

PROJEKTOVÁ DOKUMENTACE

Portable End-Fed Half-Wave (EFHW) anténa

pro provoz SOTA / POTA / WWFF

Impedanční transformátor (UnUn) 49:1 dle konstrukce DG1JAN — projekt „UniBalun“

Mechanická konstrukce navíječe s integrovaným balunem (3D tisk, Printables)

Záříč: licna se silikonovou izolací

Zpracoval: Jakub Horák, OK2ZIL

Datum: 25. července 2026

Revize dokumentu

Revize	Datum	Popis změny	Autor
1.0	25. 7. 2026	První vydání dokumentace — teoretický rozbor, konstrukce balunu dle DG1JAN (UniBalun), mechanická konstrukce navíječe s integrovaným balunem (OK1FUN, uchycení stahovací páskou bez šroubů), zářič se silikonovou izolací, BOM, postup výroby, měření, proklikávací obsah.	OK2ZIL

Obsah

Revize dokumentu

1. Úvod a cíl projektu

2. Teoretický rozbor

[2.1 Princip antény End-Fed Half-Wave](#)

[2.2 Impedance napájecího bodu](#)

[2.3 Transformace impedance — poměr 49:1](#)

[2.4 Volba feritového jádra](#)

3. Balun / UnUn dle DG1JAN — projekt „UniBalun“

[3.1 Popis projektu a licence](#)

[3.2 Konfigurace pájecích propojek pro variantu 1:49 \(EFHW\)](#)

[3.3 Vinutí toroidního jádra](#)

[3.4 Technologický postup výroby transformátoru](#)

[3.5 Výkonové omezení](#)

4. Mechanická konstrukce — navíječ s integrovaným balunem

[4.1 Popis modelu](#)

[4.2 Tisk a materiál](#)

[4.3 Montáž balunu do navíječe](#)

5. Zářič antény — vodič se silikonovou izolací

[5.1 Volba typu a průřezu vodiče](#)

[5.2 Výpočet elektrické délky zářiče](#)

[5.3 Zakončení a upevnění zářiče](#)

6. Kompletní seznam materiálu (BOM)

7. Kompletní technologický postup výroby (souhrn)

8. Měření, ověření a nastavení

9. Provozní omezení a bezpečnost

10. Seznam zdrojů

1. Úvod a cíl projektu

Cílem projektu je navrhnout a vyrobit lehkou, mechanicky odolnou a rychle nasaditelnou anténu typu End-Fed Half-Wave (EFHW) určenou pro portable provoz v rámci aktivit SOTA (Summits On The Air), POTA (Parks On The Air) a WWFF (World Wide Flora & Fauna). Anténa je koncipována jako vícepásmový zářič napájený na konci pomocí širokopásmového impedančního transformátoru (tzv. UnUn) s převodním poměrem 49:1, který transformuje vysokou impedanci konce půlvlnného vedení (řádově 1800–4000 Ω) na přibližně 50 Ω pro připojení koaxiálního kabelu.

Dokumentace vychází ze tří dílčích zdrojů, které jsou v projektu integrovány do jednoho funkčního celku:

- elektrické zapojení a technologie výroby transformátoru (balunu/ununu) — dle otevřeného projektu UniBalun autora DG1JAN [1];
- mechanická konstrukce navíječe s integrovaným pouzdem pro balun — 3D tisknutelný model dostupný na portálu Printables [2];
- provedení zářiče anténního vodiče z licny se silikonovou izolací pro maximální flexibilitu, odolnost vůči UV záření a nízké teploty tuhnutí izolace.

Dokument je strukturován jako technický/vědecký projekt: obsahuje teoretický rozbor principu funkce antény a transformátoru, technologický postup výroby, kusovník materiálu, kontrolní měření a seznam použitých zdrojů s přímými odkazy.

2. Teoretický rozbor

2.1 Princip antény End-Fed Half-Wave

EFHW je rezonanční anténa tvořená vodičem o elektrické délce přibližně jedné poloviny vlnové délky ($\lambda/2$), napájeným v jednom svém konci (na rozdíl od klasického dipólu napájeného uprostřed). Napětové maximum a proudové minimum se nachází právě v místě napájení, což je hlavní odlišnost od středově napájených antén — důsledkem je velmi vysoká vstupní impedance na napájecím konci.

Tato vlastnost je zároveň výhodou i komplikací: výhodou je, že druhý konec zářiče může „viset volně“ bez nutnosti vyváženého vedení a druhého vyzařovacího prvku (protiváhy) ve tvaru druhého půldrátu, jak je tomu u dipólu — stačí jediný vodič vedený např. šikmo vzhůru ke stromu nebo teleskopickému stožáru. Komplikací je nutnost účinné transformace vysoké impedance napájecího bodu na 50 Ω standardně používaných v koaxiálních svodech a vysílačích.

2.2 Impedance napájecího bodu

Impedance na konci půlvlnného vodiče se v praxi pohybuje typicky v rozmezí 1800 Ω až 5000 Ω v závislosti na výšce zavěšení, sklonu vodiče, blízkosti vodivých překážek a provozním kmitočtu v rámci pásma [3][4]. Pro vícepásmový provoz (zářič pracující na základní půlvlně i na lichých/sudých harmonických) se jako kompromisní hodnota pro návrh transformátoru běžně používá impedance v řádu 2200–2700 Ω [5].

2.3 Transformace impedance — poměr 49:1

Impedanční poměr širokopásmového transformátoru na feritovém toroidu odpovídá druhé mocnině poměru počtu závitů (turns ratio). Pro dosažení transformačního poměru 49:1 (tj. přibližně 2450 Ω → 50 Ω)

je nutný poměr závitů 7:1 — v praxi realizovaný jako 2 závity primárního (nízkoimpedančního, 50 Ω) vinutí a 14 závitů sekundárního (vysokoimpedančního) vinutí na společném toroidním jádře [3][5][6].

Prakticky se transformátor chová jako autotransformátor (UnUn — unbalanced to unbalanced), nikoli jako galvanicky oddělený balun. Pro potlačení nesymetrických (common-mode) proudů na plášti koaxiálního kabelu se doporučuje doplnit systém o samostatný proudový tlumivkový balun (feritová tlumivka na koaxiálním kabelu) v blízkosti napáječe [6].

2.4 Volba feritového jádra

Autor DG1JAN doporučuje pro UniBalun jádra typu materiálu „43“ (např. Amidon FT82-43, Fair-Rite 5943000601, nebo toroid Würth 74270118), která poskytují dobrý kompromis mezi účinností a šířkou pásma v rozsahu 80–10 m [1]. Podle měření zveřejněných autorem lze účinnost dále zlepšit skládáním dvou jader (např. FT82-43 s vloženým FT50-43 uvnitř, nebo kombinace Fair-Rite 5943000601 a 5943001101), což snižuje ztráty v jádru přibližně o 10 % oproti samostatnému FT82-43 nebo FT114-43 [7]. Nejlepší naměřený poměr vinutí pro 49:1 UnUn na jádru velikosti FT82-43 je dle autorových měření 3:21 závitů [1].

Jádro	Výkonové zatížení (dle DG1JAN / Radio-Stuff)	Poznámka
Fair-Rite FT82-43 (5943000601)	~10 W SSB/CW, ~5 W FT8 (QRP)	Doporučené základní jádro dle DG1JAN [1]
Würth 74270118	10 W SSB, 3 W CW/Data	Mírně lepší na vyšších pásmech, nepoužívat pod ~6 MHz [1]
FT82-43 + FT50-43 (skládaná jádra)	obdobné jako FT82-43, nižší ztráty	~10 % nižší ztráty oproti samotnému FT82-43 [7]
Fair-Rite T140-43 (větší velikost)	100 W SSB / 25 W CW	Používáno v komerčních portable kitech pro vyšší výkon [8]

Tab. 1 — Přehled feritových jader vhodných pro 49:1 UnUn dle zdrojů [1][7][8].

3. Balun / UnUn dle DG1JAN — projekt „UniBalun“

3.1 Popis projektu a licence

UniBalun je otevřený hardwarový projekt desky plošných spojů (PCB) autora DG1JAN, publikovaný na GitHubu pod licencí CC-BY-SA 4.0 [1]. Deska umožňuje pomocí volby pájecích propojek a vinutí realizovat několik variant impedančního transformátoru na jediném plošném spoji:

- 1:1 Balun (proudový, pro symetrizaci dipólu),
- 1:4 Balun,
- 1:9 UnUn,
- 1:49 UnUn (řešení použité v tomto projektu — EFHW),
- dle konfigurace vinutí lze dosáhnout i poměru 1:64.

Deska v aktuální revizi (>1.1) obsahuje kombinovaný footprint pro konektory BNC i SMA, takže stačí jediná verze plošného spoje pro obě varianty konektoru [1]. Autor rovněž publikoval německy psaný podrobný montážní návod („Bauanleitung_UniBalun.pdf“) přímo v repozitáři projektu [1].

3.2 Konfigurace pájecích propojek pro variantu 1:49 (EFHW)

Pro požadovanou konfiguraci UnUn 1:49 platí dle originální dokumentace autora [1]:

1. Na zadní straně desky (backside) se pájecím drátovým můstkem propojí pad 1 a pad 4 — propojení na zadní straně zajišťuje lepší izolaci mezi vstupní a výstupní stranou transformátoru.
2. Na pozici C1 se osadí a připájí kompenzační kondenzátor (dle měření a doporučení autora typicky v jednotkách desítek až stovek pF, dimenzovaný na vysoké napětí — v komerčních kitech se používá např. 100 pF/1 kV [9]).
3. Osadí se zvolený konektor (BNC nebo SMA, dle footprintu desky) a případně také 4mm banánkové zdířky pro připojení zářiče a protiváhy/zemního vodiče (přítomné od revize 1.1) [1].

3.3 Vinutí toroidního jádra

Podle autorova doporučení a nezávislých měření se pro poměr 1:49 na jádru velikosti FT82 osvědčilo vinutí v poměru 3 (primární) : 21 (sekundární) závitů jako mírně účinnější alternativa k základnímu schématu 2:14 [1]. Obě varianty jsou funkční (dávají teoreticky stejný poměr 7:1, resp. 49:1 v druhé mocnině), rozdíl je pouze ve vazbě a ztrátách jádra při daném vinutí.

Vinutí se provádí izolovaným smaltovaným (případně silikonovým) vodičem přiměřeného průřezu, primární a prvních několik závitů sekundárního vinutí se dle zavedené praxe stáčí (twistují) k sobě pro zlepšení vazby na nízkých kmitočtech [4]. Konce vinutí se před pájením na desku pečlivě zbaví smaltu/izolace a zacínují.

3.4 Technologický postup výroby transformátoru

4. Příprava materiálu: PCB UniBalun (objednaná dle Gerber/KiCad souborů z repozitáře [1], např. přes JLCPCB nebo Aisler), feritový toroid (viz Tab. 1), smaltovaný/silikonový vodič na vinutí, konektor BNC/SMA, kondenzátor C1, cínová pájka, tavidlo.
5. Navinutí primárního vinutí (2–3 závity dle zvolené varianty) a sekundárního vinutí (14–21 závitů) na toroid dle zvoleného poměru; dodržet směr vinutí a orientaci dle nákresu variant publikovaného autorem [1].
6. Odizolování a zacínování konců vinutí, osazení toroidu na desku a připájení jednotlivých vývodů do příslušných padů.
7. Pájení propojovacího můstku mezi pady 1 a 4 na zadní straně desky (konfigurace 1:49 UnUn).
8. Osazení a připájení kompenzačního kondenzátoru na pozici C1.
9. Osazení a připájení VF konektoru (BNC/SMA) a případně zemnicích/banánkových zdířek.
10. Vizuální kontrola pájených spojů, kontrola zkratů multimetrem mezi vstupní a výstupní stranou.
11. Funkční ověření: měření SWR/impedance analyzátozem se zátěžovým odporem cca 2,4–2,7 kΩ připojeným na výstupní (vysokoimpedanční) stranu — SWR by se ve zvoleném pásmu mělo pohybovat výrazně pod hodnotou 3:1 [3][9].

Pozn.: Autor v repozitáři zveřejnil i vlastní protokol měření účinnosti UnUn transformátoru („20230620_EFHW_UnUn_efficiency_meas.pdf“ a příložený sešit s daty) [1][7], který lze použít jako referenční hodnoty při ověřování vlastního výrobku.

3.5 Výkonové omezení

Deska UniBalun je dle autora dimenzována jako lehká QRP konstrukce s maximálním zatížením přibližně 10 W SSB/CW, resp. 5 W při režimech s vysokým duty cycle (FT8 apod.) [1]. Pro vyšší výkony (do 100 W) existují odvozené konstrukce autora (např. „xOTA-Antenna-100W“) používající větší jádra typu FT140-43 [1]

[8] — pro účely lehké SOTA/POTA výbavy s QRP transceiverem je však standardní UniBalun na jádru FT82-43 dostačující.

4. Mechanická konstrukce — navíječ s integrovaným balunem

4.1 Popis modelu

Pro uložení hotového transformátoru a navinutí zářiče je použit 3D tisknutelný model „Navíječ s integrovaným balunem 49:1“, jehož autorem je OK1FUN, publikovaný na portálu Printables (model č. 1710771) [2]. Koncept spojuje do jednoho tělesa cívku (navíječ) na anténní vodič a pouzdro pro desku transformátoru, čímž odpadá potřeba samostatné krabičky na balun — celá anténa (transformátor + zářič) tak tvoří jeden kompaktní a mechanicky odolný celek vhodný do batohu.

Konstrukce je bezešroubová — nevyžaduje žádný spojovací materiál (šrouby, matice). Deska transformátoru je v tělese navíječe fixována elektrikařskou stahovací páskou (páskou typu „nylon zip-tie“), provlečenou skrz k tomu určené otvory/kanálky v tělese, což zjednodušuje montáž a snižuje hmotnost celé sestavy.

Obecné konstrukční principy odpovídají zavedeným řešením podobných integrovaných navíječů pro EFHW antény (např. návrh „Antenna Spool with 1:64 Balun“ [10] nebo „Pocket EFHW“ DL2MAN [4]):

- ploché tělo navíječe s bočními „křídly“ (flanges) proti sesmeknutí navinutého vodiče,
- integrovaná kapsa/šachta pro zasunutí desky transformátoru chráněná před mechanickým poškozením,
- kanálky/průchodky pro stahovací pásku, kterou se deska balunu fixuje v šachtě bez nutnosti šroubů,
- průchodky/výřez pro BNC/SMA konektor a pro vyvedení zářiče a zemnicího vodiče,
- otvor nebo poutko pro karabinu k zavěšení antény při provozu.

4.2 Tisk a materiál

Pro venkovní provozní použití (SOTA/POTA aktivace, expozice UV záření a vlhkosti) se obecně doporučuje tisk z PETG, případně ASA, které mají lepší odolnost vůči UV záření a teplotní stabilitu než standardní PLA [10]. Doporučuje se vyplň (infill) v rozmezí 20–30 % pro dostatečnou mechanickou pevnost cívky při zachování nízké hmotnosti, a kontrola případných podpěr dle konkrétní geometrie publikované autorem modelu.

4.3 Montáž balunu do navíječe

12. Vytisknutí všech dílů navíječe dle STL souboru modelu [2] v doporučeném materiálu.
13. Osazení hotové desky transformátoru (viz kap. 3) do integrované šachty navíječe.
14. Provlečení elektrikařské stahovací pásky skrz kanálky v tělese navíječe a přes desku transformátoru, dotažení a zajištění polohy desky (bez nutnosti šroubů či jiného spojovacího materiálu).
15. Protáhnutí VF konektoru (BNC/SMA) skrz připravený výřez v tělese navíječe.
16. Připojení začátku zářiče (vysokoimpedanční vývod transformátoru) a zemnicího/protiváhového vodiče (nízkoimpedanční strana) k příslušným zdílkám nebo pájeným bodům.
17. Navinutí zářiče na tělo cívky navíječe pro transport.

5. Zářič antény — vodič se silikonovou izolací

5.1 Volba typu a průřezu vodiče

Pro zářič je zvolena měděná licna s izolací ze silikonového kaučuku (SiF/H05V-K obdoba s izolací silikon, provozní teplota přibližně -60 °C až $+180\text{ °C}$). Silikonová izolace poskytuje oproti PVC výrazně vyšší ohebnost i při nízkých teplotách (nekřehne v mrazu), dobrou odolnost proti UV záření a vysoké elektrické pevnosti, což je pro opakované navíjení/rozvíjení a horské/venkovní nasazení výhodné.

V ČR je vhodný typ vodiče běžně dostupný např. u distributora GM electronic jako „SiF 1×0,5 mm²“ nebo „SiF 1×0,25 mm²“ (licna Cu/silikon, 300/500 V) [11]. Pro maximální odlehčení konstrukce (SOTA aktivace do kopce) lze zvolit tenčí průřez (0,25 mm²), pro vyšší mechanickou odolnost při běžném POTA/WWFF provozu průřez 0,5 mm². V zahraniční praxi se pro tentýž účel běžně používá také tenký licnový vodič s PTFE nebo silikonovou izolací v rozsahu cca AWG 22–28 [12][13].

Průřez / typ	Orientační hmotnost (33 ft ≈ 10 m)	Přednosti	Nevýhody
SiF 0,25 mm ² (silikon)	velmi nízká	minimální hmotnost, vysoká ohebnost	nižší mechanická pevnost v tahu
SiF 0,5 mm ² (silikon)	nízká	dobrá poměr hmotnost/pevnost, snadné pájení	o něco těžší než 0,25 mm ²
PTFE licna AWG 26–28 (referenčně, zahraniční zdroje)	~12–18 g	extrémně lehké, vysoká UV odolnost [12]	křehčí, nutná opatrnost při zalamování [12]

Tab. 2 — Porovnání vhodných typů vodiče pro zářič EFHW [11][12].

5.2 Výpočet elektrické délky zářiče

Fyzická délka půlvlnného zářiče se orientačně počítá podle empirického vzorce zohledňujícího koncový efekt (end effect):

$$L \text{ (m)} \approx 142,65 / f \text{ (MHz)}$$

Pro vícepásmový provoz (40/20/15/10 m) na jednom nedělovaném vodiči se v praxi využívá skutečnosti, že půlvlnný zářič pro 40 m pracuje na 15 m jako přibližně 3/2 vlnová délka a na 10 m jako dvojnásobek vlnové délky, takže tentýž fyzický vodič dává použitelné (byť ne dokonale rezonanční) charakteristiky na všech čtyřech pásmech současně [4][5].

Pásmo (přibl. střed)	Výpočtová délka $L = 142,65/f$	Poznámka
40 m (7,10 MHz)	≈ 20,09 m	základní (nejnižší) rezonanční pásmo návrhu
20 m (14,15 MHz)	≈ 10,08 m	na fyzickém vodiči 40 m pásma pracuje jako přibl. celá λ
15 m (21,20 MHz)	≈ 6,73 m	harmonicky využitelné na stejném vodiči
10 m (28,50 MHz)	≈ 5,01 m	harmonicky využitelné na stejném vodiči

Tab. 3 — Orientační výpočtové délky dle vzorce $L = 142,65/f$ pro jednotlivá pásma.

Doporučená praktická délka zářiče pro kombinaci pásem 40–20–15–10 m se dle publikovaných konstrukcí pohybuje v rozmezí přibližně 20,5–21 m — konkrétně např. 20,5 m u konstrukce DL2MAN [4] nebo 21 m u komerčního kitu Radio-Stuff s možností doladění na rezonanci kolem 7,000 MHz [8]. Doporučuje se proto vodič v uvedeném rozsahu délky navinout s mírnou rezervou (např. +30–50 cm) a jemné doladění provést až na základě reálného měření SWR (viz kap. 8) postupným zkracováním od volného konce.

5.3 Zakončení a upevnění zářiče

- Napájecí konec: připojení k vysokoimpedanční straně transformátoru (pájením nebo přes zdířku).
- Volný (vzdálený) konec: osazení odlehčovacího/izolačního prvku (např. 3D tištěný nebo komerční koncový izolátor) s okem pro upevňovací šňůru — silikonová izolace sama o sobě nepřenáší tahové namáhání šňůry pro vytažení do stromu/na stožár.
- Zemnicí/protiváhový vodič: krátký vodič (řádově jednotky metrů, případně vyvedený plášť koaxiálního kabelu) připojený k nízkoimpedanční straně transformátoru [3][6].

6. Kompletní seznam materiálu (BOM)

Položka	Specifikace	Zdroj / poznámka
PCB transformátoru	UniBalun rev. 1.2 (KiCad/Gerber)	github.com/DG1JAN/UniBalun [1]
Feritový toroid	Fair-Rite FT82-43 / 5943000601 nebo Würth 74270118	viz Tab. 1 [1]
Kondenzátor C1	řádově desítky–stovky pF, vysokonapěťový (např. 100 pF/1 kV)	dle doporučení UniBalun / komerčních kitů [9]
VF konektor	BNC nebo SMA, edge-mount	kompatibilní footprint desky [1]
Vinutí transformátoru	smaltovaný/silikonový vodič, poměr 3:21 nebo 2:14 závitů	[1]
Zářič antény	SiF licna se silikonovou izolací, 0,25–0,5 mm ² , cca 21 m	GM electronic [11]
3D tištěný navíječ s pouzdem balunu	STL dle modelu, PETG/ASA	printables.com/model/1710771, autor OK1FUN [2]
Stahovací páska (elektrikářská)	nylon zip-tie, pro fixaci desky balun v navíječi	bez šroubů/matic — dle konstrukce modelu [2]
Koncový izolátor zářiče	3D tištěný / komerční	dle zvoleného provedení
Karabina / poutko	pro zavěšení antény	—
Koaxiální kabel + konektor	RG-58 / RG-174, BNC/SMA dle transformátoru	—

7. Kompletní technologický postup výroby (souhrn)

- Objednání/výroba PCB UniBalun dle Gerber souborů autora [1].
- 3D tisk dílů navíječe s integrovaným pouzdem balunu dle modelu Printables [2].
- Navinutí toroidního jádra (primár + sekundár) dle zvoleného poměru vinutí.
- Pájení propojek, kondenzátoru C1 a konektoru na desku transformátoru (viz kap. 3.4).
- Kontrola pájených spojů a základní elektrická kontrola (kontinuita, absence zkratu).
- Vsazení hotového transformátoru do 3D tištěného pouzdra navíječe.

24. Příprava zářiče: odměření a nastřížení silikonové licny na vypočtenou/doporučenou délku s rezervou (kap. 5.2).
25. Osazení volného konce zářiče koncovým izolátorem, připojení napájecího konce k transformátoru.
26. Příprava a připojení zemnicího/protiváhového vodiče.
27. Navinutí hotového zářiče na tělo navíječe.
28. Funkční měření a doladění délky zářiče na rezonanci (kap. 8).
29. Závěrečná mechanická kontrola a kompletace (karabina, případné popisky pásem).

8. Měření, ověření a nastavení

Po dokončení výroby transformátoru se doporučuje nejprve ověřit jeho funkci nezávisle na zářiči — připojením přesného rezistoru o hodnotě odpovídající předpokládané impedanci konce půlvlnného vodiče (typicky 2,4–2,7 kΩ) na vysokoimpedanční stranu a měřením SWR/impedance anténním analyzátozem (např. RigExpert, NanoVNA) na nízkoimpedanční straně [3][9]. Referenční hodnoty a metodiku lze porovnat s protokolem měření účinnosti publikovaným přímo autorem UniBalun [1][7].

Po připojení skutečného zářiče se změří SWR v jednotlivých provozních pásmech a případně se provede doladění délky zářiče (postupně zkracování od volného konce v krocích řádově jednotek centimetrů) pro dosažení minima SWR v požadovaném úseku pásma (typicky spodní část CW segmentu pro 40 m, tj. kolem 7,000–7,030 MHz) [8].

Doporučuje se change vždy zdokumentovat (naměřené SWR/impedance před a po doladění, výsledná délka zářiče) pro budoucí referenci a případnou výrobu druhého kusu antény.

9. Provozní omezení a bezpečnost

- Maximální výkon transformátoru na jádru FT82-43 je omezen na přibližně 10 W SSB/CW, resp. 5 W při vysokém duty cycle (FT8 apod.) — pro vyšší výkony je nutné použít větší jádro (např. FT140-43) [1][8].
- Anténa pracuje s velmi vysokým napětím v místě napájení (napěťová antinoda) — je nutné dodržet dostatečné dielektrické izolační vzdálenosti na desce transformátoru a nedotýkat se zářiče v blízkosti napájecího bodu během vysílání.
- Při provozu na kopcích/exponovaných místech (SOTA) je nutné zvážit riziko bouřky — anténa se nesmí instalovat ani provozovat při hrozícím nebezpečí atmosférického výboje.
- Doporučuje se dodržet aktuálně platné oprávnění a rozsah povolených kmitočtových pásem a výkonů dle příslušné radioamatérské licence.

10. Seznam zdrojů

- [1] DG1JAN — UniBalun: a PCB for a lightweight QRP Balun (1:1, 1:4) or UnUn (1:49, 1:9). GitHub repozitář vč. Bauanleitung_UniBalun.pdf a měření účinnosti – <https://github.com/DG1JAN/UniBalun>
- [2] OK1FUN — Navíječ s integrovaným balunem 49:1 — 3D tisknutelný model (Printables) – <https://www.printables.com/model/1710771-navijec-s-integrovanym-balunem-491-dg1jan>
- [3] N6CC — End Fed Half Wave Wire Antennas – <http://www.n6cc.com/end-fed-half-wave-wire-antennas/>
- [4] DL2MAN — Pocket EFHW for 40/20/15/10 m – <https://dl2man.de/portable-efhw-for-40-20-15-10m/>
- [5] AA5TB — The End Fed Half Wave Antenna – <https://www.aa5tb.com/efha.html>
- [6] On All Bands (ARRL) — Feeding End-Fed Antennas – <https://www.onallbands.com/feeding-end-fed-antennas/>
- [7] DG1JAN — AntennaPlayground / microUnUn (měření účinnosti skládaných jader) – <https://github.com/DG1JAN/AntennaPlayground/tree/main/microUnUn>
- [8] Radio-Stuff — End Fed Half Wave Antenna (EFHW) portable SOTA POTA – <https://www.radio-stuff.com/product-page/End-Feed-Half-Wave-Portable-1xFT140-43-Core>
- [9] KM1NDY — DIY 49:1 Unun Impedance Transformer for EFHW Antenna – <https://km1ndy.com/diy-491-unun-impedance-transformer-for-end-fed-half-wave-efhw-antenna/>
- [10] SwiftyTheFox — Antenna Spool with 1:64 Balun (Printables) – <https://www.printables.com/model/562218-antenna-spool-with-164-balun>
- [11] GM electronic — Silikonový vodič SiF 1×0,5 mm² (HELUKABEL) – <https://www.gme.cz/silikonovy-vodic-helukabel-sif-1x0-5mm2-cerny>
- [12] Passion Radio — EFHW Digitenna 20 W portable HF antenna (10 m silikonový vodič, 49:1) – <https://www.passion-radio.com/long-wire/digitenna-3107.html>
- [13] Balun Designs — Model 49131e, 49:1, 80–10 m EFHW – <https://www.balundesigns.com/model-49131e-49-1-80-10m-efhw-up-to-1kw/>