

Hálózati Technológiák és Alkalmazások

Vida Rolland
BME TMIT

2016. március 1.



STP működése

- **Root bridge kiválasztása**

- Minden bridge-nek konfigurálható prioritási száma és MAC címe

- BID – Bridge Identification (64 bit)



Priority 16 bits

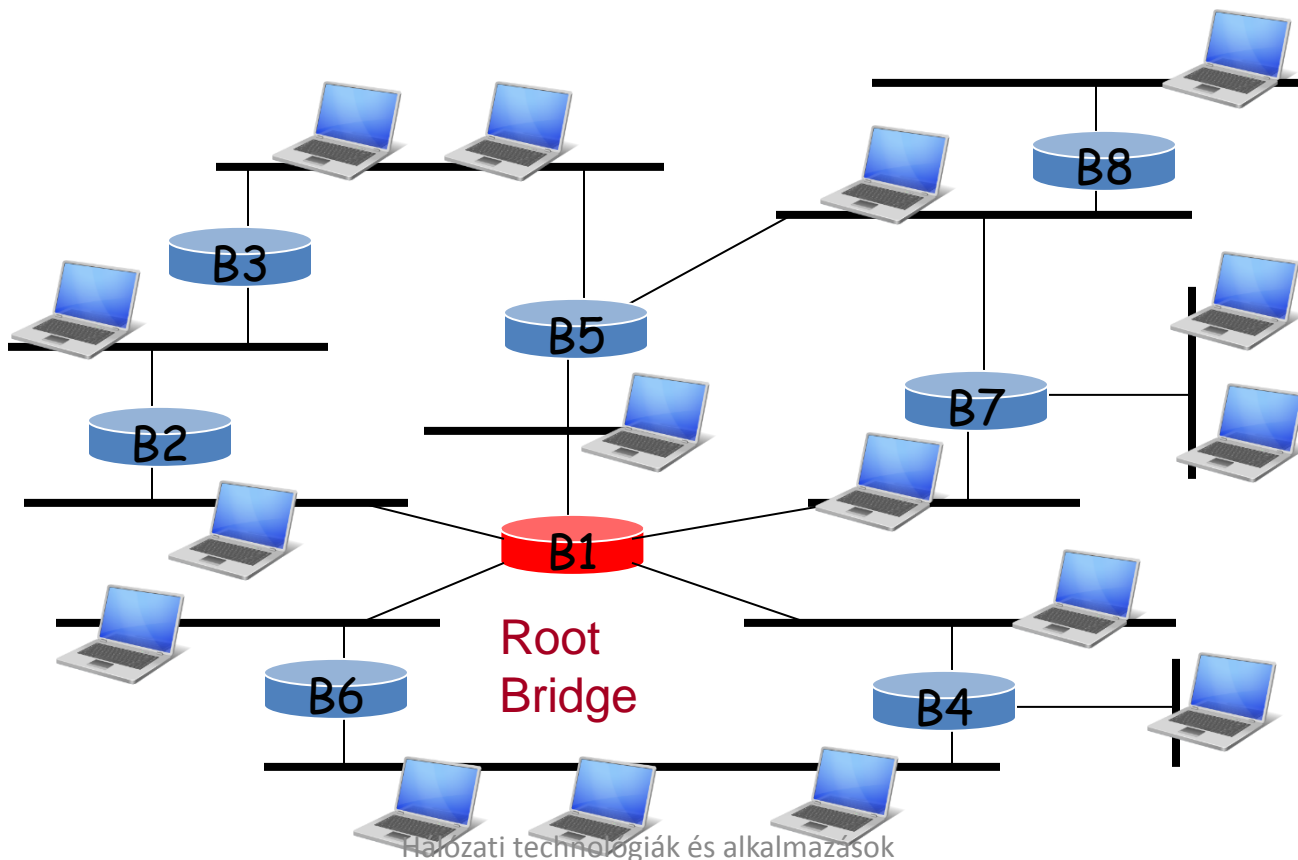
MAC address 48 bits

- A legkisebb prioritású bridge lesz a root

- Egyenlőség esetén a kisebb MAC cím nyer
- A második helyezett lesz a secondary (backup) root

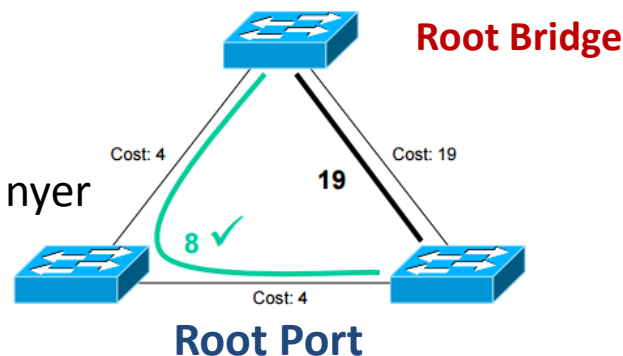
- Teljesen automatikus, de ha rendszergazda egy bizonyos bridge-et szeretne root-nak, beállíthatja egy alacsony prioritási számra

Root bridge választás

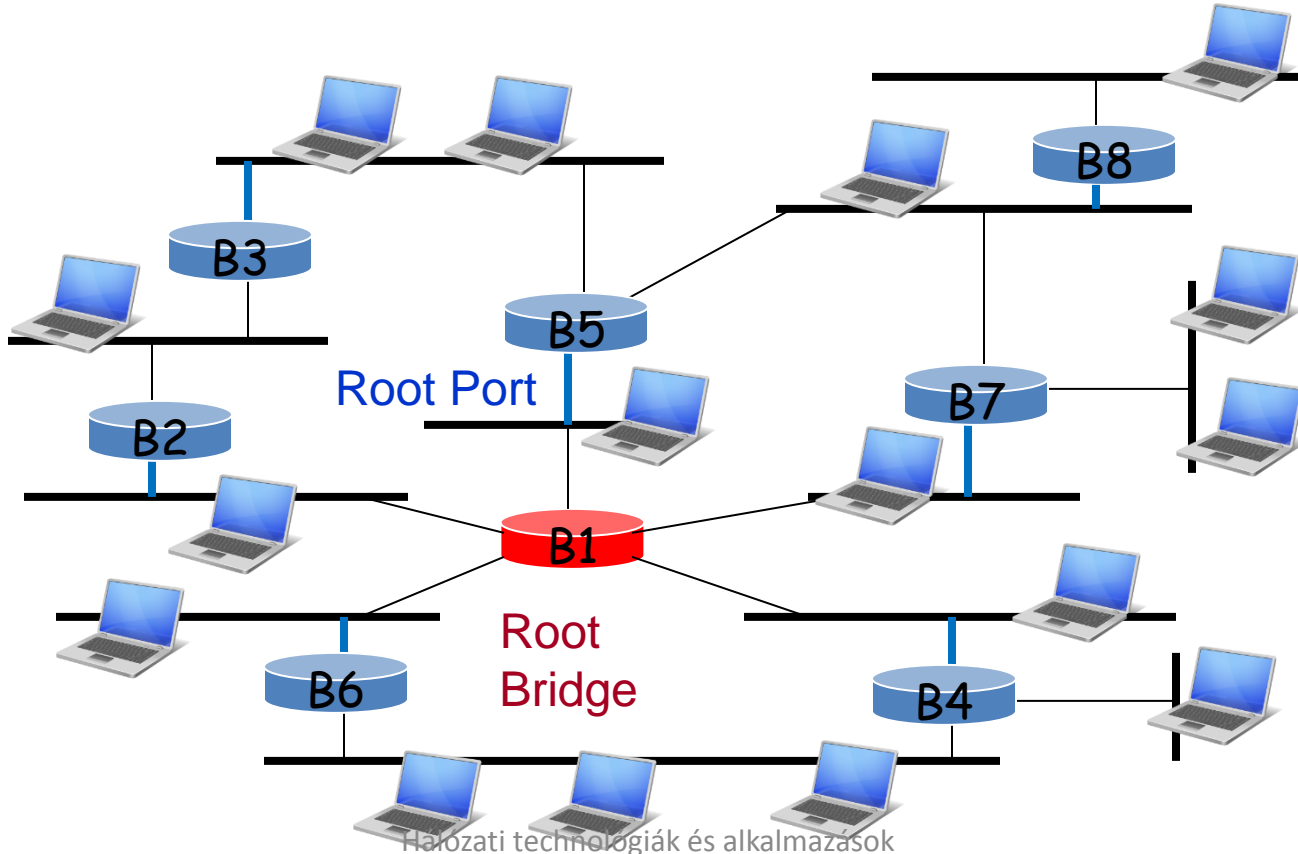


STP működése

- Minden port rendelkezik egy árral (**Port Cost**)
 - Adminisztratív érték, pl. fordítottan arányos a sávszélességgel
- Út hossza (**Path cost**) – szomszédos bridge-ek távolságainak összege
- „Legolcsóbb” utak keresése **minden bridge-től** a root bridge-hez
 - Egy bridge kiszámolja az összes lehetséges útvonal árát a **root bridge** felé
 - Kiválasztja a legolcsóbb (least-cost) útvonalat
 - Az útvonalhoz tartozó port lesz az adott bridge Root Port-ja
 - Ha több egyenlő útvonal, akkor a kisebb PortID nyer



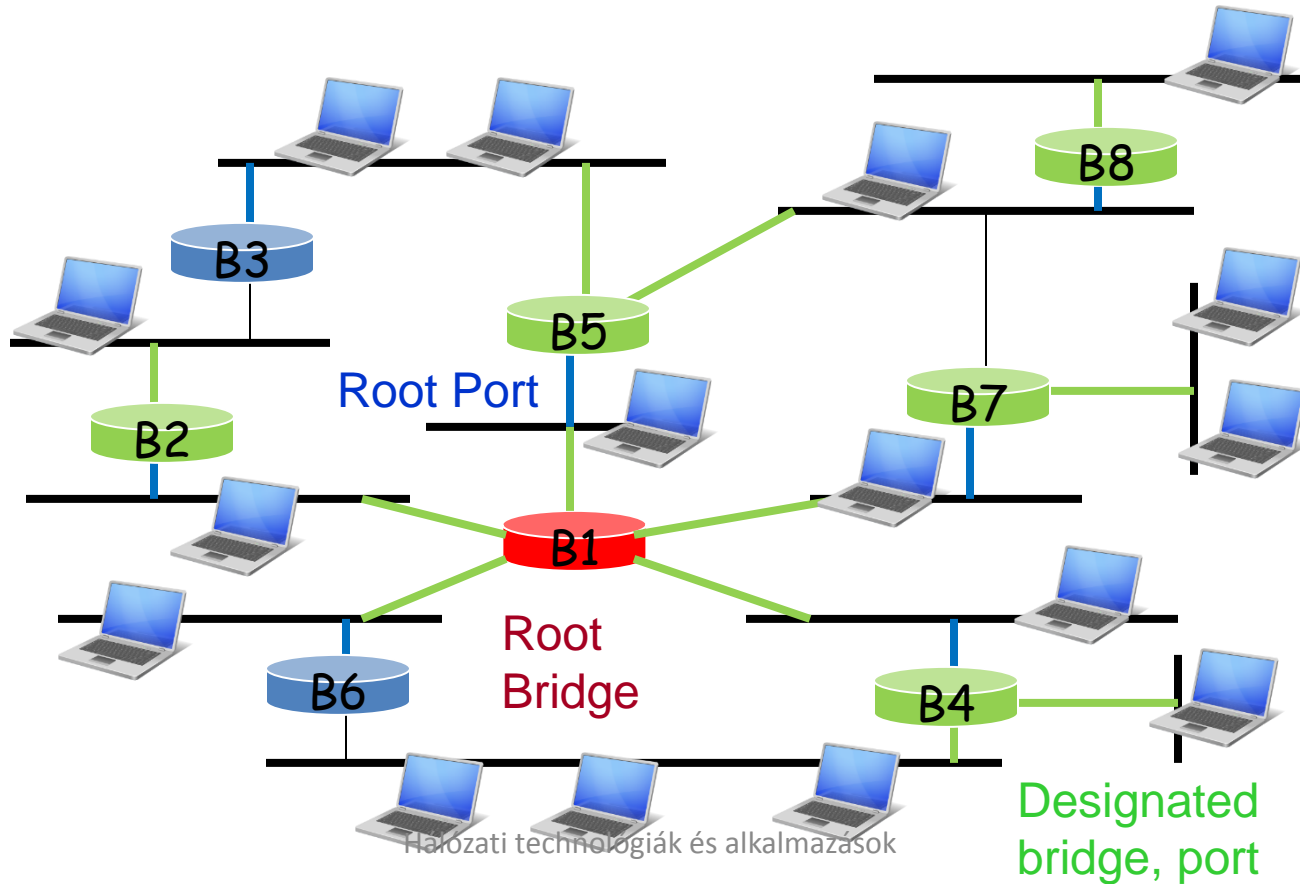
Root port választás



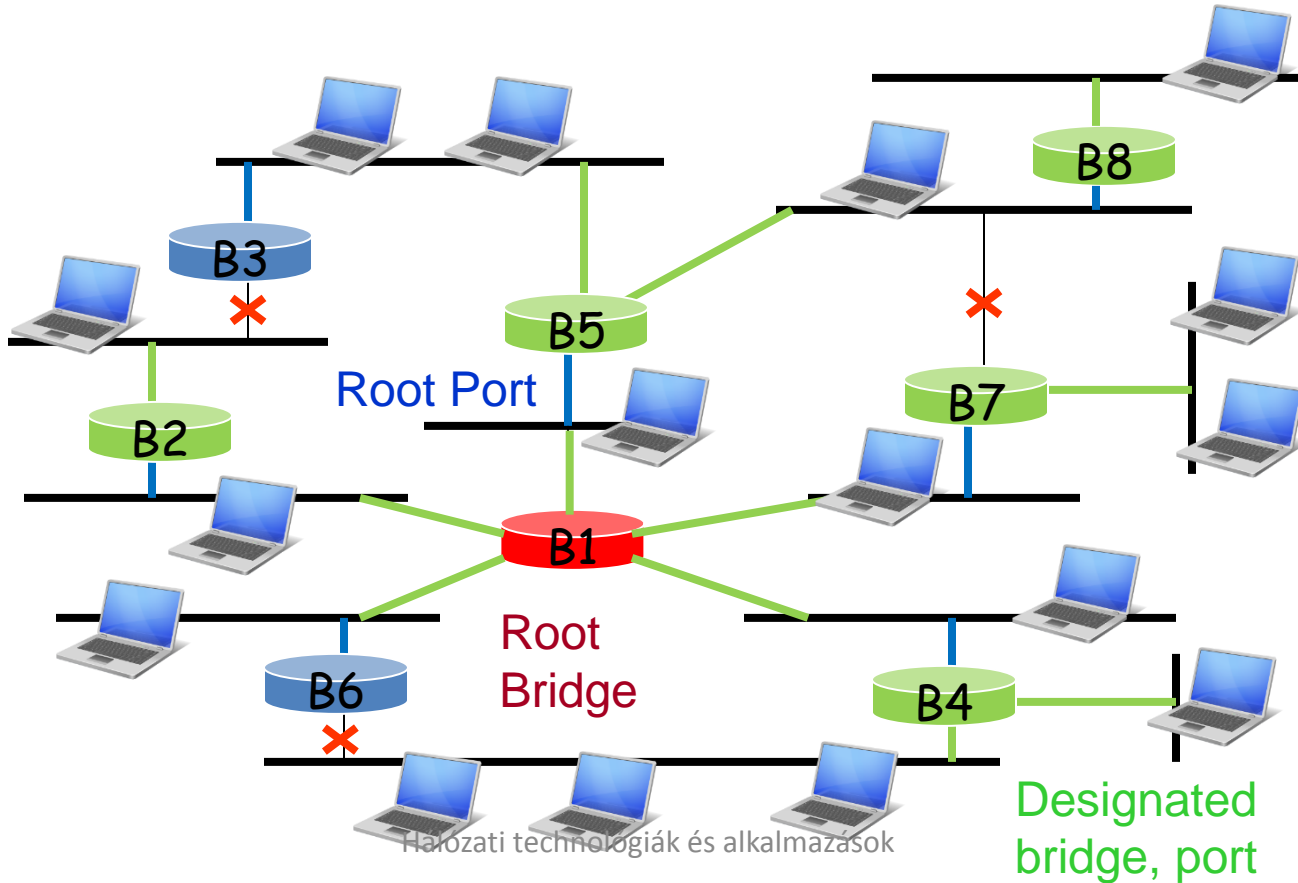
STP működése

- „Legolcsóbb” utak keresése **minden collision domain-től** a root bridge-hez
 - Melyik bridge-en keresztül a legolcsóbb eljutni a root bridge-hez
 - Ha egyenlő árú utak, a kisebb BID dönt
 - *Designated bridge, designated port*
 - A designated és a root port-ok *forwarding state*-be kerülnek
 - Az összes többi porton blokkolni fog
 - Csak BPDU-k mennek át (később)

Designated bridge/port választás



Port blokkolás

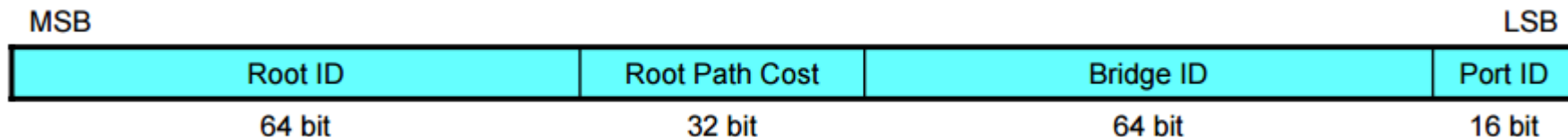


Bridge Protocol Data Unit (BPDU)

- **Source ID** – küldő bridge MAC címe
- **Dest ID** – 01:80:C2:00:00:00 („minden bridge” link-local multicast cím)
 - Nem küldik a Collision Domain-en kívülre
- **Root ID (64 bit)** – a (feltételezett) Root Bridge BID-je a küldő szerint
 - Kezdetben mindenki azt hiszi magáról, hogy ő a Root
 - Ha alacsonyabb Root ID-t hall, megjegyzi azt, és azt hirdeti
- **Root Path Cost (32 bit)** - a küldő távolsága a Root Bridge-től
 - hozzáadva a kettőnk közti távolságot megvan a root-hoz a küldőn át vezető út hossza
 - ezek közül a legrövidebb a saját Root Path Cost
 - ez a Bellman-Ford algoritmus – az STP magja egy distance vector routing protocol, ahol a distance vector egyetlen eleme a fa gyökerétől való távolságot adja meg (azaz a fa gyökere az egyetlen útvonalválasztási cél)
 - Designated Bridge kiválasztásához

BPDU részletek

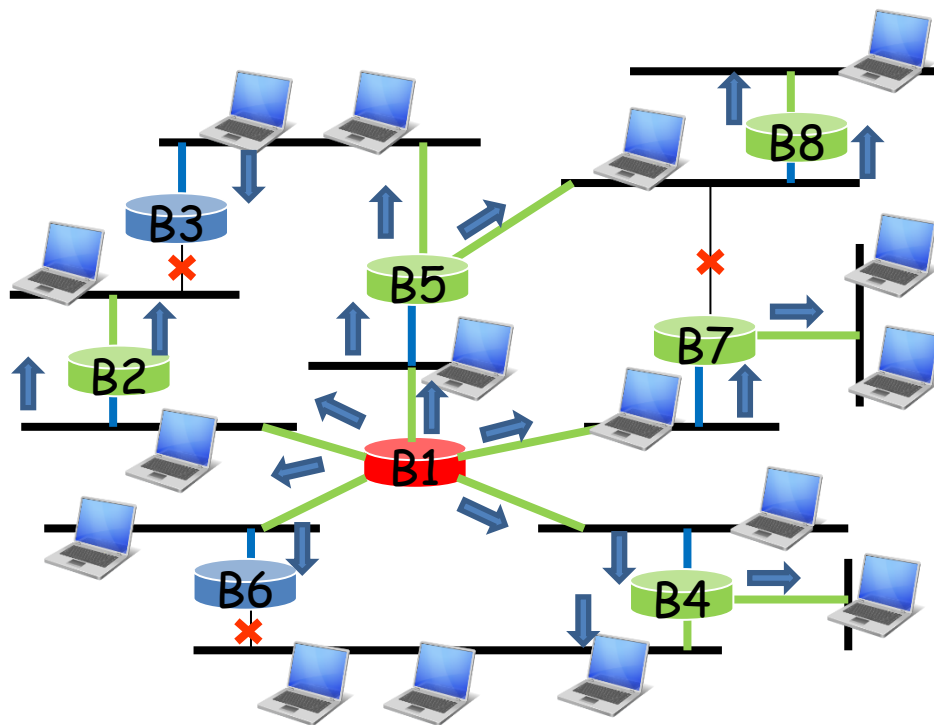
- **Bridge ID (64 bit)**
 - Designated Bridge kiválasztásához egyenlő Root Path Cost esetén
- **Port ID (16 bit)**
 - Designated Port kiválasztásához azonos Bridge ID esetén



- Két BPDU könnyen összehasonlítható
 - egy hosszú számként kezelhető
 - Ha jobbat hallok a saját BPDU-nál, átszámolom a BPDU-mat és az újat kezdem el hirdetni
 - Minden port-ra külön BPDU

BPDU részletek

- a Root Bridge periodikusan küld BPDU-kat (2 sec)
- Ha egy bridge BPDU-t kap a Root Port-on, továbbküldi a saját BPDU-kat a Designated Port-okon
 - stabil állapotban periodikusan „szaladnak szét” a BPDU-k a Root Bridge-től a feszítőfa leveleihez

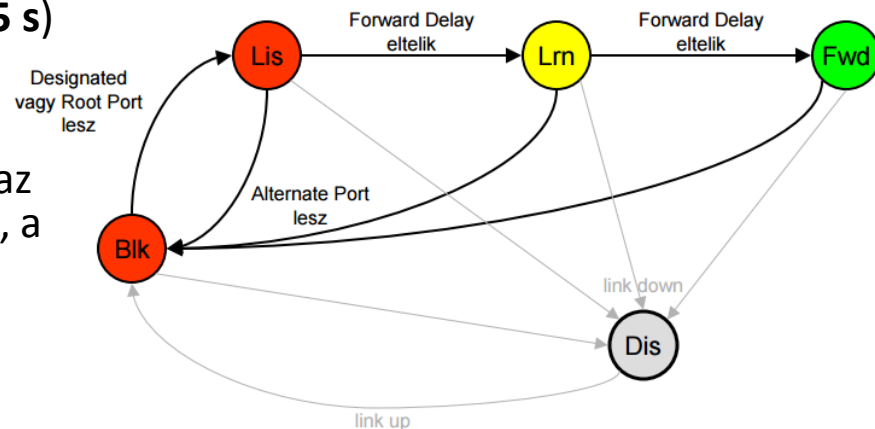


Port állapotok

- **Blocking**
 - csak a BPDU-kat hallgatja, adatforgalom nem megy rajta keresztül
- **Listening**
 - Ha egy port Designated vagy Root Port lesz
 - csak BPDU-kat küld és fogad, adatkereteket nem, amíg kiderül, hogy tényleg a feszítőfa része marad-e **(topológia építés fázisa)**
 - ha ilyenkor hall egy jobb BPDU-t, akkor visszamegy Blocking állapotba (Alternate Port szerepbe)
 - hurkot rövid időre sem szabad megengedni!
 - **Forward Delay** (alapértelmezett érték: **15 s**) után **Learning** állapotba kerül

Port állapotok és állapotgép

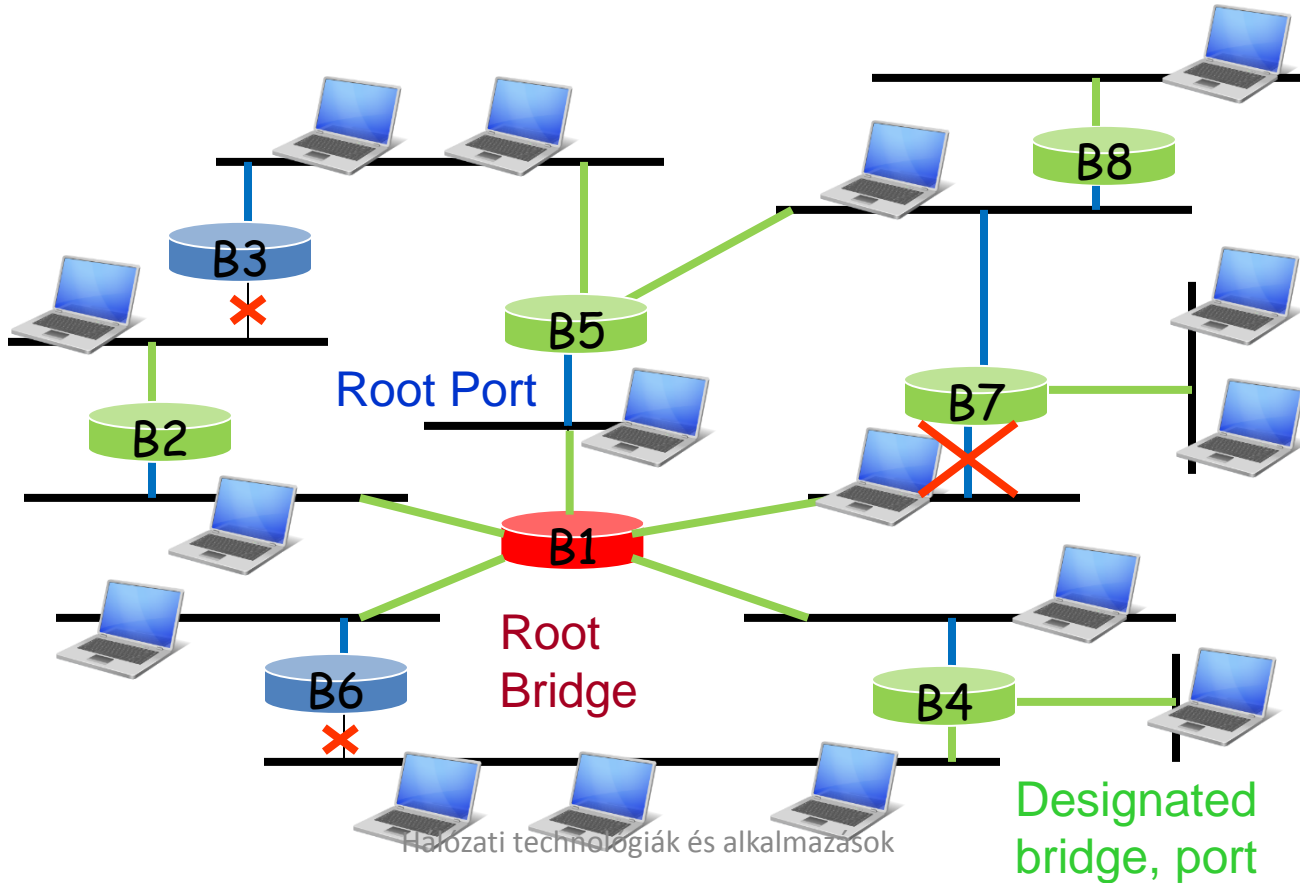
- **Learning**
 - Elkezdi feldolgozni a hallott adatcsomagokat, megjegyzi a MAC címeket, elkezd felépíteni a switching table-t
 - Az adatcsomagokat továbbra sem küldi tovább
- **Forward Delay** (alapértelmezett érték: **15 s**) után **Forwarding** állapotba kerül
- **Forwarding**
 - „Rendesén” kezeli az átmenő forgalmat, az adatokat a megfelelő helyre küldi tovább, a switching tabel alapján
 - Ez a normális működési állapot
- **Disabled**
 - A port nem továbbít semmilyen adatot



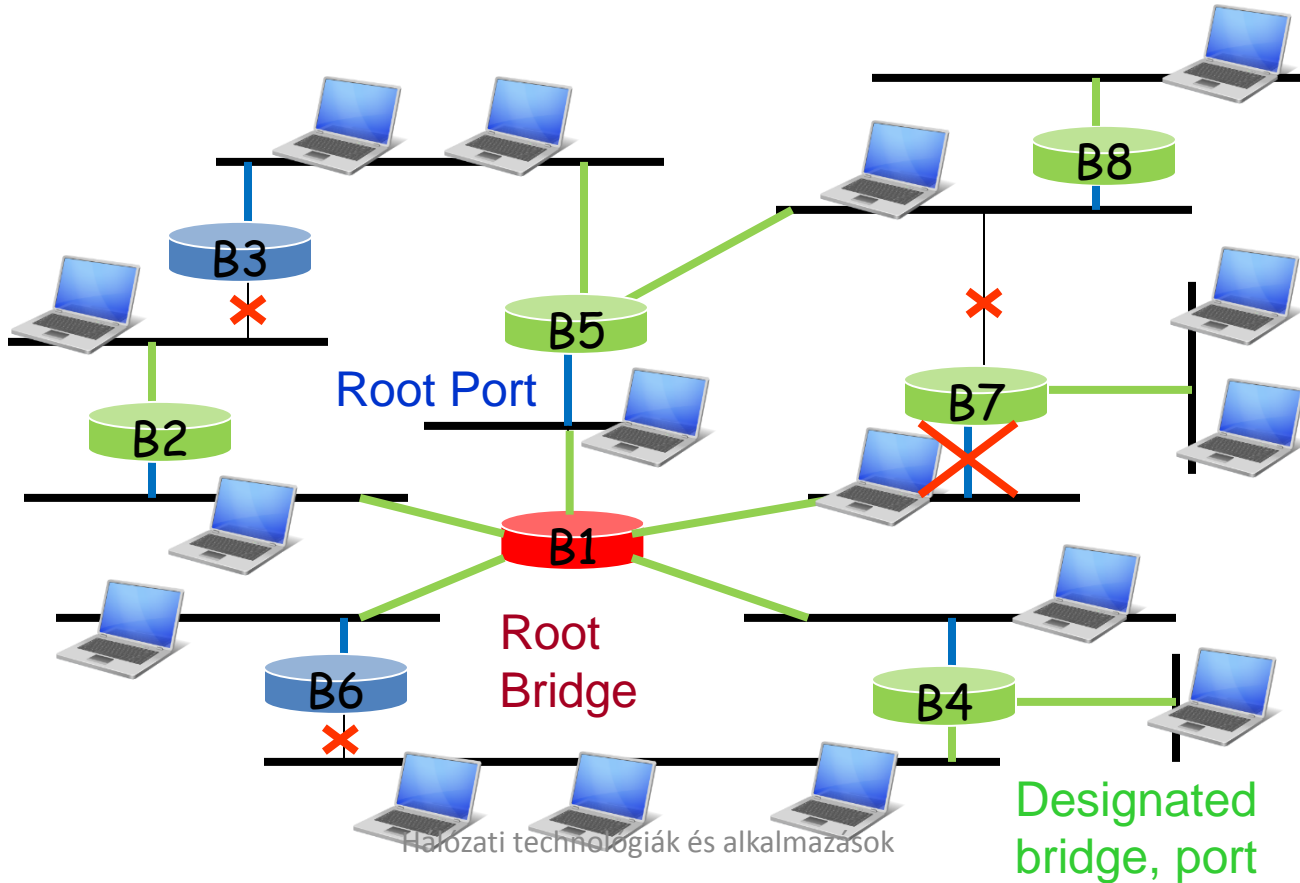
Hiba kezelés

- Ha a Root Port-on néhány BPDU elmarad, hibát jelent
 - A bridge-ek újraszámolják a topológiát
 - Ha van blokkolt port akkor azt fogja használni
- Az új topológia kialakítására van 15 sec
- Következik a MAC címek megtanulása a portokon
 - 30 másodpercen belül újra működőképes a rendszer

Hiba kezelés



Hiba kezelés



Topology Change Notification BPDU

- Két fajta BPDU
 - Configuration BPDU
 - **Topology Change Notification BPDU (TCN BPDU)**
- TCN BPDU-t küldünk, ha...
 - Egy port Forwarding state-be került, és van legalább egy Designated port-ja
 - van olyan szegmens, amelyik rajta keresztül éri el a Root Bridge-et
 - Egy port Forwarding vagy Learning state-ből Blocking state-be került
 - Pl. kapott egy jobb BPDU-t mint a sajátja, és emiatt hurok alakulhat ki

Topology Change Notification BPDU

- A TCN BPDU-t a **Root Port-on** küldjük a Root Bridge felé
- Ha egy bridge egy TCN BPDU-t kap
 - továbbküldi a Root Port-on
 - visszaküld egy **TCA (Topology Change Acknowledgment)**
 - a küldő leáll a TCN küldésekkel
- Ha a Root Bridge megkapja a TCN BPDU-t
 - visszaküld egy TCA-t
 - kiküld egy Configuration BPDU-t, ami szétterjed a hálózaton
 - bebillent a **TC (Topology Change)** flag-et az üzenetben, ami miatt mindenki kiüríti a switching table-jét, és újratanulja a hálózatot

Rapid Spanning Tree (RSTP)

- **A hibák gyorsabb detektálása**
 - Minden bridge küld időközönként Config BPDU-t, nem csak akkor, ha a Root Port-on kap felülről egyet
 - Nem a teljes útvonalra kell számolni
 - STP-nél Config BPDU Max Age = 20 s (10 BPDU üzenet x 2 sec Hello Time)
 - RSTP-nél Config BPDU Max Age = 6 s (3 BPDU)
- **Gyorsabb konvergencia**
 - Kevesebb állapot (Blocking, Listening, Disabled = **Discard**)
 - Alternatív útvonalak készenlétben
 - Időzítők helyett kölcsönös „handshake” mechanizmusok

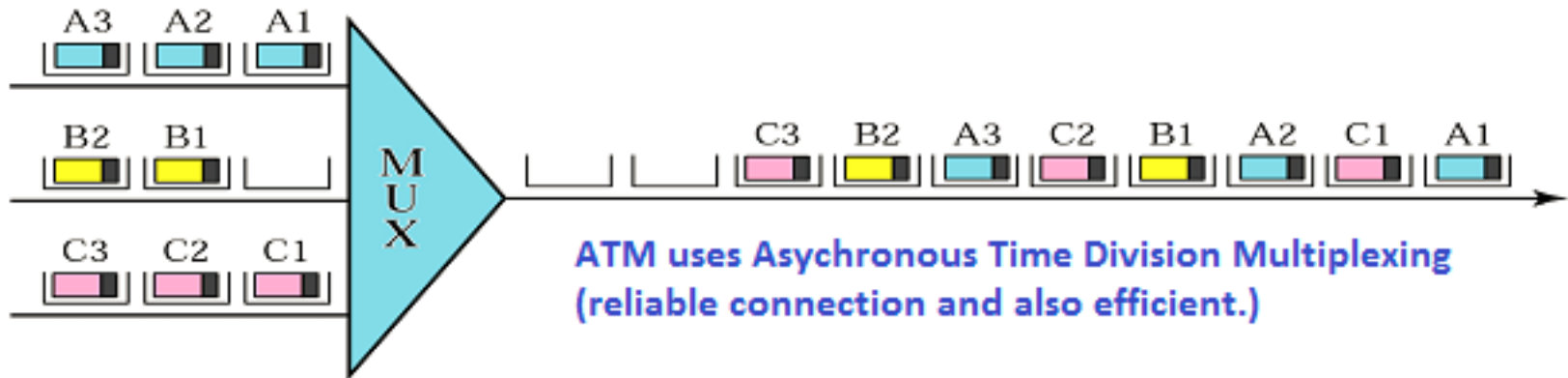
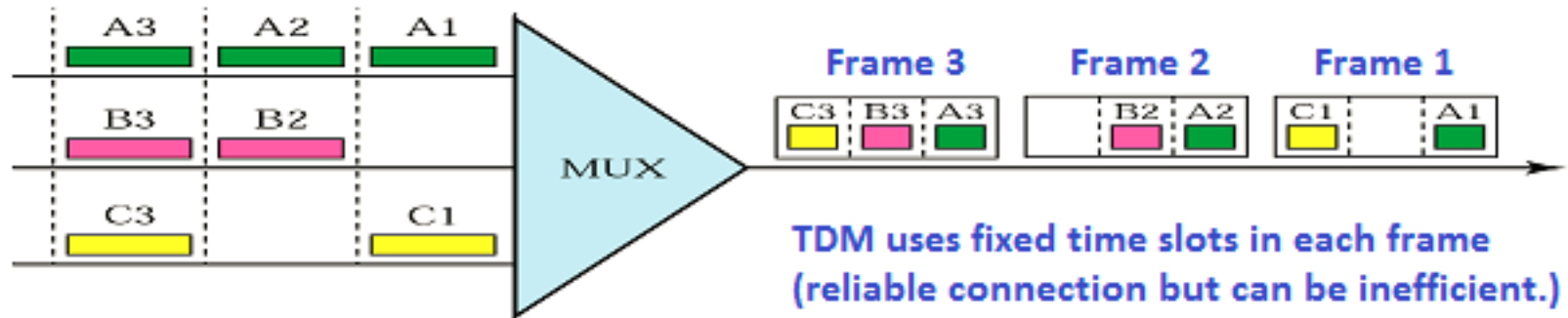
ATM (Asynchronous Transfer Mode)

- A különböző típusú forgalmak (audio, video, data) párhuzamos átvitelére találták ki
 - Az 1500 byte-os Ethernet csomagok túl nagyok
 - 1.500 byte = 12.000 bit
 - 10 Mbps-os Etherneten $0.1 \mu\text{s}$ bit time \rightarrow 1.2 ms / keret
 - Ha több forrás (gép vagy alkalmazás) áll sorban, túl nagy várakozási idők
- Az audio és video alkalmazásoknak szoros **késleltetés (delay)** és **késleltetés-ingadozás (jitter)** követelményei vannak

ATM (Asynchronous Transfer Mode)

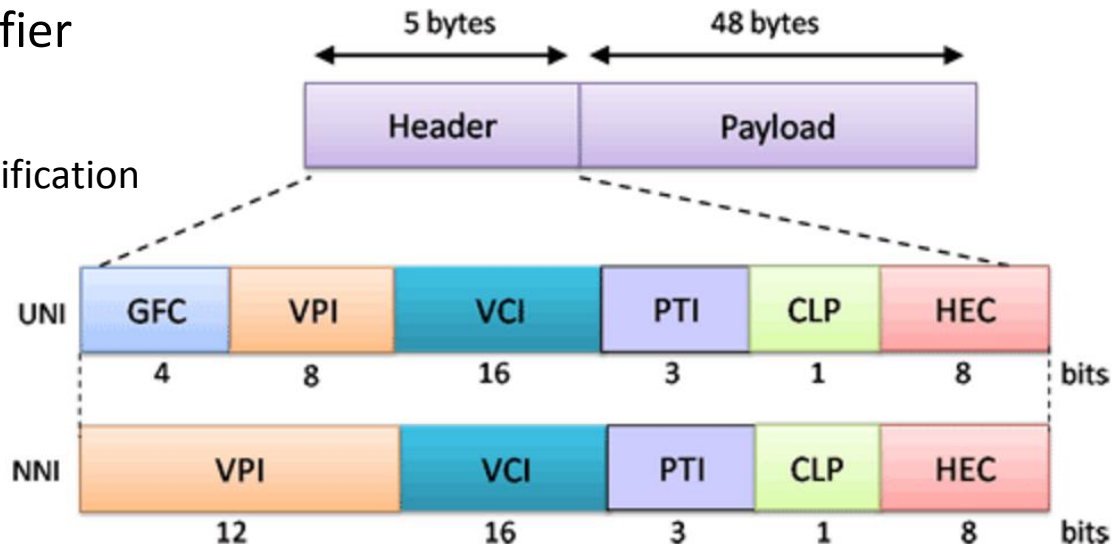
- ATM megoldás
 - Fix méretű **ATM cellák**: 5 byte fejléc + 48 byte adat = **53 byte**
 - **Segmentation and Reassembly (SAR)**
 - Változó méretű keretek feldarabolása, majd visszaállítása a vevőnél, a fejléc alapján
 - **Asynchronous Time Division Multiplexing**

ATM (Asynchronous Transfer Mode)

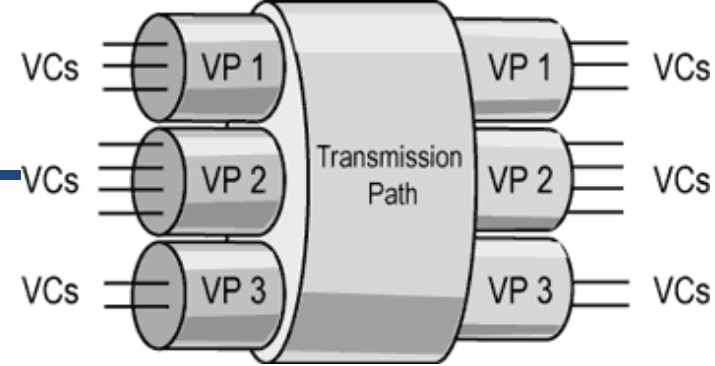


ATM fejléc

- GFC – Generic Flow Control
- VPI – Virtual Path Identifier
- VCI – Virtual Channel Identifier
- PTI – Payload Type
 - ECN – Explicit Congestion Notification
- CLP – Cell Loss Priority
 - A cella eldobásának valószínűsége ha torlódás van
 - CLP = 0 – nem dobjuk el
 - CLP = 1 – best effort forgalom
- HEC – Header Error Control

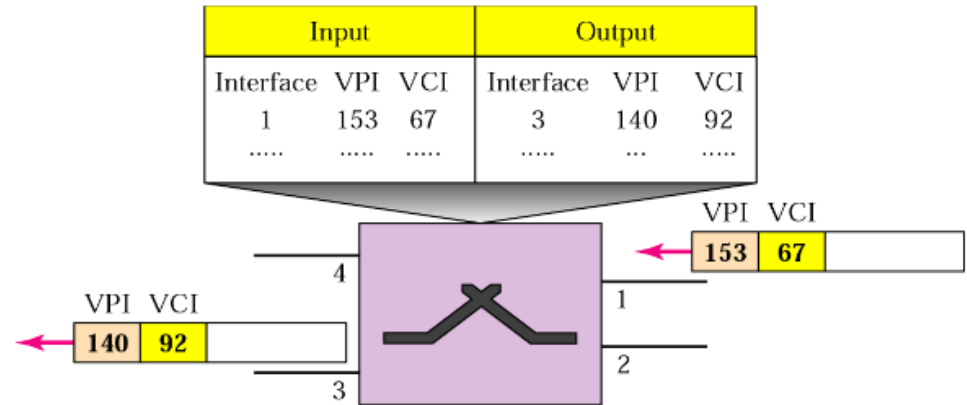
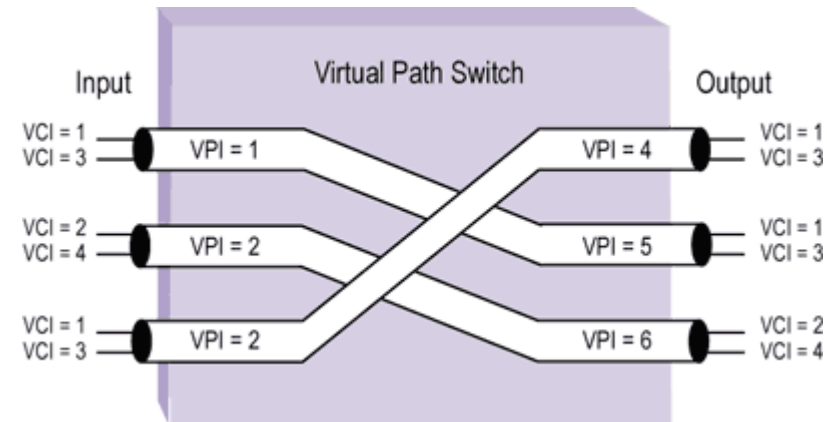


ATM Switching



- **Virtual Circuit** – Virtuális kapcsolat a forrás és a cél között
 - **PVC – Permanent Virtual Circuit**
 - Előre felépített, statikus „áramkör” (kapcsolat)
 - **SVC – Switched Virtual Circuit**
 - Dinamikus, igény alapján felépített áramkör (pl. egy telefonhívás esetén)
- VPI+VCI – azonosítja a következő hop-ot amint halad a célállomás felé
- **Label swapping** – minden ugrásnál átírjuk a VPI/VCI értékeket

ATM Switching



ATM Traffic Contract

- Mikor egy alkalmazás adatokat szeretne küldeni az ATM hálózaton, létre kell hoznia a virtuális csatornát, megadva az átvitelrel szemben támasztott követelményeket
- **Traffic Contract**
 - Type of Service
 - Traffic Parameters
 - Quality of Service Parameters

Traffic Contract – (Source) Traffic Parameters

- A forrás által generált forgalom paramétereit
 - **Peak Cell Rate (PCR)** – mekkora lehet a maximum megengedett cella generálási ráta
 - **Cell Delay Variation Tolerance (CDVT)** – mekkora lehet a cellák generálása közötti jitter
 - **Sustainable Cell Rate (SCR)** – mekkora lehet az átlagos megengedett cella generálási ráta
 - **Maximum Burst Size (MBS)** – a legnagyobb megengedett borszt (cellák száma)

Traffic Contract – Quality of Service

- A hálózattól elvárt end-to-end szolgáltatásminőségi paraméterek
 - **Cell Transfer Delay (CTD)** – az első bit elküldése és az utolsó bit megérkezése közötti idő, végponttól végpontig
 - Maximum CTD és Mean CTD
 - **Cell Delay Variation (CDV)** – a Maximum CTD és Minimum CTD közötti különbség
 - **Cell Loss Ratio (CLR)** – az átvitel alatt elveszett csomagok százaléka

Traffic Contract – Type of Service

- **Constant Bit Rate (CBR)**

- Egy konstans, mindig rendelkezésre álló sávszélesség szükséges a kapcsolat teljes időtartamában
 - Peak Cell Rate definiálja
- Pl. interaktív alkalmazások – telefon, video-konferencia

- **Real-Time Variable Bit Rate (rt-VBR)**

- Változó intenzitású, borsztös forgalom, ahol szükséges a forrás és a cél közötti szoros időzítés
- Pl. tömörített élő video stream
- Peak Cell Rate, Sustained Cell Rate, Maximum Burst Size
- Ha a CTD meghalad egy adott értéket, a cella értéke lényegesen csökken, eldobhatóvá válik

Traffic Contract – Type of Service

- **Non-Real-Time Variable Bit Rate (nrt-VBR)**
 - Változó intenzitású, borsztös forgalom, ahol a forrás és a cél nem kell szinkronban legyenek
 - Pl. puffertelt video vagy audio streaming
 - Ha elveszik egy csomag, van idő újraküldeni, egy Cell Loss Ratio-nak meg kell felelni
- **Available Bit Rate (ABR)**
 - Borsztös forgalom, nincsenek követelmények a sávszélességre vagy a késleltetésre
 - Best effort jellegű átvitel – TCP/IP forgalomhoz
 - Resource Management (RM) cellák adnak visszajelzést a forrásnak a hálózaton aktuálisan rendelkezésre álló erőforrásokról
 - A forrás ennek megfelelően adaptálja a küldési rátáját, egy Peak Cell Rate-ig
- **Unspecified Bit Rate (UBR)**
 - Hasonló az ABR-hez, de nincs RM, a forrás nem adaptálja a küldési rátáját

Miért nem (nagyon) használják?

- A 90-es évek elején élte virágkorát
 - Egyre több multimédia forgalom, melyekhez QoS követelmények társultak
- **Hátrányok**
 - Túl nagy veszteség a fejlécekkel
 - Ethernet – 14 byte / 1500 byte (~ 1%)
 - ATM – 5 byte / 53 byte (~ 10%)
 - Túl komplikált a csomagok darabolása és összerakása (SAR)
 - Nagyon drága nagysebességű ATM kártyák, a hasonló Ethernet képességű kártyákhoz képest
 - 10 Gbps-os Ethernetnél 1,2 ms helyett csak 1,2 μ s a küldési ideje egy 1500 byte-os keretnek
 - Ilyen sebességeknél nem kell igazán a QoS miatt aggódni

TMIT



INTERNET OF THINGS

VERSENY



Fődíj: **250 000 Ft**

Közönségdíj: **100 000 Ft**

A prototípus elkészítéséhez: **6 x 50 000 Ft**

Jelentkezés:
március 10.