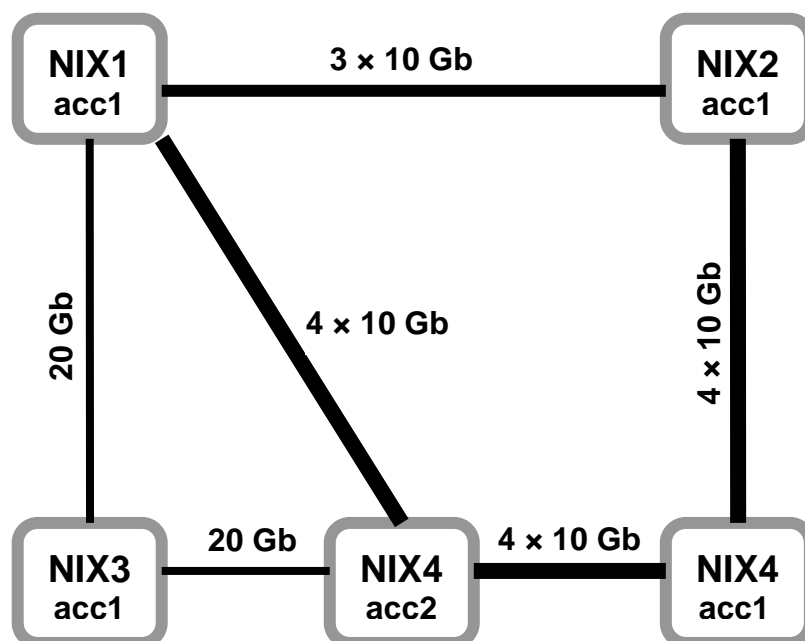
2.1.5 NIX.CZ

NIX, neboli neutral internet exchange, je společnost sdružující zejména české poskytovatele k internetu za účelem propojení jejich sítí. Tato společnost je v současné době největším peeringovým centrem v České republice a také se řadí mezi deset největších peeringových center v Evropě. [6]

Připojení do sítě je možné ze čtyř lokalit, které jsou spolu vzájemně propojeny. Všechny čtyři lokality se nacházejí v Praze a jsou to:

- NIX1 - v budově Českých Radiokomunikací – TV věž na Žižkově
- NIX2 - v GTS telehouse (Želivského)
- NIX3 - v T-Systems Telehouse (Kongresové centrum)
- NIX4 – v SITEL Telehouse (Slatiny)

Do těchto uzlů je možno se připojit rychlostí 10 Mb/s, 100 Mb/s, 1 Gb/s a 10 Gb/s. Směrovacím protokolem uzlů je BGP-4 a to pouze Ipv4 a Ipv6 unicast. [6]



Obrázek 5 Topologie sítě NIX.CZ [6]

2.2 Internet service provider

Dalším segmentem internetové sítě jsou poskytovatelé internetu, kteří zajišťují konektivitu k jednotlivým uživatelům a to jak fyzickým, tak právnickým osobám. V České republice se počet internetových poskytovatelů pohybuje v řádu tisíců. Tito provideři používají většinou jednu ze tří technologií pro připojení klienta k internetu a to ADSL, CATV (připojení přes kabelovou televizi) a WiFi. Kvalita sít'ové infrastruktury, stejně jako poskytované služby, se u každého poskytovatele liší.

2.2.1 Rychlost připojení uživatelů

Pro sledování streamingu, který je poměrně datově náročný (viz kapitola 3.2), je zapotřebí mít dostatečně rychlé připojení k internetu. Rychlost připojení se v České republice různí, ale prodělala v poslední době velký

pokrok. Nebudeme-li počítat různá mobilní připojení od mobilních operátorů řešené pomocí technologií CDMA, GRPS či EDGE, které nemají dostatečnou datovou propustnost pro sledování videa v televizní kvalitě, zůstanou nám tři základní připojení k internetu a to ADSL, CATV a WiFi.

Podle statistik Českého statistického úřadu byl v roce 2009 počet vysokorychlostních internetových přípojek 1 930 000. [7]

2.2.1.1 ADSL

ADSL (Asymmetric Digital Subscriber Line) je v dnešní době nejpoužívanější připojení k internetu. Největším poskytovatelem této služby je společnost Telefónica O2, která má tu výhodu, že vlastní přenosovou soustavu. Ostatním poskytovatelům služby pronajímá a ti jí dále přeprodávají. V České republice byl na konci roku 2008 počet ADSL přípojek 681 tisíc, z toho počet maloobchodních přípojek od Telefónica O2 byl 579 tisíc. [8]

V České republice se počet společností nabízející toto připojení k internetu pohybuje v řádu desítek. Valná většina těchto společností nyní nepoužívá limity FUP (Fair User Policy, nebo-li limity pro přenos dat). Nabídka připojení k internetu začíná na rychlosti 3 Mb/s a může dosahovat rychlostí až 16 Mb/s. Rychlost a dostupnost ADSL závisí na vzdálenosti telefonní ústředny od uživatele a modemu.

Skutečná naměřená průměrná rychlost ADSL se pohybuje okolo 3 Mb/s. [9] a [10]

2.2.1.2 CATV

V České republice byl na konci roku 2008 počet internetových přípojek přes kabelovou televizi 360 tisíc. [8]

V České republice nabízí připojení k internetu přes kabelovou televizi okolo čtyřiceti společností. Společnosti většinou nepoužívají limity FUP. Nabízená rychlost těchto přípojek se pohybuje od 5 Mb/s až do 100 Mb/s.

Skutečná naměřená průměrná rychlost CATV se pohybuje u jednotlivých poskytovatelů od 6 Mb/s do 10 Mb/s. [9] a [10]

2.2.1.3 WiFi

WiFi připojení je v dnešní době čím dál populárnější a to zejména díky jeho dostupnosti a ceně. V České republice byl na konci roku 2008 počet WiFi přípojek odhadován na 570 tisíc. [8]

Počet poskytovatelů WiFi připojení se pohybuje v řádu tisíců a to od malých sdružení až po velké společnosti. Kvalita a kapacita se proto u WiFi připojení velice liší.

Skutečná naměřená průměrná rychlost WiFi se pohybuje u jednotlivých poskytovatelů od 1 Mb/s do 10 Mb/s. [9] a [10]

2.2.2 Struktura ISP sítí

V této kapitole se práce věnuje struktuře sítí internetových poskytovatelů. Struktura jejich sítí, zejména u bezdrátových poskytovatelů, se poměrně liší, proto zde bude popsána jen jejich obecná struktura. Vlastnosti a možnosti těchto sítí z hlediska streamingu budou popsány níže (v bodě 3.4).

2.2.2.1 ADSL

Systém připojení přes telefonní linku je v podstatě v celé České republice stejný. Princip fungování technologie je postaven na volném frekvenčním pásmu telefonních přípojek, protože pro přenos hlasu se používá frekvenční pásmo o šířce 3,4 kHz. ADSL pak používá širší rozsah frekvencí a to až do frekvence 1,1 MHz. [11] a [12]

Základním problémem pro fungování ADSL je vzdálenost uživatelů od telefonní ústředny. Signál neovlivňuje jen kvalita linky, ale také útlum zapříčiněný vzdáleností od telefonní ústředny. Tento útlum by se dal vyřešit například instalováním opakovačů, ale to není pro poskytovatele těchto služeb ekonomicky výhodné. Připojení k internetu přes ADSL je realizovatelné do vzdálenosti cca 8 kilometrů od telefonní ústředny. [11] a [12]

V telefonní ústředně je pak zapotřebí mít nainstalované zařízení nazývané splitter a DSLAM (Digital Subscriber Line Access Multiplexer). Splitter se používá k rozdělení frekvencí a nasměrování datové složky k DSLAM a hlasové složky k ústředně. Na jeden DSLAM může být připojeno až několik tisíc uživatelů. DSLAM je pak napojen přes ATM a IP síť na agregační body a přes ně je připojen k internetu. Vybavení jednotlivých ústředěn zařízeními DSLAM se může lišit, například společnost Telefónica O2 používá DSLAM od firem Alcatel a Huawei. Tyto DSLAM dle specifikace výrobce podporují multicastové směřování. [11] a [12]



Obrázek 6 Schéma ADSL [11]

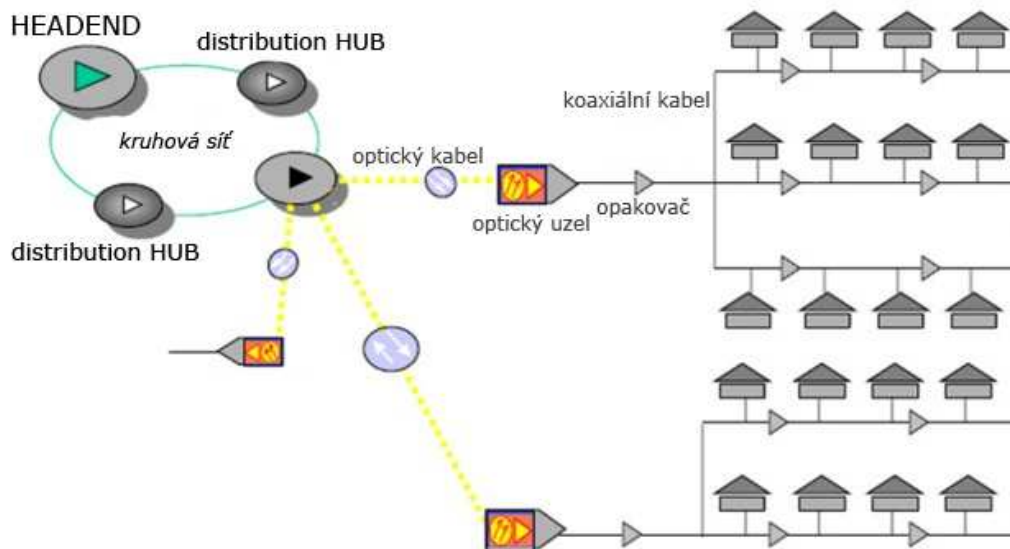
2.2.2.2 CATV

Připojení přes rozvody kabelových televizí jsou v dnešní době velice populární. Dosahují za poměrně přijatelnou cenu rychlosti až do 100 Mb/s. Páteřní síť je většinou kruhová a tvoří ji optická vlákna. Dále je koncipována jako stromová HFC (Hybrid Fiber-Coax) síť, což znamená, že kombinuje optická vlákna a metalické koaxiální kabely. Koaxiální kabely musejí být přibližně po sto metrech osazeny opakovači a proto se používají zejména k připojení konkrétních budov a bytů. [13] a [14]

Většina kabelových providerů používá pro přenos dat standardy DOCSIS nebo EuroDOCSIS. Ačkoliv se tyto standardy mírně liší, dá se říci, že pro upstream používají frekvence 5 až 65 MHz a pro downstream 65 až 750 MHz. [13] a [14]

Základním prvkem sítě je operační centrum kabelové televize, takzvaný headend, který je přímo napojen na síť internet. Headend je dále napojen na optickou kruhovou síť (MAN), po které se přenáší IP protokol a na které jsou připojeny další síťové uzly, takzvané distribution HUB . Součástí distribution HUB je zařízení zvané CMTS (Cable Modem Termination System). Toto zařízení propojuje optickou síť s HFC sítí a dochází zde k přeměně signálu. Z CMTS do HFC sítě jsou data již přenášena analogově. HFC síť se skládá z optických vláken a koaxiálních kabelů, které vedou do jednotlivých domů a poté ke každému kabelovému modemu. HFC síť dále obsahuje splitterly pro rozdělení datové složky od televizního vysílání. [13] a [14]

Nevýhodou je všesměrové (broadcast) šíření signálu, což znamená, že přenášená data mohou přijímat všechny stanice (přenosové médium má sdílený, tj. nevyhrazený charakter). [15]

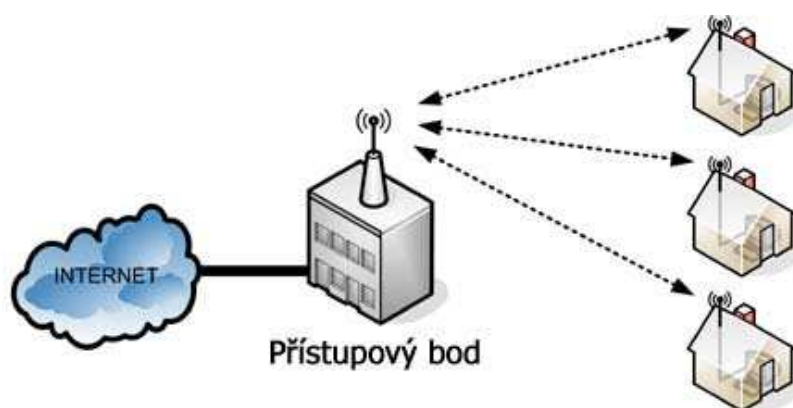


Obrázek 7 Schéma HFC sítě [14]

2.2.2.3 WiFi

V současné době patří bezdrátové připojení k internetu k velice populárním a cenově dostupným. WiFi je typ bezdrátové lokální sítě v bezlicenčních pásmech vycházející ze standardu IEEE 802.11 (tento standard je dostupný z <http://standards.ieee.org/getieee802/802.11.html>). V současné době existuje několik verzí tohoto standardu. Tyto standardy se liší frekvencí, přenosovou rychlostí, ale také dosahem signálu. [19]

Struktura WiFi sítě je buď buňkového typu nebo je tvořena pomocí hotspotů, nebo-li samostatných ostrůvků. V případě buňkové struktury tvoří síť jednotlivé buňky, které se překrývají. V centru každé buňky se nachází přístupový bod se všesměrovou anténou. Jednotlivé přístupové body jsou pak připojeny k síti ISP buď bezdrátově na bázi mikrovlnných spojů nebo optickým kabelem. Jednotliví klienti jsou pak k přístupovému bodu připojeni pomocí směrových antén. [20]



Obrázek 8 Schéma WiFi sítě [21]

Využívání WiFi připojení má hned několik nevýhod. Především jsou to zahlcenost pásem, propustnost, kvalita signálu a bezpečnost. Důsledkem zahlcení je používání bezlicenčních pásem, která nejsou nikterak omezována. V některých místech pak může být problém vůbec najít volné pásmo pro připojení. Problém v propustnosti je, že přenosová rychlost je sdílená, tzn. že všichni klienti připojení k přístupovému bodu se dělí o přenosovou rychlost. Dalším problémem je kvalita signálu, která klesá se vzdáleností od přístupového bodu, množstvím překážek přes které musí signál projít a zahlceností. [19] a [20]

2.3 NACEVI

NACEVI neboli národní centrum videa je projekt společnosti KIT Digital Czech pro přenos video a audio obsahu po internetu. Projekt vznikl v roce 2006 za podpory Ministerstva informatiky. V současné době projekt obsluhuje například vysílání České televize, Českého rozhlasu, TV Nova, iDNES.cz, televize Z1 nebo Stream.cz. [16]

Systém NACEVI nemůže z hlediska distribuce obsahu konkurovat IPTV. Systém je připraven na vysílání prostřednictvím IPv6 protokolu, ale vzhledem k malému počtu IPv6 připojení není zatím využíván. [16]

2.3.1 Formáty vysílání

Systém NACEVI slouží jak pro distribuování audio, tak video obsahu a to ve formátech Windows Media a Adobe Flash/MPEG-4. Tyto formáty jsou komprimovány do několika různých datových toků. Audio vysílání probíhá datovým tokem od 32 kb/s do 256 kb/s. Video vysílání probíhá od rozlišení 256×144 a datového toku 115 kb/s až do televizního rozlišení 768×576 a datového toku 1,5-2 Mb/s. [16]

2.3.2 Servery

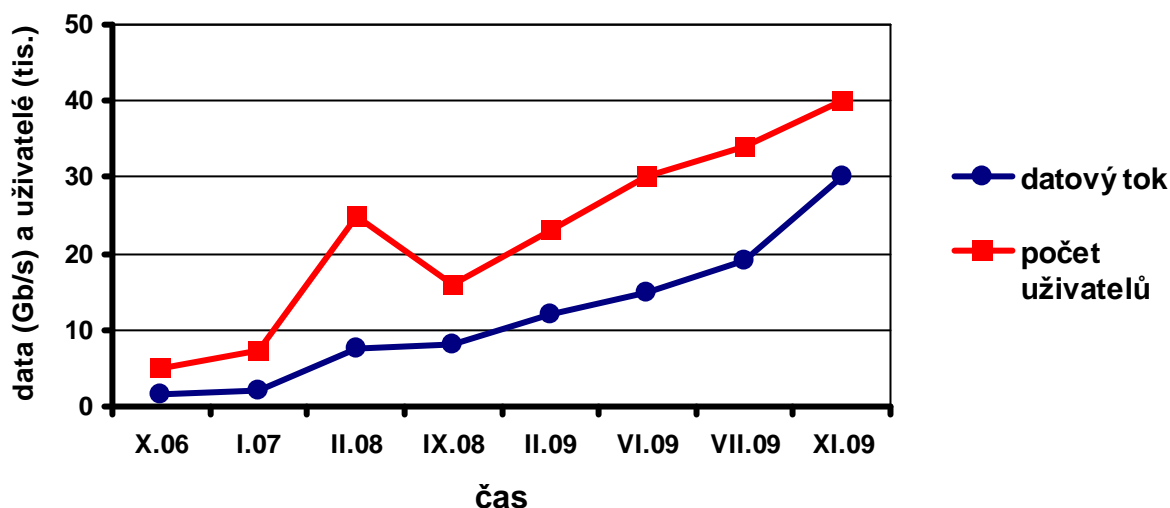
NACEVI používá dva druhy serverů, na kterých je nainstalován operační systém Windows Server. Nejčastěji používaným serverem je Dell R300, který se osazuje až čtyřjádrovým procesorem Intel Xeon o rychlosti až 3,16 GHz a interním úložným prostorem do 2 TB. Starší distribuční body jsou osazeny servery HP DL 360 GR taktéž s procesory Intel Xeon o rychlosti až 3,6 GHz a s interním úložným prostorem do 1 TB. Každý server je schopen odesílat až 900 Mb/s (1,8 Gb/s při použití dvou připojení do sítě). Pro plné vytížení každého serveru je potřeba připojení do sítě o kapacitě 1 Gb/s. [16], [17] a [18]

Sytém NACEVI se při rozmístování serverů řídí několika pravidly. NACEVI instaluje servery přímo do sítí jednotlivých ISP, přičemž server obsluhuje pouze zákazníky daného providera. V případě výpadku distribučního bodu u providera se provoz přesměruje na distribuční bod, který je připojen do uzlu NIX.CZ. NACEVI umožňuje umístit distribuční server do sítí providera pokud má v síti více než pět tisíc uživatelů. Při datovém toku 50 Gb/s a udávané obslužnosti každého serveru (1,8 Gb/s) je v současné době v České republice umístěno přibližně třicet serverů. [16]

2.3.3 Kapacita systému

Kapacita systému NACEVI se neustále mění a roste podle počtu aktivních serverů a jejich aktuálního připojení. Maximální kapacita systému byla v červnu 2009 50 Gb/s, což je přibližně sto tisíc současně připojených uživatelů (při využití datového toku 500 kb/s). Systém je dále možno rozšiřovat až do řádů stovek Gb/s s lineárním nárůstem nákladů. [16]

Růst kapacity systému a počet připojených uživatelů je zveřejňován v tiskových zprávách zveřejňovaných systémem NACEVI.



Graf 1 Počet připojených diváků a tok dat v systému NACEVI [16]

3 Nutné změny pro používání broadbandové televize

V této kapitole jsou rozebrány jednotlivé vrstvy českého internetu s vyhodnocením, zda je na nich možné masové streamování audiovizuálního obsahu. Případně jsou stručně nastíněny změny, které by bylo nutné provést pro masové vysílání IPTV nebo internetové televize.

3.1 Rozdíl mezi IPTV a internetovou televizí

IPTV neboli televize šířená prostřednictvím IP protokolu přes počítačové sítě je služba, která funguje pouze v síti konkrétního providera. To je dáno zejména autorským právem. Provider si musí zakoupit autorská práva pro šíření vysílání a tato práva si kupuje vždy pouze pro určitou oblast. Provozovatel proto musí zajistit, aby dané vysílání nepřesáhlo hranice dané oblasti. Vysílání IPTV probíhá v PAL či HD kvalitě a bývá kódováno kodekem MPEG-2 či MPEG-4 a tím pádem je poměrně datově náročné. [22]

Internetové televizní vysílání se šíří taktéž internetovým protokolem, ale je dostupné všem uživatelům internetu a to především prostřednictvím internetových stránek. Toto vysílání bývá většinou bezplatné, ale kvůli autorským právům je po celou dobu vysílána pouze vlastní tvorba nebo hudební videoklipy, čímž může být konkrétní vysílání zajímavé jen pro určité spektrum uživatelů. Internetové televizní vysílání probíhá v různých kvalitách tak, aby poskytovatelé vysílání obsloužili co nejvíce klientů s různými rychlostmi připojení. Tím pádem je pak výsledná kvalita signálu většinou horší než u vysílání IPTV. [22]

Jak IPTV tak internetové televizní vysílání používá k šíření svého obsahu stejnou technologii (TCP/IP) a stejnou distribuční síť.

3.2 Datová náročnost video streamingu

Jelikož v této práci vyhodnocujeme možnost streamingu jako alternativy televizního vysílání, budeme se zajímat jen o vysílání audiovizuálního obsahu ve vyšší kvalitě a to v televizní kvalitě (SD) a nebo ve vysokém rozlišení (HD).

Datový tok vysílání je závislý na typu použité komprese. Obecně platí, že pro internetové televizní vysílání se používá větší komprese (z důvodu menšího datového toku a tím větší dostupnosti pro uživatele) než pro IPTV. Datový tok pak závisí na formátech (Windows Media, Adobe Flash, Real Media) používaných poskytovatelem a dále na používaném kodeku a jeho kompresním poměru. Proto níže uvedené hodnoty datových toků jsou pouze orientační.

3.2.1 SD

SD vysílání má 576 viditelných řádek a obraz v poměru 4:3. Z toho vyplývá rozlišení obrazu 768×576 . SD vysílání obsahuje 25 snímků za sekundu. [23]

IPTV používá k vysílání formáty MPEG-2 a MPEG-4, datový tok při použití těchto formátů dosahuje 3-6 Mb/s. Při internetovém televizním vysílání se v České republice nejčastěji používají formáty Windows Media a Adobe Flash. Při internetovém televizním vysílání se používá větší komprese a datový tok dosahuje 1,5-3 Mb/s. [16], [24] a [25]

3.2.2 HD

Teoreticky mohou existovat čtyři základní formáty HD a to s počtem řádků 720, 1080, 1125 a 1250. Prakticky se poté používají tři formáty a to 1080p, 1080i a 720p. 1080p bývá označován jako „full HD“ . 1080i a 720p pak bývá označován jako „HD ready“. [27]

- 1080p - Tento formát má počet řádku 1080 a rozlišení 1920×1080 , poměr stran je 16:9. Písmeno „p“ znamená, že se jedná o progresivní

metodu, v níž se prolínají celé obrazy. Toto vysílání obsahuje nejčastěji 25 snímků za sekundu. [34]

- 1080i - Tento formát má počet řádků 1080 a rozlišení 1920×1080 , poměr stran je 16:9. Písmeno „i“ znamená, že se využívá tzv. interlacingu. To znamená, že se vysílají pouze půl obrazy, které se prolínají a z nichž se skládá celý obraz. Toto vysílání obsahuje 50 půlsnímků za sekundu. [23] a [27]
- 720p - Tento formát má počet řádků 720 a rozlišení 1280×720 , poměr stran je 16:9. Toto vysílání obsahuje 25 snímků za sekundu. [23] a [27]

Pro HD vysílání se nejčastěji používá formát MPEG-4 z důvodů jeho lepšího kompresního poměru. IPTV vysílání v HD kvalitě dosahuje datového toku 6-25 Mb/s. Internetové televizní vysílání v HD kvalitě pak dosahuje datového toku 2-5 Mb/s. [24], [25] a [26]

3.3 Připojení uživatelů

Bereme-li v úvahu průměrné rychlosti připojení, které jsou uvedeny v bodě 2.2.1 a datovou náročnost vysílání, která se uvádí v bodě 3.2, můžeme říci, že rychlost připojení uživatelů je pro internetové televizní vysílání v SD kvalitě většinou dostatečná. Problém může nastat v některých případech u WiFi připojení, kde se rychlosti připojení mohou výrazně lišit, ale pro většinu uživatelů by měla být rychlost připojení pro sledování SD vysílání dostačující.

Pro internetové televizní vysílání v HD kvalitě je nejlépe využívat připojení prostřednictvím CATV, jehož propustnost plně dostačuje. Většinou je dostačující i připojení pomocí ADSL. U WiFi připojení je pak situace velice individuální, zde se rychlost pohybuje u jednotlivých poskytovatelů od 1 Mb/s do 10 Mb/s.

3.4 Struktura sítě u ISP

Budeme-li uvažovat o masovém streamingu, kdy poskytovatel dodává připojení řádově tisícům uživatelů, pak při použití unicastového směrování by byl datový tok u SD vysílání minimálně v řádech gigabitů, což je neúnosné. Z toho důvodu budeme v této kapitole uvažovat pouze o multicastovém vysílání, při kterém je potřeba aby aktivní síťové prvky providera podporovaly multicastové směrování. V jistých případech, zejména u velmi malých poskytovatelů, by bylo možné i unicastové vysílání. V případě unicastového vysílání je poté potřeba vhodně umístit streamovací servery (viz bod 3.6).

V celé této kapitole budeme vycházet z poznatků uvedených v kapitolách 2.2 a 3.2.

3.4.1 ADSL

Struktura sítí ADSL providerů poskytuje dostatečnou propustnost jak pro sledování internetového vysílání tak pro IPTV. Problém nastává při příliš velké vzdálenosti mezi modemem a telefonní ústřednou a při špatné kvalitě telefonní přípojky. Čím dále se nachází modem od ústředny, tím menší je propustnost telefonní linky. To je dáno průměrem jádra telefonního kabelu a útlumem. S větším průměrem jádra klesá útlum. S větší délkou kabelu útlum vzrůstá (více na <http://rychlost.dslforum.cz/clanky/pristupova-sit.php>). [35]

Velkou výhodou ADSL je, že DSLAM používané v České republice podporují multicasting. Toho také například využívá IPTV od společnosti Telefónica O2.

3.4.2 CATV

Kabelové sítě mají dostatečnou datovou propustnost pro přenos jak internetového televizního vysílání tak pro IPTV. Problém může nastat u starších HFC sítí, kde je většina kabelů koaxiálních a kde může dojít

k většímu rušení a k útlumu. Od standardu DOCSIS 1.1 je již implementována podpora multicastu. [28] a [29]

3.4.3 WiFi

U WiFi poskytovatelů je situace asi nejsložitější. Reálná datová propustnost 6-7 Mb/s u sítí postavených na standardu 802.11b se nedá považovat za dostatečnou. Pro internetové televizní vysílání či IPTV by se daly používat standardy 802.11a a 802.11g s propustností okolo 25 Mb/s. V případě šíření většího počtu kanálů by i tyto standardy byly nedostačující, proto se jako nejlepší standard pro šíření těchto služeb jeví 802.11n s reálnou datovou propustností okolo 200 Mb/s.

Bohužel neexistuje přehled o možnostech multicastového vysílání v těchto sítích a samotní poskytovatelé tají zda podporují multicast. Z čehož se dá předpokládat, že v současné době podpora multicastu u WiFi poskytovatelů většinou není. Pro možnost multicastového vysílání by tedy bylo nutno vyměnit aktivní prvky tak, aby multicastové směrování podporovaly.

3.5 Páteří síť českého internetu

V České republice je několik společností provozujících páteří počítačové sítě. Většina z nich má kruhovou strukturu založenou na linkách o kapacitě 10 Gb/s na technologii DWDM, což při multicastovém vysílání plně dostačuje. V případě unicastového vysílání by byl maximální počet uživatelů připojených přes jednu linku přibližně 6500, pokud bychom uvažovali o vysílání s datovou náročností 1,5 Mb/s. [1], [3], [4] a [5]

Budeme-li brát v úvahu společnosti uvedené v této práci, tak akademická síť CESNET plně podporuje multicastové směrování. Stejně tak podporují multicasting sítě společností ČD-Telematika a Slone park. Obě tyto společnosti navíc na své síti již provozují službu IPTV. Informace od společnosti GTS Novera se nepodařilo získat. [1]

Podstatným problémem pro internetové televizní vysílání je i to, že české peeringové centrum NIX.CZ v současné době nepodporuje multicastové směrování.

3.6 Streamovací servery

Základem všech internetových televizí jsou streamovací servery. Jejich rozmístění v rámci síťové infrastruktury hraje při vytváření internetové televize významnou roli. Nejvhodnější je streamovací servery umístit na páteční síť providera, která má dostatečnou datovou propustnost. U multicastového vysílání není rozmístění tolik důležité, protože odchozí datový tok ze serverů není tak veliký. Naopak u unicastového vysílání je rozmístění serverů velice důležité, protože při nutnosti obsloužit co nejvíce klientů může datový tok dosahovat řádově jednotek až desítek Gb/s. Dobrým způsobem může být systém rozmístování serverů projektu NACEVI, který rozmisťuje servery k jednotlivým providerům s minimálně 5000 uživateli. Jeden jejich server je pak schopen obsloužit přibližně tisíc uživatelů, při datovém toku 1,5 Mb/s. Nyní mají po České republice rozmístěno přibližně třicet serverů. Tímto způsobem je možno pokrýt poměrně velkou část uživatelů internetu a dosáhnout vysoké kapacity systému i při unicastovém vysílání. [16] a [36]

4 Analýza IPTV – O2 TV

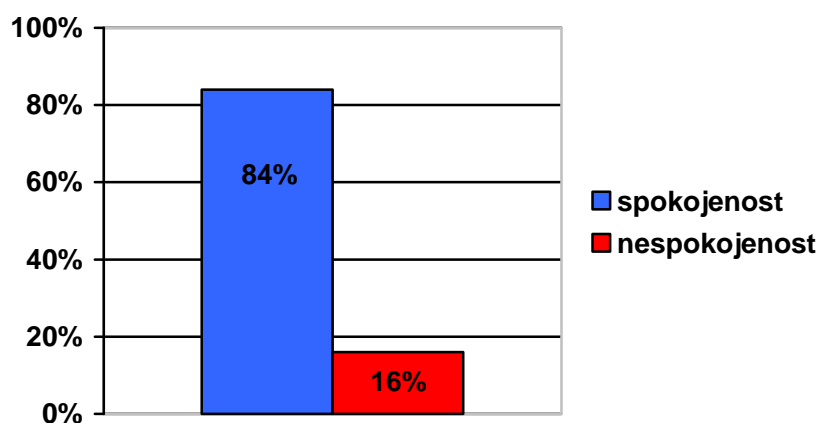
Tato kapitola je věnována výzkumné analýze IPTV vysílání, konkrétně službě O2 TV od společnosti Telefónica O2, která je v dnešní době zřejmě nejrozšířenější. Tuto službu v současné době používá přes 100 000 uživatelů. K používání této služby potřebuje mít uživatel zavedenou telefonní přípojku z vhodně vybavené telefonní ústředny. Vzdálenost modemu od ústředny se doporučuje maximálně 6 kilometrů. [24]

Zdrojem dat pro tuto kapitolu byly informace získané z provedeného kvalitativního průzkumu. Uživatelům různých věkových skupin byl podán dotazník se šesti základními otázkami (viz přílohy), ze kterých vychází také struktura této kapitoly. Po vyplnění dotazníku byl proveden s jednotlivými respondenty strukturovaný rozhovor o službě O2 TV. Celkem bylo dotázáno osmnáct respondentů, uživatelů služby O2 TV.

Z provedeného průzkumu a dostupných zdrojů o této službě a o dalších způsobech šíření televizního vysílání vyplývá, že IPTV vysílání se dá považovat za vhodnou alternativou pro šíření televizního vysílání. Nicméně konkrétně služba O2 TV se nedá považovat za plnohodnotnou alternativu v masovém měřítku a to zejména z důvodu její dostupnosti. Služba je dostupná pouze některým klientům, v závislosti na vzdálenosti od ústředny, vybavení ústředny a kvalitě telefonního vedení. Další podstatnou nevýhodou této služby je poměrně vysoká cena oproti jinak šířenému televiznímu vysílání. Základní služba O2 TV Komfort stojí 650 Kč měsíčně. Velkou výhodou této služby je pak velká interaktivita. A to například videopůjčovna či TV archiv nebo služba zvaná TV Banka. Dá se předpokládat, že nabídka doplňkových služeb dále poroste.

4.1 Instalace

Instalace služby probíhá buď samoinstalačním balíčkem, nebo technikem společnosti Telefónica O2. Přibližně 89% dotázaných uživatelů využilo k instalaci samoinstalační balíček, který obsahuje set top box iCAN 3800TW a modem Zyxel Prestige P660 HW-T3 nebo Huawei HG520i. Uživatelé většinou uvádějí, že nemají problém s instalací této služby. Stěžují si pouze na přístup společnosti Telefónica O2, kdy několikrát došlo k tomu, že uživatel nebyl informován o nedostupnosti služby na jeho ústředně a musel proto čekat, nejdéle jeden měsíc, než službu zprovozní. [24]

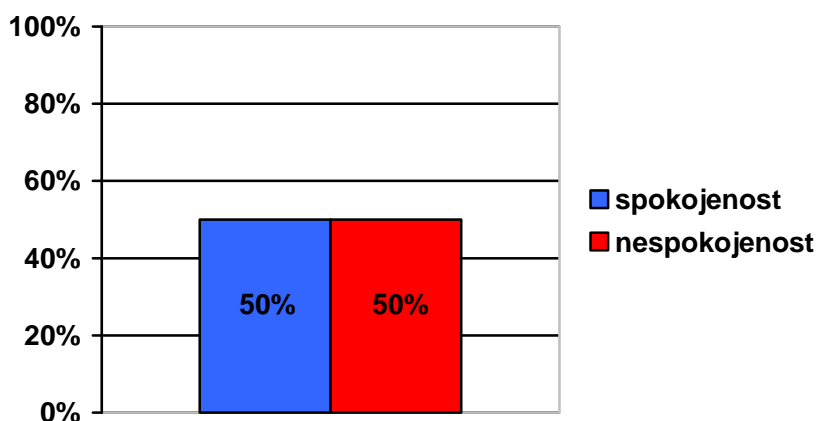


Graf 2 Spokojenost s instalací služby O2 TV

4.2 Řazení kanálů

Služba O2 TV a k ní dodávaný set top box iCAN 3800TW v současné době nepodporují libovolné seřazení kanálů. Tento nedostatek by se dal jistě vyřešit používáním jiného set top boxu, než který dodává společnost Telefónica O2. Pevné řazení z počátku vadilo většině z dotázaných, ale postupem času si na tento nedostatek většina uživatelů zvykla. Nyní v něm někteří dokonce vidí i

jisté výhody, jako například to, že při přidání nového kanálu do nabídky nemusí uživatel přemýšlet nad novým pořadím kanálů. [24]



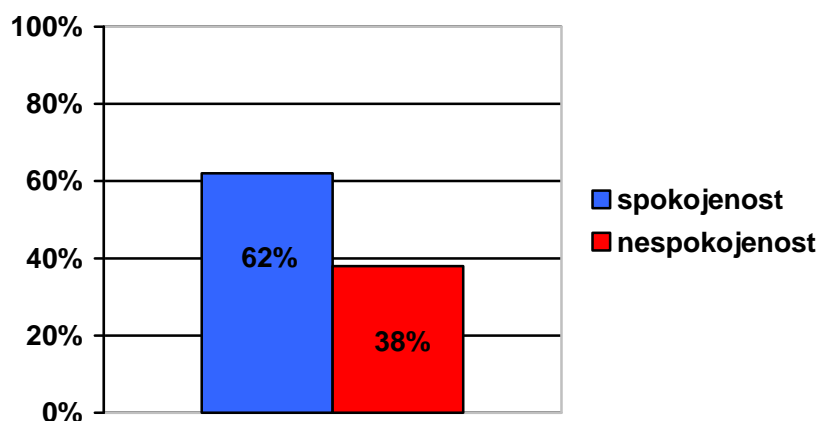
Graf 3 Spokojenost s řazením kanálů u služby O2 TV

4.3 Ovládání

Při přepínání kanálů (tzv. channel zapping) dochází k určitému zpoždění (viz níže). Toto zpoždění je zapříčiněné vzdáleností set top boxu od ústředny. V telefonní ústředně jsou k dispozici všechny programy distribuované poskytovatelem, ale po telefonní lince, která vede k uživateli je z důvodu datové náročnosti možné vysílat pouze jeden, případně dva kanály. K přepínání zvoleného kanálu tedy dochází tak, že uživatel přepne na set top boxu na zvolenou stanicí. Set-top-box poté odešle tuto informaci přes modem do DSLAM umístěném v telefonní ústředně. Zde se ověří, zda má uživatel přístup k požadované službě a pokud ano, dojde k „přepnutí“ (přiřazení do příslušné multicastové skupiny). Poté začne k uživateli proudit zvolený program. [24] a [30]

Uživatelé uvádějí dobu přepnutí kanálu od jedné do pěti sekund, většinou se doba přepnutí pohybuje okolo tří sekund. Tuto dobu většinou přirovnávají jako

srovnatelnou s dobou přepínání při používání satelitního vysílání či DVB-T vysílání. Některým uživatelům, zejména těm, kteří dříve používali analogové vysílání či kabelovou televizi tato prodleva poměrně vadí. Dále několika málo uživatelům vadí uživatelské menu O2 info a jeho ovládání, které se spustí při každém spuštění set top boxu.



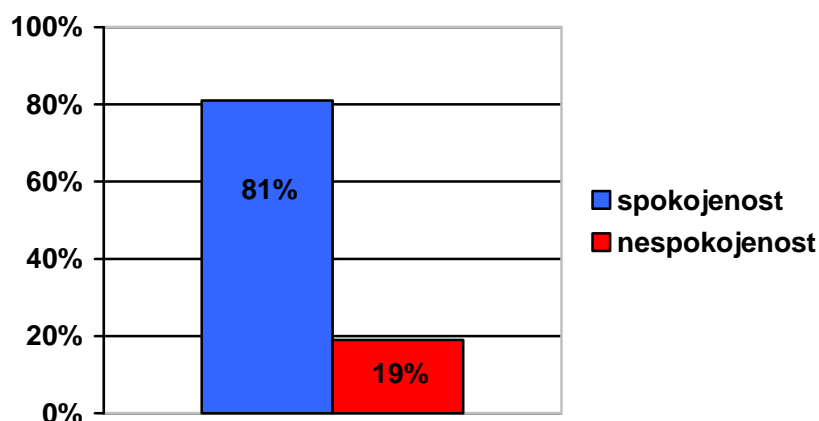
Graf 4 Spokojenost s ovládáním služby O2 TV

4.4 Kvalita obrazu

Vysílání služby O2 TV probíhá v kvalitě SD a HD (1080i) ve formátu MPEG-4 (h.264). V současné době jsou v HD kvalitě nabízeny pouze tři kanály. Navíc HD vysílání není dostupné u všech uživatelů, záleží zde na vzdálenosti od telefonní ústředny. [24]

Kvalita z velké části závisí také na obrazu který poskytovatel získává pro své vysílání. S kvalitou obrazu jsou uživatelé většinou spokojeni a to zejména s HD vysíláním. Obraz hodnotí jako kvalitnější oproti dalším způsobům šíření televizního vysílání a to digitálnímu pozemnímu vysílání a některým druhům satelitního vysílání. Nicméně u některých uživatelů dochází až třikrát za den

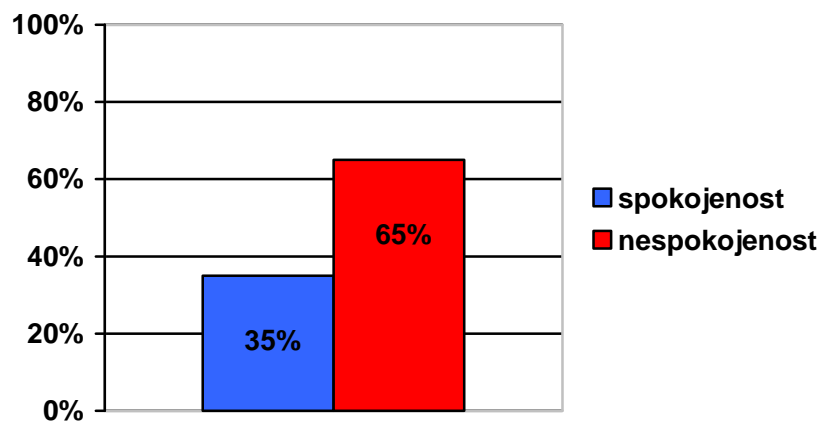
k občasnému „zamrzání“ obrazu, případně jeho kostičkování. Nicméně uživatelé uvádějí, že je to často nepostřehnutelné.



Graf 5 Spokojenost s kvalitou obrazu služby O2 TV

4.5 O2 TV a rychlost internetu

Poměrně velkou nevýhodou služby O2 TV je, že při současném používání internetu a O2 TV, které vedou přes stejnou telefonní linku dochází k poměrně velkému poklesu maximálního datového toku internetového připojení. To je dáno současně používanou technologií ADSL. Při teoretické kapacitě připojení 8 Mb/s a spuštění O2 TV s datovým tokem okolo 3 Mb/s, pak klesne reálná rychlost připojení téměř na polovinu. Při sledování HD vysílání s tokem okolo 6 Mb/s, je poté reálná kapacita téměř plně vytížena. Rychlost připojení závisí samozřejmě také na vzdálenosti od telefonní ústředny. Většina uživatelů uvádí, že při sledování SD kanálů je internet „použitelný“, rychlost připojení se pohybuje okolo 3 Mb/s. Při sledování HD kanálu již uživatelé uvádějí, že je internet „téměř nepoužitelný“, rychlost připojení klesá až ke 100 kb/s.



Graf 6 Spokojenost s rychlostí internetu při puštění O2 TV

5 Případová studie společnosti OptoNet, spol.s r.o.

Veškeré informace obsažené v této kapitole vychází z informací poskytnutých společností OptoNet Communication, spol. s r.o. (dále jen OptoNet) a ze strukturovaného rozhovoru s ředitelem společnosti panem Petrem Vejmělkem.

Společnost OptoNet byla založena v roce 2007 a působí především v kraji Vysočina. Společnost spravuje optické páteřní trasy v délce asi 240 km a to zejména trasu Havlíčkův Brod – Jihlava – Moravské Budějovice – Znojmo – Hatě a dále lokální trasy na ní napojené, například trasu Jihlava – Pelhřimov. Společnost se dále zabývá vysokorychlostním připojením k internetu, VoIP, zajišťováním videokonferencí, webcastingem, educastingem, IPTV a internetovým vysíláním (internetové televize a on-line streaming). Všechny tyto služby nabízí společnost především velkoobchodně. V oblasti šíření audiovizuálního obsahu si společnost klade dva základní cíle. A to poskytnout zákazníkovi komplexní řešení od pořízení audiovizuálního obsahu až po doručení tohoto obsahu k uživateli. Dalším cílem společnosti OptoNet v této oblasti je propojení internetového televizního vysílání se službou IPTV. Síť společnosti OptoNet je autonomní systém využívající dynamický routing.

5.1 Struktura sítě

Základním prvkem sítě společnosti OptoNet je optická pasivní CWDM linka Havlíčkův Brod – Šlapanov – Telehouse OptoNet – Jihlava – Želetava – Moravské Budějovice – Znojmo – Hatě. Na tuto trasu jsou pak napojeny optickými linkami další oblasti jako například Pelhřimov nebo Velká Bíteš. K připojení některých lokalit (například Telč či Jemnice) na páteřní síť využívá společnost OptoNet bezdrátové spoje a to buď v licencovaných pásmech a nebo v bezlicenčním pásmu 10 GHz. Tyto spoje jsou full-duplexní typu bod-bod a slouží k propojení metropolitní optické sítě v konkrétní oblasti s páteřní

sítí společnosti. V konkrétních městech či obcích poté zajišťují připojení klientů většinou místní partneři.



Obrázek 9 Topologie sítě OptoNet

Sít' společnosti OptoNet disponuje připojením k internetu a do NIX.CZ o kapacitě 2×1 Gb/s, přičemž jedna linka slouží jako primární a druhá jako záložní. Tato připojení jsou na sobě nezávislá a zajišťují je společnosti Sloane park a Master internet.

Na páteřní lince společnosti OptoNet, přibližně 10 kilometrů severně od Jihlavy, u dálnice D1, je umístěn telehouse. Tímto telehousem, díky výhodné poloze na půl cesty mezi Prahou a Brnem, prochází optické linky národních i nadnárodních operátorů a dochází zde k zesilování jejich signálu. Telehousem prochází například linky společností Sloane Park, GTS Novera, České Radiokomunikace, Telefónica O2 a ČD Telematika.

Společnost OptoNet na své síti plně podporuje multicastové směřování. Dále má společnost své partnery, se kterými je propojena pomocí virtuální privátní sítě a na této síti je poté schopna také vysílat multicastově.

Společnost OptoNet je také zapojena do projektu ROWAnet. ROWAnet je projekt spravující páteřní optickou datovou síť, který slouží pro veřejnou správu v kraji Vysočina. Projekt ROWAnet si klade za cíl zajistit občanům přístup k vysokorychlostnímu internetu, dále pak umožnit veřejnému sektoru využívat vysokorychlostní internet, sdílet a přenášet data mezi jednotlivými organizacemi. Počet připojených organizací veřejného sektoru by se měl pohybovat okolo 80. Připojeny by měly být zejména obecní a městské úřady, knihovny, školy, informační centra, zdravotnická zařízení, složky integrovaného záchranného systému. Projekt ROWAnet je financován krajem Vysočina za pomoci prostředků ze strukturálních fondů EU. Společnost OptoNet se na projektu ROWAnet podílí provozováním některých optických linek a dodávkou služeb VoIP a IPTV pro celou síť ROWAnet. [33]

5.2 Počet uživatelů

Společnost OptoNet poskytuje v současné době připojení k internetu přibližně 10 000 uživatelům a to jak ve veřejné správě, tak v komerčním sektoru. Konkrétním uživatelům pak připojení k internetu poskytuje většinou přes partnerské společnosti, kterým zajišťuje konektivitu a další služby, jako například IPTV. Většina připojených klientů je v blízkosti páteřních tras a to

zejména ve městech Havlíčkův Brod, Jihlava, Znojmo, Moravské Budějovice a Pelhřimov.

Službu IPTV, která byla spuštěna v polovině letošního roku, nyní zejména testují partnerské společnosti a z toho důvodu ji prozatím využívají desítky uživatelů. Momentálně je tato služba nejvíce rozšířená ve Znojmě. Společnost je v budoucnu schopna vysílat až pro desítky tisíc uživatelů.

5.3 Internetové vysílání

Společnost OptoNet zajišťuje i internetové televizní vysílání a on-line streaming. Většinou takto vysílá materiál vytvořený vlastními prostředky. K tomuto vysílání používá dvě technologie a to Windows Media a Adobe Flash. Společnost vlastní jeden streamovací server a ten je umístěn v telehousu. Server je schopen obsloužit 500 až 600 uživatelů při datovém toku 1,5 Mb/s. Většinou vysílá multibitrate s maximální kvalitou 1,5 Mb/s. Při vysílání pro více jak 500 uživatelů spolupracuje společnost OptoNet se systémem NACEVI, přes který šíří svůj obsah. Společnost by chtěla v budoucnu pořídit další streamovací servery a umístit je do své sítě a vytvořit vlastní síť pro doručování obsahu.

Zajímavým a pilotním projektem internetového televizního vysílání je pro společnost OptoNet projekt www.hasici150.cz. Prozatím je zde v provozu pouze videogalerie, ale od března příštího roku by mělo být spuštěno kontinuální online vysílání. Dále společnost streamuje například zasedání zastupitelstva kraje Vysočina.

5.4 IPTV

Společnost OptoNet nabízí od poloviny letošního roku také službu IPTV a VoD. Tuto službu nabízí společnost především velkoobchodně pro veřejnou správu, business klientelu a pro své ISP partnery. Pro poskytování této služby spolupracuje se společností Planet A. Společnost Planet A vlastní Itonis Media

platformu od české společnosti Alef Nula, která zahrnuje komplexní řešení pro IPTV vysílání a VoD služby. OptoNet má od společnosti Planet A pronajatou pouze virtuální platformu. Tato platforma umožňuje nejen vysílat převzatý obsah od Planet A, ale také šířit přes IPTV obsah vlastní. [31] a [32]

V současné době šíří společnost OptoNet 85 kanálů v několika tematických balíčcích s různou skladbou. Vysílání je kódováno do formátu MPEG-2. V SD kvalitě dosahuje datový tok 6 Mb/s a v HD kvalitě 16 Mb/s.

Ke službě IPTV nabízí společnost OptoNet tyto funkce: EPG – elektronický programový průvodce na 14 dní dopředu, Moje TV – pro složení vlastního programu z dostupných kanálů, Pause live TV a Start over TV – pro pozastavení pořadu a pro sledování aktuálního pořadu od začátku, nPVR (NETWORK PERSONAL VIDEO RECORDER) – pro nahrávání pořadů. Dále také službu VoD a to ve dvou variantách a to transakční a substituční. Transakční varianta nabízí půjčování jednotlivých filmových titulů v ceně od 19 Kč do 79 Kč. Substituční varianta pak umožňuje za paušální měsíční poplatek vytvoření vlastní programové nabídky určitého kanálu. Takto funguje například filmový kanál HBO Digital, který obsahuje přibližně 100 titulů a je možno si je přehrávat kdykoliv a kolikrát chceme.

Zajímavým balíčkem nabízeným službou IPTV je tzv. balíček ROWA, který obsahuje jedenáct programů za 75 Kč a je určen výhradně pro veřejnou správu, jako například, pro nemocnice, školy, úřady atd..

Další zajímavostí je začlenění internetové televize i-vysocina.cz do IPTV vysílání společnosti OptoNet. I-vysocina.cz je informační internetová televize kraje Vysočina provozovaná společností pHmedia. Společnost OptoNet přijímá unicastově vysílaný stream od společnosti pHmedia v PAL kvalitě zakódovaný v MPEG-2. Stream má datový tok maximálně 4 Mb/s. Tento stream poté společnost OptoNet již vysílá multicastově skrze svou službu IPTV.

Společnost OptoNet si v oblasti IPTV neklade za cíl jen obsloužit co největší množství uživatelů, ale především se chce zaměřit na konkrétní skupiny zákazníků a jim nabídnout programy, které si žádají a za které jsou ochotni si připlatit, jako jsou například různé sportovní či přírodopisné kanály. Společnost by tímto způsobem chtěla ve svém regionu konkurovat zejména poskytovatelům kabelové a satelitní televize.

5.5 Vyhodnocení

Společnost OptoNet se jeví jako mladá dynamická společnost s cílem poskytovat konektivitu k internetu a dále široké spektrum multimediálních služeb.

V současné době je společnost na počátku poskytování služby IPTV, ale již nyní disponuje technologiemi, se kterými může tuto službu poskytovat valně většině vlastních klientů. Společnost nechce jen vysílat pro co největší množství uživatelů, ale chtěla by zacílit na konkrétní zákazníky, kteří jsou ochotni si za široké spektrum služeb připlatit, a jim nabídnout kvalitní programovou skladbu s velkým množstvím tématických balíčků.

V oblasti internetového televizního vysílání a on-line streamingu nyní společnost zajišťuje spíše menší projekty jako například internetovou televizi www.hasici150.cz nebo on-line streaming z jednání zastupitelstva kraje Vysočina. Pro tyto projekty společnost zajišťuje i pořízení audiovizuálního materiálu a jeho zpracování. V případě většího vysílání je však společnost nucena spolupracovat s ostatními společnostmi zabývajícími se doručováním obsahu. V budoucnu má společnost plán pořídit více streamovacích serverů a vytvořit ve své síti vlastní autonomní síť pro doručování obsahu (CDN).

Pro snímání zvukového materiálu společnost používá profesionální zařízení od společnosti Omnitronic. Pro snímání obrazového materiálu pak používá digitální kamery od společnosti Panasonic - tři profesionální kamery Broadcast

AG-HMC71 a jednu kameru HDC- HS100. Zpracování obrazu poté probíhá digitálně pomocí zařízení NEWTEK Tricaster PRO a střížny EDIUS NEO.

Dále společnost zajišťuje různé videokonference a chtěla by se více věnovat také webcastingu a educastingu.

V oblasti IPTV se dá tedy říci, že společnost nabízí kvalitní službu kterou již nyní může nabízet v masovém měřítku a uspokojit tak až desítky tisíc uživatelů. V oblasti internetového televizního vysílání a on-line streamingu je společnost na dobré cestě a pokud vytvoří vlastní síť pro doručování obsahu, bude poté moci vysílat až pro tisíce uživatelů současně. Navíc síť společnosti OptoNet podporuje multicastové směrování a pokud se podpora multicastu v České republice rozšíří (zejména u NIX.CZ. viz kapitoly 3.5. a 3.3) bude moci v budoucnu vysílat opravdu v masovém měřítku.

6 Případová studie společnosti Blue4.cz s.r.o.

Veškeré informace obsažené v této kapitole vychází z informací poskytnutých společností Blue4.cz s.r.o. (dále jen Blue4.cz) a ze strukturovaného rozhovoru s technickým ředitelem společnosti panem Antonínem Mlejnkem.

Společnost Blue4.cz byla založena v roce 2004 a působí především v Pardubickém a Královéhradeckém kraji. Společnost se zabývá zejména poskytováním telekomunikačních služeb a specializovaným prodejem výpočetní a telekomunikační techniky.

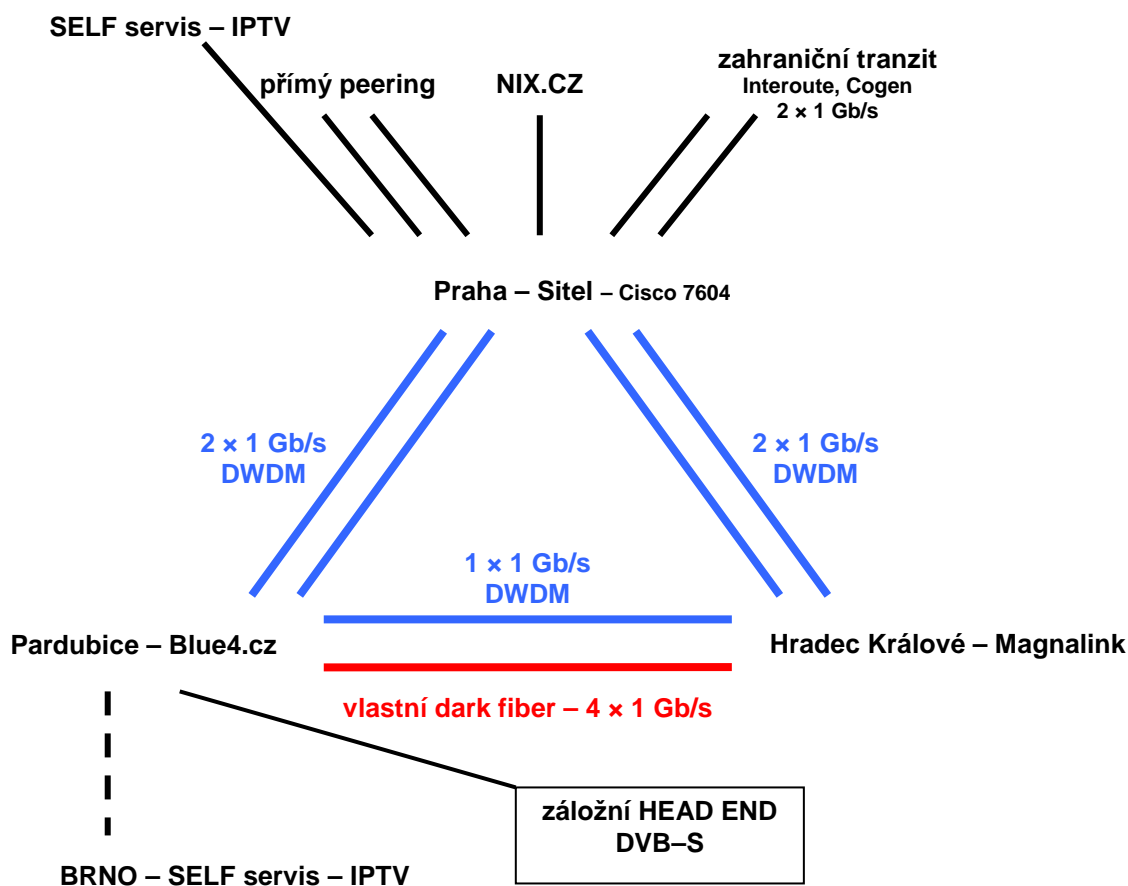
Společnost při poskytování telekomunikačních služeb úzce spolupracuje s královéhradeckou společností Magnalink a.s., jejímž je také akcionářem. Obě společnosti jsou pak v současné době leaderem v poskytování telekomunikačních služeb ve východních Čechách

6.1 Struktura sítě

Společnost Blue4.cz má páteřní síť propojenou s páteřní sítí společnosti Magnalink. Tato síť je kruhového typu a prochází městy Praha, Pardubice a Hradec Králové. Propojení mezi Prahou a Pardubicemi je stejně jako propojení mezi Prahou a Hradcem Králové řešeno pronajatou optickou DWDM linkou s kapacitou 2×1 Gb/s. Propojení mezi Pardubicemi a Hradcem Králové je řešeno jednou pronajatou optickou DWDM linkou s kapacitou 1 Gb/s a dále vlastními dark fibery o kapacitě 4×1 Gb/s.

Uzel páteřní sítě v pražském Sitelu je osazen routerem Cisco 7604 a dochází zde k napojení na zahraniční tranzit se společnostmi Interout a Cogent. Dále je zde síť připojena do peeringového centra NIX.CZ a také zde dochází k přímému peeringu s dalšími českými operátory. Dále zde dochází k peeringu

se společností SELF servis, spol. s r.o., která dodává pro Blue4.cz a pro Magnalink službu IPTV.

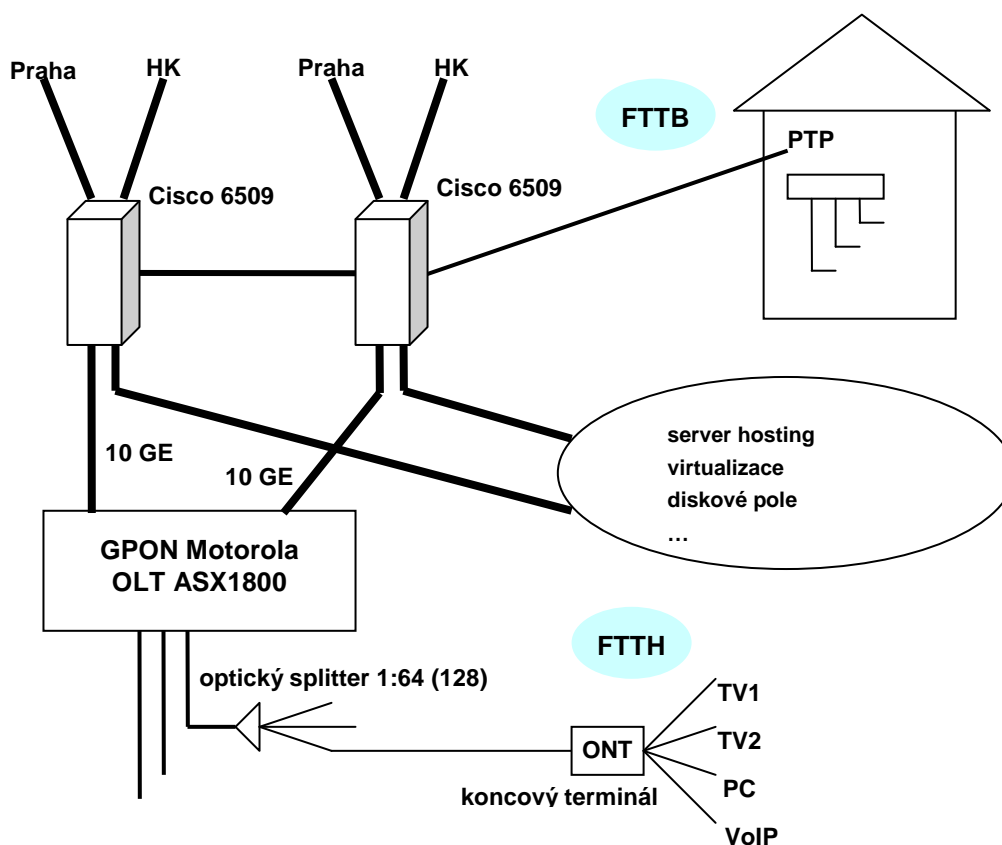


Obrázek 10 Topologie páteřní sítě Blue4.cz a Magnalink

V Pardubicích je základním prvkem sítě datové centrum umístěné v sídle společnosti, v centru Pardubic. Toto datové centrum je prozatím umístěno na jednom místě, ale nyní se intenzivně pracuje na jeho rozdělení. V datovém centru jsou umístěny dva routery Cisco 6509, které jsou spolu vzájemně propojeny. Do každého routeru pak vede optická linka z Prahy a z Hradce Králové.

Konkrétní připojení uživatelů je pak řešeno buď bezdrátově nebo pomocí optických vláken. Z hlediska IPTV se budeme zajímat pouze o připojení prostřednictvím optických vláken, protože bezdrátové připojení nemá dostatečnou datovou propustnost pro používání této služby (viz kapitola 3.4.3).

Většina optických kabelů je v Pardubicích vedena v souběhu s trolejovým vedením Dopravního podniku města Pardubice. Tyto kabely jsou samonosné a jejich délka je přibližně 34 kilometrů. Další optické kabely jsou poté vedeny v kopaných trasách. Celá síť je pak transparentní a segmentovaná do VLAN.



Obrázek 11 Topologie sítě Blue4.cz

Přístupová síť je řešena na základě optických vláken a to buď systémem FTTB nebo FTTH. Vlákna vedená jako FTTB jsou pak připojena systémem point to point přímo do routeru Cisco 6509. Pro řešení FTTH je použita technologie GPON, kde je hlavním prvkem zařízení OLT Motorola ASX1800. OLT obsahuje čtrnáct GPON karet určených pro připojení uživatelů a každá karta má 4 porty. Z portů pak vedou optická vlákna do pasivních optických splitterů, kde dochází k rozdělení do 64 vláken (softwarově je pak možné rozšíření až na 128). Ze splitteru potom vede optické vlákno přímo do domácnosti, v níž je ukončeno ve čtyř portovém ONT. Společnost Blue4.cz je pak schopna systémem FTTH obsloužit 3584 uživatelů.

Síť společnosti Blue4.cz, stejně jako síť společnosti Magnalink, podporuje multicastové směrování.

6.2 Počet uživatelů

V současné době je k síti Blue4.cz připojeno přibližně 5 500 uživatelů. Ovšem maximální plánovaná kapacita sítě Blue4.cz se pohybuje okolo 10 000 uživatelů a sítě Magnalink okolo 15 000 uživatelů.

Služba IPTV je v současné době ve fázi pilotního testování a to jak v Hradci Králové tak v Pardubicích, proto tuto službu v současné době používá jen přibližně 250 uživatelů. Dostupnost IPTV je plánována jen pro uživatele připojené pomocí optických linek (typu FTTH či FTTB), počet uživatelů používajících službu IPTV je plánován v řádu tisíců.

6.3 IPTV

V současné době je IPTV ve fázi pilotního testování. Plné komerční spuštění této služby se plánuje na konec ledna roku 2010. V současné době je vysíláno celkem patnáct kanálů, z toho tři ve full HD kvalitě. Datový tok se pohybuje okolo 130 Mb/s.

Pro poskytování této služby spolupracují společnosti Blue4.cz a Magnalink se společností SELF servis. Společnost SELF servis pak spolupracuje se společností EasyTV. Společnosti Blue4.cz a Magnalink poté přejímají do své sítě již multicastové vysílání a to v pražském Sítelu. Do této sítě pak proudí dva separátní streamy a to jeden pro Hradec Králové (ochrana Verimatrix) a druhý pro Pardubice (ochrana Securmedia). V budoucnu je plánován pouze jeden druh ochrany na celé síti.

Společnost Blue4.cz plánuje pro zajištění náhradního příjmu vysílání propojení se společností SELF servis do Brna. Dále společnost používá pro zajištění náhradního příjmu, v případě nedostupnosti streamu od společnosti SELF servis, vlastní headend. Tento headend přijímá satelitní signál a je schopen vysílat přibližně dvanáct kanálů.

Vysílání v SD kvalitě je kódováno do formátu MPEG-2 a dosahuje datového toku maximálně 10 Mb/s. Vysílání v HD kvalitě je kódováno do formátu MPEG-4 a dosahuje datového toku maximálně 25 Mb/s.

Ke službě IPTV nabízí společnost Blue4.cz tyto funkce: EPG – elektronický programový průvodce, nahrávání záznamu zvoleného uživatelem a VoD - videopůjčovnu. Tyto funkce pak zajišťuje společnost Blue4.cz pomocí vlastního stream serveru, který je umístěn v datovém centru. Tento stream server je prozatím pouze ve fázi testovacího provozu.

Společnost v budoucnu plánuje vysílat až 70 televizních kanálů a počítá s celkovým datovým tokem od 300 do 400 Mb/s.

6.4 Vyhodnocení

Společnost Blue4.cz se za pět let svého fungování stala společně s partnerskou společností Magnalink leaderem v poskytování telekomunikačních služeb ve východních Čechách. Obě tyto společnosti navíc

hojně investují do rozvoje své síťové infrastruktury a to zejména do technologie optických kabelů.

Společnost Blue4.cz se nezabývá internetovým televizním vysíláním, ani jiným streamingem směrem do internetu. Zajímavostí z oblasti streamování může být kamerový systém města Pardubice, který je umístěn na traci trolejového vedení. Vysílání se šíří unicastově do operačního střediska městské policie. Další zajímavou službou je kamerový systém například v panelových domech. Zde dochází ke snímání společných prostor v domě a audiovizuální materiál je poté multicastově šířen do separátní VLAN pro konkrétní dům. U FTTB přípojek dochází k multicastovému vysílání přímo v daném domě. U FTTH přípojek je nutno pořízený materiál zaslat zpět do datového centra a z OLT poté vysílat multicastově.

Z hlediska IPTV je společnost Blue4.cz a společnost Magnalink zatím ve fázi testování, ale s plným nasazením se počítá již v lednu roku 2010. Služba bude dostupná všem uživatelům připojeným pomocí optických vláken a to jak FTTH tak FTTB. V oblasti IPTV se dá tedy říci, že společnost nabízí kvalitní službu, kterou může nabízet v masovém měřítku a uspokojit tak až tisíce uživatelů.

Zajímavostí je, že společnost Blue4.cz používá v Pardubicích pro službu IPTV set-top-box vlastní výroby. Tento set-top-box umožňuje připojení dvou televizorů najednou a na každém televizoru je pak možno sledovat jiný kanál. Jediné, co musí uživatel učinit, je umístit k druhému televizoru přijímač infračerveného záření pro dálkové ovládání a propojit jej se set-top-boxem.

Velkou výhodou řešení IPTV u společností Blue4.cz a Magnalink je plánované dvojí napojení na zdroj IPTV vysílání u společnosti SELF servis a to v Praze a v Brně. Další velkou výhodou je, že v případě úplného výpadku vysílání od společnosti SELF servis je možno přejít na vlastní záložní headend, který přijímá digitální satelitní signál. Kvalita tohoto vysílání je samozřejmě

nižší a záložní headend umožňuje vysílat pouze přibližně dvanáct kanálů. Ovšem na dočasné vysílání, do odstranění výpadku u společnosti SELF servis, je tento headend dostačující.

7 Závěr

Jedním z cílů této bakalářské práce bylo analyzovat stávající situaci používání streamingu v masovém měřítku v prostředí České republiky. Ke splnění tohoto cíle je v práci vytvořen základní přehled o síťové infrastruktuře českého internetu a o jejích možnostech z hlediska multicastového směrování. Následně je popsán systém pro doručování obsahu NACEVI a dále jsou uvedeny dvě případové studie společností poskytujících internetové televizní vysílání a IPTV.

Dalším cílem pak bylo vyhodnotit internetové televizní vysílání a IPTV vysílání jako plnohodnotnou alternativu terestriálního, satelitního či jinak šířeného televizního vysílání. K tomuto vyhodnocení byly použity informace obsažené v celé bakalářské práci, zejména pak informace o systému NACEVI, výzkumná analýza služby O2 TV a dvě případové studie .

Dále je uveden stručný přehled výsledků práce, který je rozdělen na dvě kapitoly. První se zaměřuje na internetové televizní vysílání a druhá na IPTV.

7.1 Internetové televizní vysílání

V současné době je největším poskytovatelem internetového televizního vysílání síť pro doručování obsahu NACEVI, která je schopna obsloužit až 100 000 uživatelů současně. Zatím největší počet současně připojených uživatelů byl 40 000 a datový tok dosahoval 30 Gb/s.

Budeme-li hovořit o masovém sledování internetového televizního vysílání, dá se říci, že je potřeba vysílat multicastově. Multicastové směrování ale bohužel není v současné době v českém internetu plně podporováno. Multicast nepodporuje zejména peeringové centrum NIX.CZ a někteří internetoví poskytovatelé. Velkou nevýhodou pro rozvoj podpory multicastového směrování je

finanční nákladnost a to zejména z hlediska nutnosti výměny aktivních prvků v jednotlivých sítích. V současné době se tedy vysílá unicastově a používají se sítě pro doručování obsahu, které snižují zatížení sítě českého internetu. V těchto sítích je pak velice důležité vhodně umístit streamovací servery.

Z hlediska dostupnosti vysílání pro uživatele se dá říci, že rychlost připojení uživatelů k internetu je zejména pro vysílání v SD kvalitě dostatečná.

Internetové televizní vysílání se v současné době prakticky nedá považovat za plnohodnotnou alternativou k jinak šířenému televiznímu vysílání. Nejen že v současné době není možno vysílat pro statisíce uživatelů, ale i obsah internetového televizního vysílání nemůže být z důvodu autorských práv stejný jako u jinak šířeného televizního vysílání. Internetové televizní vysílání je tedy spíše vhodný doplněk televizního vysílání a konkrétní vysílání je pak soustředěno spíše na konkrétní spektrum uživatelů.

7.2 IPTV

Službu IPTV v současné době nabízí čím dál více internetových providerů a služba je čím dál populárnější. V současné době patří k nejpoužívanějším a nejdostupnějším službám O2 TV od společnosti Telefónica O2. Tuto službu využívá přes 100 000 uživatelů.

Pro IPTV vysílání je nutno podporovat na dané síti multicastové směrování a z toho plyne velká finanční nákladnost této služby na stávajících sítích internetových providerů. Je zde většinou nutno vyměnit většinu aktivních prvků. Proto je vhodnější službu nabízet na nově vznikajících sítích.

Službu IPTV tedy můžeme považovat za vhodnou alternativu jinak šířeného televizního vysílání. Navíc IPTV nabízí zejména na optických sítích (FTTB a FTTH) velice kvalitní obraz. Další velikou výhodou takto šířeného televizního vysílání je možná interaktivita s uživatelem. Kdy je možné nabízet další doplňkové služby jako například videopůjčovna, tv banking a další.

Reference

- [1] CESNET [online]. 1996-2009 [cit. 2009-10-26]. Dostupný z WWW: <<http://www.cesnet.cz/sdruzeni/>>.
- [2] Síť GTS Novera – GTS Novera [online]. 2009 [cit. 2009-10-29]. Dostupný z WWW: <http://www.gtsnovera.cz/cs/o_gts/sit_gts_novera.shtml/>.
- [3] GTS Novera [online]. 2009 [cit. 2009-10-29]. Dostupný z WWW: <http://www.gtsnovera.cz/cs/pro_media/tiskove_zpravy/141.shtml/>.
- [4] SLOANE PARK – páteř vašich sítí [online]. 2007-2009 [cit. 2009-10-30]. Dostupný z WWW: < <http://www.sloane.cz/>>.
- [5] ČD-Telematika [online]. [2009] [cit. 2009-12-09]. Dostupný z WWW: <<http://www.cdt.cz/templates/index.aspx?col=1><=cs>.
- [6] NIX.CZ, z.s.p.o. - Neutral Internet Exchange [online]. 1997-2009 [cit. 2009-10-30]. Dostupný z WWW: < <http://nix.cz/>>.
- [7] Český statistický úřad [online]. 2009 [cit. 2009-11-1]. Dostupný z WWW: <<http://www.czso.cz/csu/redakce.nsf/i/home/>>.
- [8] PETERKA, Jiří. Internet v ČR: 2 miliony vysokorychlostních přípojek a 5 milionů uživatelů. LUPA [online]. 2009 [cit. 2009-11-01]. Dostupný z WWW: <<http://www.lupa.cz/clanky/internet-vnbspcr-2-miliony-pripojek/>>. ISSN 1213-070.
- [9] Internet pro všechny [online]. 2002-2009 [cit. 2009-11-2]. Dostupný z WWW: < <http://www.internetprovsechny.cz/index.php>>. ISSN 1801-1160.
- [10] Test rychlosti připojení k Internetu [online]. 2004-2009 [cit. 2009-11-2]. Dostupný z WWW: < <http://rychlost.cz/>>.
- [11] DSL.CZ [online]. 2003-2009 [cit. 2009-11-4]. Dostupný z WWW: <<http://www.dsl.cz/>>

- [12] LUPA - Server o českém Internetu [online]. 1998-2009 [cit. 2009-11-2]. Dostupný z WWW: <<http://www.lupa.cz/>>. ISSN 1213-0702.
- [13] Cisco Systems, Inc : Cisco Systems umí 100 Mbps Internet po kabelové TV [online]. 1992-2005 , 02.03.2005 [cit. 2009-11-13]. Dostupný z WWW: <<http://www.cisco.cz/index.sub.php?id=63&pid=zpravy&select=preview&tree=on&typ=media>>.
- [14] VALA, Ondřej. Jak funguje kabelová televize. DigiZone.cz [online]. 2008 [cit. 2009-11-13]. Dostupný z WWW: <<http://www.digizone.cz/serialy/jak-funguje-kabelova-televize/>>. ISSN 1801-4933.
- [15] InfoNet a.s. [online]. 2005 [cit. 2009-11-13]. Dostupný z WWW: <<http://www.infonet.as/>>.
- [16] NACEVI [online]. 2009 [cit. 2009-11-14]. Dostupný z WWW: <<http://www.nacevi.cz/>>.
- [17] Dell Inc. [online]. 1999-2009 [cit. 2009-11-15]. Dostupný z WWW: <<http://www.dell.cz/>>.
- [18] HP Česká republika[online]. 2009 [cit. 2009-11-14]. Dostupný z WWW: <<http://www.hp.com/>>.
- [19] KUCHAR, Martin. Jak zapojíme síť: WiFi bez zbytečných tajemství. Svět hardware [online]. 2009 [cit. 2009-11-15]. Dostupný z WWW: <http://www.svethardware.cz/art_doc-A90E51371D93722FC12570A6004427AB.html>. ISSN 1213-0818.
- [20] KRSEK, Michal. WiFi mýty a skutečnost. LUPA - Server o českém Internetu [online]. 1998-2009 [cit. 2009-11-15]. Dostupný z WWW: <<http://www.lupa.cz/clanky/wifi-myty-a-skutecnost-iii/>>. ISSN 1213-0702.

- [21] 2H s.r.o. [online]. 2007 [cit. 2009-11-14]. Dostupný z WWW: <<http://www.2h.cz/media/wifi/wifi%20schema.jpg>>.
- [22] NÁVRAT, Václav. IPTV v síti nízkonákladového poskytovatele. [s.l.], 2009. 52 s. MASARYKOVA UNIVERZITA, FAKULTA INFORMATIKY. Vedoucí diplomové práce RNDr. Eva Hladká, Ph.D. Dostupný z WWW: <http://is.muni.cz/th/99112/fi_m/dp-navrat-tisk.pdf>.
- [23] Kálal, Jan. Průvodce digitálním vysíláním. DigiZone.cz [online]. 2008 [cit. 2009-11-16]. Dostupný z WWW: <<http://www.digizone.cz/serialy/pruvodce-digitalnim-vysilanim/>>. ISSN 1801-4933.
- [24] O2 TV [online]. 2009 [cit. 2009-11-23]. Dostupný z WWW: <<http://www.o2-tv.cz/o2tv/cz/home/index.html>>.
- [25] Česká televize [online]. 1996-2009 [cit. 2009-11-22]. Dostupný z WWW: <<http://www.ceskatelevize.cz/>>.
- [26] POTŮČEK, Jan. Jaký datový tok je pro HDTV nejlepší a nejefektivnější?. DigiZone.cz [online]. 2009 [cit. 2009-11-22]. Dostupný z WWW: <<http://www.digizone.cz/aktuality/jaky-datovy-tok-je-pro-hdtv-nejlepsi/>>. ISSN 1801-4933.
- [27] Co je a co není HDTV. DigiZone.cz [online]. 2009 [cit. 2009-11-22]. Dostupný z WWW: <<http://hdtv.digizone.cz/co-je-a-co-neni-hdtv/>>. ISSN 1801-4933.
- [28] HOLUB, Ondřej. Internet prostřednictvím rozvodů kabelové televize (CATV). [s.l.], 2006. 21 s. Semestrální práce. Dostupný z WWW: <http://filip.fd.cvut.cz/vyuka/tks/holub_internet_kabel_tel.pdf?PH_PSESSID=174625ecbea105cd2691281aeb3638da>.

- [29] DOCSIS™ Cable Modem Technology: [online]. 2001 [cit. 2009-11-24]. Dostupný z WWW: <<http://www.comsoc.org/ci/private/2001/mar/fellows.html>>.
- [30] Jak funguje IPTV [online]. 2008-2009 [cit. 2009-11-30]. Dostupný z WWW: <<http://www.digiprijem.cz/view.php?cisloclanku=2008050004>>.
- [31] ALEF NULA [online]. 2006 [cit. 2009-12-06]. Dostupný z WWW: <<http://www.alefnula.cz/>>.
- [32] A1M [online]. 2008 [cit. 2009-12-06]. Dostupný z WWW: <<http://www.a1m.cz/>>.
- [33] ROWAnet [online]. 2007 [cit. 2009-12-07]. Dostupný z WWW: <<http://www.rowanet.cz/index.php>>.
- [34] HDTV [online]. 2009 [cit. 2009-12-08]. Dostupný z WWW: <<http://www.hdtvblog.cz/slovník/1080p>>. ISSN 1802-7482 .
- [35] Přístupová síť. *Rychlost.DSLforum.cz* [online]. 2007 [cit. 2009-12-10]. Dostupný z WWW: <<http://rychlost.dslforum.cz/clanky/pristupova-sit.php>>.
- [36] KRSEK, Michal. Content Delivery Networks -- Internet zítřka. *LUPA - Server o českém Internetu* [online]. 2002 [cit. 2009-11-24]. Dostupný z WWW: <<http://www.lupa.cz/clanky/content-delivery-networks-internet-zitrka/>>. ISSN 1213-0702.

8 Seznam obrázků

Obrázek 1 Topologie sítě CESNET2 platná od června 2009 [1]	10
Obrázek 2 Topologie sítě GTS Novera [2]	11
Obrázek 3 Topologie sítě Sloane park [4]	12
Obrázek 4 Topologie sítě ČD-Telematika [6].....	13
Obrázek 5 Topologie sítě NIX.CZ [6]	15
Obrázek 6 Schéma ADSL [11]	18
Obrázek 7 Schéma HFC sítě [14]	20
Obrázek 8 Schéma WiFi sítě [21].....	21
Obrázek 9 Topologie sítě OptoNet	37
Obrázek 10 Topologie páteřní sítě Blue4.cz a Magnalink	44
Obrázek 10 Topologie sítě Blue4.cz.....	45

9 Seznam grafů

Graf 1 Počet připojených diváků a tok dat v systému NACEVI [16]	23
Graf 2 Spokojenost s instalací služby O2 TV	31
Graf 3 Spokojenost s řazením kanálů u služby O2 TV	32
Graf 4 Spokojenost s ovládáním služby O2 TV.....	33
Graf 5 Spokojenost s kvalitou obrazu služby O2 TV	34
Graf 5 Spokojenost s rychlostí internetu při puštěné O2 TV	35

10 Přílohy

Dotazník – používání O2 TV

Dobrý den, jsem studentem Pedagogické fakulty Jihočeské univerzity v Českých Budějovicích a zpracovávám svou bakalářskou práci na téma „Masivní streaming“.

V rámci této práce provádím kvalitativní sondu o IPTV a proto Vás prosím o vyplnění tohoto dotazníku. Všechny uvedené informace budou zpracovávány anonymně a nebudou jednotlivě uveřejněny.

Chtěl bych Vás požádat abyste se pokud možno co nejvíce rozepsali.

Děkuji za ochotu a za Váš čas,
Eduard Krlín

1. Jak probíhala instalace? Byly nějaké problémy (vzdálenost ústředny,...)?

2. Vadí Vám pevné řazení kanálů?

3. Jak jste spokojen s ovládáním této služby? Pociťujete nějaké zpoždění při přepínání kanálů, pokud ano jak velké?

4. Jste spokojen s kvalitou obrazu? Nedochází k výpadkům nebo ke zhoršení kvality služby při používání internetu či VoIP?

5. Máte od O2 i připojení k internetu? Ovlivňuje spuštěná televize rychlost internetu?

6. Jste spokojeni s touto službou? Kde vidíte její výhody či nevýhody?