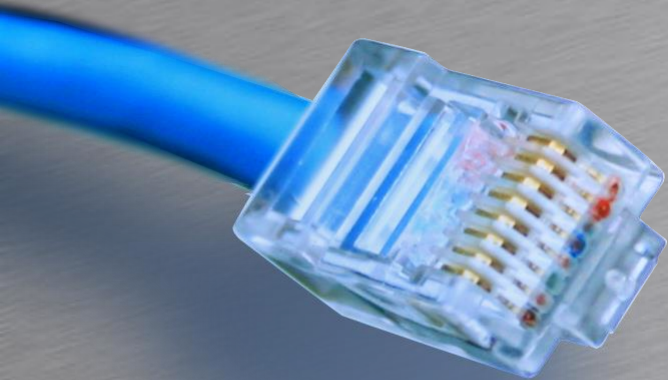


QoS



HOUSE OF
TECHNOLOGY



- en del af **mercantec⁺**

Quality of Service

TDC IP telefoni Scale



IP standard service

- IP er designet til best-effort services
 - Best-effort: Transport af data efter bedste-efvne
- IP er fra starten designet til
 - Komplekse computere (TCP protokollen)
 - Simpelt netværk uden QoS
 - Ingen garanti for en bestemt båndbredde
 - Ingen garanti for minimum eller konstant forsinkelse



Traffik typer

- Almindelig data (Transaktions orienteret)
 - WWW, FTP, database opslag
- IP telefoni (Voice)
 - RTP, SIP...
- IP Video – konferencer
 - RTP
- On-line baseret (Karakter orienteret)
 - Telnet, ssh, Citrix (Terminal Services)



Traffik typer

- Almindelig data (Transaktions orienteret)
 - WWW, FTP, database opslag
- IP telefoni (Voice)
 - RTP, SIP...
- IP Video – konferencer
 - RTP
- On-line baseret (Karakter orienteret)
 - Telnet, ssh, Citrix (Terminal Services)



Traffik typer

	IP Telefoni	Video	Transaktion	Karakter
Datamængde	40-90Kbps	90-300Kbps	0-max Grådig	5-25 Kbps
Datastrøm	Konstant	Variierende	Meget Variierende	Variierende
Forsinkelse	Meget lille < 150 ms	Meget lille < 150 ms	Ikke følsom (Sådan da)	Lille
Jitter	< 30 ms	< 30 ms	Ikke følsom	Mindre følsom
Pakketab	Følsom UDP	Følsom UDP	Ikke følsom TCP	Mindre følsom TCP



QoS

- QoS indtil nu
 - Kredsløbskoblede teknologier
 - ISDN
 - ATM
- QoS fremover
 - Pakkekoblede teknologier
 - Internettet
 - Internettet er stort og komplekst
 - QoS er afhængig af alle led mellem afsender og modtager



QoS på Internettet idag

- Øg båndbredden
 - Større båndbredde = mindre forsinkelse
 - Giver ingen garanti for lille forsinkelse
 - Urentabelt økonomisk
- Alle former for trafik behandles ens
 - Best-effort



Hvad er QoS

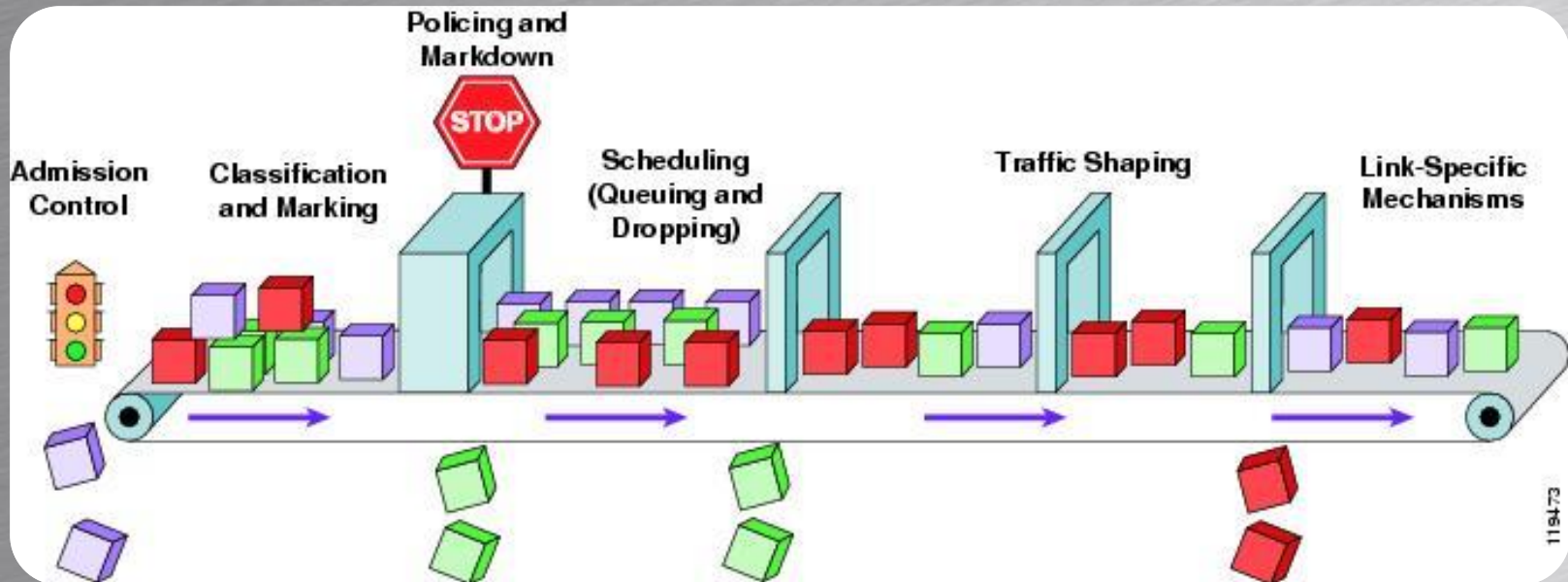


- At opdele trafikken i trafik-klasser
 - For eksempel: Voice, Web, mail.....
 - Forskelsbehandle klasserne i forhold til en fastsat QoS politik.
- Formålet med QoS
 - Garantere minimum båndbredde for klasse
 - Garantere maksimum forsinkelse for klasse
- QoS skaber ikke båndbredde men,
 - Styrer båndbredden, så den udnyttes effektivt



QoS

- Man kan sige at QoS er planlagt uretfærdighed

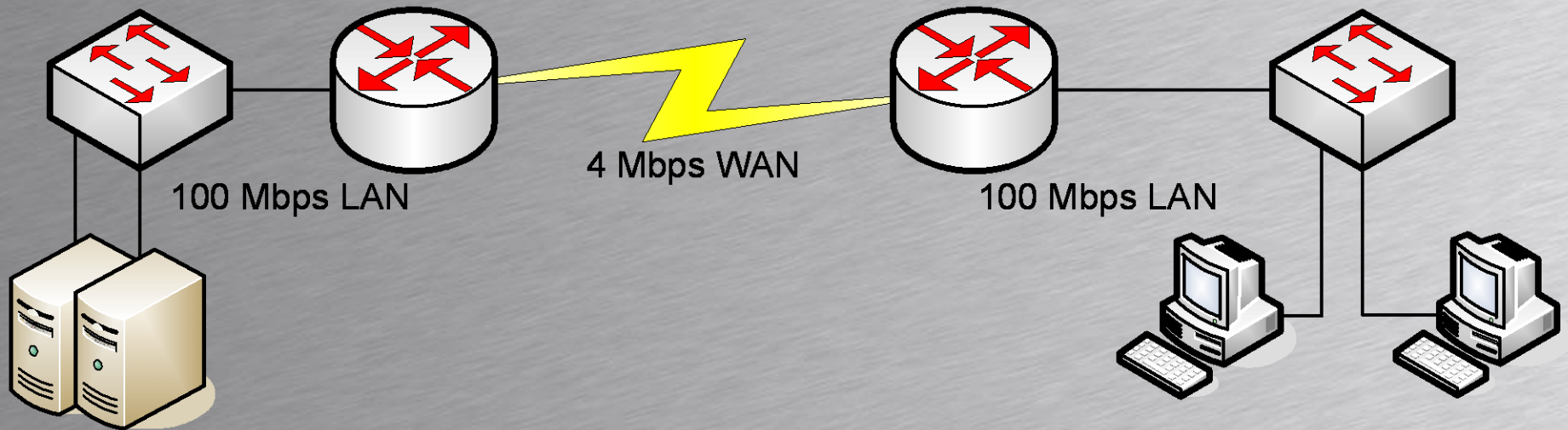




Hvor opstår problemerne



- Alle steder hvor der kommer mere trafik ind end der kan komme ud
 - Routers
 - Switches





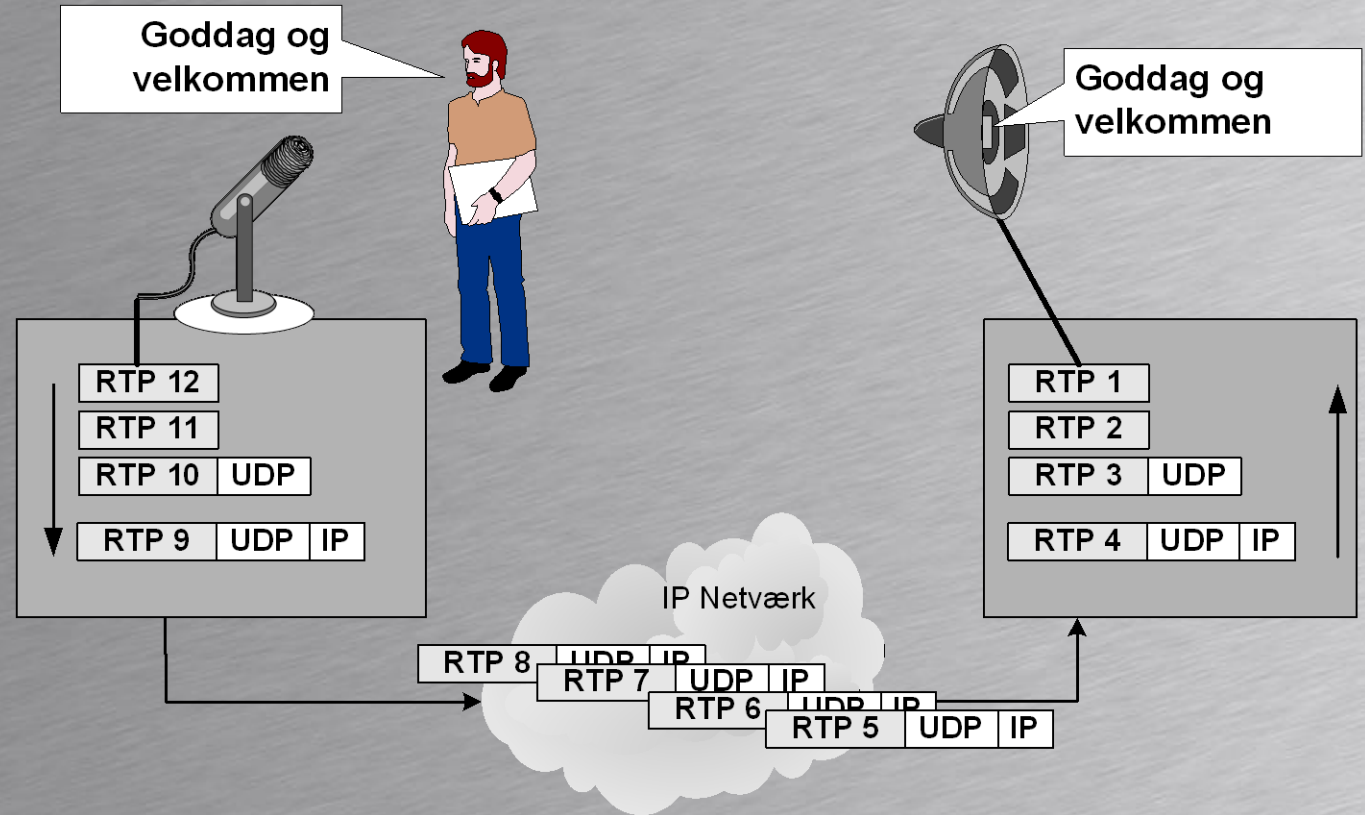
QoS definition

- QoS er et netværks evne til at levere:
 - høj tilgængelighed.
 - 99.999% opetid. (5 minutter pr. år nedetid)
 - En given overførselskvalitet målt på
 - Pakketab (Defineret af QoS politikken)
 - Forsinkelse - Delay eller latency
 - Variabel forsinkelse - Jitter



Hvad er Delay/latency

- I IP telefoni defineres delay som
 - Tiden der går fra lyden forlader talerens mund indtil det når lytterens øre





QoS definitioner

- Packetization delay (IP Telefoni)
 - Tiden det tager at lave en pakke i telefonen
 - Lyden skal samples og encodes
- Serialization delay
 - Tiden det tager at sende en pakke bit for bit
 - Der er typisk mange Serialization delays undervejs
- Propagation delay
 - Tiden det tager for impulserne at bevæge sig gennem mediet. (Elektrisk/optisk)
- Switching/Queueing delays
 - Tid det tager Routerene og Switchene at behandle pakken undervejs



QoS definitioner

- Båndbredde
 - Hvor stort et hul i antal bps er til rådighed for en given applikation. (F.eks. WWW trafik)
- Delay/Latency
 - Summerede værdi af alle delays undervejs
 - Serialization, propagation, switching/queuing
- Pakke tab
 - På grund af overbelastning
 - På grund af bitfejl (F.eks. Gammel fiber)



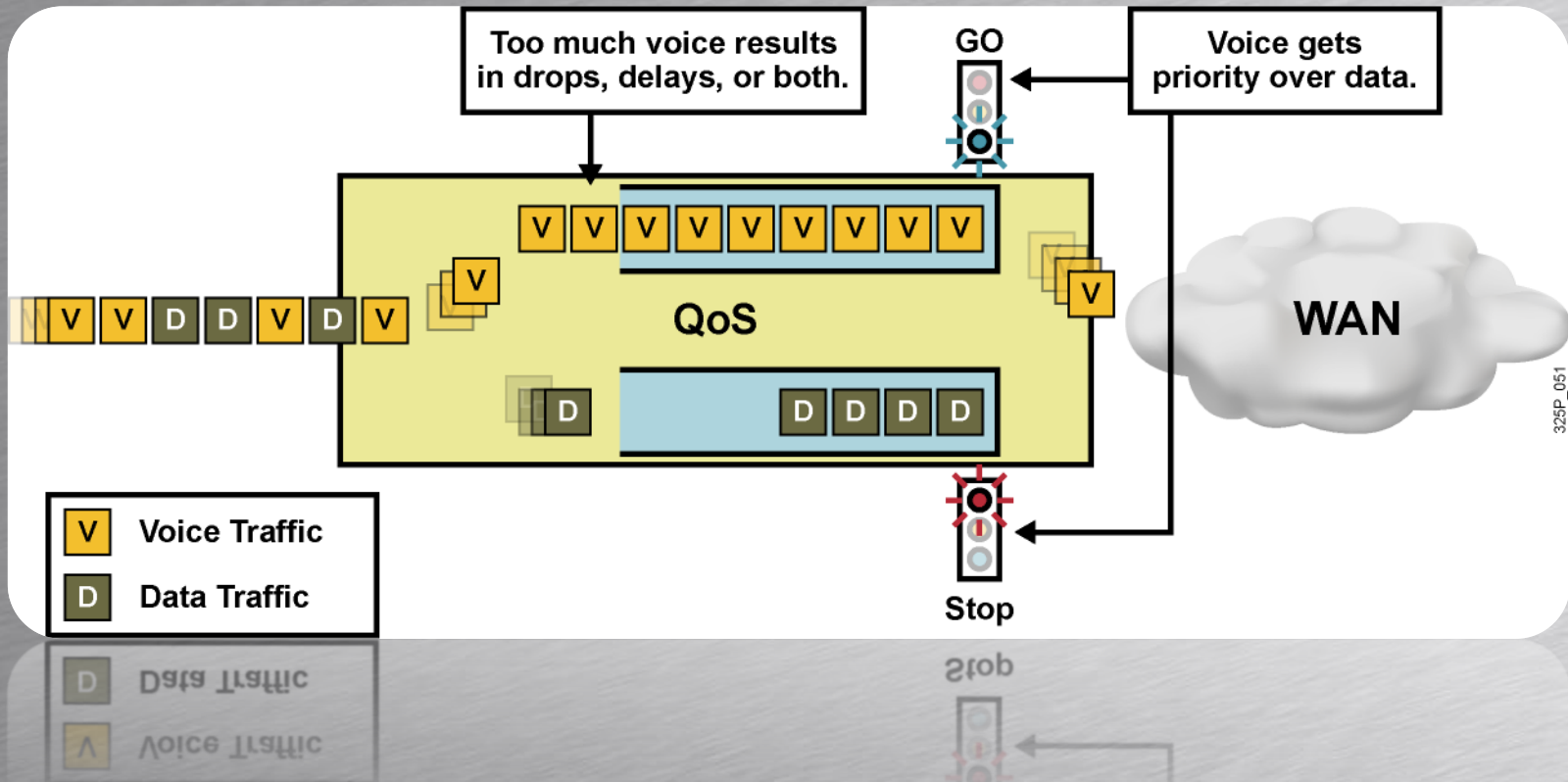
QoS problematikken?

- For at kunne tilgodese de forskellige applikationers krav til performance er nettet nødt til at tildele ressourcer specifikt til de enkelte trafiktyper
 - Krav til lavt delay betyder korte køer (buffere)
 - Krav til lavt pakketab betyder lange køer
- På lag 2 i Ethernet kan man prioritere pakker ved at bruge prioritets bittene i IEEE 802.1Q/p headeren.
- På lag 3 er der to forskellige måder at få QoS på:
 - IntServ (Integrated Services) hvor enheder og applikationen kan reservere kapacitet til deres flow
 - DiffServ (Differentiated Services) hvor trafikken opdeles i klasser med hver sin prioritet



QoS problematikken?

- Vi kender også konceptet fra andre steder
 - Hurtigkasser(IKEA)
 - BroBizz(Bæltet)

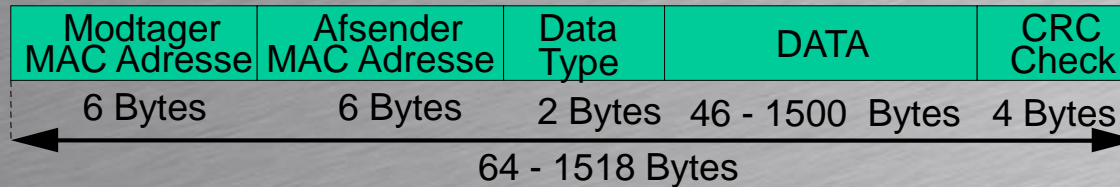




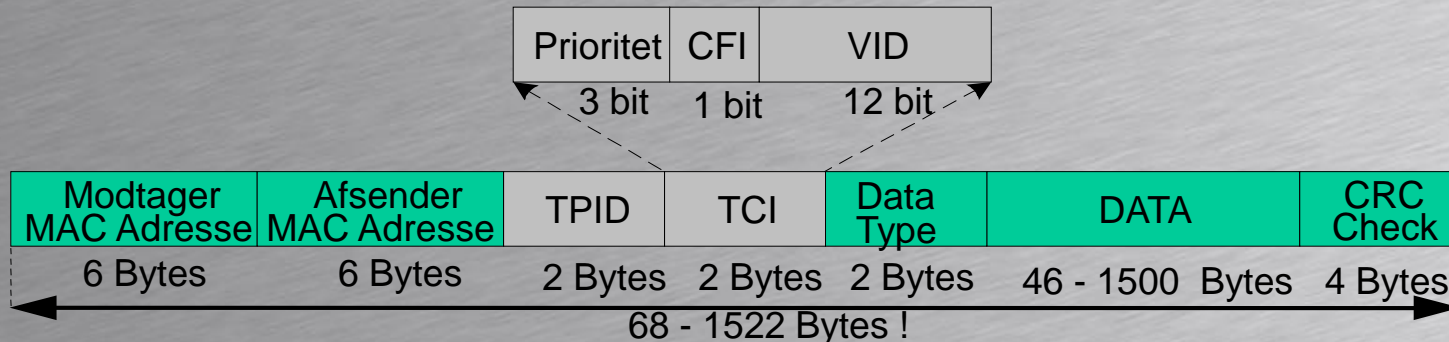
Ethernet tagget

- TPID – Altid sat til 8100₁₆ Identificerer frame som 802.1Q pakke.
- TCI består af tre felter:
 - Prioritet. Kan antage værdier fra 0 til 7. (Class of Service CoS)
 - CFI: Canonical Format Indicator. Ved Ethernet er CFI bit altid 0. (Token Ring = 1)
 - VID: VLAN ID. Kan have værdier mellem 1 og 4095

Standard 802.3 Ethernet Frame



802.1Q tagged 802.3 Ethernet Frame





Pakke klassificering på OSI lag 2

- På et Switch baseret LAN kan man prioritere pakker ved at bruge lag 2 Class of Service (CoS) prioritets bittene i IEEE 802.1Q/p headeren.
- Tale pakker (RTP pakker) fra Cisco's IP telefoner markeres med:
 - CoS = 5 værdi på lag 2 protokollen 802.1p
- Kontrol informationer (opkalds numre mv.) fra Cisco's telefoner markeres med:
 - CoS=3 værdi på lag 2 protokollen 802.1p



IEEE 802.1Q/p pakke klassificering på lag 2

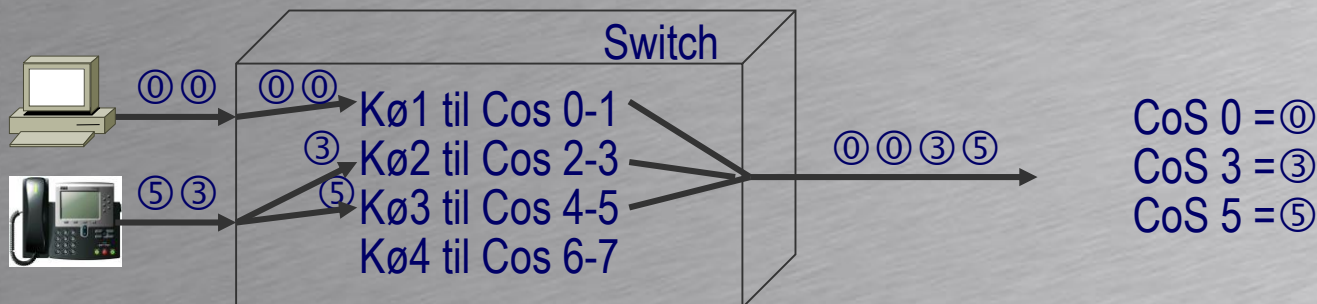
Tabellen viser forslag til prioritet og trafik type

Layer 2 Class of Service	Trafik type
CoS 0 (000 binært)	Routine- Bedste evne
CoS 1 (001 binært)	Baggrundsprocessor
CoS 2 (010 binært)	Fri
CoS 3 (011 binært)	Forretningsapplikationer
CoS 4 (100 binært)	Streaming multimedia
CoS 5 (101 binært)	Video
CoS 6 (110 binært)	Voice
CoS 7 (111 binært)	Netværks administration



IEEE 802.1p pakke klassificering på lag 2

- Pakke prioriteringen sker på en pr. hop basis dvs. hver Switch skal prioritere pakken.
- Lag 3 enheder som Routere fjerner Lag 1 – 2 og dermed prioriteringen.
- IEEE 802.1p kan prioritere data pakker i 8 niveauer (CoS 0-7).
- Mange switche har kun 4 køer, så prioriteringen grupperes ofte 2 og 2.
- Mange manageable lag 2 switche kan sætte prioriterings feltet ud fra:
 - VLAN medlemskab
 - Port nummer på switch
 - Pc MAC adresse
 - Lag 3 DSCP værdi
- Det er kun få pc'er der understøtter 802.1p – og kan man stole på det?





QoS på IP-netværk

- IntServ (Integrated Services)
 - Enheder og applikationen kan reservere kapacitet til deres Flow
 - Alle Routers undervejs reserverer kapacitet til Flowet
 - Reservation sker vha. RSVP protokollen
 - IntServ er en End to End QoS service og kræver at man styrer hele nettet.
- DiffServ (Differentiated Services)
 - Trafikken opdeles i klasser med hver sin prioritet
 - Netværks administratoren definerer reglerne for trafik klassificering, der fx kan være baseret på adresse, protokol, port
 - DiffServ giver pr. Hop prioritering dvs. hver Router / Switch skal prioritere pakken.
 - Giver ikke "ægte" QoS. Prioriterer - men giver ikke garanti



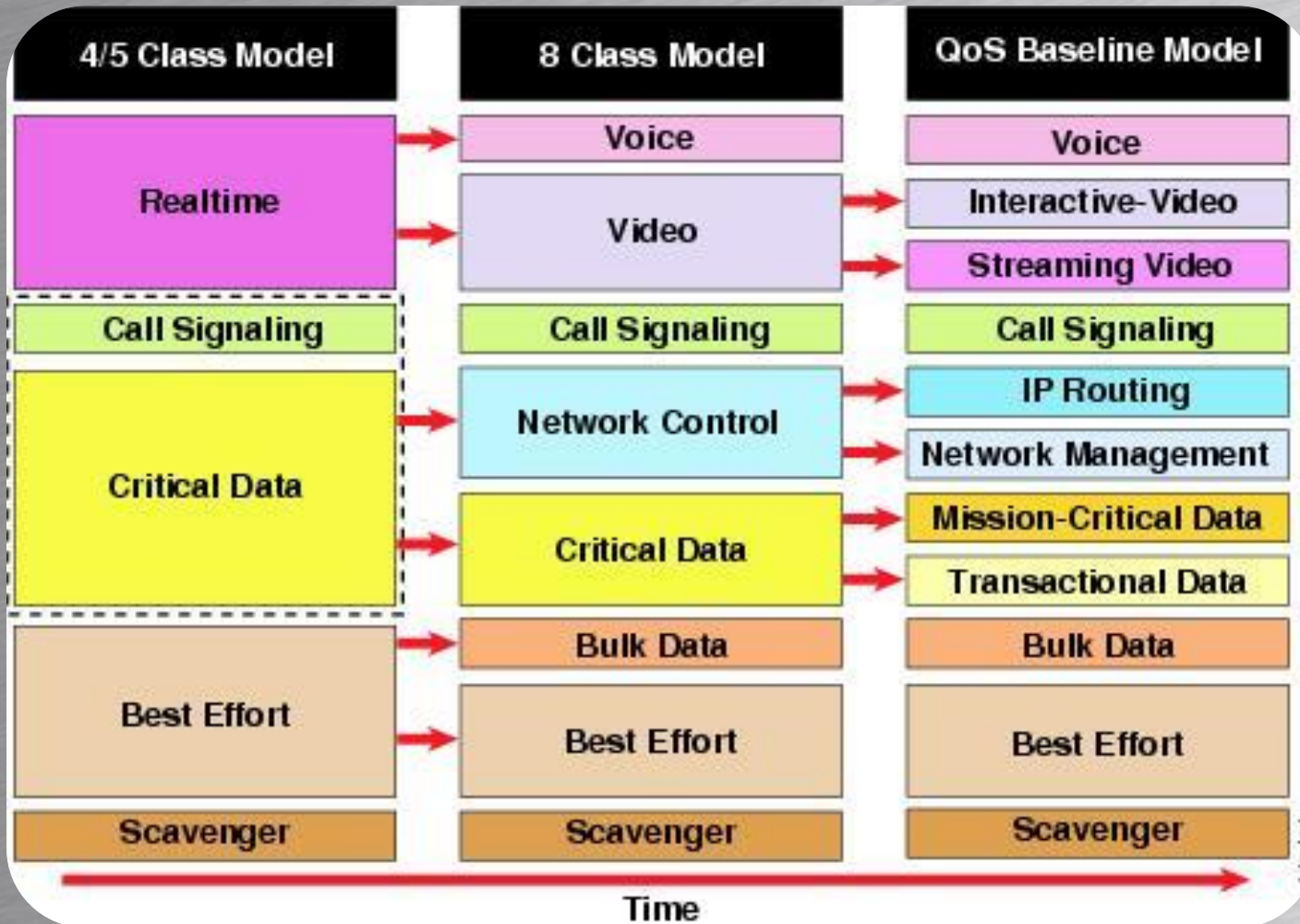
opsummering

- OSI lag 2 – Class of Service på Ethernet
 - 802.1Q/p
 - Giver prioritering af trafikken i Switchede netværk. (LAN)
- OSI lag 3 – Quality of Service i IP baserede netværk
 - Integrated service – IntServ
 - Alle routere undervejs reserverer garanteret båndbredde
 - Forbindelses orienteret – Stort ressourceforbrug i Routerne.
 - QoS dynamisk: Oprettelse og nedbrydning af Flows via RSVP
 - Mest anvendt i private netværk
 - Differentiated Services – DiffServ
 - De enkelte pakker mærkes med en prioritet
 - Routerne undervejs behandler pakke efter mærkning af pakken
 - Lille ressourceforbrug i Routerne i forhold til IntServ
 - QoS statisk: Trafiktyper fast opsat i forhold til QoS politik



Anbefalede markeringer

- Forskellige standarder anbefaler forskellige inddelinger





Markeringer

- Forskellige standarder anbefaler forskellige inddelinger

Application	Layer 3 Classification			Layer 2 CoS/MPLS EXP	
	IPP	PHB	DSCP		
IP Routing	6	CS6	48	6	
Voice	5	EF	46	5	
Interactive Video	4	AF41	34	4	
Streaming-Video	4	CS4	32	4	
Locally-Defined Mission-Critical Data	3	—	25	3	
Call-Signaling	3	AF31/CS3	26/24	3	
Transactional Data	2	AF21	18	2	
Network Management	2	CS2	16	2	
Bulk Data	1	AF11	10	1	
Scavenger	1	CS1	8	1	
Best Effort	0	0	0	0	

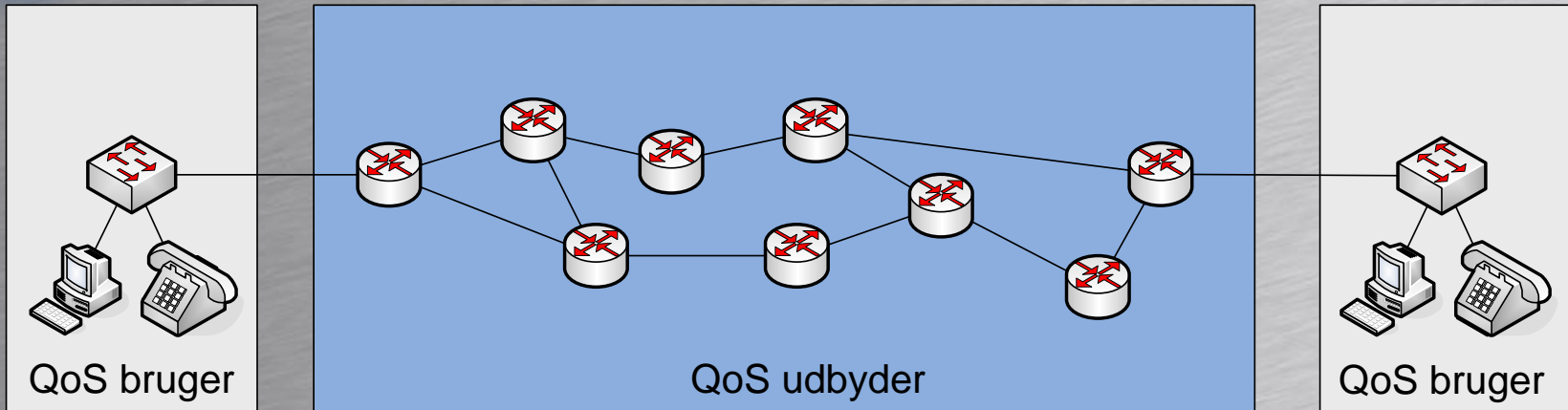


QoS definitioner

- **Classification** – Sortering af indkomne pakker i klasser
 - Foregår ved Ingress punktet (indgangen) af et netværk.
 - Trafikken indeles i forskellige trafikklasser
 - For eksempel en VoIP klasse og en Data klasse
 - Pakkerne sendes videre til Marking
- **Marking** – Mærkning af trafik / pakker
 - Pakker mærkes således at de tilhører en trafikklasse
 - Pakkerne mærkes ved Ingress (indgangen) til nettet
- **Queuing** – Kø systemer (Foregår i alle enheder)
 - Pakkerne havner i forskellige køer – alt efter deres mærkning
 - Køer har forskellige prioriteter (kø politikker)
 - For eksempel skal VoIP køen være tom for Data køen tømmes
- **Signalling** – Signallering mellem enheder
 - Anvendes typisk kun til RSVP ved IntServ



Integrated Services



Signalering

RSVP signalering starter ved brugeren, og sendes videre til alle Routers undervejs.

Alle Routers skal godkende Flowet.

Mærkning

Mærkning foregår ved at brugerudstyret markerer hvilket RSVP Flow pakken tilhører

Klassificering

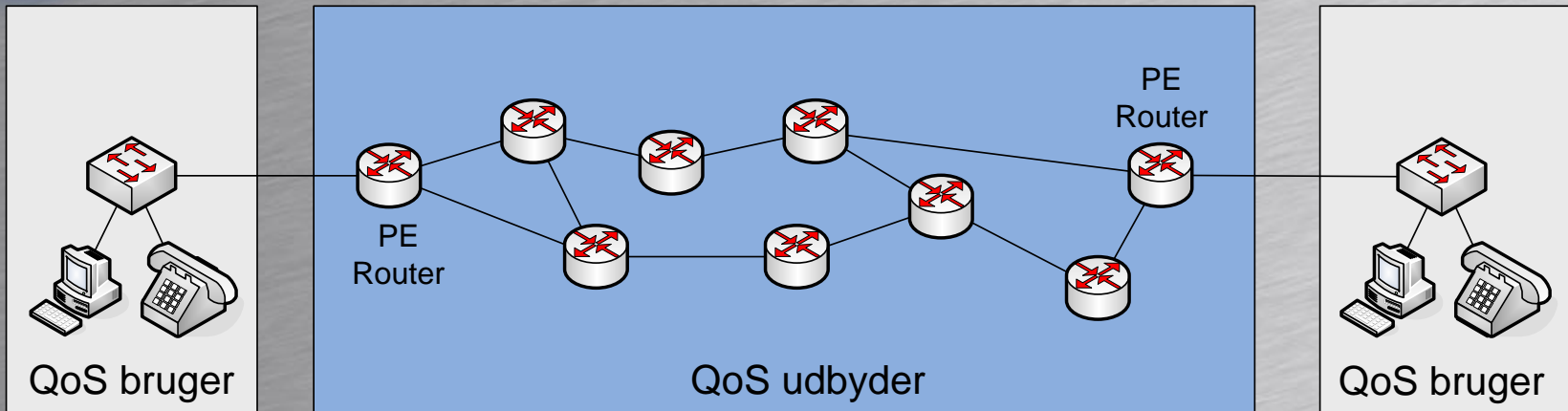
Foregår på hver Router, baseret på Flow

Queing

Pakkerne placeres i køer baseret på deres Flow.



Differentiated Services



Signalering

Ikke nødvendig, da QoS er sat statisk op

Klassificering

Foretages af PE Routeren baseret på IP adresse, Port nummer....

Mærkning

Mærkning foretages af PE Routeren ved at placere pakkerne i Service Klasser (DSCP)

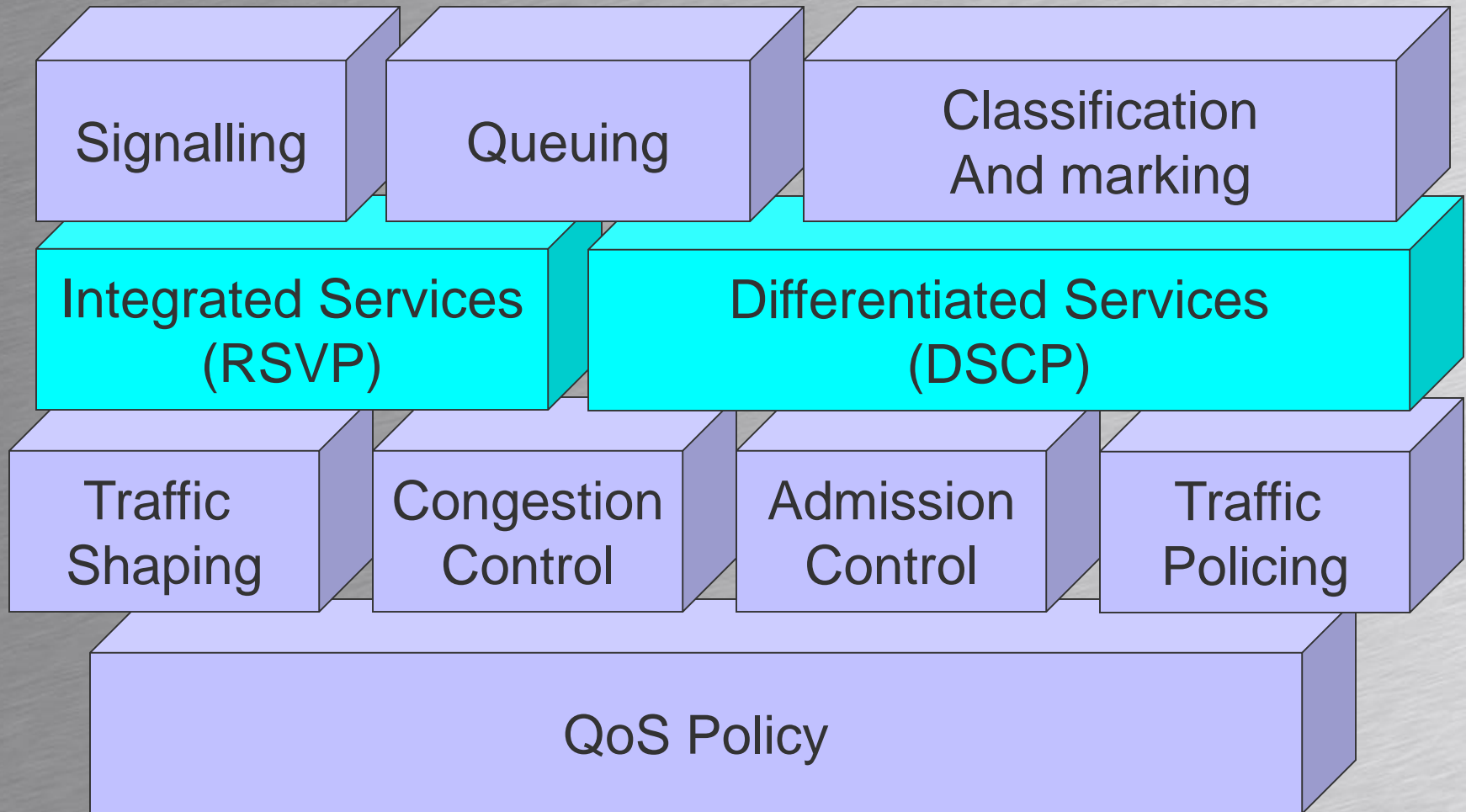
Queing

Pakkerne placeres i køer baseret på deres Service klasse (DSCP)
Foregår i alle Routers.

PE Router = Provider Edge Router

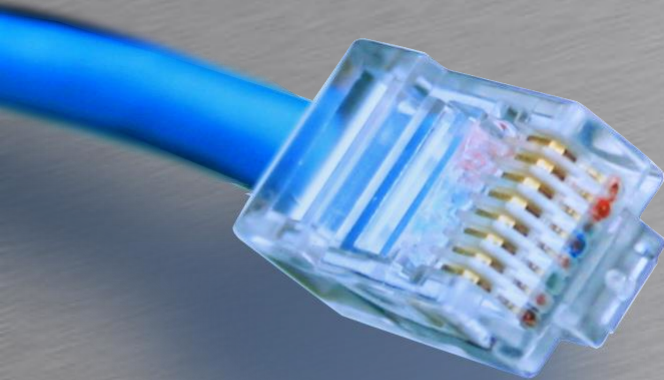


QoS komponenter



Congestion Management

Kapitel 5



HOUSE OF
TECHNOLOGY



- en del af **mercantec⁺**



Agenda

- **Køsystemer**
 - Round Robin
 - Weighted Fair
 - Strict Priority
- **Scheduling**
 - Hvilke pakker skal i hvilke køer

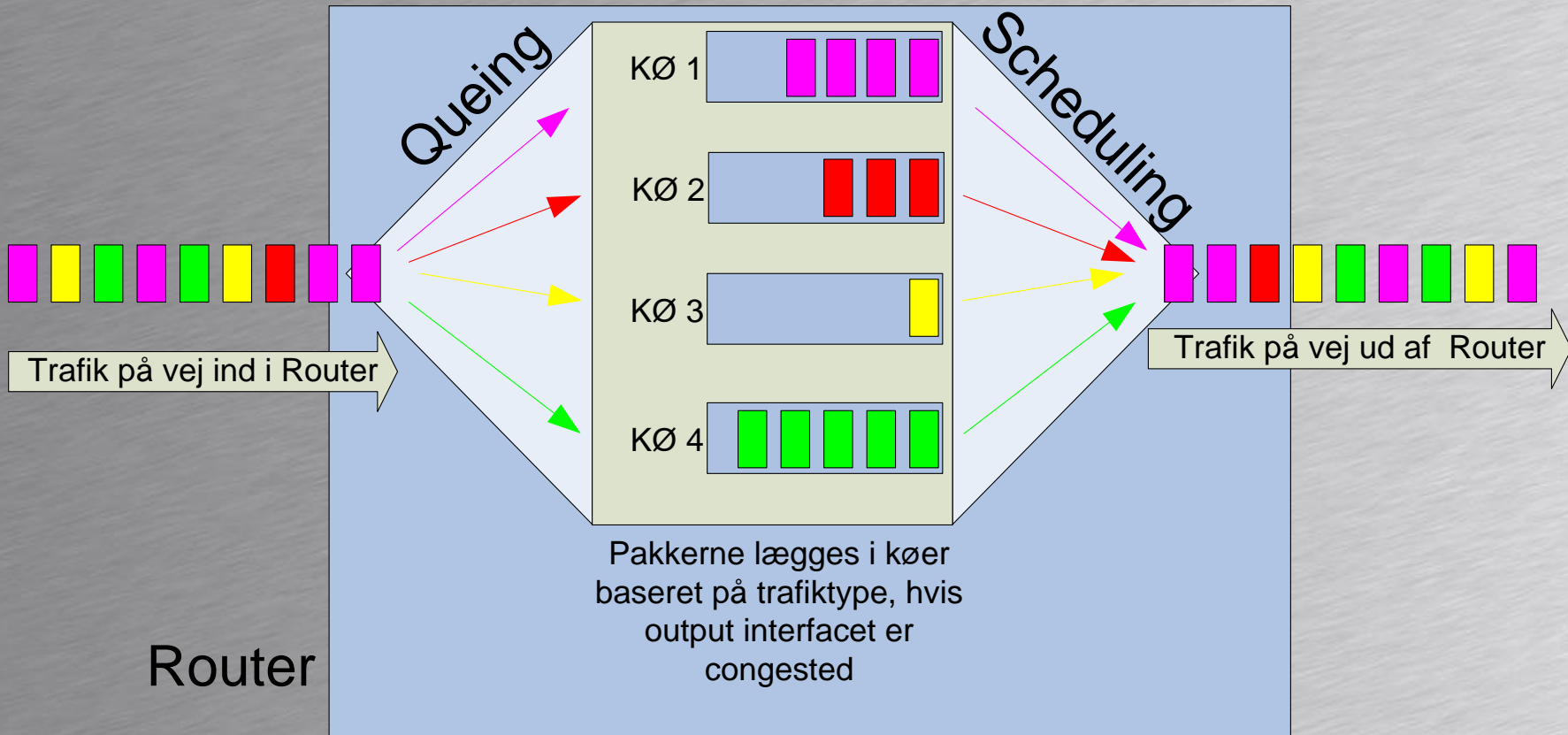


Lidt forkortelser

- LLQ
 - Low Latency Queuing
- CBWFQ
 - Class-Based Weighted Fair Queuing
- WRED
 - Weighted Random Early Detection
- WTD
 - Weighted Tail Dropping



Princippet i køsystemer



Router



Queing

- At lægge pakkerne i en eller flere buffere, medens de venter på at blive afsendt.
- Queing anvendes kun hvis Output Interfacet er mættet (Congested)
- Queing slås fra igen når Output Interfacet kan følge med igen.



Scheduling

- Scheduleren beslutter hvilken pakke der skal sendes næste gang
- Der findes flere Scheduler principper
 - Strict Priority
 - Round Robin
 - Weighted Fair
- Kaldes også Congestion Management



Strict Priority Scheduling

- Køer har forskellig prioritet.
 - For eksempel 1 til 4. Kø 1 Højeste prioritet.
- Kø 1 skal tømmes før Kø 2 serviceres
- Kø 2 skal tømmes før Kø 3 serviceres
- ...
- God til VoIP - men
 - Hvis der er meget trafik i en kø risikeres at andre køer går i stå



Round Robin Scheduling

- Køerne services skiftevis
- Ingen køer går i stå
 - Ved Strict Priority Risikerede vi stoppede køer
- Forsinkelse meget uberegnelig
 - Ikke anvendelig til VoIP



Weighted Fair Scheduling

- Har check på antallet af Flows i hver kø
 - Har styr på afsender/modtager IP og portnumre
- Sikrer at alle Flows behandles retfærdigt
 - Nogle fylder meget andre lidt
- Bestemmer hvilken Kø ud fra IP Precedence
- Køer med høj prioritet serviceres oftere
- Med stigende antal Flows er der mindre båndbredde pr. Flow
- Giver ingen båndbredde garanti
 - Derfor ikke velegnet til VoIP

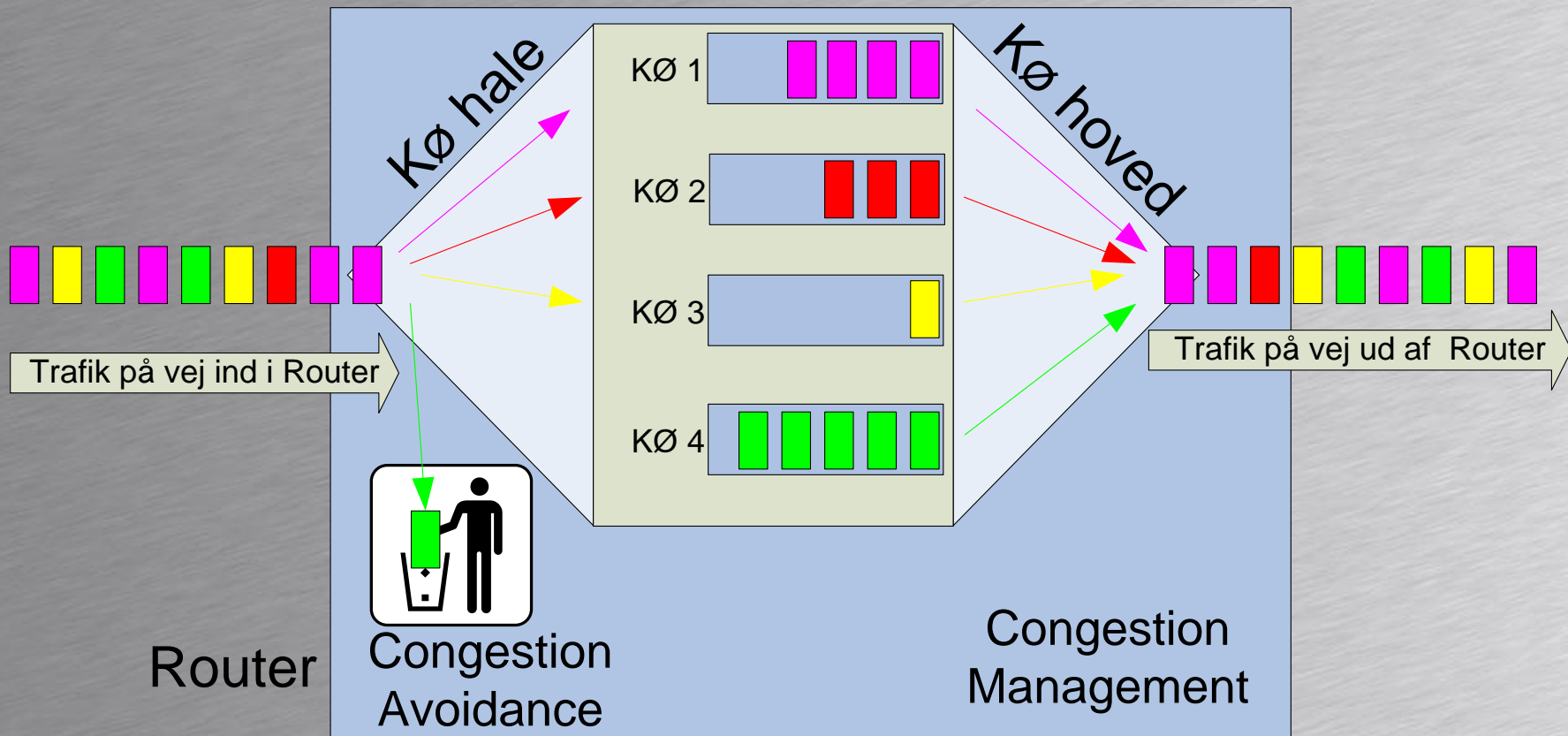


Congestion Avoidance

- Når køerne er ved at være fyldte
- Selective Dropping
 - Smid nogle af de modtagne pakker væk
 - Virker bedst med TCP (Windowing mekanismen)



Congestion Avoidance





Forskellige køsystemer

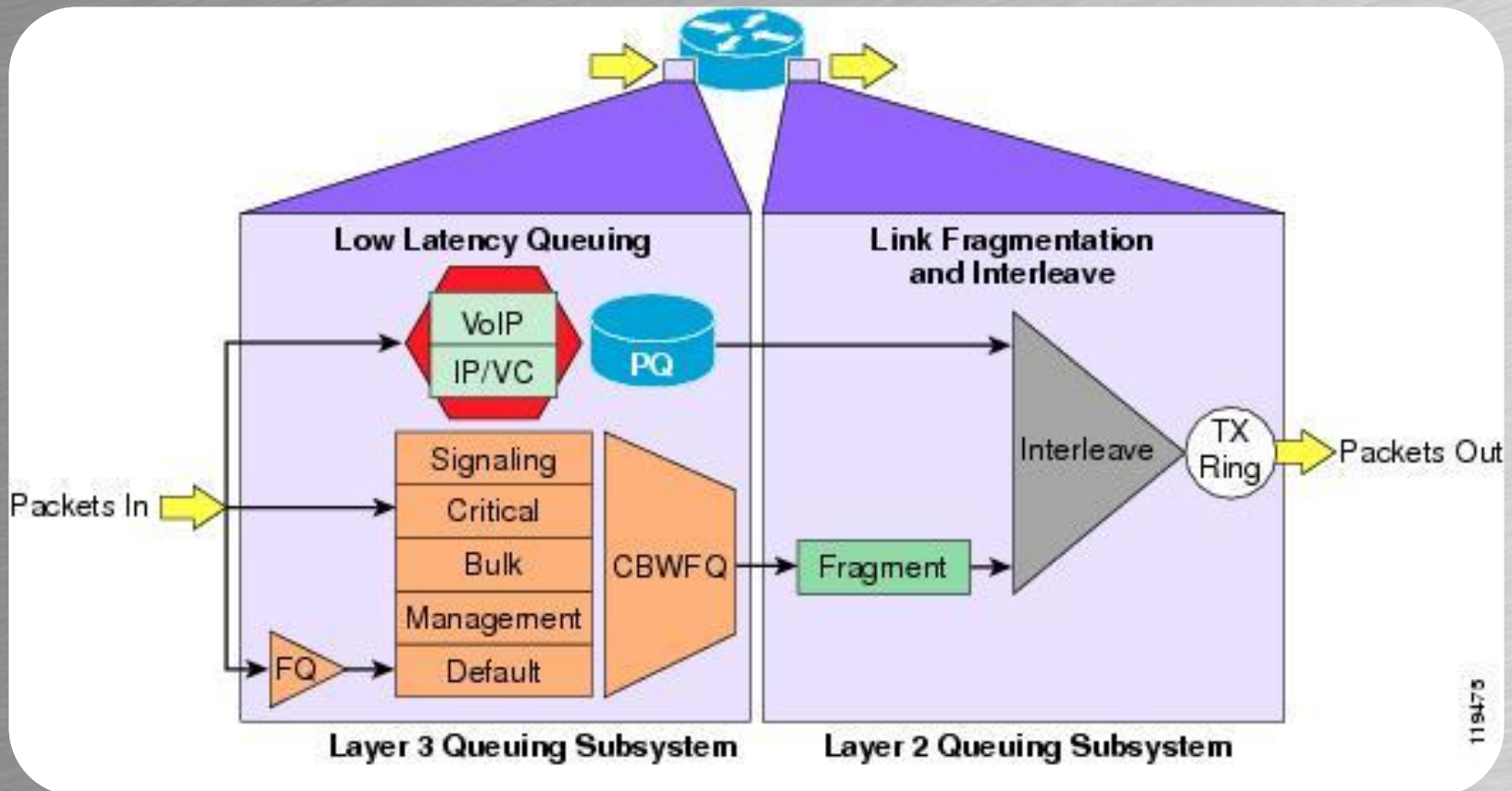


	FIFO	PQ	CQ	WFQ	PQ-WFQ	CBWFQ	LLQ
Klassifikation	Interface	Interface Protocol	Interface Protocol	IP Prec RSVP Protocol Port	RTP port for PQ IP Prec for WFQ	Class based	Class Based
Antal køer	1	4	16	Per flow	1 PQ + WFQ	Op til 256	1 PQ + CBWFQ
Scheduling	FIFO	Strict Priority	Round Robin	Weight Fair	1 strict + WFQ		
Delay Garanti	Nej	Ja for en kø	Nej	Nej	Ja for PQ kø	Nej	Ja for PQ kø
Båndbrd. Garanti	Nej	Nej	Ja	Nej	Ja for PQ kø	Ja	Ja
Anbefale Til VoIP	Nej	Nej	Nej	Nej	Nej	Nej	Ja



Kø i en Router

- En Router har flere køsystemer





CBWFQ

- Class Based Weighted Fair Queue
- Op til 256 klasser af trafik kan defineres
- Hver klasse har mulighed for at bruge WFQ

```
class-map MISSION-CRITICAL
  match dscp af31
!
policy-map WAN-VIBORG
  class MISSION-CRITICAL
    bandwidth percent 25
  class class-default
    fair-queue
!
interface serial10/0
  service-policy output WAN-VIBORG
  bandwidth 8000
```



LLQ: Low Latency Queing

- LLQ burde egentlig hedde PQ-CBWFQ
 - Men det er lige langt nok
- LLQ består af
 - 1 Priority kø til Real-time trafik PQ
 - Op til 256 klasse baserede køer CBWFQ
 - Hver klasse kan tildeles en båndbredde

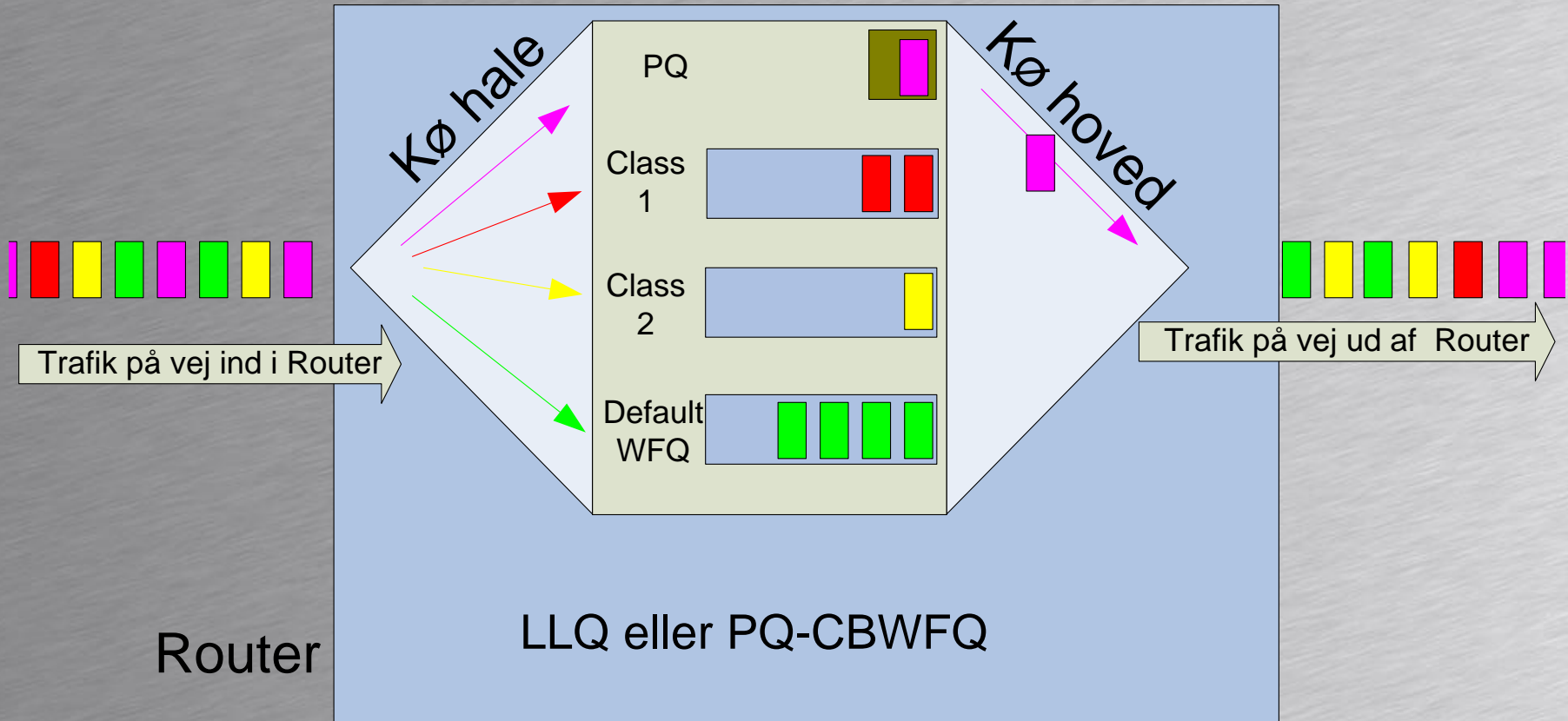


LLQ eksempel

```
class-map MISSION-CRITICAL
  match dscp af41
class-map match-all VoIP
  match dscp ef
class-map SIGNALING
  match dscp af31
!
policy-map WAN-VIBORG
  class MISSION-CRITICAL
    bandwidth 25000000
  class VoIP
    priority 10000000
  class SIGNALING
    bandwidth 100000
  class class-default
    fair-queue
!
interface fastethernet0/0
  service-policy output WAN-VIBORG
```




LLQ princip





LLQ

- Ikke mere end 33% til Priority Queue
- Alloker ikke mere end 75% i alt
 - Bandwidth remaining kan anvendes
- Bandwidth remaining
 - Deler resterende båndbredde

```
policy-map WAN-VIBORG
  class VoIP
    priority percent 33
  class MISSION-CRITICAL
    bandwidth remaining percent 50
  class class-default
    bandwidth remaining percent 50
```

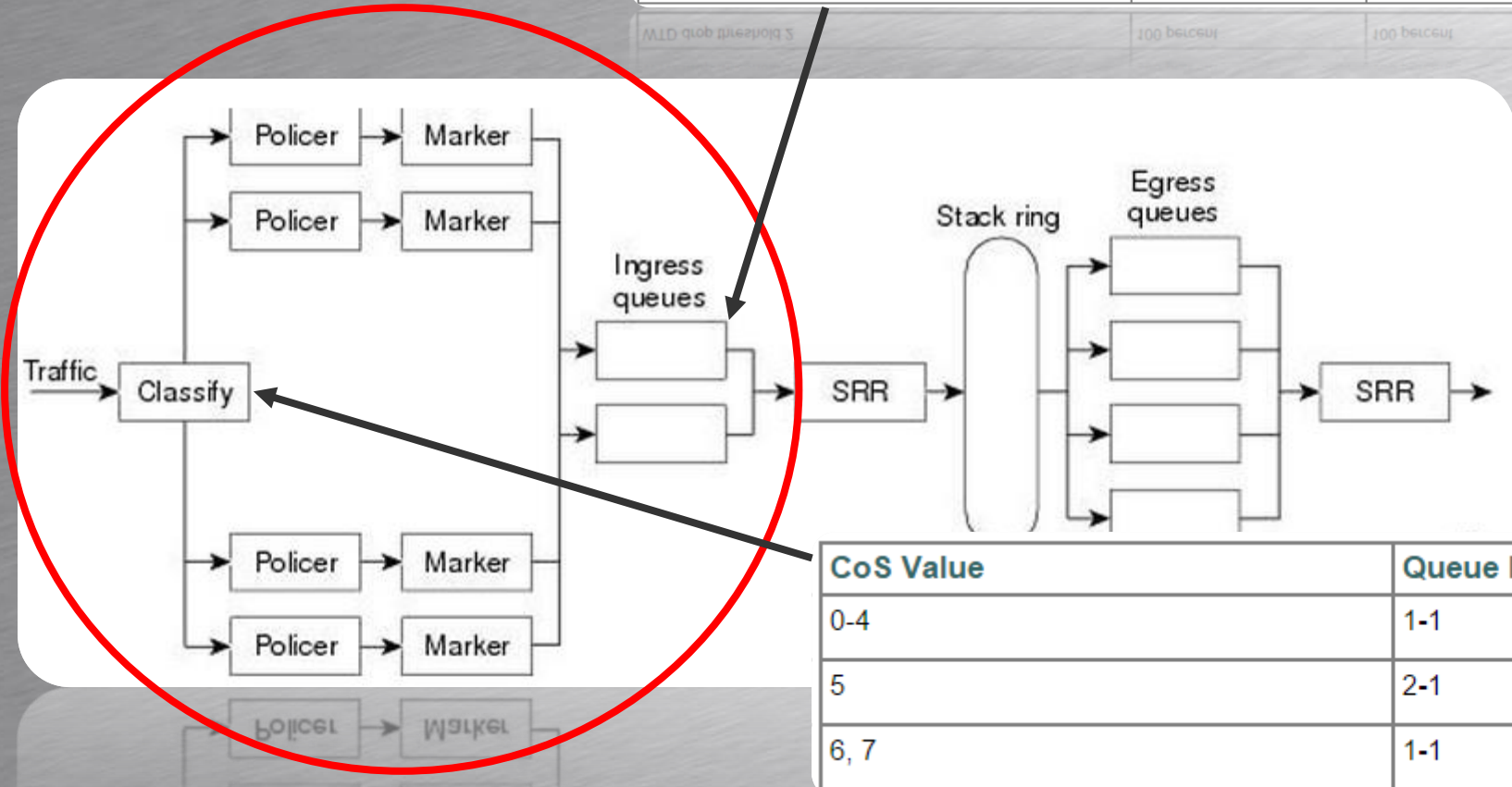


Hvordan gør vores switche?

- Tech Dive - Input

- 2 input køer
- Med 2 drop tresholds
- Også kaldet 2Q2T

Feature	Queue 1	Queue 2
Buffer allocation	90 percent	10 percent
Bandwidth allocation ¹	4	4
Priority queue bandwidth ²	0	10
WTD drop threshold 1	100 percent	100 percent
WTD drop threshold 2	100 percent	100 percent



CoS Value	Queue ID-Threshold
0-4	1-1
5	2-1
6, 7	1-1



Hvordan gør vores switche?

- Tech Dive - Output
 - 4 Egress Køer
 - Kø nr 1 kan være expedite kø
 - Hvis en expedite kø er konfigureret skal den altid tømmes først

CoS Value	Queue ID-Threshold ID
0, 1	2-1
2, 3	3-1
4	4-1
5	1-1
6, 7	4-1

