

## TRANSPORDI KIHIT

Ülesanded:

- ◆ sõnumi tükeldamine pakettideks (fragmenteerimine)
- ◆ pakettide edastamine võrgukihile
- ◆ pakettide vastuvõtmine võrgukihilt
- ◆ sõnumi defragmenteerimine

Kui alumised kihid ei garanteeri, siis ka:

- ◆ kontrollsumma lisamine saadetavale pakatile ja selle kontrollimine paketi vastuvõtul
- ◆ paketi korduv saatmine

Protokollide liigid:

1. Ühenduse loomisega (näit. TCP)
2. Ilma ühendust loomata (näit. UDP)

### **TCP – Transmission Control Protocol RFC 761**

Omadused:

- pakub kasutajale teenust: “Toimetan veatult kohale suvalise pikkusega andmekamaka”
- tekitab *full duplex* virtuaalse kanali (ühenduse) kahe jaama vahel

- saatmisel sõnum fragmenteeritakse pakettideks, vastuvõtul tomub defragmenteerimine
- veatu kohaletoidetamine tagatakse:
  - pakettide nummerdamisega
  - paketi kontrollsumma arvutamise ja vastvõtja kinnitusega paketi kättesaamise kohta
  - kindel ajavahemik, mille jooksul vastuvõtja kinnitus paketi kättesaamise kohta peab jõudma saatjani
  - kui kinnitus ei saabu õigel ajal (*timeout*), siis toimub paketi korduvsaatmine
- *urgent* ja *push* funktsioonid
- 16-bitised TCP-teenuse kasutaja identifikaatorid (*port*)
- elegantne (*graceful*) ühenduse (transpordiseanssi) lõpetamine

Pakutavad teenused:

OPEN – ühenduse loomine  
SEND – sõnumi saatmine  
RECEIVE – sõnumi vastuvõtmine  
STATUS – ühenduse olek  
CLOSE – ühenduse lõpetamine

Ühenduse loomine:

Transporditeenuse kasutajate (ühenduse mõlema poole) adresseerimine – pistikud (*sockets*):

- ♦ jaama IP-aadress
- ♦ pordi number

Pordid 1..1023 on reserveeritud serverite jaoks, näiteks:

13	daytime	UDP
13	daytime	TCP
20	FTP-data	TCP
21	FTP-control	TCP
23	Telnet	TCP
25	SMTP	TCP
37	time	UDP
37	time	TCP
79	finger	TCP
80	http	TCP

Kliendid võivad kasutada suvalisi (antud hetkel vabu) porte > 1023

Ühenduse olekut kirjeldab TCB (*Transmission Control Block*)

Ühenduse identifikaatoriks on TCB aadress

**TCP päis (32-bitised sõnad):**

Source port			Destination port		
Sequence number					
Acknowledgment number					
Data offset	Reserved	Flags	Window size		
Checksum			Urgent pointer		
Options				Padding	

### *Sequence number*

Paketi esimese andmebaidi suhteline aadress sõnumis

### *Acknowledgment number*

Vastuvõetud baitide arv

### *Data offset*

TCP päise pikkus sõnades

### *Flags*

URG = 1 kui väli *Urgent pointer* on kehtiv

ACK = 1 kui väli *Acknowledgment number* on kehtiv

PSH = 1 kui pakett ei kuulu saadetava sõnumi koosseisu;  
pakett edastatakse ehedal kujul vastuvõtjale

RST = 1 ühenduse *reset*

SYN = 1 kui soovitakse luua transpordiühendus

FIN = 1 kui soovitakse ühendus katkestada (vajab teise poole kinnitust)

### *Window size*

Paketi saatja teatab, kui pikka paketti on ta võimeline vastu võtma.

### *Checksum*

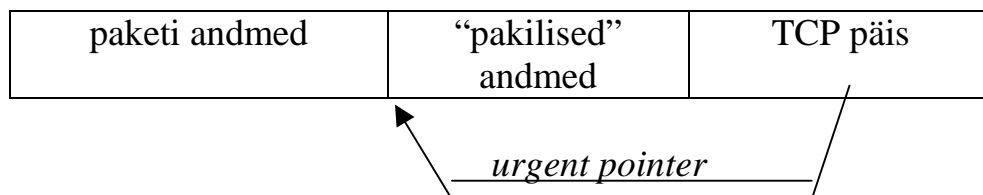
Kontrollsumma = andmed + TCP päis + nn. pseudopäis

Pseudopäis moodustatakse nii paketi saatmisel kui ka vastuvõtul kontrollsumma arvutamise käigus; osa selles olevaid andmeid annab selleks võrgukiht (protokoll IP):

Internet source address		
Internet destination address		
Zero	Transport protocol	Packet length

*Urgent pointer* (spetsiaalselt TELNET vajaduste rahuldamiseks)

TCP pakett:



## TCP stsenaariumid:

Kasutatavad lühendid:

SEQn – Sequence number

ACKn - Acknowledgment number

### 1. Ühenduse loomine

A -> B

SYN = 1, SEQn = 100 (suvaline number)

B -> A

SYN = 1, ACK = 1,  
ACKn = 101 (saabunud SEQn + 1),  
SEQn = 300 (suvaline)

A -> B

ACK = 1, ACKn = 301 (saabunud SEQn + 1),  
SEQn = 101 (saanunud ACKn)

### 2. Andmevahetus

A -> B

SEQn = 101, DATA = 5 (paketi pikkus),  
ACK = 1, ACKn = 301

B -> A

SEQn = 301, DATA = 13, ACK = 1,  
ACKn = 106 (saabunud SEQn + DATA)

A -> B

SEQn = 106, ACK = 1, ACKn = 314

### 3. Ühenduse katkestamine

A -> B

SEQn = 106, ACK = 1, ACKn = 314,  
FIN = 1

B -> A

B -> A      SEQ<sub>n</sub> = 314, ACK = 1, ACK<sub>n</sub> = 107

A -> B      SEQ<sub>n</sub> = 314, ACK = 1, ACK<sub>n</sub> = 107,  
DATA = 5 (veel on saatmatta baite)

B -> A      SEQ<sub>n</sub> = 107, ACK = 1, ACK<sub>n</sub> = 319

A -> B      SEQ<sub>n</sub> = 319, ACK = 1, ACK<sub>n</sub> = 107,  
FIN = 1

B -> A      SEQ<sub>n</sub> = 107, ACK = 1, ACK<sub>n</sub> = 319

NB! ACK = 0 vaid suhtlemise kõige esimeses paketis!

### TCP ooteajad:

<b>Liik</b>	<b>Semantika</b>	<b>Tegevus <i>timeout</i> korral</b>	<b>UNIX 4.3BSD sekundites</b>
Retransmission timer	Kinnituse ootamine	Paketi korduv saatmine	dünaamiline
Persistence timer	Ühenduse säilumise kontroll	1-baidise kontrollpaketi saatmine	5
Quiet timer	Pärast ühenduse katkemist ootab paketti, kus RST = 1	Ühendus katkestatakse lõplikult	30
Keep-alive timer			45
Idle timer			360

### **UDP – User Datagramm Protocol** RFC 768

UDP päis:

Source port number	Destination port number
Length	Checksum

Tähtsaim kasutaja: SNMP