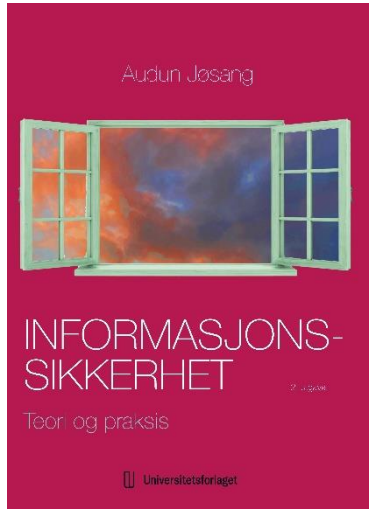
Kapittel 6: Nettverkssikkerhet

Informasjonssikkerhet: Teori og praksis

Audun Jøsang

2. utg. 2023

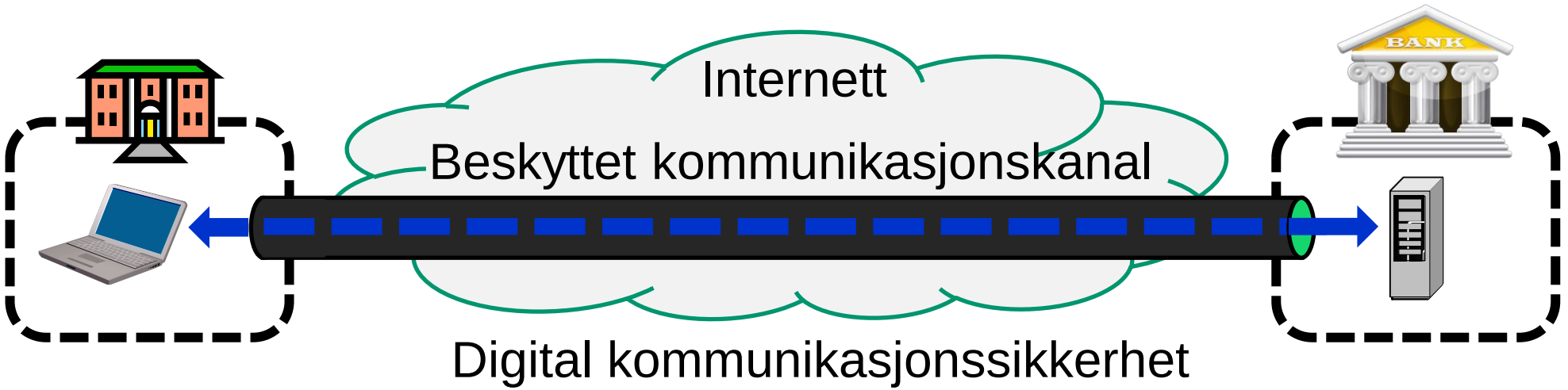
Universitetsforlaget



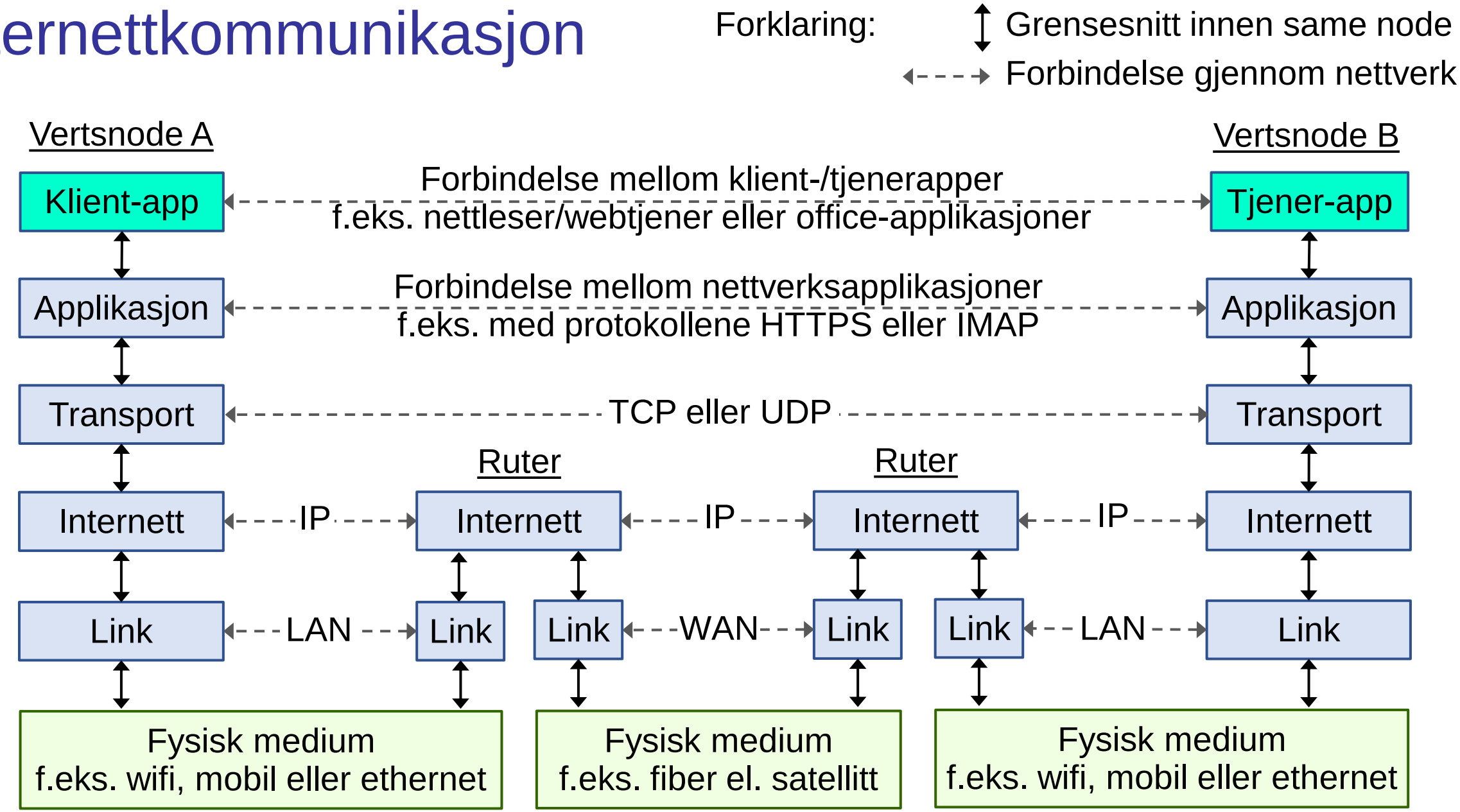
Oversikt

- Kommunikasjonssikkerhet
  - Nettverkslag
  - TLS (Transport Layer Security)
  - IPSec (IP Layer Security)
- Datanettsikkerhet
  - Brannmurer
  - Inntrengningsdeteksjon
  - TLS-inspeksjon

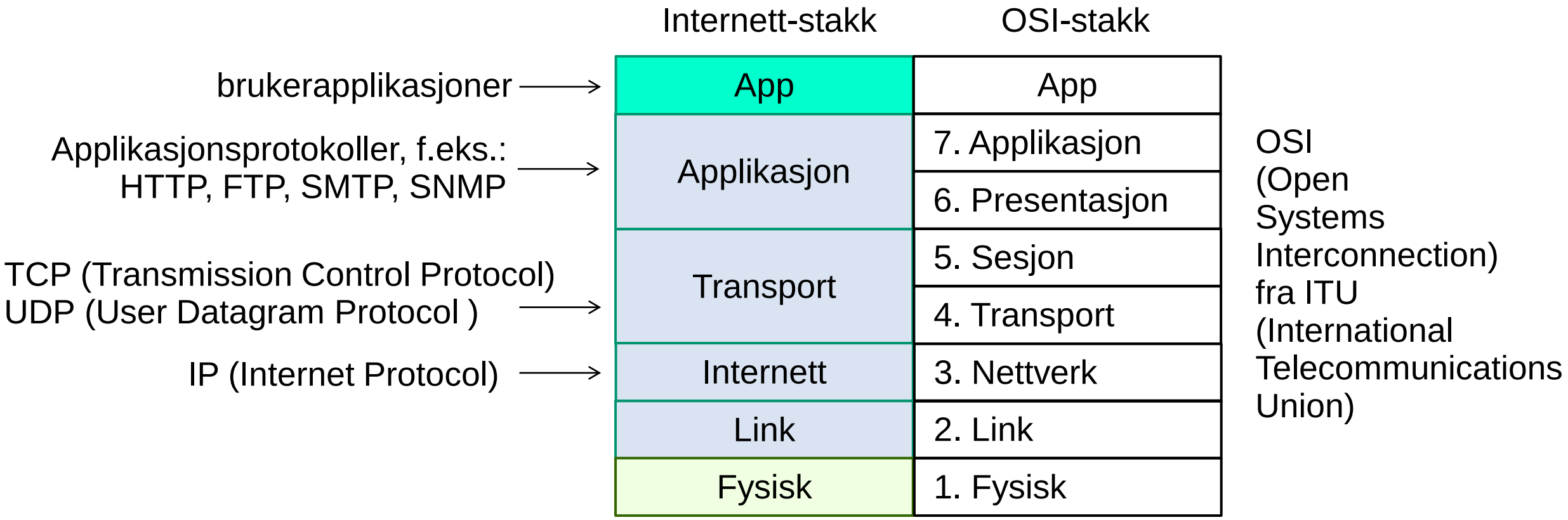
Analogi: Transport og kommunikasjonssikkerhet



Internettkommunikasjon

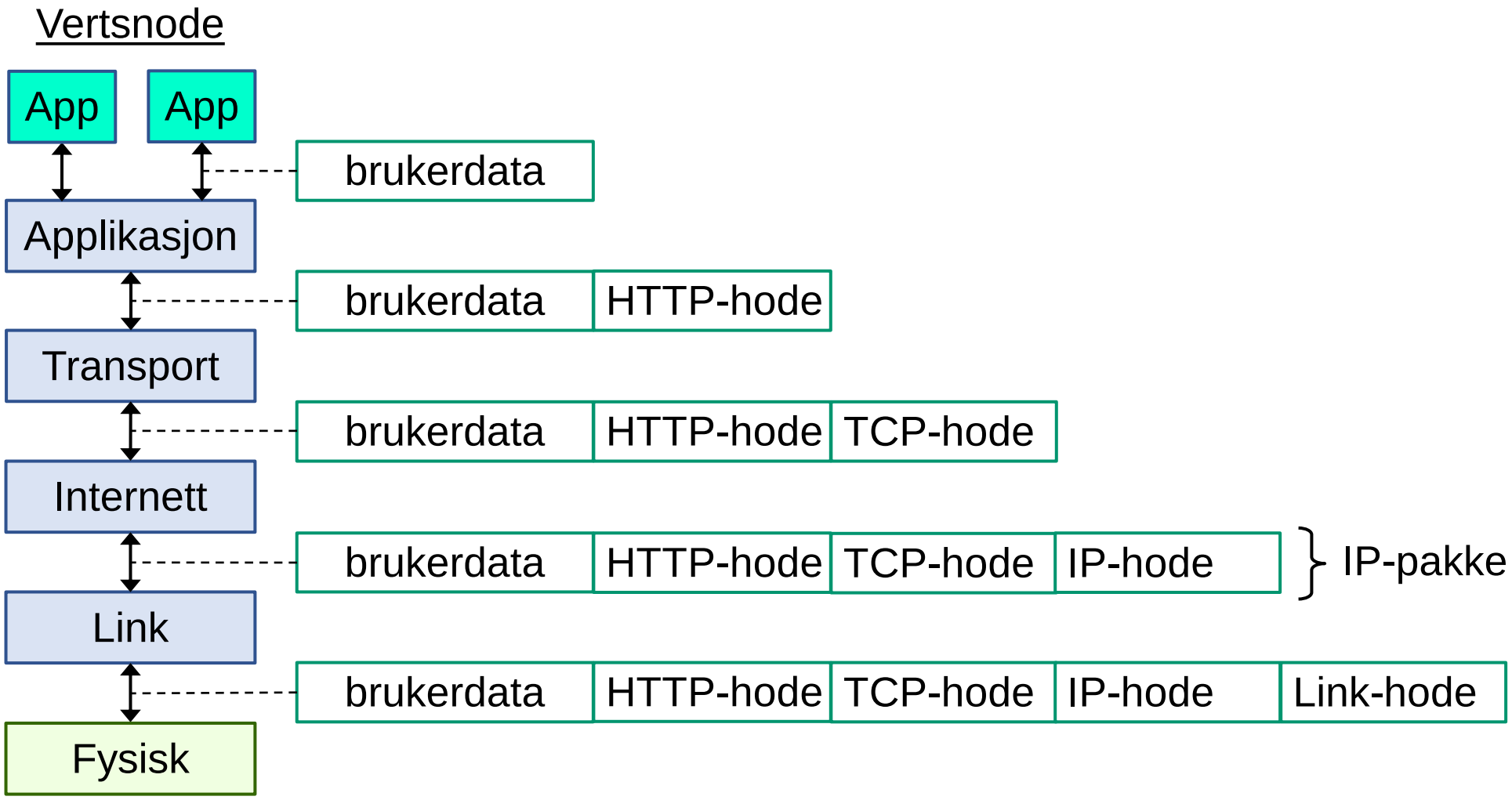


Protokollstakk i internett og tilsvarende i OSI



- OSI var en konkurrent til internett i perioden 1985-1995, men internett vant til slutt

Datapakker i protokollstakken



Sikkerhetsprotokoller

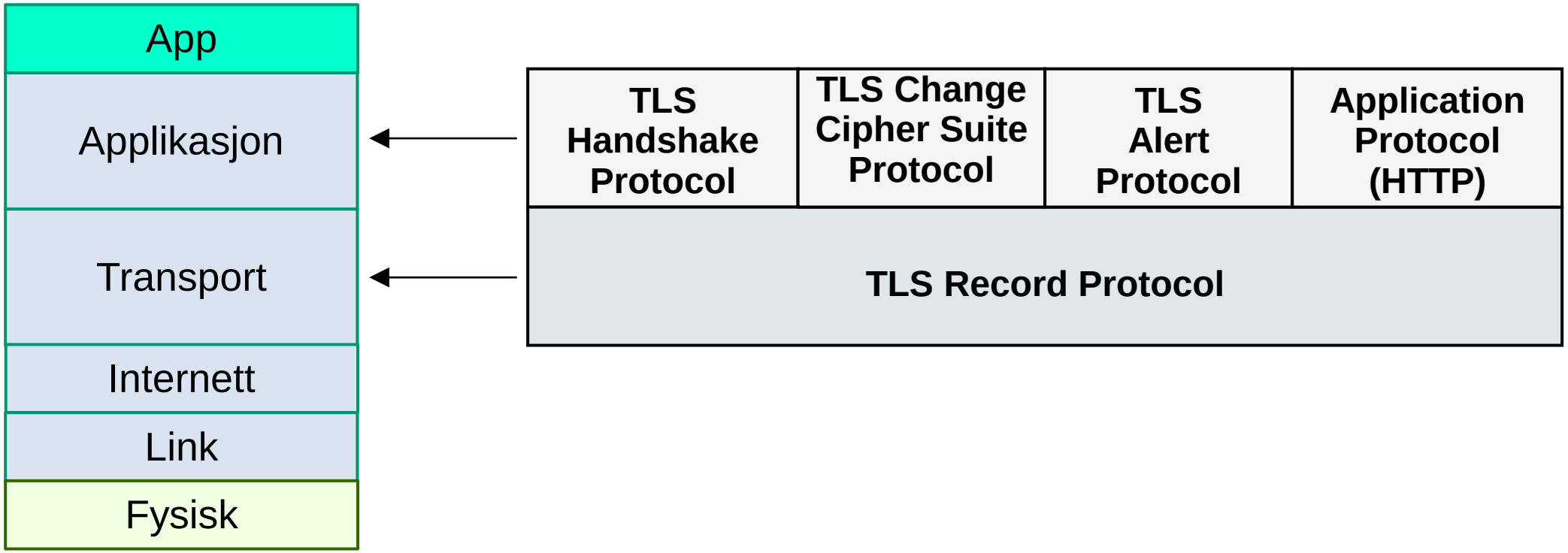
- Mange forskjellige sikkerhetsprotokoller for forskjellige formål
  - autentisering, integritet, konfidensialitet
  - nøkkelutveksling
  - e-valg

- Eksempler: TLS og IPSEC
- Sikkerhetsprotokoller er overraskende vanskelig å designe uten sårbarheter!
  - Mange sårbarheter oppdages år senere
  - ... noen blir aldri oppdaget (eller kanskje bare av angriperne)

TLS: Transport Layer Security

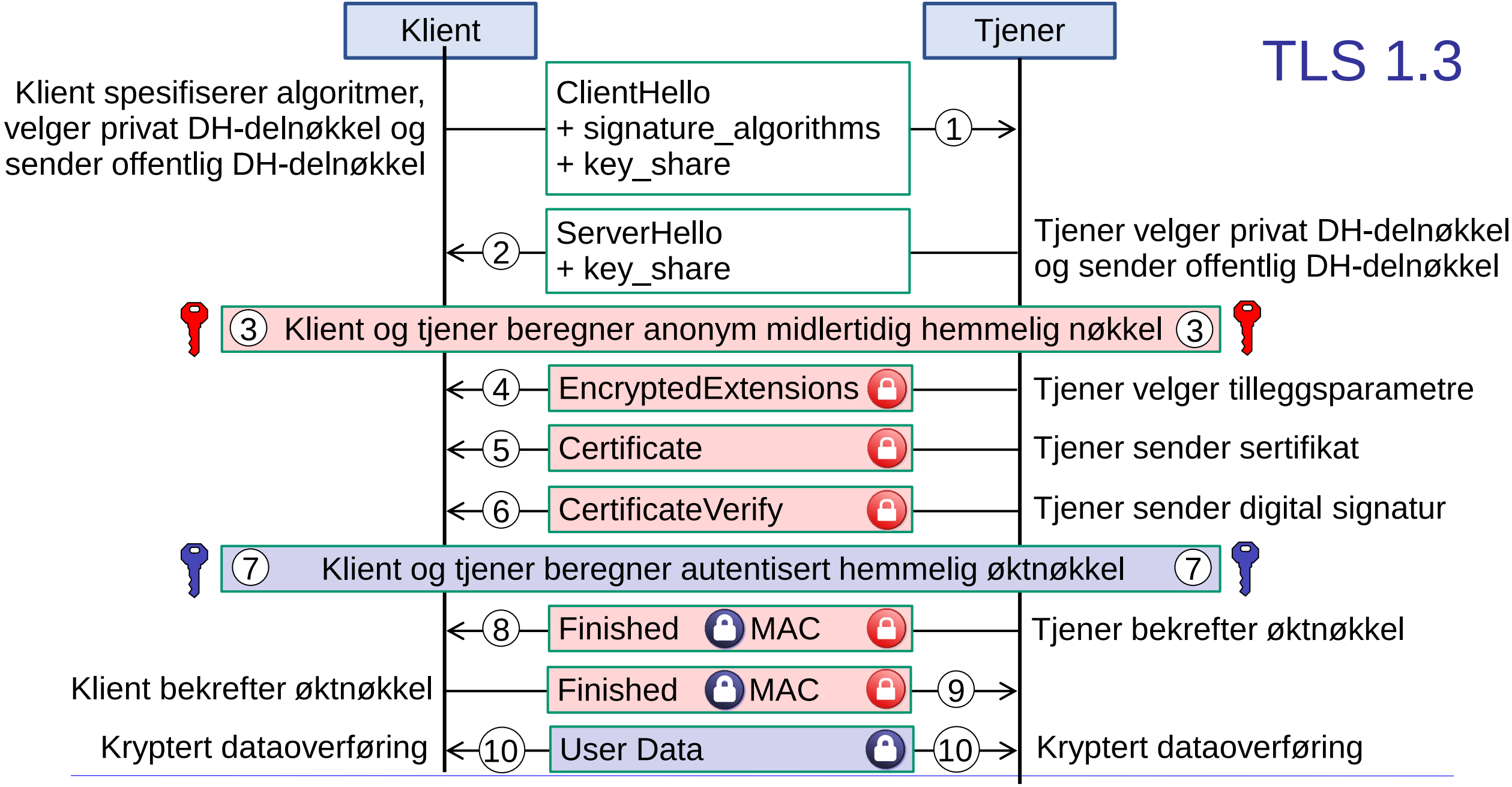
Tidligere kalt SSL (Secure Sockets Layer)

TLS i internettstakken

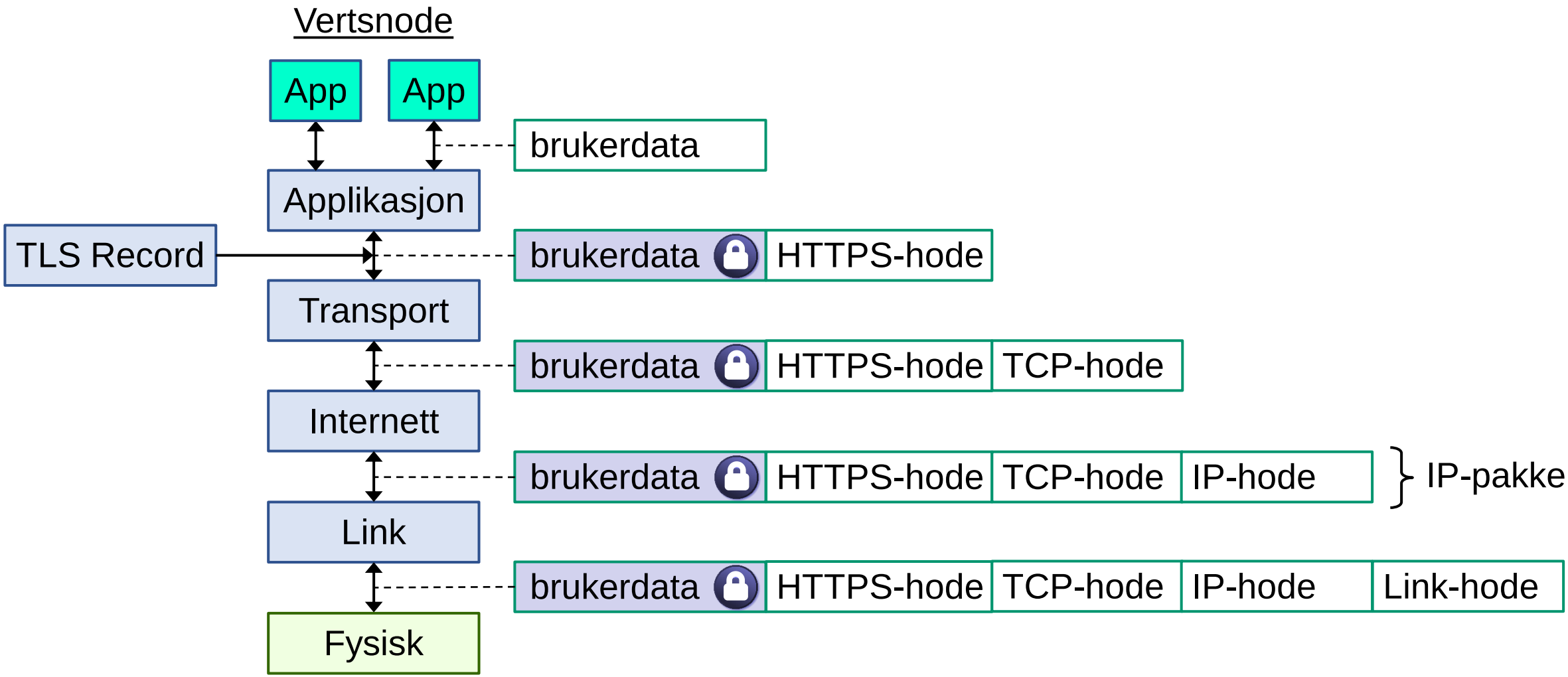


- TLS består egentlig av et sett med protokoller for ulike trinn i økten

TLS 1.3


Klient
Tjener
Klient spesifiserer algoritmer, velger privat DH-delnøkkel og sender offentlig DH-delnøkkel
ClientHello
+ signature_algorithms
+ key_share
1
2
ServerHello
+ key_share
Tjener velger privat DH-delnøkkel og sender offentlig DH-delnøkkel
3 Klient og tjener beregner anonym midlertidig hemmelig nøkkel 3
4
EncryptedExtensions
Tjener velger tilleggsparametre
5
Certificate
Tjener sender sertifikat
6
CertificateVerify
Tjener sender digital signatur
7 Klient og tjener beregner autentisert hemmelig øktnøkkel 7
8
Finished MAC
Tjener bekrefter øktnøkkel
Klient bekrefter øktnøkkel
Finished MAC
9
Kryptert dataoverføring
10
User Data
10
Kryptert dataoverføring

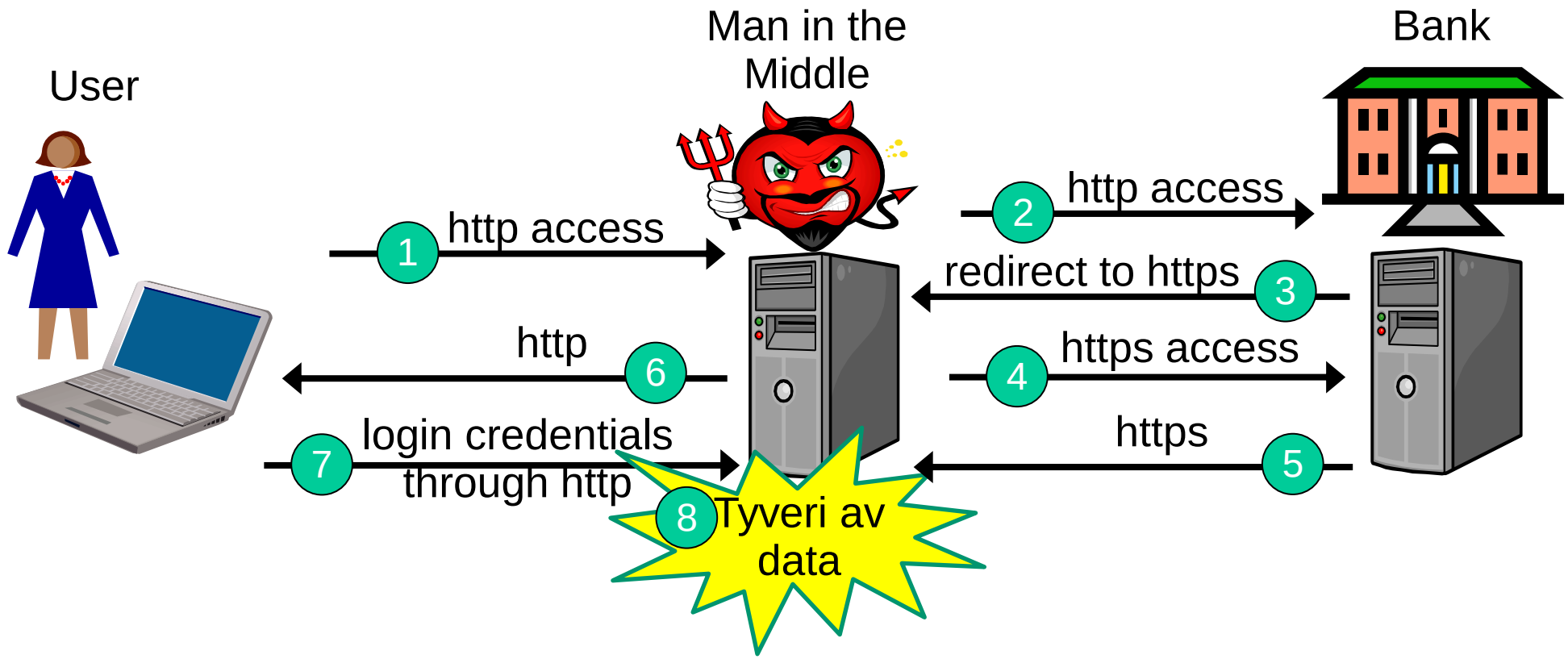
Kryptering av brukerdata med TLS



TLS 1.3

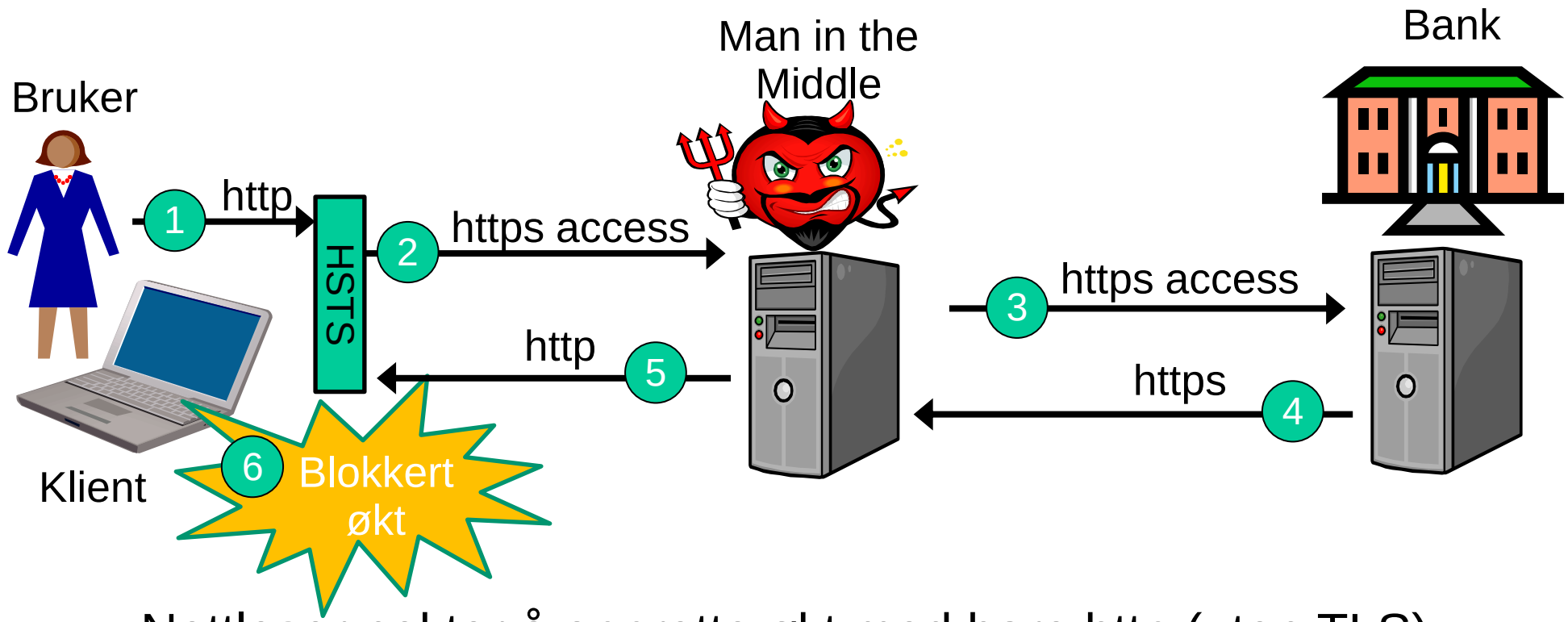
- Designet for hurtighet i etableringen av øktnøkkel
- Trenger kun én meldingsrunde (frem og tilbake) for å etablere øktnøkkel
- Perfekt fremoverhemmelighold (eng.: perfect forward secrecy) betyr at tidligere øktnøkler forblir hemmelige (ikke blir kompromittert) selv om en langsiktig kryptonøkkel blir kompromittert/lekkes en gang i fremtiden.
- I TLS er tjenerens private signeringsnøkkel langsiktig.
- Kompromittering av tjeners private nøkkel medføre brudd på autentisitet av tjener fra tidspunktet for kompromittering, som er alvorlig nok.
- Perfekt fremoverhemmelighold oppnås ved bruk av Diffie-Hellman.

Angrep med TLS-stripping



- Det fins forskjellige varianter av TLS-stripping

HSTS for å hindre TLS-stripping



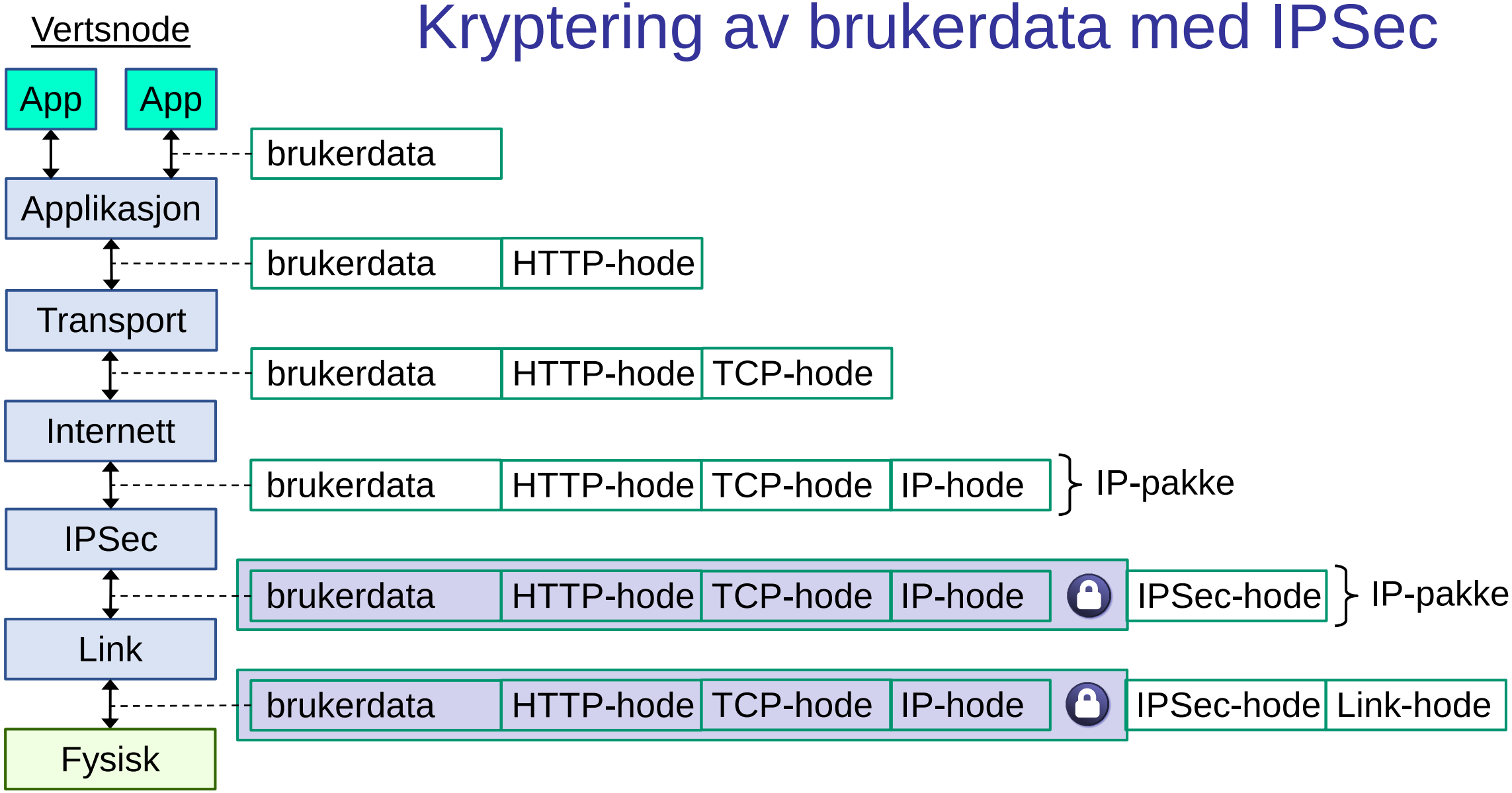
- Nettleser nekter å opprette økt med bare http (uten TLS)
- Nettleser krever https (med TLS)

IP Security

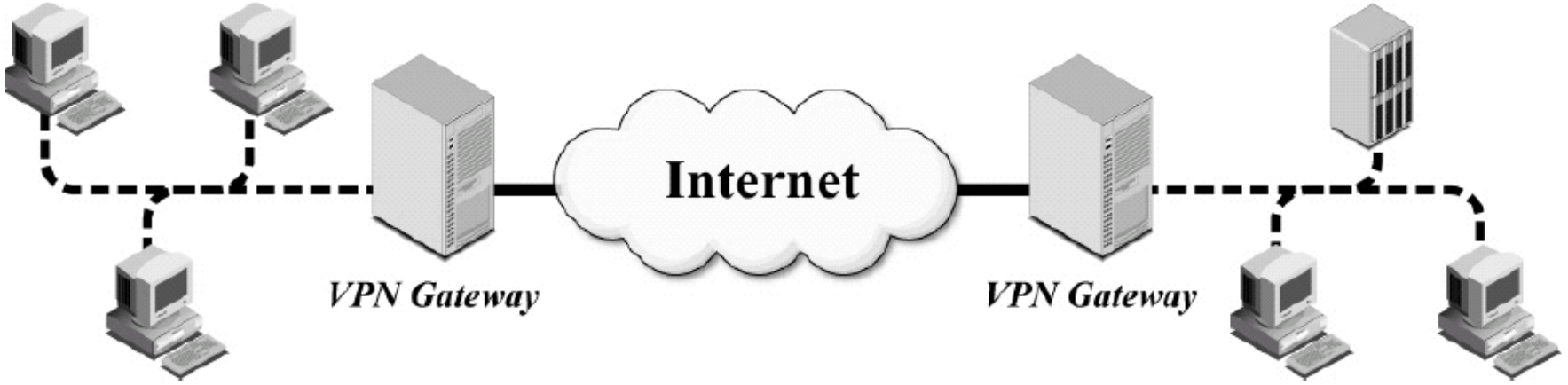
IPSec

- Internettprotokollsikkerhet (IPSec) er standard for sikker kommunikasjon over internettprotokollen (IP-laget)
  - ved bruk av kryptografiske sikkerhetstjenester.
- Bruker kryptering, autentisering og protokoller for nøkkelutveksling
- Basert på en ende-til-ende-sikkerhetsmodell på IP-laget
- Konfigureres på OS-nivå, ikke i applikasjoner.

Kryptering av brukerdata med IPSec

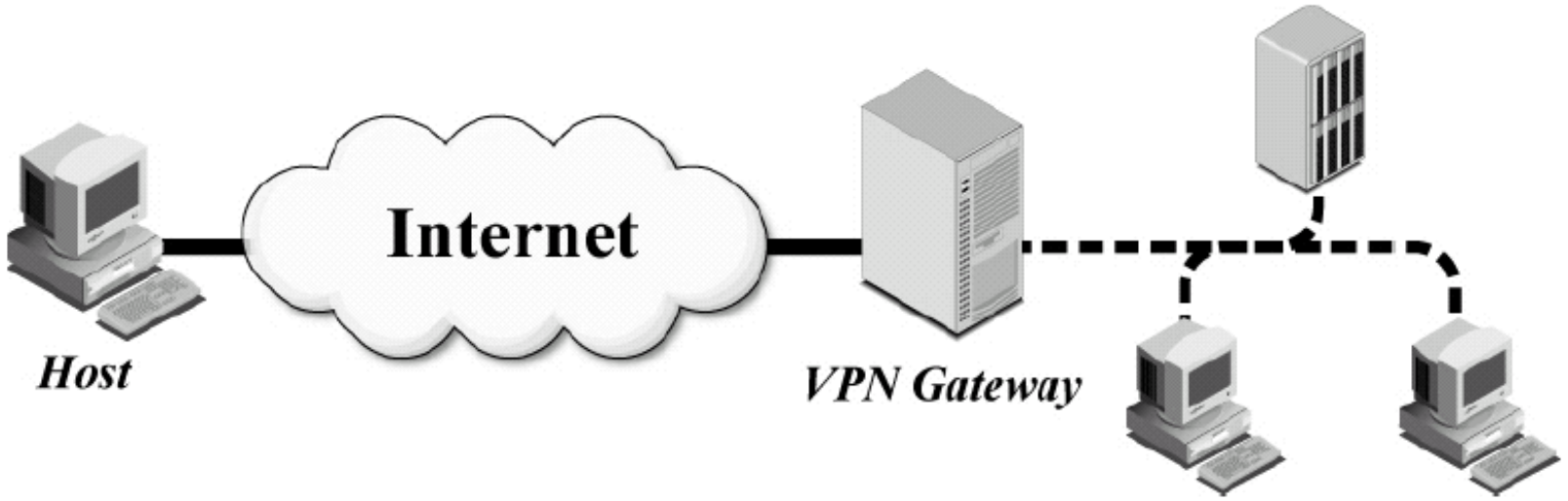


IPSec:
Gateway-to-Gateway Architecture



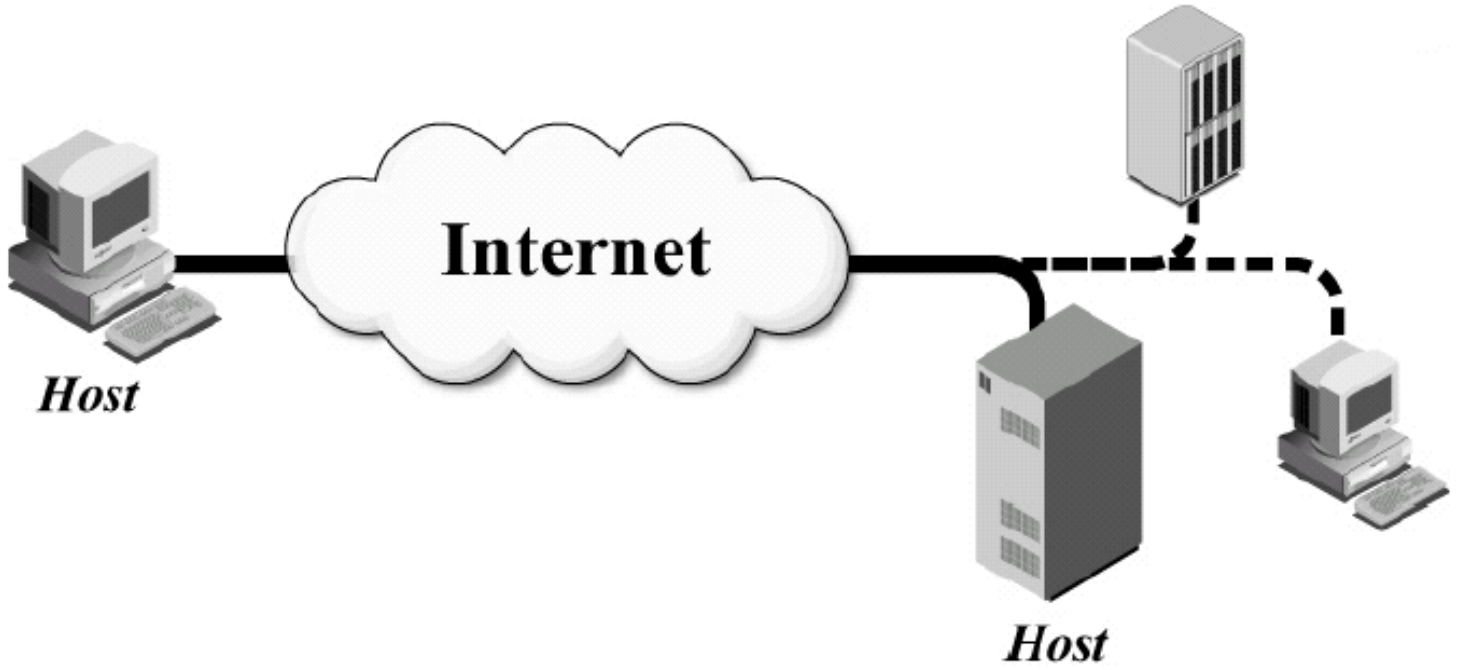
Source: NIST Special Publication 800-77

IPSec:
Host-to-Gateway Architecture



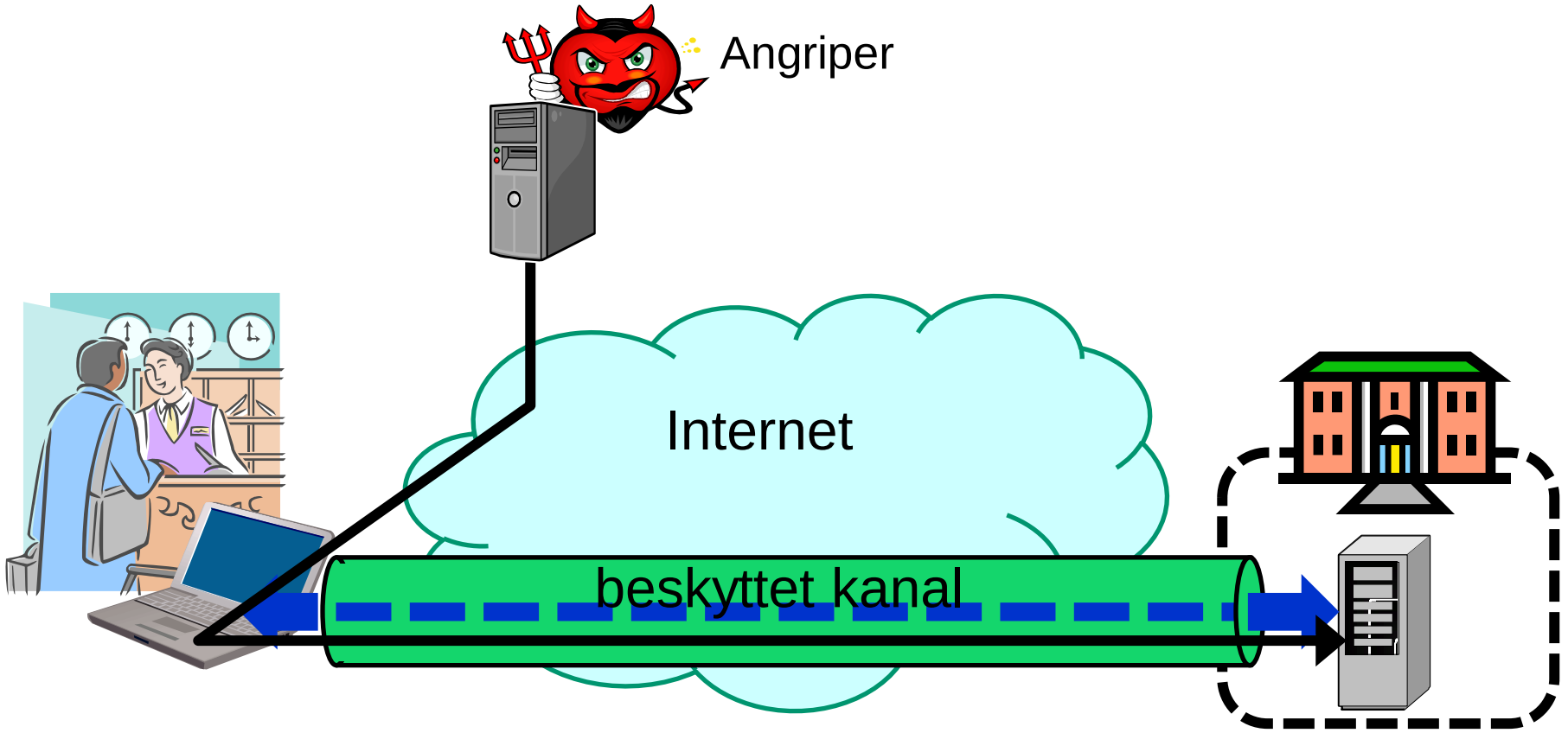
Source: NIST Special Publication 800-77

IPSec:
Host-to-Host Architecture



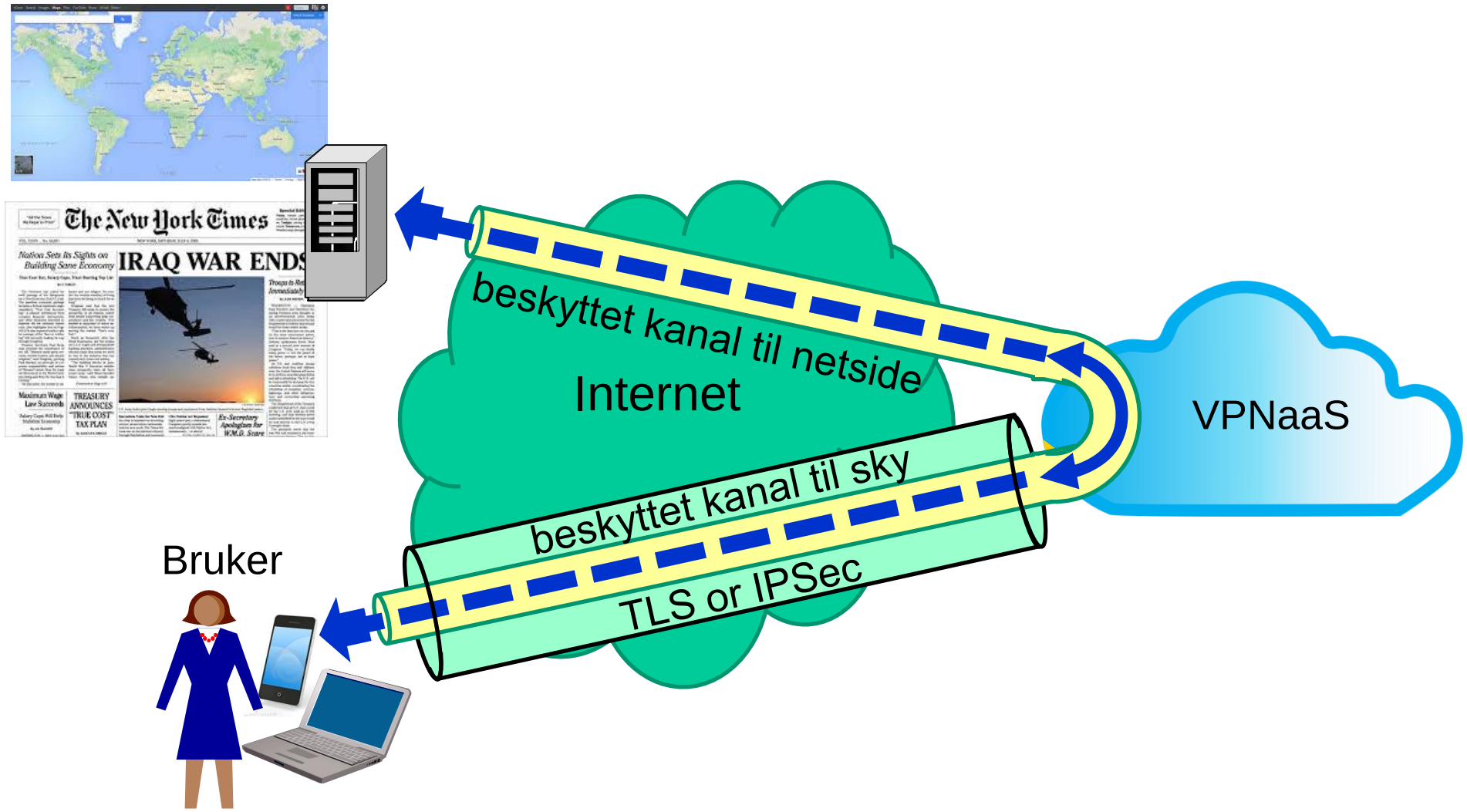
Source: NIST Special Publication 800-77

VPN for tilgang til hjemme-datanett



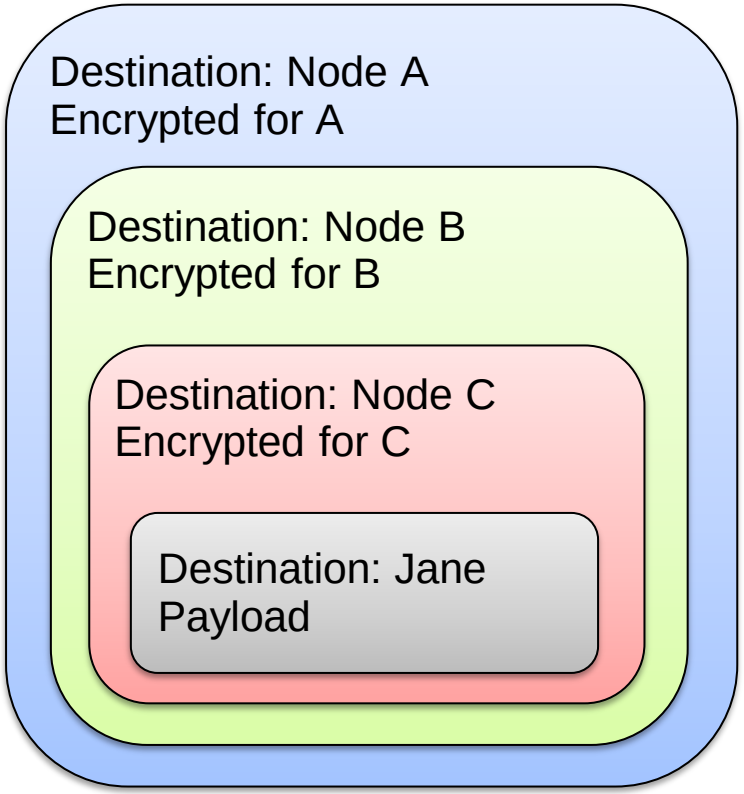
Mulig angrepsvektor gjennom ekstern enhet

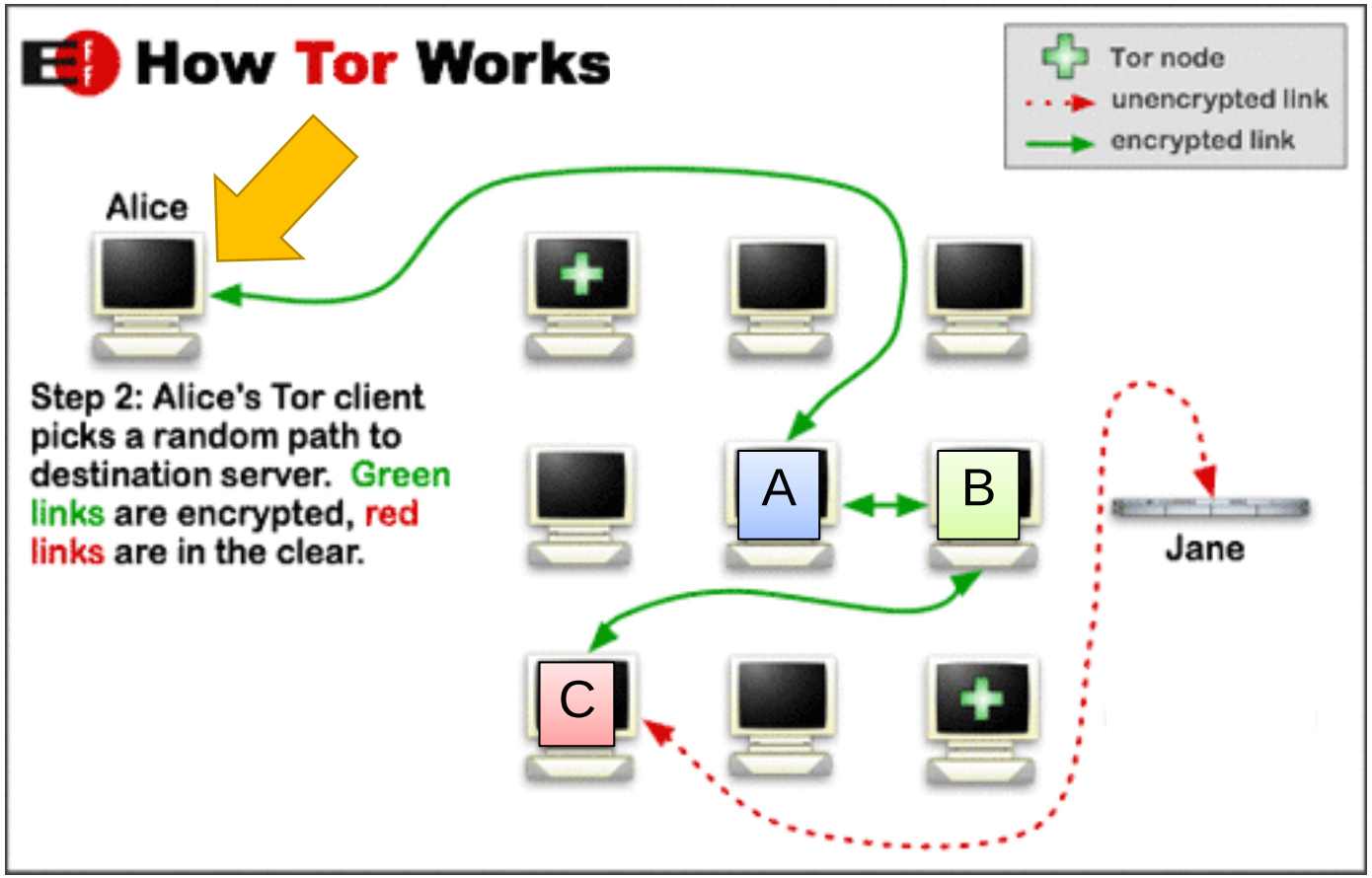
Sky-VPN


Internett-
tjeneste
The New York Times
IRAQ WAR ENDS
beskyttet kanal til netside
Internet
VPNaaS
beskyttet kanal til sky
TLS or IPSec
Bruker

Tor (The onion router – løkruting)

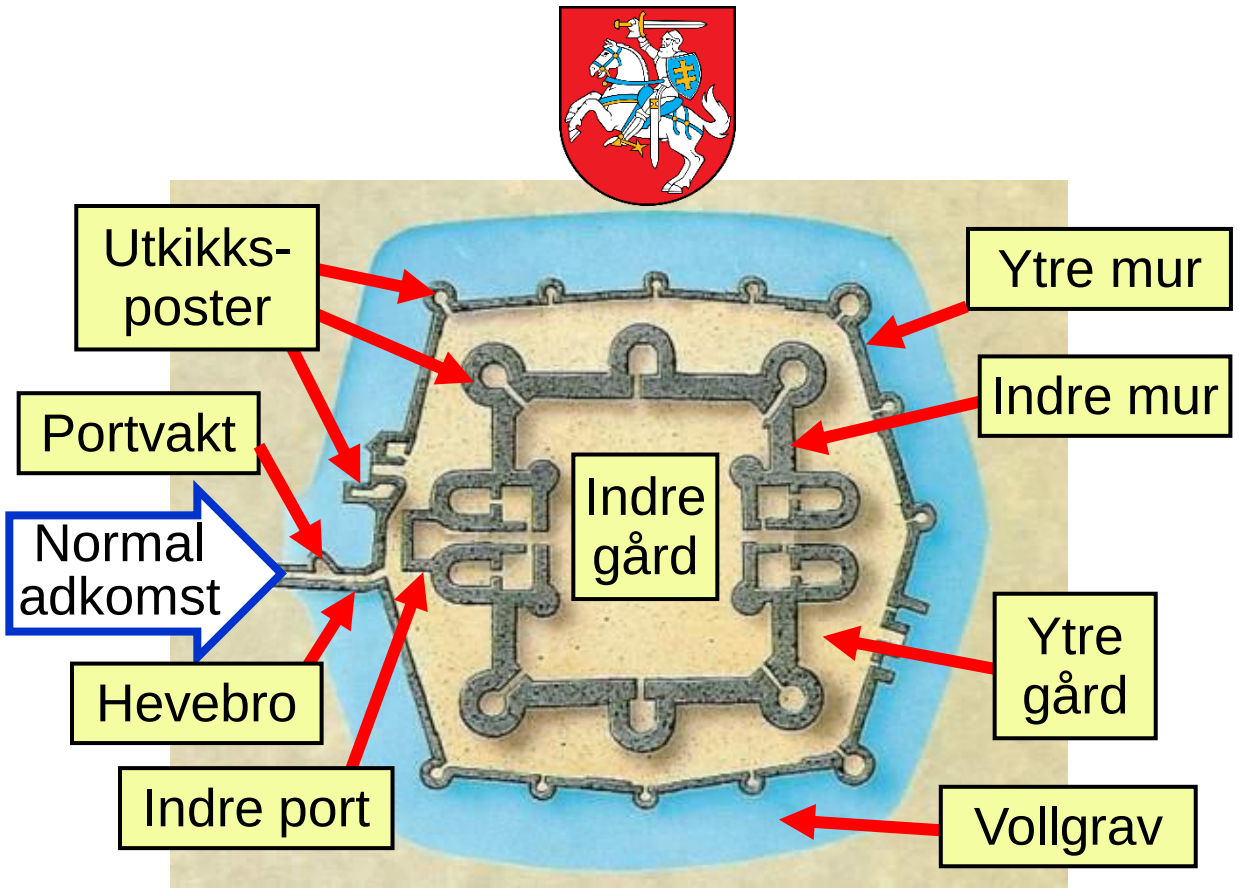
- VPN som benytter 3 enkelte VPN-forbindelser som ligger utenpå hverandre



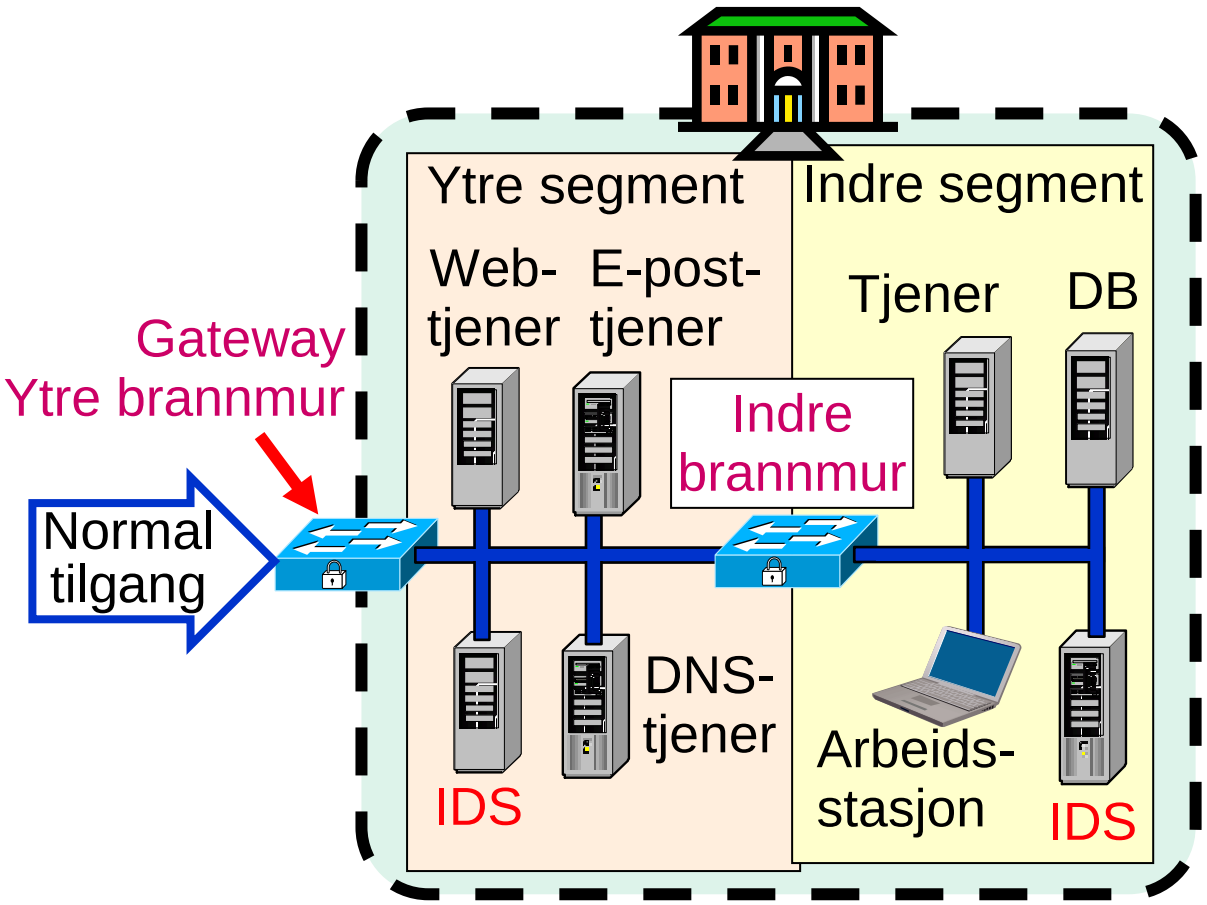


Datanettsikkerhet

Analogi: Middelalderborg og datanett



Middelalderborg

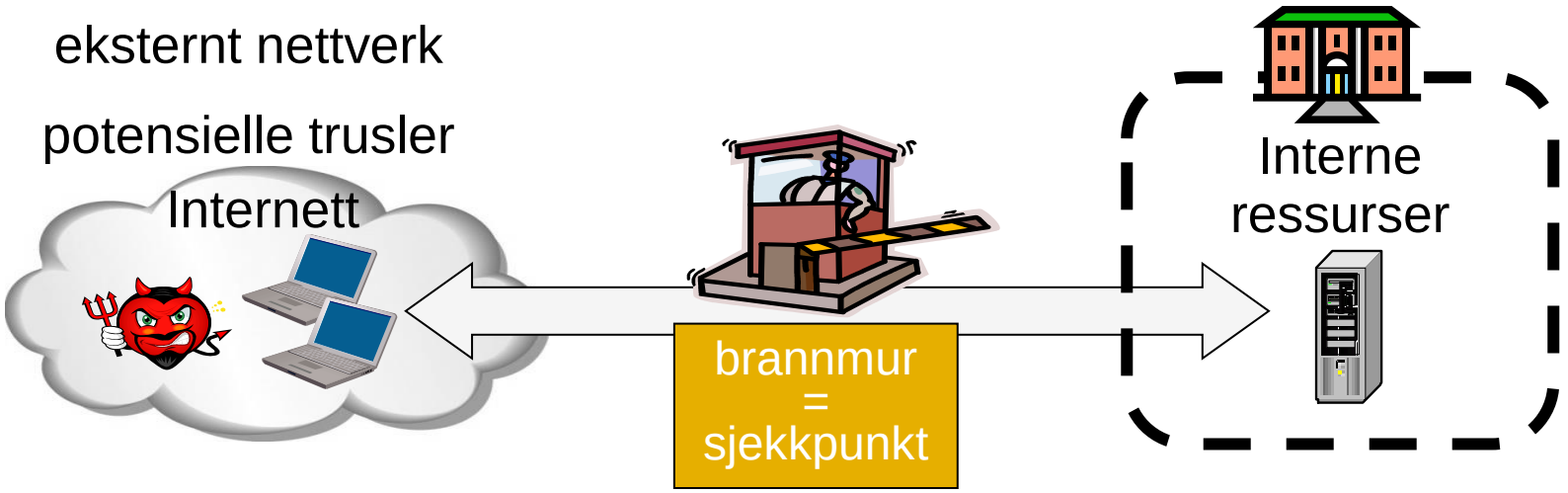


Datanett

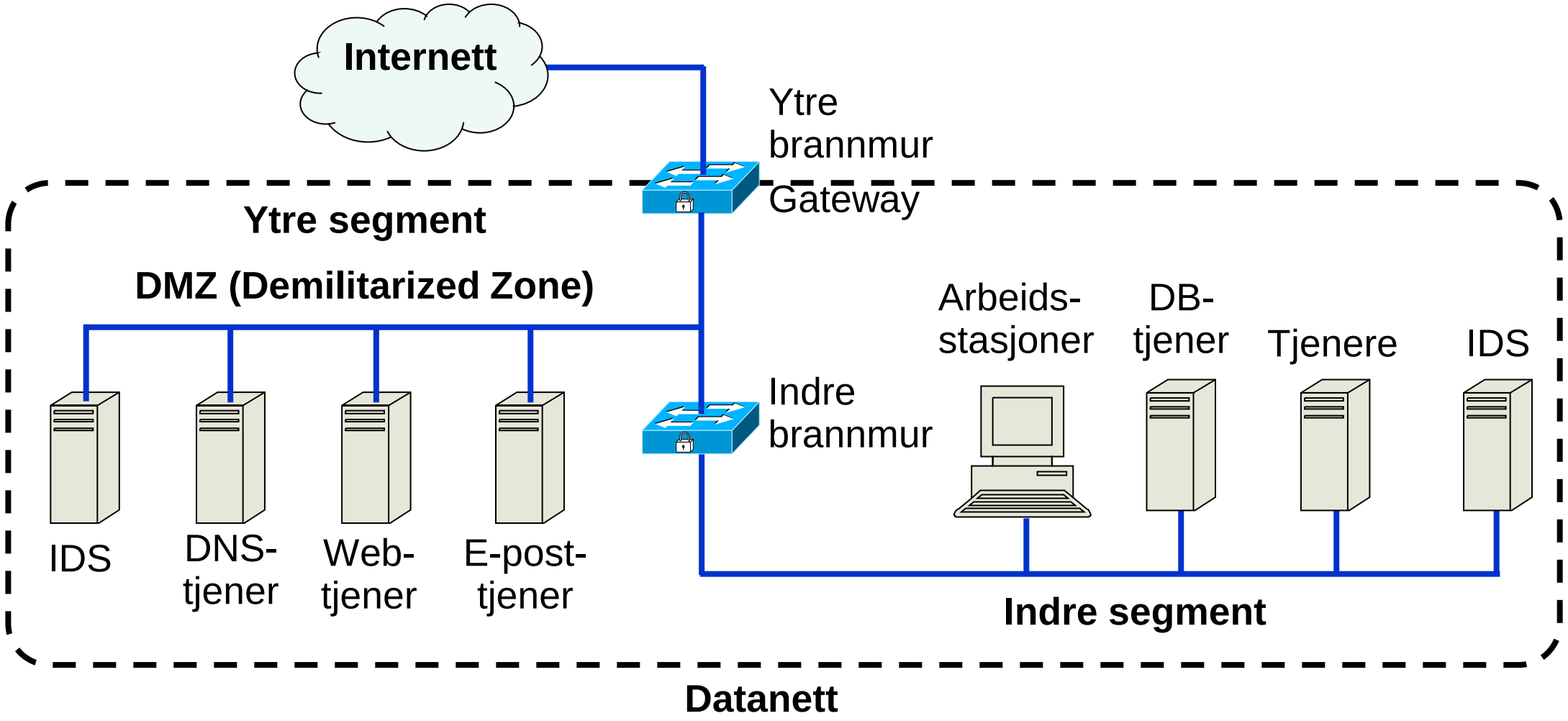
Brannmurer

Datanettsikkerhet med brannmur

- En brannmur er et sjekkpunkt som beskytter de interne nettverkene mot angrep fra eksterne nettverk (internett)
- Sjekkpunktet bestemmer hvilken trafikk som kan passere inn og ut basert på regler



Enkel datanettarkitektur med brannmurer



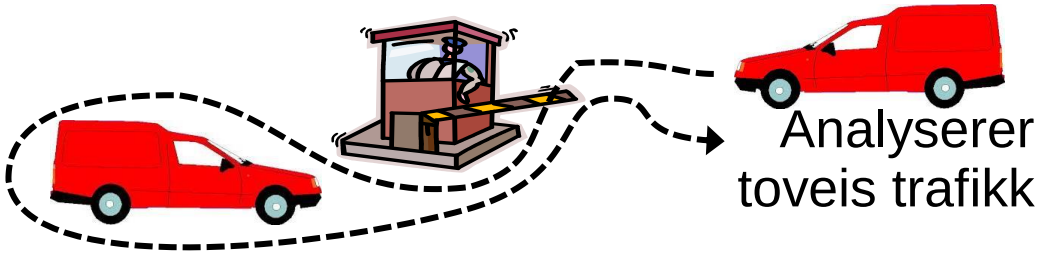
Tilstandsløse brannmurer

Inspiserer bare pakkehoder

- Enkleste type brannmur som inspiserer pakkehoder på transport- og internett-laget og basert på dette bestemmer om pakke skal godtas eller avvises
- Bruker for eksempel IP-adresse, portnummer, type transportprotokoll

- `iptables` er et mye brukt pakkefilter for Linux
  - `iptables -A FORWARD -s 131.234.142.33 -j ACCEPT`
    - Alle pakker fra (kilde) IP-adresse 131.234.142.33 aksepteres
  - `iptables -A FORWARD -p tcp -d 10.0.0.56 --dport 22 -j ACCEPT`
    - Alle TCP-pakker til (destinasjon) IP-adresse 10.0.0.56 og port 22 aksepteres

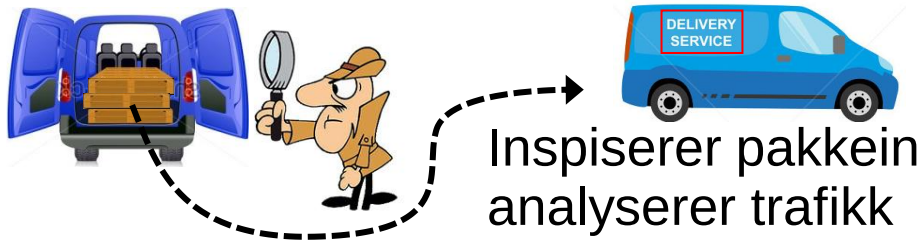
Tilstandsbaserte brannmurer



- Har oversikt over tilstanden i hver forbindelse/økt mellom klient og tjener
- Kan opprette midlertidige regler for spesifikt økt
- Mer fleksibilitet og høy ytelse men krever minne for å huske tilstand

- Eksempel: `iptables -A FORWARD -m state --state ESTABLISHED,RELATED -j ACCEPT`
  - Aksepterer alle pakker som tilhørerer en etablert TCP-forbindelse eller er relatert til eksisterende UDP-kommunikasjon

Applikasjonsbrannmur



- An applikasjonsbrannmur kan inspisere brukerdata i tillegg til pakkehoder
- Støtter spesifikke applikasjonsprotokoller (HTTP,FTP,…)
- Kan konfigureres for filtrering av spesifikke brukerapplikasjoner (Youtube, Facebook,…)
- Kan filtrere i ende-til-ende-forbindelse mellom klient og tjener
  - … eller i 2 deler der brannmuren spiller rollen som proxy
    - Proxy-tjener for klienten og proxy-klient for tjeneren
  - En proxy brannmur kalles ofte en gateway og brukes i VPN som vi har sett
- Applikasjonsbrannmurer med høy ytelse kalles ofte neste generations brannmurer (Next Generation Firewalls)

Avanserte brannmurer
Next Generation Firewalls (NGF)
Web Application Firewall (WAF)

paloalto NETWORKS

Toppmodell: *PA-7050*

Kapasitet: 120 Gbps

Pris fra: US$ 200,000

Check Point SOFTWARE TECHNOLOGIES LTD.

Toppmodesl: *61000 Security system*

Kapasitet opp til 400 Gbps

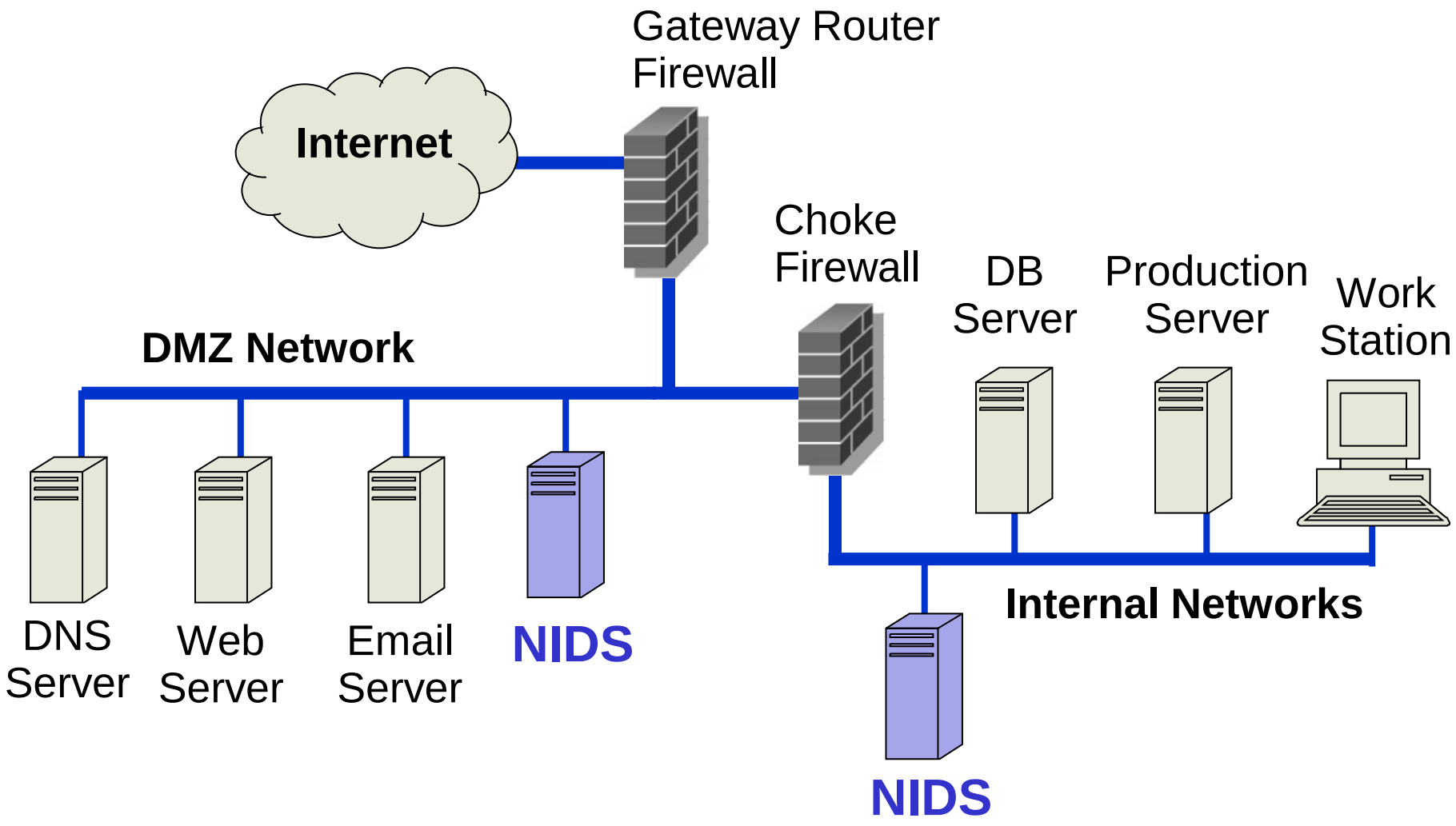
Pris fra: US$ 200,000

Inntrengningsdeteksjon

Inntrengnigsdeteksjon

- Inntrengningsdeteksjonssystemer (IDS) er systemer som forsøker å detektere mistenkelige aktivitet
- HIDS (Host-based IDS) forsøker å detektere aktivtetet på vert/system den er installert
  - Overvåker prosesser, filtendring, …
- NIDS (Network-based IDS) forsøker å detektere aktivitet på et eller flere nettverkssegment
  - Overvåker nettverkstrafikk
  - Vi fokuser på NIDS her
- To hovedkategorier: Signaturbaserte og anomalibaserte

Inntrengningsdeteksjon i nettverk



Signaturbasert inntrengnigsdeteksjon

- Signaturbasert deteksjon
  - Kjente angrepssignaturer (beskrivelse av kjente angrep)
  - Sekvenser av systemanrop, mønstre for nettverkstrafikk, etc.
  - Kan bare oppdage kjente angrep
- Snort er en mye brukt signaturbasert NIDS
  - Eksempel signatur:

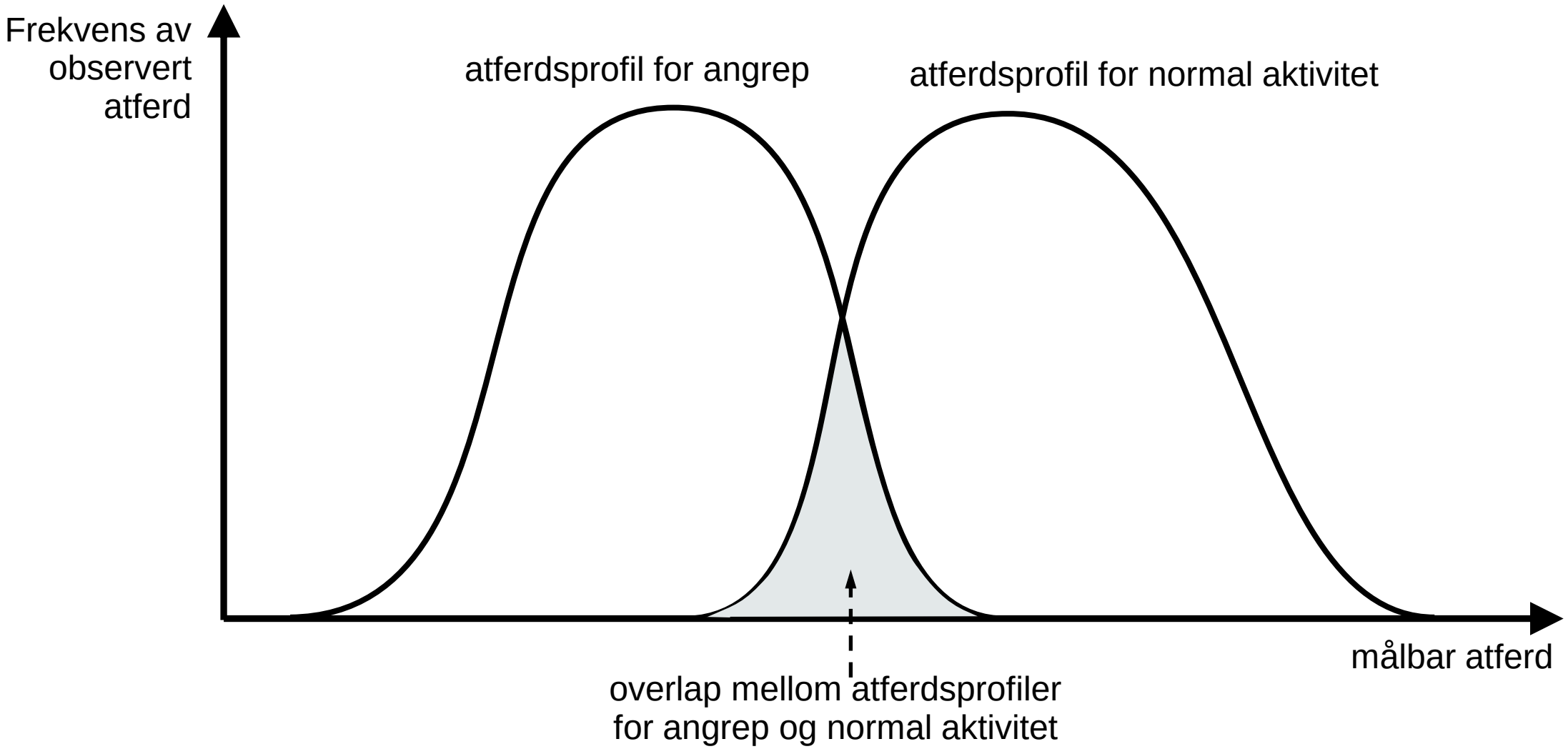
```
alert tcp $HOME_NET any -> 10.0.0.56 22
      (msg "SSH til IP-adresse 10.0.0.56")
```

    - Gir alarm dersom eget nett ($HOME_NET) dersom TCP pakke på 22 til IP-adresse 10.0.0.56 (Port 22 er standardport for SSH)

Anomalibasert inntrengnigsdeteksjon

- Signaturbasert deteksjon
  - Kan bare oppdage kjente angrep
  - Man må (manuelt) utarbeide signaturer
  - Krever ofte at man ser innhold av nettverkspakker (deep packet inspection)
    - Kryptering (gjennom TLS) gjør dem mindre effektive
- Anomalibasert deteksjon
  - Bruke en modell for normal systematferd for å oppdage avvikende atferd
  - For eksempel slå en alarm når en statistisk sjelden hendelse oppstår
  - Ofte basert på maskinlæring
  - Kan oppdage ukjente angrep
  - Høyere andel falske alarmer (falske positive) enn signaturbaserte

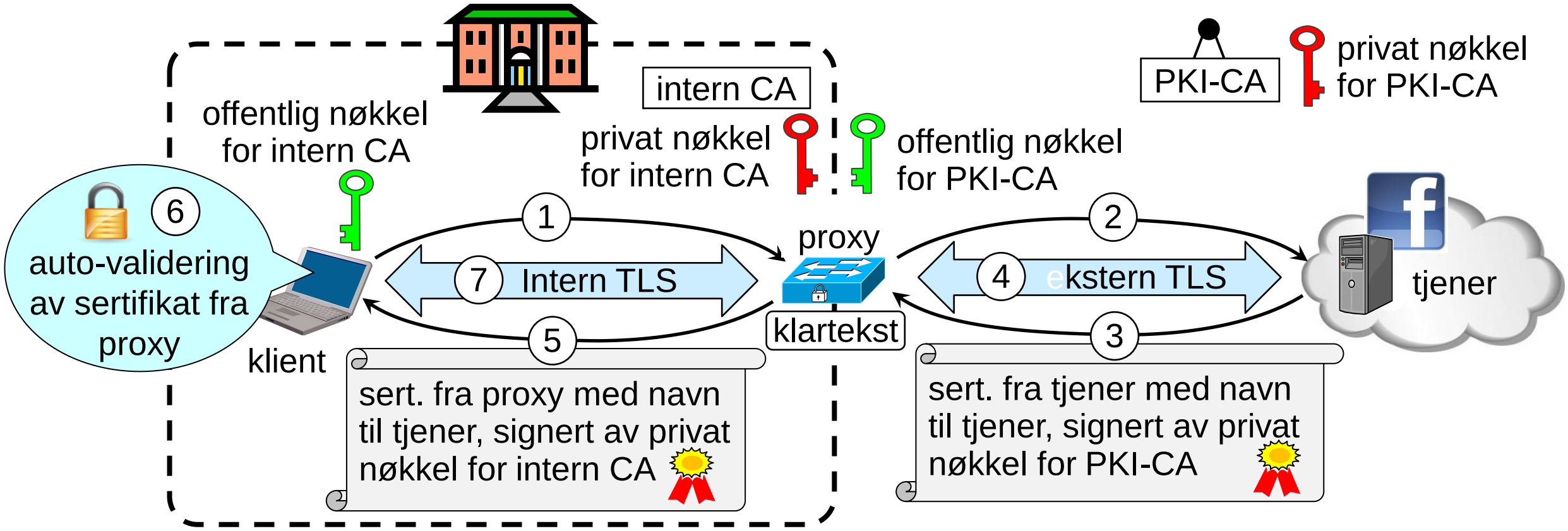
Utfordring med å skille mellom angrep og normal aktivitet



TLS-inspeksjon

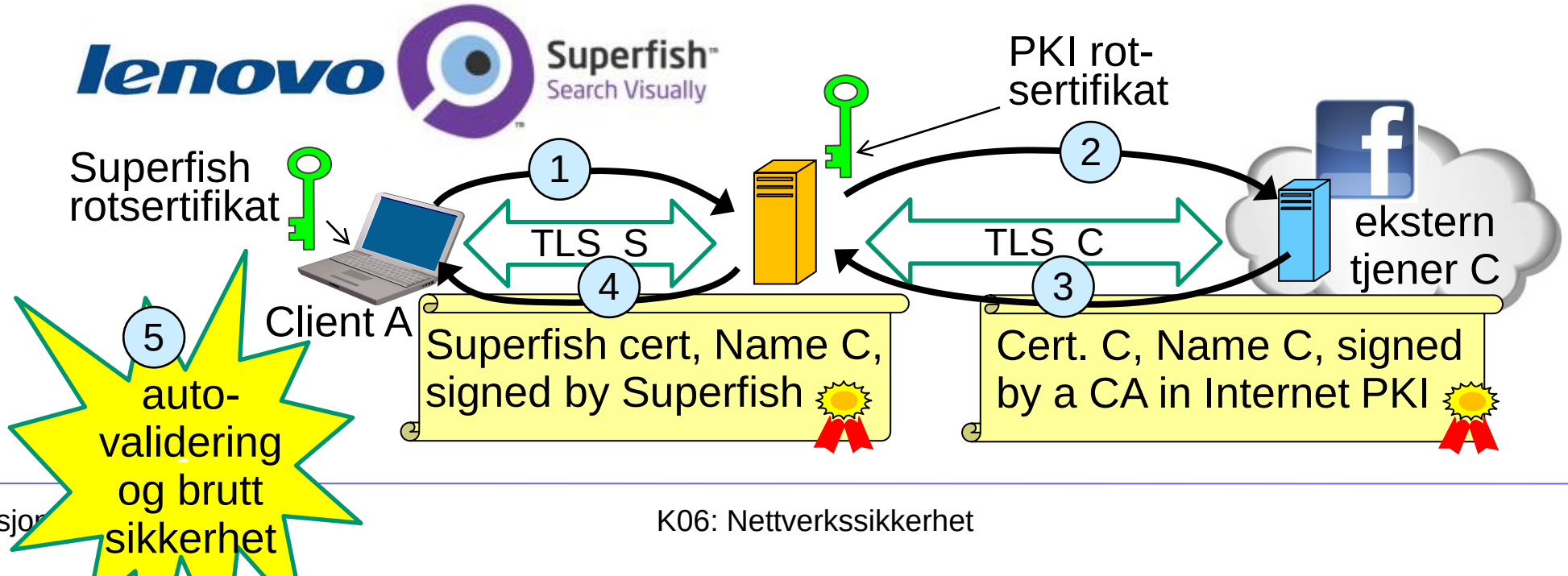
TLS-inspeksjon

- Noen organisasjoner ønsker å kunne lese kryptert https-trafikk fra ansatte
- For å bryte TLS-kryptering må gateway brannmur (proxy) utgi seg for å være ekstern tjener
- Proxy-serversertifikatet valideres automatisk av den lokale klienten, så brukeren kan feilaktig tro at han/hun har kryptert ende-til-ende TLS -tilkobling til den eksterne serveren



Infisering med Lenovo og Superfish

- Superfish rotsertifikat og viderekobling i Lenovo-modeller som ble sendt i løpet av 2014
- Alle HTTPS-tilkoblinger ble viderekoblet til Superfish-serveren for å injisere annonser.
- Superfish opprettet falske serversertifikater med navn på webtjenere (f.eks. Facebook.com), signert av Superfish root private key.
- Falske serversertifikater ble automatisk validert, så brukerne trodde at han/hun hadde en sikker ende-til-ende HTTPS-tilkobling til webserveren.
- Svindel oppdaget i 2015, Superfish cert. slettet og viderekobling fjernet.
- Forlegenhet for Lenovo. Superfish endret navn til JustVisual.



Slutt på presentasjonen