# Bezpečnost počítačových sítí

sítí budeme rozumět soustavu několika výpočetních systémů, uživatelé přistupují k síti prostřednictvím některého z těchto systémů
v této přednášce se budeme zabývat pouze bezpečnostní politikou, ne její implementací
zdroje bezpečnostních obtíží:

- Sdílení - potenciální přístup má velmi velké množství lidí, různé stroje mohou být řízeny různými ne nutně bezpečnými systémy
- Složitost - v síti se vyskytují nejrůznější operační systémy komunikující spolu via spojovací mechanismus, který by měl zajišťovat ochranu, tento mechanismus však musí být dostatečně obecný, navíc síť jako celek nelze podrobit testování či dokonce certifikaci
- Neznámý perimeter - nikdy nevíme, kdo všechno je připojen, není jasné, jak se ostatní stroje chovají
- Množství zranitelných míst - je nutné uvěřit bezpečnostním mechanismům na všech strojích, mnohé části sítě leží mimo jakýkoliv dohled provozovatelů
- Neznámá cesta - většinou nelze ovlivnit, kudy budou data přenášena, tedy není k dispozici žádná informace, kdo s nimi může přijít do styku

## *Ochrana komunikace*

principiálně je možné chránit komunikaci jakožto:

- proud dat – někdy nazýváno jako „stream enciphering“, tj. šifrování proudu dat, kdy se vytváří dojem, že komunikační kanál je spolehlivý z hlediska možného útoku
- jednotlivé zprávy – odpovídá dnes moderní volné vazbě systémů pomocí „messagingu“, šifrují se aplikační zprávy, nebo jejich relevantní části

proudové šifrování lze provádět mezi dvěma uzly sítě, nebo mezi dvěma aplikacemi běžícími na těchto uzlech

## Šifrování na úrovni linky (Link Encryption)

data jsou šifrována těsně před vstupem do komunikačního media, dešifrována ihned po příchodu na druhý počítač
toto šifrování probíhá na úrovni fyzické případně linkové vrstvy referenčního modelu
výhodou je, že tento mechanismus je pro uživatele transparentní a může být i velmi rychlý, navíc je snadno připojitelný k stávajícím zařízením

je zcela nevhodný pokud nejsme schopni ovlivnit, kudy budou data přenášena

## End-to-End šifrování

poskytuje kryptografickou ochranu po celou dobu přenosu
toto šifrování probíha přibližně na úrovni aplikační nebo prezentační vrstvy referenčního modelu
toto šifrování však již nebývá transparentní a má-li být účinné, musí být vhodně zakomponováno do celého systému
další výhodou je, že není nutno šifrovat veškerou komunikaci, ale pouze citlivá data
na rozdíl od šifrování linky je schopno zajistit autentizaci a integritu (end-to-end)

někdy jsou používány obě zmíněné metody zároveň - šifrování linky za účele běžné preventivní ochrany dat a End-to End šifrování k docílení skutečně kvalitní ochrany senzitivních dat

se zavedením šifrování souvisí nutnost existence mechanismu distribuce a správy nezbytných šifrovacích klíčů, potřebných centrálních autorit pro zajištění provozu systému kryptografické ochrany, vhodných kryptografických zařízení zajišťujících základní funkce kryptografické ochrany

# *Kontrola přístupu*

v případě sítí přistupují k obvyklým problémům kontroly přístupu ještě následující okruhy

## Ochrana komunikačních portů (Port protection)

před mechanismus autentizace uživatele lze předřadit ještě ochranu vlastního komunikačního portu

### Automatické zpětné volání

metoda vhodná pro komutované (dial-up) spoje
Poté, co je navázáno spojení a uživatel se identifikuje, systém ukončí spojení, v interních tabulkách zjistí adresu (tfn. číslo) daného uživatele a pokusí se o navázání spojení na tuto adresu.
Tímto způsobem je zajištěno, že přístup je možný pouze z omezeného množství jiných uzlů (adres) a tedy výrazně omezena či alespoň zkomplikována možnost průniku ‘zvenčí’.

### Odstupňovaná přístupová práva

Přístup k senzitivním datům může být omezen na pouze některé uzly. Pokud i autorizovaný uživatel žádá o přístup z jiného uzlu, mohou jeho přístupová práva být výrazně omezena, nebo může být zcela odepřen přístup k datům.

### Tichý modem (Silent Modem)

Po přijetí volání modem nezačne bezprostředně generovat nosnou, ale počká, až se druhá strana pokusí o negotiation.
Tím je přístup do jisté míry omezen pouze na uživatele, kteří vědí, že jde o linku vedoucí k počítači, metoda omezuje možnost náhodného nalezení tohoto portu.
Obdobou tichého modemu může být v případě IP protokolu služba, dostupná na daném stroji na jiném než obvyklém portu.

## Řízení přístupu z vnějšího prostředí

- Firewally – filtry, aplikační brány
- Policy gateway
- Překlad adres
- Kontrola přenášených dat – antiviry, java, scripty,
- Omezení přístupu ke zdrojům / obsahu dat
- Prioritizace, qos
- IDS, IPS (intrussion detection/prevention system) – síťové, aplikační
- Demilitarizované zóny
- Content filtry

## Parcelizace vnitřní sítě

- Oddělení kritických zdrojů, zónování
- Vydělení zvláštní sítě pro senzitivní informace
- Traffic shaping

## Autentizace uzlů

Je třeba, aby existovaly mechanismy umožňující vzájemnou autentizaci jednotlivých uzlů, ne pouze uživatelů.

## *Autentizace v síti*

Protože síťové prostředí zpravidla není považováno za bezpečné, je třeba využívat autentizační mechanismy odolné vůči odposlechu, resp. aktivním útokům
Často bývá žádoucí řešit *jednotné přihlášení (single sign on)*

- cookies
- tickety
- certifikáty, PKI
- čipové karty
- tokeny / jednorázová hesla
- ...

S procesem integrace autentizačních mechanismů souvisí nutnost zavedení centrální správy uživatelů nebo alespoň synchronizace záznamů o uživatelích

## *Aktivní útočník*

v případě jednotlivých strojů může být útočníkem člověk, v prostředí sítí však již útočník může používat počítač a pokoušet se aktivně poškozovat systém ochrany dat

### Playback starších zpráv

pokusy o znovupoužívání starších zachycených zpráv
vhodnou metodou ochrany jsou časová razítka v kombinaci s šifrováním, různé tokeny s omezenou časovou platností, notarizace, nebo ofsetování zpráv.

### Narušení služeb

velmi snadným způsobem útoku je přetěžování sítě nesmyslnými zprávami
rovněž účinnou metodou je pokusit se pozměňovat routovací informace
rovněž je možné zachycovat, nebo alespoň poškozovat zprávy zasílané určitému uživateli
proti mnohým útokům je možno se bránit vytvořením duplicitních linek, po kterých mohou být zprávy posílány, pokud je to možné, lze se omezit pouze na důvěryhodné uzly

### Vkládání poškozených zpráv

útočník může vkládat poškozené zprávy, při jejichž zpracování může dojít ke zhroucení službu konajícího stroje, nebo k jeho nesprávné funkci

## *Řízení zátěže*

útočník může zachycovat veškerou komunikaci a provádět rozbor, kdo s kým jak často komunikuje - jde o tzv. *analýzu zátěže* : z náhlých změn zátěže lze usuzovat na nadcházející výrazné události
vhodnou metodou ochrany je generování *vycpávací (pad) zátěže* v době, kdy nedochází ke skutečné komunikaci

## Vycpávací zátěž

generovaná vycpávací zátěž může být prostředkem pro vytvoření skrytého kanálu
administrátor tedy musí zajistit generování dalších vycpávacích zpráv doplňujících komunikaci mezi libovolnými dvěma uzly sítě

## Kontrola routování

administrátor může aktivně zasahovat do procesu routování a náhodně měnit způsob routování některých zpráv, čímž se dosáhne větší náhodnosti do procesu přenosu zpráv a omezí možnost předchozích útoků

## Další metody ochrany

administrátor může aktivními zásahy zvyšovat bezpečnost:

- náhodně zachycovat a mazat zprávy
- náhodně měnit adresáta zprávy na nejnižší úrovni
- pozdržovat doručení náhodně vybraných zpráv

# *Integrita dat*

přenos zpráv je řízen přenosovými protokoly zajišťujícími integritu dat, pořadí doručených částí, detekci duplicit apod.
pro účely ochrany dat nedostačující - tyto informace jsou v plaintextu bez potřebné detekce modifikací
různé zabezpečovací kódy je snadné replikovat
vhodnější je použití kryptografických kontrolních součtů - zdeje vhodné do každého šifrovaného bloku zprávy přidat jeho pořadové číslo, aby útočník nemohl provádět záměny pořadí
notarizace zpráv - každou posílanou zprávu je možné nechat ověřit centrální autoritou

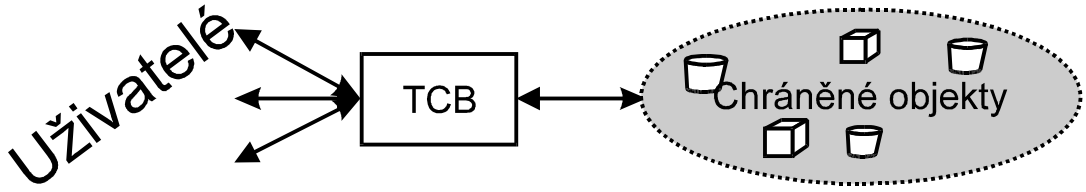
# *Lokální sítě*

jsou v mnohém specifické - jejich uživatelé často jsou lidé pracující ve společném oboru, bývají laici v oblasti počítačů, povětšinou si mezi sebou do značné míry důvěřují
problémy nastávají při vzájemném propojování těchto sítí
lokální síť má většinou jednotnou topologii, dle které lze modifikovat použité ochranné mechanismy
vzhledem k tomu, že lokální síť bývá umístěna uvnitř jedné budovy, či dokonce pouze její části, lze uplatnit různé metody fyzické ochrany
lokální síť rovněž mívá administrátora, který může efektivně vynucovat dodržování stanovené bezpečnostní politiky ve všech uzlech

zvýšená míra důvěry však vede ke snížení obranyschopnosti v případě náhlého útoku či zvýšení jeho hrozby

## *Víceúrovňová bezpečnost*

rovněž v počítačových sítích mohou pracovat uživatelé s různým stupněm prověření, síť obsahuje data různých stupňů utajení
nejčastěji se používá nějaká modifikace military security modelu
operační systémy, navrhované pro vysokou bezpečnost bývají rozděleny na moduly, na jejichž bezpečnost nejsou kladeny nároky, které přistupují k chráněným objektům prostřednictvím spolehlivých modulů, jež tvoří *spolehlivou výpočetní bázi (TCB)*

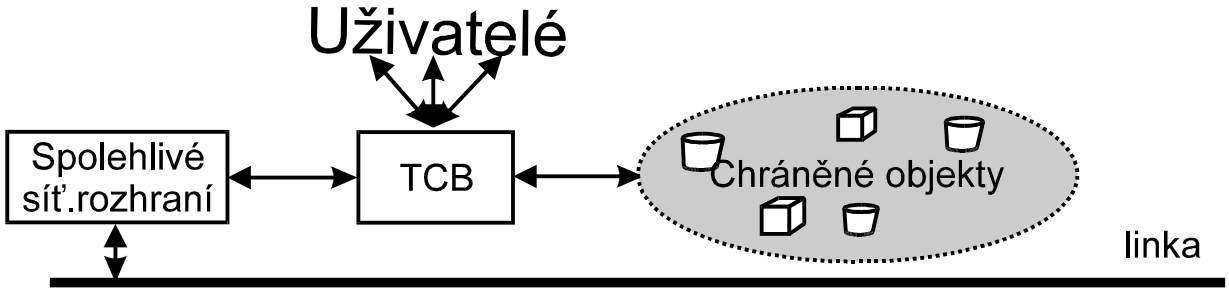



obdobně pro sítě:

## Spolehlivé síťové rozhraní (trusted network interface)

každý uzel sítě musí být "opatrný" vůči ostatním uzlům, měl by zajistit, že spojení naváže pouze s dalším uzlem, který má spolehlivé síťové rozhraní
funkce spolehlivého síťového rozhraní:

1. zajištění bezpečnosti vlastního uzlu - před útoky zvenčí
2. veškerá výstupní data musí být označena příslušnou bezpečnostní klasifikací
3. před uvolněním dat je provedena verifikace oprávněnosti žadatele a jeho autentizace
4. ověření konzistence došlých dat
5. nesmí docházet k míchání dat různého stupně utajení, nebo samovolnému předávání informací ostatním uzlům
6. bezpečnost dat nesmí záviset na bezpečnosti linky



## Bezpečná komunikace

vlastní síť včetně příslušných řídících modulů není uvažována
bezpečnou komunikaci zajišťují samy komunikující procesy ve spolupráci s operačním systémem
jsou dodržována pravidla Bell-LaPadula bezpečnostního modelu
pokud chceme zavést potvrzování zpráv, je nutné, aby na každém uzlu běžel pro každou bezpečnostní úroveň komunikační server - posílá-li proces zprávu procesu vyšší úrovně na jiném uzlu, zašle ji tamnějšímu kom. serveru své úrovně, od kterého obdrží potvrzení a který ji předá
posílání zpráv procesům nižší úrovně probíhá prostřednictvím spolehlivé centrální autority - *network manažera*, který zkoumá, zda nedochází k únikům klasifikovaných informací

## Bezpečné síťové spojení

spolehlivá síťová rozhraní rozdělíme na moduly se vstupnímy a výstupnímy sokety
pokud u daného modulu můžeme dokázat, že jeho výstupy závisí pouze na některých vstupech - *multilevel modul* - může mít výstupní sokety různých úrovní citlivosti
jinak má modul výstupy odpovídající nejvyšší citlivosti vstupu

opět budeme dbát na zachování pravidel Bell-LaPadula modelu, tzn. výstup modulu může být připojen pouze na vstup jiného s nejméně stejným stupněm citlivosti
každý proces prohlásíme rovněž za modul se specifickým stupněm citlivosti
takto lze definovat povolená spojení v rámci celé sítě

# Bezpečnost komunikace

bezpečnost je do určité míry závislá na použitém přenosovém mediu
útok proti komunikačním linkám může být *pasivní* (pouze odposlech), nebo *aktivní* (vkládání dalších informací do komunikace)

### Kabely

častým útokem je tzv. *napíchnutí* (wiretaping)
proti tomuto způsobu útoku jsou obzvláště bezbranné metalické vodiče, je však možné monitorovat i optické kabely
obecně lze mezi metalickými kabely považovat za bezpečnější kabely koaxiální
vyrábí se celá řada kabelů s omezeným vyzařováním případně s detekcí napíchnutí
k napíchnutí jsou náchylnější pevné linky (leased lines), obecně je útok pravděpodobnější u některého z konců linky

### Mikrovlny

svazek není možno zcela přesně měrovat, navíc se mírně rozbíhá
komunikace může být zachycena kdekoliv mezi vysílačem a přijímačem, nebo v prostoru za přijímačem
obdobné nedostatky z hlediska možnosti aktivního útoku

### Satelitní přenos

poznamenejme, že ta samá technologie je používána k **šíření** TV signálu

### Celulární radio

nebezpečí útoku je velké, vlastní zejména pasivní útok je snadno proveditelný

## *Analogové sítě*

většina těchto sítí původně navržena pro přenos hlasu,
častým problémem autentizace, sítě většinou neposkytují informace o zdroji přenášené informace
problém lze řešit zejména použitím kryptografie v zařízeních tvořících rozhraní těchto sítí a počítače, dosud však neexistuje dostatek standardů

## *X.25*

veřejné datové sítě již poskytují prostředky pro autentizaci entit, umožňují vytváření uzavřených logických podsítí celé sítě
vlastní komunikační lilnky bývají spolehlivější
lze rovněž provádět end-to-end šifrování přenášených dat, bohužel již ne šifrování záhlaví zpráv, tedy je možná analýza zatížení
nebezpečí představují připojení via trojici protokolů X.3, X.28, X.29 - po analogových linkách - zde nelze spoléhat na autentizaci
obecným problémem potom je propustnost těchto sítí

## *ISDN*

poskytuje celou řadu identifikačních služeb počínajíc identifikací volajícího či volaného účastníka a končíc možností omezit nebo zcela vyloučit spojení z (jiných než) určitých směrů
daleko propracovanější vytváření logiských podsítí

## *MPLS*

virtuální okruhy (sítě) s možností dedikace kapacity
nezajišťuje šifrování ani další pokročilé bezpečnostní služby

## *Pevné linky*

výhodou je, že linku používá pouze nájemce, je jisté spojení
na druhou stranu okruh vede stále stejnou cestou, je snadněji k nalezení a následnému odposlechu

## *X.400 - message handling*

protokol poskytuje kompletní škálu bezpečnostních funkcí - autentizace původu zpráv, důkazy přijetí, security labeling, utajení toku dat a spojení, autentizace entit, bezpečnost přenášené informace, zajištění integrity a neopakovatelnosti