



# Datanettet ved UiO, og litt til.....

## Kjetil Otter Olsen

- Seksjonssjef
- Seksjon for IP-Nett og Telefoni (SINT)
- Universitetets Senter for Informasjonsteknologi (USIT)

## Har ansvaret for

- UiOs datanett
- Studentbynettet hos SiO og Blindern studentterhjem
- UiOs telefonsystem
- UNINETTs installasjoner på Østlandet
- NORDUnets installasjoner i Oslo
- NIX, Internet samtrafikkpunktene i Norge



# Dagens agenda

- En gjennomgang av UiOs datanett
  - Tanker bak designet
  - Teknologier som benyttes
  - Noen eksempler
  - Verktøy
- Utstyr, med mulighet til å kikke i pausen
- Internet, hvordan henger det sammen
- UNINETT og NORDUnet
- WDM, eller hvordan få ”nok” båndbredde
- Studentbynett og trådløstnett ved UiO



# Datanettet ved UiO

- UiOs datanett er bygget opp med tre grunnregler
  - Raskt, nok båndbredde til alle
  - Stabilt, minimal nedetid, redundans på viktige steder
  - Rimelig, mest mulig fart for pengene 😊
- Nettet er under kontinuerlig utbygging, og vil alltid være det
  - Andre bygger etter ”skippertak-metoden”
- Vi deler nettet grovt i to deler
  - Stamnettet, som kopler alle bygningene sammen
    - » Rutet, Lag 3 i OSI-modellen, bruker OSPF som rutingprotokoll
  - Lokalnettene, som sørger for kopling til alle maskinene
    - » Switchet, Lag 2 i OSI-modellen



# Viktige teknologier

- Fiber
  - Heleid, deleid, leid. Enkelt å få ”nok” båndbredde
- WDM (WaveDivision Multiplexing)
  - Utnytter fiberen bedre, gir mange forbindelser på en fiber
- Fast-ethernet (FE) og Gigabit-ethernet (GE)
  - Dagens standarder for datanettet på UiO
  - 100BaseTX, 100BaseFX
  - 1000BaseT, 1000BaseSX, 1000BaseLX, 1000BaseZX
- 10Gigabit-ethernet (10GE)
  - Standarden for stamnett ved UiO
  - Stamnett-teknologi for de neste 4-6 årene
  - 10GBaseSR, 10GBaseLR, 10GBaseER
  - Servertilkopling med 10GE har vi noen få av ved UiO



# Utstyret, byggeklossene

- **Stamnettet bygges av Røtere**
  - Softwarebaserte røtere
    - » Alle pakker inspiseres av SW
    - » Lav hastighet, høy funksjonalitet
  - Hardwarebaserte røtere
    - » Alle pakker switches i HW (av ASICs)
    - » Høy hastighet, lav funksjonalitet (men stigende)
- **Lokalnettene er bygget opp av Switcher**
  - Binder sammen endeutstyret (servere, maskiner) med røterne (stamnettet)
- **Kabler må til!**
  - Fiber, singel-mode og multi-mode
  - Kobber, Category 3, 5, 5e, 6, 6e, 6a, 7.....



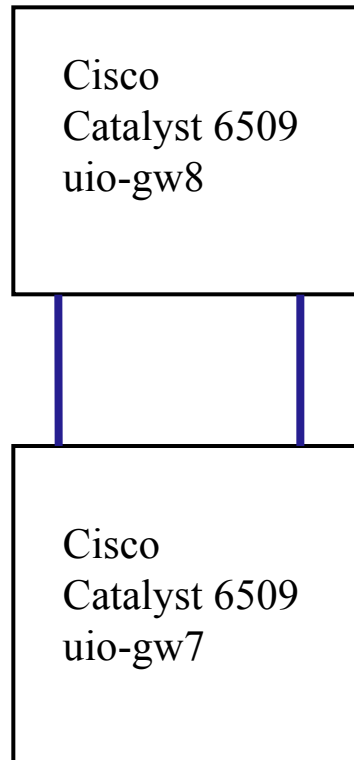
# Status på UiOs stamnett 2010

- Redundant kjerne med mye kapasitet
- Redundant høykapasitetsforbindelse til omverden
- Redundant ryggradsnett utenfor "Campus"
- Redundant nett på "Campus"
- Planer videre
  - Økt redundans
  - Fiber til flere steder
- Nøkkelord; **Redundans og Kapasitet**
- Og **KISS: Keep It Simple, Stupid**



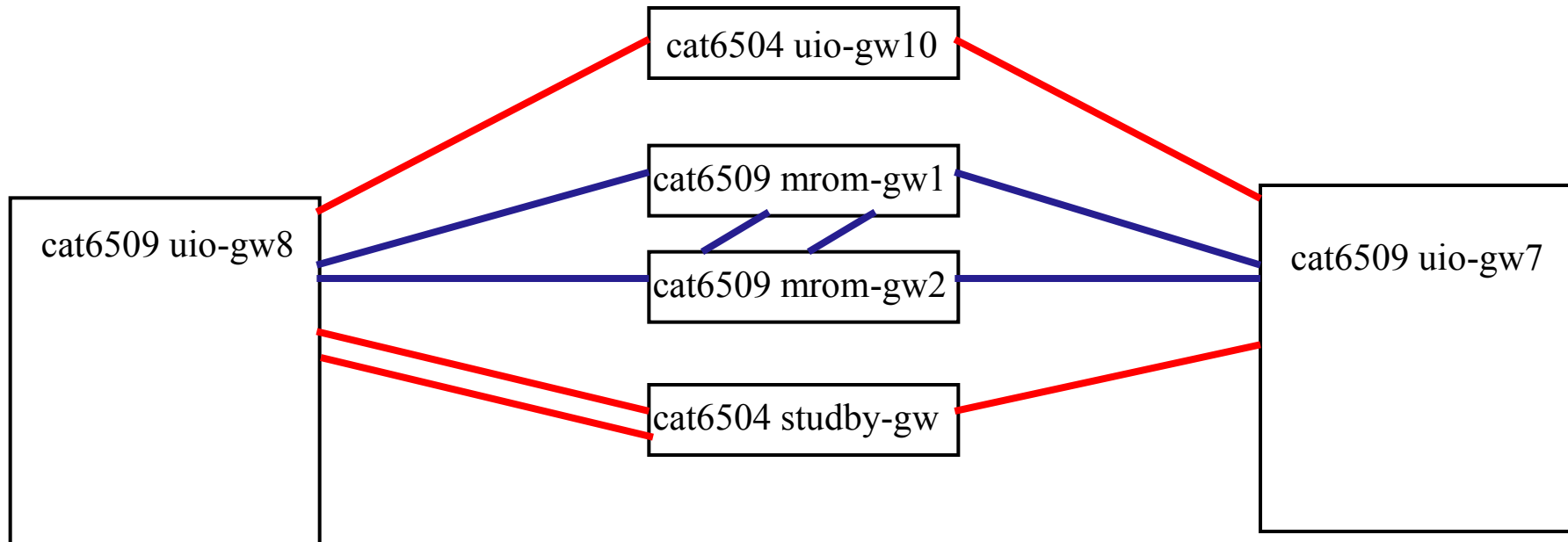
# Sentral infrastruktur

— 10.000 mb/s





# Sentral infrastruktur



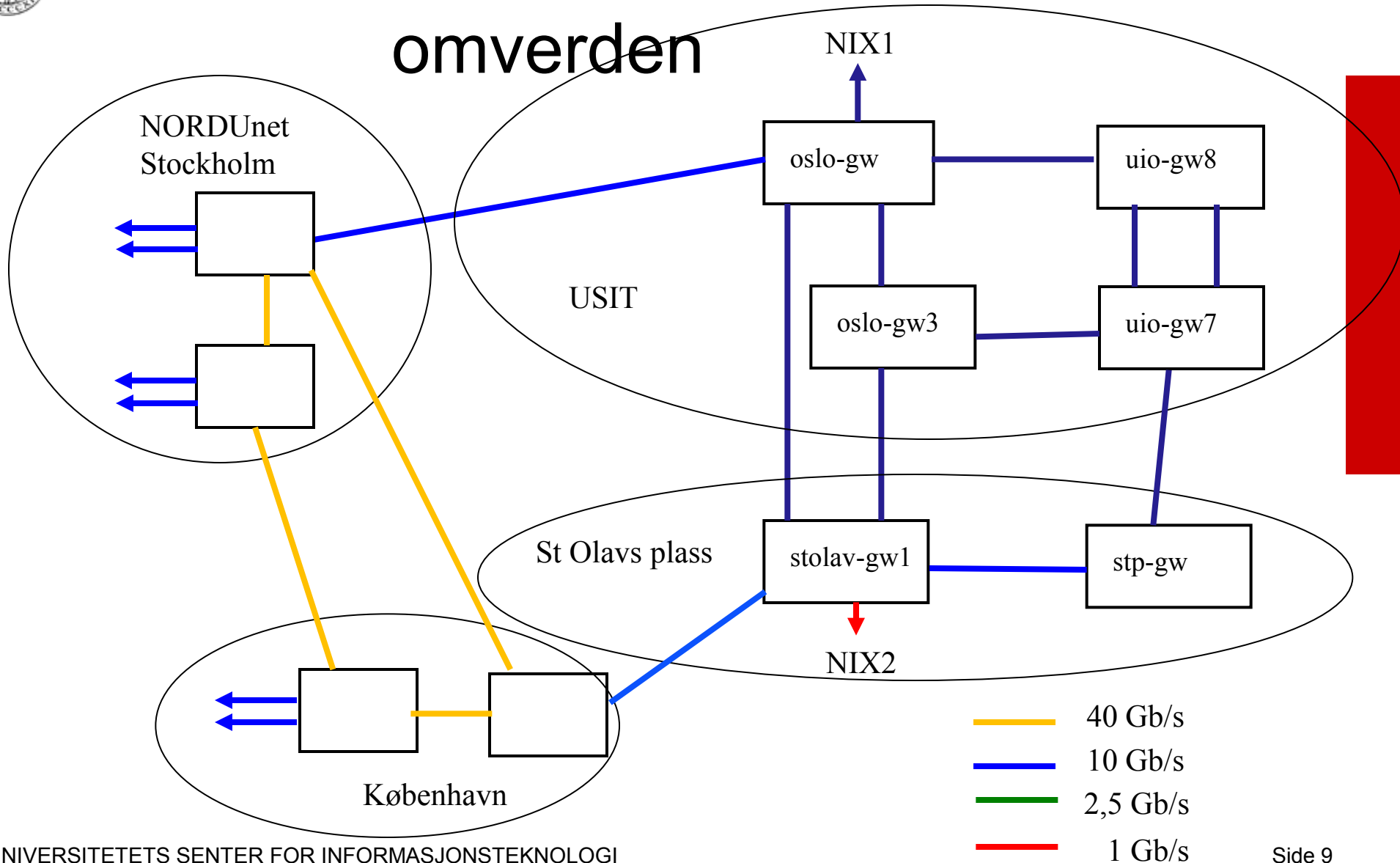
— 10.000 mb/s

— 1.000 mb/s



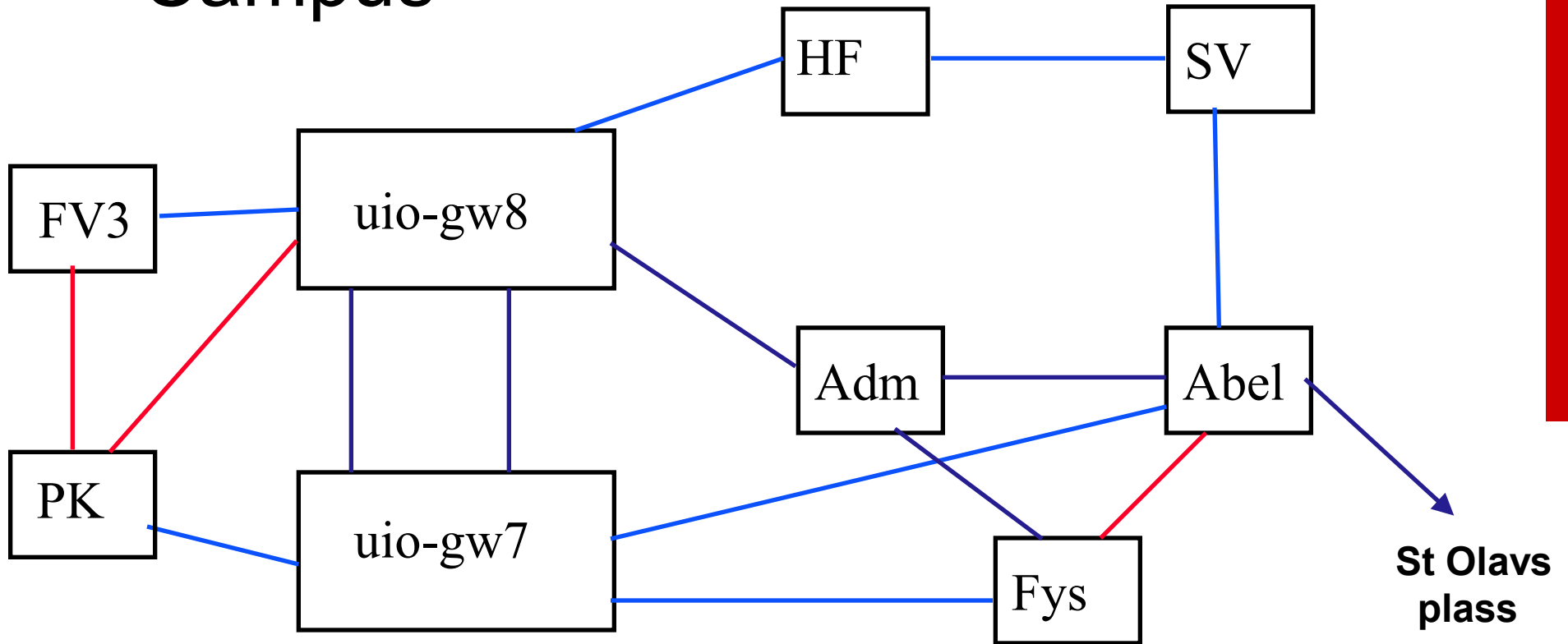


# Forbindelsen til omverden





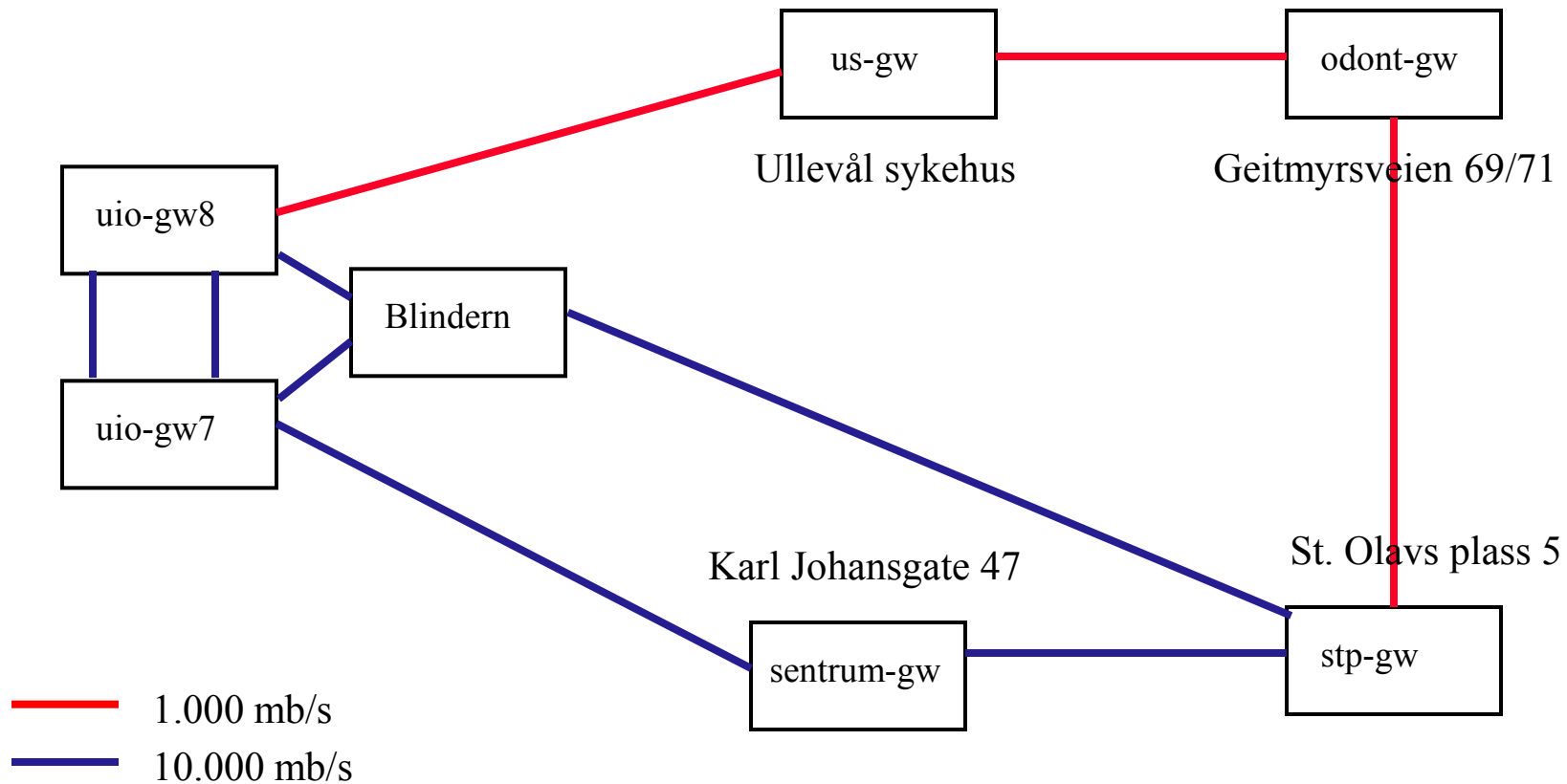
# Campus



— 1.000 mb/s  
— 10.000 mb/s

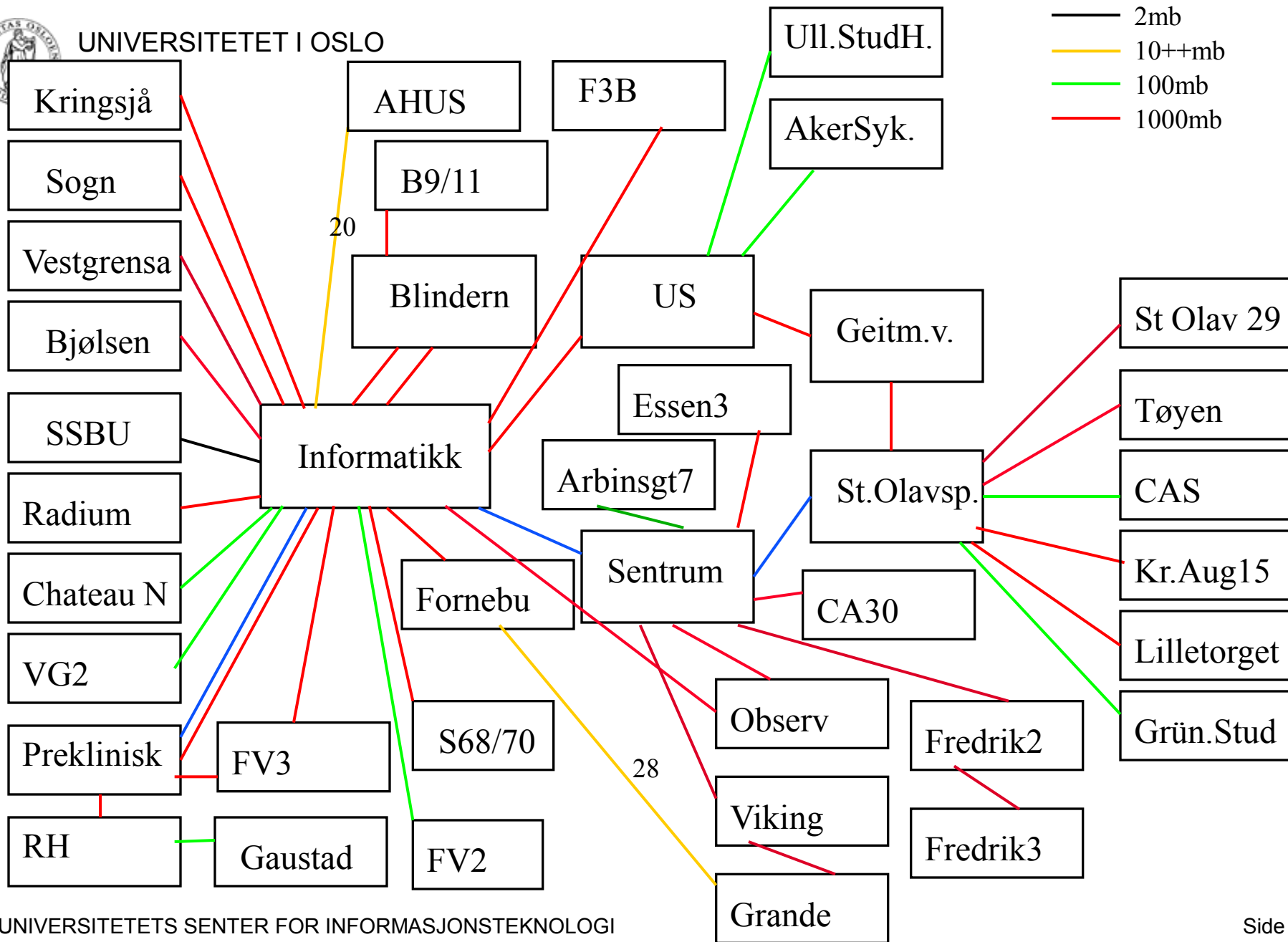


# MAN (Metropolitan Area Network)





# UNIVERSITETET I OSLO



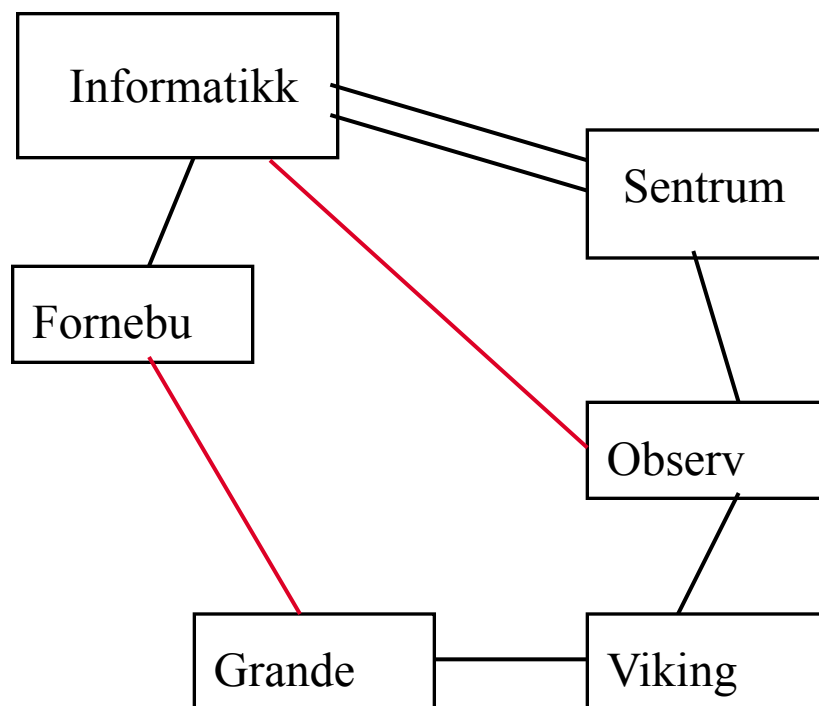


# Linjeredundans

- Mange steder har fortsatt bare en linje inn
- Ofte vanskelig og/eller dyrt å få inn en fiber til....
- Teknologier vi bruker
  - ADSL, opptil 15 mb/s
  - SHDSL, opptil 4 mb/s
  - Radiolink, opptil 28 mb/s



# Eksempel på redundans i stamnettet



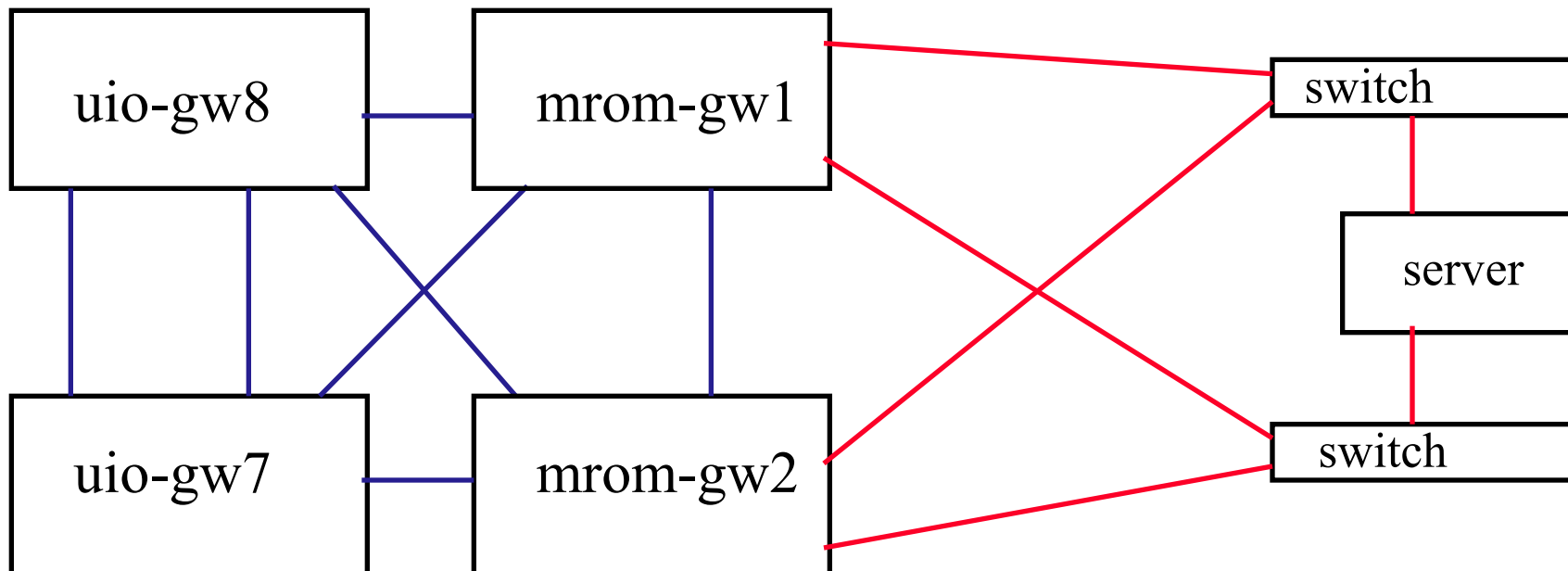


# Ruterredundans

- Ofte er det en ruter pr knutepunkt
  - Stopper den er det dødt
- Vi kan sette ut en ruter til (HSRP, VRRP)
- Fordeler
  - Ruterne kan ta over for hverandre, det er en god ting
- Ulemper
  - Mer komplisert oppsett, en stor feilkilde
  - To steder å konfigurere, enda en stor feilkilde
  - To steder å kople enhetene til, også en feilkilde
- UiO tester ruterredundans
  - Alternativet er å ha reservedeler og rask respons ved feil
  - Og spre risikoen på flere rutere (=færre nett pr ruter)
  - Og benytte rutere med god oppetid



# Maskinrom, med ruter-redundans



— 1.000 mb/s  
— 10.000 mb/s





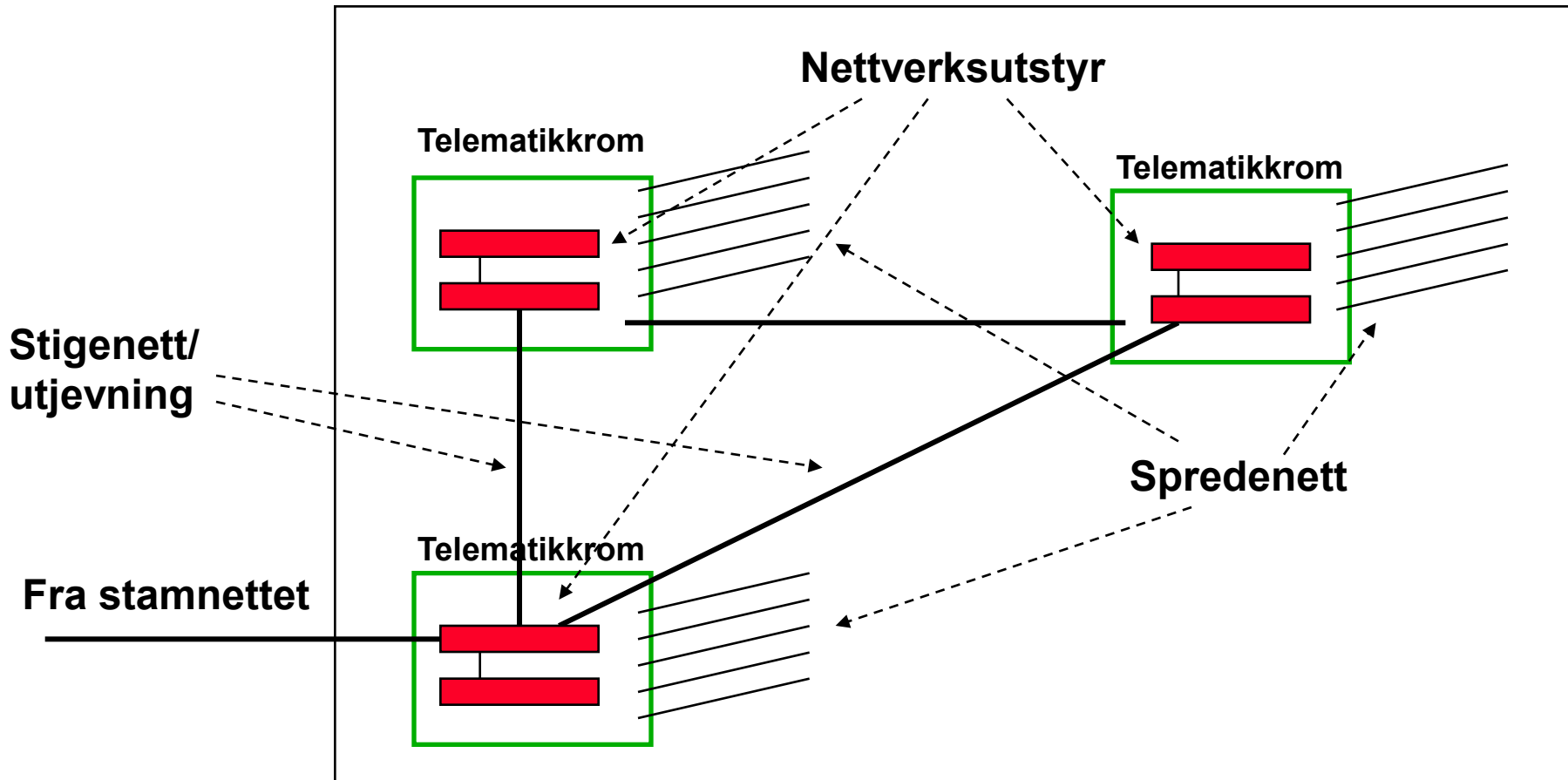
# Lokalnettet (LAN)

- Nettet inne i hvert hus
- Består av
  - Strukturert kabling (telematikkrom, spredenett, stigenett/utjevning)
  - Nettverkselektronikk (switcher)
  - Forbindelse til stamnettet (til nærmeste ruter)
- Den mest omfangsrike delen av ethvert nett
- Krever orden!!



# Lokalnettet

Skjematisk struktur med telematikkrom, kabling og utstyr.





# Verktøy som trengs i nettverksdrift

- Alarmverktøy. For å varsle om feil
  - Utstyr og linjer som ikke fungerer
  - Høy temperatur
  - For mye trafikk/overbelastning
- Trafikkverktøy/Grafverktøy. For å se tall og trender
  - Trafikkutvikling
  - Unormal oppførsel
- Hvem og Hvor. For å finne brukere og maskiner
  - Når "noe" skjer
- Loggverktøy
  - For å samle meldinger fra utstyret



# Utstyr

- **Rutere fra Cisco**
  - SW-baserte, massevis av funksjoner, mange forskjellige grensesnitt
  - HW-baserte, massevis av krefter, stort sett bare ethernet-grensesnitt
- **Et linjekort fra høy-ende Cisco-ruter**
  - Komplekst, og kostbart!
- **Switcher fra Alcatel, HP, Cisco, NetGear og Nortel**
  - Alle moderne switcher har mye kapasitet, "wire-speed"
  - MEN; mengden av buffer og funksjonalitet varierer sterkt, stort sett med prisen
- **GBIC (GigaBit Interface Converter) 1 Gb/s interface**
- **SFP (Small Formfactor Pluggable) Også et 1 Gb/s interface**
- **XENPAK og X2, 10 Gb/s interface**
- **Kabler (fiber, Cat 3 og Cat 5)**



# Pause

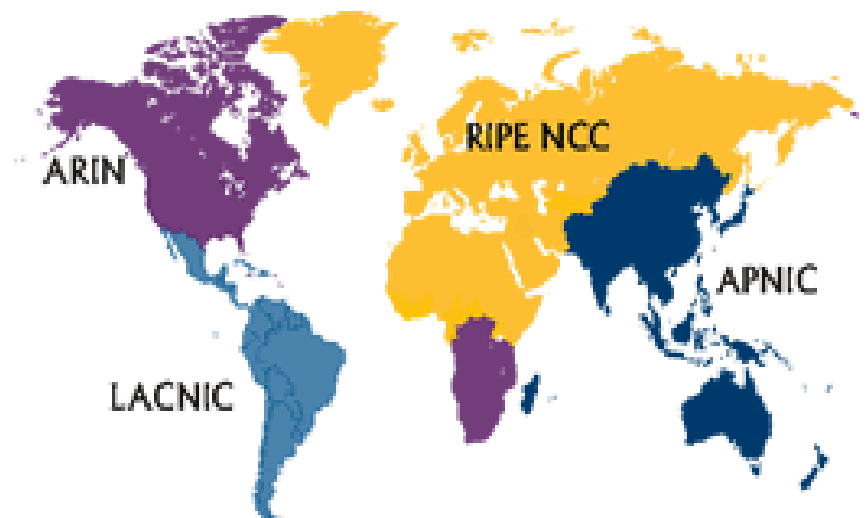
Med mulighet for å se nærmere på utstyret



# Internet

- Internet består av mange sammenkoblede nett
- Noen viktige Internet-begreper
  - Internet Service Provider (ISP)
    - » Nettet til en ISP kalles også et Autonomt System (AS)
  - Internet eXchange Point (IXP)
    - » Her utveksles det trafikk mellom ISPene
  - Regional Internet Registries (RIR)
    - » Reséaux IP Européen (RIPE)
    - » AfriNIC (Afrika)
    - » APNIC (Asia-Pacific)
    - » ARIN (Amerika = Nord-Amerika)
    - » LACNIC (Latin America and Caribbean)
  - Internet Assigned Numbers Authority (IANA)
    - » Holder orden på standarder etc på Internet

Regional Internet Registries Service Regions





# Internet Service Provider (ISP)

- Selve byggeklossen i Internet
  - Internet = samlingen av nettene til alle ISPene
- ISPens nett kalles også et Autonomt System (AS)
- ISPene får AS-nummer (ASN) og IP-adresser fra sin RIR
- ISPene har ansvaret for eget internt nett
- Og koplingene mot andre ISPer
  - Via Public Peering eller Private Peering, eller begge deler
- I Norge har vi ca 250 ISPer med smått og stort
  - Ca 15 av dem er store (i Norsk målestokk..)



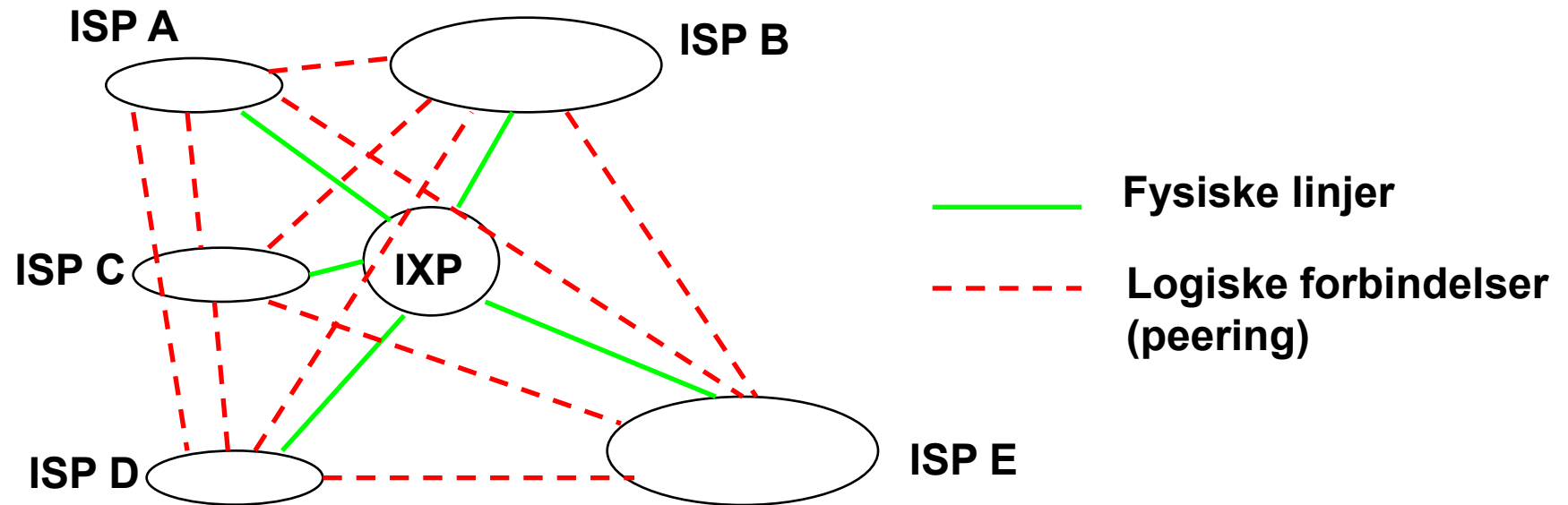
# Internet eXchange Point (IXP)

- Sammenkoplingspunkter for ISPer
- Trafikk mellom ISPer utveksles her
  - Kalles for "Public Peering"
- Ruting skjer med Border Gateway Protocol (BGP)
- I Norge er det to IXPer, NIX1 og NIX2, begge i Oslo
  - Ca 60 ISPer er tilkopleet NIX1 og ca 20 er tilkopleet NIX2
- I Bergen og Trondheim er det spede begynnelser
- Nye IXPer er på trappene i Tromsø og Stavanger
- I Europa er det ca 60 IXPer
  - De største er i Amsterdam, London og Frankfurt
- Se for eksempel [www.euro-ix.net](http://www.euro-ix.net) for mer informasjon



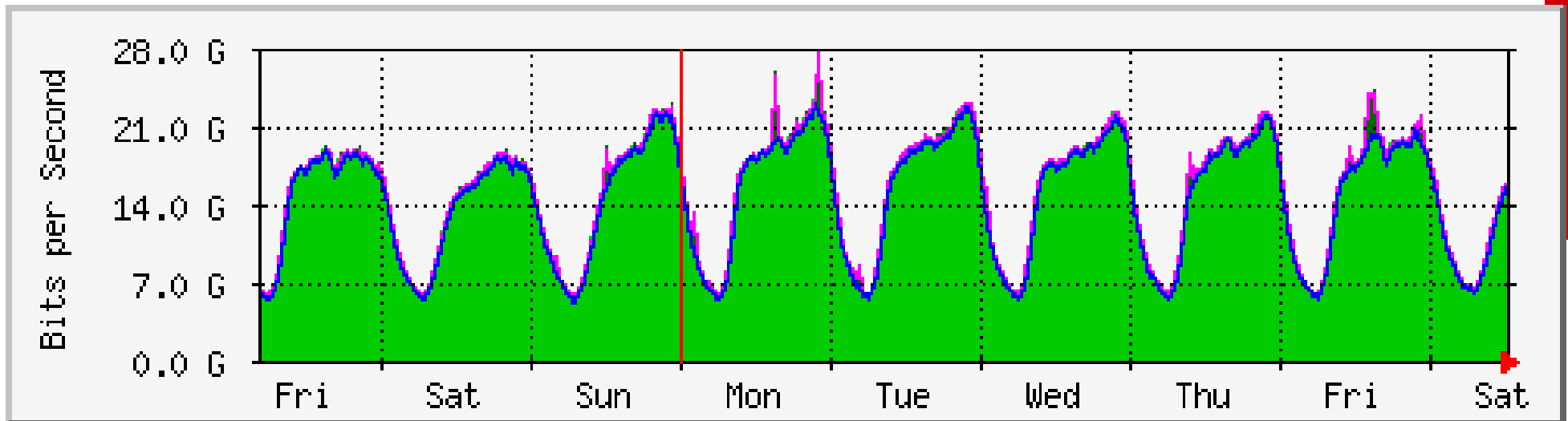


# Prinsippet for IXP





# Trafikken gjennom NIX1 og NIX2





# RIPE NCC

- Reséaux IP Européens Network Coordination Centre
- Den operative delen av RIPE
- Holder orden på ASN og IP-adresser i Europa
- Brukere (enkelpersoner og bedrifter) må henvende seg via en ISP, ikke direkte
- Holder til i Amsterdam og avholder RIPE-konferanser to ganger i året
- [www.ripe.net](http://www.ripe.net) for de som vil vite mer



# UNINETT

- Internet-tilbyder for UH-sektoren i Norge
  - National Research and Education Network (NREN)
- Eies av Kunnskapsdepartementet
- Hovedsete i Trondheim
- Samarbeider tett med de fire gamle universitetene
- Driver kontinuerlig utbygging for å dekke behovene
- Høy kapasitet og høy kvalitet er nøkkelord



# UNINETT stamnett



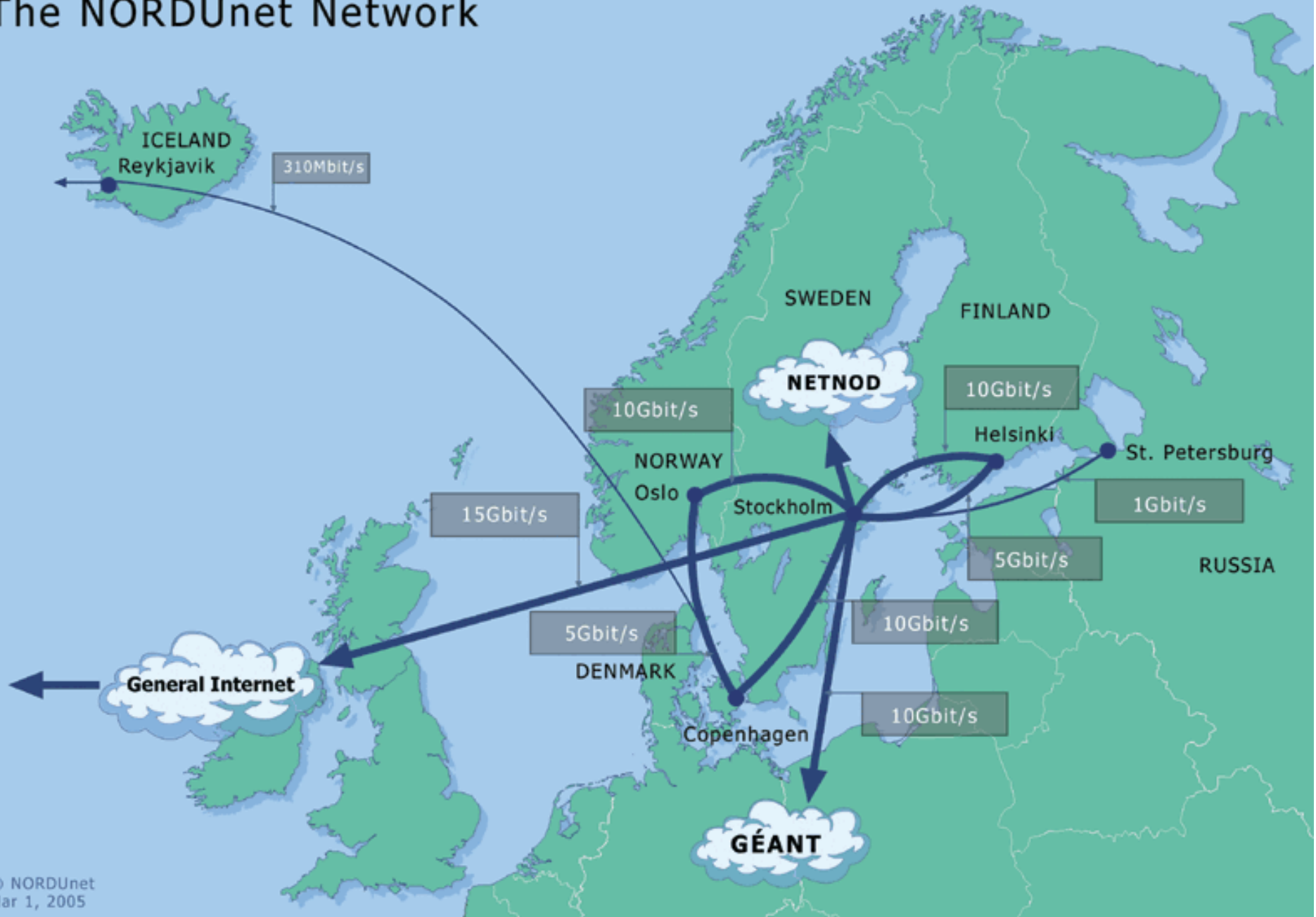
# UNINETT Østlandet



# NORDUnet

- Eies av Nordisk råd
- Har ledelsen sittende i København
- Og de driftsansvarlige i Stockholm
- Har som oppgave å kople de nasjonale utdanningsnettene (NREN) sammen og til Internet
- Sørger for koplinger til forskningsnett utenfor Norden
- Driver også kontinuerlig utbygging

# The NORDUnet Network







# Båndbredde

- Mange snakker om "raskere" datanett
- Det raskeste vi har er fiber-baserte nett, og der er det lyshastigheten som setter grensen
  - I glass er max lyshastighet ca  $0,67 \cdot c$
- Det begrenser overføringshastigheten, og kan redusere overføringskapasiteten
- Viktig å tenke på når store datamengder skal overføres over avstand



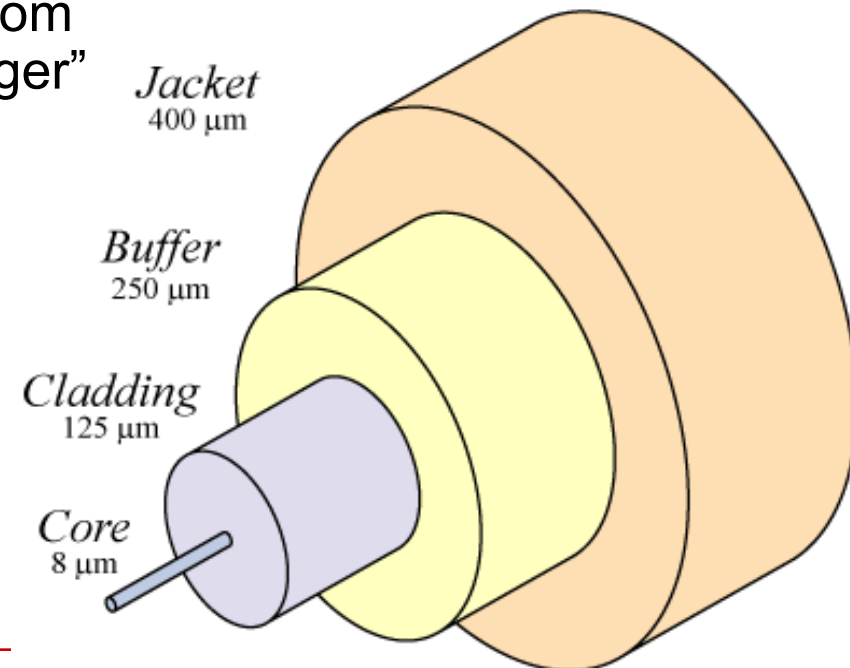
# Båndbredde, et eksempel

- Vi skal overføre data Oslo – Trondheim vha TCP
- Rundreisetiden er ca 8 ms
- TCP-vindusstørrelsen er 128 KByte
- Det gir max: 128KBytes pr 8 ms = 128 Mbit/s
  - Uansett hastighet på nettet mellom Oslo og Trondheim
- Cluet er å øke TCP-vindusstørrelsen
  - Default i mange OS er kun 32 KByte (!!)
- Enda viktigere ved overføringer over større avstand
  - 16 ms til Tromsø, ~120 ms til California
  - 32 KByte og 128 ms gir max 2 Mb/s



# WDM, "uendelig" med båndbredde

- Wave Division Multiplexing (WDM)
  - Bølgelengdemultipleksing
  - Dense WDM (DWDM) mer enn ca 16 bølgelengder, aktivt utstyr
  - Coarse WDM (CWDM) mindre enn ca 16 bølgelender, passivt utstyr
- WDM utnytter at fiberkabel bare er et "rør" som leder lys, og sender lys med forskjellige "farger"
- Kjernen er 8-10 mikrometer
- Et hårstrå er 50-100 mikrometer





# UNINETT DWDM

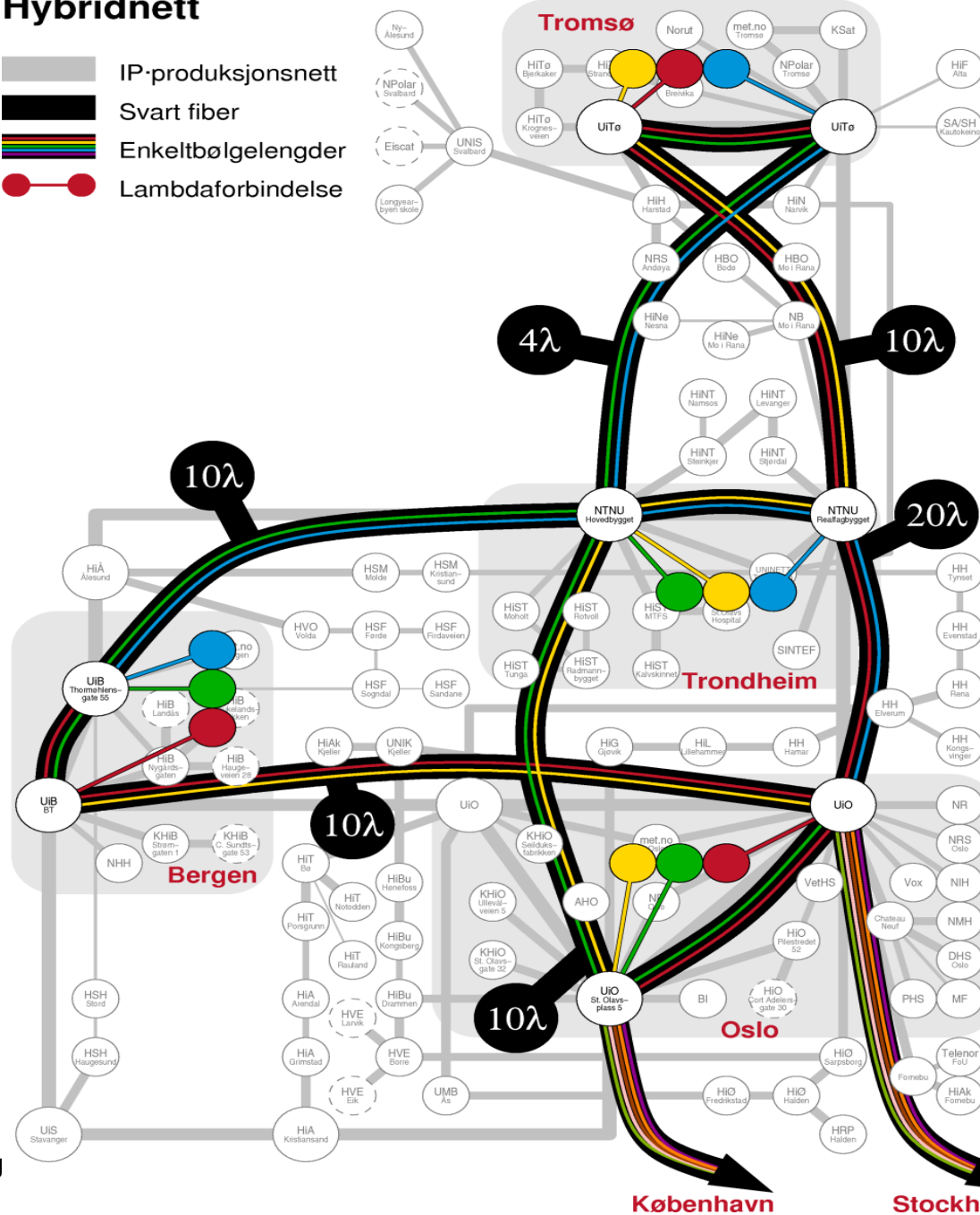
- Dens Wave Division Multiplexing
  - Kontra CWDM (Coarse Wave Division Multiplexing) < 16 bølgelengder
- Samarbeider med BaneTele
- Dekker Oslo, Trondheim, Bergen og Tromsø
  - Men også mulig å hente ut (add/drop) bølgelengder underveis
- Utstyret takler 10G i dag og oppgraderbart til 40G/100G
- Etableres som punkt til punkt-systemer
  - Redundans på ruter-nivå, ikke på optisk/DWDM-nivå
- Mellom 4 og 20 bølgelengder for UNINETT i hver forbindelse

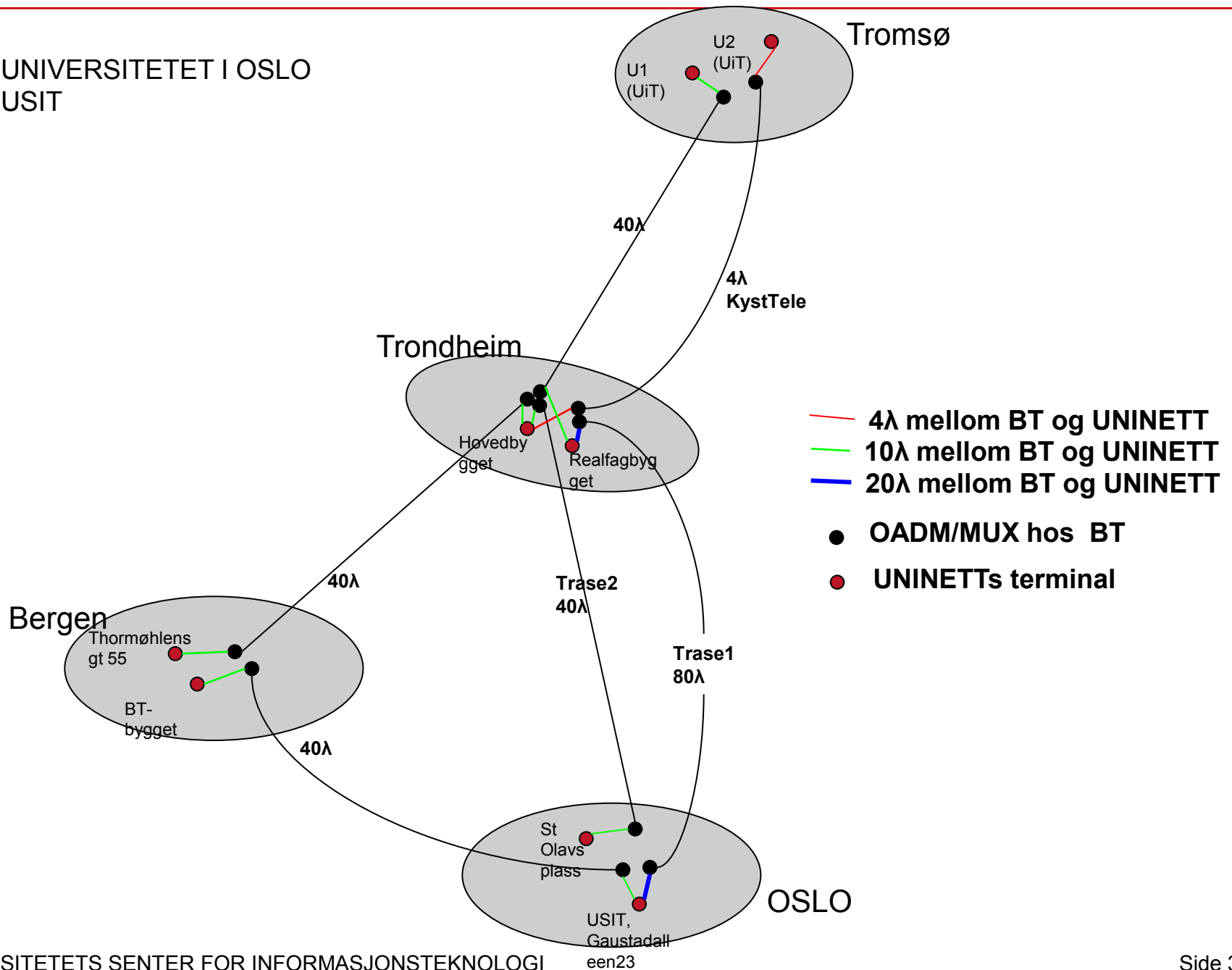


UNIVERSITETET I OSLO  
USIT

# Hybridnett

- IP-produksjonsnett
- Svart fiber
- Enkeltbølgelengder
- Lambdaforbindelse





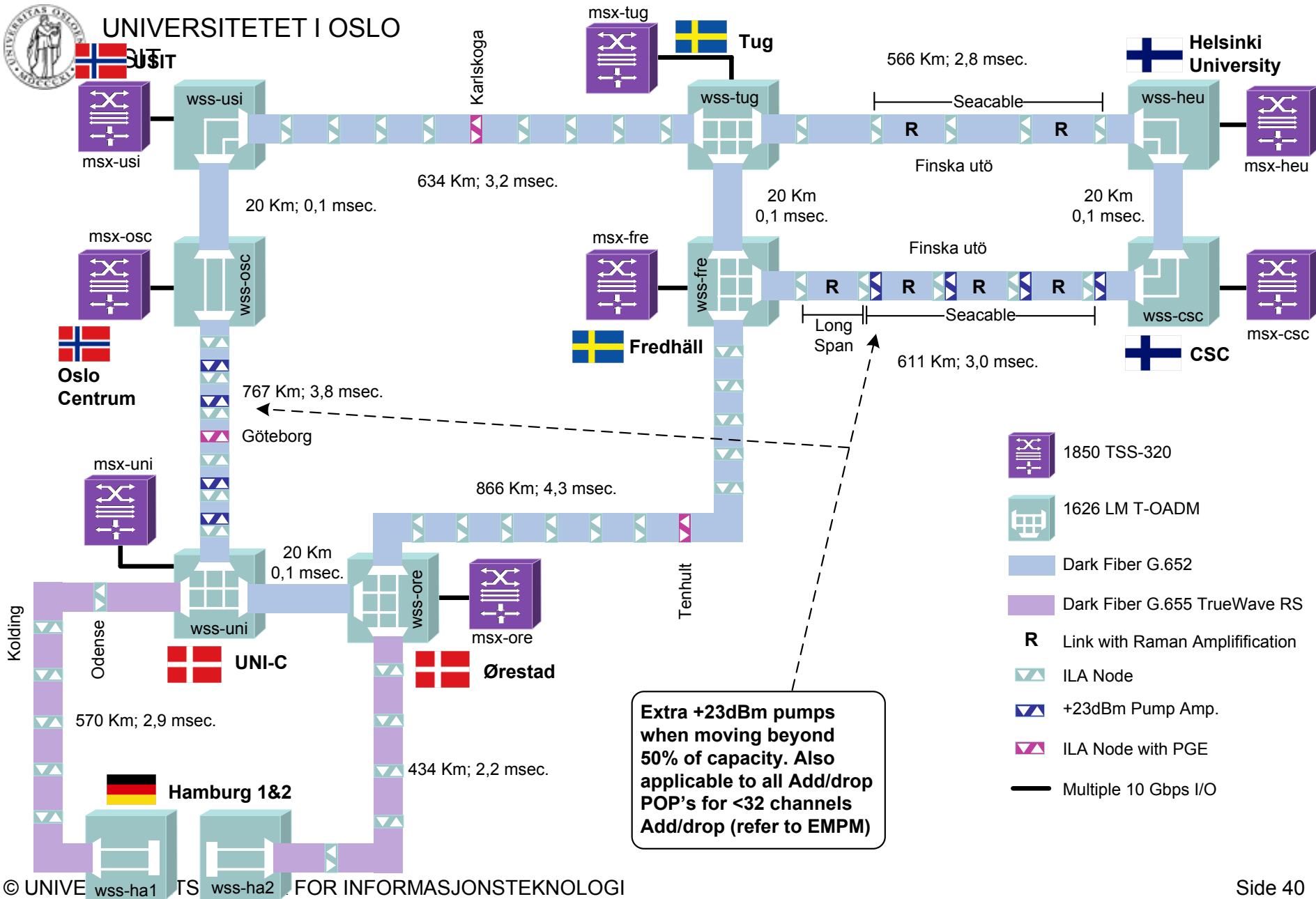


# NORDUnet DWDM

- Bygger DWDM-nett på egenhånd
- Dekker Oslo, Stockholm, København, Helsinki og Hamburg
- Bygger sammenkoblede ringer med OADM'er
- Initiell kapasitet 32 bølgelengder, utbyggbart til 88 pr i dag
- Operativt, men kun utrustet for noen få bølgelengder
- Nye 10G bølgelengder vil koste om lag 100kkr pr år
  - Redundant vei koster ca 150kkr pga lenger vei og mer utstyr
- Muliggjør tilkoping til GEANT2 og GLIF
  - Gir oss dedikerte høykapasitetsveier ut i verden, rimelig, men ikke gratis
- Kan også levere lavere hastigheter enn 10G (1GE, 2,5G)



# UNIVERSITETET I OSLO



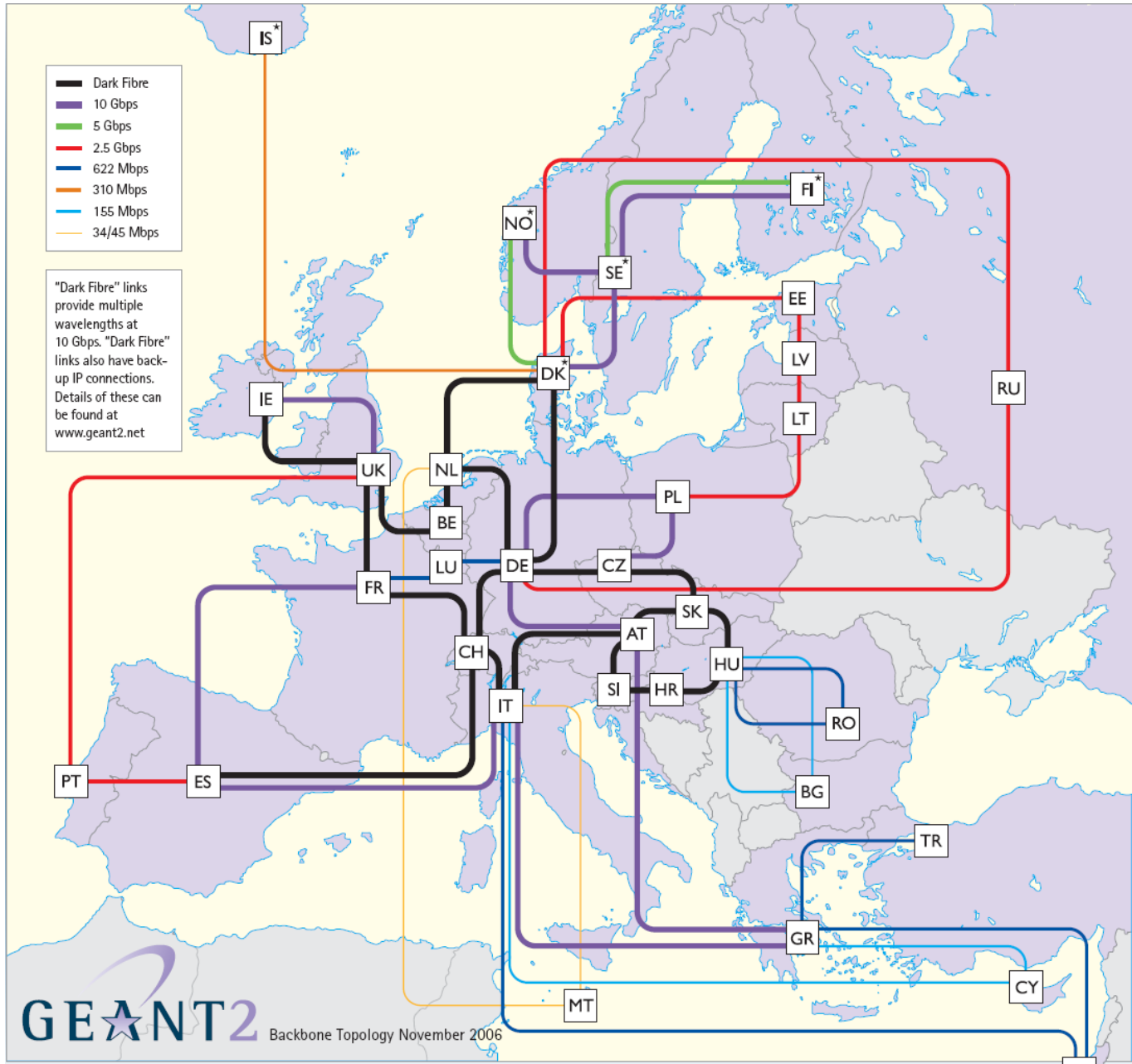
**Extra +23dBm pumps when moving beyond 50% of capacity. Also applicable to all Add/drop POP's for <32 channels Add/drop (refer to EMPM)**





- Dark Fibre
- 10 Gbps
- 5 Gbps
- 2.5 Gbps
- 622 Mbps
- 310 Mbps
- 155 Mbps
- 34/45 Mbps

"Dark Fibre" links provide multiple wavelengths at 10 Gbps. "Dark Fibre" links also have back-up IP connections. Details of these can be found at [www.geant2.net](http://www.geant2.net)

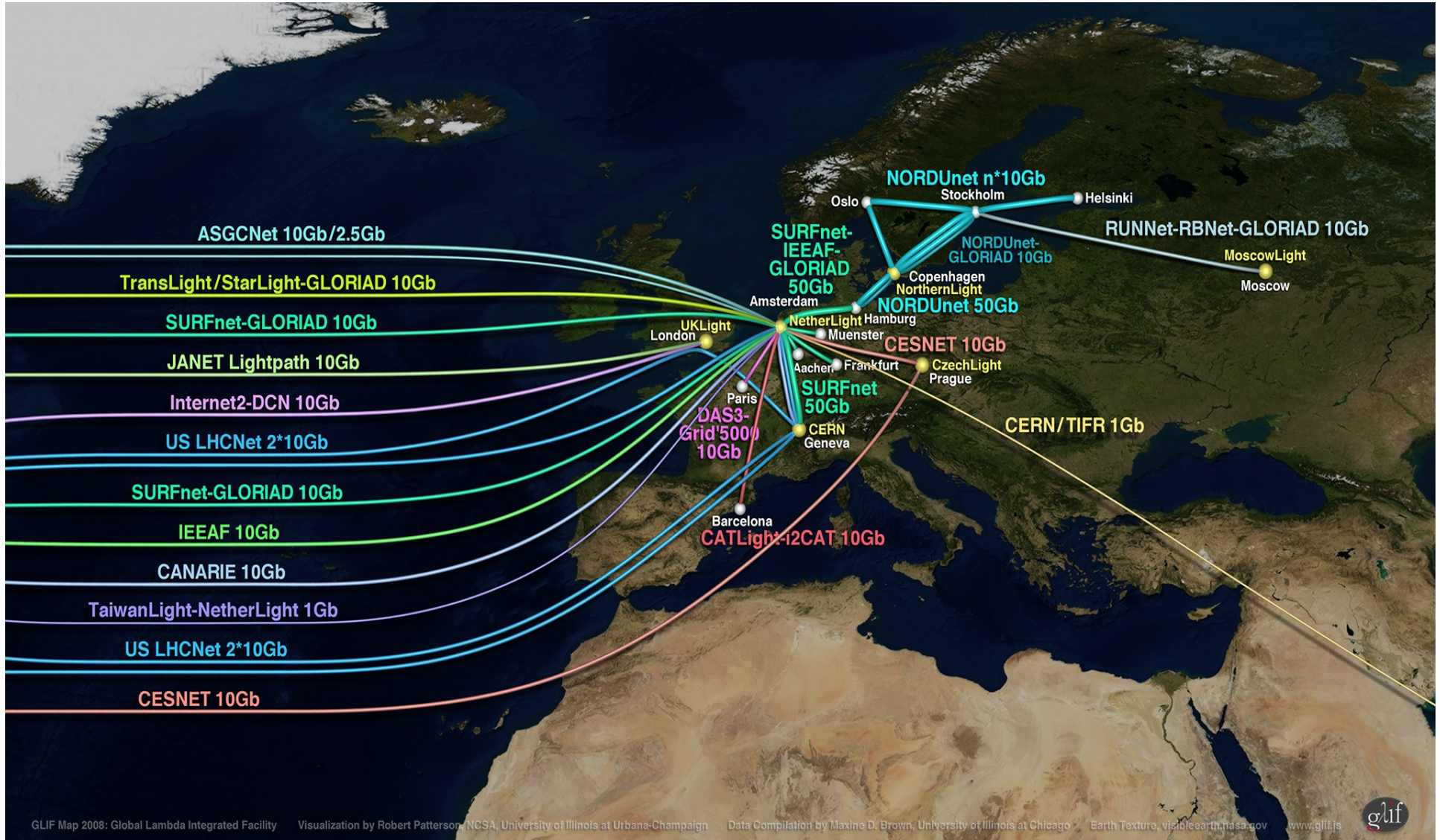






UNIVERSITETET I OSLO  
USIT

# GLIF, Europa



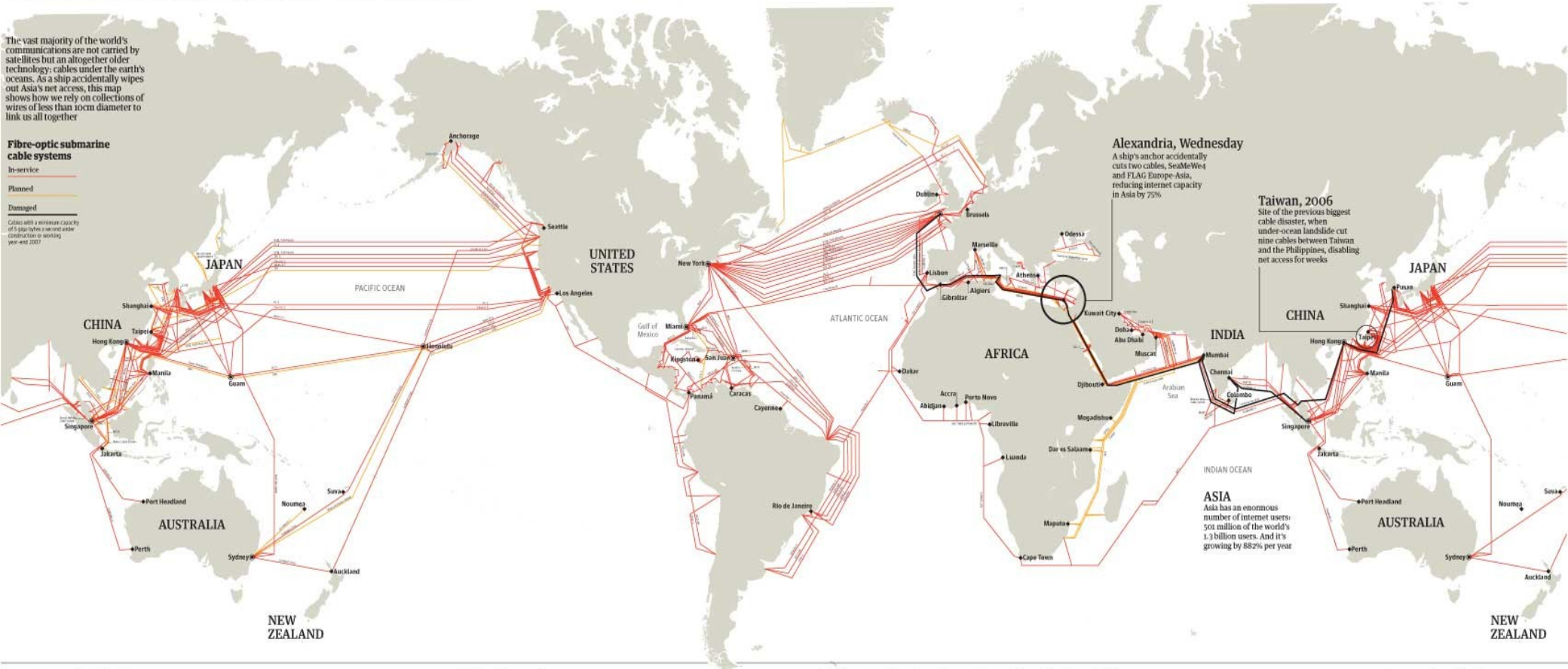
# The internet's undersea world

The vast majority of the world's communications are not carried by satellites but an altogether older technology: cables under the earth's oceans. As a ship accidentally wipes out Asia's net access, this map shows how we rely on collections of wires of less than 1cm diameter to link us all together

## Fibre-optic submarine cable systems

- In-service
- Planned
- Damaged

Cables with a maximum capacity of 5 giga bytes a second under construction or working year-end 2007



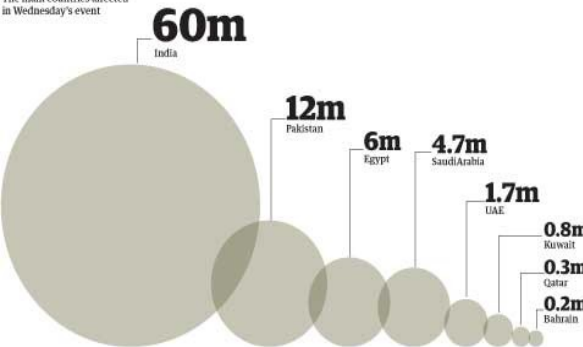
**Alexandria, Wednesday**  
A ship's anchor accidentally cuts two cables, SeaMeWe3 and FLAG Europe-Asia, reducing internet capacity in Asia by 75%

**Taiwan, 2006**  
Site of the previous biggest cable disaster, when under-ocean landslide cut nine cables between Taiwan and the Philippines, disabling net access for weeks

**ASIA**  
Asia has an enormous number of internet users: 500 million of the world's 1.3 billion users. And it's growing by 68% per year

## Internet users affected by the Alexandria accident

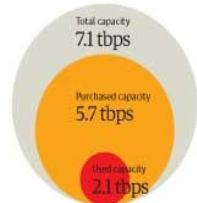
The main countries affected in Wednesday's event



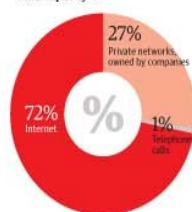
## World cable capacity

Submarine cable operators light (turn on) capacity on their systems to sell bandwidth to other carriers. Carriers buy extra capacity, mainly to hold in reserve. On the trans-Atlantic route 80% of the bandwidth is purchased, but only 29% is used

Capacity in terabytes a second



What makes up "used capacity"?



## The longest submarine cables

The SeaMeWe-3 system from Norden in Germany to Keeloo, South Korea connects 32 different countries with 39 landing points

SeaMeWe-3	39,000 km
Southern Cross	30,500 km
China-US	30,476 km
FLAG Europe-Asia	28,000 km
South America-1	25,000 km

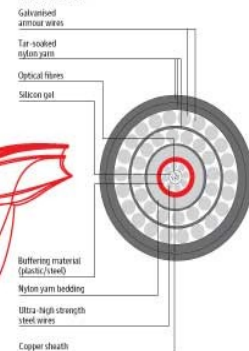
## The world's cables in bandwidth

The first intercontinental telephony submarine cable system, TAT-1, connected North America to Europe in 1958 and had an initial capacity of 640,000 bytes per second. Since then, total trans-Atlantic cable capacity has soared to over 7 trillion bps



## Cross-section of a cable

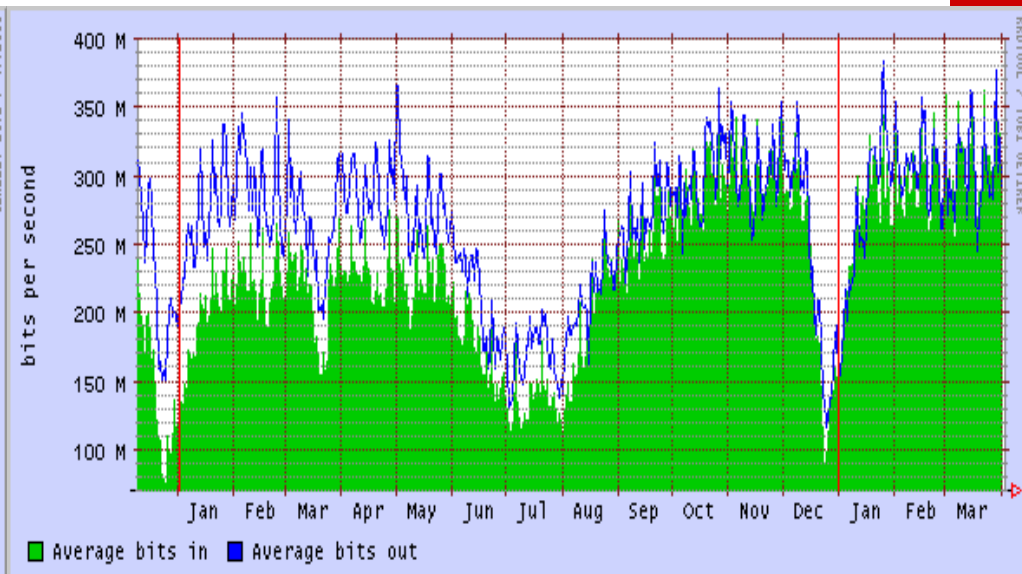
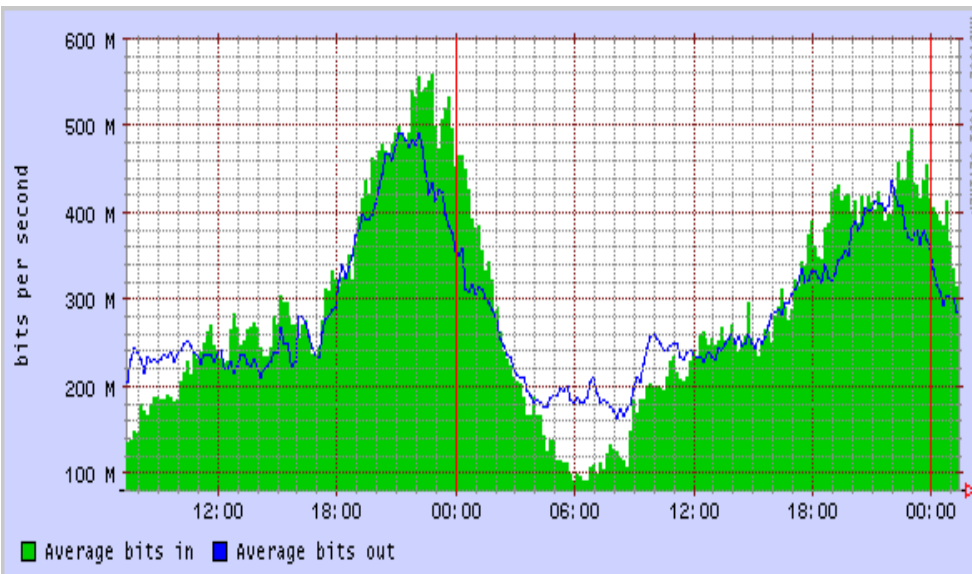
Cables of this strength are typically 69 mm in diameter and weigh over 10,000 kilograms a kilometer. In deeper waters, lighter and less insulated cables are used





# Studentbynett

- Gir hybelboerne en begrenset tilgang til Internet
  - Sikkerhet og kapasitet er hovedårsakene til begrensningene
- Pr i dag ca 6.500 hybler med nett
- Noen åpninger i nettet er laget for VPN, spill, IP-TV og VoIP
  - Flere åpninger kommer, men veies mot sikkerhet





# Trådløst nett (WLAN)

- I sterk vekst. Alle vil ha WLAN!
- Mye utstyr tilgjengelig, både rimelig og dyrt
- Store teknologiske begrensninger
  - Lav båndbredde pga få radiokanaler og halv duplex
  - Mange standarder, ikke alle er kompatible
  - Problematisk å få god radio-dekning pga forstyrrelser og radiostøy
  - Kryptering er ikke enkelt
  - Mange dårlige drivere
- Autentisering er viktig i store WLAN



# Trådløst ved UiO

- Basert på 802.11a/b/g/n, 802.1x og RADIUS
- Bruker dynamiske nøkler (WPA)
- Støttes i Windows 7/Vista/XP, MacOS X og Linux
  - Begrenset støtte for 802.1x i mange håndholdte enheter, dessverre
- Nesten 600 aksesspunkter
- Over 9000 aktive brukere pr uke
- Flere logiske nett, et fysisk nett (uio, uio-guest, eduroam)
- Se <http://www.usit.uio.no/it/wlan/> for info om trådløst ved UiO



# Oppsummering

- Nettverksteknologien er i konstant utvikling
- Alt skal etter hvert på nett
- Alle skal på nett
- Det er morsomt å jobbe med datanett!!





# Spørsmål ?