Hackněte si éter

Radioamatérství 21. století

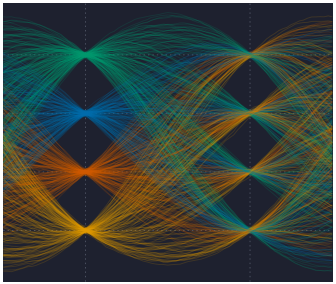
Vlastimil Slinták · OK5VAS

OpenAlt 2026 · Brno · uart.cz



Pozadí: vodopád WebSDR, Evesiesta, CC BY-SA 4.0, Wikimedia Commons

Kdo jsem



Vlastimil Slinták

OK5VAS — licence od ledna 2025

- návrh hardwaru, embedded a software — vystudované telekomunikace, VUT
- NPR hardware a firmware, **PacketRF**
- přispěvatel do M17 a **LinHT**
- píšu na **uart.cz** github.com/slintak
- dřív: **Meshtastic** (LinuxDays 2024), **LinHT** (OpenAlt 2025)

Obrázek: simulovaný eye diagram M17 4-FSK (RRC, $\alpha = 0{,}5$), tools/eye_art.py · uart.cz/category/radioamateri-en

Demo time

$ _

LIVE DEMO · NPR / PacketRF

Dobrovolník: tři kroky

1. Připojte PacketRF datovým USB kabelem.
2. Počkejte na adresu `10.26.0.x` (pár sekund, DHCP)

```
$ ip -br addr   # nové rozhraní enx…
```

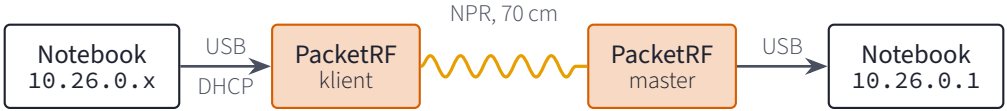
3. Pošlete zprávu:

```
$ echo "ahoj OpenAlt" | nc -u -w 1 10.26.0.1 5000
```

Bez brány a DNS — váš internet zůstane, jak je. Bez `nc`: `echo ahoj > /dev/udp/10.26.0.1/5000` (bash)

LIVE DEMO · NPR / PacketRF

Pošleme paket vzduchem




```
$ echo "ahoj OpenAlt" | nc -u -w 1 10.26.0.1 5000
```

Žádná Wi-Fi. Žádný internet. Jen rádio v 70 cm HAM pásmu.

Aplikace vidí IP

Všechna zvláštnost je až pod ní.

```
udp.port == 5000

Source      Destination Proto
10.26.0.35  10.26.0.1   UDP
10.26.0.35  10.26.0.1   UDP
10.26.0.35  10.26.0.1   UDP

IPv4, TTL: 62
UDP, Dst Port: 5000
Data: hello OpenAlt 1
```

záznam z testu 4. 11. 2026, USB rozhraní masteru

odesílatel	`10.26.0.x`
příjemce	`10.26.0.1`
protokol	`UDP/5000`
TTL	`64 → 62`
data	`ahoj OpenAlt`

TTL o 2 níž: dva routery,
klient a master — přes rádio.

Co jste právě viděli

Klasickou TCP/IP síť. Přes rádio.

Postavenou z otevřených projektů radioamatérů.



Dnes 70 cm — NPR jede i na 2 m, Hamnet na 2,3 a 5 GHz.

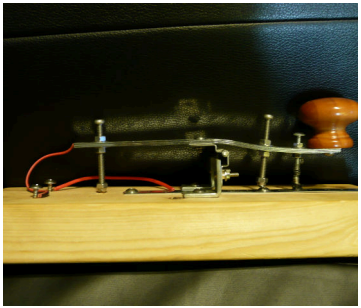
Bez sdílení by to nešlo.

Co je radioamatérství?

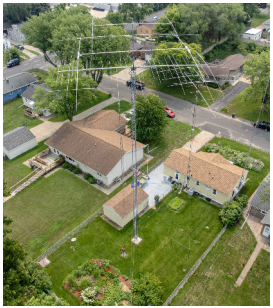
Co se vám vybaví?

Vysílačky, antény a morseovka?

Spojení přes půl světa, závody o co nejvíc spojení…







Ano, i to. Ale zdaleka nejen to.

Wikimedia Commons: straight key, CC BY-SA 3.0 · contest station 2017, Ptolusque, CC BY-SA 4.0 · antenna tower, Wikideas1, CC0

Radioamatérství není nostalgie po starých vysílačkách.

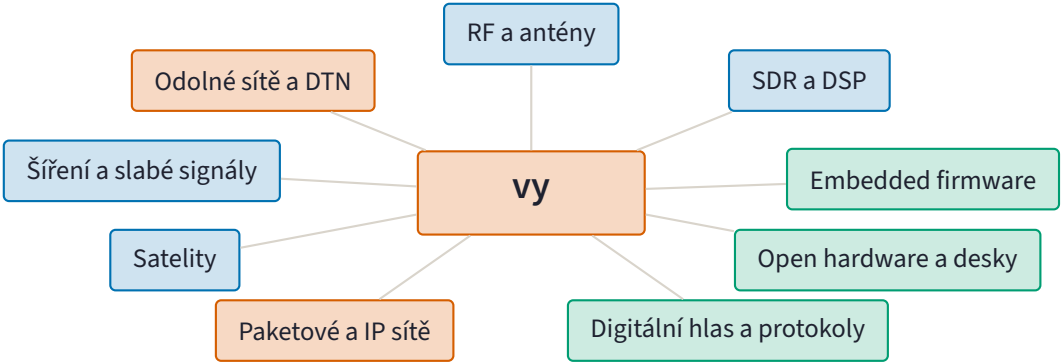
Je to vstupenka do technologií, na kterých stojí moderní svět.

Nástroj na učení, ne muzeum

- **Rozebrat** — technologii nejen používat, ale přestavět na něco, s čím výrobce nepočítal
- **Učit se praxí** — dnes levná ručka, za půl roku antény, modulace, DSP, protokoly, vlastní deska
- **Stavět skutečnou infrastrukturu** — převaděče, Hamnet, paketové sítě, které lidé opravdu používají
- **Znalosti, které se hodí** — telekomunikace, embedded, RF, sítě

Podle Chris Boden, “New Crew Radios”, youtube.com/shorts/Xg2jFrhWSpo

Radioamatérství není jeden koníček



Nemusí vás bavit celé radioamatérství.

Najděte si svou králičí noru.

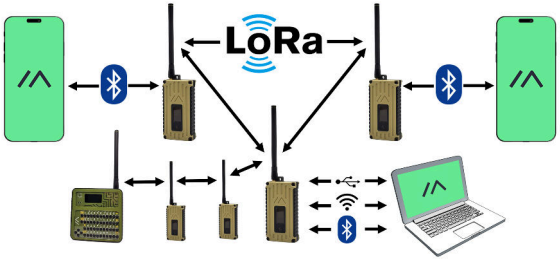
Roky jsem radioamatérství ignoroval



- Děda byl radioamatér
  — domácí rádio, hromady QSL lístků
- 59, 73, spojení, závody
  — mě to netáhlo
- Proč bych měl mít licenci?
  — nevěděl jsem

Foto: TRIO TS-520S transceiver (Kenwood), Zalasem1, CC BY 4.0, Wikimedia Commons

Začalo to u LoRa: Meshtastic → MeshCore



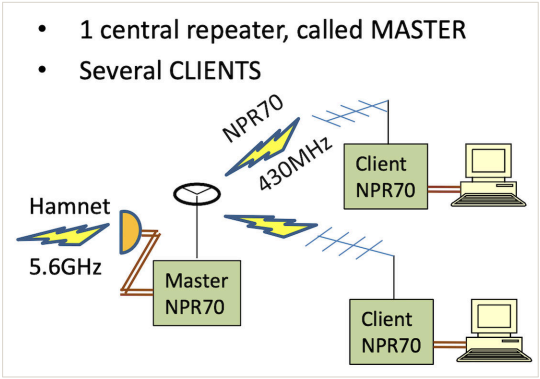


- LoRa mesh, pásmo 868 MHz bez licence
- textovky a poloha přes kopce, bez sítě
- v Česku se mezitím rozšířil **MeshCore**

úvod do Meshtasticu
LinuxDays 2024
(záznam)

LinuxDays 2024: Úvod do LoRa sítě Meshtastic · youtu.be/pqmU8-VLUg0 · diagram: z přednášky LinuxDays 2024 · foto: vlastní solární node

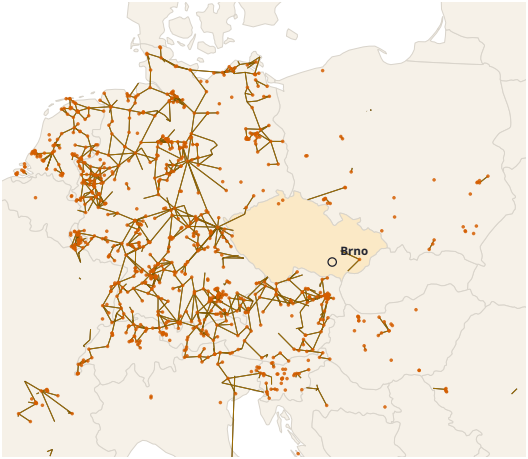
Hledal jsem další sítě: paketové rádio



- **Hamnet** — IP páteř, spoje 5 GHz
- **New Packet Radio** — IP na 70 cm
- otevřený hardware i firmware

„Počkat — já můžu routovat IP přes rádio, kterému rozumím a které můžu upravit?“

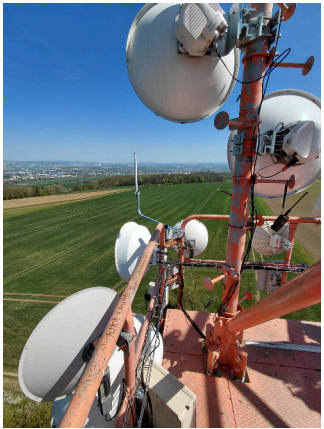
Hamnet: amatérská IP páteř



- 2,3 / 5 GHz spoje mezi kopci
- routované IP, adresy 44.x
- Wi-Fi hardware, typicky **MikroTik**
- začali Rakušané a Němci
- ≈ 940 stanovišť v provozu, v ČR zatím 3
- Alpy: webkamery na chatách

Mapa: stanoviště odpovídající na ping a rádiové spoje, hamnetdb.net (5. 11. 2026, ping za posledních 2 h), hranice: Natural Earth · hamnet.eu · hamnetdb.net · FOSDEM 2025: HAMNET status update

Hamnet u nás: work in progress





S Robinem OK2AWO stavíme Hamnet u Brna

v ČR zatím jen hrstka živých stanovišť

- MikroTik, 5 GHz
- reálné zkušenosti z provozu
- páteř pro NPR a další experimenty

Foto: vlastní

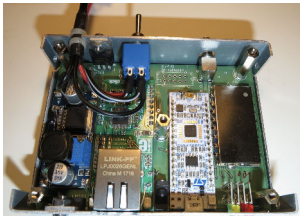
NPR: to bylo úvodní demo



- 70 cm i 2 m, jeden **master**, mnoho **klientů**
- klasická TCP/IP síť nad HAM RF
- poslední míle k Hamnetu — nebo samostatně
- hrubě 110 kbit/s – 1 Mbit/s, ping 0,3 – 1,3 s
- laboratoř: TDMA, embedded, RF, reálný provoz

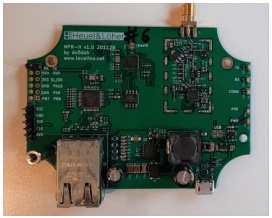
NPR by F4HDK — hackaday.io/project/164092 · uart.cz/2773 · NPR-H by DO5DSH, localino.net · CQ DL 3/2021, 3/2022 · hackaday.io/project/175907 · foto: vlastní

Jeden otevřený návrh, mnoho stavitelů



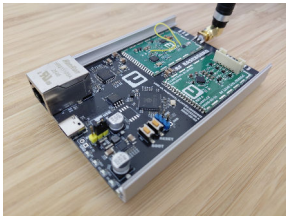
F4HDK · FR

původní NPR70



NPR-H · DO5DSH · DE

7 W, PoE, 2 m + 70 cm

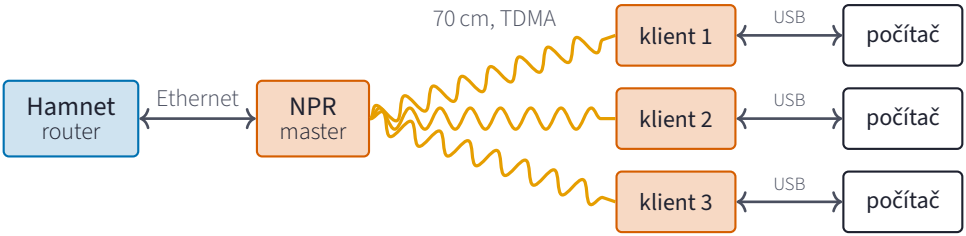


PacketRF · OK5VAS

RP2350, USB-C, vlastní FW

NPR by F4HDK — hackaday.io/project/164092 · foto: NPR-H by DO5DSH, localino.net · CQ DL 3/2021, 3/2022 · hackaday.io/project/175907 · uart.cz/2956 · github.com/slintak/PacketRF

NPR síť: master u Hamnetu, klienti kolem

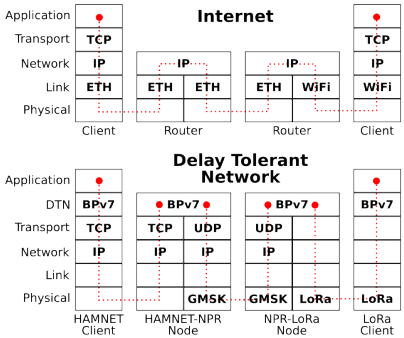


- master řídí kanál a přiděluje vysílací čas
- klienti dostanou adresy přes rádio
- za klientem běžný počítač (DHCP)
- proxy ARP — žádné broadcasty vzduchem

NPR by F4HDK — hackaday.io/project/164092 · uart.cz/2956 · github.com/slintak/PacketRF · uart.cz/category/radioamateri-en: „Addressing and ARP in NPR networks“

A hlavně mě lákalo zkusit DTN

Delay-tolerant networking: síť, která počká.

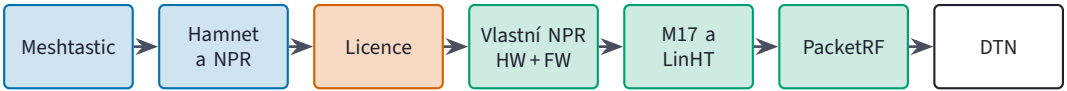


- **store-and-forward**: data počkají v uzlu na spoj
- KV, satelity, mobilní uzly, krize
- Bundle Protocol v7, v PacketRF experimentálně
- **cislunar** (G4DPZ): DTN až k Měsíci

Nejméně prozkoumané — a nejvíc mě to láká.

uart.cz/category/radioamateri-en: „Delay-Tolerant Networking for Amateur Radio“ · uart.cz/2956 · github.com/slintak/PacketRF · Cislunar Amateur DTN (G4DPZ) · RFC 9171

A proto jsem si nakonec udělal licenci



To byla moje cesta. A teď: co dalšího se dnes v radioamatérství děje.

Kde co hamové dělají

Mapa pásem — a dnešních projektů (oranžově = dnes uvidíte).

pásmo	dosah	co se tam děje
KV 1,8–30 MHz	celý svět (ionosféra)	hlas (SSB), CW, FT8, JS8, Winlink (VARA, Mercury)
VKV 6 a 2 m	desítky km (převaděče)	FM, DMR, M17, APRS, packet radio (AX.25), NPR, meteor scatter
UKV 70 cm	desítky km	převaděče, M17, NPR, satelity, SSTV z ISS
mikrovlny 1,2–10 GHz+	přímá viditelnost (odrazy: letadla, déšť, Měsíc)	Hamnet, QO-100, HAM TV, EME, DTN až k Měsíci (cislunar)

Rádio je dnes software

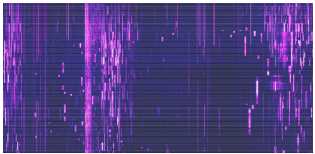
Na všech pásmech — od krátkých vln po mikrovlny.





USB krabička

RTL-SDR za pár stovek



po síti

Ethernet SDR, WebSDR



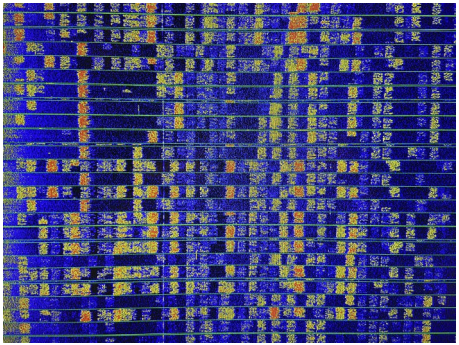
transceiver

IC-705 je uvnitř SDR

Foto: vlastní (IC-705, 20 m) · RTL-SDR: Joeceads, CC BY-SA 4.0 · vodopád WebSDR: Evesiesta, CC BY-SA 4.0 · gnuradio.org · sdrpp.org

KV na úrovni šumu: FT8 a JS8Call

Pár wattů, drátová anténa — a spojení přes kontinenty.



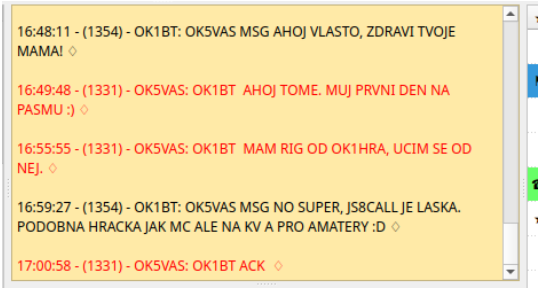
- **FT8** (WSJT-X): 15 s cykly, do ≈ -20 dB SNR
- **JS8Call**: modulace z FT8, volné zprávy
- JS8 Slow: 25 Hz šířka, až -28 dB SNR
- relaye a store-and-forward přes další stanice

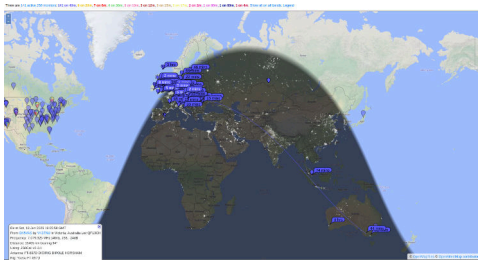
Signál, který uchem neslyšíte, počítač přečte.

Vodopád FT8 ve WSJT-X: Denis Apel, CC BY-SA 4.0, Wikimedia Commons · WSJT-X (K1JT) · js8call.com · JS8Call User Guide

Můj první den na KV

Půjčený Icom od OK1HRA, 40 m, JS8Call.





15 405 km
při SNR −24 dB, 40 m, JS8

- 102 příjmů ze 17 zemí za den
- nejdál: VK3TNU, Austrálie

Screenshoty: vlastní, 13. 6. 2026 — JS8Call a pskreporter.info (mapa: OpenStreetMap)

Winlink: e-mail tam, kde není internet



Kdo to používá

- jachtaři na moři
- expedice, chaty, odlehlá místa
- nouzová komunikace

Jak

- e-mail, formuláře, poloha
- přes KV z celého světa
- srdce systému je modem

VARA: modem pro Winlink

Proč je dobrá

- OFDM modem přes zvukovou kartu
- libovolné SSB rádio
- přizpůsobí se podmínkám: 500 Hz nebo 2,3 kHz
- opakuje chybné bloky (ARQ)
- ≈ 8 kbit/s ve 2,3 kHz

Ale

- uzavřená, jedna binárka
- jen Windows
- plná rychlost je placená
- de facto standard pro Winlink

Technicky opravdu dobrá — a zároveň černá skříňka.

Mercury: otevřený KV modem

- HERMES: e-mail tam, kde není internet
- OFDM módy z FreeDV, LDPC, 16-QAM, MFSK
- 200 Hz – 2,1 kHz, adaptivní, až ≈ -11 dB SNR
- ARQ + HARQ, broadcast s fountain kódy
- TCP API jako VARA: aplikace fungují beze změny
- Linux, Windows, macOS, RPi, Android, iOS



GPL-3.0

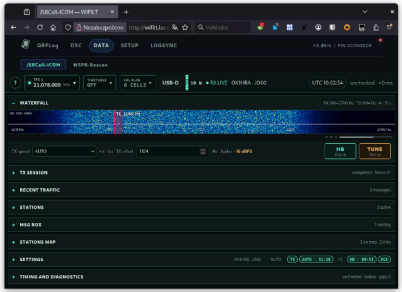
Stejné API, jiné světy

	VARA	Mercury
zdroják	proprietární, uzavřený	GPL-3.0, na GitHubu
platforma	binárka pro Windows	Linux, Win, macOS, RPi, mobily
API	TCP rozhraní	totéž TCP rozhraní
na vzduchu	jen VARA	s VARA nekompatibilní
můžete…	používat	číst, portovat, měnit, studovat

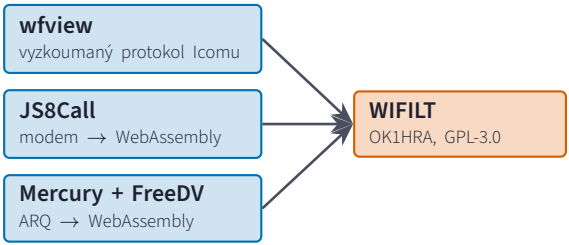
Když je modem uzavřený, můžete ho jen používat.
Nemůžete ho studovat, portovat, ani opravit.

WIFILT: proč se vyplatí otevřený kód

Icom z prohlížeče, bez internetu — JS8 i Mercury běží přímo v telefonu.



server: ESP32 v krabičce, nebo PC



Nikdo nezačínal od nuly.

S uzavřeným modemem by to nešlo.

github.com/ok1hra/wifilt (OK1HRA, GPL-3.0) · obrázky z repozitáře WIFILT (OK1HRA) · wfview · js8call.com · JS8Call User Guide · github.com/Rhizomatica/mercury (GPL-3.0)

Co je „ručka“?

Ruční radiostanice pro amatérská pásma — walkie-talkie na steroidech.



- 2 m a 70 cm, kolem 5 W
- přímo jednotky km, přes převaděč desítky km
- FM, digitál (DMR, M17…)
- od ≈ 600 Kč
- firmware = celé rádio

Foto (vlastní), zleva: Quansheng UV-K5 (FM) · TYT MD-UV380 (DMR, umí OpenRTX) · Retevis C62 (FM, port OpenRTX, dárce pro LinHT)

Ručka jako platforma, ne spotřebič

- **M17**
  otevřený digitální protokol pro hlas i data, Codec 2
- **OpenRTX**
  otevřený firmware pro rádia, která už máte
- **LinHT**
  rádio, které *je* linuxový počítač



M17 na TYT a Retevis s OpenRTX

m17project.org · github.com/M17-Project/M17_spec (GPL-2.0) · openrtx.org · github.com/OpenRTX/OpenRTX · github.com/M17-Project/LinHT-hw · foto: vlastní

OpenRTX: otevřený firmware

Do rádií, která už existují.

rádio	FM	M17
TYT MD-380 / MD-390, Retevis RT3	•	•
TYT MD-UV380, Retevis RT3s	•	•
Connect Systems CS7000-M17 (+Plus)	•	•
Module 17 (open-HW modem)	–	•
Radioddity GD-77, Baofeng DM-1801	•	–
LilyGO T-TWR Plus, Talkpod A36plus	•	–
Radtel RT-890, TYT MD-9600	○	○
Retevis C62	○	○

• podporováno ○ ve vývoji – nedostupné



Nokia 3310 s novou deskou:
OpenRTX, M17, APRS

openrtx.org/#/dev_status (Nov 2026) · openrtx.org · github.com/OpenRTX/OpenRTX · foto: vlastní

Děje se to právě teď: Retevis C62

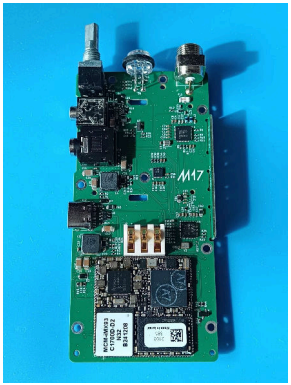
Ručka za 60 dolarů, reverse engineering veřejně.



SoC	ListenAI, Zephyr SDK
RE	dumpy flash, DSP blob, kalibrace
září 2026	M17 TX z neupravené C62
říjen 2026	PR portu v C62 větvi
listopad 2026	komunitní buildy: FM, M17, P25
LinHT	stejná krabička — desky se prohodí za pár minut

OpenRTX PR #510, #537, #548, #552 · etherham.com: “M17 Next: a $60 radio, a Linux HT…” · N4IRS c62-p25 build · foto: vlastní

LinHT: linuxový počítač v ručce

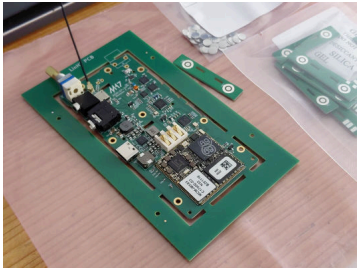


CPU	i.MX93: 2× A55 1,7 GHz + M33 + NPU
paměť	2 GB RAM, 32 GB eMMC
RF	SX1255 I/Q transceiver, 70 cm
výkon	≈ 4,5 W (rev B)
I/O	síť přes USB-C, GNSS, audio
dárce	Retevis C62: krabička, displej, klávesy
OS	Yocto Linux

Autoři: **Wojciech SP5WWP** · **Andreas OE3ANC** · **Vlastimil OK5VAS** (návrh DPS) — a komunita M17

LinHT: rev C funguje





3 kusy oživené a fungují, problémy rev B vyřešené.
Další 4 objednané, cíl ≈ 50 kusů pro zájemce — podle ceny procesorového modulu s 2 GB RAM.

QR: přednáška o LinHT, OpenAlt 2025

Foto: vlastní — CQ DL 11/2025 s LinHT na titulní straně, osazená deska rev C v rámu C62 · github.com/M17-Project/LinHT-hw (CC BY-NC-SA 4.0) · OpenAlt 2025: LinHT — open-source SDR transceiver · youtu.be/PyispKXU68Y

Proč chtít Linux v ručce?

- každý mód je jen software
- GNU Radio přímo *v* rádiu
- vlastní modem v Pythonu nebo C
- `ssh` do rádia, `git pull` nový mód
- IP přes USB-C — rádio jako síťový uzel
- GNSS + Linux: tracker, APRS, logger
- experimenty: 64-QAM na 2 Mbit/s
- dnes FM, SSB, M17, TETRA RX

Ne „jaké módy umí?“, ale „co chcete zkusit?“

 (CC BY-NC-SA 4.0)

Obrázky z vesmíru: SSTV z ISS

Levná ručka, anténa a telefon s Androidem.





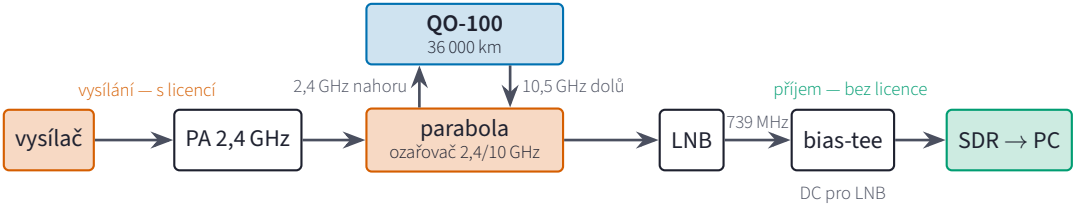
1. přelet ISS (AMSAT)
2. ručka na `145,800` MHz, FM, wide
3. telefon s **Robot36** k reproduktoru
4. obrázek přímo z ISS

SSTV = obrázek zakódovaný do tónů (PD120 ≈ 2 minuty). ARISS vysílá nepravidelně, termíny oznamuje předem.

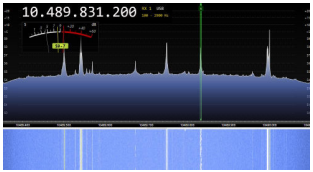
Vpravo můj první příjem z ISS: test Fram2Ham, 437,550 MHz, 15. 2. 2025 (jen část obrázku) · uart.cz/2675 · ariss.org · amsat.org/track · Robot36 (Android)

QO-100: satelit s HAM převaděčem

Geostacionární družice Es'hail-2, 25,9° E — bez sledování přeletů.







- **úzké pásmo**: SSB, CW, digi (FT8, JS8, FreeDV)
- **široké pásmo**: HAM TV v DVB-S2
- bez paraboly: WebSDR v prohlížeči
- já: DJ7GP, bias-tee a PA od SP5WWP — v létě

Foto: Petr OK2YB: QO-100, Kurz operátorů OK2KOJ při VUT (2024) · AMSAT-DL: QO-100 · BATC WebSDR

Ham spirit × open-source spirit

Spotřebič, nebo platforma? Operátor, nebo experimentátor?

Amatérská služba (ITU)

- sebevzdělávání
- vzájemná komunikace
- technické zkoumání
- „pokrokovost“ (kodex, 1928)

≈

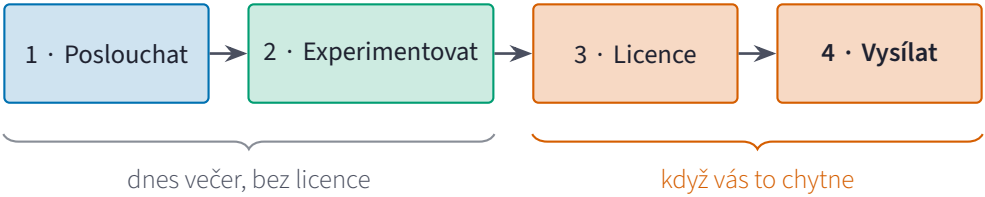
Svobodný software

- spouštět
- studovat
- upravovat
- sdílet

Open source není něco, co k radioamatérství přišroubujeme.
V mnohém je to návrat ke kořenům.

ITU Radio Regulations, No. 1.56 — definition of the amateur service · The Amateur’s Code, Paul M. Segal, W9EEA (1928) · gnu.org/philosophy/free-sw — the four freedoms

Jak začít



Licence nemusí být první krok.

Krok 1: prostě poslouchejte

K příjmu licenci nepotřebujete.



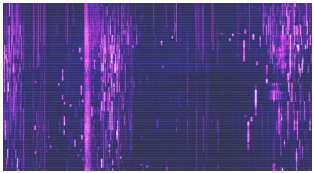
Levná ručka

UV-K5 · ≈ 600 Kč



USB SDR

RTL-SDR · ≈ 800 Kč



WebSDR

v prohlížeči · zdarma

Co poslouchat: převaděče a APRS · SSTV z ISS · letadla (ADS-B) · KV a JS8/FT8 přes WebSDR · QO-100 přes WebSDR · satelity (SatNOGS)

uart.cz/2675 · RTL-SDR: Joeceads, CC BY-SA 4.0 · websdr.org, vodopád: Evesiesta, CC BY-SA 4.0 · readsb / tar1090 · satnogs.org (Libre Space Foundation)

Krok 2: experimentujte

Příjem, dekódování a stavění licenci nepotřebují.

Dekódovat

- KV přes SDR: JS8, FT8, CW skimmer
- satelity a ISS: SSTV, telemetrie
- APRS, packet: Dire Wolf

Hackovat

- firmware: OpenRTX, UV-K5
- zdrojáky M17, PacketRF, Mercury
- pomoct s portem na C62

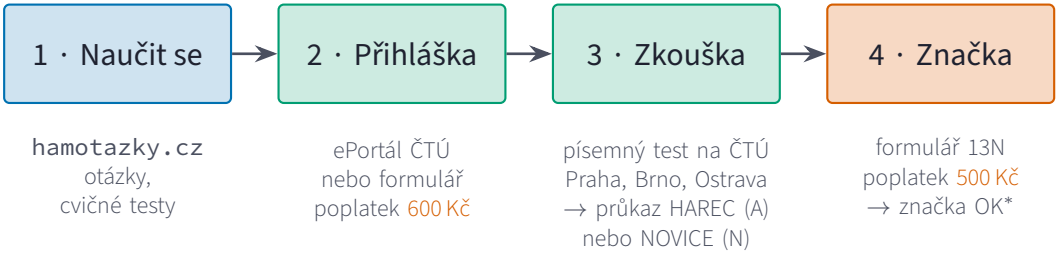
Stavět

- anténu (+ NanoVNA)
- **SatNOGS** stanici pro satelity
- Module 17 nebo PacketRF

satnogs.org (Libre Space Foundation) · pskreporter.info · reversebeacon.net · github.com/wb2osz/direwolf · openrtx.org · github.com/OpenRTX/OpenRTX · github.com/egzumer/uv-k5-firmware-custom

Krok 3: licence v Česku

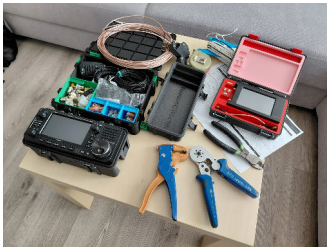
Tip: jděte rovnou na HAREC (třída A), ne NOVICE (N) — o kousek víc učení, všechna pásma, vyšší výkon.



ctu.gov.cz — zkouška · eportal.ctu.gov.cz/form/13N · hamotazky.cz (OK1GOD)

Krok 4: vysílejte





- doma i venku s přenosnou výbavou
- místní převaděč, místní klub
- M17, APRS, packet na vzduchu
- přístup do Hamnetu a NPR
- satelity, dokonce ISS
- vlastní experimenty na vzduchu

Foto: vlastní (OK5VAS) — stanice doma a přenosná výbava

Všechno z přednášky najdete online

- volné převyprávění přednášky
- slidy česky i anglicky
- odkazy na zdroje a projekty

`uart.cz/3061`



Najděte, co vás baví.
Naučte se to.
Postavte to.
Vysílejte.

Sebevzdělávání, technické zkoumání, vzájemná komunikace —
proto amatérská služba existuje.

Otázky?

Vlastimil Slinták · OK5VAS
uart.cz · github.com/slintak · packetrf.org