



# **Nova generacija omrežja ARNES**

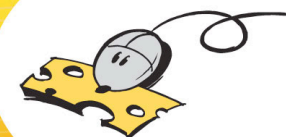
## **na osnovi tehnologije WDM**

Avgust Jauk  
Arnes  
[avgust.jauk@arnes.si](mailto:avgust.jauk@arnes.si)

Sirikt 2008, 16.4.2008



Izvedbo projekta je omogočilo sofinanciranje Evropskega socialnega sklada Evropske unije  
in Ministrstva za visoko šolstvo, znanost in tehnologijo.



## Vsebina

- Uvod v optične komunikacije
- Nova generacija omrežja ARNES
- Storitve
- Pogled v prihodnost



Evropski  
Socialni  
Sklad

Izvedbo projekta je omogočilo sofinanciranje Evropskega socialnega sklada Evropske unije  
in Ministrstva za visoko šolstvo, znanost in tehnologijo.

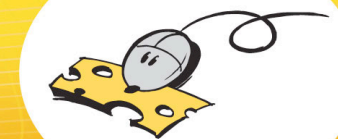


## Uvod v optične komunikacije

- Optična vlakna
  - Kako izgledajo:
    - Tanki ( $9/125\mu\text{m}$ ), lahka, občutljiva
    - Narejena iz silicijevega stekla ( $\text{SiO}_2$ )
    - “Pakiranje” vlaken v kabel: 24, 48, 96, 144, 192, 288, ...
  - Za komunikacije: od 70-ih let prejšnjega stoletja

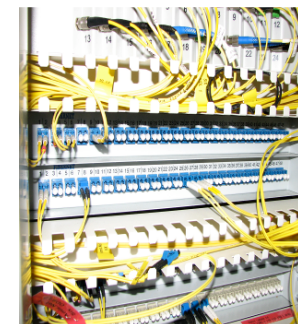


Izvedbo projekta je omogočilo sofinanciranje Evropskega socialnega sklada Evropske unije in Ministrstva za visoko šolstvo, znanost in tehnologijo.

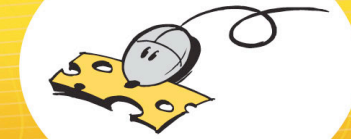


## Optična vlakna

- Zakaj so tako zanimiva
  - “Neomejena” zmogljivost
    - Teoretično: ~100 Tbit/s
    - V praksi : do 3.2Tbit/s (80x40 Gbit/s, 192x10 Gbit/s)
  - Nizka cena: ~1€/km
  - Zanesljiva, poceni za vzdrževanje, niso el. prevodna, lahka, ...



Izvedbo projekta je omogočilo sofinanciranje Evropskega socialnega sklada Evropske unije in Ministrstva za visoko šolstvo, znanost in tehnologijo.



## Prenos svetlobe preko optičnih vlaken

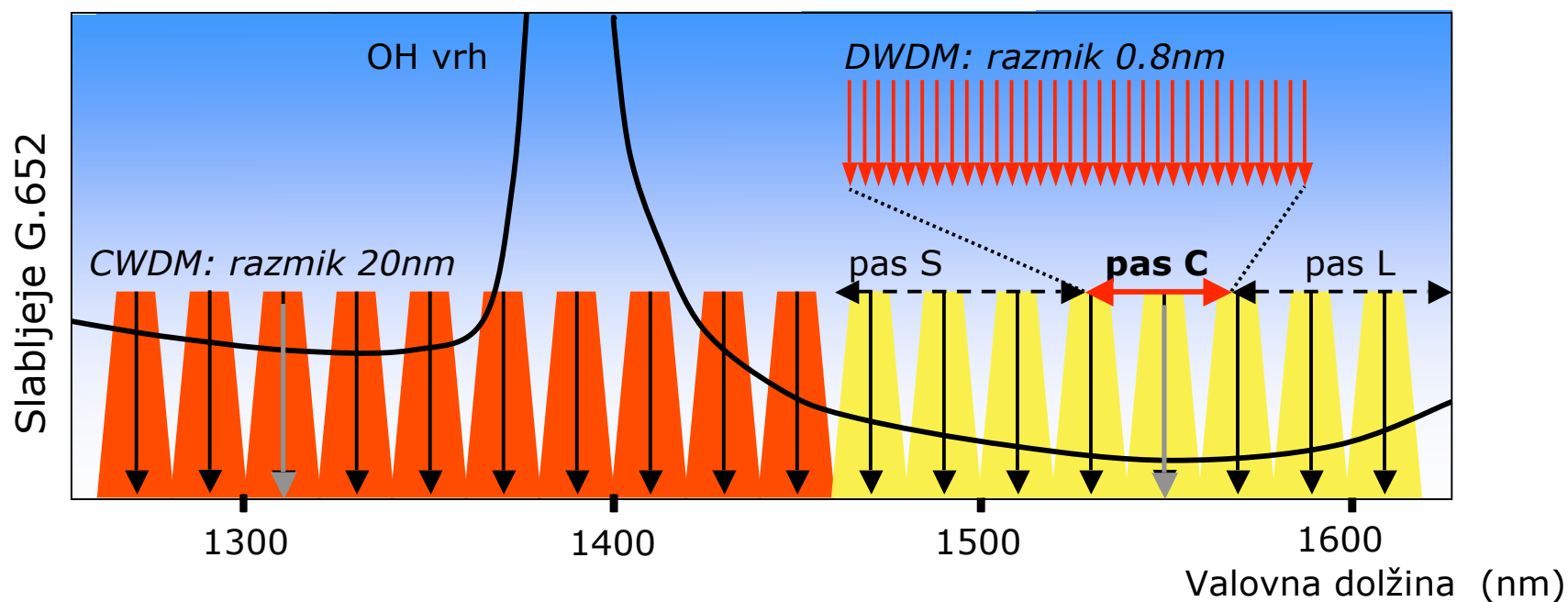
- Kaj prenašamo
  - Infrardečo svetlobo (820nm -1675nm)
  - Vir svetlobe: LED, laserji
  - Detektor: foto dioda
- Slabosti
  - Slabljenje: 0,25 dB/km
  - Disperzija
    - Kromatska (CMD)
    - Polarizacijska (PMD)
  - Popačenje signala, “šum”



Izvedbo projekta je omogočilo sofinanciranje Evropskega socialnega sklada Evropske unije in Ministrstva za visoko šolstvo, znanost in tehnologijo.



# CWDM, DWDM: pasovna širina “kanalov”



Izvedbo projekta je omogočilo sofinanciranje Evropskega socialnega sklada Evropske unije in Ministrstva za visoko šolstvo, znanost in tehnologijo.

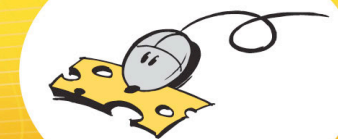


## CWDM:DWDM

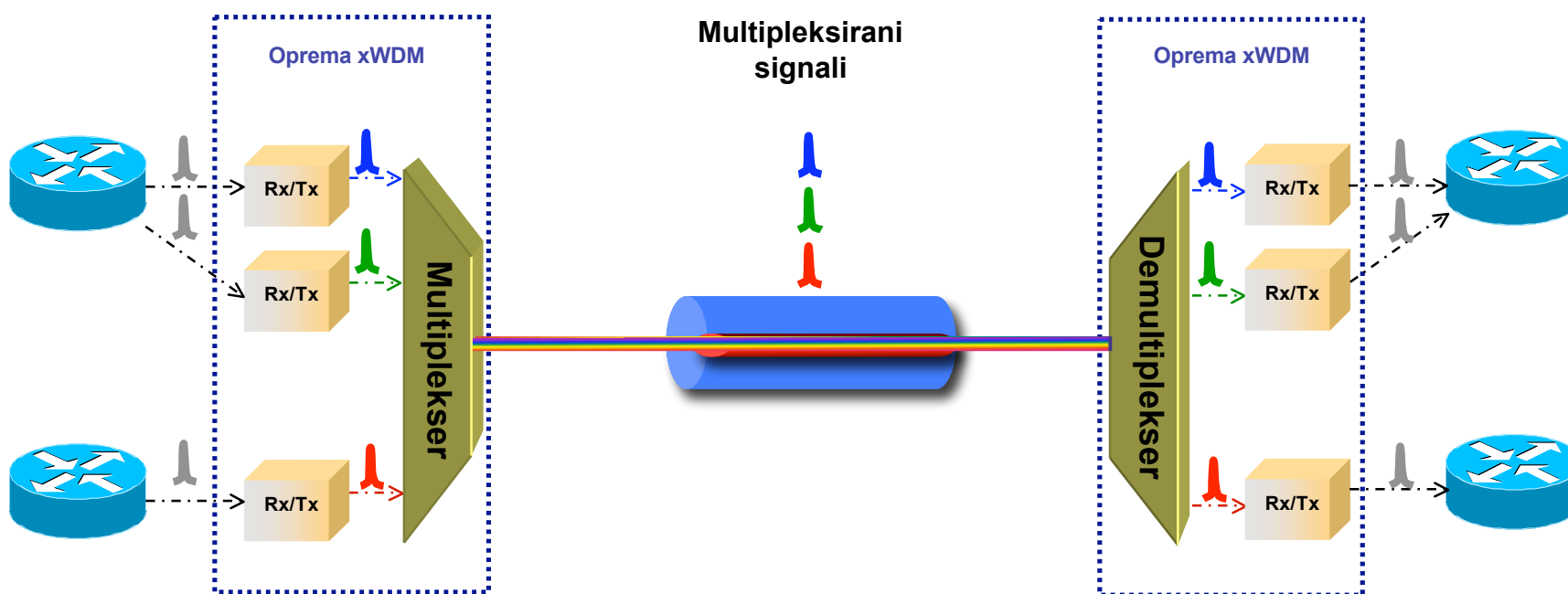
	<b>CWDM</b>	<b>DWDM</b>
Število kanalov (barv)	do 18	do 192
Pasovi	O+E+S+C+L	C+L
Razmik med kanali	20nm	1.6nm, 0.8nm, 0.4nm, 0.2nm
Zmogljivost "kanala"	4Gbit/s	40Gbit/s
Celotna zmogljivost	72Gbit/s	3.2Tbit/s
Možnost ojačanja	NE/komplicirano	EDFA, Raman
Domet	<100km	>1000km
Cena	nizka	visoka
Uporaba	LAN, MAN	MAN, WAN



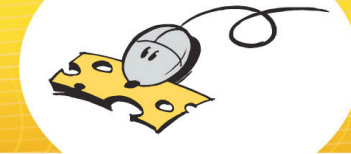
Izvedbo projekta je omogočilo sofinanciranje Evropskega socialnega sklada Evropske unije in Ministrstva za visoko šolstvo, znanost in tehnologijo.



# xWDM: več signalov preko enega vlakna



Izvedbo projekta je omogočilo sofinanciranje Evropskega socialnega sklada Evropske unije in Ministrstva za visoko šolstvo, znanost in tehnologijo.

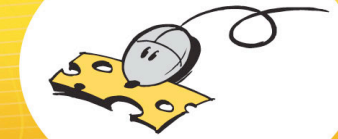


## Nova generacija omrežja ARNES

- Opis stanja in zahtev
  - Hitro naraščajoč promet: >Gbit/s, >10Gbit/s?
  - Novi načini uporabe omrežja
    - Nove storitve, zahteve po QoS
    - Potrebe po zmogljivih povezavah točka-točka
  - Povečan pomen zanesljivosti delovanja: hrbtenica, priklopi
  - Omejena sredstva, visoke cene
    - Zmogljivi usmerjevalniki so zelo dragi
    - Ogromne cene zmogljivih zakupljenih vodov
    - Draga DWDM oprema
- **Zakup optike nekajkrat dražji kot v Evropi**



Izvedbo projekta je omogočilo sofinanciranje Evropskega socialnega sklada Evropske unije in Ministrstva za visoko šolstvo, znanost in tehnologijo.

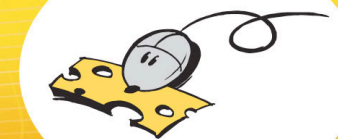


## xWDM v novi generaciji omrežja ARNES

- Značilnosti Slovenije
  - Veliko krajev/vozlišč
  - Precej vozlišč relativno majhnih
  - Vozlišča relativno blizu
- Značilnosti DWDM opreme
  - Omejitev glede števila ojačevalcev
- Rešitev
  - Hkratna uporaba CWDM in DWDM
  - Dvosmerni prenos preko enega vlakna

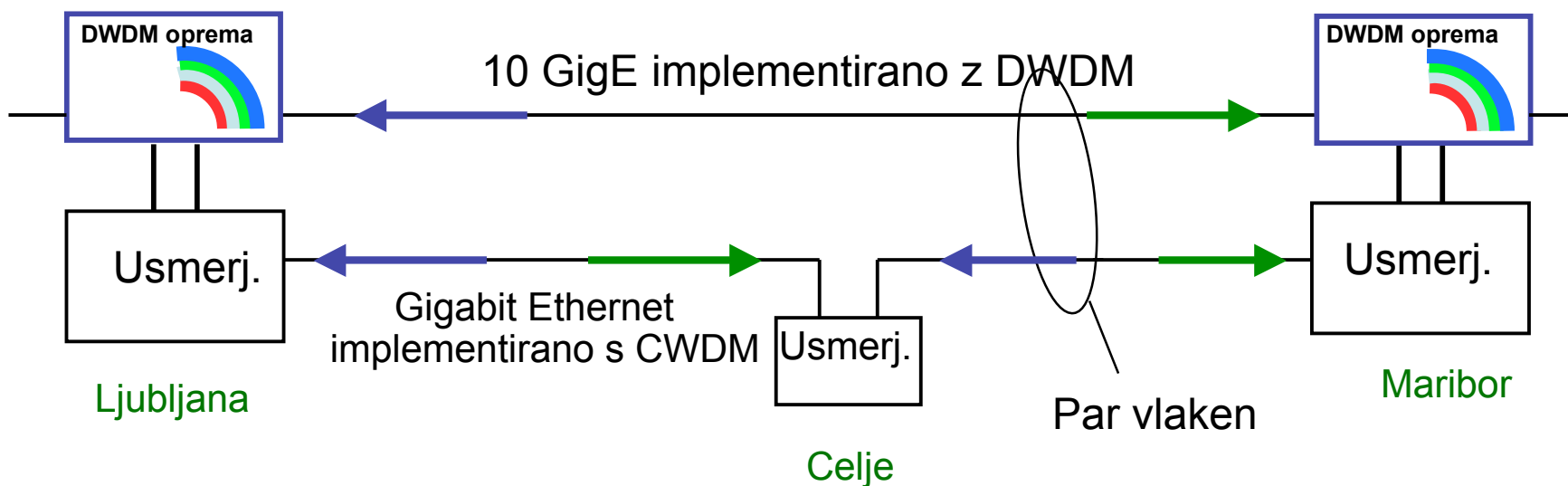


Izvedbo projekta je omogočilo sofinanciranje Evropskega socialnega sklada Evropske unije in Ministrstva za visoko šolstvo, znanost in tehnologijo.

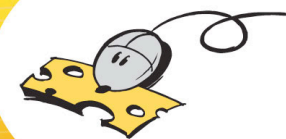


## Dvosmerna uporaba optičnih vlaken

- Eno vlakno je uporabljeno za DWDM
- Drugo vlakno je uporabljeno za povezavo manjših vozlišč s poceni GigE tehnologijo in pasivnim CWDM



Izvedbo projekta je omogočilo sofinanciranje Evropskega socialnega sklada Evropske unije in Ministrstva za visoko šolstvo, znanost in tehnologijo.



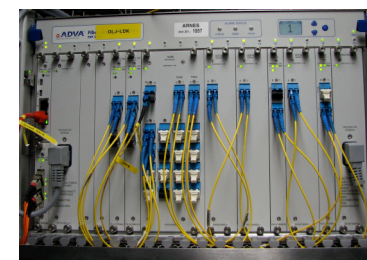
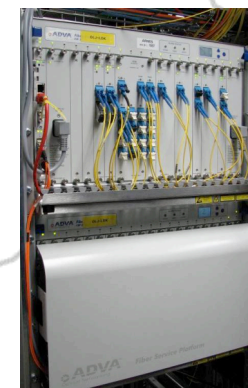
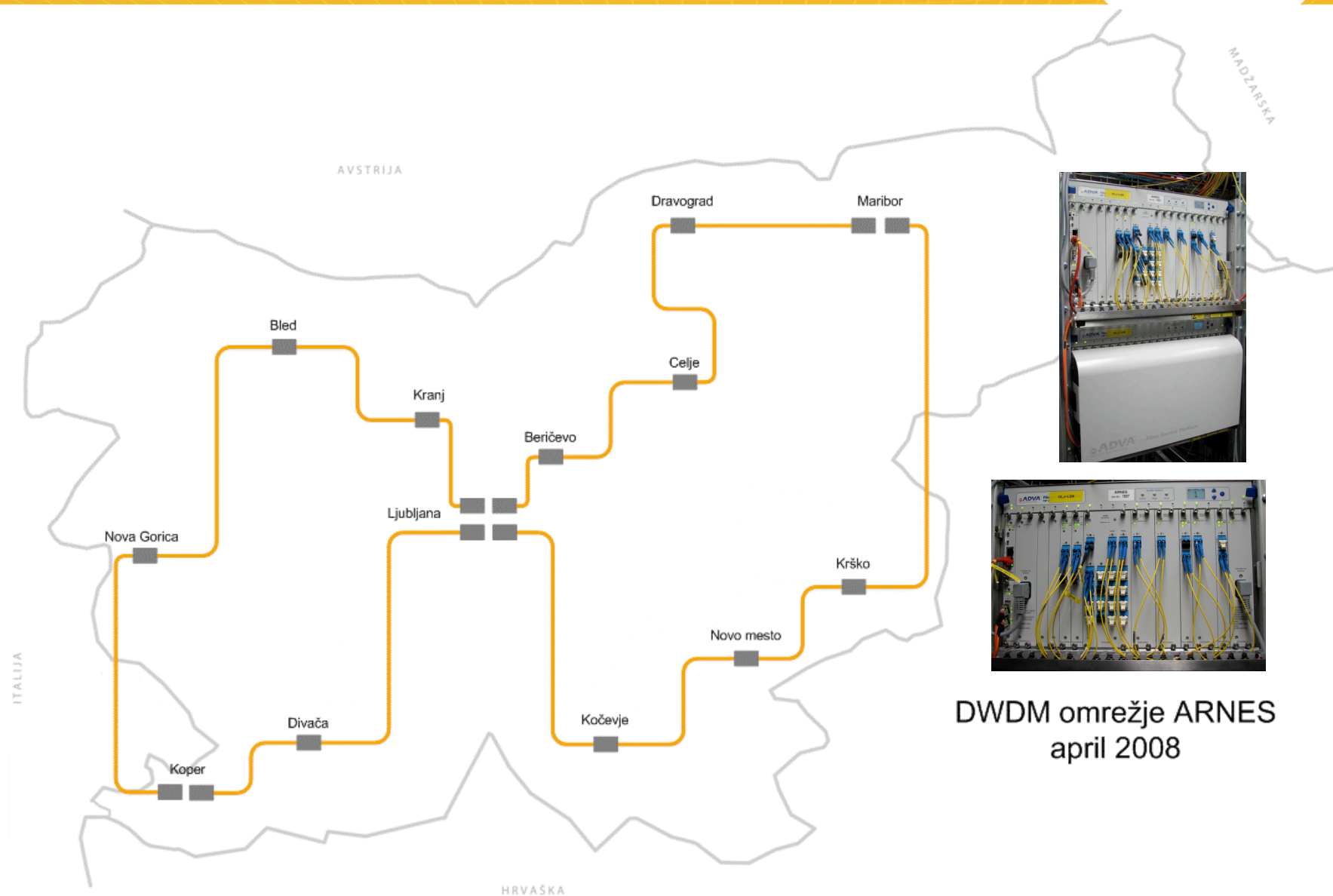
# Optika v omrežju ARNES



Izvedbo projekta je omogočilo sofinanciranje Evropskega socialnega sklada Evropske unije in Ministrstva za visoko šolstvo, znanost in tehnologijo.



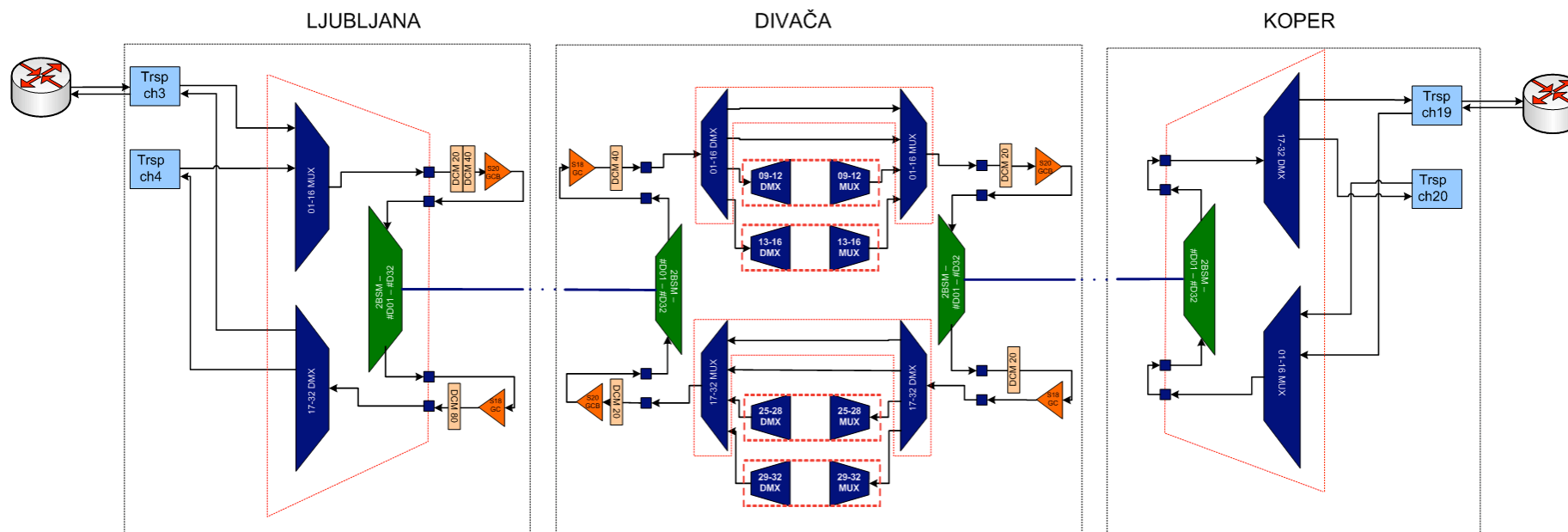
# SPLET IZOBRAŽEVANJA IN RAZISKOVANJA Z IKT SIRIKT 2008



DWDM omrežje ARNES  
april 2008



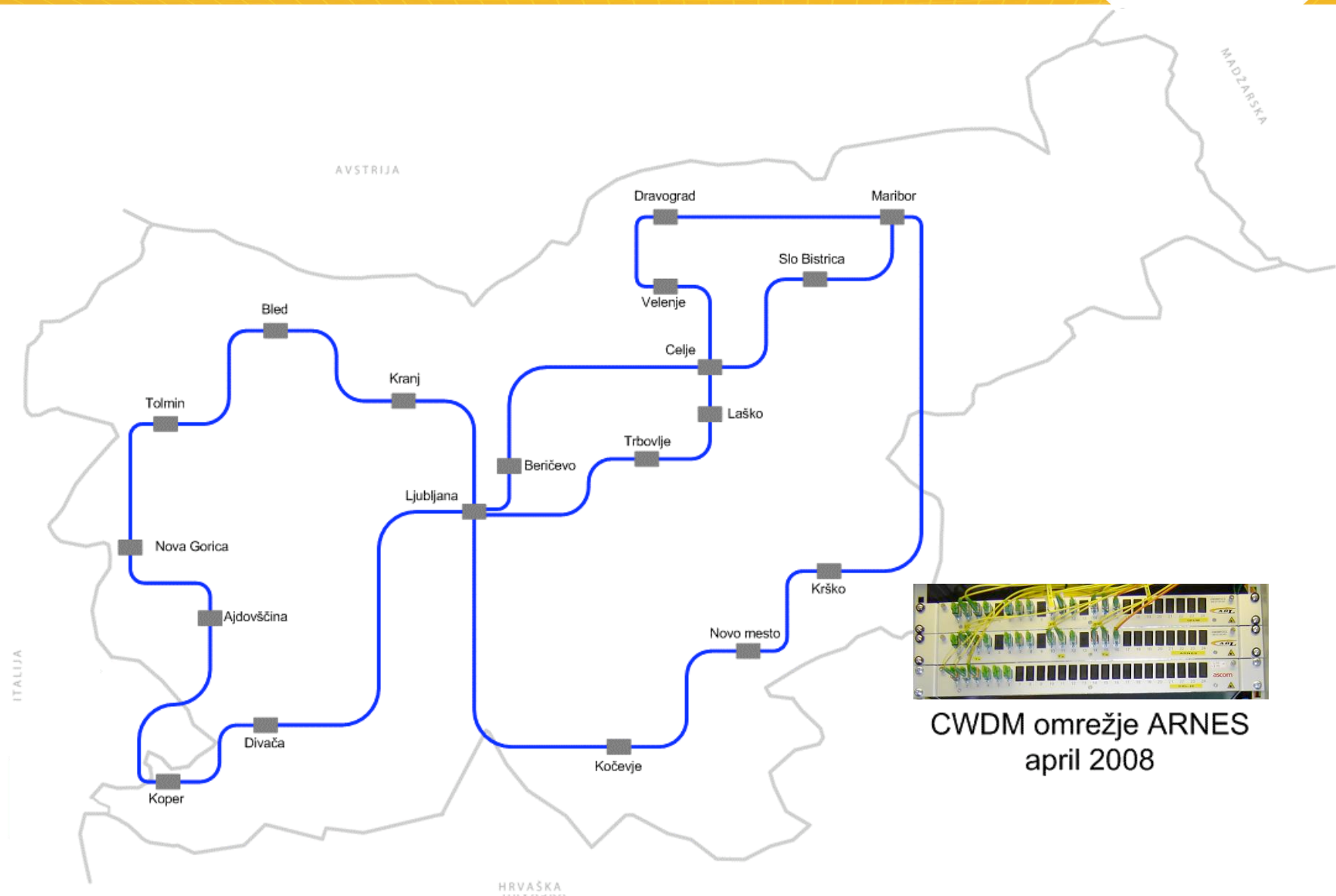
# DWDM - shema relacije LJ - KP



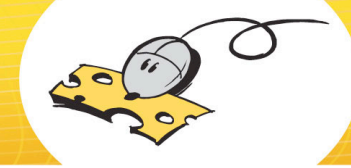
Izvedbo projekta je omogočilo sofinanciranje Evropskega socialnega sklada Evropske unije in Ministrstva za visoko šolstvo, znanost in tehnologijo.



# SPLET IZOBRAŽEVANJA IN RAZISKOVANJA Z IKT SIRIKT 2008



CWDM omrežje ARNES  
april 2008

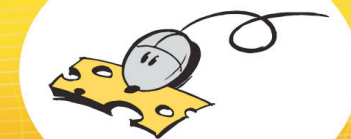


## Lastnosti omrežja

- Zanesljivost
  - Redundantne poti
  - Zanesljiva oprema
- Zmogljivost
  - DWDM: do 16x 10GE
  - CWDM: do 4x 1GE
- Cenovna učinkovitost



Izvedbo projekta je omogočilo sofinanciranje Evropskega socialnega sklada Evropske unije in Ministrstva za visoko šolstvo, znanost in tehnologijo.

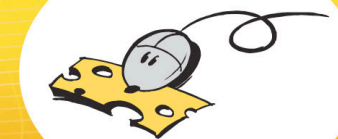


## Kaj pa storitve

- Prenos prometa IP
  - IPv4, IPv6
  - QoS (prioritete, prepustnost, ...), multicast, ...
- Povezave točka-točka za zahtevne projekte
  - Fizika (IJS, Cern), kemija, genetika, klimatologija, astronomija, ...
  - Povezave do redundantnih rač. centrov (IZUM, NUK, ...)
- Slovenija, EU, svet (preko omrežja GÉANT2, I2,...)



Izvedbo projekta je omogočilo sofinanciranje Evropskega socialnega sklada Evropske unije in Ministrstva za visoko šolstvo, znanost in tehnologijo.

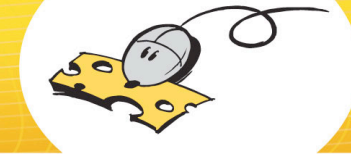


## Pogled v prihodnost - razvoj tehnologije

- DWDM - Večja prepustnost kanalov
  - 40Gbit/s: pocenitev opreme, boljše modulacije, delovanje preko obstoječih omrežij
  - 100Gbit/s: razvoj! Še nekaj nejasnosti:
    - Preko obstoječih DWDM omrežij
    - Več kanalov vzporedno (10x10Gbit/s, 4x 25Gbit/s)
    - Zaporedno (1x 100Gbit/s)
- Ethernet
  - Standardizacija 40Gbit/s in 100Gbit/s
    - 40Gbit/s predvsem med strežniki
    - 100Gbit/s za medkrajevne povezave
    - Standard v 2010; prvi produkti v 2009 (40G) oz. 2010 (100G)



Izvedbo projekta je omogočilo sofinanciranje Evropskega socialnega sklada Evropske unije in Ministrstva za visoko šolstvo, znanost in tehnologijo.



## Plani

- Cilj: dovolj zmogljive povezave do vseh vozlišč!
- Kako:
  - **Dograditev optične hrbtnice**
  - Povečevanje zmogljivosti povezav
    - Širitev CWDM/DWDM
      - Do novih vozlišč
      - Dodatni kanali na obstoječem omrežju CWDM/DWDM
  - Bolj dolgoročno:
    - 10GE preko CWDM
    - Nadgradnja CWDM z DWDM
    - Zmogljivejši kanali: >10Gbit/s (40GigE, 100GigE)
      - Nadgradnja/zamenjava DWDM opreme



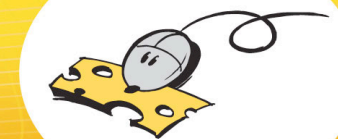
Izvedbo projekta je omogočilo sofinanciranje Evropskega socialnega sklada Evropske unije in Ministrstva za visoko šolstvo, znanost in tehnologijo.



# SPLET IZOBRAŽEVANJA IN RAZISKOVANJA Z IKT SIRIKT 2008

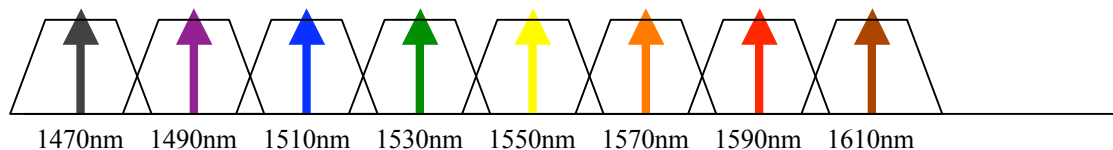


Izvedbo projekta je omogočilo sofinanciranje Evropskega socialnega sklada Evropske unije in Ministrstva za visoko šolstvo, znanost in tehnologijo.

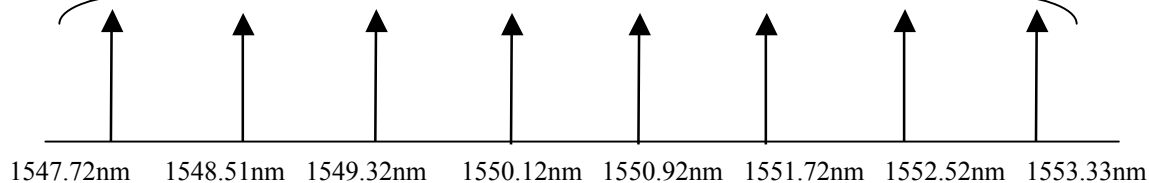


# Nadgradnja CWDM z DWDM

Razmik 20nm

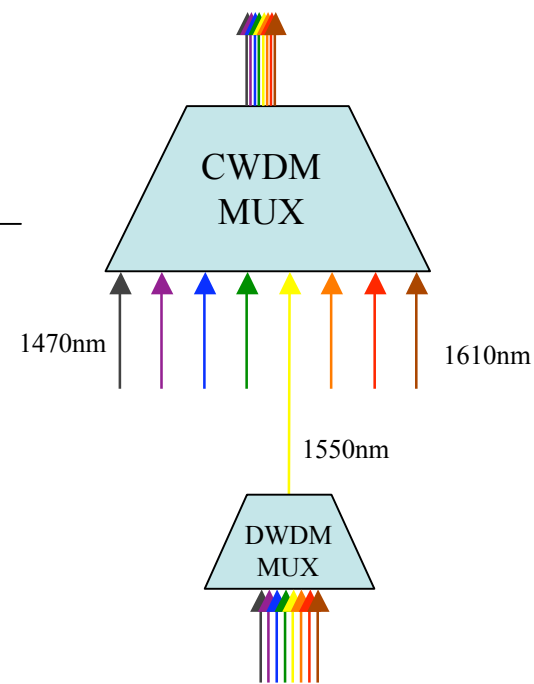


Razmik 0.8nm



8 DWDM kanalov  
v en CWDM kanal

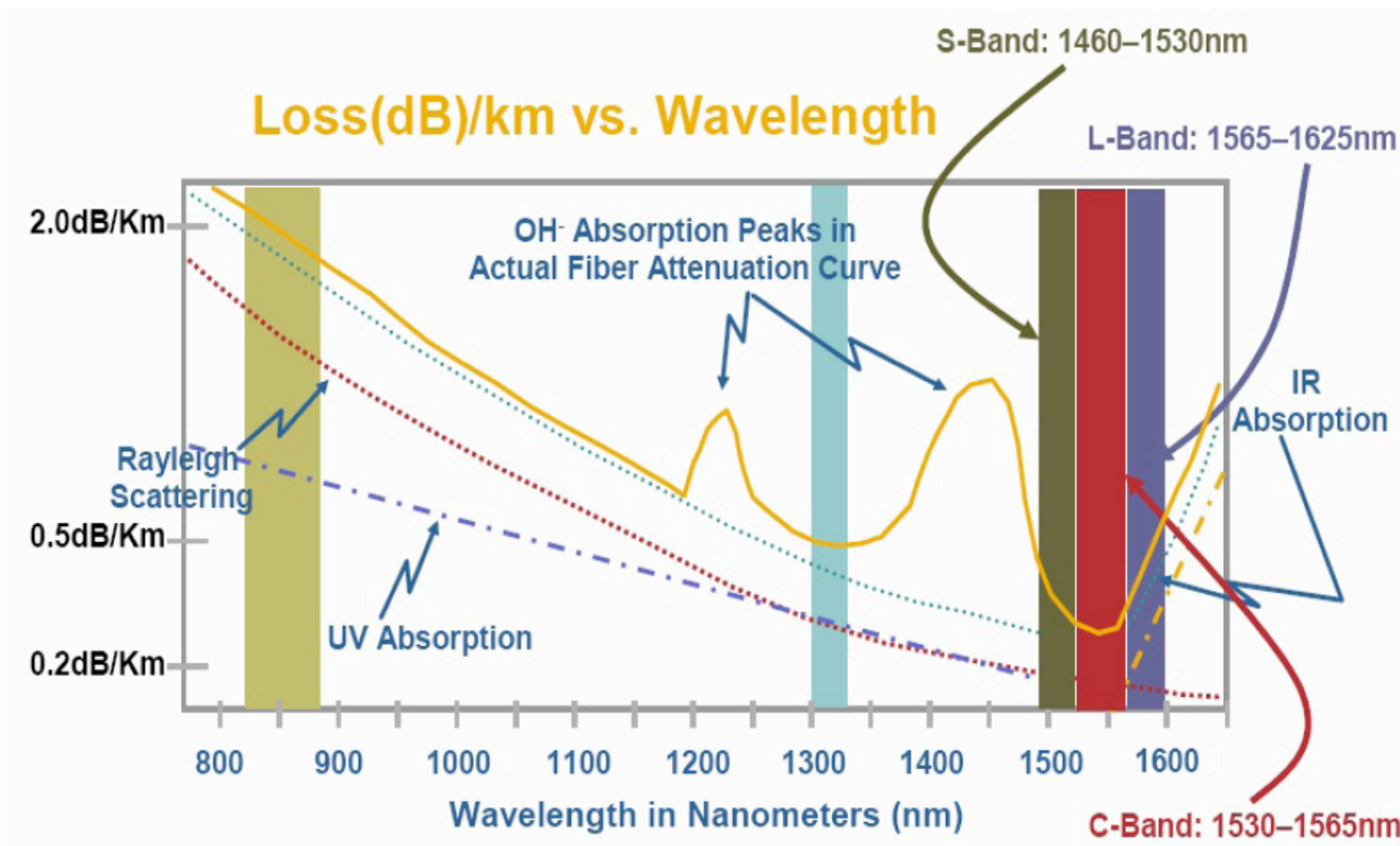
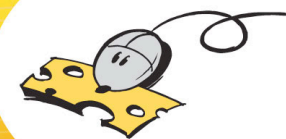
CWDM+DWDM  
link



DWDM kanali



Izvedbo projekta je omogočilo sofinanciranje Evropskega socialnega sklada Evropske unije in Ministrstva za visoko šolstvo, znanost in tehnologijo.





pretvorba decibel / moč			
dB	Izhodna moč kot % vhodne moči	% izgubljene moči	komentar
1	79%	21%	---
3	50%	50%	1/2 moči
6	25%	75%	1/4 moči
9	12%	88%	1/8 moči
10	10%	90%	1/10 moči
17	2%	98%	1/50 moči
20	1%	99%	1/100 moči
25	0.3%	99.7%	1/300 moči
30	0.1%	99.9%	1/1000 moči
40	0.01%	99.99%	1/10,000 moči
50	0.001%	99.999%	1/100,000 moči



Izvedbo projekta je omogočilo sofinanciranje Evropskega socialnega sklada Evropske unije in Ministrstva za visoko šolstvo, znanost in tehnologijo.

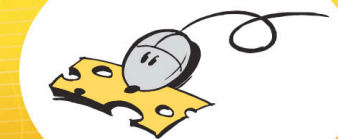


## Uporaba spektra optičnega vlakna

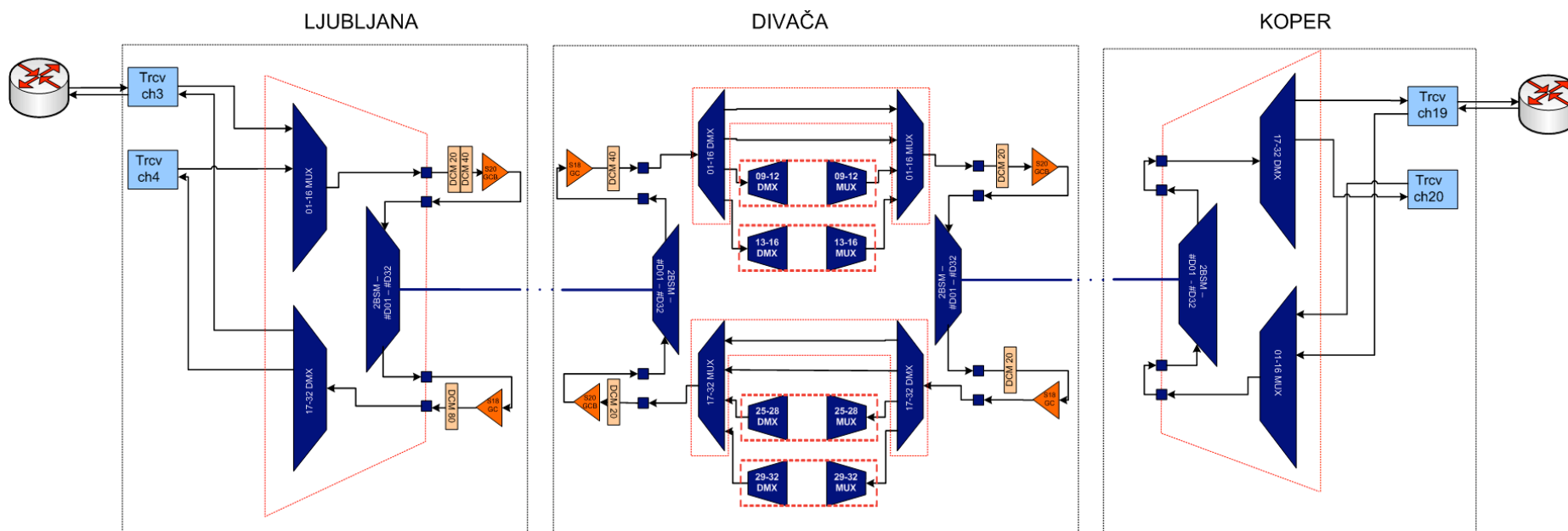
Pas	Ime	Valovna dolžina (nm)	Uporaba
O	Original	1260 – 1360	CWDM, SDH
E	Extended	1360 – 1460	CWDM
S	Short	1460 – 1530	CWDM
C	Conventional	1530 – 1565	CWDM, DWDM
L	Log	1565 – 1625	CWDM, DWDM
U,XL	Ultra-Long	1625 – 1675	DWDM



Izvedbo projekta je omogočilo sofinanciranje Evropskega socialnega sklada Evropske unije in Ministrstva za visoko šolstvo, znanost in tehnologijo.



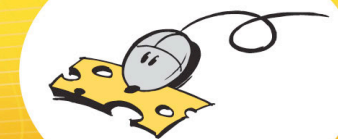
# DWDM - shema relacije LJ - KP



Izvedbo projekta je omogočilo sofinanciranje Evropskega socialnega sklada Evropske unije in Ministrstva za visoko šolstvo, znanost in tehnologijo.



SPLET IZOBRAŽEVANJA IN RAZISKOVANJA Z IKT  
**SIRIKT 2008**



## Naslov prosojnice



Izvedbo projekta je omogočilo sofinanciranje Evropskega socialnega sklada Evropske unije in Ministrstva za visoko šolstvo, znanost in tehnologijo.