



VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V BRNĚ

BRNO UNIVERSITY OF TECHNOLOGY

FAKULTA STROJNÍHO INŽENÝRSTVÍ

FACULTY OF MECHANICAL ENGINEERING

ÚSTAV AUTOMATIZACE A INFORMATIKY

INSTITUTE OF AUTOMATION AND COMPUTER SCIENCE

HISTORIE TECHNOLOGIÍ POČÍTAČOVÝCH SÍTÍ

HISTORY OF COMPUTER NETWORK TECHNOLOGIES

BAKALÁŘSKÁ PRÁCE

BACHELOR'S

AUTOR PRÁCE

AUTHOR

Zbyněk Stebnický

VEDOUcí PRÁCE

SUPERVISOR

doc. Ing. Jan Roupec, Ph.D.

BRNO 2021

Zadání bakalářské práce

Ústav:	Ústav automatizace a informatiky
Student:	Zbyněk Stebnický
Studijní program:	Strojírenství
Studijní obor:	Základy strojního inženýrství
Vedoucí práce:	doc. Ing. Jan Roupec, Ph.D.
Akademický rok:	2020/21

Ředitel ústavu Vám v souladu se zákonem č.111/1998 o vysokých školách a se Studijním a zkušebním řádem VUT v Brně určuje následující téma bakalářské práce:

Historie technologií počítačových sítí

Stručná charakteristika problematiky úkolu:

Záměrem práce je zdokumentovat historický vývoj technologií používaných v počítačových sítích včetně shromáždění fyzických vzorků nebo pořízení obrazové dokumentace. Výsledky budou využity v budované laboratoři počítačových sítí.

Cíle bakalářské práce:

V rámci práce bude vytvořen čtivý, věcně správný a názorný materiál, který bude používán zejména pro studenty v rámci výuky počítačových sítí a souvisejících předmětů. Zvláštní zřetel bude věnován historii technického řešení počítačové sítě na VUT a FSI. K dokumentaci budou využity i stávající a historické komponenty počítačových sítí, které jsou k dispozici na ÚAI.

Seznam doporučené literatury:

SUNSHINE, Carl A., Computer Network Architectures and Protocols. Springer, Boston, MA, USA. 1989.

TANENBAUM, A. S., WETHERALL D. J., Computer Networks. Prentice Hall International. 2013.

Termín odevzdání bakalářské práce je stanoven časovým plánem akademického roku 2020/21

V Brně, dne

L. S.

doc. Ing. Radomil Matoušek, Ph.D.
ředitel ústavu

doc. Ing. Jaroslav Katolický, Ph.D.
děkan fakulty

ABSTRAKT

Tato bakalářská práce se zabývá postupným vývojem technologií užívaných v počítačových sítích. Dále popisuje vznik Internetu v České Republice a konkrétně se zabývá sítí FSI VUT v Brně.

ABSTRACT

This bachelor thesis explores the gradual development of technologies utilized in computer networks. Furthermore it describes the creation of the internet in the Czech Republic, specifically it examines the FME BUT network.

KLÍČOVÁ SLOVA

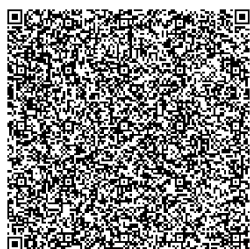
Počítačová síť, Rozlehlá síť, Ethernet, VUT síť, ARPANET

KEYWORDS

Computer Network, Wide Area Network, Ethernet, BUT network, ARPANET



ÚSTAV AUTOMATIZACE
A INFORMATIKY



2021

BIBLIOGRAFICKÁ CITACE

Citace tištěné práce:

STEBNICKÝ, Zbyněk. *Historie technologií počítačových sítí*. Brno, 2021. Dostupné také z: <https://www.vutbr.cz/studenti/zav-prace/detail/135716>. Bakalářská práce. Vysoké učení technické v Brně, Fakulta strojního inženýrství, Ústav automatizace a informatiky. Vedoucí práce Jan Roupec.

PODĚKOVÁNÍ

Poděkování patří vedoucímu mé práce za jeho trpělivost, ochotu a poskytnutí znalostí. Také bych chtěl poděkovat rodině a přátelům za oporu při psaní této práce.

ČESTNÉ PROHLÁŠENÍ

Prohlašuji, že, že tato práce je mým původním dílem, vypracoval jsem ji samostatně pod vedením vedoucího práce a s použitím odborné literatury a dalších informačních zdrojů, které jsou všechny citovány v práci a uvedeny v seznamu literatury.

Jako autor uvedené práce dále prohlašuji, že v souvislosti s vytvořením této práce jsem neporušil autorská práva třetích osob, zejména jsem nezasáhl nedovoleným způsobem do cizích autorských práv osobnostních a jsem si plně vědom následku porušení ustanovení § 11 a následujících autorského zákona c. 121/2000 Sb., včetně možných trestně právních důsledků.

V Brně dne 22. 5. 2021

.....

Zbyněk Stebnický

OBSAH

1	ÚVOD.....	15
2	ZÁKLADNÍ POJMY.....	17
2.1	Síťový hardware	17
2.1.1	Metalické kabely.....	17
2.1.2	Optický kabel.....	17
2.1.3	Pracovní stanice	18
2.1.4	Síťové adaptéry.....	18
2.1.5	Servery	18
2.1.6	Opakovače	18
2.1.7	Rozbočovače.....	18
2.1.8	Most	18
2.1.9	Směrovače	18
2.1.10	Brány	18
2.1.11	Switch	19
2.1.12	Uzel.....	19
2.2	Síťový software	19
2.2.1	Protokol	19
2.2.2	IP protokol	19
2.2.3	Paket	19
2.3	Referenční model ISO/OSI.....	20
2.3.1	Fyzická vrstva.....	20
2.3.2	Linková vrstva	20
2.3.3	Síťová vrstva.....	20
2.3.4	Přenosová vrstva.....	20
2.3.5	Relační vrstva	21
2.3.6	Prezentační vrstva.....	21
2.3.7	Aplikační vrstva.....	21
2.4	Rozdělení sítí	21
2.4.1	Podle rozlehlosti sítě:.....	21
2.4.2	Podle úlohy prvků v síti:.....	21
2.4.3	Podle způsobu využití sítě	22
2.5	Topologie sítí.....	22
2.5.1	Hvězda	22
2.5.2	Strom	22
2.5.3	Sběrnice	23
2.5.4	Páteř	23
2.5.5	Kruh	23
2.5.6	Neomezená topologie	23
3	HISTORIE ROZLEHLÝCH SÍTÍ.....	24
3.1	Arpanet	24
3.2	Aloha network	25
3.3	Cybernet.....	25
3.4	Počítačová síť firmy General Electric (GE)	25

3.5	Cyclades	25
3.6	USENET	26
3.7	BITNET	26
3.8	CSNET	27
3.9	NSFNET.....	27
3.10	DECNET	27
3.11	NREN.....	28
3.12	Internet	28
3.13	Internet II – Abilene	28
3.14	CESNET.....	29
3.15	CESNET2.....	29
4	VÝVOJ POUŽÍVANÝCH TECHNOLOGIÍ.....	30
4.1	Od telefonní linky po Internet	30
4.2	Ethernet	31
4.2.1	Fast Ethernet	31
4.2.2	Gigabit Ethernet	31
4.3	Bezdrátové sítě.....	32
4.3.1	Sítě WLAN	32
4.3.2	Mobilní sítě	32
5	HISTORIE SÍTĚ VUT.....	33
5.1	Areálová síť FSI.....	34
6	ZÁVĚR.....	37
7	SEZNAM POUŽITÉ LITERATURY	39

1 ÚVOD

Od počátku věku byla komunikace a vědění nutnou podmínkou k přežití. Lidé postupně vymysleli způsob komunikace na dálku (od kouřových signálů, přes poštovní holuby až po Internet) i způsob, jak uchovat vědomosti (od hliněných destiček, po databáze uložené na serverech). Dnešní Internet zvládá oba tyto úkony a mnohem více s naprostým přehledem. Poskytuje lidem možnost kontaktovat člověka na druhé straně planety nebo dohledat téměř jakoukoliv informaci z pohodlí vlastního domova. Internet se stal neodlučitelnou součástí našich životů. V dnešní době jsme neustále obklopeni počítačovými sítěmi, ať se jedná o bezdrátové technologie (5G) nebo rozlehlé sítě. Z tohoto důvodu jsem si vybral tuto práci, protože jsem chtěl zjistit, jak to vše začalo a jaké všechny kroky nás dostali až k nynějšímu Internetu. Proto na úplném začátku práce popíšu základní pojmy související se sítěmi. Navážu historií rozlehlých sítí počínaje ARPANETem. Posléze stručně shrnu chronologický vývoj technologií v počítačových sítích, který nás zavedl až k dnešnímu 5G připojení. A na závěr věnuji speciální kapitulu síti VUT.

2 ZÁKLADNÍ POJMY

Síť je celek vzniklý vzájemným propojením určitého počtu zařízení. Vzájemné propojení je realizováno za pomoci komunikačních prostředků. Toto propojení je oboustranné.

2.1 Síťový hardware

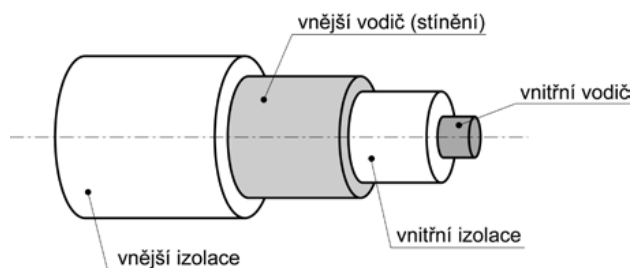
Síťový hardware umožňuje fyzické propojení jednotlivých zařízení.

2.1.1 Metalické kabely

Metalické kabely rozdělujeme na:

Nesymetrické kabely

Koaxiální kabel se skládá ze dvou vodičů, kde jeden je umístěn uprostřed a druhý vodič jej obklopuje. Mezi nimi a kolem druhého vodiče se nachází izolace.



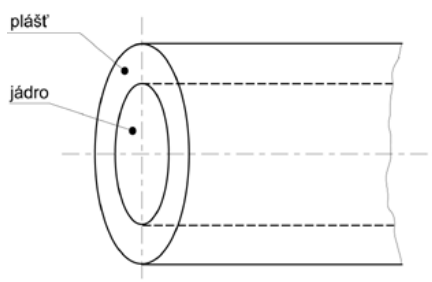
Obrázek 1 – Struktura koaxiálního kabelu [1].

Symetrické kabely

Kroucená dvoulinka je sestavena obecně z libovolného počtu párů (nejčastěji používány 4 páry) samostatně izolovaných zkroucených vodičů. Nejčastěji se s nimi setkáme v komunikacích LAN.

2.1.2 Optický kabel

Signál u optického kabelu přenáší světelný paprsek v optickém vlákně. To může být vyrobeno ze skla nebo plastu. Kabel je dále vyztužen plastovou výplní. Díky tomu, že poskytuje větší šířku pásma, je tato technologie na vzestupu a poskytuje mnohem vyšší rychlost připojení.



Obrázek 2 – Struktura optického vlákna [1].

2.1.3 Pracovní stanice

Pracovní stanice je většinou špičkový desktop, ke kterému má uživatel fyzicky přístup. Skládá se většinou z počítače s procesorem, pamětí RAM, pevným diskem, klávesnicí a monitorem. [2]

2.1.4 Síťové adaptéry

Síťové adaptéry přímo ovlivňují výkon sítě a je klíčovou složkou pro správný chod. Vysílá data do sítě a zároveň slouží jako přijímač v pracovní stanici.

2.1.5 Servery

Server je vlastně počítač, který poskytuje soubory nebo správu prostředků. Uživatel na vyžádání dostane k těmto prostředkům přístup.

2.1.6 Opakovače

Opakovače se používají pro kompenzaci útlumu signálu. S uraženou vzdáleností by mohlo docházet ke ztrátě přenášených dat, a proto existují opakovače, které daný signál po cestě zesilují a tím eliminují útlum.

2.1.7 Rozbočovače

Rozbočovače jsou centrální spojovací zařízení nejčastěji se nacházející v hvězdicové topografii. Existují dva typy a to aktivní (obnovuje data, aby vykompenzoval šum a útlum) a pasivní (nezpracovává data vůbec, pouze propojuje, v počítačových sítích se nepoužívá).

2.1.8 Most

Most (anglicky bridge) je síťové zařízení, které spojuje části sítě na vyšší vrstvě sítě. [2] Blíže rozepsáno v kapitole 2.3 Referenční model ISO/OSI.

2.1.9 Směrovače

Směrovače dokážou rozpoznat posílaná a přijímaná data (pakety) a následně optimalizují jejich přenos za využití tzv. směrovací tabulky, která obsahuje neoptimálnější cesty pro přenos dat.

2.1.10 Brány

Brána (anglicky gateway) podle protokolu TCP/IP označuje router, díky kterému je možné se dostat do vnější sítě. Dle terminologie ISO/OSI je brána obecné propojovací zařízení.

2.1.11 Switch

Switch neboli přepínač aktivně propojuje jednotlivé části sítě. Zkoumají procházející pakety a podle jejich identifikátorů je posílá na odpovídající port. Podle způsobu identifikace adres se dělí na L2 (určuje podle hardwarové adresy) a L3 (určuje podle IP).

2.1.12 Uzel

Uzel (anglicky peering) je místo vzájemného propojení komunikačních sítí různých společností.

2.2 Síťový software

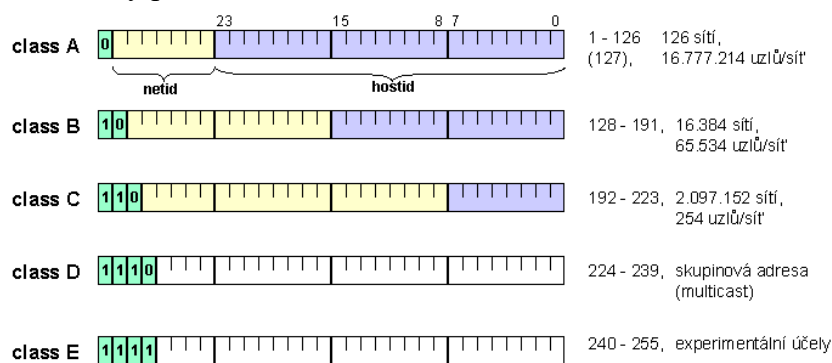
Síťový software se stará o přesuny dat, komunikaci a další služby. Oproti síťovému hardwaru bývá jeho výměna většinou rychlejší a levnější.

2.2.1 Protokol

Protokol je seznam pravidel, jimiž se řídí komunikace mezi jednotlivými uzly v síti.

2.2.2 IP protokol

IP protokol slouží k přenosu dat. Každému zařízení přiděluje unikátní adresu k rozlišení jednotlivých zařízení v síti. S tím souvisí jednotlivé verze tohoto protokolu. První verze IPv4 obsahovala délku adresy o velikosti 32 bitů, což vedlo k vyčerpání adres a byl nutný přechod na 128 bitový protokol IPv6.



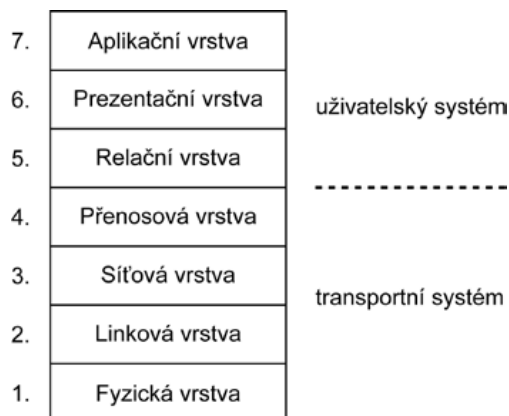
Obrázek 3 – Struktura adres IPv4 [1].

2.2.3 Paket

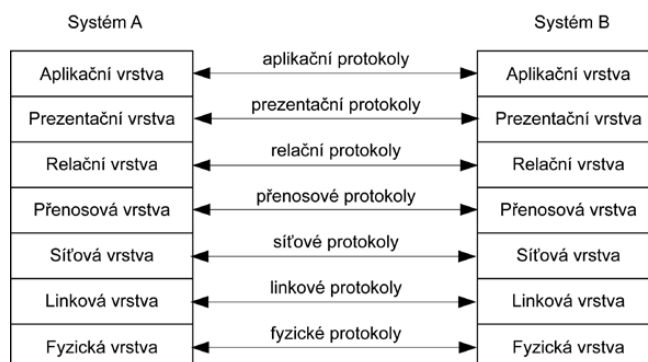
Paket je základní přenosovou jednotkou. Skládá se z dat, metadat a hlavičky (obsahuje adresu zdroje a cíle). Použití paketů výrazně vylepšilo způsob komunikace po síti.

2.3 Referenční model ISO/OSI

Na počátku byla většina sítí mezi sebou nekompatibilní, protože každý výrobce používal jinou technologii. Proto organizace ISO zavedla soubor pravidel standardizující tyto sítě. Referenční model OSI je tvořen sedmi vrstvami a přiděluje protokoly jednotlivým vrstvám a řídí spolupráci mezi nimi.



Obrázek 4 – Struktura referenčního modelu ISO/OSI [1].



Obrázek 5 – Komunikace v modelu ISO/OSI [1].

2.3.1 Fyzická vrstva

Fyzická vrstva zajišťuje přenos bitů.

2.3.2 Linková vrstva

Linková vrstva využívá datový spoj (fyzickou vrstvu) pro přenos datových bloků. Poskytuje kontrolu chyb při přenosu a zároveň řídí přístup k médiu.

2.3.3 Síťová vrstva

Síťová vrstva realizuje samotné cesty od uzlu k uzlu mezi dvěma systémy.

2.3.4 Přenosová vrstva

Přenosová vrstva přenáší zprávy mezi procesy.

2.3.5 Relační vrstva

Relační vrstva kompenzuje případný krátkodobý výpadek a vytváří dojem nepřetržité komunikace vyšším vrstvám sítě.

2.3.6 Prezentační vrstva

Prezentační vrstva sjednocuje různorodé zprávy a prezentuje je uživateli jednotným způsobem.

2.3.7 Aplikační vrstva

Aplikační vrstva poskytuje přístup ke komunikačním systémům aplikacím.

2.4 Rozdělení sítí

Sítě se dají dělit podle mnoha kritérií. Autor vybral podle něj ty nejdůležitější.

2.4.1 Podle rozlehlosti sítě:

LAN (anglicky Local Area Network)

Jedná se o lokální síť (jednotlivá zařízení se nachází geograficky blízko sebe). Většinou mají jednoho majitele a správce.

MAN (anglicky Metropolitan Area Network)

Jedná se o metropolitní veřejná síť (většinou zasazena do města). Větší než LAN, avšak menší než WAN. Spojuje jednotlivé sítě LAN do celku. Většinou využívá ke spojení optické kabely, což zaručuje vysokou rychlost přenosu dat. Doba vysílání je přibližně rovna době šíření signálu.

WAN (anglicky Wide Area Network)

Popisuje rozlehlou síť. Velikostí přerůstá síť MAN. Spojuje města až státy a propojuje obrovské množství uživatelů.

GAN (anglicky Global Area Network)

Jedná se o globální síť. Jak již název napovídá, spojuje celou Zemi do jedné sítě. Zástupcem veřejné globální sítě je například Internet.

2.4.2 Podle úlohy prvků v síti:

Peer-to-peer

Postavení a role uzlů jsou si rovny. Není zde žádné nadřazené zařízení.

Klient-server

Servery poskytují výkon nebo služby (například při kontrole bankovního konta uživatel požádá o data uložená na bankovním serveru), ale pouze pokud si o ně klient sítě požádá.

2.4.3 Podle způsobu využití sítě

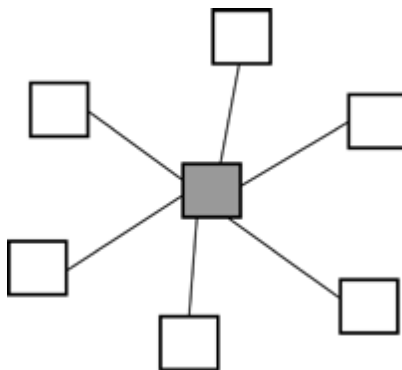
1. Firemní (například Počítačová síť firmy General Electric)
2. Vojenská (například MILNET)
3. Bankovní (banky potřebují bezpečnou síť pro komunikaci mezi pobočkami například při bankovních převodech)
4. Komerční (například RIPE)

2.5 Topologie sítí

Topologie udává tvar nebo strukturu dané sítě. Nemusí nutně odrážet fyzický tvar jenž nese v názvu.

2.5.1 Hvězda

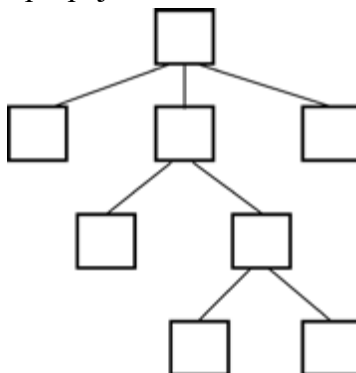
Hvězda (star topology) obsahuje v koncových uzlech většinou počítače, ve středu je umístěn propojovací prvek.



Obrázek 6 – Topologie hvězda [1].

2.5.2 Strom

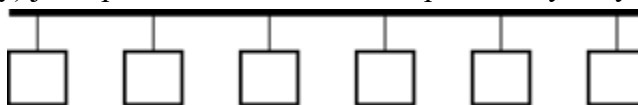
Strom (tree topology) často vzniká propojením několika hvězd.



Obrázek 7 – Topologie strom [1].

2.5.3 Sběrnice

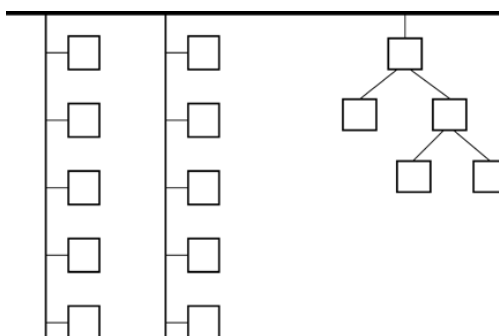
Sběrnice (bus topology) je inspirována vnitřní sběrnicí počítačových systémů.



Obrázek 8 – Sběrníková topologie [1].

2.5.4 Páteř

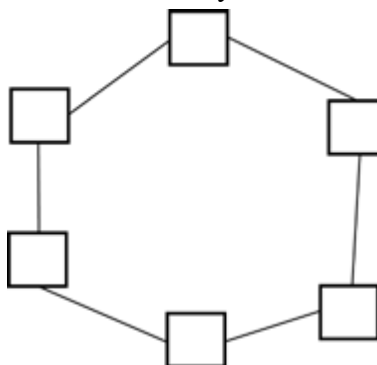
Páteř (backbone topology) vzniká napojením další sítě, většinou s různorodou topologií, na sběrnici.



Obrázek 9 – Páteřová topologie [1].

2.5.5 Kruh

V kruhu (ring topology) se informace pohybuje v jednom směru po uzavřené smyčce tvořené jednosměrnými spoji. Prochází všemi uzly.



Obrázek 10 – Kruhá topologie [1].

2.5.6 Neomezená topologie

Neomezená topologie (unlimited topology) se používá spíše v rozlehlých sítích, kdy se vyžadují záložní cesty pro případ poruchy.

3 HISTORIE ROZLEHLÝCH SÍTÍ

V roce 1965 Lawrence Roberts zabezpečil spojení dvou zařízení, jež se nacházela každá na jiném místě, za pomoci telefonního kabelu a vytáčecího modemu.

Leonard Kleinrock využil toto spojení k zaslání textové zprávy z UCLA (University of California, Los Angeles) do počítače na Standfordu. Znění zprávy bylo „login“, avšak pouze písmena L a O se zobrazila na monitoru a poté se systém zhroutil. [3] Avšak další pokusy byly úspěšné, a tak vznikl ARPANET.

3.1 Arpanet

Po vypuštění sondy Sputnik 1, si Američané uvědomili zranitelnost své vojenské sítě, a tak resort obrany pověřil společnost RAND Corporation naleznutím řešení. Požadavek byl vymyslet síť, fungující i přesto, že některé jeho části mohou být vyřazeny z provozu.

V roce 1964 RAND Corporation navrhla možné řešení, a to takové, že síť nemá centrální složku (uzly jsou si rovnocenné) a jednotlivá spojení mezi uzly nemusí být spolehlivá (v případě vyřazení jednoho uzlu se použije jiné spojení). Na začátku roku 1968 byla ve Velké Británii poprvé aplikována technika přepojování paketů v experimentální síti National Physical Laboratory (Národní laboratoř pro fyziku).

V roce 1969 byla zprovozněna první síť s přepojováním paketů (packet-switching). Počítačový soubor je efektivně rozdělen na tisíce malých segmentů, tzv. paketů, ty jsou následně posílány sítí (není určena trasa, cestují libovolně) a v koncovém zařízení opět složeny do jednoho souboru. Tímto způsobem se soubor dostane do cílové destinace i přes poškozenou síť. Arpanet se velmi rychle uchytil a roku 1971 již obsahoval 15 uzlů. O rok později bylo toto číslo více než dvojnásobné, rovno 37. Vinton Cerf od roku 1972 pořádá semináře, na kterých vzniká koncept protokolů TCP/IP. O rok později se k Arpanetu připojují první dva zahraniční uzly konkrétně Velká Británie a Norsko. V září tohoto roku byla odprezentována první verze TCP protokolu na konferenci na univerzitě v Sussexu. Jak se síť rozšiřovala, bylo potřeba zavést sérii pravidel, které budou řídit manipulaci s daty. V roce 1974 Bob Kahn a Vinton Cerf přišli s řešením a zavedli TCP/IP (transmission-control protocol/internet protocol), jenž spravuje pohyb dat sítí. V červenci následujícího roku byl provoz sítě Arpanet předán do rukou DCA (Defense Communications Agency). Roku 1977 se uskutečnily praktické pokusy s protokolem TCP. Rok na to, dochází k oddělení protokolu IP od TCP a vytvoření UDP protokolu. Nařízením ministerstva obrany z roku 1982 bylo rozhodnuto, že všechny připojené počítače musí povinně přejít na protokol TCP/IP. Přenos paketů NCP byl ukončen 1.1.1983. Od této chvíle fungovala síť na protokolech TCP/IP.

V roce 1983 jsou propojeny síť ARPANET a CSNET. V roce 1983 vzniká vojenská síť MILNET oddělením od ARPANETu. [4] MILNET obsahuje armádní střediska a vše co souvisí s armádou, avšak byla schopná komunikovat se sítí ARPANET přes brány. Roku 1986 je spuštěna síť NSFNET, která postupně nahradila síť ARPANET

jakožto páteční síť. Čtyři roky na to, je provoz sítě ARPANET ukončen, avšak její části se staly součástí Internetu.

3.2 Aloha network

Aloha network byla první síť používající všesměrové vysílání vyvinutá na University of Hawaii v pozdních 60. letech Normanem Abramsonem a jeho kolegy. Tato síť spojovala jednotlivé ostrovy a byla průkopníkem ve sdílení komunikačních prostředků. Originální systém byl použit pro pozemní vysílání rádiového signálu, ale později byl implementován do komunikačního systému satelitů. Systémy založené na náhodném přístupu musejí řešit problém s kolizí, která nastane, když dva nebo více uzlů se rozhodnou najednou vysílat na jednom kanálu. V tomto případě nastane kolize spojení a žádná data se nepřenesou. Roku 1972 přišel Roberts s řešením v podobě protokolu Slotted Aloha. Ten rozdělil vysílání do striktních časových intervalů, tzv. slotů. Stanice mohou vysílat pouze na začátku tohoto časového intervalu (slotu), tím se zamezí většině kolizím, avšak ještě stále mohou nastat. V roce 1973 Bob Metcalfe popsal nový systém inspirovaný právě sítí Aloha network, který byl nazván Alto Aloha Network (později přejmenován na Ethernet). Oproti Aloha network obsahoval tzv. „listen before talk“ (česky „poslouchej před tím, než promluvíš“), který zabráňoval kolizi spojení. [5]

3.3 Cybernet

Cybernet patřila mezi první firemní sítě společnosti CDC. Sloužila primárně na zpracování běžných obchodních údajů. Síť spuštěna v roce 1969. Cílem této sítě bylo poskytnout co nejvyšší pružnost v provozu. [6]

3.4 Počítačová síť firmy General Electric (GE)

Firemní síť s primárním zaměřením na servisní poskytování výpočetních a informačních služeb. Spuštěna v roce 1969. Přístup uživatelů byl možný pouze za pomoci terminálů. [6]

3.5 Cyclades

Experimentální síť, jenž se začala vyvíjet v sedmdesátých letech minulého století ve Francii. Byla důležitým technickým milníkem mezi sítí Arpanet a novodobým Internetem. Byla založena na technologii přepojování paketů (packet switching). Tato síť demonstrovala, že lze vytvořit efektivní počítačovou síť, která neposkytuje spolehlivý přenos paketů (při nedoručení zprávy byla odesílateli doručena chybová hláška). [6] Byl to důležitý krok k zjednodušení komunikace prostřednictvím sítě. Fyzická část této sítě se nazývala CIGALE.

V roce 1974 byla uvedena do provozu, obsahovala 16 hlavních počítačů a 5 uzlových počítačů.

3.6 USENET

USENET byla spuštěna v roce 1979 Tomem Truscottem a Jimem Ellisem. Ti přišli s protokolem UNIX-to-UNIX, který umožňoval výměnu zpráv a souborů mezi zařízeními v síti.

Oficiálně spuštěna v roce 1980 pro veřejnost. Obsahovala 3 počítače nacházející se v UNC, Duke a Duke Medical school. Jelikož nebyla síť spravována centrálně, mohli její uživatelé používat libovolné verze vybavení. [7]

Spojení mezi Evropou a USA bylo realizováno za pomoci pevného spoje mezi Amsterdamem v Nizozemsku a Virginii v USA. Toto spojení nese jméno EUNET. [5]

3.7 BITNET

„Because It's Time NETwork“ byl slogan sítě BITNET. Jednalo se o síť určenou pro výzkum a vzdělávání. Systém byl původně založen na IBM VNET emailovém systému. Síť byla navrhnutá tak, aby byla levná a efektivní na provoz, proto využívá stromovou strukturu s pouze jednou cestou z jednoho počítače do druhého.

Oproti CSNET nesdružuje pouze fakulty informatiky, ale obecně všechny obory.

Vznikla v roce 1981 v City University of New York a v Yale University (Ira Fuchs, Greydon Freeman). Síť používala komunikační protokol NJE od IBM, což v budoucnu způsobilo její zánik z důvodu nekompatibility s TCP/IP protokolem. Od roku 1982, kdy BITNET zahrnoval 20 institucí došlo k výraznému rozvoji. O dva roky později zahrnoval více než 100 organizací na 225 počítačích. Také rozvinul organizační strukturu, jenž měla formu Executive. Milník 1000 uzlů sítě pokořil v roce 1987. O dva roky později došlo ke spojení administrativní organizace s paralelní sítí CESNET a USENET. Výsledná síť dostala označení CREN – Corporation for Research and Educational Networking (Společnost pro výzkum a vzdělávací síť).

Evropská část této sítě má název EARN (European Academic and Research Network).

Roku 1994 dosáhla síť počtu 1400 organizací ze 49 zemí světa. [9]

V roce 1987 byl spuštěn BITNET 2 aby navázal na úspěch svého předchůdce. Avšak v roce 1996 bylo jasno, že Internet má větší potenciál, zejména díky kompatibilitě s TCP/IP.

3.8 CSNET

První plány sítě CESNET byly prezentovány v květnu roku 1979 L. H. Landweberem na speciální konferenci na Univerzitě ve Wisconsinu.

Spuštěna v roce 1981 díky financování ze strany NSF (National Science Foundation). Jednalo se o takzvanou metasít, což znamená, že využívala přenosovou techniku jiných sítí a na samotný vrchol aplikuje jednotnou protokolovou vrstvu, aby uživatel viděl jednu logickou síť.

Oproti ARPANETu měla spojovat katedry informatiky rychle, spolehlivě a hlavně levně (čehož je docíleno předpokladem bezchybnosti sítě). Proto v roce 1988 je již zapojeno na 150 univerzit.

V počátcích byla CSNET tvořena třemi složkami, avšak postupem času byla přidána ještě čtvrtá složka. První složkou byla síť ARPANET, k propojení došlo v roce 1983. Druhou složkou byla obecná veřejná síť (např. Telenet, Uninet, ...). Třetí složkou byla vybudovaná síť PHOENET tvořená hostitelskými počítači. Čtvrtou a finální složkou byl CYPRESS. Tyto složky byly navzájem propojeny nástrojem zvaným CSNET-RELAY, jenž je umístěn v Cambridge (Massachusetts) u společnosti BBN. Roku 1989 došlo ke spojení se sítí USENET.

3.9 NSFNET

V roce 1985 přemýšlela NSF jak zajistit lepší přístup ke svému vysoce výkonnému superpočítači.

V roce 1986 byla spuštěna síť NSFNET(National Science Foundation Network) a připojena k tomuto superpočítači rychlostí přes 56,000 bitů za sekundu. Síť byla připojena k ARPANETU a využívala TCP/IP protokol. Bylo k ní připojeno přes 2000 počítačů. [10]

V roce 1988 již NSF poskytuje připojení k šesti superpočítačům. Ty se staly jádrem hierarchické struktury, na kterou jsou připojeny regionální sítě pro 6 až 12 univerzit. Na jejich lokální jsou posléze napojeny lokální sítě jednotlivých pracovišť.

Následující rok přechází SFNET na přenosovou rychlost 1,544 Mb/s. V roce 1991 se stává první 45 Megabitovou sítí. V roce 1993 síť obsahuje přes 2 miliony počítačů. Postupně nahrazuje roli ARPANETu jakožto roli páteřní sítě i když její původní účel byl naprosto jiný. Od výzkumné sítě se stal sítí komerční. Proto se v polovině 90. let rozhodli síť pozvolna odstavit. Její přenosové funkce byly postupně převzaty jinými již čistě komerčními sítěmi. [11]

3.10 DECNET

DECnet byl vyvinut společností Digital Equipment Corporation (DEC). Původně sloužil ke spojení dvou minipočítačů PDP-11, ale postupně se transformoval na první peer-to-peer síť v osmdesátých letech 20. století.

3.11 NREN

Primárním cílem sítě NREN bylo poskytnout univerzitám a výzkumným zařízením vysoce kvalitní připojení. Tato síť pracovala na vyšší rychlosti přenosu dat než NSFNET. [6]

3.12 Internet

Internet je největší globální otevřená informační metasít'. Definice v kapitole **4.1 Od telefonní linky po Internet.**

Struktura Internetu sestává z:

1. Páteř – nejvyšší vrstva, základním kamenem celého Internetu. Sestává ze sítí jako NSFNET a EBONE.
2. Sítě střední velikosti – tranzitní síť. V hierarchii leží pod páteří sítí, zajišťuje přenos dat a směrování do nižších vrstev. Mají spojení navazující alespoň do dvou jiných sítí. Příkladem těchto sítí jsou NEARNET, SURANET, PSINET.
3. Kořenové sítě – jedná se o městské sítě a lokální sítě. [6]

Uživatelé internetu jsou instituce všeho druhu od komerčních až po vládní.

3.13 Internet II – Abilene

Abilene je akademická síť, která má za cíl usnadnit například provoz laboratorního zařízení na dálku nebo rychlé ovládání teleskopu.

Budování začalo v roce 1998 a spuštěna byla v lednu 1999.

23. dubna 2002 bylo oznámeno vylepšení sítě za použití T640 směrovačů, které zajistí rychlost 10 Gbits/sec za pomoci protokolu IPv6. [6]

V roce 2007 po vylepšení na úroveň 3 se ze sítě Abilene stává síť nazývaná Internet II.

3.14 CESNET

Roku 1991 byl instalován sálový počítač firmy IBM ve výpočetním centru pražského ČVUT a připojen do akademické sítě EARN (European Academic Research Network), evropské odnože sítě BITNET. Na počátku roku 1992 byla dvojnásobně posílena přenosová trasa a zároveň rozdělena na dva samostatné nezávislé kanály. Jeden využívala síť EARN a druhý byl vyčleněn pro Internet. Česká republika byla oficiálně připojena k Internetu 13. února 1992.

V roce 1992 byl zadán projekt FESNET (Federal Education and Scientific NETwork). V listopadu došlo k rozdělení země na dva samostatné státy a u projektu bylo nutno udělat změny. Slovenská část sítě byla odstraněna. Také název se změnil, a to na CESNET (Czech Scientific and Education NETwork).

Počátkem roku 1993 byla síť CESNET uvedena do provozu. Mimo páteřní trasu mezi Prahou a Brnem s rychlostí 64 kb/s pracovaly jednotlivé spoje s rychlostí pouze 19,2 kb/s. Avšak díky obrovskému zájmu obyvatel začala přenosová rychlost velmi rychle stoupat. [12]

3.15 CESNET2

Mezi prvními státy začala Česká Republika prosazovat přístup známý jako Customer Empowered Fibre Network (CEF), kde oživení optické sítě zajišťuje sám provozovatel. Provozovatel poskytne investici do pořízení techniky a zároveň i odbornou technickou podporu.

V říjnu roku 2001 byla tato síť pojmenována CESNET2. V roce 2002 poskytuje gigabitové přenosové kapacity a má roli vysokorychlostní páteřní sítě. [12]

4 VÝVOJ POUŽÍVANÝCH TECHNOLOGIÍ

4.1 Od telefonní linky po Internet

V této kapitole se autor pokusí stručně shrnout postupný vývoj technologií, který vedl až k Internetu, tak jak jej známe dnes.

Definice Internetu podle prof. Soni Makulové z Filosofické fakulty Masarykovy univerzity v Brně: *Internet je komplexní globální síť skládající se z tisíce dalších nezávislých sítí, které jsou provozované vládními agenturami, výchovně-vzdělávacími a výzkumnými institucemi a soukromými obchodními společnostmi.* [13]

Jak je zmíněno dříve v práci, vše začalo v šedesátých letech 20. století v období studené války. Na počátku bylo ke komunikaci užíváno systému IMPs (Interface Message Processors), což byly počítače určené k přijímání, odesílání a organizování dat ze sítí. Dalo by se přirovnat k dnešním routerům. Síťové spojení zajišťovaly telefonní linky, podobně fungovaly komerční sítě ještě pár let poté. Za otce Internetu je považován Vint Cerf, který spolu s Bobem Kahnem vytvořil komunikační protokol TCP/IP, na kterém dodnes s určitými obměnami Internet běží. Rozmachu počítačových sítí pomohlo zejména připojení univerzit a výzkumných zařízení. V pozdních osmdesátých letech 20. století bylo připojeno okolo 25 zemí světa. Čím více různorodých zařízení bylo připojeno, tím více bylo zapotřebí standardizovat je, aby nedocházelo k neschopnosti komunikace mezi zařízeními. Na počátku devadesátých let začal sílit zájem veřejnosti a firem o připojení k síti. Internet nebyl pro každého, do vynalezení World Wide Web bylo velmi obtížné nalézt jakoukoli informaci, protože tzv. pre-Web byl téměř celý založen na text-based world (stručně řečeno vše bylo popsáno pouze textově ať se jednalo o programový zdrojový kód, XML soubory, ...). Naštěstí Tim Berners-Lee (autor konceptu World Wide Web a výzkumník v CERN) v roce 1993 sestavil první webovou stránku, odpovídající dnešním webovým stránkám. Zároveň vytvořil i webový prohlížeč, který prvně nesl označení WorldWideWeb a posléze byl přejmenován na Nexus. Dalším významným prohlížečem byl Mosaic. Vývoj začal roku 1992 na Univerzitě v Illinois, alfa verze vyšla o rok později. Prohlížeč byl podporován jak na zařízeních Macintosh, tak i na zařízeních běžících na operačním systému Windows. K masovému rozkvětu však napomohla skupinka studentů z University of Illinois. Ti pod vedením Marca Andressena vytvořili prohlížeč Netscape Navigator, který se těšil velké oblibě veřejnosti (v polovině 90. let pokrýval 80% trhu). Ke zvýšení dostupnosti internetu také výrazně napomohl 56k modem, který v roce 1996 poskytoval rychlost připojení 56,000 bitů za sekundu. Další obrovský skok způsobilo použití wifi modemu v iBook laptopu společnosti Apple v roce 1999. Od té doby nebyl uživatel nucen sedět před počítačem fyzicky připojeným k modemu, ale byla mu poskytnuta svoboda pohybu, jelikož wifi signál pokrýval širokou oblast. Roku 2004 bylo poprvé připojeno v USA k internetu více lidí pomocí široko pásmového připojení, které na rozdíl od vytáčecí linky neblokovalo možnost zatelefonovat si během brouzdání po Internetu. Postupné narůstání rychlosti připojení

napomohlo rozkvětu Internetu, tak jak jej známe dnes. Již nebylo nutno čekat několik minut, než se vám načte grafická část webové stránky. Roku 2005 došlo ke spuštění stránky YouTube, která již streamuje video i hudbu. Zavedení mobilního internetu umožnilo poskytnout ještě levnější a pohodlnější možnost připojení. Od roku 2008 počet uživatelů mobilního internetu raketově narůstá, což vede k rozvoji používaných technologií. V dnešní době 5G připojení poskytuje dostatečnou rychlost připojení prakticky k jakékoliv činnosti na netu, od posílání zpráv až po živé vysílání. [3]

4.2 Ethernet

První Ethernetová síť spuštěná v roce 1973 pracovala s přenosovou rychlostí 2,94 Mb/s. Jednalo se o firemní síť společnosti Xerox, která měla spojit všechny počítače firmy s laserovou tiskárnou. Tyto tiskárny byly velmi drahé, a tak bylo logičtější použít ethernetovou síť a spojit ji s jednou tiskárnou nežli kupovat do každé kanceláře tiskárnu. Za tímto nápadem stojí Robert Metcalfe. Síť používala koaxiální kabely. Ethernetové sítě mají limitovanou délku, kvůli použití kabelů (z důvodu útlumu a zpoždění signálu), proto se využívají především v malých sítích (firemní, školní, ...).

4.2.1 Fast Ethernet

Oproti původnímu Ethernetu se již nepoužívají koaxiální kabely nýbrž kabely UTP nebo optická vlákna, která zaručují výrazně rychlejší přenos dat.

14. července 1995 byl přijat standart popisující 100 Megabitový Ethernet.

4.2.2 Gigabit Ethernet

První specifikace publikovány v březnu roku 1998. Umožňuje rychlé připojení počítače. Vývoj jde neustále kupředu. Plánuje se připojení o rychlosti 1 TB/s.

4.3 Bezdrátové sítě

V posledních 15 letech došlo k prudkému rozvoji bezdrátových sítí. Ty jsou dnes dostupné pro širokou veřejnost při vynaložení minimálních nákladů. Oproti klasickým drátovým sítím poskytují uživateli volnost pohybu při zachování kvalitního připojení.

4.3.1 Sítě WLAN

Bezdrátové sítě WLAN (Wireless Local Area Network) existují od roku 1992 a poskytují stejné možnosti jako sítě drátové. Definujeme je za pomoci mnoha standardů, nejčastěji standardem 802.11b v nelicencovaném pásmu 2,4 GHz s rychlostí až 11 Mbps. Systémová architektura 802.11 obsahuje následující prvky: stanice (role koncové stanice), přístupový bod (Access Point), buňku (základní jednotka infrastruktury), distribuční systém (zajišťuje vzájemné propojení), síť (několik buněk propojených za pomoci distribučního systému) a portál (zajišťuje propojení sítě s jinými sítěmi LAN). Zařízení pracující na tomto standardu označujeme slovem WiFi (Wireless Fidelity). Na standardu 802.11a pracují zařízení v pásmu 5 GHz rychlostí až 54 Mbps.

4.3.2 Mobilní sítě

První generace cílila primárně na přenos dat a hlasového záznamu. V roce 1983 bylo AMPS (Advanced Mobile Telephone Systém) poskytnuto 40 MHz pásma. K prvnímu spuštění došlo v Chicagu na rozloze asi 2100 čtverečních mil.

Druhá generace (2G) oproti první využívá digitální deterministické metody přístupu k médiu jako TDMA (time division multiple access) a CDMA (code division multiple access). Tato síť umožnila použití bezdrátových telefonů, faxů, zasílání SMS a omezenou datovou komunikaci.

Mobilní systémy 2.5G byly založeny na technologii GPRS, která využívala packet-switching protokoly. Dále bylo možno účtovat cenu připojení podle přenesených dat, a nikoliv podle času stráveného na síti.

Další generace ještě zdokonalila přenos dat za pomoci Enhanced Data rate for GSM Evolution (EDGE). EDGE poskytoval vyšší rychlost připojení a jeho instalace nebyla nákladná.

Další generace postupně navyšovaly rychlost a stabilitu připojení. V dnešních dnech s použitím 5G internetu, může uživatel brouzdat po Internetu rychlostí až 600 Mb/s. [14]

5 HISTORIE SÍTĚ VUT

Na jaře 1991 si doc. Pavel Ošmera, tehdy nově ustavený vedoucí právě založené Katedry informatiky na FSI, zavolal dva mladé zaměstnance a sdělil jim, že cestou do práce potkal svého bývalého spolužáka, který právě založil firmu zabývající se počítačovými sítěmi. Proto se rozhodl, že se katedra bude také sítěmi zabývat a předvolané pracovníky tímto pověřil. Těmi pracovníky byli Ing. Jan Roupec a Ing. Petr Vacenovský. Oba se úkolu velmi tvrdě bránili a argumentovali zejména tím, že počítačové sítě jsou přechodný módní výstřelek, který nikdy nebude mít praktické využití, a že tedy daný úkol je zbytečná ztráta času i peněz. Je zajímavé, jak se oba mýlili, a protože nakonec úkol splnili, patřila Fakulta strojní (později Fakulta strojního inženýrství) zejména v devadesátých letech k průkopníkům používání počítačových sítí na VUT. Na strojní fakultě byla také výuka počítačových sítí zařazena do studijního plánu (zpočátku jako nepovinný předmět, později jako běžný předmět oboru řádný předmět oboru Inženýrská informatika) jako první na VUT. [15]

Je škoda, že historie vývoje počítačových sítí a aplikací výpočetní techniky vůbec je na VUT poměrně málo zdokumentována, a to jak po stránce textové, tak po stránce fotodokumentace. Lze tedy vycházet hlavně ze sdělení pamětníků nebo některých technických zpráv k projektům řešených při budování a modernizacích sítí. Bohužel pozornost není tomuto tématu (jako ostatně i historii VUT vůbec) věnována ani na www stránkách VUT.

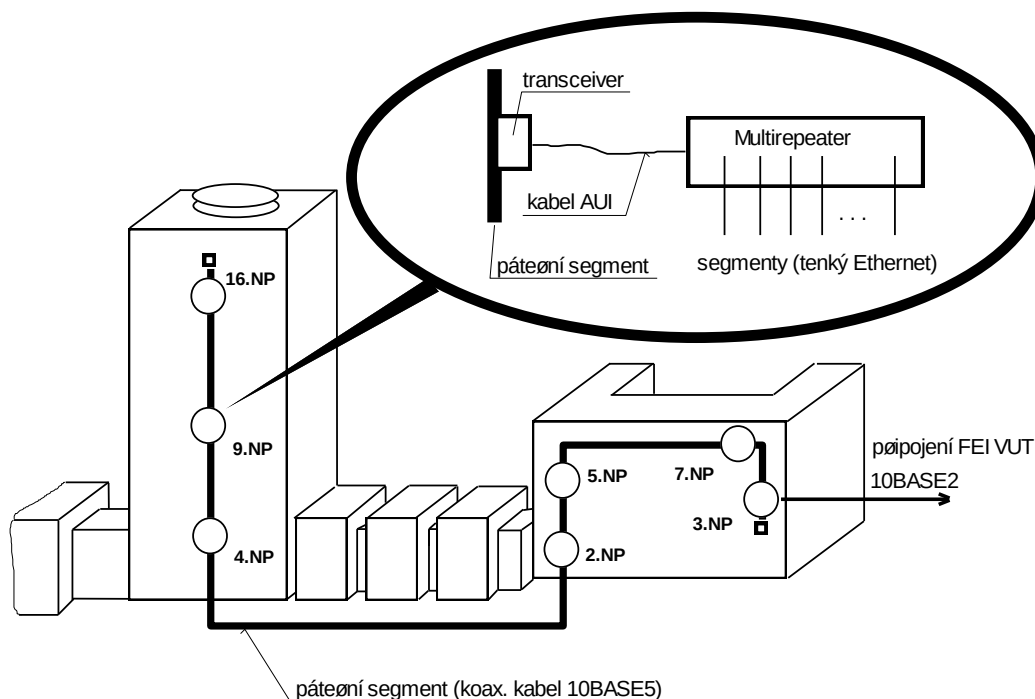
V roce 1961 byla na Fakultě strojní VUT založena Laboratoř počítačích strojů. Později byla převedena pod VUT a název se změnil na Oblastní výpočetní centrum (OVC). V roce 1972 vzniká na Fakultě strojní další počítačová laboratoř, tentokrát pod názvem JVP-2 (Jednotné výpočetní pracoviště druhého typu), toto pracoviště bylo v tehdejší areálu FS na Údolní (tehdy třída Obránců míru). Bylo vybaveno počítači řady ADT 3000, později byly tyto stroje nahrazeny minipočítači SM52/11 (kopie DEC PDP 11/70). Od roku 1986 došlo k další změně názvu, a to na Laboratoř výpočetní techniky (LVT). V roce 1989 se laboratoř přestěhovala do nového areálu pod Palackého vrchem (dnes areál FSI Technická 2). LVT sloužila zejména pro zajištění provozu počítačů pro potřeby výzkumu, a to jak po provozní technické stránce, tak také spoluprací na výzkumné činnosti zejména realizací výpočetního sw. V terminálových učebnách LVT také probíhala výuka základů programování (postupně předmět měnil název, zajišťován byl Katedrou matematiky, někteří pracovníci LVT působili ve výuce jako externisté). V roce 1990 tehdejší nově zvolený děkan prof. Slavík pojímá záměr přetvořit LVT na katedru s vlastní výukou a výhledově i vlastním oborem. Katedra informatiky potom skutečně vznikla v roce 1991. V roce 1994 se na strojní fakultě katedry transformovaly do ústavů. Z katedry informatiky a z katedry přístrojů a automatizace byl zformován Ústav automatizace a informatiky FSI (ÚAI), který existuje dodnes. Splnil se i záměr na

samostatný studijní obor katedry informatiky – první absolventi magisterského oboru Inženýrská informatika promovali v roce 1996 (tedy už pod hlavičkou ÚAI).

Vývoj prodělávalo i OVC, postupně se přetransformovalo v dnešní CVIS (Centrum výpočetních informačních služeb) a několikrát také měnilo své sídlo (z původní Údolní ulice přes Šumavskou, Antonínskou až do nynější lokality Kolejní).

5.1 Areálová síť FSI

Na FSI (tehdy jen FS) vznikaly od začátku 90. let izolované LAN používající operační systém Novel Netware. První sítě byly zprovozněny v roce 1991 na Katedře informatiky (KI) a na Katedře částí a mechanismů strojů (ČMS, dnes ústav konstruování). Síť na ČMS byla od počátku směřována k využití CAD systému AutoCAD, kde se katedra ČMS stala autorizovaným školicím pracovištěm. LAN na KI se věnovala posílání převzatému z LVT, tedy zajištění prostředků pro vědeckotechnické výpočty a pro výuku. Postupně vznikaly sítě na dalších pracovištích v areálu. Pochopitelným požadavkem se stala možnost připojit se z kteréhokoliv počítače ke kterémukoliv serveru. Výsledkem byla areálová síť, která používala páteřní topologii, jako páteřní médium byl použit kabel 10BASE-5 (tlustý – žlutý Ethernet), který byl instalován vlastními silami KI a který umožňoval připojení pracovišť v budovách A1, A2, A3 a A4. K připojení bylo použito celkem 7 transceiverů, od kterých byl signál AUI kabelem veden k multirepeaterům PC-NIC Basket, a od nich potom kabelem 10BASE-2 k sítím jednotlivých pracovišť. Situace je na Obr. H.1.



Obrázek H.1 – Původní Ethernet areálová síť na FSI [16]

Na přelomu let 1991/92 došlo k připojení areálu Technická 2 k síti EARN. Zpočátku byl připojen jediný počítač s OS UNIX. Počítač, jehož jméno bylo *psycho* (později server *psycho.fme.vutbr.cz*), byl umístěn v 7. NP budovy A4, tedy v prostorách

Katedry informatiky. Připojení bylo realizováno pomocí pronajaté pevné linky (telefonní) 9600 Bd (později zvýšeno na 64 kb/s) vedoucí na OVC na ulici Údolní. Zpočátku se jednalo o jediný počítač, na kterém bylo možné na FSI přijímat a odesílat e-mail, později pak bylo možné používat i některé další služby (např. ftp). Logickým požadavkem uživatelů byla možnost používat e-mail ze všech počítačů v areálu (samozřejmě pouze z těch, které byly připojeny do areálové LAN). To bylo splněno v průběhu roku 1992, jako sw pro převod e-mailů mezi OS UNIX a Novel Netware byl použit freeware Charon, který již dnes upadl v zapomnění. V areálové síti se totiž používal komunikační protokol IPX/SPC firmy Novel, TCP/IP provoz byl k dispozici jen v omezeném počtu sítí vzhledem k nedostatku IP adres. V průběhu roku 1992 se s ohledem na vývoj v mezinárodních sítích areál FSI připojil k síti Internet, k tomu nebyly nutné žádné technické změny v areálové síti. Po zprovoznění areálu Technická 8 (objekt FEL, dnes FEKT) byl tento zpočátku připojen kabelem 10BASE-2 k síti FSI, a to k uzlu v 7. patře A4.

Původní pevná linka pro připojení areálu k síti OVC a tím ke zbytku světa byla postupně po přestěhování OVC/CVIS na ulici Šumavskou nahrazena bezdrátovým pojítkem SkyWalker LAPB s přenosovou rychlostí 4 Mb/s (mezi střechou budovy A1 a Šumavskou je přímá viditelnost). Následně s rozvojem páteřní sítě VUT byla lokalita Technická připojena k páteřní síti VUT (součást MAPS – Metropolitní akademická počítačová síť) optickým kabelem. MAPS byla v té době provozovaná s linkami Ethernet 10 Mb/s, ale byl plánován a postupně realizován přechod na technologii ATM, což byla v dané době jediná technologie splňující požadavky na přenosovou rychlost i vzdálenost¹. [16]

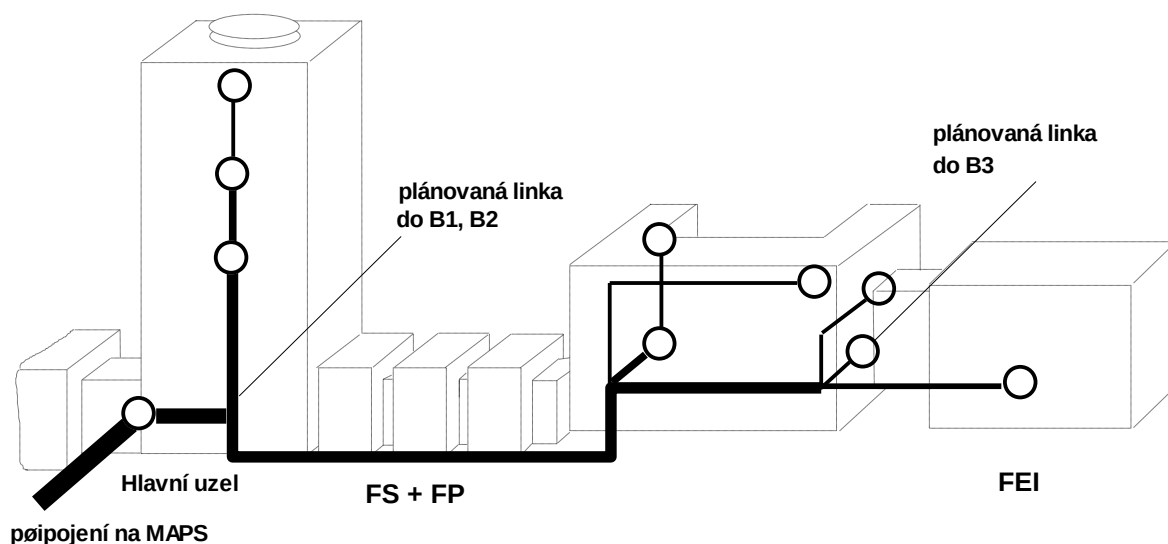
Rostoucí provoz v areálu a zrychlení připojení k vnějšímu světu vedl k tomu, že páteřní topologie s páteří 10 Mb/s přestala vyhovovat, silný provoz páteř zahlcoval a odezvy sítě se staly nesnesitelně dlouhými. Síť se postupně rozrostla na cca 20 serverů s operačním systémem Novell Netware a více než 10 pracovních stanic využívajících operační systém UNIX. Jako běžné stanice (klient Novell Netware) byly používány osobní počítače kategorie IBM PC kompatibilní, počet stanic byl odhadován na 720 ks. Na síti byly zajištěny všechny běžné síťové služby (souborové servery, elektronická pošta, ftp servery, databázové servery, připojení do sítě CESNET, gopher, WWW). [17]

Situaci dále zhoršovalo připojení fakulty elektrotechniky a také vznik Podnikatelské fakulty (vznikla částečně odtržením od FSI a do získání vlastní budovy sídlila v areálu FSI). Oboje generovalo poměrně silný provoz. Proto byla zahájena příprava k přechodu infrastruktury kampusní sítě na technologii ATM. Z prostředků fakulty strojní byla v areálu strojní fakulty zahájena instalace optické kabeláže, stav k 31. 12. 1995 je zachycen na obr. H.2. Tloušťka čar na obr. 2 symbolizuje počet kabelů, síť má hvězdovou topologii a počítá i s připojením budov B a C v areálu FSI. Instalace byla provedena opět vlastními silami pracovníků odboru počítačových sítí ÚAI, použity byly kabely s vlákny MM 62,5/125.

¹ Použití ATM bylo v dané době dosti rozšířené, tuto technologii používala i pražská akademická síť PASNET, ta při svém zprovoznění používala aktivní prvky firmy CISCO.

Nová optická síť areálu FSI byla koncipovaná jako překryvná síť, jednotlivé uzly byly na novou síť přepojovány postupně tak, jako to umožňovala instalace optické kabeláže a počet ATM aktivních prvků. Z velké části byl přechod dokončen do konce roku 1997, kdy se již drtivá většina provozu odehrávala na ATM páteři, původní žlutý Ethernet byl ještě nějakou dobu ponechán z nostalgických důvodů, ale byl již téměř bez provozu.

Technologie ATM je velmi výkonná a technicky zajímavá, velkou nevýhodou ale je vysoká cena aktivních prvků. Proto v dalším rozvoji jak na FSI, tak i na celém VUT, bylo postupně přecházeno na FastEthernet a Gigabit Ethernet. Používají se zejména aktivní prvky od firmy Hewlett-Packard (L2 i L3 switche). Postupně se přemísťovaly i jednotlivé uzly, např. během rekonstrukce budovy A1 došlo ke kompletní výměně kabeláže (optické i metalické) a vytvoření samostatných místností pro rozvaděče (dříve byly provizorně umístěny v místnostech pro zázemí úklidových služeb).



Obrázek H.2 – Optická kabeláž v campusní síti Technická (stav k 31. 12. 1995) [17]

6 ZÁVĚR

V práci jsem se nejdříve zabýval základními pojmy abych je mohl posléze použít při popisu historie významných rozlehlých sítí. Ty jsem nejmenoval všechny, ale snažil jsem se popsat podle mého úsudku ty nejdůležitější a nejvýznamnější. K závěru této kapitoly jsem se věnoval českým sítím. V následující kapitole jsem se pokusil shrnout vývoj technologií používaných v počítačových sítích, a to od rozlehlých až po bezdrátové. Závěr práce obsahuje historii sítě VUT. Zejména zde vidím přínos své práce, jelikož mnoho materiálů o síti VUT dostupných není. Psaní práce mi přineslo spoustu nových informací, které chci do budoucna aplikovat při navazujícím studiu. Bohužel vzhledem k situaci ve světě s globální pandemií bylo po dohodě s vedoucím práce upuštěno od shromáždění fyzických vzorků.

7 SEZNAM POUŽITÉ LITERATURY

- [1] J. Roupec, „POČÍTAČOVÉ SÍTĚ“, Studijní text VUT, Brno, 2013.
- [2] L. NEVAŘIL, „Využití počítačových sítí na základních školách: bakalářská práce“, Masarykova univerzita, Fakulta pedagogická, Katedra technické a informační výchovy, Brno, 2007.
- [3] M. Murphy, „QUARTZ“, 29 říjen 2019. [Online]. Available: <https://qz.com/1705375/a-complete-guide-to-the-evolution-of-the-internet/>. [Přístup získán 15 květen 2021].
- [4] K. A. Z. & J. EMSPAK, „LiveScience“, 2017. [Online]. Available: <https://www.livescience.com/20727-internet-history.html>. [Přístup získán 3 květen 2021].
- [5] Editor Network Encyclopedia, „Network Encyclopedia“, [Online]. Available: <https://networkencyclopedia.com/aloha-network/>. [Přístup získán 20 květen 2021].
- [6] L. Smysitelová, „Historie rozlehlých počítačových sítí“, 1999. [Online]. Available: <https://www.fi.muni.cz/usr/jkucera/pv109/xsmysit.html>. [Přístup získán 2 květen 2021].
- [7] Giganews' Usenet History, „Giganews' Usenet History“, Giganews.
- [8] T. E. o. E. Britannica, „Encyclopedia Britannica“, 18 Prosinec 2008. [Online]. Available: <https://www.britannica.com/technology/USENET/additional-info#history>. [Přístup získán 3 květen 2021].
- [9] A. Ramirez, „Encyclopaedia Britannica“, 23 červen 2014. [Online]. Available: <https://www.britannica.com/technology/BITNET>. [Přístup získán 3 květen 2021].
- [10] National Science Foundation, „National Science Foundation“, 13 srpen 2003. [Online]. Available: https://www.nsf.gov/news/news_summ.jsp?cntn_id=103050. [Přístup získán 3 květen 2021].
- [11] NATIONAL SCIENCE AND MEDIA MUSEUM, „NATIONAL SCIENCE AND MEDIA MUSEUM“, 3 prosinec 2020. [Online]. Available: <https://www.scienceandmediamuseum.org.uk/objects-and-stories/short-history-internet>. [Přístup získán 2 květen 2021].
- [12] P. Satrapa, „CESNET“, 21 duben 2018. [Online]. Available: <https://www.cesnet.cz/sdruzeni/dokumenty/historie-narodni-site-pro-vedu-vyzkum-a-vzdelavani/>. [Přístup získán 3 květen 2021].
- [13] M. Soňa, Vyhľadávanie informácií v internete, Bratislava: Easy Learning & Teaching, 2002.
- [14] C. K. Toh, Ad Hoc Mobile Wireless Networks: Protocols and Systems, Pearson, 2001.
- [15] R. Jan, *Ústní sdělení*, 2021.

- [16] S. S. Š. M. a. Z. V. Kania Ludvík, *The Brno Academic Computer Network and its Future Development*, Brno: In Proceeding of Computer and Communication Technology Invex – CCT '95, 1995.
- [17] H. I. a. L. P. Roupec Jan, *Rozvoj campusní počítačové sítě lokality VUT Brno Technická a její přechod na novou technologii*, Brno: Navrh projektu v rámci programu INFRA, VUT, 1995.
- [18] H. I. a. K. J. Roupec Jan, *Campus computer Network at the Faculty of Mechanical Engineering in the Technical University of Brno and its further Development*, Brno: In proceeding of Computer and Communication Technology Invex – CCT'95, 1995.