

Vysoké učení technické v Brně

Brno University of Technology

Podnikatelská fakulta

Faculty of business and management

Zavedení technologie IPv6 do datového centra firmy Zoner, s.r.o.

Autor: Ing. Roman Skřivánek

Vedoucí: Ing. Viktor Ondrák, Ph.d.

Brno 2008

ÚVOD	3
ANALÝZA SOUČASNÉHO STAVU	5
Historie firmy Zoner, s.r.o.	5
SWOT analýza firmy Zoner, s.r.o.	10
Silné stránky	10
Slabé stránky	11
Příležitosti	12
Hrozby	13
Současnost protokolu IP verze 6	14
Datové centrum firmy Zoner, s.r.o.	16
Technické řešení datového centra	16
Propojení datového centra s celosvětovou sítí Internet	22
Služby datového centra	24
TEORETICKÁ VÝCHODISKA ŘEŠENÍ	27
Technologie sítě Internet	27
Historie Internetu	27
Technologické řešení	30
Protokoly v počítačových sítích	32
Norma ISO/OSI	32
Přenos dat	34
Protokol IP verze 4	37
Adresy v protokolu	37
Přenos dat	41
Nedostatky a možná řešení	43

Protokol IP verze 6	45
Výhody a mechanismus adresování	45
Struktura protokolu	48
Mechanismy přechodu na nový protokol	50
NÁVRH ŘEŠENÍ	53
Projekt přechodu datového centra na nový protokol	53
Cíl projektu	53
Plán přechodu	54
Ekonomické zhodnocení projektu	58
Marketingové aspekty	58
Porovnání nákladů a výnosů	59
ZHODNOCENÍ A ZÁVĚR	64
SEZNAM POUŽITÉ LITERATURY	65

Úvod

Tato diplomová práce se zabývá zavedením nové technologie internetového protokolu verze 6 (v tomto textu dále označovaného zkratkou IPv6, která je mezi odbornou veřejností obecně rozšířena a běžně používána také v literatuře) do počítačové sítě firmy Zoner Software, s. r. o.¹. Je zde představen současný stav, jeho analýza a možnosti dalšího řešení a rozvoje jak vzhledem k zamýšlené technologii, tak i vzhledem k možnostem uspokojování potřeb zákazníků firmy v budoucnosti.

Součástí analýzy zavedení nové technologie je samozřejmě také kalkulace a vyčíslení ekonomického přínosu pro firmu. Vzhledem k nákladům na zavedení je nutné vzít úvahu i rentabilitě a skutečnosti, zda se tato technologie vůbec vyplatí. Analýza by měla dát odpověď na otázku, zda bude zvolené řešení dostatečně efektivní a nakolik tomu tak bude.

Tato analýza se zaměří jak na hledisko technologické, tak i na ekonomické aspekty celého řešení. Ty zohledňují především dvě věci – efektivitu z hlediska nákladů na zavedení a z hlediska přínosu pro firmu formou získání a udržení zákazníků. Půjde tedy také o marketingový aspekt.

Součástí návrhu bude samozřejmě také popis samotného řešení, tedy plán zavedení a implementace technologie do počítačového systému firmy. Jedná se o komplexní činnost, sestávající z mnoha navzájem propojených procesů, jejichž koordinace se může jevit poměrně náročnou, především z hlediska organizace. Také k tomu by měla dopomoci tato diplomová práce.

Uvedená technologie internetového protokolu verze 6 (v dalším textu bude běžně používána zkratka IPv6 existuje již několik let, během kterých prochází zajímavým vývojem. I tento bude diskutován v rámci analýzy současného stavu a návrhu nového řešení.

Přestože internetový protokol nové verze (na rozdíl od internetového protokolu původní verze 4) není zatím běžně používán, má mnoho zajímavých vlastností, které významně rozšiřují jeho možnosti vzhledem k protokolu stávajícímu. Ten je sice

celosvětově používán po několik desetiletí a je de facto základním nosným sloupem současného internetu, vykazuje však několik nedostatků a slabých míst, které dávají prostor k nápravě a rozšíření. Jedná se o problémy zejména technicko-organizační, které souvisí především s množstvím použitelných internetových adres (jejich množství je limitováno) a také s podporou technologií, k jejichž prudkému rozvoji došlo až v posledních letech, především podpora mobilních zařízení.

Věřím, že tato diplomová práce bude kvalifikovaným přínosem pro management firmy jak pro rozhodnutí o tom, zda bude zavedení nové technologie přínosem, tak i pro samotné zavedení do provozní praxe.

Analýza současného stavu

Historie firmy Zoner, s.r.o.

Informační technologie představují relativně mladý technologický obor, který prochází v posledních desetiletích bouřlivým vývojem. Zvláště v posledním období, tedy v druhé polovině devadesátých let dvacátého století a na počátku století jednadvacátého, je jeho růst stále progresivnější. Vzniká mnoho nových firem, přičemž některé z nich patří k těm největším na světě – za všechny jmenujme alespoň Microsoft, Google, Cisco, nebo Yahoo.

Ze své podstaty jsou informační technologie oborem globálním. Firmy, které v něm působí, a to především ty z nich, které se zabývají vývojem nových technologií, operují v rámci celého světa. Tato skutečnost souvisí především s globalizující se ekonomikou jako takovou. Dalším důvodem této skutečnosti je však také možnost poměrně efektivní distribuce produktů na širokém území, zejména pokud se jedná o programové vybavení počítačů.

Některé z těchto firem pochopitelně nejsou takto mladého data a na světovém trhu působí již po několik desetiletí. Jedná se zejména o firmy se sídlem ve Spojených Státech Amerických, kde tento obor vzniknul. Pokud jde o situaci v České Republice, nalézáme zde určité specifika, která jsou však společná pro celou oblast střední a východní Evropy.

Zde mohlo dojít ke vzniku nových technologických firem v zásadě až v období, které následovalo s pádem socialistického zřízení a s tím souvisejícím přechodem k

tržní ekonomice. Sem lze zařadit i firmu Zoner, která začala ve svém oboru působit na počátku devadesátých let minulého století.

Brněnská firma Zoner Software, s.r.o (dále jen Zoner¹) je již od svého založení jednou z vedoucích ve svém oboru, kterým jsou informační technologie. Od začátku nabízí spektrum různých služeb, které pokrývají široké a různorodé potřeby jejích zákazníků. Hlavní sídlo firmy je v Brně, její pobočky jsou však umístěny i v zahraničí – na Slovensku, v Maďarsku, Japonsku i ve Spojených Státech Amerických. Firma celkem zaměstnává asi 70 pracovníků.

V době svého založení v první polovině devadesátých let reagovala na zvyšující se potřebu počítačového software a začala proto nabízet programy pro počítačovou grafiku. V následujících letech se pak orientovala i dalšími směry, jejichž společným jmenovatelem jsou však právě informační technologie.

Firma Zoner se dnes organizačně člení do tří divizí, které se zabývají jednotlivými odvětvími informačních technologií. Jedná se o divizi vývoje a prodeje počítačového software, dále pak divizi internetu a konečně divizi vydavatelství počítačové literatury. Každá z nich má svoje vlastní vedení, přičemž firmu jako celek řídí její jednatel. V další části tohoto úvodu se pokusím stručně shrnout tyto hlavní strategické sektory, ve kterých firma působí.

Oblast počítačového software je ve firmě zastoupena především nástroji pro práci s počítačovou grafikou. Ta je poměrně úzce specializovaná, přitom však orientovaná na potřeby širokého spektra zákazníků. Toto spektrum se rozprostírá od laických uživatelů počítačů až po profesionály, které se zabývají vydáváním grafických publikací. Divize počítačových programů byla založena v roce 1993 a jejím cílem bylo od začátku dodávat na český i zahraniční trh masově prodávané programy.

Zde se činnost firmy soustřeďuje především na oblasti digitální fotografie, dále pak také na grafické editory, technologii pro práci s čárovými kódy, multimediální autorské nástroje a vektorové kliparty. Na českém trhu se stal nejoblíbenějším programem software na zpracování digitální fotografie Zoner Media Explorer, dále pak Zoner Photo Studio. V zahraničí se jedná především o grafický editor Zoner Draw

(v České Republice prodávány pod názvem Zoner Callisto). Tento grafický editor je nejvíce oceňovaný český software a získal již více než 30 ocenění různých odborných redakcí.

Kromě již uvedeného vývoje programového vybavení pro osobní počítače a vydavatelství odborné literatury především z oblasti výpočetní techniky nabízí firma svým zákazníkům také poskytování služeb takzvaných datových center. Jedná se o možnost umístit počítačová data klienta na počítače poskytovatele služby – tedy firmy Zoner. K těmto datům je pak možné přistupovat prostřednictvím sítě Internet a realizovat tak například webové prezentace firmy zákazníka.

Počátky provozu tohoto datového centra sahají do roku 1996. V této době bylo v rámci firmy Zoner založeno samostatné oddělení pro provoz datového centra a poskytování souvisejících služeb zákazníkům. Toto oddělení se veřejnosti začalo prezentovat pod značkou Czechia.

Divize internetových služeb však nezahrnuje pouze provoz datového centra. Zabývá se také webovými službami, tedy vývojem internetových prezentací na základě požadavků zákazníka, a certifikační služby. Ty mají stále větší a větší význam například také v souvislosti s elektronizací státní správy, ale samozřejmě také v obchodě, prováděném elektronickou cestou, jako i v mnoha jiných oblastech.

Systém pro výstavbu a provoz internetových prodejen Zoner inShop se již tři měsíce po svém uvedení v roce 1998 stal nejpoužívanějším komerčním řešením pro elektronickou komerci v ČR a tuto pozici stále obhájuje. V září 1999 pak poprvé vyšel Interval.cz, který se stal nejnavštěvovanějším magazínem věnovaným tvorbě webu, internetové grafiky a e-komerci.

Firmy, které působí v České Republice pro svou prezentaci obvykle volí internetovou adresu, která končí příponou (neboli doménou) „.cz“. Je tomu tak z toho důvodu, aby se v rámci internetového prostoru mohly odlišit od stejnojmenných firem, působících v zahraničí a aby tímto způsobem deklarovaly svoje působení právě v České Republice.

Důvodem pro použití domény „.com“ (která je zpravidla běžně používána firmami a institucemi, které působí v celosvětovém měřítku) byla snaha o pomoc českým firmám k tomu, aby se prosadily v zahraničí, především v Americe. Proto také bylo první datové centrum firmy Zoner umístěno ve Spojených Státech Amerických.

Tato snaha byla úspěšná a vedla k získání mnoha zkušeností s provozem datových center. Tyto bylo možné úspěšně využít v dalším období. V roce 1997 vzniknul základ datového centra i České Republice. V této době začaly být zákazníkům nabízeny služby spojené s provozem firemních webových stránek a prezentací, umístěných na počítačích firmy Zoner.

Od roku 2001 pak bylo zřízeno vlastní datové centrum, které bylo jako první specializována právě na poskytování služeb pro provoz webových prezentací. Toto datové centrum bylo do sítě Internet připojeno pomocí páteří sítě firmy GTS, která je využívána dodnes.

Jednou ze služeb, poskytovaných zákazníkům, je registrace doménových jmen v rámci některé z celosvětově používaných domén národních. Jedná se například o uvedené domény „.cz“ (která deklaruje a identifikuje příslušnost k České Republice), „.com“ (která je běžně chápána jako doména mezinárodní), nebo „.eu“ .

Poslední z uvedených deklaruje souvislost internetové prezentace v této doméně s Evropskou Unií. Firma Zoner je od roku 2003 akreditovaným registrátorem doménových jmen uvnitř domény „.cz“ a od roku 2005 také akreditovaným registrátorem domén v doméně „.eu“.

Jednou z výhod využití datového centra firmy Zoner je úspora nákladů, vznikajících provozem vlastních prostředků výpočetní techniky. Tyto prostředky v sobě zahrnují nutnost jejich fyzického pořízení, instalace potřebného programového vybavení (zejména některého operačního systému určeného pro obsluhu síťového serveru) a také údržba, která vyžaduje nutnost zaměstnat odborného pracovníka.

Jak je zřejmé z předchozího textu, je historie firmy Zoner poměrně bohatá. Již po mnoho let se zabývá širokým spektrem činností v oblasti informačních technologií a uspokojuje náročné potřeby svých zákazníků. Stalo se již pravidlem, že služby, které

poskytuje, jsou na vysoké úrovni a patří k naprosté špičce ve svém oboru. O tom svědčí i velké množství ocenění, která jí byla udělena mnoha renomovanými odbornými institucemi.

Z tohoto důvodu lze pro firmu Zoner použít přívlastek "inovativní". Přinejmenším v oblasti České Republiky byla mnohokrát první, kdo začal používat nějakou novou technologii a svým zákazníkům tak nabízet i nový okruh služeb. Tato vysoce nastavená laťka je výzvou i pro další období existence firmy. Firma si tímto způsobem vybuodovala široké zázemí a velice dobrou pověst, kterou si bude udržovat i v budoucnu.

K tomu bude samozřejmě nutné si před konkurencí udržet náskok i v technologické oblasti tak, jako doposud. Jednou z inovací v tomto směru může být samozřejmě i přechod na novou internetovou technologii IPv6, která je v současné době mezi odbornou veřejností velmi diskutovaná a která se v dalších letech pravděpodobně stane standardně používanou.

SWOT analýza firmy Zoner, s.r.o.

Silné stránky

Hlavní výhodou firmy Zoner, s.r.o., pokud jde o její internetové služby, je její vedoucí role v tomto oboru na trhu v rámci České Republiky. Jak již bylo uvedeno výše v této diplomové práci, zavedla tato firma jako první datové centrum a začala nabízet a poskytovat jeho služby zákazníkům. Z toho plyne její kredit mezi zákazníky, ať už v rámci proniknutého, nebo potenciálního trhu.

Podobná situace je i na trhu s programovými aplikacemi, které firma vyvíjí a prodává. Výrobky této firmy se dodávají již téměř dvě desetiletí a to jak na trh tuzemský, tak i celosvětový (firma má pobočky v několika zemích světa).

Jedná se samozřejmě o dva různé trhy, které, i když jsou oba součástí segmentu informačních technologií, spolu v zásadě nijak nesouvisí. Jejich společným jmenovatelem je však jméno a značka výrobce, který je velice renomovanou firmou. Lze tedy předpokládat, že úspěch v rámci jednoho strategického segmentu se pozitivně promítne na celkové hodnotě značky firmy a zvýší důvěru mezi jejími zákazníky v tomto technickém oboru.

Úspěch značky a firmy jako celku pak má pozitivní vliv na situaci i v ostatních strategických tržních segmentech, přičemž v našem případě se jedná o segment provozu datových center. Silnou stránkou firmy Zoner, s.r.o. je tedy velice dobré renomé mezi jejími zákazníky (ať už stávajícími, nebo potenciálními) a dlouhá tradice jejich výrobků a služeb.

Slabé stránky

Slabých stránek je v tomto případě poměrně málo. V porovnání s konkurenčními firmami se jedná se především o poněkud vyšší ceny, které jsou však tvořeny směrem k náročnějším zákazníkům. Stejně jako ostatní firmy, pracující v tomto oboru, však firma Zoner, s.r.o. nabízí i služby poskytované zdarma (jedná se o produkt "MiniWeb"), který však ve svém portfoliu má i konkurence.

Tato nabídka je na tomto poli obvyklá a má význam především marketingový. Náklady na poskytování služby jsou relativně nízké a spočívají především v provozu počítače, pomocí kterého je poskytována. Na tomto počítači však lze bez zásadních problémů provozovat i několik set, případně několik tisíc těchto služeb. Poskytnutí služby zdarma pak vedou k očekávání, že zákazník časem projeví zájem o placenou verzi této služby a využije nabídky firmy, která mu službu poskytuje zdarma. Lze říci, že tento přístup je natolik běžný, že jen málokterá firma tento druh služby zdarma nenabízí. V mnoha případech je pak dosaženo příjmů i pomocí této služby, a to ve formě reklamního sdělení, umístěného na webové stránky zákazníka.

Firma Zoner, s.r.o. se však orientuje na náročnou klientelu, čemuž odpovídají i relativně vyšší ceny. Podrobné rozbory a porovnání zde nejsou uvedeny, jako příklad je zde jen porovnání služby Serverhousing (která spočívá v umístění vlastního počítače zákazníka do datového centra a jeho připojení k síti Internet). Firma Zoner, s.r.o. nabízí tuto službu od 1500,- Kč měsíčně, zatímco konkurenční firma Web4U, s.r.o. od 950,- Kč měsíčně.

Další slabou stránkou mohou být paradoxně kvalitní služby a tradice a renomé firmy. Zákazník očekává vysoce kvalitní plnění a v případě, že by firma Zoner, s.r.o. nespĺnila jeho požadavky, projevílo by se to na její marketingové pozici velmi negativně.

Příležitosti

Příležitosti na tomto tržním segmentu pro firmu Zoner, s.r.o. spočívají především v současném stavu a předpokládaném budoucím vývoji jak tuzemského, tak i celosvětového trhu informačních technologií. Tento vývoj je stále velmi intenzivní a očekává se, že tomu tak bude i v dalších letech.

Zavádění technologických novinek do praxe je velice dobrou příležitostí k tomu, aby si firma Zoner, s.r.o. udržela svoji současnou pozici v tomto strategickém tržním segmentu. O její výhodě na tomto poli nemůže být přitom sporu vzhledem k její dlouhé tradici.

Pokud jde o datové centrum a zvažovanou technologii IPv6, je i toto dobrou příležitostí k tomu, aby s firma udržela na samotném vrcholu technologického rozvoje v rámci České Republiky. Služby, založené na použití tohoto protokolu, jsou zatím spíše okrajové a na komerční bázi prozatím nejsou nabízené. Zavedení protokolu IPv6 do datového centra je tak možností, jak zvýšit konkurenční výhodu firmy Zoner, s.r.o. před ostatními.

I když vzhledem k malému potenciálnímu trhu tato služba zpočátku zřejmě nebude příliš využívána, je pravděpodobné, že počet zákazníků se v budoucnu zvýší. Zavedením této technologie také firma získá dlouhou časovou rezervu k tomu, aby tuto službu dále vylepšila a získala zkušenosti z jejího praktického provozu.

V neposlední řadě se jedná o prestižní záležitost, která zvýší renomé firmy a zajistí jí další publicitu například ve formě odborných recenzí v odborných počítačových časopisech.

Hrozby

V souvislosti s prudkým technologickým rozvojem ve strategickém sektoru informačních technologií se kromě příležitostí objevují samozřejmě i hrozby. Ty spočívají především v možnosti špatného odhadu vývoje a případně zanedbáním přínosů nových inovací.

To by se projevilo v možném ignorování jejich možností a jejich nepoužitím. Tím by mohlo dojít ke ztrátě technologické výhody před konkurencí a tedy i ke ztrátě vedoucího postavení na daném trhu.

Pokud jde o téma této diplomové práce, kterým je implementace protokolu IPv6 do datového centra firmy Zoner, s.r.o., může i zde dojít i k situaci, popsané v předchozím odstavci. Špatný odhad v tomto tržním segmentu a nenasazení této technologie může vést k tomu, že firma ztratí svoji výhodu na úkor konkurence. Je samozřejmě možné tuto nevýhodu eliminovat zavedením předmětné technologie i v pozdějším časovém horizontu, toto řešení se však nejeví jako optimální a pro firmu Zoner, s.r.o. výhodné.

Může pochopitelně dojít i k situaci zásadě opačné, tedy že se uvedená technologie projeví jako neúspěšná a celosvětově se od ní ustoupí. V takovém případě, pokud by ji firma Zoner, s.r.o. tuto technologii implementovala, bylo by nutné zvážit přechod zpět na technologii původní. Se zavedením technologie jsou spojeny určité náklady, což by mělo za následek jisté finanční ztráty firmy. Tato možnost se však celosvětově ukazuje jako nepravděpodobná.

Současnost protokolu IP verze 6

Protokol IPv6 není v současné době na počátku svého vývoje. První návrhy tohoto protokolu se objevují již v devadesátých letech minulého století. Od té doby prošel postupným vývojem, až se kolem roku 1995 objevila první specifikace jeho standardu. Ani poté však nebyl vývoj ukončen, ale až do současnosti prochází jistými změnami.

Přesto však jsou jeho základní myšlenky a principy již stabilní a rozsáhlých změn pravděpodobně nedoznají. Od doby publikování tohoto standardu byl protokol již mnohokrát implementován v různých počítačových sítích jak ve světě, tak i v České Republice⁷. Přestože se jedná zpravidla o experimentální aplikace tohoto protokolu, nabývá stále většího významu.

Zavádění tohoto protokolu do praxe je doménou především výzkumných institucí a vysokých škol, i když zcela stranou není ani komerční sféra. Je to poměrně obvyklá situace, podobná zavádění jiných nových technologií v oblasti výpočetní techniky a informatiky. Také v těchto případech byla hlavními průkopníky v první řadě vždy vědecká a výzkumná pracoviště, především vysoké školy ve Spojených Státech Amerických, které jsou místem vzniku tohoto moderního technického oboru jako takového.

V současnosti je tak v rámci celého světa tento protokol alespoň experimentálně implementován na většině vysokých škol a výzkumných pracovišť, které se zabývají obory výpočetní techniky a informatiky. Výjimkou samozřejmě není ani Vysoké učení technické v Brně, především pak Fakulta informačních technologií. Na její hlavní webové stránce lze nalézt referenci právě na protokol IPv6⁸.

Kromě vysokých škol se výzkumem a vývojem zabývají samozřejmě i komerční instituce. Jedná se především o světově známé firmy, zabývající se informatikou, výpočetní technikou a jejich inovacemi. Jako příklad lze uvést například technologickou firmu Microsoft. I zde lze nalézt informace o vývoji a aplikaci protokolu IPv6 přinejmenším na experimentální bázi. Samozřejmě pak obvykle nechybí možnost navštívit webové stránky za pomoci tohoto protokolu a vyzkoušet si jeho možnosti v praxi.

V České Republice se informacím o této technologii věnuje především webový portál IPv6.cz¹. Informuje mimo jiné o postupném zavádění tohoto protokolu v různých firmách a institucích v rámci České Republiky. Toto zavádění však bylo poměrně intenzivní před několika lety, v současnosti se, alespoň v komerční sféře, nové aplikace tohoto protokolu příliš často neobjevují.

Příčinu tohoto stavu lze nalézt ve vývoji internetových technologií jako takových. Protokol IPv6 byl zamýšlen jako náhrada protokolu IPv4, přičemž se předpokládalo, že jeho rozšíření v rámci celého světa bude otázkou poměrně krátké doby. V době výrazného rozmachu výpočetní techniky a informatiky, stejně jako počítačové sítě Internet, docházelo k masivnímu využívání a obsazování adres, definovaných původním protokolem IPv4 (tento protokol i pojem adresového prostoru jsou v dalším textu popsány podrobněji). Docházelo k důvodným obavám, že adresový prostor bude vyčerpán a další vývoj nebude možný.

Z tohoto důvodu byly v rámci protokolu IPv4 zavedeny další technologie, které tento problém zčásti řešily, a které budou dále podrobněji popsány. Toto řešení však nebylo zcela dokonalé, protože přinášelo mnoho nevýhod, které se týkaly především omezenosti komunikace mezi libovolnými dvěma počítači v rámci sítě.

Zhruba od počátku tohoto století pak docházelo k postupnému šíření protokolu IPv6, a to, jak již bylo zmíněno, především mezi akademickými institucemi. Nebylo však prozatím přijato všeobecně, především proto, že jeho zavedení je spojeno s jistými náklady i technickými obtížemi.

I přesto se však očekává, že bude v budoucnu používán masově. Produkty obecně známých firem v oblasti výpočetní techniky a informatiky se na tuto situaci připravují a jejich produkty s využitím nového protokolu počítají. Jako příklad lze opět uvést firmu Microsoft, respektive jeho operační systémy Windows XP a nejnověji Windows Vista. Oba dva protokoly IPv6 podporují, i když v prvním z nich musí být tato podpora explicitně nastavena.

Dalším příkladem je firma Cisco, která je světovým producentem zařízení pro infrastrukturu počítačových sítí. Prakticky všechny její nové produkty a výrobky jsou

koncipovány takovým způsobem, aby umožnily nasazení v prostředí počítačové sítě, založené právě na protokolu IPv6.

Z existence a podpory nové technologie renomovanými světovými technologickými firmami, stejně jako z jejího praktického nasazení v mnoha institucích (i když převážně akademických) lze tedy oprávněně usuzovat na další vývoj a postupné nasazování nové technologie v rámci počítačové sítě Internet.

Na bázi protokolu IPv6 existuje celosvětová páteřní síť, ke které se může připojit každý zájemce. Toto připojení se provádí zpravidla nepřímě, tedy přes instituci, která je již do této sítě zapojena a připojení zprostředkuje. Vzhledem k tomu, že větší část síťové infrastruktury Internetu pracuje na bázi protokolu IPv4, není toto připojení zpravidla přímé, ale provádí se prostřednictvím starší verze této technologie za pomoci některého z technických mechanismů, které byly za tímto účelem vyvinuty.

Datové centrum firmy Zoner, s.r.o.

Technické řešení datového centra

Firma Zoner provozuje datové centrum, jehož služby nabízí svým zákazníkům. Jak již bylo uvedeno v předchozí části, nabízí tuto službu již od roku 1996 a to jako

první svého druhu v rámci České Republiky. Od té doby samozřejmě prošlo postupným vývojem.

Zásadních proměn samozřejmě doznala i situace na tomto segmentu trhu s informačními technologiemi. V současné době existuje mnoho odborně zaměřených firem, které nabízí služby podobného zaměření, i když s různými úrovněmi kvality a ceny. Je to pochopitelné, protože spektrum zákazníků v tomto oboru je široké a každý z nich dává přednost jiným podmínkám v rámci různých firemních řešení.

Datové centrum, jak již bylo nastíněno v předchozí části tohoto textu, představuje jistý technologický celek, jehož účelem je poskytování specifických internetových služeb zákazníkům firmy. Tyto služby však nespočívají v připojení počítačů a (počítačových sítí vůbec) klienta do infrastruktury celosvětové sítě sítě Internet, ale jsou orientovány jiným směrem.

Datové centrum v tomto smyslu představuje soubor počítačů, které jsou majetkem firmy Zoner a pomocí kterých jsou realizovány služby, poskytované firmou zákazníkům. Tyto počítače jsou za pomoci vhodných technických prostředků propojené mezi sebou do integrálního a homogenního celku a tvoří tak počítačovou síť. Ta je přitom propojena do infrastruktury celosvětové sítě Internet.

Tyto technické prostředky, zmíněné v předchozím odstavci, tvoří skupinu různých zařízení, která nějakým způsobem zajišťují komunikaci mezi jednotlivými počítači. Z hlediska jejich technické funkce je v zásadě možné je rozdělit do dvou skupin:

- síťová infrastruktura
- síťové směrovače (routery)

Jako fyzickou infrastrukturu si můžeme představit zejména přenosové kabely, které propojují jednotlivá technická zařízení mezi sebou. Kabelů, které se používají v oblasti informačních technologií, existuje mnoho různých druhů. Ty jsou specifické zejména svými fyzikálními vlastnostmi a způsobem provedení. Těmito charakteristikami jsou pak determinovány možnosti jednotlivých způsobů jejich použití

v technické praxi. Ty lze charakterizovat zejména za pomoci hledisek, které se objevují v technické praxi.

Jedná se zejména o rychlost přenosu dat (která pak určuje rychlost, jakou mohou propojená technická zařízení komunikovat mezi sebou), dále pak maximální přenosovou vzdálenost (tedy nejvyšší možnou délku kabelu, kterou je možné fyzicky propojit dvě různá zařízení) a konečně prostředí, ve kterém lze příslušný kabel použít. Příkladem charakteristiky prostředí může být například takové, kde se vyskytuje intenzivní elektromagnetické záření (pak je nutno použít kabel buď velmi silně stíněný, anebo založený na jiném principu, než je přenos informace pomocí elektromagnetických vln, zejména kabel optický).

Kromě přenosových kabelů lze pro komunikaci využít i jiné možnosti fyzické realizace spojů. Jedná se především o takzvaný bezdrátový přenos dat, který pracuje na fyzikálním principu radiových vln a jejich šíření v prostoru. V oblasti počítačových sítí jsou velice rozšířené například mikrovlnné spoje.

Další v praxi velice používanou technologií je WiFi, která se v České Republice masově používá zejména při připojení domácností. Množství instalací těchto zařízení zde patří k nejvyšším na světě, což je způsobeno především relativně vysokými cenami operátorů, kteří poskytují připojení kabelová, pracující s využitím jednotné telekomunikační sítě.

Druhou skupinou zařízení, která slouží k realizaci infrastruktury počítačové sítě ve firmě Zoner, jsou směrovače. Jedná se o sofistikované přístroje, jejichž účelem je řízení toku dat mezi jednotlivými prvky sítě. Toto směrování se provádí na základě znalosti cílového místa (počítačové sítě, nebo jednotlivého počítače) a cesty k němu. Jedná se o netriviální záležitost, která úzce souvisí s protokoly, používanými v počítačových sítích, a tedy i s tématem této diplomové práce. Podrobněji se tímto tématem budu zabývat v dalších částech tohoto textu.

Datové centrum firmy Zoner je tak z hlediska technického řešení počítačové sítě optimálním způsobem realizováno pomocí metod a zařízení, které jsou běžné v tomto

technologickém sektoru. Jako celek poskytuje datové centrum široké spektrum služeb, které firma nabízí svým zákazníkům v souladu se svými strategickými cíli.

Samotným účelem jednotlivých počítačů, které jsou propojeny mezi sebou a jako celek také s celosvětovou sítí Internet, je provozování počítačových aplikací takovým způsobem, aby bylo dosaženo uspokojení potřeb zákazníků. Jedná se především o aplikace, jejichž funkcionalita úzce souvisí právě s připojením do celosvětové počítačové sítě a o které se opírá.

Tyto aplikace jsou majetkem zákazníků, kteří tímto způsobem využívají technických kapacit provozovatele datového centra (tedy firmy Zoner) pro svoje vlastní potřeby. Za tuto poskytovanou službu buď platí provozovateli smluvně stanovenou odměnu, anebo je v některých případech služba poskytována provozovatelem zdarma, tedy bez úhrady.

Firma Zoner nabízí své služby na území města Brna, kde je i její sídlo. Tato skutečnost však není nijak omezující pro využívání služeb datového centra i zákazníky z jiných geografických oblastí. Počítače, které jsou umístěny v datovém centru a na kterých jsou umístěna data a aplikace zákazníků, jsou připojeny do sítě Internet a jejím prostřednictvím je možné s nimi kdykoli pracovat téměř bez jakýchkoli omezení. Jedinou nevýhodou může být omezení rychlosti přenosu mezi datovým centrem a počítačem klienta (případně jiným počítačem v síti Internet), které je dáno technologií konstrukce linek pro přenos dat.

Na území města Brna existují tři dílčí datová centra, provozovaná firmou Zoner, která jsou mezi sebou technologicky propojena do jednoho celku. K tomuto stavu se dospělo postupným vývojem a rozvojem firmy v čase; ke zprovoznění nového centra došlo obvykle poté, co již nestačila prostorová kapacita stávajících. Jedná se o následující:

- Nové Sady (zde je i sídlo firmy Zoner)
- Kotlářská (bývalé sídlo firmy)
- Cejl (pronajaté prostory)

V době psaní této diplomové práce přitom probíhají intenzivní přípravné práce na výrazné zvýšení kapacity a faktické otevření úplně nového dílčího datového centra na ulici Nové Sady. Tyto práce spočívají především ve stavebních úpravách budovy, ve které firma sídlí. Dalším krokem pak bude instalace jednotlivých počítačů a směrovacích zařízení a jejich propojení pomocí dalších technologických prvků počítačové sítě.

V místě sídla firmy na ulici Nové Sady je i odborné technologické pracoviště, odkud je možné ovládat vzdáleně všechna technická zařízení počítačové sítě. Slouží ke správě, údržbě a monitorování všech technologických prvků sítě, ke sběru, shromažďování a analýze technických dat a samozřejmě také k vyhodnocování efektivity provozu. Další možností, které centralizovaná správa nabízí, je také možnost prakticky okamžitého servisního zásahu v mnoha případech.

Ve všech dílčích datových centrech firmy je celkem nainstalováno přibližně 200 počítačů, které jsou využívány pro umístění a zpracování zákaznických dat. Ve vlastních prostorách na Nových Sadech a na Kotlářské je přitom po 80 počítačích, zatímco v prostorách na ulici Cejl je asi 40 počítačů.

Pro samotnou realizaci počítačové sítě je použita technologie renomované americké firmy Cisco, která je v tomto oboru uznávaným světovým výrobcem a dodavatelem. Jedná se o již zmíněné směrovače, což jsou technická zařízení, sloužící ke směrování provozu v počítačové síti mezi počítači. V prostorách firmy na ulici Nové Sady jsou provozována následující technická zařízení (uvádím zde typové označení výrobce):

- 2 x Cisco 7301
- 1 x Cisco 3750
- 6 x Cisco 2950

Počet a typ směrovačů v dalších dílčích datových centrech, které jsou umístěny na území města Brna, je prakticky obdobný. Pro propojení počítačů a routerů a pro připojení těchto datových center do sítě Internet se používá technologie optických

vláken, jejichž hlavní výhodou (oproti běžně používanému metalickému vedení) je vysoká rychlost a odolnost vůči elektromagnetickému rušení.

Pro správnou činnost počítačů je nutné, aby byl na každém z nich nainstalován operační systém. Jedná se o soubor programového vybavení, které slouží ke zprostředkování komunikace obsluhy počítače, jeho technického vybavení a programových aplikací, které jsou na tomto počítači provozovány.

Operačních systémů existuje celá řada různých typů. Některé z nich jsou vyvíjeny a dodávány některou z celosvětově působících komerčních firem (zejména firmou Microsoft, která má v tomto segmentu trhu prakticky téměř až monopolní postavení), jiné jsou vyvíjeny na nekomerčním principu zpravidla buď v prostředí sponzorovaných organizací, nebo pracovišť odborných akademických institucí a vysokých škol.

V datových centrech firmy Zoner se používají dva různé typy operačních systémů – Microsoft Windows Server 2003 a Debian (což je jedna z variant operačního systému Linux). Volba systému pro konkrétní počítač závisí především na požadavcích zákazníka, který tento počítač využívá pro uložení a zpracování svých dat a aplikací. Přibližně polovina z počítačů přitom využívá první uvedený z uvedených systémů, kterým je Microsoft Windows Server 2003, zatímco druhá polovina je řízena operačním systémem Debian.

Připojení do celosvětové počítačové sítě Internet je na technologické úrovni realizováno prostřednictvím dodavatelů firmy Zoner, kterými jsou odborné firmy Master a GTS. Obě uvedené firmy zajišťují spojení datového centra jak do zahraničí, tak i do celostátního technologického systému NIX. Ten slouží k vzájemnému propojení různých počítačových sítí, dislokovaných na území České Republiky, které provozuje mnoho různých institucí, ať už se jedná o komerční firmy, které působí v tomto technologickém sektoru, různé akademické a vzdělávací instituce, anebo složky státní správy.

Tyto dodavatelské firmy zajišťují propojení jednotlivých dílčích technologických celků datového centra na úrovni jejich přímého propojení. Jejich rolí je

tedy v tomto případě zajištění přenosu datových toků z jedné fyzické lokace do druhé, eventuelně pak přenos dat z datového centra do celosvětové sítě Internet. Řízení směru toku dat v rámci datového centra jako celku je pak zajištěno vlastními prostředky firmy Zoner, které jsou součástí tohoto centra, a které jsou představovány již zmíněnými směrovači.

Datové centrum na Kotlářské ulici je přitom připojeno prostřednictvím firmy GTS, zatímco centrum na ulici Cejl za pomoci technické infrastruktury firmy Master. Lokalita na Nových Sadech pak využívá služeb obou uvedených dodavatelských firem, čehož výhodou je možnost záložního spojení v případě technické poruchy na zařízení jedné z uvedených dodavatelských firem.

Propojení datového centra s celosvětovou sítí Internet

V současné době je připojení datového centra do celosvětové sítě Internet technicky realizováno pomocí internetového protokolu IPv4. Tento protokol bude v textu diplomové práce podrobněji popsán dále, zde je však vhodné uvést jeho základní principy a především konkrétní způsob jeho aplikace v prostředí datového centra.

Základním rysem protokolu IPv4 (takto je označován protokol IP verze 4) je identifikace obou míst v počítačové síti Internet (počítačů), které spolu za pomoci technických prostředků této sítě nějakým způsobem komunikují. Tato komunikace spočívá ve vzájemném odesílání a příjmu dat.

Pro zajištění korektního propojení je nutné, aby tato identifikace byla jednoznačná. K tomu slouží přiřazení unikátního čísla (které se v praxi nazývá IP adresa) každému počítači v této síti. V případě IP verze 4 se jedná o číslo v rozsahu 0 až

$2^{32}-1$, které se obvykle zapisuje jako čtyři čísla v rozsahu 0 až 255, oddělená tečkami. Kombinace těchto čísel pak jednoznačně určuje danou adresu.

IP adresy jsou celosvětově přidělovány některou ze tří organizací, které jsou k tomu účelu zřízeny. První z nich administrativně pokrývá oblast Evropy, Afriky a Ruska, druhá pak oblast Severní a Jižní Ameriky a Jihoafrické Republiky a konečně třetí oblast Asie, Austrálie a Oceánie. Tyto organizace přidělují adresy dalším institucím, které zpravidla působí na celostátní úrovni. Odtud jsou adresy distribuovány dále jednotlivým zájemcům.

Adresy přitom nejsou přidělovány jednotlivě, ale v určitých blocích. Zpravidla se jedná o bloky, které spolu matematicky souvisí, takže část čísel, ze kterých sestávají, jsou stejná.

Firma Zoner, s.r.o. má pro potřeby svého datového centra v době psaní této diplomové práce k dispozici adresy v rozsahu 217.198.112.0 až 217.198.127.255, což je relativně velký prostor adres, který umožňuje jednoznačně identifikovat až 4096 různých počítačů.

Tento rozsah přitom není využit celý, ale jen z části. Využitá část sestává z rozsahu adres 217.198.112.0 až 217.198.114.255. Znamená to, že přidělený rozsah adres je využitý jen z necelé jedné čtvrtiny celkového prostoru.

Zájem o internetové adresy je však poměrně velký, protože datové centrum probíhá procesem soustavného rozšiřování. Firma Zoner, s.r.o. tedy bude muset v nejbližší době využít i adresy z dosud nevyužité části prostoru, který má ke své dispozici.

Pokud jde o protokol IP verze 6, jehož nasazením se zabývá tato diplomová práce, i u něj existují jisté rozsahy adres. Firma Zoner, s.r.o. však na tento protokol bude teprve přecházet, takže existence přiděleného adresového prostoru, stejně jako informace o jeho využití, jsou zatím předčasné.

V současné době nemá firma Zoner, s.r.o. žádný adresový prostor protokolu IP verze 6 k dispozici a jeho získání je otázkou dalšího vývoje v budoucnosti.

Služby datového centra

Datové centrum slouží pro uspokojování potřeb zákazníků firmy Zoner. Je navrženo a koncipováno takovým způsobem, aby tuto úlohu mohlo plnit co nejeфекtivnějším způsobem. Přitom musí vyhovovat požadavkům širokého spektra zákazníků firmy, které jsou velice různorodé. Pro zajištění různých druhů služeb je tedy nutné, aby řešení bylo co nejvíce univerzální a flexibilní.

Požadavky zákazníků tak korespondují s širokým spektrem možností, které datové centrum poskytuje. Na jednu stranu je možné uspokojit velice náročné zákazníky, kteří vyžadují maximum poskytovaných služeb, spojených s rozsáhlou asistencí; naopak na druhou stranu pak služeb centra mohou využívat i zákazníci nenároční, kteří využívají služeb, poskytovaných zdarma.

Je samozřejmé, že náročnosti požadovaných služeb odpovídá i cenové rozpětí. To se pohybuje od nuly, u výše uvedených služeb poskytovaných bezplatně, až po odměnu v řádech tisíců korun měsíčně za komplexní služby pro ty zákazníky firmy, kteří mají náročné požadavky.

Úroveň nabízených služeb ponejvíce souvisí s technickými parametry, které jsou tak či onak limitovány technologickými možnostmi datového centra. V dalším textu budou stručně shrnuty a kvalifikovány základní charakteristiky těch technologických parametrů, které determinují úroveň služeb, poskytovaných zákazníkům datového centra firmy Zoner.

Tyto charakteristiky lze rozdělit do dvou základních skupin. První z nich přitom představuje vlastnosti služby, které jsou závislé na operačním systému, řídicím konkrétní počítač (případně skupinu propojených a vzájemně spolupracujících počítačů), pomocí kterého je daná služba realizována.

V tomto případě se jedná v prvé řadě o samotný typ operačního systému. Od této v jistém smyslu základní charakteristiky se odvíjí velká skupina charakteristik dalších, které determinují jistý okruh aplikací zákazníka, které je možné na konkrétním počítači provozovat. Jak již bylo uvedeno, jedná se o dva různé operační systémy, přičemž

každý z nich je v jistém smyslu zástupcem určité rodiny operačních systémů, obvykle používaných.

První z nich je operační systém Microsoft Windows Server 2003. Jedná se o představitele rodiny operačních systémů, které již po několik desetiletí vyvíjí známá technologická firma Microsoft. Daný operační systém je díky svému dlouhodobému vývoji, koncentrovanému v profesionálním prostředí, velice vyspělý a podporuje provozování širokého spektra aplikací i dalších softwarových prostředků, které toto provozování podporují.

V prostředí nasazení aplikace v datovém centru se jedná především o webové technologie, dále pak databáze a další technologie. Těmito prostředky jsou často také technologie firmy Microsoft, i když tomu tak nemusí být v každém případě. Výhradní použití softwarových nástrojů, které dodává pouze jeden výrobce, v rámci jednoho technologického celku má své výhody i nevýhody, které jsou dlouhodobě předmětem kvalifikovaných debat mezi odbornou veřejností, a to jak technickou, tak i manažerskou.

Nevýhodou je pochopitelně jistá úroveň závislosti na konkrétním dodavateli. V případě renomované firmy však toto negativum nemusí být nijak závažné a výhody nad ním převažují. Hlavní výhodou je především jistá integrita, která plyne ze spolupráce mezi jednotlivými komponentami funkčního celku. Těmito komponentami jsou pak v našem případě jednak samotný operační systém, dále pak již zmíněné další prvky, utvářející technické prostředí pro aplikaci, tedy databáze a nástroje umožňující provoz webových serverů. Hlavní rozhodnutí o využití konkrétní technologie je však na zákazníkovi.

V případě řešení od firmy Microsoft je pak jako nástroje pro provoz webového serveru využíváno technologie Active Server Pages (která se běžně označuje zkratkou ASP), která je jejím produktem. Lze použít také odlišné technologie PHP, která však nemá takovou odbornou a technologickou podporu ze strany společnosti Microsoft, jako ASP.

Pokud jde o nástroje pro práci s databázemi, je opět možné využít technologii uvedeného dominantního výrobce software MS SQL, která má, podobně jako již zmíněné ASP, podporu a zázemí v dalších produktech této firmy. Kromě této technologie lze samozřejmě využít i jiné databázové technologie, z nichž nejpoužívanější je MySQL.

Teoretická východiska řešení

Technologie sítě Internet

Historie Internetu

Počítačová síť Internet je obecně známým fenoménem. Jedná se o celosvětovou síť, která mezi sebou propojuje v současné době více než miliardu počítačů. Je využívána ve všech sférách lidského života a pro velmi mnoho vědeckých a technických oborů se stala základem jejich fungování.

Ačkoliv je její historie mnohem starší, k jejímu masové používání začalo docházet teprve v posledních letech minulého tisíciletí. V této době se velmi významně zvýšila rychlost elektronických čipů a tedy i procesorů, které jsou základem každého počítače. S tím souvisí prudký nárůst výkonu počítačů, stejně jako radikální snížení jejich cen.

Pro srovnání lze uvést například tu skutečnost, že ještě v osmdesátých letech minulého století se v tehdejší Československu cena počítačů typu AT, které v té době patřily mezi nejvýkonnější, pohybovala v řádu desítek až stovek tisíc korun, což je se současným stavem naprosto nesrovnatelné. Jejich výkon přitom dosahoval jen zlomku

výkonu například mobilních telefonů, které jsou v dnešní době naprosto běžnou součástí každodenního života většiny lidí. Podobného výkonu dosahovaly například i počítače, používané pro řízení letů do vesmíru v počátcích kosmonautiky.

S růstem výkonu výpočetní techniky a jejím masivním šířením do všech sfér běžného života, tedy mimo akademické instituce a specializovaná pracoviště, souvisí i jejich propojování mezi sebou. Existovaly a stále existují různé globální počítačové sítě, které však byly používány především v rámci specifických odborných aktivit. Internet jako takový však získal značnou popularitu i mezi těmi, kdo nejsou odborníky na výpočetní techniku a informatiku.

Tuto síť lze v současné době charakterizovat jako globální, tedy svým rozsahem pokrývající prakticky celý civilizovaný svět. K tomuto stavu se však dospělo postupným a dlouholetým vývojem, který započal již v šedesátých letech minulého století.

Pokud jde o rozsah počítačových sítí, je v oboru výpočetní techniky obvyklá klasifikace, která sítě člení v zásadě do tří skupin:

- LAN (Local Area Network) – jedná se o počítačovou síť, pokrývající zpravidla jednu budovu (například objekt firmy), nebo areál
- MAN (Metropolitan Area Network) – toto označení lze použít pro takovou síť, která svým rozsahem pokrývá prostor jisté metropole, například počítačovou síť VUT nebo Masarykovy Univerzity v Brně

WAN (Wide Area Network) – síť pokrývající například území státu, kontinentu, případně celého světa. Sem lze zařadit i síť Internet.

Obecně platí, že sítě většího rozsahu technologicky sestávají z několika dílčích sítí rozsahu menšího. Například počítačová síť VUT je sestavena z dílčích sítí objektů jednotlivých součástí, které jsou mezi sebou propojeny a tvoří tak technologický celek, sloužící jak pro vědeckotechnické a výukové účely, tak i pro podporu mnoha různých administrativních činností. Podobně je tato síť propojena do sítě Internet a spolu s mnoha dalšími se tak stává její součástí.

Jak již bylo zmíněno sahá historie Internetu do šedesátých let minulého století a již padesát let tak prochází neustálým vývojem, který spočívá v nasazování nových a nových technologií. Jednou z nich je i protokol IPv6, který má být nasazen ve firmě Zoner, s.r.o., o čemž pojednává tato diplomová práce.

V šedesátých letech byla vládou Spojených států Amerických založena agentura Arpanet, jejímž úkolem bylo vybudování sítě, která by propojovala jednotlivá centra výzkumu, dislokovaná po celém území Spojených Států, která sloužila pro potřeby národní obrany. Tohoto úkolu dosáhla v roce 1969 vybudováním počítačové sítě Arpanet, která zpočátku propojovala pouze čtyři uzly, tedy lokální počítačové sítě na různých místech.

Klíčovým úkolem bylo zajištění funkčnosti sítě i v případě, že jeden z uzlů bude mimo provoz, což je pro případ vojenství a obrany velice důležité. Tohoto úkolu bylo dosaženo distribuovaným řízením provozu v síti, který se v jisté formě zachoval až do současného Internetu. To je jednou z jeho předností a důvodem úspěchu jeho technologie.

V průběhu času docházelo k postupnému rozšiřování počtu uzlů a zapojováním dalších institucí, zejména vědeckých. Koncem sedmdesátých let již tato síť pokrývala celé území Spojených států a počátkem let osmdesátých začala být využívána i komerčně (firmou Sun Microsystems v roce 1983). V této době došlo i k rozdělení na původní vojenskou síť a síť akademickou, která sloužila čistě po vědecké a výzkumné účely.

Přibližně v polovině osmdesátých let se začíná používat pojem Internet. V této době je již do této sítě zapojeno mnoho počítačů v rámci celého světa, tedy i mimo oblast Spojených Států, kde původně vznikla. Koncem osmdesátých let se pak objevuje první návrh systému WWW (World Wide Web), který je mimo elektronické pošty zdaleka nejpoužívanější službou v rámci Internetu.

V devadesátých letech dochází, především již zmíněnému radikálnímu rozšíření výpočetní techniky jako takové, k masovému nárůstu počtu osob a institucí, které Internet využívají. Přibližně v polovině devadesátých let a zejména koncem tisíciletí je

pak používán i osobami, které nejsou odborníky na výpočetní techniku, a stejně tak i komerčními institucemi. Objevují se aplikace Internetu v obchodě, reklamě, digitální televizi, mobilních komunikacích a mnoha dalších oblastech ve stále větším a větším rozsahu.

Technologické řešení

V průběhu času se měnily technologie, které se v síti používaly. Tyto technologie budou podrobněji rozebrány v dalších kapitolách této diplomové práce, zvláště v souvislosti s protokolem IP (Internet Protocol) a přechodem z verze 4 na verzi 6, která by měla být aplikována ve firmě Zoner, s.r.o.

Jen ve stručnosti lze však zmínit dva významné aspekty, které významných způsobem souvisí s principem činnosti. Jedná se zejména o samotný protokol IP. Ve svých počátcích byl v rámci sítě Arpanet, která, jak již bylo uvedeno, byla základem Internetu, používán protokol NCP (Network Control Protocol). Teprve od roku 1980 se začal používat modernější protokol IP ve verzi 4.

Jedná se o technologii na poměrně nízké úrovni, která s běžnou prací člověka, který není počítačovým odborníkem, nijak nesouvisí. Tato technologie slouží pro přenos dat mezi jednotlivými počítači (případně mezi dílčími počítačovými sítěmi) a pro identifikaci těchto počítačů v rámci celého Internetu.

Druhou technologií, která je však pro uživatele počítače významná, je DNS (Domain Name System). Jedná se o systém internetových adres, které jsou zadávány do počítače například při požadavku na konkrétní webovou stránku, která je jistou adresou

identifikována. Tato technologie je normalizována a popsána v doporučeních RFC 1034¹⁶ a RFC 1035¹⁷.

Tento systém je strukturovaný a je založený na takzvaných doménách, které si lze představit jako prostory jmen (identifikátorů různých míst v Internetu) do sebe zanořených. Na nejvyšší úrovni jsou takzvané národní, případně mezinárodní domény (například "com", "cz" a další), v rámci kterých jsou pak obsaženy domény nižší úrovně (například "zoner.cz", "vutbr.cz", atd.). Tímto skládáním domén pak vznikají adresy jednotlivých prostředků (webových prezentací a počítačů) v síti Internet.

Ty pak mohou obsahovat domény dalších řádů, což se však, zvláště v komerční sféře, příliš nevyužívá. Důvodem spočívají zejména v oblasti marketingu – většina firem, která se nějakým způsobem na Internetu prezentuje, se snaží o maximální jednoduchost zápisu této adresy, v ideálním případě pak o to, aby byla tato adresa totožná se jménem firmy. V praxi se pak v případě delších a víceslovních názvů dává přednost jejich obsažení v rámci názvu domény druhého stupně, což však kontraproduktivně vede k horší čitelnosti i zapamatovatelnosti. Tato praxe je však již celosvětově natolik ustálena, že se dlouhodobě s největší pravděpodobností již nijak nezmění.

System DNS pak obsahuje také jistý technický mechanismus, pomocí kterého lze zadanou adresu převést na IP adresu (a případně i nazpět). Celý proces je ve skutečnosti o něco složitější, protože formát adresy, která se zadává například do prohlížeče webových stránek, může obsahovat ještě další elementy. Uvedené téma však překračuje zaměření této diplomové práce.

Protokoly v počítačových sítích

Norma ISO/OSI

Počítačová síť je poměrně složitý technologický celek, který v sobě může zahrnovat velké množství zařízení různých typů. Tato skutečnost je zvláště markantní v rozsáhlých sítích, které propojují velké množství počítačů a pokrývají velmi rozsáhlé území.

Pro potřebu komunikace mezi jednotlivými technickými zařízeními je nutné zavést a dodržovat technickou normu, která přesně předepisuje způsob komunikace mezi nimi. Taková norma se nazývá protokol počítačové sítě. Protokolů existuje celá řada a používají se pro komunikaci na různých úrovních a pro různé účely.

Rozhodnutí o použití konkrétního protokolu může být poměrně náročný úkol. Obecně lze říci, že volba protokolu je dána především potřebou technologie a konkrétními podmínkami. V neposlední řadě pak také účelem počítačové sítě a předpokládaným způsobem jejího praktického používání.

Situace se dále komplikuje v případě, že jednotlivé dílčí části sítě, které mají být mezi sebou propojeny, používají různé protokoly. V takovém případě je vhodné zavést technickou normu, která definuje způsob propojení jednotlivých protokolů a umožní jejich vzájemnou spolupráci. Protokolů počítačových sítí existuje celá řada, přičemž vznikají i protokoly nové. Příkladem může být právě protokol IP verze 6, který je relativně nový a v praxi prozatím málo používaný, a o jehož zavedení v počítačové firmě pojednává tato diplomová práce.

Řešením je nalezení takové definice spolupráce protokolů, která bude co nejobecnější a umožní proto dobrou spolupráci pokud možno všech uvažovaných

protokolů. Takovou normou je model ISO/OSI, který je současně i mezinárodní normou zavedenou organizací International Organization for Standardization⁶.

Tato norma je mezi odbornou veřejností ve světě všeobecně uznávaná a používána. Zabývá se především klasifikací počítačových protokolů na sedmi různých úrovních. Obecně pak platí, že různé počítačové protokoly na stejné úrovni mohou být v případě potřeby mezi sebou propojeny služnou (protokolem) na úrovni vyšší, která mezi nimi zprostředkovává komunikaci. Jedná se o těchto sedm úrovní (nazývaných také vrstvy):

1. Fyzická – zajišťuje spojení na fyzické úrovni, může definovat například typ přenosového média (kabel, bezdrátové spojení, atd.) a jeho mechanické, elektrické, či funkční parametry.
2. Linková – zajišťuje spojení na úrovni propojení dvou bodů v rámci jednoho přenosového média (například lokální počítačová síť), integritu přenášených dat a jejich synchronizace.
3. Síťová – definuje směrování dat v rámci sítě a zajišťuje jejich přenos ze zdrojového do cílového uzlu.
4. Transportní – zajišťuje bezchybnost přenosu (například pomocí potvrzování přijetí každého přeneseného bloku dat - paketu) a definuje protokoly pro strukturované zprávy.
5. Relační – koordinuje komunikaci mezi dvěma počítači a zajišťuje funkce pro zabezpečení.
6. Prezentační – na této úrovni je specifikováno formátování, prezentace, transformace a kódování dat.
7. Aplikační – jako nejvyšší vrstva využívá služeb vrstev ostatních a je tak odstíněna od konkrétní realizace přenosu dat. Definuje způsob, jakým se síť komunikují jednotlivé aplikace, provozované na počítači, například webový prohlížeč, nebo elektronická pošta.

Jak již bylo uvedeno, síťových protokolů na různých úrovních tohoto modelu existuje celá řada. Některé z nich se zabývají například komunikací počítačů v rámci celého Internetu, jiné zase zajišťují bezchybný přenos dat mezi dvěma počítači v rámci místní počítačové sítě, anebo propojených pomocí telefonní linky.

Přenos dat

Tato diplomová práce se zabývá protokolem IP, který je v rámci referenčního modelu ISO/OSI definován jako síťový (tedy na úrovni 3). Existuje zde však úzká souvislost i s dalšími protokoly, proto je vhodné se o nich alespoň zmínit.

Jedná se zejména o protokoly TCP a UDP, které jsou definovány na transportní úrovni (vrstva číslo čtyři) a které s protokolem IP souvisí natolik těsně, že je jejich činnost bez tohoto protokolu prakticky nemožná.

Data, přenášená jednotlivými protokoly, jsou při přenosu doplněna dalšími technickými informacemi, které jsou specifické pro daný protokol a které slouží právě k zajištění správného přenosu. Situace v praxi vypadá tak, že na úrovni nejvyšší, tedy aplikační vrstvy, je blok přenášených dat doplněn technickými informacemi, které jsou dané právě protokolem nejvyšší vrstvy. Poté jsou data předána službě, která zajišťuje přenos dat na nižší úrovni, která k nim opět přidá informace pro tento protokol typickými. Takto je blok dat postupně předán až na úroveň vrstvy fyzické, která provádí samotný přenos.

Pokud během přenosu vyvstane potřeba změnit protokol na jiný, je odstraněna informace, specifická pro tuto vrstvu, a blok dat je předán protokolu na vyšší úrovni. Ten případně předá tento blok dat jinému protokolu (anebo stejnému protokolu, který je

však realizován pomocí jiného zařízení), kde je k němu opět přidána technická informace pro zajištění správného přenosu.

Jakmile je blok dat úspěšně přenesen do cílového místa, je postupně přenesen směrem k vyšším vrstvám, až se dostane do vrstvy aplikační, která jej odpovídajícím způsobem interpretuje. Přitom jsou z tohoto bloku dat odstraňovány informace, které do něj byly přidány jednotlivými přenosovými protokoly.

Součástí těchto technických informací je zpravidla jisté identifikace příjemce daného bloku dat (a velice často, v závislosti na typu protokolu, také identifikace odesílatele). V případě IP protokolu, který je tématem této diplomové práce, se samozřejmě jedná o IP adresu. Ta je využívána i protokolem TCP, který je v hierarchii ISO/OSI umístěn nad protokolem IP.

Mimo protokolu TCP existují i další protokoly na této úrovni, které využívají protokol IP. Jedná se o protokoly UDP a ICMP. Jejich vzájemný rozdíl spočívá především ve způsobu jejich použití v praxi, čemuž odpovídají i jejich vnitřní technické vlastnosti.

Protokol TCP¹⁹ slouží k potvrzovanému přenosu. Znamená to, že každý blok dat, který je za pomoci protokolu IP přenesen od odesílatele k příjemci, je příjemcem potvrzován. Toto potvrzení se technicky provádí pomocí zprávy, která je opět pomocí protokolu IP přenesena směrem od příjemce k odesílateli. V případě, že k tomuto potvrzení v určité době nedojde, znamená to, že z nějakého technického důvodu přenos selhal a data jsou odesílatelem přenesena znovu. Tento protokol se používá u naprosté většiny aplikací, u kterých je nutné zajistit bezchybný a spolehlivý přenos dat v daném směru.

Protokol UDP²⁰ slouží, podobně jako protokol TCP, k přenosu dat od odesílatele k příjemci. Na rozdíl od protokolu TCP však přenos dat není žádným způsobem potvrzován. V případě, že přenos dat z nějakého důvodu selže, není tato skutečnost nijak detekována. V praxi to nemusí vadit u jistých aplikací, které tento protokol využívají. Jedná se především o aplikace multimediální, tedy takové, které slouží

například pro přenos obrazu nebo zvuku. Jedná se především o internetové televizní nebo rozhlasové vysílání.

Třetím významným protokolem z této skupiny je protokol ICMP²¹. Ten primárně neslouží k přenosu dat od odesílatele k příjemci, ale jeho účel je čistě technologický. Slouží nejčastěji pro aplikace, které provádí analýzu počítačové sítě, případně zajišťují korektní spojení.

Významnou službou, která je v rámci Internetu využívána na technické úrovni, je Domain Name System (DNS). Jedná se o mechanismus, který zprostředkovává konverzi běžných doménových adres (například těch, které uživatel počítače zadává do svého webového prohlížeče) a adres IP. Tato služba přitom ke své činnosti využívá protokoly TCP a UDP.

Informace o přiřazení jednotlivých doménových adres k IP adresám je omíštěna na počítačích, které tuto službu technicky zajišťují, a které se nazývají DNS servery. Před započítím samotné komunikace v rámci Internetu je tedy vždy třeba si od některého DNS serveru vyžádat informaci o odpovídající IP adrese, přiřazené odpovídajícímu místu v síti.

Tyto informace jsou v DNS serveru umístěny ve tvaru takzvaných „A“ záznamů. Každý takový záznam přitom obsahuje doménovou adresu, dále pak odpovídající IP adresu a případně také další technické informace.

Existují podstatné rozdíly mezi protokoly IPv4 a IPv6, které jsou také předmětem této diplomové práce. Z technického hlediska se v zásadě jedná o dva různé protokoly na téže vrstvě referenčního modelu. Souběžná existence protokolu dvou různých verzí v rámci téže vrstvy je poměrně komplikovaná a vyžaduje zodpovědný a systematický přístup k jejímu zajištění, případně k přechodu od jedné verze protokolu k druhému.

Protokol IP verze 4

Adresy v protokolu

Jak již bylo nastíněno, pro komunikaci počítačů v síti Internet (případně i v jiných sítích, které jsou založeny na obdobné technologii) se používá protokol IP (Internet Protocol). Jedná se o technologii, která vznikla v sedmdesátých letech ve Spojených Státech Amerických při vývoji počítačové sítě Arpanet, určené pro potřeby americké armády.

Protokol IP je založen na přidělení jedinečného čísla (které se nazývá internetová adresa, nebo také IP adresa) každému počítači, který je zapojen v dané počítačové síti; v případě Internetu by tak měl mít svou adresu každý počítač na světě. Vzhledem k omezenému rozsahu těchto adres je však v praxi situace o něco složitější. Problematika přidělování adres počítačům mnohdy představuje problém, jehož řešením má být právě protokol IPv6, jehož zavedení ve firmě Zoner, s.r.o. je tématem této diplomové práce.

V současné době se obecně používá varianta protokolu IP, která nese označení IPv4 (Internet Protocol verze 4), a která je definována mezinárodní doporučující normou, označenou jako RFC 791¹⁸. Tento protokol je podporován prakticky všemi počítačovými systémy, které jsou ve světě používány a je tak základem fungování Internetu v jeho současné podobě. S drobnými změnami, ke kterým došlo v posledních letech v souvislosti s masivním rozvojem Internetu, se používá prakticky už tři desetiletí.

Základním rysem adresy v protokolu IP je rozsah, který pokrývá. V tomto případě jde o rozsah čísel, která lze vyjádřit pomocí osmi hexadecimálních číslic (tedy číslic šestnáctkové číselné soustavy). Tento rozsah odpovídá přibližně čtyřem

miliardám číselných adres, které je možné přidělit různým počítačům v síti a umožnit tak jejich komunikaci.

Dlouhou dobu se mělo za to, že tento rozsah je s velkou rezervou postačující jak pro současné, tak i pro budoucí období, a že dlouhodobě umožní i další růst sítě Internet. V druhé polovině devadesátých let však došlo k masivnímu růstu využívání Internetu, a k jeho využívání jak v obchodním a průmyslovém sektoru, tak i v domácnostech. Adresy IP protokolu (v technické nazývané obvykle IP adresy) byly přidělovány stále většímu a většímu počtu počítačů a dalších technických zařízení. To vedlo k důvodným obavám, že rozsah adres v této podobě přestane v nejbližší době stačit.

Z tohoto důvodu začala odborná veřejnost mluvit o nutnosti přejít v budoucnu na jiný typ protokolu s větším rozsahem IP adres, který pokryje současné i budoucí potřeby. Jedná se o protokol IPv6, který je vyvíjen již mnoho let, a který by se měl v budoucnosti stát náhradou současného protokolu IPv4 na celosvětové úrovni. Současně se situace se snižujícím se rozsahem adres stávajícího protokolu začala řešit jeho dílčími úpravami, které však vedly k jiným nedostatkům.

Po určité době došlo k jistému poklesu zájmu o nové internetové adresy a bylo zřejmé, že k jejich nedostatku v nejbližší době přece jenom nedojde. Stávající protokol IPv4 v podobě dané zavedením jistých technických úprav, které budou podrobněji rozebrány v dalším textu, (například adresování celé dílčí počítačové sítě jedinou adresou namísto adresování každého počítače v síti zvlášť) bude zřejmě ještě několik let pro potřeby Internetu postačující. Tento stav však nepotrvá věčně a časem dojde k reálné potřebě nahrazení protokolu IPv4 novou verzí.

Jak již bylo uvedeno, je adresa v protokolu IPv4 reprezentována pomocí osmi hexadecimálních číslic. To je uvedeno jen pro přesnost a úplnost, v praxi se však používá zápis adresy v jiném formátu. Adresa se uvádí jako čtyři čísla v rozsahu 0 až 255, která jsou mezi sebou oddělena tečkou. Příkladem může být adresa 147.229.2.90, která je adresou VUT v Brně.

Jednotlivé složky adresy mají různý význam, který je dán hodnotou nejvyšší složky adresy (čísla, uvedeného nejvíce vlevo). Adresy protokolu IPv4 jsou rozděleny do souvislých skupin, které jsou v technické praxi nazývány třídy a označují se velkými písmeny.

Další dělení IP adresy na její jednotlivé složky spočívá v rozdělení adresy na adresu sítě a adresu počítače. Adresa sítě je unikátní v rámci celého Internetu, zatímco adresa počítače, který je v dané síti umístěn, je relativní. Různé počítače v různých sítích tak mohou mít stejnou adresu počítače a lze je rozlišit právě složkou adresy sítě, ve které jsou obsaženy.

Pro rozlišení adresy sítě a adresy počítače v jejím rámci se používá takzvaná maska. Podobně jako v případě adresy se jedná o čtyři čísla v rozsahu 0 až 255. Zapišeme-li adresu i masku ve dvojkové soustavě, pak adresa sítě je ta část adresy, kde jsou na odpovídajícím masky dvojkové číslice 1. Platí přitom, že všechny tyto číslice tvoří souvislou skupinu, která se je zapsána z levé strany.

Analogicky adresu počítače v rámci sítě získáme tak, že uvažujeme číslice pouze na těch místech, na kterých jsou v masce sítě číslice 0. Tento matematický postup se používá v počítačích pro rozlišení obou složek adresy a má význam především při směrování.

Pro standardní třídy IP adres se používají standardní masky, které jsou uvedeny v dalším přehledu. Jedna z technologií, kterou se protokol IPv4 snaží řešit nedostatek adres, a která bude popsána dále, však využívá i masky jiné. Přitom se uvádí počet dvojkových číslic (bitů), které označují adresu sítě. Celá IP adresa je pak vyjádřena uvedenou kombinací čtyř čísel v rozsahu 0 až 255 a označení masky, například 147.229.2.90/16.

Dále jsou uvedeny jednotlivé třídy adres protokolu IP spolu s jejich stručným popisem:

- A – První číslo adresy této třídy leží v rozsahu 0 až 127. Umožňuje identifikovat celkem 126 sítí a v každé z nich pak až 16 777 214 jednotlivých počítačů. Maska této třídy je 255.0.0.0.

- B – První číslo adresy této třídy leží v rozsahu 128 až 191. Umožňuje identifikovat celkem 16 384 sítí a v každé z nich pak až 65 534 jednotlivých počítačů. Masky této třídy je 255.255.0.0.
- C – První číslo adresy této třídy leží v rozsahu 192 až 223. Umožňuje identifikovat celkem 2 097 152 sítí a v každé z nich pak až 254 jednotlivých počítačů. Masky této třídy je 255.255.255.0.
- D – První číslo adresy této třídy leží v rozsahu 224 až 239. Tato třída je speciální a slouží k adresování více počítačů současně (což se v technické praxi nazývá "multicast").
- E – První číslo adresy této třídy leží v rozsahu 240 až 255. Tato třída je speciální a slouží jako rezerva a pro experimentální účely.

Některé z adres přitom mají zvláštní význam. Například adresa, která má na místě adresy počítače v rámci sítě nulu, slouží k identifikaci celé sítě jako takové. Naopak nejvyšší adresa v tomto rozsahu, tedy ta, která je reprezentována numericky nejvyšším číslem, slouží pro identifikaci všech počítačů v dané síti.

Adresa ve tvaru 127.x.x.x (kde 'x' označuje libovolné číslo z rozsahu 0 až 255), přičemž nejčastěji se používá adresa 127.0.0.1, identifikuje počítač, který je odesílatelem dané zprávy. Takto je možné, aby byla data zaslána zpět odesílateli. Tato funkcionality se používá pro technologické účely, zejména pak pro testování funkčnosti jisté aplikace.

Dále jsou vyčleněny rozsahy takzvaných interních (neveřejných) IP adres, které se používají pouze pro adresování v rámci vnitřních sítí (například lokálních), na Internetu se tedy nikdy nemohou objevit. Jako neveřejné jsou v jednotlivých třídách určeny následující adresy:

- A - 10.0.0.0 až 10.255.255.255 (celkem 16 777 214 adres)
- B - 172.16.0.0 až 172.31.255.255 (celkem 1 048 544 adres)

- C - 192.168.x.0 až 192.168.x.255 (celkem 65534 adres)

Přenos dat

Každý blok dat, přenášený pomocí protokolu IPv4, je jistým způsobem formátován, což znamená, že jeho podoba respektuje určitá pravidla, daná technickou normou, která tento protokol specifikuje. Jak již bylo uvedeno, jsou na začátku každého přenášeného bloku nějaké technické informace, které se souhrnně nazývají hlavičkou paketu (bloku dat). Za touto hlavičkou pak teprve následují samotné přenášená data. Formát hlavičky je pevně stanoven a má dále uvedenou podobu.

Velikosti uvedených položek hlavičky jsou zde uvedeny v takzvaných slabikách (bytech), což je pojem, který se v technické praxi používá pro označení čísla v rozsahu 0 až 255. Mateatickou kombinací více slabik pak lze samozřejmě dosáhnout většího rozsahu:

1. Verze protokolu – jedná se o jednu polovinu slabiky, která určuje verzi použitého protokolu IP. V tomto případě má hodnotu 4.
2. Délka hlavičky – toto číslo, které má také velikost poloviny slabiky (je tedy v rozsahu 0 až 15) určuje celkový počet slabik, které jsou součástí hlavičky (její velikost tedy není konstantní). Teprve za koncem této hlavičky následují samotná přenášená data.
3. Typ služby – touto slabikou je definován konkrétní typ používané služby.
4. Celková délka – jedná se o dvě slabiky, které udávají celkovou velikost přenášeného bloku dat.

5. Identifikace – zde je ve dvou slabikách zakódována identifikace bloku dat.
6. Různé volby – polovina slabiky, ve které jsou zakódovány různé technické informace.
7. Posun fragmentu – jedna a půl slabiky (tedy číslo v rozsahu 0 až 4095), která zajišťuje návaznost jednotlivých částí bloku dat, pokud je třeba je během přenosu rozdělit.
8. Životnost – tato slabika určuje dobu, po kterou tento blok dat existuje. Při průchodu kterýmkoli počítačem na cestě od odesílatee k příjemci je tato hodnota snížena o 1. Je-li takto vynulována, je blok dat smazán. Tímto mechanismem je zajištěno smazání těch bloků dat, které nedosáhnou svého cíle.
9. Protokol – tato slabika specifikuje typ protokolu. Zpravidla se jedná u již zmíněné protokoly TCP, UDP, nebo ICMP.
10. Kontrolní součet – dvě slabiky, které uchovávají matematicky spočtený kontrolní součet bloku dat. Tím je zajištěna jejich integrita.
11. Adresa odesílatele – čtyři slabiky, ve kterých je uložena IP adresa odesílatele bloku dat.
12. Adresa příjemce – opět čtyři slabiky, které specifikují internetovou adresu příjemce.
13. Různé volby – zde jsou uloženy další technické informace.

Nedostatky a možná řešení

Základním nedostatkem protokolu IP verze 4, který se sice neprojevoval v jeho počátcích, ale až v posledních letech, a který již byl v této diplomové práci zmíněn, je poměrně limitovaná velikost adresového prostoru, který je tento protokol potenciaálně schopen využívat.

Přestože mezi odbornou veřejností zpočátku panoval názor, že adresový prostor o takové velikosti, která s velkou rezervou umožňuje jednoznačně identifikovat až čtyři miliardy počítačů, ukázalo se, že tomu tak není. Velký rozmach výpočetní techniky vedl k situaci, že počítače jsou masově používány po celém světě. Množství jednoznačně identifikovatelných adres je viceméně srovnatelné s počtem lidí na naší planetě, přičemž je třeba brát v úvahu i tu skutečnost, že nemalé množství adres je využito pro samotné technické zajištění provozu³.

Během devadesátých let se objevila dvě technická řešení tohoto problému, která spočívala v inovaci stávajícího protokolu IP verze 4. Ačkoli jsou v současné době běžně používána, neřeší daný problém zcela a kromě toho má jejich použití jisté nevýhody, které spočívají v omezených možnostech komunikace.

První z nich se označuje zkratkou CIDR (Classless Inter-domain Routing). Jeho princip spočívá v odklonu od kategorizace tříd adres IP protokolu verze 4 tak, jak byly uvedeny v této diplomové práci. Namísto používaných tříd A, B a C se používá jiné rozlišení adresy sítě v rámci Internetu a adresy počítače v rámci sítě.

Nevýhodou uvedeného využití adresového prostoru byla nízká efektivita. Adresy sítě třídy B začaly poměrně rychle docházet, protože je jich pouze kolem šestnácti tisíc. Adresy třídy C byly naopak málo využité, protože pro v rámci jedné místní sítě bylo možno adresovat jen 254 počítačů. Pokud jde o třídu A, jsou adresy jí příslušné využívány především velmi rozsáhlými organizacemi a prakticky není možné takovou adresu získat.

Toto rozlišení je založeno na použití masek, které již bylo naznačeno v tomto textu. Norma CIDR, která vznikla v roce 1993, byla popsána mezinárodními normami RFC 1517¹², RFC 1518¹³, RFC 1519¹⁴ a RFC 1520¹⁵. Každá adresa v rámci sítě Internet

je pak v případě potřeby doplněna takzvanou maskou, tedy číslem, které jednoznačně určuje způsob kódování adresy sítě a adresy počítače v rámci této sítě.

Adresa sítě je dána číslem, které je zleva určeno takovým počtem binárních číslic, kolik udává maska. Adresa počítače je pak určena zbývající částí IP adresy. Obvyklý způsob zápisu je ve tvaru adresy sítě, následovaného lomítkem a číslem, vyjadřujícím masku, tedy například 217.198.114.255/16.

Druhá metoda efektivnějšího využití adres protokolu IP v rámci stávajícího rozsahu se označuje zkratkou NAT²² (Network Address Translator). Pracuje na jiném principu než výše popsaný mechanismus CIDR. V tomto případě se jedná o reprezentaci každé sítě v rámci Internetu jednou jedinou IP adresou, pomocí které probíhá komunikace se všemi počítači uvnitř této sítě a Internetem.

Jednotlivé počítače uvnitř sítě tedy nekomunikují přímo, ale za pomoci takzvaného překladače NAT. Jedná se o zařízení, která zprostředkovává tuto komunikaci a překlad mezi adresami. Jednotlivé počítače uvnitř sítě nemají IP adresu, unikátní v rámci Internetu (kterých je nedostatek), ale pouze adresu unikátní v rámci místní sítě (takzvanou soukromou, anebo privátní adresu). Adresu, která je v rámci Internetu unikátní (označovanou jako veřejná adresa) má pouze zařízení NAT, které propojuje místní síť a Internet a které tak reprezentuje tuto místní síť jako celek.

Jednotlivé počítače uvnitř místní sítě jsou tak z Internetu v zásadě nerozlišitelné, protože vystupují pod společnou IP adresou, přidělenou síti jako celku. Jejich vzájemné rozlišení se provádí pomocí čísel portů, což jsou numerické hodnoty spojené s protokoly TCP a UDP. Toto rozlišení a vzájemnou návaznost zajišťuje mechanismus NAT.

Nevýhoda tohoto způsobu řešení je evidentní. V rámci Internetu existuje velké množství služeb, založených na přímé komunikaci mezi jednotlivými počítači, která není centralizována. Jedná se například o telefonování pomocí Internetu, videokonference, zasílání zpráv, známé také jako Instant Messaging (například ICQ, Jabber a další), případně přímý přenos souborů a dat mezi počítači.

Všechny tyto aplikace jsou mechanismem NAT velmi výrazně komplikovány, nebo v některých případech dokonce přímo znemožněny. Nasazení této technologie, i

když je často nevyhnutelné, představuje výrazný odklon od jedné z původních nosných myšlenek, na kterých byla založena koncepce sítě Internet, tedy možnosti vzájemné komunikace kterýchkoli míst na zeměkouli.

S rostoucím významem Internetu je toto omezení čím dál zdatelnější. Je proto velmi pravděpodobné, že bude docházet ke stále sílícímu významu nového protokolu IP verze 6, který poskytuje prakticky neomezený adresový prostor bez nutnosti jeho omezení podobnou technologií.

Protokol IP verze 6

Výhody a mechanismus adresování

Oproti verzi protokolu, která je používána v současné době, má nový protokol IPv6 mnoho výhod a je technologicky vyspělejší. Je definován mnoha normami, přičemž za nejvýznamnější lze považovat RFC 2460²³, RFC 2461²⁴, RFC 2462²⁵, RFC 2463²⁶ a RFC 2464²⁷. Jednou z těchto výhod je právě i větší rozsah adres, který je přibližně 10^{38} (odpovídá hexadecimálnímu číslu s dvaatřiceti číslicemi). K jeho dalším vlastnostem patří:

- Podpora služeb se zaručenou kvalitou – tato vlastnost zatím není podrobně specifikována, ale její princip spočívá v tom, že každému přenášenému bloku dat lze přiřadit jeho prioritu.
- Design odpovídající vysokorychlostním sítím – protokol IPv6 umožňuje přenášet bloky dat řádově mnohem větší délky, než jeho předchůdce IPv4. Kromě toho umožňuje rychlejší zpracování hlavičky bloku dat a tedy i jeho přenos.
- Bezpečnostní mechanismy přímo v IP – zatímco v původní protokol IPv4 zabezpečení spojení původně nijak neumožňoval a příslušné mechanismy do něj byly zavedeny až později, jsou u nového protokolu IPv6 integrovány přímo.
- Podpora mobilních zařízení – již několik let dochází k masivnímu využívání mobilních zařízení ve spojení s Internetem a je pravděpodobné, že tento trend bude pokračovat. Protokol IPv6 nabízí podporu těchto technologií spočívající v tom, že příslušná IP adresa mobilního zařízení se mění v závislosti na jeho aktuální geografické poloze.
- Automatická konfigurace – definice protokolu IPv6 obsahuje mechanismy, pomocí kterých může každý počítač jednoduchým způsobem zjistit svoji IP adresu a další technické informace pro komunikaci v rámci sítě. Tyto mechanismy jsou založeny na interakci s dalšími zařízeními ve stejné síti.

Samozřejmostí je také takový charakter protokolu IPv6, který umožní bezproblémový přechod ze současného protokolu IPv4. To je podporováno tím způsobem, že rozsah adres v novém protokolu v sobě jako podmnožinu zahrnuje i rozsah adres protokolu původního.

Tento protokol je podporován také různými operačními systémy, i když mnohdy dosud pouze jako alternativa. Lze jej používat na operačních systémech Microsoft Windows i různých verzích Linuxu i UNIXu. Předpokládá se, že v následujících letech

na nový protokol přejdou všechny významné organizace a že se postupně stane protokolem, na kterém bude fungovat síť Internet jako taková.

Jak již bylo zmíněno, adresa je u protokolu IPv6 mnohem delší, než u protokolu IPv4, což je jeho hlavní výhodou a původním smyslem jeho vývoje. Jeho prostor adres pokrývá celkem 2^{128} různých možností, což je naprosto dostačující pro prakticky libovolné aplikace v blízké i vzdálené budoucnosti.

Na rozdíl od protokolu IPv4 se adresy v tomto protokolu zapisují nikoli v desítkové soustavě, ale v soustavě šestnáctkové. Předpokládá se přitom, že s tímto druhem adres budou pracovat především techničtí odborníci, takže práci běžného uživatele výpočetní techniky nijak komplikovat nebude.

Adresa se zapisuje jako 32 šestnáctkových číslic, která jsou vždy po čtyřech odděleny dvojtečkou, tedy například „0000:0000:AFC8:5762:FED5:5762:0000:7890“. Tento zápis je poměrně dlouhý, proto norma umožňuje také několik způsobů alternativního zápisu, který je kratší.

Jedná se především o vynechání těch čtyřznakových skupin, které sestávají ze samých nul (tento znak bude v adresách zřejmě nejvíce rozšířený). V těchto případech pak zápis vypadá takto: „::AFC8:5762:FED5:5762::7890“.

Pokud daná adresa obsahuje více sousedních skupin, které obsahují samotné nuly, je možné vynechat i příslušné dvojtečky: „AFC8:5762:FED5:5762::7890“. Při zápisu ale musí být jednoznačně zřejmé, jaký je význam adresy a musí být možné ji rekonstruovat v jejím plném tvaru. Tímto způsobem tedy lze zápis zkrátit pouze na jednom místě.

Způsob zápisu by měl být přehledný i v případě, že součástí adresy protokolu IPv6 bude i adresa původního protokolu IPv4. Předpokládá se, že přechod na nový protokol bude postupný a existují definice, které v rámci přechodu zahrnují i adresu protokolu IPv4 doplněnou takovým způsobem, aby celek tvořil adresu protokolu IPv6. Adresa IPv4 se přitom umísťuje na pravý konec adresy protokolu IPv6. Zápis pak může vypadat i takto: „AFC8:5762:FED5:5762:7890:147.192.21.64“.

Zde jsou poslední dvě skupiny čísel nahrazeny původní adresou protokolu IPv4. Ta pak spolu s prvními šesti skupinami specifikuje korespondující adresu protokolu IPv6. Tento způsob se využívá v mechanismech, které umožňují současné fungování obou verzí protokolu.

Adresu je možné použít například i v klasickém prohlížeči webových stránek. V tomto případě je však nutné ji uzavřít do čtveratých závorek, například v tomto tvaru: „http://[AFC8:5762:FED5:5762::7890]/“.

Struktura protokolu

Uvedený protokol IPv6 je tedy základním prostředkem k tomu, aby bylo možné dosáhnout širších možností adresování v rámci celosvětové sítě Internet. Jak již bylo zmíněno v předchozí kapitole, nejedná se však o jediný z přínosů tohoto protokolu. Výhod jeho použití je několik, přičemž valná většina z nich určitým způsobem souvisí s formátem hlavičky, která je umístěna na začátku každého bloku dat, přenášeného na bázi této technologie.

Vzhledem k velkým odlišnostem obou verzí protokolu, především velikosti adresovatelného prostoru, muselo nutně dojít i ke změně tohoto formátu. Jeho organizace byla od základů vybudována znovu a s původním protokolem IPv4 nijak nesouvisí.

Základním rozdílem je to, že zatímco v protokolu IPv4 existuje na začátku hlavička pouze jedna, používá protokol IPv6 několik hlaviček různých druhů. Přitom je nutná přítomnost pouze jedné z nich, která je označována jako hlavní. Ostatní hlavičky jsou chápány jako rozšiřující a jsou připojovány pouze v případě, že vyvstane nutnost připojení dodatečných technických informací.

Toto rozdělení hlaviček na základní a rozšiřující vedlo k tomu, že uvedená základní hlavička je relativně menší, než hlavička protokolu IPv4. Tato relativnost spočívá ve skutečnosti, že hlavička protokolu nové verze je ve skutečnosti větší, to je však způsobeno prodloužením původní adresy na čtyřnásobek, což vedlo ke zvětšení adresového prostoru.

Základní hlavička tak obsahuje jen naprosté minimum informací nutných k tomu, aby bylo možné přenášet bloky dat v rámci infrastruktury založené na tomto protokolu. Následuje stručný přehled jednotlivých složek této základní hlavičky protokolu IPv6:

1. Verze – polovina slabiky, která určuje verzi daného protokolu. V tomto případě je zde hodnota 6.
2. Třída provozu – tato hodnota velikosti jedné slabiky má vyjadřovat prioritu přenášeného bloku dat. Konkrétní způsob práce s prioritami prozatím není stanoven a předpokládá se, že vzejde z dalšího výzkumu a experimentálního provozu.
3. Značka toku – tato hodnota má velikost dvou a půl slabiky. Její smysl není, podobně jako u předchozí položky, prozatím definitivně stanoven. Předpokládá se však, že bude využita k identifikaci příslušnosti k jisté skupině datových bloků, které jsou přenášeny od stejného odesílatele ke stejnému příjemci. Znalost této informace pak bude využita k efektivnější manipulaci s daným blokem.
4. Délka dat – má velikost dvou slabik a umožňuje tak specifikovat blok dat až o velikost 65536 slabik. V případě, že je třeba přenést blok delší, je však možné použít jednu z rozšiřujících hlaviček a její pomocí stanovit délku větší.
5. Další hlavička – tato informace je uložena v jedné slabice. Určuje, zda za základní hlavičkou umístěna ještě nějaká hlavička další a specifikuje její druh. Pokud již žádná další hlavička není použita, je zde určen druh

dat, která jsou přenášena předmětným blokem. Zpravidla se jedná o datový blok některého z protokolů TCP, UDP, nebo ICMP.

6. Dosah – tato hodnota o velikosti jedné slabiky slouží k tomu, aby se předešlo zahlcení počítačové sítě těmi bloky, které z nějakého důvodu není možné doručit příjemci. Při průchodu některým z technických zařízení počítačové sítě je tato hodnota snížena o jedničku. Dosáhne-li takto hodnoty 0, je blok dat smazán.
7. Adresa odesílatele – hodnota o velikosti osmi slabik (což odpovídá 128 dvojkovým číslicím) identifikuje odesílatele bloku dat.
8. Adresa příjemce – má stejnou velikost jako adresa odesílatele a specifikuje místo v síti, na které má být blok dat doručen.

Jednotlivé typy rozšiřujících hlaviček a jejich podrobný význam představují relativně složitou záležitost, která přesahuje zamýšlený rámec této diplomové práce. Jen stručně lze uvést tu skutečnost, že každá z těchto hlaviček obsahuje položku, označenou jako "Další hlavička", jejíž význam je stejný, jako u hlavičky základní. Je zde buď identifikace typu hlavičky následující, anebo v případě, že se jedná o poslední rozšiřující hlavičku, typ přenášených dat.

Mechanismy přechodu na nový protokol

I po zavedení protokolu IPv6 do praxe budou poměrně dlouhou dobu používány oba protokoly současně. Proto je nutné zajistit jejich spolupráci a koordinaci na

technické úrovni takovým způsobem, aby výpočetní prostředky, používající jeden z protokolů, mohly bez omezení komunikovat s těmi, které používají protokol druhý z nich.

Existují v zásadě tři přístupy k řešení tohoto problému. Jejich konkrétní nasazení v praxi závisí na jejich vhodnosti pro použití v daném konkrétním případě. Pokud jde o firmu Zoner, s.r.o., bude dále v textu navržena a konkretizována možná aplikace některých z nich.

První z uvedených spočívá v souběžném používání obou protokolů na každém zařízení v dané počítačové síti. Každý z počítačů tak musí umožňovat činnost obou technologií. Nevýhodou tohoto přístupu je samozřejmě zvýšená nutnost údržby takového zařízení, výhodou je pak flexibilita a univerzálnost, plynoucí z možnosti využití obou verzí protokolu.

Toto řešení bývá považováno za dočasné, protože je obvykle předstupněm úplného přechodu z protokolu IP verze 4 na protokol IP verze 6. Tento přechod samozřejmě vzhledem k technické a organizační náročnosti nelze obvykle uskutečnit jednorázově.

Druhý z přístupů je založen na takzvaném tunelování. Jedná se o propojovací zařízení, které propojuje dvě (anebo více než dvě) izolované počítačové sítě takovým způsobem, aby spolu mohly komunikovat. Toto propojovací zařízení pracuje tím způsobem, že veškerou komunikaci po síti vedenou na bázi protokolu IPv6 přenáší do druhé sítě, kde je obdobným zařízením komunikace dále zprostředkována dané protistraně.

Tento přenos přitom probíhá mimo infrastrukturu, založenou na protokolu IPv6, ale je využita infrastruktura jiné. Zpravidla se samozřejmě jedná o počítačovou síť, založenou na protokolu IP verze 4, tedy o síť Internet.

Jistou výhodou tohoto přístupu je transparentnost komunikace pro oba počítače, které si navzájem vyměňují svoje data. Přenos informací z první sítě, založené na IPv6 do druhé probíhá takovým způsobem, že samotný způsob realizace pomocí jiné technologie není zřejmý.

Tento přístup se používá poměrně často, především pro přístup k celosvětové páteřní síti¹¹, založené na protokolu IP verze 6. Ta prozatím představuje pouze malou část sítě Internet a přístup k ní je proto obvykle možný pouze výše uvedeným technologickým způsobem.

Poslední variantou spolupráce obou verzí internetového protokolu je takzvaný překlad adres. Tento mechanismus je založen na tom, že se v datovém bloku, přecházejícím ze sítě založené na jednom z obou verzí protokolu do sítě založené na verzi druhé, změní hlavička tohoto datového bloku takovým způsobem, aby korespondoval s danou počítačovou sítí a její infrastrukturou.

Tato změna spočívá především ve změně (překladu) IP adres, které jsou v této hlavičce obsaženy. K tomu se využívá především ta skutečnost, že adresový rozsah internetového protokolu verze 4 je výrazně menší, než rozsah protokolu verze 6. Adresový prostor IPv4 je tak jeho podmnožinou.

Adresa v rámci protokolu verze 6 je pak složena z jisté konstantní části, takzvaného prefixu, a adresy IPv4. Část adresy protokolu IPv6, která představuje adresu protokolu IPv4 je přitom obvykle umístěna v pravé části adresy (z hlediska jejího zápisu). Při potřebě textového zápisu adres se přitom využívá formát, popsáný v tomto textu výše.

Uvedené možnosti spolupráce obou protokolů jsou v praxi poměrně složitější, než je uvedeno v této diplomové práci, která si v tomto směru nečiní větší ambice, než být jejich pouhým přehledem. Možností tunelování a překladu adres je celá řada, přičemž existuje více odlišných technických norem, které tyto mechanismy upravují velmi podrobně.

Návrh řešení

Projekt přechodu datového centra na nový protokol

Cíl projektu

Předmětem této diplomové práce je návrh projektu přechodu na nový protokol v datovém centru firmy Zoner. Management firmy sleduje současné trendy v oboru informačních technologií a má v úmyslu zavést novou technologii během nejbližších měsíců. Úkolem této diplomové práce je analyzovat situaci, sestavit takový plán přechodu, který by napomohl přechodu na nový systém a provést ekonomické vyhodnocení celého projektu.

Cílovým stavem má být taková funkcionality počítačové sítě datového centra firmy Zoner, s.r.o., která by umožňovala zákazníkům firmy využít aplikací, které jsou postaveny na bázi nového protokolu IP verze 6. Přitom je třeba dlouhodobě zajistit splnění několika dalších podmínek, které souvisí se skutečností, že přechod na nový protokol v rámci celosvětové počítačové sítě bude postupný:

- Zachovat funkcionality stávajících aplikací, využívajících IPv4

- Umožnit připojení do stávající infrastruktury Internetu na bázi adresového prostoru IPv4, využívaného firmou Zoner, s.r.o.
- Aplikacím na bázi IPv6 umožnit připojení do celosvětové infrastruktury, využívající protokol IPv6

Nutnost splnění všech těchto podmínek vede k potřebě koordinovat jednotlivé fáze přechodu a zajistit spolehlivou funkčnost všech součástí systému po dobu přechodu i po něm.

Plán přechodu

O konečném termínu přechodu na nový protokol není dosud definitivně rozhodnuto, stejně jako o limitech, kladených na časovou náročnost projektu. Lze proto předpokládat, že časová složka požadavků na projekt není rozhodující. Plán realizace přechodu tak lze specifikovat bez nutnosti uvedení přesných a závazných chronologických údajů.

Pokud jde o technickou stránku přechodu, nabízí se využití jedné, nebo několika variant, popsaných v této diplomové práci v kapitole, věnované obecným možnostem přechodu z protokolu IPv4 na protokol IPv6. Vzhledem k požadavkům na projekt, zejména pak k nutnosti zajistit funkčnost aplikací, které budou stále využívat stávající protokol IPv4, je vhodné zvolit variantu přechodu, spočívající ve využití obou technologií současně.

Tato varianta je výhodná také z toho důvodu, že někteří ze zákazníků firmy Zoner, s.r.o., kteří využívají služeb, označovaných jako "Serverhousing", spočívajících v umístění počítače zákazníka do infrastruktury datového centra firmy Zoner, s.r.o.,

budou předpokládat funkčnost stávající infrastruktury a přechod na nový systém se jich nesmí nijak negativně dotknout.

Uvažovaná varianta současného provozu obou verzí internetového protokolu sice bývá označována jako přechodná, což však neznamená, že by bylo nutné ji v blízké době nahradit jiným řešením. Předpokládá se, že se původní protokol IPv4 bude používat ještě mnoho let, což v sobě nese potřebu dlouhodobé podpory aplikací jej využívajících.

Pokud jde o splnění dalších požadavků na cíle projektu, které spočívají v zajištění konektivity do celosvětové infrastruktury, založené na IP verze 6, bude nutné zajistit především dvě věci. Jedná se o vhodného dodavatele této služby a o přidělení adresového prostoru z rozsahu protokolu IPv6.

Dodavatelem může být některý ze stávajících dodavatelů služeb na bázi IPv4 (tedy Master a GTS), případně oba. Mimo ně pak také celostátní internetový uzel pro přenos dat, provozovaný zájmovým sdružením Nix.cz. Ve všech případech lze předpokládat, že provoz na bázi IPv6 bude alespoň zpočátku marginální a nevyžádá si žádné zvýšení provozních nákladů. Pokud jde o přidělení adres protokolu IPv6, připadají opět v úvahu oba současní dodavatelé služeb připojení do počítačové sítě Internet.

Infrastruktura datového centra firmy Zoner, s.r.o., dislokovaná ve třech celcích na území města Brna, je založena na běžně používané kabeláži a na technologických řešeních renomované firmy Cisco. Jedná se konkrétně o směrovače, které řídí tok bloků dat v síti a přeposílají je takovým způsobem, aby dorazily do cíle určení. Jak již bylo uvedeno v kapitole této diplomové práce, pojednávající o datovém centru, jedná se o následující:

- Cisco 7301
- Cisco 3750
- Cisco 2950

Dle informací firmy Cisco²⁸, zveřejněné na jejich webových stránkách, jsou všechny uvedené typy směrovačů připraveny k použití v prostředí protokolu IPv6. V souvislosti s přechodem na nový protokol tedy nebude nutné investovat finanční prostředky do nákupu nových technických zařízení tohoto typu. Bude však nutné provést jejich nastavení takovým způsobem, aby reflektovaly nový stav počítačové sítě a korektně zpracovávaly data přenášena v počítačové síti.

Toto nastavení je vysoce odborná záležitost, která vyžaduje rozsáhlé zkušenosti s tímto typem zařízení, stejně jako poměrně obsáhlou dokumentaci. Podrobný popis proto nemůže být cílem této diplomové práce, už jen z důvodu velkého rozsahu.

Poslední z témat přechodu na novou verzi síťového protokolu je nastavení samotných počítačů. Toto není tak komplikované, jako nastavení směrovačů, a především v prostředí systému Microsoft Windows jde mnohdy o rutinní záležitost. Přesto však jde o úkoly, které musí provést kvalifikovaná osoba s velice dobrou znalostí výpočetní techniky a informatiky.

Pokud jde o druhý z používaných systémů, kterým je Debian (jedna z mnoha variant systému Linux), je situace o něco složitější. Systémy založené na bázi Linuxu jsou obecně poměrně komplikované a jejich korektní nastavení se víceméně liší s každou jeho verzí.

Samotný přechod lze pak popsat pomocí následujících kroků, které je vhodné provést v uvedeném pořadí. Je zde zvolena jednoduchá podoba textového zápisu, protože využití systému pro správu a řízení projektu (například Microsoft Project), případně některá z metod, na kterých jsou nástroje tohoto typu založeny (především metoda kritické cesty, používaná pro časovou synchronizaci jednotlivých kroků v rozsáhlých projektech) jsou v tomto případě zbytečné:

1. Kontrakt s dodavatelem o poskytování služeb připojení do Internetu na bázi protokolu IPv6 ve vhodné kapacitě. Časová náročnost odpovídá náročnosti realizace tohoto kontraktu, přičemž zřejmě nemusí přesáhnout několik dní.

2. Přidělení odpovídajícího rozsahu adresového prostoru dodavatelem služeb. Bude zřejmě spojeno s předchozím bodem, čemuž odpovídá i časová náročnost.
3. Nastavení a konfigurace směrovačů, které jsou již součástí infrastruktury. V případě provedení kvalifikovanou osobou bude předpokládaná časová náročnost asi jeden den. Do této doby je nutné započítat i nezbytné studium technických podkladů.
4. Nastavení konfigurace všech počítačů, jejichž správu technicky realizuje firma Zoner, s.r.o. Vzhledem k tomu, že počet těchto počítačů je okolo dvou set, bude výpočet časové náročnosti o něco složitější. Lze předpokládat, že konkrétní technické vlastnosti počítačů pracujících pod jedním z používaných operačních systémů (Microsoft Windows a Debian Linux) jsou víceméně totožné, a doba práce s každým z nich nemusí trvat déle, než 15 minut. Celková časová náročnost pak odpovídá asi padesáti hodinám, což odpovídá minimálně šesti dnům, spíše pak několika týdnům (uvažujeme-li práci jednoho člověka).

Celková časová náročnost je tak závislá především na dvou faktorech, kterými jsou rychlost nasmlouvání kontraktu s dodavatelem a počet zaměstnanců, kteří se budou věnovat nastavení jednotlivých počítačů. Optimistický odhad v tomto případě činí asi dva týdny, zatímco pesimistický více než měsíc.

Ekonomické zhodnocení projektu

Marketingové aspekty

Finanční přínos celé akce lze vyčíslit jen těžko. Přechod na novou technologii je nutný zejména kvůli tomu, že je třeba sledovat celosvětový vývoj a zejména moderní technologie. V konečném důsledku bude zavedení nového systému představovat konkurenční výhodu vůči jiným firmám ve stejném oboru, které nový protokol nebudou podporovat vůbec, anebo s jeho podporou započnou později.

Je pravděpodobné, že se realizací projektu určitým způsobem zlepší pozice firmy ve strategickém segmentu informačních technologií. Existuje zde jistý potenciální trh, realizovaný možnými zákazníky, kteří mají zájem o služby založené na protokolu IP verze 6. Díky realizaci tohoto projektu se firmě Zoner, s.r.o. podaří do tohoto trhu proniknout a získat některé z těchto zákazníků.

Na druhé straně je však třeba brát v úvahu tu skutečnost, že tento trh není, alespoň prozatím, nijak rozsáhlý. Lze odhadnout, že v rámci České Republiky může potenciální trh zahrnovat jen asi několik desítek, nanejvýš stovek možných budoucích zákazníků (celosvětově pak několik tisíc). Vzhledem k poměrně silné konkurenci se pak počet získaných zákazníků alespoň zpočátku bude pohybovat v řádu jednotek.

Dlouhodobý přínos celého projektu je však nesporný. Umožní firmě Zoner, s.r.o. etablovat se na tomto trhu, který se s největší pravděpodobností bude dále rozvíjet. Otázka tohoto rozvoje a jeho rychlosti je však otevřená. V současné době nelze kvalifikovaně odhadnout, kdy v budoucnosti dojde ke zvýšení zájmu o služby, založené na protokolu IPv6.

V oboru informačních technologií je však poměrně obvyklé, že důležité technologické novinky zavádí nejdříve jistý omezený okruh inovativních firem, které takto realizují svoji dlouhodobou marketingovou strategii. Lze říci, že v prostředí trhu v České Republice k nim patří i firma Zoner, s.r.o., která již vícekrát přišla s novou technologií jako první.

Pro udržení této pozice inovativní firmy je proto realizace projektu velice vhodná. Pokud by projekt nebyl realizován (ať už ve formě, navržené touto diplomovou prací, nebo jině), došlo by k nutnosti jeho realizace nejpozději po několika letech. To by však znamenalo zpoždění, které by se pravděpodobně negativně projevilo na preferencích zákazníků.

Porovnání nákladů a výnosů

Jak již bylo naznačeno v předchozí kapitole, bude možné budoucí výnosy odhadnout jen poměrně obtížně. S velkou jistotou však lze říci, že vzhledem k situaci na trhu, ať už v České Republice, nebo v celosvětovém měřítku, není prozatím o tento typ služeb velký zájem. Výnosy, realizované v krátkodobém horizontu, tak pravděpodobně nebudou nijak vysoké.

Pokud jde o náklady, je jejich vyčíslení o mnoho jednodušší. Kapitola, zaměřená na technické aspekty realizace projektu, informuje o tom, že prakticky žádnou fyzickou infrastrukturu není nutné měnit a tímto směrem tedy nevzniknou žádné náklady. Zde tedy stačí uvažovat jen náklady, spojené s připojením do Internetu prostřednictvím dodavatelské firmy a odměnu pracovníků, kteří budou provádět samotnou realizaci.

Pokud jde o dodavatelské firmy, je firma Zoner, s.r.o. jejich stabilním a dlouholetým zákazníkem. Mimo to je vzhledem k situaci okolo internetového projektu verze 6, o který momentálně není nijak výrazný zájem, poměrně obvyklé, že jsou adresy

z tohoto rozsahu poskytovány zájemcům bezplatně. Vzhledem k těmto skutečnostem je lze s velkou spolehlivostí zanedbat.

Samotné připojení k Internetu na bázi protokolu IPv6 je pak realizováno společně s připojením za pomoci stávajícího protokolu IPv4. Obecně lze říci, že cena za připojení není závislá na použitém protokolu, ale na množství přenesených dat. Ta budou v tomto případě zpočátku tvořit jen velmi malou část provozu v síti.

Z toho plyne, že náklady na přenos dat za pomoci internetového protokolu verze 4 a verze 6 prakticky nelze odlišit. Vzhledem k tomu, že využití novější verze IPv6 bude oproti IPv4 alespoň zpočátku výrazně nižší, lze náklady na přenos dat pomocí protokolu verze 6 považovat za marginální.

Zanedbáme-li tedy náklady na samotné připojení do Internetu pomocí nového protokolu a na jeho provoz, postačí uvažovat pouze náklady na zavedení. Ty sestávají především z nákladů, představujících odměnu zaměstnance za práci přesčas na tomto projektu.

Práce zkušeného odborníka v oblasti informatiky a výpočetní techniky se zvláštním zaměřením na síťové technologie je v této části České Republiky v současné době hodnocena měsíční mzdou v přibližném rozmezí 25000 až 40000 Kč měsíčně. Při jistém zjednodušení lze uvažovat průměrnou hodnotu 30000 Kč. Pokud bude pracovník vykonávat práci na projektu mimo řádnou pracovní dobu, ve které bude plnit jiné úkoly, budou odpovídající náklady na hodinu práce alespoň rámcově odpovídat údajům v následující tabulce:

Položka	Optimistická varianta	Realistická varianta	Pesimistická varianta
Hrubá měsíční mzda:	25000 Kč	30000 Kč	40000 Kč
Zdravotní pojištění placené zaměstnavatelem (9% hrubé mzdy):	2250 Kč	2700 Kč	3600 Kč

Zdravotní pojištění placené zaměstnavatelem (26% hrubé mzdy):	6500 Kč	7800 Kč	10400 Kč
Celkové měsíční náklady na zaměstnance:	33750 Kč	41500 Kč	54000 Kč
Denní náklady na zaměstnance (20 pracovních dnů v měsíci):	1678 Kč	2075 Kč	2700 Kč
Hodinové náklady na zaměstnance (8 hodin denně)	209 Kč	259 Kč	337 Kč
Hodnocení práce přesčas (25% hodinové mzdy) ²⁹	52 Kč	64 Kč	84 Kč
Celkové hodinové náklady na zaměstnance:	261 Kč	323 Kč	421 Kč

Z tabulky jsou zřejmé jednotlivé varianty (optimistická, pesimistická a realistická) nákladů na práci člověka, který technicky zajišťuje přípravu datového centra pro provozování nového komunikačního protokolu IPv6. Pro kvalifikovaný odhad skutečných nákladů je však třeba odhadnout a vyhodnotit ještě časovou náročnost této práce.

V kapitole této diplomové práce, která se zabývala samotným technickým zajištěním projektu, byla uvedena informace o tom, že v datovém centru firmy Zoner, s.r.o. je celkem 200 provozovaných počítačů, přičemž příprava každého z nich obnáší přibližně čtvrt hodiny času. Celkový časový fond má tedy velikost 50 hodin času.

K tomu je ovšem nutné započítat jistou dobu, potřebnou pro přípravu a nastavení směrovacích zařízení. Jedná se o poměrně náročná zařízení, čemuž odpovídá i nutnost získání potřebných informací z dokumentace k tomuto systému. Do tohoto časového fondu lze započítat i dobu, pro získání podrobných technických informací o nastavení jednotlivých počítačů.

Celkový časový fond zaměstnance, který bude provádět realizaci tohoto protokolu, pak bude 58 hodin. Je možné, že se na tomto projektu bude podílet více zaměstnanců současně. V tomto případě bude možné časový fond rozdělit rovnoměrně mezi ně a předpokládat stejné hodnoty. Není přitom nutné žádným způsobem manipulovat s dobou, nutnou pro získání potřebných technických informací a studium dokumentace – v případě, že budou spolupracovat, může se každý z nich odborně zaměřit na jinou součást rozsáhlého systému počítačové sítě.

Z těchto informací lze (opět ve třech variantách) odvodit skutečnou časovou a finanční náročnost přechodu na novou verzi protokolu. Určitou část práce na tomto projektu může zaměstnanec vykonávat v rámci své běžné pracovní doby, ale může dojít také k situaci, že bude vytížen jinými úkoly a bude nutná práce přesčas:

Položka	Optimistická varianta	Realistická varianta	Pesimistická varianta
Celkový počet hodin:	58 h	58 h	58 h
Podíl práce přesčas (%):	0 %	50 %	100 %
Počet hodin přesčas:	0 h	29 h	58 h
Náklady na hodinu práce:	261 Kč	323 Kč	421 Kč
Celkové náklady:	0 Kč	9367 Kč	24418 Kč

Z tabulky plyne, že v optimistické variantě nebudou náklady na protokol IPv6 žádné, v případě pesimistického řešení pak půjde o částku 24418 Kč. Jako realistická varianta, která se může přibližovat ke skutečným nákladům, je zde částka 9367 Kč. Lze tedy s důvěrou předpokládat, že se náklady na zavedení protokolu IPv6 zřejmě nebudou pohybovat výše, než v řádech tisíců korun.

Pokud jde o výnosy, přímo realizované díky projektu v nejbližší době, můžeme vycházet z ceníku firmy Zoner, s.r.o. pro jednotlivé nabízené služby³⁰:

Produkt (poskytovaná služba):	Měsíční sazba:
MiniWeb	0 Kč (poskytována zdarma)
Start Windows	od 145 Kč
dotNet	od 298 Kč
Firemní řešení (možnost individuální nabídky)	od 1500 Kč
Serverhosting (pronájem celého počítače)	od 3500 Kč

Nabídka firmy Zoner, s.r.o. je v tomto směru velmi široká a poskytuje široké cenové spektrum různých nabídek. Je poměrně těžké přesně odhadnout, jaký typ zákazníků bude mít v nejbližší době zájem o služby založené na IPv6, ale bude to zřejmě zákazník náročnější, který si klade kvalifikované požadavky. Přitom však bude pravděpodobně stále využívat služeb IPv4.

Zvýšení ceny služeb v souvislosti s nabídkou provozu na bázi protokolu verze 6 není vzhledem ke konkurenční situaci příliš vhodné. Možnost provozovat tento protokol spíše pomůže udržet stávající zákazníky, případně získat nové.

Při pokusu o finanční vyjádření lze s ohledem na informace v tabulce se specifikací jednotlivých služeb a s ohledem na to, že potencionálních zájemců o službu založenou na IPv6 odhadnout výnosy na částku v řádu stovek korun měsíčně.

Je tedy možné odhadnout, že návratnost této investice by mohla být přibližně v horizontu jednoho roku od doby realizace projektu.

Zhodnocení a závěr

V rámci této diplomové práce byla diskutována možnost zavedení nového internetového protokolu verze 6 do datového centra firmy Zoner, s.r.o. Kromě technických informací, které představují úvod do dané problematiky a mohou poskytnout základní orientaci v daném oboru, je zde podrobně rozebrána situace této firmy na daném trhu.

Dále je v rámci diplomové práce popsán projekt zavedení tohoto protokolu z hlediska jeho cílů, které jsou definovány požadavky na nový stav datového centra a možností poskytovaných služeb. Tyto cíle jsou analyzovány a je navržen způsob řešení s pokusem o časovou a finanční kvalifikaci jejich náročnosti.

Dopad tohoto projektu je, pokud jde o finanční stránku, je pro firmu velikosti společnosti Zoner, s.r.o. , naprosto okrajový. Náklady se, stejně jako výnosy v nejbližších letech, pohybují maximálně v řádu tisíců korun.

Mnohem významnější je zde marketingový aspekt celého projektu. Ukazuje se, že významné technologické firmy tento síťový protokol zavádějí, případně o něm uvažují. Podobný přístup zastávají také významné akademické instituce. Vzhledem k rapidnímu rozvoji výpočetní techniky je naprosto jednoznačné, že k masovému nasazení tohoto protokolu dříve či později dojde.

Ačkoli jsou tedy náklady a výnosy relativně velice nízké, je pro udržení a další zlepšení kvality a šířky spektra služeb, dlouhodobě výhodné tento projekt realizovat. Závěrečná část analýzy, provedené v této diplomové práci je tedy doporučení k realizaci projektu zavedení IP verze 6.

Seznam použité literatury

1. *Internet protokol verze 6* [online, 2008-05-20]. Dostupné na WWW: <<http://www.ipv6.cz/>>
2. *Prezentace firmy Zoner, s.r.o.* [online, 2008-05-20]. Dostupné na WWW: <<http://www.zoner.cz/>>
3. *IPv6: Facts and Fiction* [online, 2008-05-20]. Dostupné na WWW: <http://www.join.uni-muenster.de/Dokumente/FAQs/Facts_and_Fiction.php?lang=en>
4. Satrapa, Pavel: *IPv6 – Internet Protokol verze 6*. Praha: Neocortex, 2002, ISBN 80-86330-10-9
5. Čižmár, A., Baboľ, M., Jakab, F.: *Technológia IPv6 a možnosti jej nasadenia*. Košice: Elfa, s.r.o., 2003, ISBN 80-89066-68-2
6. *International Organization for Standardization* [online, 2008-05-20]. Dostupné na WWW: <<http://www.iso.org/iso/home.htm/>>
7. *IPv6: The Next Generation Internet!* [online, 2008-05-20]. Dostupné na WWW: <<http://www.ipv6.org/>>
8. *Fakulta informačních technologií VUT v Brně* [online, 2008-05-20]. Dostupné na WWW: <<http://www.fit.vutbr.cz/>>
9. Tvrdíková, M.: *Zavádění a inovace informačních systémů ve firmách*. Praha: Grada, 2000. 116 s. ISBN 80-7169-703-6
10. Řepa, V.: *Podnikové procesy: procesní řízení a modelování*. Praha: Grada, 2006. 268 s. ISBN 80-247-1281-4
11. *The IPv6 portal* [online, 2008-05-20]. Dostupné na WWW: <<http://go6.net/ipv6-6bone/>>

12. *Applicability Statement for the Implementation of Classless Inter-Domain Routing (CIDR)* [online, 2008-05-20]. Dostupné na WWW: <<http://tools.ietf.org/html/rfc1517>>
13. *An Architecture for IP Address Allocation with CIDR* [online, 2008-05-20]. Dostupné na WWW: <<http://tools.ietf.org/html/rfc1518>>
14. *Classless Inter-Domain Routing (CIDR): an Address Assignment and Aggregation Strategy* [online, 2008-05-20]. Dostupné na WWW: <<http://tools.ietf.org/html/rfc1519>>
15. *Exchanging Routing Information Across Provider Boundaries in the CIDR Environment* [online, 2008-05-20]. Dostupné na WWW: <<http://tools.ietf.org/html/rfc1520>>
16. *Domain Names – concepts and facilities* [online, 2008-05-20]. Dostupné na WWW: <<http://tools.ietf.org/html/rfc1034>>
17. *Domain Names – implementation and specification* [online, 2008-05-20]. Dostupné na WWW: <<http://tools.ietf.org/html/rfc1035>>
18. *Internet Protocol* [online, 2008-05-20]. Dostupné na WWW: <<http://tools.ietf.org/html/rfc791>>
19. *Transmission Control Protocol* [online, 2008-05-20]. Dostupné na WWW: <<http://tools.ietf.org/html/rfc793>>
20. *User Datagram Protocol* [online, 2008-05-20]. Dostupné na WWW: <<http://tools.ietf.org/html/rfc768>>
21. *Internet Control Message Protocol* [online, 2008-05-20]. Dostupné na WWW: <<http://tools.ietf.org/html/rfc792>>
22. *Traditional IP Network Address Translator (Traditional NAT)* [online, 2008-05-20]. Dostupné na WWW: <<http://tools.ietf.org/html/rfc3022>>

23. *Internet Protocol, Version 6 (IPv6) Specification* [online, 2008-05-20]. Dostupné na WWW: <<http://tools.ietf.org/html/rfc2460>>
24. *Neighbor Discovery for IP Version 6 (IPv6)* [online, 2008-05-20]. Dostupné na WWW: <<http://tools.ietf.org/html/rfc2461>>
25. *IPv6 Stateless Address Autoconfiguration* [online, 2008-05-20]. Dostupné na WWW: <<http://tools.ietf.org/html/rfc2462>>
26. *Internet Control Message Protocol (ICMPv6) for the Internet Protocol Version 6 (IPv6) Specification* [online, 2008-05-20]. Dostupné na WWW: <<http://tools.ietf.org/html/rfc2463>>
27. *Transmission of IPv6 Packets over Ethernet Networks* [online, 2008-05-20]. Dostupné na WWW: <<http://tools.ietf.org/html/rfc2464>>
28. *Prezentace firmy Cisco* [online, 2008-05-20]. Dostupné na WWW: <<http://cisco.com/>>
29. Zákon o mzdě, odměně za pracovní pohotovost a o průměrném výdělku, č. 1/1992 Sb., §5, odst. 1.
30. *Prezentace datového centra firmy Zoner, s.r.o.* [online, 2008-05-20]. Dostupné na WWW: <<http://www.czechia.com/>>