



# Netværkslaget

# Netværkslaget

En hver netværksteknologi er designet til at passe til en bestemt mængde af betingelser

For eksempel er LAN teknologien designet til at give høj hastighed og kommunikation over korte afstande

WAN teknologien er designet til at give kommunikation over større områder

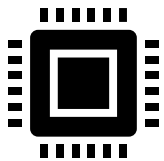
Derfor er der ingen enkelt netværksteknologi, der er bedst til alle behov



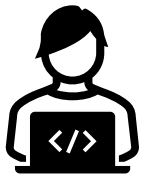
# Netværkslaget

På trods af forskelligheder blandt netværksteknologier er der fundet en tilgang, der giver en universel service til heterogene netværk – internetworking

Denne tilgang bruger både software og hardware

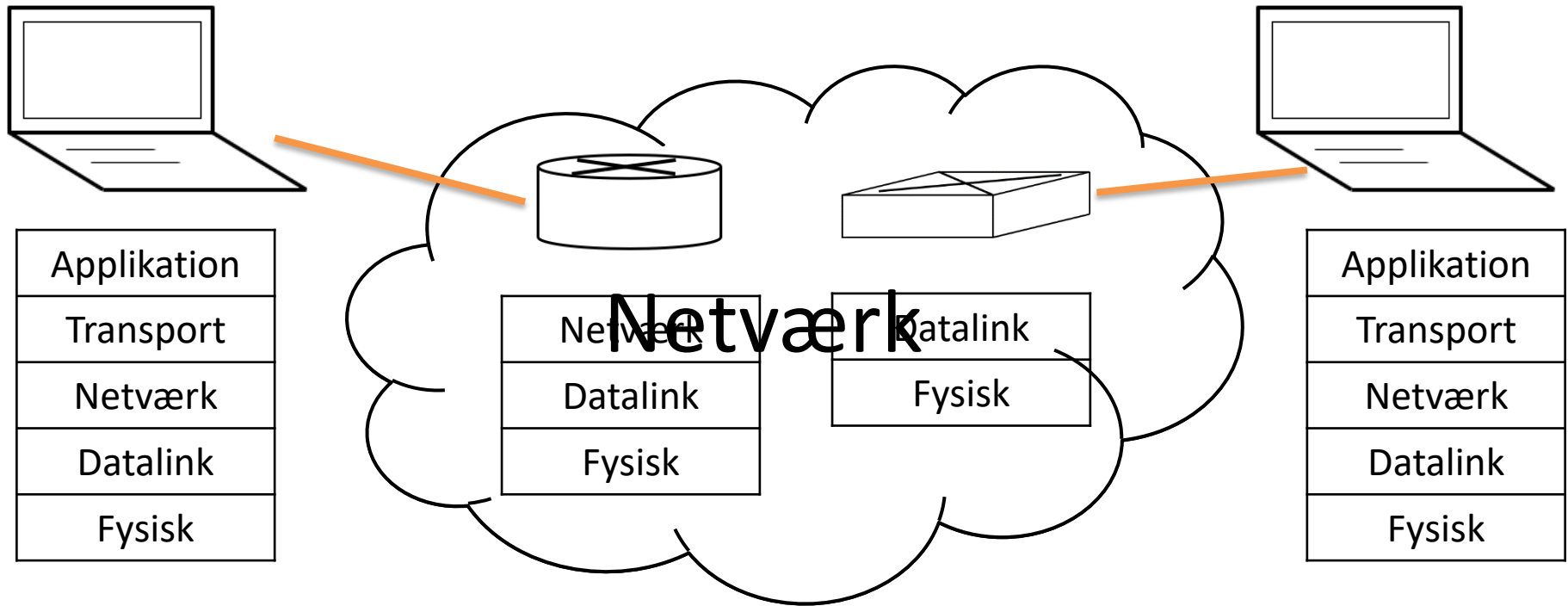


Hardware bruges til at forbinde en mængde af fysiske netværk

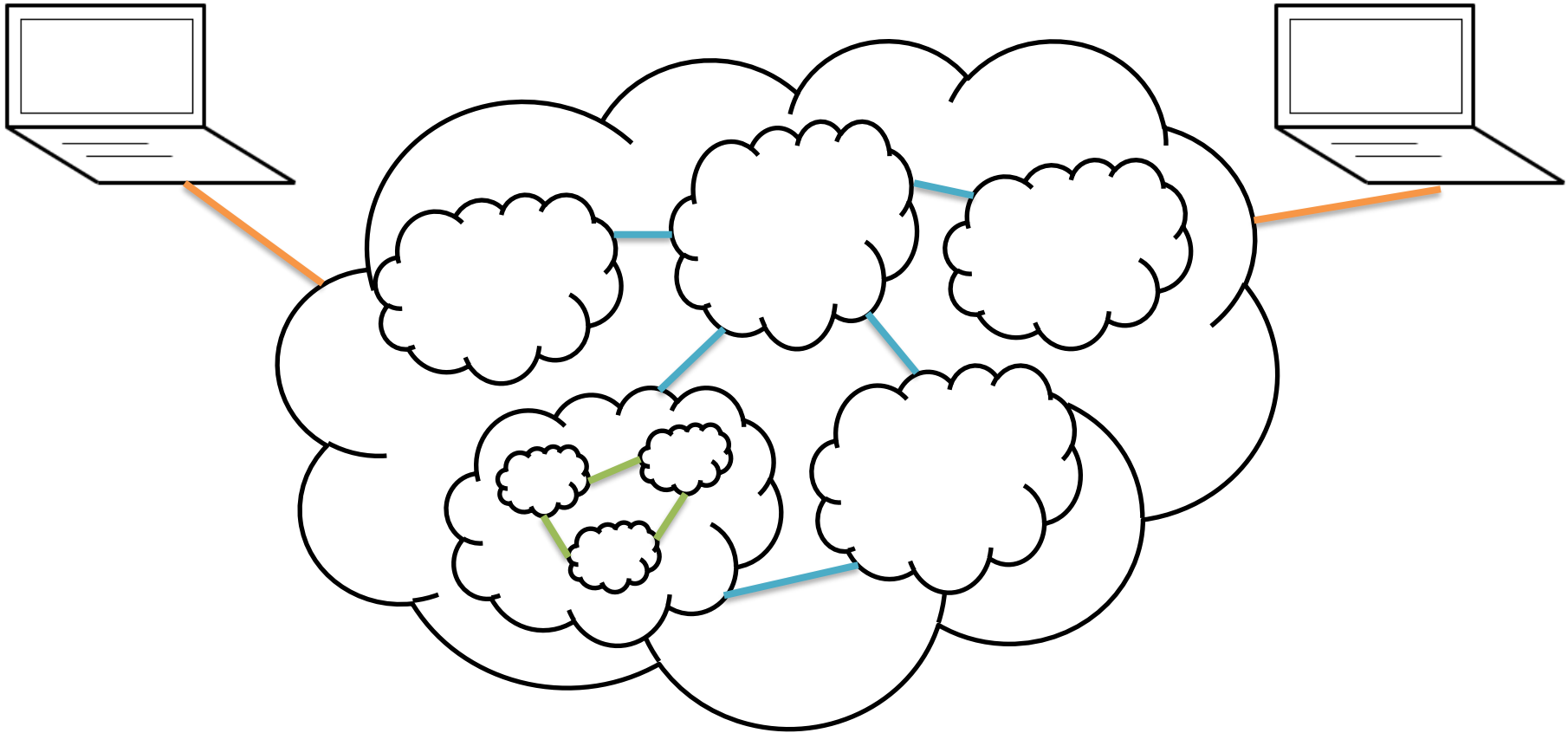


Softwaret på de tilknyttede hardware enheder giver den universelle service

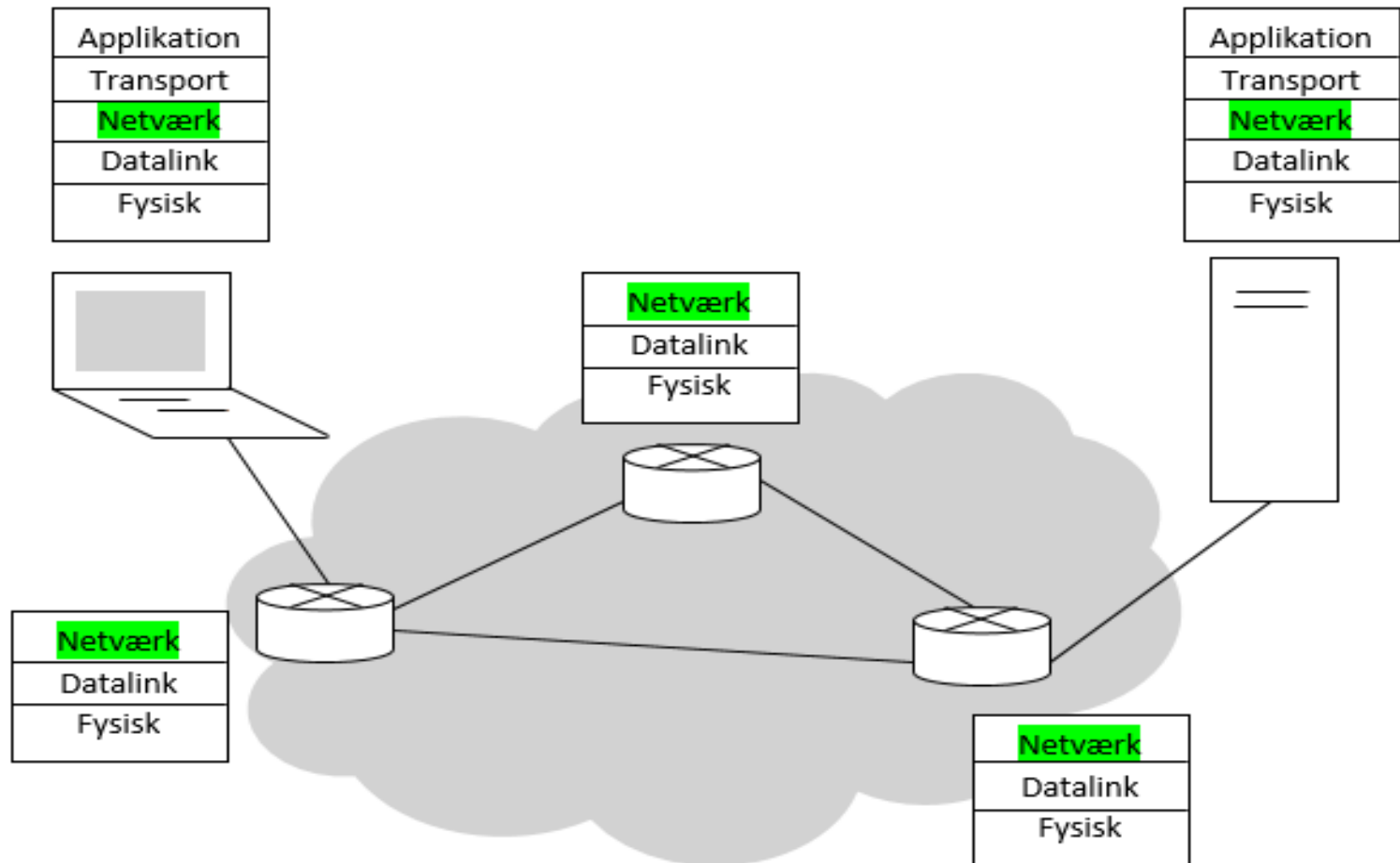
# Opbygning af Internettet



# Opbygning af Internettet



# Opbygning af Internettet



# Netværkslaget

Basis hardware komponenten, der bruges til at forbinde heterogene netværk, er en router

Fysisk er en router et uafhængigt hardware system, hvis formål er at forbinde forskellige netværk

En router indeholder separat I/O interface for hvert netværk der er forbundet til den

Netværket behandler en forbindelse til en router på samme måde, som en forbindelse til en anden computer



# Netværkslaget

En router kan forbinde to LAN's, et LAN og et WAN eller to WAN's

Når en router forbinder to netværk i samme generelle kategori behøver netværkene ikke at benytte samme teknologi

For eksempel kan en router forbinde et Ethernet til et Wi-Fi netværk





# Netværkslaget

Målet med internetworking er en universel service hen over heterogene netværk

For at give en universel service blandt computer på internettet skal routerne være enige om at route information fra en source på et netværk til en specifik destination i et andet netværk



# Netværkslaget

Denne opgave er kompleks fordi frame formater og adresseringstilgange, der bruges af de underliggende netværk, kan være forskellige

Som et resultat, for at gøre den universelle service muligt, må der bruges protokolsoftware i både computer og router



# Netværkslaget

Netværkslaget funktion er at flytte pakker fra en sendende host til en modtagende host

For at gøre det behøves to funktioner:

**Forwarding:** At flytte pakker fra Routerens inputlink til outputlink'et

**Routing:** Netværkslaget skal beslutte ruten pakken skal følge fra sender til modtager



# Netværkslaget

Internettet er et datagram netværk

Hver gang et end system vil sende en pakke, stempler den pakken med destinationsadressen for pakken og putter derefter pakken ud i netværket

Ved hver router på stien fra sender til modtager findes den næste router på stien ved hjælp af routerens forwarding table

Ved hver router benyttes pakkens destination til at bestemme den næste knude på stien

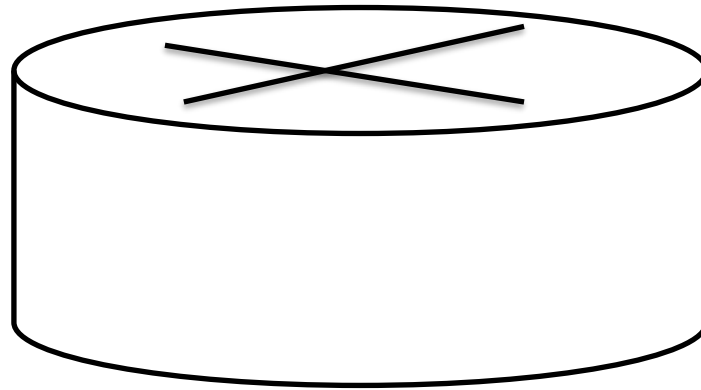


# Netværkslagets service model

- Guaranteed delivery – Garanterer at pakken vil komme frem til modtageren
- Guaranteed delivery with bounded delay – Garanterer at pakken vil komme frem til modtageren med et maksimalt delay
- In-order packet delivery – Modtager pakker i samme orden som de blev sendt
- Guaranteed maximum jitter – Tiden mellem to afsendte pakker er den samme ved modtagelsen måske med en given ændring
- Security services – Confidentiality, integrity, authentication
- Guaranteed minimal bandwidth – hvis der sendes bit med en hastighed, der er lavere end bit raten, så bliver ingen pakker tabes og hver pakker ankommer inden for et pre-specificeret host-to-host delay



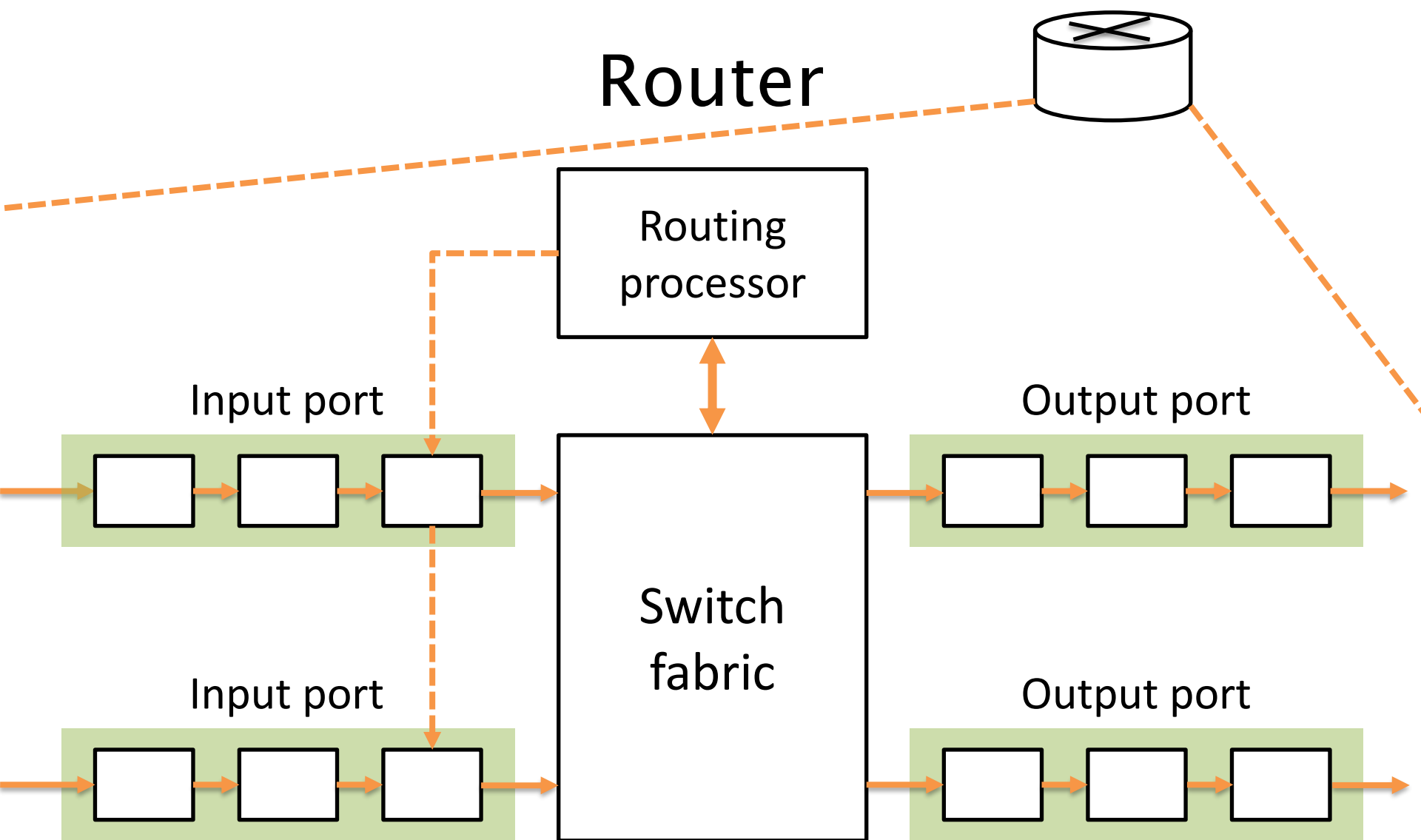
# Router



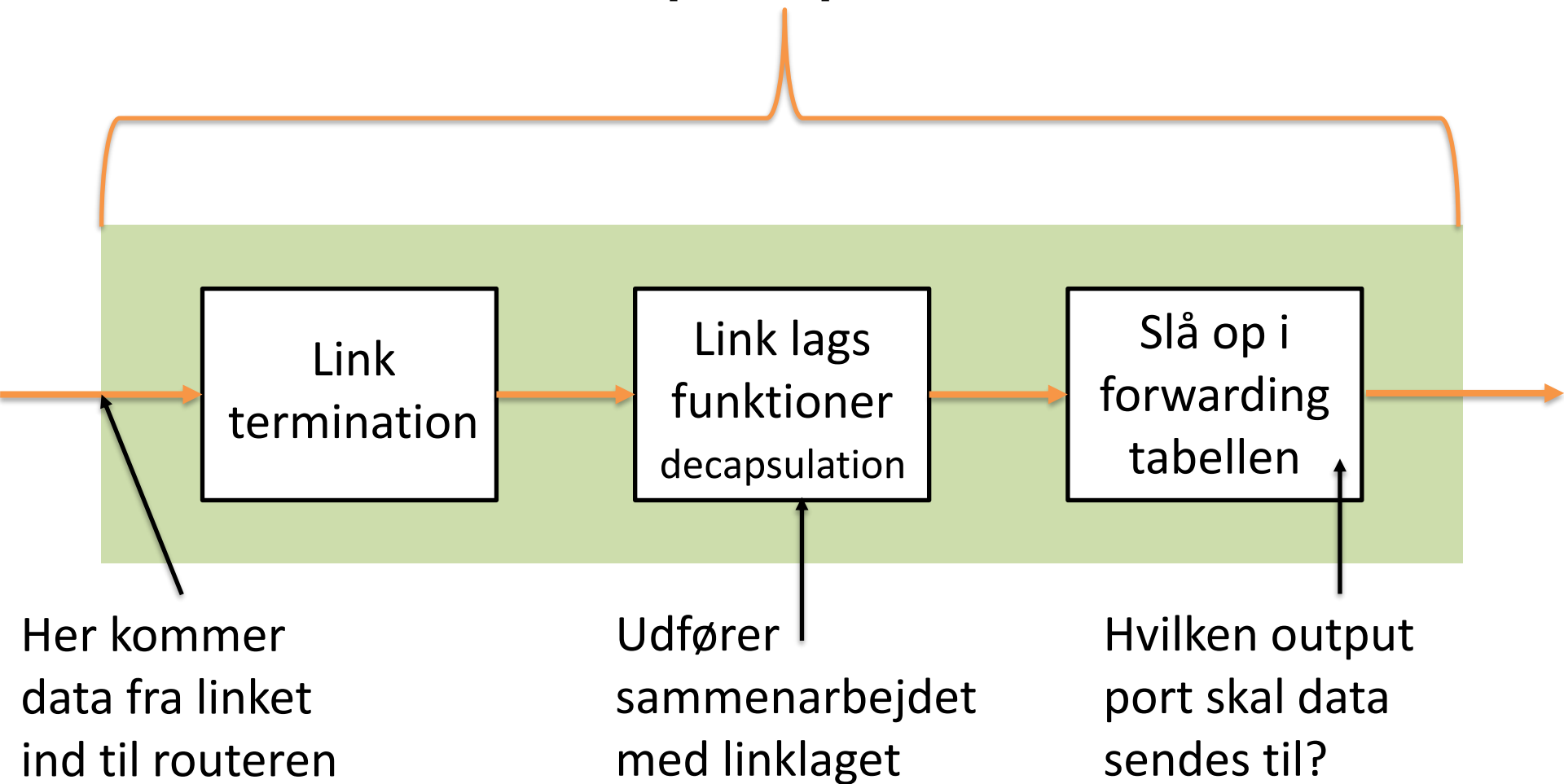
Hvad er der indeni en router?



# Router

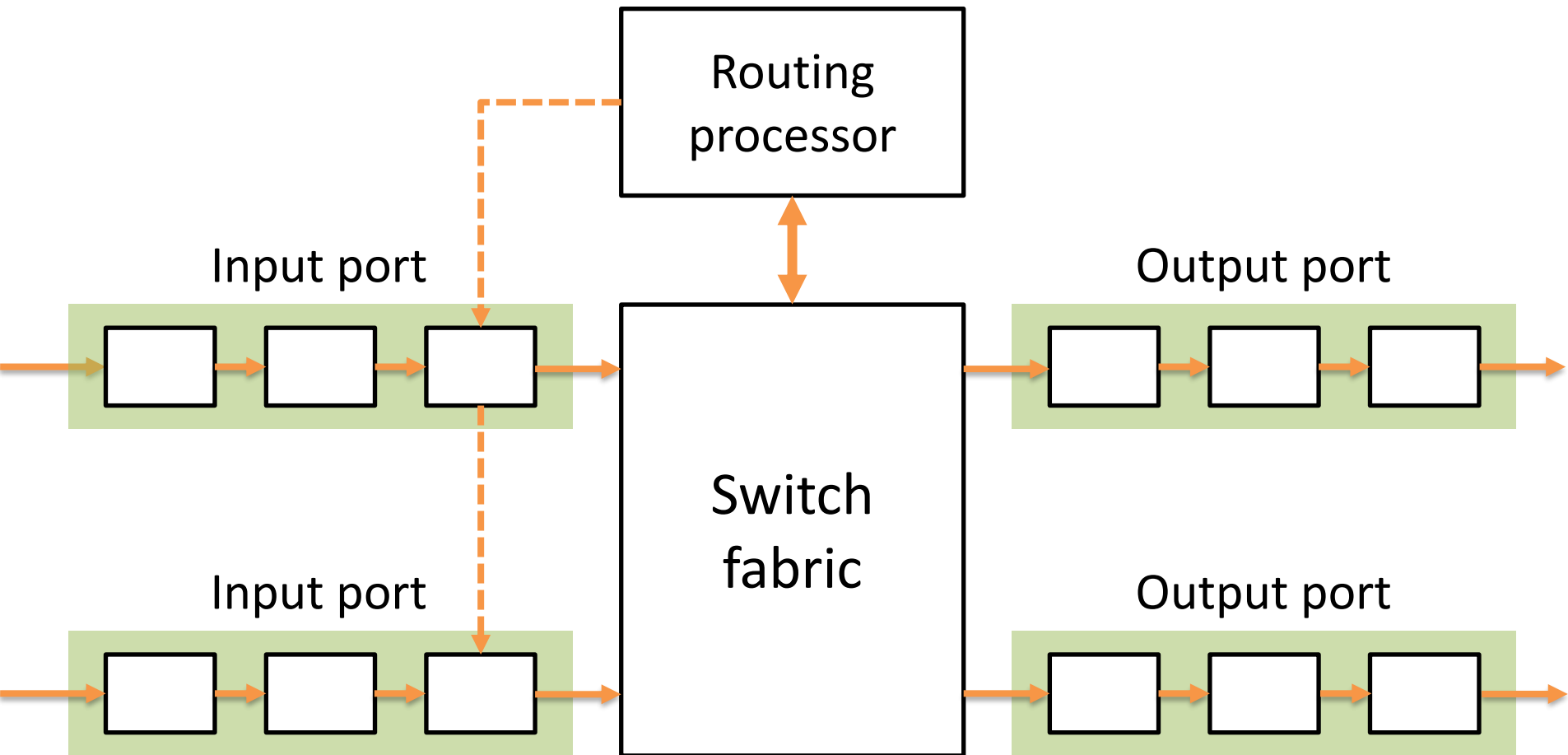


# Input port





# Router



# Router

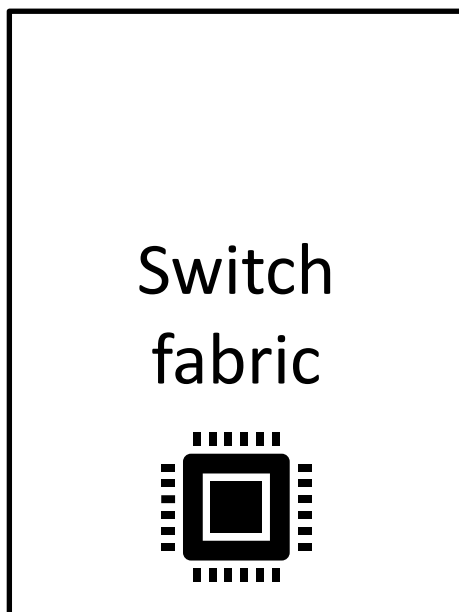


Switch  
fabric

- Switching via memory
- Switching via bus
- Switching via interconnection network



# Switching via memory



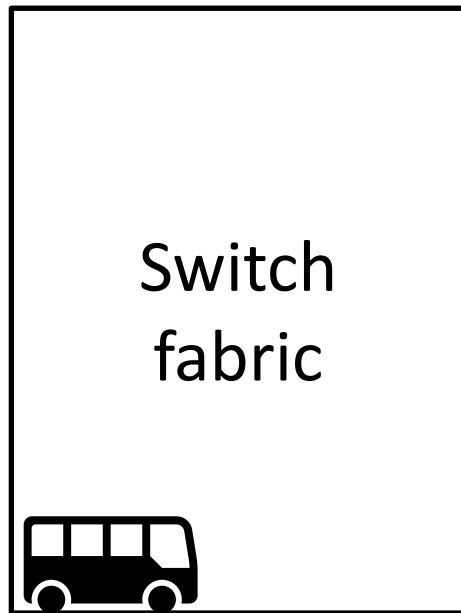
Den mest simple

En inputport med en ankommende pakke signalerer til routingen processoren

Pakken kopieres fra inputporten til processor-memory

Den rette outputport findes og kopier pakken til output porten buffer

# Switching via en bus



Her flyttes pakken direkte fra en input port til en outputport over en fælles bus

Dette gøres typisk ved at sætte et label på pakken, der angiver outputporten

Pakken kommer til alle portene men det er kun den port der passer, der beholder pakken

Der er kun en pakke der kan benytte bussen ad gangen

# Switching via interconnection network



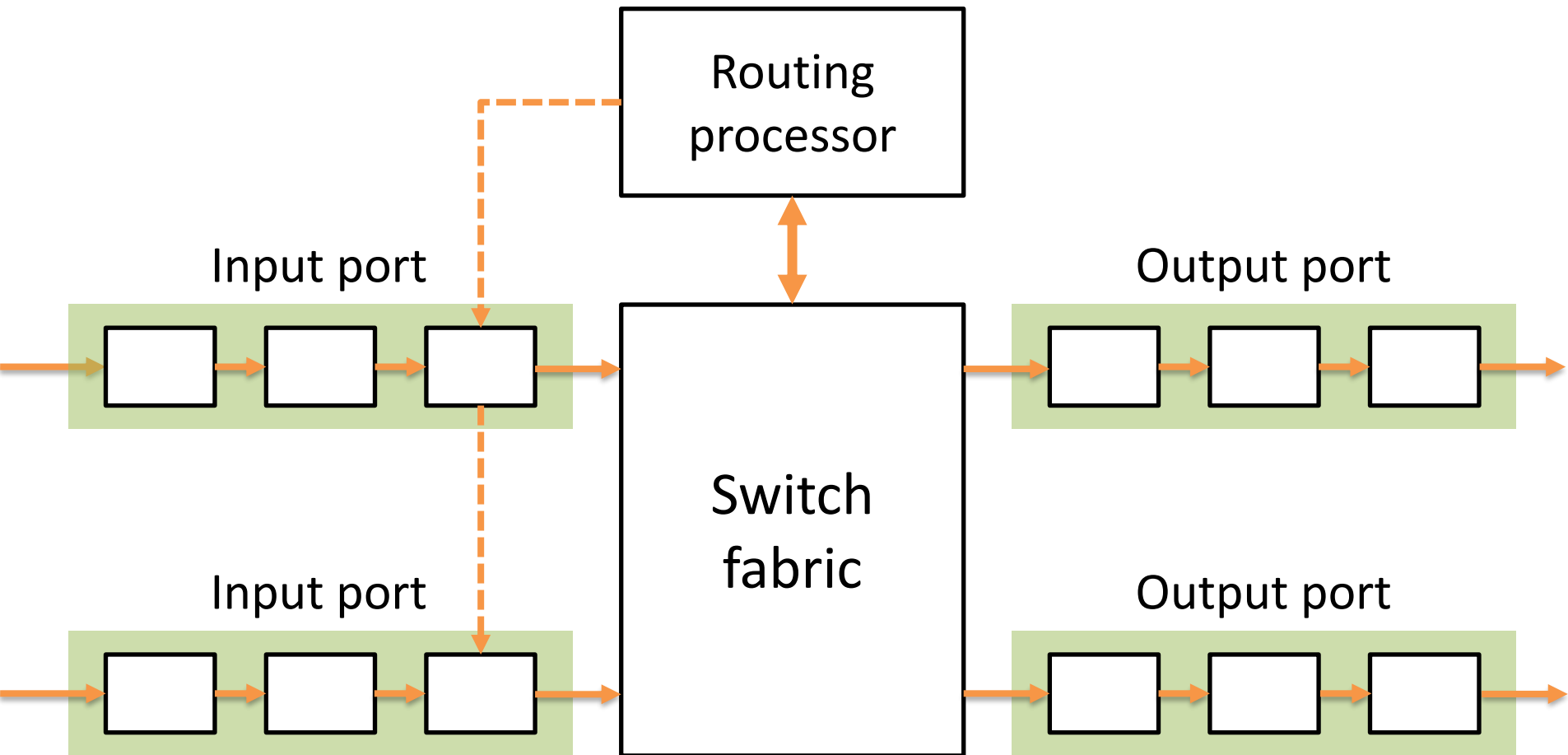
Switch  
fabric

En crossbar switch er et sammenhængende netværk, der består af  $2N$  busser, der forbinder  $N$  inputporte med  $N$  outputporte

Her er det muligt at forward flere pakker parallelt



# Router



# Routing processor

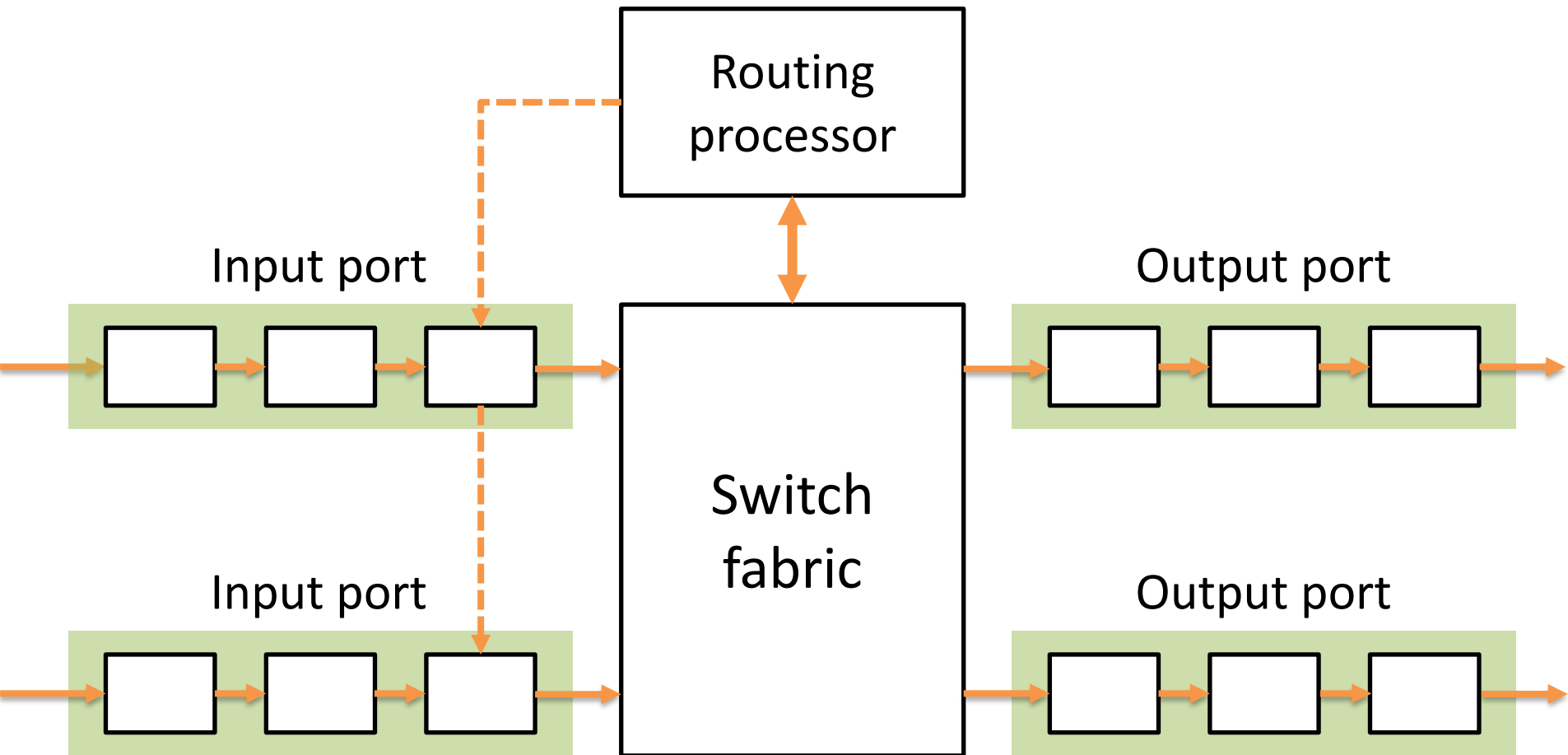


Routing  
processor

Udfører blandt andet  
routingprotokollen og  
vedligeholder  
forwardingstabellerne

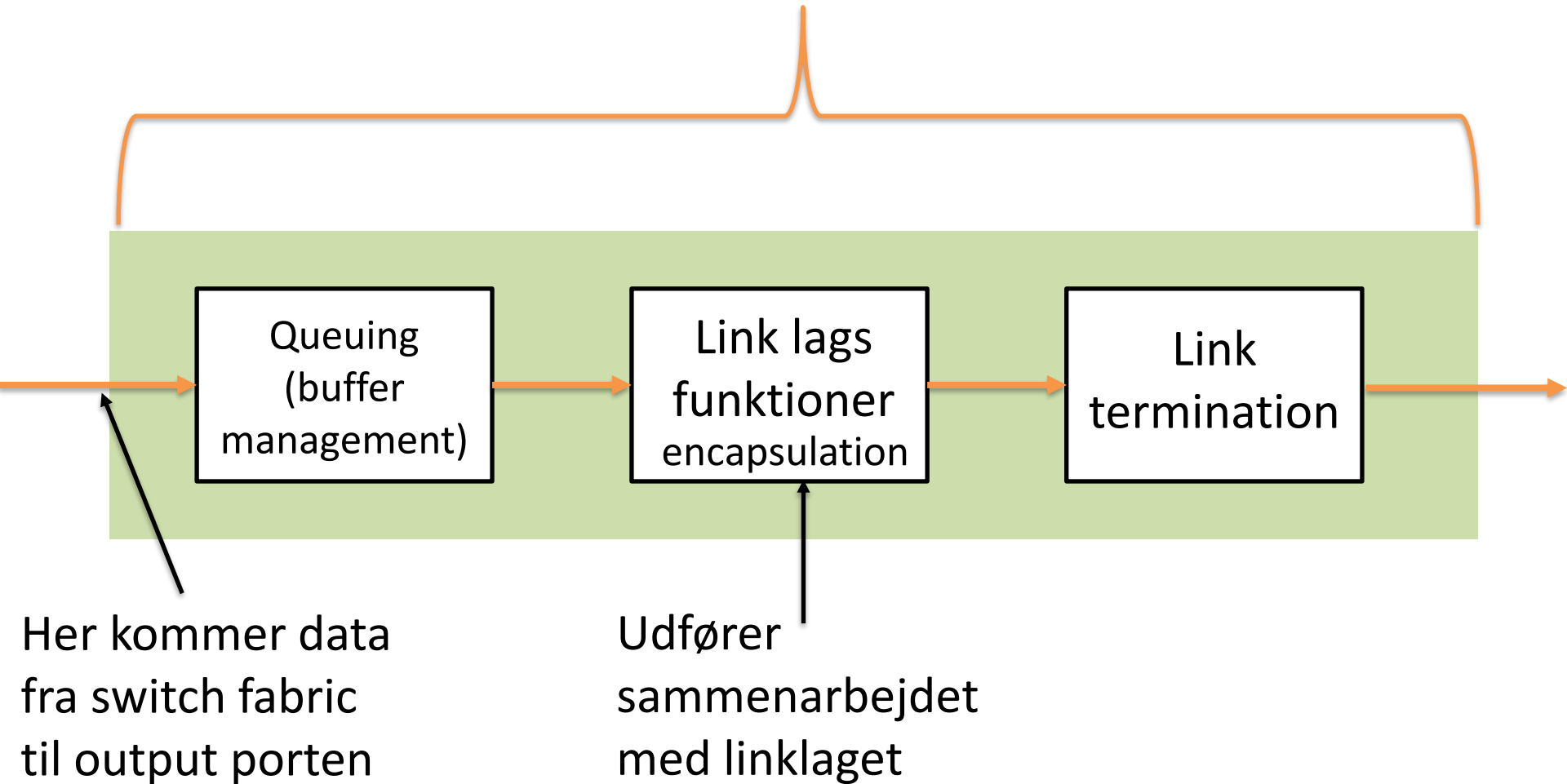


# Router

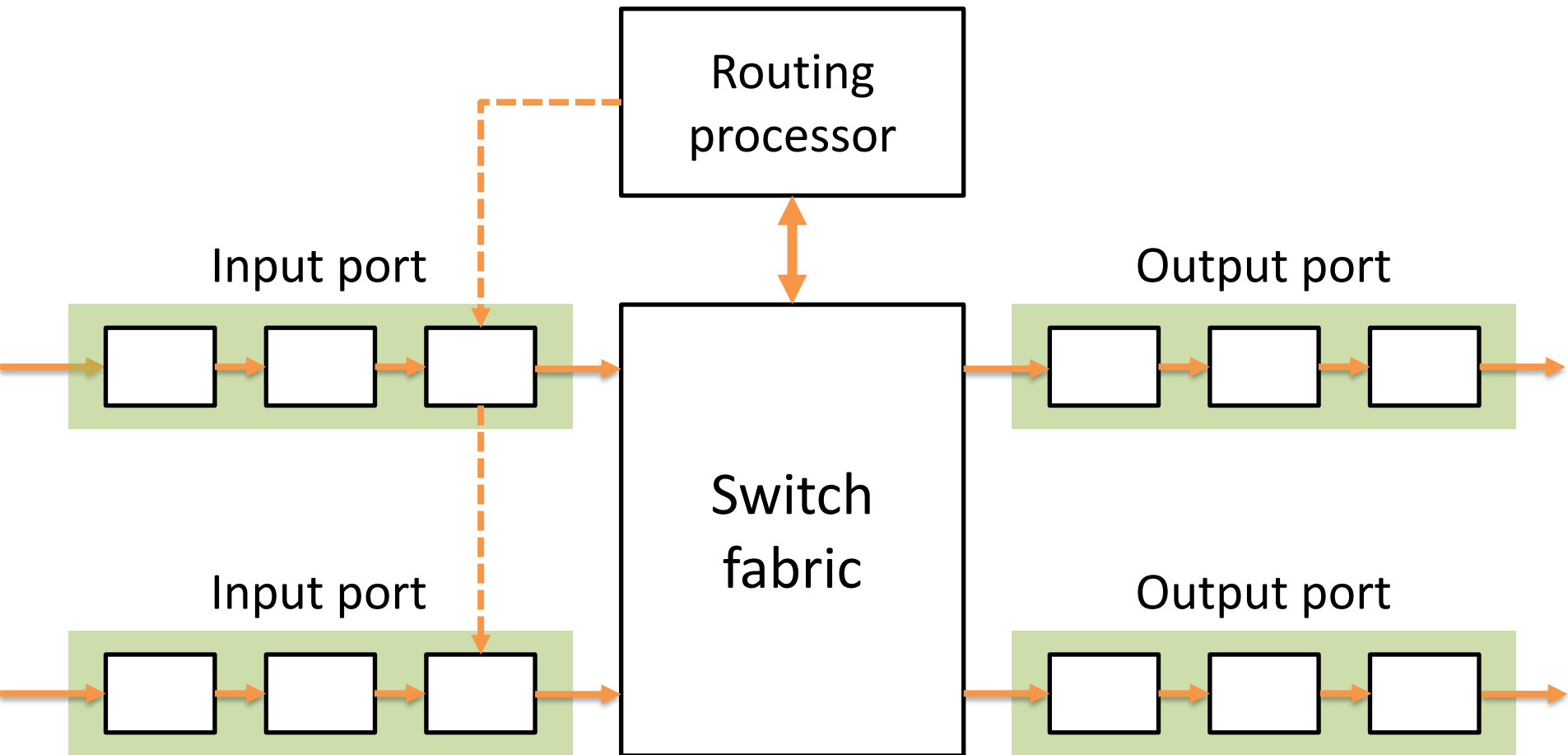




# Output port



# Router



# IPv4 Adressering

IP adresser er nummer, der er tildelt til computerens network interfaces

IP-adresser er nummer der gør det muligt for computer, server, telefoner, kameraer, printer og sensorer at kommunikere med hinanden



# IPv4 Adressering

Uden IP adresser ville det ikke være muligt for vores enheder at sende data frem og tilbage uden menneskelig indblanding

Det er blandt andet IP adresseringen, der gør det muligt at Internettet fremstår som et enkelt sømløst kommunikationssystem



# IPv4 Adressering

IPv4 blev udviklet tidligt i 1980'erne

IPv4 har lige over 4 milliarder unikke IP adresser

Det er kun ca. 3,7 milliarder IP-adresser tilgængelige for almindelig internet forbindelser

De resterende af de 4 milliarder bruges til specielle protokoller som IP Multicasting

I 2009 var der 1,6 milliarder mennesker der brugte internettet



# IPv4 Adressering

Hver IP-adresse er 32 bit lang – 4 bytes og der er  $2^{32}$  mulige IP-adresser – 4,2 milliarder mulige adresser

Disse adresser skrives i dotted-decimal notation – hver byte skrives i decimal hver for sig separeret med dot fra de andre

145.132.8.98



# IPv4 Adressering

Internettets adresserings tildelingsstrategi kaldes

Classless Interdomain Routing – CIDR

CIDR generalisere notationen af subnet adressering



# IPv4 Adressering

IP-adressen er opdelt i to dele a.b.c.d/x hvor x indikerer antallet af bit i første del af adressen

X er prefix af adressen eller netværk prefix

En organisation bliver typisk tildelt en blok af sammenhængende adresser – en række af adresser med fælles prefix

De resten ( $32 - x$ ) bit af adresser kan tænkes på som fordelt mellem enheder i subnettet/organisationen

Alle disse enheder vil have sammen prefix





# IPv4 Adressering

Før CIDR blev adopteret var netværksopdelingen begrænset til at være af fast længde på 8, 16 eller 24 bit – classful addressing

A, B og C klasser

Det var dog et problem med disse faste længder da det medførte at subnet delen af IP-adressen var præcis 1, 2 eller 3 bytes lang



# Private adresser

Private adresser er adresse som folk bruger på private netværk, såsom hjemme og kontor netværk

På protokol niveau er der ikke forskel på IP-adresserne men organisatorisk er der forskel

Private adresser kan kun bruges inden for det private netværk og ikke på Internettet



# Private adresser

Private IP-adresser ligger i følgende blokke:

10.0.0.0 – 10.255.255.255

172.16 – 172.31

Begynder med 192.168



# Private adresser

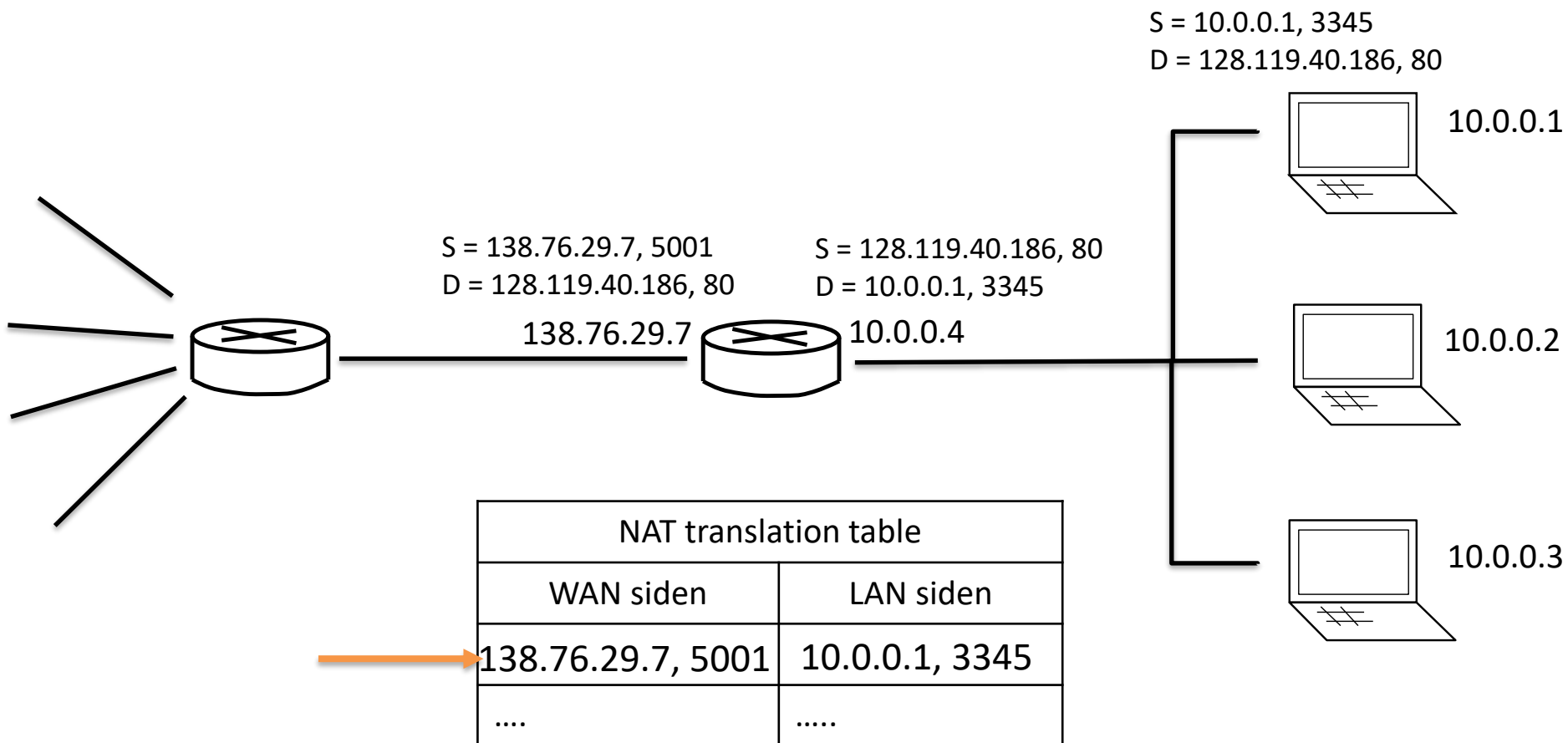
Hvis din computer er tildelt en privat adresse og du kan tilgå services over internettet sidder din computer sandsynligvis bag en

Network Address Translator – NAT

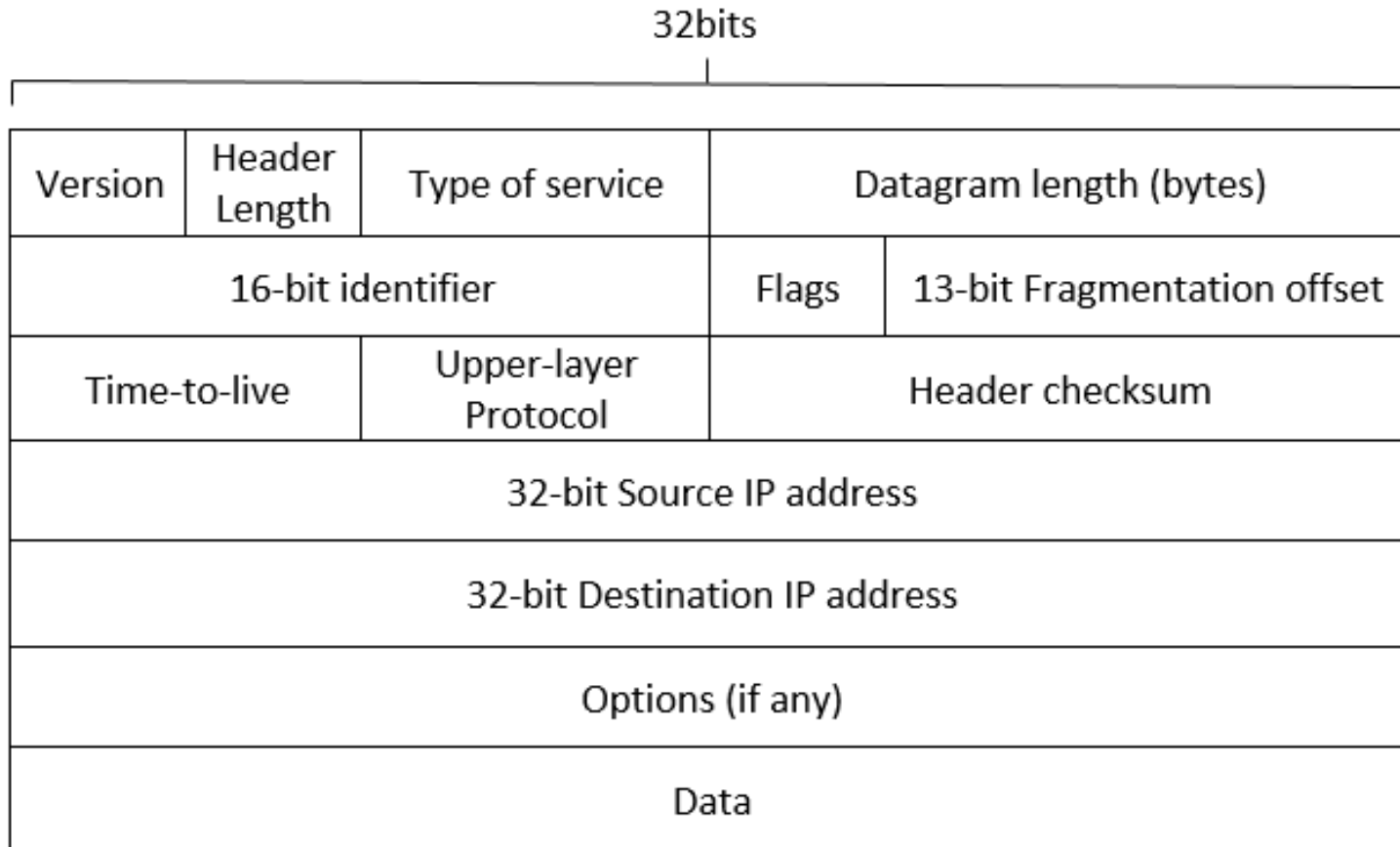
Dette gør det muligt for en mængde af computer at dele en enkelt unik/offentlig IP-adresse



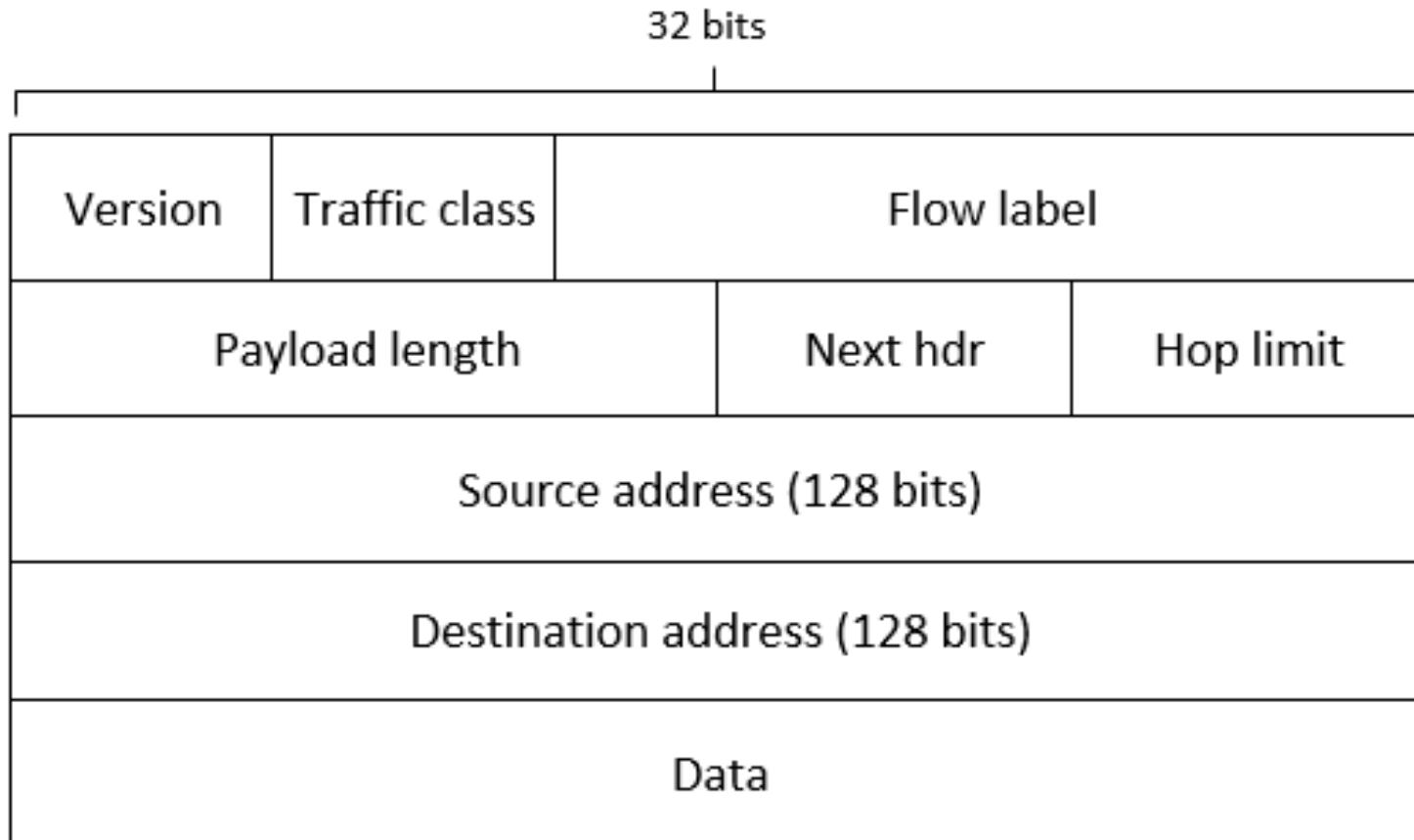
# Eksempel på NAT



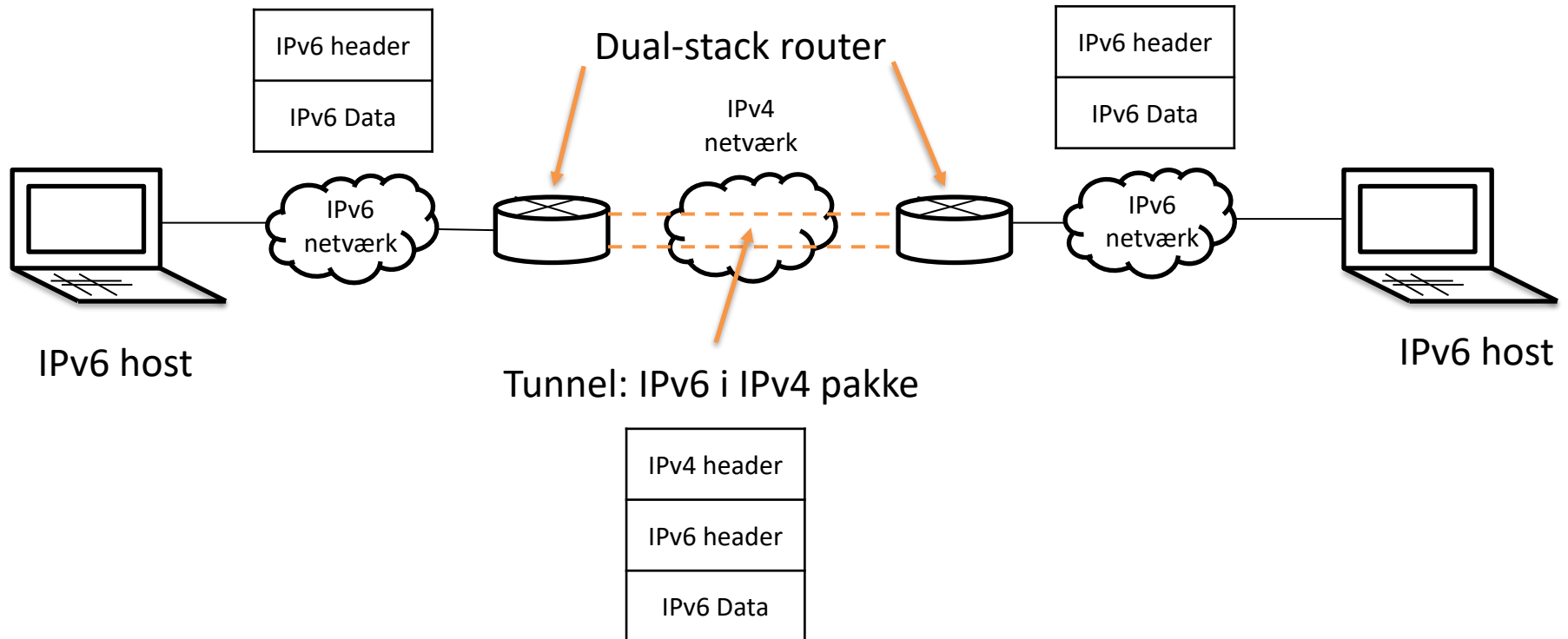
# IPv4 – datagram



# IPv6 – datagram

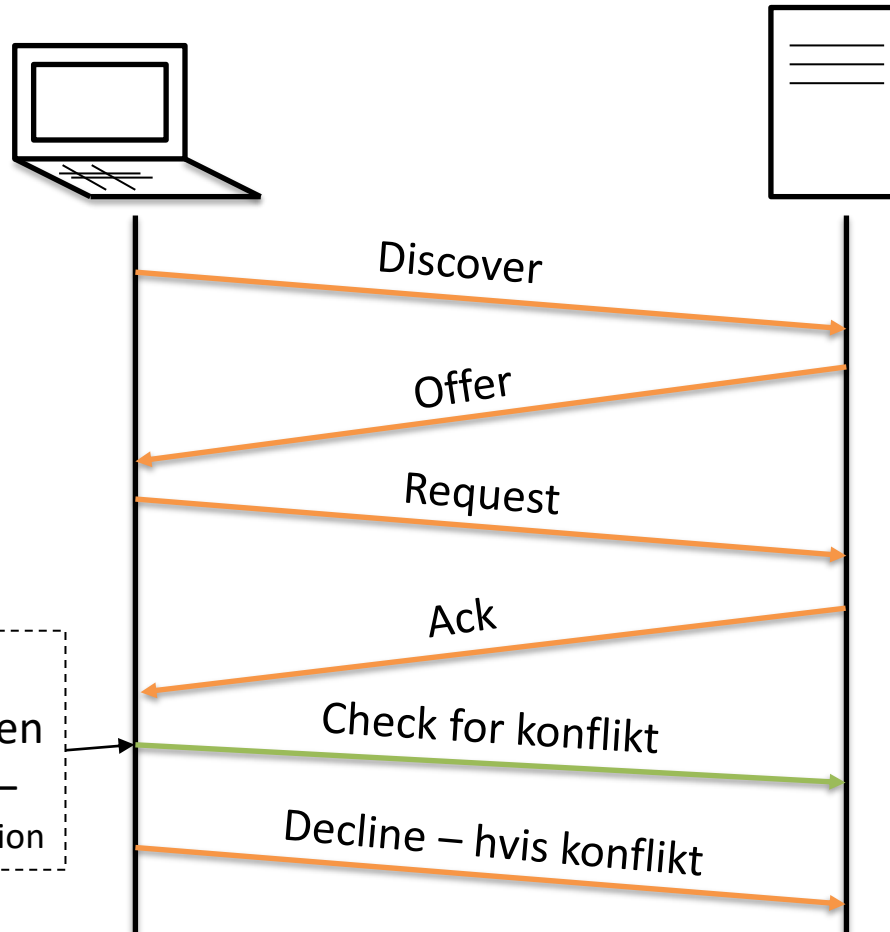


# Tunneling





# Dynamic Host Configuration Protocol



Sender et ARP request for adressen for at udføre ACD – Address Conflict Detection