

The ADSL-optimizer: Korrekt trafikstyring på ADSL linier

Trafikstyring i bolignet
d.8/6-2005

Foredrag:
Baseret på mit datalogi speciale

af

Jesper Dangaard Brouer <hawk@diku.dk>
Cand. Scient Datalog

Datalogisk Institut
Københavns Universitet



Indhold

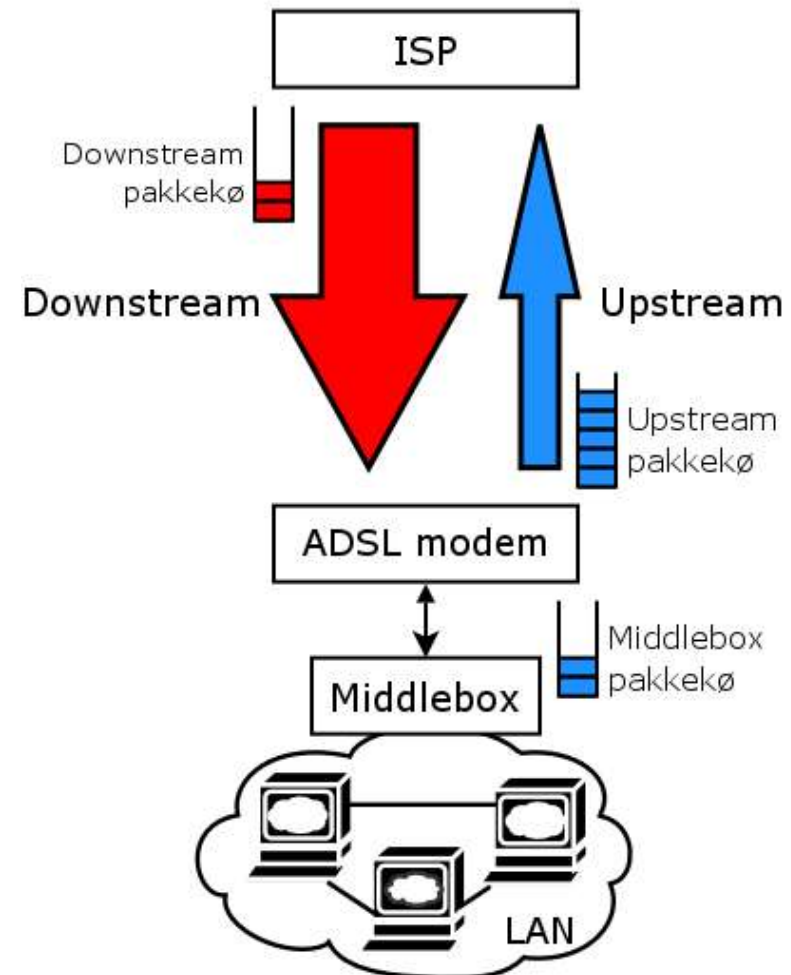
- Motivation
- Problem#1: ADSL benytter ATM
- Problem#2: Downstream udnyttelse
 - Illustrering af problem#2 og løsning
- Kvaliteten af løsningen
 - Forsinkelse for interaktive services
- Software pakken: ADSL-optimizer
- Real-world eksempel
- Bonus (hvis der er tid): Hvorfor opstår problem#2

Motivation: Bolignet kollegiegården

- Mange brugere deler en ADSL
- Startede med en 2Mbit/s / 512kbit/s linie
 - Forbindelsen var meget dårlig...
- Opgradering til større linie 8Mbit/s / 768kbit/s
 - Forbindelse stadigvæk meget dårlig...
- Observationer
 - Høj latenstid
 - Upstream forbindelse belastet hele tiden
 - Lav udnyttelse af downstream båndbredden

Motivation: netværket

- Hvordan ser netværket ud?
 - Delt forbindelse LAN
 - Downstream vs. upstream
 - ADSL er flaskehalsen
 - Pakkekøer
 - ADSL benytter ATM
- Før specialet...
 - Startet med naive løsning
 - Middlebox/packet scheduler
 - Båndbredden reduceres fiktivt
 - Kontrol over pakkekø



Problem#1: ADSL benytter ATM

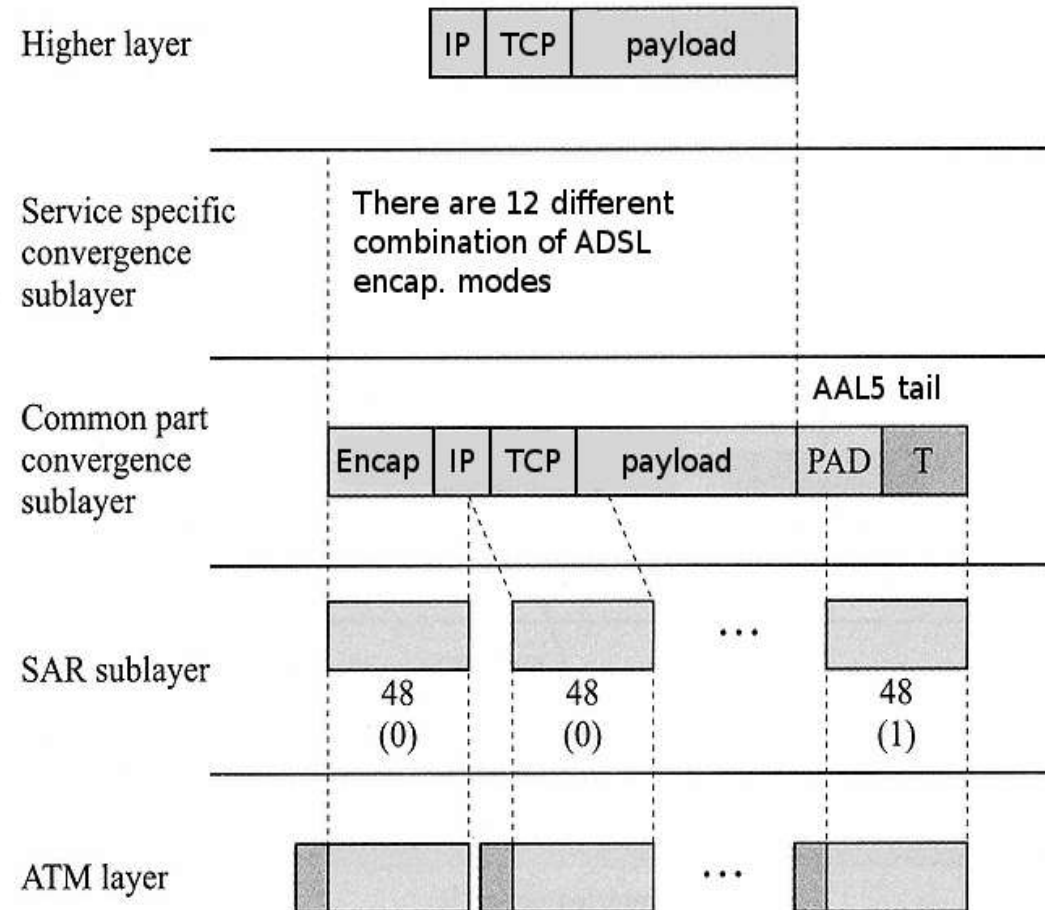
- Reducering af upstream båndbredde
 - Havde en positiv effekt...
 - ... men virkede ikke hele tiden!
 - ... det varierede hvorvidt det havde effekt!
 - Reducering på 40% før det virkede... det meste af tiden.
- Problemet
 - ADSL benytter ATM
 - Giver et stort og variabelt overhead

Løsning#1: Emulering af ATM

- ADSL benytter ATM som linklag
 - Linux sched på IP/Ethernet niveau
 - Variabelt overhead op til 62%
 - Simpel reduktion af båndbredden ikke holdbart
- Løsning
 - Patche til Linux Kernen og TC
 - Der emulere/beregner overheadet på ATM niveau

ADSL: ATM overheadet

- ADSL overhead
 - ATM som linklag
 - TCP/IP headers
 - Encapsulation modes
 - ATM/AAL5
 - ATM tax ca.10%
 - Små pakke: stort overhead

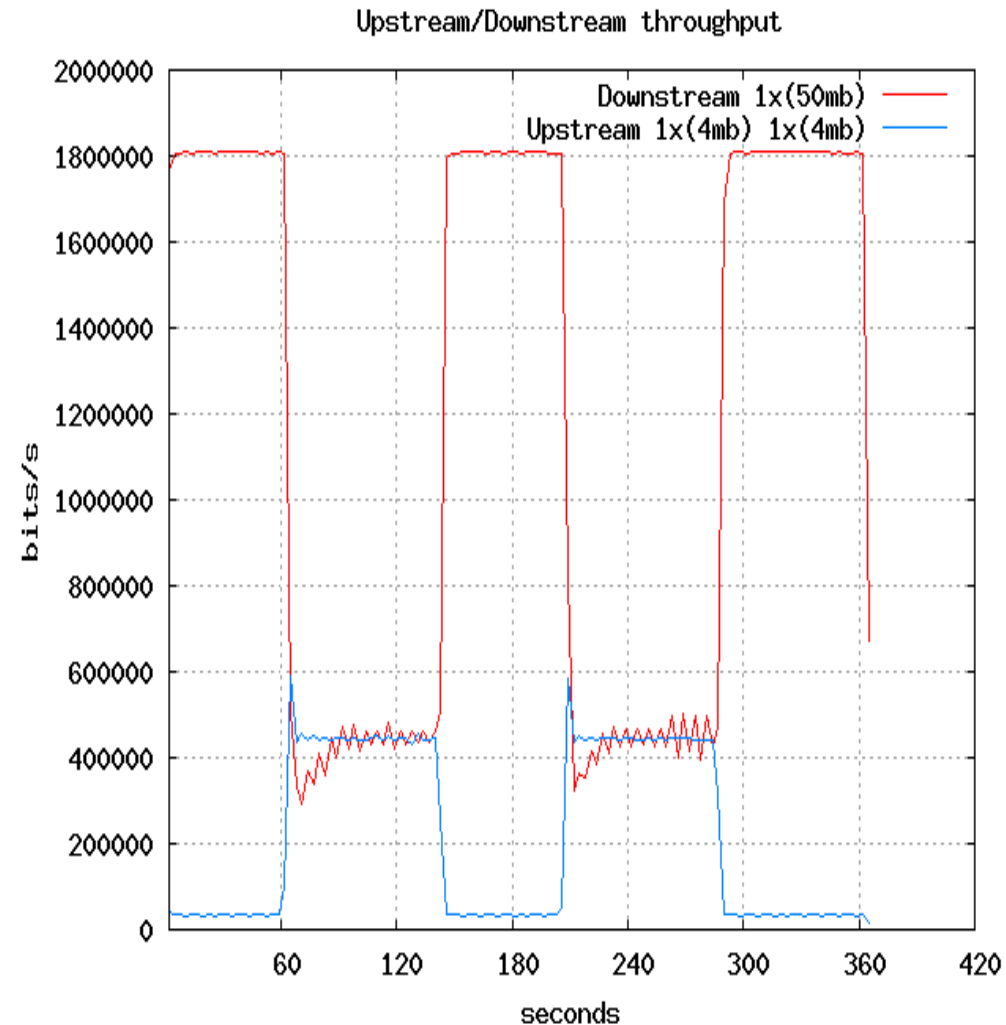


Problem#2

- Problem#2: Downstream udnyttelse
 - Illustrering af problem#2
 - Illustrering af løsning
 - Hvorfor opstår problemet

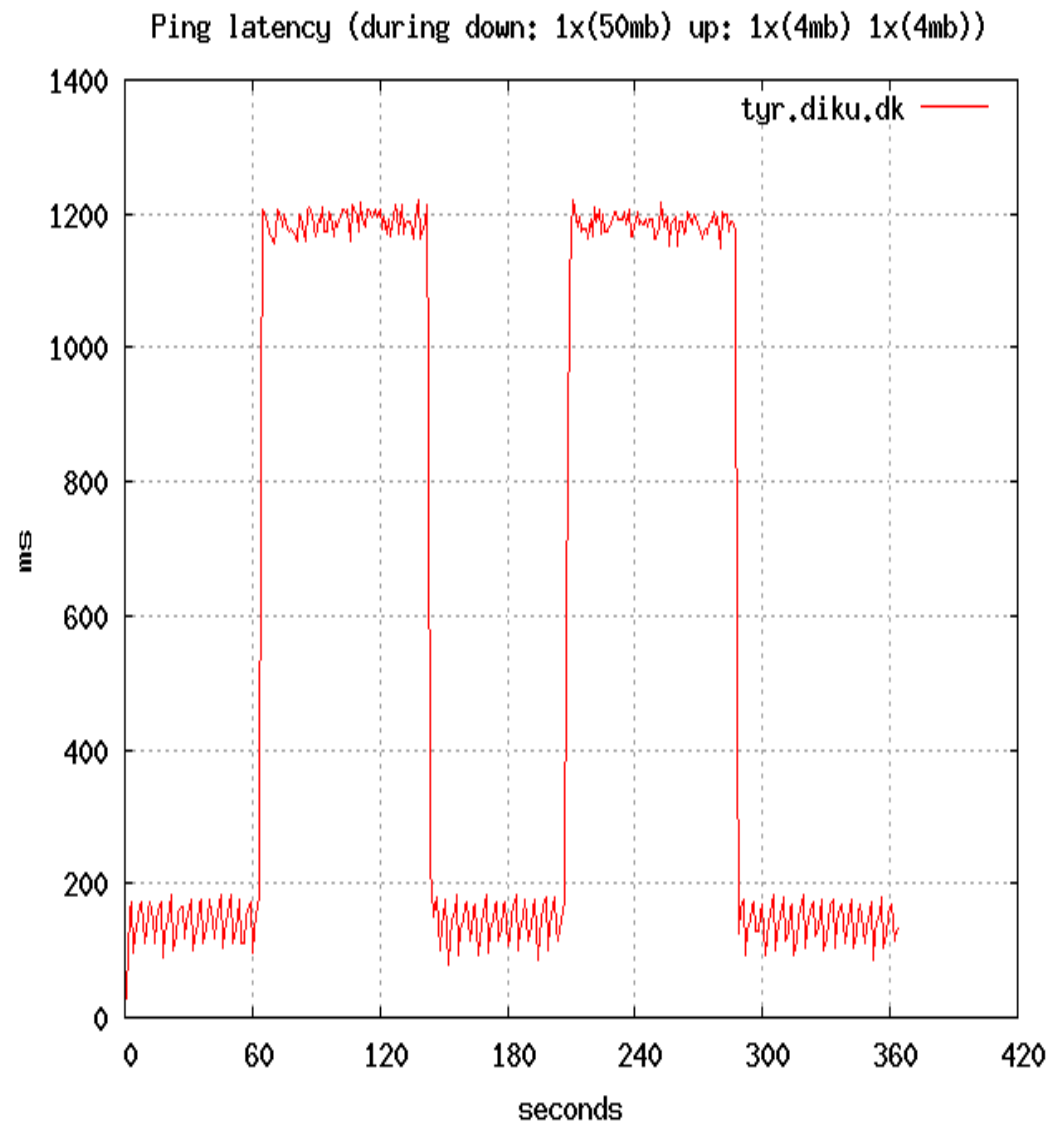
Problem#2: Downstream udnyttelse

- ADSL 2Mbit/s / 512 kbit/s
 - Normal umodificeret ADSL
- Kun downstream:
 - Een downstream overførsel
 - Downstream udnyttelse 1800kbit/s
- Trafik begge retninger:
 - Een downstream overførsel
 - Og een upstream overførsel
 - Downstream udnyttelse 440kbit/s
- ADSL påvirkes af *asymmetri*

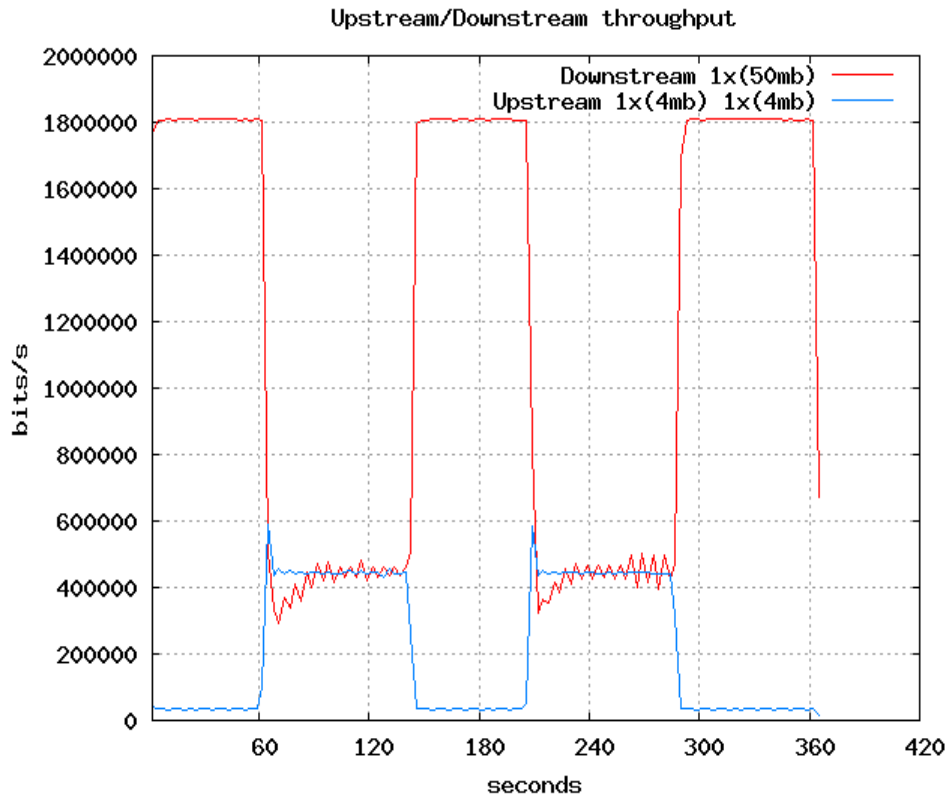


Følge problem: Høj forsinkelse

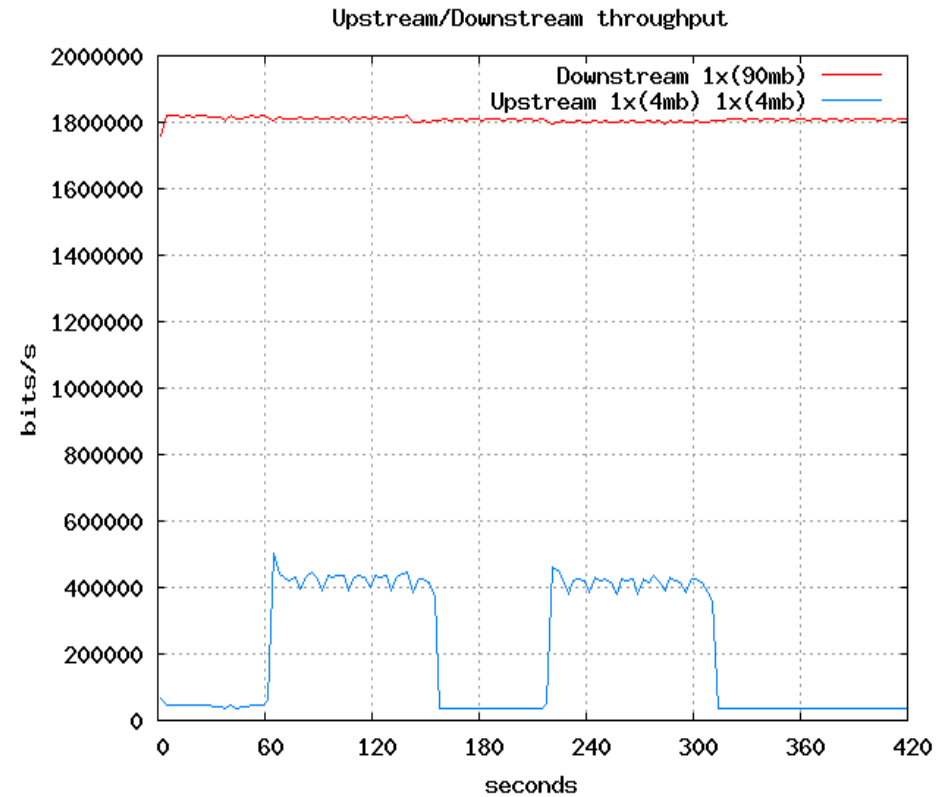
- Forsinkelse under testen
 - Een upstream: 1200ms
 - Max observeret 3300ms
- Stor upstream pakkekø
 - For stor i forhold til kapaciteten
 - Default TCP window for stor...



Visualisering af løsning



Normal ADSL line

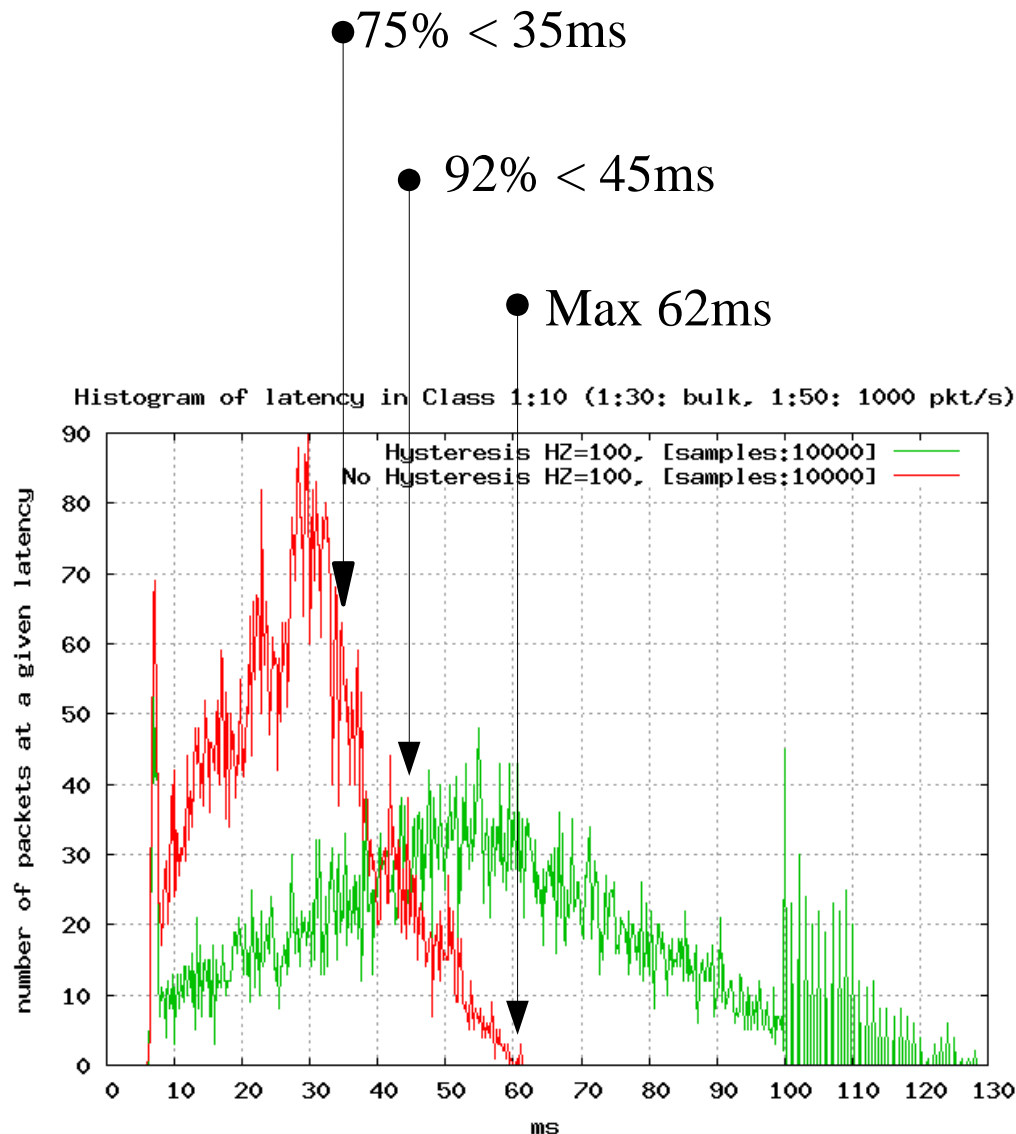


Min løsning
(ADSL-optimizer)

Kvaliteten af løsning

- Kvaliteten af løsningen
 - Højt throughput er ikke den eneste parameter
 - Oplevet: Høj forsinkelse
 - Forsinkelse
 - Kvalitets parameter for interaktive services

Forbedring af upstream forsinkelse



- Fokus på upstream forsinkelse
 - Observeret max 3300ms
 - Forbedret til max 62ms
 - 3300 ms => 62 ms
- Non-preemptive packet scheduler
 - Optimal 1 x MTU-tid (35 ms)
 - 27ms(MTU-tid) + 8ms(basedelay)
 - Løsning max 2 x MTU-tid
 - 2 x 27ms + 8ms = 62ms
- Tuning af HTB-scheduler

Software pakke: ADSL-optimizer

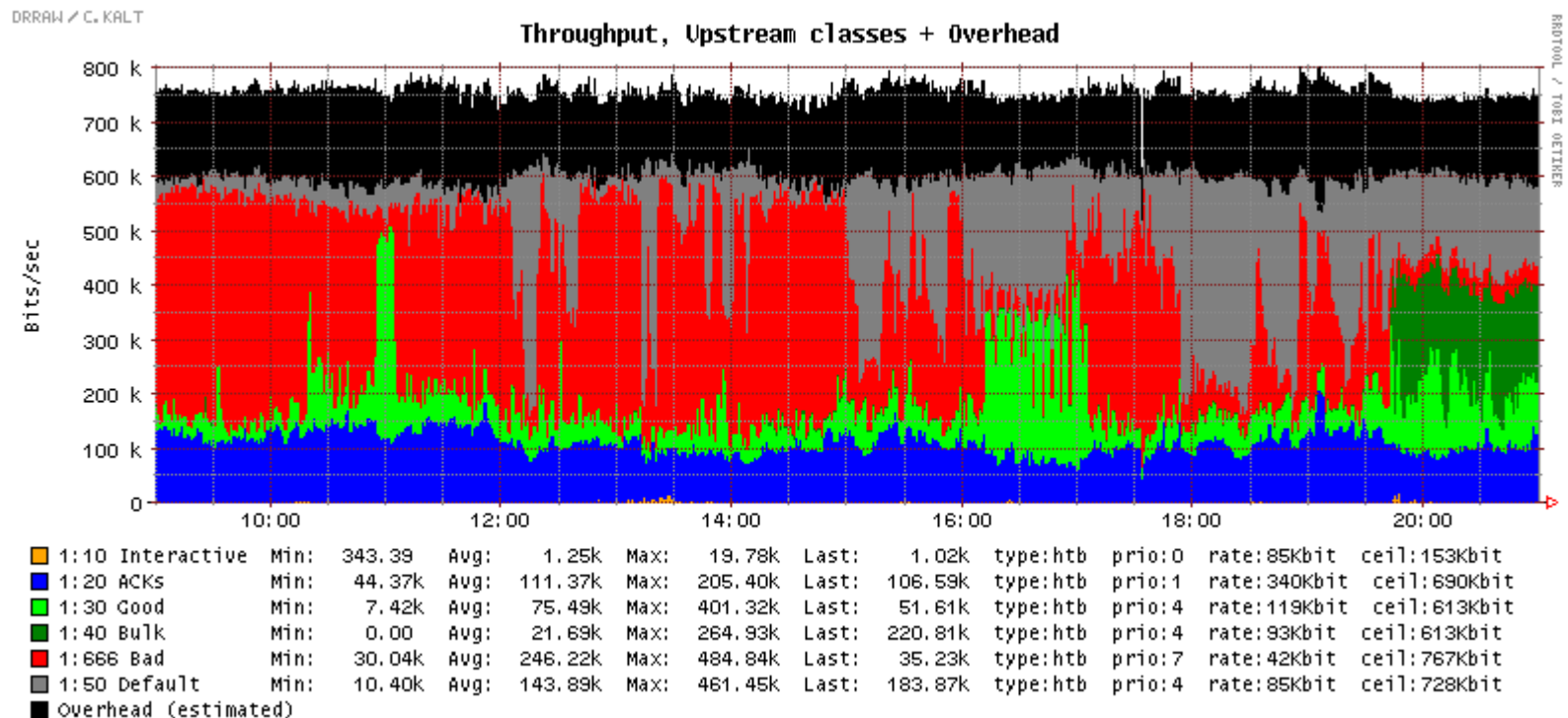
- Består af 3 komponenter
 - Queue
 - Benytter HTB til at definere Trafik klasser
 - Kræver mit kernel og TC patch
 - ACK pakker egen klasse (sikre downsteam udnyttelse)
 - Filter
 - Klassificering af trafikken (til klasserne)
 - Modul baseret konfigurations filer
 - *Rules* indeholder klassificerings regler
 - *Scheme* inkludere og definere brugen af *rules* filerne
 - Graph
 - Opsamler data til RRDtool filer

Trafik klasser

- Trafik klasser og krav til latenstiden
 - Interactive – 100 ms
 - ACK – 100 ms
 - Good – 400 ms
 - Bulk – 1 sekund
 - Default – (undgå udsultning)
 - Bad – (udsultning okay)
- Baseret på Y.1541 “Network performance obj. for IP-based services”
 - Real-time klassen/VoIP ikke valgt at understøtte.
 - Jitter krav: 50 ms
 - Løsningen: 56ms jitter (62ms – 6ms) (ved 512kbit/s)

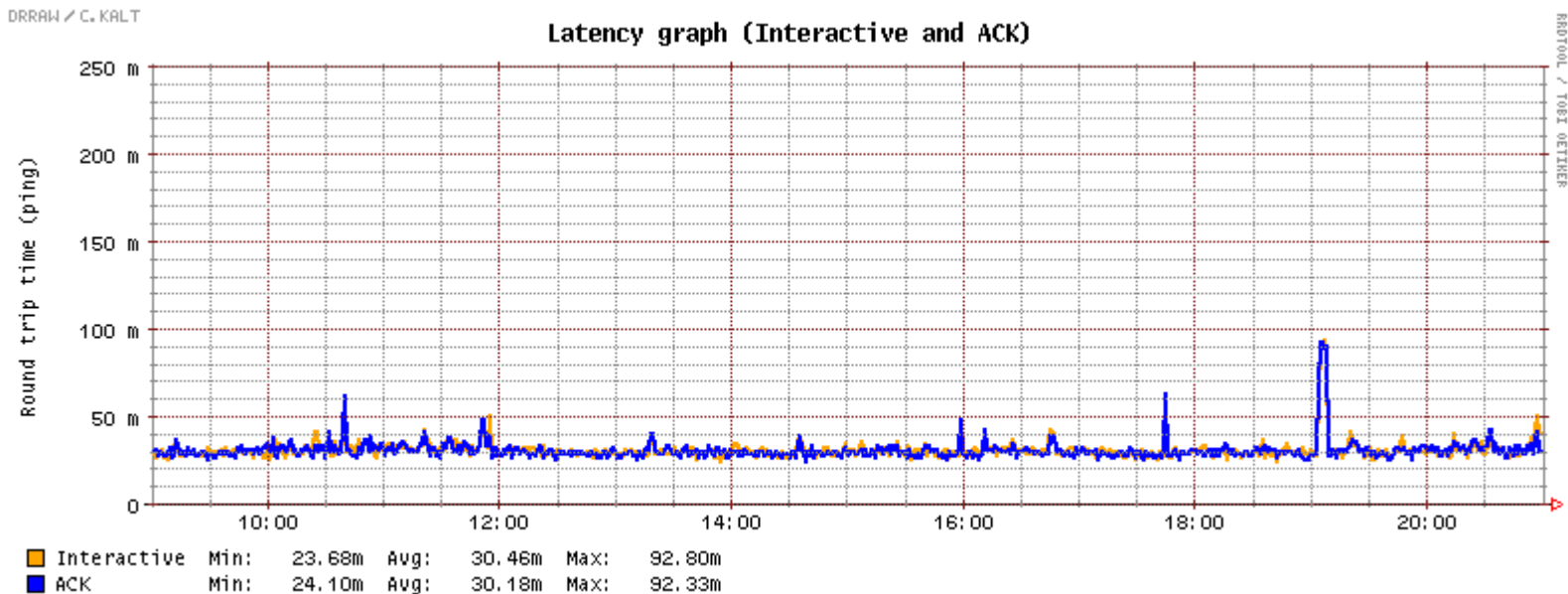
Real-world: trafik klasserne

- Illustration af trafik klasserne (upstream)
 - Ingen udsultning
 - Overhead og ACK pakker “fylder” meget



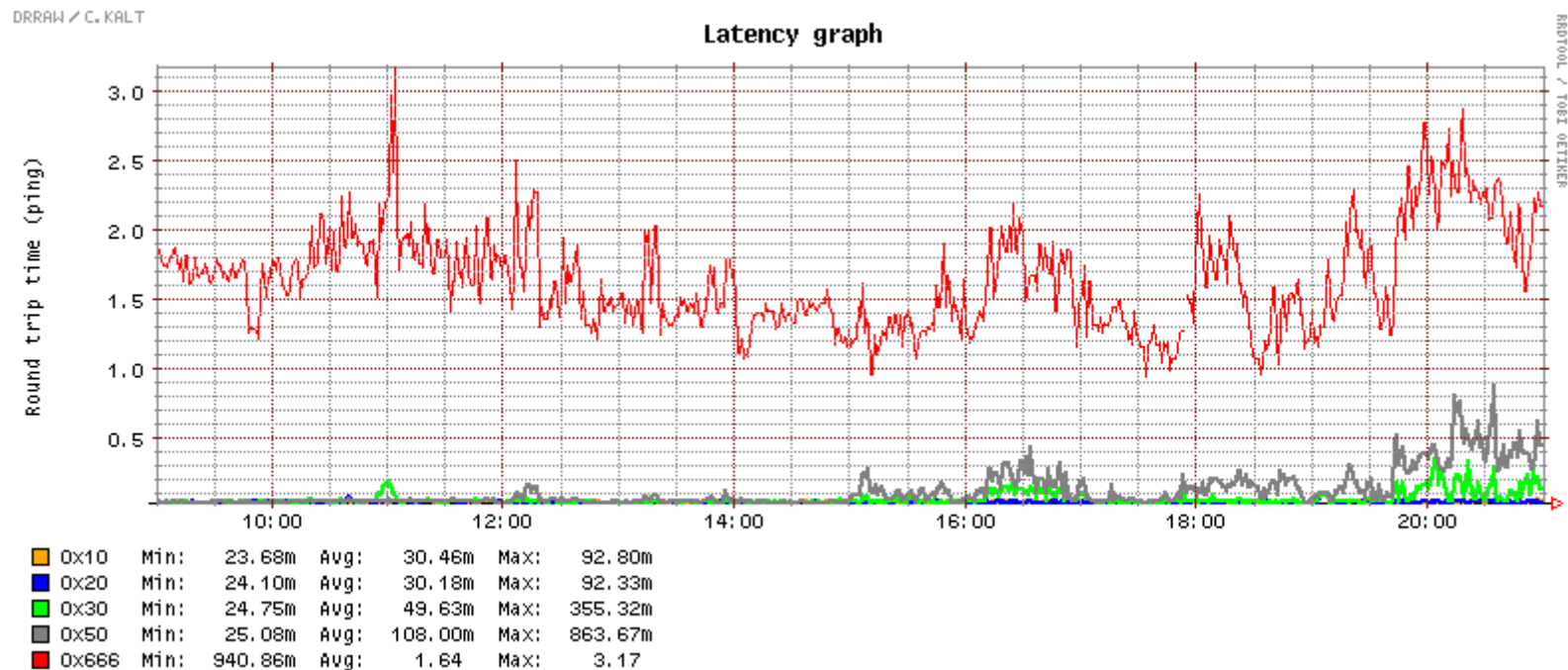
Real-world: latenstiden

- Latenstiden: højprioritets-klasserne
 - Klasserne: Interaktiv og ACK
 - Overholder kravet: 100 ms



Real-world: latenstiden

- Latenstiden: alle klasser
 - Overholder kravene for alle klasser



Konklusion

- Løsningen virker!
 - Virker i praksis på et autonomt produktions netværk
 - Fuld udnyttelse samtidig med lav latenstid
- Modelering af linklaget har stor effekt
 - ... nu virker schedulerings mekanismerne efter hensigten.

The End

Pause...

Se mere på:

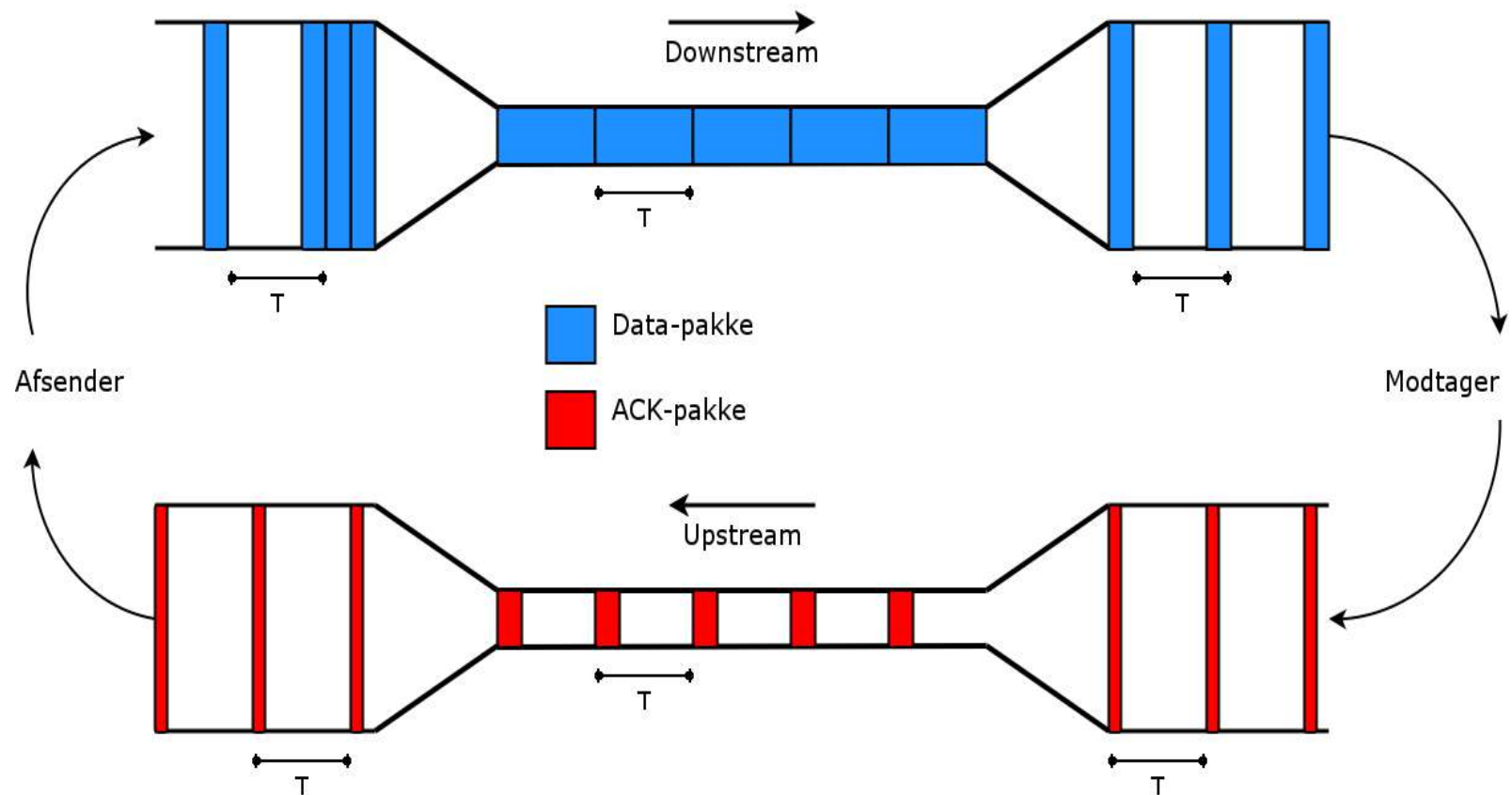
www.ADSL-optimizer.dk

Hvorfor opstår problem#2

- Hvorfor opstår problem#2?
 - med udnyttelse af downstream båndbredden?
- ADSL er en asymmetrisk teknologi
 - Downstream større end Upstream
 - TCP antager at båndbredden er symmetrisk
 - TCP's flow control algoritme
 - Afhængig af ACK pakkerne

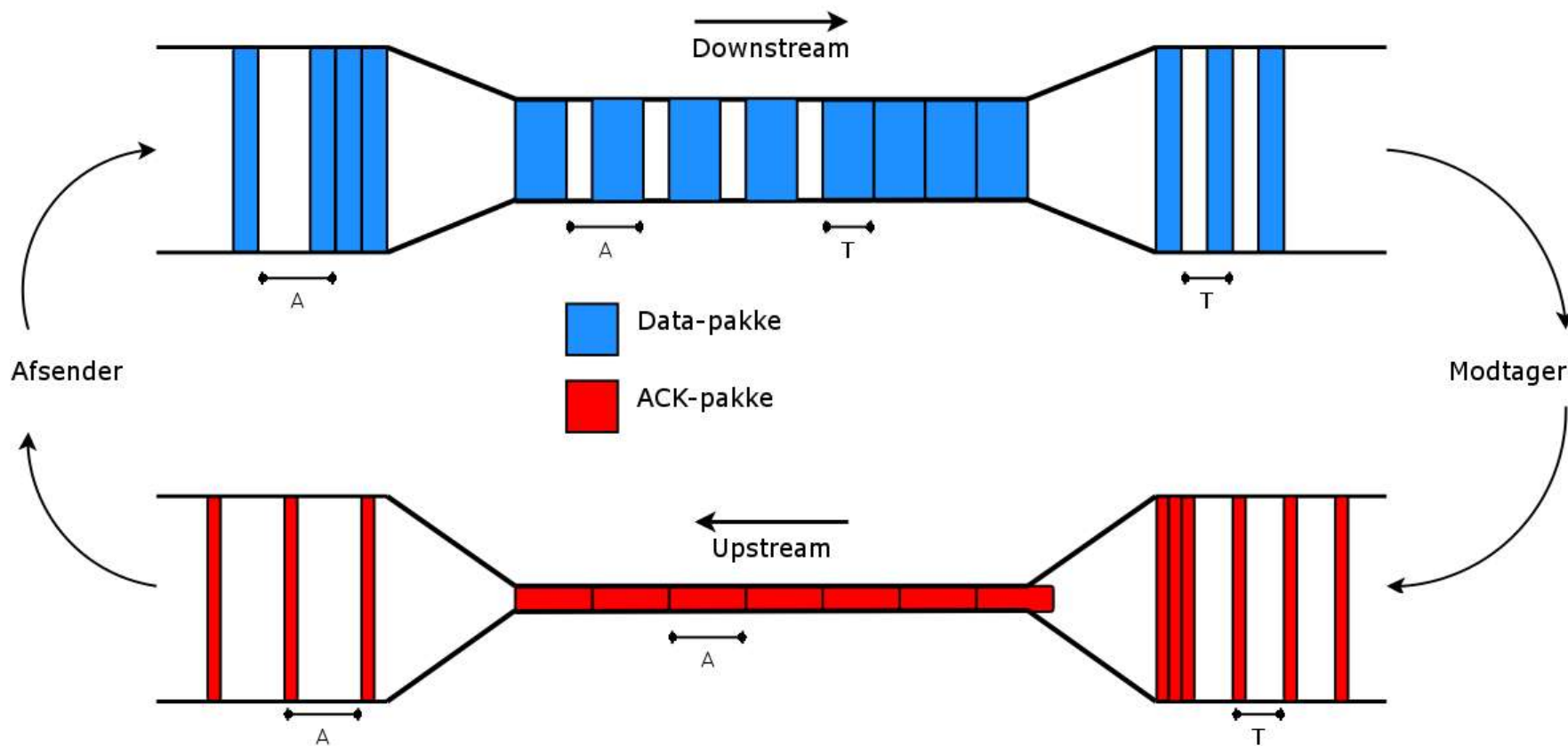
TCP flow control: Symmetrisk

- TCP's flow kontrol på en symmetrisk linie
 - (Højde: Båndbredde) x (Bredde: Tiden) = (Areal: Pakkestørrelse)
 - ACK pakkerne indikerer downstream båndbredde overfor Afsender



TCP flow control: Asymmetrisk

- Upsteam linien for lille til at håndtere ACK pakkerne
 - Resulterer i forkert indikation til Afsender



K faktoren

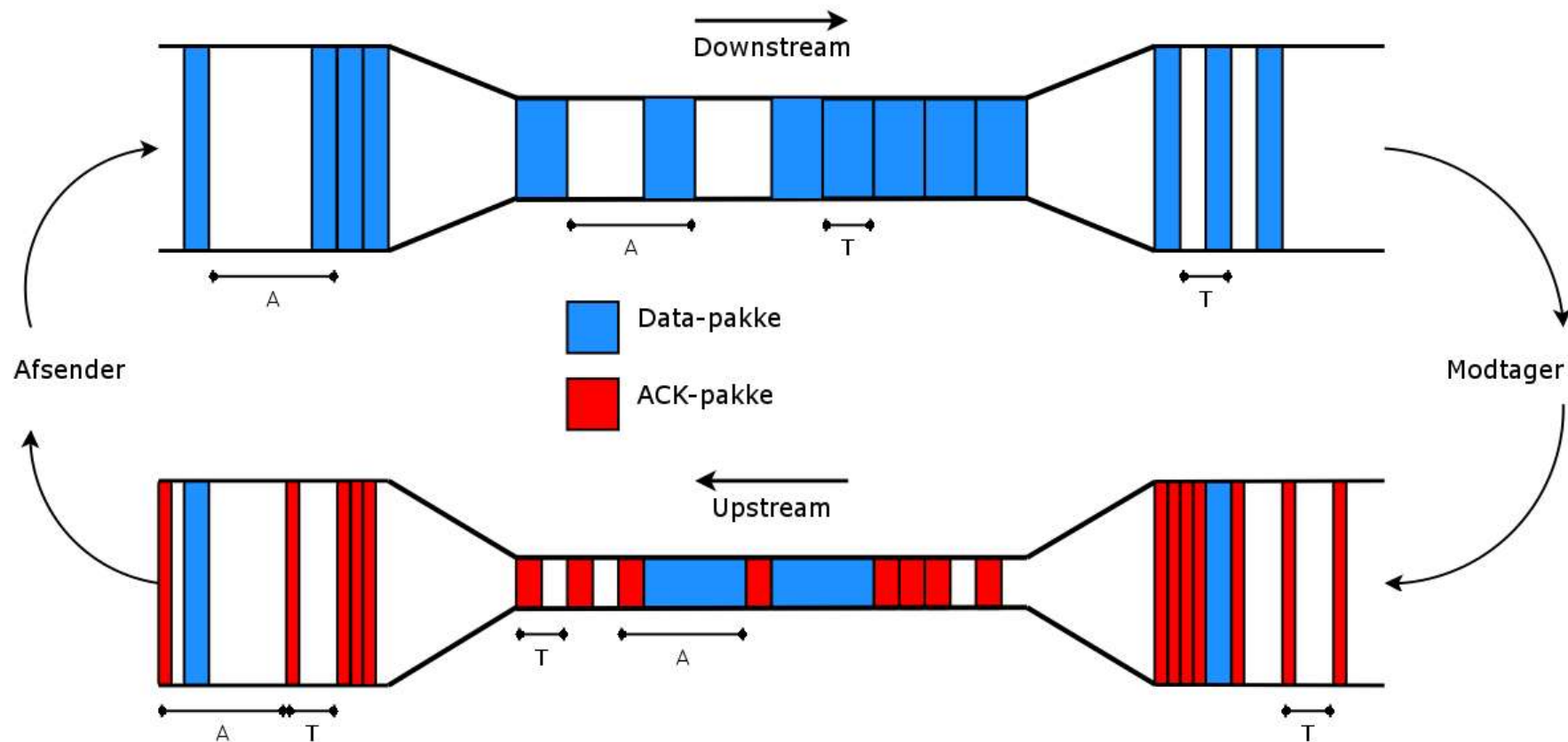
Tegningerne illustrerer, hvad man i teorien kalder K faktoren:

$$\frac{(\text{downstream/upstream})}{(\text{data/ack})} = K$$

- Hvornår er upstream tilstrækkelig
 - Tilstrækkelig hvis $K < 1$ (hvis der sendes een ACK per data pakke)
 - Alle kommercielle ADSL linier: $K < 1$
 - Hvorfor er der så stadigvæk et problem?...
 - Teorien bag K faktoren, antager at:
 - upstream linie kun bruges til ACK pakker
 - ... det er ikke tilfældet i virkeligheden!

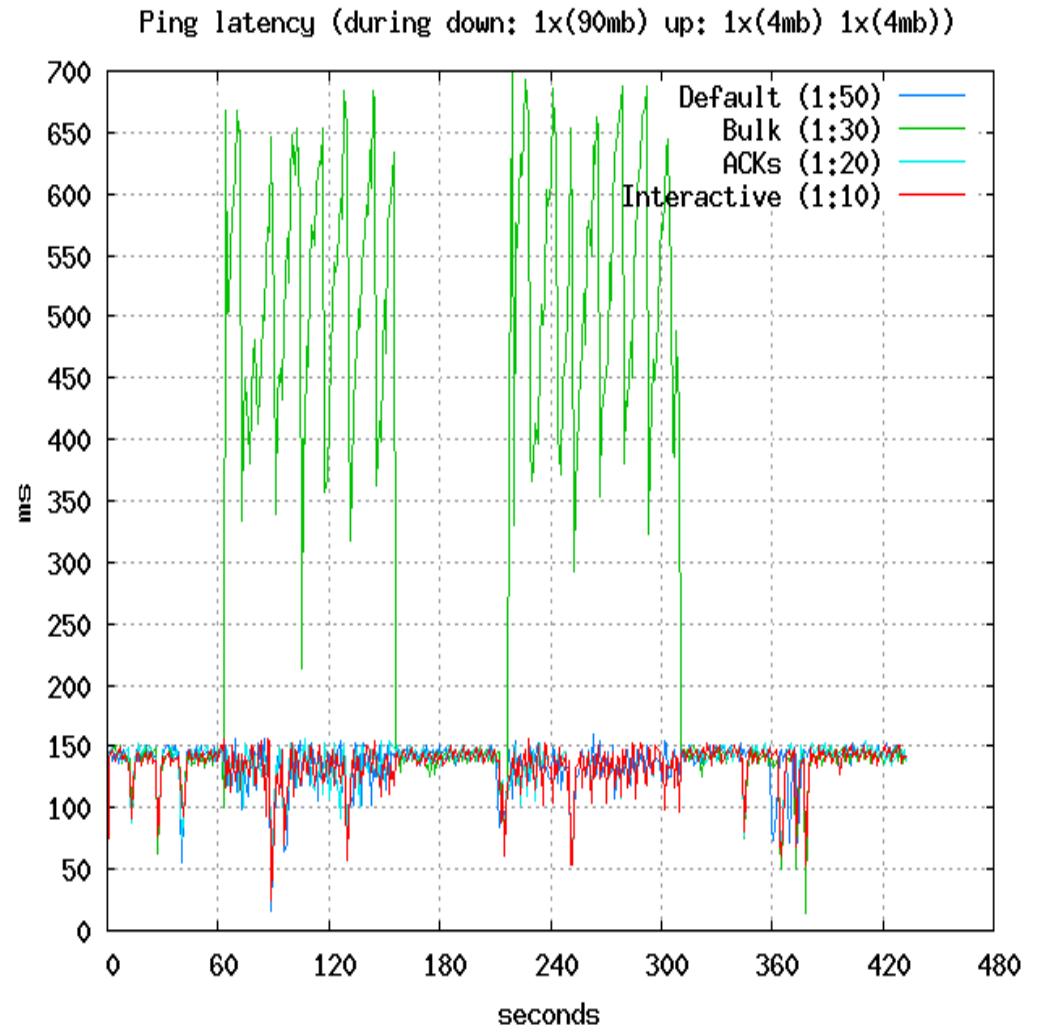
TCP flow control: Tovejs trafik

- Data pakke på upstream forbindelsen forstyrrer!
 - Tilfælde på ADSL linien, $K < 1$, men upstream data pakke forstyrrer



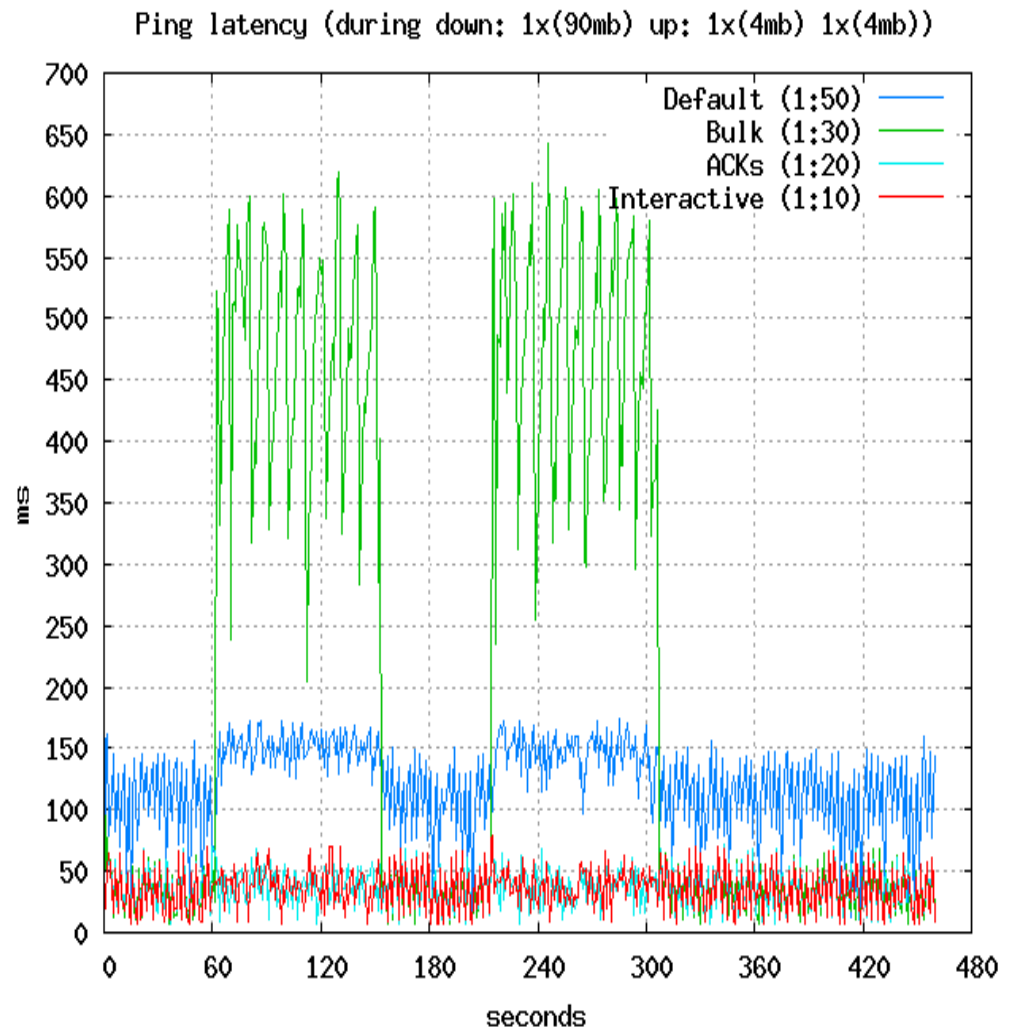
Problem: Downstream kø-forsinkelse

- Downstream kø
 - Resulterer i en kø-forsinkelse
 - Det var forventet...
 - Service Klasserne fra Y.1541
 - Defineret som one-way delay
 - Krav stadig overholdt



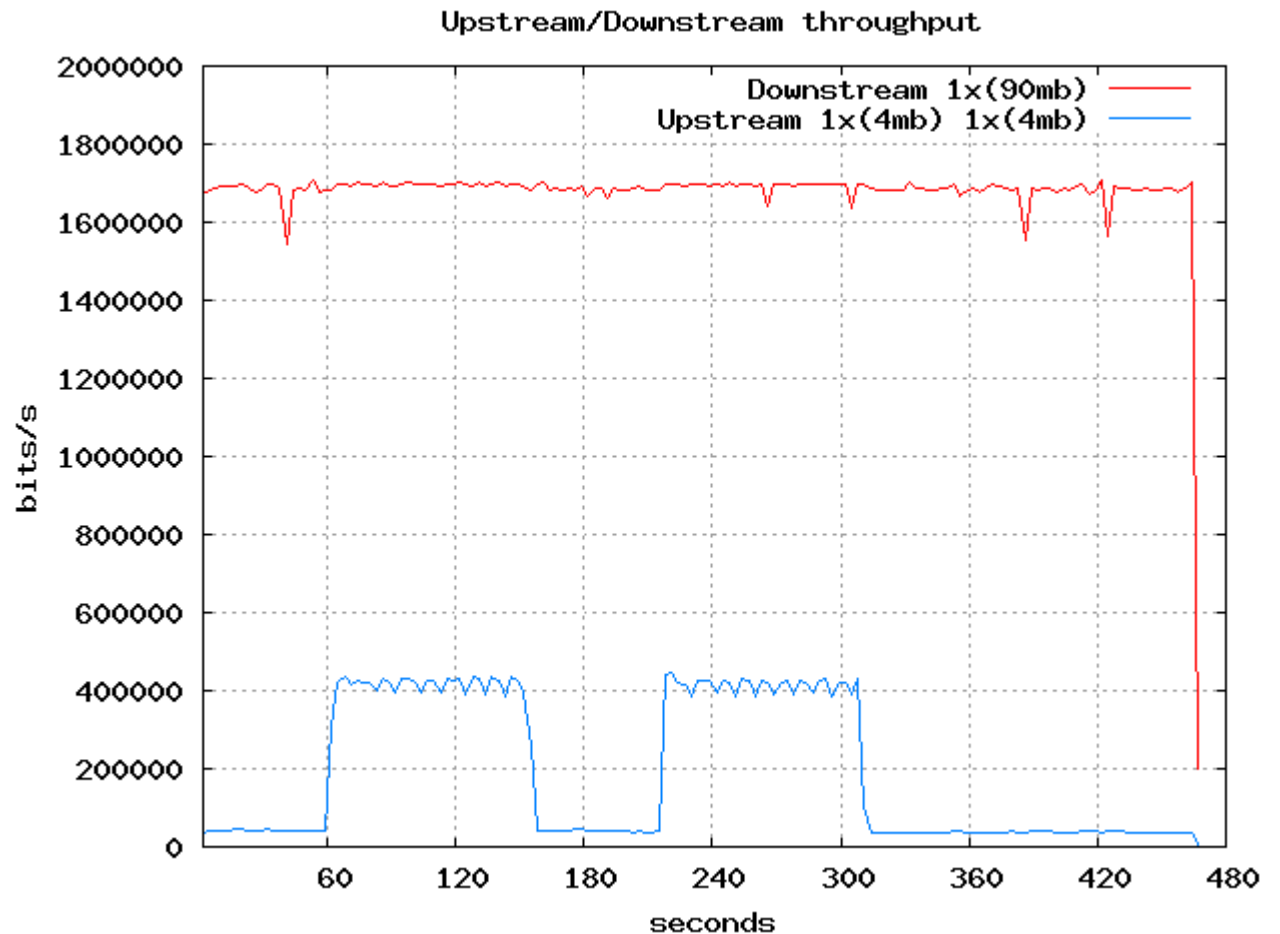
Løsning: Downstream kø-forsinkelse

- Downstream schedulering
 - Ved afsendelse imod LAN
 - Indirekte ACK kontrol
 - Forsinkelse af data pakkerne
 - Resulterer i forsinkelse af ACK
- Spilder downstream kapacitet
 - 1805kbit/s => 1687 kbit/s
 - Reduction på kun 6.5%
- Future work...



Reduceret downstream udnyttelse

- Spilder downstream kapacitet
 - 1805kbit/s => 1687 kbit/s
 - Reduction på kun 6.5%



Specialets bidrag

- Detaljeret undersøgelse: TCP over ADSL
- Kortlagt encapsulerings metoder og overhead
- Håndtering af varierende overhead
- Analyse og praktisk evaluering af komponenter
- Evaluering af samlet løsning i praksis
- Softwarepakke: www.ADSL-optimizer.dk

Token bucket teori

- Token bucket teori
 - Spécialet antager man kender denne teori

