

*Virtual* LAN = VLAN

# *Virtual* LAN = VLAN

- Kommutaatori pordid saab seadistada eraldi virtuaalsetesse kohtvõrkudesse – ühes kommutaatoris mitu sõltumatut võrku
- Virtuaalne kohtvõrk töötab samamoodi nagu füüsiline kohtvõrk
- Erinevates VLAN-des asuvad seadmed saavad omavahel suhelda vaid läbi kõrgema kihi seadme (marsruuteri)
- Kommutaator peab iga VLAN-i jaoks eraldi MAC-aadresside tabelit (ideaaljuhul)

# VLAN

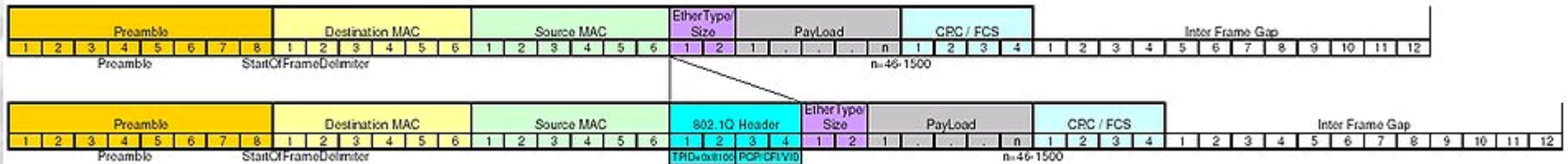
Moodused masinate grupeerimiseks VLAN-de vahel

- kommutaatori pordi alusel
- MAC-aadressi alusel
  - kasutatakse harva
- võrgukihi aadressi järgi (IP aadressi järgi)
  - praktiliselt ei kasutata
- protokollide alusel (IP, IPX, LAT jne)
  - enam praktiliselt ei kasutata
- seadme/kasutaja sisselogimisinfo põhjal
  - IEEE802.1x protokoll

# VLAN

- VLAN-e sisaldav virtuaalne kohtvõrk võib koosneda mitmest kommutaatorist
- Kommutaatorite vahelised ühendused võivad kanda multipleksitult korraga mitut VLAN-i. Selleks on *VLAN-tagging*
- Standard IEEE 802.1Q defineerib viisi kaadrite märgistamiseks

# Kaadrite märgistamine



- Kaadri tüübi välja ette lisatakse 32-bitine väli
  - 16-bit *protocol ID* (TPID) 0x8100
  - 3-bit prioriteet (PCP) (1 madalaim, 7 kõrgeim)
  - 1-bit Canonical Format Indicator (CFI) = 0
  - 12-bit VLAN ID 1-4094
    - 0 – ei kuulu ühtegi VLAN-i
    - 4095 ehk 0xFFF on reserveeritud

# Kaadrite märgistamine

- Kaadrite märgistamise protokollid:
  - IEEE 802.1Q
  - ISL (*Inter-Switch Link*)
  - DISL (*Dynamic Inter-Switch Link*)  
(ISL ja DISL on Cisco omand)
- Neid protokolle nim *VLAN trunking* protokollideks
- Kommutaatorite vahelisi ühendusi, mis kannavad mitut VLAN-i nim *VLAN Trunk*

# VLAN Trunk seadistamine

- Olenevalt kommutaatorist kas on või ei ole vaja *trunk*-sideliin kõigisse ülekantavatesse VLAN-desse seadistada
- Seadistada võib iga kommutaatori *VLAN trunk*-i käsitsi
- või kasutada selleks automaatikat
  - GVRP (*Generic VLAN Registration Protocol*)
    - *IEEE 802.1ak*
  - MVRP (*Multiple VLAN Registration Protocol*)
    - *IEEE 802.1ak, 802.1Q-2005*
  - VTP (*VLAN Trunking Protocol*) (Cisco)

# VLAN

- Iga kommutaatori port võib olla VLAN Trunk port
- Igal kommutaatori pordil on vaikimisi VLAN, ka siis kui ta on *VLAN trunk* port
  - ilma trunk-infota (tag-ta) saabuvad kaadrid loetakse kuuluvaks vaikimisi VLAN-i
- Untagged – kaader saadetakse ilma *tag*-ta
- Tagged – kaader saadetakse VLAN *tag*-ga

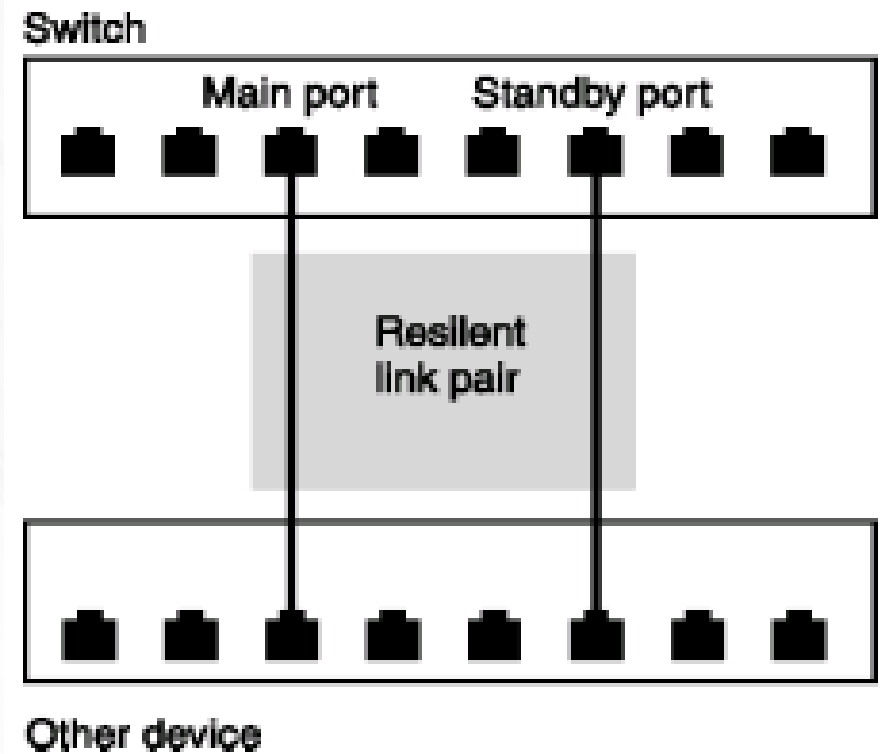


# Varuühendused

- Resilient link
- Port trunk
- Spanning tree

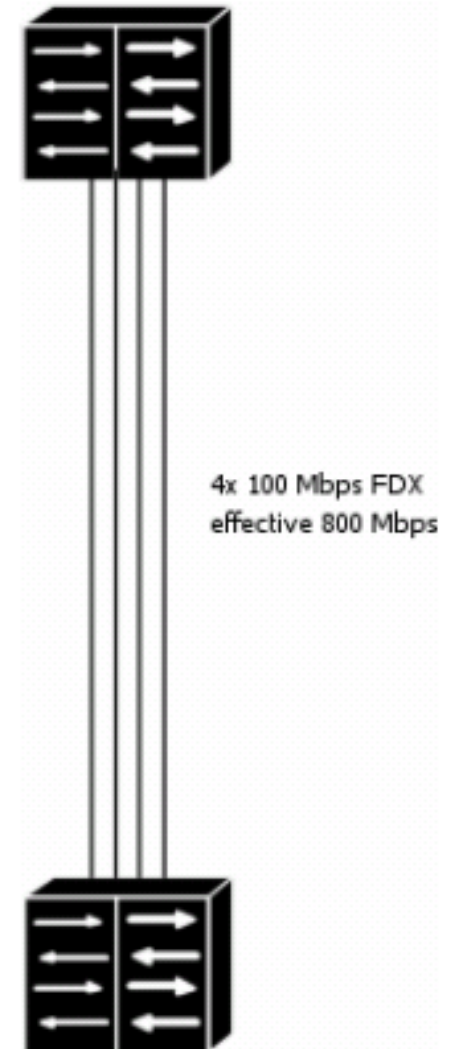
# Resilient link

- (“elastne” ühendus...)
- Kui “Main port” on maas, töötab “Standby port”, muidu on kasutamata
- VLAN-d peavad olema seadistatud mõlemale pordile samamoodi
- Seadistatakse vaid “ühes otsas”



# Port trunk

- Kasutatakse korruga mitut sideliini, et saavutada suurem läbilaskevõime
- Loogiliselt paistavad ühe liinina
- IEEE 802.1ax
- Ethernet bonding, NIC teaming, Trunking, port channel, link bundling, EtherChannel, Multi-link trunking (MLT), NIC bonding, network bonding, Network Fault Tolerance (NFT), EtherTrunk



# Mõisted

- graaf – kogumik tippe ja neid ühendavaid servi
  - nt tipud on võrguseadmed, servad on sideliinid
- graaf on tsükliline kui leidub erinevaid tippe läbiv teekond mingist tipust iseendasse
- graafi, mille igast tipust on võimalik liikuda kõikidesse tippudesse nim täielikult sidusaks

# Mõisted

- graafi nim puuks kui ta on täielikult sidus ja ei sisalda ühtegi tsüklit
- graafi toeseepuu (aluspuu) on alamgraaf, mis on puu ja mis sisaldab kõiki selle graafi tippe

# *Spanning Tree Protocol*

- IEEE 802.1D, toeseppuu
- STP teeb tsüklilisest graafist puu – osad servad, mis tekitasid tsükli, jäetakse kasutusest välja, varuks
- graafi tippudeks võrguseadmed
- puu sõlmedeks on kommutaatorid
- puu lehtedeks on STP protokolliga mittekasutatavad (lõpp)seadmed

# STP

- Igal STP kommutaatoril on 8-baidine BID (*bridge identifier*)
  - 2 baiti – prioriteet
  - 6 baiti – kommutaatori MAC aadress

# STP

- Kommutaator saadab iga 2 s tagant välja BPDU-kaadreid (*bridge protocol data unit*)
  - juurkommutaatori BID
  - juurkommutaatori kaugus
  - saatja kommutaatori enda BID
  - port, mille kaudu BPDU saadeti



# STP

- Iga kommutaator, mis saadab BPDU-sid, paneb saadetavas BPDU-s juurkommutaatori välja väärtuseks väikseima BID-i mida ta teab
- Algselt arvab iga kommutaator, et ta on ise juurkommutaator
- Niiviisi valitakse lõpuks üks juurkommutaator

# STP – pordi seisundid

- mittefunktsioneeriv – pole ühendatud
- blokeeriv (*blocking*) – võetakse vastu vaid BPDU-sid. 20 sek.
- kuulamine (*listening*) – kuulatakse, kas on olemas tee juurkommutaatorini. Võetakse vastu vaid BPDU-sid. 15 sek
- õppimine (*learning*) – saabuvast liiklusest õpitakse MAC-aadresse, aga kaadreid ei edastata. Kuulatakse ka BPDU-sid. 15 sek
- edastav (*forwarding*) – normaalne seisund, õpitakse MAC-e, edastatakse liiklust

# STP – pordi rollid

- juurport (*root port*) – port, millest on juurkommutaatorini kõige lühem tee
- määratud port (*designated port*) – port, mis ei ühendunud juurkommutaatoriga (kõik ülejäänud pordid)
- blokeeritud port (*blocking port*) – STP poolt blokeeritud port (tee juurkommutaatorini)
- igal sideliinil on hind

# RSTP

- Rapid Spanning Tree Protocol, IEEE 802.1w
- STP edasiarendus
- suudab end kiiremini ümber seadistada
- STP ignoreerib RSTP BPDU-sid

# RSTP

- Muudatused võrreldes STP-ga
- Portide seisundid:
  - Mittefunktsioneeriv, blokeeriv ja kuulamise seisund on nüüd ümber nimetatud kõrvalejäetud (*discarding*) seisundiks
  - Seega portide seisundid on:
    - *discarding*,
    - *learning*,
    - *forwarding*

# RSTP

- Pordi rollid:
  - juurport (*root*)
  - määratud port (*designated*)
  - alternatiivne port (*alternate*) – võtab üle juurpordi rolli kui juurport peaks mitte töötama
  - tagavaraport (*backup*) – võtab üle määratud pordi rolli kui algne määratud port ei tööta

# RSTP

- Pordi ääretüüp ja sideliini tüüp
  - ääreport (edge port) – pordist ei saada BPDU-sid
  - mitte-ääreport (non-edge port) – pordist saadakse BPDU-sid
  - *point-to-point* – täisdupleksliin
  - *shared* - pooldupleksliin

# Veel STP edasiarendusi

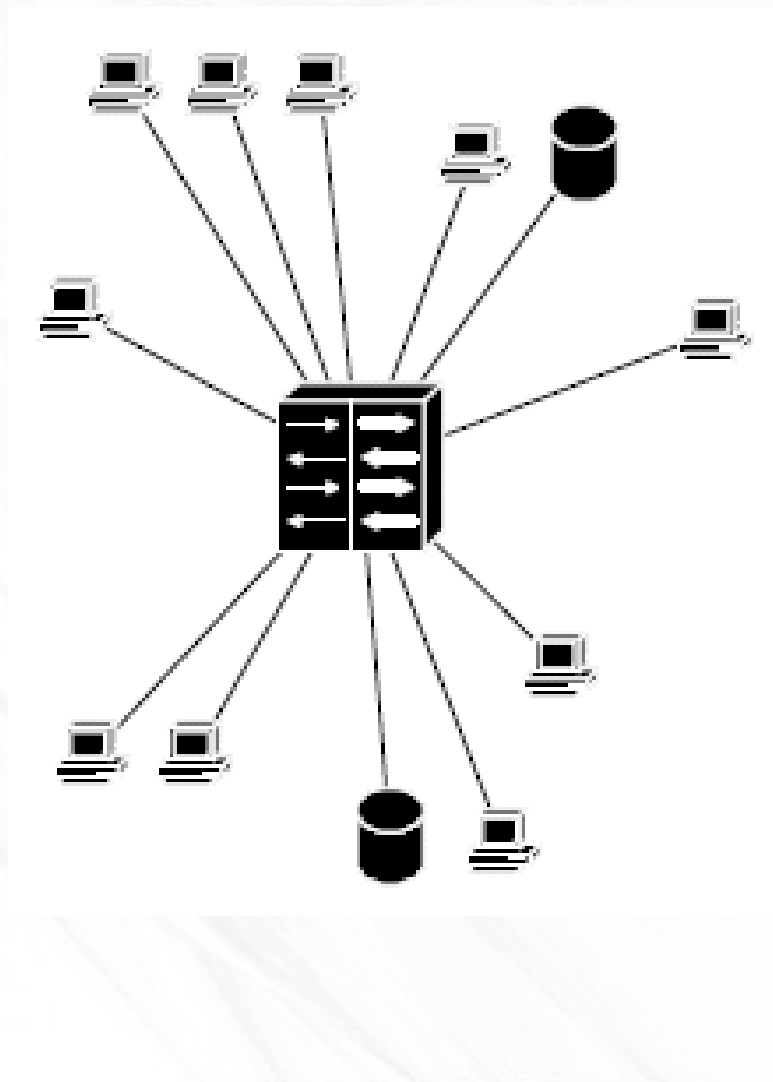
- PVST – *Per-VLAN Spanning Tree*
  - PVST, PVST+ (Cisco)
- R-PVST – Rapid Per-VLAN Spanning Tree
  - RSTP+PVST (Cisco)



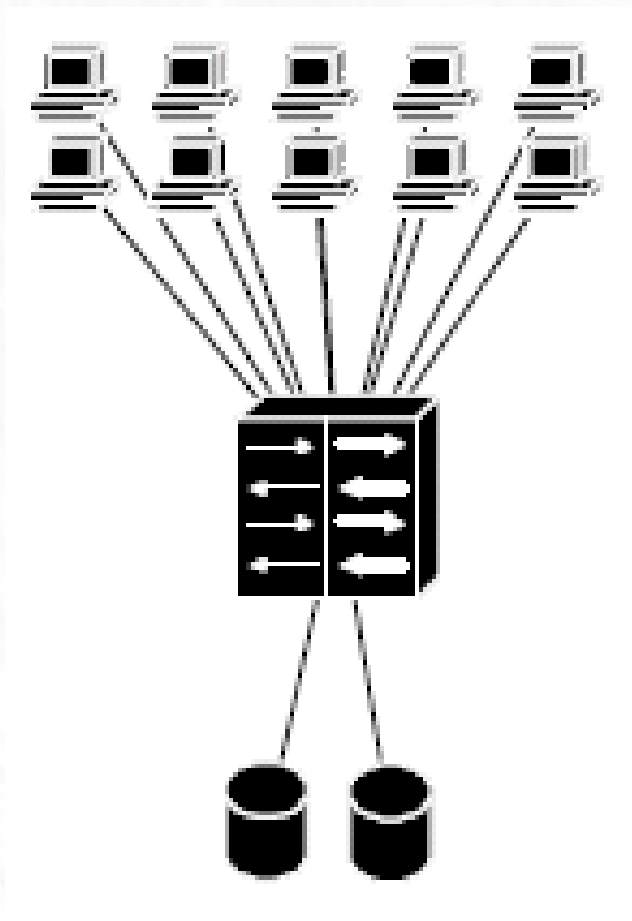
# Veel STP edasiarendusi

- MSTP – Multiple Spanning Tree Protocol
  - IEEE 802.1s, IEEE 802.1Q-2003
  - 0-64 toeseppuu instantsi - ühe või mitme VLANi jaoks oma toeseppuu
  - kogu info ühes BPDU-s
  - tagasiühilduv RSTP-ga (ja STP-ga)

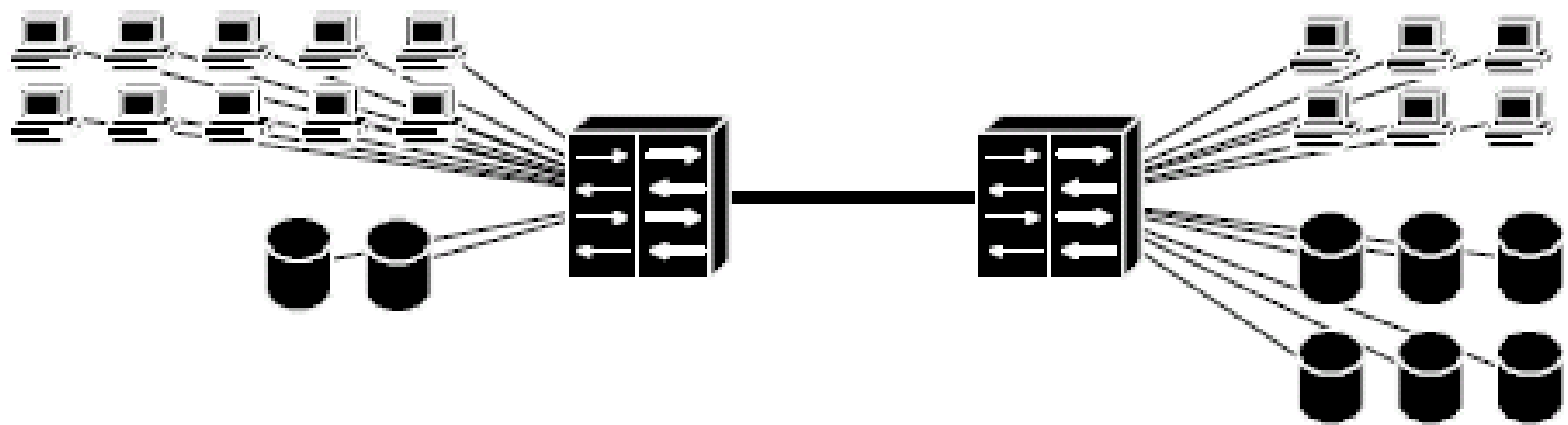
# Lihtne võrk



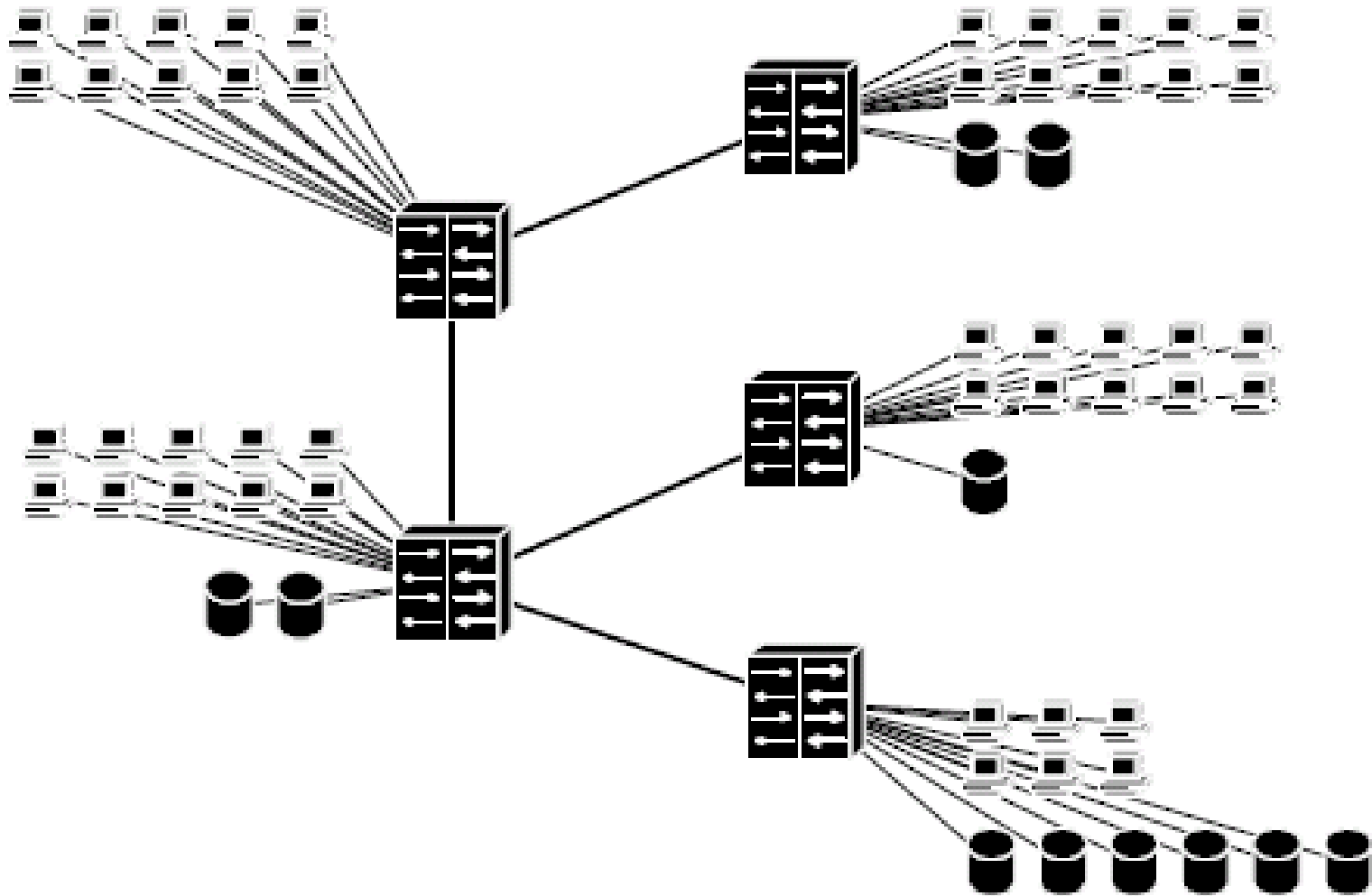
# Lihtne võrk



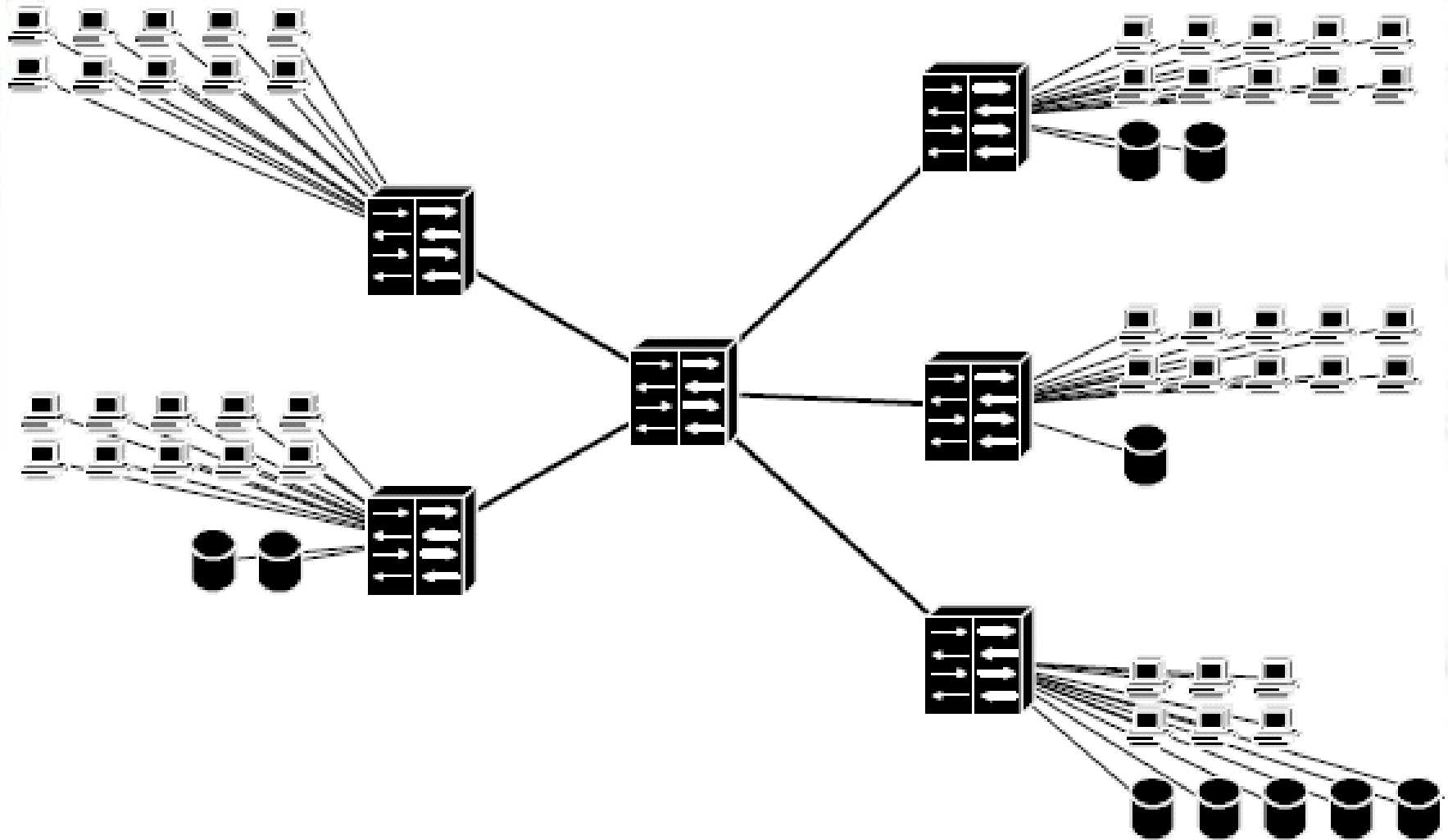
# Lihtne võrk



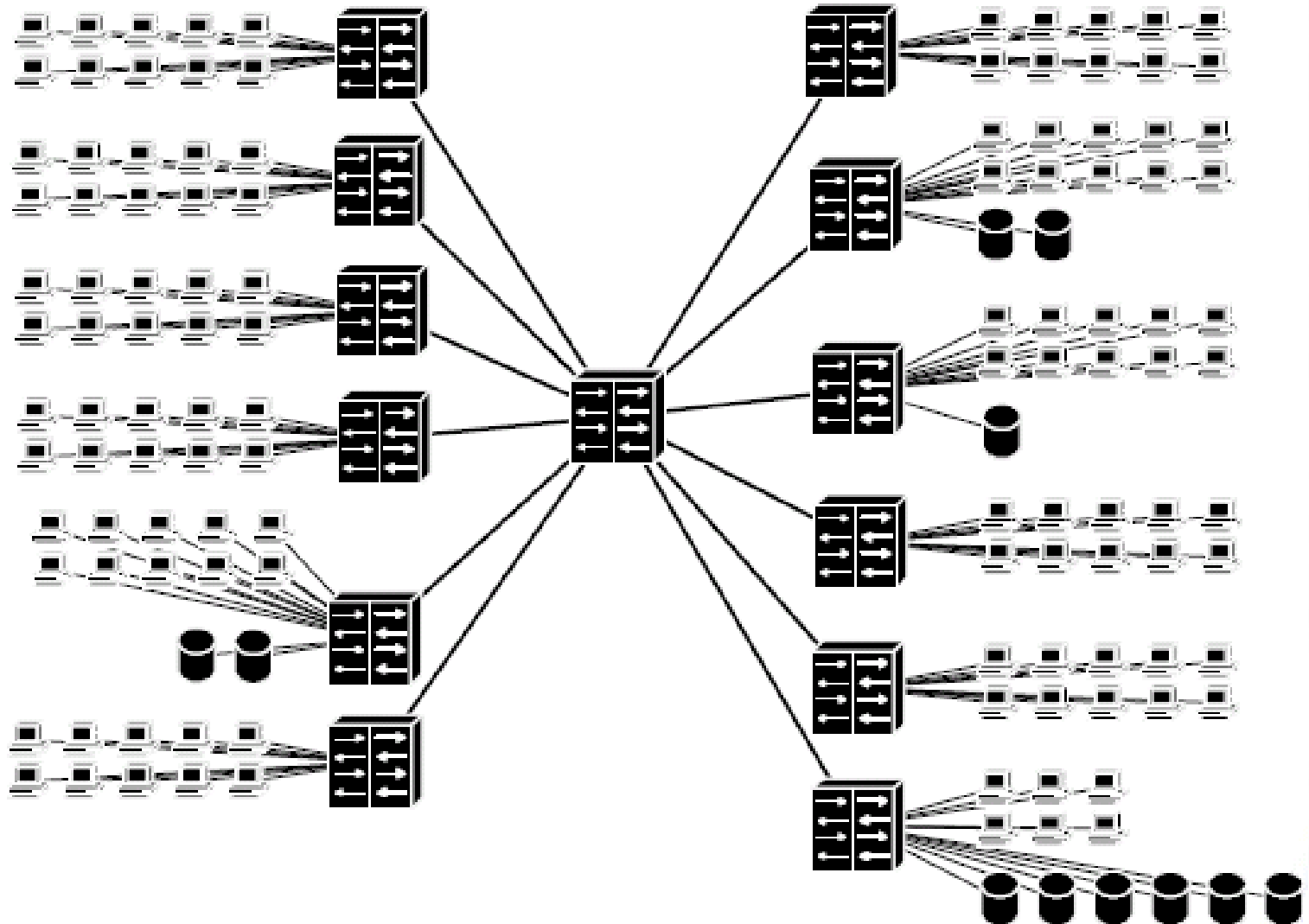
# Lihtne magistraal (*simple backbone*)



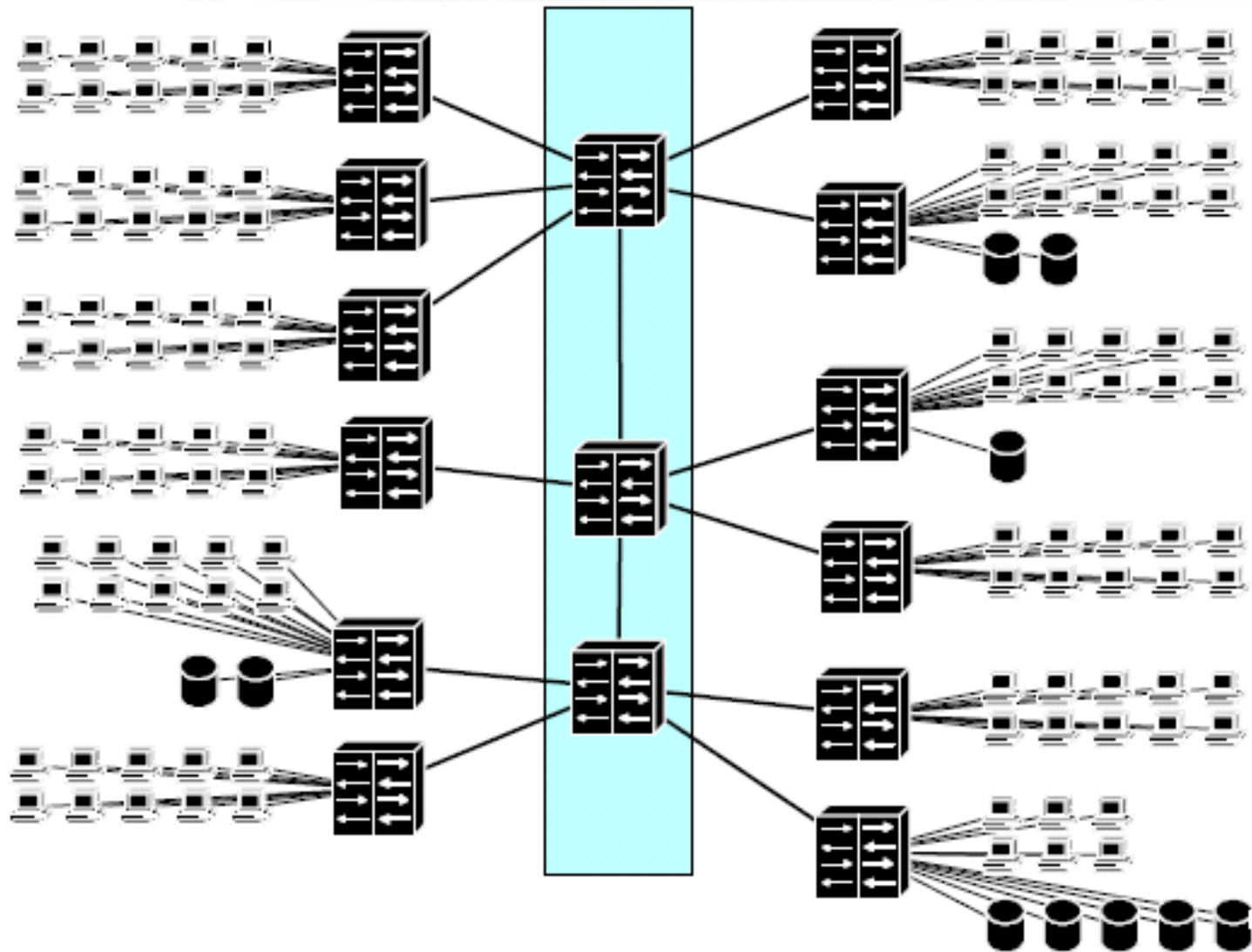
# Koondatud magistraal (*collapsed backbone*)



# Koondatud magistraal (*collapsed backbone*)

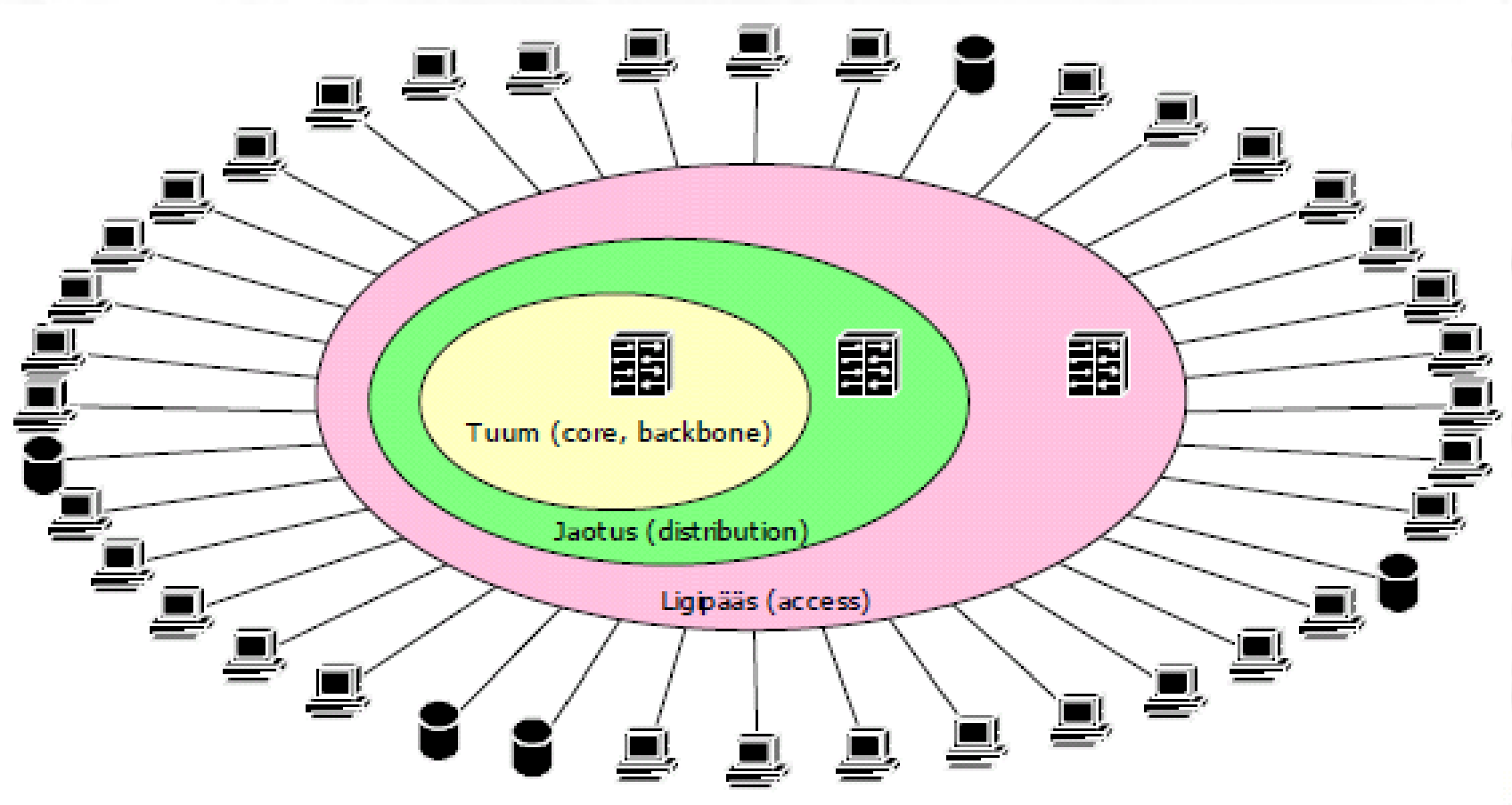


# Hajutatud magistraal (*distributed backbone*)

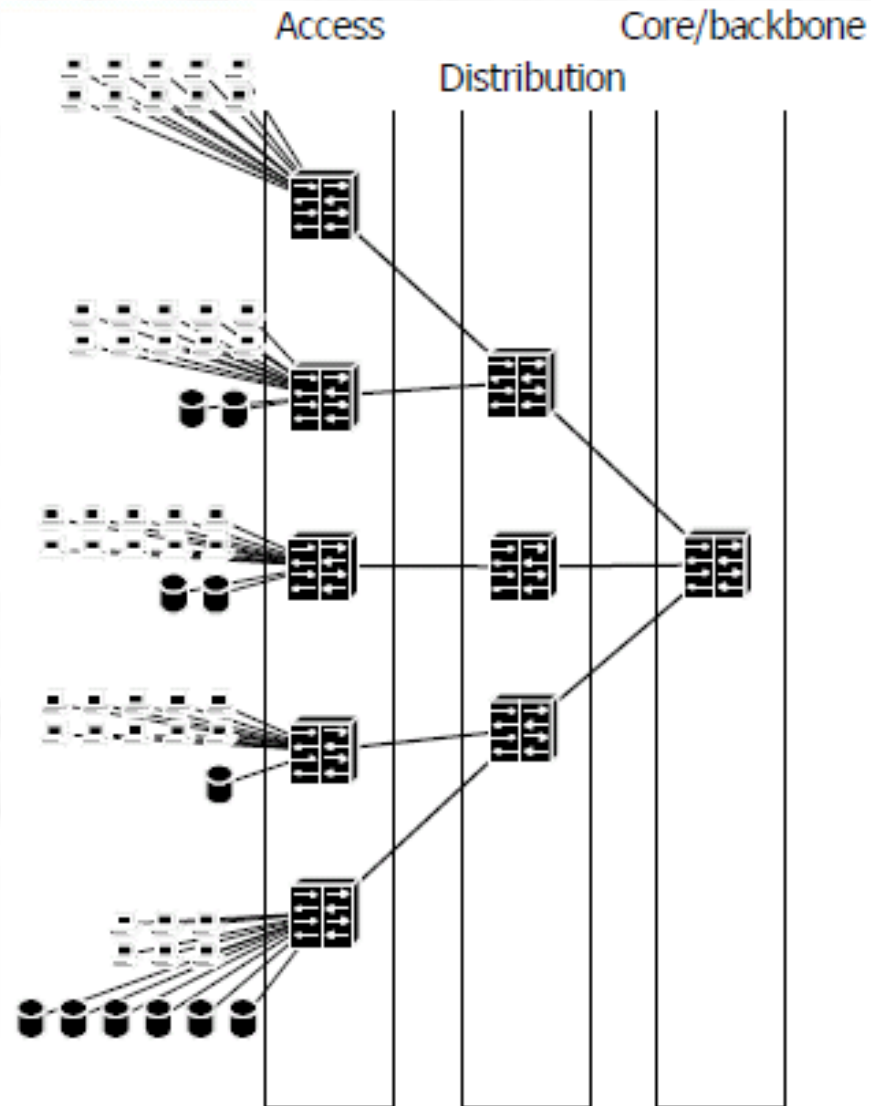




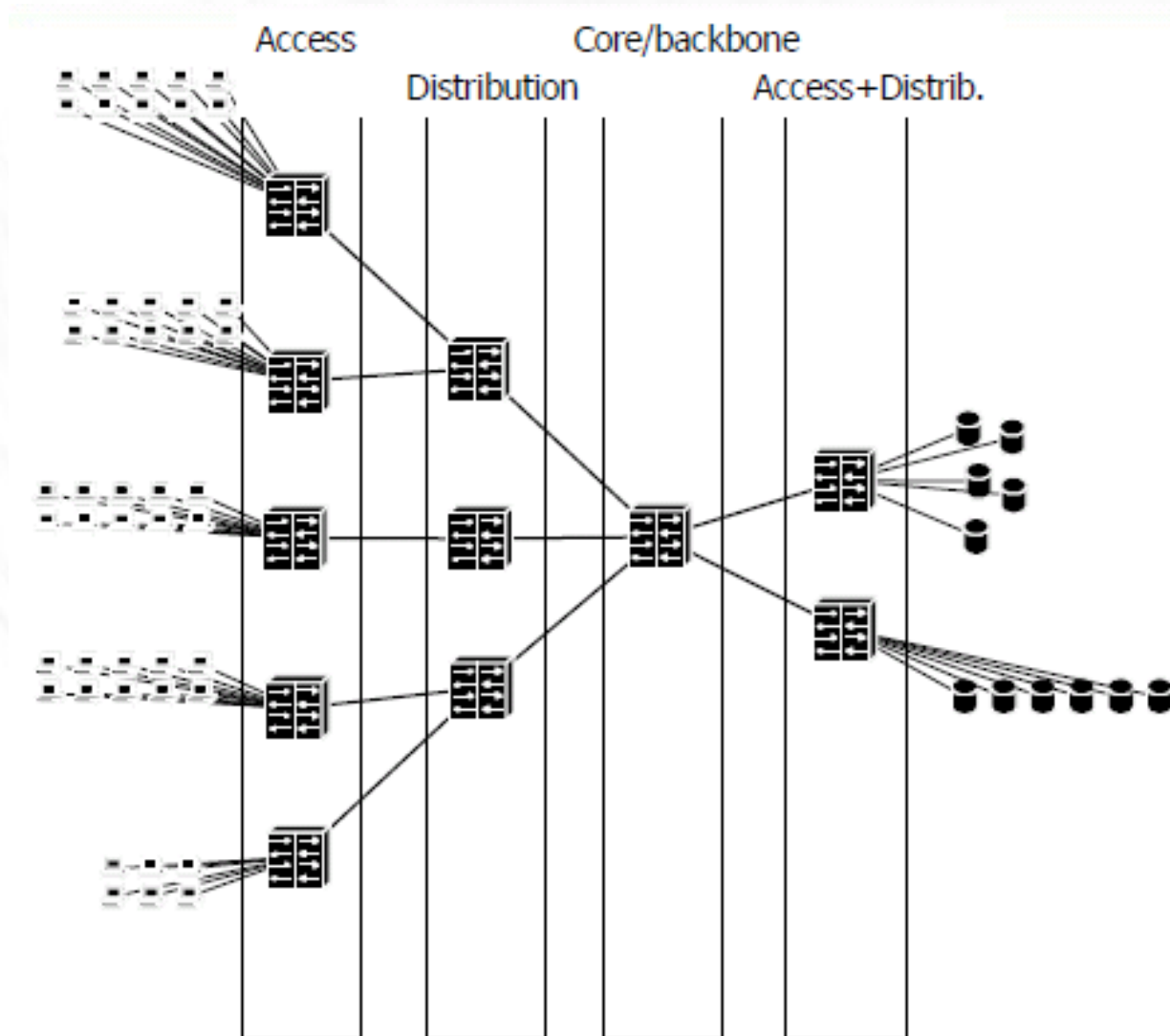
# Hierarhiline võrk



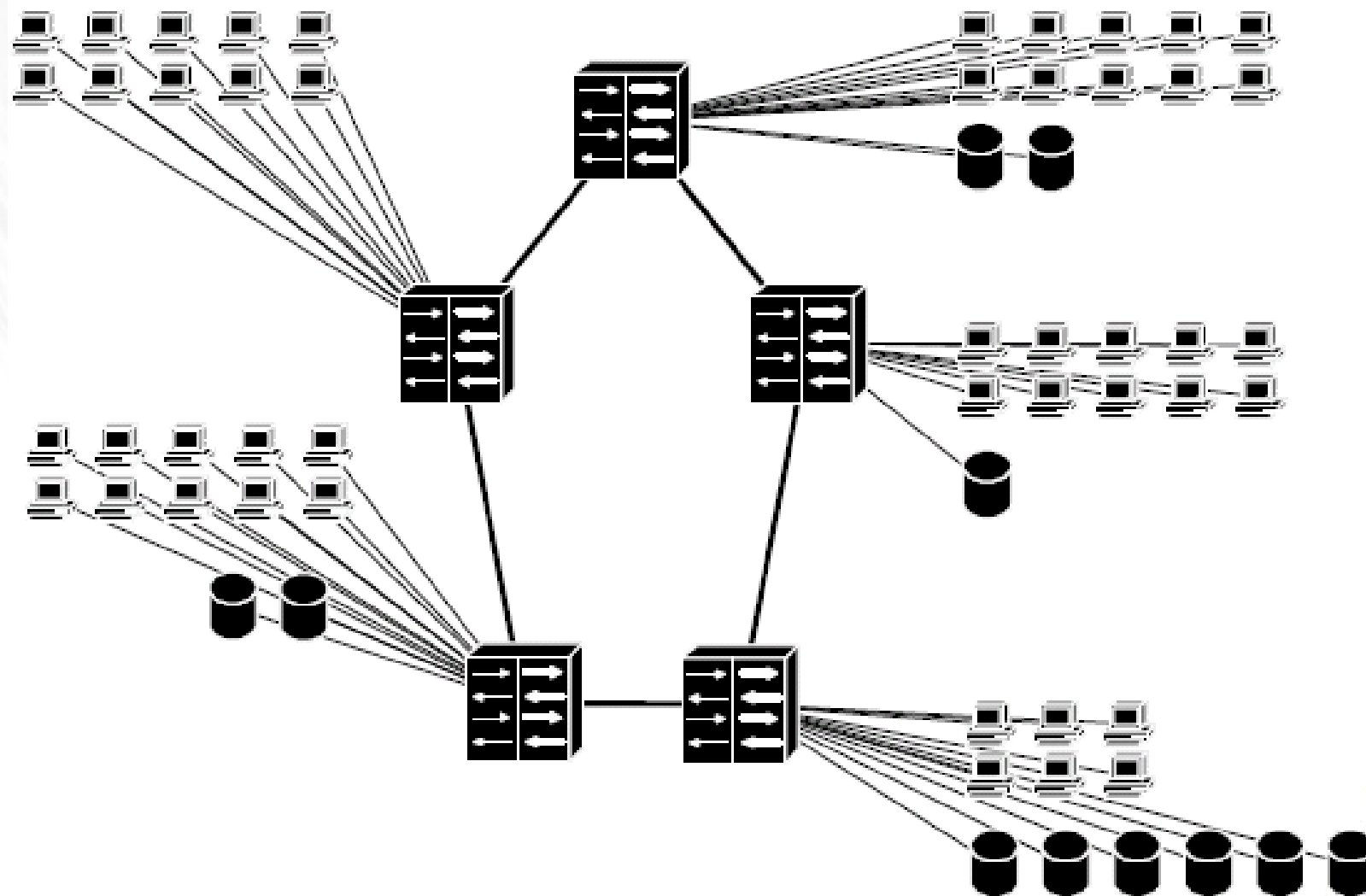
# Hierarhiline võrk



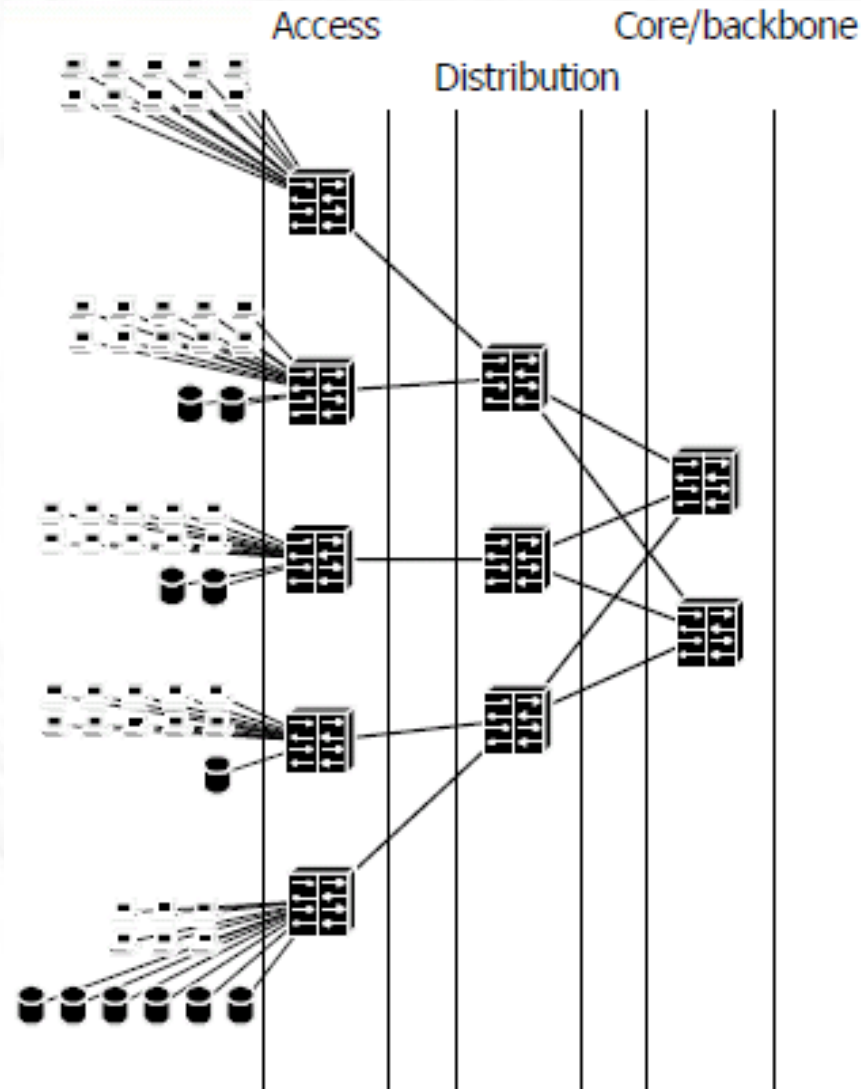
# Hierarhiline võrk



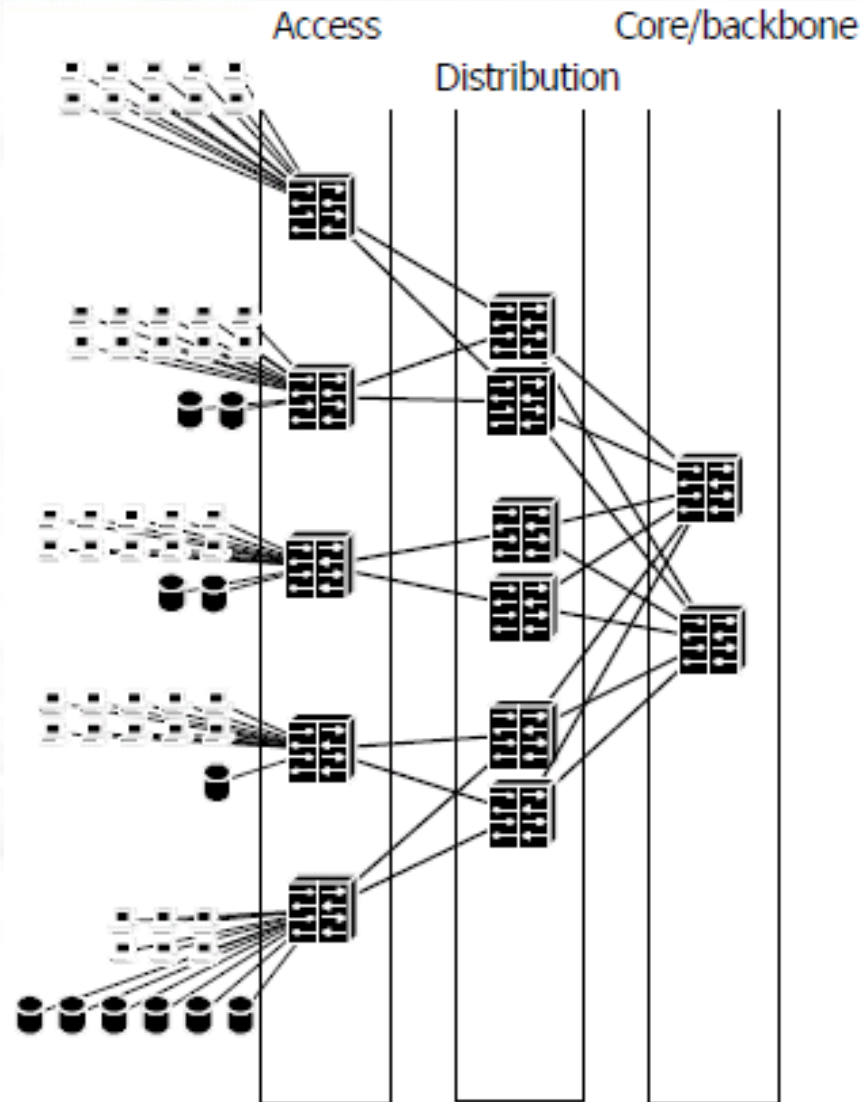
# Ühenduste liiasus – spanning tree



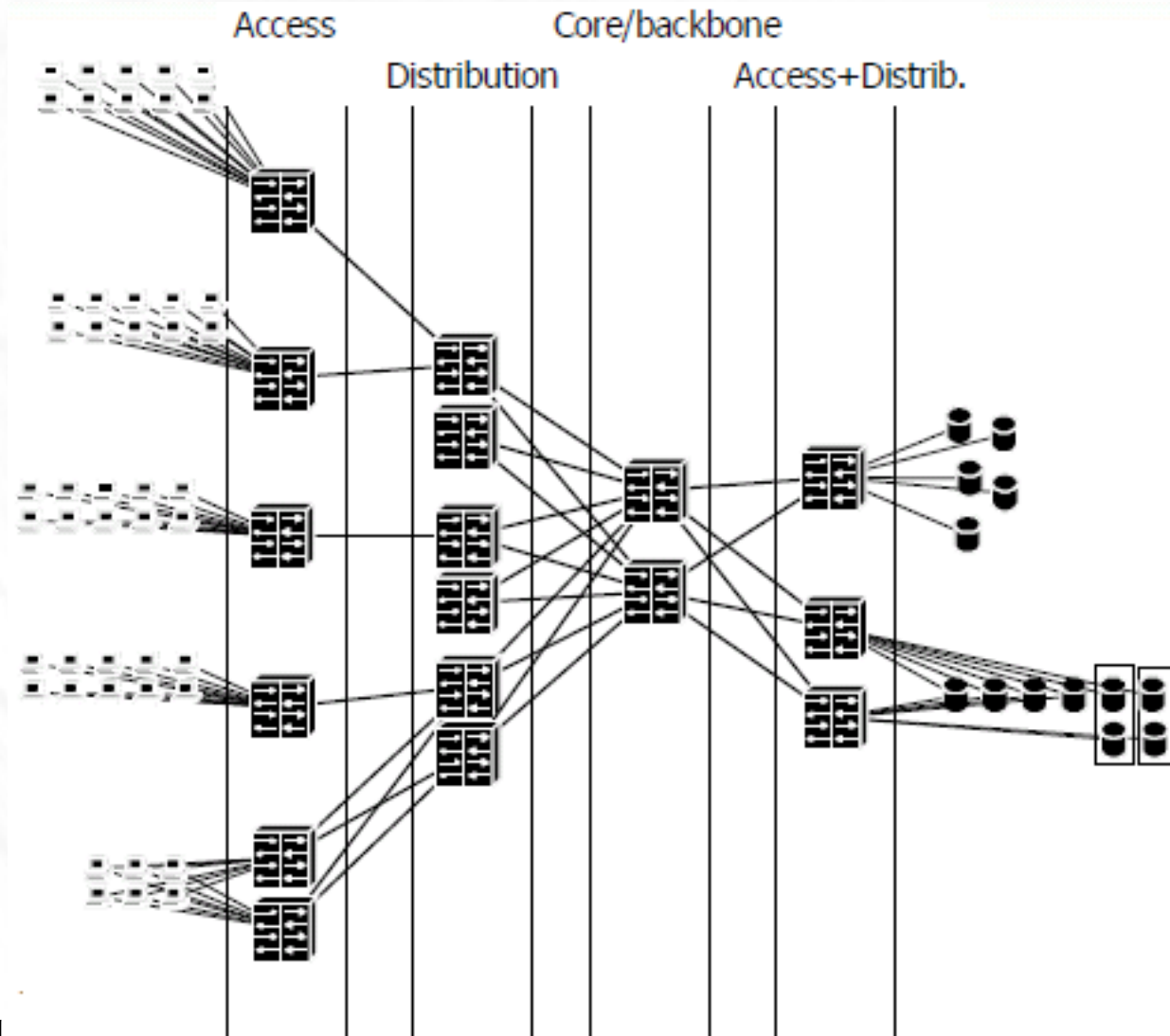
# Seadmete liiasus – spanning tree



# Seadmete liiasus – spanning tree



# Seadmete ja ühenduste liiasus



NIC  
teaming

# Struktuurne kaabeldus

- Piiritluspunkt (*Demarcation Point*) – koht, kus teenusepakkuja võrk ühendub kliendi võrguga
- Seadmeruum(id)/seadmekapp(id) e jaotla(d) – koht, kus asuvad (kliendi) võrku teenindavad seadmed
- Vertikaalne kaabeldus e tõusukaablid (*vertical cabling, riser cabling*) – ühendavad jaotlaid
- Horisontaalne kaabeldus (*horizontal cabling, plenum cabling*) – ühendavad jaotlaid ja töökohti
- Töökoht (*work area*) – kasutaja seadmete asukoht



# Struktuurne kaabeldus

- TIA/EIA-568-B
  - horisontaalse vaskkaabelduse maksimaalne pikkus 90m
  - *patch*kaabel ei peaks olema pikem kui 5m
  - ...
- Euroopas lisaks CENELEC 50173

# Universaalne, avatud kaabeldus

Idee kasutada sama horisontaalkaabeldust kõigi vajaminevate nõrkvooluühenduste tarvis

- arvutivõrk
- arvutivõrk + toide
- (analoog)telefon
- ISDN
- KVM (Keyboard-Video-Mouse)
- HDBaseT (HDMI+audio+USB+ethernet+power)
- ...

# Kommutaatorite lisavõimalusi

*Peegelport e roving analysis port e link mode port e SPAN (switch port analyser) port*

- port, kuhu kopeeritakse mõne teise pordi kogu liiklus (seadistatav)*
- kasutatakse võrguliikluse analüüsimisel, jälgimisel, logimisel*
- tavaliselt ei saa selle pordi kaudu andmeid saata*

# Kommutaatorite lisavõimalusi

Osad kommutaatorid oskavad aru saada OSI võrgukihi protokollidest. Neid nim. kolmanda kihi kommutaatoriteks.

Kolmanda kihi kommutaatorid suudavad asendada lihtsamaid marsruutereid

- kolmanda kihi kommutaator on tavaliselt tavamarsruuterist kiirem kuna marsruutimine lahendatakse riistvarale lähedasemalt

# Kommutaatorite lisavõimalusi

- PoE (*Power over Ethernet*)
  - osad kommutaatorid suudavad liinile saata lisaks andmetele ka võrguseadmete toidet
  - IEEE 802.3af-2003 – 15,4W (min 44V 350mA alalisvoolu), millest 12,9W on tagatud
  - IEEE 802.3at-2009 ehk PoE plus – kuni 25,5W (mõned tootjad, kasutades kõiki 4 paari kuni 51W)
  - IEEE 802.3bt-2018 ehk 4PPoE või POE++ – kuni 55W või 90-100W kasutades kõiki 4 paari
  - mitmed ebastandardised lahendused

# PoE (802.3af)

- Toitepinge 48V (44-57V@PSE, 37-57V@PD)
- Kaks standardit (mode)
  - mode A – toide edastatakse paaridel 1,2(+) ja 3,6(-)
    - samadel paaridel edastatakse ka andmeid 10Base-T ja 100Base-TX korral
  - mode B – toide edastatakse paaridel 4,5(+) ja 7,8(-)
- mode A – endspan (kommutaator)
- mode B – midspan (injector)
- tarbijad peavad toetama mõlemat



# PoE mode B

POWER SOURCING  
EQUIPMENT (PSE)

POWERED DEVICE  
(PD)

