

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

tel. +48 (61) 8 582 100

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

sieci komputerowe

wykład 11

sieć X25

literatura uzupełniająca

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

R.W. McCarty, Jr. (red.), „Cisco WAN od podstaw”,
Mikom, Warszawa 2001

J. Walrand, P. Varaiya, “High-Performance Communi-
cation Networks”, 2nd ed., Morgan Kaufmann
Publishers, San Francisco 1999

„Vademecum teleinformatyka”, IDG Poland, Warszawa
1999

norma

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 technologii X25 w sieciach rozległych
- krótka charakterystyka technologii X25

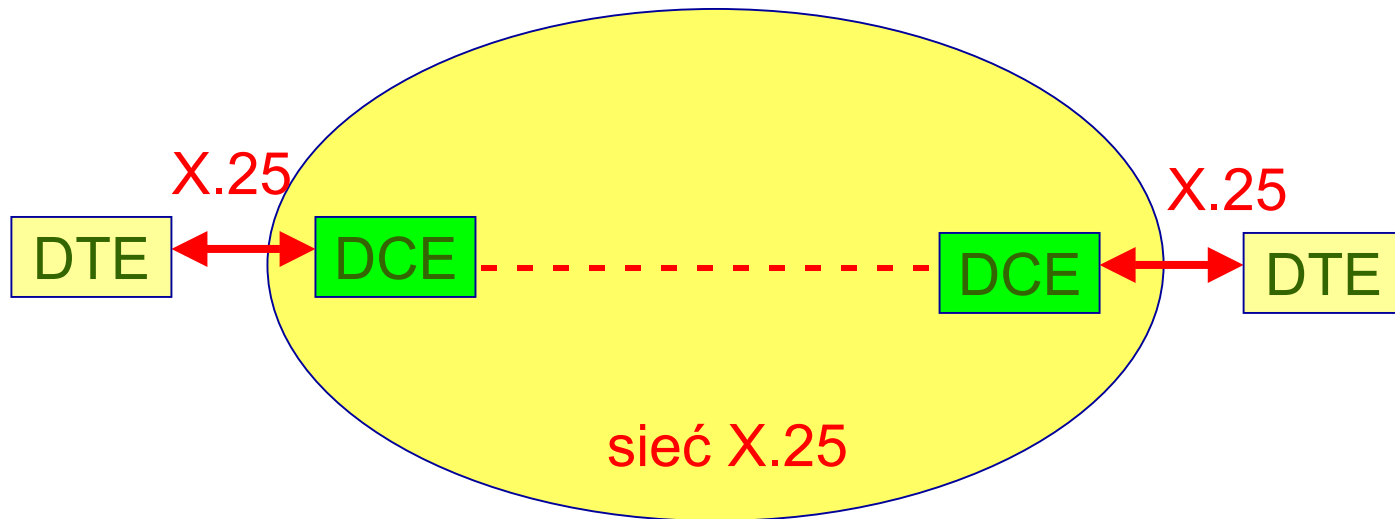
sieć X.25

- 1974 (CCITT, Europa)
- zawodne łącza 64 kb/s do 2Mb/s (w 1993)
- warstwa fizyczna X.21 lub RS232C
- protokół poziomu łącza: LAPB
 - wykrywanie błędów i odnowa po błędzie
 - sterowanie przepływem z oknem od 8 do 128
- warstwa sieci: PLP (Packet Level Protocol)
 - do 4096 kanałów wirtualnych na łączu fizycznym (2^{12})
 - sterowanie przepływem od końca do końca na kanale wirtualnym (niezależnie od LAPB)
 - pakiet o dł. 16, 32,..., 4096 bajtów (zwykle 128, 256)

sieć X.25

www.cis.ohio-state.edu/~jain/cis777-99/

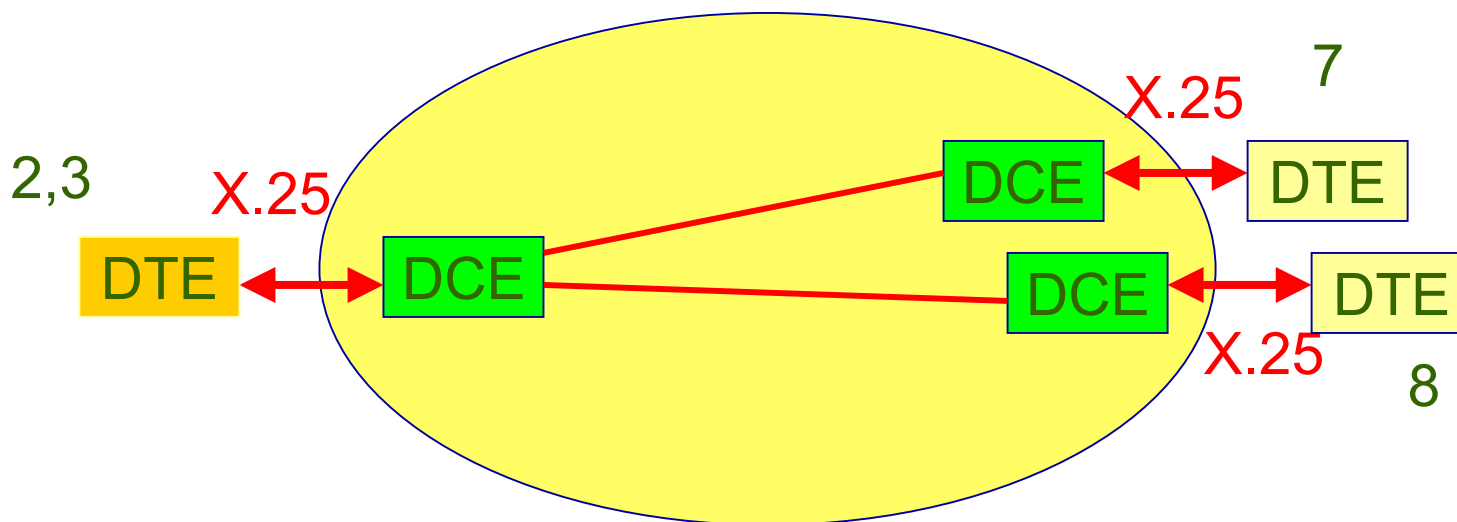
- DTE - urządzenie końcowe danych - Data Terminal Equipment
- DCE - urządzenie łączy danych - Data Communication Equipment
- interfejs DTE/DCE - norma X.25



kanały wirtualne

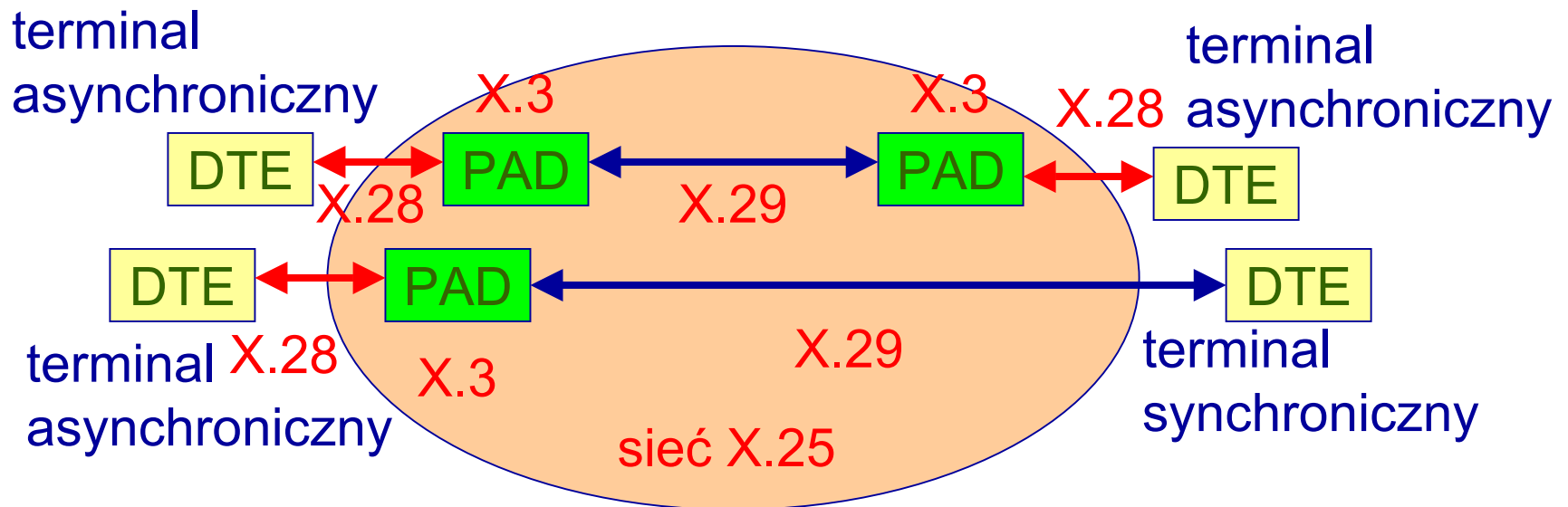
www.cis.ohio-state.edu/~jain/cis777-99/

- kanały wirtualne (VC):
 - komutowane (SVC) - zestawiane na “czas rozmowy”, (ang. *virtual calls*, VC)
 - stałe (PVC) - dzierżawione, zestawiane na stałe, (ang. *permanent virtual circuits*)



dołączenie terminali asynchronicznych do sieci pakietowej X.25

- X.3 - multiplekser PAD (Packet Assembler/Disassembler)
- X.28 - protokół PAD - asynchroniczne DTE
- X.29 - protokół PAD - PAD albo protokół PAD - synchroniczne DTE przez sieć X.25



rodzaje pakietów X.25 (trzeci bajt)

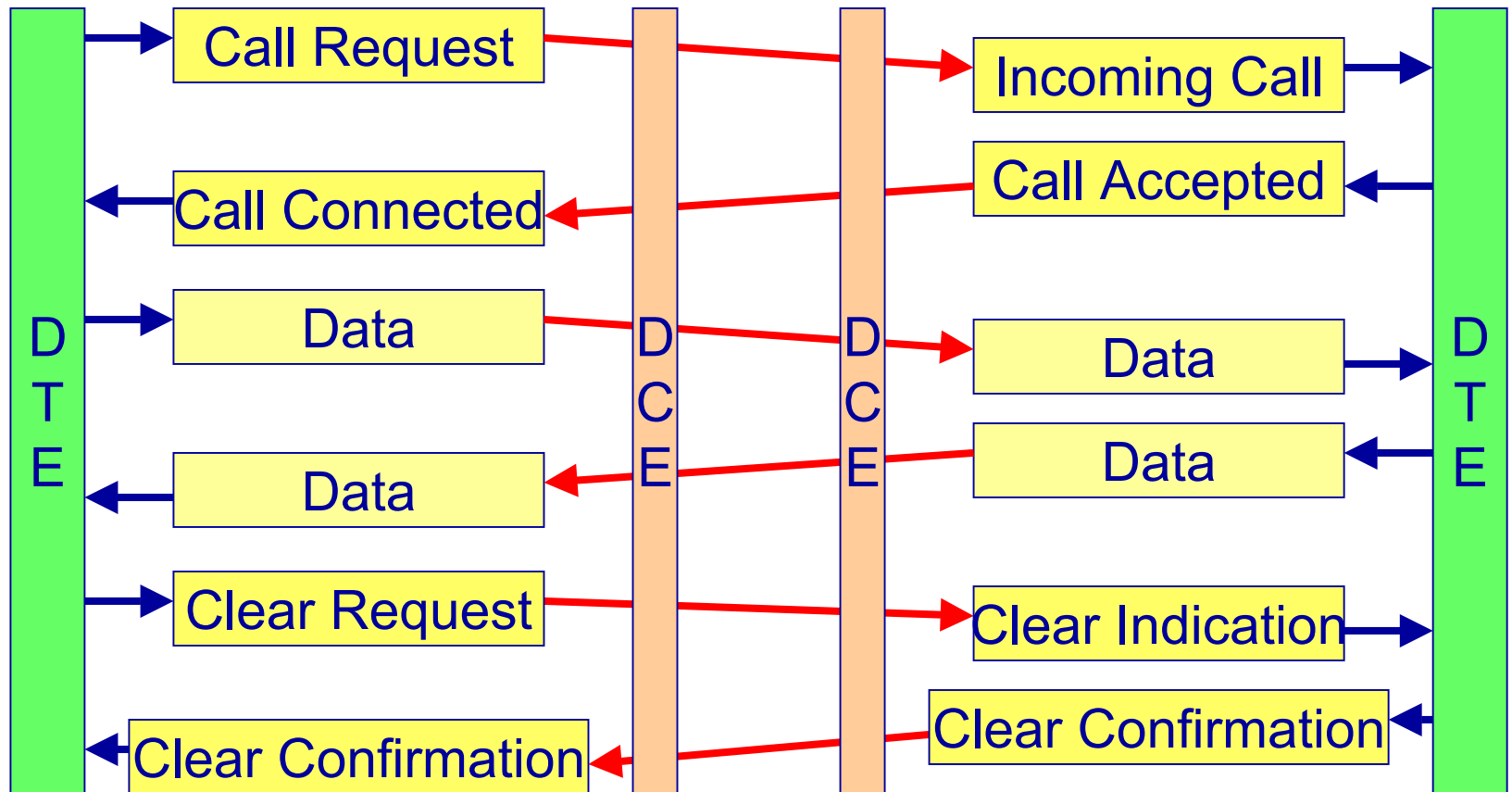
- Call Request 00001011, Call Accepted 00001111
- Data PPPMSS0
- Clear Request 00010011, Clear Confirmation 00010111
- Interrupt 00100011, Interrupt Confirmation 00100111
- Receive Ready PPP00001, Receive Not Ready PPP01001
- Reject PPP01001, Reject Request 00011011
- Reset Request 00011011 , Reset Confirmation 00011111
- Restart Request 11111011, Restart Confirmation 11111111
- Diagnostic 11110001 (PPP piggyback, S seq, M more)

format pakietu Call Request

1 2 3 4 5 6 7 8

0001		grupa	
kanał			
typ (00001011)		Ster(1)	
dł. adresu wywołującego		dł. adresu wywoływanego	
adres wywołujący		adres wywoływany	
00	dł. opcji		
opcje			
dane użytkownika			

protokół X.25



procedury dla usługi komutowanych kanałów wirtualnych

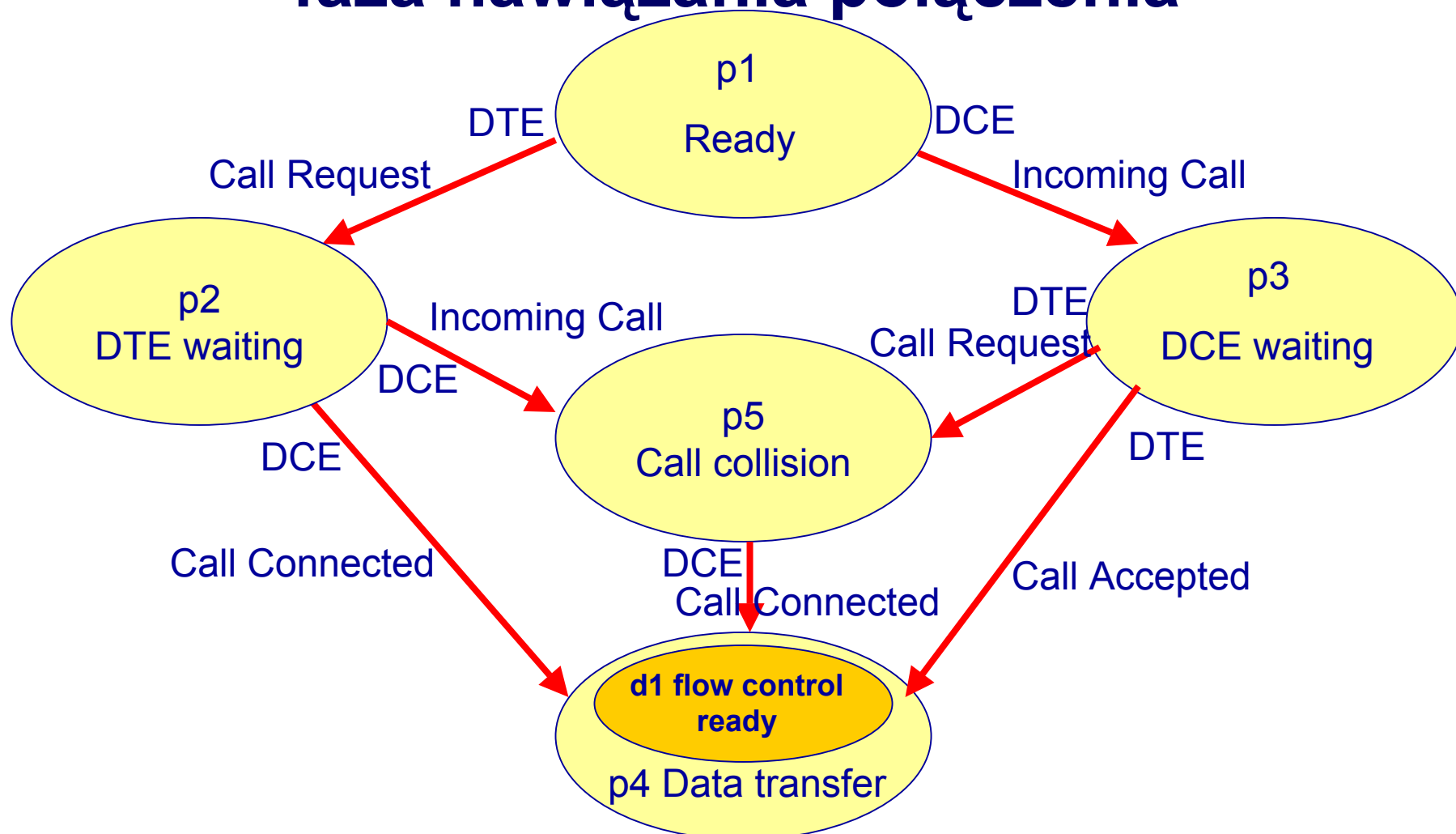
- początkowo kanał jest w stanie p1 (Ready)
- procedury nawiązywania połączenia i rozłączania połączenia stosują się niezależnie do każdego kanału wirtualnego, ustanowionego na styku DTE/DCE

procedura nawiązywania połączenia

pakiet Call Request

- DTE wywołujące nadaje pakiet Call Request na styku DTE/DCE, z adresem wywoływanego DTE
- kanał wirtualny wybrany przez DTE wchodzi w stan p2 (DTE Waiting)
- pakiet Call Request stosuje kanał wirtualny w stanie Ready z najwyższym numerem z dopuszczalnego zakresu – to minimalizuje ryzyko kolizji wywołań

diagram stanów protokołu X25 - faza nawiązania połączenia

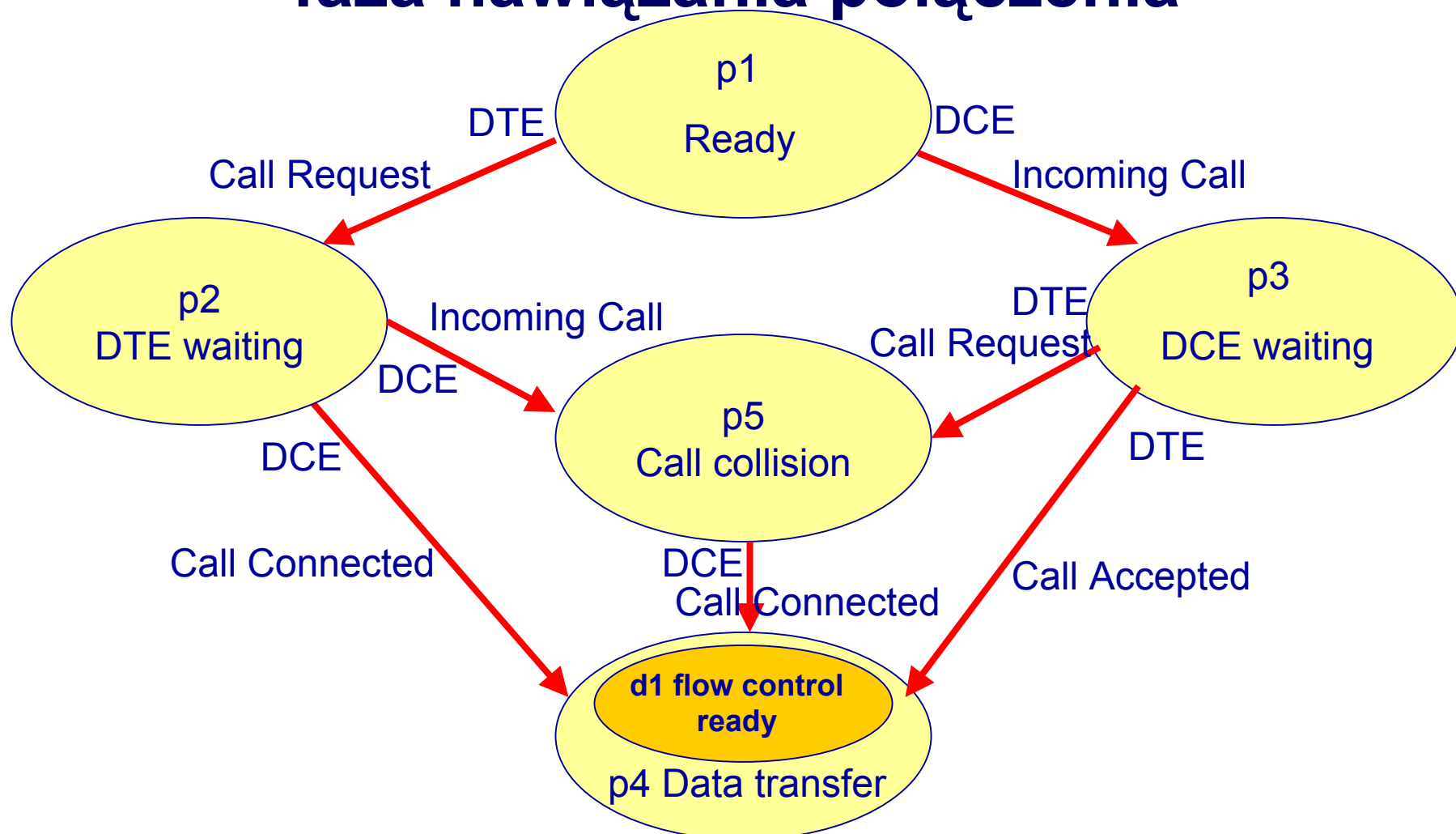


procedura nawiązywania połączenia

pakiet Incoming Call

- DCE wskazuje nadejście żądania połączenia nadaniem pakietu Incoming Call na styku DTE/DCE
- pakiet Incoming Call zawiera adres DTE wywołującego
- to umieszcza wybrany kanał wirtualny w stanie p3 (DCE Waiting)
- pakiet Incoming Call stosuje kanał wirtualny w stanie Ready z najniższym numerem z dopuszczalnego zakresu – to minimalizuje ryzyko kolizji wywołań

diagram stanów protokołu X25 - faza nawiązania połączenia

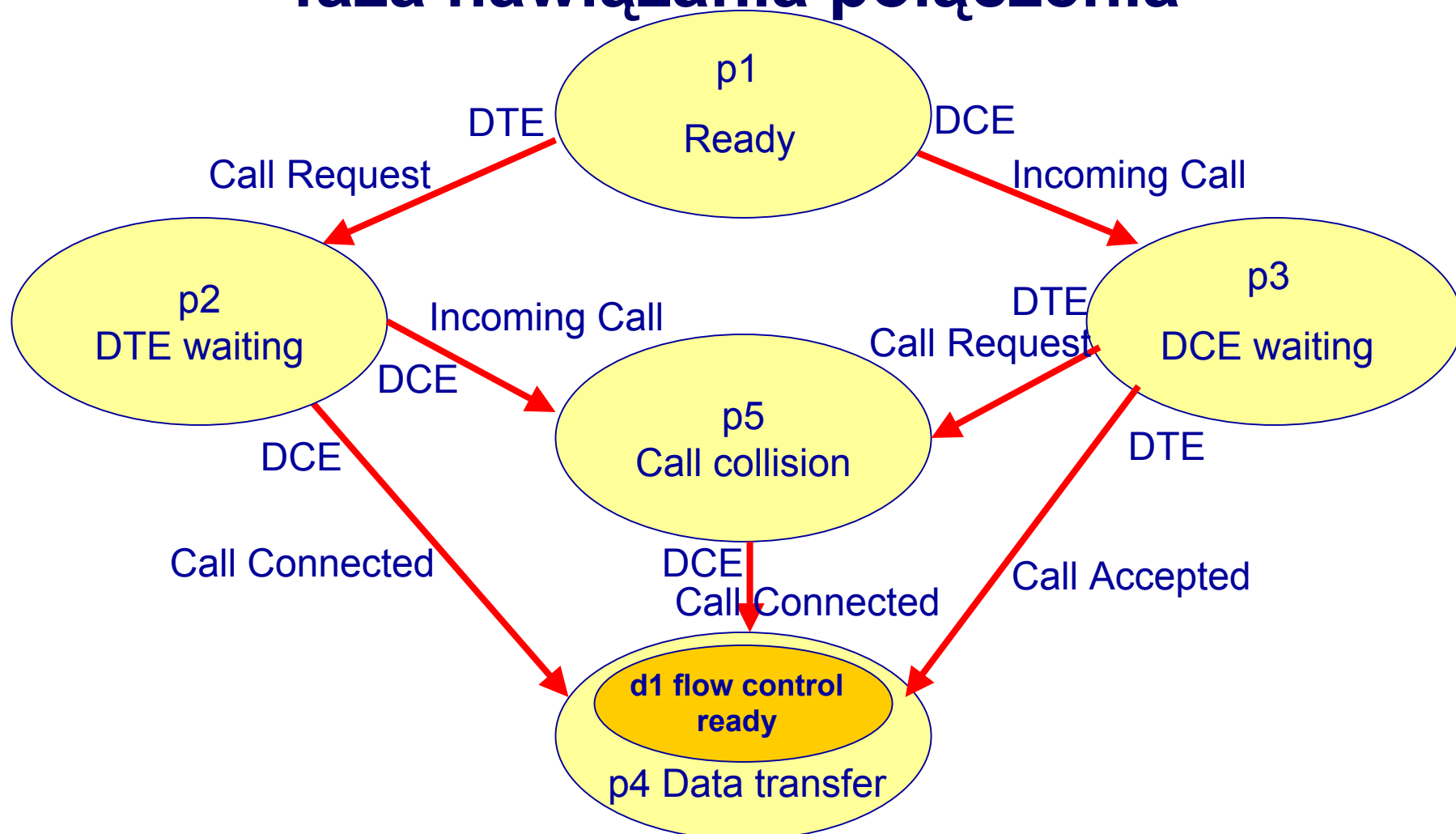


procedura nawiązywania połączenia

pakiet Call Accepted

- wywoływane DTE akceptuje przychodzące połączenie, nadając pakiet Call Accepted wskazujący ten sam kanał, co pakiet Incoming Call
- to umieszcza kanał wirtualny w stanie p4 (Data Transfer)
- gdy wywoływane DTE nie akceptuje połączenia pakietem Call Accepted, albo nie odrzuca go pakietem Clear Request w czasie T11 (180s), DCE uważa to za błąd procedury ze strony wywoływanego DTE i rozłącza nawiązywane połączenie

diagram stanów protokołu X25 - faza nawiązania połączenia



procedura nawiązywania połączenia

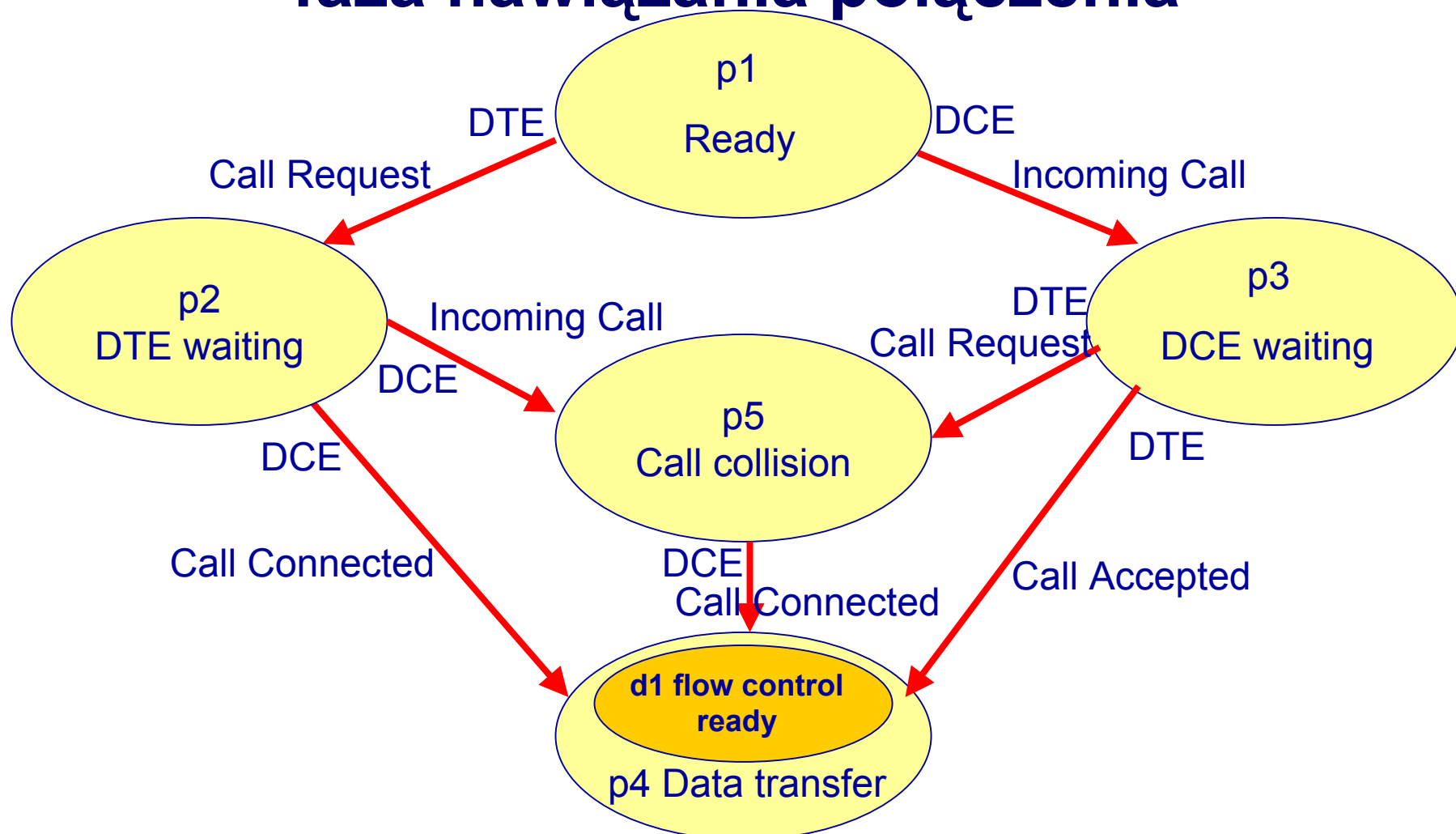
pakiet Call Connected

- odbiór pakietu Call Connected przez DTE wywołujące, wskazującego ten sam kanał wirtualny, co w pakiecie Call Request wskazuje, że połączenie zostało zaakceptowane przez DTE wywoływane za pomocą nadania pakietu Call Accepted
- to umieszcza kanał wirtualny w stanie p4 (Data Transfer)

kolizja nawiązań połączeń

- gdy DTE i DCE jednocześnie nadają pakiety Call Request i Incoming Call z tym samym numerem kanału wirtualnego
- DCE wtedy kontynuuje działanie z pakietem Call Request, a kasuje Incoming Call

diagram stanów protokołu X25 - faza nawiązania połączenia

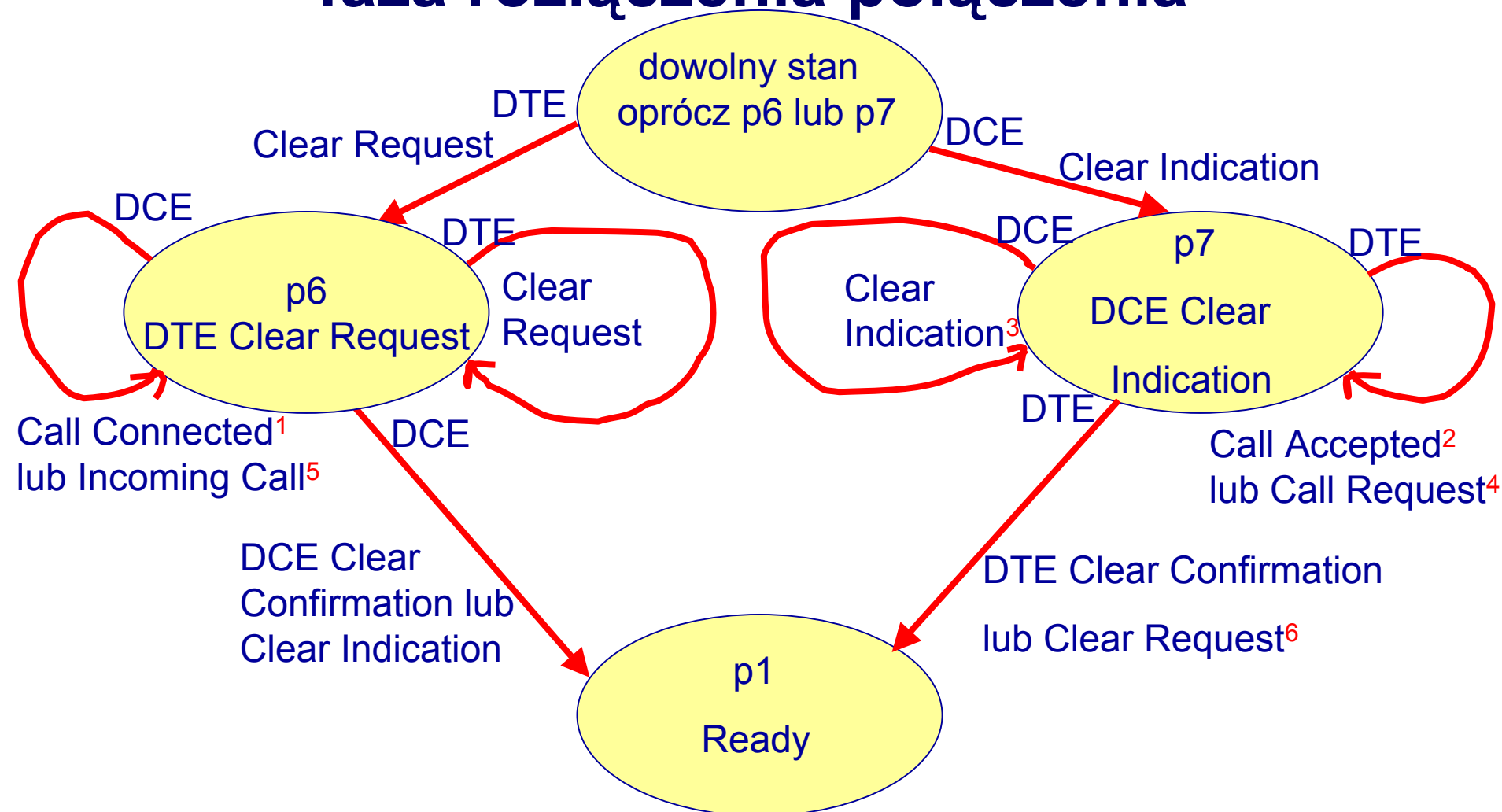


procedura rozłączania połączenia

rozłączanie połączenia przez DTE

- w dowolnym czasie, DTE wysyła pakiet Clear Request przez styk DTE/DCE
- kanał wirtualny przechodzi w stan p6 (DTE Clear Request), nie może być w nim dłużej niż czas T23 (180s)
- kiedy DCE jest gotowy do zwolnienia kanału, nadaje pakiet DCE Clear Confirmation wskazując ten kanał wirtualny
- kanał wirtualny przechodzi w stan p1 (Ready)

diagram stanów protokołu X25 - faza rozłączenia połączenia

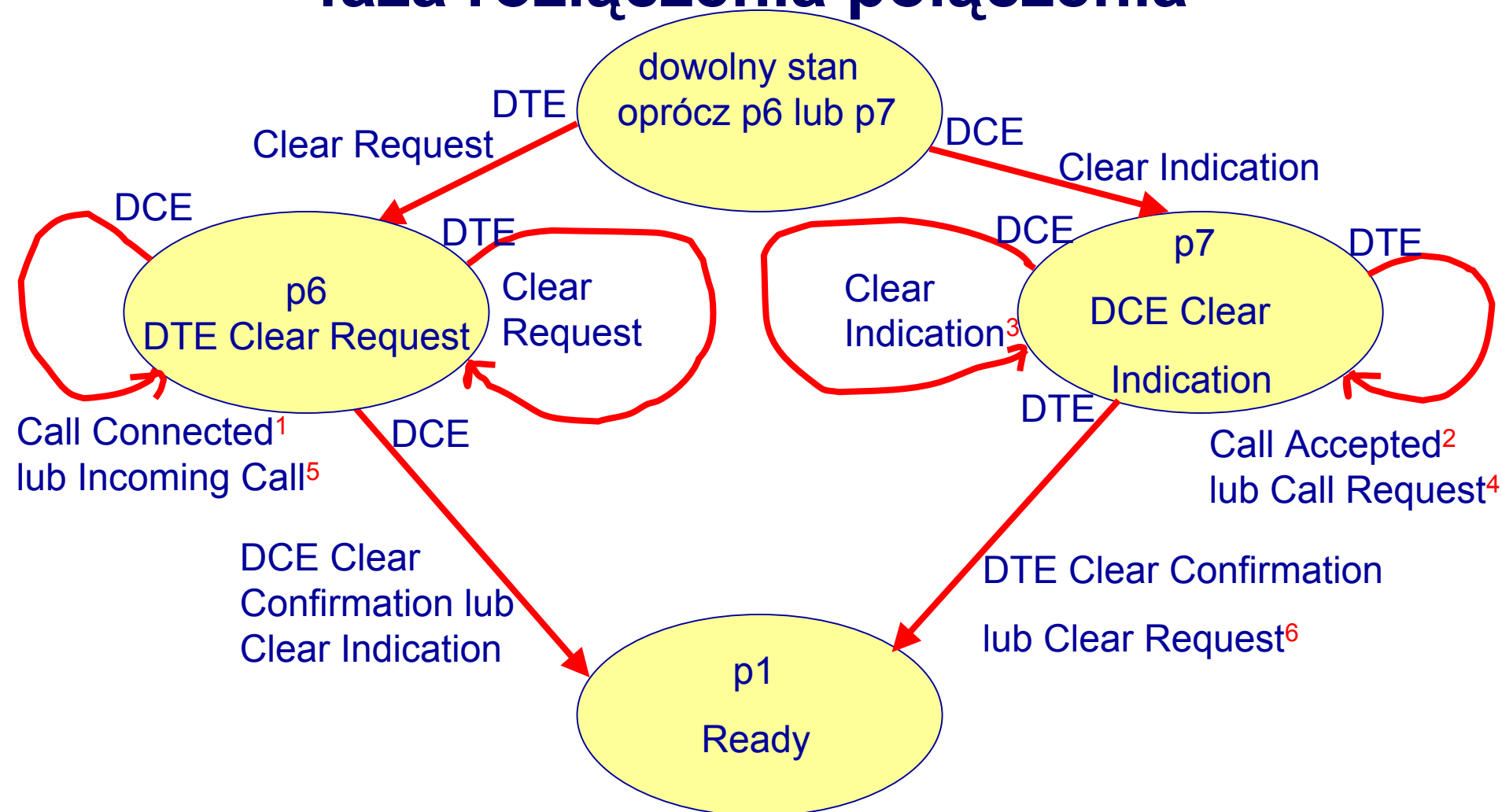


procedura rozłączania połączenia

rozłączanie połączenia przez DCE

- DCE wskazuje rozłączenie połączenia nadając pakiet Clear Indication przez styk DTE/DCE
- kanał wirtualny przechodzi w stan p7 (DCE Clear Indication)
- kiedy DTE odpowiada nadając pakiet DTE Clear Confirmation
- kanał wirtualny przechodzi w stan p1 (Ready)
- Kiedy DTE nie potwierdzi rozłączenia połączenia w czasie T13 (60s), DCE podejmuje akcję zgodną z normą

diagram stanów protokołu X25 - faza rozłączenia połączenia



uwagi do diagramu

- ¹ gdy stan poprzedni DTE Waiting (p2)
- ² gdy stan poprzedni DCE Waiting (p3)
- ³ gdy czas oczekiwania T13 upływa po raz pierwszy
- ⁴ gdy stan poprzedni Ready (p1) albo DCE Waiting (p3)
- ⁵ gdy stan poprzedni Ready (p1) albo DCE Waiting (p3)
- ⁶ gdy czas oczekiwania T13 upływa po raz drugi (bez nadania żadnego pakietu, z wyjątkiem pakietu diagnostycznego)

procedura rozłączania połączenia

kolizja rozłączeń połączenia

- Gdy DTE i DCE jednocześnie nadają pakiety Clear Request i Clear Indication, wskazując ten sam kanał wirtualny
- DCE uzna wtedy, że rozłączenie połączenia się dokonało
- DCE nie oczekuje pakietu DTE Clear Confirmation, ani nie nadaje pakietu DCE Clear Confirmation
- to umieszcza kanał wirtualny w stanie p1 (Ready)

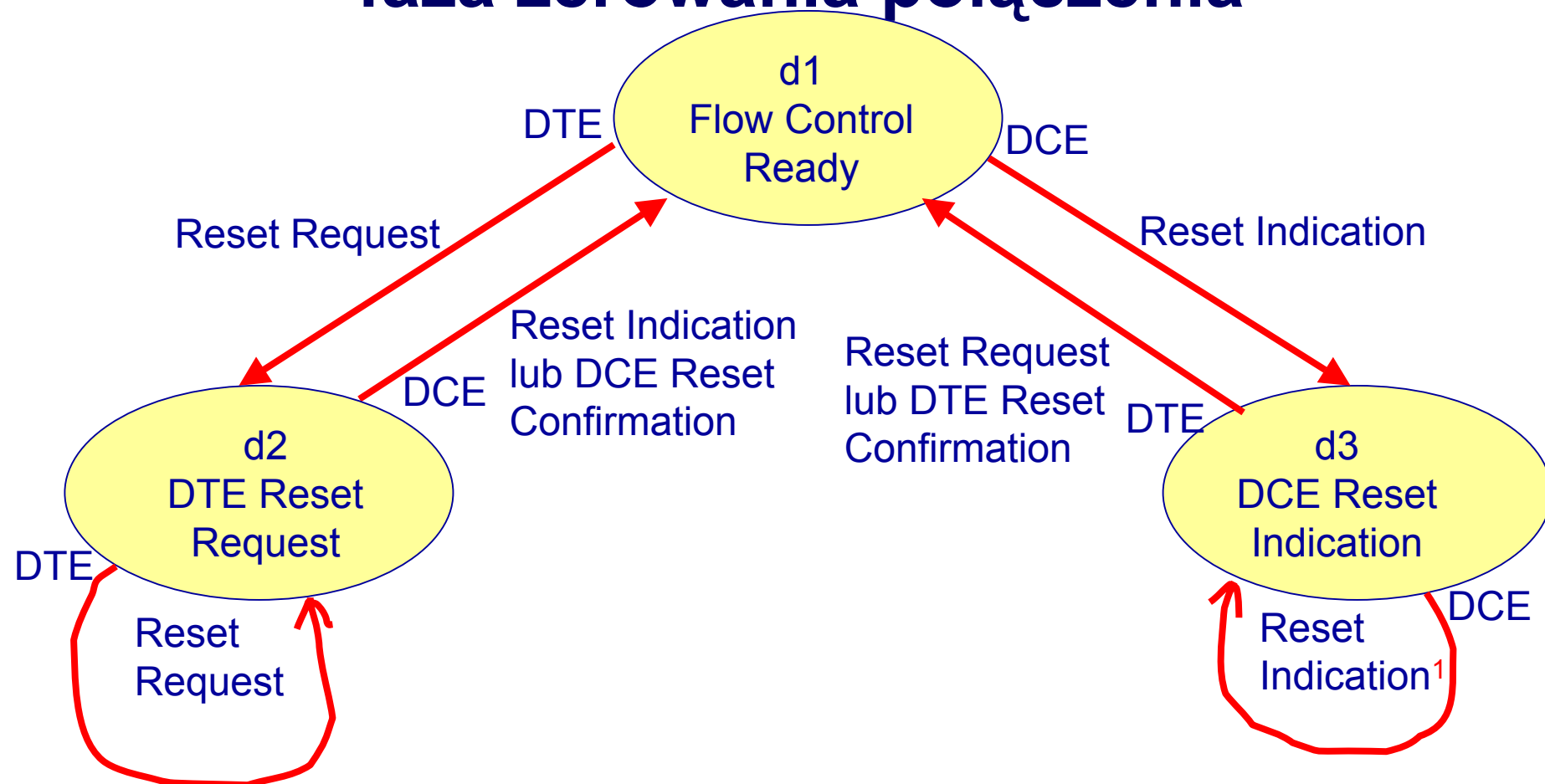
nieudane nawiązanie połączenia

- gdy **nie można nawiązać** połączenia, DCE nadaje pakiet **Clear Indication**, wskazując kanał podany w pakiecie **Call Request**

procedura zerowania połączenia

- **procedura zerowania** (ang. *reset*) stosowana jest do reinicjacji komutowanego kanału wirtualnego albo stałego kanału wirtualnego
- procedura ta usuwa wszystkie pakiety danych i pakiety przerwań przesyłane w obu kierunkach, które mogą się znaleźć w sieci, ustawia dolną krawędź okna (w każdym kierunku) na zero, a numerację pakietów danych rozpoczyna od zera
- procedurę zerowania stosuje się jedynie w stanie **p4 (Data Transfer)**, w pozostałych stanach nie odnosi skutku

diagram stanów protokołu X25 - faza zerowania połączenia



¹gdz czas oczekiwania T12 upływa po raz pierwszy

procedura zerowania połączenia

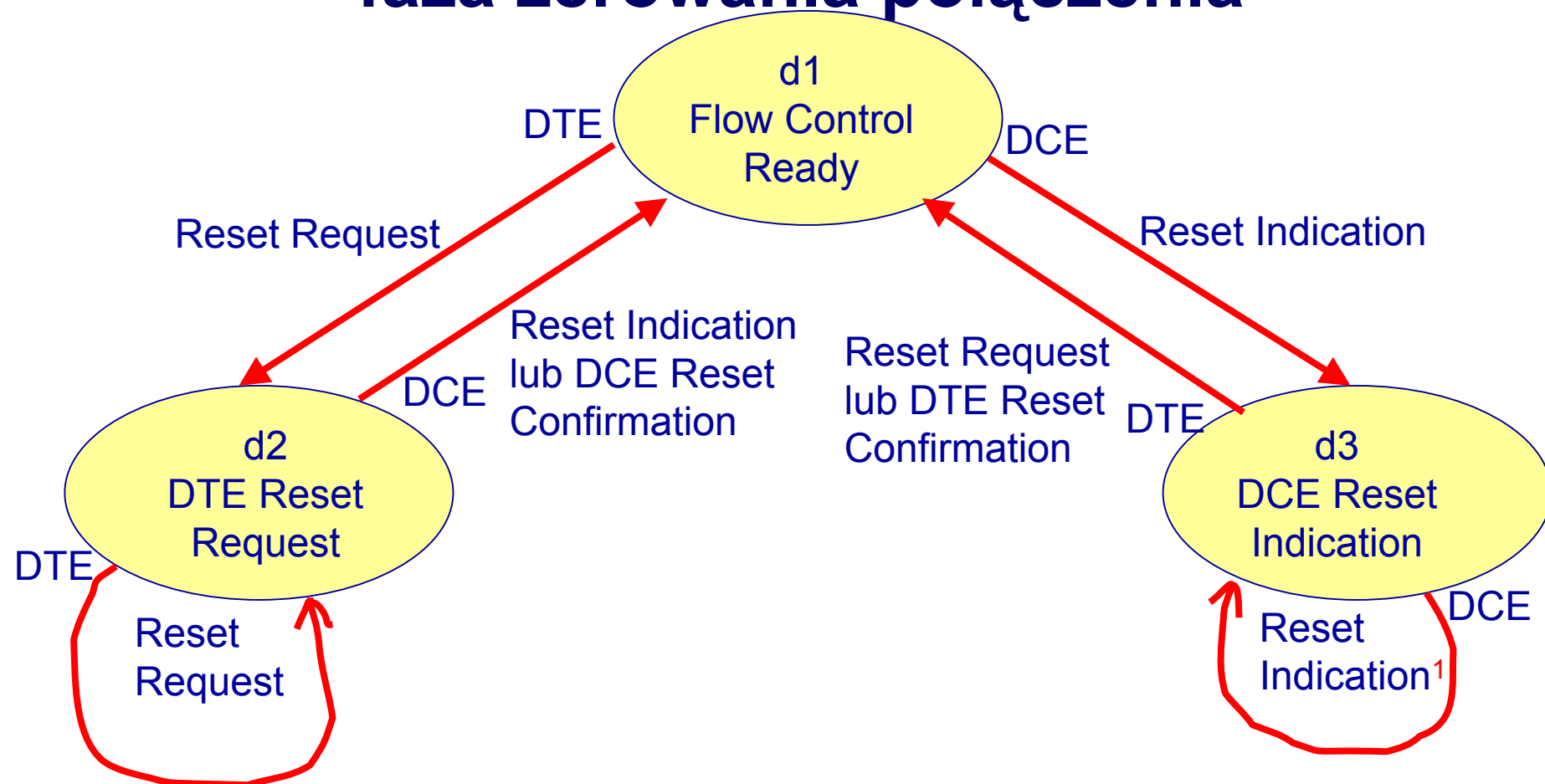
pakiet Reset Request

- DTE żąda zerowania kanału, wskazując go w pakiecie Reset Request, kanał przechodzi w stan d2 (DTE Reset Request)

pakiet Reset Indication

- DCE wskazuje zerowanie połączenia pakietem Reset Indication, podając przyczynę zerowania, kanał przechodzi w stan d3 (DCE Reset Indication), w tym stanie DCE ignoruje pakiety danych, przerwań, RR i RNR

diagram stanów protokołu X25 - faza zerowania połączenia



¹gdz czas oczekiwania T12 upływa po raz pierwszy

procedura zerowania połączenia

pakiet Reset Confirmation

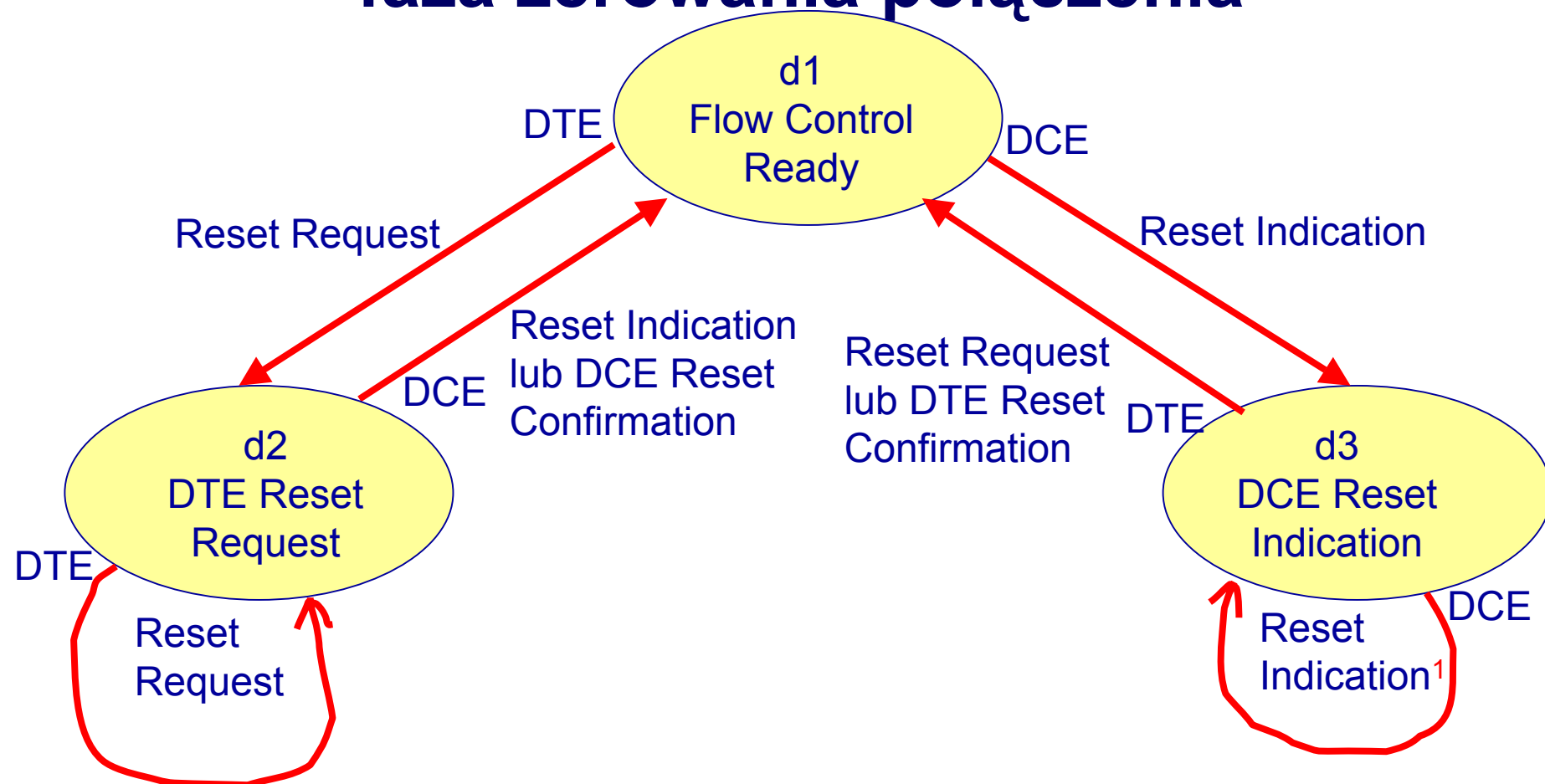
- gdy kanał wirtualny jest w stanie d2 (DTE Reset Request), DCE potwierdza zerowanie nadając do DTE pakiet DCE Reset Confirmation, to umieszcza kanał w stanie d1 (Flow Control Ready),
- czas pobytu w stanie d2 nie może przekroczyć czasu T22 (180s)
- gdy kanał jest w stanie d3 (DCE Reset Indication), DTE nada do DCE pakiet DTE Reset Confirmation, to umieszcza kanał w stanie d1,
- czas pobytu w stanie d3 nie może przekroczyć czasu T12 (60s)

procedura zerowania połączenia

kolizja zerowań połączenia

- gdy DTE i DCE jednocześnie nadają pakiety Reset Request i Reset Indication
- DCE uzna wtedy, że zerowanie połączenia się dokonało
- DCE nie oczekuje pakietu DTE Reset Confirmation, ani nie nadaje pakietu DCE Reset Confirmation
- to umieszcza kanał wirtualny w stanie d1 (Flow Control Ready)

diagram stanów protokołu X25 - faza zerowania połączenia



¹gdz czas oczekiwania T12 upływa po raz pierwszy

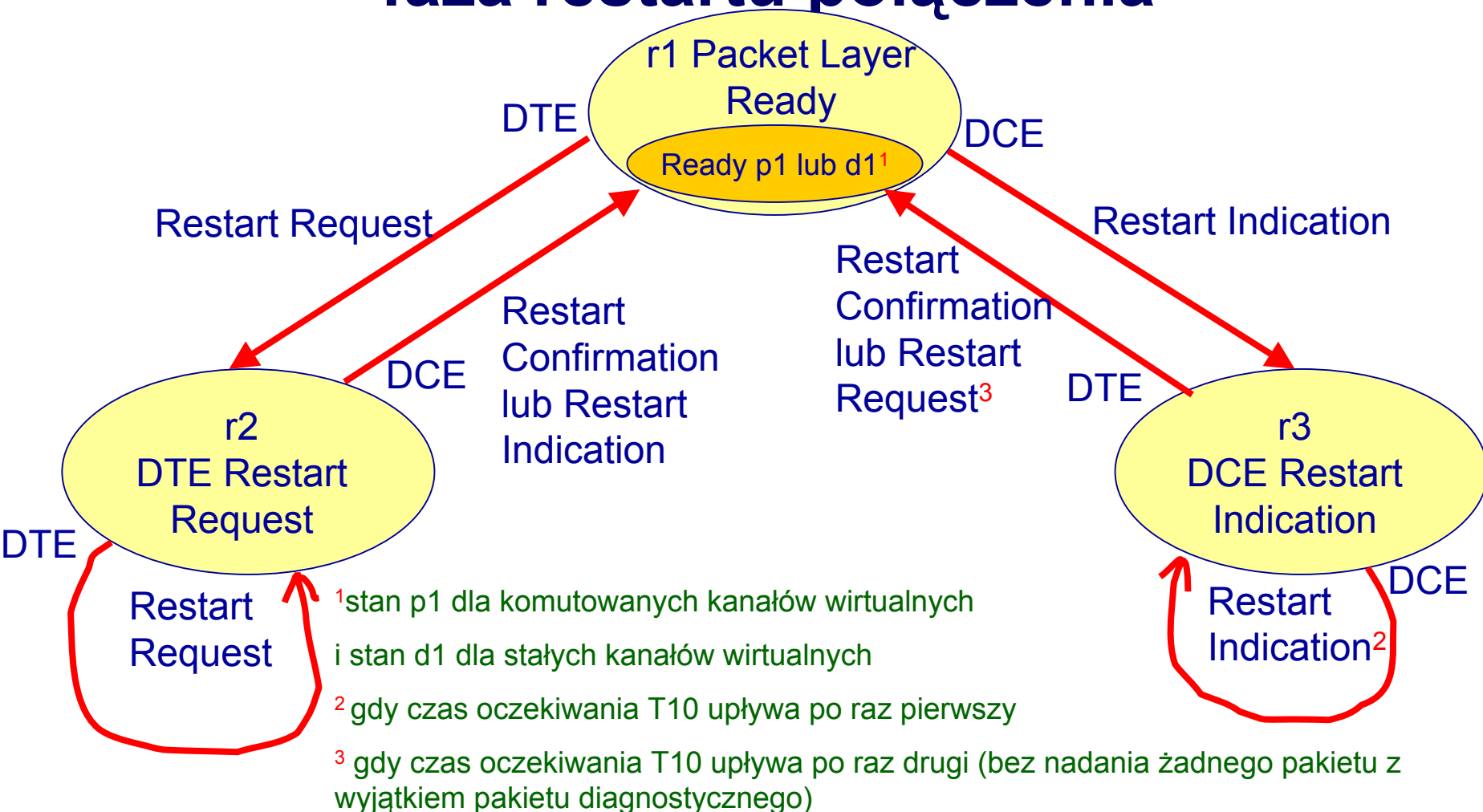
procedura restartu

- inicjuje i reinicjuje interfejs DTE/DCE w warstwie pakietowej
- jednocześnie rozłącza wszystkie komutowane kanały wirtualne i zeruje wszystkie stałe kanały wirtualne
- faza restartu – \Rightarrow diagram
- akcje podjęte przez DCE w reakcji na odbiór pakietów restartu od DTE (\Rightarrow norma)

restart ze strony DTE

- w dowolnej chwili, wysyłając pakiet Restart Request na styku DTE/DCE i przechodząc do stanu r2 (DTE Restart Request)
- DCE potwierdza restart, przesyłając pakiet DCE Restart Confirmation i umieszczając komutowane kanały wirtualne w stanie p1 (Ready), a stałe kanały wirtualne w stanie d1 (Flow Control Ready)
- pakiet DCE Restart Confirmation ma znaczenie lokalne
- czas przebywania w stanie r2 (DTE Restart Request) nie przekracza limitu czasu T20 (180s)

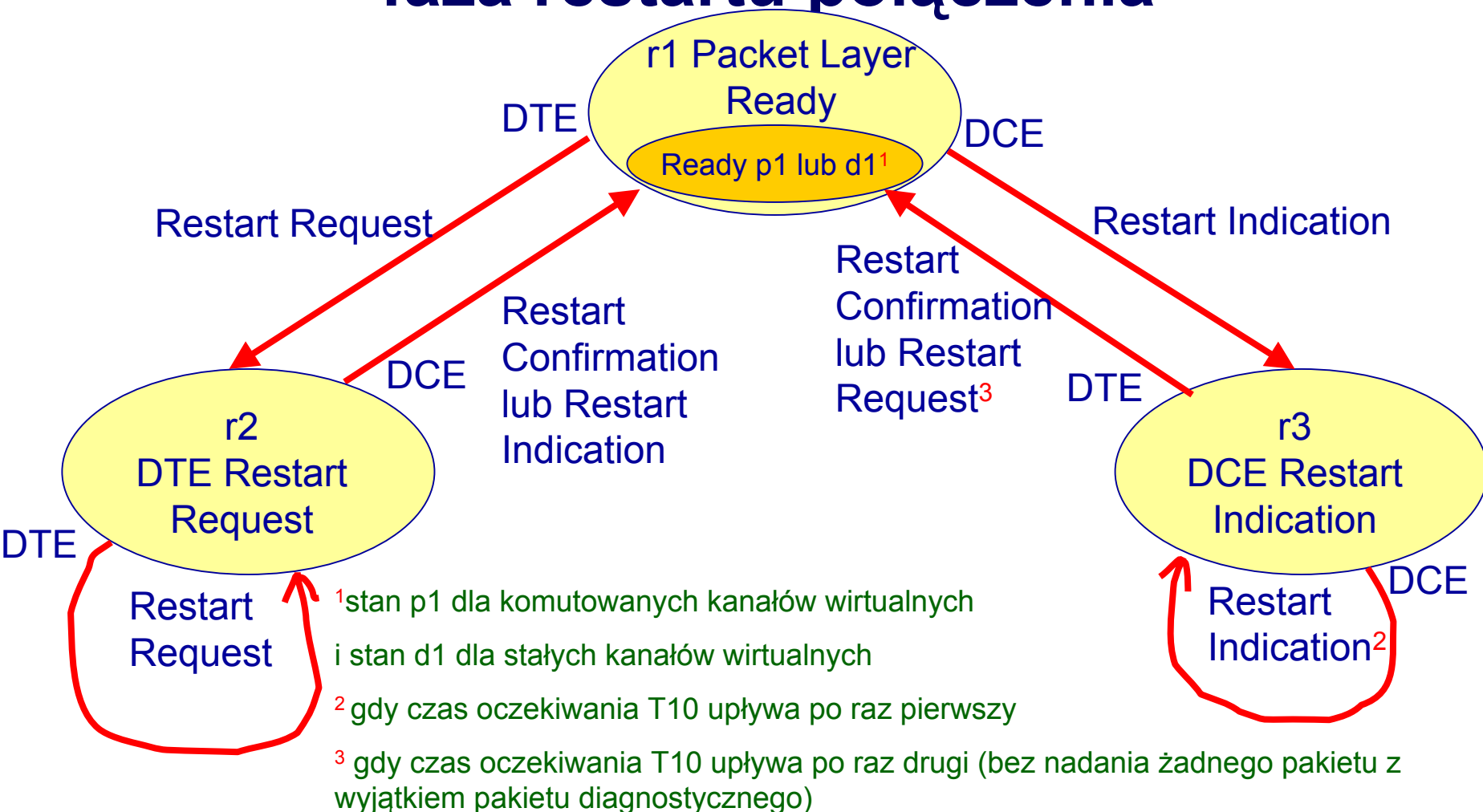
diagram stanów protokołu X25 - faza restartu połączenia



restart ze strony DCE

- DCE **wskazuje restart**, wysyłając pakiet Restart Indication na styku DTE/DCE i przechodząc do stanu r3 (DTE Restart Indication) dla każdego kanału wirtualnego
- w stanie r3, DCE **ignoruje wszystkie pakiety**, z wyjątkiem Restart Request i DTE Restart Confirmation
- DTE **potwierdza restart** nadając pakiet DTE Restart Confirmation, i umieszczając komutowane kanały wirtualne w stanie p1 (Ready), a stałe kanały wirtualne w stanie d1 (Flow Control Ready)
- akcję podjęta przez DCE, kiedy DTE nie potwierdza restartu przez czas oczekiwania T10 (60s)

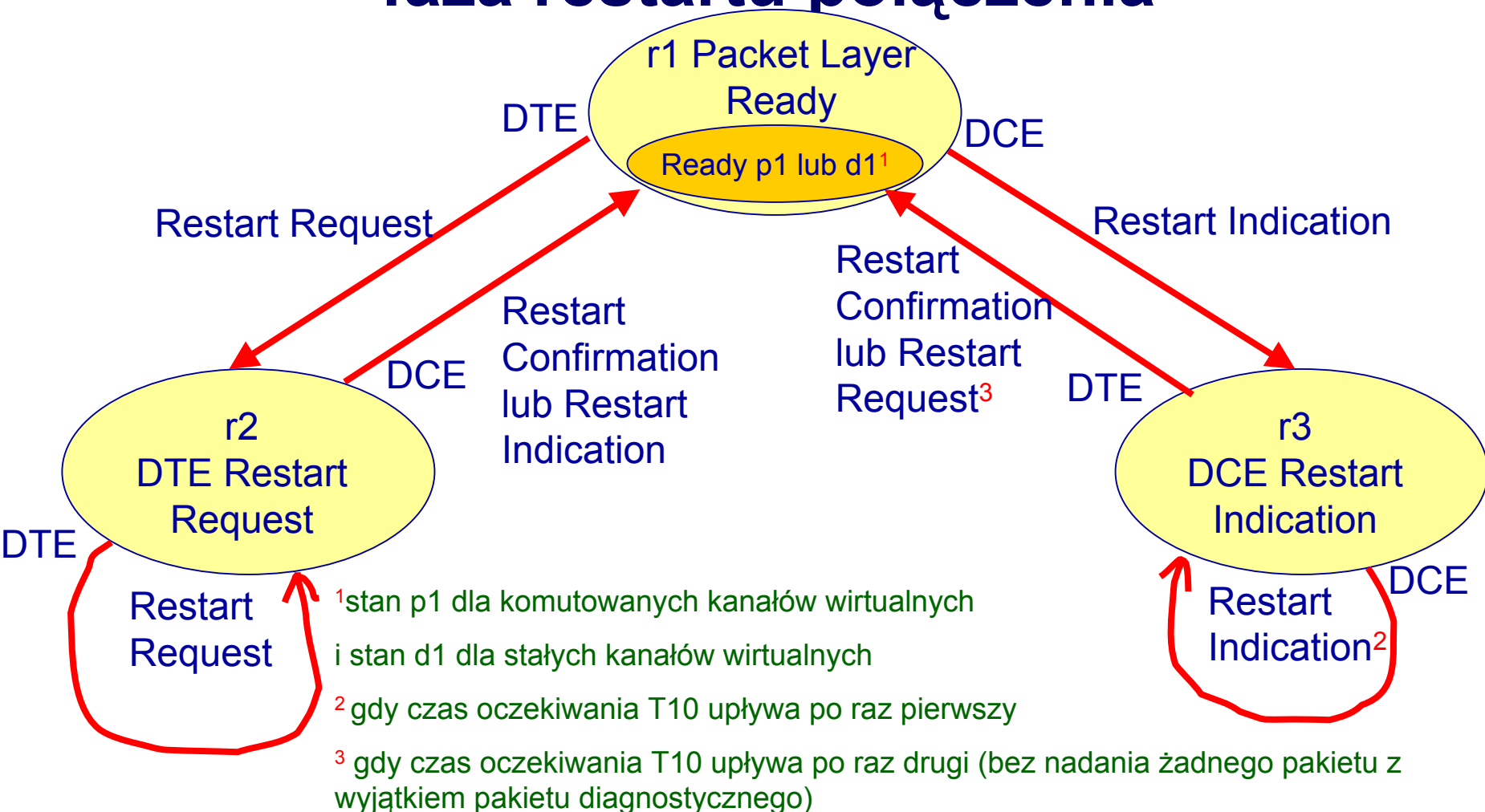
diagram stanów protokołu X25 - faza restartu połączenia



kolizja restartów

- kiedy DTE i DCE jednocześnie nadają pakiety Restart Request i Restart Indication
- DCE uważa wtedy, że restart jest zakończony
- to umieszcza komutowane kanały wirtualne w stanie p1 (Ready), a stałe kanały wirtualne w stanie d1 (Flow Control Ready)

diagram stanów protokołu X25 - faza restartu połączenia



pakiety diagnostyczne

- **pakiet diagnostyczny** jest stosowany do wskazania sytuacji błędnych, gdy zwykłe sposoby informowania zawodzą (np. pakiety **Reset**, **Clear** lub **Restart** z ustawioną przyczyną błędu albo diagnozą)
- pakiet diagnostyczny jest obsługiwany przez warstwę wyższą, np. transportową
- pakiet diagnostyczny wysyła się tylko raz
- nie jest potwierdzany przez **DTE**