
ONLINE GRUPPEARBEJDE

————(P1 - RAPPORT UDARBEJDET AF: GRUPPE B204)————

En rapport om prioritering af netværkstrafik

Aalborg Universitet

Datateknik, 1. Semester

December 2004

Titel: Online Gruppearbejde

Tema: Virkelighed og modeller

Projektperiode: P1, efterårssemestret 2004

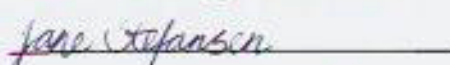
Projektgruppe: B 204

Deltagere:

Christian Sanderhoff



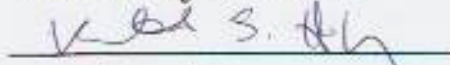
Jane Thorhauge Stefansen



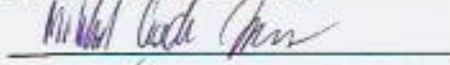
Janne Dahl Rasmussen



Kenneth Sejersbøl Holm



Mikkel Gade Jensen



Stiven Larsen



Vejledere:

Hans Jørgen Andersen

Jette E. Holgaard

Synopsis:

Denne rapport omhandler overordnet prioritering af forskellige former for trafik på Internettet. Indgangsvinklen er online gruppearbejde, og altså prioriteringen af de applikationer der bruges til dette.

Vi har undersøgt om studerende i dag har behov for at kunne være mere i kontakt med gruppen når der arbejdes hjemmefra end det er muligt i dag. Ligeledes har vi undersøgt hvilke muligheder der er for at realisere ideen.

For at undersøge hvilke praktiske muligheder der er for at prioritere mellem de applikationer online gruppearbejde kræver samtidig, har vi lavet en forsøgs-opstilling som skal simulere Internettet.

Forsøget har vist at der er behov for prioritering hvis realtidsapplikationer skal kunne afvikles problemfrit. Dette kan gøres på portnummer, men det er ikke en brugbar løsning. ToS og MPLS ville være en bedre løsning.

Oplagstal: 14

Sideantal: 64

Bilagsantal og -art: 1 bilag og 2 appendiks

Afsluttet den 20/12 2004

1 Forord

Denne P1-rapport er udarbejdet på Aalborg Universitet, Basisuddannelsen, af gruppe B204 i efteråret 2004. Den henvender sig til studerende på basisuddannelsen i datateknik som har afsluttet 1. semester.

Det overordnede tema er ”Virkelighed og modeller” med underemnet ”kommunikationsnetværk”. Vores indgangsvinkel er ”Online Grupperarbejde”.

Kilder angives på følgende måde: [x, s.y-z] hvor 'x' repræsenterer de nummerede kilder i litteraturlisten, og y-z angiver hvilke sider i kilden, der er brugt det pågældende sted. Når websider er brugt som kilder, angives de kun som [x], den dato, der står i litteraturlisten uden forklaring, er den dato, vi sidst besøgte siden, hvorimod den anden dato, f.eks. (sidst redigeret: 25/10-2004) er den dato siden sidst blev redigeret. Kildehenvisninger er placeret sidst i det afsnit hvor kilden bliver brugt. Kilder til figurer er angivet i figurteksten.

Vi har i rapporten henvist til appendiks A og B. Her har vi anbragt spørgeskemaet samt resultater og diagrammer fra dette. I hovedteksten har vi kun anvendt de væsentligste resultater og diagrammer.

Fagudtryk bliver første gang angivet på følgende måde: Fagudtryk (forkortelse). Herefter vil forkortelsen blive benyttet.

Rapporten er delt i tre; en analytisk, en teoretisk og en praktisk del.

Indhold

1	Forord	5
2	Indledning	9
3	Problemanalyse	11
3.1	Ikke Verbal Kommunikation	12
3.1.1	Når vi udelader tale	12
3.1.2	Når vi udelader video	12
3.1.3	Nødvendigheden af ikke verbal kommunikation	13
3.2	Aktøranalyse	13
3.3	Markedsanalyse	16
3.3.1	Hypoteser	17
3.3.2	Valg af metode	17
3.3.3	Resultater	18
3.3.4	Diskussion	19
3.4	Applikationer	21
3.4.1	Tekst-kommunikation	21
3.4.2	Audiokommunikation	22
3.4.3	Visuel Kommunikation	23
3.4.4	Fildeling	24
3.5	Quality of Service	25
3.6	Problemformulering	26
4	Netværksteori i datakommunikation	27
4.1	Metoder til at forbedre QoS	27
4.1.1	Buffer	27

4.1.2	Leaky bucket	28
4.1.3	Token bucket	29
4.1.4	Class of Service	30
4.1.5	Resource Reservation	31
4.2	Protokoller og referencemodeller	31
4.2.1	Protokoller	32
4.2.2	Standardisering af datakommunikation	32
4.2.3	OSI modellen	33
4.2.4	TCP/IP modellen	33
4.3	IP	36
4.3.1	IP headeren	36
4.3.2	Type of Service	37
4.3.3	IPv6	38
4.4	Multi-Protocol Label Switching	39
4.4.1	MPLS-routning	41
5	Forsøg	44
5.1	Formålet med forsøget	45
5.2	Forsøgsopstilling	45
5.3	Fremgangsmåde	46
5.4	Resultater	50
5.5	Sammenfatning	50
6	Konklusion	52
7	Perspektivering	53
8	Appendiks A	54

9	Appendiks B	56
10	Bilag 1: The Wonder Shaper	60

2 Indledning

Vi lever i et digitaliseret samfund, hvor flere og flere forbrugere er opkoblet til Internettet med bredbånd, eller anden forbindelse, med stadig større hastighed. Derfor er det en naturlig udvikling at mere og mere data bliver sendt over denne forbindelse. Det kan være almindelige filoverførsler eller realtids-trafik som f.eks. video eller lyd. Det er ikke muligt at opnå en ubegrænset båndbredde, og de hurtigste forbindelser er dyre. Derfor er det nødvendigt at vælge hvilke datastrømme der er vigtigst på et givet tidspunkt og prioritere dem højest.

På Aalborg Universitet arbejder man i projektorienteret gruppearbejde, hvor hver gruppe har deres eget grupperum til rådighed. Det er som regel her det meste arbejde foregår, da det er mest hensigtsmæssigt. Her har man har muligheder for at holde gruppemøder og arbejde sammen, men det kan også have sine ulemper. Egne erfaringer har vist, at det kan være svært at samle hele gruppen hver dag. Dette kan skyldes sygdom eller andre uforudsete hindringer. På baggrund af denne situation var det oplagt at undersøge mulighederne for at lave gruppearbejde hjemmefra og holde gruppemøder online.

Med online gruppearbejde forstår man i dette projekt, en gruppe af studerende på 4-8 medlemmer. Gruppearbejdet skal udføres online, således at alle, eller de enkelte, som er fraværende, kan sidde hjemme. I dette projekt er udgangspunktet hvert gruppemedlem har en bredbåndsforbindelse. For at gruppearbejdet skal fungere optimalt skal der bruges realtids-applikationer som video eller audio, samt fildeling og evt. tekst/chat. Der er derfor tale om flere applikationer, som skal kunne fungere optimalt over én begrænset bredbåndsforbindelse. Dette kaldes netværkskonvergens.

Ved netværkskonvergens kan der opstå problemer i forbindelse med brugen af realtids-applikationer, da disse kræver at forbindelsen er stabil og har en stor båndbredde. Hvis man bruger sin Internetforbindelse til video, samtidig med at man f.eks. foretager en filoverførsel, opstår der et problem. Dette kan løses ved en hurtigere forbindelse, eller ved at prioritere trafikken.

Der findes forskellige tekniske muligheder for at prioritere trafikken i datanetværk. Disse muligheder vil vi undersøge senere, da det er en vigtig del af vores projekt. Prioriteringen giver mulighed for live streaming¹samtidig med udveksling af dokumenter over Internettet uden at kvaliteten bliver forringet.

Mulighederne for online gruppearbejde ligger i Internetforbindelsens kapacitet,

¹F.eks. at se video direkte fra Internettet

stabilitet, samt evt. benyttede applikationer. Dog skal der tages højde for, at behov og muligheder hænger sammen. Uden et behov er der ingen grund til at finde mulighederne for dette, da markedet derfor ikke har brug for det.

Derfor lyder det initierende problem som følger: ”Er der behov og mulighed for gruppearbejde via Internettet?”

3 Problemanalyse

I projektforslaget til P1 er det gennemgående emne netværkskommunikation, herunder netværkskonvergens, og det leder videre til prioritering af forskellige former for trafik. Vi har valgt en indgangsvinkel til emnet, som vi nemt kan relatere til, nemlig hvordan projektarbejdet kan foregå over Internettet.

Vi vil i problemanalysen undersøge hvilke behov der skal dækkes mht. kommunikationsformer, hvis gruppemøder skal foregå online. Dette vil vi gøre ved først at undersøge hvad der er nødvendigt når vi kommunikerer, herunder f.eks. skrift over for tale eller video. Derefter vil der blive undersøgt hvilke muligheder vi har for at dække de forskellige behov. Vi forsøger i det første afsnit af problemanalysen at belyse, hvilke problemstillinger der opstår ved at vælge en bestemt form for kommunikation frem for en anden, eller ved at bruge flere. Herefter kommer en aktøranalyse, for at undersøge hvilke behov der ellers er i forbindelse med online gruppearbejde og hvem der har indflydelse på udviklingen.

For at finde ud af hvad de studerende mener der er behov for ved gruppearbejde, har vi valgt at foretage en spørgeskemaundersøgelse. Spørgeskemaet er blevet publiceret således, at alle studerende på den Teknisk-naturvidenskabelige basisuddannelse kan afgive en anonym besvarelse. Besvarelsene fra spørgeskemaundersøgelsen skal efterfølgende analyseres, vurderes og diskuteres. Ved at bruge resultaterne fra spørgeskemaet og samtidig analysen af de forskellige kommunikationsformer, vil det være muligt at diskutere prioriteringen blandt de forskellige kommunikationsmuligheder man har på Internettet.

Vi vil undersøge hvilke applikationer der kan benyttes til online gruppearbejde og vigtigheden af dem. Delvist gennem besvarelsene af spørgeskemaet, men også ved en gennemgang af de allerede tilgængelige applikationer og programmer. Ud fra denne betragtning vil der blive analyseret tekniske aspekter, der gør det muligt at etablere og eksekvere online gruppearbejde. Nøgleordet gennem dette projekt er prioritering, både i behovsmæssig og teknisk forstand. Ved behovsmæssig forstand forstås de studerendes prioritering af kommunikationsformer i forhold til hinanden.

3.1 Ikke Verbal Kommunikation

Vi bruger hele vores krop når vi kommunikerer og det er ikke kun ordene der har betydning. Dette afsnit handler om den del af kommunikation, der ikke foregår med ord. Det har sin plads i vores projekt, fordi gruppearbejde foregår via kommunikation, og det er kun muligt at lade gruppearbejde forgå via Internettet hvis man helt eller til dels kan undvære den ikke verbale del. Selv med et webcam kan man ikke se alt, f.eks. hurtige bevægelser og detaljer i ansigtsudtryk.

Vi vil se på følgende sider af den ikke verbale kommunikation:

- Når vi udelader tale
- Når vi udelader video

3.1.1 Når vi udelader tale

Udover de bevægelser vi laver i forbindelse med kommunikation, er der også en ikke verbal side af almindelig tale. Tone, pause og timing, hurtig eller langsom tale osv. Disse ting er ikke en del af sproget, men bliver brugt for at skabe mening i budskabet. Vi bruger pauser for at indikere grammatik, så vi får den rigtige mening ud af sætningerne, ligesom vi lægger trykket forskellige steder af samme grund. Vi hæver eller sænker stemmen efter vores humør osv.

3.1.2 Når vi udelader video

Når vi taler bruger vi også kropssprog. F.eks. bruger mange hænderne til at understrege, eller forklare med. Oftest sker det, når den talende løber tør for ord eller når han/hun forsøger at forklare størrelse eller form på den ting, vedkommende forsøger at beskrive. På samme måde indgår øjen- og hovedbevægelser når vi lytter. Vi holder gerne øjenkontakt til den vi taler med, specielt hvis samtalen er intim, ligesom vi kigger på den, der taler for at vise vores interesse. Ligeledes ryster vi på hovedet eller nikker, for at tilkendegive vores egen holdning, eller for at vise, om pointen er forstået eller ej.

3.1.3 Nødvendigheden af ikke verbal kommunikation

Både de bevægelser vi laver i forbindelse med kommunikation, og den ikke verbale side af tale vi bruger, har betydning for hvilken mening det vi siger, får. Vi bruger komma og punktum når vi skriver i stedet for pauser, så her bliver der ingen mangler hvis vi skriver i stedet for at tale.

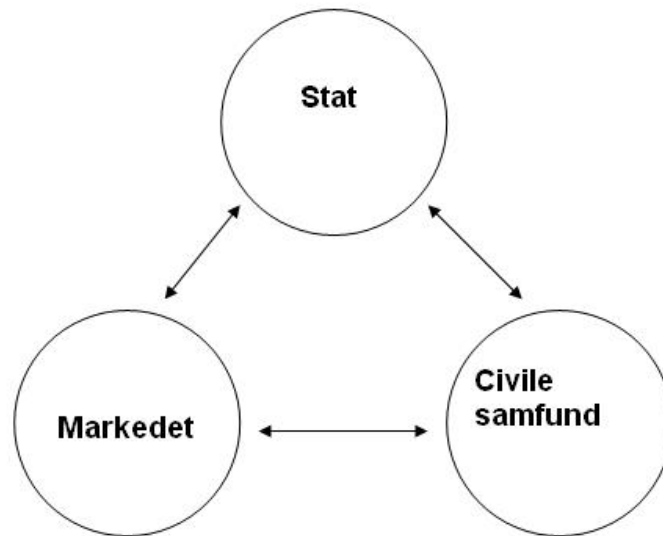
Hvis online gruppearbejde skal kunne fungere, i hvert fald som supplement til fysiske møder, er det vigtigt også at have resten med så vidt muligt. Hvis man ikke kan se hinanden, ved man ikke om det, man siger, bliver hørt og forstået, eller hvis man bare skriver sammen, er der mange af de nuancer, som er beskrevet ovenfor man ikke får med. Derfor kan gruppemøder over Internettet kun til dels erstatte fysiske møder. Vi mister en del af det at være en gruppe ved ikke at mødes, vi bliver fremmedgjorte overfor hinanden, og samarbejde handler jo ikke kun om arbejde, men også om sammenhold og indbyrdes forståelse.[14, s. 243–269]

3.2 Aktøranalyse

For at kunne undersøge om der er behov og muligheder for gruppearbejde via Internettet, kan en SMC-model være et nyttigt redskab. SMC betegner de 3 samfundsorganer: Staten, Markedet og det Civile samfund. Modellen, som ses på figur 1 side 14, viser hvordan de 3 dele af samfundet interagerer med hinanden omkring et givent produkt eller teknologi. I dette tilfælde drejer det sig om online gruppearbejde. For at kommunikere via Internettet kræves der kommunikationsprogrammer, som i korte træk kan defineres som:

”Et program, der etablerer forbindelse mellem computere og sætter disse i stand til at udveksle data. Under denne proces udføres en lang række forskellige funktioner som fx opkald på telefonlinier, udførelse af logon-procedurer, kodning og afkodning af data, afsendelse/modtagelse af filer m.m. i henhold til den valgte kommunikationsprotokol, fejlkorrigerende, mv.”[6]

Pilene på figur 1 side 14 viser, hvordan samfundsorganerne påvirker hinanden. Som det fremgår påvirker alle hinanden. Det kan begrundes med deres styringsmidler: Staten kan påvirke markedet med politisk magt. Markedet kan påvirke det civile samfund med økonomisk magt, ligeledes kan markedet påvirke staten med dets handlefrihed, og det civile samfund kan påvirke staten med dets mening om samfundet. Hvis en borger ikke er tilfreds med samfundets opbygning, kan den enkelte borger rette henvendelse hver onsdag til folketinget, som repræsenterer vælgernes interesse. Her tager de sig af de



Figur 1: SMC-model: Cirkler viser aktørene og pilene viser hvordan de interagerer med hinanden.

spørgsmål borgerne har indsendt, vedrørende det civile samfunds problemer, og vil på bedst mulig måde prøve at opfylde ønskerne.[16, s. 76–79][1]

Vi har på baggrund af SMC-modellen, figur 1 side 14, fundet frem til interessenter, som er de aktører, der er interesseret i forslaget om online gruppearbejde, se figur 2 side 15.

Af interessenter indenfor staten (S) er der, IT- og telestyrelsen, undervisningsministeriet og forskellige interesseorganisationer.

Af interessenter indenfor markedet (M) er der ejerne af infrastrukturen hvad angår netværket og service-udbydere på netværket. Da udgangspunktet ligger hos de studerende, og studerende efterspørger freeware (gratis programmer), vil infrastrukturen af freeware programmer blive tilknyttet markedet. I bunden af skemaet har vi det civile samfund (C), hvor de studerende er interessenter.

Alle interessenter kan på en eller anden måde blive påvirket, eller påvirke projektet, og kan have forskellige interesser i projektet og kan derfor bidrage med en aktivitet.

Hvad angår staten, kan den bidrage med erfaring fra tidligere teknologier og projekter. Herunder er det kriterier som godkendelse og udviklingsmidler af

	Interessent (I)	Hvad kan (I) bidrage med til vores projekt	Hvordan vil (I) påvirke vores projekt	Hvilke interesser har (I) i vores projekt	Hvordan kan (I) blive påvirket	Vores aktivitet i forhold til (I)
S	It- og telestyrelsen Interesseorganisationer Undervisningsministeriet	Knowledge (Knowhow) Standarder Godkendelse Udviklingsmidler	Regulering indenfor undervisningsministeriet	Fleksibelt studiemiljø	Økonomi Høj færdiggørelse af uddannelser	
M	Udbydere Ejerne af infrastrukturen (netværket) Serviceudbydere Freeware	Service (QoS) Konkurrence-modstand Push-Pull	1 fysisk line Optimering Øget konkurrenceevne	Simpel løsning Bedre Service	Mere båndbredde til forbrugerne Arbejdsløshed ?	Sekundære kilder
C	Private (studerende)	Interesse Kritik	Behov Efterspørgsel	Overskueligt Samlet løsning	Mindre socialt samvær Økonomi Hurtigere	Spørgeskema

Figur 2: Interessent-skema:(6) Interessenter, læses lodret og (3) samfund-saktører, læses vandret.

en teknologi. Her spiller undervisningsministeriet en væsentlig rolle. Undervisningsministeriet har løbende fastsat nogle rammer indenfor undervisningen, og gruppearbejde hjemmefra via kommunikationsnet kan være et af de områder de afviser. Skal idéen træde i kraft, skal undervisningsministeriet sige god for idéen og evt. sætte nogle nye rammer for de studerende.

Markedet kan, i form af optimering af linierne, yde en bedre service. I stedet for at fokusere på flere linier som kunne være telefonlinie, kabel til radio/TV m.m. kan de holde fokus på én fysisk linie. Det er her konvergensen kommer ind. For at de studerende kan arbejde optimalt hjemmefra, har personerne brug for flere applikationer. Det kan muligvis være software som Microsofts messenger eller IP-telefoni. Samtidig kan man sammenkoble applikationerne - herunder har man muligheden for at koble videokonference og IP-telefoni sammen, hvilket kunne være et godt alternativ til fysiske gruppemøder. For at kunne benytte sig af applikationerne, kræves der nogle producenter som udbyder dem, dvs. der opstår konkurrencemodstand blandt producenterne af software.

Hvis det civile samfund (C) efterspørger freeware ud fra behov, er det markedets funktion at producere det. Dog kan man ikke antage, at en lille gruppe

studerendes efterspørgsel af en given freeware vil have en effekt på markedet. Måden det civile samfund kan påvirke markedet på i form af en efterspørgsel, er kritik og interesse for produktet, og på den måde hænger markedet og det civile samfund sammen.

Som det fremgår af markedsanalysen erfarer mange af de studerende, at de bedre kan koncentrere sig derhjemme og kan dermed være mere aktive. Det kan komme staten til gode, og derfor vil de have en interesse i at få opbygget et mere fleksibelt studiemiljø. Et mere fleksibelt studiemiljø kan være en medvirkende faktor til, at de studerende bedre kan uddanne sig. På den måde skal staten ikke betale mere til de studerende end højst nødvendigt og ressourcetilbruget minimeres. Det vil samtidig resultere i, at de studerende heller ikke skal bruge så meget tid på uddannelse, så det kommer begge parter til gode.

Hvis gruppearbejde udelukkende foregår hjemmefra, vil det give nogle konsekvenser for underviserne, og hvad der ellers er tilknyttet undervisningssektoren. De studerende vil ikke længere have brug for vejledere, lærere, etc. Det kunne i den sidste ende medføre arbejdsløshed og ydermere, vil der opstå konkurrencemodstand blandt lærerne.

For at gruppearbejde via et kommunikationsnet kan blive en reel mulighed, kan staten bidrage med sekundære kilder til emnet som artikler, litteraturlisterne i tidsskriftartikler, videnskabelige lærebøger eller andre kvalificerede fagbøger. På den måde vides der, hvad de studerende førhen har efterspurgt i form af gruppearbejde, og der vides derfor hvilken retning der skal peges i. Det civile samfund kan udfylde et spørgeskema der vil tages udgangspunkt i, og der ud af kan der dannes et indtryk af, om der er behov for online gruppearbejde.

3.3 Markedsanalyse

For at dokumentere om der er et behov for online gruppearbejde, vil vi foretage en at foretage en undersøgelse af de studerendes internetvaner, med henblik på gruppearbejde. Undersøgelsen skal bl.a. indeholde arbejdsmiljøet på universitet, nuværende brug af Internet, brugerens prioritering af forskellige kommunikationsformer til brug i gruppearbejde og selvfølgelig behovet for online gruppearbejde. Inden undersøgelsen blev struktureret og iværksat, fremsatte vi en række hypoteser omkring det endelige resultat, nemlig omkring behovet og prioriteringen af applikationer. Ligeledes skulle der besluttes på hvilken målgruppe undersøgelsen skulle foretages, og hvilken

metode der ville give det bedste udbytte.

3.3.1 Hypoteser

Indholdet af undersøgelsen skulle først og fremmest være behovet for online gruppearbejde og prioritering af forskellige former for kommunikation. Begrundelsen for nedenstående hypoteser bunder i gruppens egne besvarelser af skemaet, og som sagt i afsnittet om ikke verbal kommunikation er det vigtigt at få andre udtryk med end blot ord. Forventningerne til resultaterne var som følger:

1. Arbejdsmiljøet på universitet er godt, men det er nemmere at arbejde koncentreret hjemme ved sig selv.
2. Størstedelen har kontakt med deres gruppe hjemmefra.
3. Online gruppemøder ville ikke kunne erstatte fysiske gruppemøder.
4. Størstedelen vil se potentialet i online gruppearbejde som et godt supplement.
5. Størstedelen vil være positivt stemt overfor idéen.
6. Tekst og live tale vil blive prioriteret højere end tavle, filoverførsler og live video.

3.3.2 Valg af metode

Da der ikke var tvivl om, at undersøgelsen skulle foretages blandt universitetsstuderende, var det første valg mellem en primær og en sekundær datakilde. Dette var dog hurtigt afgjort, da der tilsyneladende ikke tidligere var foretaget en lignende undersøgelse, som var brugbar til formålet. En sådan undersøgelse ville sandsynligvis også være forældet, da udviklingen på området går meget hurtigt. Valget faldt derfor på en primær datakilde.

I den sammenhæng ville det være mindre hensigtsmæssigt at interviewe de studerende, da det ville være meget tidskrævende at indsamle resultater fra et bredt udvalg af forskellige linier. Resultatet ville også være afhængig af de enkelte adspurgte, og ikke vise et repræsentativt billede af de studerende som gruppe. Valget faldt derfor på en spørgeskemaundersøgelse som skulle

foretages på Den Teknisk-Naturvidenskabelige Basisuddannelse på Aalborg Universitet.

Spørgeskemaet skulle være overskueligt og med få og præcise spørgsmål, så ulejligheden ved at besvare det ville blive minimeret. På den måde ville der være gode muligheder for at få en høj deltagelse i undersøgelsen. For yderligere at gøre skemaet nemt at gå til, og for at lette arbejdet med resultatindsamlingen, skulle deltagerne besvare skemaet online. Der vil ikke blive gået nærmere i detaljer med den tekniske opsætning, men der blev benyttet en formular, som sendte besvarelsene til en MySQL database.

Selve skemaet består af 8 spørgsmål, som omhandler internetvaner, arbejdsvaner, holdningen til online gruppearbejde og prioritering af applikationer. Derudover havde deltagerne også mulighed for at skrive en kommentar til nogle af spørgsmålene for at begrunde deres valg. På den måde kan man få en større indsigt i, hvilke tanker deltagerne har gjort sig, da de svarede på spørgsmålene. Den endelige udformning af skemaet kan ses i appendiks A.[19, s. 73–83]

3.3.3 Resultater

Der var 247 der deltog i undersøgelsen ud af de 741 studerende på den Teknisk-Naturvidenskabelige Basisuddannelse. Der kom svar fra samtlige faggrupper, hvorved undersøgelsen giver et repræsentativt billede af teknisk-naturvidenskabelige studerende. Resultaterne vil blive sammenholdt med de opstillede hypoteser.

Det ses ud fra resultaterne i appendiks B, at knap 90 % har Internet derhjemme, og at det bliver brugt på mange måder. E-mail indtager førstepladsen, skarpt forfulgt af studierelateret arbejde på 89 %. Så der tegner sig allerede et klart billede af, at Internet er et værktøj i studiet.

Hypotese 1 og 2. Det ses at hovedparten (64 %) arbejder bedst hjemmefra og at man holder kontakt til sin studiegruppe, når man arbejder hjemme. Mange af begrundelserne for dette er at man har ro til at koncentrere sig om opgaven, når man sidder for sig selv, og det kan være svært at koncentrere sig, når man sidder sammen med 5-6 mennesker i et lille rum.

Hypotese 3 og 4. Omvendt kan man også støtte hinanden i at bevare koncentrationen. Det kommer helt an på den enkelte gruppe. Koncentration er også et argument for at arbejde bedst i grupperummet, men de bygger også på kommunikationen i gruppen. F.eks. er der altid nogen man kan spørge,

hvis der opstår problemer, og det er bedre at diskutere når man er samlet. Det er lige netop her kernen i problemet ligger. 90 % mener ikke, at man kan erstatte fysiske gruppemøder med online gruppemøder, men 81 % mener at det ville være et godt supplement.

På arkitektur og design er man mest skeptisk overfor idéen. Begrundelsen vurderes til at være, at den faggruppe arbejder meget med tegning og modellering af bl.a. skulpturer. Derfor er det mest hensigtsmæssigt at gruppen arbejder på samme sted, så alle kan deltage i arbejdet i stedet for at kun en person skulle tegne en tegning online.

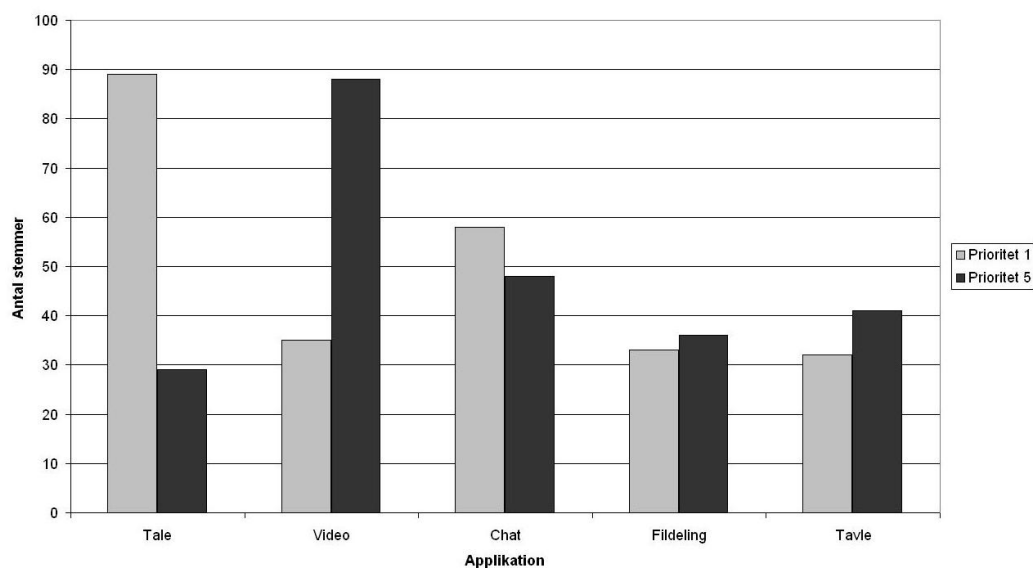
Hypotese 5. Selvom 81 % mener, at det kunne være et godt supplement, så er der samlet set kun 57 % som er positivt stemt overfor idéen. Dette kan skyldes, at det er en ny måde at arbejde på, og mange har måske ikke viden eller ressourcer til at praktisere idéen.

Hypotese 6. Det sidste spørgsmål, som omhandler prioritering af applikationer, er afgørende for hvad den tekniske del af projektet skal dække over. Her må vi lytte til de potentielle brugere, og til hvor vigtige de forskellige applikationer er for dem. Tale er førsteprioritet hos 36 %, 23 % har valgt chat og resten er jævnt fordelt over fildeling, tavle og video. Femte-prioriteten toppes af video med 36 %, hvor de sidste fire ligger mere tæt. Resultaterne for prioritet 1 og 5 kan ses i diagrammet på figur 3 side 20 og figur 4 side 20. Der er også lavet diagrammer over alle prioriteterne som kan ses i appendiks B.

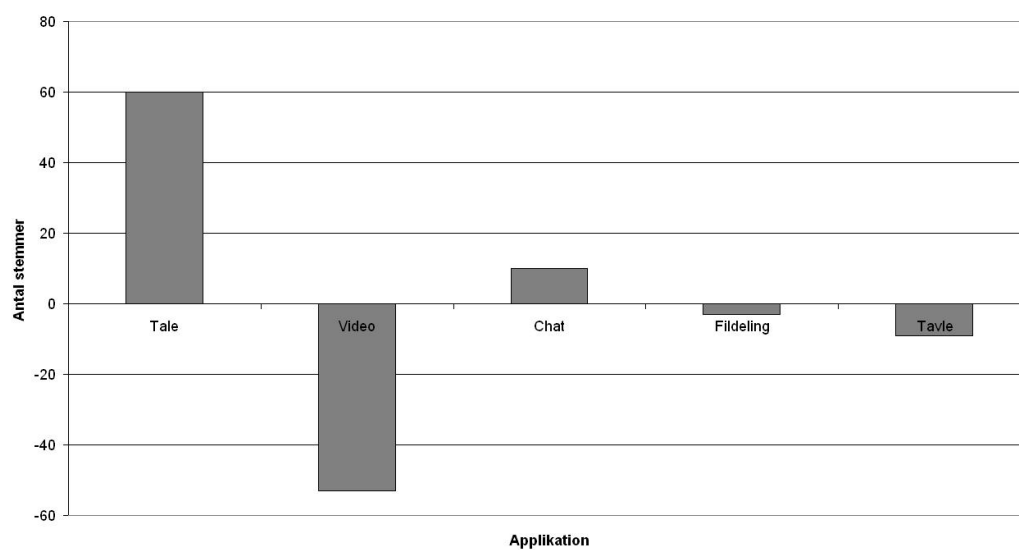
Prioritet 1 og 5 er blevet omsat til diagrammer, for det er her man må forvente, at de adspurgte har den klareste holdning, hvorimod de mellem-liggende prioriteter ikke har så stor betydning. Det kan dog være svært at konkludere noget ud fra to prioriteter, men der er en klar tendens som viser, at tale er en vigtig kommunikationsform og at video bliver nedprioriteret. Dette bliver også underbygget af gennemsnittet, som viser det samme. Gennemsnittet viser også, at alle fem kommunikationsformer kan bruges i online gruppearbejde (se appendiks B).

3.3.4 Diskussion

Det har vist sig, at de opstillede hypoteser og undersøgelsens resultater faktisk stemmer overens med hinanden. Der, hvor resultaterne alligevel overrasker, er spørgsmålet om, hvorvidt online gruppemøder kan erstatte de fysiske. Her er der faktisk 10 % som tror på, at det bliver fremtiden, selvom



Figur 3: Prioritet 1 og 5 i alt



Figur 4: Difference mellem prioritet 1 og 5. Positiv retning repræsenterer en overvægt af prioritet 1

idéen hele tiden kun har været tænkt som et supplement.

Selvom flertallet er positive overfor idéen, så er det alligevel ikke så mange som forventet, men det kan da konkluderes at der, ifølge de teknisk-naturvidenskabelige studerende, er et marked for online gruppearbejde. På baggrund

af deres prioriteringer kan det konstateres, at den vigtigste form for live kommunikation er tale, og video er nedprioriteret. Derfor vil det følgende afsnit primært omhandle applikationer der kan benyttes til tekst, audio og fildeling. Video behandles kun kort da det har meget lav prioritet hos de studerende.

3.4 Applikationer

Når det drejer sig om muligheder indenfor verbal, samt visuel kommunikation via Internettet, vil vi se på nogle de applikationer som giver mulighed for dette. Applikationerne kan opdeles i flere undergrupper, da der findes mange forskellige, som muliggør kommunikation via Internettet. Det er opdelt på nedenstående måde, da det giver et bedre overblik. Samtlige applikationer er gratis og kan køre i både Linux og Windows systemer.

- Tekst-kommunikation
 - Chat
- Audio-kommunikation
- Visuel-kommunikation
 - Grafik og billeder
 - Video uden audio
- Audio/video-Kommunikation
 - Video med audio
- Fildeling

3.4.1 Tekst-kommunikation

At kommunikere vha. tekst over et givent netværk er en af de ældste former for menneskelig kommunikation, som findes i datamiljøet. Dette er antageligvis en af grundene til, at der findes mange applikationer til at udøve denne form for kommunikation. Vi har udvalgt nogle af de mest kendte programmer, og kort kommenteret mulighederne for kommunikation i det enkelte program.

- Internet Relay Chat (IRC)
- "I seek you" (ICQ)
- MSN Messenger (MSN)

IRC er et netværk af brugere, som kommunikerer via server/klient opsætning. I dette netværk er der flere sub-netværk, og i hvert sub-netværk er der en eller flere servere, som kommunikerer med hinanden. På denne måde er netværket blevet udvidet gennem tiden til at blive det største CHAT-netværk på Internettet i dag. IRC har gode muligheder for kommunikation i en gruppe, da man kan oprette en kanal, hvor man har fuld kontrol over, hvem der har tilladelse til at chatte der. På den måde har man hurtigt et diskussionsforum. Dog er det svært at finde en bestemt bruger, hvis man ikke ved om vedkommende er online, og hvor denne person kan findes.[5]

ICQ har eksisteret siden november 1996, og har brugere fra hele verden. ICQ fungerer ved, at man opretter en profil med sit navn og får et unikt nummer tildelt, hvorved brugere kan finde hinanden. Et af de steder hvor ICQ adskiller sig fra bl.a. IRC, er de ekstra funktioner. ICQ har f.eks. ICQPhone, som er IP-telefoni. Derudover er der også muligheder for at sende SMS, samt meget mere. Der er også muligheder for at bruge video, såfremt man har et webcam.[4]

MSN er Microsoft's netværk til tekstbaseret kommunikation. Dette er, som IRC, et netværk, som opererer server/klient. Der findes diverse klient-software, men den mest udbredte er MSN. Netværket fungerer stort set som ICQ, dog er det her mail man bliver genkendt på, og ikke et nummer som ved ICQ. På MSN kan man sende en mail til brugeren, hvis personen er offline. Derved er man sikker på, at informationen altid når frem. Samtidig er det et simpelt og overskueligt program, som også har små spil, mulighed for webcam, mikrofon, gruppesamtaler og fildeling. Derfor er dette et muligt program til brug i online gruppearbejde.[7]

3.4.2 Audiokommunikation

Der er flere forskellige måder at lave audiokommunikation på. De førnævnte MSN og ICQ, giver mulighed for at tilslutte mikrofon og derved tale med hinanden, men vi har udvalgt følgende applikationer til audiokommunikation over Internettet: Ventrilo og Skype.

Ventrilo fungerer ligesom MSN som server/klient-løsning. I starten var Ventrilo gratis mht. server og klient software. Dog er der med tiden blevet sat licens på server versionen, hvis man vil bruge andre porte end standard, som er port 3784. Typisk vil man bruge en anden port, da de fleste bruger mere end en server per maskine, og der vil herved blive brug for yderligere porte. Ventrilo er et meget brugervenligt system, hvor der er god mulighed for at flere personer på samme server kan diskutere i et lukket rum. Der er altså mulighed for adgangsbegrænsning i de forskellige rum. En ekstra smart funktion i dette program er indbygget "tekst to-speech". Denne funktion gør at programmet kan omdanne tekst til audio. Dette giver en god mulighed for tekst/audio-kommunikation.[13]

Skype er et gratis program, der gør det muligt at ringe gratis via Internettet ved hjælp af Peer-to-Peer². Skype stiller to krav til brugeren: Brugeren skal have installeret programmet, og skal opfylde nogle hardwarekrav for at kunne køre Skype optimalt. Hardwarekravene er som følger: Man ringer op til den person, man ønsker at komme i kontakt med ved at trykke på et navn i programmet. Dernæst ringer telefonen i den anden ende, og så snart vedkommende svarer, kan personerne snakke online sammen, ofte i bedre kvalitet end almindelig telefoni ifølge Skypes hjemmeside. [2]

Skype stiller et Software Development Kit (SDK) til rådighed, hvilket indeholder dokumentation og færdige koder. Ydermere benytter Skype sig af Application Programming Interface (API) som er gratis at bruge og defineres som funktioner, der benyttes til at udføre forskellige operationer, således at hvert enkelt program ikke skal indeholde egne funktioner, men derimod henter dem ved hjælp af én fælles API. Til ikke-kommercielle formål kan API'en frit benyttes. Hvis man ønsker at benytte API'en i kommercielle programmer, skal man lave en aftale med Skype.[10][6]

3.4.3 Visuel Kommunikation

Denne kommunikation foregår typisk vha. et webcam, hvor en bruger streamer til en eller flere brugere. Dette kræver en stor upstream forbindelse hos den streamende bruger, hvor de andre brugere kun skal nøjes med en downstream tilsvarende den mængde data, de modtager. Når vi har med denne kommunikationsform at gøre, kan det også være stillbilleder, eller f.eks. en online tavle.

Det store potentiale i visuel kommunikation ligger i mulighederne for ikke ver-

²Et netværk som ikke bruger klient/server men de tilkoblede brugere

bal kommunikation. Derudover er det en fordel at kunne vise sine medstuderende billeder af modeller, som beskriver en given teknik, som et eksempel. Det er ved denne kommunikationsform Internettet viser sit store potentiale i gruppearbejdet. Det er denne, som mest af alt, giver den studerende følelsen af gruppearbejde.

3.4.4 Fildeling

Fildeling anvendes i dag til mange forskellige typer opgaver. Egentlig handler det om at kunne sende, kopiere, redigere og anvende data i form af filer. Herved kan et antal brugere udveksle og/eller dele datafiler over et netværk. For at få fildeling til at fungere skal nogle fundamentale krav være opfyldt. Det vigtigste er, at netværket er operativt og at der er mindst to brugere på netværket: Ellers giver det ikke mening at dele filer over et netværk. Derudover indgår der nogle vigtige komponenter, som filtransmission over netværk og tilhørende protokoller.

I starten af Internettets udbredelse i 1970'erne og op til starten af 90'erne, var der oprindeligt fire tilgængelige hovedområder: Elektronisk post, nyhedsgrupper, personlig remote login og filtransmission. Filtransmission har således ældre rødder end det kendte World Wide Web (WWW). Allerede i tidlige datanetværk har der været behov for denne måde at udveksle data på. Det interessante er, at der stadig er behov for filtransmission. Brugeren af dataudstyr (f.eks. en pc), vil opleve, at filtransmission er inddraget i sin webbrowser når brugeren surfer på Internettet. Typisk er disse applikationer udviklet til anvendelse med en nem grafisk brugerflade, så der ikke lægges mærke at disse operationer udføres.

I fildelingsapplikationen er en vigtig komponent File Transfer Protocol (FTP). Den fortolker data mellem datamaskinerne på netværket, så de forstår hinandens datakoder.

Det er med tiden blevet attraktivt, at flere brugere, samtidigt, kan redigere i den samme datafil (først og fremmest tekstdokumenter). Specielt når der helt konkret er tale om f.eks. gruppearbejde. Ved direkte redigering i et tekstdokument kan overblikket af redigerede udgaver af samme tekst bibeholdes. Så er der basis for, at alle involverede brugere bedre forstår, hvad der sker i processen. Derudover vil det være muligt, at skabe en god administrativ orden blandt datafilerne. Men for at komme så langt at flere brugere kan redigere direkte online i samme dokument, skal fildeling være tilstede.[20, s. 57]

3.5 Quality of Service

”Quality of Service (QoS); teknologi, der gør det muligt at tilbyde flere service- og kvalitetsniveauer til forskellige former for data, fx taleoverførsel. Måles bl.a. i antal tabte bit eller antal tabte pakker.”[6]

Hvis man vil bruge flere krævende applikationer over den samme Internetforbindelse kan det løses ved at forøge båndbredden tilstrækkeligt, men det er urealistisk både økonomisk og teknisk at arbejde med ubegrænset båndbredde. Der er brug for teknologier, der kan sikre en optimal udnyttelse af den eksisterende båndbredde. Hvis flere applikationer skal køre over det samme netværk, er det nødvendigt at kunne prioritere trafikken.

Det er her QoS kommer ind i billedet. Indenfor QoS er der mulighed for at tildele de forskellige applikationer en vis båndbredde, f.eks. vil real-tids applikationer kunne prioriteres højere end almindelige filoverførsler. Dette er vigtigt, da der ved f.eks. IP-telefoni vil opstå store problemer hvis der ikke er båndbredde nok til rådighed. Det vil være til stor gene for brugeren hvis der er forsinkelse på talen. Derimod er der andre applikationer, der godt kan tåle nogen forsinkelse. Se figur 5 side 25.

Application	Reliability	Delay	Jitter	Bandwidth
E-mail	High	Low	Low	Low
File transfer	High	Low	Low	Medium
Web access	High	Medium	Low	Medium
Remote login	High	Medium	Medium	Low
Audio on demand	Low	Low	High	Medium
Video on demand	Low	Low	High	High
Telephony	Low	High	High	Low
Videoconferencing	Low	High	High	High

Figur 5: Tabel over hvad forskellige applikationer kræver og er følsomme overfor[20, s. 397]

Indenfor QoS findes der metoder (se afsnit 4.1 side 27), der kan nedprioritere den trafik, der ikke er så følsom over for forsinkelser og tildele båndbredde til de applikationer, som er. Dette gør, at trafikken med høj prioritet altid bliver sendt før trafikken med lav prioritet. Derved er det muligt at føre en IP-telefoni samtale samtidig med at man f.eks. sender en e-mail eller overfører en stor fil. Det vil bare tage længere tid at sende e-mailen, hvis man bruger IP-telefoni på samme tid.[11]

3.6 Problemformulering

Gennem problemanalysen har vi undersøgt vigtigheden af ikke verbal kommunikation og fundet ud af, at gruppearbejde ikke udelukkende kan foregå over Internettet, hvilket også vises gennem markedsanalysen. Markedsanalysen viser ligeledes, at der er en interesse for online supplerende til fysiske gruppemøder. Gennem en aktøranalyse er det blevet belyst, hvem der har interesse i online gruppearbejde og hvem der kan påvirke udviklingen.

Vi har undersøgt hvilke gratis applikationer, der er brugbare til online gruppearbejde og det er kort beskrevet hvordan de valgte applikationer fungerer. I afsnittet om QoS er der en tabel, som yderligere viser, hvilke parametre der påvirker forskellige applikationer.

På baggrund af de belyste emner i problemanalysen, har vi opstillet følgende problemformulering:

Hvordan kan trafikken fra de applikationer, der benyttes i online gruppearbejde, prioriteres, så vi får den bedst mulige løsning?

Herunder er det nødvendigt at se på en række underspørgsmål.

- Hvordan fungerer datakommunikation?
- Sker der automatisk en prioritering i forvejen?
- Hvordan prioriteres trafikken i et netværk?

Vi vil lave et lokalt forsøg for at undersøge nogle af ovenstående spørgsmål. Vi har valgt at begrænse vores undersøgelser til et lokalt forsøg, da der på Internettet er for mange parametre vi ikke har kontrol over.

4 Netværksteori i datakommunikation

For at besvare spørgsmålene angående prioritering vil vi i dette afsnit beskrive en række af de muligheder der er, for at prioritere trafikken på et datanetværk. Først vil der blive set på de metoder, der forbedrer QoS, som er i brug i nutidens Internet. Herefter vil de to referencemodeller for netværkskommunikation, OSI og TCP/IP, blive gennemgået for at give en grundlæggende forklaring på netværkskommunikation. Her vil der også blive gennemgået enkelte af de protokoller, som indgår i modellerne. Specielt vil der blive gået i dybden med netværksprotokollen IP, og hvilke muligheder den tilbyder for prioritering af trafikken. Til slut vil servicen MPLS blive gennemgået som en mulig totalløsning på et større netværk.

4.1 Metoder til at forbedre QoS

Hvis flere applikationer skal køres samtidig over det samme netværk, vil det give en del problemer med congestion³. Dette sker, fordi mange pakker⁴ sendes af sted samtidigt. Der opstår hermed et større behov, der ville kunne løses med mere båndbredde, men denne løsning ville kun være kortvarig, da behovet hele tiden stiger. For den traditionelle trafik, såsom e-mail og filoverførsler, er dette ikke et problem, da der her kan ventes til alle pakker er sendt og modtaget. Problemet opstår ved realtids applikationer. Ved IP-telefoni og videokonferencer kan der ikke tolereres forsinkelse, da det vil være til stor gene for brugeren. Til gengæld er et mindre tab af pakker tåleligt, da meningen i samtalen ikke vil gå tabt fordi der mangler en enkelt pakke. Forskellen mellem disse to er, at IP-telefoni har et stabilt lavt forbrug af båndbredde, hvorimod videokonference til tider har et meget højt forbrug (se figur 5 side 25). I dette afsnit beskrives nogle af de muligheder, som kan bruges til at forbedre QoS.

4.1.1 Buffer

En buffer er en kø, hvor pakkerne venter til alle pakker i et flow⁵ er ankommet. Dette udjævner jitter⁶ men gør, at der kommer større forsinkelse på pakkerne.

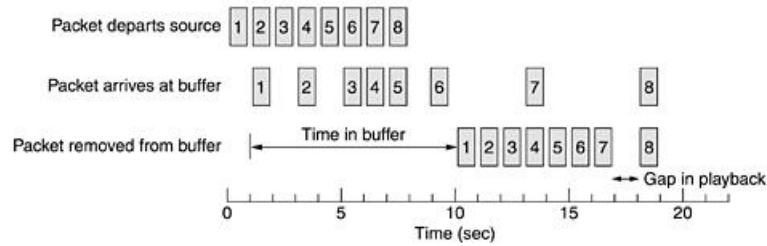
³En overbelastning af netværket som resulterer i tab af data

⁴Når data sendes bliver det delt op i små enheder som kaldes pakker

⁵En strøm af pakker

⁶Jitter er uregelmæssigheder i datastrømme

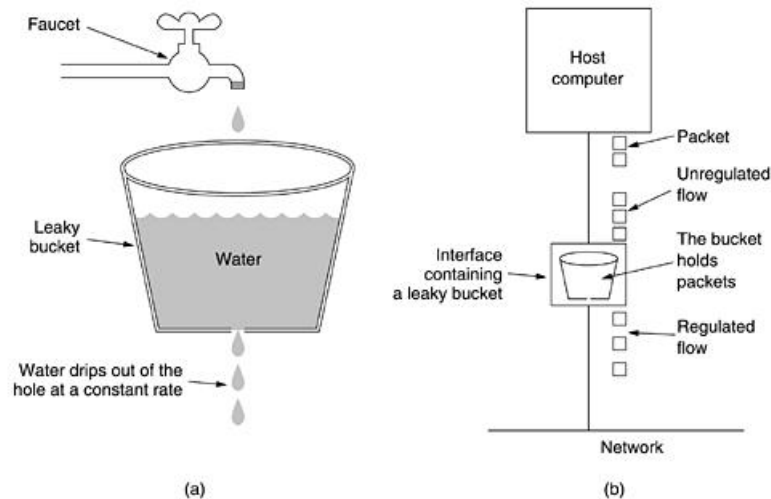
Det berører ikke pålideligheden og båndbredden. Ved bl.a. audio og video-on-demand er jitter til større gene end forsinkelse, da man godt kan tolerere forsinkelse i starten af f.eks. videoen, men ikke midt i den.



Figur 6: Bufferens virkemåde.[20, s. 399]

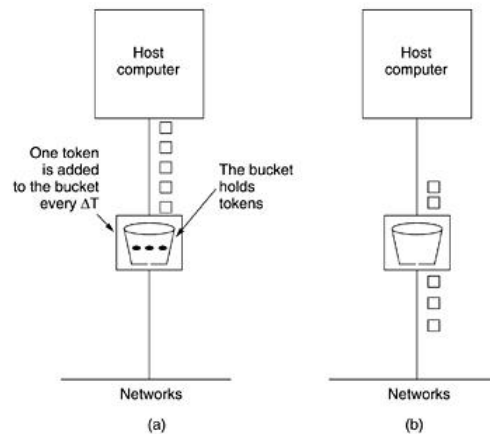
4.1.2 Leaky bucket

Konvergenen mellem forskellige former for trafik gør det nødvendigt at have metoder, der kan sikre brugeren en effektiv udnyttelse af de ønskede applikationer og undgå congestion. Dette kan gøres med "the leaky bucket algorithm". Den fungerer som en spand med et hul i bunden.



Figur 7: Her visualiseres princippet i Leaky bucket algorithm. Venstre model (a), viser konstant flow fra bunden, med variabel forsyning. Højre model (b), viser hvordan pakkerne behandles, så konstant flow opnås.[20, s. 401]

Lige meget hvor meget vand der kommer i fra oven, flyder vandet i en stabil strøm gennem hullet i bunden. Dvs. at pakkerne fra senderen fanges i spanden og sendes reguleret ud på netværket. Dette foregår i virkeligheden ved hjælp af en kø. Pakkerne kommer til køen og ryger bag i, hvis der er plads, og bliver smidt væk hvis der ikke er. Pakkerne bliver herefter sendt af sted en efter en med et vist interval. Dette kan kun bruges, hvis strømmen af pakker er nogenlunde stabil. Hvis der kommer store mængder pakker ad gangen, vil vandet i spanden flyde over hvilket svarer til at mange pakker vil gå tabt, og den tid, hvor der ingen pakker transmitteres, bliver netværket ikke udnyttet. Her kan bruges "the token bucket algorithm".



Figur 8: I Token bucket algorithm, til venstre (a), symboliserer den stiplede line en grænsekontrol. Pakkerne kommer kun videre, hvis de er Token (bære et mærke). Til højre (b), vises Token pakker, som er på vej videre.[20, s. 404]

4.1.3 Token bucket

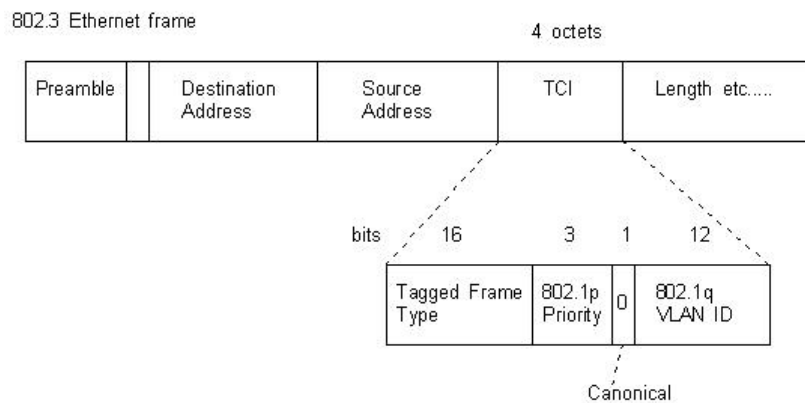
Token Bucket er en spand med tokens. En token er et mærke, som tillader pakkerne at passere. Der bliver lavet nye tokens med et bestemt interval. Pakkerne kan kun passere gennem spanden, hvis de har et token med. Hvis der en tid ikke transmitteres pakker, vil der blive sparet tokens op og der vil kunne passere mere trafik i en kortere periode. Dette gør desværre, at der tillades at der kommer store mængder af pakker igennem på én gang. Problemet kan løses ved, at man efter en token bucket indsætter en leaky bucket.

4.1.4 Class of Service

QoS handler om at tildele båndbredde, prioritere pakker og delvist undgå congestion. Alt dette kan gøres med Class of Service (CoS). Pakkerne bliver mærket og klassificeret efter forudbestemte regler. Herefter tildeles den nødvendige båndbredde. Trafikken bliver prioriteret efter hvilke mærker pakkerne har fået. Der bruges tre bit til at give otte forskellige klasser.

- 000 (0) - Routine
- 001 (1) - Priority
- 010 (2) - Immediate
- 011 (3) - Flash
- 100 (4) - Flash Override
- 101 (5) - Critical
- 110 (6) - Internetwork Control
- 111 (7) - Network Control

Når pakkerne er mærket med ovenstående bits kan congestion undgås ved at droppe nogle tilfældige af de lavt prioriterede pakker. Alt dette foregår på lag 2 (se figur 11 side 35) i såkaldte lag 2-routere som understøtter CoS, og de før omtalte bits bliver sat i Ethernet-ramens header (se figur 9 side 30).[9]



Figur 9: I første vandrette tabel vises hvordan Ethernet-ramens header er struktureret. Nederste vandrette tabel udspecificerer TCI hvor de 3 bits bliver sat i feltet priority.[9]

4.1.5 Resource Reservation

Det er en god start at formen på trafikken kan reguleres, men der kan stadig opstå problemer, hvis alle pakker i et flow ikke følger den samme rute. Hvis de sendes gennem forskellige routere, kan det ikke garanteres at alle pakker når frem. Derfor kan der fastsættes en bestemt rute, som alle pakker tilhørende et bestemt flow skal følge. Herefter er det muligt at reservere ressourcer, fra sender til modtager, så man er sikker på, at kapaciteten er tilstede. Der findes tre forskellige former for ressourcer, der kan reserveres:

1. Båndbredde
2. Plads i bufferen
3. CPU

Båndbredde. Har man f.eks. en udgående linie med en kapacitet på 2 Mbps kan man ikke sende 3 flows på 1Mbps hver. Altså forhindrer reservering af båndbredde, at man prøver at sende flere pakker end der er båndbredde til.

Plads i bufferen. Der er ofte mangel på, er plads i bufferen. Når en pakke kommer til en computer, bliver den ofte anbragt på netkortet af hardwaren selv. Derefter skal routeren kopiere den til en buffer i RAM, og dermed er en del af bufferen optaget, indtil dette er færdiggjort. Hvis der ikke er ledig bufferplads, bliver pakken smidt væk. Her kommer reservation af bufferplads ind i billedet. Der kan reserveres bufferplads til et bestemt flow, så der altid er plads til rådighed. Dette gør, at flowet slipper for at skulle konkurrere med andre flows om bufferplads.

CPU. Routeren bruger CPU-tid til at behandle en pakke, så derfor kan en router kun behandle en bestemt mængde pakker pr. sekund. Hvis man sikrer sig, at CPU'en ikke er overbelastet, er man også sikker på, at den kan behandle pakkerne til rette tid.[9]

4.2 Protokoller og referencemodeller

Der arbejdes i dette projekt arbejdes med fokus på online gruppearbejde og hvordan dette kan blive muligt. Derfor er det vigtigt, at få indsigt i hvordan netværkskommunikation fungerer. Dette er for at skabe en bedre forståelse for, hvordan datakommunikation bliver behandlet af de forskellige led mellem afsender og modtager. Da elementer og principper fra Internettets begyndelse

stadig bliver anvendt i nye sammenhænge i dag, er protokoller og referencemodeller et naturligt udgangspunkt.

4.2.1 Protokoller

En protokol er et sprog, som benyttes i datanetværk for at applikationer og programmer kan kommunikere med hinanden. Protokollerne er bygget ovenpå hinanden i flere lag, i en såkaldt protokolstak. Hvert lag kan siges at have samme funktion som en tolk, dvs. at hvert lag oversætter fra det overliggende lag til det underliggende lag og omvendt. Overordnet sker der det, at en applikation som f.eks. en filoverførsel mellem to hosts⁷ sender den pågældende fil ned til de næste lag, som sørger for at dele filen op i mindre dele, for så til sidst at lade det nederste fysiske lag tage sig af overførslen af de enkelte bits, via kabel eller en trådløs forbindelse. Når filen når sin destination, foregår den samme oversættelse fra bits til pakker indtil filen er samlet igen og er lagret hos den anden host. På sin vej passerer filen eventuelt gennem nogle routere, hvor der også sker en udveksling af data mellem de nederste lag. Routerens opgave er at sørge for, at pakkerne bliver sendt videre til den rigtige destination.

4.2.2 Standardisering af datakommunikation

Ideen om at ensarte datakommunikation opstod allerede, da tanken om de første netværk dukkede op. Den væsentligste årsag til idéen var, at der kom flere computerproducenter på markedet. Producenternes datamaskiner talte ikke altid samme datasprog når de blev koblet sammen. Dette gav komplikationer, data blev tabt, eller var ubrugelig for modtagermaskinen, da de læste databeskedene forkert, hvis den overhovedet kunne læses. Dette var baggrunden for at skabe et ensartet standardiseret datasprog. I 1977 begyndtes det første store forsøg på, at fastlægge standarder for datakommunikation i datanetværk. Det internationale standardiseringsagentur: International Standards Organization (ISO), blev bedt om, at fremlægge en model, som kunne gøre det muligt, at datasystemer med forskellige fabrikat, kunne kommunikere med hinanden.[18, s. 133]

⁷En host er en værtscomputer

4.2.3 OSI modellen

OSI-RM (Open Systems Interconnection Reference Model), som blev godkendt i 1984, var en model designet til kommunikation mellem åbne systemer. Referencemodellen kaldes blot for OSI, skulle være en perfekt og universel model.

Modellen er ikke en protokolstak i sig selv og indeholder ikke nogen standard eller anbefaling, den beskriver kun hvordan nye protokoller skal implementeres. Derfor bliver referencemodellen stadig bearbejdet løbende, således at der er balance mellem standardiserede retningslinier for datakommunikation over datanetværk og tilhørende protokoller. OSI modellen definerer den samlede datakommunikation og kan bruges som reference, når det kommer til diskussion om hvordan datakommunikation skal foregå over et datanet.

For at datakommunikation skal kunne foregå, er det vigtigt, at rammerne er fastlagte. Dette kan ikke gøres først gøres gennem OSI-modellen, når en lang række variable er defineret. Det bliver de i en protokol, som detaljeret definerer alt, som indgår i datakommunikationen. Disse er f.eks.:

- Hvordan data overføres
- Hvilke medie anvendes
- Skal data prioriteres

OSI modellen er opdelt i nogle hierarkiske lag, hvor hvert lag har sit specielle operationsområde eller hver sin opgave.

Referencemodellen OSI er inddelt i syv lag. De er nummereret fra lag 1 i bunden til lag 7 i toppen. Det centrale i OSI er, at hvis to eller flere enheder kommunikerer sammen, bruger de alle den samme protokol på alle 7 lag. Figur 10 side 34 viser OSI modellen, og hvilke opgaver der bliver udført på de forskellige lag.

4.2.4 TCP/IP modellen

Navnet kommer af de to primære protokoller i modellen: TCP (Transmission Control Protocol) og IP (Internet Protocol). Modellen blev udviklet af det amerikanske forsvarsministerium som en afløser for modellen i Internettets forfader ARPANET. Man ønskede at kunne opretholde en forbindelse

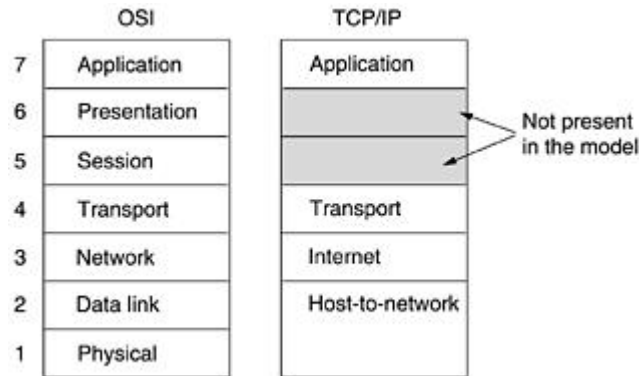
Lag		Forklaring
7	Applikation	Leverer tjenester til identifikation af brugere og deres rettigheder, f.eks. tekstbehandling, e-mail og WWW.
6	Præsentation	Datakomprimering, forvandling af kode og kryptering af data.
5	Session	Styring af datastrømmen og data-buffering.
4	Transport	Fejlfri og komplet dataoverførsel mellem de kommunikerende systemer. Fragmentering og pakning af data.
3	Netværk	Valg af forbindelsesvej og kontrol med overførslen.
2	Link	Overvågning af og kontrol med overførslen.
1	Fysisk	Fysisk overførsel mellem to komponenter. De dele, som har med selve bit-overførslen at gøre, såsom signalniveauer og stik.

Figur 10: OSI modellens 7 lag. Til højre er en kort forklaring til hvert lag.[18, s. 135]

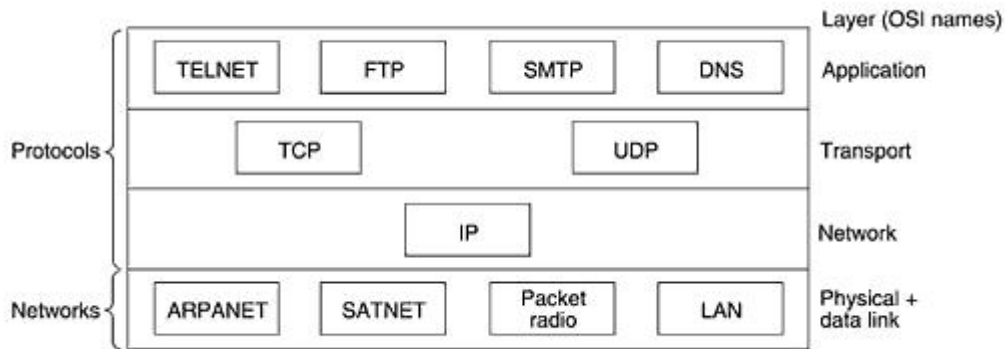
mellem to hosts, selvom en eller flere fysiske linier blev brudt. Der var behov for et forbindelsesløst netværkslag, hvor der ikke, som i forbindelsesorienterede netværkslag, blev reserveret en bestemt linie til trafikken, men hvor hver enkelt pakke selv skulle finde vej gennem netværket til destinationen. Dette kaldes pakkekoblet netværk. Var der kun én fysisk forbindelse, ville trafikken blive ledt den vej.

Der er fire lag i TCP/IP. På figur 11 side 35 ses en sammenligning mellem lagene i OSI og TCP/IP. Øverst har vi applikationslaget. Her findes mange protokoller, som også den almindelige bruger kender til. Det er bl.a. FTP (File Transfer Protocol) der som navnet siger, bruges til filoverførsler, SMTP (Simple Mail Transfer Protocol) som bruges til E-mail og HTTP (Hyper Text Transfer Protocol) som bruges til at hente hjemmesider fra World Wide Web. Dette lag har ingen betydning for trafikken på netværket, da de implementerede protokoller blot sørger for at afvikle applikationerne lokalt hos den enkelte host. I transportlaget derimod, findes TCP og UDP (User Datagram Protocol), som tager sig af transporten af pakkerne.[20, s. 41–43]

TCP er en pålidelig, forbindelsesorienteret protokol, da den registrerer at alle



Figur 11: TCP/IP protokolstakken er vist til højre i forhold til OSI modellen til venstre. Her ses relationen mellem OSI og TCP/IP.[20, s. 43]



Figur 12: Eksempler på protokoller som indgår i TCP/IP protokolstakken.[20, s. 43]

afsendte pakker når destinationen, så det er sikkert, at der ikke er fejl i de afsendte eller modtagne data. Det foregår ved, at der for hver afsendt pakke forlanges en såkaldt acknowledgementframe, som fortæller, at pakken er nået sikkert frem. Dette er vigtigt ved f.eks. filoverførsler, hvor det kan risikeres, at der mangler vitale data og hele filen må derfor gensesendes.

UDP er en forbindelsesløs og simpel protokol, der kun sørger for at sende pakkerne af sted mod destinationen, og ikke forlanger at få en kvittering for modtagelsen. På den måde kan den betegnes som upålidelig, da der kan opstå tab af data. Derimod er det ikke så vigtigt ved applikationer, som direkte tale eller video. Her er det vigtigst, at pakkerne hurtigst muligt bliver sendt, så der ikke opstår delay. Det betyder, at der ikke er tid til at vente på en acknowledgementframe og det er ikke vigtigt for helheden hvis der f.eks.

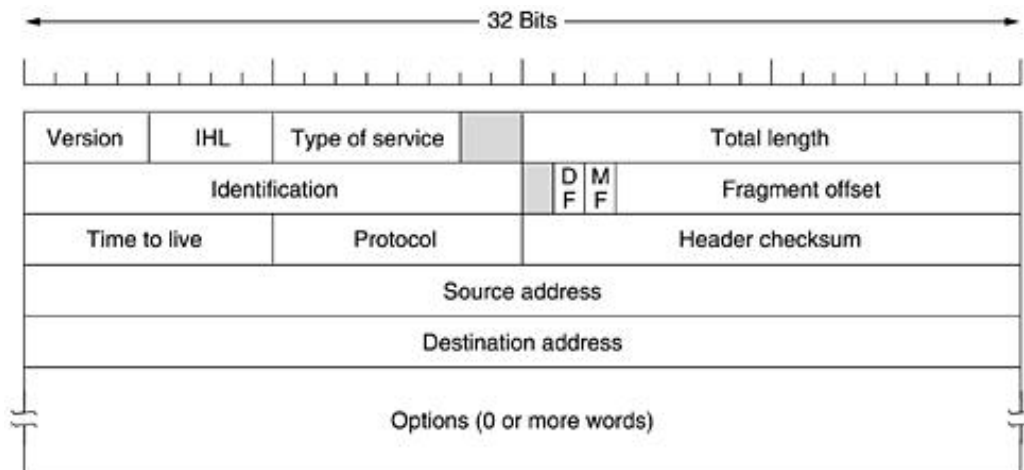
mangler en video-frame ind imellem.

4.3 IP

IP (Internet Protocol) er en protokol som opererer på internetlaget i TCP/IP (lag 3 i OSI modellen). Som sagt er den sammen med TCP, den vigtigste i TCP/IP. IP er en forbindelsesløs protokol, som sørger for at pakkerne bliver transporteret på den bedste måde mellem afsender og modtager. Den gør brug af 12-cifrede IP-adresser (32 bit), som i princippet skal være unik for hver host på et givent netværk. Imidlertid er IP-adresserne delt op i klasser, som bliver delt ud til forskellige subnetværk. Der er sjældent at alle IP-adresser bliver brugt i et netværk, og derfor er der et stort spild af de 1.000.000.000.000 adresser som IP version 4 tilbyder. I praksis er IP-adresserne opdelt i en hierarkisk struktur, hvor to hosts i to forskellige subnetværk godt kan have samme adresse på det interne netværk, men forskellige adresser ud mod Internettet.[17, s. 384–387]

4.3.1 IP headeren

IP-pakkerne, som bliver sendt rundt på et netværk, har en header med forskellige oplysninger. Dvs. en datamængde i pakkens start, som fortæller netværket hvordan den skal behandles. Den er opdelt som på figur 13 side 36.



Figur 13: IP version 4 headeren[20, s. 434]

De fire første bits er versionsnummer. Den nuværende og mest brugte er version 4. Version 6 er fremtidens IP, hvilket vil blive omtalt i afsnit 4.3.3. De næste fire bits er headerens længde. Alle felterne i headeren har en fast længde bortset fra options-feltet, så derfor er det nødvendigt at angive længden af hele headeren.

Type of Service er et felt som giver mulighed for at prioritere trafikken i netværket. Se afsnit 4.3.2 side 37. Total length er pakkens totale længde, og Identification bruges i tilfælde af en opsplittning af pakken. Det kan være nødvendigt hvis modtagerens netværk ikke kan håndtere lige så store pakkestørrelser som afsenderens netværk. Hvis det er tilfældet, får de enkelte stykker fortløbende numre, så modtageren ved, hvordan den oprindelige pakke skal samles igen. DF (Don't Fragment), MF (More Fragment) og Fragment offset bruges også ved forskellig opsplittning af pakker.

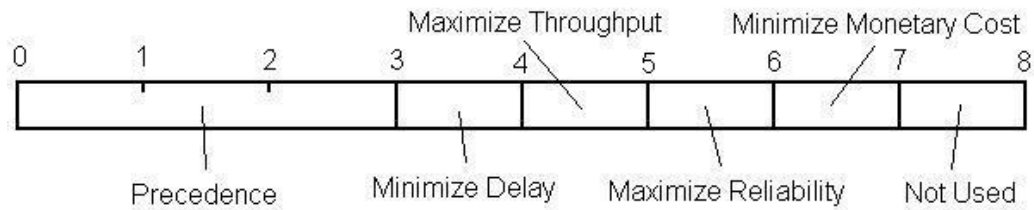
Time to live (TTL) angiver pakkens levetid. Dette gøres for at forhindre at pakkerne skaber congestion på netværket. Det kan ske at en pakke kommer til at køre i loop mellem flere routere som derfor bliver sat på unødigt arbejde. Når en pakke kører i loop er den alligevel tabt. TTL skal ifølge standarden angives i sekunder, men i praksis bruges feltet tit som et numerisk felt som tæller ned for hver router pakken passerer. Protocol-feltet angiver hvilken transportprotokol som skal sørge for at sende pakken. Det kan f.eks være TCP eller UDP. Headerens checksum beregnes for at sikre at der ikke er opstået fejl under transporten. Hvis dette er tilfældet kan det være nødvendigt at gensende pakken.

Til sidst er der afsenders og modtagers IP-adresser samt options-feltet som bl.a. kan bruges til at bestemme pakkens rute gennem netværket. [17, s. 389–391][20, s. 434]

4.3.2 Type of Service

I feltet Type of Service (ToS) er der en mulighed for at sætte nogle bits som pakkerne kan prioriteres ud fra. Figur 14 side 38 viser hvad de fire ToS-bits bestemmer. I forbindelse med prioritering, er det kun interessant at se på de tre første Precedence-bits. De fire andre bits bestemmer hvordan pakken routes gennem netværket ud fra parametrene forsinkelse, *throughput*, pålidelighed og pris.

I Precedence-feltet kan der som sagt sættes tre bits, dvs. en værdi fra 0 til 7. Forskellige former for trafik kan så tildeles en værdi alt efter hvilken prioritet



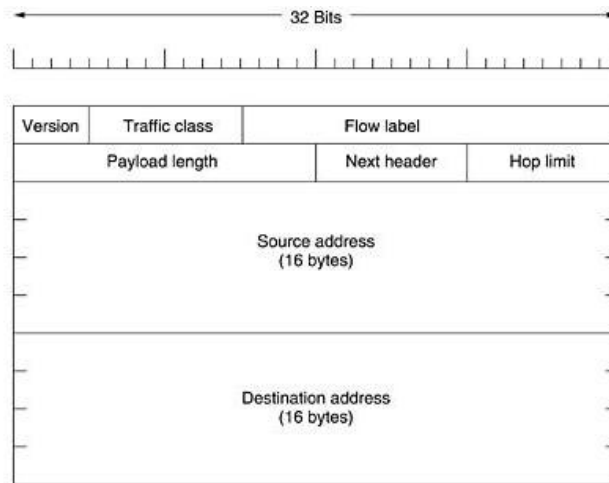
Figur 14: ToS-feltets opdeling

den skal have. 0 er den laveste prioritet og 7 er den højeste. Der er altså mulighed for at skelne mellem 8 forskellige former for trafik. Det forholder sig sådan at ToS-feltet ikke er understøttet i særlig mange routere i nutidens Internet. Det er de routere som benytter RIP (Routing Information Protocol) som routningsprotokol, dog er en ny protokol OSPF (Open Shortest Path First) ved at blive implementeret og den understøtter ToS.[17, s. 390–391 og 401]

4.3.3 IPv6

Endnu en ny protokol er begyndt at blive benyttet på Internettet. Det er den nye IP version 6 (IPv6) og den har mange fordele. For det første var der i den gamle IPv4 kun plads til at angive adresser med 32 bit. Som omtalt tidligere har det skabt problemer som bl.a. spild pga. klasseinddeling. I IPv6 er der afsat 128 bits til IP-adresser i headeren til både afsender og modtager. På den måde skulle det være umuligt at løbe tør for adresser. Pakkerne bliver også hurtigere at route med IPv6 da headeren er mere simpel end IPv4-headeren (se figur 15 side 39).

Der er også en bedre understøttelse af realtids-trafik i IPv6. Den har ganske vist ikke et ToS-felt som version 4, men til gengæld har den et felt ved navn Traffic Class som også er på 8 bit, men her er der 6 bits som kan bruges til at prioritere trafikken med. ToS og Traffic Class har efterfølgende fået en fællesbetegnelse som kaldes Differentiated Services.[20, s. 467][17, s. 402–404][15, s. 68–69]



Figur 15: IP version 6 headeren. Herudover er der mulighed for at sætte et option-felt på.[20, s. 467]

4.4 Multi-Protocol Label Switching

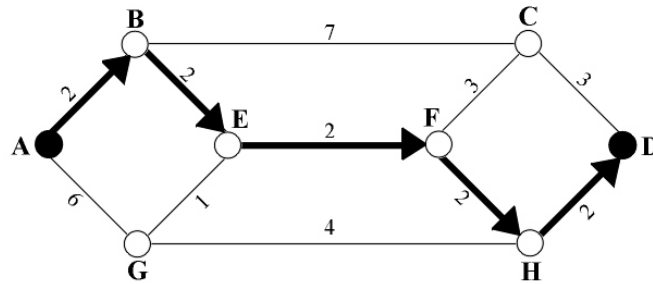
Multi Protocol Label Switching (MPLS) er udviklet af Internet Engineering Task Force (IETF) og skulle gøre IP mere effektiv end den er i dag. IP-protokollen er ikke designet til at tage hensyn til den båndbredde der er til rådighed og til hvor effektivt den udnyttes. Derfor har man udviklet MPLS som introducerer nye muligheder inden for styring af trafikken, effektivisering af ressourceforbruget og på længere sigt, QoS på IP. [8]

Når man modtager en MPLS-forbindelse fra en ISP, støder man på to tjenester, hvilket er:

- Virtuel Private Network-MPLS tjenesten (VPN-MPLS)
- Internet-MPLS tjenesten

VPN er et stort netværk der fungerer som et Local Area Network (LAN). Det kan eksempelvis bruges til at koble sig på et universitet eller et firmas netværk fra udlandet. Det vil sige at adspredte geografiske computere kan kommunikere via en telefonlinie, og opnå samme muligheder som på et lokalnetværk.[6]

VPN-MPLS er en form for routing. I forhold til IP-routing, tager VPN altid den sikreste vej gennem nettet for at opnå størst mulig sikkerhed. Normalt vil routing foregå som på figur 16 side 40.



Figur 16: IP-baseret routing. Fra [20, s. 354]

Figuren 16 viser i alt 8 routere angivet med bogstaverne fra A-H. I mellem hver forbundne router er der angivet et tal der fortæller hvor meget delay der er på routeren. Trafikken gennem routerne vil i et almindeligt netværk gå igennem de routere hvor der er mindst delay. Skal der eksempelvis sendes en pakke fra router A til router D vil pakken først blive sendt fra A til B da delay-tiden kun er 2. Derefter vil den gå til E og bagefter F grundet en delay på hhv. 2 og 1. Til sidst vil pakken sendes til router H før den ankommer til router D. Ergo, pakken vil altid tage den vej der er kortest delay på. Fremgangsmåden er ikke den samme for VPN.

I forbindelse med MPLS-baseret routing af trafikken, skal begreberne Label, Label Edge Router (LER), Label Switched Paths (LSP), Label Switch Router (LSR), og Forward Equivalence class (FEC) fastslåes.

Label er en etiket der indeholder et nummer som bliver påklistret en IP-pakke. Ud fra dette nummer vælger hver router i MPLS netværket hvilken vej pakken skal sendes igennem netværket. Ved hvert hop⁸ får pakken et nyt label.

LER er en router der er placeret ved overgangen mellem MPLS netværket og Internettet. LER kan fungere som en default gateway som er den netværksenhed der kender ruten til et givent netværk. En default gateway (gateway of last resort) er det sidste valg hvis den præcise gateway ikke kendes. LER definerer IP-pakkens rute på baggrund af dens IP-adresse og tjenesteparametre. Ruten bliver defineret ved at påklistre en label.

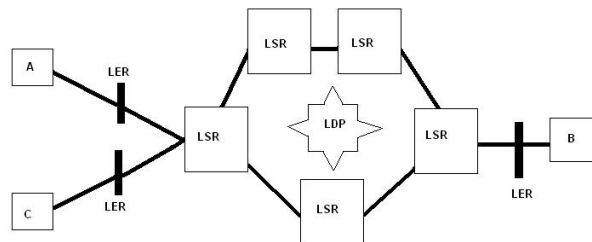
LSP er det transmissionen af data foregår gennem i MPLS. LSP bliver sammensat af labels som sørger for at sende dataen videre fra router til router

⁸Spring mellem routere

hele vejen fra et given punkt til et andet. LPS er en rute igennem MPLS nettet som pakken følger afhængigt af dens parametre som er angivet af labels.

LSR er en af de routere som står i kernen af MPLS. Ved modtagelsen af pakken finder LSR pakkens label i en label-tabel og erstatter det med et label der kan identificere linket til den næste LSR på vej til destinationen. Den næste LSR forwarder pakken med et nyt label og sender pakken videre ad samme procedure.

FEC er én af de vigtigste funktioner i MPLS. FEC introducerer QoS for IP netværk ved at dedikere en vej gennem nettet med samme prioritet. FEC bliver defineret som et set af pakker der bliver behandlet på samme måde i routerne. Dermed bliver pakkerne sendt fra det samme interface og sendt videre til næste fælles hop og label. Det er ved FEC brugeren har mulighed for at prioritere sin trafik. Man kan for eksempel sætte FEC-1 som videokonferencer og andre realtidsapplikationer som ikke tåler tab af pakker. FEC-1 betegnes som en kort, men mindre belastet rute hvorimod FEC-2 er lidt længere men stadig mindre belastet. FEC-2 kan blandt andet bruges til bankoverførelser. FEC-3 er data af lavere prioritet. Pakker der skal ad samme vej behandles på samme måde i routeren hvad enten pakken har 1. 2. eller 3. prioritet. Routeren klistrer den samme label på pakkerne og sender dem videre til samme hop. Pakkerne kan endda have samme tjenesteparametre og/eller samme præferencer af hensyn til håndteringen af pakke-tab. [8] Dette er den overordnede grund til at der tales om IP-effektivisering.

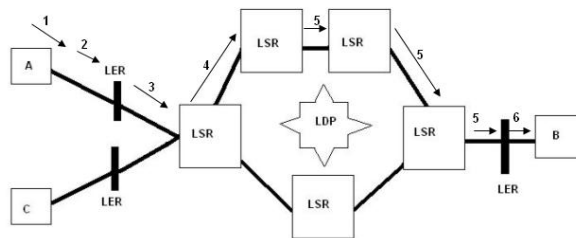


Figur 17: Routning af MPLS-baseret data. Fra [8]

4.4.1 MPLS-routning

Figuren ovenfor er en illustration hvor der routes med MPLS-baseret data. Ønsket går på, at der skal sendes en datamængde fra punktet A til punktet B. Det antages at det er et firma der vil sende IP-telefoni. Det første skridt er,

at Label Distribution Protocol (LDP) fordeler label information over MPLS-netværket. Herefter påklitrer LER, som er placeret ved udkanten af MPLS-netværket, pakken en label med en FEC svarende til FEC-1 (se afsnittet om FEC på side 41) hvilket svarer til at route mod punktet B med *lav forsinkelse*. Herefter sender LER pakken med den påklitrede label videre til LSR. LSR er i kernen af MPLS-netværket, og når den modtager pakken fra LER slår LSR op i en switching tabel og finder ud af at denne label står for FEC-1. Det gamle label bliver nu byttet om, og et nyt label bliver påklitret. Pakken med den nye label bliver forwardet langs FEC-1 ruten. De næste to LSR på vejen til destinationen B gentager samme procedure. Identificerer label, slår op i tabellen, finder FEC som svarer til den gamle label, bytter det gamle label ud med et nyt og forwarder pakken videre. LER, som er i udkanten af MPLS-netværket, modtager pakken med label. Label bliver taget ud af pakken og der bliver leveret en ren IP-pakke til destinationen B. MPLS-routing kan opdeles i 6 trin som kan ses på figur ??.



Figur 18: routning af MPLS-baseret data. Fra [8]

Da de fleste civile mennesker ikke har den store forstand på at prioritere sin trafik på nettet, har flere forskellige udbydere af MPLS-teknologien betegnet prioriteringen med mærkerne A, B og C. Hvis en bruger af MPLS skal konfigurere sin router med FEC-1, FEC-2 og FEC-3 kan personen nøjes med at sætte et flueben i enten A, B eller C. Tele Greenland er blot ét af de selskaber der anvender mærkerne som symbol for FEC. Når man som kunde hos Tele Greenland bestiller en MPLS-baseret forbindelse, vil man som følge modtage VPN-tjenesten og Internet-MPLS tjenesten. Kunden kan via sin VPN-MPLS tjeneste prioritere sin trafik hvor:

- A: Lav prioritet
- B: Mellem prioritet
- C: Høj prioritet

Sammenfatter man de tekniske begreber med Tele Greenlands, så svarer deres prioritet A til FEC-3 og deres prioritet B til FEC-2 samt prioritet C som FEC-1. [12]

5 Forsøg

I de foregående afsnit er datakommunikation blevet behandlet både generelt og med henblik på prioritering af trafikken i et datanetværk. Emnerne QoS, referencemodeller og prioriteringsmulighederne med IP og MPLS blev gennemgået. I dette afsnit vil det blive undersøgt hvilke muligheder der reelt er brugbare med henblik på online gruppearbejde og hvilke metoder vi som studerende har mulighed for at afprøve i praksis.

Der er mulighed for at prioritere på basis af den anvendte transport-protokol, hvis ønsket er en simpel opdeling af trafikken i realtids-trafik og anden trafik. TCP er forbindelsesorienteret og bruges til de fleste former for trafik, og UDP er forbindelsesløs og bruges primært til realtids-trafik. Det er muligt at sætte routere op til at ekspedere UDP-pakker før TCP-pakker. Imidlertid er det ikke alle realtidsapplikationer som benytter UDP, så det ville være u hensigtsmæssigt med denne form for prioritering.

Resultatet af spørgeskemaundersøgelsen har vist at der er klar forskel i prioritering af realtids applikationerne audio og video. Resultatet i undersøgelsen lægger klart vægt på at audio prioriteres højere end video. Det er ikke muligt at gøre på protokolbasis alene, da både video og audio sandsynligvis bruger UDP, men IPv4 tilbyder Type of Service og IPv6 tilbyder Traffic Class, som under et betegnes Differentiated Services.

I dette projektforsøg har der ikke været tid eller ressourcer til at opsætte og strukturere et forsøg med MPLS, da der indgår et større netværk og specielle routere. MPLS kunne være en løsning på problemet til hele universitetets netværk, som de studerende kunne drage nytte af. Allerede i dag findes der en VPN-tjeneste på Aalborg Universitet, som muliggør adgang til universitetets netværk hjemmefra.

På baggrund af denne viden blev det besluttet at arbejde videre med ToS i IPv4 da det giver de bedste muligheder for at skelne de fleste former for trafik fra hinanden. Traffic Class i IPv6 er bedre, men IPv6 er ikke særlig udbredt endnu. ToS er heller ikke implementeret gennem hele Internettet, men det er uvist hvornår IPv6 vil erstatte IPv4.

Grundet tidspres og gentagende tekniske vanskeligheder lykkedes det ikke at sætte TOS-bits på de forskellige data, så istedet gøres der brug af en eksisterende såkaldt "traffic shaper" som kan prioritere ud fra port-nummer, da Ventrilo og FTP bruger henholdsvis port 3784 og 21.

5.1 Formålet med forsøget

Formålet med forsøget er, i praksis, at undersøge hvordan der kan prioriteres imellem flere forskellige former for trafik. Herunder skal det undersøges om der i forvejen findes en form for prioritering. Der vil blive prioriteret mellem to former for trafik: Live tale og filoverførsel.

5.2 Forsøgsopstilling

Til forsøget skal der bruges følgende:

- 2 stationære computere med Linux og 2 netkort hver (routere)
- 2 bærbare computere med Windows XP Pro (hosts)
- 3 krydsede RJ45 netværkskabler til at forbinde computerne
- Software
 - BulletProof FTP Server⁹
 - Ventrilo¹⁰
 - DU Meter¹¹
 - DHCP server¹²
 - The Wonder Shaper¹³

Figur 19 side 46 viser den generelle opstilling.

Opstillingen består af ialt 4 computere. 2 af computerne bruger Linux (Fedora Core 3) som styresystem og skal benyttes som routere. Til hver router blive der tilkoblet en host som svarer til en almindelig computer der er tilkoblet Internettet. Internettet består primært af routere så derfor har vi valgt at opsætte 2 routere for at simulere Internettet imellem dem. Hvert netkort i routeren tildeles en IP-adresse. De 2 netkort betegnes som interface eth0 og eth1.

På figur 20 side 46 ses opstillingen med IP-adresser og interfaces.

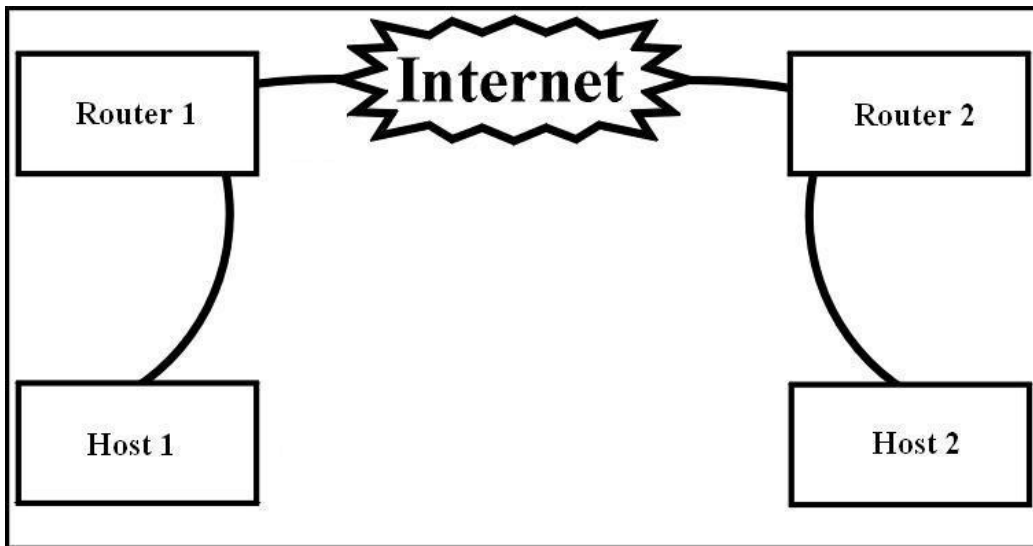
⁹<http://www.bpftpserver.com>

¹⁰Hentet fra <http://www.ventrilo.com>

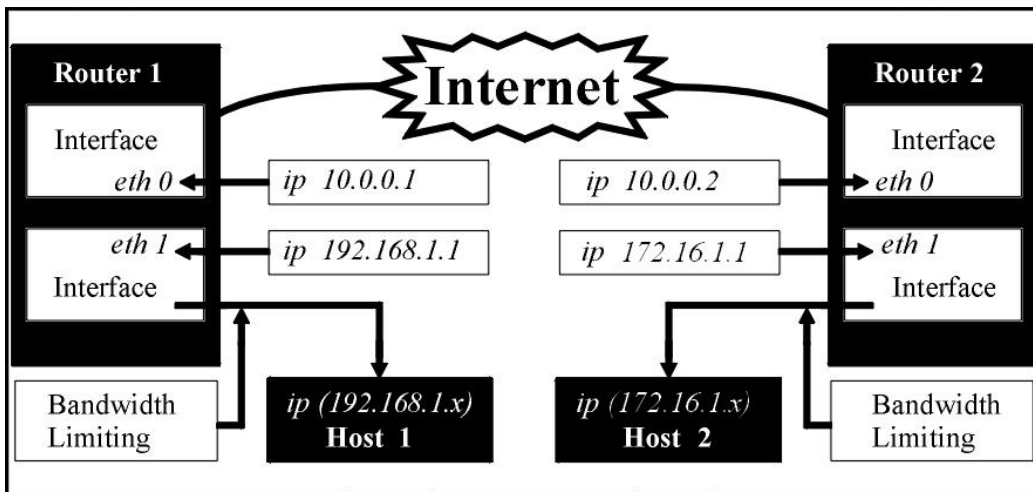
¹¹Hentet fra <http://www.dumeter.com>

¹²Hentet fra <http://rpm.pbone.net>

¹³Hentet fra <http://lartc.org/wondershaper>



Figur 19: Forsøgsopstillingen. Imellem router 1 og 2 simuleres Internettet. Host 1 og 2 er tilkoblet routerne som reelt kan være enten private eller tilhørende en ISP



Figur 20: Forsøgsopstillingen. Viser opstillingen med interfaces og IP-adresser samt hvor båndbredden skal begrænses. 'x' angiver et tal mellem 2 og 254 valgt af routeren

5.3 Fremgangsmåde

Fremgangsmåden til opsætning er identisk på begge routere. Efter at Linux er installeret og opstillingen sat op er næste skridt at opsætte en DHCP-server

(Dynamic Host Configuration Protocol) på eth1. Eth0 sættes til hhv. 10.0.0.1 og 10.0.0.2, og med modparten som gateway.

DHCP-server. I private netværk er det normalt at hver host har en intern IP-adresse og at alle hosts benytter den samme IP-adresse udadtil (tildelt af ISP). Til at sørge for uddelingen af interne IP-adresser, har de fleste routere en indbygget DHCP-server. Når en host kobler sig på netværket, sender den en forespørgsel til DHCP-serveren om adresse. Derefter får den tildelt en af de adresser som er ledige i det adresseområde som DHCP-serveren råder over (typisk de sidste cifre fra 2 til 254). [20, s. 453]

En DHCP-server installeres på routeren og sættes op til at bruge eth1 som interface. Den skal konfigureres med følgende script:

```
default-lease-time 3600;
max-lease-time 7200;
subnet 192.168.1.0 netmask 255.255.255.0
{
range 192.168.1.2 192.168.1.254;
option routers 192.168.1.1;
option ip-forwarding on;
option broadcast-address 192.168.1.255;
}
ddns-update-style ad-hoc;
```

Dette script gemmes som `/etc/dhcpd.conf` og linien `'DHCPDARGS="eth1"'` tilføjes til filen `/etc/sysconfig/dhcpd` for at definere hvilket interface DHCP-serveren skal virke på. DHCP-serveren startes med kommandoen `/etc/init.d/dhcpd start`.

Som det ses på figur 20 side 46, benyttes der 172.16.1.0 som IP-adresse for subnetværket under router 2. Dette gøres for at kende forskel på de 2 netværk.[3]

Routning. For at videresende pakker vha. routeren skal forwarding aktiveres i filen: `/etc/sysconfig/network` med linien: `'FORWARD_IPV4=yes'` og i filen `/etc/sysctl.conf` med linien `'net.ipv4.ip_forward = 1'`

Til selve routningen bruges en routningstabel som i Linux hedder IPtables. Routningen sættes op med følgende script¹⁴:

```
touch /var/lock/subsys/local
```

¹⁴Hentet fra <http://www.yolinux.com/TUTORIALS/LinuxTutorialIptablesNetworkGateway.html>

```
service dhcpd start
service iptables start

iptables -flush
iptables -table nat -flush
iptables -delete-chain
iptables -table nat -delete-chain
iptables -table nat -append POSTROUTING -out-interface eth0 -j MAS-
QUERADE
iptables -append FORWARD -in-interface eth1 -j ACCEPT
echo 1 > /proc/sys/net/ipv4/ip_forward
route add default gw 10.0.0.1
```

Dette gemmes i filen `/etc/rc.d/rc.local` som er defineret til at starte sammen med Linux.

Herefter er det muligt at sende pakker hele vejen fra host 1 til host 2. Det kan testes ved at lave en ping forespørgsel mellem de to hosts.

Network Address Translation (NAT). NAT er kort beskrevet en funktion som oversætter pakker fra den eksterne IP-adresse til destinationen på det interne netværk. For at sætte en server op på en host skal der konfigureres NAT-entries på routeren, men det er kun nødvendigt på den router som serveren står bag.

Ved at køre nedenstående to linier på router 2 kan andre oprette forbindelse til servere som er opsat bagved router 2 på IP 172.16.1.100 på hhv. port 3784 (Ventrilo) og port 21 (FTP).

```
iptables -A PREROUTING -t nat -p tcp -d 10.0.0.1 -dport 3784 -j DNAT
-to 172.16.1.100:3784
iptables -A PREROUTING -t nat -p tcp -d 10.0.0.1 -dport 21 -j DNAT -to
172.16.1.100:21
```

The Wonder Shaper. Dette er et færdigt script som kan forme datastrømmen, således at Round Trip Time¹⁵ bliver reduceret til et minimum, selvom der hentes/sendes store filer. Scriptet indeholder en funktion, som nedprioriterer en port frem for en anden, og det er det vi benytter i forsøget. Det kan også begrænse båndbredden og vi har valgt at begrænse den til 256kbit da det er hastigheden på den mest solgte bredbåndsforbindelse hos TDC¹⁶. Båndbredden skal begrænses fordi forsøget skal simulere forholdene

¹⁵Round Trip Time er den tid der går fra en forespørgsel til et svar, ved en ping-procedure

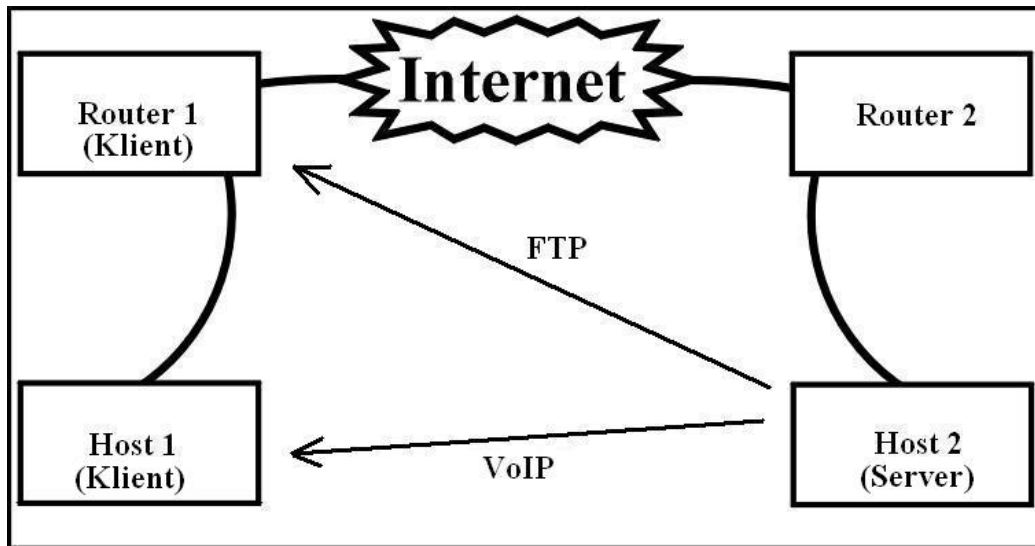
¹⁶http://privat.tdc.dk/artikel.php?dogtag=tdc_p_int_bre_priser

omkring en privat internetforbindelse.

Selve forsøget. Forsøget består af 3 del-forsøg

1. Kun FTP - uden prioritering
2. FTP og Voice over IP (VoIP) - uden prioritering
3. FTP og VoIP - med lav prioritering på port 21 (FTP)

Dataforbindelserne i netværket ses på figur 21 side 49



Figur 21: Dataforbindelser i forsøget. FTP går fra host 2 til router 1 via router 2. VoIP går fra host 2 til host 1 via router 1 og 2.

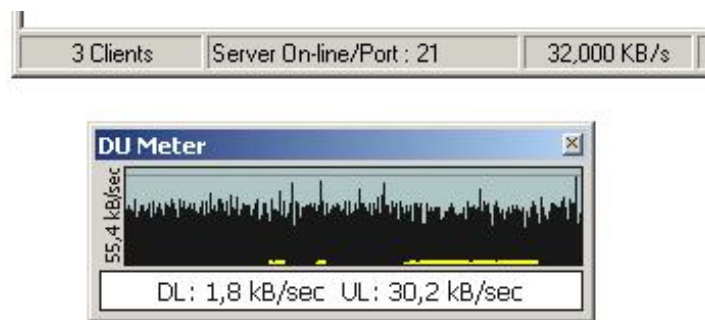
I alle 3 forsøg blev der opsat 3 FTP-fobindelser på router 1 for at belaste båndbredden maksimalt. I de to forsøg med VoIP blev programmet Ventrilo anvendt til at sende audio med.

Grundet tekniske vanskeligheder lykkedes det ikke at sende data hele vejen fra host 1 til host 2 via FTP, selvom det var muligt at pinge mellem alle computere. Det kunne eventuelt skyldes en fejl i routningstabellen. Derfor er router 1 brugt som klient for FTP-serveren. Der var derimod ingen problemer med VoIP.

5.4 Resultater

Samtlige figurer er screen shots fra host 2. Der skal ses bort fra den sorte graf på DU meteret.

1. Kun FTP: Formålet med det første forsøg er at teste begrænsningen af båndbredden. Det ses af figur 22 side 50 at båndbredden er blevet begrænset fra 100Mbit, som er den maksimale hastighed på netkortene, til 256kbit (32 KB/s).



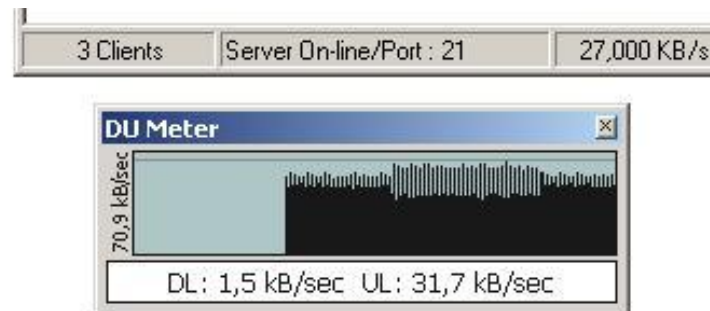
Figur 22: Øverst: Hastigheden på FTP-forbindelsen. Nederst: DU Meter viser den samlede hastighed

2. FTP og VoIP - uden prioritering: Ved at bruge både FTP og VoIP observeres det at hastigheden på FTP faldt til fordel for VoIP (se figur 23 side 51). Lyden gik klart igennem uden udfald, men var præget af stort delay. FTP trafik, vil uden prioritering, bruge den fulde båndbredde der er til rådighed. Dette kan være årsagen til deelay på VoIP. At talen nåede frem uden udfald, kan skyldes at Ventrilo bruger TCP, som sørger for at alle pakker når frem til den givende destinationen.

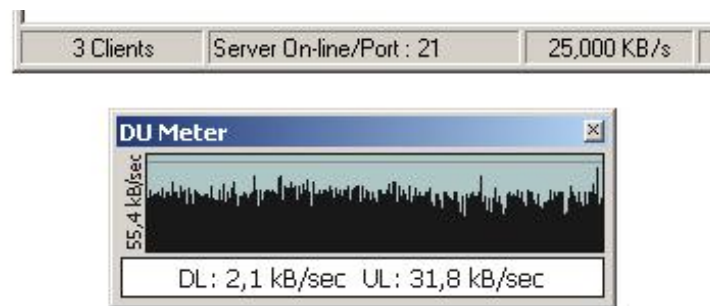
2. FTP og VoIP - lav prioritering af FTP: Som det fremgår af figur 24 side 51 faldt FTP-serveren fra 32Kb/s til 27Kb/s da vi havde sat lav prioritet på port 21. Det resulterede i at lyden gik klart igennem med lavt delay.

5.5 Sammenfatning

Udfra forsøg 2 kan vi konkludere at der ikke umiddelbart bliver prioriteret mellem forskellige former for trafik, men der bliver heller ikke lukket helt af



Figur 23: Det ses at hastigheden på FTP er faldet fra 32 KB/s til 27 KB/s, til fordel for VoIP



Figur 24: Hastigheden på FTP er faldet yderligere da port 21 har lav prioritet. VoIP går derfor klart igennem

for båndbredden til én trafikform. Forsøg 3 viser at Wonder Shaper kan ned-prioritere en given port, så trafik på andre porte får tildelt den båndbredde der er nødvendigt for at fungere optimalt. Forsøgt viser dermed at det er muligt at prioritere mellem forskellige former for trafik ved hjælp af de porte som bliver benyttet.

6 Konklusion

Det initiernede problem som lyder: ”Er der behov og mulighed for gruppearbejde via Internettet?”

Igennem en analyse af problemet kan vi konkludere at de studerende har et behov for online gruppearbejde som et supplement til fysiske gruppemøder på Universitet. Ved at undersøge hvilke ikke verbale aspekter der indgår i kommunikation, er vi kommet frem til at den bedste kommunikation og det bedste samarbejde foregår i grupperummet. Udfra dette og resultaterne af markedsanalysen kan vi konkludere at det ikke er realistisk at gruppearbejde udelukkende kan foregå online.

Vi har undersøgt hvilke applikationer de studerende har mulighed for at benytte som værktøj til kommunikationen og der findes flere gratis programmer som er brugbare. Både audio, video, tekst og fildeling er således tilgængeligt i forbindelse med online gruppearbejde.

Efter en gennemgang af tre centrale dele i rapporten: Netværksteori, spørgeskemaundersøgelse og forsøg, kan vi konkludere at der skal foretages en prioritering af datatrafik, for at applikationerne kan fungere optimalt.

Ved gennemgang af netværksteorien omkring datakommunikation har vi fået indsigt i hvordan dette fungerer. Det foregår ved hjælp af en standardisering gennem referencemodeller, som definerer forskellige lag i kommunikationen. I disse lag findes protokoller som udfører forskellige opgaver på netværket. Her har vi specifikt kigget på protokollen IP, som indeholder muligheder for prioritering af forskellige former for trafik.

Spørgeskemaet viser os at der skal prioriteres mellem de forskellige former for applikationer, da de studerende ikke vægter f.eks. audio og video lige højt. Formålet med forsøget var at undersøge mulighederne for prioritering af trafik fra forskellige applikationer. I en Linux-baseret router kan dette gøres ved at bruge en såkaldt traffic shaper. Vi har anvendt The Wonder Shaper. Dette er ikke den optimale løsning, da The Wonder Shaper kun kan prioritere på porte og vores mål var at kunne prioritere ved at sætte ToS-bits. I vores forsøg er det nok at prioritere på porte, da de anvendte applikationer bruger hver sin port. Ved samtidig brug af flere applikationer over Internettet er det sandsynligt at de bruger den samme port, og vores løsning er derfor ikke holdbar.

Omfanget af vores forsøg viste sig at være en del mere omfattende end forudsat, og vi har derfor været nødt til at arbejde med en mere simplificeret model af virkeligheden end først tænkt. Dette betyder at vi ikke kom frem

til den løsning vi håbede på, men en mere simpel. Dog giver denne løsning trods alt indsigt i hvordan netværkstrafikken mellem applikationer, gennem et datanetværk, kan prioriteres. Ud fra teoretisk baggrund og bearbejdning af projektet gennem rapporten samt det udførte forsøg, kan det konkluderes at det teknisk, er muligt at realisere online gruppearbejde.

7 Perspektivering

For at finde et supplement til det projektorienterede arbejde på Aalborg Universitet har vi undersøgt behov og mulighed for online gruppearbejde. Dette kan gøres på flere måder. En af dem er at man udbygger det eksisterende studenternet, således at der bliver flere muligheder end der er nu. Det ville betyde at man gennem et forbedret studenernet.dk ville have mulighed for online gruppearbejde.

Dette giver nye problemstillinger, som således skal analyseres, så de tilknyttede krav, behov og muligheder bliver behandlet. Dette skal gøres med henblik på at opfylde målet om at realisere online gruppearbejde.

Vi har analyseret grundliggende problemstillinger gennem dette projekt. De har givet indsigt i hvordan det er muligt med nuværende teknologier, at danne basis for sandsynliggørelsen af online gruppearbejde. Er online gruppearbejde først implementeret i studenternet.dk er der ydeligere mulighed for at bygge flere tjenester på. F.eks at have adgang til video og audio optagelser af forskellige forelæsninger, som supplement til kurser.

8 Appendiks A

Spørgeskemaundersøgelse på Basis
- Gruppemøder over Internettet

Introduktion

Denne undersøgelse skal bruges i forbindelse med vores projekt som omhandler prioritering af datastrømme på netværk. Undersøgelsen er 100% anonym og dit brugernavn skal kun sikre at du faktisk er studerende på Tek-Nat Basis.

På forhånd tak for din besvarelse.

Brugernavn: _____

Faggruppe: _____ (f.eks. EE, ST, AD, NAT-M osv.)

1. Har du internetadgang derhjemme?

- Ja
- Nej

2. Hvis ja, hvad bruger du Internettet til?

- Surfing
- E-mail
- Spil
- Upload/download af filer
- Studierelateret arbejde
- Realtime-kommunikation (chat, IP-telefoni, video-konferencer m.m.)
- Andet

3. Hvor arbejder du bedst?

- Hjemme
 - I grupperummet
- Hvorfor? _____

4. Har du kontakt med din gruppe når du arbejder hjemme?

- Ja
- Nej

5. Tror du at gruppemøder over Internettet ville kunne erstatte fysiske gruppemøder?

-- Ja

-- Nej

Hvorfor?

6. Tror du at gruppemøder over Internettet ville være et godt supplement til til fysiske gruppemøder?

-- Ja

-- Nej

Hvorfor?

7. Hvad synes du om konceptet med gruppemøder over Internettet?

-- Meget godt

-- Godt

-- Mindre godt

-- Skidt

8. Hvad synes du er vigtigst i et virtuelt gruppemøde over Internettet?

Priorité 1-5 (1 er førsteprioritet)

-- Live tale

-- Live video

-- Chat

-- Filoverførsler

-- Fælles tavle

9 Appendiks B

Resultat af spørgeskemaundersøgelse

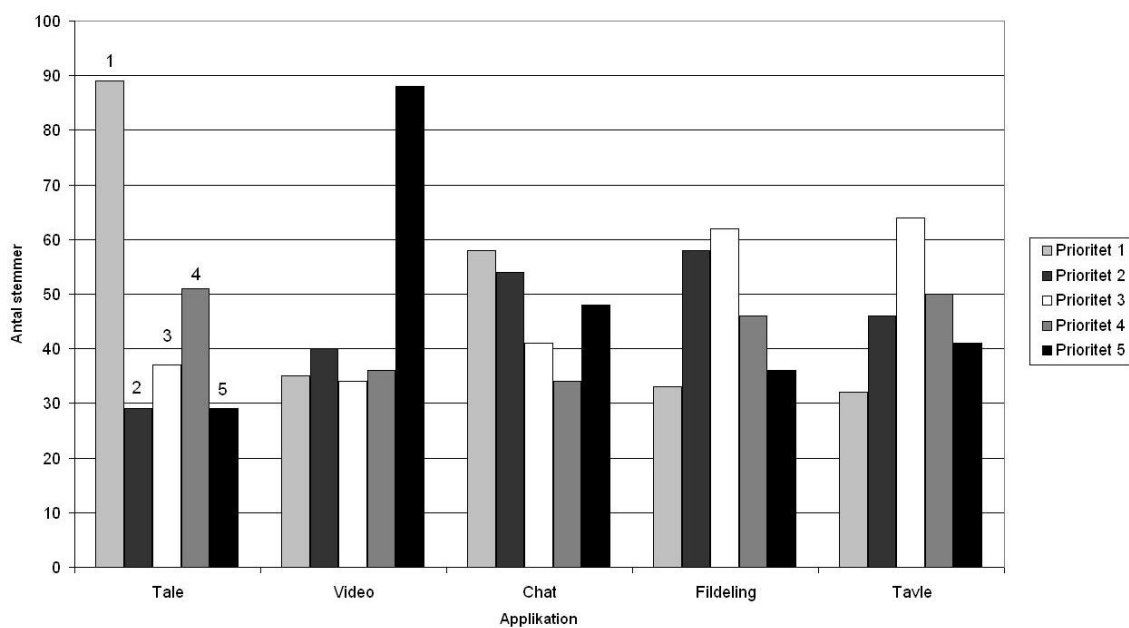
247 studerende deltog i undersøgelsen

	Valg	Antal stemmer	Procent
Spørgsmål 1	Ja	220	89%
	Nej	27	11%
Spørgsmål 2	Surfing	199	81%
	E-mail	221	89%
	Spil	90	36%
	Upload/download	187	76%
	Studierelateret arbejde	219	89%
	Kommunikation	157	64%
	Andet	75	30%
Spørgsmål 3	Hjemme	158	64%
	Grupperummet	85	34%
Spørgsmål 4	Ja	209	85%
	Nej	37	15%
Spørgsmål 5	Ja	24	10%
	Nej	222	90%
Spørgsmål 6	Ja	200	81%
	Nej	46	19%
Spørgsmål 7	Meget godt	18	7%
	Godt	124	50%
	Mindre Godt	78	32%
	Skidt	22	9%

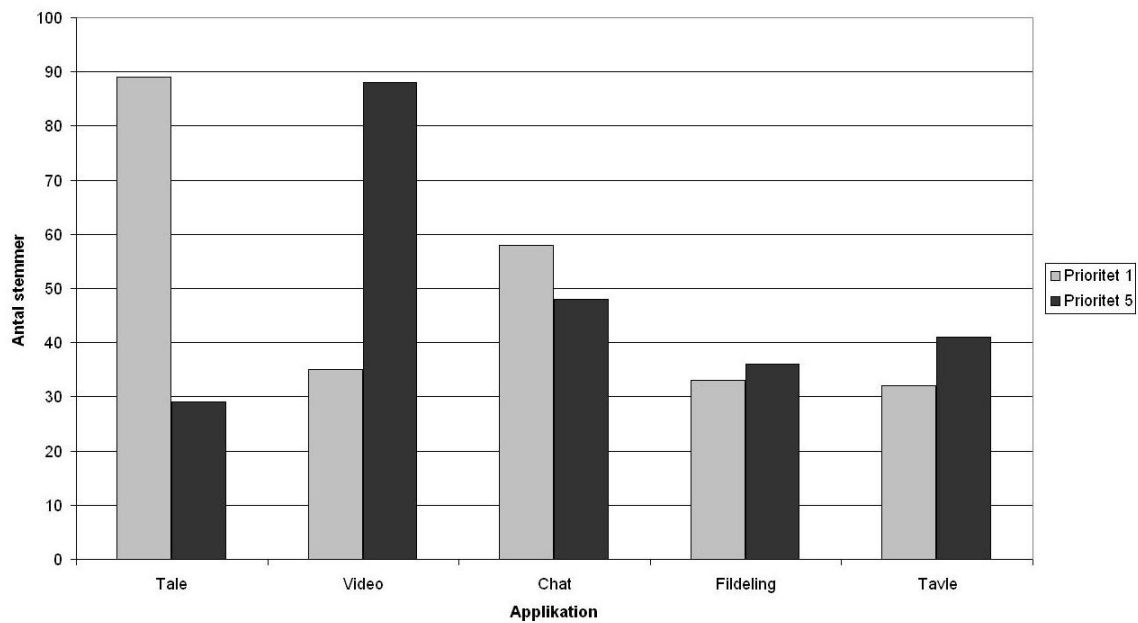
Spørgsmål 8

Prioritet	Tale	Video	Chat	Fildeling	Tavle
1	89	35	58	33	32
2	29	40	54	58	46
3	37	34	41	62	64
4	51	36	34	46	50
5	29	88	48	36	41
Ingen	12	14	12	12	14
I alt	247	247	247	247	247
Difference mellem 1 og 5	60	-53	10	-3	-9
Prioritet	Tale	Video	Chat	Fildeling	Tavle
1	36%	14%	23%	13%	13%
2	12%	16%	22%	23%	19%
3	15%	14%	17%	25%	26%
4	21%	15%	14%	19%	20%
5	12%	36%	19%	15%	17%
Ingen	5%	6%	5%	5%	6%
Gennemsnit	2,428	3,20	2,66	2,80	2,88

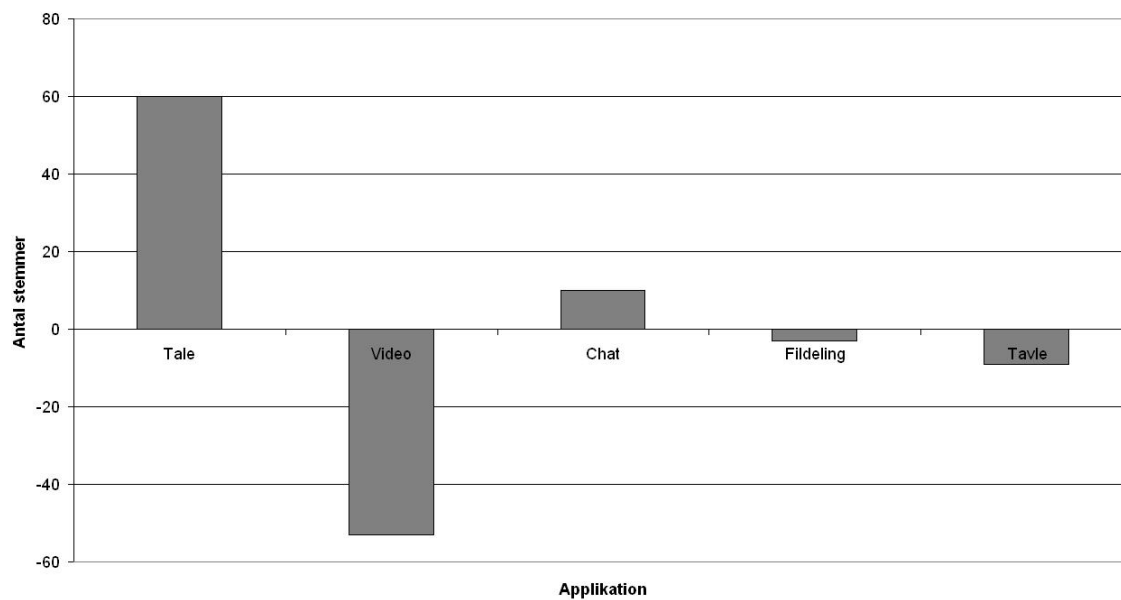
Faggruppe	Antal besvarelser
AD	22
BA	20
ED	12
EE	34
GEO	1
GF	11
IND	19
IT	4
KMB	35
Land	9
NANO	16
Nat-D	11
Nat-F	2
Nat-M	11
PM	5
ST	21
SW	8



Figur 25: Alle prioriteter(i alt)



Figur 26: Prioritet 1 og 5 (i alt)



Figur 27: Difference mellem prioritet 1 og 5

10 Bilag 1: The Wonder Shaper

```
#!/bin/bash

# Wonder Shaper
# please read the README before filling out these values
#
# Set the following values to somewhat less than your actual download
# and uplink speed. In kilobits. Also set the device that is to be shaped.
DOWNLINK=
UPLINK=
DEV=eth0

# low priority OUTGOING traffic - you can leave this blank if you want
# low priority source netmasks
NOPRIOHOSTSRC=

# low priority destination netmasks
NOPRIOHOSTDST=

# low priority source ports
NOPRIOPORTSRC=

# low priority destination ports
NOPRIOPORTDST=

# Now remove the following two lines :-)

echo Please read the documentation in 'README' first :-)\
exit

#####

if [ "$1" = "status" ]
then
tc -s qdisc ls dev $DEV
tc -s class ls dev $DEV
exit
fi

# clean existing down- and uplink qdiscs, hide errors
tc qdisc del dev $DEV root 2> /dev/null > /dev/null
tc qdisc del dev $DEV ingress 2> /dev/null > /dev/null
```

```
if [ "$" = "stop" ]
then
exit
fi

##### uplink
# install root CBQ

tc qdisc add dev $DEV root handle 1: cbq avpkt 1000 bandwidth 10mbit

# shape everything at $UPLINK speed - this prevents huge queues in your
# DSL modem which destroy latency:
# main class

tc class add dev $DEV parent 1: classid 1:1 cbq rate ${UPLINK}kbit \
allot 1500 prio 5 bounded isolated

# high prio class 1:10:

tc class add dev $DEV parent 1:1 classid 1:10 cbq rate ${UPLINK}kbit \
allot 1600 prio 1 avpkt 1000

# bulk and default class 1:20 - gets slightly less traffic,
# and a lower priority:

tc class add dev $DEV parent 1:1 classid 1:20 cbq rate [9*$UPLINK/10]kbit\
allot 1600 prio 2 avpkt 1000

# 'traffic we hate'

tc class add dev $DEV parent 1:1 classid 1:30 cbq rate [8*$UPLINK/10]kbit\
allot 1600 prio 2 avpkt 1000

# all get Stochastic Fairness:
tc qdisc add dev $DEV parent 1:10 handle 10: sfq perturb 10
tc qdisc add dev $DEV parent 1:20 handle 20: sfq perturb 10
tc qdisc add dev $DEV parent 1:30 handle 30: sfq perturb 10

# start filters
# TOS Minimum Delay (ssh, NOT scp) in 1:10:
tc filter add dev $DEV parent 1:0 protocol ip prio 10 u32 \
match ip tos 0x10 0xff flowid 1:10

# ICMP (ip protocol 1) in the interactive class 1:10 so we
# can do measurements & impress our friends:
```

```

tc filter add dev $DEV parent 1:0 protocol ip prio 11 u32 \
match ip protocol 1 0xff flowid 1:10

# prioritize small packets (<64 bytes)

tc filter add dev $DEV parent 1: protocol ip prio 12 u32 \
match ip protocol 6 0xff \
match u8 0x05 0x0f at 0 \
match u16 0x0000 0xffc0 at 2 \
flowid 1:10

# some traffic however suffers a worse fate
for a in $NOPRIOPORTDST
do
tc filter add dev $DEV parent 1: protocol ip prio 14 u32 \
match ip dport $a 0xffff flowid 1:30
done
for a in $NOPRIOPORTSRC
do
tc filter add dev $DEV parent 1: protocol ip prio 15 u32 \
match ip sport $a 0xffff flowid 1:30
done
for a in $NOPRIOHOSTSRC
do
tc filter add dev $DEV parent 1: protocol ip prio 16 u32 \
match ip src $a flowid 1:30
done
for a in $NOPRIOHOSTDST
do
tc filter add dev $DEV parent 1: protocol ip prio 17 u32 \
match ip dst $a flowid 1:30
done

# rest is 'non-interactive' ie 'bulk' and ends up in 1:20

tc filter add dev $DEV parent 1: protocol ip prio 18 u32 \
match ip dst 0.0.0.0/0 flowid 1:20

##### downlink #####

# slow downloads down to somewhat less than the real speed to prevent
# queuing at our ISP. Tune to see how high you can set it.
# ISPs tend to have *huge* queues to make sure big downloads are fast

```

```
#  
# attach ingress policer:  
  
tc qdisc add dev $DEV handle fff: ingress  
  
# filter *everything* to it (0.0.0.0/0), drop everything that's  
# coming in too fast:  
  
tc filter add dev $DEV parent fff: protocol ip prio 50 u32 match ip src \  
0.0.0.0/0 police rate $DOWNLINKkbit burst 10k drop flowid :1
```

Litteratur

- [1] <http://euo.dk>, 14/12 2004.
- [2] <http://skype.spontek.dk/>, 10/12 2004.
- [3] www.gnuskole.dk/router, 25/11 2004. sidst redigeret: 30/1 2004.
- [4] www.icq.com/products/whatisicq.html, 2/11 2004.
- [5] www.irc.org, 2/11 2004.
- [6] www.it-leksikon.dk, 16/11 2004. sidst redigeret: dagligt.
- [7] www.msn.com, 2/11 2004.
- [8] www.netplan.dk, 2/11 2004.
- [9] www.rhyshaden.com/, 20/10 2004.
- [10] www.skype.com, 2/11 2004. sidst redigeret: 24/11 2004.
- [11] www.songnetworks.dk/420.0.23.4, 6/11 2004. sidst redigeret: 21/4 2004.
- [12] www.tele.gl, 27/11 2004.
- [13] www.ventrilo.d, 2/11 2004.
- [14] Udgivet af: R. A. Hinde. Skrevet af: Michael Argyle. *Non-verbal communication*. Cambridge University Press, 1972.
- [15] Stephanie Wood & Samir Chatterjee. *Network Quality of Service for the Enterprise*. Kluwer Academic Publisher, 2002.
- [16] Gregers Friisberg. *Politik*. Samfundsfagsnyt, 1983.
- [17] Stig Jensen & Arne Gjeldstrup. *Datakommunikation*. Ingeniøren bøger, 4. udgave, 2003.
- [18] Kent Mayer. *Datakommunikation i praksis*. IDG, 2003.
- [19] Jill Mehlbye mf. *Håndbog i evaluering*. AKF Forlaget, 1993.
- [20] Andrew S. Tanenbaum. *Computer Network*. Prentice Hall, 4. udgave, 2003.