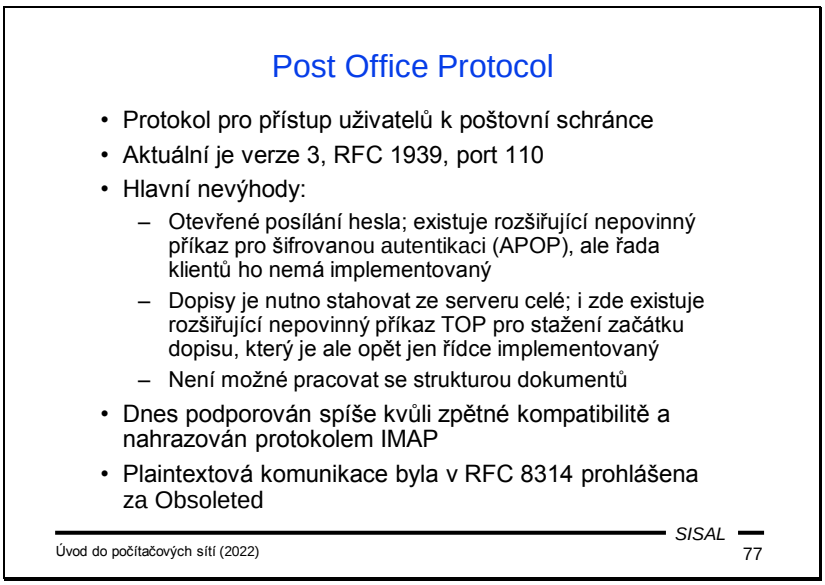
Snímek 77

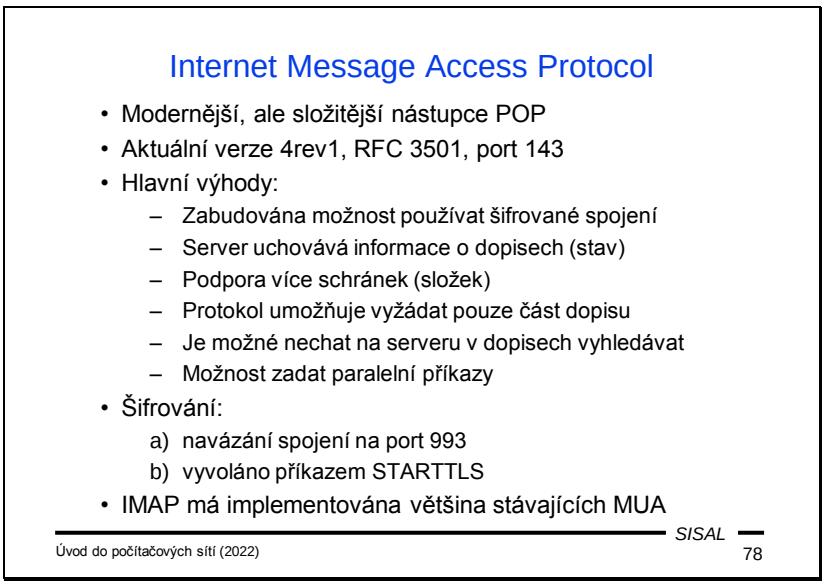


Pro vzdálený přístup k dopisům ve svém mailboxu může uživatel použít buďto POP nebo IMAP protokol.

POP je starší z obou protokolů a vykazuje všechny známé bezpečnostní problémy. Postupem času se objevila rozšíření, která se je pokoušela eliminovat, ale mezitím získal větší popularitu protokol IMAP, takže implementace těchto rozšíření není úplně obvyklá. Dnes se proto spíše používá zabezpečení pomocí TLS a v roce 2018 bylo dokonce plaintextové použití protokolu prohlášeno za Obsoleted.

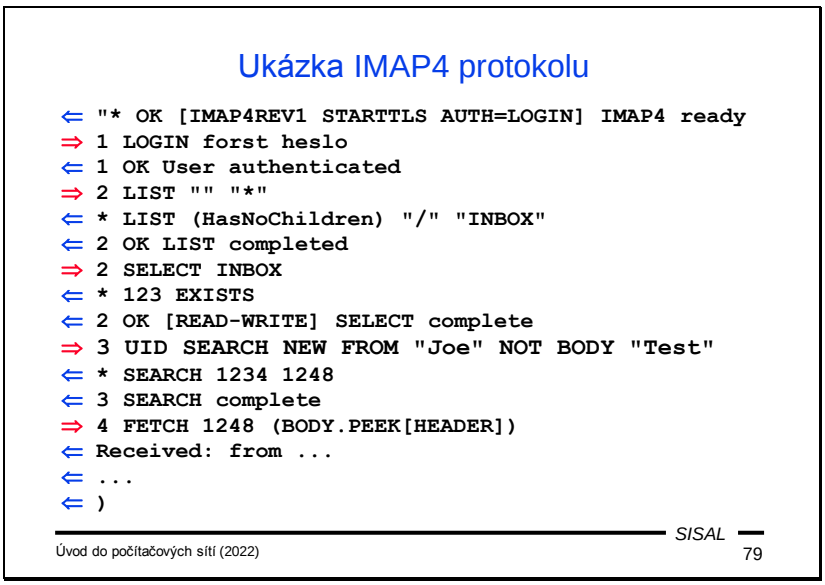
Zajímavostí je, že první dvě verze pracovaly na principu *push*, tedy že server inicioval přenos dopisů na klienta, zatímco poslední už pracuje na principu *pull*. Nicméně hlavní nevýhodou protokolu zůstávají omezené možnosti práce s mailboxem.

Snímek 78



Ačkoliv první verze IMAP protokolu se objevila jen dva roky po POP1, jeho autor od počátku kladl větší důraz na práci se vzdáleným mailboxem a už IMAP2 měl třeba příkaz na hledání dopisu v mailboxu podle několika kritérií nebo stažení pouze určitých informací o dopisu. Vývoj verze 4 převzala skupina pod IETF a tato verze už zahrnuje řadu bezpečnostních a funkčních rozšíření.

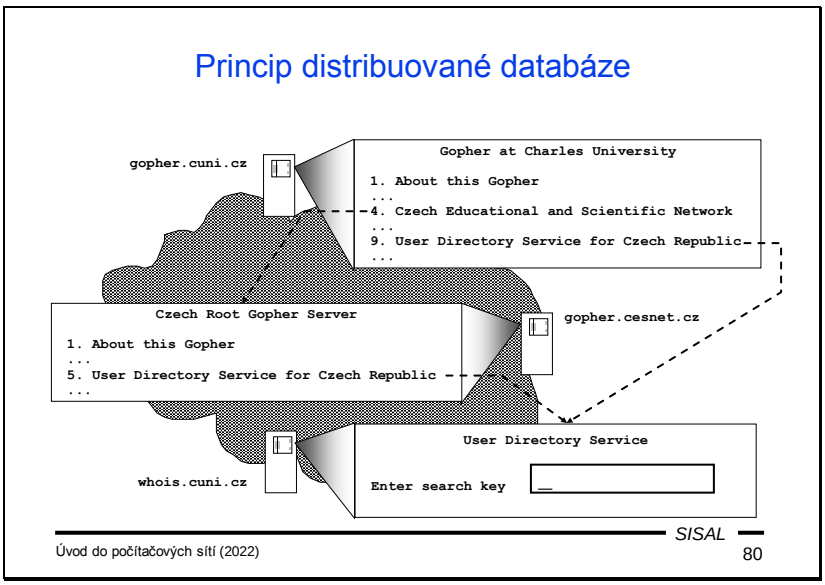
Tato verze je dnes široce podporována poštovními aplikacemi a v souladu se současnými standardy se používá v kombinaci s TLS, a to buď na vyhrazeném portu 993 místo 143, anebo na vyžádání klienta příkazem STARTTLS.



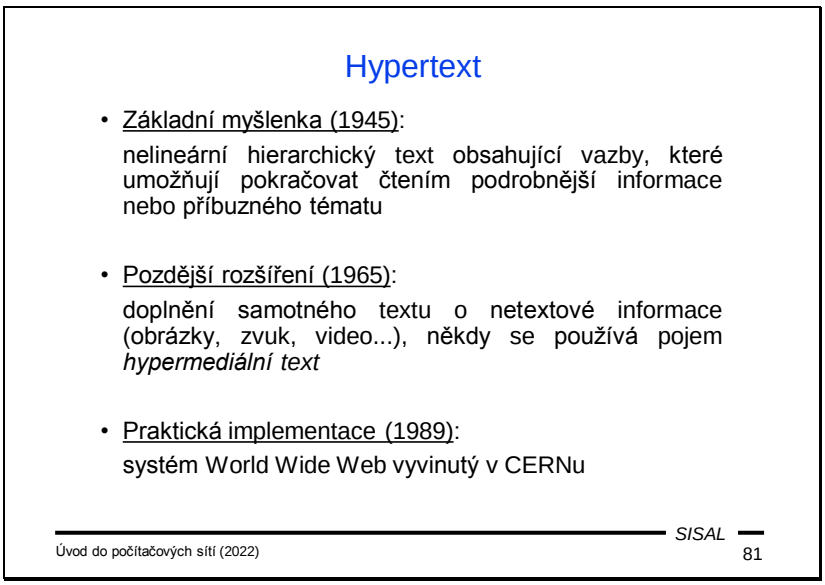
Protokol je rovněž textový, ale oproti POP je uživatelsky daleko přívětivější. Klient dokáže pomocí příkazů pracovat s různými mailboxy (foldery a podfoldery), dokáže vyhledávat dopisy podle složitých podmínek, stahovat pouze části dopisů atp.

Zajímavou vlastností je i značkování (tagování) příkazů a odpovědí, což usnadňuje přiřazení odpovědí zadaným příkazům. Klient tedy může paralelně poslat na server více příkazů. Absence tohoto mechanizmu např. ve FTP komplikuje implementaci některých operací, jako je třeba přerušení přenosu souboru.

Snímek 80



V roce 1991 se objevil systém Gopher, který představoval první celosvětově rozšířenou službu distribuované databáze, tj. databáze informací, které jsou uložené na obrovském množství serverů a navzájem provázané tak, že uživatel přechází pomocí odkazů z jednoho serveru na jiný, aniž o tom musí nutně vědět. Gopher nabízel ve své době podobnou podporu při vyhledávání informací jako v současnosti web. Už tehdy např. všechny univerzity nabízely pomocí této služby přístup k informacím o studiu, telefonní seznam atd. Při přihlášení na server se uživateli zobrazilo menu a po vybrání požadované položky se zobrazila další stránka obsahující jiné menu, text s požadovanou informací, anebo formulář, po jehož vyplnění a odeslání se uživateli zobrazila nějaká dynamicky vygenerovaná informace. Odkazy mezi jednotlivými stránkami přitom mohly vést na úplně jiný server. Jak vidíte, práce s gopherem se téměř shodovala s tím, jak uživatelé dnes pracují s webem. Podstatný rozdíl spočíval pouze v tom, že gopher poskytoval pouze textové informace. Pokud nějaký odkaz vedl na obrázek, gopher ho sice stáhl, ale uživatel si ho musel prohlédnout v jiném programu.



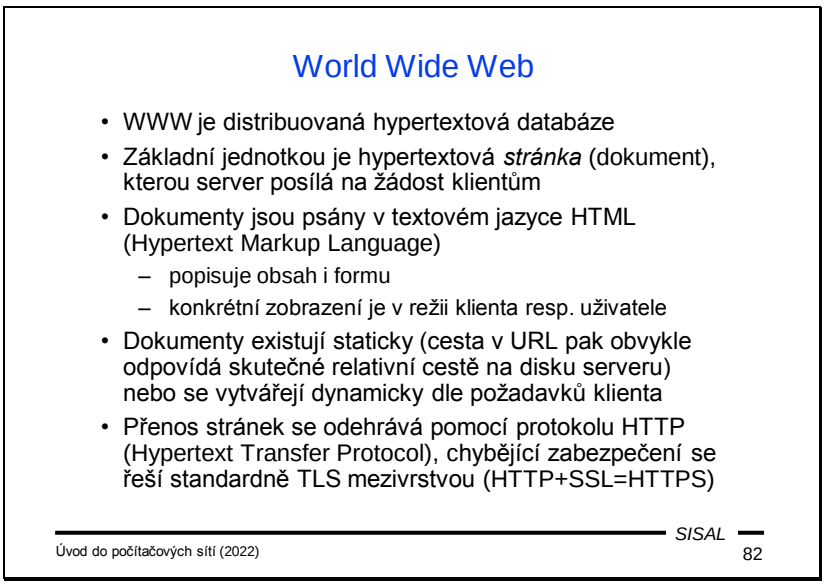
To, co gopheru chybělo, byl hypertext.

Myšlenka hypertextu je překvapivě velmi stará. Už v polovině minulého století, tedy v době, kdy jediným zdrojem informace byly tištěné materiály, se objevily úvahy o tom, že by text mohl obsahovat vazby na vysvětlující nebo příbuzné texty. Tedy nějako jako rejstřík, ale dostupný přímo z textu, nikoliv jako souhrn na konci knihy. Nicméně realizace v té době pochopitelně nebyla možná.

O dvacet let později se základní myšlenka rozšířila o možnost, aby text přímo obsahoval i netextové prvky, a objevil se alternativní název *hypermediální text*. Pořád se ale nacházíme v době, kdy na sebe realizace musel nechat čekat.

Čekala dalších dvacet let, přesněji do roku 1989, kdy se ve švýcarském středisku CERN zrodila myšlenka systému na šíření (původně interních) informací rozličného charakteru pomocí služby později nazvané World Wide Web.

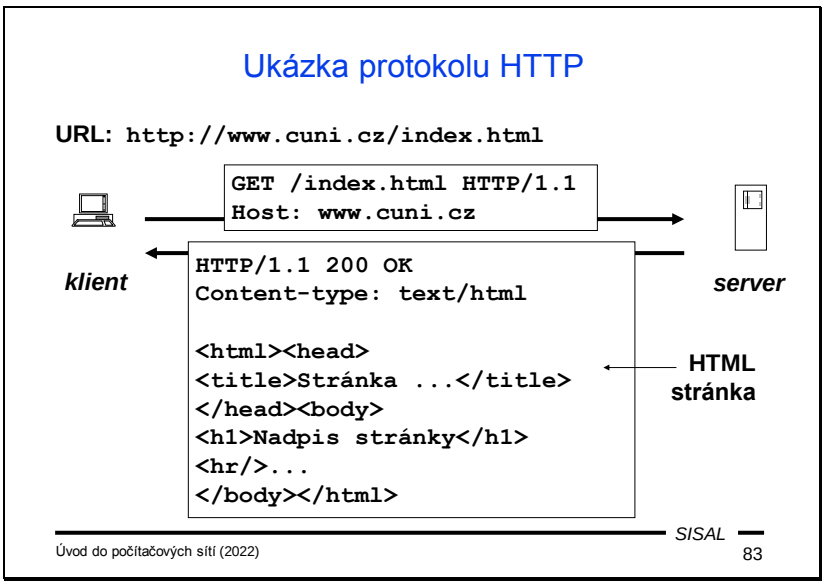
Snímek 82



Jednoduše řečeno, web je distribuovaná hypertextová databáze. Podobně jako u gopheru jsou globální informace distribuované na obrovském množství serverů po celém světě a jsou navzájem provázané tak, aby bylo možné mezi nimi procházet bez toho, že by se uživatel musel starat o to, k jakému serveru je zrovna připojený.

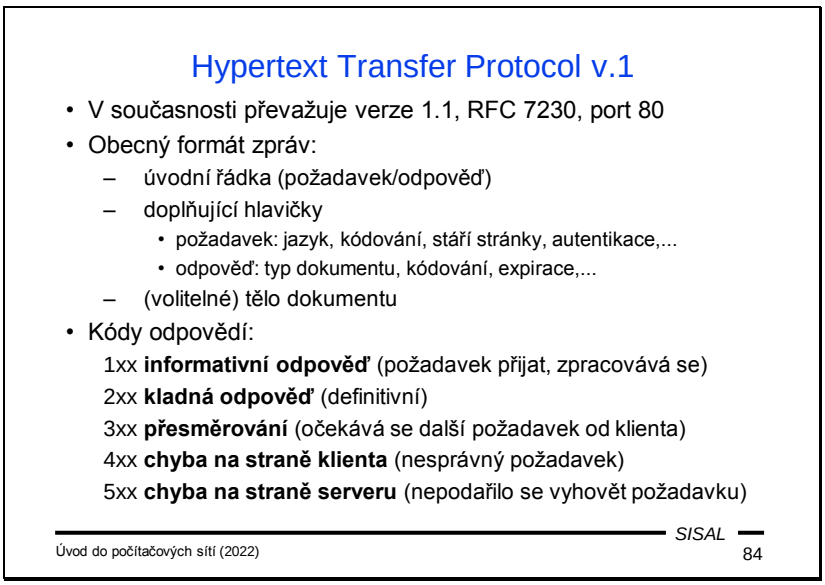
Základní jednotkou informace je *stránka*, tento pojem odpovídá tomu, co před webem existovalo v gopheru, ale význam se dost odlišuje. Stránka na webu se někdy označuje jako *dokument*, což lépe odpovídá tomu, že stránka na webu nemá nic společného se stránkou v nějakém tištěném materiálu. Webová stránka může být uložena jako soubor na nějakém serveru (pak jí říkáme *statická*), anebo ji na základě parametrizovaného požadavku uživatele server vygeneruje *dynamicky*. V obou případech procedura probíhá tak, že klient vyšle požadavek na server a server odpoví textem stránky (nebo chybovou zprávou). Stránky se píšou obvykle v jazyce HTML (Hypertext Markup Language), který obsahuje prostředky na vyjádření obsahu (tj. text, vložené obrázky, odkazy apod.) i formy (font, barva, tabulky, zarovnání apod.). Jazyk popisuje představu autora o tom, jak by mělo zobrazení stránky na obrazovce klienta vypadat, ale přesná podoba je dána mnoha dalšími faktory (implementace vlastností jazyka v prohlížeči, uživatelská nastavení apod.).

Snímek 83



Pro přenos webových stránek se používá protokol HTTP (Hypertext Transport Protocol). Ve své základní verzi (1.1) se jedná o textový protokol, v němž

- klient naváže spojení na server a pošle textový požadavek obsahující URL (zapsané zčásti na první, příkazové řádce a zčásti v následujících hlavičkách) a některé další parametry
- server odpoví řádkou obsahující kód odpovědi (v našem příkladu 200), hlavičkami obsahujícími mj. MIME typ zaslaného dokumentu a požadovaný dokument (v našem případě stránku v jazyce HTML). V případě chyby bude odpověď obsahovat jiný kód a HTML text chybové stránky.



V současnosti se většinou provozuje verze 1.1 protokolu. Tato verze je textová, požadavek i odpověď obsahují úvodní řádku, po níž většinou následuje záhlaví (prakticky stejného formátu, jako jsme viděli u pošty), prázdná řádka a po ní (v některých situacích) může následovat tělo dokumentu.

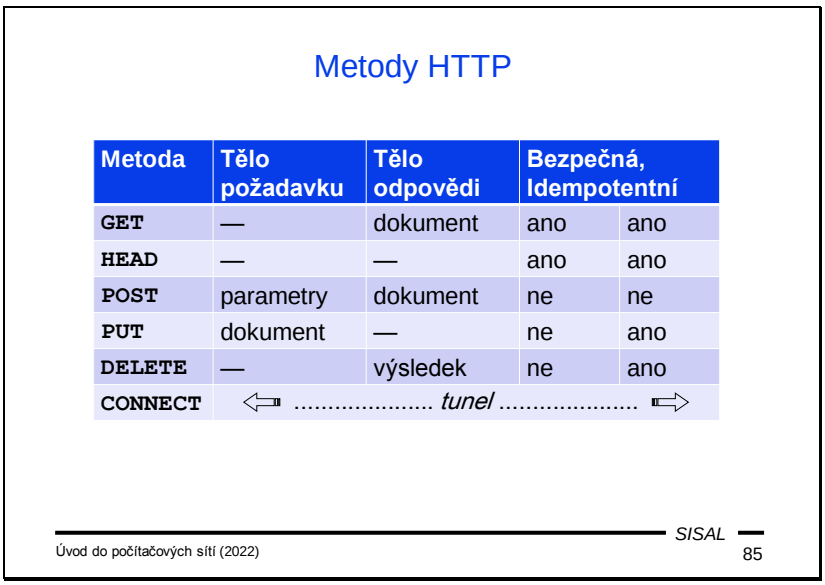
V požadavku se úvodní řádka skládá z názvu metody (např. GET pro žádost o poslání stránky), cesty (tj. části URL za názvem serveru) a označení verze protokolu. Z hlaviček je ve verzi 1.1 povinná pouze hlavička Host, která specifikuje, na jaký server se klient obrací. Na stejné IP adrese totiž může pracovat více serverů a právě pomocí této hlavičky se rozlišuje, kterému požadavek patří. Mezi další užitečné hlavičky patří specifikace jazyků a kódování, které klient akceptuje, požadované stáří stránky, data pro autentikaci aj. Tělo v běžném požadavku zastoupeno nebude, výjimku tvoří speciální typy požadavků, při nichž se buďto posílají na server nějaké dodatečné parametry, anebo se na server uploaduje celý dokument.

V odpovědi serveru je první řádka stavová, obsahuje opět číslo protokolu, trojmístný kód odpovědi a slovní popis odpovědi. Hlavičky se týkají formálních náležitostí (např. čas poslední změny nebo čas expirace stránky), detailů protokolu (např. způsob přenosu) a vlastností posílaného dokumentu (např. MIME hlavičky). Tělo odpovědi obsahuje požadovaný dokument, anebo text chybové zprávy.

Kódy odpovědí v zásadě odpovídají tomu, co známe z dřívějších protokolů. 2xx je konečná kladná odpověď, 1xx a 3xx znamenají, že požadavek je víceméně v pořádku, přičemž 1xx znamená, že míč je na straně serveru (ještě přijde další odpověď), zatímco 3xx přehrává míč na stranu klienta (klient musí zadat jiné URL, chce-li obsah stránky). Pouze kódy chybových odpovědí mírně změnily sémantiku,

4xx znamená nějakou chybu na straně klienta (špatné URL, autentikace apod.), zatímco 5xx chybu na straně serveru.

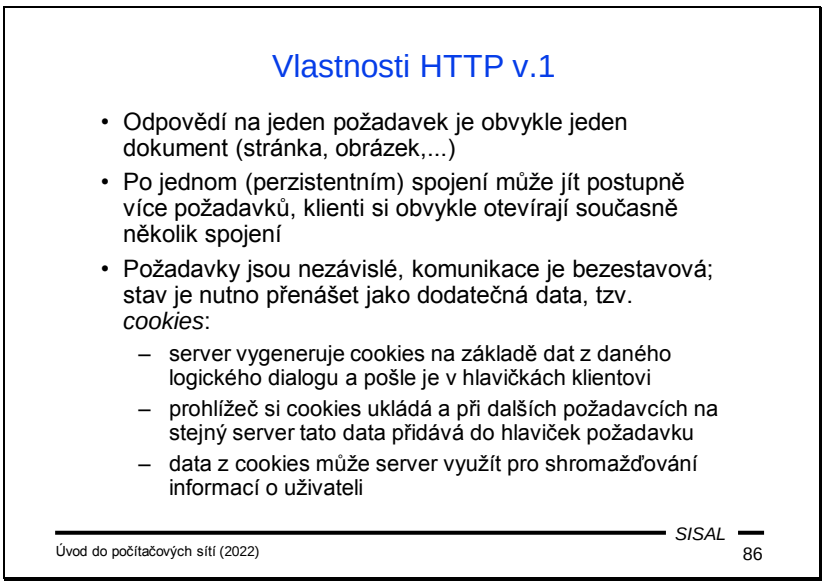
Snímek 85



Nejběžnějšími metodami HTTP jsou GET, HEAD, POST, PUT, DELETE a CONNECT.

- GET je základní metoda, kterou klient žádá o poskytnutí stránky nebo dokumentu. Tělo požadavku je prázdné, tělo odpovědi obsahuje požadovanou stránku. V případě chyby obsahuje tělo odpovědi (stejně jako u ostatních metod) obvykle text HTML stránky s popisem chyby. Metoda je v RFC deklarovaná jako *bezpečná*, což znamená, že **nemění** obsah serveru. I v případě, že požadavek vznikl vyplněním a odesláním HTML formuláře a obsahuje data formuláře v URL v části **query**, neměl by způsobit změnu dat uložených na serveru. Metoda je rovněž definovaná jako *idempotentní*, což znamená, že **opakované** použití má **stejný** efekt.
- HEAD je zjednodušená forma metody GET, kdy odpovědí jsou pouze hlavičky a nikoliv dokument. Jejím smyslem je zjistit, zda je požadovaná stránka dostupná, jak je velká, zda je dostupná v určitém jazyce apod.
- POST je metoda, jejímž účelem je poslat na server určité informace (obvykle data z formuláře) a dostat jako odpověď obsah určitého dokumentu. Může být používána jako způsob, jak získat dynamickou stránku, ale zároveň je legitimní pomocí ní **měnit** obsah dat na serveru. Proto také metoda není idempotentní, protože každé zavolání může mít jiný efekt (např. se neustále zvětšuje obsah nějakého souboru na serveru).
- PUT je metoda, která má za úkol přepsat obsah dokumentu na serveru dokumentem zaslaným v požadavku. Není tedy rozhodně bezpečná, ale je idempotentní – opakování požadavku by mělo mít stále stejný efekt.
- DELETE je metoda pro smazání dokumentu na serveru. I tato metoda je idempotentní – při opakování sice dostaneme jinou zprávu (že dokument již byl smazán), ale výsledkem je v každém případě neexistence daného dokumentu.

- CONNECT je specifická metoda, jejímž výsledkem je otevření spojení dle požadovaných parametrů a tím vlastně vybudování tunelu, kterým je možné přes HTTP spojení realizovat jiné spojení v úplně jiném protokolu. To je sice užitečná vlastnost, kterou webové servery často využívají, ale zároveň to představuje bezpečnostní riziko, protože to umožňuje obejít omezení daná bezpečnostní politikou sítě.



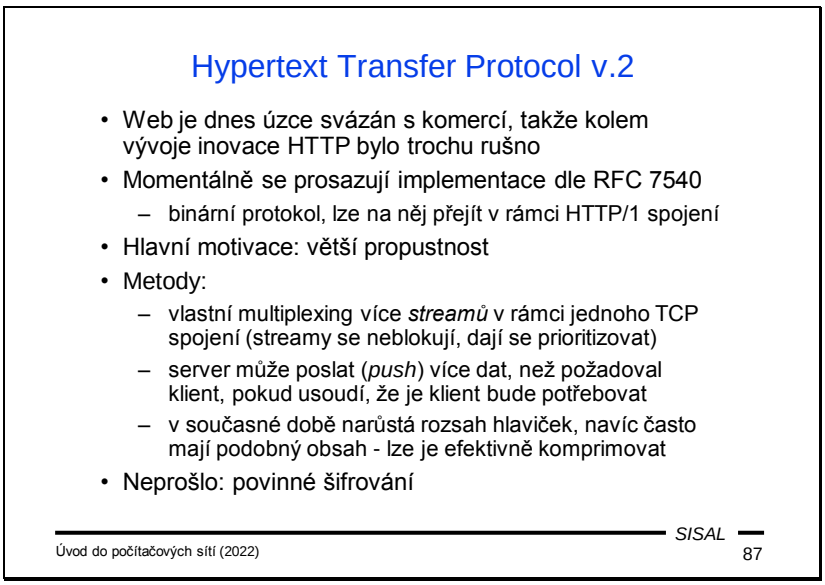
Styl, jakým se používá www prohlížeč, vede někdy uživatele k pocitu, že okamžikem připojení se na nějaký server vznikl mezi klientem a serverem komunikační kanál, který přenáší data logického dialogu po celou dobu, po niž je k serveru připojen. To je ale zcela v rozporu s realitou. Ve skutečnosti je každý uživatelský požadavek odesílán klientem jako zcela **nezávislý**. Pokud se www stránka sestává z textu a tří obrázků, pak to dokonce budou čtyři nezávislé požadavky. Kliknutí na odkaz na stránce vygeneruje dalších několik nezávislých požadavků. Verze 1.1 přinesla novinku v tom, že zavedla **perzistentní** spojení, což znamená, že po skončení jednoho požadavku klient nemusí zavírat TCP spojení a navazovat nové, ale může použít totéž TCP spojení pro více sériových požadavků. Prohlížeče navíc často dělají to, že při připojování na nějaký server rovnou otevírají víc paralelních TCP spojení, neboť očekávají, že většina stránek obsahuje více komponent ze stejného serveru, takže se vyplatí mít patřičná TCP spojení už připravená pro následné požadavky.

Fakt, že jednotlivé požadavky jsou nezávislé, znamená, že celá komunikace je **bezestavová**, neboli že server obecně nemá představu o tom, které požadavky ze stejného klienta „patří k sobě“ a v jakém stavu je vlastně logický dialog, který s uživatelem vede. Pokud uživatel během práce předá serveru nějaké informace potřebné pro další práci (např. nějaká nastavení), server by je musel po klientovi chtít u každého požadavku znova. Problém bezestavovosti komunikace se řeší pomocí tzv. *cookies*. Jsou to data, která vygeneruje server na základě informací od uživatele a pošle je klientovi při odpovědi ve formě hlaviček Set-Cookie (resp. Set-Cookie2). Prohlížeč si tato data uloží a posílá je posléze ve formě hlavičky Cookie při každém dalším požadavku na stejný server. Server podle nich dokáže identifikovat spojení resp. uživatele a zabezpečit to, že uživatel najde na serveru při každém dalším požadavku prostředí, které odpovídá existujícímu (nebo minulému) dialogu.

Tento charakter cookies je důležitý, protože z něj plyne několik bezpečnostních důsledků:

- Cookies sama o sobě nepředstavují žádné přímé nebezpečí, nemohou např. obsahovat viry apod.
- Představují ale nebezpečí sekundární, protože webový server si do nich může ukládat libovolnou informaci, kterou o uživateli zjistí, a tu pak libovolně používat. Např. pomocí reklamních bannerů umístěných na různých stránkách může server sbírat o uživateli komplexnější informace a uskutečňovat cílenou reklamu.
- Nebezpečí rovněž představuje to, pokud se cookies uložená v počítači dostanou do cizích rukou.

Snímek 87



Nová verze protokolu HTTP se snaží postihnout současné trendy v používání webu, aby pokud možno zvýšila „rychlost“ z pohledu uživatele. Zásadní změnou je změna z textového charakteru na binární. To je samozřejmě nepříjemné z mnoha důvodů: na verzi 1 zkušenější uživatel ocení to, že se může pokusit kontaktovat server přímo, předat mu svůj požadavek a vidět přesně, co server odpověděl, a správce zase ocení možnost monitorovat příp. nekalou aktivitu uživatelů či serverů. Nicméně tahle idylická doba vlastně neskončila nástupem HTTPv2, ale masivním nástupem používání HTTPS. Na transportní vrstvě tedy dneska už vidíme HTTP v textové podobě jen velmi zřídka, takže změna na binární protokol ve skutečnosti není z provozního hlediska tak zásadní.

Verze 2 se nespokojila se službami TCP a vytvořila si koncept vlastních *streamů* provozovaných nad jedním TCP spojením. Tyto vlastní streamy jsou efektivnější, protože se navzájem neblokují, a dají se prioritizovat podle potřeb aplikační vrstvy.

Server může ve verzi 2 poslat klientovi i data, o něž sice zatím nežádal, ale o nichž server usoudí, že je klient bude stejně vzápětí potřebovat. Klasickým příkladem je stránka s obrázky – u verzi 1 jsme se učili, že na každý obrázek musí klient vytvořit nový požadavek, ve verzi 2 to není nutné.

Další vlastností nové verze protokolu je možnost komprimovat hlavičky. Zejména s nárůstem používání autentikace hodně nabobtnaly i hlavičky, které navíc často mají stejný obsah (autentikace, nabízené jazyky, kódování, tohle všechno se prakticky po celou dobu dialogu nebude měnit a je zbytečné vše posílat s každým požadavkem znova).

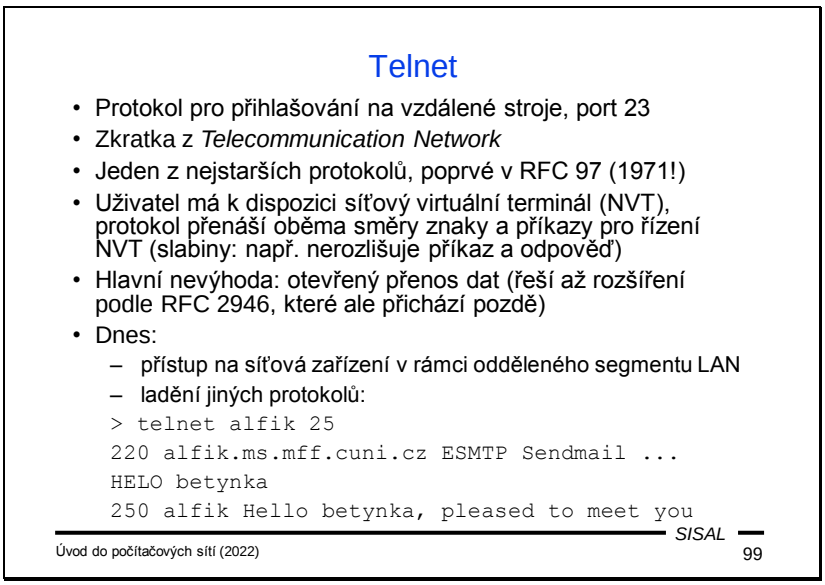
Jazyk HTML

- Hypertext Markup Language, vývoj v posledních letech poněkud dramatický, 2014 vyšla kompromisní verze 5
- Vlastní textový obsah stránky je doplněn doplňujícími informacemi, značkami: strukturálními (např. odstavec), sémantickými (např. adresa), formátovacími (např. tučně)
- Je aplikací staršího SGML (Standard Generalized ML) a předchůdcem XML (Extensible ML)

- Formát značky: **<***znacka* [*atributy*]**>**
- Volný formát řádek (bílé znaky nevýznamné)
- Speciální znaky - entity (**`<`**, **`>`**, **`&`**, **` `**...)
- Komentáře (**`<!-- ... -->`**)

Učivo o HTML a návazná témata se budou probírat v druhé části přednášky.

Snímek 99



Telnet je další z velmi starých protokolů a představuje první řešení vzdáleného přihlášení na jiný stroj, a to formou emulace terminálu. Klient a server si předávají povely uživatele a reakce protistrany tak, že uživatel má k dispozici podobné prostředí, jaké by seděl u reálného terminálu.

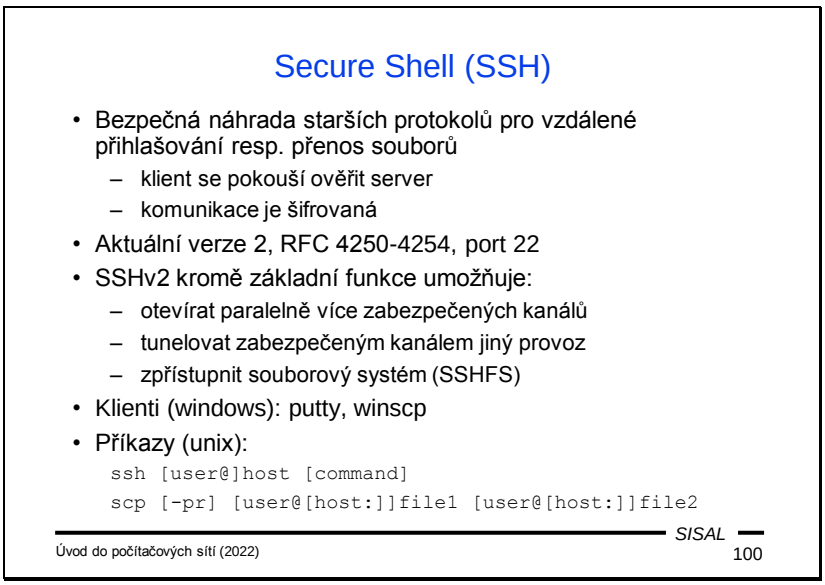
Poučným prvkem této komunikace je způsob výměny některých povelů. Princip emulace terminálu je založen na tom, že klient a server se musejí domlouvat na tom, jakou část práce kdo z nich udělá. Když uživatel stiskne klávesu, někdo musí způsobit její zobrazení na obrazovce (tzv. echo). Klient to buďto může udělat sám, anebo počkat, až server po zpracování klávesy pošle zpátky pokyn pro zobrazení znaku. Naopak v případě, že uživatel právě píše heslo, nebude echo dělat ani klient ani server. Na tom se ale musejí domluvit. Existují na to čtyři zprávy DO ECHO, DON'T ECHO, WILL ECHO a WON'T ECHO. Problém je v tom, že zpráva **neobsahuje** příznak, zda jde o povel nebo odpověď! Takže pokud dojde omylem k rozsynchronizování významu zpráv, má to fatální důsledky. Řekněme, že klient pošle povel DO ECHO, a protože nepřijde odpověď, zopakuje ho, ale nepoznamená si, že poslal povely dva. Server správně odpoví 2x WILL ECHO, jenomže klient druhou odpověď bude považovat za novou zprávu a odpoví na ni DO ECHO. Tím odstartuje nekonečnou smyčku extrémně rychlé výměny zpráv DO ECHO/WILL ECHO. Poučením tedy je v návrhu protokolu určitě nešetřit za každou cenu a jeden bit na příznak požadavek/odpověď rozhodně obětovat.

Z bezpečnostního hlediska má telnet všechny slabiny starých internetových protokolů. Otevřený přenos hesel sice řeší RFC 2946, ale přichází v době, kdy už existovala lepší náhrada, SSH. Nicméně i dnes se kvůli relativní jednoduchosti protokol používá v místech, kde nehrozí odposlech hesel – např. na odděleném

segmentu lokální sítě určeném pro správu infrastruktury. I tato zařízení ale postupem času přecházejí na SSH.

Aplikace **telnet** se ale dá použít ještě k jinému účelu, a to navázání spojení na nějaký server pracující v jiném (ideálně textovém) protokolu. Můžeme tak např. vyzkoušet, jak reaguje na jednotlivé povely třeba SMTP nebo HTTP server.

Snímek 100



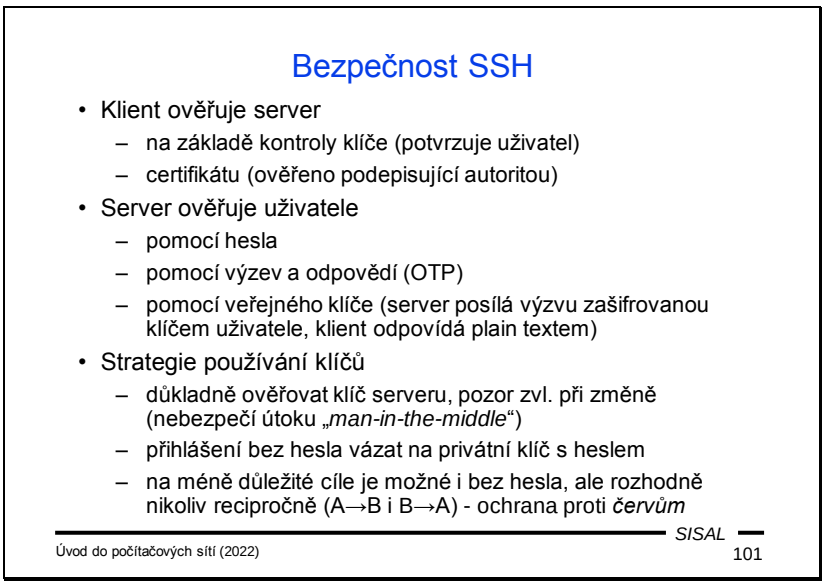
SSH (Secure shell) je protokol, který slouží ke vzdálenému přihlášení a přenosům souborů. Na rozdíl od starších protokolů je založen na důsledném ověřování serveru, k němuž se připojujeme a šifrování veškeré komunikace.

V současnosti se používá verze 2, která rozšiřuje možnosti zejména o

- otevírání paralelních kanálů; je možné být např. současně přihlášen pomocí virtuálního terminálu a současně přenášet soubory,
- tunelování; komunikace z jedné strany SSH kanálu se přenáší kanálem a na druhé straně se nasměruje na nějaký tamější server (možnost obcházení firewallu),
- SSHFS; server zpřístupní část svého souborového systému prostřednictvím kanálu tak, že se klientovi jeví jako lokální souborový systém.

Na platformě MS Windows jsou k dispozici volně dostupné programy pro vzdálené přihlašování (např. **putty**) a přenos souborů (např. **WinSCP**), na UNIXu existují pro tento účel řádkové příkazy **ssh** a **scp**.

Snímek 101



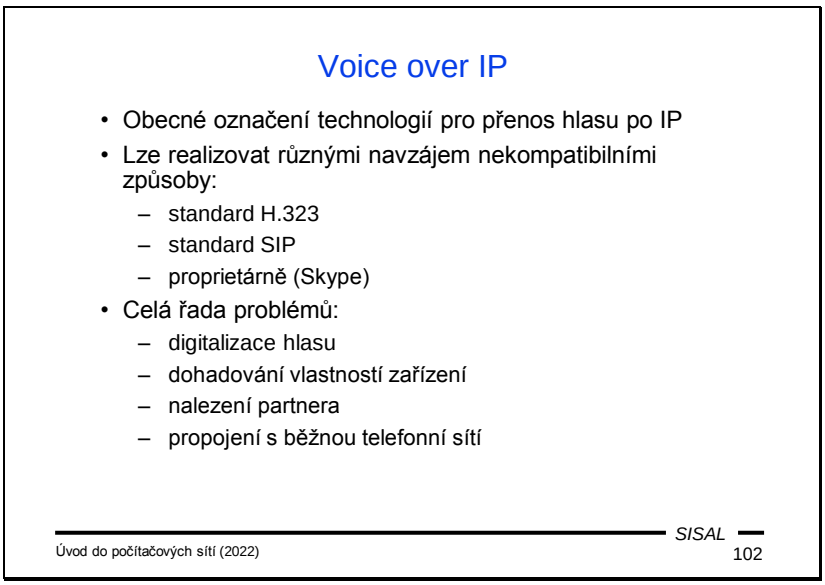
Před tím, než klient začne se serverem komunikovat o autentikaci uživatele, ověřuje, zda je skutečně připojen na správný server. Používá se buďto možnost serverového certifikátu, anebo klient pouze zobrazí uživateli otisk klíče serveru a uživatel rozhodne, zda se jedná o správný klíč a tedy i server. Pokud uživatel identitu serveru potvrdí, aplikace si toto rozhodnutí uloží a při dalším přihlášení se již neptá.

Pokud se pomocí SSH hlásíme na nějaký server poprvé, teoreticky bychom si vždy měli důkladně ověřit správnost klíče, co posílá server. Ve skutečnosti je riziko v normálním případě velmi malé. Musíme zhodnotit, jak důležitý je server, na který se hlásíme, jak pravděpodobné je, že by mohl být vystaven útoku, jak tajné heslo na daném serveru máme (na kolika jiných serverech máme stejné heslo), a pokud tato rizika vyhodnotíme jako malá, je možné ověřování přeskočit. Rozhodně to ale **neplatí**, pokud zpráva o změně klíče na serveru přijde **neočekávaně**. Pokud server, na který se hlásíme už rok, se najednou představí jiným klíčem, je třeba zpozornět a vše důkladně ověřit! Toto by mohl být symptom útoku. Můžeme např. u správců serveru telefonicky ověřit, že opravdu přeinstalovali systém a mají nový klíč. Pokud takové ověření není možné, měli bychom přihlášení **ukončit**.

Jakmile je ověřen server, začne si s ním klient vyměňovat informace vedoucí k ověření uživatele. Základní možností je standardní použití jména a hesla. V tomto okamžiku je již komunikace šifrovaná, takže nehrozí žádné riziko prozrazení. Druhým běžným způsobem je používání klíčů. Uživatel si na klientovi vytvoří pár klíčů (resp. může sdílet stejný pár klíčů na více klientech), přičemž veřejný klíč uloží na určené místo na serveru. Existuje-li takový klíč a klient se jím prokáže, uživatel nemusí psát heslo ke vzdálenému účtu.

Nastavit si přihlašování pomocí klíče je velmi pohodlné, ale skrývá to v sobě riziko. Pokud dojde k útoku na náš účet, otevíráme tím dveře k dalším serverům. Řada lidí používá dvouúrovňový systém klíčů: na strojích malé důležitosti používá jeden pár klíčů a na důležitých strojích jiný pár, přičemž tajný klíč z tohoto druhého páru je ještě chráněn lokálním zaheslováním. Pokud totiž klíč není chráněn heslem, může ho útočník použít k přihlášení na další stroje. Teoreticky útočník nemá informace o tom, na jaký další stroj by se měl pokusit přihlásit. Má ale informace o tom, **z jakých** jiných počítačů máte povolen přístup na tento svůj účet (stačí projít seznam uložených veřejných klíčů). Nic mu tedy nebrání v tom vyzkoušet přihlášení na každý z tohoto seznamu účtů, zdali u některého z nich nemáte náhodou také nastaveno přihlašování bez hesla recipročně. A pokud ano, dostane se na další počítač. Toto je princip práce internetových **červů**. Obrana je jednoduchá – vyhněte se tomu mít povolené přihlašování mezi dvěma svými účty tam i zpět, a pokud už to opravdu musíte mít takhle nastavené, chraňte tajný klíč heslem.

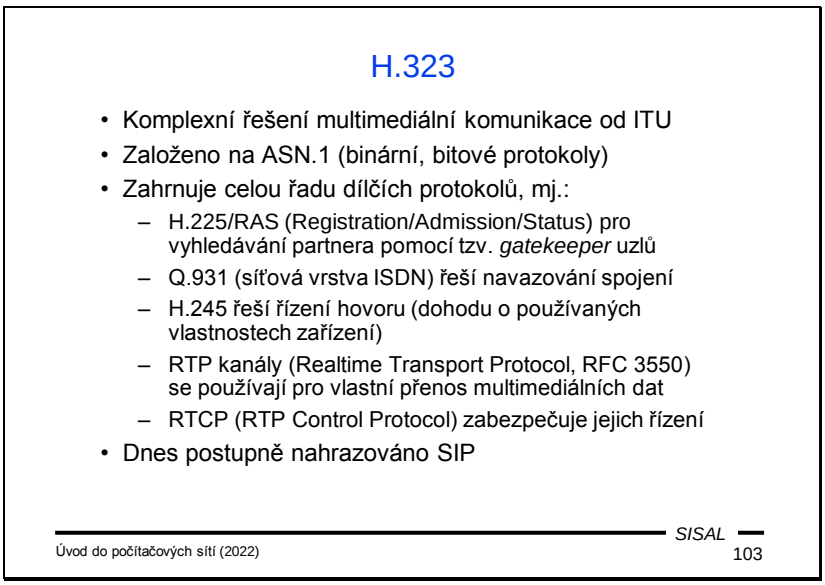
Snímek 102



Termín **Voice over IP** neoznačuje jeden konkrétní protokol, ale obecně jakýkoliv nástroj na přenos (nejen) hlasu pomocí TCP/IP sítě. Těchto možností existuje celá řada, některé z nich jsou realizovány prostřednictvím obecnějších protokolů (třeba Skype přes HTTP), ale nás budou zajímat hlavně ty, které používají vlastní protokoly.

Celé problematika je pochopitelně hodně složitá, musí pokrývat oblast digitalizace hlasu se všemi jejími metodami, variantami, parametry apod., musí pokrývat domluvu protistran o tom, jaké jsou možnosti na té či oné straně a jak tomu přizpůsobit chování protistrany, musí zahrnovat principy řešení otázky nalezení partnera pro komunikaci a ideálně i možnost, jak celý systém napojit na běžnou telefonní síť tak, aby bylo možné komunikovat z běžného telefonu na číslo reprezentované VoIP zařízením a naopak.

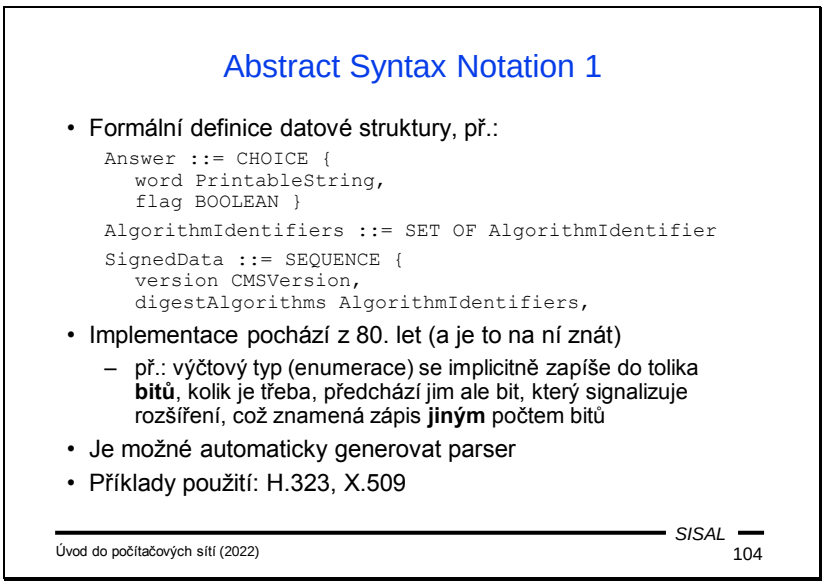
Snímek 103



Telekomunikační společnosti (resp. ITU, International Telegraph Union) nastoupily už dávno na cestu, jak jednotlivé procesy digitalizovat. Pro jednotlivé oblasti existuje řada samostatných protokolů, které se souhrnně označují jako **H.323** a které řeší problematiku vyhledávání partnera, navazování spojení, dohodu o vlastnostech zařízení a nakonec i vlastní přenos audio nebo video dat. Bohužel ale tyto protokoly jednak nejsou všechny volně dostupně a jednak pocházejí z doby, kdy datové toky nedisponovaly kapacitou, kterou máme dnes, a proto se v nich zoufale šetří každým bitem. Ano, tyto protokoly nejen, že nejsou textové, ale jsou **binární** v pravém významu toho slova. Hranicemi hodnot zde nejsou bajty, ale **bity** a navíc každý bit může ovlivnit hranice dalších hodnot. Protokoly jsou tak nejen nečitelné pomocí editoru, ale dokonce i velmi obtížně implementovatelné – představte si, jak naprogramujete čtení desetibitového čísla, které zasahuje do tří bajtů, ale jenom někdy…

Protokoly, které mají na starosti úvodní fáze přípravy hovoru, jsou dnes postupně nahrazovány protokolem SIP. Vlastní audio nebo video data se posílají pomocí protokolu RTP (Realtime Transport Protocol) a k řízení jeho činnosti se používá řídící protokol RTCP. Oba protokoly jsou sice rovněž binární, ale vzhledem k tomu, že jejich úkolem je přenos binárních multimediálních dat, je to adekvátní jejich účelu a navíc je jejich popis volně dostupný v RFC 3550.

Snímek 104

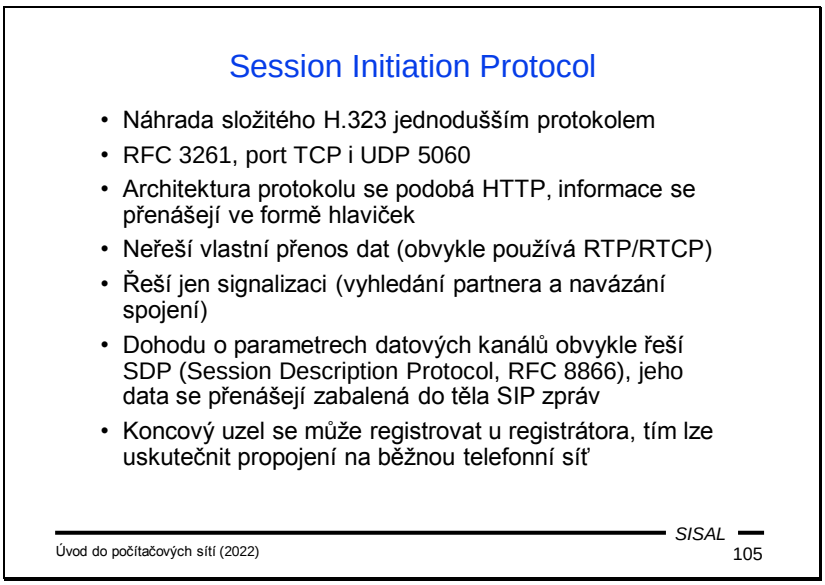


Základem definice protokolů H.323 je metoda nazývaná Abstract Syntax Notation. Je to metoda, jak definovat nějakou datovou strukturu nebo obsah jednotek dat protokolu pomocí formální definice využívající mnemonické identifikátory (včetně enumerace, sady pojmenovaných hodnot) a speciální konstrukty pro vyjádření posloupnosti (záznamu), polí, výběru z několika alternativ (něco jako konstrukt case nebo select z programovacích jazyků) apod. Jako prostředek na formální popis je to velmi užitečný nástroj.

Problémem je jeho defaultní implementace. Jak už jsem naznačil, každá hodnota se zapíše pouze tolika bity, kolik je pro danou položku nutné. Autoři ale počítali s tím, že protokoly se vyvíjejí a do návrhu zabudovali obecný mechanizmus, jak rozpoznat, zda hodnota používá původní návrh nebo jeho rozšíření. Před vlastní hodnotou je tedy jeden bit, který říká, zda je hodnota rozšířená nebo ne, a tím vlastně určuje, kolik bitů ve skutečnosti zabírá… Implementace takového kódování je extrémně složitá a řeší se nákupem knihovny, která z textového zápisu v ASN.1 vytvoří kód, jenž zápis a čtení realizuje.

Kromě této extrémně úsporné varianty zápisu hodnot existují i varianty, které se alespoň drží hranice bajtů, takže jejich dekódování je o řád jednodušší.

Snímek 105



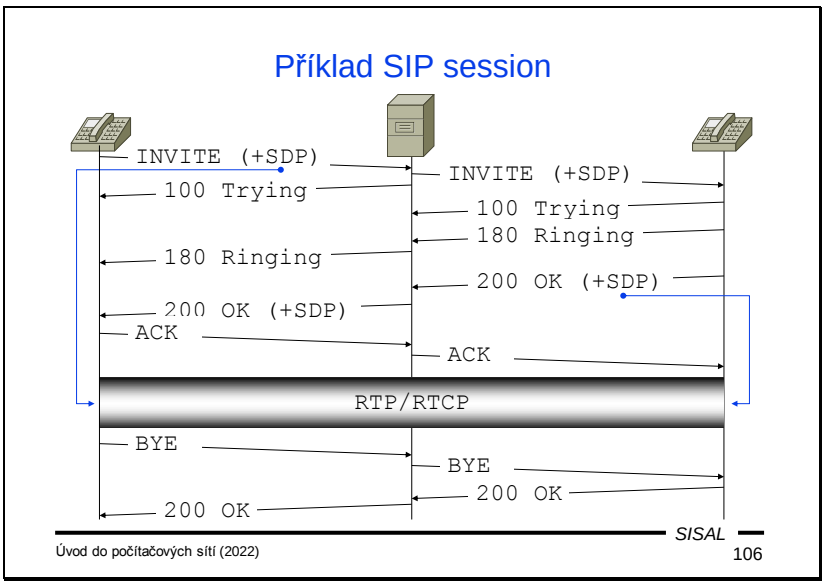
Session Initiation Protocol je modernější řešení pro úkoly související s navazováním spojení a domluvě o vlastnostech zařízení. Na rozdíl od protokolů rodiny H.323 je to textový protokol se strukturou zpráv, která se podobá HTTP, na rozdíl od něj se ale může provozovat nad TCP i UDP. Výhodou tak je, že zprávy protokolu jsou volně čitelné. Tento protokol dnes postupně vytlačuje H.323 a stává se standardem pro budování telefonní sítě v nově projektovaných budovách.

Zajímavostí je, že tento protokol jako jeden z prvních už v iniciálním návrhu zavádí pojem **proxy**, tedy článku komunikačního řetězu, který usnadňuje komunikaci přes hranice různých sítí, včetně privátních. Podobně jako u SMTP se během přenosu do zprávy vkládají hlavičky, které zaznamenávají cestu (tady se jmenují **Via** a **Record-Route**) a podle nichž může protistrana a všechny uzly po cestě správně směrovat odpověď. Stejně tak jsou součástí hlaviček údaje jako identifikátor hovoru, volající i volané SIP URL (obvykle číslo plus doména) aj.

Samotný SIP řeší pouze problém vyhledání cíle, nalezení cesty a navazování spojení. Další stupeň, tedy dohodu o vlastnostech zařízení a parametrech datových kanálů, řeší Session Description Protocol. Je to opět textový protokol skládající se z řádek formátu *keyword=value* a je přenášen pomocí zpráv SIP protokolu. SIP zpráva, která nese SDP informaci, má jako MIME typ uveden **application/sdp** a v těle zprávy je SDP blok.

Jakmile se protistrany dohodnou na podobě datových kanálů a otevřou je, začnou po nich posílat audio (a případně i video) data, a to pomocí protokolů RTP/RTCP.

Snímek 106



Ukázka SIP hovoru:

- Volající zařízení vyšle příkaz INVITE, který obsahuje volané URL a zároveň nabídku datových kanálů jako SDP zprávu.
- Příkaz dorazí na nejbližší proxy, která začne řešit nalezení cíle. Podle své konfigurace a podle cílového URL najde další uzel v cestě k volanému zařízení. My si pro jednoduchost tento úsek zkrátíme a představíme si situaci, kdy za proxy už je přímo cílová síť. V tom případě proxy odešle požadavek cílovému zařízení, ale zkontroluje přitom obsah SDP a upraví ho tak, aby byl pro protistranu použitelný – de facto v něm provede úpravy odpovídající funkci překladu adres (NAT).
- Zároveň odešle volajícímu zařízení dočasnou odpověď 100 Trying.
- Jakmile volané zařízení zpracuje požadavek, odešle rovněž dočasnou odpověď 100 Trying . Tato odpověď má charakter *node-to-node* a proxy ji tudíž nepřepošle volajícímu zařízení.
- Cílové zařízení začne vyzvánět a informuje o tom volající zařízení další dočasnou odpovědí 180 Ringing. Ta má naopak charakter *end-to-end*, takže tu proxy přepošle.
- Pokud volaný účastník telefon zvedne, jeho zařízení pošle konečnou odpověď 200 OK. Tato odpověď zároveň nese SDP zprávu s nabídkou datových kanálů na volaném zařízení.
- Jakmile tato zpráva dorazí na proxy, ta opět zkontroluje obsah SDP, upraví ho podle potřeb překladu adres a zprávu pošle volajícímu zařízení.
- Pro dokončení úvodní fáze je ještě nutné, aby volající zařízení potvrdilo příjem SDP zprávy, a proto celá fáze končí posláním potvrzovací zprávy/příkazu ACK.
- Od tohoto okamžiku mohou obě zařízení začít posílat multimediální data v RTP /RTCP po datových kanálech, které jim nabídla protistrana.

- Ukončení hovoru se odehraje tak, že libovolné koncové zařízení pošle příkaz BYE a protistrana odpoví 200 OK. Na tuto dvojici správ samozřejmě reaguje i proxy a zruší svoje datové kanály, které otevřela na obě strany.

Souhrn 5

- K čemu slouží IMAP protokol?
- K čemu slouží HTML?
- Popište co se odehraje v HTTP/1.1 protokolu, pokud uživatel požádá o stránku se dvěma vloženými obrázky.
- Stručně popište účel a vlastnosti nejznámějších metod HTTP.
- K čemu slouží cookies a jaké představují riziko?
- Porovnejte protokoly telnet a SSH.
- Porovnejte protokoly H.323 a SIP.