

## Upoznavanje sa Raspberry Pi računarom

U okviru ove vežbe ćemo detaljno upoznati karakteristike Raspberry Pi (RPi) embeded računara i uočiti razlike između različitih verzija.

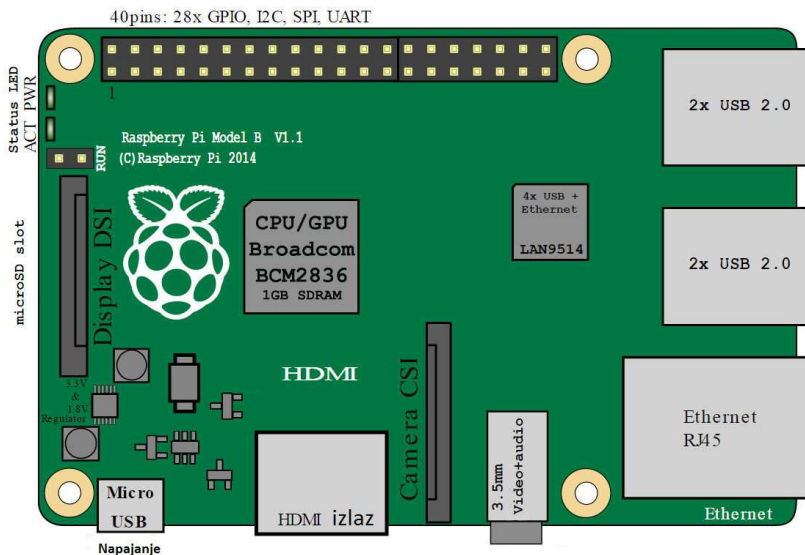
### 1.1. Uvod u Raspberry Pi

Računari se sastoje od procesora, memorije i ulazno-izlaznog podsistema koji su međusobno povezani (*von Neumann* model). U memoriji se, pored podataka koje procesor obrađuje, skladište i programi sastavljeni od niza elementarnih instrukcija. Tokom rada računara podaci i programi se prenose između procesora i memorije. Danas, pored personalnih računara, laptopova, i ostalih računara, postoje i različiti višenamenski uređaji koji su pravljani u skladu sa *von Neumann* arhitekturom, na primer tablet računari i pametni telefoni. Pored toga postoje i embedded računari u koje spada i Raspberry Pi (skraćeno RPi).

Raspberry Pi ima na sebi sistem na čipu (eng. *system on chip*) BCM283x (x=5, 6 ili 7 zavisno od verzije RPi) proizvođača Broadcom. On je vrlo sličan čipovima koji su se nalazili na starijim pametnim telefonima. Na tom čipu je procesor ARM1176JZ (ili sličan zavisno od verzije RPi), grafički procesor VideoCore IV i RAM memorija. Ono što ga čini interesantnim je da je u pitanju embedded računar opšte namene pristupačan po ceni, malih dimenzija 8,6 cm x 5,4 cm x 1,7 cm, sa mogućnošću priključivanja nestandardnih dodatnih komponenata i opreme. Cena zavisi od modela i lokacije kupca i kreće se oko 30tak evra u inostranstvu. U trenutku pisanja teksta, u prodavnici računarske opreme u Novom Sadu moguće je nabaviti verziju 3 po ceni od oko 5500 dinara.

Pored prethodno navedenog na RPi se nalaze i odgovarajući konektori za povezivanje sa okruženjem (USB portovi, Ethernet konektor, konektori za displej i kameru, kompozitni audio i video konektor i HDMI konektor). Postoji mogućnost

povezivanja-proširivanja dodatnim komponentama preko 40-pinskog GPIO (*General-Purpose Input/Output*) porta. Blok šema Raspberry Pi 2 verzije je data na slici 1.1.



Slika 1.1. Blok dijagram RPi 2

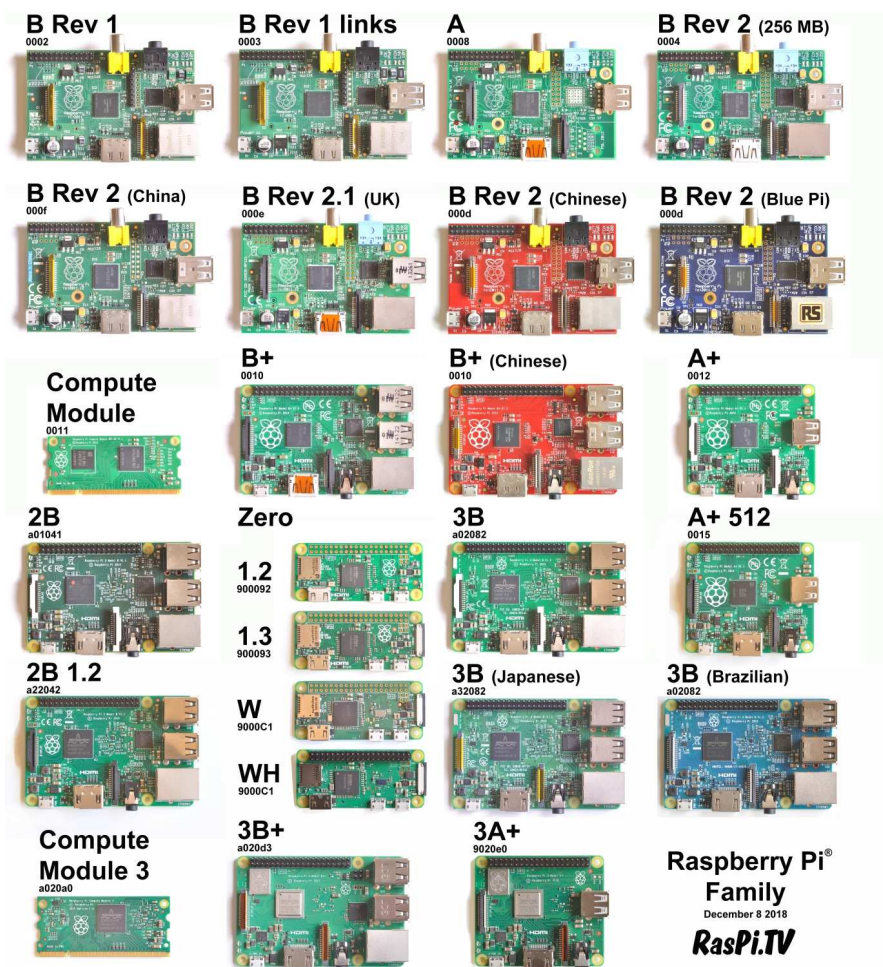
## 1.2. Nastanak i razvoj Raspberry Pi

Nastanak Raspberry Pi imao je za cilj promociju računarskih nauka kod mladih u Velikoj Britaniji. Ideja o malom i pristupačnom računaru, javila se 2006. godine, kada su Eben Upton, Rob Mulins, Džek Lang i Alan Mikroft sa Univerziteta u Kembridžu postali zabrinuti slabim nivoom predznanja studenata koji su se prijavljivali za računarske nauke. Prve ideje su bile na bazi Atmel ATmega644 mikrokontrolera. Za razliku od 1990. godine kada je većina kandidata imala solidno predznanje iz oblasti programiranja, 2000. godine je prosečan kandidat imao malo znanja o programiranju. Zaključili su da se formirala armija inženjera sa vrlo malo praktičnog programerskog znanja potrebnog za ispravno rešavanje konkretnih izazova. Oni su imali iskustva u korišćenju kućnog računara ili konzole za igru i zabavu. Iskustvo stečeno svakodnevnim korisničkim radom na računaru davalo im je lažnu sliku o ličnom znanju iz oblasti računarskih nauka. Prethodne generacije učile su programiranje na legendarnim ZX Spektrum, Komodor64 ili Amiga računarima, koji su osim mogućnosti zabave obezbeđivali i solidno okruženje za pisanje programa. Zbog toga su došli na ideju da naprave nešto što je učenicima pristupačno po ceni, a pruža okruženje spremno za pisanje programa. Od 2006 - 2008. projektovano je nekoliko verzija od kojih je nastao prvi računar Raspberry Pi.

Kada su se 2008. godine pojavili procesori koji su mogli da se koriste za mobilne uređaje, pristupačni po ceni i dovoljno snažni da obezbede dobru podršku grafičkom

okruženju, postalo je izvesno da će projekat zaživeti. Kada se na tržištu pojavio prvi primerak računara Raspberry Pi, svojim izgledom i mogućnostima privukao je veliku pažnju, kako u oblasti obuke programera, tako i kod entuzijasta. Pošto je uređaj izazvao veliku pažnju, na tržištu postoji mnogo adekvatne prateće opreme, a na Internetu je objavljeno mnoštvo konkretnih objašnjenja i praktičnih uputstava.

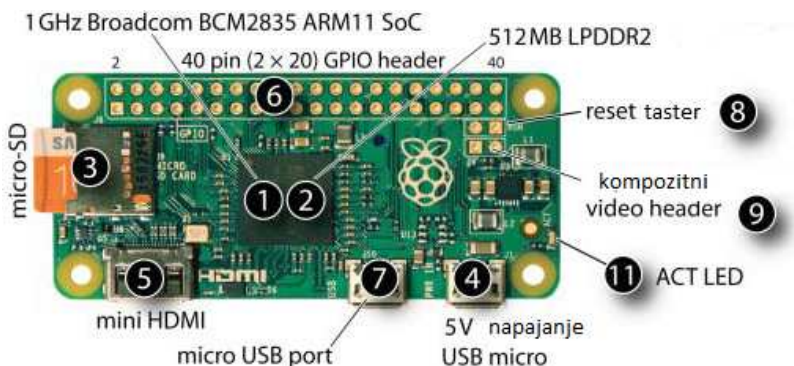
Početak komercijalne prodaje RPi (model B) se smatra 29. februar 2012. godine. Potom su se javile verzije model A u februaru 2013. i model A+ u novembru 2014. Model B+ koji je bio preteča verzije 2 se pojavio u julu 2014, a verzija 2 u februaru 2015. Verzija 3B se pojavila na tržištu u februaru 2016, a najnovija 3B+ 3. marta 2018. U novembru 2015. je objavljena i verzija Zero (kao i nekoliko varijeteta) čija cena je svega US\$5. Fotografije 25 različitih modela RPi su prikazane na slici 1.2.



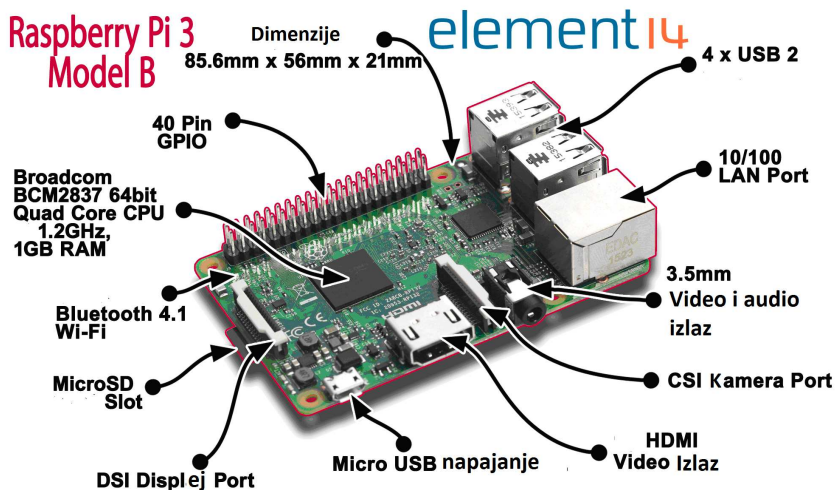
Slika 1.2. Različite verzije RPi [1]

Model RPi Zero, iako izuzetno jeftin, predstavlja izuzetno dobru platformu za projektovanje embeded sistema s obzirom na mogućnosti hardverskih komponenta koje ima na sebi (vidi sliku 1.3.). Novija verzija RPi Zero W ima dodatno Wi-Fi i Bluetooth, a i RPi Zero WH ima i zalemljene GPIO konektore.

Za razliku od RPi Zero, koji je predstavnik male embeded platforme, RPi 3 je moderan kompletan embeded računar koji se dobija dodavanjem tastature, miša i monitora i priključka za internet. Njegove mogućnosti su znatno veće s obzirom na elemente hardvera koje poseduje, jer četvoro-jezgarni procesor ima znatno veće procesorske mogućnosti, a ima i duplo veću memoriju (vidi sliku 1.4.).



Slika 1.3. Izgled, delovi i interfejsi RPi Zero



Slika 1.4. Izgled, delovi i interfejsi RPi 3 [2]

### 1.3. Uporedne karakteristike

U narednoj tabeli 1.1 su date uporedne karakteristike svih dosadašnjih modela RPi računara.

Tabela 1.1. Specifikacije različitih modela RPi

|                  | RPi 1 Model A  | RPi 1 Model A+ | RPi 1 Model B   | RPi 1 Model B+ | RPi 2 Model B                     | RPi 3 Model B                             | Compute Modul                       | RPi Zero                               |
|------------------|--|----------------|---|----------------|-----------------------------------|---|-------------------------------------|--|
| Datum            | Feb. 2013  | Nov. 2014      | Apr. 2012   | Juli 2014      | Feb. 2015                         | Feb. 2016                                 | April 2014                          | Nov. 2015                              |
| Cena             | 25   | 20             | 35  | 25             | 35                                | 35  | 30                                  | 5                                      |
| SoC              | Broadcom BCM2835   |                |   |                | Broadcom BCM2836                  | Broadcom BCM2837                          | Broadcom BCM2835                    |  |
| CPU              | 700 MHz ARM1176JZF-S (jedno jezgro)  |                |   |                | 900 MHz ARM Cortex-A7 sa 4 jezgra | 1.2 GHz 64-bit ARM Cortex-A53 sa 4 jezgra | 700 MHz ARM1176JZF-S (jedno jezgro) | 1 GHz ARM1176JZF-S (jedno jezgro)      |
| GPU              | Broadcom VideoCore IV @ 250 MHz (BCM2837: 3D deo GPU @ 300 MHz, video deo GPU @ 400 MHz)<br>OpenGL ES 2.0 (BCM2835, BCM2836: 24 GFLOPS / BCM2837: 28.8 GFLOPS)<br>MPEG-2 i VC-1, 1080p30 H.264/MPEG-4 AVC dekodir i kodir (BCM2837: 1080p60) |                |   |                |                                   |   |                                     |  |
| Memorija (SDRAM) | 256 MB (deljeno sa GPU)  |                | 512 MB (deljeno sa GPU) od 15 Oktobra 2012. Starije ploče imaju 256 MB (deljeno sa GPU) |                | 1 GB (deljeno sa GPU)             |   | 512 MB (deljeno sa GPU)             |  |
| B 2.0 portovi    | 1 (direktno sa BCM2835 čipa)   |                | 2 (preko 3-port USB haba)   |                | 4 (preko 5-port USB haba)         |   | 1 (direktno sa BCM2835 čipa)        | 1 Micro-USB (direktno sa BCM2835 čipa) |

|                          |   |   |   |  |                      |  |  |   |
|--------------------------|---|---|---|--|----------------------|--|--|---|
| <b>Video ulaz</b>        | 15-pin MIPI kamera interfejs (CSI) konektor, za RPi kameru ili RPi NoIR kameru    |   |   |  |                      |  | 2× MIPI kamera interfejs (CSI)                                       |   |
|                          | <b>RPi 1 Model A</b>  | <b>RPi 1 Model A+</b>                                 | <b>RPi 1 Model B</b>                                  | <b>RPi 1 Model B+</b>                                | <b>RPi 2 Model B</b> | <b>RPi 3 Model B</b>                                 | <b>Compute Modul</b>   | <b>RPi Zero</b>                                 |
| <b>Video Izlazi</b>      | HDMI (rev 1.3 & 1.4), kompozitni video(RCA)                                       | HDMI (rev 1.3 & 1.4), kompozitni video ( 3.5 mm TRRS) | HDMI (rev 1.3 & 1.4), kompozitni video (RCA)          | HDMI (rev 1.3 & 1.4), kompozitni video (3.5 mm TRRS) |                      |  | HDMI, 2× MIPI display interfejs(DSI) za LCD panele, kompozitni video | Mini-HDMI, 1080p60, kompozitni video preko GPIO |
| <b>Audio izlazi</b>      | Analogni preko 3.5 mm; digitalni preko HDMI i od verzije 2 preko I <sup>2</sup> S |   |   |  |                      |  | Analog, HDMI, I <sup>2</sup> S                                       | Mini-HDMI, stereo audio preko PWM na GPIO       |
| <b>Memorije na ploči</b> | SD / MMC / SDIO slot (3.3 V)  | MicroSDHC slot  | SD / MMC / SDIO slot                                  | MicroSDHC slot                                       |                      |  | 4 GB eMMC flash memorija   | MicroSDHC                                       |
| <b>Mreža</b>             | Nema  |   | 10/100 Mbit/s Ethernet (8P8C) USB adapter na USB habu |  |                      | 10/100 Mbit/s Ethernet 802.11n bežično Bluetooth 4.1 |  | Nema  |

|                   |   |  |  |   |                      |                      |  |   |
|-------------------|---|--|--|---|----------------------|----------------------|--|---|
| <b>Periferije</b> | 8× GPIO, UART, I <sup>2</sup> C bus, SPI bus, I <sup>2</sup> S +3.3 V, +5 V, ground | 17× GPIO, UART, I <sup>2</sup> C bus, SPI bus, I <sup>2</sup> S +3.3 V, +5 V, ground, HAT ID bus | 8× GPIO, UART, I <sup>2</sup> C bus, SPI, I <sup>2</sup> S, +3.3 V, +5 V, ground. Dodatnih 4×GPIO su na P5 uz modifikacije ploče | 17× GPIO i iste dodatne kao kod prethodnih modela, i HAT ID bus |                      |                      | 46× GPIO, gde su neke specifične i mogu biti I <sup>2</sup> C, SPI, UART, PCM, PWM | 40× GPIO (pin priključci nisu zalemljeni) |
| <b>Potrošnja</b>  | 300 mA (1.5 W)  | 200 mA (1 W)   | 700 mA (3.5 W)   | 600 mA (3.0 W)  | 800 mA (4.0 W)       |                      | 200 mA (1 W)   | ~160 mA (0.8 W)                           |
| <b>napajanje</b>  | 5 V preko mikroUSB ili GPIO priključka  |  |  |   |                      |                      |  |   |
| <b>Veličina</b>   | 85.60 mm × 56.5 mm  | 65 mm × 56.5 mm × 10 mm  | 85.60 mm × 56.5 mm   |   |                      |                      | 67.6 mm × 30 mm  | 65 mm × 30 mm × 5 mm                      |
| <b>Težina</b>     | 45 g  | 23 g   | 45 g   |   |                      |                      | 7 g  | 9 g                                       |
|                   | <b>RPi 1 Model A</b>  | <b>RPi 1 Model A+</b>  | <b>RPi 1 Model B</b>   | <b>RPi 1 Model B+</b>   | <b>RPi 2 Model B</b> | <b>RPi 3 Model B</b> | <b>Compute Modul</b>   | <b>RPi Zero</b>                           |