

Ethernet – protokol STP a metoda PoE

Tato prezentace se zaměřuje na dvě důležitá témata z oblasti Ethernetu:

1. **STP (Spanning Tree Protocol)** – protokol používaný pro předcházení smyčkám v sítích s přepínači, který zajišťuje redundantní cesty bez rizika nekonečného šíření broadcast provozu.
2. **PoE (Power over Ethernet)** – technologie umožňující napájet síťová zařízení přímo přes ethernetový kabel. Dozvíte se základní principy fungování, typické standardy (IEEE 802.3af/at/bt) a příklady reálného využití (např. IP kamery, Wi-Fi AP).

Protokol STP a PoE v síťovém prostředí

Spanning Tree Protocol (STP)

- V sítích s více přepínači je potřeba redundance (více cest) pro případ selhání jednoho spoje.
- Redundance ale může vést k vytváření smyček (loops), jež způsobují broadcast bouře.
- STP dynamicky vypíná přebytečné cesty, aby se smyčky netvořily, a současně zachovává redundanci.

Power over Ethernet (PoE)

- Technologie, která spojuje datovou a napájecí funkci do jednoho UTP/FTP kabelu.
- Umožňuje napájet zařízení jako IP telefony, IP kamery, Wi-Fi access pointy bez dalšího samostatného napájení.

Princip STP (Spanning Tree Protocol)

Smyčky v síti

- Bez STP mohou opakované rámce putovat sítí donekonečna.
- Způsobuje to tzv. broadcast storm (nekontrolovaná záplava broadcastů).

Cíl STP

- Najít strom (tree) bez cyklů (smyček), který propojuje všechny přepínače v síti.
- Nadbytečné spoje (porty) se v logickém smyslu deaktivují (blokují).

Základní funkce

1. Volba kořenového mostu (root bridge).
2. Určení cest k tomuto kořenovému mostu (root).
3. Přejít vybraných portů do stavu blokování (blocking) tak, aby nevznikla smyčka.

STP – proces a pojmy

Bridge ID

- Určuje prioritu přepínače a MAC adresu – pomocí toho se volí root bridge (nejnižší priorita + MAC).

Root port

- Každý non-root switch má vybraný jeden root port – cesta s nejnižší cenou k root bridge.

Designated port

- Na každém segmentu je 1 port označen jako designated (ten vede k rootu nejvýhodněji).

Blokující port

- Ostatní porty, které se aktivně nepoužívají pro přenos.

Varianty STP

Classic STP (IEEE 802.1D)

- Starší implementace, konvergence (přepnutí sítí do stabilního stavu) může trvat desítky sekund.

RSTP (Rapid Spanning Tree Protocol, IEEE 802.1w)

- Rychlejší konvergence, běžně používaný v moderních sítích.

MSTP (Multiple Spanning Tree Protocol, IEEE 802.1s)

- Umožňuje existenci více STP instancí pro různé VLAN, zefektivňuje využití sítě.

Konfigurační stavy portů v STP

(na příkladu klasického STP nebo RSTP)

1. Blocking (Blo)

- Port naslouchá, ale nepřeposílá rámce – prevence smyček.

2. Listening (Lis)

- Port čeká na informace o topologii, poslouchá BPDUs (Bridge Protocol Data Units).

3. Learning (Lea)

- Port začíná přijímat MAC adresy do tabulky, ještě nepřeposílá data.

4. Forwarding (Fwd)

- Plný provoz, port může přeposílat rámce.

5. Disabled (Dis)

- Port je admin down nebo jinak neaktivní.

(V RSTP některé stavy splývají, čímž se urychluje konvergence.)

Úvod do PoE (Power over Ethernet)

Co je PoE

- Technologie definovaná v rámci IEEE 802.3, umožňuje napájet zařízení po ethernetovém kabelu.

PoE standardy

1. **IEEE 802.3af (PoE)** – poskytuje až 15.4 W (na zařízení max. ~12.95 W).
2. **IEEE 802.3at (PoE+)** – až 30 W (na zařízení ~25.5 W).
3. **IEEE 802.3bt (PoE++ / 4PPoE)** – až 60 W či 100 W podle typu (typ 3 a 4).

Kdo napájí a kdo je napájen?

- PSE (Power Sourcing Equipment) – např. PoE switch nebo injektor.
- PD (Powered Device) – zařízení odebírající napájení (IP telefon, kamera, AP).

Princip fungování PoE

Páry vodičů v kabelu

- Cat5e a lepší – 8 vodičů (4 páry).
- U 802.3af/at se pro napájení využívají tzv. spare páry, nebo je napětí modulováno na datových párech (podle typu zapojení).

Detekce zařízení

- PSE nejprve detekuje, zda je připojeno PoE kompatibilní PD.
- Když identifikuje požadované napájení, teprve pak ho začne dodávat.

Napěťové úrovně

- Obvykle 44–57 V DC (závisí na standardu a kategorii kabelu).

Příklady využití PoE v praxi

IP telefony

- Snadné nasazení, telefon lze umístit kdekoli bez zásuvky 230 V.

IP kamery

- Bezpečnostní systémy, instalace na místech, kde není dostupné napájení.

Wi-Fi Access Pointy

- Flexibilní umístění AP (stropy, chodby).

Další příklady

- Chytré osvětlení, IoT senzory, informační panely atd.

Bezpečnost a údržba u PoE

Kvalita kabeláže

- PoE zvyšuje nároky na kabely (tepelný výkon, tloušťka vodičů, třída Cat5e/6/6A).

Přetížení

- PSE má omezený výkon – je nutné hlídat celkový příkon všech PD zařízení.

Konektory

- Opakované zapojování/vypojování pod zatížením vede k opotřebení RJ-45 konektorů.

Standardy vs. neoficiální PoE

- Někteří výrobci mají tzv. passive PoE, které neodpovídá IEEE standardům. Při použití je potřeba pečlivě ověřit kompatibilitu.

Shrnutí

STP (Spanning Tree Protocol)

- Chrání síť před smyčkami, zajišťuje redundanci a stabilitu v přepínaných LAN.
- STP má různé varianty (802.1D, RSTP, MSTP); moderní sítě využívají rychlejší protokoly.

PoE (Power over Ethernet)

- Umožňuje napájet koncová zařízení přímo přes ethernetový kabel, zjednodušuje instalaci.
- Standardy 802.3af/at/bt definují různé úrovně výkonu pro různá zařízení.
- V praxi rozšířeno pro IP telefony, kamery, AP a další.

Obě technologie významně zjednodušují i zefektivňují provoz rozsáhlých LAN sítí.

Kontrolní otázky

1. Proč může v sítích bez STP docházet k tzv. broadcast storm?
2. Vysvětlete pojem *Root Bridge* ve STP.
3. Jaký je základní rozdíl mezi STP a RSTP (IEEE 802.1w)?
4. Co je to PoE a jaký standard zaručuje kompatibilitu (např. 802.3af)?
5. Uveďte aspoň dvě výhody nasazení PoE v praxi.
6. Jaká zařízení se označují jako *PSE* a která jako *PD*?

Doporučená literatura

- 1. Tanenbaum, A. S., Wetherall, D.:** *Počítačové sítě*, 5. vydání (česky) – kapitoly o přepínaných LAN a redundanci.
- 2. Kurose, J. F., Ross, K. W.:** *Computer Networking: A Top-Down Approach* – základy přepínaných sítí a Ethernetu.
- 3. Cisco Networking Academy:** *CCNA materiály* – detailní popis STP, RSTP a PoE konfigurací.
- 4. IEEE 802.1D, 802.1w, 802.1s** – standardy STP, RSTP, MSTP.
- 5. IEEE 802.3af/at/bt** – standardy PoE (dostupné online).
- 6. Oficiální dokumentace výrobců zařízení** (Cisco, HP, Ubiquiti, MikroTik) – praktické příklady konfigurace STP a PoE.