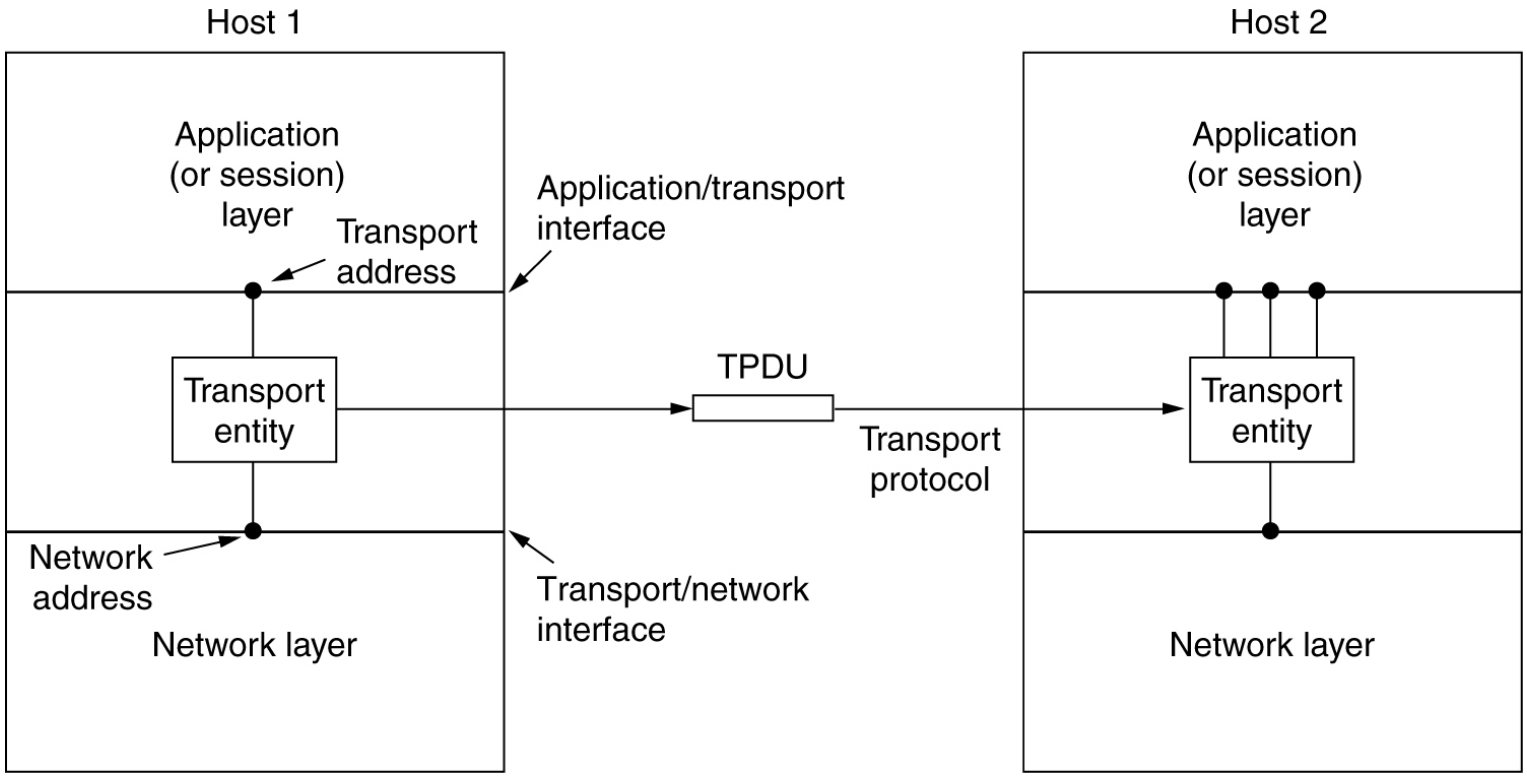
Úvod do počítačových sítí

Transportní úroveň

Transportní služby

- Služby prováděné pro vyšší úrovně
- Primitivní transportní služby
- Berkeley Sockety

Služby prováděné na nejvyšší úrovni



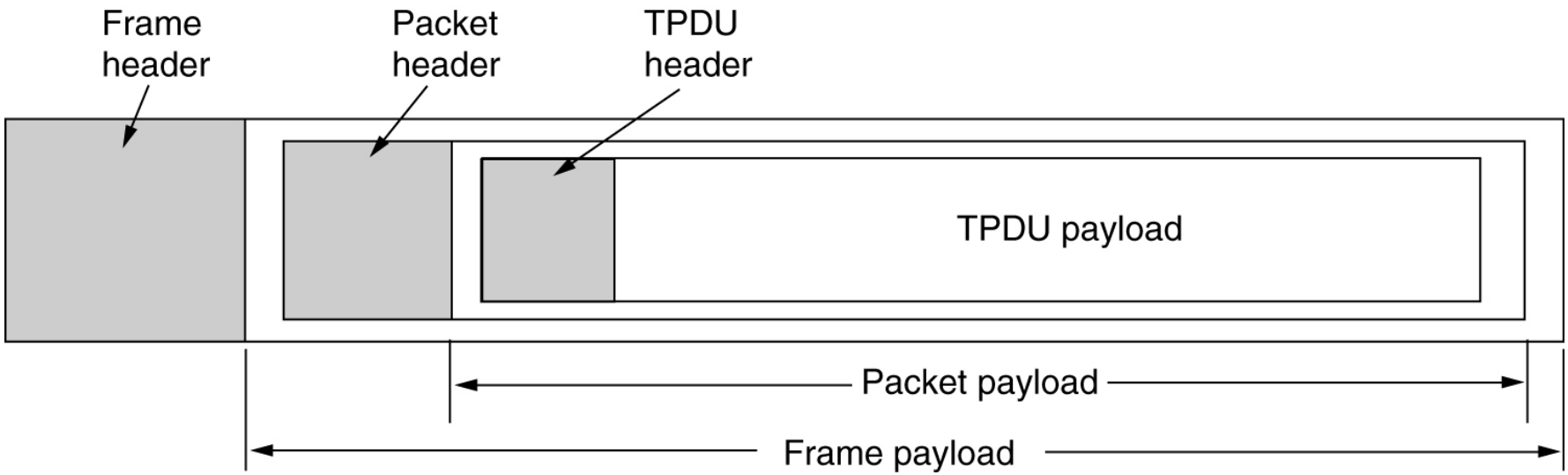
Síťová, transportní a aplikační úroveň

Primitivní služby transportní úrovně

Primitive	Packet sent	Meaning
LISTEN	(none)	Block until some process tries to connect
CONNECT	CONNECTION REQ.	Actively attempt to establish a connection
SEND	DATA	Send information
RECEIVE	(none)	Block until a DATA packet arrives
DISCONNECT	DISCONNECTION REQ.	This side wants to release the connection

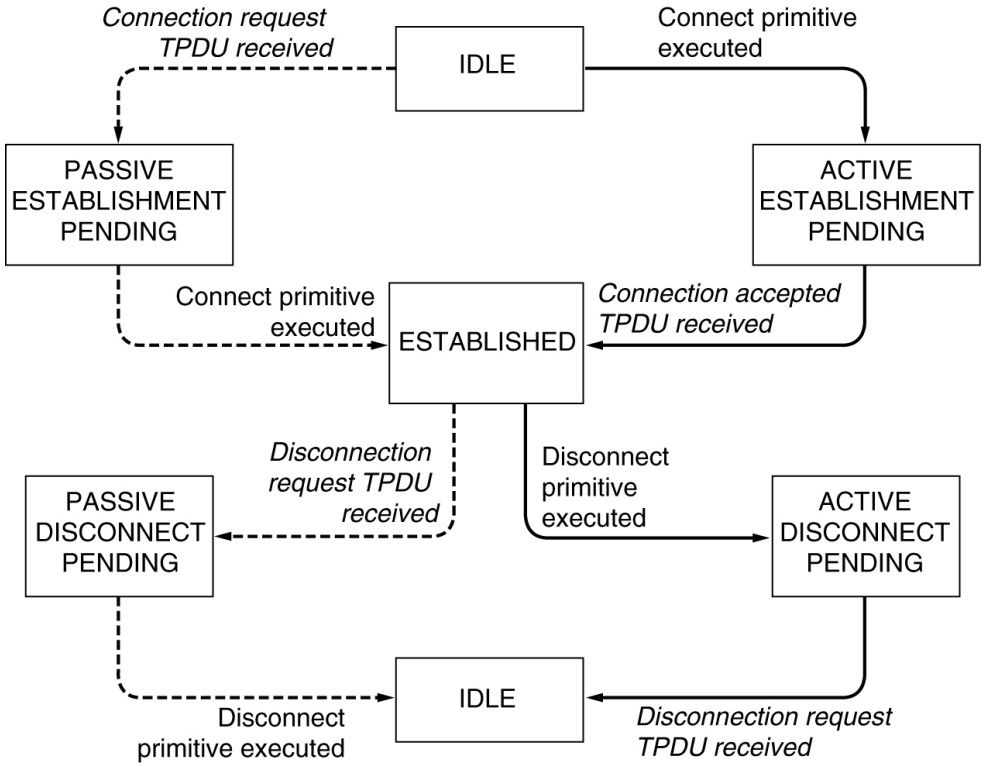
Primitivní funkce pro jednoduché transportní služby.

Primitivní služby transportní úrovně (2)



Zapouzdření TPDU, paketů a rámců.

Primitivní služby transportní úrovně (3)

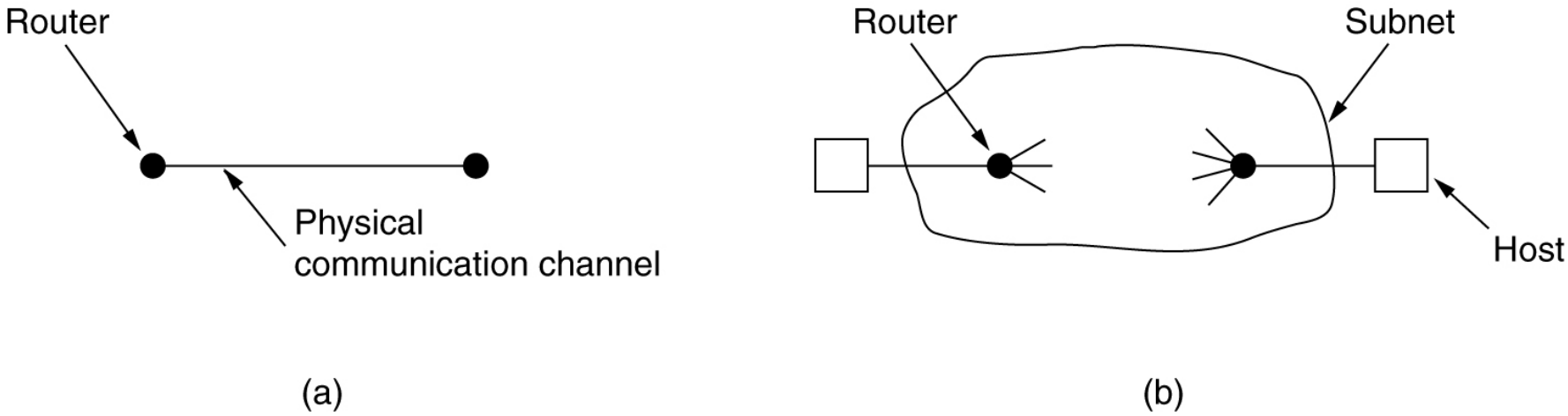


Stavový diagram pro jednoduchý transportní protokol. Plné čáry představují přechody klienta, tečkované přechody serveru. Přechody popsané skloněným písmem jsou způsobeny příjmem paketů.

Základy transportních protokolů

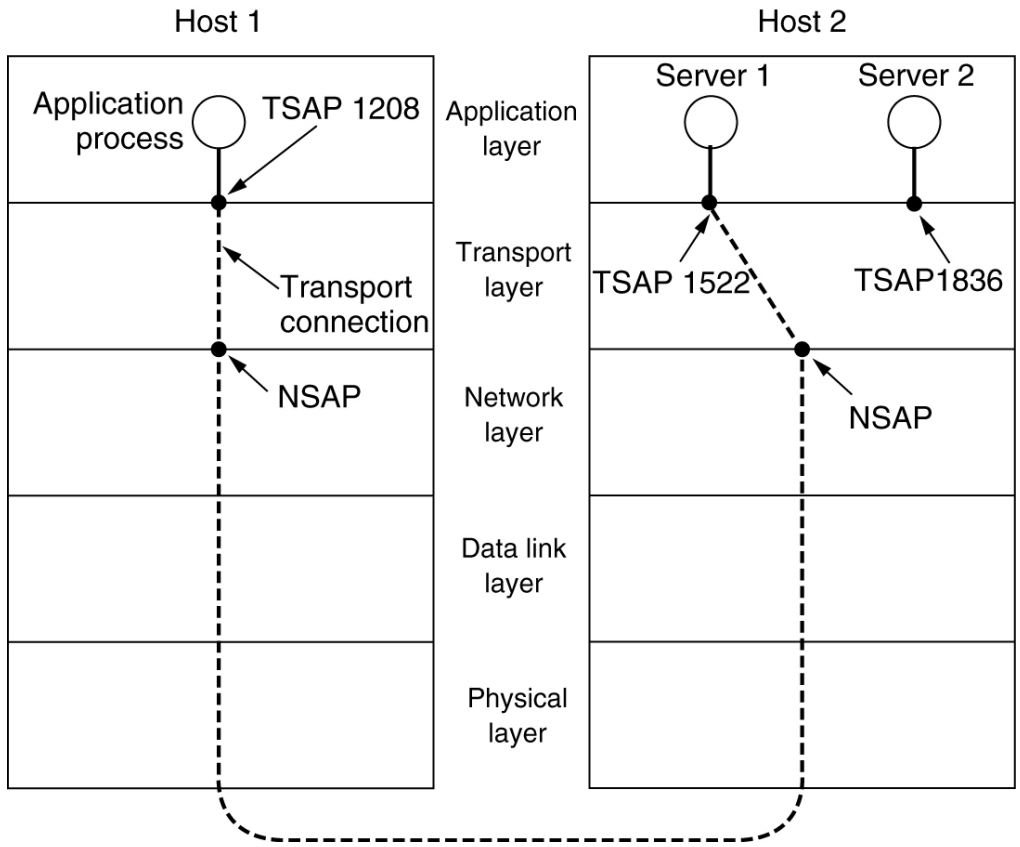
- Adresování
- Vytváření spojení
- Uvolnění spojení
- Řízení toku dat a vyrovnávací paměti
- Multiplexování
- Obnova po chybě

Transportní protokol



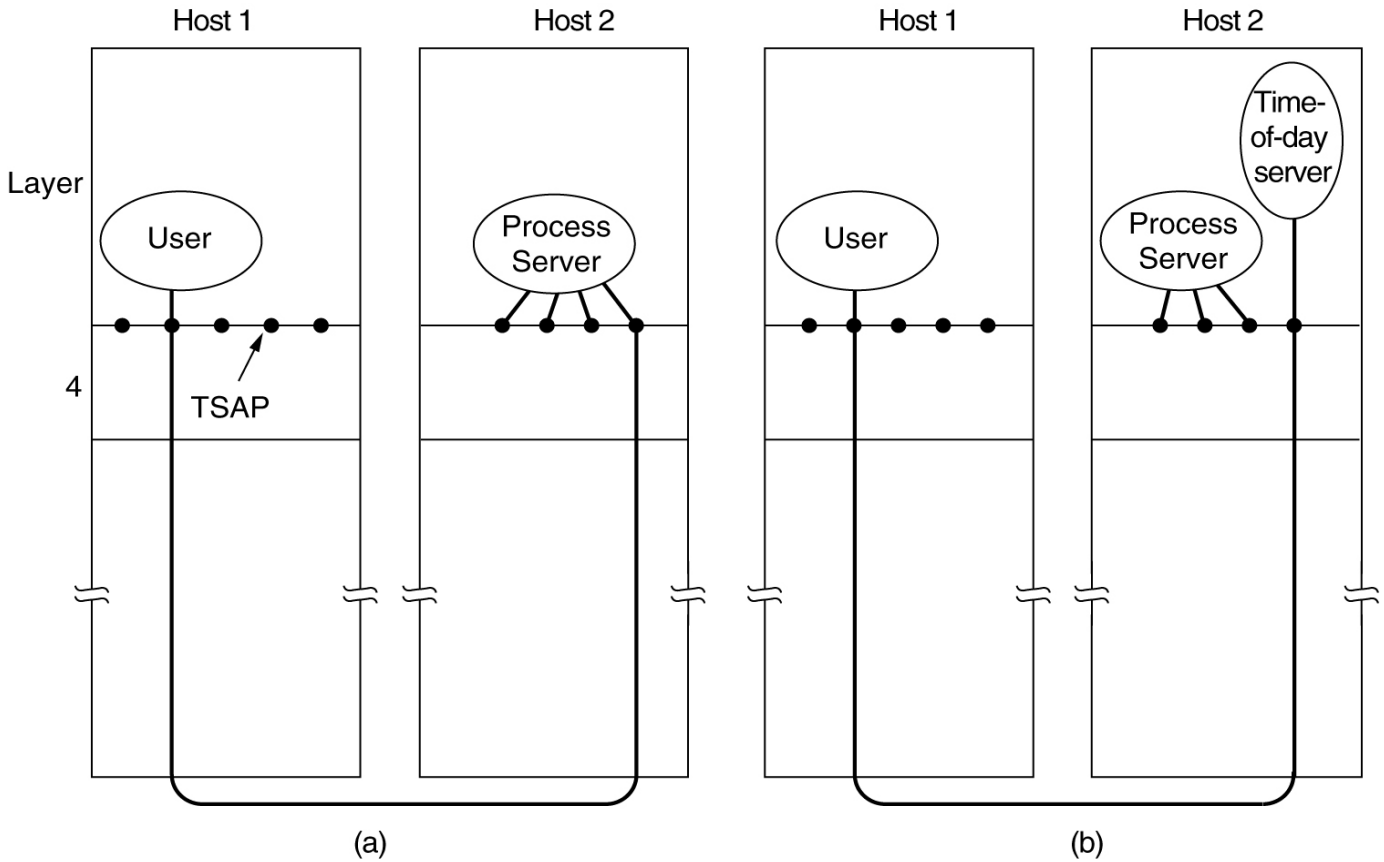
(a) Prostředí linkové úrovně.
(b) Prostředí transportní úrovně.

Adresování



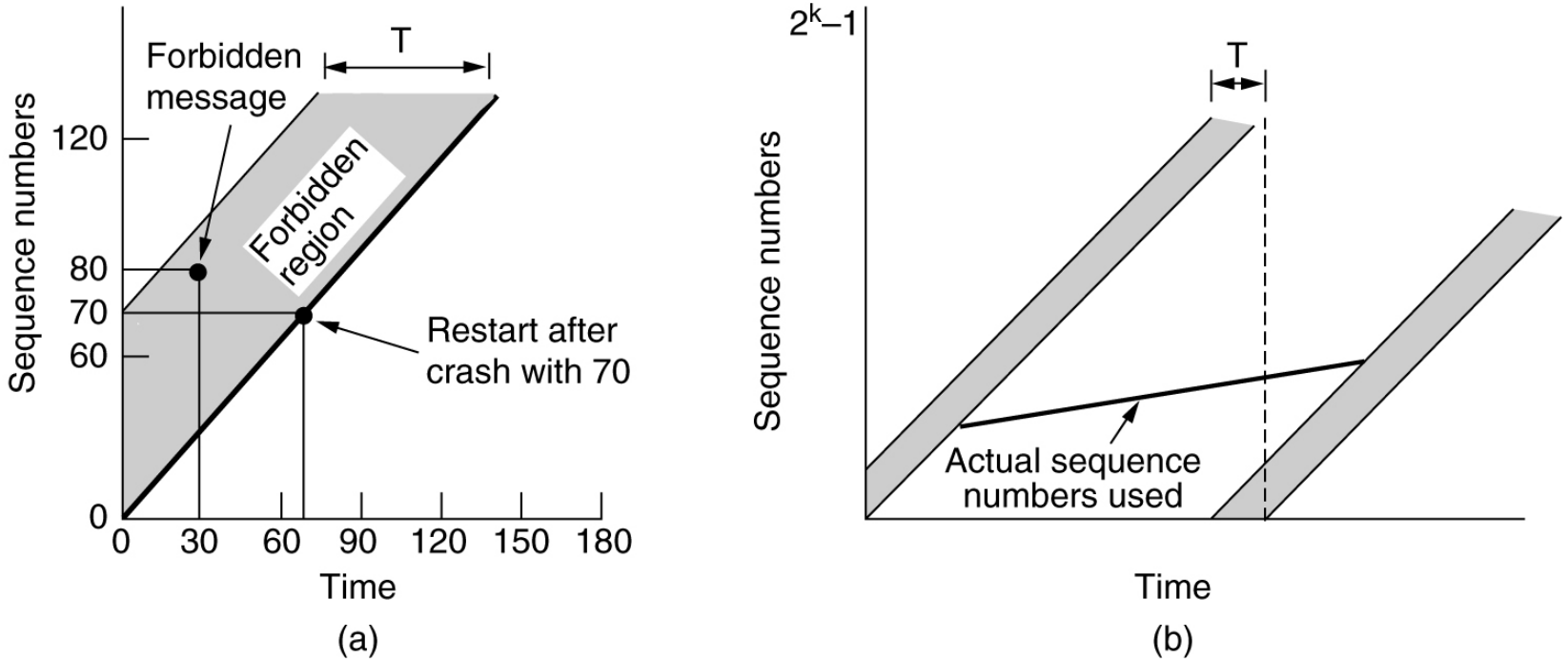
TSAP, NSAP a transportní spojení.

Vytváření spojení



Postup vytváření spojení mezi host 1 a host 2.

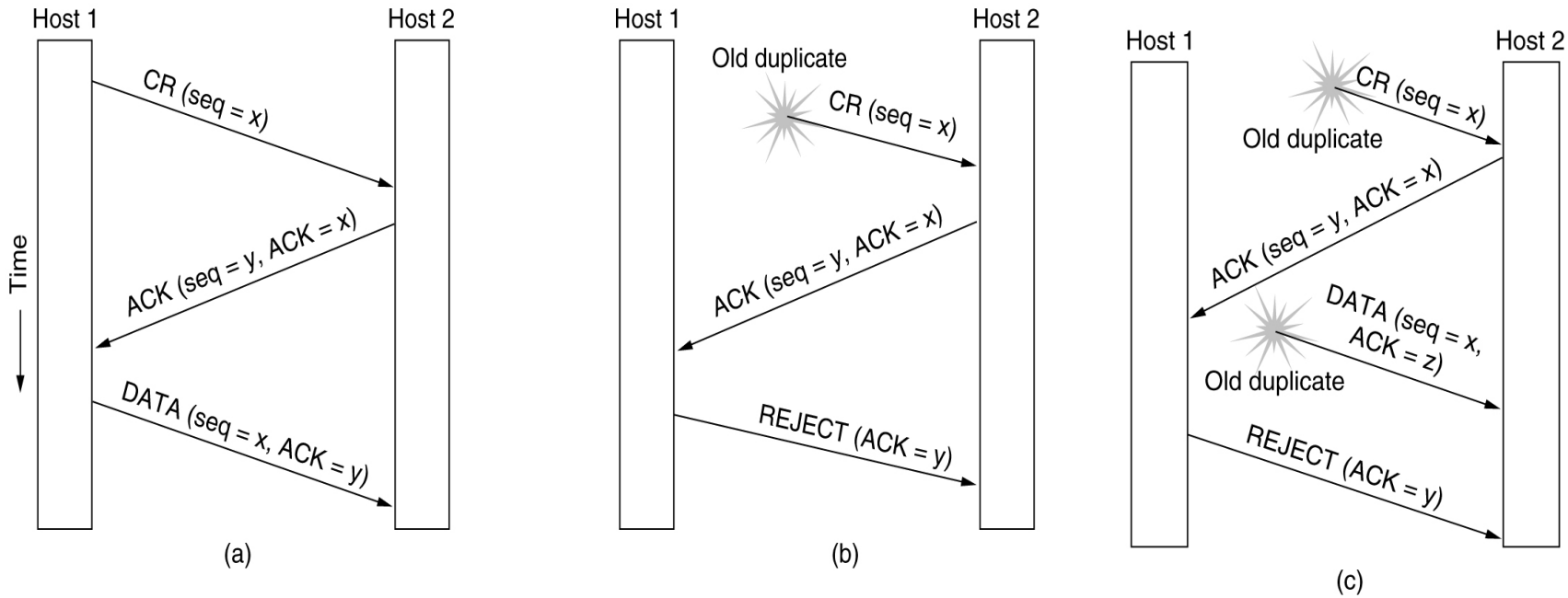
Vytváření spojení (2)



(a) TPDU nemohou vstoupit do zakázané oblasti.

(b) Problém resynchronizace.

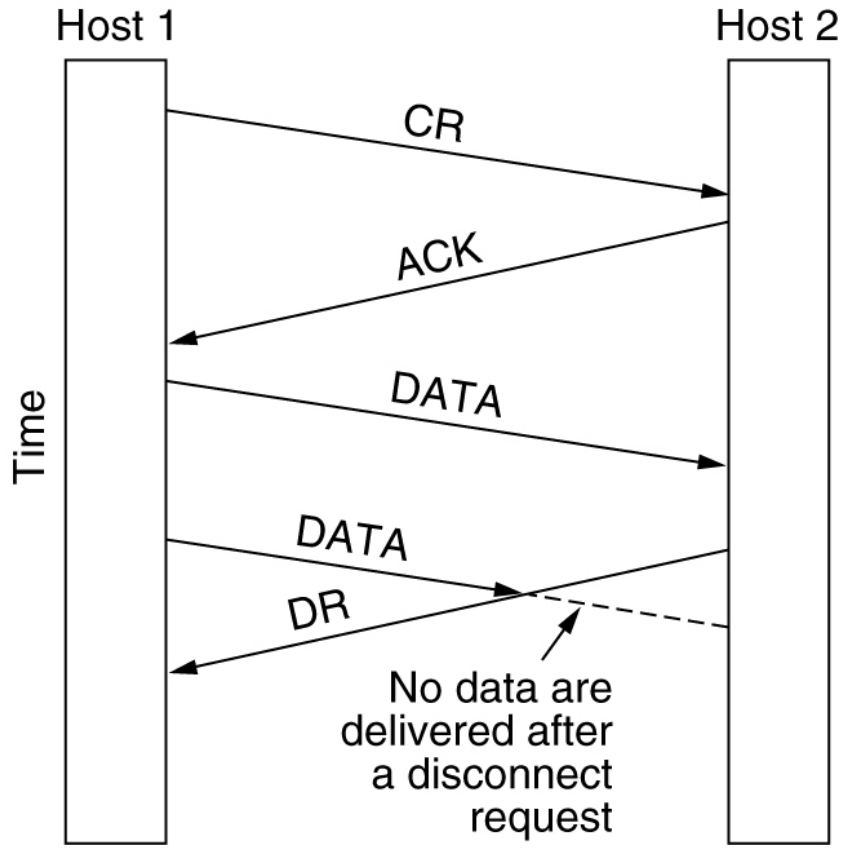
Vytváření spojení (3)



Tři případy vytváření spojení s využitím třífázového navazování spojení. CR znamená Connection Request.

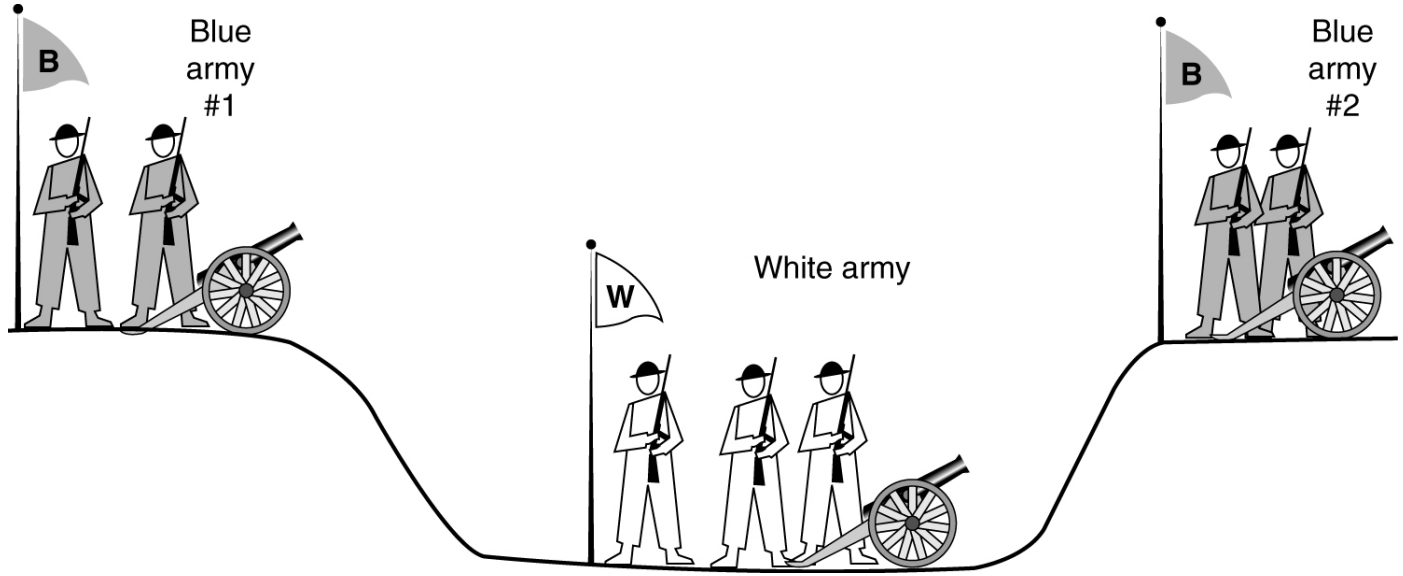
(a) Normální operace,
(b) Staré CR, nikam nezapadá.
(c) duplicitní CR a duplicitní ACK.

Uvolnění spojení



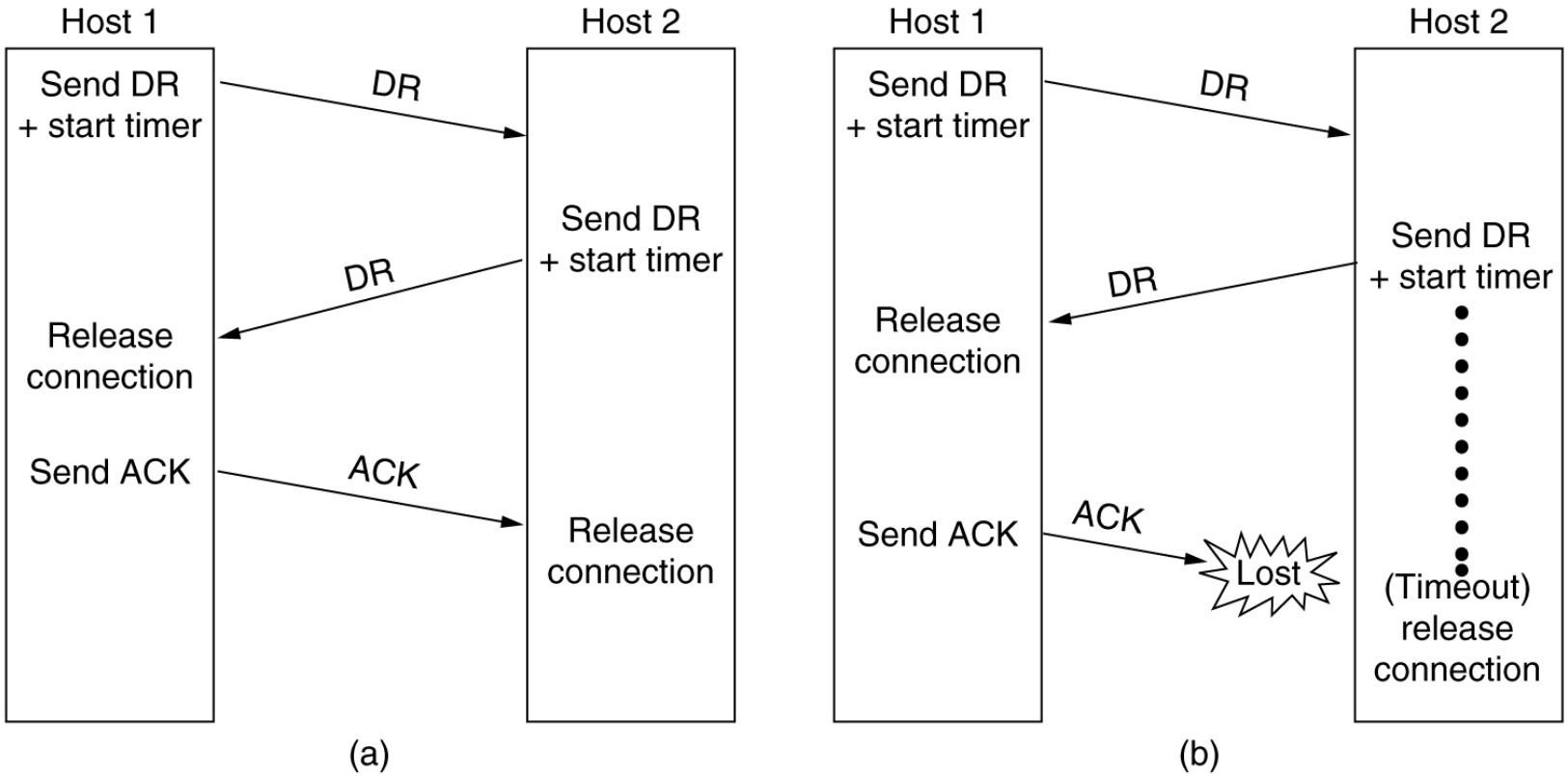
Náhlé přerušení spojení se ztrátou dat.

Uvolnění spojení (2)



Problém dvou armád.

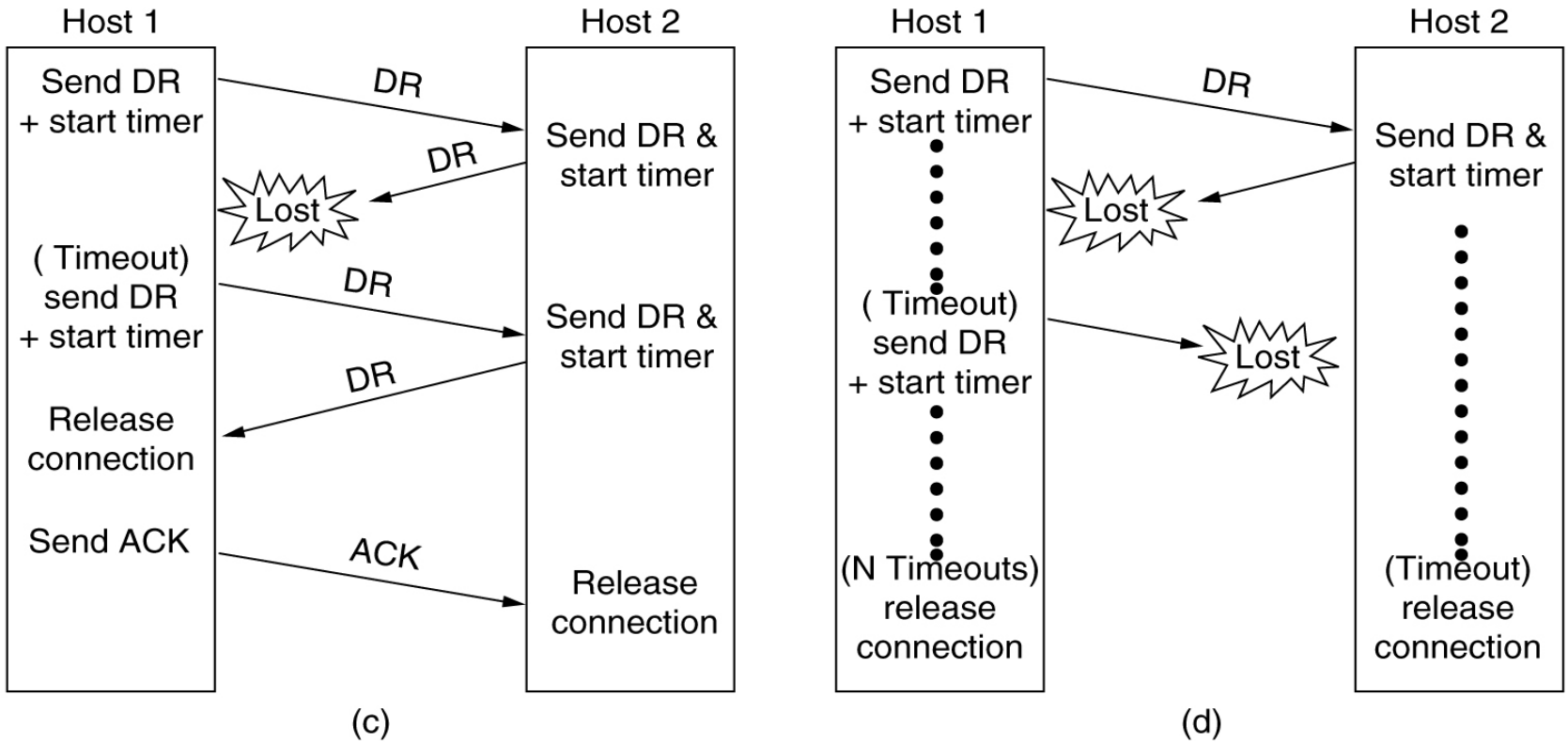
Uvolnění spojení (3)



Různé případy ukončení spojení. DR – Disconnect Request

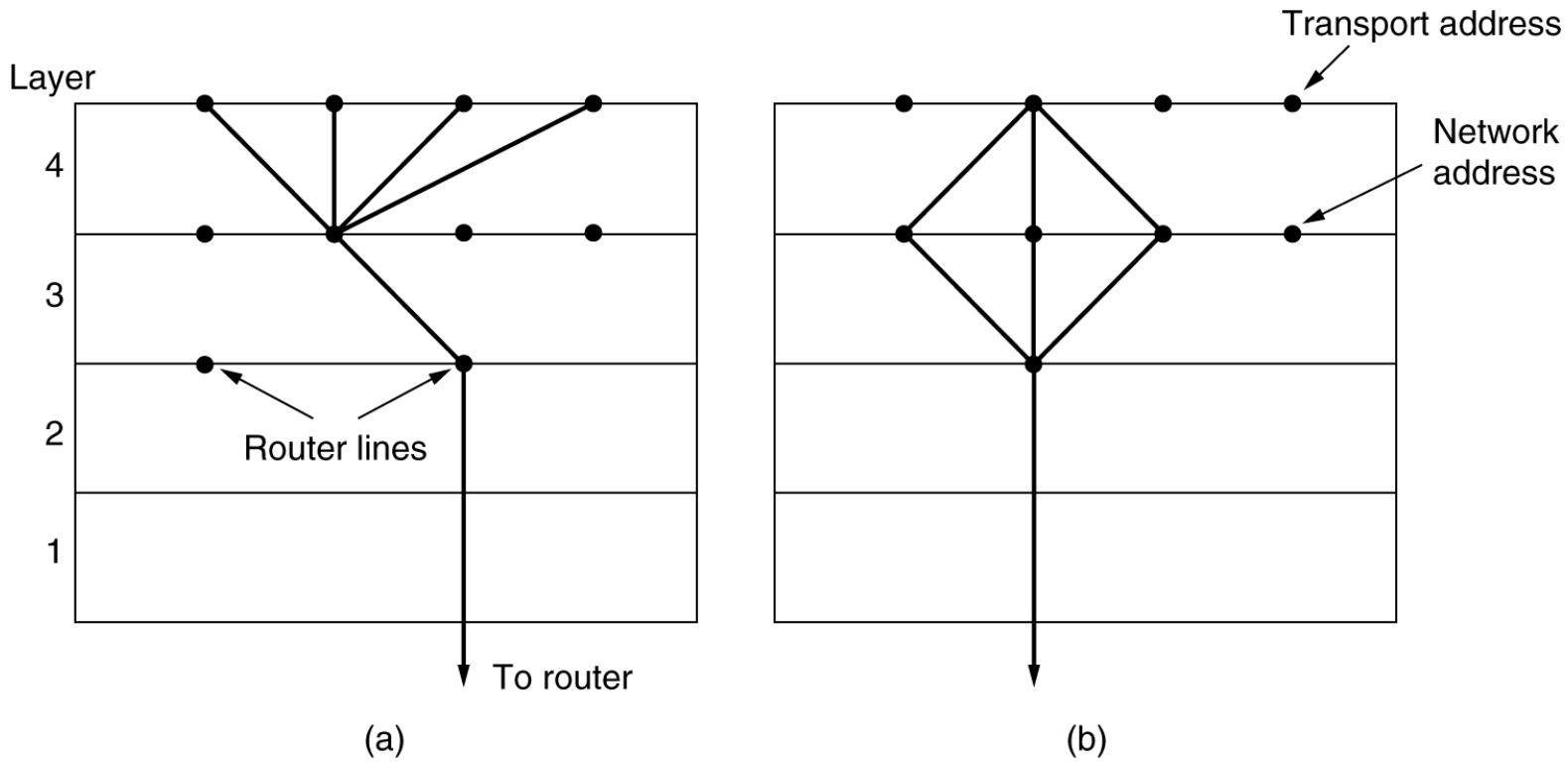
(a) normální postup, třífázové řízení. (b) ztráta posledního ACK.

Uvolnění spojení (4)



(c) Ztráta odpovědi. (d) ztráta odpovědi i dalších DR.

Multiplexování



(a) Vzrůstající multiplexování. (b) klesající multiplexování.

Obnova po chybě

Strategy used by sending host	Strategy used by receiving host: First ACK, then write			Strategy used by receiving host: First write, then ACK		
	AC(W)	AWC	C(AW)	C(WA)	W AC	WC(A)
Always retransmit	OK	DUP	OK	OK	DUP	DUP
Never retransmit	LOST	OK	LOST	LOST	OK	OK
Retransmit in S0	OK	DUP	LOST	LOST	DUP	OK
Retransmit in S1	LOST	OK	OK	OK	OK	DUP

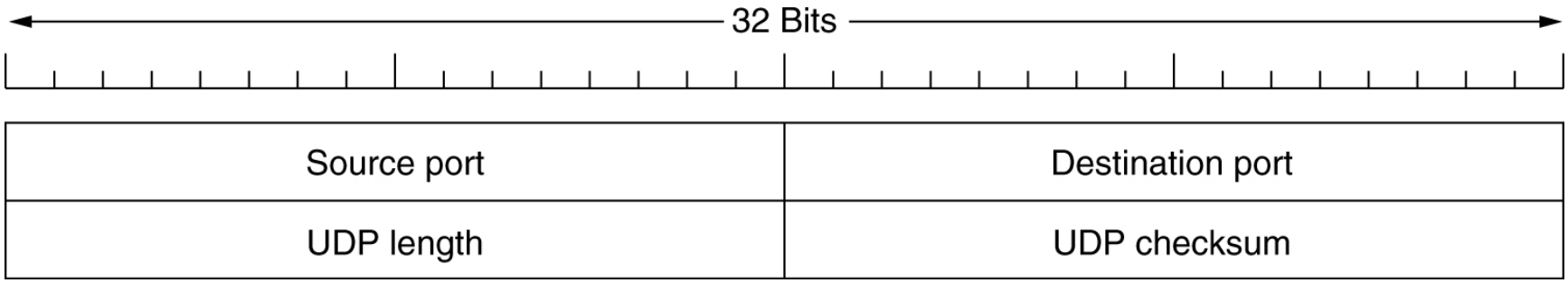
OK = Protocol functions correctly
DUP = Protocol generates a duplicate message
LOST = Protocol loses a message

Různé kombinace strategií serveru a klienta.

Transportní protokol Internetu: UDP

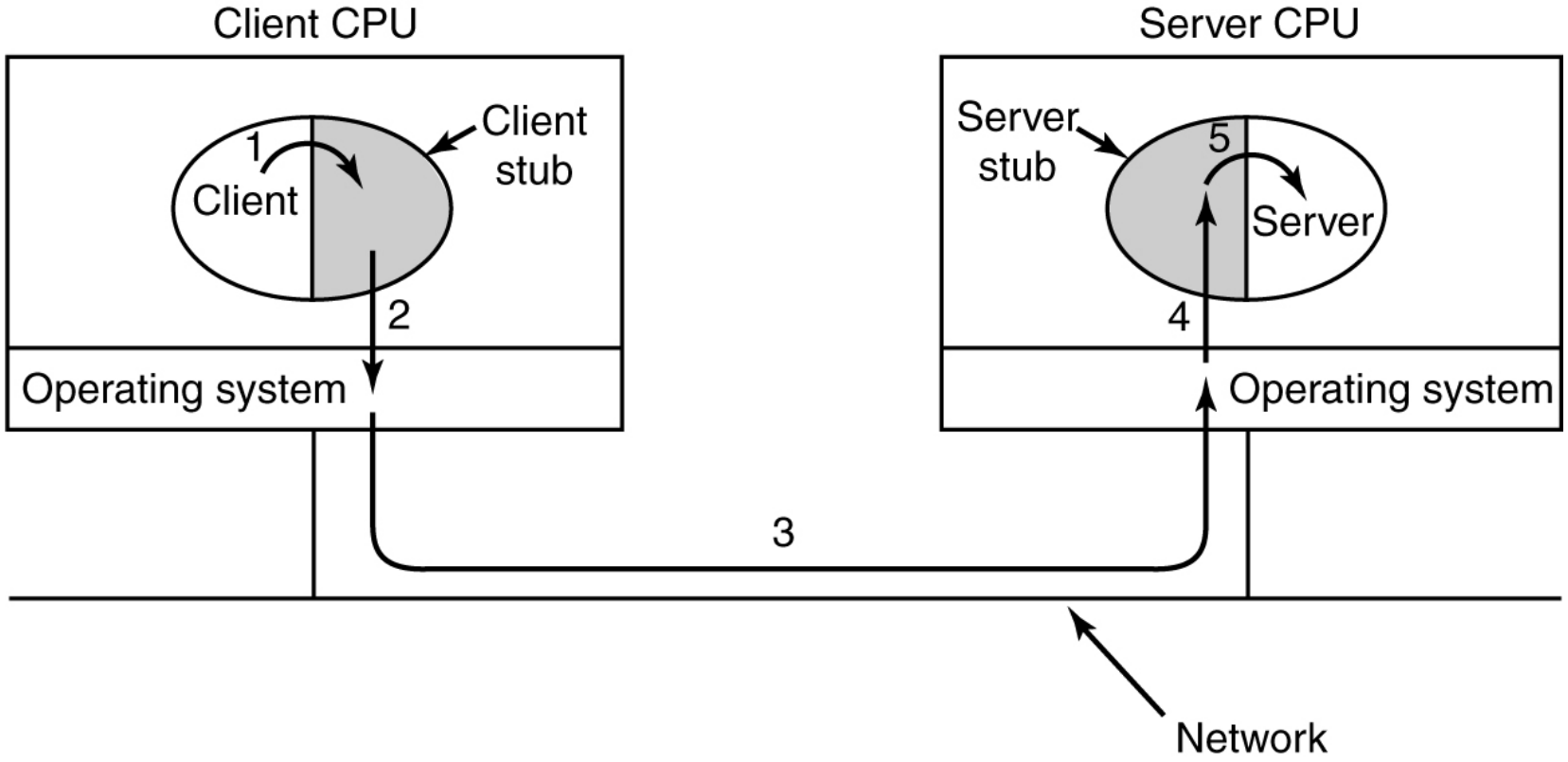
- Úvod do UDP
- Vzdálené volání procedur
- Real-Time Transport Protocol (RTP)

Úvod do UDP



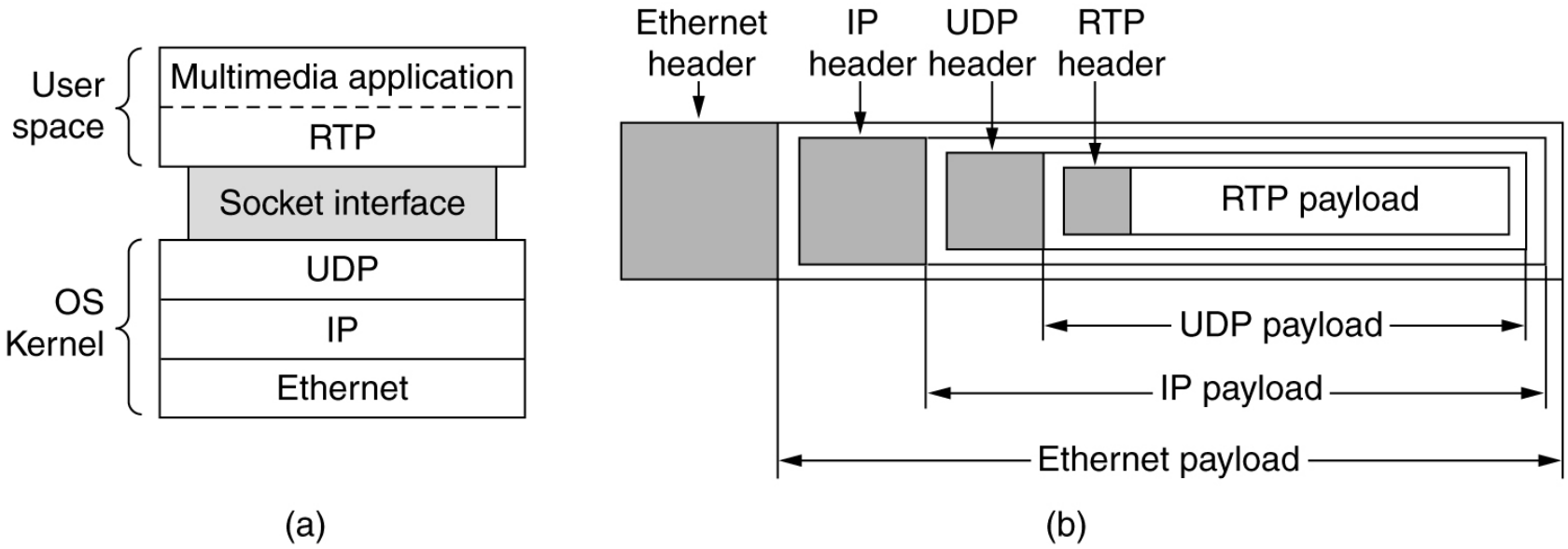
UDP záhlaví.

Volání vzdálených podprogramů



Kroky při vytváření volání vzdálené procedury. Spojky jsou vyznačeny šedě.

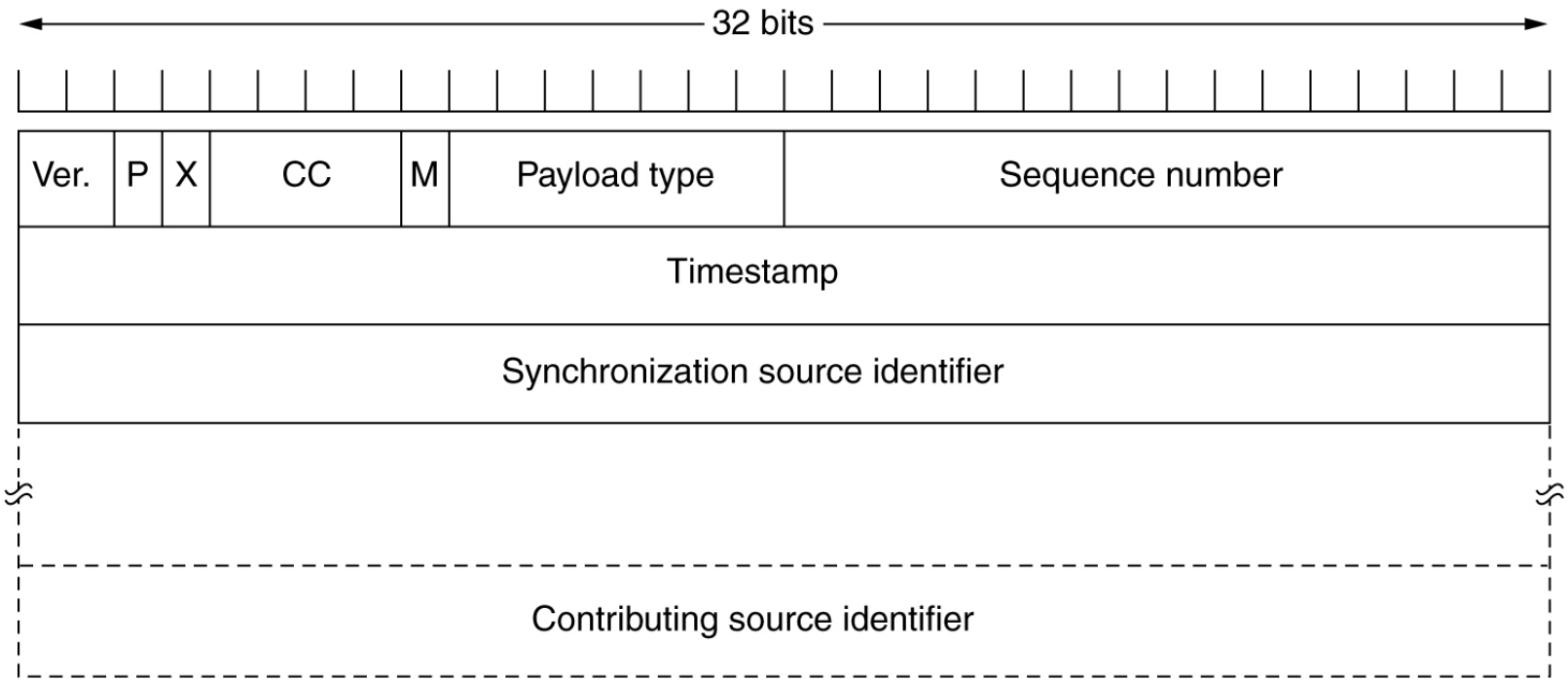
Real-Time Transport Protocol



(a) Umístění RTP v zásobníku protokolů.

(b) Zapouzdření paketu.

Real-Time Transport Protocol (2)



Záhlaví RTP.

Transportní protokol Internetu: TCP

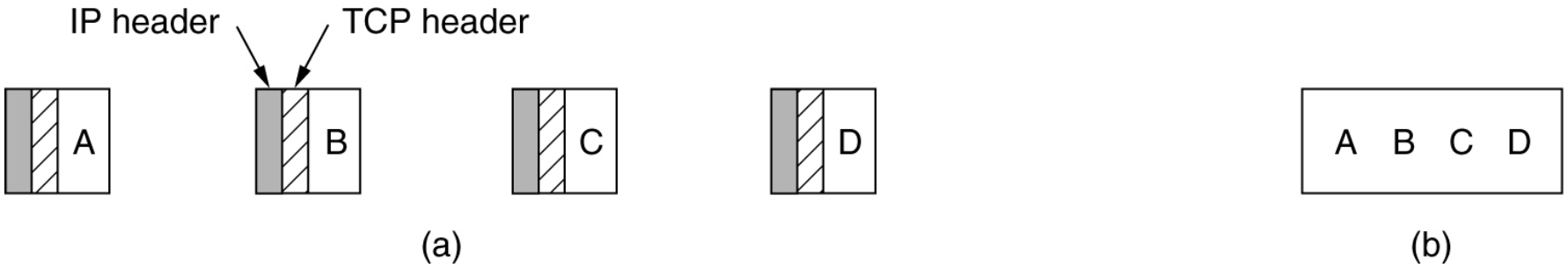
- Úvod do TCP
- Model služeb TCP
- Fragmentace
- Protokol TCP
- Záhlaví segmentu TCP
- Vytváření spojení
- Koncepce TCP vysílání
- TCP – obrana proti zahlcení
- Transakční TCP

Model služeb TCP

Port	Protocol	Use
21	FTP	File transfer
23	Telnet	Remote login
25	SMTP	E-mail
69	TFTP	Trivial File Transfer Protocol
79	Finger	Lookup info about a user
80	HTTP	World Wide Web
110	POP-3	Remote e-mail access
119	NNTP	USENET news

Některé používané porty.

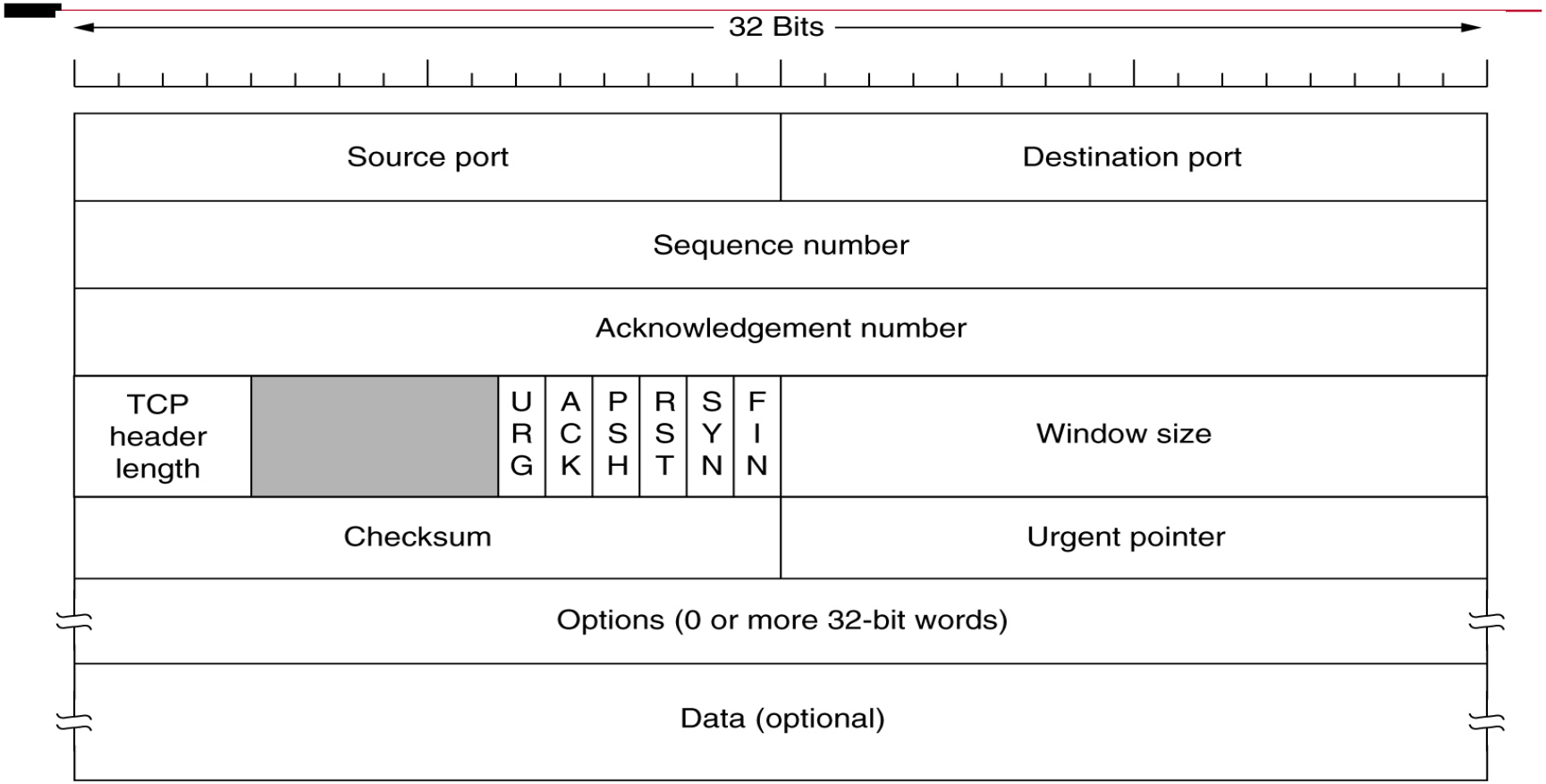
Fragmentace



(a) Fragmentace segmentů do několika datagramů.

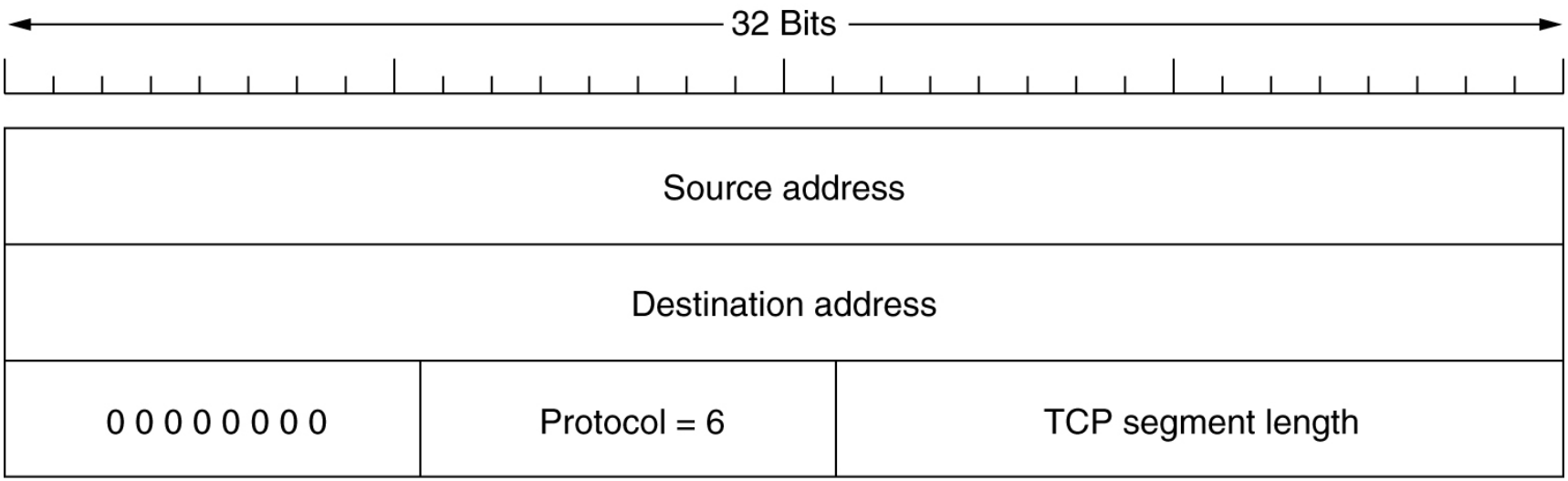
(b) Do aplikace může být několik datagramů přeneseno najednou.

Záhlaví segmentu TCP



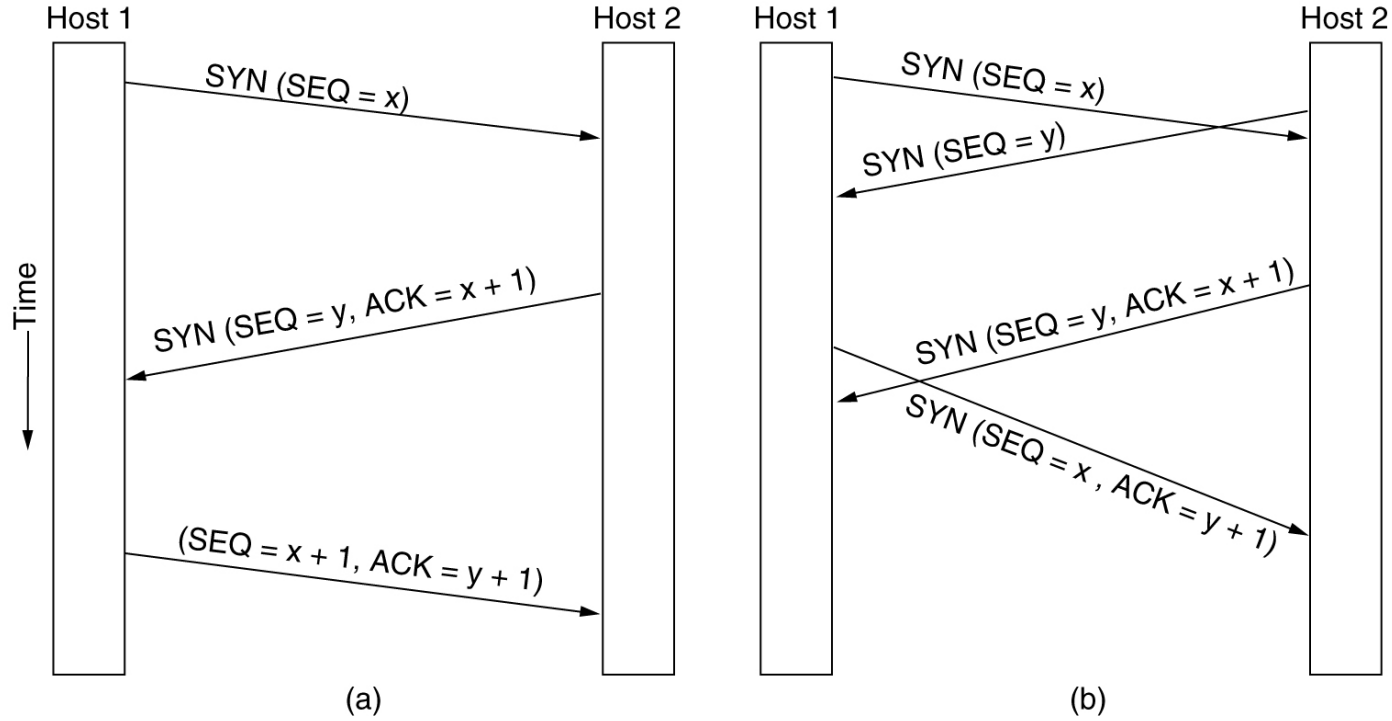
TCP záhlaví.

Záhlaví segmentu TCP (2)



Pseudozáhlaví používané pro výpočet TCP kontrolního součtu.

Vytváření spojení TCP



(a) Vytváření TCP spojení – normální postup.

(b) Kolize při vytváření spojení.

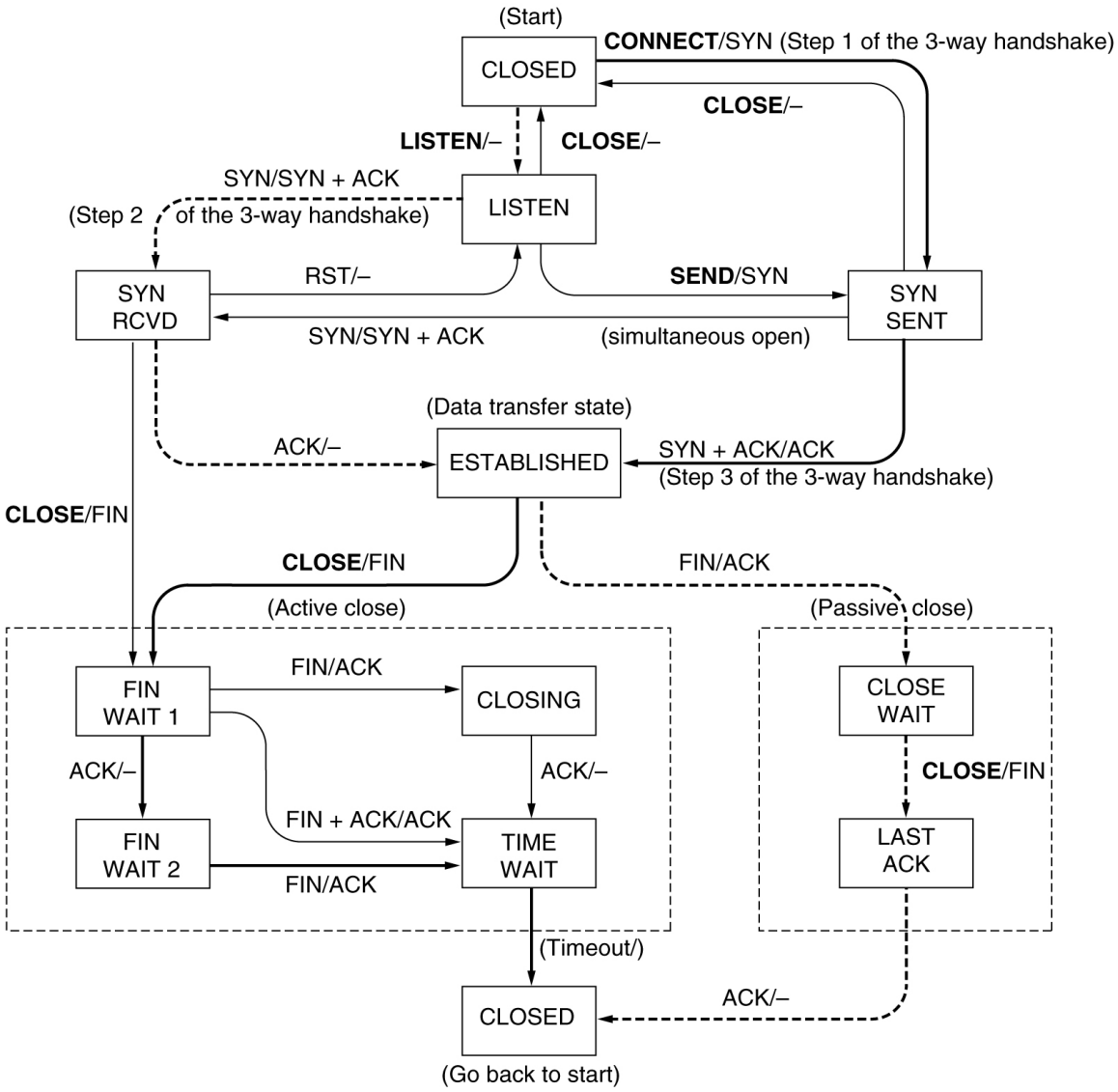
Stavy konečného automatu protokolu TCP

State	Description
CLOSED	No connection is active or pending
LISTEN	The server is waiting for an incoming call
SYN RCVD	A connection request has arrived; wait for ACK
SYN SENT	The application has started to open a connection
ESTABLISHED	The normal data transfer state
FIN WAIT 1	The application has said it is finished
FIN WAIT 2	The other side has agreed to release
TIMED WAIT	Wait for all packets to die off
CLOSING	Both sides have tried to close simultaneously
CLOSE WAIT	The other side has initiated a release
LAST ACK	Wait for all packets to die off

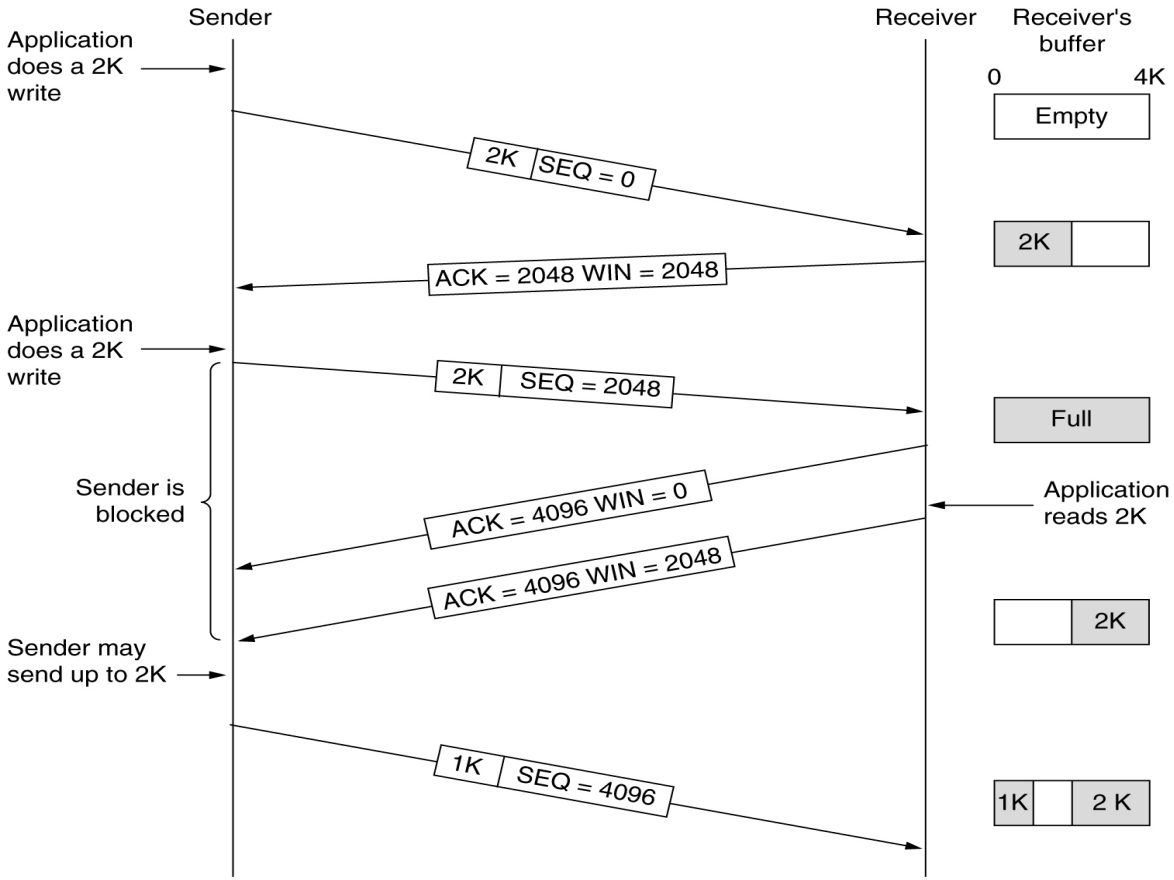
Stavy konečného automatu popisujícího činnost TCP ve všech režimech.

Stavy konečného automatu protokolu TCP (2)

TCP diagram stavů. Silné čáry jsou pro klienta, silné čárkované pro server, slabé plné pro neběžné přechody klienta, slabé čárkované pro neběžné přechody serveru. Každý přechod je označen událostí a odpovídající akcí.

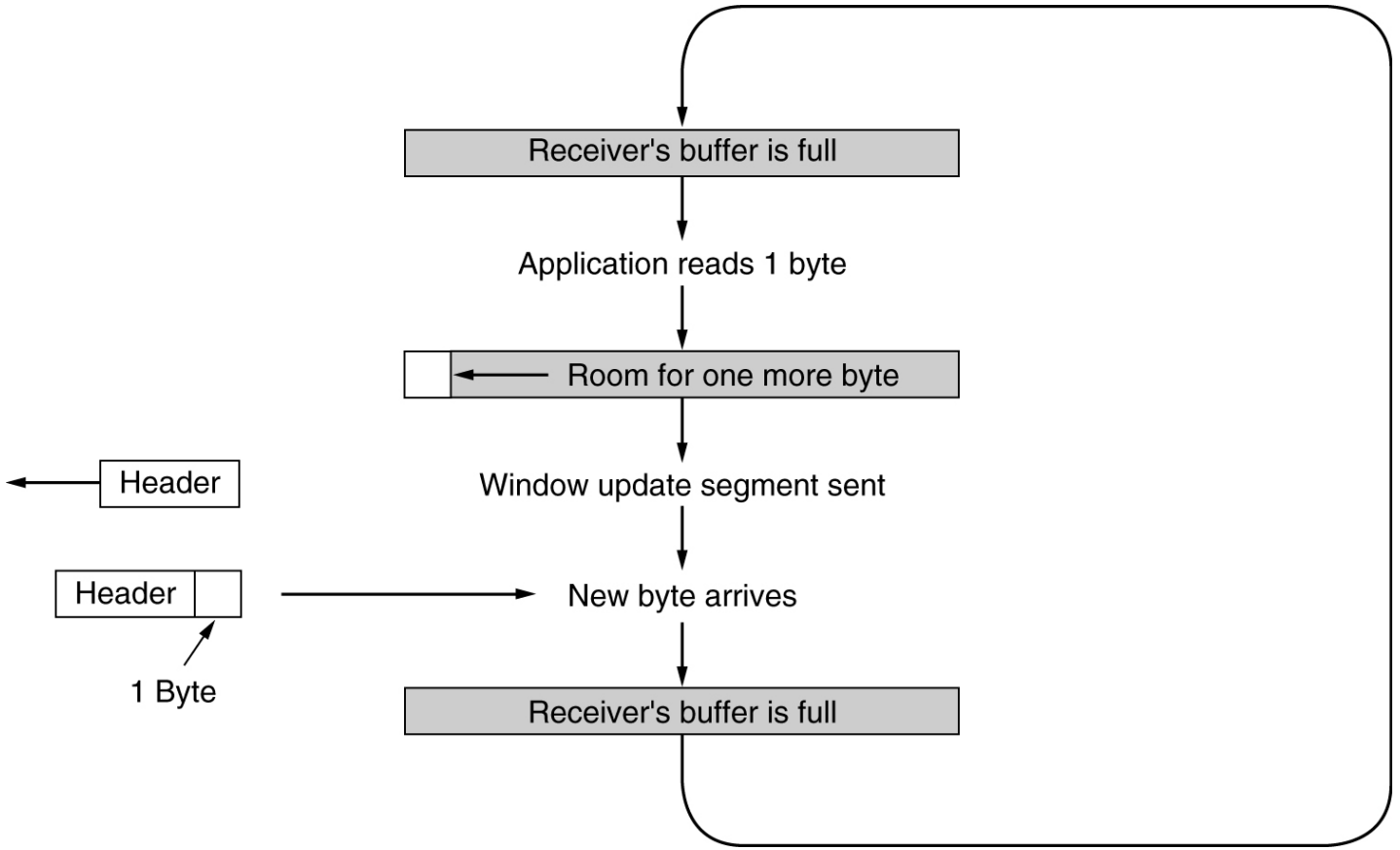


Přenos dat TCP



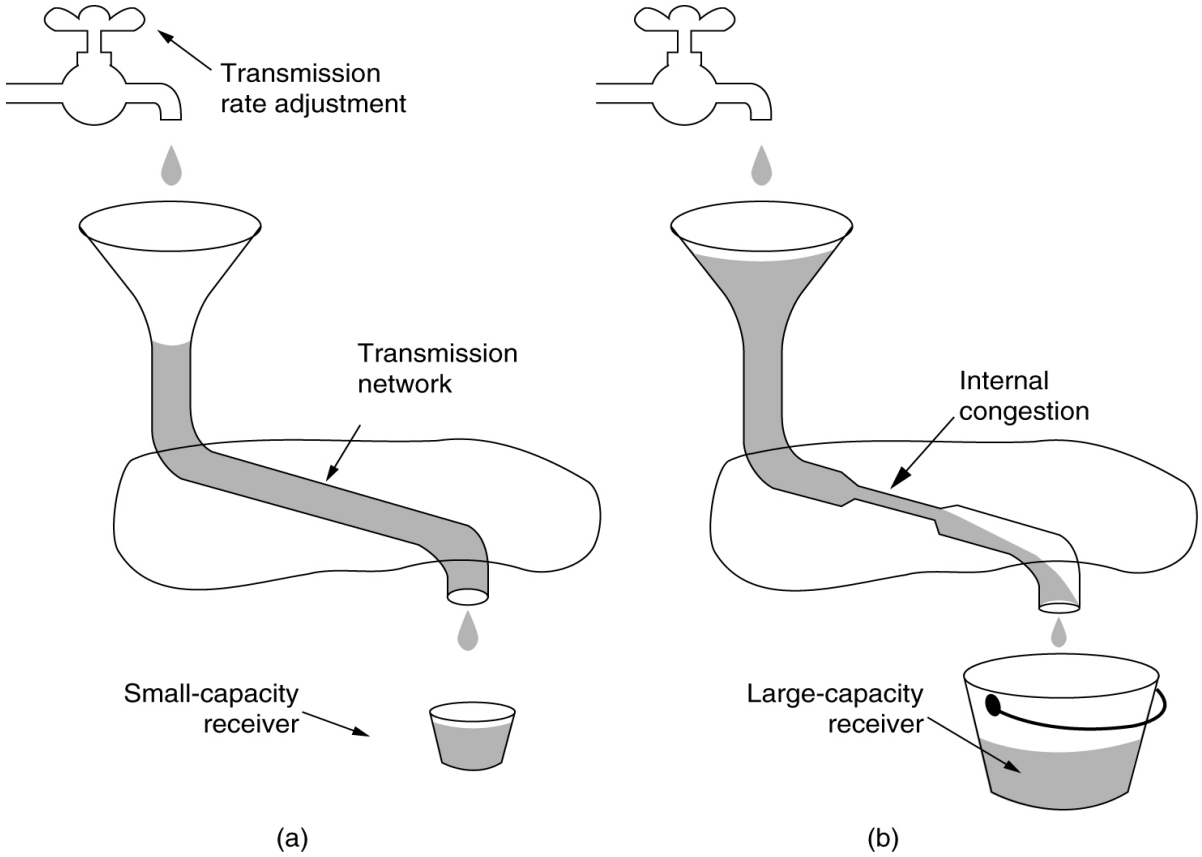
Manipulace s velikostí okna v TCP.

Přenos dat TCP (2)



Syndrom „hloupého“ okna (silly window syndrome).

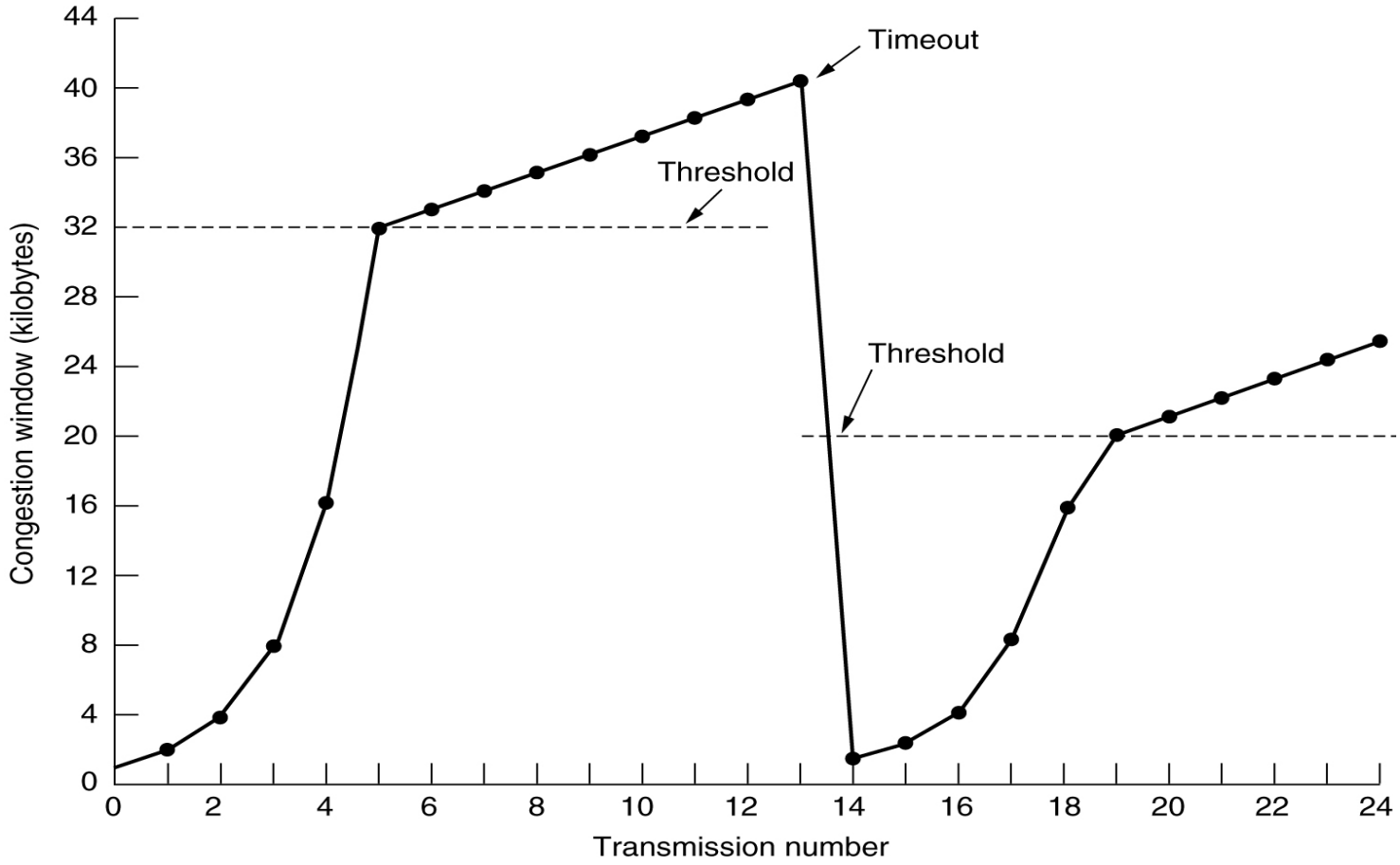
TCP - obrana proti zahlcení



(a) Rychlé plnění sítí a přijímač s malou kapacitou.

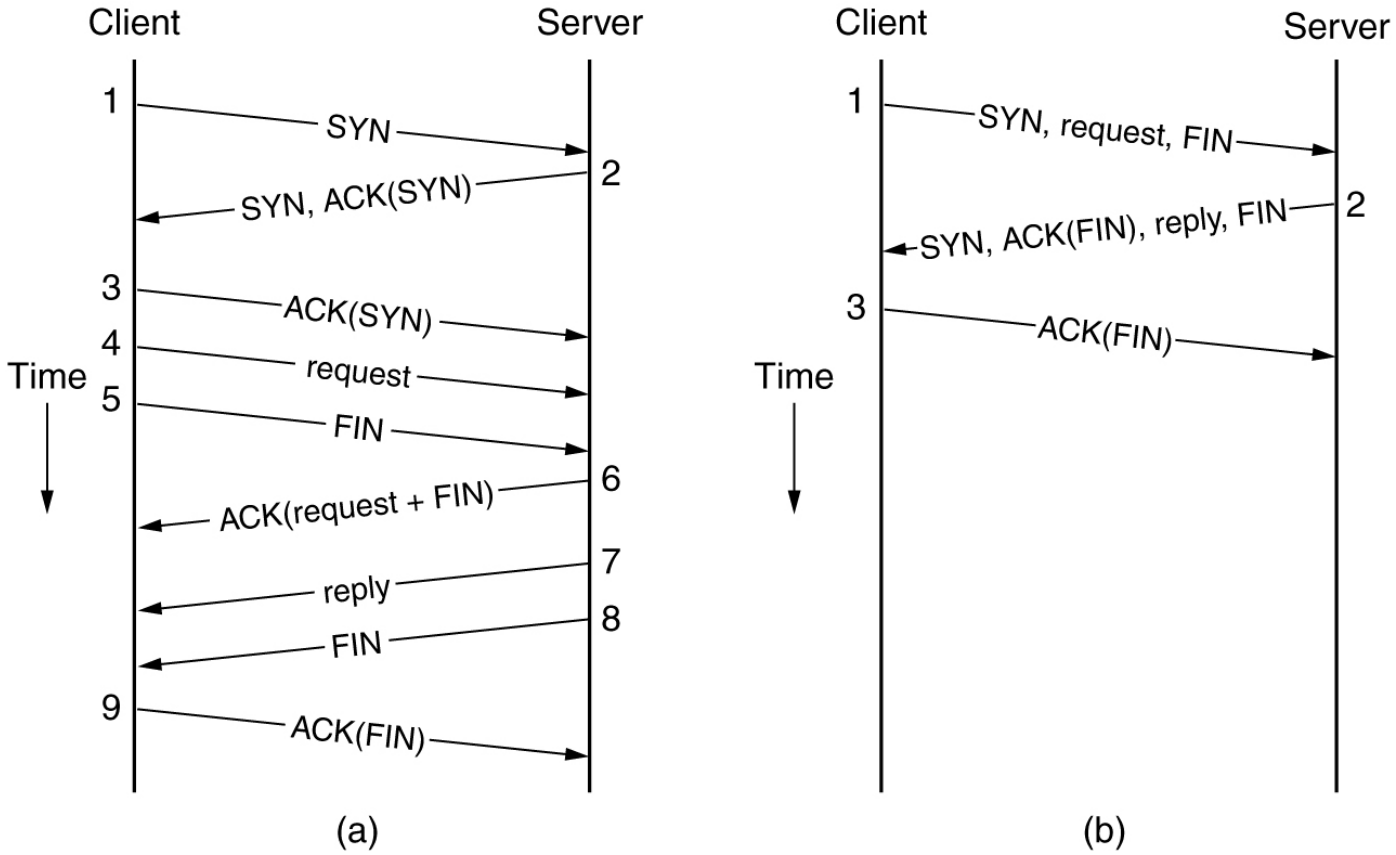
(b) Pomalé plnění sítí a přijímač s velkou kapacitou.

TCP - obrana proti zahlcení (2)



Příklad - algoritmus ochrany proti zahlcení (pomalý start – slow start).

Transakční TCP (T/TCP)



(a) RPC používající klasické TCP.

(b) RPC používající T/TCP.