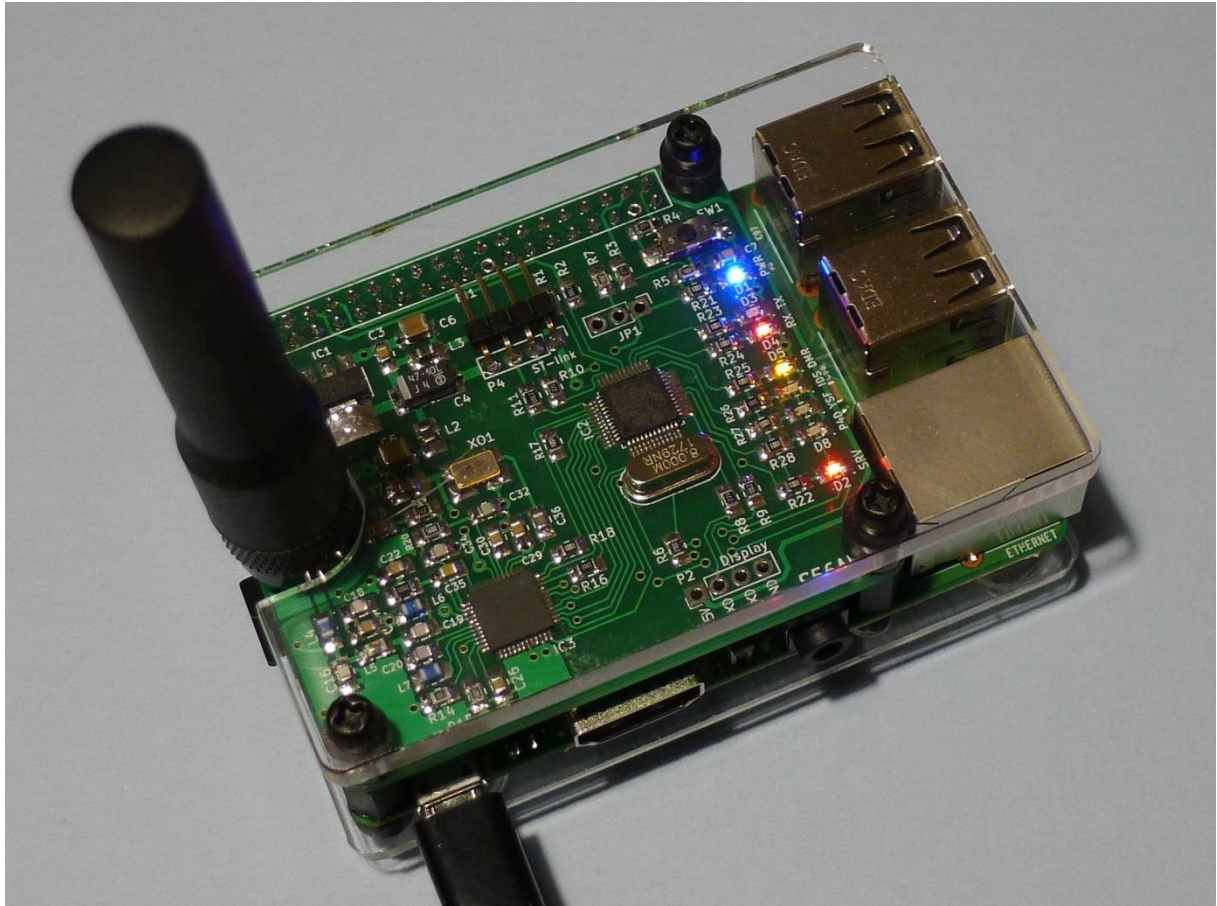


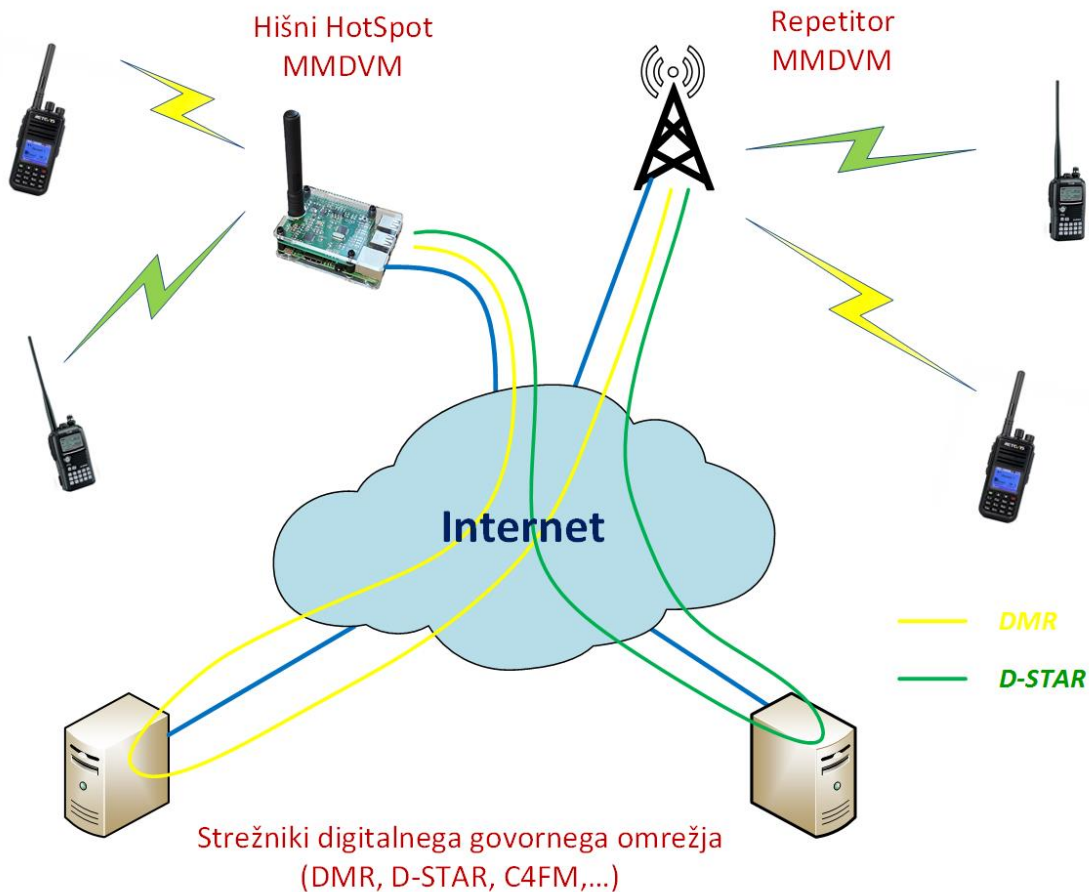
## Hišni HotSpot MMDVM

Aleksander, S56AL



V zadnjih letih smo v radioamaterskih komunikacijah priče velikemu razmahu digitalnih načinov dela. Poleg pisane palete modemske prenosov informacij v obliki "bitkov" prek kratkovalovnih radijskih postaj je digitalizacija prodrla tudi v govorne UKV zveze. Če pustimo ob strani filozofske razprave glede prednosti in slabosti tovrstni načinov dela pred tradicionalnimi analognimi, je dejstvo, da so tu ter med radioamaterji opazno razširjeni. Zlasti omrežje v tehnologiji DMR, kar je okrajšava za angleški naziv "Digital Mobile Radio", je pri nas, pa tudi širše po svetu, doživelo velik in bliskovit razcvet. Ena od velikih prednosti omrežja DMR je, da je tehnologija standardizirana znotraj Evropskega telesa za standardizacijo v telekomunikacijah (ETSI), s čemer je odprta pot kateremukoli proizvajalcu, da na trgu ponudi kompatibilno radijsko opremo. Množica poceni radijskih naprav kitajskih proizvajalcev je glede priljubljenosti in razširjenosti omrežja DMR pri radioamaterjih naredila svoje. Samo v Sloveniji je bilo v kratkem času po hribih na novo postavljenih ali v digitalne načine dela nadgrajenih lepo število repetitorjev, vseh skupaj jih je v času nastajanja tega besedila (oktober 2017) aktivnih že okroglih deset ter še ena dodatna javna dostopna točka (HotSpot) večje moči. Žal pa se kljub razpredenemu omrežju še vedno najdejo kraji, kjer signal omrežja DMR ni prisoten oz. ni prisoten v zadostni meri, da omogoča recimo temu udobno delo iz kavča z vokitokijem in malo oddajno močjo.

V takih primerih si radioamater lahko pomaga z napravo, ki se je je prijelo ime HotSpot (v nadaljevanju HS) oz. po naše vroča točka.



Slika 1 – Uporaba hišnega HotSpota MMDVM

Gre za napravo, ki se na eni strani poveže v Internet, na drugi pa ima simpleksni radijski vmesnik, prek katerega je z običajno DMR radijsko postajo možno vstopati v omrežje podobno, kot prek (digitalnega) repetitorja. Načelna uporaba HS za domače potrebe je prikazana na sliki 1. Za uporabo HS doma zadošča že majhna oddajna moč naprave v razredu nekaj mW, s čemer se s postavitvijo v enem od prostorov bivalnega objekta zlahka pokrije s signalom celotno klasično grajeno hišo ter ožje območje okolice ali dvorišča. Majhna oddajna moč in preprost sprejemnik omogočata enostavno in poceni izdelavo hišnega HS v amaterski delavnici. Še več, radioamaterji smo to zadevo pripeljali tako daleč, da ista naprava omogoča ne samo vstop v omrežje DMR, temveč tudi digitalizirana govorna omrežja obeh velikih JA proizvajalcev radioamaterskih naprav, ki sta razvila lastno digitalno govorno omrežje (Icom D-STAR in Yaesu Fusion) ter način dela P25, ki se je ponekod po svetu med radioamaterji prav tako uveljavil. Tipa naprav, ki omogočajo takšen "več načinski" dostop, se je prijel naziv MMDVM, iz angleškega jezika okrajšava za "multy mode digital voice modem".

HS je možno kupiti že izgotovljen na trgu. Ponuja ga več izdelovalcev v različnih izvedbah. V večini primerov je to modul, ki se natakne na mali kartični računalnik, t.i. Malino (Raspberry Pi), bodisi

običajno, tipa B ali "polovično", Pi-zero(W). Cene izdelanega modula se gibljejo v razredu 100 EUR. Nekaj je tudi samogradenj, v zadnjem času se zdi še najbolj razširjena samogradnja po projektu avtorja Mathisa, DB9MAT [1], ki je v celoti odprtega tipa.



Slika 2 – Miniaturni HotSpot avtorja DB9MAT

Po Mathisovih načrtih si vsak lahko izdelava svojo kopijo tiskanega vezja ter sestavi in sprogrami modul v lastni režiji. Vse potrebne datoteke so prosto dostopne na spletu. Primerek izdelanega HS po načrtih DB9MAT je prikazan na sliki 2. Modul je v velikosti, ki ustreza mali različici Maline, Pi-zero(W), a ga je možno nataktniti tudi na Malino osnovne velikosti, tipa B. Miniaturna izvedba Mathisovega modula je zaradi majhnosti privlačna za izdelavo in uporabo, a hkrati zaradi drobnih uporabljenih SMD komponent žal pomeni za amaterske pogoje dokaj zahtevno gradnjo. Trenutna izvedba ima vse upore, kondenzatorje, tuljavice in LED v velikosti SMD 0402 (1mm x 0,5mm), kar je v amaterski delavnici težko dobro prispajkati brez kvalitetnih optičnih pomagal, t.j. binokularnega mikroskopa ali vsaj res dobre lupe. Tudi samo delo s tako majhnimi komponentami zahteva veliko spretnosti in vaje ter dobro pinceto, saj je element, ki ob nerodnem prijemu odleti iz vidnega polja, običajno izgubljen za vedno. Projekt HS po DB9MAT je v času pisanja tega besedila sicer v fazi posodobitve, avtor obljublja uporabo komponent v velikosti SMD 0603.

Na spletu je možno zaslediti tudi nekaj poskusov domače izdelave HS z uporabo nekoliko večjih komponent SMD. Žal se nobeden ne zdi zares odprtega tipa, da bi bilo gradnjo možno samostojno ponoviti doma z informacijami, dosegljivimi na spletu. Še najbližji temu je modul avtorja SP8NTH, ki pa obljublja datoteke za izdelavo tiskanega vezja (t.i. Gerberje) le na zahtevo po elektronski pošti. Modul je sicer v velikosti, ki ustreza namestitvi na običajno Malino tipa B.

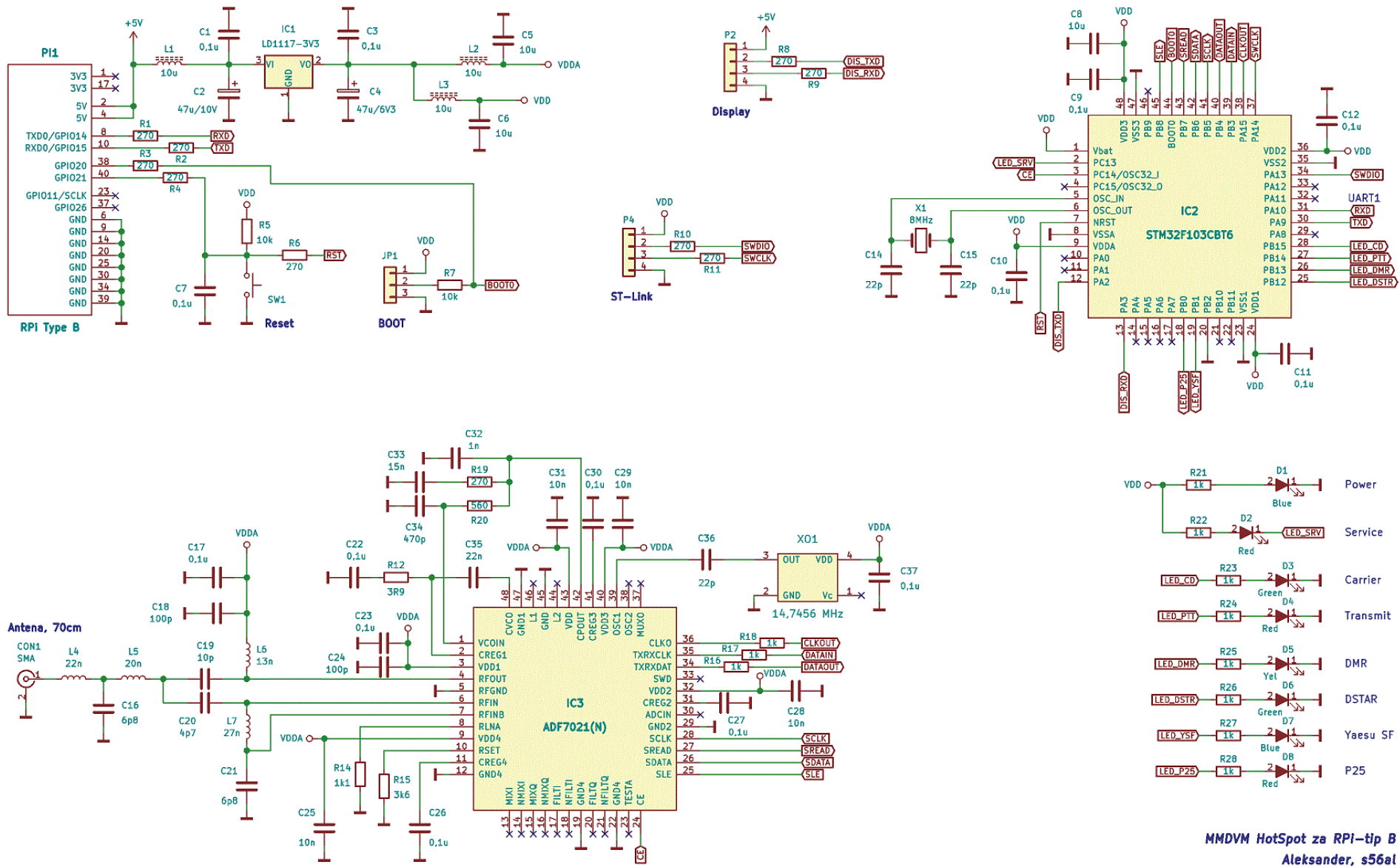
## HS za Malino tipa B

Ker si radioamaterji kljub dosegljivosti izdelane opreme na trgu posamične naprave še vedno radi zgradimo sami, sem ocenil, da bi bil za samogradnjo zanimiv HS po enakem konceptu, kot ga je uporabil DB9MAT, a v nekoliko večji izvedbi, torej natični modul za Malino tipa B. Večje tiskano vezje omogoča uporabo za spajkanje manj zahtevnih komponent, praviloma SMD 0805 ali večjih. S takimi je možno udobno rokovati tudi v skromneje opremljeni amaterski delavnici. Vezalni načrt HS je prikazan na sliki 3. Kot že omenjeno, je osnovni koncept enak, kot ga je za svoj HS uporabil Mathis DB9MAT, potrebno programje (firmware), ki podpira več tipov natičnih HS modulov, zgrajenih okoli STM32F103, pa spisal Jose (Andy) CA6JAU. Jasno, tudi programje je odprtokodnega tipa, dosegljivo na GitHubu [2].

Relativno preprosto vezje sestavljata popularni mikrokontroler družine STM32F103 z 32 bitnim jedrom ARM Cortex M3 ter kompletna FSK radijska postaja izhodne moči do 13 dBm (20 mW), integrirana na enem samem čipu. Poleg za delovanje obeh integriranih vezij nujnih uporov, kondenzatorjev in tuljav sta tu še kvarc in izvor frekvence, s katerim se prek vgrajene PLL zanke stabilizira frekvenca radijske postaje. Za signalizacijo različnih stanj in režimov delovanja HotSpota je na tiskanem vezju 8 svetlečih diod LED.

V svoji različici sem elektronsko vezje HS v nekaj podrobnostih sicer razširil. Okoli radijskega čipa ADF-7021 so predvideni blokirni kondenzatorji v velikosti in številu, kot priporoča podatkovni list proizvajalca, na napajalnem delu pa dodano temeljito "čiščenje" napajalne napetosti, ki jo HS dobi iz Maline. Slednje se je izkazalo pomembno v borbi proti BER na sprejemu. Ta je še posebej izrazit in trdovraten pri uporabi manj kakovostnih (vtičnih) stikalnih napajalnikov 5V.

Radijski čip ADF-7021 deluje v širokem razponu frekvenc, vse od 80 pa do prek 900 MHz in je uporaben tako v amaterskem obsegu VHF 2m kot UHF. Je pa samo vezje sprejemnega in oddajnega sira (L4 do L7 ter C16 do C21) načrtovano in prilagojeno za delovanje v amaterskem delu frekvenčnega obsega 70 cm.



Slika 3 – Vežalni načrt HotSpot modula za Malino tipa B

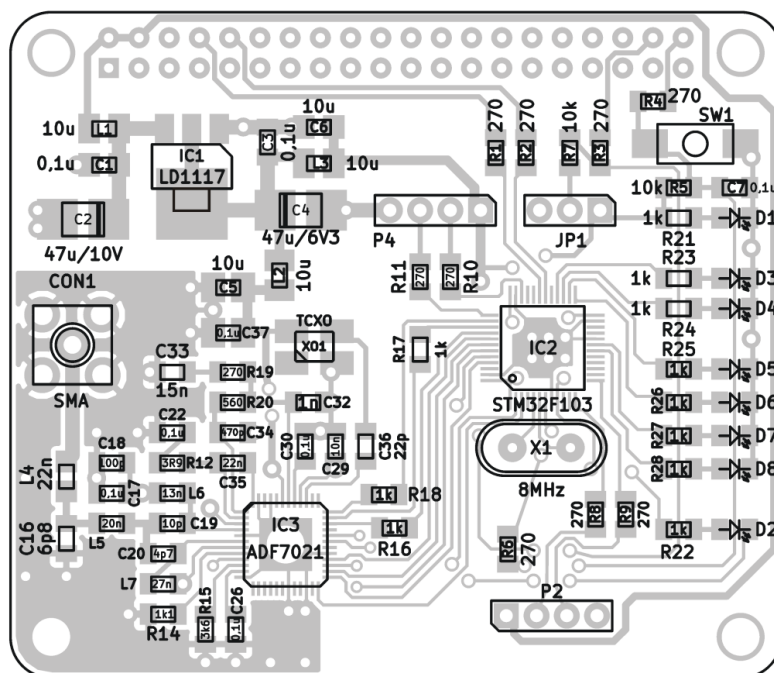
MMDVM HotSpot za RPI-tip B  
Aleksander, s56al

## Izdelava vezja

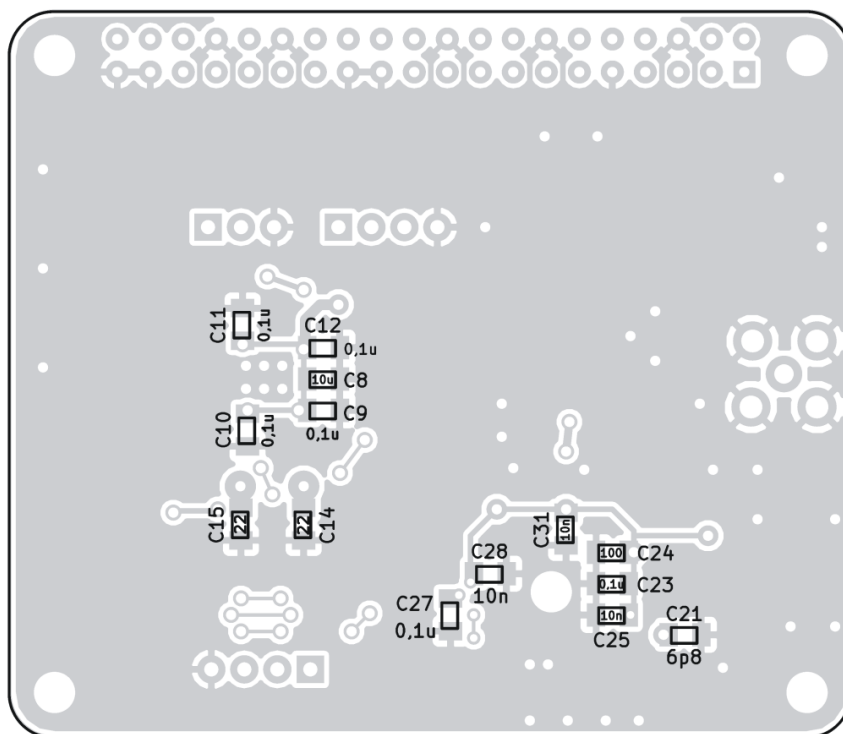
Zaradi zahtevnosti dvoslojne izvedbe ploščice tiskanega vezja z množico skoznih povezav (vij), nekatere se nahajajo tudi neposredno pod obema integriranima vezjema, hkrati pa relativno cenene izdelave takšnega vezja pri komercialnih ponudnikih, domača izdelava same ploščice tiskanega vezja nima pravega smisla. V prispevku tako niti ne bom tratil prostora s slikami oz. načrti posameznih (bakrenih) slojev tiskanine. Te je možno v obliki datotek Gerber, ki jih za izdelavo tiskanega vezja pošljemo proizvajalcu, sneti z moje spletne strani [3].

Kljub večjim uporabljenim elementom SMD sestavljanje vezja ni nezahtevno. Največji izziv je v domači, amatersko opremljeni delavnici, pravilno vgraditi radijski čip IC3. Čip ima na spodnji strani ohišja tako imenovani "exposed pad", to je metalizirano površino, ki jo je potrebno prispajkati na maso. Da jo z navadnim spajkalnikom sploh lahko dosežemo, sem na tiskanem vezju pod tem čipom predvidel večji via s premerom luknje 3mm, povezan z maso. V vsakem primeru je za vgradnjo IC2, pa tudi IC3 še vedno potrebno imeti primerna optična pomagala, vsaj kvalitetno lupo. Po spajkanju temeljito preverimo, ali so vsi kontakti lepo omočeni s spajko ter med njimi ni neželenih kratkih spojev.

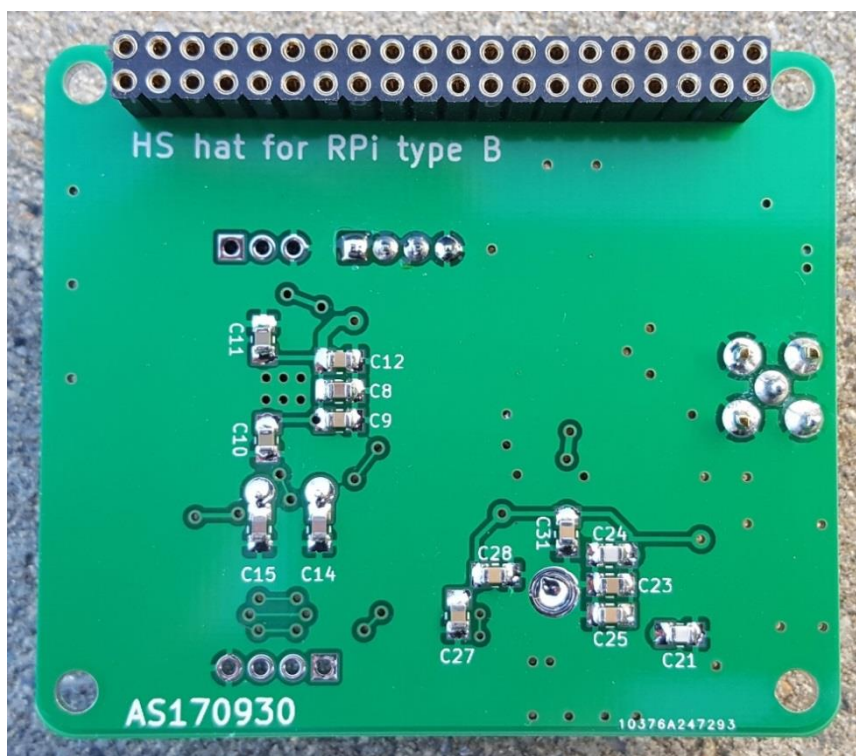
Zaradi zahtevnosti je pri sestavljanju vezja smiselno pričeti s spajkanjem IC3 ter zatem prispajkati še IC2. Vrstni red spajkanja ostalih elementov ni kritičen, je pa priporočljivo nadaljevati z montažo na gornji strani tiskanega vezja in sicer z nižjimi elementi (upori, kondenzatorji, tuljavice) ter zatem z elementi z večjo višino, najprej na zgornji, zatem pa še na spodnji strani tiskanine. Tako so že montirani elementi pri delu najmanj na poti. Čisto na koncu prispajkamo še kremenčev kristal, antensko vtičnico ter priključne letvice, ki so predvideni za klasično montažo skozi luknjice tiskanega vezja.



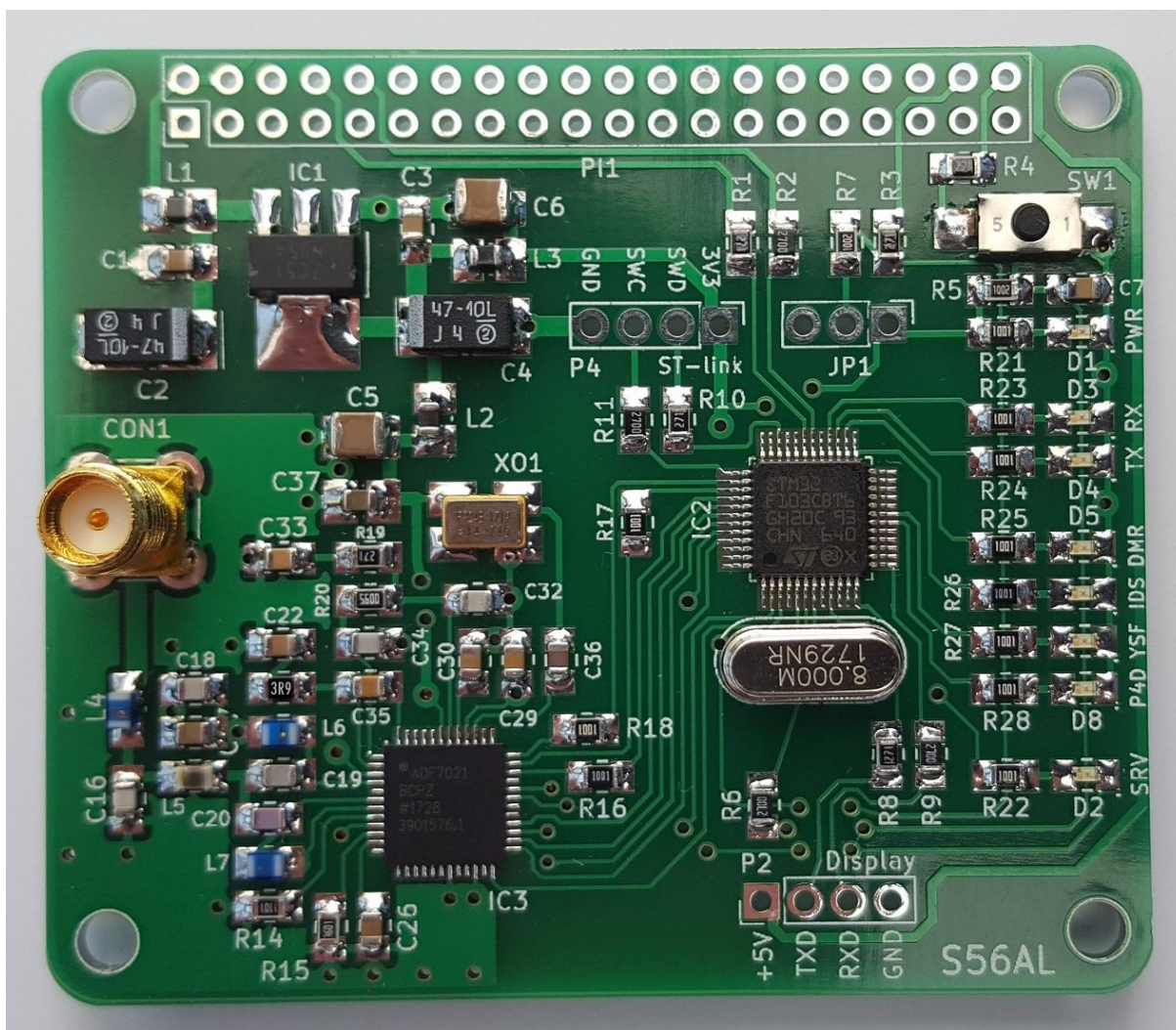
Slika 4 – Sestavni načrt, gornja stran



Slika 5 – Sestavni načrt, spodnja stran



Slika 6 – Fotografija sestavljenega vezja, spodaj



Slika 7 – Fotografija sestavljenega vezja, zgoraj

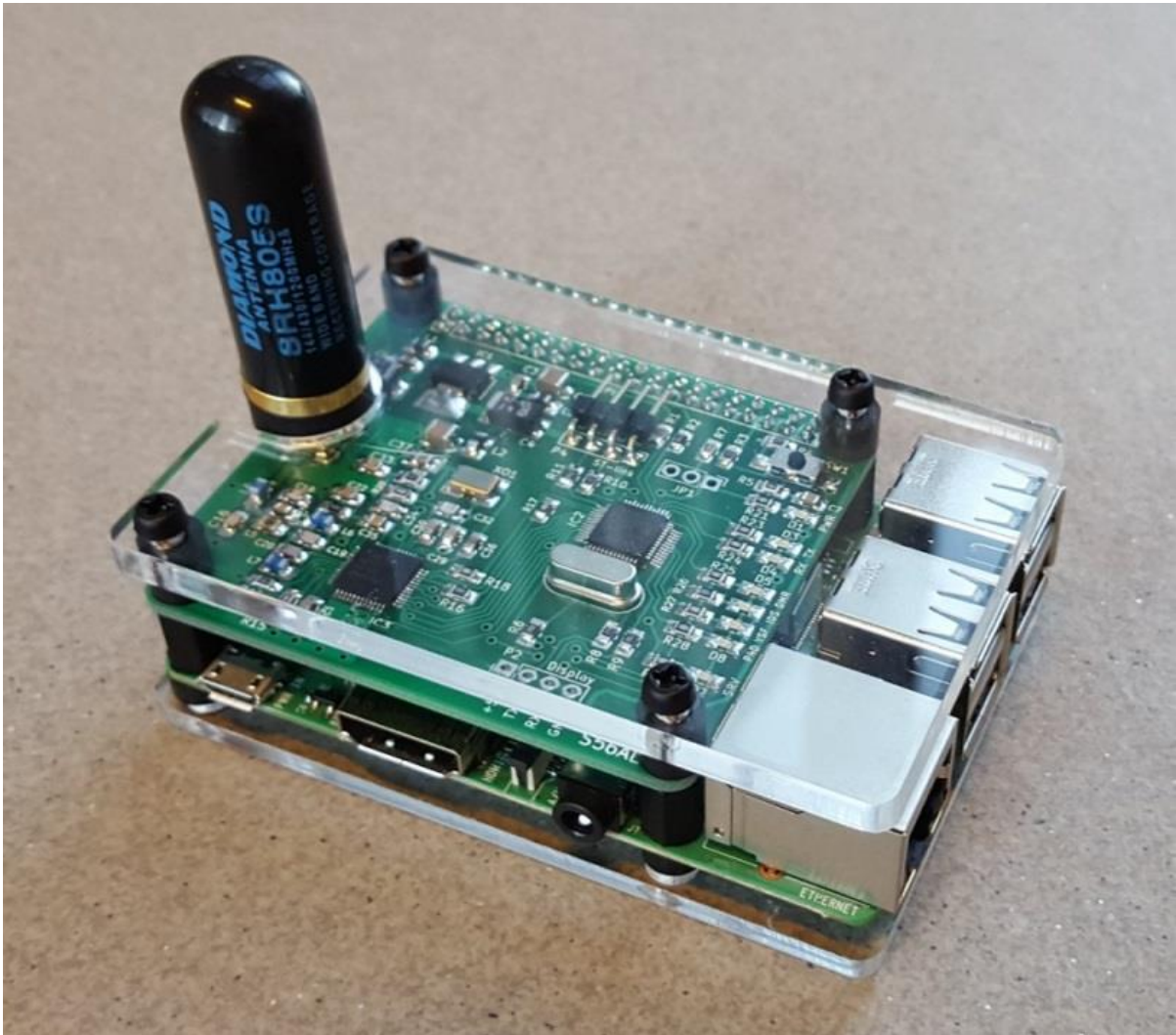
Za pomoč pri nabavi materiala sem na spletno stran [3] naložil tabelo s seznamom uporabljenih komponent. Pri bolj problematičnih elementih oz. elementih, kjer je pomembna izvedba, ali pa se leti dobijo v ohišjih različnih velikosti, je pripisana kataloška koda spletnih trgovcev Farnell in/ali Mouser.

### Programska oprema

Natični modul HS vsebuje mikrokontroler, ta pa ne deluje brez ustreznega programa (firmware). Program si prevedemo iz izvorne kode, ki je na voljo na spletni strani avtorja na GitHubu [2]. Prevajamo lahko na osebem računalniku z operacijskim sistemom Windows v okolju Arduino ali na osebem računalniku ali Malini z operacijskim sistemom Linux oz. Raspbian. Tudi tu je za prevajanje izvorne kode možno uporabiti razvojno okolje Arduino, enostavneje pa je prevesti kar s prevajalnikom GCC iz ukazne vrstice. Za poznavalce operacijskega sistema Linux / Raspbian zadoščajo napotki z GitHuba [2], za manj večče pa je avtor CA6JAU pripravil podrobna navodila za namestitve



ustreznih programov in prevajanje iz ukazne vrstice na Malini, korak po korak, v obliki video posnetka na Youtubeu [4]. Posnetek je sicer v španskem (kastiljskem) jeziku, vendar je slikovni material dovolj nazoren, da je tudi brez znanja Kastiljščine postopku možno slediti brez težav. Del, ki se nanaša neposredno na namestitev prevajalnika, izvirne kode in prevajanje le-te, se v polnem videoposnetku nahaja od štirinajste minute dalje. Pred samim prevajanjem izvirne kode je potrebno v datoteki "config.h" izbrati oz. nastaviti ustrezne parametre za našo izvedbo HS.

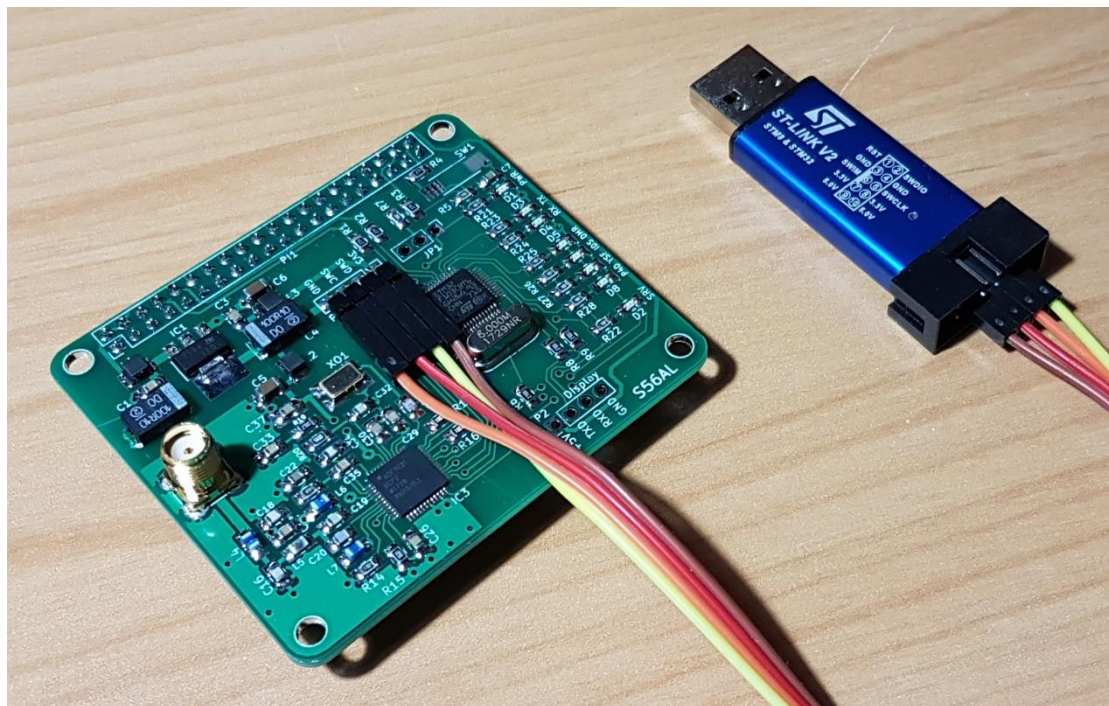


Slika 8 – Izgotovljen HotSpot, vgrajen v ohišje iz pleksija (TNX Danilo, S58DB)

Ko je firmware preveden, ga je treba naložiti v mikrokrmilnik. Spet imamo na voljo več možnosti. Ena od možnosti je nalaganje firmwarea v mikrokrmilnik iz osebnega računalnika prek zaporednega vmesnika (UART). Poleg ustreznega programa za nalaganje potrebujemo povezovalni kabel s pretvornikom iz USB ali RS-232 vmesnika na strani osebnega računalnika v zaporedni vmesnik na strani mikrokrmilnika in sicer z logičnimi napetostnimi nivoji 3,3V. Možnosti nalaganja iz osebnega računalnika prek zaporednega vmesnika na svojem HS nisem preskusil, bi pa v principu morala

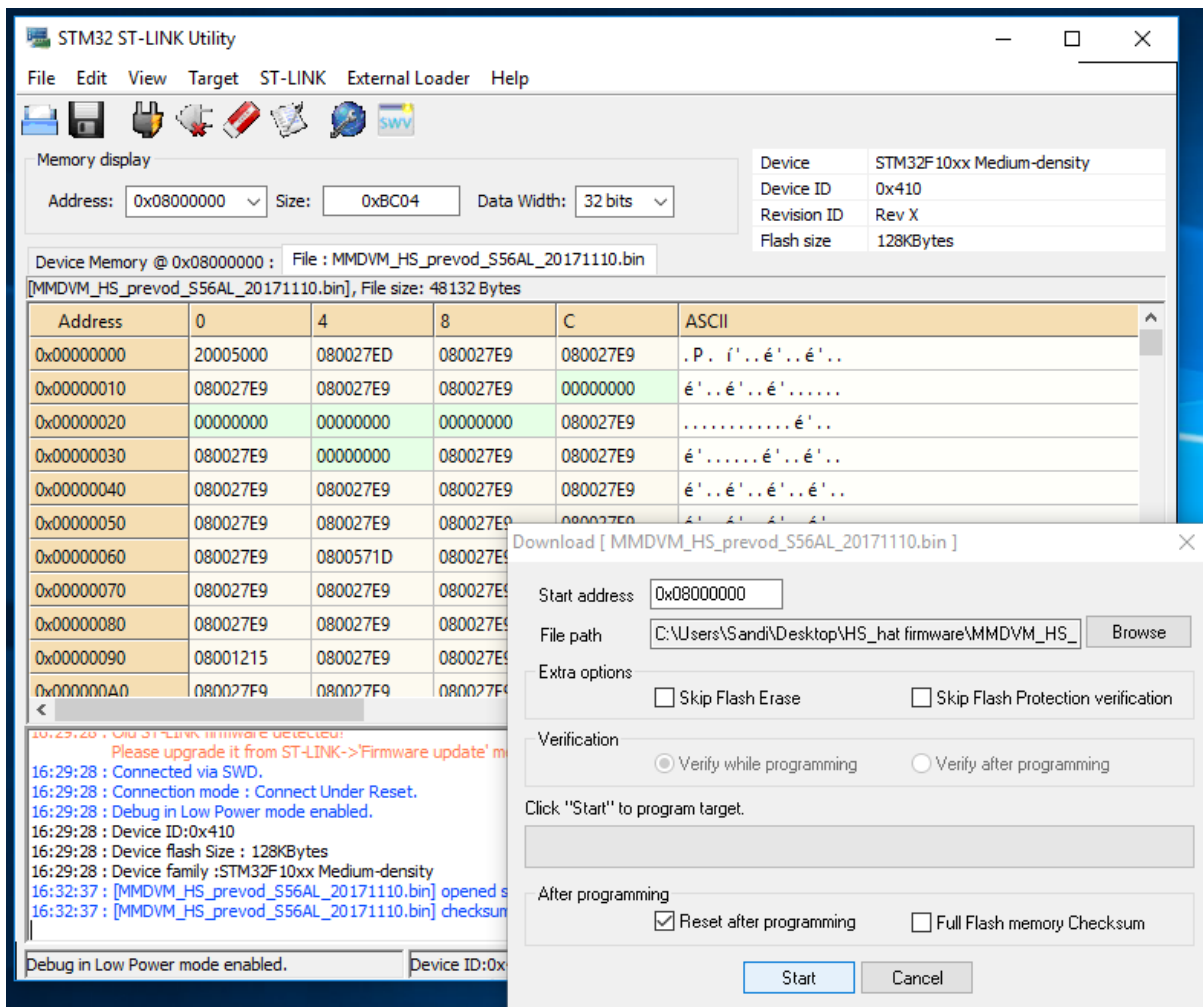
delovati. Eden od zaporednih vmesnikov mikrokrmilnika (UART1) je dostopen na priključni letvici Maline, drugi (UART2) na priključni letvici P2.

Druga možnost, ki prav tako poteka na osebnem računalniku z operacijskim sistemom Windows, je nalaganje s pomočjo posebnega strojnega vmesnika ST-link. Vmesnik se da kupiti v obliki USB ključka na E-bay za vsega nekaj EUR (kitajski ponaredek) oz. dobrih 20 EUR v originalni izvedbi. USB vmesnik se na HS poveže na priključno letvico P4, HS pa se med nalaganjem firmwarea v mikrokrmilnik napaja kar iz vmesnika STlink. Program za nalaganje za OS Windows je brezplačen, vsak si ga lahko prenese s spletnih strani proizvajalca družine mikrokrmilnikov STM32 [5]. Ta možnost pride najbolj prav v primeru, da se ne želimo ubadati s prevajanjem programa iz izvorne kode in pridobimo za naš HS že ustrezno prevedenega v obliki datoteke "bin" od kakega znanca, ki nam je pripravljen priskočiti na pomoč. Datoteko "bin" včitamo v omenjeni program prek menujev grafičnega vmesnika ter z nekaj kliki miške izvedemo prenos v pomnilnik (FLASH) mikrokrmilnika.



Slika 9 – ST-link USB, vmesnik za programiranje mikrokrmilnika

Tretja možnost ne zahteva nobene dodatne strojne opreme ali povezovalnega kabla. Firmware se v HS prepíše neposredno iz Maline, zopet prek zaporednega vmesnika UART1. Pri tem postopku se HS natakne na Malino enako, kot bo nameščen kasneje v fazi uporabe. Nalaganje (upload) se izvede s pomočjo posebnega programčka iz ukazne vrstice v konzoli operacijskega sistema. Tudi ta postopek je korak po korak prikazan v že omenjenem video posnetku [4], kot nadaljevanje postopka prevajanja z GCC.



Slika 10 – ST-link utility, program za OS Windows

## Uporaba HotSpota

Sama uporaba HotSpota ni osrednja tema tega prispevka, zato o njej le nekaj osnovnih napotkov. Zgrajen HS potrebuje za delovanje poleg firmwarea, vpisanega v mikrokrmilnih, tudi ustrezen program, ki teče na Malini in skrbi za omrežni del komunikacije. Za DMR, D-STAR, C4FM in P25 je to program MMDVM avtorja Jonathana, G4KLX. Programski paket je v obliki izvorne kode prosto snemljiv z GitHuba [6]. Za uporabo ga je potrebno še prevesti ter ustrezno urediti najmanj datoteko z osnovnimi nastavitvami (MMDVM.ini). Postopek je zopet nazorno prikazan v video posnetku CA6JAU na Youtubeu [2].

Enostavnejša možnost, primerna predvsem za začetnika, ki želi svoj HS čim prej pripraviti do delovanja, pa je uporaba programskega paketa Pi-Star [7]. Pi-Star prenesemo z interneta v obliki slikovne datoteke ISO. Datoteko ISO razpakiramo na spominsko kartico uSD ter vstavimo v Malino. Pi-Star že vsebuje prevedeno in nameščeno programje MMDVM, vse kar je potrebno za uporabo, pa je nastavitve osnovnih parametrov delovanja prek grafičnega vmesnika HTML s spletnim brskalnikom

(klicni znak, DMR ID, parametri za vstop v izbrana omrežja oz. prijave v strežnike, tip uporabljenega HS-ja, QTH lokator ipd.).

Pi-Star:3.4.5 / Dashboard: 20171116

## Pi-Star Digital Voice - Configuration

Dashboard | Admin | Power | Update | Backup/Restore | Factory Reset

### Gateway Hardware Information

Hostname	Kernel	Platform	CPU Load	CPU Temp
pi-star	4.9.35-v7+	Pi 3 Model B (1GB) - Sony, UK	0.14 / 0.05 / 0.01	46.7°C / 116.1°F

### Control Software

Setting	Value
Controller Software:	<input type="radio"/> DStarRepeater <input checked="" type="radio"/> MMDVMHost (DV-Mega Minimum Firmware 3.07 Required)
Controller Mode:	<input checked="" type="radio"/> Simplex Node <input type="radio"/> Duplex Repeater

### MMDVMHost Configuration

Setting	Value
DMR Mode:	<input checked="" type="checkbox"/> RF Hangtime: <input type="text" value="20"/> Net Hangtime: <input type="text" value="20"/>
D-Star Mode:	<input checked="" type="checkbox"/> RF Hangtime: <input type="text" value="20"/> Net Hangtime: <input type="text" value="20"/>
YSF Mode:	<input type="checkbox"/> RF Hangtime: <input type="text" value="20"/> Net Hangtime: <input type="text" value="20"/>
P25 Mode:	<input type="checkbox"/> RF Hangtime: <input type="text" value="20"/> Net Hangtime: <input type="text" value="20"/>
MMDVM Display Type:	None <input type="button" value="v"/> Port: /dev/ttyAMA0 <input type="button" value="v"/>

### General Configuration

Setting	Value
Hostname:	pi-star Do not add suffixes such as .local
Node Callsign:	S56AL
CCS7/DMR ID:	293006701
Radio Frequency:	433.425.000 MHz
Latitude:	46.3343 degrees (positive value for North, negative for South)
Longitude:	13.5475 degrees (positive value for East, negative for West)
Town:	Bovec, JN66SI
Country:	Slovenija
URL:	http://rpt.hamradio.si/ <input type="radio"/> Auto <input checked="" type="radio"/> Manual
Radio/Modem Type:	STM32-DVM / MMDVM_HS - Raspberry Pi Hat (GPIO) <input type="button" value="v"/>
Node Type:	<input checked="" type="radio"/> Private <input type="radio"/> Public
System Time Zone:	Europe/Ljubljana <input type="button" value="v"/>
Dashboard Language:	english_uk <input type="button" value="v"/>

### DMR Configuration

Setting	Value
DMR Master:	BM_Czech_Republic_2302 <input type="button" value="v"/>
BrandMeister Network:	<a href="#">Repeater Information</a>   <a href="#">Edit Repeater</a> (BrandMeister Selfcare)
DMR Colour Code:	1 <input type="button" value="v"/>
DMR EmbeddedLCDOnly:	<input type="checkbox"/>
DMR DumpTAData:	<input checked="" type="checkbox"/>

### D-Star Configuration

Setting	Value
RPT1 Callsign:	S56AL <input type="button" value="v"/>

Slika 11 – Pi-Star, del vnosnega polja za nastavitve parametrov

**Povezave:**

- [1] [https://github.com/mathisschmieder/MMDVM\\_HS\\_Hat](https://github.com/mathisschmieder/MMDVM_HS_Hat) (GitHub, Mathis Schmieder, DB9MAT)
- [2] [https://github.com/juribeparada/MMDVM\\_HS](https://github.com/juribeparada/MMDVM_HS) (GitHub, Jose Uribe, CA6JAU)
- [3] [http://lea.hamradio.si/~s57nan/ham\\_radio/mmdvm\\_hs/mmdvm\\_hs.html](http://lea.hamradio.si/~s57nan/ham_radio/mmdvm_hs/mmdvm_hs.html)
- [4] <https://www.youtube.com/watch?v=ZPAlluOlhkc> (Tutorial instalación ZUMSpot Pi)
- [5] <http://www.st.com> (STM32 ST LINK utility oz. STSW-LINK004)
- [6] <https://github.com/g4klx/MMDVM>
- [7] <http://www.pistar.uk/index.php> in <http://www.mw0mwz.co.uk/pi-star/>