



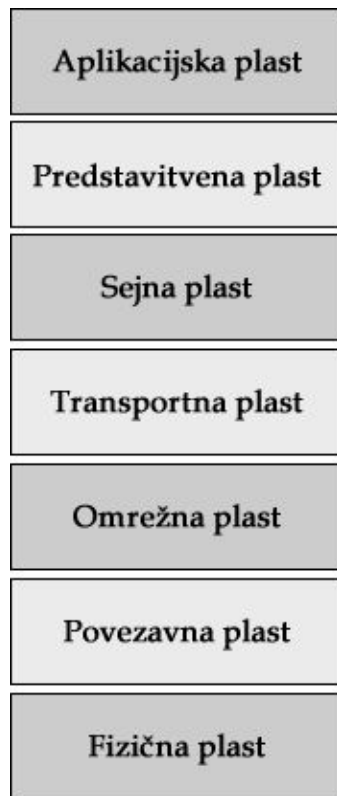
# Računalniške komunikacije

Fizična plast: prenosni mediji,  
brezžična omrežja

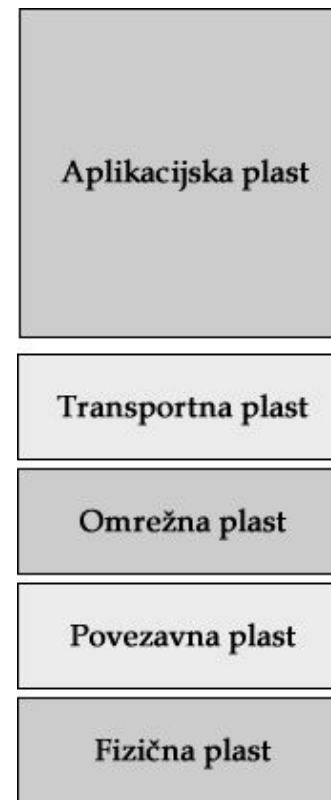
Nosilec predmeta: dr. Jože Rugelj  
Izvajalec predmeta: dr. Jure Mihelič  
Asistent: Matej Zapušek



## Model ISO/OSI



## Model TCP/IP





# “Frizbinet”

## □ Prenosni mediji:

- diskete
- CD, DVD
- USB ključki
- Magnetni trakovi
- SSD diski...



- “Nikoli ne podcenjujte pasovne širine kombija, ki je polno naložen z magnetnimi diski” (po Tanenbaum)



# Naloga

- Pes bernardinec potuje s hitrostjo 18 km/h. V sodčku lahko nosi 3 nosilce podatkov s po 7GB. Za katere razdalje ima Berni hitrejši prenos podatkov kot 155 Mb/s linija?



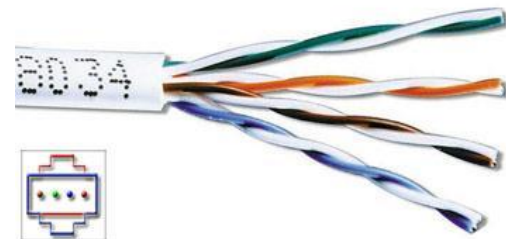
# UTP

- **U**nshielded **T**wisted **P**air (neoklopljena zvita parica)
- Sestavljena iz 4 zvitih paric (omrežja)
  - Telefonija npr.: 2, 4, 6, 25, 100 paric
- Število zavojev na meter (najmanjši presluh)
- Zvita parica
  - 2 izolirani žici, vsaka 1mm premera
  - Prepletene zaradi zmanjšanja interference, presiuna

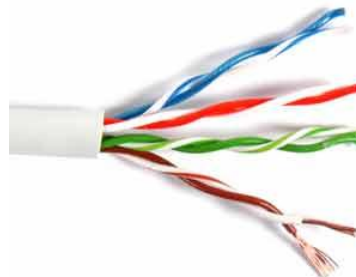
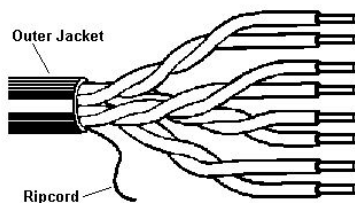
*Shielded twisted pair (STP)*



*Unshielded twisted pair (UTP)*



**UTP Cable (4-pair)**





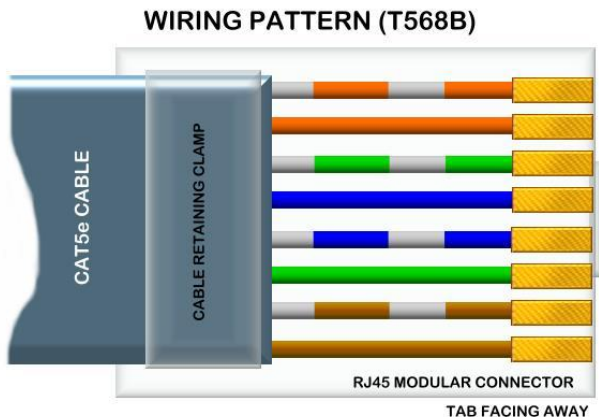
# UTP kategorije

- Cat 1 – telefonija (POTS), ISDN
- Cat 2 – 4 Mb/s, Token Ring
- Cat 3 – TIA/EIA-568-B, do 16 Mhz, 10 Mb/s Ethernet
- Cat 4 – do 20 MHz, 16 Mb/s Token ring
- Cat 5 – do 100 MHz, 100 Mb/s Ethernet omrežja, tudi 1Gb/s Ethernet
- Cat 5e - TIA/EIA-568-B, do 100 MHz, 100Mb/s, 1Gb/s Ethernet
- Cat 6 – TIA/EIA-568-B, 250MHz
- Cat 6a: ANSI/TIA/EIA-568-B.2-10, do 500MHz, 10 Gb/s
- Cat 7: 4x STP + zunanje ščitenje, do 600 MHz
  
- Od kod tolikšne razlike med kabli?:
  - Število navojev
  - Čistoča bakra



# UTP konektorji

- RJ – **R**egistered **J**ack številka 45
- Kratko – RJ45
- Definira
  - Obliko konektorja
  - Kako morajo biti posamezni pini zvezani (kateri kabel na kateri del priključka)





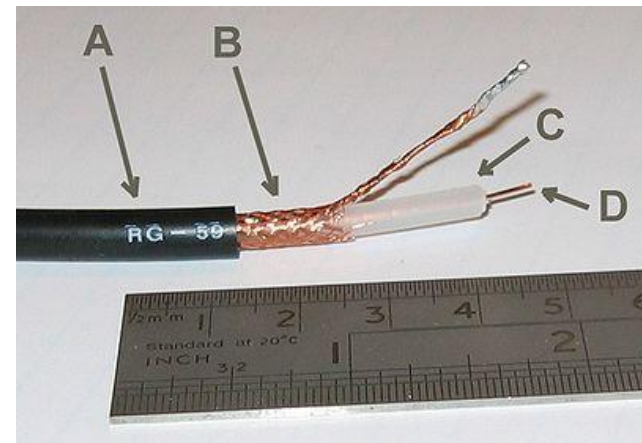
# UTP – prednosti in slabosti

- Prednosti
  - Tanek, fleksibilen
  - Najcenejši na meter
  
- Slabost
  - Krhkost
  - Dušenje motenj odvisno od prepletanja
  - prisluškovanje




# Koaksialni kabel

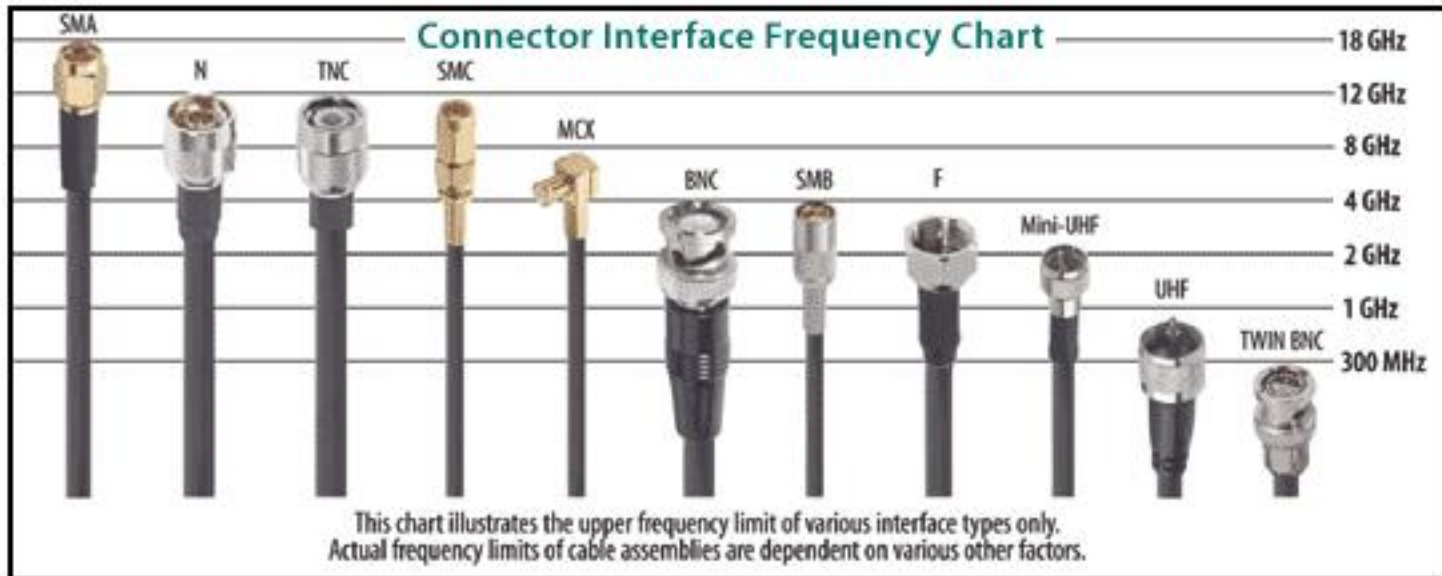
- Dobra zaščita pred zunanjimi EM vplivi
- Pasovna širina do 1GHz
- Uporaba: npr. kabelska televizija
  
- A – zunanja plastična izolacija
- B – prepleten zunanji prevodnik (Faradejeva kletka)
- C – notranji izolacijski material
- D – bakreni vodnik





# Koaksialni kabel - konektorji

<b>RG174/U</b>  <b>50 Ohm Impedance</b>	<ul style="list-style-type: none"><li>• Center Conductor: 26 (7x34) AWG bare copper covered steel</li><li>• Shielding: Tinned copper braid (90% coverage)</li><li>• Insulation: Polyethylene</li><li>• Jacket: Black PVC</li><li>• Operating Temperature: -40°C - +75°C</li></ul>	<b>NOMINAL ATTENUATION</b>		
		MHz	db/100 ft	db/100m
		50	5.8	19.0
		100	8.4	27.6
		200	12.5	41.0
		400	19.0	62.3
		1000	34.0	111.5



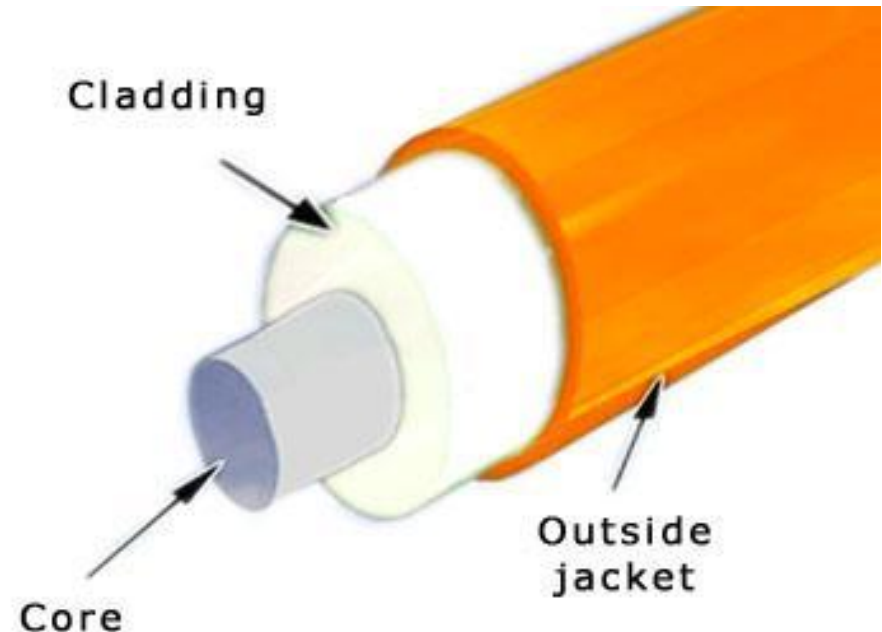


# Optični kabel

- Podobni koaksialnim, brez zunanje prevodnika
- Izvor svetloba: LED diode, polprevodniški laserji
- Hitrost: do 1Tb/s (z multipleksiranjem)

- Sestava:

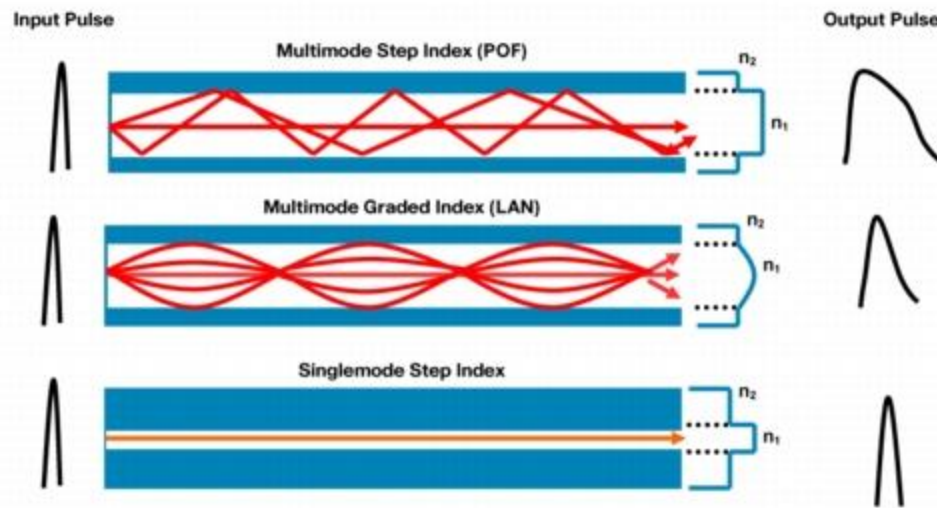
- Stekлено jedro (visoka prepustnost svetlobe)
- Steklen obod (slaba svetlobna prevodnost)
- Plastičen oklop (izolacija)





# Optična vlakna

- Mono-modna vlakna (rumena), 8-10  $\mu\text{m}$ 
  - Svetloba lahko potuje le v eno smer
  - Primerna za dolge razdalje (100km), saj imajo majhne izgube
  
- Multi-modna vlakna (oranžna), 50  $\mu\text{m}$ 
  - Svetloba se odbija v različnih smereh (popolni odboj)
  - Cenejša od mono-modnih vlaken





# Optični kabel - konektorji

- Na konektorjih se izgubi 10-20% svetlobe





# Optična vlakna – prednosti in slabosti

## □ Prednosti

- Visoke hitrosti
- Dolge razdalje

## □ Slabosti

- Krhkost
- Cena
- Varjenje (drage naprave, ki to lahko naredijo)
- Prisluškovanje (varnost z plinskim ovojem z določenim pritiskom)



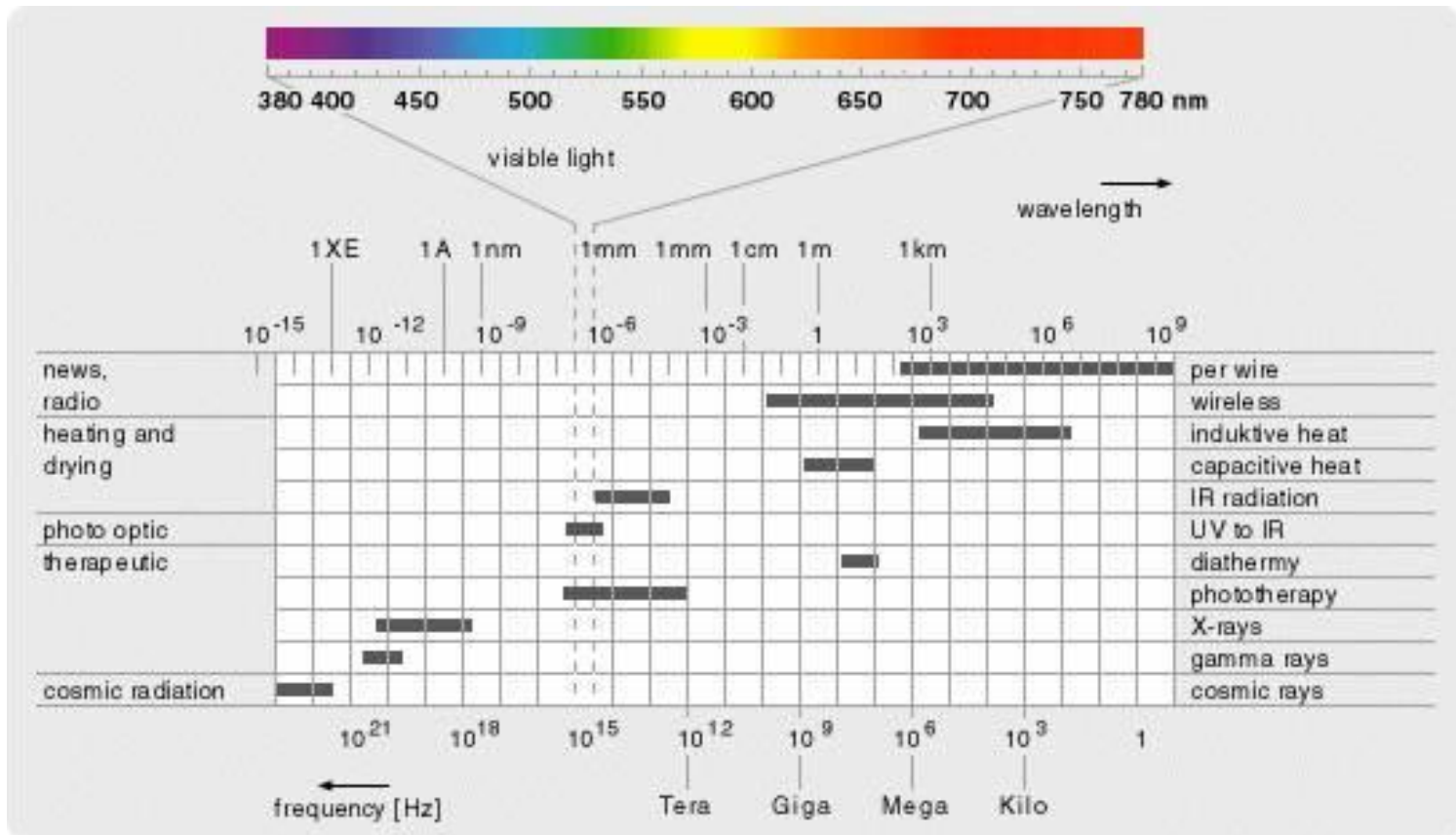
Fizična plast

# BREZŽIČNA OMREŽJA



# Zrak kot prenosni medij

- Elektromagnetno sevanje se relativno dobro širi po zraku
- Elektromagnetni spekter:





## □ Radijski valovi

- VLM, LF, MF: razdalje do 1000 km (sledijo ukrivljenosti zemlje)
- HF, VHF valovi: absorbira jih zemlja, odbija se od ionosfere, HAM radio, vojska, policija, radioamaterji.

## □ Mikrovalovi

- 100 MHz – 10 GHz
- Potujejo skoraj premočrtno
- Parabolične antene (zberemo signal v središče)
- Pri 4 GHz absorbcija v vodi (npr. da dežuje)



## Infrardeči spekter

- Kratek doseg, ovirajo jih trdni predmeti (npr. daljinec za TV)
- Dobri za komunikacijo znotraj ene sobe
- Frekvence se ne licencirajo (ne potrebujemo zakupiti pravice za uporabo)

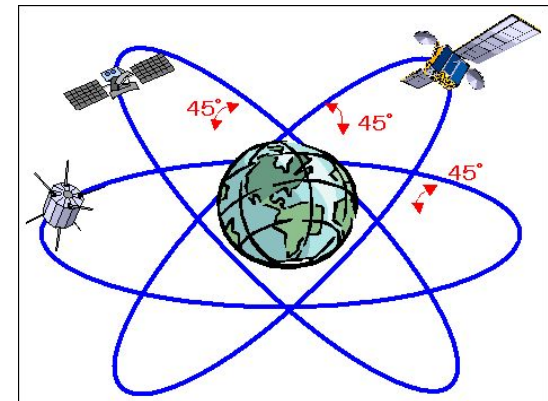
## Svetloba

- Laserji:
  - Visoka pasovna širina
  - Nizka cena
  - Dež, megla, konvekcija



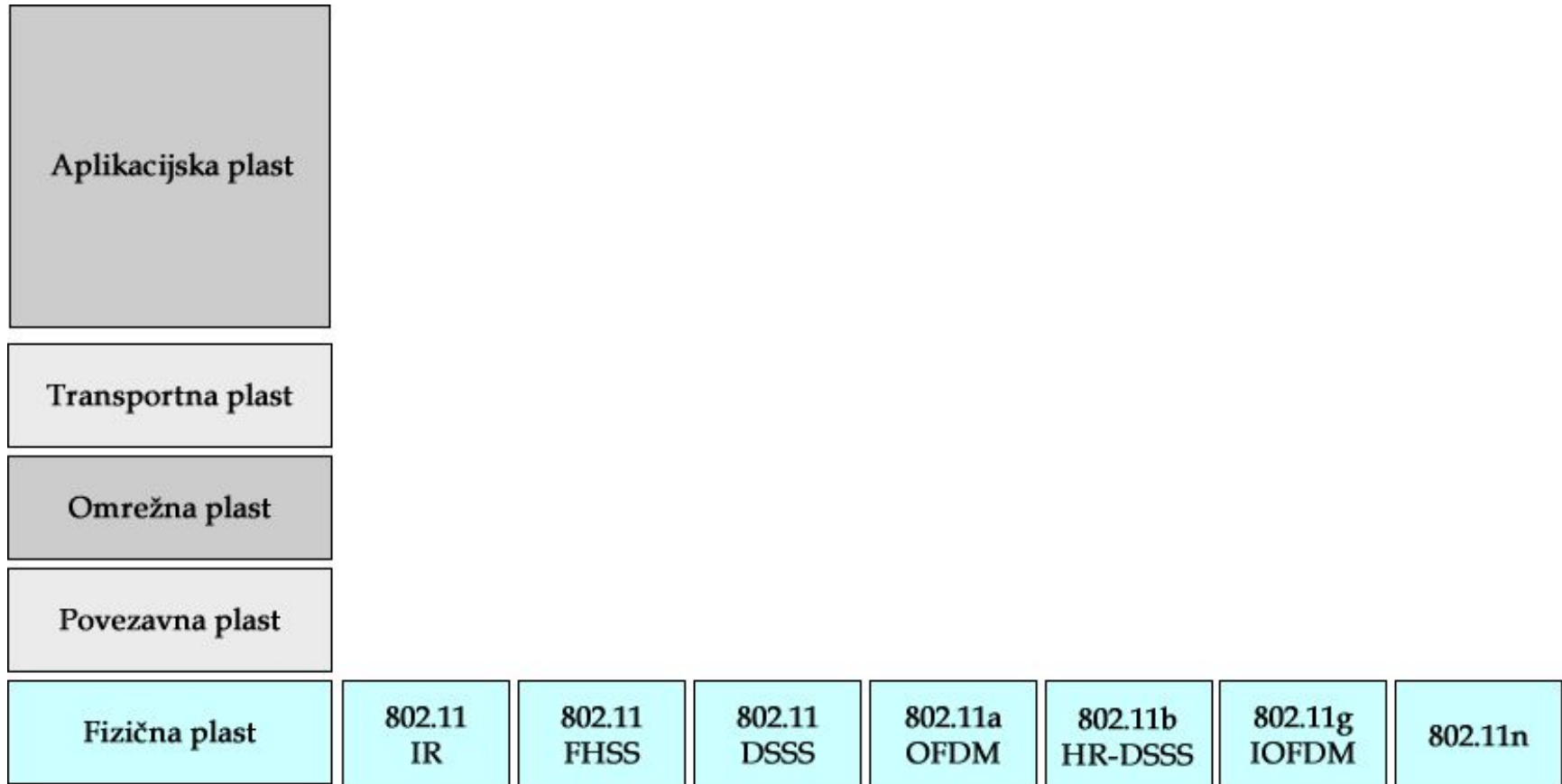
# Satelitske komunikacije

- Postaja na zemlji, ki pošilja podatke na satelit..
- **Transponder** – sprejema določene frekvence, jih ojača in pošlje nazaj na zemljo
  
- Geostacionarni (GEO) sateliti (nahajajo se nad isto zemeljsko točko)
  - 35.800 km
  - L, S, C, Ku Ka spekter (1.5 – 20 GHz)
- MEO sateliti (Medium earth Orbit)
  - 18.000 km, 6 urna-perioda
  - GPS
- LEO sateliti (Low Earth Orbit)
  - Iridium: 77 satelitov, 750 km





# Sklad 802.11





# Sklad 802.11

- 802.11 IR
  - Infrardeča svetloba
  - Hitrosti 1Mb/s, 2Mb/s
- 802.11 FHSS
  - Frequency Hopping Spread Spectrum
  - 79 kanalov po 1MHz, 2.4 GHz področje
- 802.11 DSSS
  - Direct Sequence Spread Spectrum
  - Fazna modulacija (1Mb/s, 2Mb/s)
  - Za vsak bit 11 kod (chips)



# Sklad 802.11

- 802.11a OFDM
  - Orthogonal Frequency Division Multiplexing
  - 54 Mb/s, 5 GHz frekvenčni pas
  - 52 frekvenc, 48 za podatke, 4 za sinhronizacijo
  - Gre za varianto "spread spectrum"
  
- 802.11b HR-DSSS
  - High Rate Direct Sequence Spread Spectrum
  - 11 milijonov kod na sekundo
  - 1,2,5.5, 11 Mb/s, 2.4 GHz
  - Počasnejši od 802.11a, vendar do 7x večji doomet
  - Rekord okoli 300 km



- 802.11g OFDM
  - Orthogonal Frequency Division Multiplexing
  - Enaka modulacija kot 802.11a
  - Frekvenčni pas 2.4 GHz
  - Do 54 Mb/s
  
- 802.11n
  - Združevanje kanalov (za povečevanje hitrosti)
  - MIMO - Multiple Input Multiple Output



# 802.11x

- Med kanali 5 MHz
- Protokol zahteva 25 MHz za ločevanje kanalov => prekrivanje
- Uporabni kanali:
  - ZDA: 1,6,11
  - Slovenija: 1,5,9,13
- Poleg frekvence tudi največja moč oddajanja (30dB)

Kanal	Frekvenca (MHz)
1	2412
2	2417
3	2422
4	2427
5	2432
6	2437
7	2442
8	2447
9	2452
10	2457
11	2462
12	2467
13	2472
14	2484



# Prisluškovanje

- Wifi deluje podobno kot Ethernet
  - Brez zaznavanja trkov
  
- Radijski signal lahko sprejema kdorkoli
  
- Monitor mode
  
- Doseg omrežij WiFi
  - Nekaj 10 metrov
  
- Šifriranje
  - WEP, WPA, WPA2



# Širokopasovne brezžične povezave

- 802.16
  - Broadband Wireless Access, Wireless MAN, WiMAX
  - Stacionarne postaje
  - Večji domet
  - Večja pasovna širina
  - Podpora storitvam v realnem času
  - 802.16 QPSK, QAM-16, QAM-64
  
- WiMAX
  - 802.16-2004, 802.16e-2005
  - 70 Mb/s