



Internet

Kako deluje internet

Računalniško omrežje



- **PONOVIMO** – internet je globalna mreža medsebojno povezanih sistemov (omrežij, računalnikov in drugih naprav) za namen komuniciranja.
 - Po domače: je infrastruktura po kateri se pretakajo informacije. Kot avtocesta, vozila pa so informacije, ki se pretakajo.
 - Internet je le en tip računalniškega omrežja.
- Sestavni deli **računalniškega omrežja**:
 - **Računalniki** (vsaj dva)
 - **Komunikacijska infrastruktura** (naprave in kabli, ki jih povezujejo)
- Računalniško omrežje omogoča **komunikacijo** med računalniki in **deljenje virov** (računalniške zmogljivosti).

Trinivojska struktura interneta

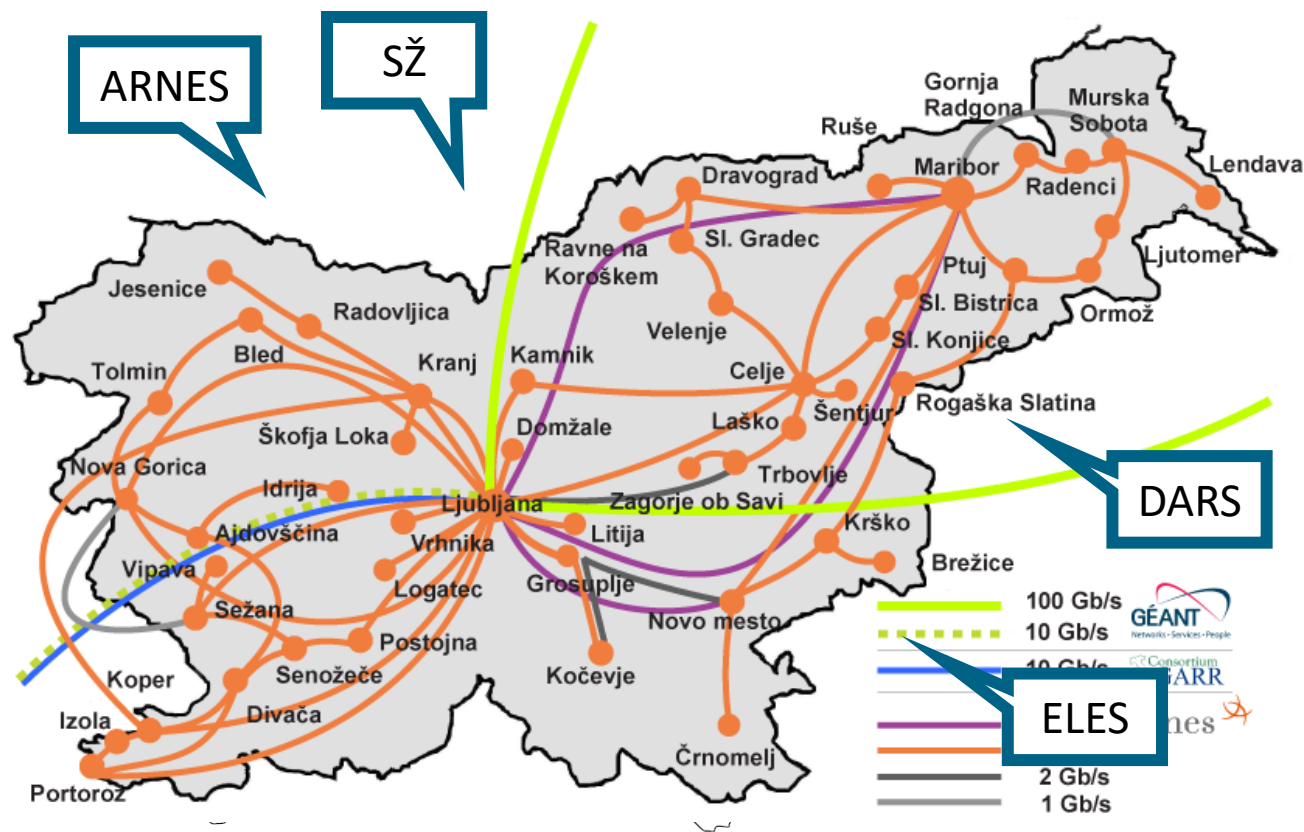
- 1. nivo (Tier 1): **Hrbtenica** drži skupaj ves internet.
 - So največja omrežja, ki zagotavljajo meddržavne ali medkontinentalne povezave.
 - Za njih je značilno, da se obravnavajo kot enakovredna in si med seboj promet izmenjujejo brezplačno.
 - Nam najbližje vozlišče je na Dunaju, kjer tečejo omrežja Deutsche Telekom, Telia-e in Level 3.

Interaktivni zemljevid

Trinivojska struktura interneta



- 2. nivo (Tier 2): **Distribucijska omrežja** so regionalna ali prenosna omrežja.
 - Promet si med seboj izmenjujejo brezplačno, a se večkrat povezujejo z omrežji Tier 1, za kar pa plačajo.
 - To so po večini regionalni operaterji (Telekom Slovenije, ELES, DARS, SŽ).
 - Distribucijsko omrežje mora imeti povezavo z vsaj dvema drugima omrežjema.



Trinivojska struktura interneta



- 3. nivo (Tier 3): **Dostopovna omrežja** so lokalna ali krajevna omrežja.
 - Povezujejo naše uporabniške naprave do dostopnih točk Tier 2 omrežij.
 - Omrežja za vsako povezavo z drugimi omrežji plačujejo.
 - To so lokalni ponudniki (npr. T-2, Telemach). Če ponudnik internet najema dostopovni del omrežja pri Telekomu Slovenije, je ta Tier 3 omrežje.
- Za uporabo vseh Tier omrežij, pa je potrebno upoštevati **tehnoške protokole** za prenos podatkov, ki jih taka omrežja podpirajo.
- Za delovanje vseh Tier omrežij pa skrbijo **omrežne naprave**.

Tehnološki protokoli

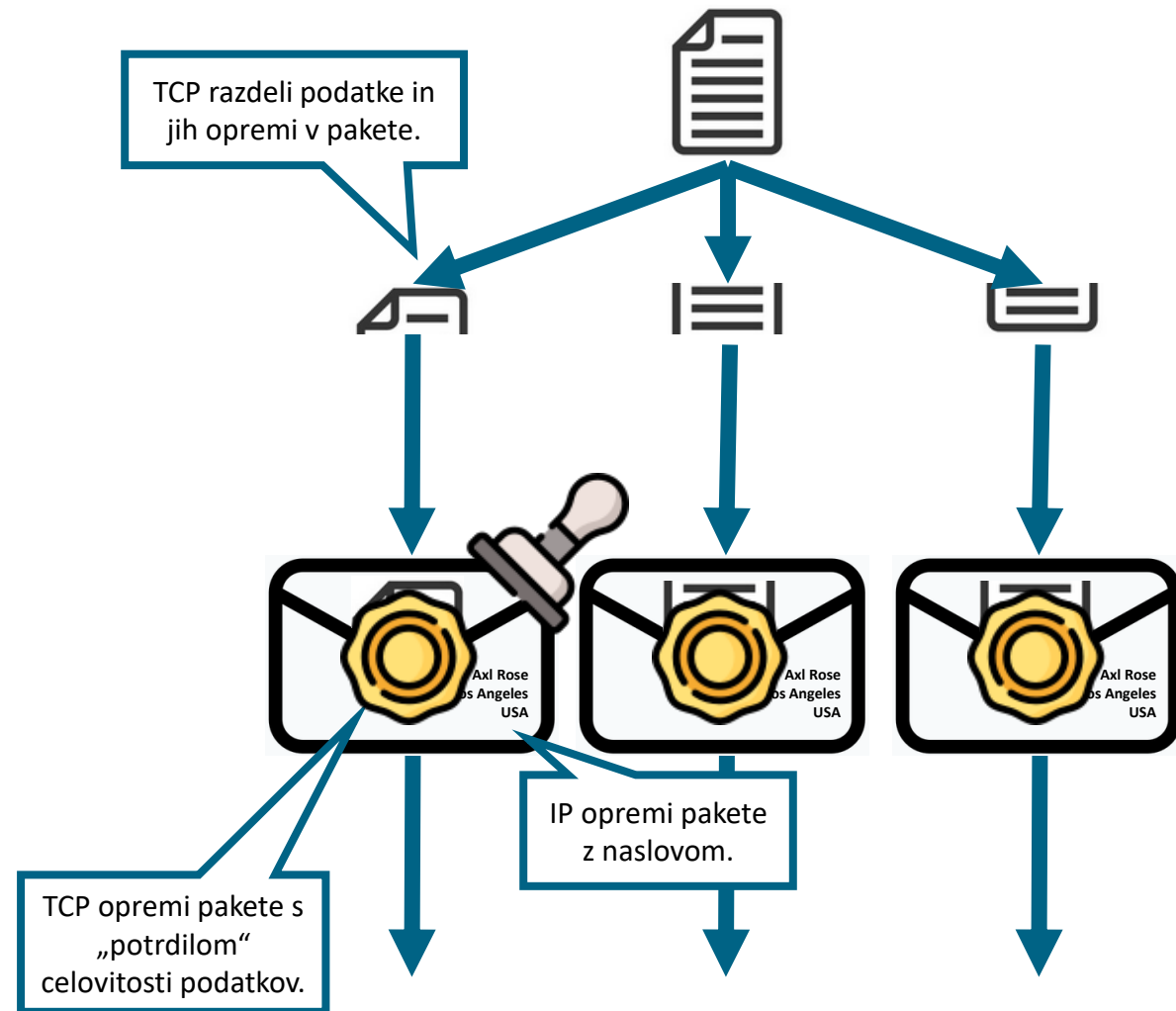


- Računalniki (in ostale naprave, povezane v internet) se med seboj sporazumevajo tako, da uporabljajo **tehnološke protokole** – skupek pravil ali dogovorov o tem, kako komunicirati in kako razumeti preneseno sporočilo.
- **Protokol** je predpisan način, na katerega si lahko dva ali več naprav izmenjuje podatke.
 - Natančna definicija protokola je določena s **specifikacijo** protokola.
 - Protokol si lahko predstavljamo kot nekakšen pravilnik o obnašanju, ki se ga moramo natančno držati, če želimo delovati v omrežju.

TCP/IP nabor protokolov



- TCP/IP je nabor protokolov, ki skrbijo za **zanesljivo sporazumevanje** preko **nezanesljivega omrežja** (interneta).
- **TCP** (Transmission Control Protocol) omogoča zanesljiv prenos podatkov.
 - Ta protokol vsak podatek razdeli na **pakete** in jih ločeno pošlje v omrežje. Na cilju se paketi sestavijo nazaj v izvoren podatek.
 - Alternativa temu je **UDP** protokol, ki je nekoliko hitrejši, ampak ni zanesljiv.
- **IP** (Internet Protocol) omogoča iskanje ustrezne poti skozi omrežje.



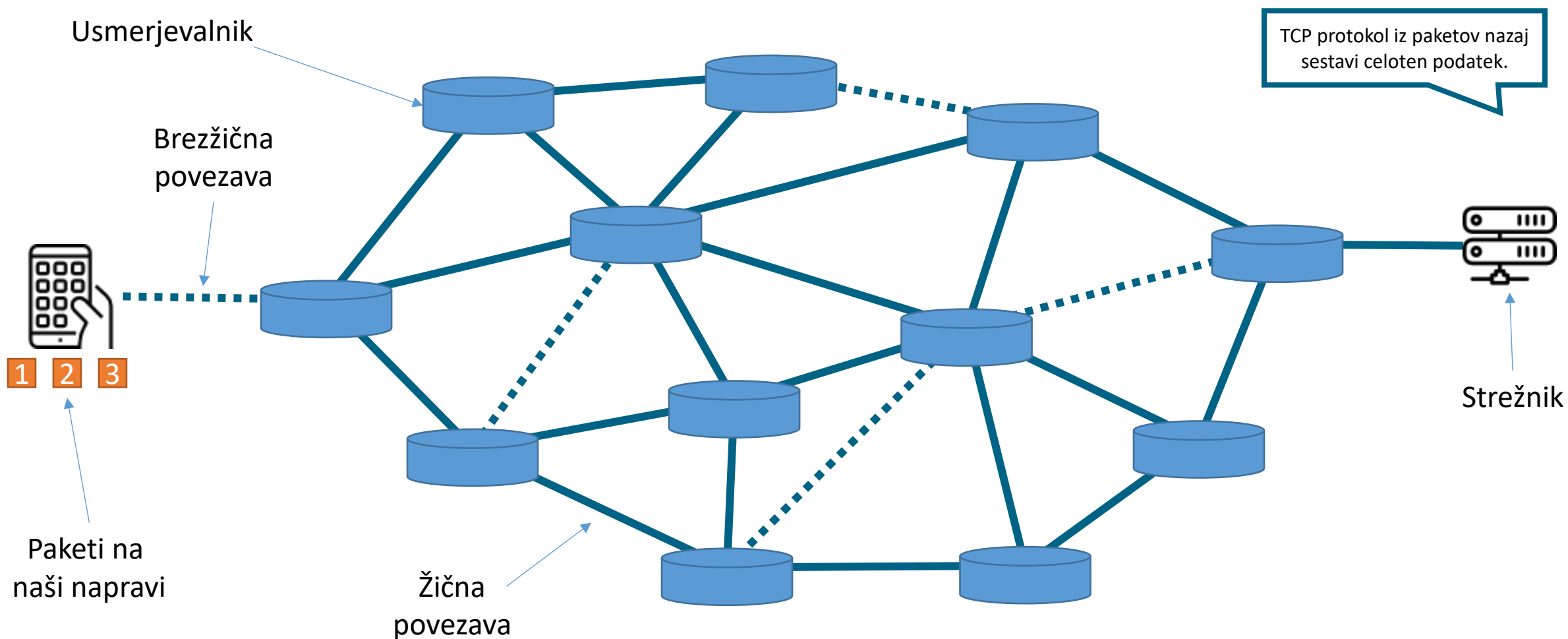
Usmerjevalnik (angl. *router*)



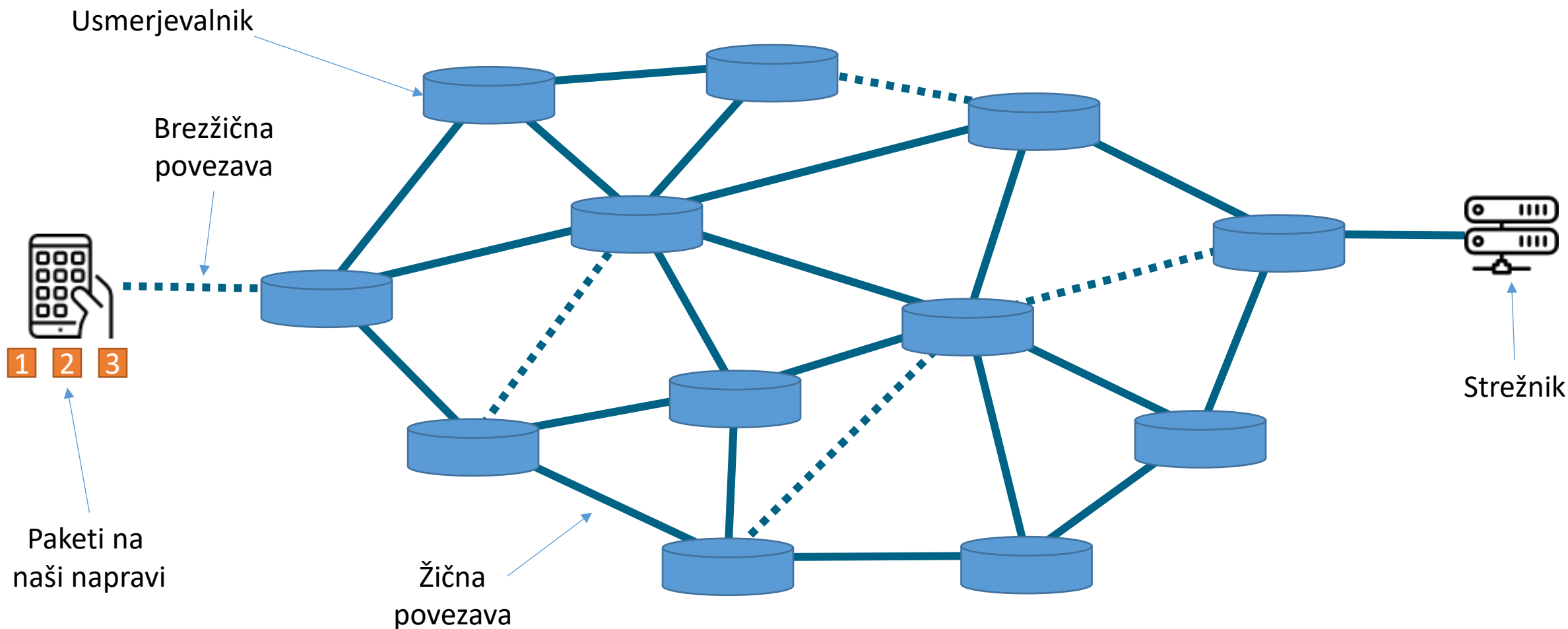
- Dobi paket, ga prebere in na podlagi tega določi **nadaljnjo pot paketa**.
- Se odločajo o poti na osnovi **stanja omrežja** (obremenjenosti povezav, izpada linij) in **lastnosti paket** (dolžine in nujnosti).
- Poznajo računalnike v svoji okolici in najbližje usmerjevalnike.
- Paket potuje od usmerjevalnika do usmerjevalnika, dokler ne naleti na takega, ki ga lahko usmeri na naslovnikov računalnik.



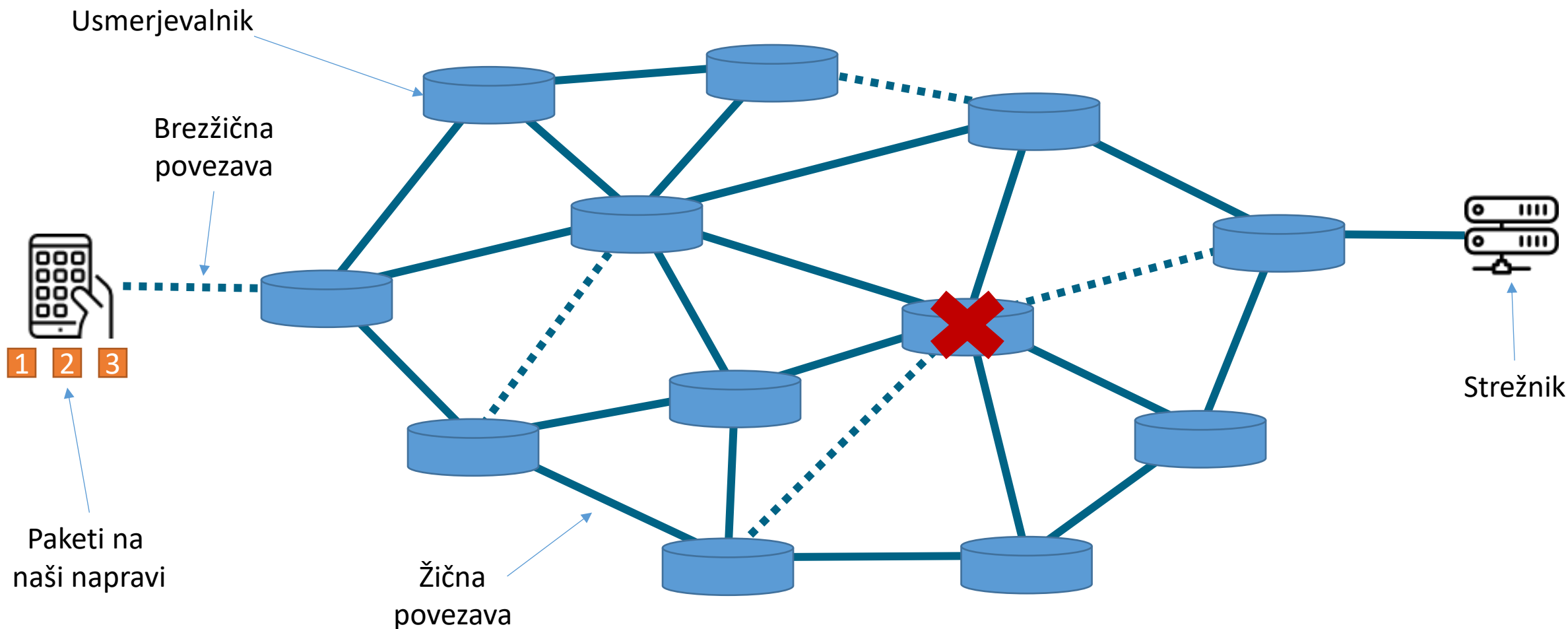
Usmerjevalnik (angl. *router*)



Usmerjevalnik (angl. *router*)



Usmerjevalnik (angl. *router*)



Usmerjanje

- Vizualna demonstracija usmerjanja
- Lahko preizkusimo na svojem računalniku.

```
Command Prompt

0:\>tracert www.google.com

Tracing route to www.google.com [216.58.214.228]
over a maximum of 30 hops:
  0  <1 ms    <1 ms    <1 ms    192.168.0.1
  1  6 ms     6 ms     8 ms     10.225.128.1
  2  7 ms     7 ms     7 ms     185.72.62.9
  3  10 ms    17 ms    10 ms    185.66.149.11.ipv4.telemach.net [185.66.149.11]
  4  11 ms    10 ms    14 ms    185.66.149.11.ipv4.telemach.net [185.66.149.11]
  5  10 ms    12 ms    10 ms    peer-AS21042.sbb.rs [82.117.193.217]
  6  18 ms    17 ms    21 ms    bg-tp-m-0-be1.sbb.rs [89.216.5.77]
  7  23 ms    19 ms    21 ms    72.14.219.230
  8  20 ms    20 ms    21 ms    74.125.242.225
  9  20 ms    23 ms    26 ms    72.14.237.209
 10  19 ms    19 ms    19 ms    bud02s24-in-f4.1e100.net [216.58.214.228]

Trace complete.

0:\>
```

- “Ugrabitve” interneta.

The collage features three main news articles and a command prompt window. The top article is from Ars Technica, titled "Citing BGP hijacks and hack attacks, feds want China Telecom out of the US". The middle article is from Forbes, titled "Russia And China 'Hijack' Your Internet Traffic: Here's What You Do". The bottom article is from ZDNet, titled "Russian telco hijacks internet traffic for Google, AWS, Cloudflare, and others". The command prompt window shows a successful traceroute to Google.

Ars Technica Article:
THROWING DOWN THE GAUNTLET—
Citing BGP hijacks and hack attacks, feds want China Telecom out of the US
With a history of cyber attacks, Chinese-owned telecom is a threat, officials say.
DAN GOODIN - 4/10/2020, 2:42 PM

Forbes Article:
17,467 views | Apr 18, 2020, 07:02am EDT
Russia And China 'Hijack' Your Internet Traffic: Here's What You Do
Zak Doffman Contributor @ Cybersecurity
I write about security and surveillance.

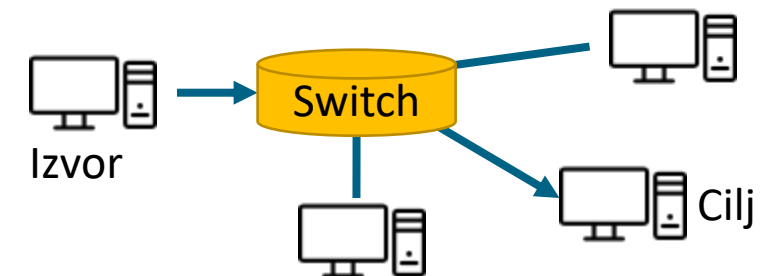
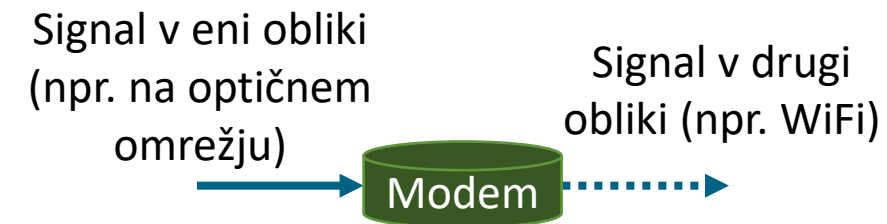
ZDNet Article:
MUST READ: Microsoft cloud services outages continue into week two
Russian telco hijacks internet traffic for Google, AWS, Cloudflare, and others
Rostelecom involved in BGP hijacking incident this week impacting more than 200 CDNs and cloud providers.
By Catalin Cimpanu for Zero Day | April 5, 2020 -- 21:53 GMT (22:53 BST) | Topic: Security

Command Prompt:
0:\>tracert www.google.com
Tracing route to www.google.com [216.58.214.228] over a maximum of 30 hops:
0 <1 ms <1 ms <1 ms 192.168.0.1
1 6 ms 6 ms 8 ms 10.225.128.1
2 7 ms 7 ms 7 ms 185.72.62.9
3 10 ms 17 ms 10 ms 185.66.149.11.ipv4.telemach.net [185.66.149.11]
4 11 ms 10 ms 14 ms 185.66.149.11.ipv4.telemach.net [185.66.149.11]
5 10 ms 12 ms 10 ms peer-AS21042.sbb.rs [82.117.193.217]
6 18 ms 17 ms 21 ms bg-tp-m-0-be1.sbb.rs [89.216.5.77]
7 23 ms 19 ms 21 ms 72.14.219.230
8 20 ms 20 ms 21 ms 74.125.242.225
9 20 ms 23 ms 26 ms 72.14.237.209
10 19 ms 19 ms 19 ms bud02s24-in-f4.1e100.net [216.58.214.228]
Trace complete.
0:\>

Ostale naprave



- **Modem** pretvarja (modulira, iz tod ime) komunikacijski signal iz ene oblike v drugo.
 - Signal na vseh nivojih interneta je v drugačni obliki, kot je v našem domačem omrežju. Modem pretvori signal iz interneta v signal, ki ga naše domače naprave razumejo, in obratno.
- **Stikalo** (angl. *switch*) povezuje več uporabnikov v omrežju tako, da posreduje podatke le napravi, kateri so namenjeni.
- Obstajajo še **prehod** (angl. *gateway*), ki združuje funkcionalnosti usmerjevalnika in modema, ter **zvezdišče** (angl. *hub*), ki je bolj “neumna” verzija stikala.





Naš dom

Brezžična WiFi povezava

Včasih vse v eni napravi

WiFi
modem

Switch

Modem

Router

Mrežni kabel

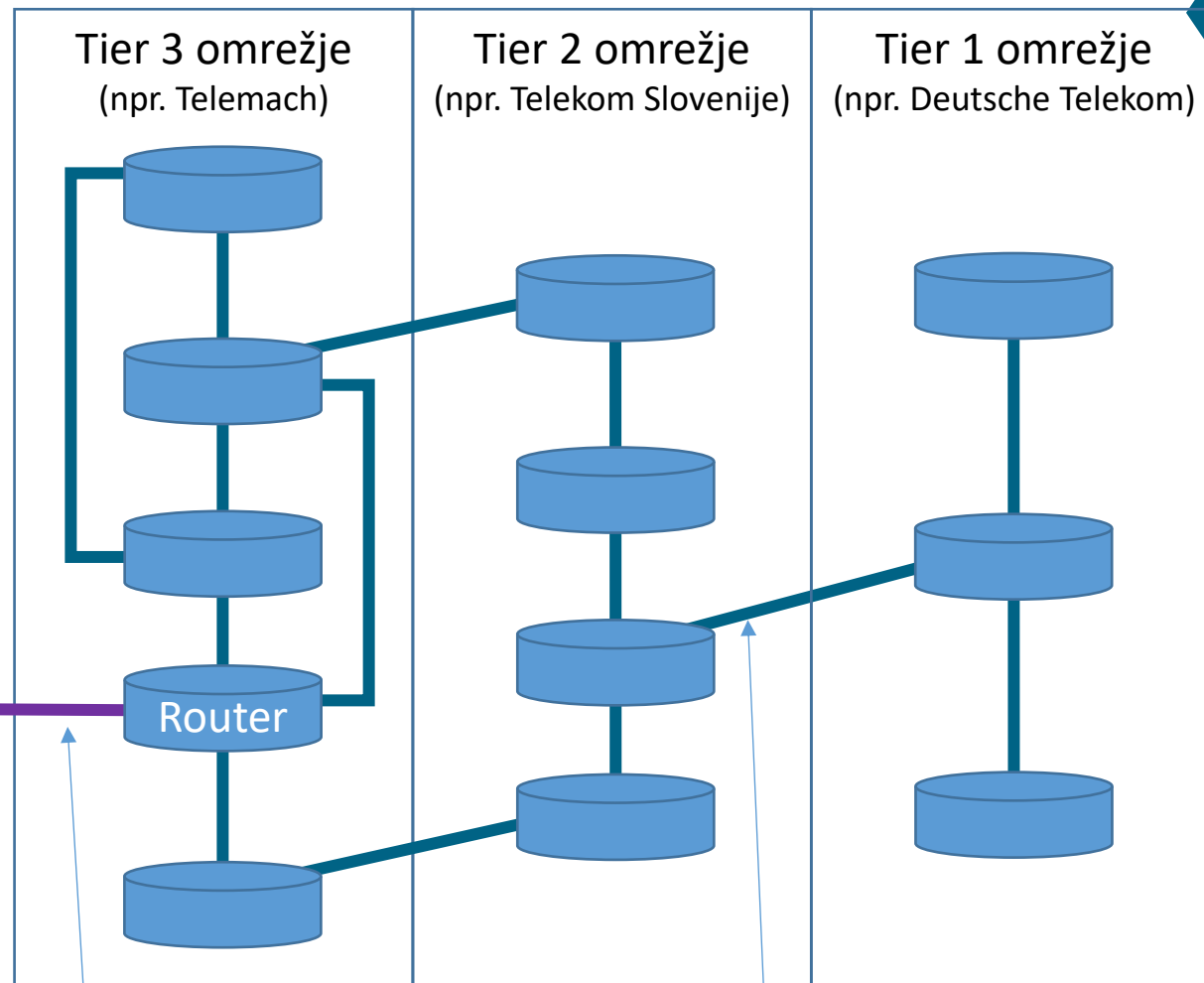
Kabelski, telefonski
ali optični kabel

Optični kabel

Tier 3 omrežje
(npr. Telemach)

Tier 2 omrežje
(npr. Telekom Slovenije)

Tier 1 omrežje
(npr. Deutsche Telekom)



Internetni naslovi



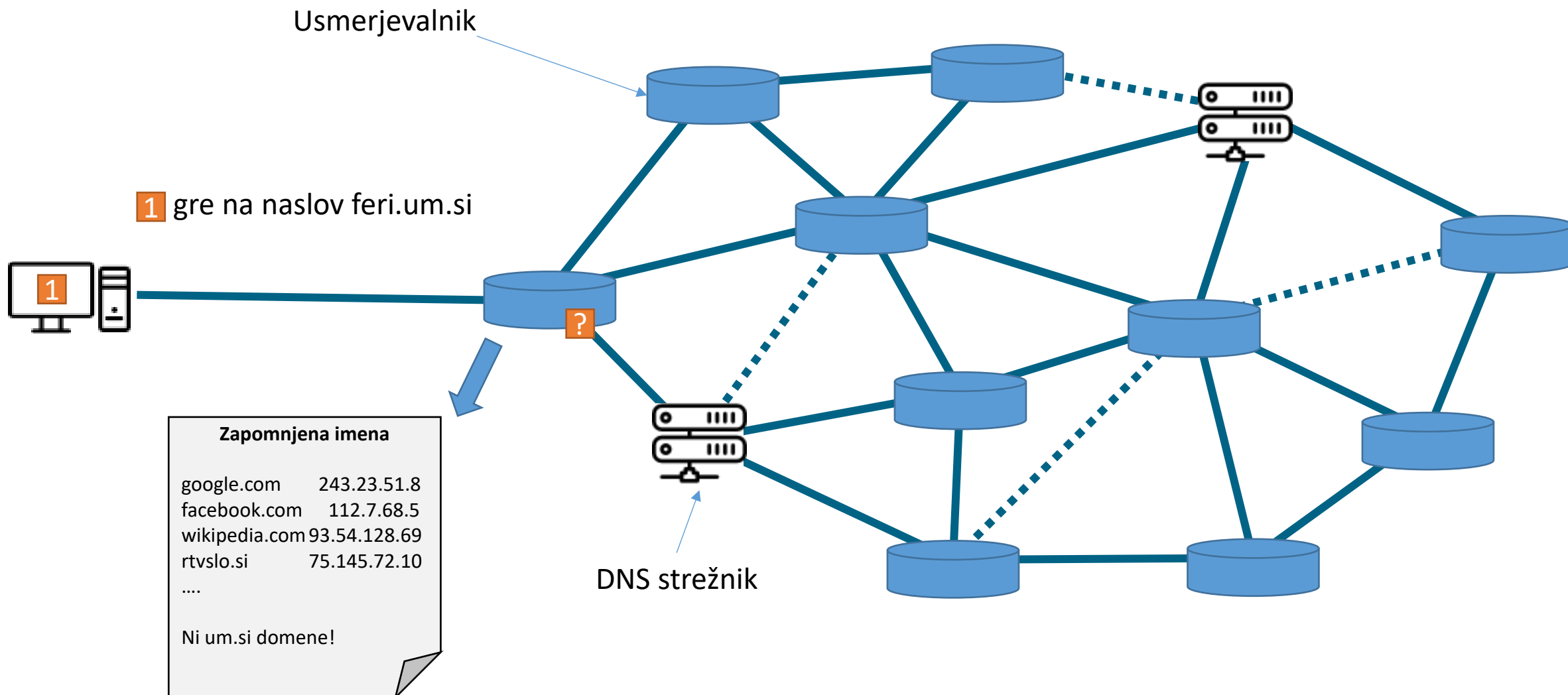
- Vse naprave, priključene v internet, imajo svoj naslov – **IP številko** (Internet Protocol number).
- Sestavljena je iz štirih zlogov (32 bit-ov). Številka IP vsebuje **oznako omrežja** in **oznako naprave** v njem. Zloge ločimo med seboj s pikami in vsak zlog ima številko med 0-255.
Primer: 164.8.251.110
- IPv4 omogoča 4.294.967.296 (več kot 4 milijarde) unikatnih naslovov.
 - IPv6 pa 340.282.366.920.938.463.463.374.607.431.768.211.456.

Domene in DNS



- Ljudje si lažje od množice številk zapomnimo imena. Za prijaznejše označevanje naprav v internetu tako uporabljamo **domene** – imena spletnih strani.
- Sistemom za poimenovanje računalnikov poznamo pod imenom **DNS** (Domain Name System).
- Računalnik, ki opravlja pretvorbo iz imena računalnika v številko IP, se imenuje **domenski** oz. **imenski strežnik** (DNS strežnik).
 - DNS strežnik vsebuje bazo naslovov po svetu. Pri tem med seboj sodelujejo (če sam ne pozna pretvorbe, bo za pomoč zaprosil drug strežnik DNS).
- Vrhnja domena lahko predstavlja državo ali eno izmed vrste organizacij: edu, com, gov, mil, org, net...

DNS



Internet – opis delovanja



Prenašanje podatkov od našega računalnika, do naprave na naslov *um.si*.

1. Računalnik zahtevo zapakira po TCP/IP protokolu.
2. Podatki se pošljejo switchu ta pa posreduje te modemu.
3. Modem signal spremeni v tako obliko, da lahko potuje po internetnem omrežju. Te podatke pošlje do lokalnega ponudnika internet (npr. Telemach), ki je Tier 3 omrežje.
4. Če usmerjevalnik ne pozna naslov (domeno) *um.si*, pošlje zahtevo za poizvedbo IP naslova do najbližjega DNS strežnika.
5. Ko dobi odgovor DNS strežnika, ali že pozna IP naslov, pošlje podatke po omrežju.
6. Podatki potujejo od usmerjevalnika do usmerjevalnika, dokler ne prispejo do usmerjevalnika, ki pozna računalnik z željenim IP naslovom.
7. Če je potreba, paketi zapustijo Tier 3 omrežje in gredo do Tier 2 ali celo Tier 1 omrežja. Na koncu se vedno vrnejo nazaj na Tier 3 omrežje, saj le tam lahko najdejo končne računalnike.
8. Modem končnega računalnika prejme pakete. Te posreduje na switch, ki pozna napravo z željenim naslovom in ji posreduje podatke.
9. Računalnik pakete po TCP/IP protokolu in jih sestavi nazaj v podatke.



Storitve interneta

Storitve, odjemalec-strežnik, P2P in svetovni splet

Uporabniški protokoli



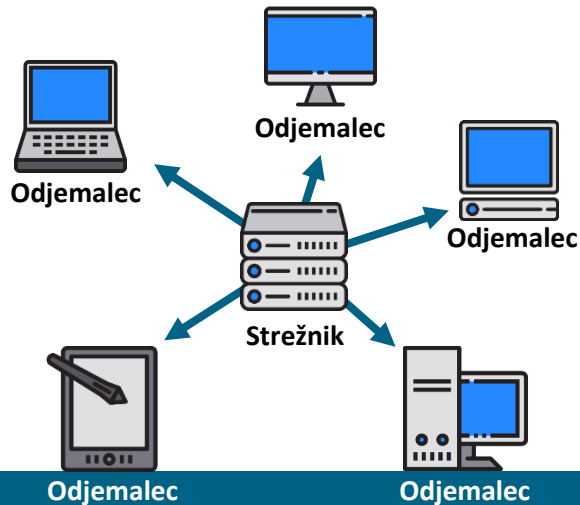
- TCP/IP je nabor **tehnoloških protokolov**. Obstaja pa več **uporabniških protokolov**, ki omogočajo posamezne uporabniške storitve interneta:
 - Elektronska pošta, svetovni splet, video in avdio, igre, izmenjava datotek, ...
- Vsak uporabniški protokol predvideva svoj **način povezovanja oz. komunikacije** med dvema ali več napravami.
- Vsak uporabniški protokol uporablja za svojo aktivnost drugačna **vrata**.
 - Vsa komunikacija na neki napravi, priključeni v internet, poteka preko različnih vrat → številka vrat določa, za katero storitev gre.

Način povezovanja



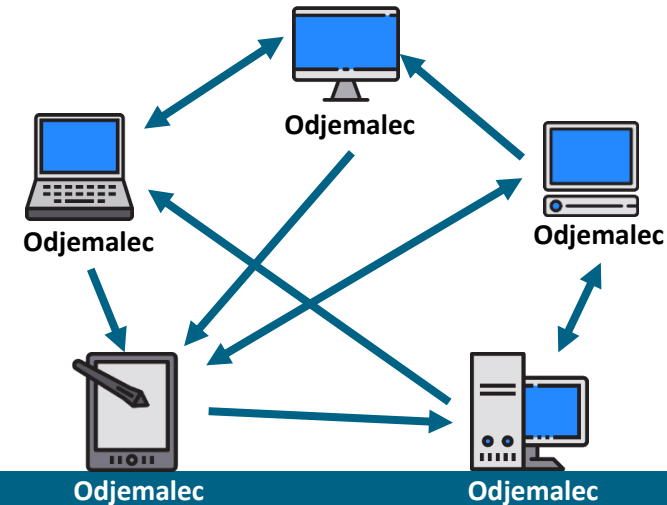
Odjemalec-strežnik (angl. *client-server*):

- **Strežnik** (angl. *server*) upravlja z viri in ponuja storitve.
- **Odjemalec** (angl. *client*) se poveže na strežnik, ker potrebuje vire.
- Med njima je omrežje (internet).



P2P (peer-2-peer)

- Vse naprave **hkrati** (1) upravljajo in ponujajo vire ter storitve, in tudi (2) dostopajo in potrebujejo vire ter storitve.
- Ni centralne naprave od katere je delovanje protokola odvisno.



Komunikacijska vrata (angl. *port*)

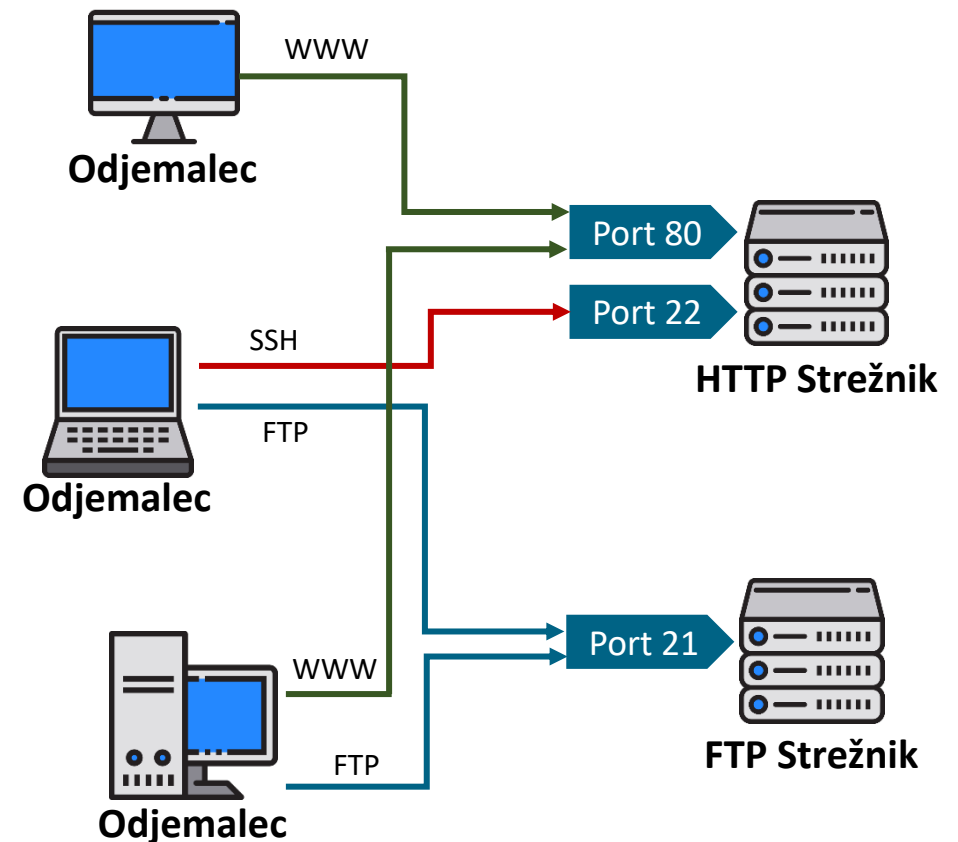


- Za vsako storitev so namenjena **komunikacijska vrata**, ki so oštevilčena.
 - Primer: strežnik ponuja dostop do spletnih strani (spletni strežnik, vrata 80) in hkrati omogoča prenos datotek (FTP strežnik, vrata 21).
 - Če želi odjemalec dostopati do spletnih strani, “potrka” na strežnikova vrata 80;
Če želi prenašati datoteke, potrka na strežnikova vrata 21.
- Odjemalec mora poznati številko vrat za določen uporabniški protokol, da lahko komunicira s strežnikom s tem protokolom.
 - Za večino standardnih storitev so številke vrat določene vnaprej.
 - Npr. prenašanje spletnih strani po protokolu HTTP, prenašanje datotek po protokolu FTP, pošiljanje e-pošte po protokolu SMTP, ...

Komunikacijska vrata (angl. *port*)



- Vsak strežnik ima lahko hkrati odprtih več vrat, kamor se povežejo odjemalci.
- Vsak odjemalec se lahko poveže z več strežniki oz. preko več vrat na istem strežniku.
- Komunikacija preko različnih vrat lahko poteka sočasno.
- Vsak računalnik ima 65.535 vrat.
 - Nekatera so [rezervirana](#).



Storitev svetovnega spleta – ponovimo



- “Informacije” (natančneje statične vsebine) so shranjene v dokumentih – **spletnih straneh** (angl. *web pages*).
- Spletne strani so shranjene na **spletnih strežnikih** (angl. *web servers*).
- Računalniki, ki prebirajo spletne strani, so **spletni odjemalci** (angl. *web clients*).
 - Način komunikacije odjemalec-strežnik.
- Spletni odjemalci prikažejo vsebine v **spletnih brskalnikih** (angl. *web browsers*): Firefox, Chrome, Edge, Opera, Safari, ...
- Svetovni splet uporablja določene **uporabniške protokole** za delovanje: URL, HTTP/S...

Spletni naslov URL



- Splet uporablja enolično označevanje virov podatkov s pomočjo naslova **URL** (Uniform Resource Locator).
 - URL vsebuje tudi protokol, s katerim lahko vir prenesemo.

- Splošna oblika naslova URL je:

protokol://naslov.racunalnika[:vrata]/ime_mape/ime_datoteke

Če ni podano, gre na
privzeta vrata protokola

Če ni podano,
poišče index.html

- Primera:

<https://www.um.si/studij/dodiplomski-studij/Strani/default.aspx>

<http://virtualvacation.us/guess>

Enako kot
<http://virtualvacation.us:80/guess/index.html>

HTTP in HTTPS protokola



- Sta uporabniška protokola za prenos spletnih strani po internetu.
 - Privzeta vrata HTTP protokola so 80, privzeta vrata HTTPS so 443.
- Odjemalec strežniku pošilja **zahteve** (angl. *request*) in od strežnika prejeme **odgovore** (angl. *response*).
- HTTP ne kriptira, HTTPS (*S=secure*) pa kriptira vsebino zahtev in odgovorov.
 - HTTPS uporabljamo, ko je vsebina prenosa zaupne narave (gesla, bančništvo, nakupi).
 - V praksi že večino spletnih strani uporablja HTTPS namesto HTTP.

Vsebina zahteve

- URL
- Protokol (HTTP, HTTPS, FTP...)
- Metoda zahteve
 - GET, POST, PUT, DELETE...
- Kakšno vsebino in kakšen jezik pričakuje (en, sl...)
- ...

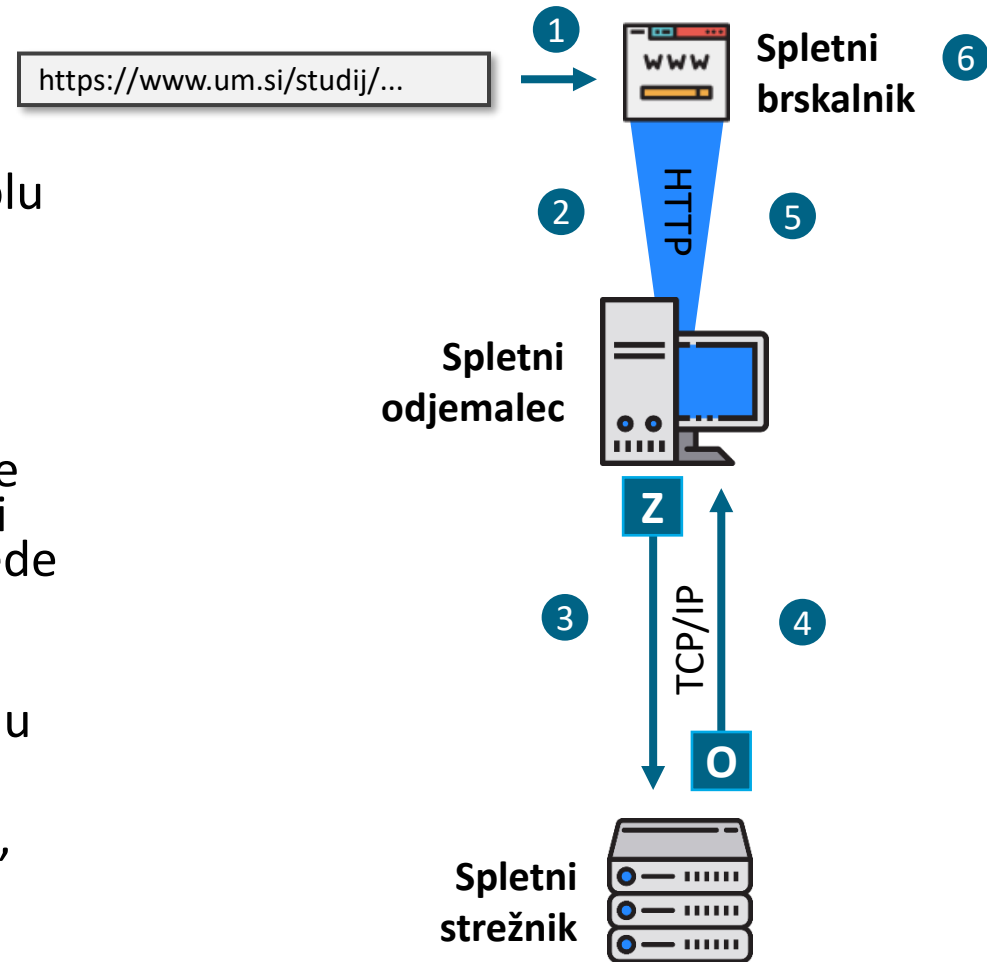
Vsebina odgovora

- Status
 - 200 = vse je ok, 403 = nedovoljena zahteva, 404 = ne najde vsebine...
- Tip vsebine (html, slike, css...)
- Datum prejema zahteve
- Potrebne datoteke
- ...

Svetovni splet – opis delovanja

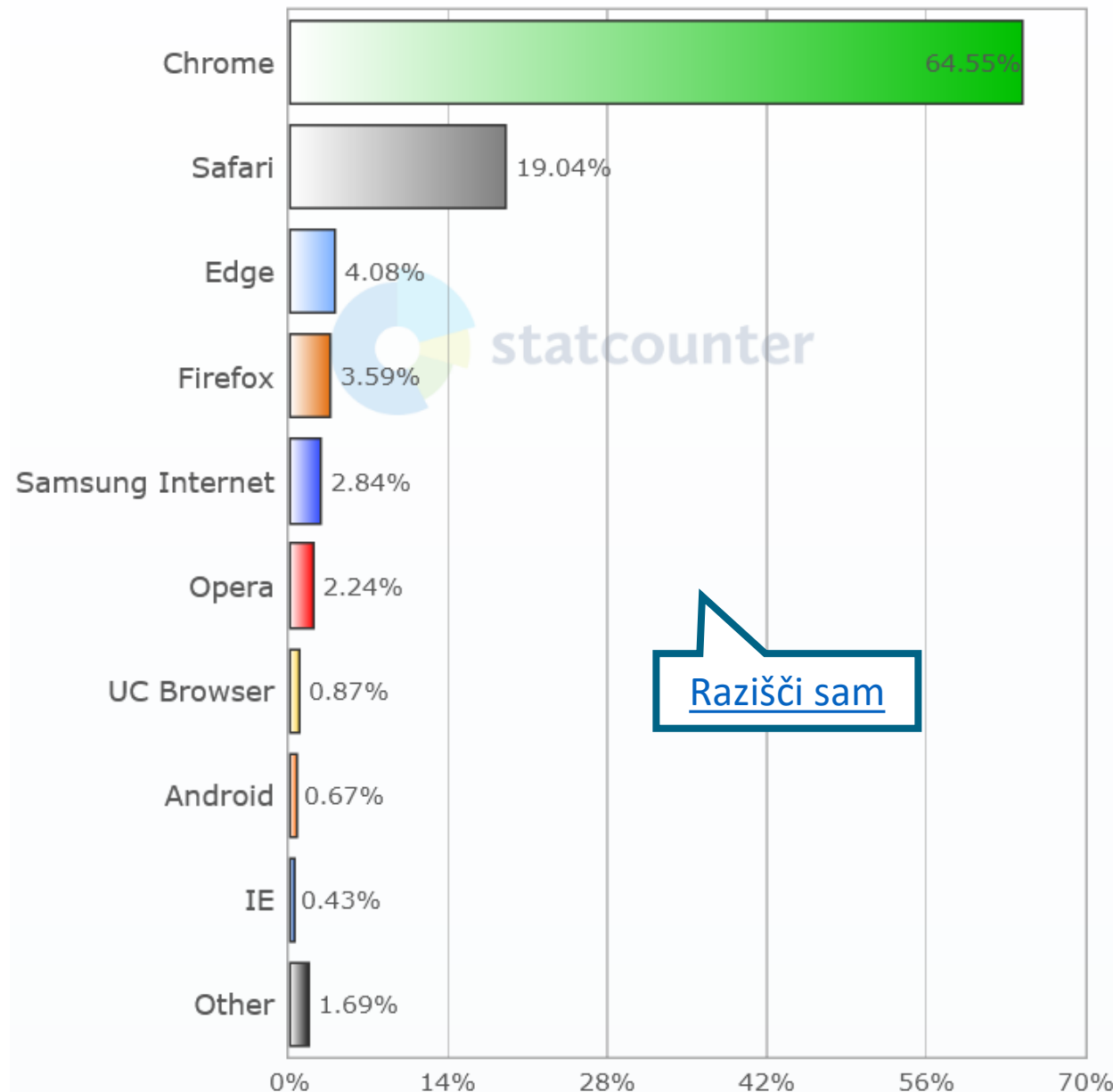


1. V brskalnik (na odjemalcu) vpišemo URL spletne strani.
2. Brskalnik ustvari zahtevo in jo po protokolu HTTP pripravi.
3. To zahtevo računalnik zapakira po TCP/IP protokolu in pošlje po internetu do spletnega strežnika.
4. Ko spletni strežnik prejme zahtevo, poišče in pripravi odgovor (spletno stran z vsemi viri) in tega pošlje nazaj do odjemalca glede na TCP/IP protokol po internetu.
5. Odjemalec prejme podatke, jih sestavi nazaj v smiselno celoto po HTTP protokolu in te posreduje brskalniku.
6. Brskalnik pregleda vsebino spletne strani, jo interpretira in jo prikaže na ekran.



Brskalnik

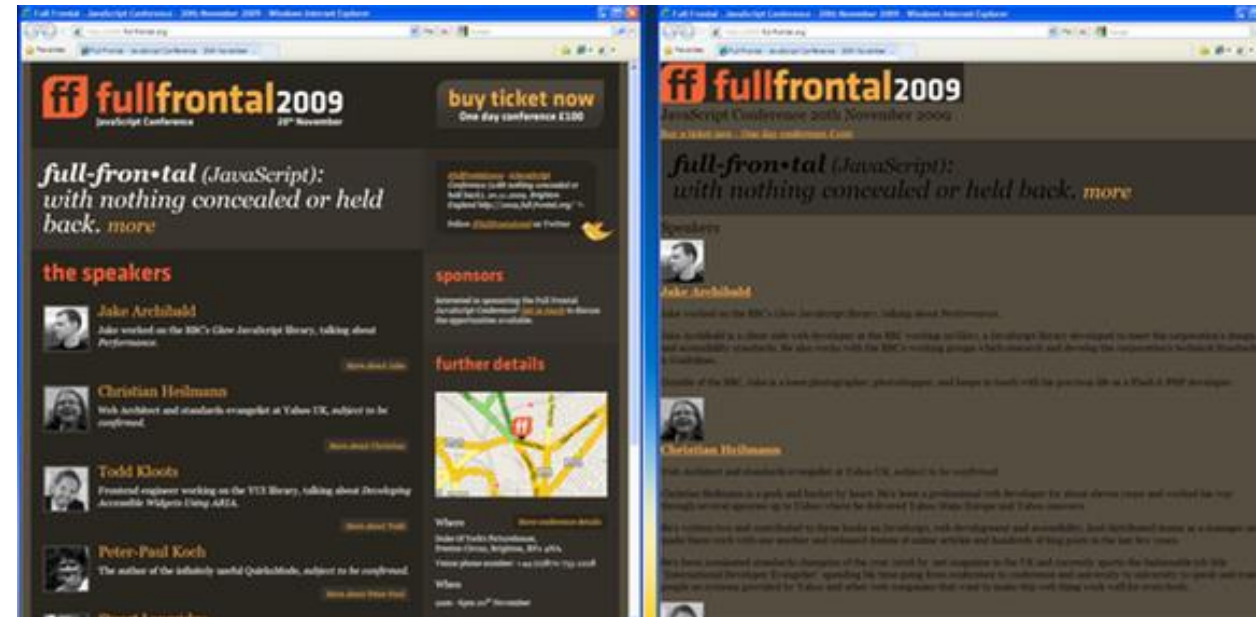
- Brskalnik je program, ki pošilja zahteve in prejema odgovore po HTTP/S protokolih.
- Če odgovore ve interpretirati (prikazati prejete datoteke), te prikaže na zaslon.
- Brskalnik ve prikazati številne vsebine: spletne strani, slike, videoposnetke, avdioposnetke, PDF-je...
 - Če vsebine ne ve prikazati, se sproži proces shranjevanja datoteke.



Brskalniški pogon



- Kako brskalnik interpretira (prikaže) spletno stran pa poskrbi **brskalniški pogon** (angl. *browser engine* ali *rendering engine*).
 - Blink (Chrome), Gecko (Firefox), Webkit (Safari), EdgeHTML (Edge)...
- Razvijalci brskalnika imajo svojo idejo kako se naj HTML (ter CSS in JavaScript) prikažejo. Problem nastane, ko vsak brskalnik po svoje prikaže HTML.



W3C



- World Wide Web Consortium (W3C) je organizacija, ki skrbi za standardizacijo svetovnega spleta.
 - Ustanovljena leta 1994.
 - Ustanovitelj (in še vedno vodja) je prav tako kreator spleta – Tim Berners Lee.
- Določa standarde (pravila) za prikaz HTML elementov (in CSS stilov) in s tem poskrbi, da so spletne strani enake na vseh brskalnikih.
- Skrbi za razvoj novih HTML elementov (in CSS lastnosti).
 - Pri tem sodelujejo podjetja, ki razvijajo brskalnike. Ta podjetja se prav tako zavežejo, da ne bodo same neodvisno razvijale novih HTML in CSS funkcionalnosti.