

# **SIECI KOMPUTEROWE**

## **wykład dla kierunku informatyka**

### **semestr 4 i 5**

**dr inż. Michał Sajkowski**

Instytut Informatyki PP

pok. 227G PON PAN, Wieniawskiego 17/19

[Michal.Sajkowski@cs.put.poznan.pl](mailto:Michal.Sajkowski@cs.put.poznan.pl)

tel. +48 (61) 8 582 100

<http://www.man.poznan.pl/~michal/>

# **sieci komputerowe**

## **wykład 12**

### **protokół HDLC**

# literatura uzupełniająca

wykład prawie w całości przygotowany na podstawie  
tekstu i rysunków z książki:

„Vademecum teleinformatyka”, IDG Poland, Warszawa  
1999

# HDLC

- **protokół warstwy łącza danych**, bitowy, synchroniczny, połączeniowy, pełnodupleksowy **FDX** lub półdupleksowy **HDX**, dwupunktowy albo wielopunktowy, stosowany na kanałach komutowanych albo niekomutowanych
- **przesyłanie danych w kolejności, bez błędów, bez strat, z wykrywaniem błędów i powrotem protokołu do stanu stabilnego, płynnie** (sterowanie przepływem za pomocą okna ramek – dane nadawane jedynie z taką szybkością, jaką akceptuje odbiornik)
- **trzy typy ramek**: **informacyjne** (zawierają przesłane dane z wyższej warstwy – kapsułkowanie), **nadzorcze** (sterowanie przepływem i odnowa po błędzie), **nienumerowane** – inicjowanie i zamknięcie łącza

# implementacje HDLC

- HDLC NRM (Normal Response Mode) - SDLC
- HDLC LAPB – X25
- LAPD – kanał D w ISDN
- LAPF – frame relay
- LAPM – modem korygujące błędy, V42

# HDLC - norma ISO

- ISO/IEC 13239:2002
- Information technology – Telecommunications and information exchange between systems – High-level data link control (HDLC) procedures
- Technical Committee /subcommittee: JTC 1/SC 6
- ICS: 35.100.20
- 35 (Information Technology, Office Machines)
- 35.100 (Open Systems Interconnection (OSI))
- 35.100.20 (Data link layer)
- 128 pp, 22.08.2002

# HDLC LAPB opisane w normie:

International Telecommunication Union  
ITU-T Telecommunication Standardization Sector of ITU  
ITU-T Recommendation X.25  
(previously „CCITT Recommendation”)

„Interface between Data Terminal Equipment (DTE) and Data Circuit-terminating Equipment (DCE) for terminals operating in the packet mode and connected to public data networks by dedicated circuit”

X.25 (10/96)

# zakres wykładu

- miejsce protokołu HDLC w sieciach rozległych
- krótka charakterystyka protokołu HDLC



# stacje

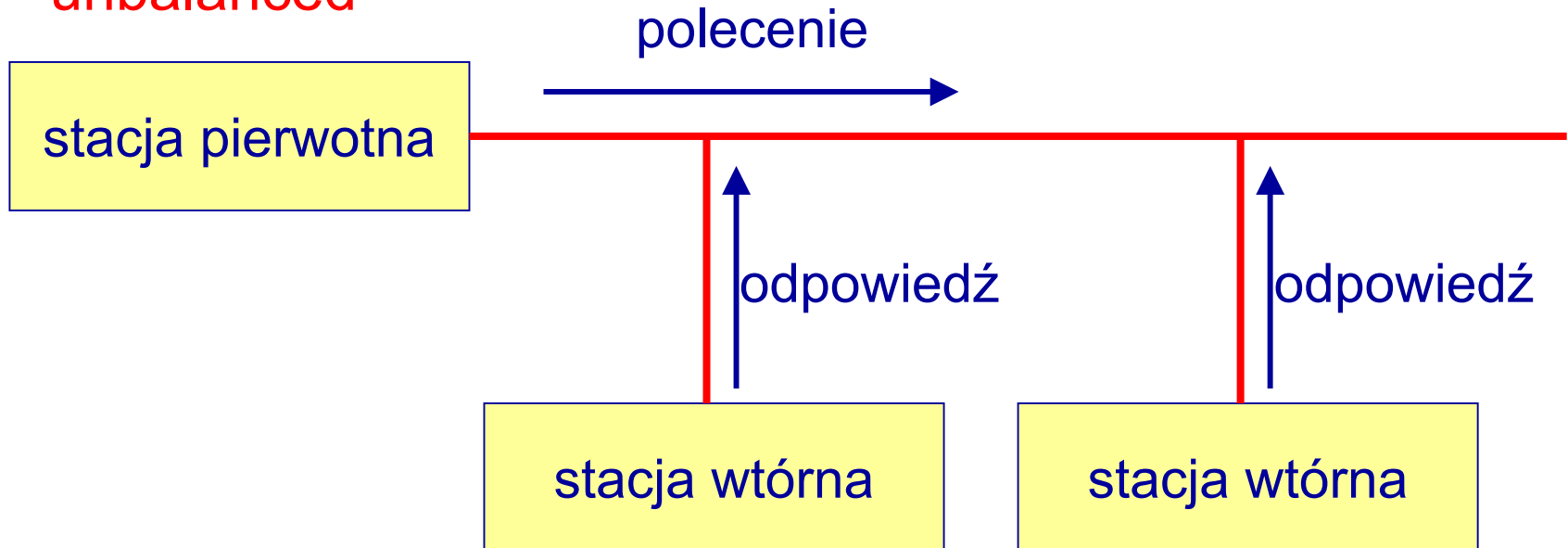
- **stacja pierwotna** (*primary*) – kontroluje stacje wtórne, steruje przepływem w łączy i przeprowadza odnowę protokołu po błędzie
- **stacja wtórna** (*secondary*) – jej działanie jest reakcją na działania stacji pierwotnej i jest całkowicie od niej uzależnione (ramka stacji wtórnej nazywa się odpowiedzią - *response*)
- **stacja kombinowana** (*combined*) – kombinacja stacji pierwotnej i wtórnej, stąd jest niezależna i sama siebie kontroluje

# konfiguracje

- **konfiguracja niezrównoważona** – jedna stacja pierwotna i jedna lub więcej stacji wtórnych, operacje **FDX** lub **HDX**, sieć dwupunktowa lub wielopunktowa
- **konfiguracja zrównoważona** – dwie lub więcej stacje kombinowane, operacje **FDX** lub **HDX**, sieć dwupunktowa
- **konfiguracja symetryczna** – dwie konfiguracje niezrównoważone, dwupunktowe, każda stacja pełni logicznie oddzielnie funkcję stacji pierwotnej i wtórnej, konfiguracja rzadko stosowana

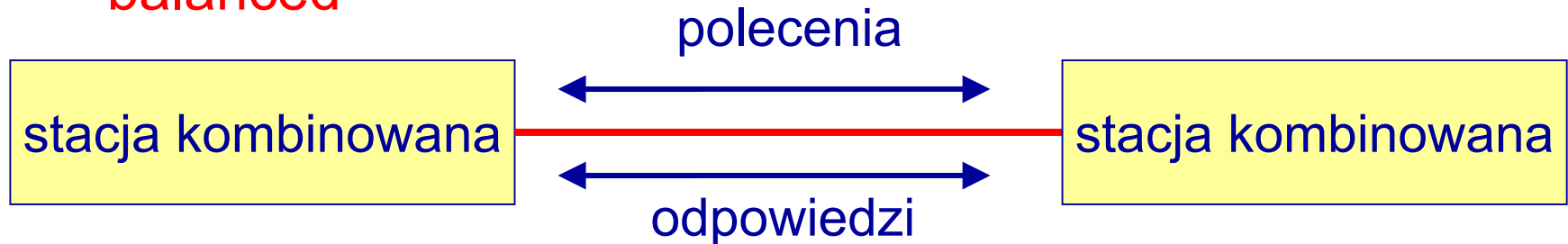
# konfiguracja niezrównoważona

- unbalanced



# konfiguracja zrównoważona

- **balanced**



# tryby pracy

- **zwykły tryb odpowiedzi** (Normal Response Mode), **NRM** – stacja pierwotna inicjuje przesyłanie do stacji wtórnej, stacja wtórna nadaje odpowiedź za zgodą stacji pierwotnej, stosowany w konfiguracji niezrównoważonej dla łączy wielopunktowych
- **asynchroniczny tryb odpowiedzi** (Asynchronous Response Mode) **ARM** – stacja wtórna nadaje, kiedy chce (**FDX**), albo gdy łączy nieużywane (**HDX**), dla łączy dwupunktowych
- **tryb asynchroniczny zrównoważony** (Asynchronous Balanced Mode) **ABM** – stacje kombinowane, tryb rzadko stosowany

# struktura ramki HDLC



- **F flaga** - 1 bajt, wyróżniona sekwencja 01111110
- **A adres stacji** – 1 bajt
- **C pole sterujące** – 1 albo 2 bajty, bit dialogu, 5ty bit Poll/Final P/F
- **I pole informacyjne** (dane, zmienna ilość bajtów, od 0)
- **FCS sekwencja kontroli ramki**, CRC-16 lub CRC-32, 2 albo 4 bajty
- **wstawianie bitów: 0** po każdym 5 jedynkach (11111) z wnętrza komunikatu
- 1111111, sygnał zaniechania (problemy!)
- 1111111111111111 lub więcej, kanał w stanie beczynnym

# ramki nadzorcze S

## polecenia (commands) i odpowiedzi (responses)

- typ 0, ramka ACK, Receiver Ready, RR
- typ 1, ramka NAK, Reject, REJ, żąda od nadajnika retransmisji wszystkich ramek poczynając od ramki  $N(R)$ , (go-back-N retransmission)
- typ 2, ramka ACK, Receiver Not Ready, RNR, żąda od nadajnika zaprzestania nadawania
- typ 3, Selective Reject, SREJ, żąda retransmisji wskazanej ramki

# ramki nienumerowane U

## polecenia

- SNRM – Set Normal Response Mode
- SARM – Set Asynchronous Response Mode
- SABM – Set Asynchronous Balanced Mode
- DISC – Disconnect
- SNRME – Set Normal Response Mode Extended
- SABME – Set Asynchronous Balanced Mode Extended
- SIM – Set Initialization Mode
- UP – Unnumbered Poll
- UI – Unnumbered Information
- XID – Exchange Identification
- RSET – Reset
- TEST - Test



# ramki nienumerowane U

## odpowiedzi

- UA – Unnumbered Acknowledgement
- DM – Disconnected Mode
- RIM – Request Initialization Mode
- RD – Request Disconnect
- UI – Unnumbered Information
- XID – Exchange Identification
- FRMR – Frame Reject
- TEST – Test

# pole sterujące ramek I, S, U

1	2	3	4	5	6	7	8
---	---	---	---	---	---	---	---

0	N(S)			P/F	N(R)		
---	------	--	--	-----	------	--	--

ramka I

1	0	S		P/F	N(R)		
---	---	---	--	-----	------	--	--

ramka S

1	1	M		P/F	M		
---	---	---	--	-----	---	--	--

ramka U

**N(S)** numer sekwencyjny nadawanej ramki

**N(R)** numer sekwencyjny ramki oczekiwanej od odbiorcy

**S** bity sterujące ramki nadzorczej

**M** bity funkcji ramki nienumerowanej

**P/F** bit przepytывania **P** albo końca **F**

# nawiązanie i rozłączanie połączenia

## HDLC dla NRM

pierwotna      wtórna

A                      B



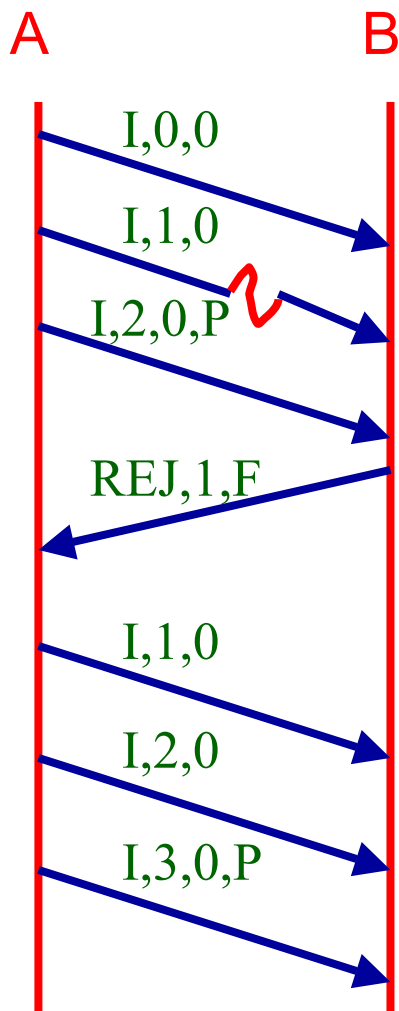
stacja pierwotna **A** poleceniem **SNRM** nawiązuje połączenie w trybie **NRM**, stacja wtórna **B** odpowiedzią **UA** potwierdza nawiązanie połączenia w trybie **NRM**

faza przesyłania danych w trybie **NRM**

stacja pierwotna **A** poleceniem **DISC** rozłącza połączenie w trybie **NRM**, stacja **B** odpowiedzią **UA** potwierdza rozłączenie połączenia

# przesyłanie danych w trybie NRM (1)

(retransmisja ramek)



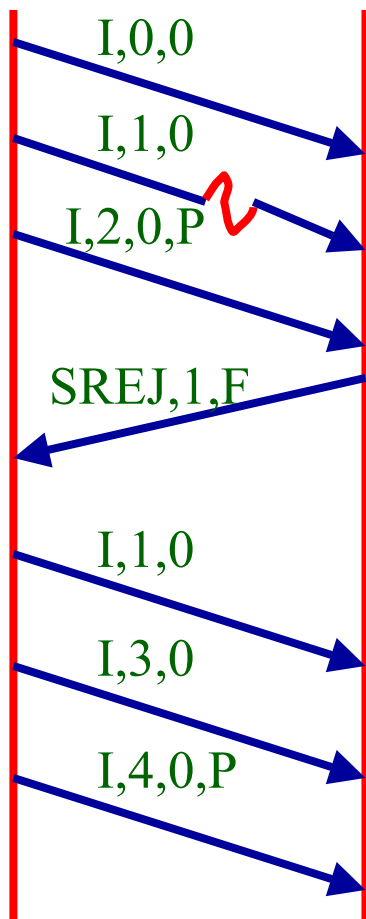
ramka I1 przychodzi do stacji B uszkodzona

stacja B wysyła ramkę REJ do stacji A ,  
żądając retransmisji ramek, poczynając od ramki I1

stacja A ponownie wysyła ramki I1, I2 i I3  
do stacji B - odnowa po błędzie

# przesyłanie danych w trybie NRM (2)

**A** **B** (selektywna retransmisja ramek)



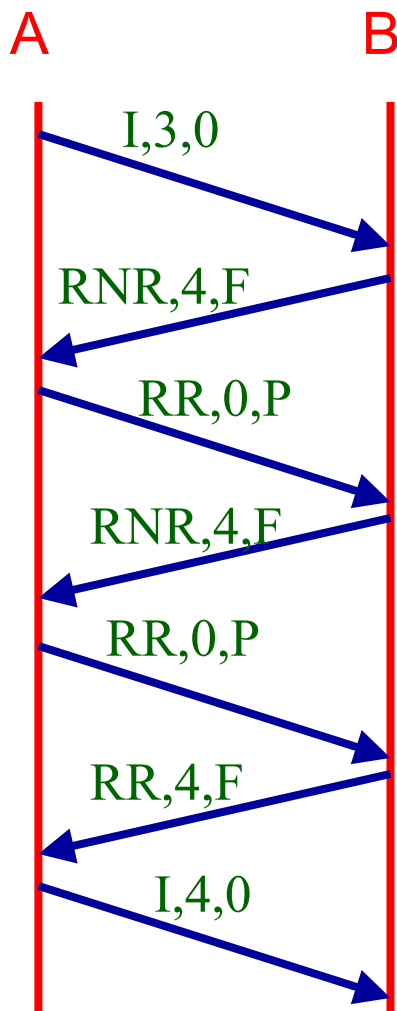
ramka I1 przychodzi do stacji A uszkodzona

stacja B wysyła ramkę SREJ do stacji A ,  
żądając selektywnej retransmisji ramki I1

stacja A ponownie wysyła ramkę I1,  
a następnie nowe ramki I3 i I4, do stacji B

# przesyłanie danych w trybie NRM (3)

## (zajętość odbiornika)



stacja **A** wysyła ramki zbyt szybko, stacja **B** nie nadąża ich odbierać i wysyła odpowiedź **RNR**, wskazując ramkę, od której już nie odbiera i żąda wstrzymania nadawania przez stację **A**

stacja **A** przepytuje stację **B**, czy już może kontynuować nadawanie, wysyłając polecenie **RR**, stacja **B**, gdy nie jest gotowa na odbiór, odpowiada **RNR**, gdy jest gotowa na odbiór, potwierdza ten stan odpowiedzią **RR**, wskazując na którą ramkę czeka

stacja **A** rozpoczyna nadawanie od ramki **I4**

# nawiązanie i rozłączanie połączenia

## HDLC dla ABM (przez obie stacje - stacje kombinowane)

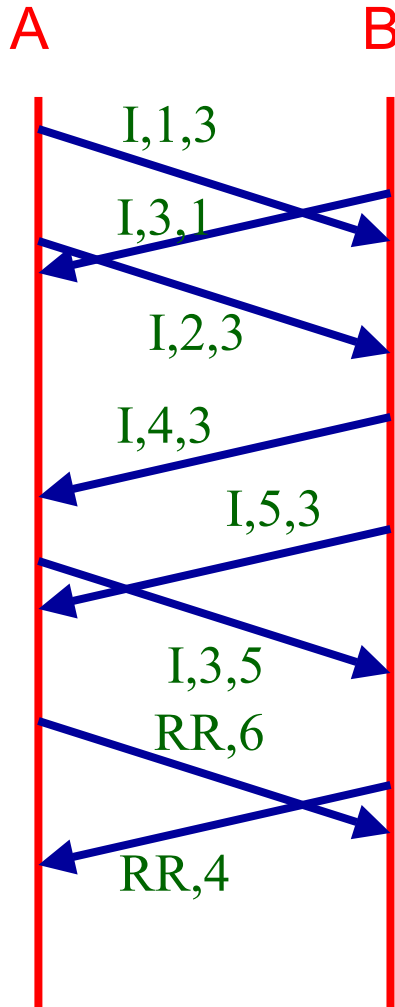


stacja **A** poleceniem **SABM** nawiązuje połączenie w trybie **ABM**, stacja **B** odpowiedzią **UA** potwierdza nawiązanie połączenia w trybie **ABM**

faza przesyłania danych w trybie **ABM**

stacja **A** poleceniem **DISC** rozłącza połączenie w trybie **ABM**, stacja **B** odpowiedzią **UA** potwierdza rozłączenie połączenia

# przesyłanie danych w trybie ABM



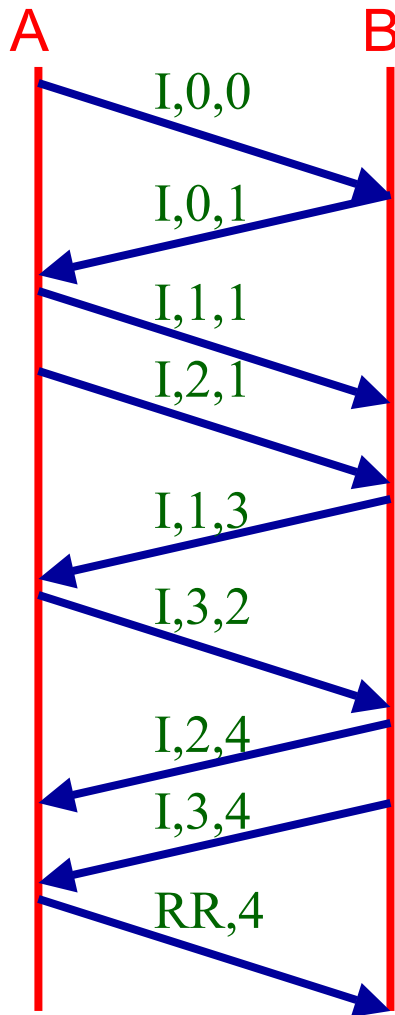
stacja **A** i **B** są stacjami kombinowanymi

dla prostej wymiany danych nie stosuje się bitów **P/F**

potwierdzenia są przenoszone „na barana” przez ramki **I**

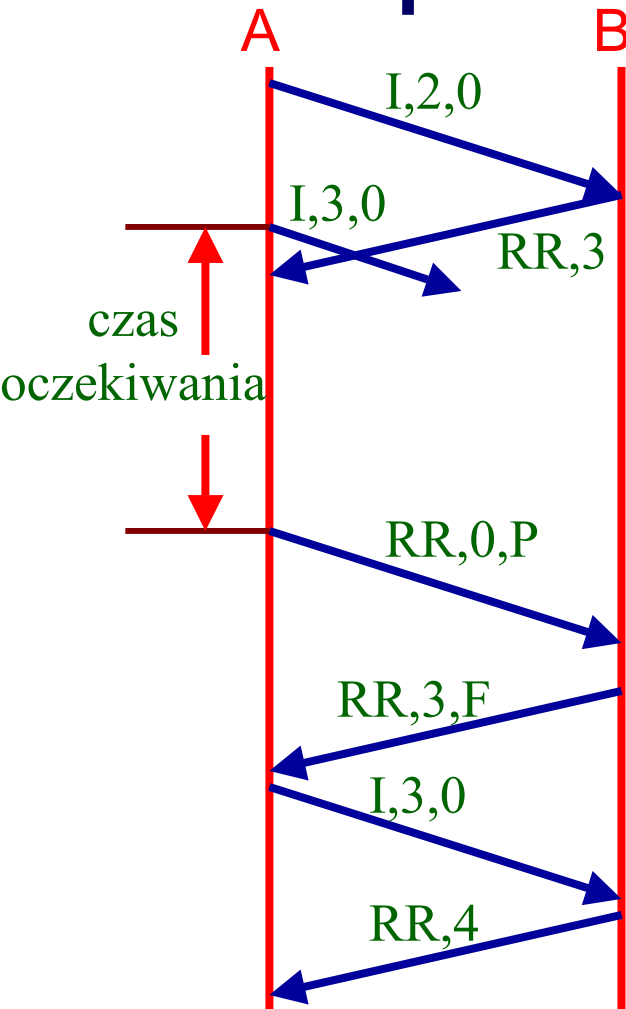


# przesyłanie danych w trybie ABM



dwukierunkowa wymiana danych

# odnowa stanu protokołu po stracie ramki I za pomocą czasu oczekiwania (1)

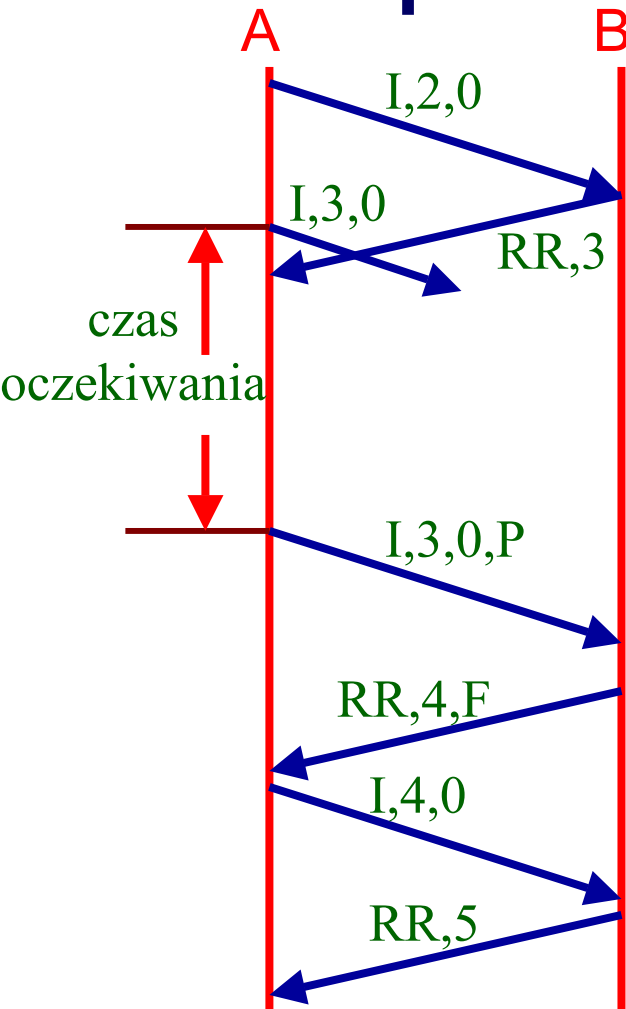


strata ramki I3

odpytywanie stacji B  
stacja B czeka na ramkę I3

stacja A wysłała ramkę I3  
stacja B potwierdza ramkę I3  
i czeka na ramkę I4

# odnowa stanu protokołu po stracie ramki I za pomocą czasu oczekiwania (2)

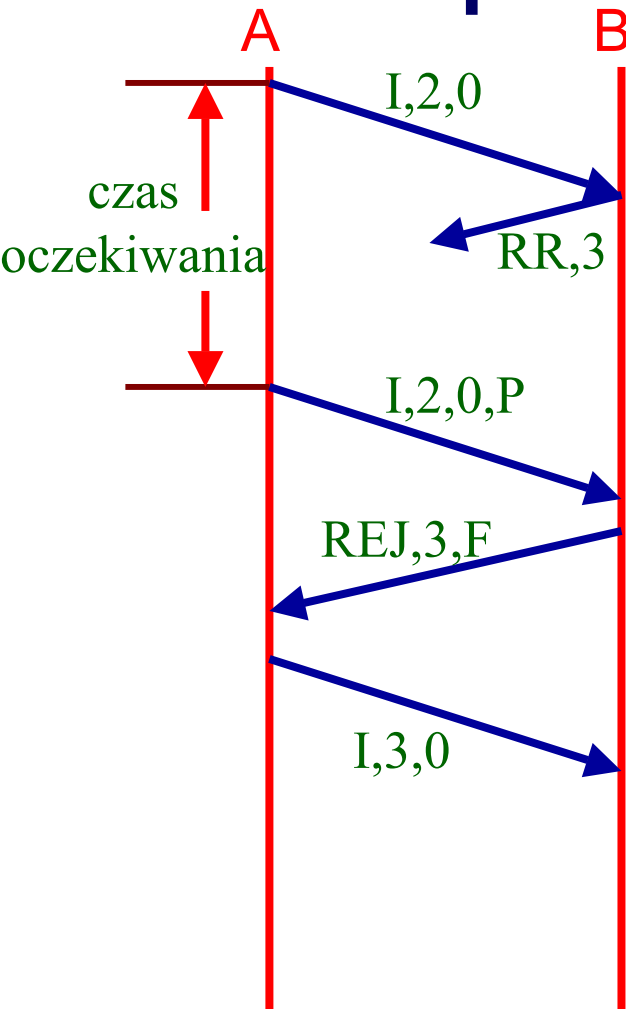


strata ramki I3

ponowne nadanie ramki I3 do stacji B  
po upływie czasu oczekiwania

stacja B czeka na ramkę I4  
stacja A wysłała ramkę I4  
stacja B potwierdza ramkę I4  
i czeka na ramkę I5

# odnowa stanu protokołu po stracie ramki RR za pomocą czasu oczekiwania



stacja **A** nadaje ramkę **I2**

strata ramki **RR**

ponowne nadanie ramki **I2** po upływie czasu oczekiwania

stacja **B** odrzuca duplikat ramki **I2** i żąda transmisji od ramki **I3**

stacja **A** nadaje ramkę **I3** do stacji **B**