

# A2B32DAT

## Datové sítě

**Ing. Pavel Bezpalec, Ph.D.**

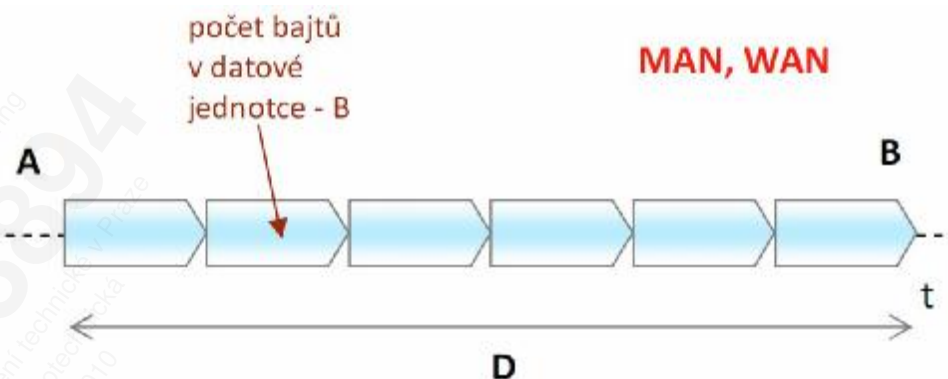
Katedra telekomunikační techniky  
FEL ČVUT v Praze

[Bezpalec@fel.cvut.cz](mailto:Bezpalec@fel.cvut.cz)

## WAN – vlastnosti

- ü Geograficky rozlehlá datová síť
- ü Používá spodní tři vrstvy OSI modelu
- ü Používá datové spoje se sériovým rozhraním
- ü Poskytuje spojení
  - pevné
  - komutované
- ü Je tvořena sítěmi LAN
- ü Přenáší všechny typy provozu
  - telefonní
  - datový

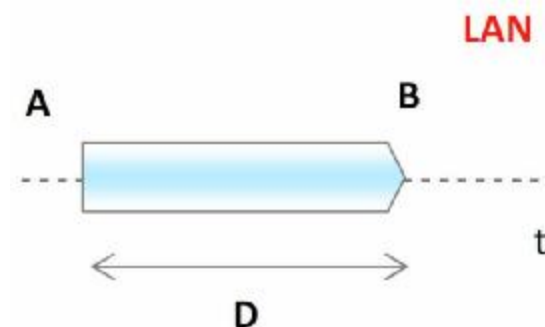
# Rozlehlost sítě



ü R – parametr rozlehlosti datové sítě

- pro síť LAN  $R \approx 1$
- pro síť WAN:  $R > 1$

$$R = \frac{D_p}{8B} v_p$$



$$R_{\text{LAN}} < R_{\text{MAN}} < R_{\text{WAN}}$$

# WAN – technologie

• Vyhrazené (pronajaté) okruhy

• Přepojování okruhů

• Přepojování (*komutace*) zpráv

- celá datová zpráva od úč. A se uloží v nejbližším telco uzlu, je opatřena adresami a čeká na odbavení k úč. B

• Přepojování (*komutace*) paketů

- rozdělení zprávy na menší části, pakety

# WAN – stavební prvky sítě

Router



WAN switch



Modem, TA

Komunikační  
server

## ü Router

- základní prvek, směrovač provozu na 3. vrstvě (IP, X.25 ...)

## ü WAN switch

- základní prvek, přepínač provozu na 2. vrstvě (MPLS, FrameRelay, ATM ...)

## ü Modem, TA

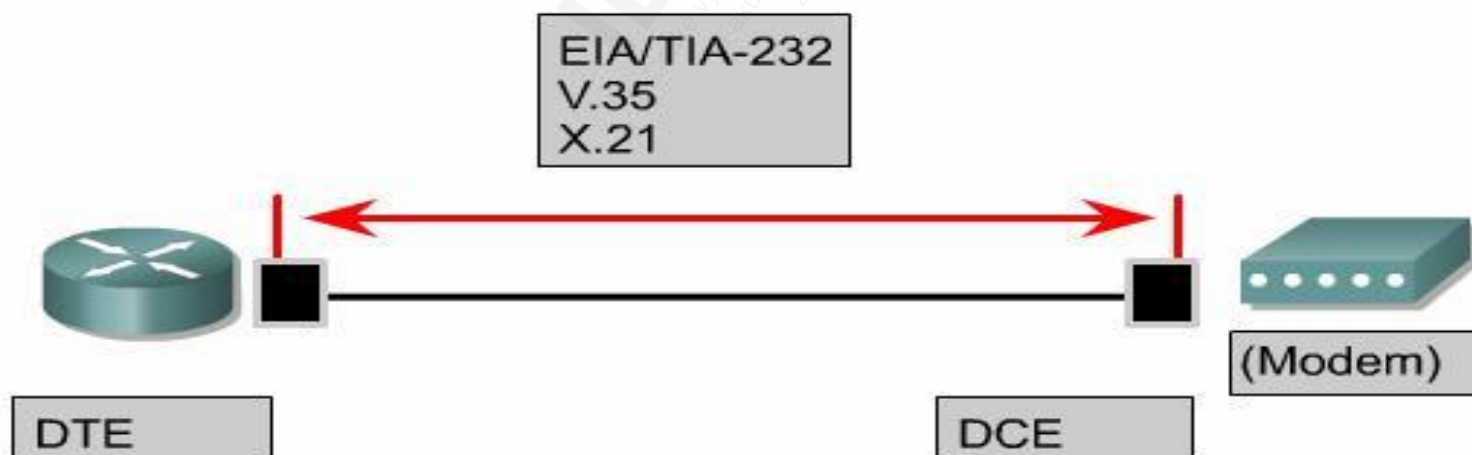
- zařízení pro přenos dat v telefonních sítích (POTS, ISDN)

## ü Komunikační server

- koncentrátor komutovaného přístupu

## WAN – fyzická vrstva

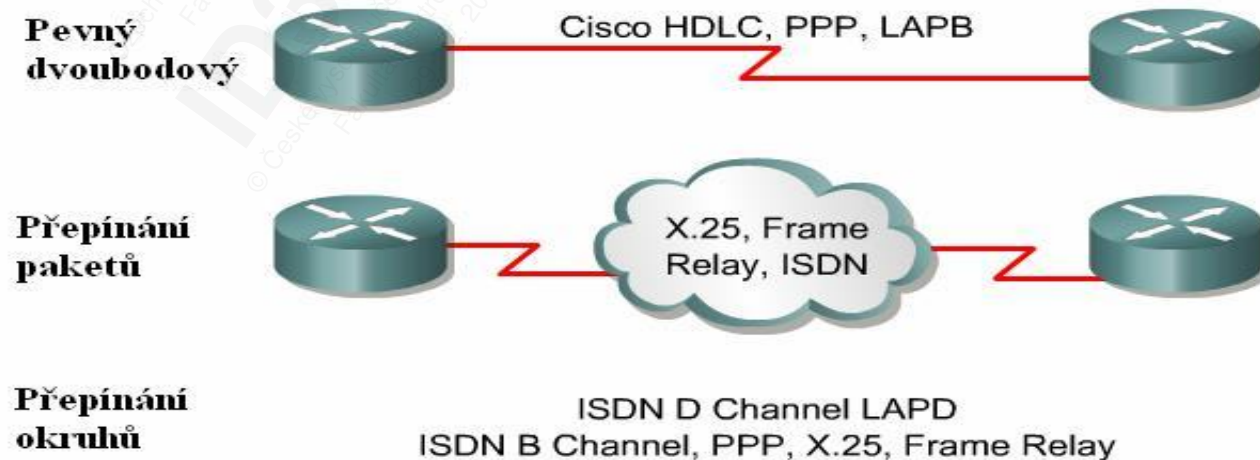
- Popisují elektrické, mechanické, protokolové a funkční charakteristiky pro služby WAN sítí
- Popis rozhraní mezi DTE a DCE
- Synchronní nebo asynchronní



# WAN – spojová vrstva

ü Definuje zapouzdření protokolových jednotek vyšší vrstvy

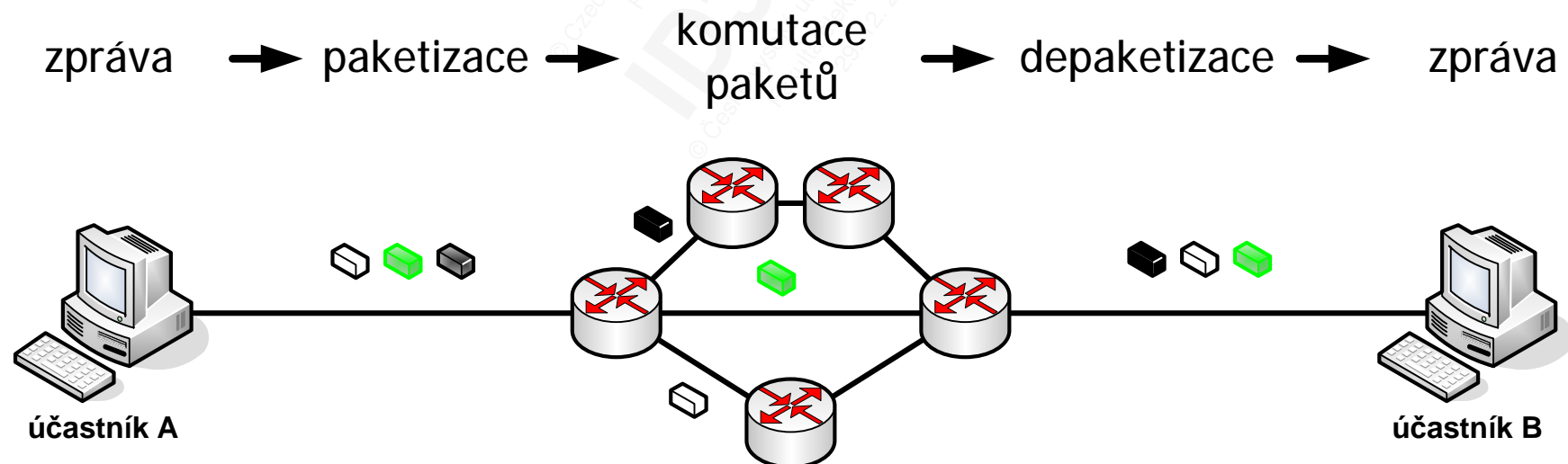
- HDLC (základní zapouzdření)
- PPP
- MLPS
- FrameRelay
- ISDN LAPD
- X.25 LAPB



# WAN – síťová vrstva, paket

• datová jednotka, která se pro účely směrování v datové síti přenáší jako celek

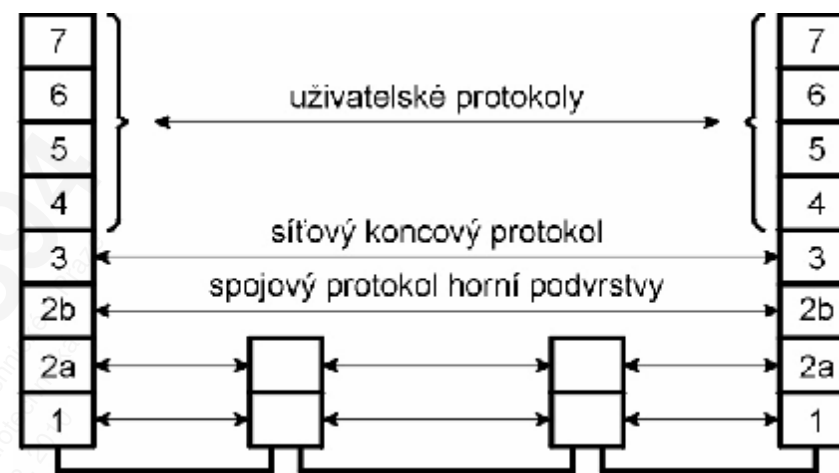
• délka paketu není obecně omezena





# Frame Relay – vlastnosti

- ü Přenosová rychlost
  - 64 kbit/s až 2,048 Mbit/s
- ü Proměnná délka rámce
  - do 8189 oktetů
- ü Přenos po dvoubodových datových okruzích
- ü Služba se spojením
  - nejčastěji po stálých virtuálních okruzích
- ü Detekce chyb v rámcích
  - oprava chyb je funkcí DTE
- ü Transparentní přenos
  - kódově nezávislý
- ü Multiprotokolová platforma
  - podporuje různé typy síťových protokolů (IP, IPX ...)



- 2a – tvorba rámců, detekce chyb, adresování
  - 2b – přizpůsobení pro síť. vrstvu
  - rozdělení na podvrstvy
  - ITU-T Q.922 Annex A
  - protokol LAP-F (vychází z HDLC)
- 2 – spojová vrstva  
1 – fyzická vrstva

# Frame Relay – virtuální okruhy

## ü PVC (*Permanent Virtual Circuit*)

- pevný virtuální okruh
- přidělen poskytovatelem služby
- není třeba sestavovat spojení pro každý přenos dat
- funkční stavy
  - přenos dat – mezi DTE a DCE
  - čekání – spojení je aktivní avšak bez přenosu dat

## ü SVC (*Semi-permanent Virtual Circuit*)

- přepínaný virtuální okruh
- pro spojení v B- i v D-kanále ISDN
- nepoužívá se

## ü FRAD (*Frame-Relay Access Device*)

- přístupový směrovač
- mapování IP adresy a DLCI

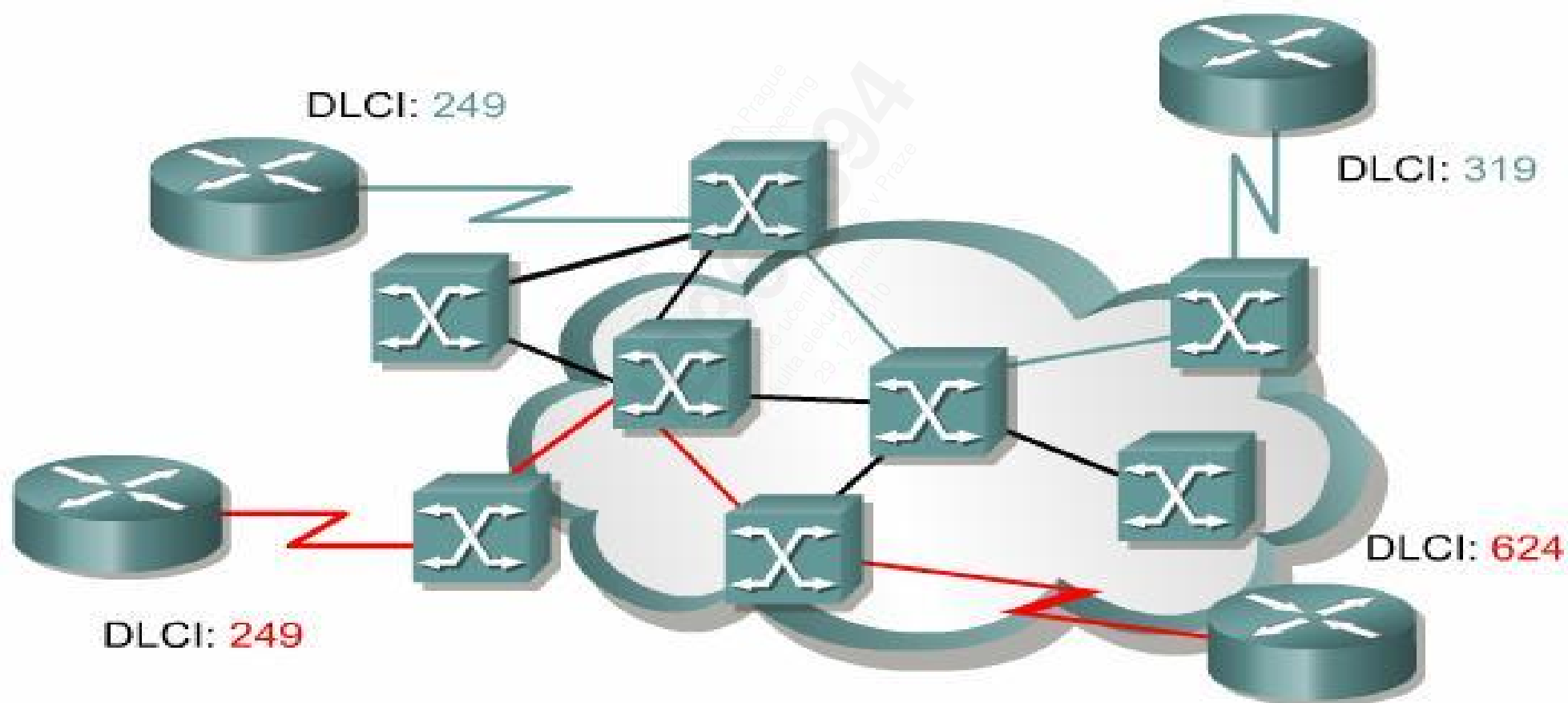
## ü DLCI (*Data-Link Connection Identifier*)

- identifikátor virtuálního kanálu
- mezi uživatelem a FRAD
- pouze lokální význam !!!
- přiděluje provozovatel sítě

## ü iARP

- dynamický protokol
- mapování IP adresy a DLCI

# Frame Relay – DLCI



## ATM – úvod

- navržena jako univerzální přenosová technologie
- navržena a standardizována ITU-T pro realizaci širokopásmové sítě B-ISDN
- založena na principu paketového přenosu dat se sestavením spojení
  - kompromis mezi „světem telekomunikací“ a „počítačů“
- řešení pro LAN i WAN
  - implementace ve WAN – bez problémů
  - implementace v LAN – s jistým omezením
    - ATM neumí broadcast
    - emulace LAN

# ATM – virtuální kanály a cesty

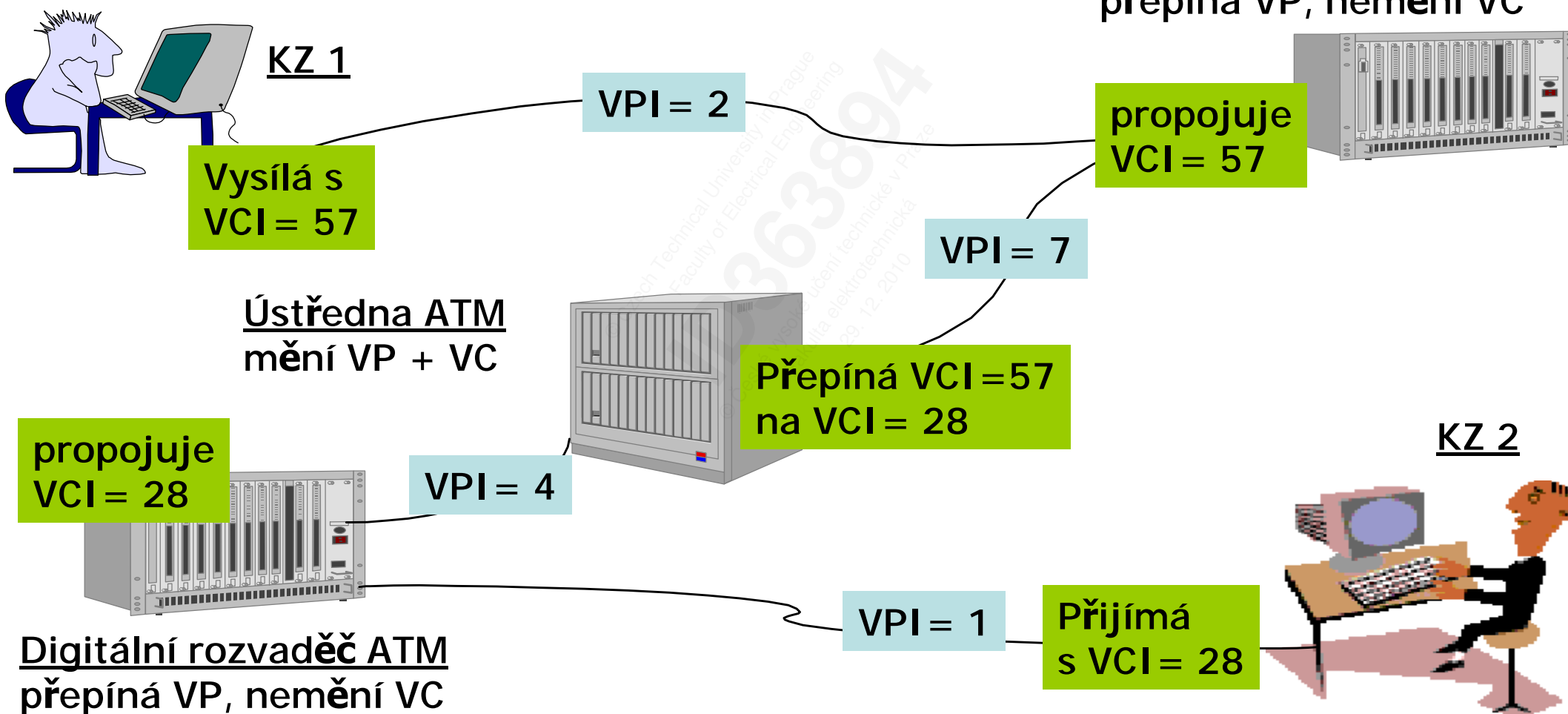
## • identifikace komunikačního kanálu

- identifikátor virtuálního kanálu **VCI**
  - součást jediné virtuální cesty
  - přepojování: *ATM switch* (ATM ústředna)
- identifikátor virtuální cesty **VPI**
  - přepojování: *ATM cross connect* (digitální ATM rozvaděč)



# ATM – příklad virtuálního spojení

Digitální rozvaděč ATM  
přepíná VP, nemění VC



# ATM – třídy služeb

<i>třída služby</i>	A	B	C	D
<i>služba</i>	spojově orientovaná			beze spojová
<i>synchronizace terminálů</i>	ano		ne	
<i>přenosová rychlost</i>	konstantní	variabilní		
<i>přístupový bod</i>	SAP 1	SAP 2	SAP 3	SAP 4

## ü třída A

- přenos zakódovaných analogových signálů

## ü třída B

- přenos video signálů s proměnnou přenosovou rychlostí

## ü třída C

- přenos dat „přepojováním paketů“

## ü třída D

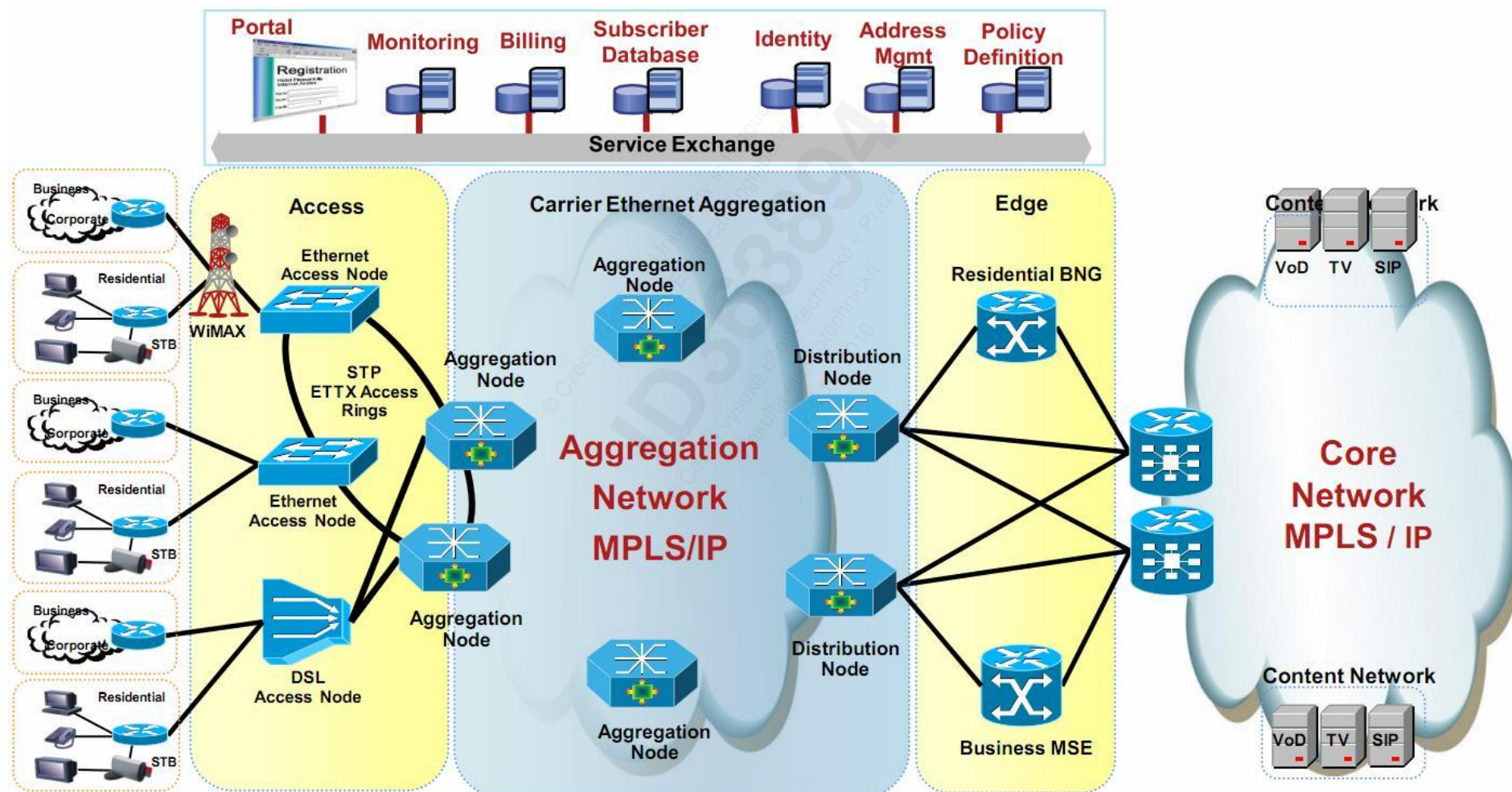
- bezspojová služba
- směrovací informace je v záhlaví

# MPLS – *MultiProtocol Label Switching*

- ü Nová alternativa přenosu IP paketů sítí WAN
  - ü Přepíná pakety po definované cestě na základě návěstí v doplněném záhlaví protokolu MPLS
  - ü Aplikovatelná pro různé protokoly a technologie
    - Eth, FR, ATM, IP ...
  - ü Vypracována organizací IETF
  - ü Přiblížení přenosových rychlostí IP sítí ke spojově orientovaným technologiím (ATM, FR)
  - ü Další vývoj
    - MPΛS
    - G-MPLS
- ü Vlastnosti
    - přepínání × směrování
    - vytváření virtuálních privátních sítí
      - VPN – Virtual Private Network
    - řízení provozu
      - Traffic Engineering
    - zajištění kvality služby
      - QoS – Quality of Service



# Využití technologie MPLS



## MPLS – výhody, nevýhody

- + směrování probíhá pouze v hraničních směrovačích sítě
- + přepínání podle návěstí (*label switching*) zvyšuje přenosovou kapacitu
- + poskytuje kvalitu služby (QoS)
- + zakrývá spojovou vrstvu a rozdíly mezi různými protokoly spojové vrstvy
- přidána další vrstva
- směrovač musí „rozumět“ technologii MPLS

# Kvalita služby v sítích LAN, WAN

# Internet a kvalita služby

• Internet je síť „dobré vůle“

• pravidla provozu Internetu (z r. 1970)

- žádnému provozu nebude odmítnut přístup
- se vším provozem se bude zacházet stejně
- jediná garance – princip *best effort*
  - přenos co nejlepším způsobem s rovnou příležitostí

• Kvalita služby (QoS) dle ITU-T E.800

- „souhrnný výsledek výkonnosti služby, který určuje stupeň spokojenosti uživatele služby“

# QoS v Internetu

## Charakteristiky QoS pro Internet

- **zpoždění** **LATENCY**
  - doba od odeslání dat k příjmu
- **rozptyl** **JITTER**
  - variabilita zpoždění
- **pásmo** **BANDWIDTH**
  - kapacita pro přenos dat
- **ztrátovost informace** **INFORMATION LOSS**
  - četnost ztracených paketů PLR (*Packet Loss Rate*)
- **pohotovost** **AVAILABILITY**
  - procentní pohotovost služby za určitou dobu

# Obecné metody zajištění QoS

## ü Předimenzování spoje

- 1Gbit/s, 10Gbit/s, 40Gbit/s, 100Gbit/s ...

## ü Rezervace pásma

- ATM, IntServ

## ü Použití prioritních schémat

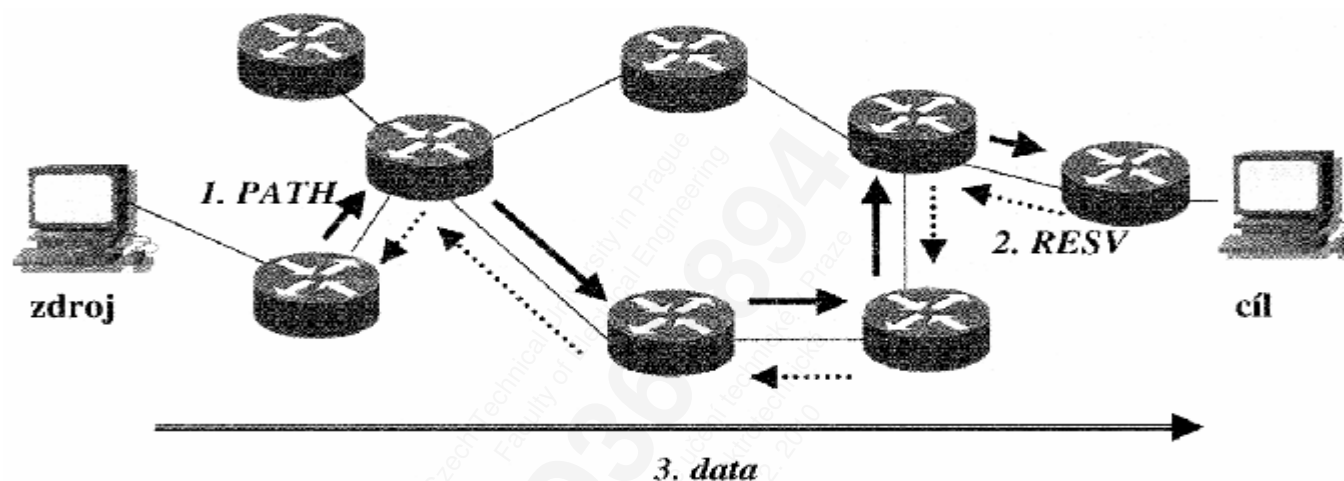
- ATM, MPLS, DiffServ

# IntServ – integrované služby

- ü IntServ – služba sítě
  - na základě požadavku síť vyhradí požadované pásmo pro aplikaci
- ü Pouze jednosměrná rezervace
  - konverzace = dvě rezervace
- ü Náročná signalizace mezi uzly sítě
  - zvýšení režie
- ü Musí podporovat všechny uzly sítě
- ü Nezajišťuje prioritizaci
- ü Není dostatečně škálovatelná
- ü Do paketového přenosu se zavádí okruhy
- ü RSVP – protokol na rezervaci prostředků
  - *Resource ReSerVation Protocol*
- ü Nese požadavky o rezervaci napříč celou sítí
  - specifikace provozní, o kvalitě služby, zdrojích sítě
- ü Nepodporuje směrování
  - na směrovacích protokolech je závislý
- ü Podpora pro multicast
- ü Agregace požadavků
- ü Dobrá kompatibilita
  - IPv4, IPv6



# RSVP – průběh rezervace



ü Postup rezervace – od přijímače ke zdroji

1. RESV požadavek na vytvoření, zrušení nebo změnu rezervace
2. PATH potvrzení, zmítnutí rezervace, výzva k aktualizaci, chybová hlášení ...
3. vlastní přenos dat



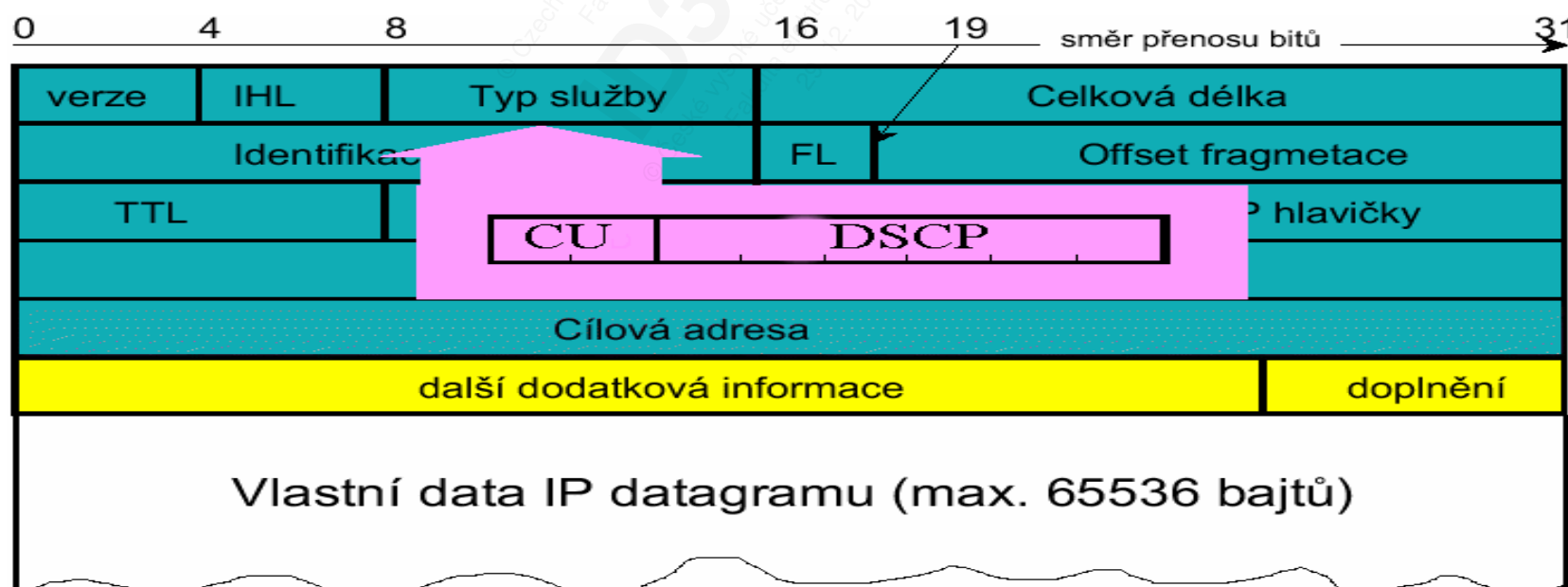
# DiffServ – diferencované služby

## ü Prioritní systém

- rozčlenění služeb dle nároku na prostředky

## ü Používá pole TOS z paketu IPv4, nebo DS z IPv6

- pole DSCP – kód služby, 6 bitů → 64 tříd provozu



# Porovnání: IntServ ´ DiffServ

## IntServ

- velmi dobré garance
- účast všech směrovačů
- vyšší nároky na směrovače
  - paměť
  - výpočetní výkon
  - složitost
- uplatnění
  - podnikové sítě

## DiffServ

- třídy provozu jsou definovány sítí
  - není třeba signalizace
  - klasifikaci provozu provádí koncový systém
- jednodušší na správu
- složitost mechanismu se posouvá na okraj sítě
- uplatnění
  - páteřní sítě

# Dotazy



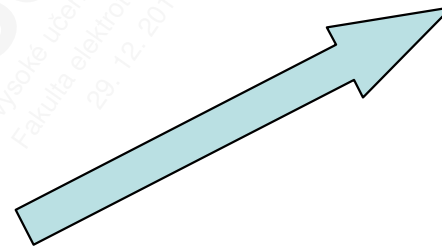
# Zkouška

ü Forma zkoušky: test, cca 25 otázek

- typu výběr z x možných
- volná odpověď
- jednoduchý výpočet

ü Znalosti ke zkoušce

- problematika přednášek
- problematika cvičení



37 – 40	A
33 – 36	B
29 – 32	C
25 – 28	D
21 – 24	E
0 – 20	F

ü Celkové hodnocení

zkouška (max. 30 bodů) + cvičení (max. 10b)

# Zkouškové termíny

Datum	Začátek	Konec	Místo	Par.	Uzávěrka (celková)	Uzávěrka odhlášení	Kapacita	Obsazení
4.1.2011	9:00	12:00	T2:C3-54		3.1.2011		50	34
10.1.2011	9:00	12:00	T2:C3-132		9.1.2011		50	39
18.1.2011	9:00	12:00	T2:C3-54		17.1.2011		40	7
20.1.2011	9:00	12:00	T2:B3-703		19.1.2011		20	10
25.1.2011	9:00	12:00	T2:B3-601		24.1.2011		0	0
27.1.2011	9:00	12:00	T2:B3-703		26.1.2011		20	11
1.2.2011	9:00	12:00	T2:B3-703		31.1.2011		0	0
3.2.2011	9:00	12:00	T2:B3-703		2.2.2011		20	0

Právní doložka (licence) k tomuto Dílu (elektronický materiál)

České vysoké učení technické v Praze (dále jen ČVUT) je ve smyslu autorského zákona vykonavatelem majetkových práv k Dílu či držitelem licence k užití Díla. Užívat Dílo smí pouze student nebo zaměstnanec ČVUT (dále jen Uživatel), a to za podmínek dále uvedených.

ČVUT poskytuje podle autorského zákona, v platném znění, oprávnění k užití tohoto Díla pouze Uživateli a pouze ke studijním nebo pedagogickým účelům na ČVUT. Toto Dílo ani jeho část nesmí být dále šířena (elektronicky, tiskově, vizuálně, audiem a jiným způsobem), rozmnožována (elektronicky, tiskově, vizuálně, audiem a jiným způsobem), využívána na školení, a to ani jako doplňkový materiál. Dílo nebo jeho část nesmí být bez souhlasu ČVUT využívána ke komerčním účelům. Uživateli je povoleno ponechat si Dílo i po skončení studia či pedagogické činnosti na ČVUT, výhradně pro vlastní osobní potřebu. Tím není dotčeno právo zákazu výše zmíněného užití Díla bez souhlasu ČVUT. Současně není dovoleno jakýmkoliv způsobem manipulovat s obsahem materiálu, zejména měnit jeho obsah včetně elektronických popisných dat, odstraňovat nebo měnit zabezpečení včetně vodoznaku a odstraňovat nebo měnit tyto licenční podmínky.

V případě, že Uživatel nebo jiná osoba, která drží toto Dílo (Držitel díla), nesouhlasí s touto licencí, nebo je touto licencí vyloučena z užití Díla, je jeho povinností zdržet se užívání Díla a je povinen toto Dílo trvale odstranit včetně veškerých kopií (elektronické, tiskové, vizuální, audio a zhotovených jiným způsobem) z elektronického zařízení a všech záznamových zařízení, na které jej Držitel díla umístil.