



Uživatelský manuál RAY11, RAY17, RAY24



Mikrovlnný spoj RAY

fw 1.x.x.x
5. listopadu 2015
verze 3.6

Obsah

Nepřehlédněte	5
Quick Start Guide	6
Seznam dokumentace	7
1. Mikrovlnný spoj RAY	8
2. Implementační poznámky	10
2.1. Výpočet spoje	10
2.2. Příklad návrhu mikrovlnné linky	16
3. Produkt	19
3.1. Nabídka modelů	20
3.2. Montáž	20
3.3. Stavové LED	22
3.4. Technické parametry	22
3.5. Rozměry	23
3.6. Objednací kódy	24
3.7. Příslušenství	25
3.8. Přehled	25
4. Step-by-step Guide	30
4.1. Servisní přístup	31
4.2. Základní konfigurace linky	34
4.3. Test	35
5. Instalace	36
5.1. Přímá viditelnost	36
5.2. Montáž antény	36
5.3. Konektory	48
5.4. Zemnění	54
5.5. Start up	58
6. Konfigurace	62
6.1. Status bar	64
6.2. Status	65
6.3. Settings	68
6.4. Diagnostics	84
6.5. Tools	88
6.6. Help	98
7. Command Line Interface	100
7.1. Připojení přes CLI	100
7.2. Práce s CLI	101
7.3. Konfigurace s CLI	103
8. Řešení problémů	105
9. Technické parametry	106
9.1. Obecné parametry	106
9.2. Parametry RAY11 A,B	112
9.3. Parametry RAY11 C,D	127
9.4. Parametry RAY17	133
9.5. Parametry RAY24	143
10. Bezpečnost, prostředí, licence	159
10.1. Kmitočety	159
10.2. Dodržení RoHS a WEEE	159
10.3. Podmínky odpovědnosti za vady a instrukce pro bezpečný provoz zařízení	159
10.4. Důležitá upozornění	160
10.5. Odpovědnost za vady	161
10.6. Prohlášení o shodě	162

A. Rozměry antén	165
B. Mapa dešťových zón	166
C. IP adresa v PC	167
D. IP adresa v PC s Windows 7	171
E. Konverze klíče	175
F. Přístupový certifikát	177
Rejstřík	178
G. Přehled revizí	181

Nepřehlédněte

Copyright

© 2013 RACOM. Všechna práva vyhrazena.

Tento výrobek může obsahovat software ve vlastnictví RACOM s. r. o. (dále uváděno pod zkráceným jménem RACOM). Nabídka, případně dodávka těchto výrobků nebo služeb s výrobkem spojených neobsahuje předání těchto vlastnických práv.

Zřeknutí se odpovědnosti

Přestože dokumentace byla vytvářena s velkou péčí, RACOM nenese žádnou odpovědnost za chyby nebo opomenutí, ani za škody vyplývající z použití těchto informací. Tento dokument a/nebo zařízení může být měněno, s cílem jeho vylepšení, bez jakéhokoliv upozornění.

Obchodní značky

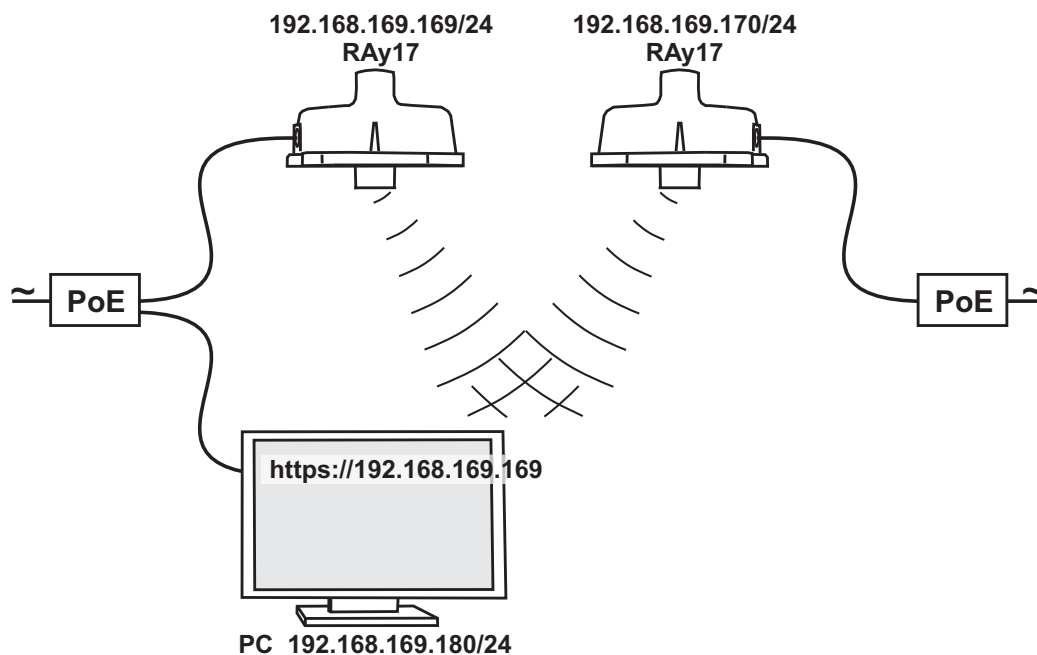
Všechny obchodní značky a názvy výrobků, použité v tomto návodu, jsou ve vlastnictví jejich případných vlastníků.

Důležité poznámky

- Vysílání a příjem dat v rádiovém kanále nemůže být, vzhledem k vlastnostem bezdrátové komunikace, zaručeno. Data mohou být zpožděna, poškozena (t.j. obsahovat chyby) nebo dokonce i úplně ztracena. Významná zpoždění nebo ztráty jsou však, při použití takových rádiových zařízení jako jsou výrobky společnosti RACOM a ve správně navržených sítích, velmi zřídka. Zařízení vyráběné společnostmi RACOM nesmí být použito v situaci kdy výpadek při vysílání nebo příjmu dat může způsobit škodu ať už uživateli nebo třetím stranám, a to včetně (ale ne výhradně) zranění nebo smrti osob nebo ztrátám na majetku. RACOM neručí za škody jakéhokoliv druhu vzniklé při příjmu nebo vysílání dat a/nebo chybou nebo poruchou tohoto výrobku při přenosu dat.
- Za žádných okolností RACOM, ani jakákoliv jiná společnost nebo osoba, nenese zodpovědnost za náhodné, neúmyslné nebo podobné škody vzniklé používáním výrobků společnosti RACOM. RACOM neposkytuje uživatelům žádnou záruku vhodnosti a použitelnosti výrobků pro jejich konkrétní aplikaci.
- Výrobky společnosti RACOM nejsou vyvíjeny, navrženy a testovány pro použití v aplikacích, které mohou přímo ovlivňovat zdraví nebo životní funkce osob nebo zvířat, ani jako součást podobně důležitých systémů. RACOM nedává žádnou záruku, pokud jeho výrobky budou v takových aplikacích použity.

Quick Start Guide

- Defaultní adresy jednotky RAY jsou 192.168.169.169/24 a 192.168.169.170/24.
- V PC připravíme podobnou adresu se shodnou maskou, například 192.168.169.180/24.
 - Adresa PC se ve Windows XP konfiguruje v menu: *Start – Nastavení – Síťová připojení* takto: *Upravit nastavení tohoto připojení – Protokol sítě Internet (TCP/IP) – Vlastnosti – Použít následující adresu IP* – zapišeme adresu 192.168.169.180 a masku 255.255.255.0 a dvakrát potvrdíme OK.
- Obě jednotky spoje RAY připojíme ke zdroji PoE a přes PoE připojíme konfigurační PC, viz obr. Konfigurace spoje.
- Do adresového řádku prohlížeče (např. Mozilla Firefox) napíšeme adresu připojené jednotky RAY, např. 192.168.169.169. Přihlásíme se jménem *admin* a heslem *admin*.
- Menu *Status* poskytne informace o spoji.
- Menu *Settings – Radio* umožňuje měnit parametry kanálu rádio a ethernet, v menu *Settings – Service Access – Users* lze změnit přístupové parametry.
- Pokračujeme podle kapitoly Step-by-step Guide.



Obr. 1: Konfigurace spoje

Seznam dokumentace

Uživatelské manuály

- **Mikrovlnný spoj RAY** - tento dokument
Uživatelský manuál RAY11, RAY17, RAY24
- **Mikrovlnný spoj RAY¹**
Uživatelský Manuál RAY10

Specifikace

- **RAY10, 11, 17, 24** - Leták²

¹ <http://www.racom.eu/cz/products/m/ray/index.html>

² http://www.racom.eu/download/hw/ray/free/cz/00_letaky/leaflet_RAY_en.pdf

1. Mikrovlnný spoj RAY

Mikrovlnný spoj RAY je navržen jako vysokorychlostní bezdrátová point-to-point bridge pro přenos dat podle nejnovějších požadavků na bezdrátové komunikační zařízení. Je vystavěn na platformě s moderní součástkovou základnou.

RAY pracuje s rozhraním ethernet a může být použit v páteřní síti stejně jako pro last-mile terminál. Koncepce mikrovlnné linky RAY reflektuje úsilí o splnění nejpřísnějších kritérií standardů ETSI, zejména pokud jde o odolnost proti rušení, vysokou citlivost přijímače a vysoký výstupní výkon pro dosažení maximální délky linky. Nativní gigabitový Ethernet interface je schopen vyrovnat se s plnou rychlostí datového přenosu při dodržení nízké latence. Vysoká spolehlivost linky (až 99,999 %) může být dosažena použitím bezdrátového adaptivního kódování a modulace ACM.

Vlastnosti spoje mohou být shrnuty jako:

- Vysoká datová propustnost
- Spektrální účinnost
- Robustnost
- Bezpečnost - konfigurace přes http, https, ssh
- Uživatelsky vstřícné ovládání, pokročilá diagnostika

Základní technické parametry

Kmitočtový rozsah	RAY11-A	10.700 – 10.965 GHz	Lower	11.199 – 11.455 GHz	Upper
	RAY11-B	10.945 – 11.195 GHz	Lower	11.435 – 11.695 GHz	Upper
	RAY11-C	10.5005 – 10.5425 GHz	Lower	10.5915 – 10.6335 GHz	Upper
	RAY11-D	10.5425 – 10.5845 GHz	Lower	10.6335 – 10.6755 GHz	Upper
	RAY17	17.10 – 17.30 GHz			
	RAY24	24.00 – 24.25 GHz			
Modulace	QPSK, 16, 32, 64, 128, 256 QAM		pevná nebo ACM		
Kanálové rozteče	1.75, 3.5, 7, 14, 28, 30, 40, 56 MHz				
Datová rychlost	uživatelská datová rychlost až 359 Mbps				
Forward Error Correction	LDPC				
Uživatelský interface	1 Gb Eth (10,100,1000). (IEEE 802.3ac 1000BASE-T)				
Volitelný servisní interface	100 Mbps (IEEE 802.3u 100BASE-TX)				
Napájení PoE	40–60 VDC, IEEE 802.3at až do 100 m				
Mechanické provedení	FOD (full outdoor)				
Bezpečnost	konfigurace přes https, ssh				

Standardy

Rádiové parametry	RAY11	ETSI EN 302 217-2-2 V1.3.1
	RAY17	ETSI EN 300 440-2 V 1.4.1
	RAY24	ETSI EN 300 440-2 V 1.4.1
EMC		ETSI EN 301 489-1 V1.8.1 (2008-04), ETSI EN 301 489 -17 V1.3.2 (2008-04)
Elektrická bezpečnost		EN 60 950-1: 2004



Poznámka

Tento uživatelský manuál popisuje použití spojů RAY11 a RAY17 a RAY24. Použití spoje RAY10 je popsáno v Uživatelském manuálu¹ ke spoji RAY10.

¹ <http://www.racom.eu/cz/products/m/ray/index.html>

2. Implementační poznámky

2.1. Výpočet spoje

Před instalací mikrovlnného spoje je nejdříve nutno provést analýzu a výpočet mikrovlnné linky. Analýza by měla proběhnout před samotným průzkumem na daných lokalitách, aby byla jasná představa o rozměrech antén. Analýzu lze rozdělit do těchto kroků:

- Útlum při šíření volným prostorem – Free space loss calculation
- Výpočet linky – Link budget calculation
- Rezerva na únik – Fade margin
- Útlum způsobený deštěm – Rain attenuation
- Vícecestné šíření – Multipath fading
- Výpočet Fresnelovy zóny – Fresnel zones calculation

V této kapitole jsou jednotlivé kroky vysvětleny a na závěr je uveden příklad návrhu spoje.

2.1.1. Útlum při šíření volným prostorem

Při šíření elektromagnetické vlny volným prostorem dochází k jejímu tlumení. Tento útlum se popisuje jako útlum šíření volným prostorem (Free-space Loss). Útlum roste s délkou trasy, po které se signál šíří a s frekvencí signálu. Pro oba parametry platí přímá úměra. Větší vzdálenost → větší útlum, vyšší frekvence → větší útlum. Útlum šíření volným prostorem lze vypočítat tímto vztahem:

$$FSL = 32,44 + 20\log f + 20\log D$$

Kde:

FSL free-space loss (dB)

f frekvence vysílaného signálu (MHz)

D délka trasy spoje (km)

2.1.2. Výpočet linky

Cílem výpočtu je navrhnout linku tak, aby přijímaný signál byl silnější než citlivost přijímače při požadovaném BER (typicky 10^{-6}). Každý rádiový signál, který se šíří v zemské atmosféře podléhá kolísání (fading). Proto je nutná určitá rezerva mezi silou signálu přijímaného za normálních podmínek a citlivostí přijímače. Ta slouží jako rezerva úniku (fade margin). Její velikost vypočítáme z požadavků na spolehlivost linky (např. 99,999 % času). Požadovaná rezerva závisí na délce linky a na dalších faktorech jako je útlum deštěm, rozptyl signálu a vícecestné šíření.

Při zanedbání přídavných ztrát na trase můžeme sílu přijímaného signálu vypočítat podle vzorce pro šíření signálu:

$$P_R = P_T + G_T + G_R - FSL$$

Kde:

P_R úroveň přijímaného signálu (dBm)

P_T vysílaný výkon (dBm)

G_T zisk vysílací antény (dBi)

G_R zisk přijímací antény (dBi)

FSL útlum šíření volným prostorem (dB)

Pro P_R musí platit:

$$P_R > P_S$$

Kde:

P_S citlivost přijímače (dBm)

Citlivost přijímače definuje minimální úroveň přijímaného signálu, při které je přijímač schopen zpracovat přijímaný signál beze ztrát nebo ovlivnění přenášených dat (pro BER lepší než 10^{-6}).

2.1.3. Rezerva na únik

Určení správné rezervy na únik (fade margin) je nejdůležitější krok při návrhu mikrovlnného spoje. Je-li rezerva příliš malá, bude spoj nestabilní a ve výsledku nebude možno zaručit dostatečnou dostupnost spoje a kvalitu poskytovaných služeb. Na druhé straně rezerva zbytečně velká prodraží spoj (vyšší výkon, větší a dražší antény) a zvedne náklady na zřízení mikrovlnné linky.

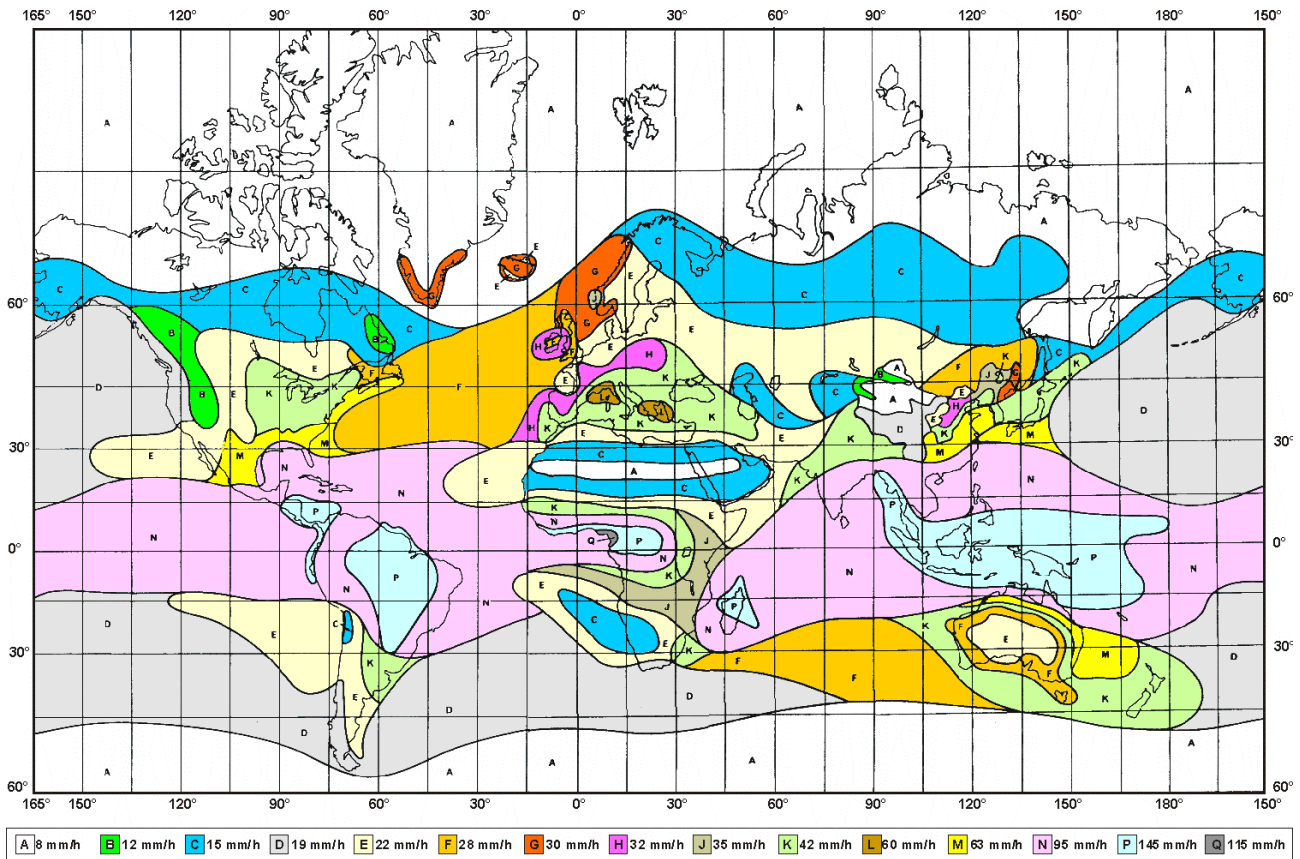
Následující odstavce popisují dva nejvýznamnější typy útlumu – útlum způsobený deštěm a útlum ví-cecestným šířením. Tyto se vedle útlumu šířením volným prostorem uplatňují nejvíce. Vzájemný vztah mezi útlumem způsobeným deštěm a útlumem ví-cecestným šířením vylučuje možnost, že spoj bude ovlivněn oběma útlumy současně – **tyto typy útlumu se nesčítají**. Pro určení rezervy na únik je nutno vypočítat útlum způsobený deštěm i ví-cecestný útlum. Větší z nich pak určuje rezervu na únik. V oblastech s vysokými srážkami bude významnější útlum způsobený deštěm. Naopak linka v suché oblasti s malým sklonem paprsku bude více trpět ví-cecestným šířením.

2.1.4. Útlum způsobený deštěm

FSL (Free Space Loss) není jediným útlumem, který ovlivňuje vysílaný signál. Pro kmitočty od cca 10 GHz výrazněji narůstá útlum deštěm. Srážky v různých místech světa se liší, proto ITU vydala doporučení Rec. ITU-R PN.837-1, které rozlišuje 15 oblastí podle intenzity srážek, viz Obr. 2.1 nebo podrobněji v příloze B – „*Mapa dešťových zón*“. V oblastech s vyššími srážkami je třeba očekávat vyšší útlum způsobený deštěm a musí být dodržena vyšší rezerva na únik viz výpočet spolehlivosti spoje.

Útlum způsobený deštěm se vyznačuje těmito vlastnostmi:

- Narůstá exponenciálně s intenzitou deště
- Zvětšuje se podstatně s délkou linky (>10 km)
- Horizontální polarizace vykazuje větší útlum způsobený deštěm než vertikální polarizace
- Výpadky způsobené deštěm dramaticky narůstají s kmitočtem



Obr. 2.1: Mapa dešťových zón podle Rec.ITU-R PN.837-1

Útlum způsobený deštěm lze vypočítat pomocí modelu ITU-R outage takto:

Zjistíme intenzitu srážek $R_{0,01}$ dosaženou po 0,01 procentu času (s integračním časem 1 min). Hodnoty $R_{0,01}$ jsou definovány pro 15 dešťových zón a pro různá procenta času a jsou k dispozici v ITU-R Recommendation P.837.

Tab. 2.1: Intenzita srážek R (mm/h) ITU-R P.837

Percentage of time (%)	A	B	C	D	E	F	G	H	J	K	L	M	N	P	Q
1.0	<0.1	0.5	0.7	2.1	0.6	1.7	3	2	8	15	2	4	5	12	14
0.3	0.8	2	2.8	4.5	2.4	4.5	7	4	13	42	7	11	15	34	49
0.1	2	3	5	8	6	8	12	10	20	12	15	22	35	65	72
0.03	5	6	9	13	12	15	20	18	28	23	33	40	65	105	96
0.01	8	12	15	19	22	28	30	32	35	42	60	63	95	145	115
0.003	14	21	26	29	41	54	45	55	45	70	105	95	140	200	142
0.001	22	32	42	42	70	78	65	83	55	100	150	120	180	250	170

Vypočteme specifický útlum γ_R (dB/km) pro kmitočet, polarizaci a intenzitu srážek podle ITU-R recommendation P.838. Specifický útlum pro $R_{0,01}$ vypočteme takto:

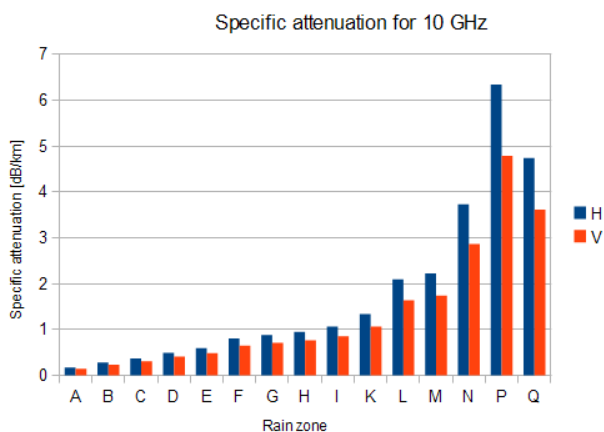
$$\gamma_{R_{0,01}} = k_{h,v} \cdot R_{0,01}^{\alpha_{h,v}}$$

Kde:

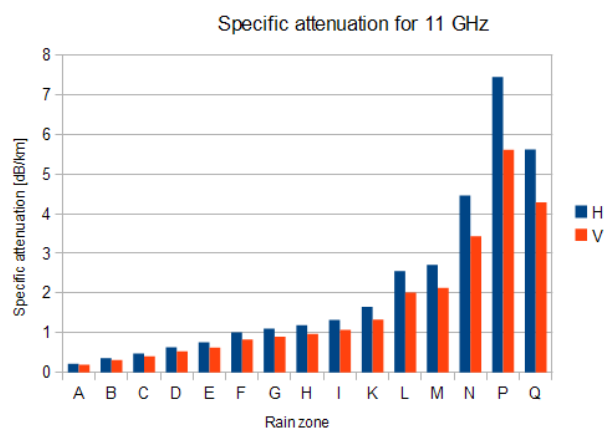
$k_{h,v}$, $\alpha_{h,v}$ jsou konstanty pro horizontální a vertikální polarizaci. Konstanty jsou mírně odlišné pro každou polarizaci, viz následující tabulka podle ITU-R P.838

Tab. 2.2: Konstanty k , α pro horizontální a vertikální polarizaci při 10, 11, 17 a 24 GHz

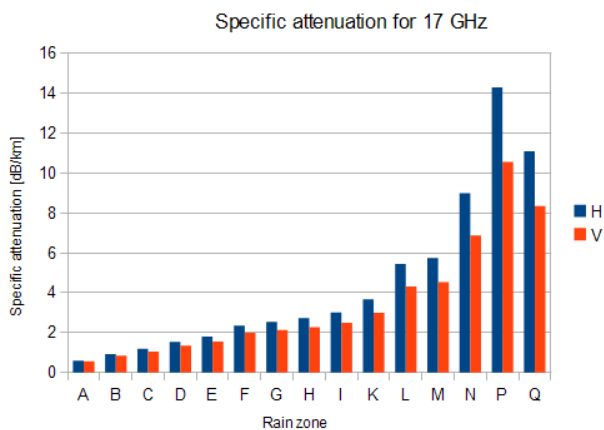
	k_h	α_h	k_v	α_v
10 GHz	0.01	1.26	0.01	1.22
11 GHz	0.02	1.21	0.02	1.16
17 GHz	0.06	1.09	0.07	1.01
24 GHz	0.14	1.01	0.14	0.96



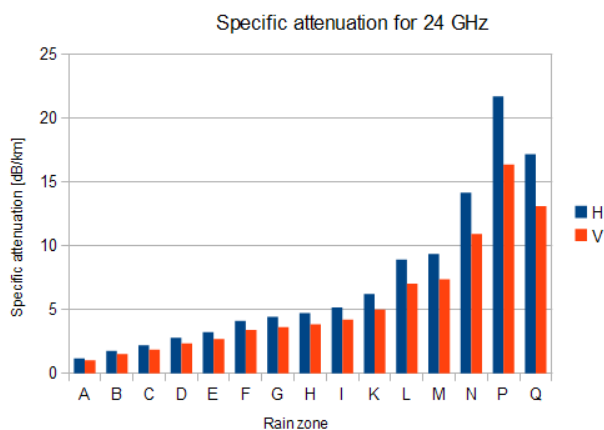
Obr. 2.2: Útlum pro 10 GHz, polarizace H, V



Obr. 2.3: Útlum pro 11 GHz, polarizace H, V



Obr. 2.4: Útlum pro 17 GHz, polarizace H, V



Obr. 2.5: Útlum pro 24 GHz, polarizace H, V

Uvedené grafy ukazují, že útlum deštěm je větší pro horizontální polarizaci. Tento rozdíl je významnější v oblastech s vyššími srážkami. Spoj RAY17 a RAY24 využívá obě polarizace, proto je potřeba uvažovat horší z nich tj. horizontální polarizaci. Při zapnuté fci ACM doporučujeme použít horizontální polarizaci na směru s nižším datovým provozem (typicky up-link).

2.1.5. Vícecestné šíření

Vícecestné šíření je další významný mechanismus zeslabování signálu. Odražené vlny způsobují zeslabování zvané multipath, což znamená, že rádiový signál může dosáhnout přijímače různými cestami. Útlum nastane typicky tehdy, když odražená vlna dosáhne přijímače současně s přímou vlnou, avšak v opačné fázi.

Vícecestným šířením vznikají dva druhy útlumu, to je plochý útlum a kmitočtově závislý útlum. Plochý útlum je takové zeslabení signálu, kde všechny kmitočty v použitém pásmu jsou ovlivněny stejně a útlum závisí na délce spoje, kmitočtu a sklonu linky. Dále má významný vliv geoklimatický faktor K .

Pro výpočet pravděpodobnosti výpadku mikrovlnného spoje vlivem vícecestného šíření můžeme použít pravděpodobnostní model ITU-R. Ten popisuje rozložení útlumu při jednom kmitočtu nebo při úzkém pásmu vhodné pro velké útlumy A v nejhorším průměrném měsíci v kterékoli části světa (založeno na ITU-R P.530-14). Pro podrobný návrh spoje se používá vztah [1]:

$$P_0 = Kd^{3,4}(1+|\varepsilon_P|)^{-1,03}f^{0,8} \times 10^{0,00067h_L - A/10}$$

kde:

d délka linky (km)

f kmitočet (GHz)

h_L výška nižší antény nad terénem (m)

A zeslabení signálu – fade depth (dB)

K geoklimatický faktor podle vztahu:

$$K = 10^{-4,6 - 0,0027dN1}$$

Hodnota $dN1$ je uváděna pro síť $1,5^\circ$ zeměpisné šířky a délky v ITU-R Recommendation P.453. Data jsou uváděna v tabulkové formě a jsou dostupná v Radiocommunication Bureau (BR). Pro střední Evropu se hodnoty $dN1$ pohybují v rozsahu -242 až -362, průměrná hodnota v ČR je přibližně -300.

Z výšek antén h_e , h_r (metry nad úrovní moře) se počítá sklon paprsku $|\varepsilon_P|$ (mrad) podle vztahu:

$$|\varepsilon_P| = \frac{|h_r - h_e|}{d}$$

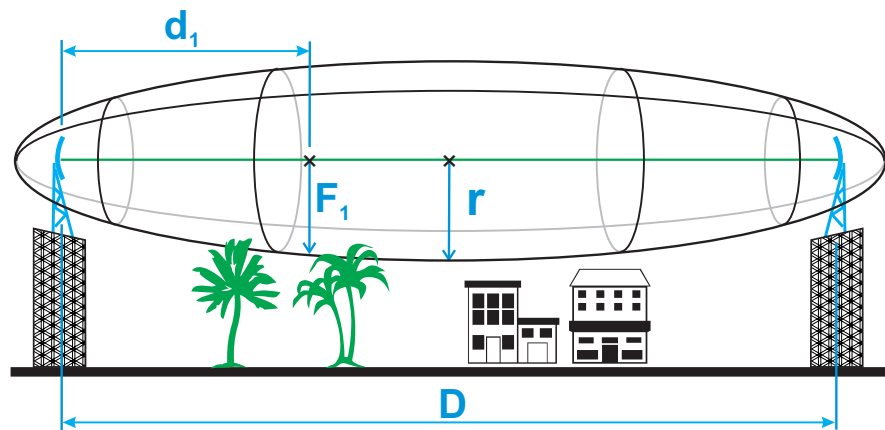
kde:

d délka linky (km)

h_r, h_e výšky antén nad úrovní moře (m)

2.1.6. Výpočet Fresnelovy zóny

Poloha překážek mezi koncovými body spoje může významně ovlivnit jeho kvalitu. Rádiový signál se nešíří pouze podél přímky mezi oběma body ale také v jejím okolí v tzv. první Fresnelově zóně. V této zóně se přenáší 90 % energie mezi vysílací a přijímací anténou. Fresnelova zóna má tvar rotačního elipsoidu. Je-li v jejím prostoru překážka, pak má spoj zhoršené přenosové vlastnosti a vyžaduje použití kvalitnějších antén. Proto je přesná pozice antény stejně důležitá jako její výška nad zemí. Za nejdůležitější se považuje vnitřních 60 % z první Fresnelovy zóny.



Obr. 2.6: Fresnelova zóna

Obecná rovnice pro výpočet poloměru první Fresnelovy zóny v bodě P mezi koncovými body spoje:

$$F_1 = \sqrt{\lambda \frac{d_1 \cdot d_2}{d_1 + d_2}}$$

Kde:

F_1 poloměr první Fresnelovy zóny [m]

d_1 vzdálenost bodu P od jednoho konce [m]

d_2 vzdálenost bodu P od druhého konce [m]

λ vlnová délka přenášeného signálu [m]

Poloměr každé Fresnelovy zóny je největší uprostřed linky a zužuje se k bodům, kde jsou umístěny antény. Pro praktické aplikace je často užitečné znát maximální poloměr první Fresnelovy zóny. Z výše uvedené rovnice může být odvozen zjednodušený vzorec pro výpočet maximálního poloměru:

$$r = 8.657 \sqrt{\frac{D}{f}}$$

Kde:

r max. poloměr první Fresnelovy zóny [m]
zmenšením poloměru na 60 % dostaneme hodnoty uvedené v následující tabulce, které vymezují prostor zvláště citlivý na přítomnost překážek

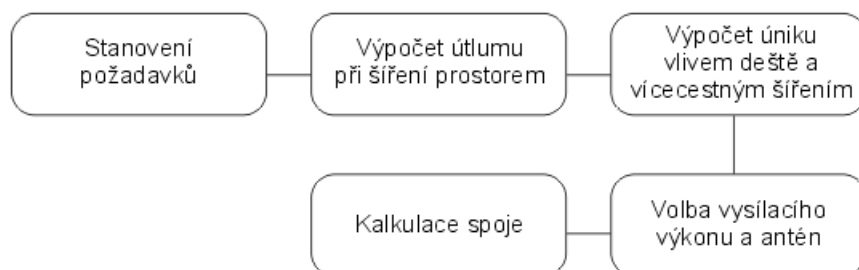
D celková délka spoje [km]

f kmitočet [GHz]

Tab. 2.3: 60 % první Fresnelovy zóny

Délka linky D	Poloměr zóny r pro kmitočty		
	11 GHz	17 GHz	24 GHz
0,5 km	1.10 m	0.89 m	0.75 m
1 km	1.56 m	1.25 m	1.06 m
2 km	2.21 m	1.77 m	1.50 m
4 km	3.13 m	2.50 m	2.12 m
6 km	3.84 m	3.07 m	2.60 m
8 km	4.43 m	3.54 m	3.00 m
10 km	4.95 m	3.96 m	3.35 m
15 km	6.06 m	4.85 m	4.10 m
20 km	7.00 m	5.60 m	4.74 m
50 km	11.07 m		

2.2. Příklad návrhu mikrovlnné linky



Obr. 2.7: Postup návrhu

Parametry linky:

- Délka linky: 4 km
- Výška první antény nad mořem: 295 m
- Výška druhé antény nad mořem: 320 m
- Umístění: střední Evropa (dešťová zóna H, refraction gradient $dN1 = -300$)

Přenosové požadavky:

- Požadovaná datová rychlost: >160 Mbps
- Požadovaná spolehlivost: 99,99 %

Parametry RAY:

- 17 GHz
- 161 Mbps → Modulační 16QAM; BW=56 MHz; $P_S(\text{BER } 10^{-6}) = -79$ dBm
- Tx výkon +5 dBm (max. vysílací výkon)
- Zisk antén:
 - 30 cm ... 32,2 dBi
 - 60 cm ... 37,8 dBi
 - 99 cm ... 42 dBi

Krok 1 - Útlum šíření volným prostorem

$$FSL = 32,44 + 20\log f + 20\log D = 32,44 + 20\log 17,2 \cdot 10^3 + 20\log 4 = 129,1 \text{ dB}$$

Krok 2 - Útlum způsobený deštěm

Pro 99.99% spolehlivost v dešťové zóně B je intenzita srážek $R_{0,01}=32$ (viz Obr. 2.1)

Pro $f=17$ GHz $k_h=0.06146$; $\alpha_h=1.0949$; $k_v=0.06797$; $\alpha_v=1.0137$

Vertikální polarizace:

$$Y_{R0,01} = k_v \cdot R_{0,01}^{\alpha_v} = 0,07 \cdot 32^{1,01} = 2,32 \text{ dB/km} \Rightarrow \text{pro 4km vzdálenost 9,3 dB}$$

Horizontální polarizace:

$$Y_{R0,01} = k_h \cdot R_{0,01}^{\alpha_h} = 0,06 \cdot 32^{1,09} = 2,62 \text{ dB/km} \Rightarrow \text{pro 4km vzdálenost 10,5 dB}$$

Krok 3 - Útlum vlivem vícecestného šíření

Hledáme velikost rezervy na útlum pro spolehlivost spoje 99,99 %.

Sklon linky:

$$|\varepsilon_p| = \frac{|h_r - h_e|}{d} = \frac{|295 - 320|}{4} = 6.25 \text{ mrad}$$

Procento času, kdy je hloubka úniku A (dB) překročena v průměrném nejhorším měsíci, se počítá takto:

$$P_0 = Kd^{3,4}(1+|\varepsilon_p|)^{-1,03}f^{0,8} \times 10^{0,00067h_L - A/10}$$

$$P_0 = 10^{-4,6-0,0027 \times (-300)} \times 4^{3,4}(1+|6,25|)^{-1,03} 17,2^{0,8} \times 10^{0,032 \times 10 - 0,00067 \times 295 - A/10}$$

$$P_0 = 0,022871 \times 10^{-0,19765 - A/10}$$

Pro spolehlivost 99,99% je $P_0=0,01$ a pro útlum A dostaneme exponenciální funkci:

$$A = -0,19765 - 10\log(0,01/0,022871) = 3,4 \text{ dB}$$

Minimální rezerva úniku potřebná pro vyrovnání ztrát vícecestného šíření na tomto spoji by měla být 4 dB.

Krok 4 - Výpočet linky

Výpočty v krocích 2 a 3 určují minimální rezervu na únik pro spolehlivou funkci spoje na 10,5 dB (s dominantním vlivem deště). Pokud využijeme zisk antény o průměru 30 cm, můžeme sestavit bilanci signálu takto:

$$P_R = P_T + G_T + G_R - FSL = 5 + 32,2 + 32,2 - 129,1 = -59,7 \text{ dB}$$

Rezerva na únik:

$$A = |P_S| - |P_R| = 79 - 59,7 = 19,3 \text{ dB}$$

Výsledná rezerva na únik je větší než požadovaných 10,5 dB. Platná legislativa v ČR umožňuje maximální výkon EIRP +20, tzn. že součet vysílacího výkonu a zisku antény na straně vysílače může být maximálně 20 dB. Pro 99cm antény může být TX výkon max 20 – 42 = -22 dB, výsledná rovnice pak vypadá:

$$P_R = P_T + G_T + G_R - FSL = -22 + 42 + 42 - 129,1 = -67,1 \text{ dB}$$

Rezerva na únik:

$$A = |P_S| - |P_R| = 79 - 67,1 = 11,9 \text{ dB}$$

Rezerva na únik je nyní pouze 12 dB to odpovídá dostupnosti spoje > 99,99 % času v roce. V odborných publikacích se často uvádí jako minimální rezerva 20 dB. A opravdu pro dlouhé linky (nad 10 km) se bude výpočet úniku pohybovat okolo 20 dB. Pro krátké linky ovšem není třeba volit tak velkou rezervu. Vždy je dobré nejdříve provést výše uvedený výpočet pro vytvoření představy jak velký útlum může linku zatížit.

Výsledek návrhu

Pro linku na vzdálenost 4 km byl pro dosažení požadované přenosové kapacity a dostupnosti spoje zvolen vysílací výkon -22 dBm a velikosti antén 99 cm pro obě strany spoje.

Podklady pro Kapitulu 2 – „*Implementační poznámky*“:

[1] Lehpamer, H.: Microwave transmission network, Second edition, ISBN: 0071701222, McGraw-Hill Professional, 2010.

ITU-R recommendation used:

- ITU-R P.453-10 – The radio refractive index: its formula and refractivity data
- ITU-R P.530-14 – Propagation data and prediction methods required for the design of terrestrial line-of-sight systems
- ITU-R P.837-1 a 6 – Characteristics of precipitation for propagation modelling
- ITU-R P.838-3 – Specific attenuation model for rain for use in prediction methods
- ITU-R P.310, ITU-R P.526, ITU-R P.676, ITU-R P.834, ITU-R P.835

3. Produkt

Mikrovlnné spoje RAY jsou určeny pro přenos dat jak v licenčních, tak v bezlicenčních ISM pásmech. Spoje pracují jako Point to Point (bod-bod) v plně duplexním režimu s přenosovou rychlostí až 360 Mbps. Šířka pásma je volitelná v rozmezí od 1.75 do 56 MHz. Modulace je nastavitelná pevně nebo adaptivně v rozmezí QPSK až 256QAM.



Obr. 3.1: RAY – Mikrovlnný spoj

Spoj je tvořen dvěma stanicemi v provedení FOD (Full Outdoor). V případě spojů pracujících v ISM pásmu (RAY17, RAY24) jsou obě stanice hardwarově shodné. V případě spojů pracujících v licenčních pásmech vysílá jedna ve spodní (jednotka označována jako **Lower**) a přijímá v horní (jednotka označována jako **Upper**) části pásma, zatímco druhá jednotka naopak.

Spoje RAY jsou určeny k provozu s externími parabolickými anténami. K dispozici jsou antény různých výrobců.

Křížová polarizace - platí pouze pro spoje pracující v ISM pásmu (RAY17, RAY24):

Jedna strana spoje využívá k vysílání jednu polarizaci (např. horizontální) a pro příjem polarizaci opačnou (např. vertikální). Druhá strana spoje je pootočená o 90°. Vysílá a přijímá tedy v opačných polarizacích, než protější strana.

3.1. Nabídka modelů

RAy11-LA	kmitočet 10.70 – 10.96 GHz, jednotka L
RAy11-LB	kmitočet 10.96 – 11.20 GHz, jednotka L
RAy11-LC	kmitočet 10.5005 – 10.5425 GHz, jednotka L
RAy11-LD	kmitočet 10.5425 – 10.5845 GHz, jednotka L
RAy11-UA	kmitočet 11.20 – 11.45 GHz, jednotka U
RAy11-UB	kmitočet 11.45 – 11.70 GHz, jednotka U
RAy11-UC	kmitočet 10.5915 – 10.6335 GHz, jednotka U
RAy11-UD	kmitočet 10.6335 – 10.6755 GHz, jednotka U
RAy17	univerzální jednotka pro pásmo 17.10 – 17.30 GHz
RAy24	univerzální jednotka pro pásmo 24.00 – 24.25 GHz

Všechny modely je možno dodat ve dvou provedeních:

- s jedním metalickým ethernetovým portem, např. RAY17
- se dvěma metalickými ethernetovými porty, např. RAY17-2

Podrobněji viz Objednací kódy.

Podrobné tabulky kmitočtů jsou uvedeny v kapitole 9 – „Technické parametry“.

3.2. Montáž

Anténa je připevněna ke stožáru pomocí držáku seřiditelného ve dvou rovinách. Na anténě je pak zavěšena jednotka RAY. Možné jsou dvě montážní polohy – pro horizontální nebo vertikální polarizaci. Montáž a seřízení držáku jsou popsány v kapitole Montáž antény.



Obr. 3.2: Mikrovlnný spoj RAY – anténa a jednotka FOD

Připojení k LAN je možné jedním nebo dvěma konektory:

- Verze RAYXX používá společný konektor pro uživatelská data, servisní přístup a napájení PoE

- Verze RAYXX-2 používá dva konektory, jeden pro uživatelská data a napájení PoE, druhý pro servisní přístup. Sestavení konektorů viz kapitola Konektory.

Třetí konektor typu BNC slouží k připojení voltmetru pro indikaci RSS při seřizování směru antény.



Obr. 3.3: Mikrovlnný spoj RAY – konektory

3.3. Stavové LED



Obr. 3.4: Stavové LED

Tab. 3.1: Význam stavových LED

Dioda	Barva	Funkce
ETH	Zelená	Uživatelský port Bliká pomalu: Auto Negotiation in progress Bliká rychle: Link Activity 10/100/1000 Trvale svítí: Link 10/100/1000
	Žlutá	Management port Bliká: Link Activity 10/100 Trvale svítí: Link 10/100
SYS	Zelená	Trvale svítí: Systém OK Bliká rychle: Zavádění operačního systému Bliká pomalu: Operační systém v servisním režimu
	Červená	Trvale svítí : Stanice provádí defaulty. Probíhá zápis firmware do paměti. NEVYPÍNAT. Bliká pomalu: Vážná porucha systému.
AIR	Zelená	Trvale svítí: AIR link OK
	Červená	Trvale svítí : AIR LOSS, ztráta konektivity

3.4. Technické parametry

Základní technické parametry jsou uvedeny v kapitole 9 – „Technické parametry“

3.5. Rozměry

Komunikační jednotka ODU

Vnější rozměry • 245 x 245 x 150 mm

Hmotnost • RAY11 — 2.8 kg
 • RAY17 — 2.5 kg
 • RAY24 — 2.5 kg

Průměry dodávaných antén

Jednotky RAY jsou připraveny pro přímou montáž na Class 2 antény Jirous¹.
 Technická data antén jsou dostupná zde².

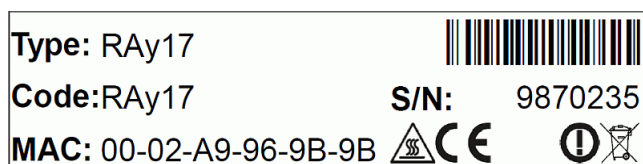
- 10, 11 GHz:
 - 38 cm, 29.0 dBi
 - 65 cm, 35.5 dBi
 - 90 cm, 37.5 dBi
- 17 GHz:
 - 40 cm, 34.8 dBi
 - 68 cm, 38.6 dBi
 - 90 cm, 41.0 dBi
 - 120 cm, 43.7 dBi
- 24 GHz:
 - 40 cm, 36.8 dBi
 - 68 cm, 41.7 dBi

S použitím montážního kitu je možné využít i antén Andrew (Class 2 nebo 3) a Arkivator. Pomocí flexibilního vlnovodu je možné připojit libovolnou anténu.

Výrobní štítek

Štítek obsahuje název, záznam čárového kódu, značku CE a dále:

- Type – označení řady spojů RAY
- Code – přesné označení typu stanice (podrobnosti viz příloha 3.6 – „Objednací kódy“)
- S/N – výrobní číslo, linka sestává ze dvou stanic s různými čísly
- MAC – HW adresa uživatelského ethernetového portu



¹ <http://cz.jirous.com/>

² http://www.racom.eu/cz/products/mikrovlnny-spoj-ray.html#accessories_jirous

3.6. Objednací kódy

3.6.1. Mikrovlnné jednotky

Při objednávání mikrovlnného spoje je třeba vybrat správnou dvojici Lower a Upper jednotek dle požadovaného frekvenčního rozsahu. Toto neplatí pro spoje pracující v ISM pásmu (RAY17, RAY24) kde se používá shodná jednotka pro obě strany spoje.

Upozornění - Vždy je nutné vybírat Lower a Upper jednotku ze stejného sub-pásma (tj ze stejného řádku tabulky) !

Pro přehlednost zde uvádíme i objednací kódy spojů RAY10. Uživatelský manuál pro spoje RAY10 lze nalézt [zde](#)³.

Typ	Licenční pásma				ISM pásma	
	10 GHz		11 GHz		17 GHz	24 GHz
Rozsah frekvencí	A	10.30 – 10.59 GHz	A,B	10.70 – 11.70 GHz	17.10 – 17.30 GHz	24.00 – 24.25 GHz
	B	10.15 – 10.65 GHz	C,D	10.50 – 10.68 GHz		

Sub-pásma	Lower [GHz]	Upper [GHz]	Lower [GHz]	Upper [GHz]	žádná sub-pásma	žádná sub-pásma
A	10.30-10.42	10.47-10.59	10.700-10.965	11.199-11.455	RAY17	RAY24
objednací kód	RAY10-LA	RAY10-UA	RAY11-LA	RAY11-UA		
B	10.15-10.30	10.50-10.65	10.945-11.195	11.435-11.695		
objednací kód	RAY10-LB	RAY10-UB	RAY11-LB	RAY11-UB		
C			10.5005-10.5425	10.5915-10.6335		
objednací kód			RAY11-LC	RAY11-UC		
D			10.5425-10.5845	10.6335-10.6755		
objednací kód			RAY11-LD	RAY11-UD		

ver. 3.3

V případě dvou-portových jednotek se na konec objednacího kódu připojí “-2”, příklad:

- **RAY11-LA-2**
- **RAY17-2**

3.6.2. Produktové klíče

Objednací kód produktových klíčů sestává ze tří částí:

XXX-YYY-ZZZ

XXX - typ výrobku. Např. “RAY11”.

YYY - typ produktového klíče.

V současné době je k dispozici klíč na odemčení uživatelské rychlosti s označením “SW”.

ZZZ - hodnota produktového klíče. V případě uživatelské rychlosti udává Mbps, příklad:

- **RAY11-SW-100** ... Uživatelská rychlost pro RAY11 max. 100 Mbps.
- **RAY17-SW-360** ... Uživatelská rychlost pro RAY17 max. 360 Mbps.

³ <http://www.racom.eu/cz/products/m/ray/index.html>

3.7. Příslušenství

Kompletní dodávka mikrovlnného spoje standardně obsahuje:

- dvě jednotky FOD
- krabičku silikonového maziva NOVATO (směs silikonového tuku, PTFE a dalších přísad) pro namažání čepu antény. (viz 5.2.3 – „Mazání a konzervace čepu antény“)

Příslušenství mikrovlnného spoje je třeba objednat samostatně, další informace na www.racom.eu⁴:

3.8. Přehled

RACOM-PART-NUMBER	Krátký popis
Anténa Jirous	
ANT-JRMA-380-10/11R	Parabolická anténa 0.38m 10-11GHz s držákem 28.0-29.0 dBi Class2
ANT-JRMA-650-10/11R	Parabolická anténa 0.65m 10-11GHz s držákem 34.1-35.5 dBi Class2
ANT-JRMB-900-10/11R	Parabolická anténa 0.9m 10-11GHz s držákem 37.0-37.5 dBi Class2
ANT-JRMB-1200-10/11R	Parabolická anténa 1.2m 10-11GHz s držákem 40.0-41.0 dBi Class2
ANT-JRMB-400-17R	Parabolická anténa 0.4m 17 GHz s držákem 34.8 dBi Class2
ANT-JRMB-680-17R	Parabolická anténa 0.68m 17 GHz s držákem 38.6 dBi Class2
ANT-JRMB-900-17R	Parabolická anténa 0.9m 17 GHz s držákem 41.0 dBi Class2
ANT-JRMB-1200-17R	Parabolická anténa 1.2m 17 GHz s držákem 44.6 dBi Class2
ANT-JRMB-400-24R	Parabolická anténa 0.4 m 24 GHz s držákem 36.8 dBi Class 2
ANT-JRMB-680-24R	Parabolická anténa 0.68m 24 GHz s držákem 41.7 dBi Class2
ANT-JRMB-900-24R	Parabolická anténa 0.9 m 24 GHz s držákem 44.0 dBi Class 2
ANT-JRMB-1200-24R	Parabolická anténa 1.2 m 24 GHz s držákem 46.6 dBi Class 2
Montážní kit pro anténu	
SET-RAY10-ANW	Montážní sada RAY10/11 Antenna Andrew 60, 100
SET-RAY10-ARK	Montážní sada RAY10/11 Antenna Arkivator 30, 60, 99, 120
SET-RAY17-ANW	Montážní sada RAY17 Antenna Andrew 30, 60, 100
SET-RAY17-ARK	Montážní sada RAY17 Antenna Arkivator 30, 60, 99
SET-RAY24-ANW	Montážní sada RAY24 Antenna Andrew 30, 60, 100
SET-RAY24-ARK	Montážní sada RAY24 Antenna Arkivator 30, 60, 99, 120
Montážní kit pro ohebný vlnovod	
SET-RAY-FX-R100	Montážní sada RAY2 pro přírubu R100
SET-RAY-FX-R120	Montážní sada RAY2 pro přírubu R120
Napájecí zdroj PoE	
PWR-POE36U-1AT	Napájecí zdroj PoE 1xGb Eth 90-264 VAC/ 33.6 W při 56 VDC Pihong
PWR-POE36D-1AT	Napájecí zdroj PoE 1xGb Eth 36-72 VDC/ 33.6 W při 56 VDC Pihong
Napájecí zdroj PoE 4x Eth	
PWR-POE125U-4AT-N	Napájecí zdroj PoE 4xEth 90-264 VAC/ 33.6 W/Port 0/+40°C Pihong

⁴ <http://www.racom.eu/cz/products/mikrovlenny-spoj-ray.html#accessories>

Držák pro napájecí zdroj

HOL-POE-PHI-1A	DIN rail držák pro PoE Pihong
HOL-POE-PHI-4A	19" Rack držák pro 1xPOE125U-4-AT-N Pihong

Přepěťová ochrana

OTH-DL-1GRJ45	Přepěťová ochrana 1Gb Eth Cat.6 LPZ0B-LPZ1 IP20 -40/+85°C
OTH-DL-CAT.6-60V	Přepěťová ochrana 1Gb Eth Cat.6 LPZ2-LPZ3 IP20 -40/+85°C

Konektor CAT7

CON-V01P-RJ45-FH	Konektor RJ45 pro Cat.7 outdoor IP67 -40/+70°C Weidmüller - plastový
CON-V01M-RJ45-FH	Konektor RJ45 pro Cat.7 outdoor IP67 -40/+70°C Weidmüller - kovový
CON-RJ45-FH-BK	Konektor RJ45 pro Cat.7 indoor IP20 -40/+70°C Weidmüller - vnitřní

Kabel CAT7

CAB-S/FTP 4x	Kabel Cat.7 pro připojení jednotky FOD k síti, PEWTRONIC Ltd.
--------------	---------------------------------------------------------------

Zemnicí sada RAY

KIT-GROUDING-1/4"	Zemnicí sada pro anténní kabel
KIT-GROUDING-RAY	Zemnicí sada pro uzemnění stožáru

3.8.1. Detaily

Anténa

Přehled antén Jirous je uveden v odstavci Rozměry. Volba antény závisí na vlastnostech linky. Pro volbu správné velikosti antény je třeba provést výpočet rádiové linky. Pro přibližnou kalkulaci použijeme jednoduchý on-line kalkulátor.⁵

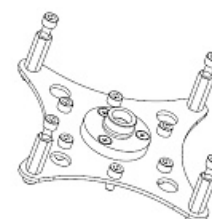
- viz Přehled typů
- Přehled parametrů⁶ antén



Montážní kit pro anténu

RAY2 může pracovat i s anténami jiných výrobců. Jednotku RAY2 propojíme speciálním propojovacím dílem. K dispozici je několik dílů pro antény Andrew a Arkivator. Propojovací díl je možno vyvinout i pro antény jiných typů.

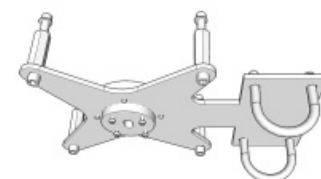
- viz Přehled typů
- Držák pro montáž jednotky FOD na anténu.



Montážní kit pro ohebný vlnovod

Jednotka RAY může být připojena k anténě ohebným vlnovodem.

- **SET-RAY-FX-R100**
- **SET-RAY-FX-R120**
- Držák pro montáž ohebného vlnovodu k jednotce FOD.



Napájecí zdroj PoE

- **PWR-POE36U-1AT**
- orig. part no: POE36U-1AT
- Napájecí zdroj pro jednotku FOD, 30 W, PoE adaptér, 1x Eth
- Vstup 100 až 240 VAC, Výstup 56 V / 33.6 W, Phihong
- Datasheet AC⁷

- **PWR-POE36D-1AT**
- orig. part no: POE36D-1AT
- Vstup 36 až 72 VDC / 1.2 A, Výstup 56 V / 33.6 W, Phihong
- Datasheet DC⁸



⁵ <http://www.racom.eu/cz/products/mikrovlInny-spoj-ray.html#calculation>

⁶ <http://www.racom.eu/cz/products/mikrovlInny-spoj-ray.html#accessories>

⁷ http://www.racom.eu/download/hw/ray/free/eng/07_prislusenstvi/PWR-POE36U-1AT.pdf

⁸ http://www.racom.eu/download/hw/ray/free/eng/07_prislusenstvi/PWR-POE36D-1AT.pdf

Napájecí zdroj PoE 4x Eth

- **PWR-POE125U-4AT-N**
- orig. part no: POE125U-4AT-(x)
- Napájecí zdroj pro jednotku FOD, 4x 33 W, 4x Eth, Pihong
- Datasheet⁹



Držák pro napájecí zdroj

- **HOL-POE-PHI-1A**
- 1x Eth PoE zdroj, pro montáž na DIN lištu

- **HOL-POE-PHI-4A**
- 4x Eth PoE zdroj, pro montáž do 19" rámu



Přepětová ochrana

- **OTH-DL-1GRJ45**
- orig. part no: DL-1GRJ45
- Ochrana proti napěťovým špičkám
- Datasheet¹⁰

- **OTH-DL-CAT.6-60V**
- orig. part no: DL-Cat. 6-60 V
- Datasheet¹¹



Konektor CAT7

- **CON-V01P-RJ45-FH** ... plastic body
- **CON-V01M-RJ45-FH** ... metal body
- orig. part no: IE-PS-V01P-RJ45-FH ... plastic body
- orig. part no: IE-PS-V01M-RJ45-FH ... metal body
- Konektor RJ45 pro Cat.7 outdoor IP67 -40/+70°C Weidmüller



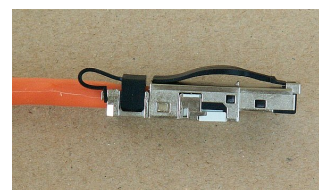
⁹ http://www.racom.eu/download/hw/ray/free/eng/07_prislusenstvi/PWR-POE125U-4AT-N.pdf

¹⁰ http://www.racom.eu/download/hw/ray/free/eng/07_prislusenstvi/OTH-DL-1GRJ45.pdf

¹¹ http://www.racom.eu/download/hw/ray/free/eng/07_prislusenstvi/OTH-DL-CAT-6-60V.pdf

Konektor CAT7 vnitřní

- **CON-RJ45-FH-BK**
- orig. part no: IE-PS-RJ45-FH-BK
- Konektor RJ45 pro Cat.7 indoor IP20 -40/+70°C Weidmüller



Kabel CAT7

- **CAB-S/FTP 4x**
- orig. part no: S / FTP 4x (2x23AWG) Cat.7 + 2x (2x24 AWG)
- Kabel Cat.7 pro připojení jednotky FOD k síti, PEWTRONIC Ltd.
- Datasheet¹²



Uzemňovací sada RAY

- **KIT-GROUDING-1/4"**
- Souprava pro uzemnění kabelu Cat.7 S/FTP 4x(2x23 AWG) cable. Pewtronic.
- Podrobněji Instalace - Zemnění
- Datasheet¹³
- **KIT-GROUDING-RAY**
- Souprava pro uzemnění zařízení RAY2 ke stožáru. Obsahuje svorku ZSA16, zemnicí pásku a kabel s uzemňovacím okem.
- Podrobněji Instalace - Zemnění
- Datasheet¹⁴



Podrobnější popis

See www.racom.eu, Mikrovlnné spoje, Příslušenství¹⁵

¹² http://www.racom.eu/download/hw/ray/free/eng/07_prislusenstvi/CAB-SFTP-4x.pdf

¹³ http://www.racom.eu/download/hw/ray/free/eng/07_prislusenstvi/KIT-GROUDING-RAY.pdf

¹⁴ http://www.racom.eu/download/hw/ray/free/eng/07_prislusenstvi/ZSA16-en.pdf

¹⁵ <http://www.racom.eu/eng/products/microwave-link.html#accessories>

4. Step-by-step Guide

Následující kapitoly Vás provedou přípravou, instalací a zprovozněním spoje RAY v postupných krocích:

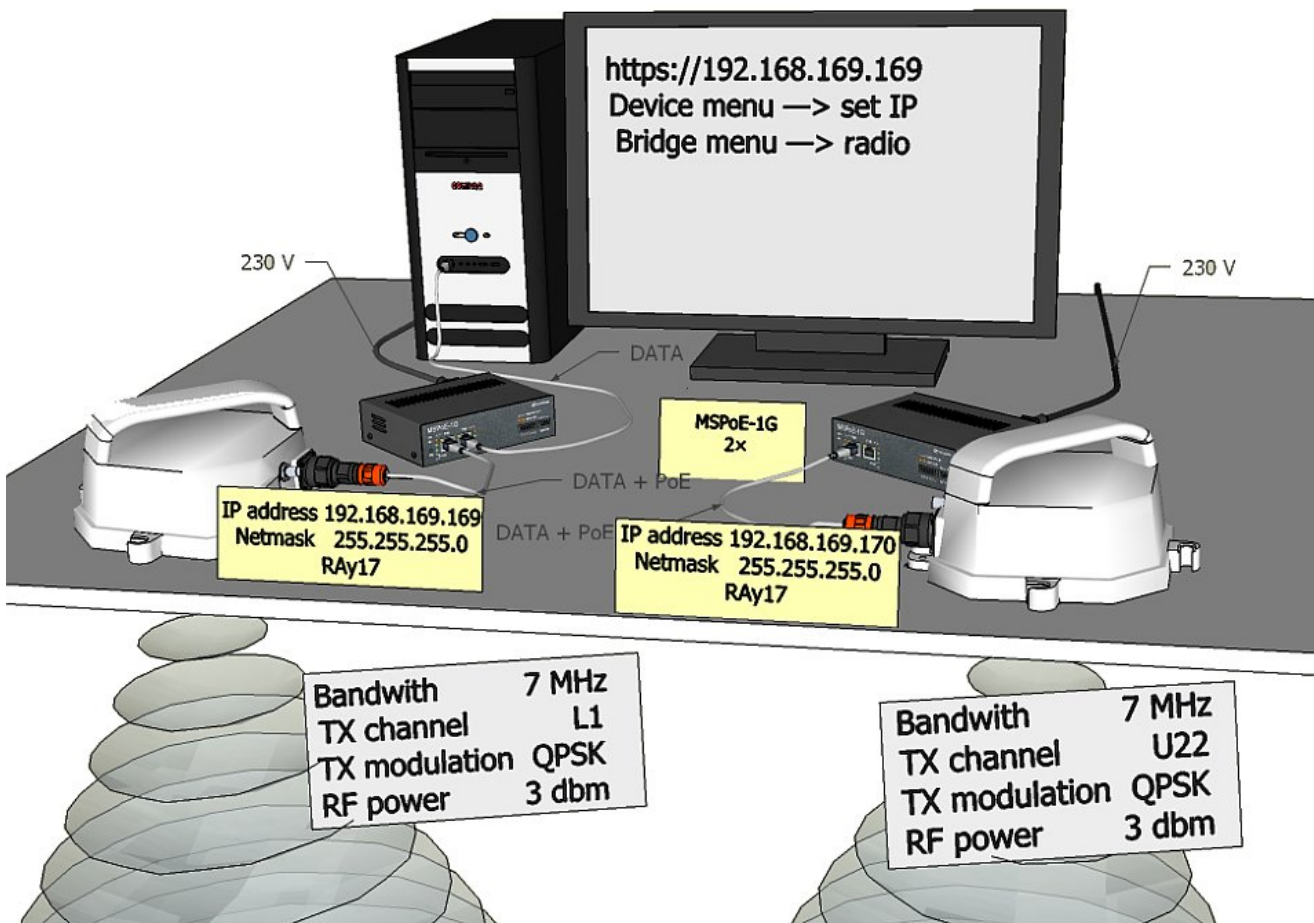
- Kontrola před instalací
- Instalace
- Pokročilá konfigurace
- Řešení problémů

Kontrola před instalací

Seznamte se s ovládáním a připravte svoji konfiguraci před instalací spoje na stožár.

Obě jednotky bez antén mohou ležet na stole, připojovací příruby směřují rovnoběžně šikmo vzhůru, na nekovovém stole i kolmo dolů. V případě jednotek pracujících v ISM pásmu (RAY17, RAY24), natočíme držadla jednotek přibližně kolmo na sebe. V případě jednotek pracujících v licenčních pásmech (RAY10, RAY11) natočíme držadla jednotek přibližně rovnoběžně. Kabelem ethernet připojíme každou jednotku ke zdroji PoE, k jednomu z nich připojíme také konfigurační PC.

Dále popsány kroky navážeme komunikaci PC – RAY a provedeme základní konfiguraci.



Obr. 4.1: Konfigurace linky



Varování

Za provozu nikdy nepřibližujte do bezprostřední blízkosti vlnovody obou stanic. Hrozí zničení citlivých vstupních obvodů.

4.1. Servisní přístup

Spoj RAY je dodáván s defaultní konfigurací přístupových parametrů:

jednotka L má servisní IP adresu 192.168.169.169 a masku 255.255.255.0, jednotka U má servisní IP adresu 192.168.169.170 a masku 255.255.255.0, přístup je povolen přes protokol HTTP, HTTPS nebo SSH, uživatelské jméno je *admin*, heslo také *admin*.

V PC nastavíme IP adresu uvnitř masky, například 192.168.169.180.

Pokračujeme webovým prohlížečem protokolem https, například:
https://192.168.169.169

Další možnosti přístupu jsou popsány v kapitole *Settings – Service Access* tohoto manuálu.

Po navázání spojení vstoupíme do menu *Settings – Service access – Services* a nastavíme vlastní přístupové parametry. Defaultní IP adresy je doporučeno nahradit vhodně zvolenými provozními adresami. Ponechání defaultních adres může vést k pozdějším problémům v síti (duplicita IP adres apod.).

Menu obsahuje parametry pro celý spoj, tedy pro místní jednotku Local i vzdálenou Peer. Pokud je navázáno spojení na lince, pak jsou vyplněny obě sady parametrů. Při práci s oddělenou jednotkou jsou funkční pouze parametry Local, které platí pro právě připojenou jednotku.



Poznámka

Je-li link **OK** a nejsou zobrazeny parametry vzdálené stanice **Peer**, je třeba kliknout na tlačítko **Refresh**.

Následuje popis základních nastavení. Po vyplnění hodnot na příslušné obrazovce vždy uložit obsah tlačítkem **Apply**.



Poznámka

Pokud se po upgrade firmware objeví problém s certifikátem pro https, postupujeme podle přílohy F – „*Přístupový certifikát*“

4.1.1. Menu Settings – General

- Station name – stanice může být označena jménem, například podle místa instalace.
- Station location – pro snazší zařazení do síťové hierarchie lze zapsat lokalizaci stanice

The screenshot shows a web browser window with the URL https://192.168.141.226. The page header includes the RAY logo, 'Microwave Link', and the RACOM logo. A navigation bar shows 'admin' and 'Logout'. The main content area is titled 'Local: Location_A / 13:00', 'Link: Ok', and 'Peer: Location_B / 13:00'. The 'Settings' menu is open to the 'General' section. The configuration table below shows details for both Local and Peer stations.

	Local	Peer
Unit code	RAY17	RAY17
Serial no.	28282	80808
Station name	Location_A	Location_B
Station location	Rokytno	Pohledec
LED indicators	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
Date	2013-04-29	2013-04-29
Time	12:54:51	12:54:51
Time source	ntp	ntp
Adjust time	<input type="button" value="Adjust time"/>	
NTP source IP	147.32.30.28	147.32.30.28
NTP period	2 m	2 m
Time zone	(GMT) Greenwich Mean Time	(GMT) Greenwich Mean Time
Daylight saving	off	off

At the bottom of the configuration area are buttons for 'Apply', 'Cancel', 'Refresh', 'Load defaults', and 'Load custom'.

Obr. 4.2: Konfigurační menu Settings – General

4.1.2. Menu Settings – Service access – Services

- IPv4 address – zapište platnou IP adresu pro přístup do jednotky. Defaultní IP adresu je potřeba nahradit platnou adresou. Ponechání defaultní adresy povede pravděpodobně k budoucím problémům v síti.
- Netmask – zapište síťovou masku.
- Gateway – zapište gateway, pokud je potřebná, jinak ponechte prázdné.
- Povolte přístupové protokoly, které budete potřebovat. Z bezpečnostního hlediska nepovolujte více, než je nutné.
- HTTP(S) – povolení přístupu do webového rozhraní.
- Telnet – povolení přístupu do CLI rozhraní pomocí protokolu telnet.
- SSH – povolení přístupu do CLI rozhraní pomocí protokolu SSH.
- Management VLAN – Zapnutí 802.1Q VLAN tagu pro oddělení uživatelského a servisního provozu.
- Management VLAN id – Určení 802.1Q VLAN tagu pro servisní provoz.

Status	Local: Location_A / 09:33		Link: Ok	Peer: Location_B / 09:32
Settings				
General				
Radio				
Ethernet				
QoS				
> Service access				
Alarm limits				
Diagnostics				
Graphs				
Logs				
Tools				
Ping				
Graphics				
Maintenance				
Help				

	Local	Peer
IPv4 address	192.168.141.226	192.168.141.227
Netmask	24	24
Gateway	192.168.141.254	192.168.141.254
HTTP(S)	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
Telnet	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
SSH	on	on
Management VLAN	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Management VLAN id	1	1
SNMP	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
SNMP community string	public	public
SNMP trap IP	0.0.0.0	0.0.0.0
Internal link watchdog	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

Obr. 4.3: Konfigurační menu Settings – Service access – Services

4.1.3. Menu Settings – Service access – Users

- *Edit* – vstup do menu.
- *New password* – zvolte si heslo a zapište jej.
- *Confirm password* – zapište heslo znovu pro potvrzení.

Local: Location_A / 09:38 Link: [Ok](#) Peer: Location_B / 09:37

Services **Users**

Local

Username	Group	Password	SSH key	Edit
super	cli_super	Set	Set	
admin	cli_admin	Set	None	Edit
guest	cli_guest	Set	None	
servis	cli_admin	Set	None	
guest2	cli_guest	Set	None	
distributor	cli_super	Set	None	

Peer

Username	Group	Password	SSH key
super	cli_super	Set	None
admin	cli_admin	Set	None
guest	cli_guest	Set	None
pepe	cli_guest	Set	None
pepek	cli_admin	Set	None
distributor	cli_super	Set	None

[Add user](#) [Refresh](#) [Mirror users](#)

Obr. 4.4: Konfigurační menu Settings – Service access – Services

4.1.4. Menu Maintenance – Feature keys

Firmware spoje je vybaven funkcí omezující maximální uživatelskou rychlost. Před instalací spoje je tedy vhodné nainstalovat produktový klíč odpovídající rychlosti, na které bude linka provozována. Bez instalovaného klíče lze spoj provozovat pouze na nejnižší rychlosti (dle typu spoje až cca 5 Mbps). Podrobnosti viz kapitola Feature keys.

4.2. Základní konfigurace linky

Defaultní radiové parametry záleží na konkrétním typu spoje a na konkrétní tabulce rozdělení kanálů. Typicky jsou nastaveny kanály při spodním okraji pásma, nejmenší šířka pásma, modulace QPSK, a nízký výkon. Obě jednotky v páru by měly být schopny okamžité komunikace. Pokud je s těmito radiovémi parametry možno pracovat v místě instalace, můžeme aktivovat linku. Na běžící lince pak nastavíme požadované provozní parametry.

Je-li třeba parametry změnit, provedeme změnu v menu *Settings – Radio* a uložíme ji tlačítkem *Apply*. Opět pracujeme v obou jednotkách současně, jsou-li ve spojení, jinak konfigurujeme každou jednotku samostatně. Při oddělené konfiguraci dbáme na správné nastavení duplexního páru kanálů TX a RX. Má-li například jedna stanice TX kanál L1, pak druhá stanice musí mít kanál RX také L1.

4.3. Test

Ověříme funkčnost rádiové linky. Přepneme se do obrazovky Status - Brief:

- Stavová lišta hlásí Link: Ok.
Pokud se u Local nebo Peer objeví alarmové hlášení, nemusí to znamenat problém. Může to být zpráva, že byl překročen zvolený limit u některého ze sledovaných parametrů. Rozhodující je zpráva Link : Ok.
- Obrazovka *Status* obsahuje údaje pro jednotku Local i Peer. Znaky N/A pro Peer indikují, že data z Peer nebyla dosud přenesena. Pokud je Link Ok, stačí kliknout na Refresh na spodním okraji obrazovky a Remote data se doplní.
- Menu *Status – Detailed – Radio* indikuje hodnoty RSS a SNR spoje, v případě ACM i zvolenou modulaci a Netbitrate. Pokud je zapnutá funkce ATPC (menu *Settings – Radio*) indikuje i okamžitý / max. povolený výkon a u hodnot SNR a RSS indikuje okamžitou / cílovou velikost hodnoty.
- Menu *Tools – Graphics – Bar indicators* zobrazuje okamžitou velikost RSS, SNR a BER.
- Menu *Tools – Ping* umožňuje vyslat testovací ping na zvolenou IP adresu.

Vyzkoušíme možnosti modulace:

- Modulace ACM – v menu *Settings – Radio* povolíme ACM. Parametr TX modulation nastavíme na požadovanou maximální hodnotu. V menu *Status – Brief – Radio* pak můžeme sledovat (Refresh nebo Start) změny v použité modulaci podle okamžité kvality signálu SNR. Stav a kvalitu modulace dobře ilustruje menu *Tools – Graphics – RX constellation diagram*, provést Refresh.
- Můžeme vyzkoušet i pevnou modulaci - v menu *Settings – Radio* vypneme ACM a nastavíme TX modulation na některou z hodnot QPSK až 256-QAM podle výsledků předchozího testu. Jestliže zvolíme vyšší modulaci, než dovoluje SNR, pak ztratíme spojení. *Status Link* ztratí hodnotu Ok. Pak musíme obě jednotky na stole vzájemně přiblížit aby se spojení obnovilo. Není-li to možné, připojíme se ethernetem do každé jednotky samostatně a nastavíme základní modulaci QPSK. V menu *Tools – Graphics – RX constellation diagram* můžeme sledovat kvalitu přijímaného signálu.

Ověříme funkčnost celého spoje:

- Je-li to možné, připojíme k oběma jednotkám RAY přes PoE příslušná uživatelská zařízení a vyzkoušíme vzájemnou komunikaci.
- Jinou verzí testu je připojit k protější jednotce druhé PC a vyslat ping mezi oběma PC.
- Minimální variantou testu je přemístit propojení kabelem ethernetu z PC – RAY na PC – protější RAY a vyzkoušet komunikaci s oběma jednotkami. Tím ověříme funkčnost kanálu ethernet.

Připravíme instalační konfiguraci:

- Bandwidth např. 3,5 MHz. Dle možností konkrétního kmitočtového pásma nastavíme co nejužší kanál, abychom dosáhli co nejvyšší citlivosti.
- TX channel: Pokud nemáme předem přidělený konkrétní kanál, tak použijeme například kanál L1.
- RX channel se při sepnutém zámku kanálů nastaví automaticky.
- TX modulation QPSK abychom dosáhli co nejvyšší citlivosti.
- RF power podle použitých antén a podmínek kmitočtové licence. Dle možností nastavíme výkon co nejvyšší.
- Poznamenáme si přístupové parametry z menu *Service access*, zejména IP adresy.
- Provedeme restart přerušením napájení, abychom ověřili, že parametry jsou řádně uloženy a spoj se rozběhne.

Po této přípravě můžeme přikročit k instalaci v terénu.

5. Instalace

5.1. Přímá viditelnost

Před instalací jednotky na stožár ověřte pohledem, že výhled směrem na vzdálenou jednotku je bez překážek. Zkontrolujte zejména tyto možné překážky:

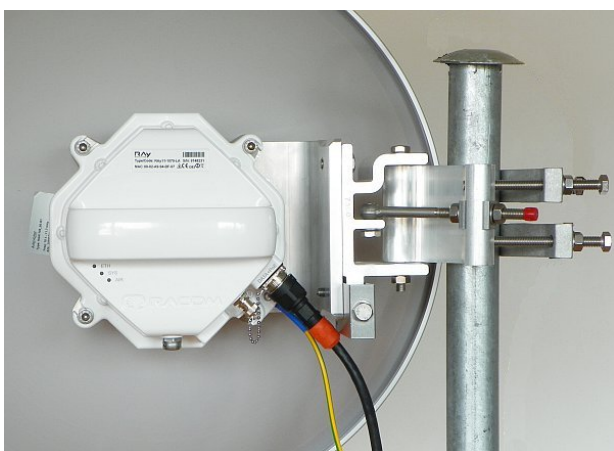
- Volná Fresnelova zóna. Signál potřebuje širší prostor, než je průměr antény.
- Stromy na spodním okraji Fresnelovy zóny. Za několik let budou vyšší.
- Možnost stavby nových budov.
- Předměty v těsné blízkosti antény, jako okraje ostatních antén, jejich držáky, okraje střechy.

5.2. Montáž antény

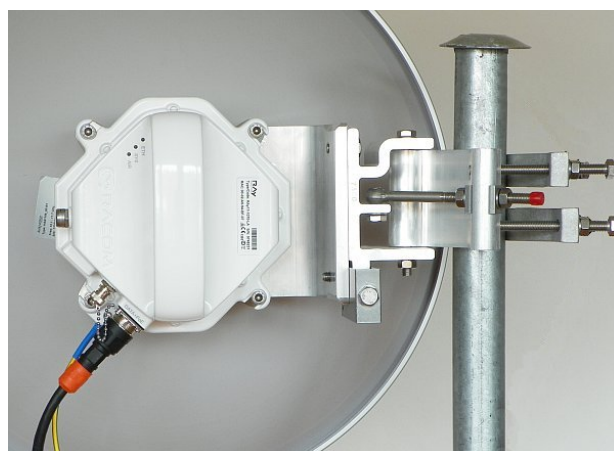
5.2.1. Způsoby montáže

- podle způsobu montáže na stožárovou trubku:
 - pravostranná montáž
 - levostranná montáž
- podle způsobu montáže jednotky FOD – polarizace antény:
 - horizontální montáž
 - vertikální montáž

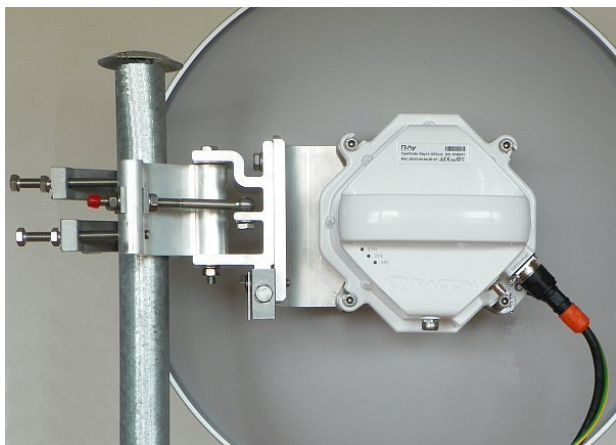
V obou případech montujeme jednotku orientovanou konektory šikmo dolů.



Obr. 5.1: Levá montáž
– horizontální polarizace přijímaného signálu



Obr. 5.2: Levá montáž
– vertikální RX polarizace



Obr. 5.3: Pravá montáž – horizontální RX polarizace

Změna způsobu montáže

Držák antény je dodáván částečně smontovaný, připravený pro pravostrannou montáž.

Při úpravě držáku antény typu **Jirous** pro levostrannou montáž je třeba vyšroubovat seřizovací šroub (poz. 11) a šroub naklápění (poz. 12), posunout držák (poz. 13) na třmenu (poz. 4) do polohy na druhou stranu (neobracet), šroub (poz. 12) poté zasunout do druhého otvoru v držáku a stejného otvoru ve třmenu a zajistit maticí. Seřizovací šroub (poz. 11) s maticemi (poz. 9) se přesune na druhou stranu třmenu (poz. 4). Dále je nutné předělat zavěšovací šroub (poz. 7) v desce (poz. 5) do druhého otvoru tak, aby po otočení antény byl opět nahoře.

Při úpravě držáku antény typu **Arkivator** pro levostrannou montáž je třeba vyšroubovat seřizovací šroub (poz. 17) a přemístit jej na druhou stranu tělesa držáku (poz. 3) a třmenu (poz. 4). Dále je třeba přemístit na druhou stranu tělesa držáku (poz. 3) seřizovací šroub (poz. 21) s táhlem tvaru U (poz. 13). Tím dosáhneme toho, že bude stále zajištěn dobrý přístup k seřizovacím prvkům pro směrování antény i při obrácené montáži.

U antény je při změně způsobu montáže z pravostranné na levostrannou potřeba pouze předělat na horní stranu závěsné oko a otočit čelní plastový kryt antény. Otočení plastového krytu není důležité pouze z estetického hlediska, aby nebylo logo firmy RACOM obráceně, ale proto že na spodní hraně paraboly je odvodňovací kanálek (kromě paraboly $\varnothing 380$ mm).

Při změně polarizace z horizontální na vertikální se pouze pootočí jednotka FOD o 90° na středovém čepu antény po povolení čtyř šroubů pomocí klíče Imbus 6 na sloupcích držáku paraboly. (Nebo na sloupcích poz. 26 redukčního kříže poz. 7 u antény typu Arkivator)



Důležité

Spoje RAY17 a RAY24 jsou vybaveny polarizační výhybkou a pracují v obou polarizacích zároveň, viz Křížová polarizace. Jedna strana spoje tedy musí být nainstalována ve vertikální polarizaci a druhá v horizontální polarizaci.

5.2.2. Montáž jednotky FOD s anténou

Mikrovlnný spoj RAY je obvykle dodáván rozložený na několik částí zabalených samostatně do krabic.

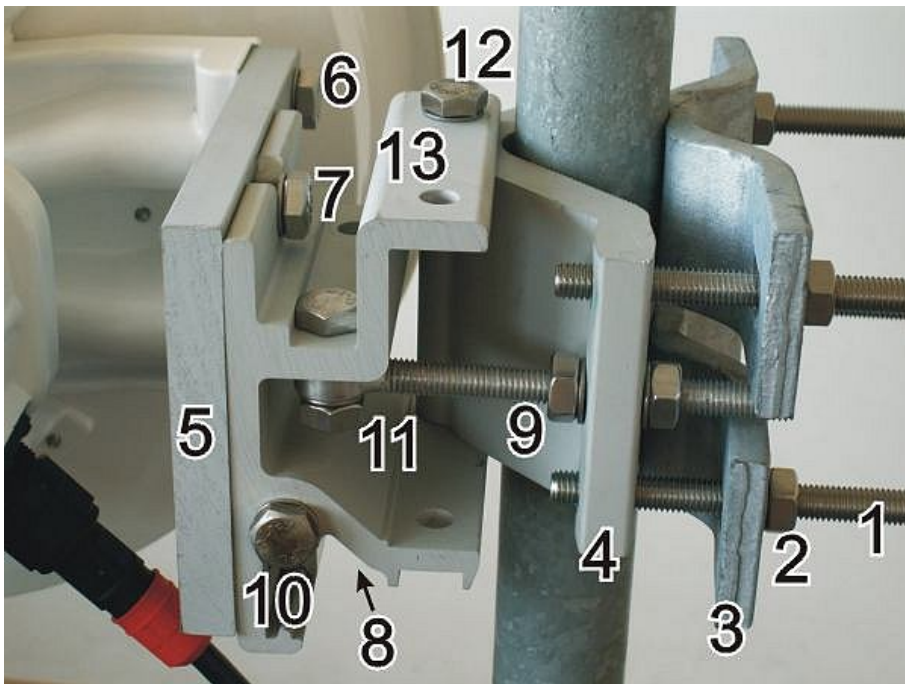
- Dvě parabolické antény.
- Dva držáky pro montáž antény na stožár.

- Dvě stanice FOD, každá zvlášť v krabici a ještě ve společném obalu.
- Další příslušenství podle objednávky (podrobněji v kapitole 3.7 – „Příslušenství“)

Při objednávce mikrovlnného spoje RAY lze volit mezi anténami dvou výrobců připojenými k jednotce FOD firmy Racom.

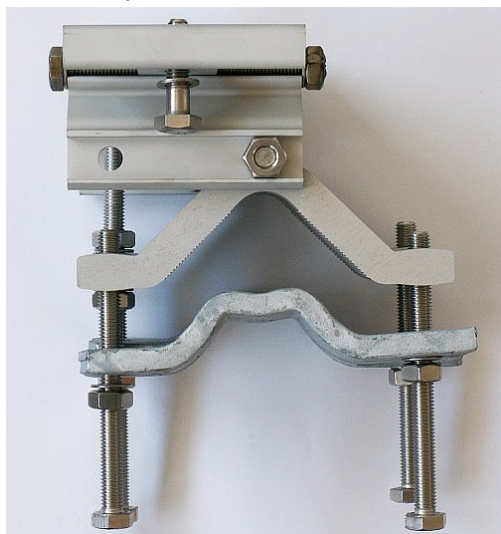
Montáž antény Jirous s jednotkou FOD

Pro montáž mechanických částí antény je zapotřebí matkový klíč číslo 17 a klíč Imbus 6. Klíč číslo 17 slouží i k přesnému nastavení směru antény. Oba tyto klíče se nachází v sadě **RAY Tool** pro instalaci mikrovlnných spojů RAY.



Obr. 5.4: Detail smontovaného držáku s očíslovanými pozicemi dílů

- a. Připravíme držák antény podle průměru stožárové trubky. Pro menší průměry příložku (poz. 3) dáme prohnutou částí dovnitř, pro větší průměry ven. Svorníky (poz. 1) na přitlačování příložek ke stožáru zašroubujeme do třmenů (poz. 4) držáku tak, aby přesahovaly asi 1 cm za třmen a příložky budeme přitahovat pomocí matic (poz. 2) na svornících.

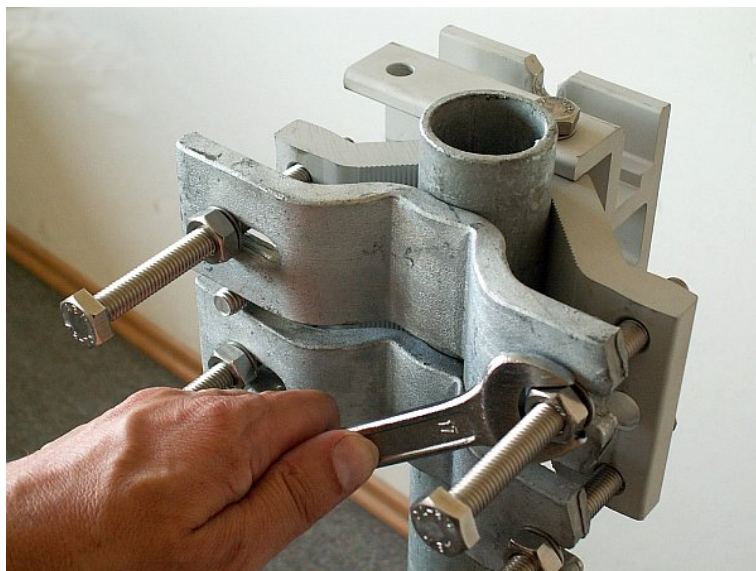


Obr. 5.5: Připevnění držáku na stožárovou trubku
ø 40–80 mm



Obr. 5.6: Poloha příložky pro
ø 65–115 mm

- b. Držák antény nasadíme na stožárovou trubku a příložky dotáhneme pomocí matic na svornících.



Obr. 5.7: Připevnění držáku antény na stožárovou trubku

- c. Druhou část držáku – plochou desku (poz. 5), přišroubujeme třemi šrouby (poz. 6) k parabole antény. Na parabolu přišroubujeme do horního závitu závěsné oko, které nám usnadní manipulaci při montáži. Pozice závěsného oka na parabole a závěsného šroubu na desce se mění podle typu montáže viz Způsob montáže.

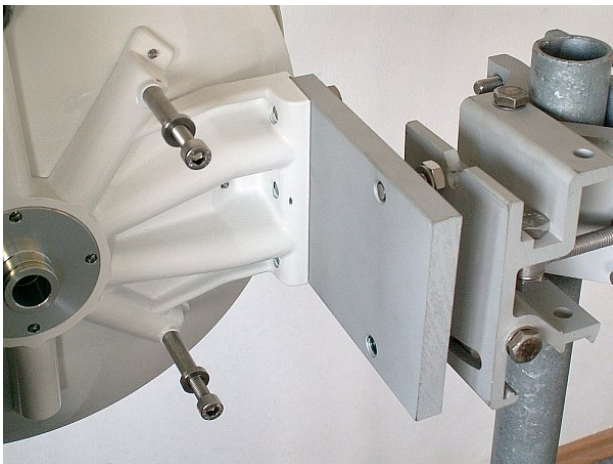


Obr. 5.8: Parabola bez desky



Obr. 5.9: Parabola s deskou

- d. Do horního otvoru ploché desky našroubujeme závěsný šroub (poz. 7) tak, aby za něj bylo možné zavěsit anténu na držák. Anténu na něj pověsíme a přišroubujeme i spodní šroub. (poz. 8)

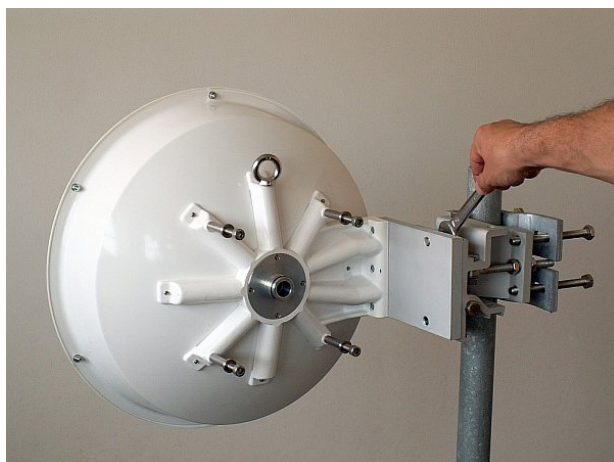


Obr. 5.10: Zavěšování desky na šroub

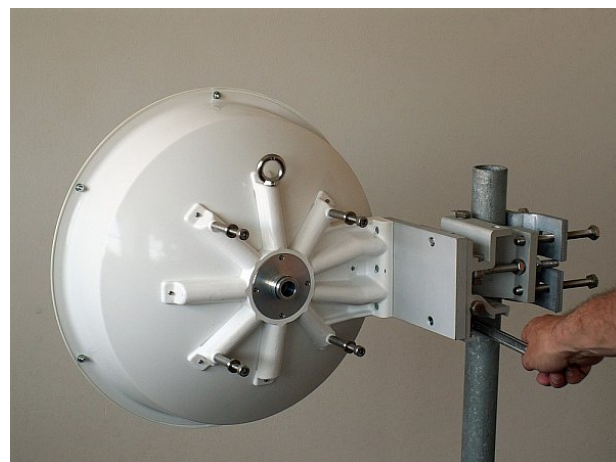


Obr. 5.11: Správná poloha montážní desky

- e. Oba šrouby v desce utáhneme před další montáží, aby nedocházelo k zbytečným pohybům celého zařízení, ale před přesným vertikálním dosměrováním antény po ukončení montáže je třeba oba opět trochu povolit, protože spodní šroub prochází přímo regulačním kamenem a horní slouží jako osa otáčení.



Obr. 5.12: Utažení horního šroubu na desce



Obr. 5.13: Utažení spodního šroubu na desce

- f. Před montáží jednotky FOD na anténu nejprve dostatečně vyšroubujeme 4 šrouby ve sloupcích na anténě tak, aby se na ně jednotka dala pootočením nasunout. Dále zkontrolujeme zda je správně umístěn „O“ kroužek na čepu antény, zda není poškozen a zda je ošetřen mazacím tukem – viz Mazání. Potom sundáme ochrannou plastovou krytku z centrálního čepu antény a jednotku FOD na něj opatrně nasadíme tak, aby chom nepoškodili „O“ kroužek a pootočením ji zajistíme na šroubech ve sloupcích. Pozor na správnou polarizaci antény – viz Způsob montáže. Nakonec šrouby utáhneme klíčem Imbus 6.



Obr. 5.14: Anténa před montáží jednotky FOD

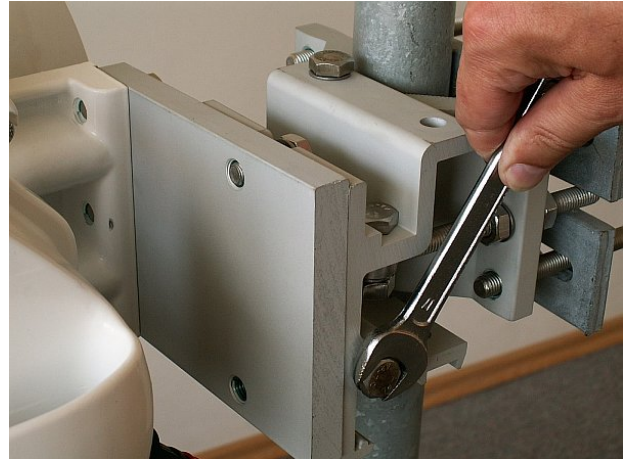


Obr. 5.15: Utažení šroubů na jednotce FOD

- g. Přesné horizontální nasměrování antény se provádí pomocí šroubu se dvěma maticemi, (poz. 9) které se po nasměrování dotáhnou proti sobě pro aretaci antény. Vertikální nasměrování antény na protistanici se provádí otáčením regulačního šroubu (poz. 10) u ploché desky držáku. Po nasměrování se poloha zajistí dotažením šroubů – viz bod e (poz. 7 a 8). Určení správné polohy v obou směrech se provádí podle indikace RSS – voltmetrem, nebo akustickou signalizací – viz Směrování antény.



Obr. 5.16: Horizontální nastavení směru antény

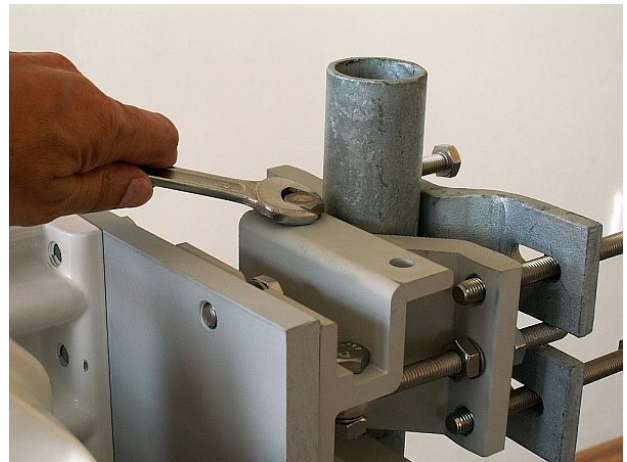


Obr. 5.17: Vertikální nastavení směru antény

- h. Po dokončení směrování antény utáhneme ještě šrouby na osách naklápění držáku (poz. 11 a 12). Potom ještě jednou zkontrolujeme dostatečné dotažení všech šroubových spojů a můžeme přikročit k připojení jednotky FOD k síti uživatele.



Obr. 5.18: Utažení osy u regulačního šroubu

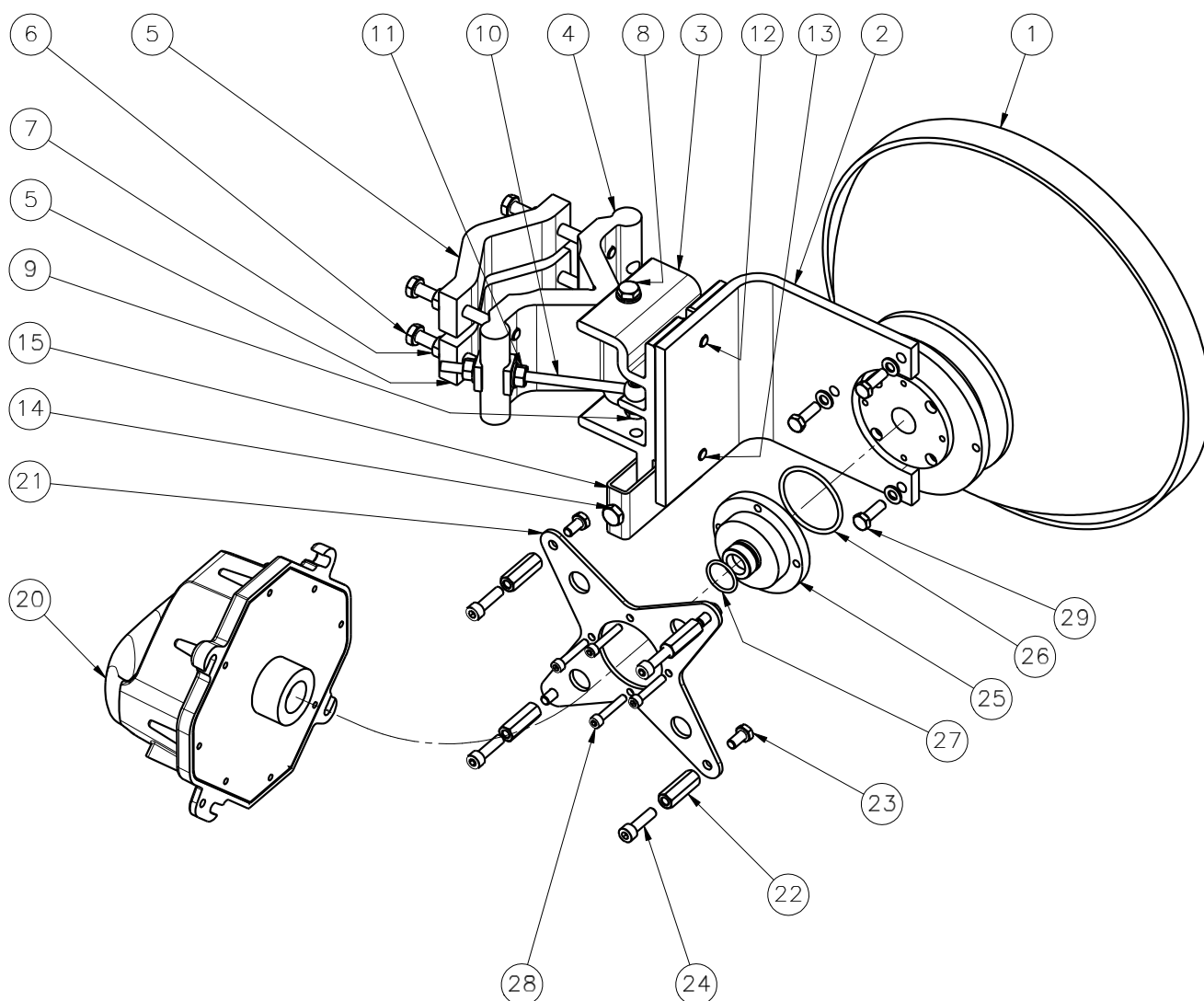


Obr. 5.19: Utažení osy držáku

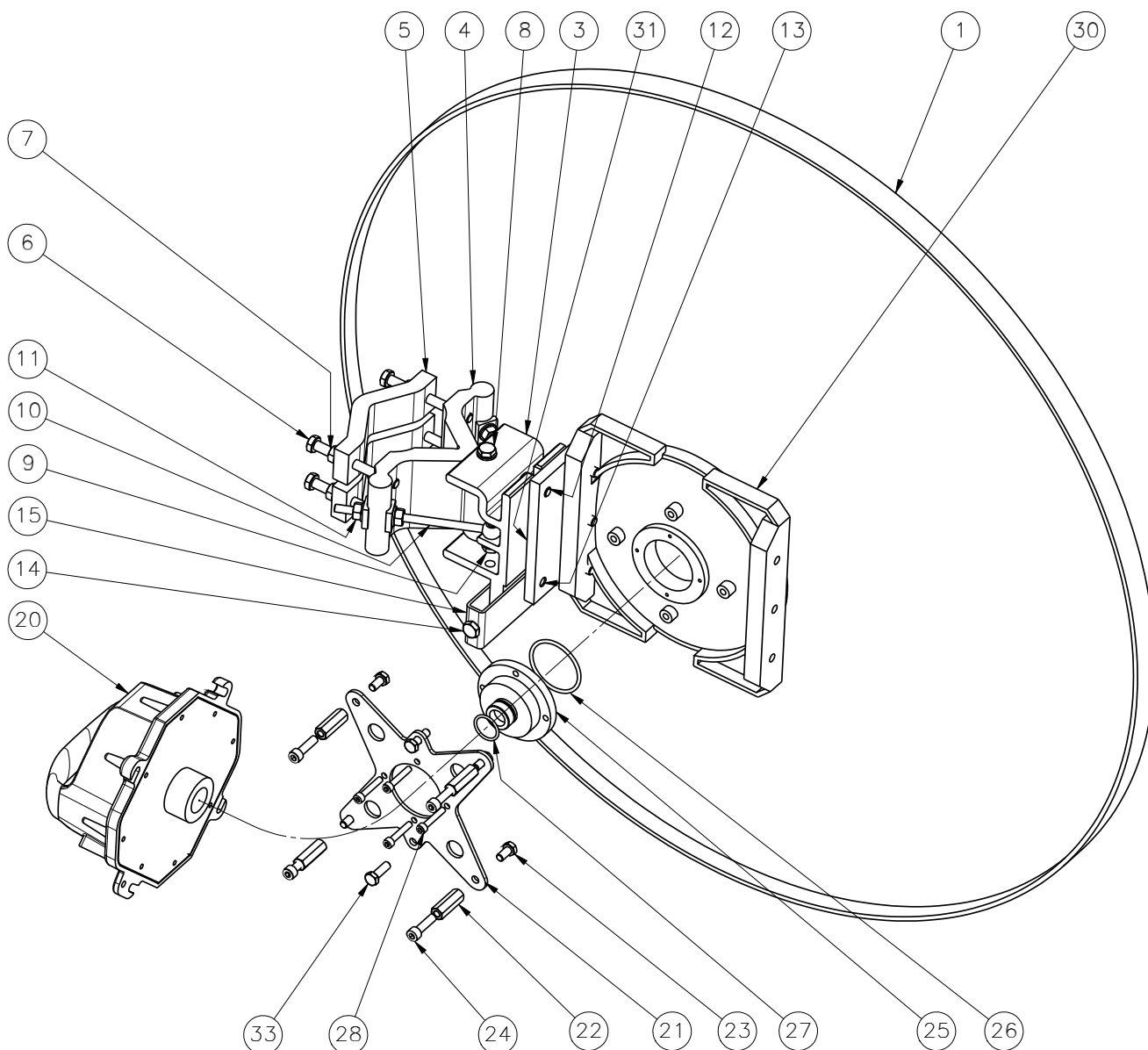
Montáž antény Arkivator s jednotkou FOD

Montáž mikrovlnného spoje RAY s anténou typu Arkivator je velice podobná předchozímu typu montáže – antény typu Jirous. Potřebné nářadí pro montáž se také nachází v sadě **RAY Tool** pro instalaci mikrovlnných spojů RAY. K montáži postačí matkové klíče číslo 13, 16 a 17 a klíče Imbus 4 a 6. Pro montáž antény o jmenovitém rozměru 120 cm je navíc potřebný ještě oboustranný otevřený matkový klíč 14/24.

Od roku 2013 je dodávána anténa Arkivator s mírně odlišným držákem, viz Obr. 5.24 – „Držák antény Arkivator, provedení 2013“. Postup montáže je podobný.



Obr. 5.20: Montážní schéma antény Arkivator, 30 a 60 cm, provedení 2012



Obr. 5.21: Montážní schéma antény Arkivator, 99 cm, provedení 2012

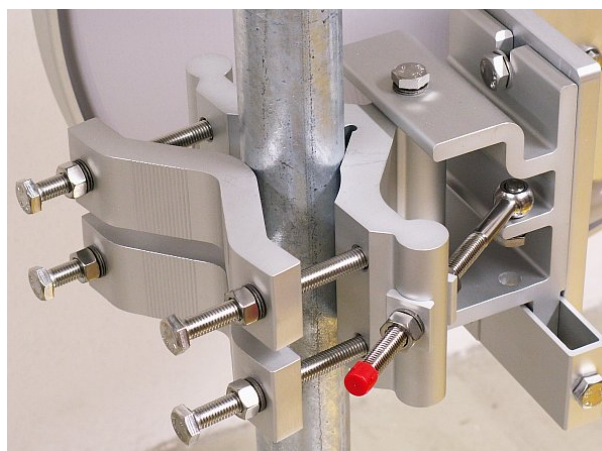
Držák antény (poz. 3 a 4) je dodáván ve smontovaném stavu podle následujícího obrázku. Příprava držáku a jeho montáž na stožárovou trubku probíhá obdobně jako u montáže antény Jirous (bod a). Držák je uzpůsoben pro průměry do 115 mm. Šrouby poz. 6 mají být do třmene poz. 4 zašroubované tak, aby závit šroubu na druhé straně vyčníval asi 6–10 mm. Příložky poz. 5 jsou potom dotahovány při upevňování na stožárovou trubku maticemi poz. 7.



Varování

Před montáží redukce je třeba z antény sejmout přepravní zelenou krycí fólii středového otvoru vlnovodu

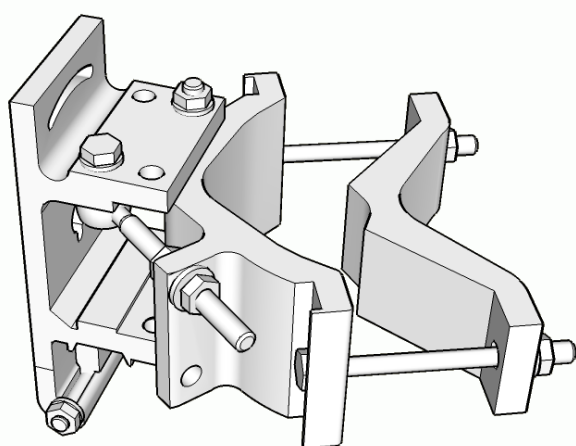
Po namontování držáku na stožárovou trubku přišroubojeme k držáku úhlovou desku poz. 2 (Arkivator 30 a 60) nebo poz. 30 (Arkivator 99). K této desce je potom přišroubována samotná anténa poz. 1.



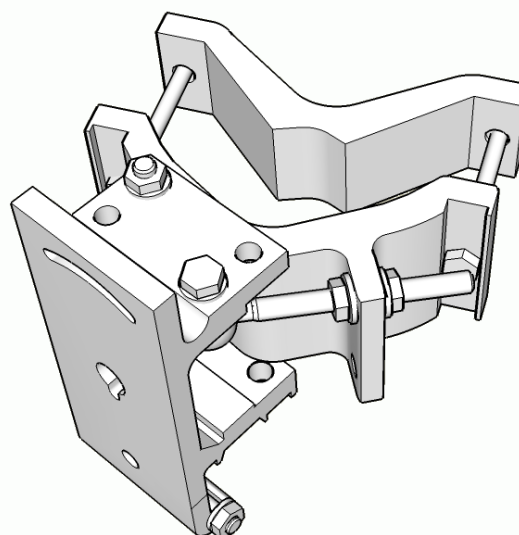
Obr. 5.22: Držák antény Arkivator (2012) Obr. 5.23: Držák na stožáru, provedení 2012

Pro montáž jednotky FOD (poz. 20) k anténě je použita redukce (poz. 25), redukční kříž (poz. 21) a sloupky (poz. 22). Při montáži nezapomeňte na vložení těsnicích "O" kroužků (poz. 26 a 27) a na namazání "O" kroužku (poz. 27) a spojovacího čepu, viz Mazání.

Pro přesné vertikální směřování antény slouží šroub poz. 14. Při jeho směřování uvolníme šrouby poz. 12 a 13 a potom je opět utáhneme. Horizontálnímu směřování slouží matice na šroubu poz. 10. Po nasměrování musí být dotaženy nejenom tyto matice (poz. 11), ale i čepový šroub poz. 9 na oku šroubu a dva čepové šrouby poz. 8, na nichž se naklání držák poz. 3.



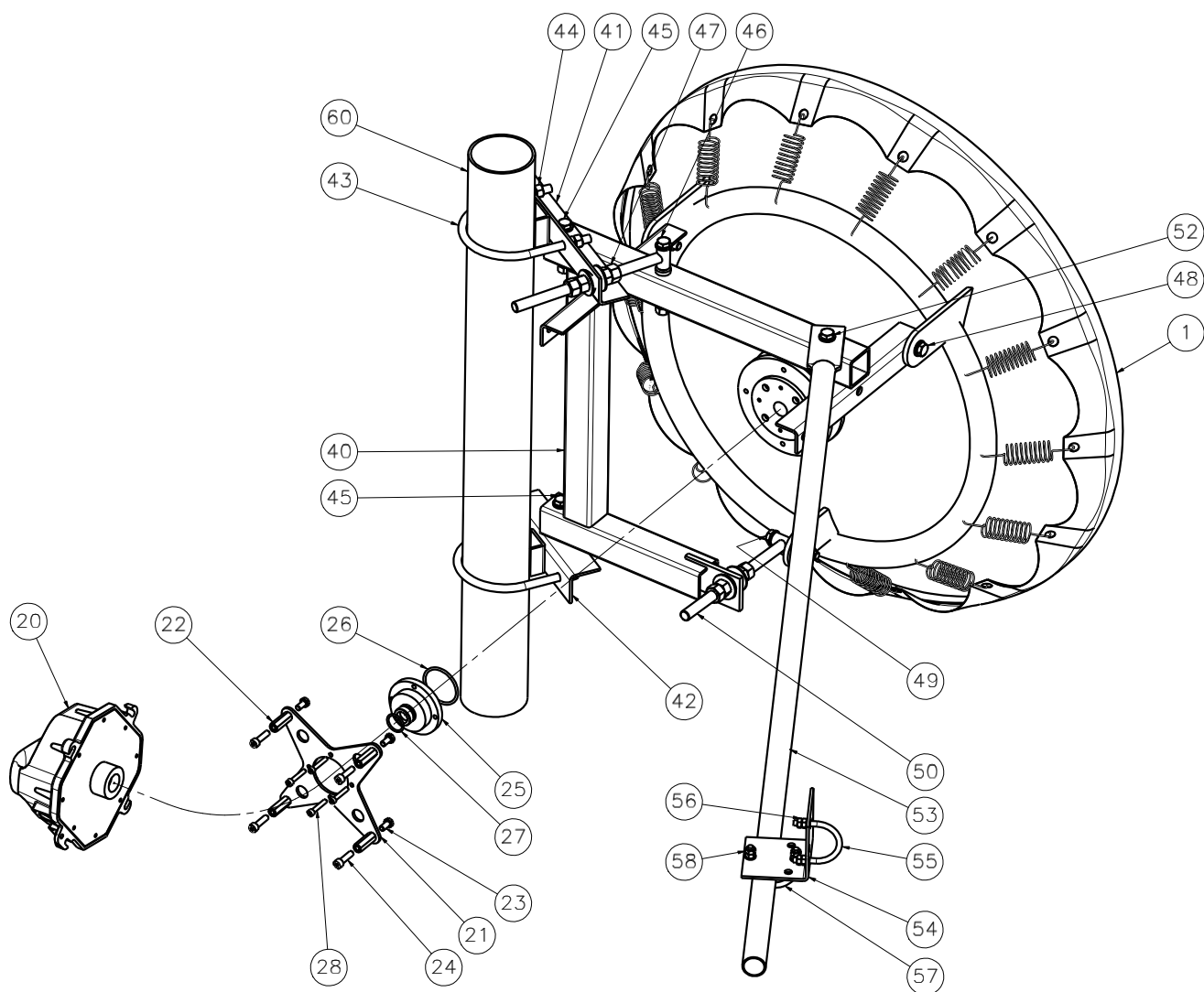
Obr. 5.24: Držák antény Arkivator, provedení 2013



Obr. 5.25: Držák antény Arkivator (2013)



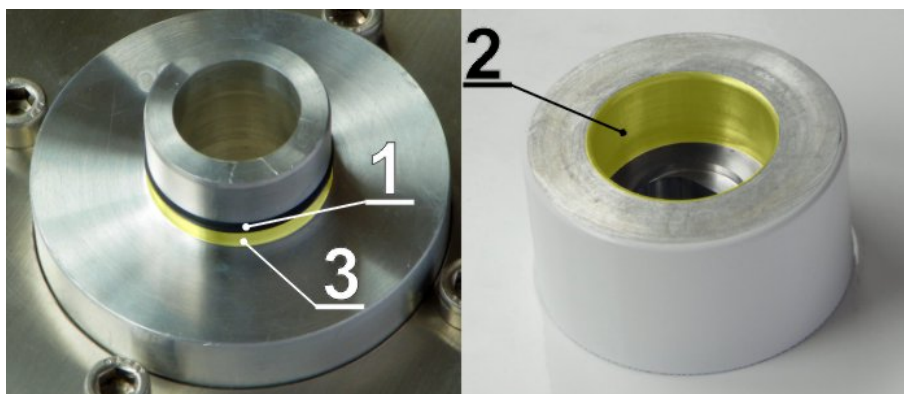
Obr. 5.26: Anténa Arkivator o průměru 30 a 60 cm



Obr. 5.27: Montážní schéma antény Arkivator, 120 cm

5.2.3. Mazání a konzervace čepu antény

Při nasazení spojovacího pouzdra jednotky FOD na čep antény je třeba zajistit správnou polohu těsnicího „O“ kroužku (1) a je také potřeba zabránit vnikání vlhkosti mezi tyto díly. Tato vlhkost by mohla způsobit oxidaci, která znesnadní příští demontáž tohoto mechanického spojení. Proto ošetříme plochy podle následujícího obrázku mazacím tukem, který je dodán v krabičce jako příslušenství spoje RAY. Pokud použijete k namazání jiný tuk, je třeba použít teflonový, nebo silikonový mazací tuk.



Obr. 5.28: Označení mazacích ploch na čepu antény a pouzdra jednotky FOD

Vnitřní plochu pouzdra na jednotce FOD (2) a „O“ kroužek (1) namažeme slabou rovnoměrnou vrstvou proto, aby šel čep do pouzdra snadno nasadit a „O“ kroužek se nepoškodil. Plochu za „O“ kroužkem na čepu antény (3) namažeme silnější vrstvou tak, aby se vyplnila mezera vzniklá vůlí mezi čepem a pouzdrem (max. 0,1 mm/ø) a zabránilo se tím pronikání vlhkosti. Montáž se provádí podle popisu montáže antény – viz bod f tohoto popisu.

5.3. Konektory

5.3.1. Připojení komunikační jednotky FOD k síti uživatele

Komunikační jednotka FOD se k síti uživatele připojuje ethernetovým kabelem přes rozhraní GbE, IEEE802.3ac 1000BASE-T. Firma RACOM standardně doporučuje používat pro vnější instalace kabel S/FTP CAT 7 a dva konektory RJ45. Jeden pro vnitřní (IE-PS-RJ45-FH-BK) a druhý pro vnější (plastový IE-PS-V01P-RJ45-FH nebo kovový IE-PS-V01M-RJ45-FH) konec kabelu.

Napájení stanice je provedeno podle standardu PoE kabelem ethernetu.

V případě, že je stanice opatřena dvěma konektory, tak pravý z nich vede uživatelská data, levý konektor slouží pro samostatný servisní přístup.

Prostřední konektor typu BNC slouží k připojení voltmetru pro přesné nastavení směru.



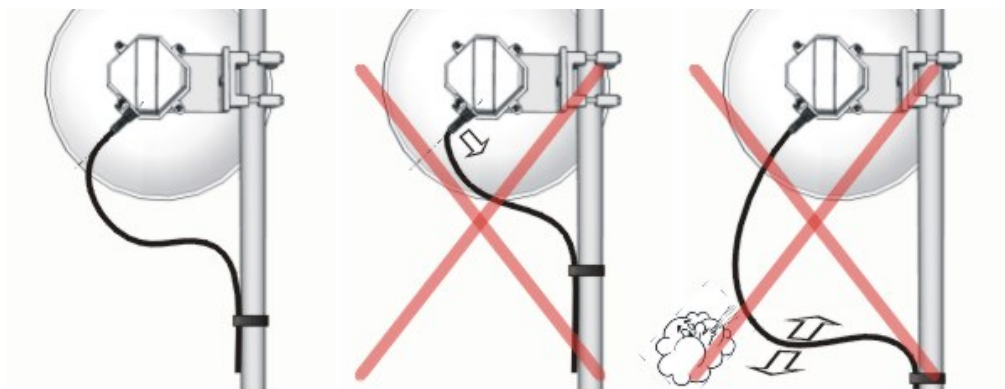
Obr. 5.29: Připojení komunikační jednotky FOD



Důležité

Před připojením komunikační jednotky FOD k napájení (k síti uživatele) musí být jednotka FOD uzemněna podle kapitoly 5.4 – „Zemnění“.

Montáž svodu od antény je třeba provést tak, aby nebyl nadměrně mechanicky namáhaný ethernetový konektor.



Obr. 5.30: Příklad správné montáže svodu

5.3.2. Montáž vnějšího konektoru IE-PS-V01P-RJ45-FH

K připojení jednotky FOD doporučujeme použít kabel S/FTP 4×(2×23AWG) Cat.7 + 2×(2×24 AWG), který je určen pro vnější použití. Kabel obsahuje dva přídavné kroucené páry 2×(2×24 AWG), které nejsou využity. Následující ilustrační obrázky jsou pořízeny s vnitřním kabelem bez těchto přídavných párů.

- a. Pro montáž konektorů použijeme nářadí ze sady **RAY Tool**. Viz kapitola 3.7 – „Příslušenství“.

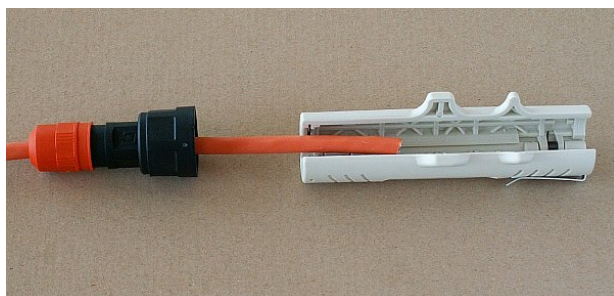


Obr. 5.31: Nářadí pro montáž konektorů

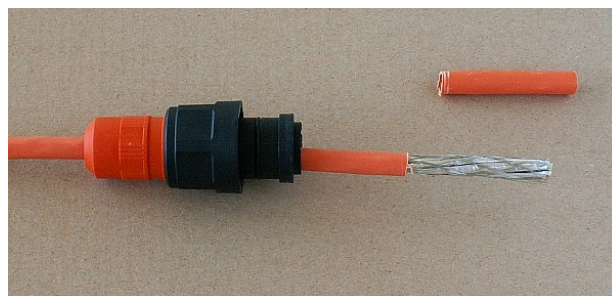


Obr. 5.32: Konektor IE-PI-RJ45-FH před montáží

- b. Povolíme převlečnou matici na krytu konektoru a nasuneme jej na kabel. Potom upravíme konec kabelu tak, že odstraníme izolaci v délce min. 20 mm.

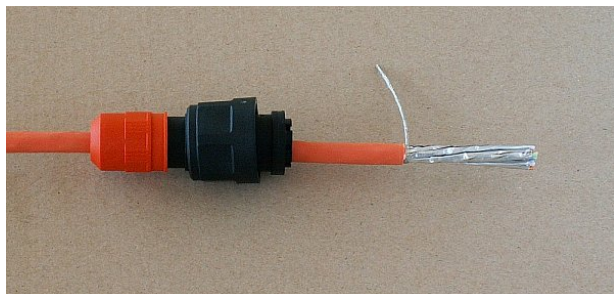


Obr. 5.33: Nástroj pro odstranění izolace



Obr. 5.34: Stažená izolace

- c. Drátky tvořící stínění kabelu stočíme dohromady a omotáme kolem kabelu za koncem izolace 2–3 závity vedle sebe.



Obr. 5.35: Stočené stínění

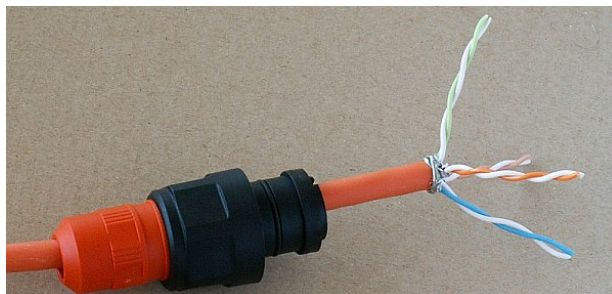


Obr. 5.36: Stínění omotané kolem kabelu

- d. Oddělíme od sebe jednotlivé páry vodičů, odstraníme z nich hliníkové stínění, odstříháme jej a jednotlivé páry oddělíme. Odstříháme také dva přidavné kroucené páry z tenčího drátu umístěné uprostřed (na těchto obrázcích nejsou obsaženy).

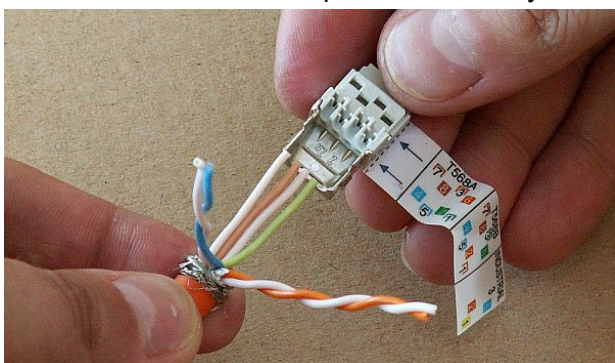


Obr. 5.37: Odstřihávání stínění

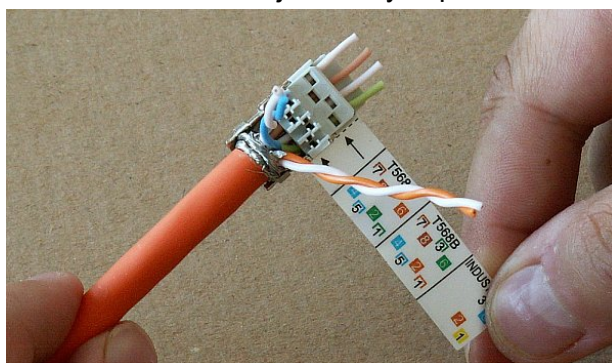


Obr. 5.38: Oddělené páry vodičů

- e. Spodní vrstvu vodičů zasuneme do otvorů podle zvoleného vzoru (T568B) na šablonce přilepené ke konektoru. Dbáme přitom na to, abychom nezaměnili bílé vodiče z jednotlivých párů.

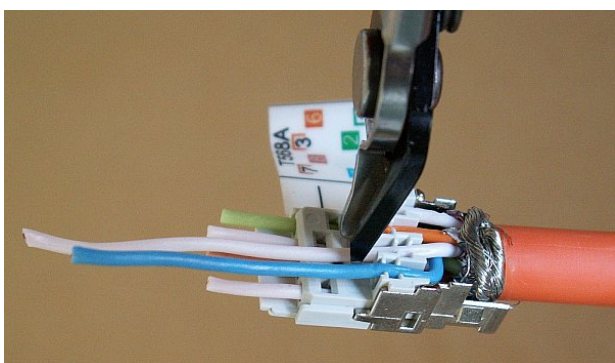


Obr. 5.39: Zasouvání spodních párů do konektoru

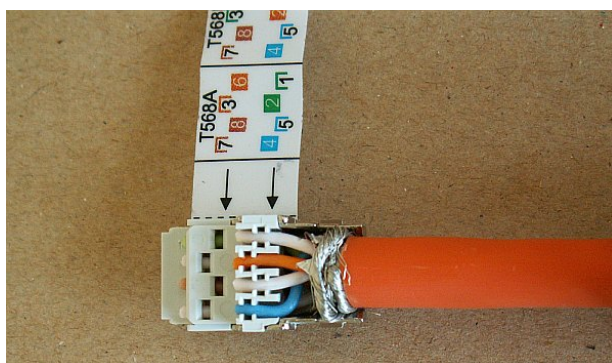


Obr. 5.40: Zasunuté spodní páry

- f. vodiče horních párů kabelu a všechny vodiče zastříháme. Kabel musí být zasunutý oмотaným stíněním uvnitř kovové části konektoru.

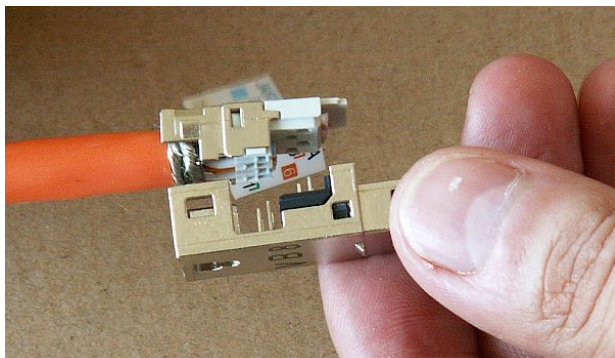


Obr. 5.41: Zastřihávání horních vodičů



Obr. 5.42: Všechny vodiče umístěné v konektoru

- g. Z konektoru odlepíme šablonku a nasuneme na něj protikus. Celý konektor sevřeme až do zaklapnutí zámků. Použijeme k tomu kleště s rovnoběžnými čelistmi ze sady **RAY Tool**. Obvyčejné kleště by poškodily konektor.



Obr. 5.43: Nasazení protikusu konektoru



Obr. 5.44: Sevření konektoru do zaklapnutí zámků

- h. Potom nasuneme na konektor ochranný kryt. Musí zapadnout do drážky až po zaklapnutí. Nakonec utáhneme na krytu převlečnou matici, která utěsí průchod kabelu.



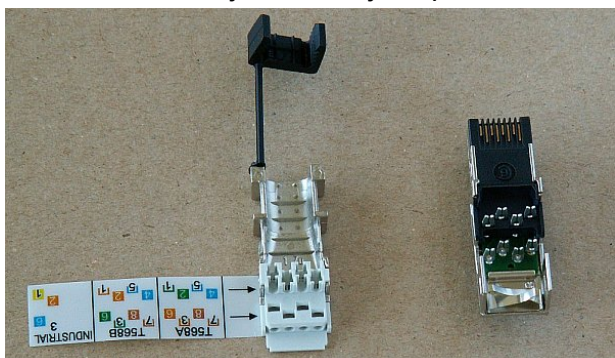
Obr. 5.45: Nasunutí krytu na konektor



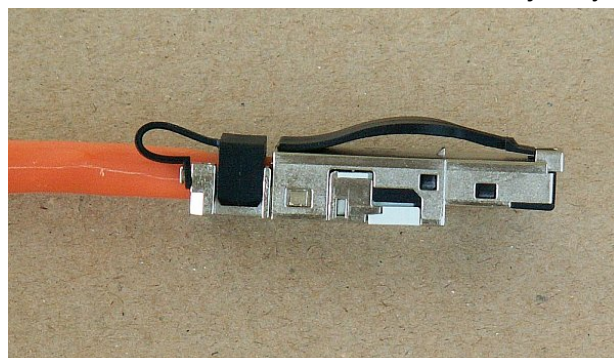
Obr. 5.46: Hotový konektor IE-PI-RJ45-FH

5.3.3. Montáž vnitřního konektoru IE-PS-RJ45-FH-BK

- a. Používáme stejné nářadí jako pro montáž vnějšího konektoru. Vnitřní konektor nemá vnější kryt.

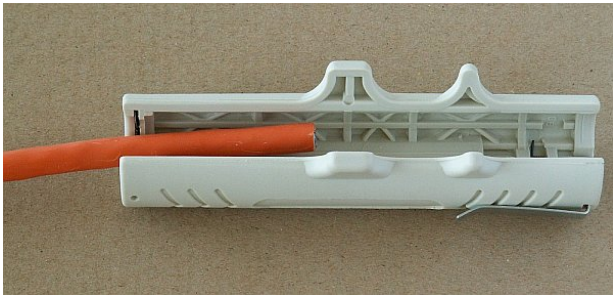


Obr. 5.47: Konektor IE-PS-RJ45-FH-BK před montáží



Obr. 5.48: Hotový konektor IE-PS-RJ45-FH-BK

- b. Upravíme konec kabelu tak, že odstraníme izolaci v délce minimálně 20 mm.



Obr. 5.49: Odstranění izolace

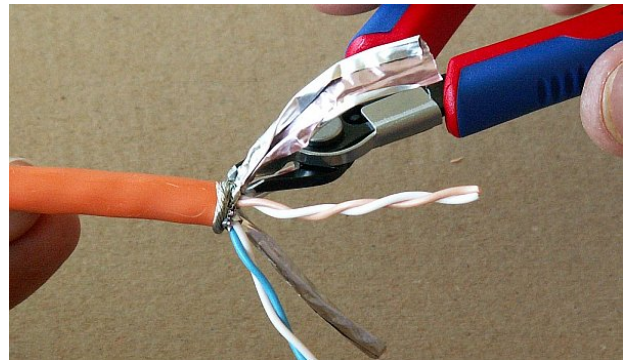


Obr. 5.50: Stažená izolace

- c. Drátky tvořící stínění kabelu stočíme dohromady a omotáme kolem kabelu za koncem izolace 2–3 závity vedle sebe. Oddělíme od sebe jednotlivé páry vodičů, odstraníme z nich hliníkové stínění, odstříhneme jej a jednotlivé páry oddělíme. Odstříhneme také dva přídavné kroucené páry z tenčího drátu umístěné uprostřed (na těchto obrázcích nejsou obsaženy).

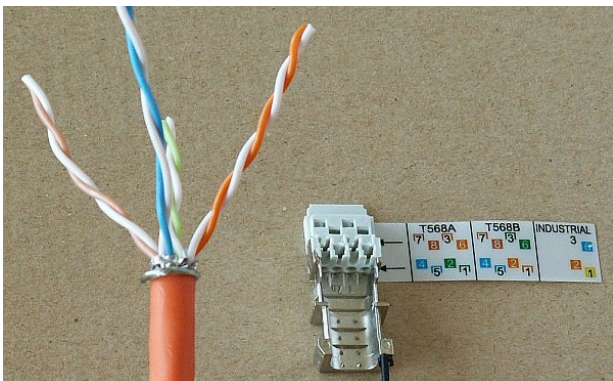


Obr. 5.51: Stočené stínění

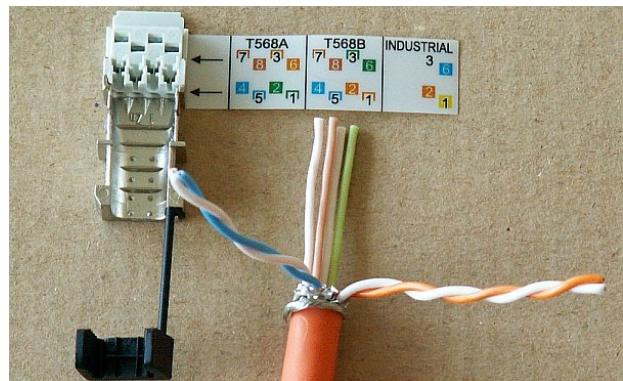


Obr. 5.52: Odstraňování hliníkového stínění vodičů

- d. Jednotlivé páry připravíme podle šablony nalepené na konektoru (T568B) a dva páry příslušné ke spodní řadě kontaktů rozpleteme. Dbáme přitom na to, abychom nezaměnili bílé vodiče z jednotlivých párů.

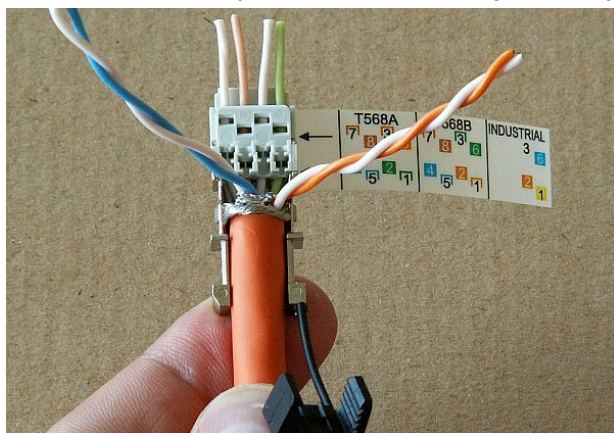


Obr. 5.53: Oddělené páry vodičů

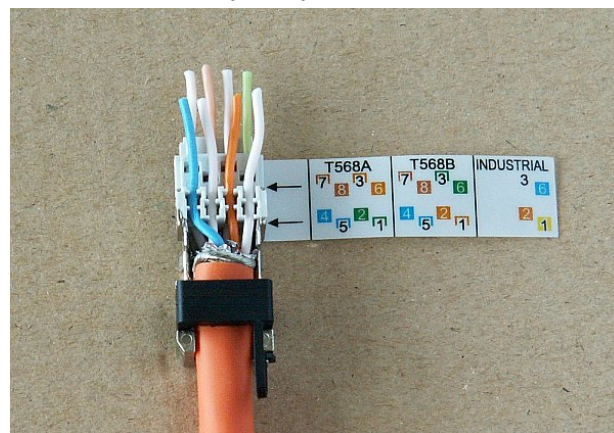


Obr. 5.54: Spodní dva páry připravené k zasunutí

- e. Nejprve zastrčíme zezadu spodní řadu vodičů, potom postupně rozpleteme a shora zasuneme do drážek horní řady vodičů podle šablony. Omotané stínění musí být dostatečně zasunuto aby vznikl dobrý kontakt s druhou částí konektoru opatřenou pružnými kontakty. Zaklapneme na kabel plastovou přičtyku. Domáčkujeme ji tak, aby přidržovala kabel aby nevyklouzl.

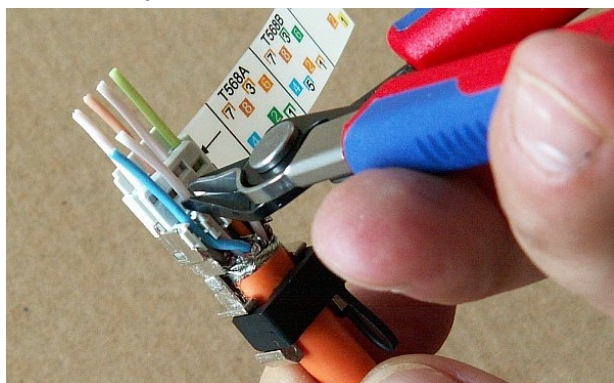


Obr. 5.55: Zasunutě spodní páry

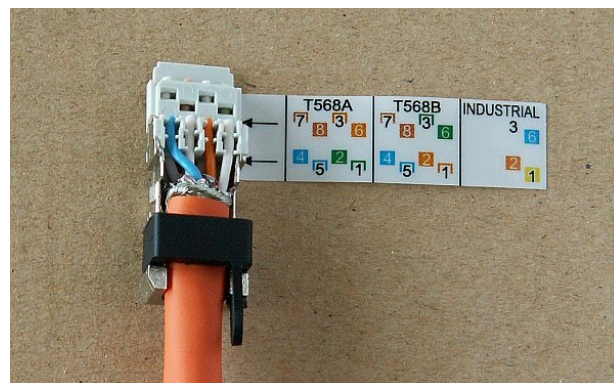


Obr. 5.56: Všechny vodiče umístěné v konektoru

- f. Přesahující vodiče odštříháme.

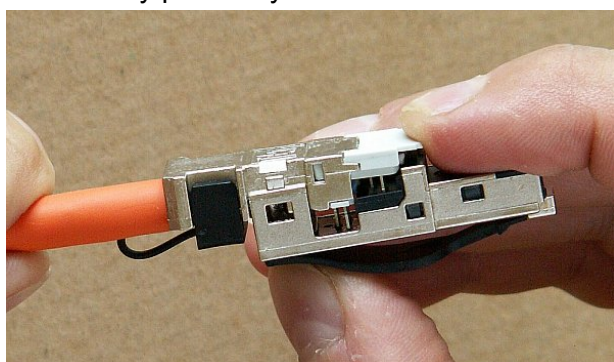


Obr. 5.57: Odstřihávání vodičů



Obr. 5.58: Zasunutě a zkrácené vodiče

- g. Z konektoru odlepíme šablonku a nasuneme na něj protikus. Celý konektor sevřeme až do zaklapnutí zámků. Použijeme k tomu kleště s rovnoběžnými čelistmi ze sady **RAY Tool**. Obyčejné kleště by poškodily konektor.



Obr. 5.59: Nasazení protikusu vnitřního konektoru



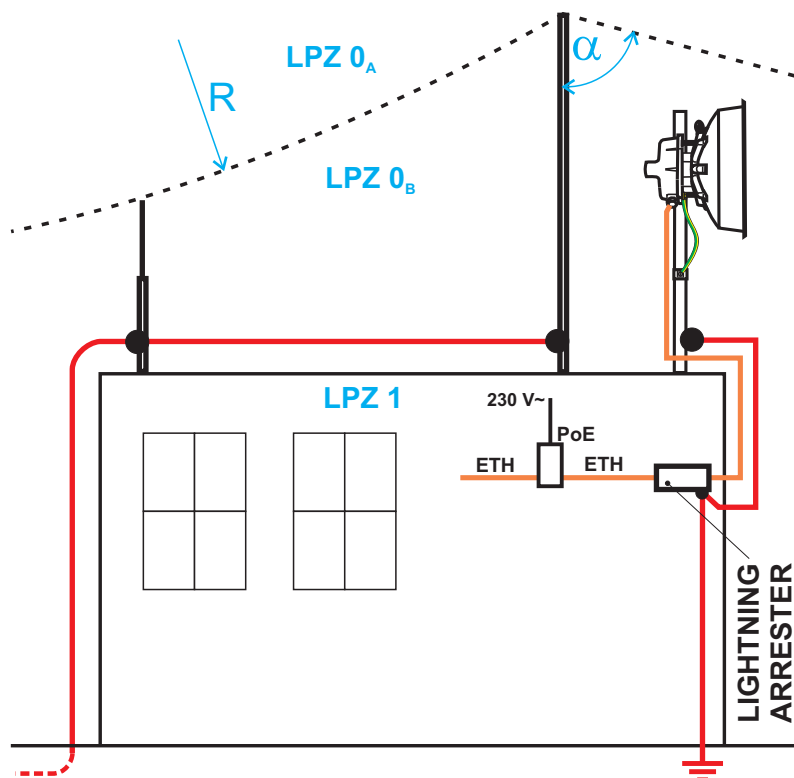
Obr. 5.60: Sevření vnitřního konektoru kleštěmi

5.4. Zemnění

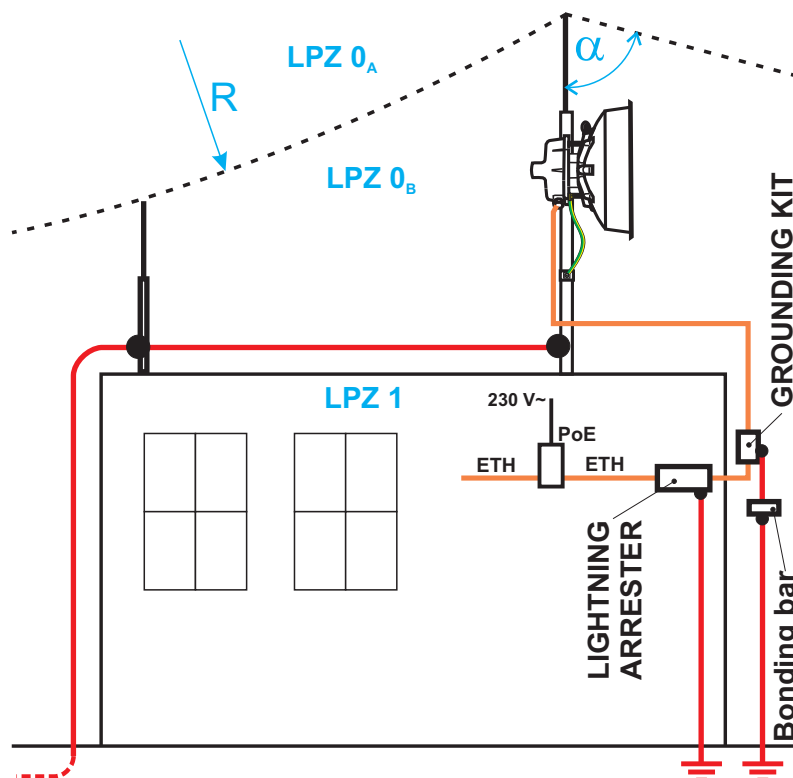
Normy uvedené v této kapitole platí pro ČR. Platnost postupů je obecná.

Ochrana zařízení před bleskem a přepětím bude provedena dle ČSN EN 62305.

1. Tam kde je to možné, má být anténa umístěna do ochranné zóny LPZ 0B s použitím např. místního nebo strojeného jímacího zařízení pro ochranu před přímými úderů blesku.
2. Při dodržení podmínek na zajištění elektrické izolace (vzdálenost od hromosvodu) dle čl. 6.3 se nedoporučuje nosné konstrukce a anténu uzemňovat na vnější jímací soustavu. Uzemnění provést na ochrannou soustavu vnitřního rozvodu nn nebo uzemněné vnitřní konstrukce vodičem CYA 6 mm², viz. **Obr. 5.61 – „Uzemnění instalace 1“** a **Obr. 5.69**.
3. Pokud nelze zajistit podmínky elektrické izolace dle čl. 6.3 doporučujeme navíc nosné konstrukce na úrovni střechy spojit vodičem FeZn o průměru 8 mm s vnější jímací soustavou a stínění datového kabelu před vstupem do budovy pomocí uzemňovacího kitu a vodiče CYA 6 mm² ke sběrnici pospojování, není-li zřízena, tak k vnější jímací soustavě, viz. **Obr. 5.62 – „Uzemnění instalace 2“**.
4. V případě, že na objektu není zřízena vnější LPS, doporučujeme bleskové proudy svést vodičem FeZn o průměru 8mm na společnou uzemňovací soustavu, nebo na samostatný zemnič se zemním odporem do 10 Ω.
5. Pro omezení přepětí zavlečeného po datovém kabelu do vnitřního prostoru doporučujeme na rozhraní zón LPZ 0 a LPZ 1 osadit přepětíovou ochranu spojenou vodičem CYA 4 mm² do stejného uzemňovacího bodu, jako anténu, respektive anténní stožár.
6. Napájecí zdroj PoE doporučujeme chránit před přepětím ze strany nn vhodnou přepětíovou ochranou třídy D.



Obr. 5.61: Uzemnění instalace 1



Obr. 5.62: Uzemnění instalace 2

Jednotka RAY se uzemňuje pomocí šroubu M6 na přírubě u ethernetového konektoru. Jako ochranný vodič se používá izolované měděné lano o průřezu min. 6 mm² zakončené kabelovým okem, označené kombinací barev zelená/žlutá po celé délce vodiče. Pro uzemnění je možné jako příslušenství objednat zemnicí sadu RAY (viz 3.7 – „Příslušenství“), která obsahuje zemnicí svorku ZSA16, 40 cm zemnicí pásky š. 15 mm a 100 cm kabelu se zemnicími očky. Návod k montáži svorky viz datasheet¹ na www.racom.eu. Montáž antény musí provádět alespoň osoba znalá.

Jako ochranu před přepětím dodává firma Racom pro montáž na ethernetový kabel pro vstup do budovy přepětíovou ochranu. Podrobněji Přepětíová ochrana² na www.racom.eu.

Upozornění na související normy

- Ochrana před nebezpečným dotykem neživých částí je provedena dle ČSN 33 2000-4-41 malým napětím (SELV).
- Ochranný vodič a společná uzemňovací soustava musí vyhovovat požadavkům ČSN 33 2000-4-41 a ČSN 33 2000-5-54.
- Dodržovat nařízení vlády č. 362/2005 Sb. o bližších požadavcích na bezpečnost a ochranu zdraví při práci na pracovištích s nebezpečím pádu z výšky nebo do hloubky.
- K obsluze rádiových povelových a telemetrických stanic se nevyžaduje odborná způsobilost dle zákona č. 127/2005 Sb. Obsluhující osoba však musí mít potřebné znalosti a schopnosti.

¹ http://www.racom.eu/download/mikrovlny/free/cz/07_prislusenstvi/ZSA16.pdf

² <http://www.racom.eu/cz/products/mikrovlny-spoj-ray.html#accessories>

Další bezpečnostní doporučení

- Instalovat antény na stožáry, střechy a stěny budov mohou pouze pracovníci s oprávněním pro práce ve výškách.
- Neinstalujte anténu v blízkosti elektrického vedení. Anténa a držák antény nesmí v žádném případě přijít do kontaktu s elektrickým vedením.
- Antény a kabely jsou elektrické vodiče. Při jejich instalaci může dojít k náhodným elektrostatickým výbojům a následnému zranění pracovníků. Při instalaci nebo opravách částí anténního napáječe musí být otevřené kovové části dočasně uzemněné.
- Anténa i kabel antény musí být vždy uzemněny.
- Anténu nemontujte ve větrném nebo deštivém počasí, za bouřky nebo pokud je pracovní oblast pokryta sněhem nebo ledem.
- Nedotýkejte se antén, anténních držáků a vodičů během bouře.



Obr. 5.63: Zemnicí sada pro kabel S/FTP 4+2



Obr. 5.64: Zemnicí sada detail



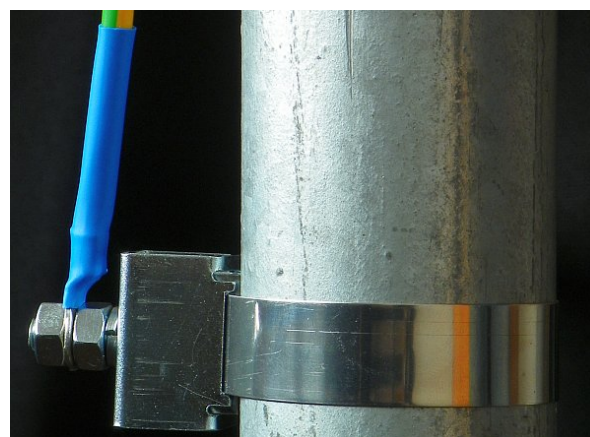
Obr. 5.65: Zemnicí sada RAY



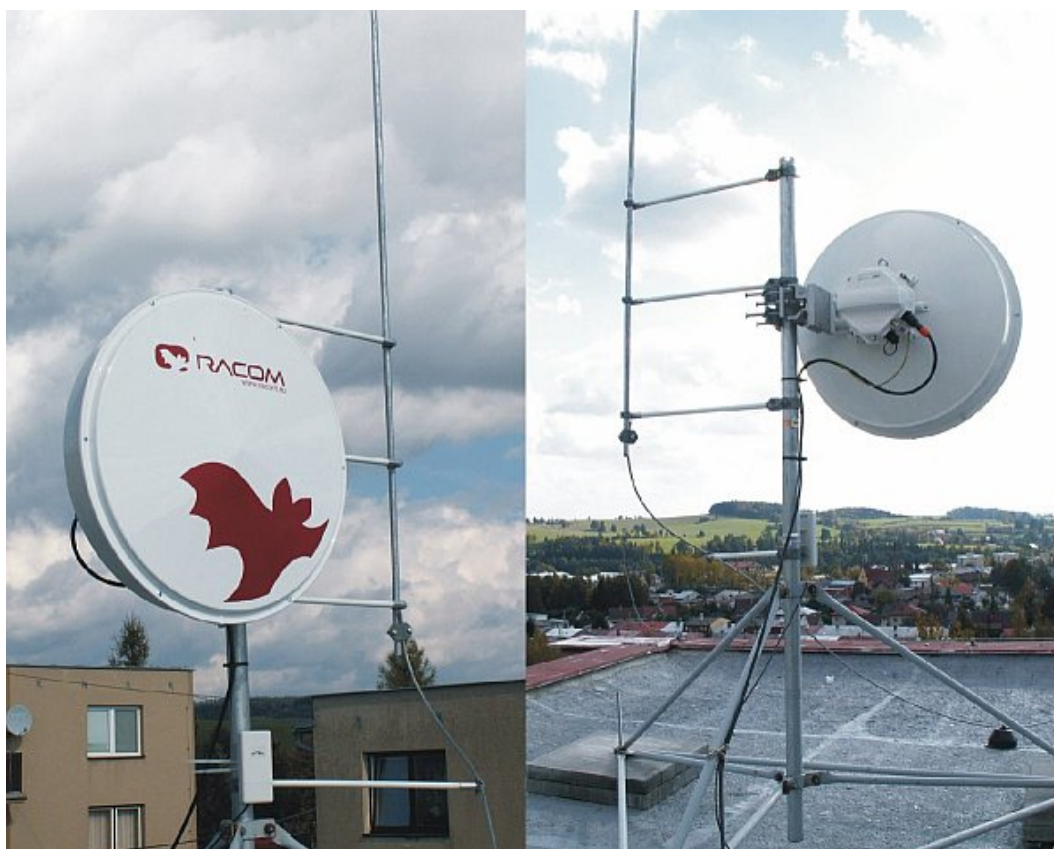
Obr. 5.66: Zemnění jednotky FOD



Obr. 5.67: Ochranný vodič jednotky FOD



Obr. 5.68: Ochranný vodič na stožáru připojený svorkou ZSA16 (zemnicí sada RAY)



Obr. 5.69: Oddálený bleskosvod

5.5. Start up

K nainstalované jednotce FOD přivedeme napájení a připojíme konfigurační PC. Pomocí internetového prohlížeče (např. Mozilla Firefox) vstoupíme do ovládacího menu.

5.5.1. Šumové pozadí v místě instalace

Tato kapitola platí především pro instalaci spoje pracujícího ve volných pásmech, kdy uživatel nemá zajištěnou volnou frekvenci.

Spektrálním analyzátozem v menu Tools – Graphics – Frequency analyzer zjistíme úroveň rušení v jednotlivých kanálech. V případě nutnosti upravíme podle výsledku volbu pracovního kanálu.

Pro efektivní využití spektra respektujeme pravidlo, že na jednom místě všechny jednotky vysílají v horní polovině pásma U a přijímají v dolní polovině L nebo naopak. Vysílač nemá být instalován v té polovině pásma, kde ostatní jednotky přijímají.

5.5.2. Směrování antény

Máme-li možnost, tak pro první nasměrování antény použijeme úzký kanál, nízkou modulaci a vysoký výkon. Je výhodné, když můžeme pracovat na obou koncích spoje současně. Připojíme voltmetr ke konektoru BNC a na rozsahu 2 V DC sledujeme změny RSS. Silnější signál odpovídá menšímu napětí. Pracujeme střídavě na jedné a na druhé jednotce a jemným seřizováním směru antény ve svislé a vodorovné rovině hledáme nejsilnější signál. Přitom hledáme hlavní maximum signálu, pro rozlišení vedlejších maxim pomůže odstavec Hlavní a vedlejší laloky.

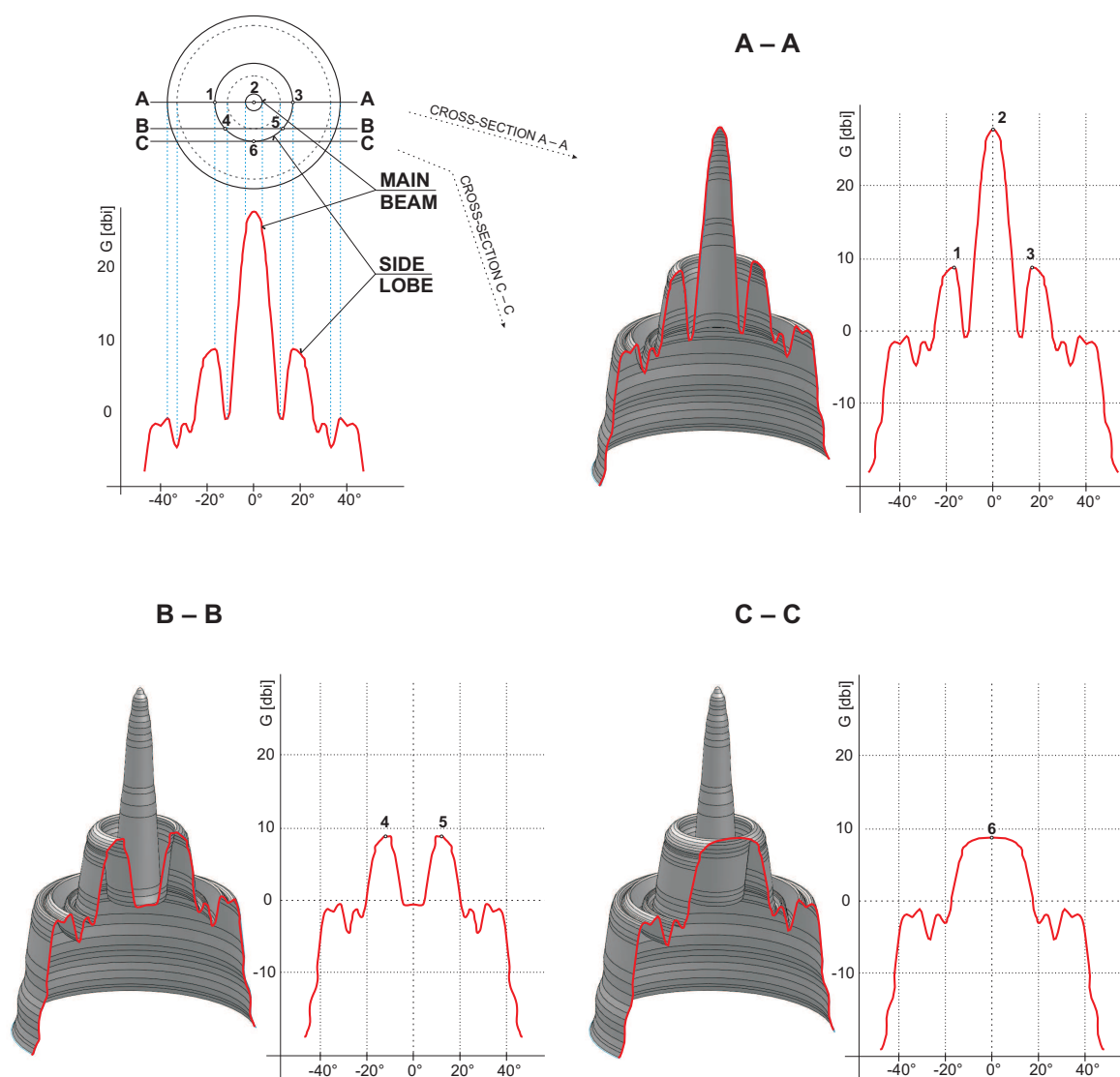
Indikace RSS

Pro správné nastavení spoje a jeho směrování je vhodné připojit PC a využít diagnostických možností stanic RAY. V nekomplikovaných případech vystačíme s voltmetrem připojeným přes konektor BNC a seřizujeme na minimum indikovaného napětí. Napětí je kalibrováno dle síly signálu. Např. RSS -65 dBm odpovídá napětí 0,65 V, RSS -80 dBm odpovídá napětí 0,80 V apod.



Obr. 5.70: Připojení voltmetru ke konektoru BNC

Hlavní a vedlejší laloky

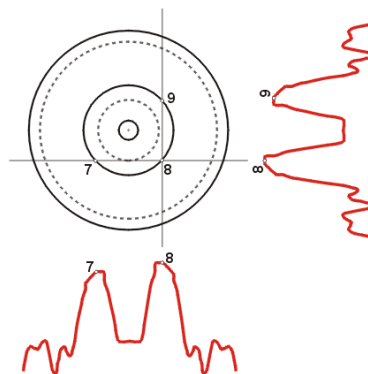


Obr. 5.71: Vyzařovací diagramy

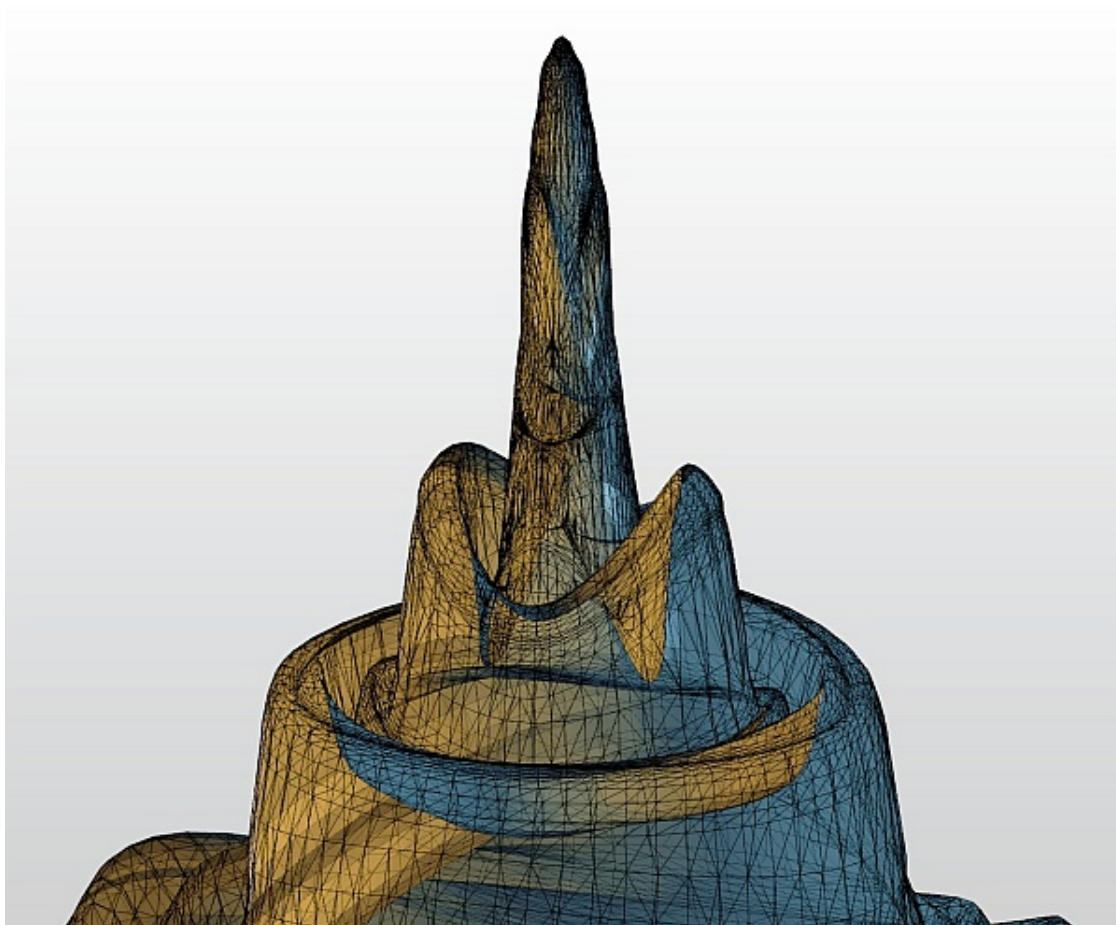
Obě antény je třeba vzájemně nasměrovat hlavními vrcholy vyzařovacího diagramu. Anténu seřizujeme střídavě v horizontální a vertikální rovině a sledujeme výslednou sílu signálu. Vodítkem je výpočet, kterým zjistíme očekávané RSS s přesností několika dBm. Boční laloky dávají signál slabší o cca 20 dBm (<https://www.racom.eu/cz/products/mikrovlenny-spoj-ray.html#calculation>).

Vypočtené RSS pomůže rozlišit stavy A–A a C–C, které se jeví podobné. Rovněž pomůže v případě nastavení podle obrázku "chybné nastavení", kdy nás prosté hledání maxima nevede k cíli.

Skutečné vyzařovací diagramy jsou složitější, především mají odlišné průběhy v horizontální a ve vertikální rovině. Základní postupy pro nalezení hlavního vyzařovacího laloku však zůstávají v platnosti. Ilustrační příklad:



Obr. 5.72: Vyzařovací diagram - chybné nastavení



Obr. 5.73: 3D příklad složitějšího vyzařovacího diagramu

5.5.3. Test linky

Základní parametry spoje jsou uvedeny v menu *Status – Brief*, jeho kvalita je charakterizována parametry RSS a SNR. Hodnoty na obrazovkách *Status* jsou obnovovány buď stiskem tlačítka *Refresh* nebo v reálném čase s periodou několika sekund po aktivaci tlačítka *Start*. Stiskem tlačítka *Stop* ukončíme periodické občerstvování hodnot.

Hodnoty RSS, SNR a BER lze také sledovat na obrazovce *Tools – Graphics – Bar indicators*. Po stisku tlačítka *Start* se obnovují s periodou jedné sekundy.

Po dokončení instalace je vhodné resetovat statistiky tlačítkem *Clear stats* v menu *Status – Detailed*. Tím si usnadníme další sledování spolehlivosti spoje.

5.5.4. Nastavení parametrů

Po nasměrování obou antén konfigurujeme operační parametry spoje. V případě spoje pracujícího ve volném pásmu nastavíme parametry dle výsledku zkoumání pomocí nástroje *Tools – Graphics – Frequency analyzer*. V případě spoje pracujícího v licenčním pásmu, nastavíme parametry podle přidělené licence:

- Šířka pásma (Bandwidth)
- Volba kanálu (TX/RX channel)
- Modulace (TX modulation) – doporučeno je ACM. Při volbě fixní modulace je nutno brát v úvahu rezervu na únik. Je-li fixní modulace nastavena na momentálně možné maximum, pak zhoršení RSS může ohrozit jak přenos dat tak i servisní přístup.
- Vysílací výkon (RF power), případně ATPC
- Zkontrolujeme a zaznamenáme si IP adresy
- Určíme přístupové kanály – https / telnet / ssh / ssh s heslem

Restartujeme obě jednotky přerušením napájení a zkontrolujeme stav linky. Tím ověříme, že všechny parametry byly řádně uloženy do paměti.

Provedeme *Tools – Maintenance – Backup – Settings – Backup - Download* a uložíme konfiguraci do záložního souboru "cnf_backup.tgz".

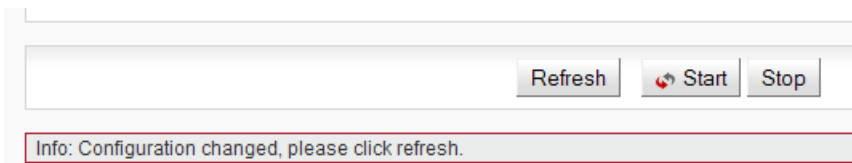
Tím je instalace ukončena. Další konfigurační zásahy mohou být provedeny dálkovým přístupem.

6. Konfigurace

Ovládací prvky

Jednotlivé konfigurační obrazovky používají následující tlačítka pro práci s konfigurací:

Apply	Provedení a uložení nastavených parametrů.
Cancel	Nastavené parametry jsou přepsány původními hodnotami.
Refresh	Znovu načtení aktuálních hodnot ze stanice / obou stanic. Je-li konfigurace linky změněna z jiného konfiguračního rozhraní, objeví se na stavovém řádku zpráva <i>Info: Configuration changed, please click refresh</i> (viz obrázek níže). Tlačítko <i>Refresh</i> načte platné hodnoty a aktualizuje okno prohlížeče.
Load defaults	Načtení defaultních hodnot jednotlivých parametrů na obrazovku. Pro případné použití těchto hodnot je nutné použít tlačítko <i>Apply</i> .
Load custom	Načtení hodnot jednotlivých parametrů ze záložní konfigurace. Pro případné použití těchto hodnot je nutné použít tlačítko <i>Apply</i> . Načtení záložní konfigurace viz menu <i>Tools – Maintenance – Backup – Settings – Upload</i> .
Start	Tlačítkem <i>Start</i> spustíme automatické občerstvování zobrazených informací. Informace, které podléhají této aktualizaci, jsou zvýrazněny ikonkou zatočených šipek.
Stop	Tlačítkem <i>Stop</i> ukončíme automatické občerstvování zobrazených informací.



Obr. 6.1: Info Refresh

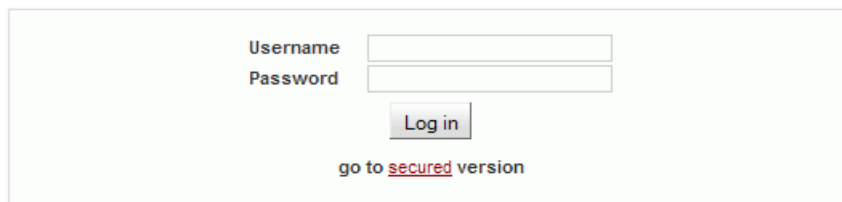
Nápověda

Konfigurační rozhraní spoje je vybaveno vestavěnou nápovědou. Nápověda je přístupná dvěma způsoby:

- Kontextová nápověda ke konkrétnímu parametru. Text nápovědy se otevře ve vyskakovacím okně po kliknutí na název parametru.
- Kompletní nápověda k uživatelskému rozhraní. Text nápovědy se otevře přes celou konfigurační obrazovku po kliknutí na menu *Help*.

Zabezpečené přihlášení

Do konfiguračního rozhraní se můžeme přihlásit buď pomocí nezabezpečeného http protokolu nebo pomocí zabezpečeného https protokolu – kliknutím na volbu *go to secured version*. Volba způsobu připojení je možná v přihlašovací obrazovce. Při použití https protokolu nelze odposloucháním síťové komunikace zjistit přihlašovací údaje do stanice.



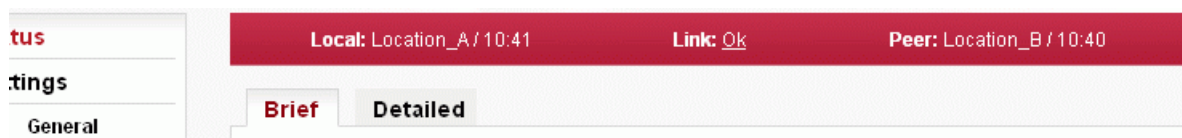
The image shows a login form with two input fields: 'Username' and 'Password'. Below the fields is a 'Log in' button. At the bottom of the form, there is a link that says 'go to [secured version](#)'.

Obr. 6.2: Přihlášení

Funkce Rollback

Pokud na fungující lince přerušíme spojení vložím nevhodných parametrů rádiové linky, pak se po 1 minutě provede návrat parametrů na původní hodnoty. Spojení se automaticky obnoví.

6.1. Status bar



Obr. 6.3: Status bar 1

Stavový pruh se nachází na horním okraji obrazovky pod titulkovým pruhem. Obsahuje 3 pole:

- Stav strany Local (stanice, do které je uživatel připojen management IP adresou)
- Stav linky mezi stranou Local a Peer
- Stav strany Peer

Pole pro stranu Local a Peer zobrazuje:

- Název stanice dle položky Station name.
- Aktuální čas platný v příslušné jednotce.
- Ikonu varování nebo alarmu v případě výskytu příslušné události.

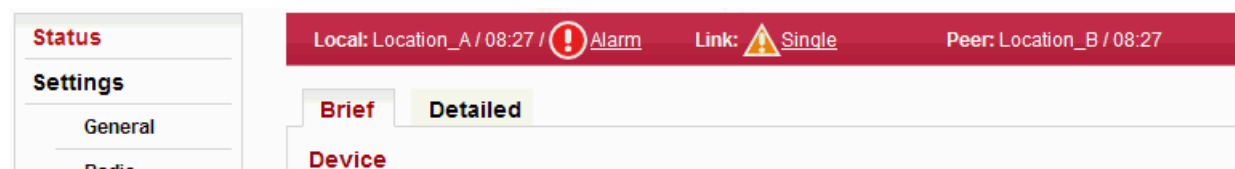
Pole Link zobrazuje:

- Informaci o stavu linky mezi oběma stranami spoje.
- Ikonu varování v případě, že linka není schopna přenášet uživatelská data.

Stav linky může nabývat následujících hodnot:

UNKNOWN	Náběh stanice, zatím neproběhla inicializace.
SETUP	Probíhá inicializace stanice dle platné konfigurace.
SINGLE	Stanice v provozu. Není ustavena linka na protější stranu.
CONNECTING	Probíhá navazování spojení s protější stranou.
AUTHORIZING	Probíhá autorizace protější strany.
OK	Navázáno spojení, protější strana autorizována.
ANALYZER	Stanice v režimu spektrálního analyzátoru. Neprocházejí uživatelská data.

Všechny stavy, kromě stavu OK, jsou zvýrazněny trojúhelníkem:



Obr. 6.4: Status bar 2

6.2. Status

Local: Location_A / 14:10 Link: [Ok](#) Peer: Location_B / 14:10

Brief **Detailed**

Device

	Local	Peer
Unit code	RAY17	RAY17
Station name	Location_A	Location_B
Inside temperature [°C]	55.5	57.0
Voltage [V]	56.2	56.5

Radio

	Local	Peer
Bandwidth [MHz]	28 MHz	28 MHz
TX channel [GHz]	L4 17.11400	U29 17.20150
RX channel [GHz]	U29 17.20150	L4 17.11400
TX modulation	QAM256 ACM / QAM256	QAM128 ACM / QAM256
TX power [dBm]	-15	-18
RSS [dBm]	-63.5	-60.0
SNR [dB]	30.1	31.8
BER [-]	0.00e+00	0.00e+00

Ethernet

	Local	Peer
Ethernet link mode	1000Base-T/FD	1000Base-T/FD

Service access

	Local	Peer
IPv4 address	192.168.141.226/24	192.168.141.227/24
Services	HTTP(S), SSH	HTTP(S), SSH
Management VLAN	off	off

Refresh Start Stop

Obr. 6.5: Menu Status

Menu *Status – Brief* a *Status – Detailed* obsahuje základní informace o lokální a vzdálené/protějšší (Peer) stanici. Informace jsou obcerstrovány ručně stiskem tlačítka Refresh, nebo automaticky po stisku tlačítka Start.

Status – Brief uvádí pouze nejdůležitější hodnoty. *Status – Detailed* uvádí i další detaily. Níže je seznam všech hodnot – dle menu *Status – Detailed*.

6.2.1. Status – Device

Menu *Device* poskytuje základní informace o lokální a vzdálené (Remote) stanici. Informace platné v okamžiku otevření stránky nebo po povelu *Refresh*.

Unit code	Označení typu stanice.
Serial no.	Výrobní číslo stanice.
Station name	Jméno stanice zvolené uživatelem.
Station location	Umístění stanice zadané uživatelem.

Firmware version	Verze firmware ve stanici.
Date, Time	Stav vnitřních hodin reálného času. Čas je vložen manuálně nebo ze serveru NTP a je nastaven shodně v obou stanicích.
Inside temperature [°C]	Teplota uvnitř stanice.
Voltage [V]	Úroveň napájecího napětí stanice.

6.2.2. Status – Radio

Radio type	Typ rádiové jednotky: L(Lower-spodní) nebo U(Upper-horní) část frekvenčního pásma.
Polarization	Informace o aktuální orientaci jednotky. Indikuje polarizaci přijímaného kanálu. Local a Peer jsou indikovány samostatně. Správná poloha stanice je s kabelem směřujícím šikmo dolů. Upozornění pro ISM spoje (RAy17, RAY24): Jedna strana spoje musí být nainstalována pro příjem ve vertikální polarizaci a druhá v horizontální polarizaci.
Frequency table	Zobrazí aktuálně vybrané frekvenční tabulky.
Bandwidth [MHz]	Jmenovitá šířka kanálu. Shodná pro obě stanice na lince.
TX channel [GHz] RX channel [GHz]	Použité kanály. Jsou uvedeny jako číslo kanálu i jako kmitočet v GHz.
TX modulation	Aktuálně použitá modulace pro vysílání. Při zapnuté adaptivní modulaci jsou navíc uvedena písmena ACM a informace o maximální povolené modulaci: „aktuální modulace ACM / maximální modulace“
TX power [dBm]	Aktuální výstupní výkon na RF kanálu v dBm. Je-li zapnuto ATPC, jsou navíc uvedena písmena ATPC a informace o maximálním povoleném výkonu: „aktuální výkon ATPC / maximální výkon“
Net bitrate [Mbps]	Aktuální přenosová kapacita rádiového kanálu pro uživatelská data.
Max. net bitrate [Mbps]	Maximální přenosová kapacita rádiového kanálu podle aktivního produktového klíče.
RSS [dBm]	Síla přijímaného signálu. Je-li zapnuto ATPC, jsou navíc uvedena písmena ATPC a informace o prahové hodnotě pro aktivaci regulační smyčky výkonu: „aktuální RSS ATPC / prahové RSS“
SNR [dB]	Odstup signál-šum. Je-li zapnuto ATPC, jsou navíc uvedena písmena ATPC a informace o prahové hodnotě pro aktivaci regulační smyčky výkonu: „aktuální SNR ATPC / prahové SNR“
BER [-]	Bit Error Rate (bitová chybovost) na přijímací straně. Okamžitá hodnota.
Link uptime	Čas uplynulý od navázání spojení na lince.

6.2.3. Status – Ethernet

Ethernet link mode	Status rozhraní ethernet. Aktuální bitová rychlost (10 = 10BASE-T, 100 = 100BASE-TX a 1000 = 1000BASE-T) a stav duplexního provozu (FD = full duplex, HD = half duplex).
MDIX	Stav interního překřížení datových vodičů ethernetu. (MDIX = vnitřně přehozené vodiče datového páru, MDI = přímé propojení, N/A je neznámý stav).

Storm control	Informace o nastavení ochrany proti zablokování switche.
QoS	Informace o nastavení QoS switche.

6.2.4. Status – Service access

MAC address	HW adresa modulu ethernet.
IPv4 address	IP adresa ve standardním desítkovém tvaru včetně bitové šířky masky za lomítkem.
Services	Služby povolené ke správě a dohledu stanice (HTTPS, SSH, Telnet SNMP, NTP).
Management VLAN	Servisní přístup pouze přes management VLAN.

6.2.5. Status – Statistics

Podrobná statistika provozu na uživatelském rozhraní.

In All Packets	Počet všech přijatých paketů.
In Unicast Packets	Počet přijatých paketů unicast.
In Multicast Packets	Počet přijatých paketů multicast.
In Broadcast Packets	Počet přijatých paketů broadcast.
In All Errors	Počet všech chybně přijatých paketů (včetně zahozených).
In Dropped Packets	Počet přijatých paketů, zahozených.
In Crc Errors	Počet přijatých poškozených paketů (špatné CRC). Většinou indikuje problém na Eth kabelu nebo konektoru.
Out All Packets	Počet všech vyslaných paketů.
Out Unicast Packets	Počet vyslaných paketů unicast.
Out Multicast Packets	Počet vyslaných paketů multicast.
Out Broadcast Packets	Počet vyslaných paketů broadcast.
Out All Errors	Počet všech chyb při odesílání paketů.
Out Dropped Packets	Počet zahozených paketů při odesílání.
Out Collision Packets	Počet detekovaných kolizí při vysílání.

Informace o statistických datech

Statistics cleared	Čas smazání logu.
Statistics period	Perioda obnovení logu.

Statistika rádiové linky

Overall Link Uptime	Celkový čas, po který byla linka ve stavu spojeno.
Overall Link Downtime	Celkový čas, po který byla linka ve stavu rozpojeno.
Reliability [%]	Poměr "Uptime" a "Downtime".
Current Link Uptime	Aktuální čas, po který je linka ve stavu spojeno.
The Longest Drop	Délka nejdelšího přerušení linky.

The Last Drop Délka posledního přerušení linky.
No of Drops Počet přerušení linky.

6.3. Settings

6.3.1. Settings – General

Status	Local: Location_A / 12:43		Link: Ok	Peer: Location_B / 12:43
Settings				
> General				
Radio				
Ethernet				
QoS				
Service access				
Alarm limits				
Diagnostics				
Graphs				
Logs				
Tools				
Ping				
Graphics				
Maintenance				
Help				
	General			
	Local	Peer		
Unit code	RAY17	RAY17		
Serial no.	28282	80808		
Station name	<input type="text" value="Location_A"/>	<input type="text" value="Location_B"/>		
Station location	<input type="text" value="Rokytno"/>	<input type="text" value="Pohledec"/>		
LED indicators	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>		
Date	2013-04-19	2013-04-19		
Time	12:43:42	12:43:39		
Time source	<input type="text" value="manual"/>	<input type="text" value="manual"/>		
Adjust time	<input type="button" value="Adjust time"/>			
NTP source IP	<input type="text" value="0.0.0.0"/>	<input type="text" value="0.0.0.0"/>		
NTP period	<input type="text" value="1 m"/>	<input type="text" value="1 m"/>		
Time zone	<input type="text" value="(GMT) Greenwich Mean Time"/>	<input type="text" value="(GMT) Greenwich Mean Time"/>		
Daylight saving	<input type="text" value="off"/>	<input type="text" value="off"/>		

Obr. 6.6: Menu Settings – General

Nastavení obecných parametrů spoje.

Unit code Označení typu stanice.
Serial no. Výrobní číslo stanice.
Station name Jméno stanice zvolené uživatelem.
Station location Umístění stanice zadané uživatelem.
LED indicators Povolení LED indikátorů stavu na těle stanice. Pomocí této volby lze všechny LED vypnout.
Date, Time Stav vnitřních hodin reálného času. Čas je vložen manuálně nebo ze serveru NTP a je nastaven shodně v obou stanicích.
Time source Nastavení zdroje synchronizace času. Možnost ručního nastavení nebo pomocí NTP protokolu. Pro snazší diagnostiku chodu spoje je doporučeno nastavit synchronizaci času pomocí NTP.

Adjust time

Ruční nastavení času. Pomocí dialogového okna můžeme ručně nastavit aktuální datum a čas. Je možno zkopírovat čas z prohlížeče (lokální PC).

NTP source IP

IP adresa serveru pro synchronizaci času.

NTP period

Perioda pro synchronizaci času.

Time zone

Časové pásmo

Daylight saving

Povolení přechodu na letní čas

**Poznámka**

Při změně časového pásma a/nebo letního času se zachovávají původní hodnoty nastavené v jednotce RAY. Vlastní změna nastane až po restartu operačního systému aby se předešlo neočekávaným stavům při změně lokálního času.

6.3.2. Settings – Radio

	Local	Peer
Radio type	L	U
Polarization	horizontal	vertical
Bandwidth [MHz]	28 MHz	28 MHz
TX channel [GHz]	L4 17.11400	U29 17.20150
RX channel [GHz]	U29 17.20150	L4 17.11400
Duplex spacing [MHz]	87.500	
ACM	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
TX modulation	QAM128	QAM256
ATPC	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
TX power [dBm]	-20	-15
Antenna gain [dBi]	8.00	10.00
EIRP ?= limit [dBm]	-12.00 <= 20.00	-5.00 <= 20.00

Obr. 6.7: Konfigurační menu Settings – Radio

Nastavení obecných parametrů rádiové linky.

Radio type

Informace o typu rádiové jednotky: L(ower) nebo U(pper) pásmo.

Polarization	<p>Informace o aktuální orientaci jednotky. Indikuje polarizaci přijímaného kanálu. Local a Peer jsou indikovány samostatně. Správná poloha stanice je s kabelem směřujícím šikmo dolů.</p> <p>Upozornění pro ISM spoje (RAy17, RAY24): Jedna strana spoje musí být nainstalována pro příjem ve vertikální polarizaci a druhá v horizontální polarizaci.</p>
Bandwidth [MHz]	Volba jedné ze standardních šířek kanálů, shodně pro stanici Local a Remote.
TX channel [GHz]	TX a RX kanály jsou vybírány ze seznamu kanálů. Základní konfigurace má ikonou spojky propojenou volbu TX a RX. V tomto případě je dodržen základní duplexní odstup mezi kanály a volbou jednoho z kanálů jsou definovány i ostatní tři. V případě stanic pracujících ve volných pásmech je možno rozpojit zámek TX-RX a zvolit TX a RX kanál nezávisle. Příslušné kanály na protistanici jsou nastaveny automaticky.
RX channel [GHz]	
Duplex spacing [MHz]	Informace o duplexním odstupu TX a RX kanálu.
ACM	Povolení automatického řízení modulace.
TX modulation	Stupeň modulace pro TX kanál. Lze vybrat z rozmezí QPSK (vysoká citlivost pro obtížné podmínky) až 256QAM (vysoká rychlost při vhodných podmínkách). V případě zapnutého ACM má význam maximální (nejvyšší) povolené modulace.
ATPC	<p>Povolení automatického řízení RF výkonu.</p> <p>Výkon je regulován směrem k nižším hodnotám při zachování maximálního nastaveného stupně modulace. Maximální hodnota výstupního výkonu je dána parametrem Tx power.</p> <p>Regulace výkonu je primárně řízena dle RSS, ale zároveň je sledována i hodnota SNR. V zarušeném prostředí totiž může být vysoké RSS ale přitom nízké SNR.</p>
TX power [dBm]	Požadovaný výstupní RF výkon. V případě zapnutého ATPC má význam maximálního povoleného výkonu.
Antenna gain [dBi]	Pouze pro spoje pracující v ISM pásmu (RAy17, RAY24). Zisk použité antény. Slouží k přibližnému výpočtu EIRP.
EIRP ?= limit [dBm]	Pouze pro spoje pracující v ISM pásmu (RAy17, RAY24). Přibližný výpočet EIRP. Pravá číslice udává povolenou hranici EIRP. Znaménko mezi číslicemi dává informaci o dodržení nebo překročení povolené hranice EIRP.

6.3.3. Settings – Ethernet

Local: Location_A / 08:06 Link: Ok Peer: Location_B / 08:06

Management **Storm control**

	Local	Peer
Ethernet link mode	auto	auto
MDIX	auto	auto
Flow control	off	off
MTU	1536	1536
Internal VLAN id	2	2

Note: Activating flow control will disable QoS (802.1p, DSCP, port priority) and smart discard.

Apply Cancel Refresh Load defaults Load custom

Obr. 6.8: Konfigurační menu Settings – Ethernet

Management

Nastavení parametrů fyzické vrstvy ethernetového rozhraní.

Ethernet link mode	Přepnutí mezi automatickým vyjednáním přenosové rychlosti a řízení toku a mezi manuálním nastavením.
MDIX	Media Dependent Interface Crossover je možnost pracovat s oběma typy eth. kabelů, přímým i kříženým. Defaultní volba "auto" zapne automatickou detekci a případně provede vnitřní překřížení vodičů.
Flow control	Mechanismus pro pozastavení vysílání dat na lince ethernetu. Zapnutí flow control umožňuje využívat buffery připojených aktivních síťových prvků pro vyrovnávání nerovnoměrného toku uživatelských dat. Pokud je zapnut flow control, tak nelze použít vestavěných funkcí QoS. Pro správnou funkci je nutné zapnout Flow control i na připojeném zařízení.
MTU	Nastavení největší povolené délky Ethernetového rámce. V případě, že přes linku není třeba přenášet tagované rámce, lze zvolit menší MTU. Při volbě menšího MTU je interně k dispozici více paměťového prostoru pro QoS.
Internal VLAN id	Jednotka RAY používá jedno VLAN id pro vnitřní potřeby. Toto číslo může být změněno, jestliže se dostává do konfliktu s uživatelskými daty.

Storm control

Nastavení ochrany proti zaplavení a následnému zablokování vstupního switchu spoje pakety typu:

Broadcast	provoz směřovaný na broadcast adresu (DA=FFFFFFFFFFFFH)
Multicast	provoz směřovaný na multicast adresy (DA[40]=1B)
Un-learned unicast	provoz un-learned unicast
100Mb/1Gb threshold	Nastavení prahu pro aktivování ochrany. Udává se jako počet paketů za
10Mb threshold	50ms. Nastavení zvlášť pro 10Mb linkovou rychlost a zvlášť pro 100Mb
[pkts/50ms]	respektive 1Gb linkovou rychlost.

6.3.4. Settings – QoS

Jednotka disponuje různými možnostmi ovlivňování průchodu uživatelských dat.

Ingress policing

The screenshot shows the configuration page for Ingress policing. At the top, there is a status bar with 'Local: Location_A / 08:20', 'Link: Ok', and 'Peer: Location_B / 08:20'. Below this, there are tabs for 'Ingress policing', '802.1p', 'DSCP', 'TCP / UDP ports', and 'Queue management'. The 'Ingress policing' tab is active. It shows a table with columns for 'Local' and 'Peer'. The 'Ingress policing' checkbox is checked for Local and unchecked for Peer. The 'Speed [Mbps]' is set to 400 for both. The 'Mode' is set to 'default' for both. A note at the bottom of the table states: 'Note: Activating ingress policing will disable QoS (802.1p, DSCP, port priority)'. At the bottom of the page, there are buttons for 'Apply', 'Cancel', 'Refresh', 'Load defaults', and 'Load custom'.

Obr. 6.9: Konfigurační menu Settings – QoS

Nastavení Ingress policing – omezení rychlosti na vstupu do interního switche.

Ingress policing Povolení Ingress policing. Platí pro vstupní port interního switche (tj. pro uživatelský port jednotky).

Speed [Mbps] Datová rychlost na kterou má být provoz na Ethernetu omezen. Při překročení této rychlosti je vyslán Flow control. Pokud přesto přicházejí pakety, tak jsou zahozeny.

Mode Režim práce *Ingress policing*:

- **soft** – Flow control je aktivován již při nízkém zaplnění vstupního bufferu. Vhodné využít, pokud připojené zařízení má povoleno Flow control a disponuje velkým vyrovnávacím bufferem.
- **default** – Univerzální nastavení. Blízké nastavení „hard“, ale při povoleném Flow control v připojeném zařízení ještě nehrozí ztráta paketu.
- **hard** – Flow control je aktivován až při téměř úplném zaplnění vstupního bufferu. Vhodné využít, pokud připojené zařízení má malý vyrovnávací buffer.



Varování

Aktivování *Ingress policing* způsobí vypnutí QoS funkcí switche.

802.1p

Local: Location_A / 12:52
Link: [Ok](#)
Peer: Location_B / 12:52

Status

Settings

General

Radio

Ethernet

> **QoS**

Service access

Alarm limits

Diagnostics

Graphs

Logs

Tools

Ping

Graphics

Maintenance

Help

Ingress policing
802.1p
DSCP
TCP / UDP ports
Queue management

	Local	Peer
802.1p	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
Prefer DSCP	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Class of service		
0	0 <input type="text"/>	0 <input type="text"/>
1	0 <input type="text"/>	0 <input type="text"/>
2	1 <input type="text"/>	1 <input type="text"/>
3	1 <input type="text"/>	1 <input type="text"/>
4	2 <input type="text"/>	2 <input type="text"/>
5	2 <input type="text"/>	2 <input type="text"/>
6	3 <input type="text"/>	3 <input type="text"/>
7	3 <input type="text"/>	3 <input type="text"/>

Note: Activating QoS will disable flow control and ingress policing.

Apply
Cancel
Refresh
Load defaults
Load custom

Obr. 6.10: Konfigurační menu Settings – QoS – 802.1p

Nastavení QoS řízeným prioritními bity dle IEEE 802.1p.

802.1p Povolení QoS dle 802.1p

Prefer DSCP V případě, že je povoleno řízení priorit dle DSCP a příchozí paket je obarven jak prioritou 802.1p, tak DSCP – řídí se prioritizace (při zapnutí této volby) dle DSCP pravidel.

Class of service 0..7 Řazení jednotlivých priorit (zakódovaných v prioritních bitech dle IEEE 802.1p) do vybrané výstupní fronty (0..3).

**Varování**

Aktivování QoS způsobí deaktivování Flow control a Ingress policing.

DSCP

Local: Location_A / 12:53
Link: [Ok](#)
Peer: Location_B / 12:53

Ingress policing
802.1p
DSCP
TCP / UDP ports
Queue management

Local
Peer

DSCP

DSCP	Local	Peer	DSCP	Local	Peer	DSCP	Local	Peer	DSCP	Local	Peer
0	0	0	16	1	1	32	2	2	48	3	3
1	0	0	17	1	1	33	2	2	49	3	3
2	0	0	18	1	1	34	2	2	50	3	3
3	0	0	19	1	1	35	2	2	51	3	3
4	0	0	20	1	1	36	2	2	52	3	3
5	0	0	21	1	1	37	2	2	53	3	3
6	0	0	22	1	1	38	2	2	54	3	3
7	0	0	23	1	1	39	2	2	55	3	3
8	0	0	24	1	1	40	2	2	56	3	3
9	0	0	25	1	1	41	2	2	57	3	3
10	0	0	26	1	1	42	2	2	58	3	3
11	0	0	27	1	1	43	2	2	59	3	3
12	0	0	28	1	1	44	2	2	60	3	3
13	0	0	29	1	1	45	2	2	61	3	3
14	0	0	30	1	1	46	2	2	62	3	3
15	0	0	31	1	1	47	2	2	63	3	3

Note: Activating QoS will disable flow control and ingress policing.

Apply
Cancel
Refresh
Load defaults
Load custom

Obr. 6.11: Konfigurační menu Settings – QoS – DSCP

Nastavení QoS řízeném prioritními bity DSCP (Differentiated services nebo také DiffServ) v IP hlavičce.

DSCP Povolení QoS dle DSCP

DSCP 0..63 Řazení jednotlivých priorit (zakódovaných v DS poli IP hlavičky) do vybrané výstupní fronty (0..3).

**Varování**

Aktivování QoS způsobí deaktivování Flow control a Ingress policing.

TCP/UDP ports

Local: Location_A / 12:56
Link: [Ok](#)
Peer: Location_B / 12:56

Ingress policing
802.1p
DSCP
TCP / UDP ports
Queue management

Local

Peer

TCP / UDP ports

Prefer DSCP

Stream	Local				Peer			
	From	To	Side	Queue	From	To	Side	Queue
0	0	0	source	0	0	0	source	0
1	0	0	source	0	0	0	source	0
2	0	0	source	0	0	0	source	0
3	0	0	source	0	0	0	source	0
4	0	0	source	0	0	0	source	0
5	0	0	source	0	0	0	source	0
6	0	0	source	0	0	0	source	0
7	0	0	source	0	0	0	source	0

Note: Activating QoS will disable flow control and ingress policing.

Apply
Cancel
Refresh
Load defaults
Load custom

Obr. 6.12: Konfigurační menu Settings – QoS – TCP/UDP ports

Nastavení QoS řízeném číslem nebo rozsahem TCP/UDP portů.

TCP/UDP ports Povolení QoS dle TCP/UDP portů.

Prefer DSCP V případě, že je povoleno řízení priorit dle DSCP, a příchozí paket je obarven jak prioritou DSCP, tak vyhovuje některému ze zde uvedených pravidel – řídí se prioritizace (při zapnutí této volby) dle DSCP pravidel.

Stream 0..7 Možnost nakonfigurovat až 8 rozsahů TCP/UDP portů. Uvedený rozsah platí pro oba protokoly: TCP i UDP.

- **From** – Začátek rozsahu TCP/UDP portů
- **To** – Konec rozsahu TCP/UDP portů. Chceme-li prioritizovat pouze jeden port, zadá se „To“ stejné, jako „From“. Rozsah TCP/UDP portů může být maximálně 255.
- **Side** – Určení, zda se jedná o zdrojový (source), nebo cílový (destination) TCP/UDP port (porty).
- **Queue** – Cílová výstupní fronta pro pakety vyhovující zadanému pravidlu.

**Varování**

Aktivování QoS způsobí deaktivování Flow control a Ingress policing.

Queue management

Local: Location_A / 13:42
Link: Ok
Peer: Location_B / 13:42

Status

Settings

General

Radio

Ethernet

> **QoS**

Service access

Alarm limits

Diagnostics

Graphs

Logs

Tools

Ping

Graphics

Maintenance

Help

Ingress policing
802.1p
DSCP
TCP / UDP ports
Queue management

Queue mode

	Local		Peer	
Mode	Strict	WFQ	Strict	WFQ
Mode	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
Ratio Mode	<input type="checkbox"/>		<input checked="" type="checkbox"/>	

Queue	Bitrate [Mbps]		Bitrate [Mbps]	
0	<input type="text" value="400"/>	<input type="text" value="1"/>	<input type="text" value="400"/>	<input type="text" value="2"/>
1	<input type="text" value="100"/>	<input type="text" value="1"/>	<input type="text" value="400"/>	<input type="text" value="1"/>
2	<input type="text" value="50"/>	<input type="text" value="1"/>	<input type="text" value="400"/>	<input type="text" value="1"/>
3	<input type="text" value="100"/>	<input type="text" value="1"/>	<input type="text" value="400"/>	<input type="text" value="1"/>

Smart discard

Queue	Local	Peer
0	<input type="text" value="Mode 0 (0/0)"/>	<input type="text" value="Mode 0 (0/0)"/>
1	<input type="text" value="Mode 1 (0/25)"/>	<input type="text" value="Mode 0 (0/0)"/>
2	<input type="text" value="Mode 0 (0/0)"/>	<input type="text" value="Mode 0 (0/0)"/>
3	<input type="text" value="Mode 0 (0/0)"/>	<input type="text" value="Mode 0 (0/0)"/>

Note: For enabling queue management mode activate at least one QoS rule (802.1p, DSCP, port priority).
Note: Activating smart discard will disable flow control.

Obr. 6.13: Konfigurační menu Settings – QoS – Queue management

Nastavení režimu práce výstupních front. Jedná se o vnitřní fronty switche do kterých jsou rozřazovány pakety dle jednotlivých pravidel QoS.

**Poznámka**

Pro povolení konfigurování výstupních front je nutné povolit alespoň jedno z QoS pravidel.

Mode

Režim vybírání paketů z jednotlivých front.

- **Strict** – Dokud jsou ve frontě s vyšší prioritou pakety, tak jsou pakety vybírány z této fronty. Po úplném vyprázdnění fronty, se teprve začínají vybírat pakety z fronty s nižší prioritou.
- **WFQ** – Weighted Fair Queuing. Jednotlivé fronty jsou vybírány dle nastavených poměrů (viz níže).

Ratio Mode

Pro režim WFQ zapíná poměrové vybírání jednotlivých front.

Queue 0..3

Nastavení parametrů (poměrů) vybírání jednotlivých front.

- Sloupec Strict – Nastavení maximální výstupní rychlosti [Mbps] pro jednotlivé fronty. Povoleno rozsah 0 .. 400 [Mbps]
- Sloupec WFQ – Nastavení poměrů vybírání pro jednotlivé fronty. Vyšší hodnota znamená častější vybírání dané fronty.

Smart discard

Nastavení režimu zahazování paketů při nedostatečné kapacitě výstupního kanálu. Pakety jsou zahazovány s určitou pravděpodobností ještě před úplným zaplněním fronty. Tento mechanismus například zabraňuje zablokování vysoce prioritních paketů méně prioritními pakety. Tento mechanismus „early random discard“ se ukazuje jako výhodný zejména pro TCP provoz.

Smart discard režim lze používat nezávisle na QoS. Pro korektní funkci *Smart discard* (tj. Mode 1..3) je vypnut *Flow control*.

- Queue 0..3** Nastavení režimu zahazování paketů pro jednotlivé výstupní fronty
- Mode 0 (0/0) – Pakety jsou zahazovány až po úplném zaplnění výstupní fronty. Smart discard režim je tedy vypnut.
 - Mode 1 (0/25) – Po zaplnění fronty do 3/4 budou pakety zahazovány s 25% pravděpodobností.
 - Mode 2 (25/50) – Po zaplnění fronty do 2/3 budou pakety zahazovány s 25% pravděpodobností. Po zaplnění fronty do 3/4 budou pakety zahazovány s 50% pravděpodobností.
 - Mode 3 (50/75) – Po zaplnění fronty do 2/3 budou pakety zahazovány s 50% pravděpodobností. Po zaplnění fronty do 3/4 budou pakety zahazovány se 75% pravděpodobností.



Varování

Aktivování režimu *Smart discard* způsobí deaktivování *Flow control*.

6.3.5. Settings – Service access

Services

	Local	Peer
IPv4 address	192.168.141.226	192.168.141.227
Netmask	24	24
Gateway	192.168.141.254	192.168.141.254
HTTP(S)	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
Telnet	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
SSH	on	on
Management VLAN	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Management VLAN id	1	1
SNMP	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
SNMP community string	public	public
SNMP trap IP	0.0.0.0	0.0.0.0
Internal link watchdog	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

Obr. 6.14: Konfigurační menu Settings – Service access – Services

Přístupové cesty pro konfiguraci spoje.

IPv4 address Servisní IP adresa, defaultně 192.168.169.169 pro stanici L a 192.168.169.170 pro stanici U. Čtyři adresy 169.254.173.236/30 jsou používány pro vnitřní komunikaci. Nesmí být použity jako servisní IP adresa.

Neznámá IP adresa Pro snadnější zjištění servisní IP adresy je RAY vybaven protokolem LLDP. Protokol vysílá každých 60 sec broadcast s těmito informacemi:

- IP address – v položce LLDP: Management address
- Serial number – LLDP: System Description
- Typ (např. RAY17_L) – LLDP: Chassis Subtype
- DATA_PORT pro verzi s 1 eth nebo SERVICE_PORT pro verzi se 2 eth – v položce LLDP: Port Subtype

Zprávu lze zachytit a převést do čitelného tvaru pomocí LLDP klienta. Vhodným nástrojem je Wireshark IP traffic analyzing tool, jehož bezlicenční verze je dostupná pro OS Windows i Linux. Pro nalezení zprávy můžeme v programu Wireshark použít Capture filter "ether proto 0x88cc".

Netmask Maska pro servisní přístup, defaultně 24.

Gateway Default gateway pro servisní přístup, defaultně prázdná.

HTTP(S) Povolení přístupu přes HTTP server (platí pro HTTP i HTTPS protokol).

POZOR: po zakázání přístupu přes HTTP server již nebude možno přistupovat do jednotky pomocí webového prohlížeče!

Telnet	Povolení přístupu přes Telnet server. Umožňuje přístup do CLI (Command Line Interface) pro jednoduché klienty telnet. Defaultně zakázáno.
SSH	Povolení přístupu přes SSH server. Poskytuje bezpečný přístup do CLI. Je-li přednostním požadavkem zamezení neoprávněného přístupu do stanice, pak necháme zapnutý pouze tento server.
Management VLAN	Zapnutí přístupu přes management VLAN. Bude zablokován přístup pro konfiguraci https, ssh a telnet z netagovaných paketů (bez VLAN) a bude možný pouze přes VLAN. Management VLAN je defaultně vypnuta. V případě jednotky RAY se dvěma porty se Management VLAN týká servisního portu. - POZOR - Zapnutím Management VLAN se VŠECHNY přístupy zablokují pro konfiguraci pomocí normální (netagované) LAN! Při testech je možno zapnout Manag. VLAN pouze v jedné jednotce. Pak zůstává možný přístup do spoje z LAN i VLAN buď přímo nebo přes rádiovou linku.
Management VLAN id	Označení VLAN pro konfiguraci, defaultně 1. VLAN id musí být vyplněno i když Management VLAN není aktivní.
SNMP	Zapnutí SNMP serveru. Defaultně vypnuto.
SNMP community string	SNMP community string. Může obsahovat malá i velká písmena, číslice, čtyři znaky . : _ - a délka je max. 256 znaků.
SNMP trap IP	Adresa pro odesílání SNMP trapů.
Internal link watchdog	Hlídní spojení obou jednotek spoje. Při dlouho trvajícím poruše (10 min) provede cold restart (ekvivalent vypnutí napájení). Defaultně vypnuto.

Users

Seznam a konfigurace uživatelů. Uživatelé mohou být různí na obou stranách spoje.

The screenshot shows the Mikrotik configuration interface. At the top, there is a status bar with 'Local: Location_A / 09:38', 'Link: Ok', and 'Peer: Location_B / 09:37'. On the left, there is a sidebar menu with categories: Status, Settings (selected), Diagnostics, Tools, and Help. Under 'Settings', 'Service access' is expanded. The 'Users' tab is active, showing two tables: 'Local' and 'Peer'.

Local				
Username	Group	Password	SSH key	Edit
super	cli_super	Set	Set	
admin	cli_admin	Set	None	<input type="button" value="Edit"/>
guest	cli_guest	Set	None	
servis	cli_admin	Set	None	
guest2	cli_guest	Set	None	
distributor	cli_super	Set	None	

Peer			
Username	Group	Password	SSH key
super	cli_super	Set	None
admin	cli_admin	Set	None
guest	cli_guest	Set	None
pepe	cli_guest	Set	None
pepek	cli_admin	Set	None
distributor	cli_super	Set	None

At the bottom of the 'Users' tab, there are three buttons: 'Add user', 'Refresh', and 'Mirror users'.

Obr. 6.15: Konfigurační menu Settings – Service access – Users

Local, Peer Seznam uživatelů na stanicích Local a Peer.

Username Uživatelské jméno. Toto jméno se zadává jako Login při přihlašování do managementu spoje.

Group Skupina uživatelů do které daný uživatel patří.

cli_guest Tato skupina má právo pouze prohlížet nastavení spoje. Nemá právo provádět změny v konfiguraci. Skupina může obsahovat maximálně 10 uživatelů.

cli_admin Skupina má všechna práva skupiny cli_guest a navíc: Právo na konfigurování spoje. Má právo prohlížet i měnit veškerá nastavení (kromě uživatelských účtů a speciálních akcí uživatele *distributor*). Skupina může obsahovat maximálně 10 uživatelů.

cli_super Práva stejná jako cli_admin plus: Právo konfigurovat uživatelské účty včetně SSH klíčů. Tato skupina obsahuje pouze dva uživatele:

Uživatel *super*.

Uživatel *distributor* má navíc právo na změnu zvláštních konfiguračních položek. Tomuto uživateli nelze změnit heslo.

Password Informace, zda má uživatel nastavené heslo.

SSH key Informace, zda má uživatel zadaný alespoň jeden ssh klíč.

Edit user

Kliknutím na tlačítko *Edit* vedle příslušného uživatelského jména je zobrazena obrazovka s konfigurací tohoto uživatelského účtu.

Konfigurační menu *Settings* – *Service access* – *Users* – *Edit*

Username	Jméno uživatele
Group	Skupina, do které uživatel patří.
Password	Možnost nastavit nebo smazat heslo. Delete – Uživatel nebude mít heslo. Může se přihlašovat pouze pomocí ssh klíče. Pro možnost smazání hesla je nutné nejprve nahrát ssh klíč. Set – Nastavení hesla.
New password	Nové heslo.
Confirm password	Zopakovat heslo.
SSH key	Práce s ssh klíčem. Delete – Vymazání všech ssh klíčů daného uživatele. Set/replace – Přidání nového klíče. Pokud již nějaký klíč (klíče) existoval, bude přemazán. Add – Přidání nového klíče. Tímto způsobem lze vložit více ssh klíčů.
Key file	Vložení souboru s klíčem.

Kliknutím na tlačítko *Apply* potvrdíme zvolené akce.

Delete user

Pro uživatele ze skupiny `cli_super` je vedle jednotlivých uživatelů viditelné tlačítko *Delete*. Slouží k vymazání daného uživatele. Uživatel je odstraněn bez dalších dotazů. Uživatele ze skupiny `cli_super` nelze vymazat.

Add user

Tlačítko je umístěno na spodní liště.

Pro uživatele ze skupiny `cli_super` je aktivní tlačítko *Add user*. Slouží k založení nového uživatele ze skupiny `cli_quest` nebo `cli_admin`.

Username	Jméno nového uživatele.
Group	Skupina, do které má tento uživatel patřit.
New password	Heslo pro tohoto uživatele.
Confirm password	Zopakovat heslo.
SSH key	Pokud má mít tento uživatel přístup pomocí ssh protokolu, navíc s možností ověření své totožnosti ssh klíčem, zde je možno zadat ssh klíč.

Kliknutím na tlačítko *Apply* potvrdíme založení nového uživatele.

Mirror users

Tlačítko je umístěno na spodní liště.

Pro uživatele ze skupiny `cli_super` je aktivní tlačítko *Mirror users*. Volbou této funkce dojde ke zkopírování všech uživatelských účtů ze stanice Local do stanice Peer. Stávající uživatelské účty na stanici Peer jsou vymazány (kromě hesla uživatele distributor, které je unikátní pro každou stanici).

6.3.6. Settings – Alarm limits

Local: Location_A / 09:52 Link: [Ok](#) Peer: Location_B / 09:52

	Local	SNMP trap	Peer	SNMP trap
	Limit		Limit	
Inside temperature [°C]	> 80	<input type="checkbox"/>	80	<input type="checkbox"/>
Memory usage [%]	> 95	<input type="checkbox"/>	95	<input type="checkbox"/>
Voltage min [V]	< 40	<input type="checkbox"/>	40	<input type="checkbox"/>
Voltage max [V]	> 60	<input type="checkbox"/>	60	<input type="checkbox"/>
RSS [dBm]	< -80	<input type="checkbox"/>	-80	<input type="checkbox"/>
SNR [dB]	< 10	<input type="checkbox"/>	10	<input type="checkbox"/>
BER [-]	> 10e-6	<input type="checkbox"/>	10e-6	<input type="checkbox"/>
Peer disconnect		<input type="checkbox"/>		<input type="checkbox"/>
Peer eth link down		<input type="checkbox"/>		<input type="checkbox"/>

Apply Cancel Refresh Load defaults Load custom

Obr. 6.16: Konfigurační menu Settings – Alarm limits

Diagnostický systém spoje monitoruje provoz stanice. Výstupem je generování různých událostí. Ty jsou dvojího druhu: Varování a Alarmy. Událost je vždy zapsána do systémového logu a indikována ve stavovém pruhu. Některé události mají konfigurovatelné prahové hodnoty. U jednotlivých událostí lze zvolit, zda má být při jejich výskytu odeslán SNMP trap.

Seznam konfigurovatelných událostí s defaultními prahovými hodnotami:

Varování

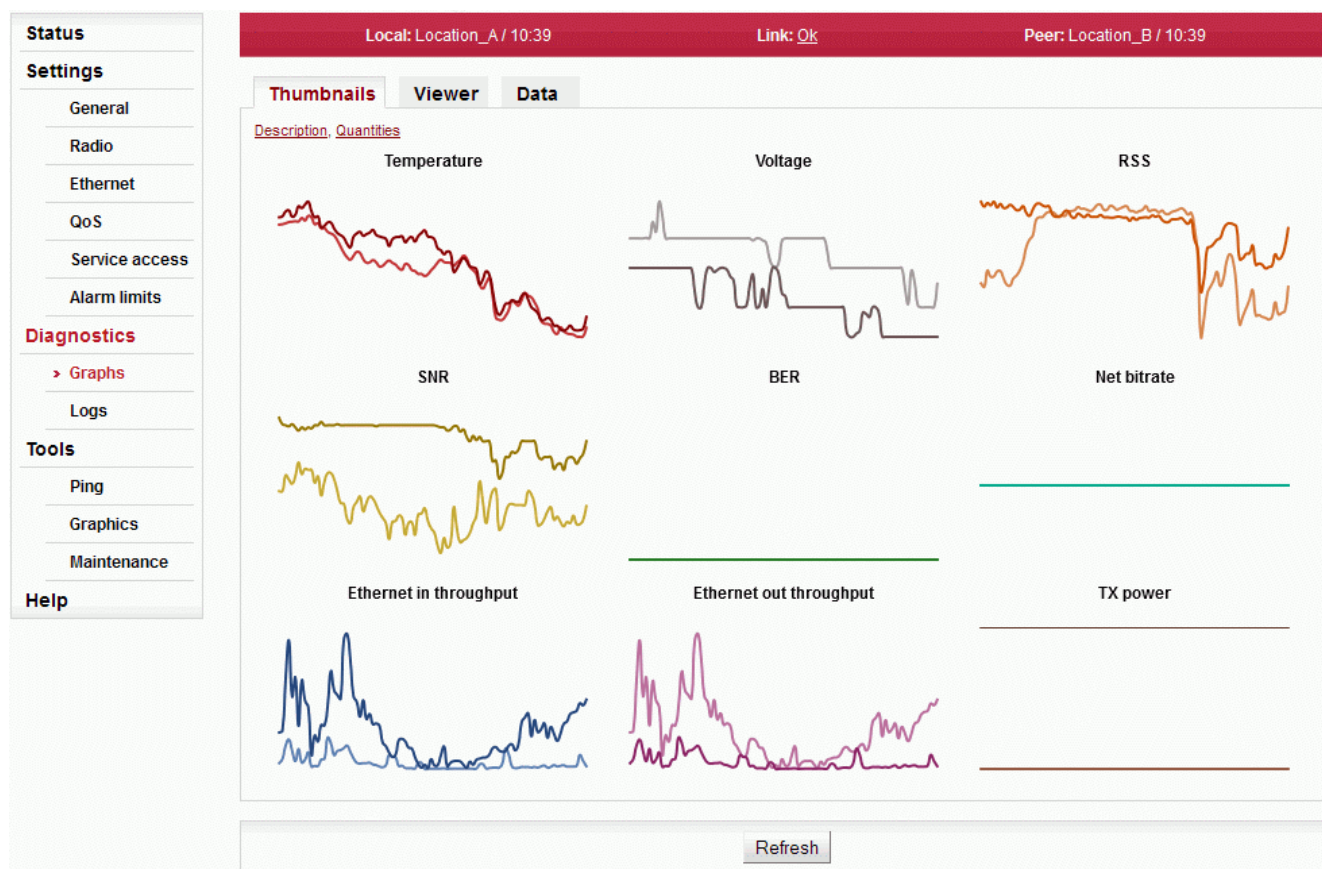
Inside temperature [°C]	>80	Teplota uvnitř stanice (na modemové desce).
Memory usage [%]	>90	Využití paměti.
Voltage min [V]	<40	Dolní hranice napájecího napětí.
Voltage max [V]	>70	Horní hranice napájecího napětí, SNMP trap on/off je generován shodně s Voltage min.
RSS [dBm]	<-80	Síla přijímaného signálu.
SNR [dBm]	<10	Odstup signál-šum.

Alarm

BER	>10e⁻⁶	Okamžitá bitová chybovost registrovaná na přijímací straně.
Peer disconnect		Přerušení rádiové linky.
Peer eth link down		Přerušení uživatelské eth linky jednotky na stanici Peer.
RF power fail		Ztráta vysílacího výkonu (není pro RAY17 a RAY24).

6.4. Diagnostics

6.4.1. Diagnostics – Graphs



Obr. 6.17: Konfigurační menu Diagnostics – Graphs

Stanice průběžně ukládá informaci o hodnotách významných veličin:

Teplota uvnitř stanice	Okamžitá hodnota vnitřní teploty stanice. Měřeno na modemové desce. Teplota rádiové desky je dostupná pomocí SNMP.
Napájecí napětí	Okamžitá hodnota napájecího napětí stanice.
RSS	Síla přijímaného signálu.
SNR	Odstup signálu od šumu přijímaného signálu.
BER	Okamžitá bitová chybovost na spoji.
Net bitrate	Okamžitá přenosová kapacita spoje.
Ethernet in throughput	Okamžitá rychlost (průměr za 20s) příchozích uživatelských dat na uživatelském Ethernetovém portu.
Ethernet out throughput	Okamžitá rychlost (průměr za 20s) odchozích uživatelských dat na uživatelském Ethernetovém portu.
TX power	Okamžitá hodnota vysílacího výkonu.

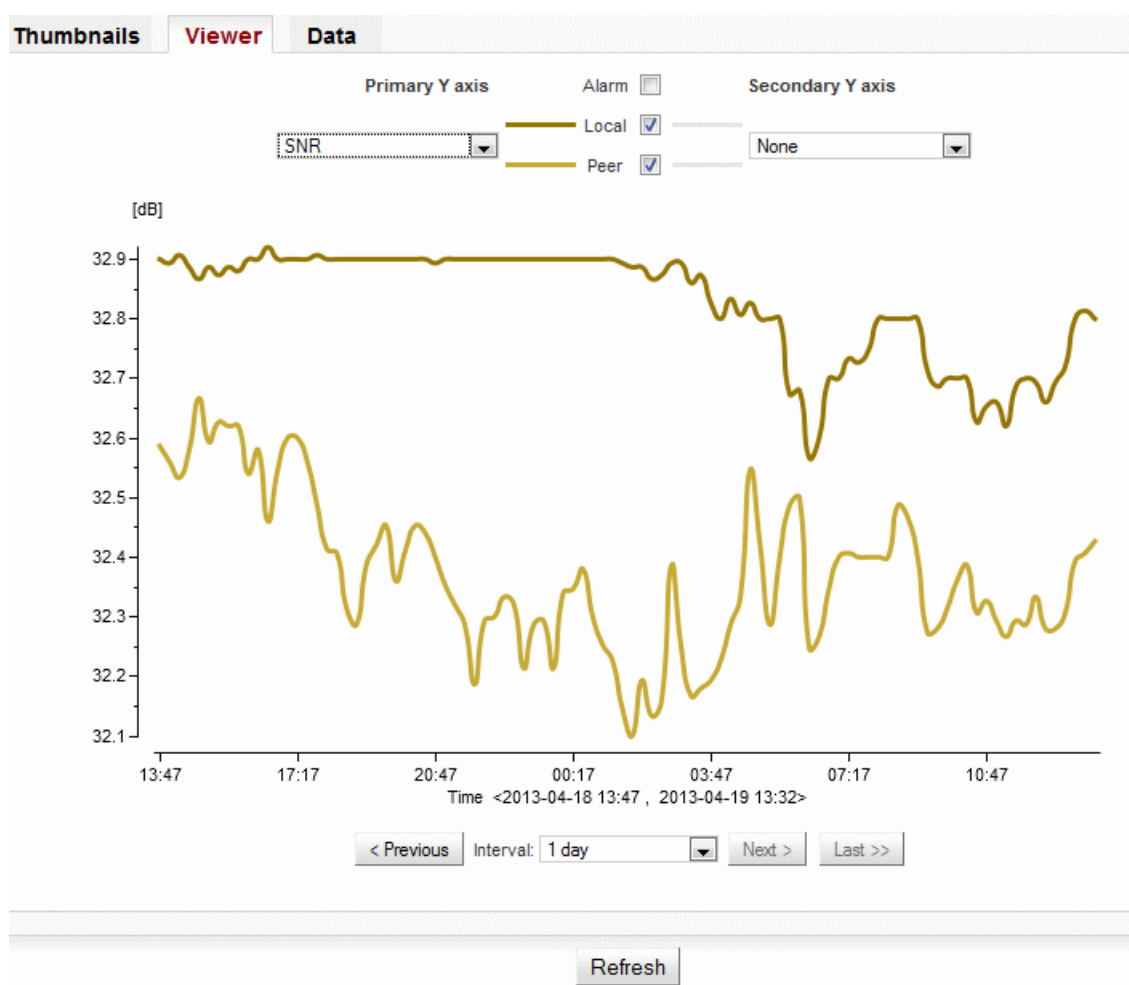
Hodnoty jsou ukládány v následujících rozlišeních a délkách historie

- Rozlišení 1 minuta, délka historie 1 týden
- Rozlišení 15 minut, délka historie 30 dní
- Rozlišení 1 den, délka historie cca 180 dní

Zobrazení uložených hodnot je možné třemi způsoby:

Thumbnails	Zobrazení náhledu všech hodnot za posledních 24 hodin
Viewer	Detailní grafické zobrazení jedné nebo dvou vybraných hodnot za vybraný interval
Data	Numerické zobrazení všech hodnot

Viewer



Obr. 6.18: Konfigurační menu Diagnostigs – Graphs – Viewer

Detailní grafické zobrazení jedné nebo dvou vybraných hodnot za vybraný interval. Lze zvolit zobrazení dat z jednotky Local nebo Peer nebo z obou zároveň.

Primary Y axis	Volba jedné ze sledovaných hodnot.
Secondary Y axis	Možnost volby druhé hodnoty.

Alarm	Zapne zobrazení alarmů, pokud nastaly.
Local	Zobrazí graf z jednotky Local.
Peer	Zobrazí graf z jednotky Peer.
Interval	Výběr šířky zobrazeného intervalu. Dle šířky intervalu jsou data zobrazena v přiměřeném rastru: Do 3 hodin po jedné minutě. Do 4 dnů po 15 minutách. Pro delší intervaly po jednom dnu.
Previous	Posun o jednu šířku vybraného intervalu směrem ke starším hodnotám.
Next	Posun o jednu šířku vybraného intervalu směrem k novějším hodnotám.
Last	Posun na nejnovější hodnoty.

Data

Time	Tempe...	RSS [d...	Tempe...	RSS [d...
2013-04-22 12:30	58.51	-60.60	58.05	-65.70
2013-04-22 12:45	58.92	-60.60	58.19	-65.70
2013-04-22 13:00	58.96	-60.60	58.36	-65.71
2013-04-22 13:15	58.58	-60.60	58.49	-65.70
2013-04-22 13:30	58.50	-60.60	58.50	-65.71
2013-04-22 13:45	58.67	-60.62	58.50	-65.79
2013-04-22 14:00	58.49	-60.63	58.49	-65.76
2013-04-22 14:15	57.69	-60.60	58.03	-65.76
2013-04-22 14:30	57.44	-60.60	57.71	-65.88
2013-04-22 14:45	57.00	-60.60	57.50	-65.81

Obr. 6.19: Konfigurační menu Diagnostics – Graphs – Data

Detailní grafické zobrazení hodnot za vybraný interval.

Plotted	Zobrazí pouze hodnoty, které jsou vybrané do grafu.
Local	Zobrazí všechny logované hodnoty. Filtrace hodnot z lokální, vzdálené nebo obou stran.
Peer	
All	

6.4.2. Diagnostics – Logs

The screenshot shows the 'Diagnostics – Logs' interface. On the left is a sidebar with a tree view containing: Status, Settings (General, Radio, Ethernet, QoS, Service access, Alarm limits), Diagnostics (Graphs, Logs), Tools (Ping, Graphics, Maintenance), and Help. The main content area has a red header bar with 'Local: Location_A / 09:16', 'Link: Ok', and 'Peer: Location_B / 09:16'. Below the header are tabs for 'Overall', 'Local events', 'Local ACM', 'Local alarms', 'Peer events', 'Peer ACM', and 'Peer alarms'. The 'Overall' tab is active, showing a log viewer with a 'Filter' box containing '2' and a 'Log description' link. The log viewer displays entries for Local events, Local ACM, Local alarms, Peer events, Peer ACM, and Peer alarms, each with a timestamp and a brief description of the event. A 'Refresh' button is located at the bottom center of the log viewer area.

Obr. 6.20: Konfigurační menu Diagnostics – Logs

Zobrazení vnitřních logů stanice. Jednotlivé záložky umožňují celkové nebo filtrované zobrazení.

Při prvním otevření obrazovky je nutné zahájit prohlížení logů stiskem tlačítka Refresh.

Výpisy všech logů lze filtrovat. Do okénka v levém horním rohu lze zapsat část textu, podle které chceme filtrovat výpisy. Např. nás zajímá, kdy byla ve stanici měněna konfigurace: V obrazovce Local events zapíšeme do filtru řetězec „Configuration“ a stiskneme tlačítko Filter.

Pro filtrování lze používat jak prostý text, tak regulární výrazy (formát JavaScript).

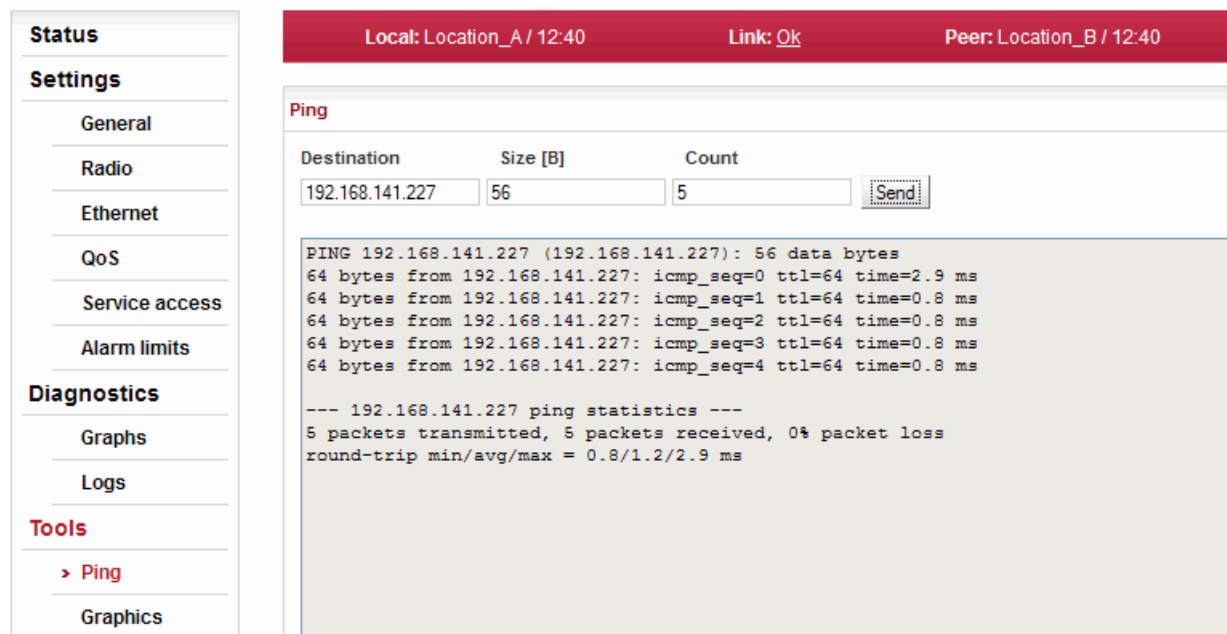
Overall	Zobrazuje poslední 3 záznamy ze všech typů logů.
Local events, Peer events	Události z Lokální, případně Peer stanice.
Local ACM, Peer ACM	Historie přepínání modulací v případě povoleného ACM. Lokální a Peer stanice.
Local alarms, Peer alarms	Alarmy z Lokální, případně Peer stanice.

Maximální délka zobrazených logů je 250 záznamů. Pokud je potřeba zobrazit delší historii, je nutné použít CLI rozhraní.

6.5. Tools

Menu Tools obsahuje několik podpůrných nástrojů pro diagnostiku a správu spoje.

6.5.1. Tools – Ping



Obr. 6.21: Konfigurační menu Tools – Ping

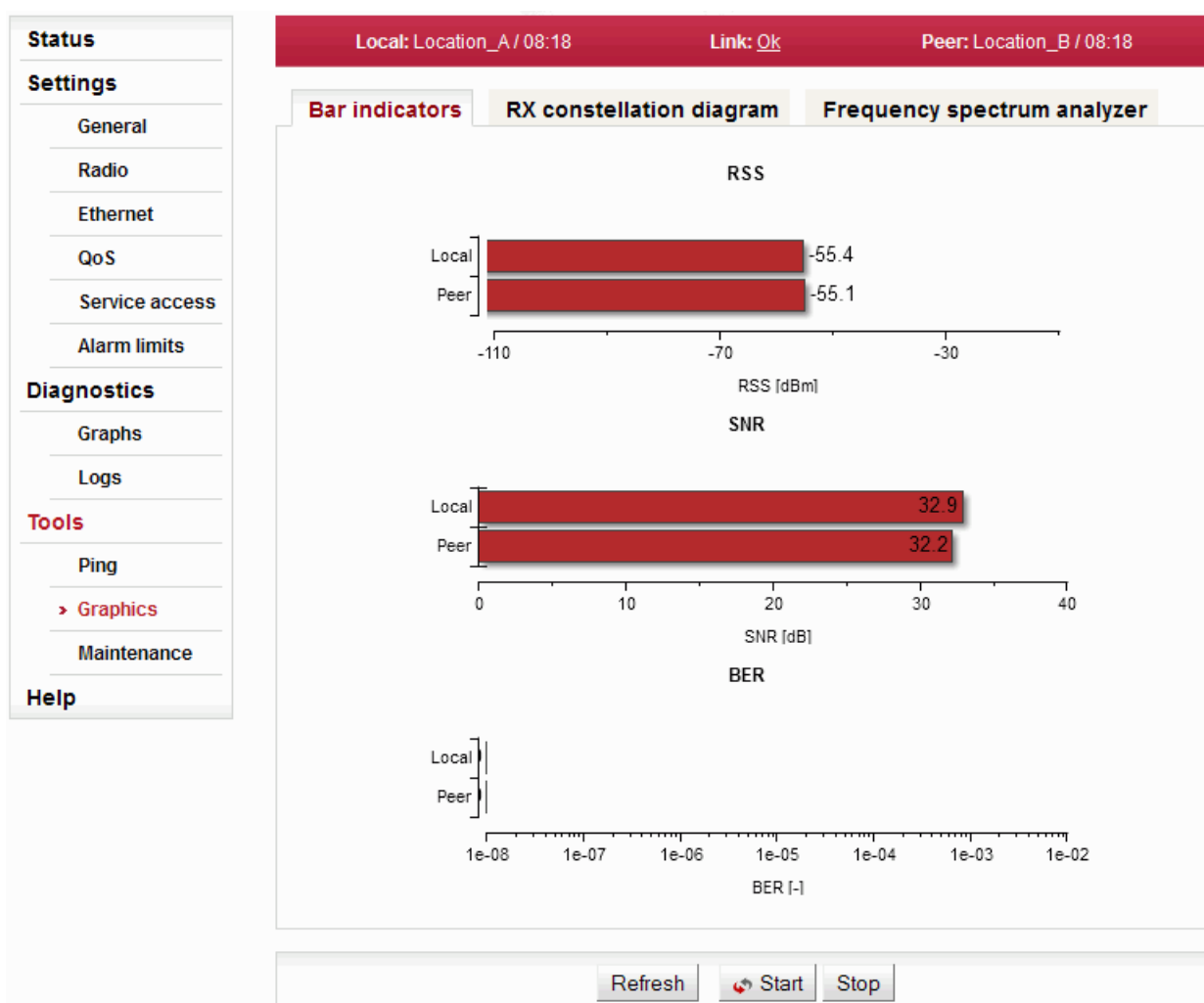
Nástroj Ping umožňuje vyslání ICMP pingů na zvolenou adresu

Destination	Cílová adresa v tečkované desítkové notaci. Defaultní adresa 127.0.0.1 je adresa localhost – tj. samotná stanice.
Size [B]	Délka odeslaných dat 7 až 1500 byte, ve výsledku přibude 8 bytů hlavičky.
Timeout	Perioda vysílání pingů je konstantní: 1000 ms.
Count	Počet odeslaných pingů.

Test spustíme tlačítkem *Send*. Výsledek je zobrazen v textovém okně.

6.5.2. Tools – Graphics

Bar indicators



Obr. 6.22: Konfigurační menu Tools – Graphics – Bar indicators

Grafická indikace BER, SNR a RSS.

Refresh

Jednorázová aktualizace zobrazených hodnot.

Start, Stop

Tlačítkem Start se zahájí automatická aktualizace zobrazovaných hodnot s periodou 1 sekunda. Tlačítkem Stop se ukončí.

RX constellation diagram

Local: Location_A / 12:44
Link: [Ok](#)
Peer: Location_B / 12:44

Status

Settings

- General
- Radio
- Ethernet
- QoS
- Service access
- Alarm limits

Diagnostics

- Graphs
- Logs

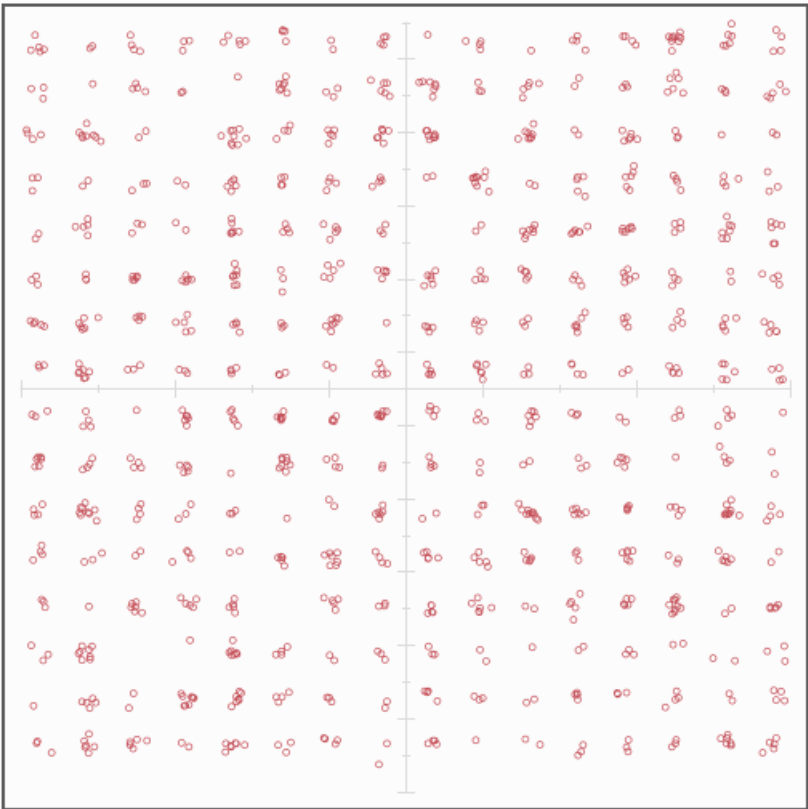
Tools

- Ping
- > **Graphics**
- Maintenance

Help

Bar indicators
RX constellation diagram
Frequency spectrum analyzer

RX modulation	BER	SNR [dB]	RSS [dBm]
QAM256	0.00e+00	33.4	-56.1



Buffer

▼

Obr. 6.23: Konfigurační menu Tools – Graphics – RX constellation diagram

Konstelační diagram vizuálně zobrazuje kvalitu přijímaného signálu.

Buffer Počet zakreslených bodů.

Refresh Jednorázová aktualizace diagramu.

Frequency analyzer

Obr. 6.24: Konfigurační menu Tools – Graphics – Frequency analyzer

Velmi užitečný nástroj pro zjišťování rušení v pásmu a pro nalezení volného kanálu. Nejedná se o plnohodnotný analyzátor, nýbrž o prosté skenování celého pásma přes 7 MHz kanály. Přesnost naměřených výsledků je daná přesností měření RSS.

**Varování**

Probíhající měření spektra způsobí přerušení uživatelského datového toku mezi stanicemi!

- Spectrum measure time** Výběr délky měření v rozsahu:
single (jednorázové) ... až 15 min
- Mute peer TX** Vypnutí vysílání protistanice po dobu měření.
- Enable** Vstup do funkce analyzátoru
- Start** Přerušit komunikaci na lince a spustit skenování kmitočtů v pásmu.

6.5.3. Maintenance

Restart

The screenshot shows the 'Restart' configuration page. At the top, there is a red header bar with 'Local: Location_B / 13:19', 'Link: [Ok](#)', and 'Peer: Location_A / 13:19'. Below the header, there are five tabs: 'Restart' (selected), 'Backup', 'Feature keys', 'Firmware', and 'Radio adaptation'. The main content area contains the following settings:

- Target:** Local Peer
- Restart mode:** warm (dropdown menu)
- System restart:** Restart button

Obr. 6.25: Konfigurační menu Tools – Maintenance – Restart.

Target	Restart proběhne ve vybrané jednotce Local nebo Peer.
Restart mode	Warm – reboot systému managementu. Cold – restart celé stanice jako při odpojení napájení.
System restart	Provede zvolený restart.

Backup

The screenshot shows the 'Backup' configuration page. At the top, there is a red header bar with 'Local: Location_B / 13:20', 'Link: [Ok](#)', and 'Peer: Location_A / 13:20'. Below the header, there are five tabs: 'Restart', 'Backup' (selected), 'Feature keys', 'Firmware', and 'Radio adaptation'. The main content area contains the following settings:

- Settings:** Backup (Download), Upload (Open file upload), Custom settings (Restore), Default settings (Restore)
- Factory settings:** Local (Restore). Description: Factory Settings function cleans all logs, restores default configuration and default user accounts.
- Users:** Backup (Download), Restore (Open file upload)
- Management Information Base:** SNMP MIB (Download)
- Diagnostic package:** Backup (Download)

Obr. 6.26: Konfigurační menu Tools – Maintenance – Backup

Settings

Ukládání a obnovování konfigurace.

Backup	Uložení konfigurace do záložního souboru.
Upload	Nahrání konfigurace ze záložního souboru do bufferu. RAY pokračuje v chodu s dosavadní konfigurací.
Custom settings	Obnovení konfiguračních parametrů z bufferu. Parametry musí být připraveny krokem <i>Upload</i> .
Default settings	Uvedení všech konfiguračních parametrů do defaultních hodnot.

Factory settings

Vyvolání funkce factory settings uvede stanici do stejného stavu, jako těsně po vyrobení. Všechny konfigurační položky, uživatelské účty, naměřené hodnoty i systémová hlášení (logy) budou nevratně vymazány.



Varování

Tato funkce probíhá několik minut. Nepřerušujte přívod napájení během jejího trvání.

Local	Provedení Factory settings pro stanici Local.
--------------	-----------------------------------------------

Users

Ukládání a obnovování uživatelských účtů.

Backup	Uložení uživatelských účtů do záložního souboru.
Restore	Obnovení uživatelských účtů ze záložního souboru.

Management Information Base

SNMP MIB	Poskytne tabulku MIB.
-----------------	-----------------------

Diagnostic package

Pro snazší komunikaci s technickou podporou lze vytvořit archivní soubor s podrobnými informacemi o stanici. V případě funkčního spojení na stanici Peer jsou uloženy informace z obou stanic.

Backup	Uložení souboru s informacemi o stanici (Local i Peer).
---------------	---------------------------------------------------------

Feature keys

The screenshot shows a web interface for configuring feature keys. At the top, there's a status bar with 'Local: Location_B / 13:22', 'Link: Ok', and 'Peer: Location_A / 13:22'. Below this are tabs for 'Restart', 'Backup', 'Feature keys' (selected), 'Firmware', and 'Radio adaptation'. The 'Feature keys' section is divided into 'Local' and 'Peer' subsections. Each subsection has a note: 'Note: Changes of feature keys takes effect after restart.' The 'Local' section contains a table with columns 'Feature', 'Limit', and 'Remove'. It lists three features: 'speed' with a limit of 50, 'speed' with a limit of 75, and 'master' with a limit of 1. Each feature has a 'Delete' button. The 'Peer' section has a similar table with 'speed' (limit 49) and 'master' (limit 1). Below the 'Local' section is an 'Upload local feature keys' section with a note and an 'Open file upload' button. At the bottom of the main content area is a 'Refresh' button.

Obr. 6.27: Konfigurační menu Tools – Maintenance – Firmware

Některé vlastnosti spoje RAY jsou určeny instalovanými produktovými klíči.

V současné době jsou dostupné produktové klíče pro nastavení rychlosti přenosu dat [Mbps]. Rychlost přenášených dat je dána použitou šířkou přenosového kanálu (parametr Bandwidth [MHz]) a stupněm modulace (parametr TX modulation). Produktový klíč omezující rychlost tedy povolí pouze určité kombinace šířky kanálu a stupně modulace tak, aby výsledná přenosová rychlost zhruba odpovídala rychlosti deklarované produktovým klíčem (zpravidla je o něco vyšší). Produktový klíč je aktivován až **po restartu** stanice. Stanici lze dále restartovat z menu *Tools-Maintenance-Restart*. Zvolit *Restart mode – warm*.

Local

Aktivní produktové klíče pro stanici Local.

Feature	Název funkce ovládané produktovým klíčem.
Limit	Numerická hodnota limitu nastaveného klíčem.
Remove	Tlačítkem <i>Delete</i> lze příslušný produktový klíč vymazat. Parametry ovládané klíčem se po restartu vrátí na svoji defaultní hodnotu. Upozornění: Rádiové parametry linky se mohou změnit (např. na jinou pracovní frekvenci)!
Upload local feature keys	Produktové klíče se do stanice instalují z binárních souborů.
Open file upload	Otevře dialog pro výběr binárního souboru s požadovaným klíčem.

Peer

Aktivní produktové klíče pro stanici Peer. Pro stanici Peer jsou klíče pouze zobrazeny. Nelze je přidávat ani odebírat. Pro manipulaci s klíči je nutné se přihlásit přímo do managementu příslušné stanice (na IP adresu této stanice).

Feature	Název funkce ovládané produktovým klíčem.
Limit	Numerická hodnota limitu nastaveného klíčem.

Firmware

The screenshot shows the 'Firmware' tab in the configuration interface. At the top, there is a status bar with 'Local: Location_A / 08:14', 'Link: Ok', and 'Peer: Location_B / 08:14'. Below this are tabs for 'Restart', 'Backup', 'Feature keys', 'Firmware', and 'Radio adaptation'. The 'Firmware' tab is active and contains a 'Warning' section with the text 'Upgrading to a wrong firmware may result with malfunctioning station.' Below the warning is a 'Firmware upgrade' section with a table:

	Local	Peer
Current version	0.1.16.0	0.1.16.0
Version in buffer	n/a	n/a

Below the table is a 'Clean buffer' button. Underneath is the 'Firmware upload' section with fields for 'File name' (n/a) and 'File size [B]' (n/a), and an 'Open file upload' button. At the bottom of the main content area are 'Upgrade' and 'Refresh' buttons.

Obr. 6.28: Konfigurační menu Tools – Maintenance – Firmware

V případě uvolnění nové verze firmware pro daný typ mikrovlnného spoje, je možné tento firmware nahrát do jednotek RAY.

Firmware upgrade

Current version	Informace o aktuální verzi firmware na jednotce Local i Peer.
Version in buffer	Informace o verzi firmware připravené v bufferu k instalaci do jednotky (Local, Peer). Tento firmware je nutné nejprve připravit v sekci Firmware upload (viz níže).
Clean buffer	Tlačítkem Clean buffer lze vymazat buffer obsahující připravený balíček s firmware.

Firmware upload

File name	Název souboru s firmware
File size [B]	Velikost souboru s firmware

Open file upload Otevření dialogu umožňujícího nahrát balíček s firmware do bufferu v jednotce. Teprve po připravení firmware v bufferu, lze provést vlastní upgrade.

Upgrade Tlačítkem *Upgrade* na spodní liště provedeme vlastní instalaci firmware.



Varování

Instalace firmware probíhá několik minut (asi 10 min). Během této doby dojde k přerušení přenosu uživatelských dat (cca na 8 minut). Během instalace firmware nepřerušujte přívod napájení!

Radio adaptation

Obr. 6.29: Konfigurační menu Tools – Maintenance – Radio adaptation

Radio type



Důležité

Platí pouze pro spoje pracující v ISM pásmu (RAY17, RAY24).

Hardware těchto spojů je univerzální pro celé frekvenční pásmo. Pro usnadnění konfigurace rádiových parametrů jsou jednotky odlišeny pro L (Lower–spodní) a U (Upper–horní) část pásma. Přiřazení jednotky pásma L nebo U lze změnit.

Radio type Typ rádiové jednotky: L (Lower-spodní) nebo U (Upper-horní) část frekvenčního pásma.
Tlačítkem *Change* provedeme změnu typu rádia.

Frequency tables

Mikrovlnný spoj obsahuje jednu nebo více frekvenčních tabulek. Tyto tabulky obsahují následující informace:

- Seznam dostupných šířek pásem a modulací.
- Přiřazení frekvencí ke kanálům a názvy těchto kanálů. Tyto kanály jsou použity při konfiguraci rádiových parametrů spoje (viz obrazovka Settings-Radio).
- Defaultní hodnoty rádiových parametrů.
- Sada rádiových parametrů, potřebná k funkci ATPC.

Active	Název aktuálně použité frekvenční tabulky.
New	Výběr nové frekvenční tabulky. Tlačítkem <i>Change</i> provedeme změnu tabulky.



Varování

Použití nesprávné frekvenční tabulky může vést až k porušení příslušných telekomunikačních předpisů.

6.6. Help

Volba *Help* zobrazí obsah vestavěné nápovědy. Text je zobrazen v celém konfiguračním okně. Členění textu odpovídá jednotlivým konfiguračním obrazovkám.

Local: Location_A / 13:45 Link: [Ok](#) Peer: Location_B / 13:45

Help

- Introduction
- Mini status
- Status
- Settings > General
- > Radio
- > Ethernet > Management
 - > Storm control
- > QoS > Ingress policing
 - > 802.1p
 - > DSCP
 - > TCP / UDP ports
 - > Queue management
- > Service access > Services
 - > Users
- > Alarm limits
- Diagnostics > Graphs
 - > Logs
- Tools > Ping
 - > Graphics > Bar indicators
 - > RX constellation diagram
 - > Frequency spectrum analyzer
 - > Maintenance > Restart
 - > Backup
 - > Feature keys
 - > Firmware
 - > Radio adaptation

Help

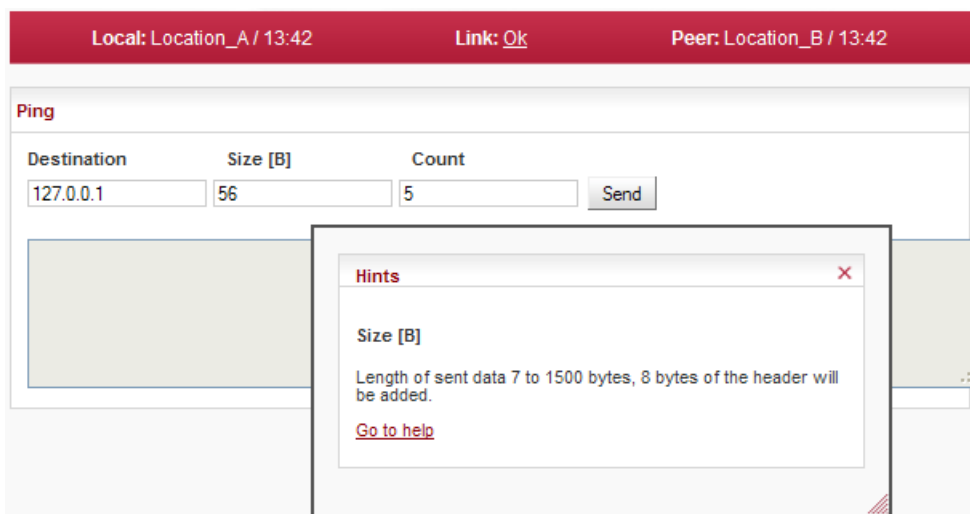
Cancel

© RACOM, Mirova 1283, 592 31 Nove Mesto na Morave, Czech Republic, Tel.: +420 565 659 511, E-mail: racom@racom.eu

Obr. 6.30: Menu Help

Každá položka tohoto Helpu vede na nápovědu k příslušnému menu.

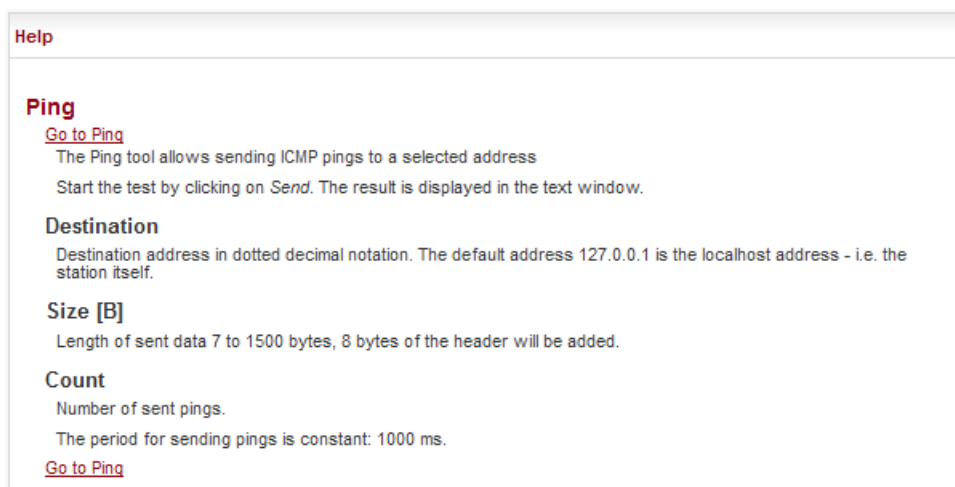
Kontextová nápověda ke každému parametru může být také zobrazena přímo kliknutím na název příslušného parametru v jednotlivých konfiguračních obrazovkách. Text helpu je umístěn ve vyskakovacím okně:



Obr. 6.31: Parameter help

Okno můžeme posouvat lištou *Hints*, jeho velikost změnit tažením spodního rohu.

V textu je odkaz *Go to help*, který otevře celou nápovědu k příslušnému menu:



Obr. 6.32: Configuration menu help

Na začátku a konci každého bloku nápovědy je linka odkazující na příslušnou konfigurační obrazovku.

7. Command Line Interface

Rozhraní CLI (Command Line Interface) je alternativou k přístupu přes HTTPS. S CLI rozhraním můžeme pracovat v textovém režimu pomocí klienta ssh (putty) nebo telnet.

7.1. Připojení přes CLI

Připojení klientem **telnet** k jednotce se servisní IP adresou 192.168.169.169. Na povelovou řádku napíšeme:

```
telnet 192.168.169.169
```

Pak vložíme uživatelské jméno a heslo uvedené v menu `Service access/Users` v **https** přístupu (defaultně `admin, admin`). Podmínkou je označené políčko `Service access/Services/Telnet` v **http** přístupu.

Připojení klientem **putty**. Do okénka Host Name (or IP address) zapíšeme:

```
admin@192.168.169.169
```

Stiskneme Open. Pak vložíme heslo `admin`. Tento postup (bez klíče) je podmíněn volbou `Service access/Services/SSH on` v **https** přístupu.

Pokud vlastníme privátní část klíče, pak vystačíme bez hesla. V putty pokračujeme volbou `Connection/SSH/Auth` a vybereme cestu k souboru s klíčem např. `klic.ppk`. Volbou `Session/Logging` uložíme konfiguraci pro putty. Pak již vstupujeme do CLI jednotky pouhým výběrem spojení v putty a stiskem Open.

Připojení klientem **ssh** v Linuxu.

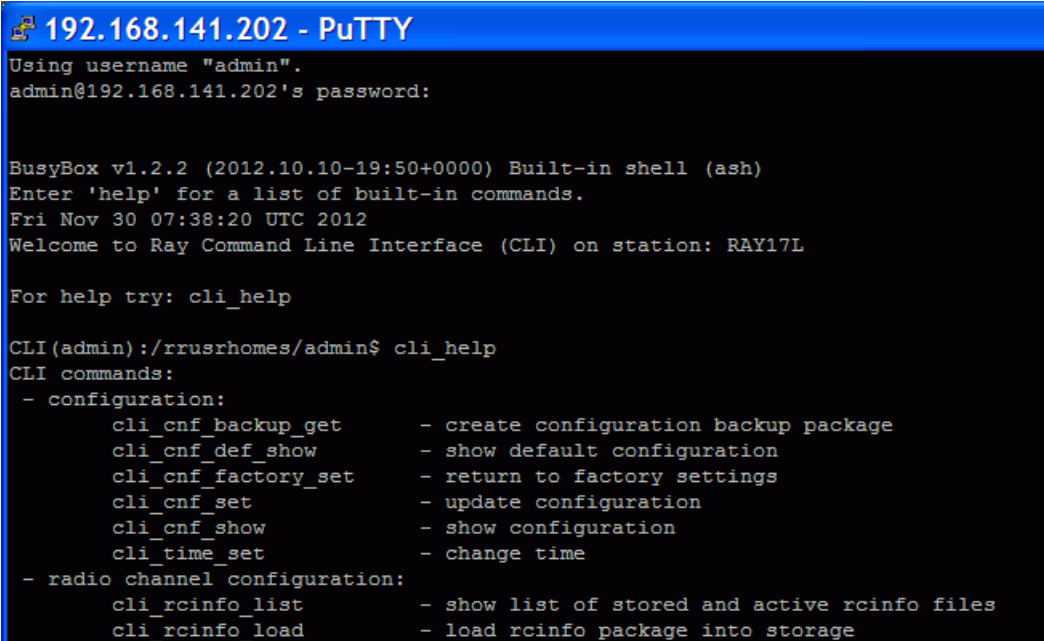
```
ssh admin@192.168.169.169 -i key
```

Pokud známe heslo a to je povoleno v `Service access/Services/SSH onlykey` v **https** přístupu, pak můžeme klíč vynechat a v následném dotazu se prokázat heslem.

7.2. Práce s CLI

- Přehled možností CLI

cli_help



```

192.168.141.202 - PuTTY
Using username "admin".
admin@192.168.141.202's password:

BusyBox v1.2.2 (2012.10.10-19:50+0000) Built-in shell (ash)
Enter 'help' for a list of built-in commands.
Fri Nov 30 07:38:20 UTC 2012
Welcome to Ray Command Line Interface (CLI) on station: RAY17L

For help try: cli_help

CLI(admin):/rrusrhomes/admin$ cli_help
CLI commands:
- configuration:
  cli_cnf_backup_get      - create configuration backup package
  cli_cnf_def_show        - show default configuration
  cli_cnf_factory_set     - return to factory settings
  cli_cnf_set             - update configuration
  cli_cnf_show            - show configuration
  cli_time_set            - change time
- radio channel configuration:
  cli_rcinfo_list         - show list of stored and active rcinfo files
  cli_rcinfo_load         - load rcinfo package into storage

```

Obr. 7.1: Menu CLI

- Parametry povelů CLI jsou uvedeny v helpch. Například:
 - h výpis helpu
 - t (target) cílová jednotka
 - t l local, lokální, defaultní volba
 - t b both, obě jednotky, položka povelu pro vzdálenou jednotku má předponu PEER_
 - t p peer, protější jednotka, při čtení povelu show
- Při vkládání povelů pomůže doplňování tabelátorem
- Nekorektní povel je odmítnut (např. vložení nedovolené frekvence)
- Parametr, který způsobil přerušení spojení, je po 1 minutě vrácen zpět (Rollback)
- Čtení parametrů lokální jednotky


```
cli_cnf_show
```
- Čtení rádiových parametrů protější jednotky


```
cli_cnf_show -t p | grep RADIO
```
- Zápis parametrů (TX výkon lokální jednotky)


```
cli_cnf_set RADIO_TX_PWR=-3
```

 Položky povelu (RADIO_TX_PWR=) jsou převzaty z výpisu cli_cnf_show

- Zápis více parametrů do obou jednotek

```
cli_cnf_set -t b RADIO_TX_CHAN=17128000 PEER_RADIO_RX_CHAN=17128000
```
- Parametry obsahující mezeru vkládáme do uvozovek:

```
cli_time_set -t b -T '2012-11-27 10:55:00'
```

Nastavení času v obou jednotkách

7.2.1. SSH klíče

- Generování pomocí ssh-keygen

```
[user@laptop ~]$ ssh-keygen -t dsa -f usr_ssh_key
```

Do pracovního adresáře uloží privátní `usr_ssh_key` a veřejnou část klíče `usr_ssh_key.pub`
- Kopírování klíče do jednotky RAY

```
[user@laptop ~]$ scp usr_ssh_key.pub admin@192.168.141.202:/tmp
```

Veřejná část klíče je zapsána do adresáře `/tmp`
- Instalace klíče v jednotce RAY

```
CLI(admin):/rrusrhomes/admin$ cli_user_authkey -c a -k /tmp/usr_ssh_key.pub
```
- Test vstupu do jednotky RAY přes SSH klíč

```
[user@laptop ~]$ ssh -i usr_ssh_key admin@192.168.141.202
```

7.2.2. Skripty

- Příklad skriptu s přístupem přes klíč

```
[user@laptop ~]$ ssh -i usr_ssh_key admin@192.168.141.202
"source /etc/profile;cli_info_link;echo \${?};cli_cnf_show | grep TX_PWR;echo ${?}"
Warning: Permanently added '192.168.141.202' (DSA) to the list of known hosts.
cli_info_link: Link status: up
0
RADIO_TX_PWR=4
0
[user@laptop ~]$
```

- Skript obsahuje:

<pre>source /etc/profile;</pre>	nastavení prostředí
<pre>cli_info_link;</pre>	dotaz na stav linky
<pre>echo \\${?};</pre>	čtení návratové hodnoty
<pre>cli_cnf_show grep TX_PWR;</pre>	dotaz na rádiový výkon
<pre>echo \\${?}</pre>	čtení návratové hodnoty
<pre>cli_info_link: Link status:up</pre>	návratová hodnota
<pre>0</pre>	povel OK
<pre>RADIO_TX_PWR=4</pre>	výkon +4 dBm
<pre>0</pre>	povel OK

7.3. Konfigurace s CLI

7.3.1. Konfigurační soubor

- Záloha konfigurace
`cli_cnf_backup_get`
 Uloží konfiguraci obou jednotek do souboru `cnf_backup.tgz` do pracovního adresáře.
- Obnovení konfigurace
`cli_cnf_set -t b -b cnf_backup.tgz`
 Obnoví konfiguraci obou jednotek ze souboru `cnf_backup.tgz`
- Defaultní konfigurace - výpis
`cli_cnf_def_show`
 Pozor, povel
`cli_cnf_factory_set`
 není default setting - nastaví výrobní parametry, smaže veškeré logy a uložená data. S vysokou pravděpodobností dojde i ke ztrátě spojení na protější stanici!

7.3.2. Firmware upgrade

- Aktuální verze fw
`cli_info_station`
- Příprava souborů
 Balíček fw, například `bm4-RACOM-0.1.12.0.cpio` vložíme pomocí ssh nebo putty do adresáře `/tmp` v RAY17
 Příkaz
`cli_fw_clear_buffer`
 Smaže buffer v RAY
`cli_fw_buffer_status`
 Zkontroluje stav bufferu
- Vložení do bufferů
`cli_fw_load_package -f /tmp/bm4-RACOM-0.1.12.0.cpio`
 Do bufferu nahraje nový fw balíček (20 sec)
`cli_fw_upload2peer`
 Tento fw balíček nahraje také do jednotky peer (20 sec)
- Upgrade
`cli_fw_upgrade -t b`
 V obou jednotkách bude nahrazen firmware novou verzí z bufferu. Po 3 minutách se objeví zpráva:
`Firmware upgrade started. Estimated time to finish is 370 s.`
 Spojení se ukončí. Po několika minutách se znovu přihlásíme do RAY

7.3.3. Autorizace protistanice

V defaultní konfiguraci se jednotka RAY spojí s jakoukoli protější jednotkou a vytvoří komunikační pár. Pokud je požadováno vyšší zabezpečení proti neoprávněnému převzetí komunikace třetí stranou, je možné použít tzv. Zabezpečený režim autorizace protistanice. Tento režim spočívá v uzamknutí dvou konkrétních jednotek do jednoho komunikačního páru. Takto uzamčené jednotky odmítnou navázat spojení s jakoukoli jinou jednotkou. Uzamčení je provedeno pomocí unikátních autorizačních klíčů,

které si mezi sebou jednotky navzájem vymění. Klíče je možné zálohovat na externí médium a připravit se tak na případnou servisní výměnu některé z jednotek.

Celý proces nastavení zabezpečeného režimu sestává z několika kroků:

- Vygenerování unikátních klíčů pro autorizaci:
`cli_link_key_gen -t b`
- Výměna klíčů mezi dvěma komunikačními jednotkami:
`cli_link_key_swap`
- Aplikace klíčů:
`cli_link_key_apply -t b`
Parametr `-t` určuje, zda pracujeme se spojem (`-t b`) nebo pouze s jednou stanicí (`-t 1`).
- Zapnutí zabezpečeného režimu. Obě strany spoje musí mít shodně zabezpečený režim buď zapnutý nebo vypnutý:
`cli_cnf_set -t b SVC_SECURE_PEER_MODE=on PEER_SVC_SECURE_PEER_MODE=on`
- Vypnutí zabezpečeného režimu:
`cli_cnf_set -t b SVC_SECURE_PEER_MODE=off PEER_SVC_SECURE_PEER_MODE=off`
- Záloha klíčů na externí médium. Zálohu je nutné provést pro možnost případné servisní výměny jedné ze stanic. Bez autorizačního klíče (nahraného do nové stanice) by se stávající stanice odmítla s novou stanicí spojit.
`cli_link_key_save -s s -f <file>`
Klíč je zálohován do zvoleného souboru ve vnitřním souborovém systému jednotky. Na externí médium jej lze přenést např. pomocí scp klienta.
- Obnovení klíčů z externího média.
Klíč nejdříve přeneseme do vnitřního souborového systému jednotky např. pomocí scp klienta. Poté můžeme aplikovat CLI příkazy:
`cli_link_key_load -t b -f <file>`
`cli_link_key_apply -t b`

8. Řešení problémů

- **Nesprávná polarizace**

K dosažení stavu TX polarizace *horizontal* nebo *vertikal* v menu *Status/Device* musí být vyzářovací osa vodorovně, držadlo jednotky vodorovně nebo svisle a konektory směřovat šikmo dolů. Vyhodnocuje se každá jednotka samostatně.

- **Nedaří se navázat spojení**

Začněte s nejodolnější konfigurací. Tato konfigurace závisí na konkrétním typu stanice. Doporučíme využít nejužší dostupné pásmo (např. 3.5 MHz), nejnižší stupeň modulace (QPSK) a nejvyšší dostupný výstupní výkon. TX a RX kanály musí být shodné jako RX a TX kanály protější jednotky. Po navázání spojení a nasměrování antén přejdeme na provozní parametry.

Jednotky v licenčním pásmu (RAY10, RAY11) se montují se shodnou TX polarizací (obě držadla vodorovně nebo obě svisle).

Jednotky pracující v pásmu ISM (RAY17, RAY24) musí být namontované jedna s horizontální TX polarizací (horizontální rukojeť) a druhá s vertikální TX polarizací (vertikální rukojeť).

- **Přístup k lokální jednotce je blokován**

Přístup k místní jednotce může být zablokován, například vyřazením HTTPS přístupu. Máte-li přístup na vzdálené jednotce přes HTTPS, zadejte její adresu do adresního pole webového prohlížeče. Odkaz převede paket přes místní jednotku s blokováním přístupu až ke vzdálené jednotce, která vám umožní přístup k ovládání menu obou jednotek. Pozor, vzdálená jednotka se bude hlásit jako "Local".

- **Rozlišení Local-Remote**

Jednotka, do které vstoupíme servisním přístupem se vždy hlásí jako Local. Pokud jsme k ní připojeni přes druhou jednotku (peer) a rádiový kanál, pak je třeba jisté opatrnosti. Například nesnížit v ní vysílací výkon tak, až je přerušena linka. Chyby tohoto typu však po 1 minutě opraví funkce roll-back.

Rozlišení lze provést porovnáním délky pingu na Local a Remote. Ping na jednotku za rádiovým kanálem je pomalejší. Rozdíl je výraznější při dlouhém paketu a nízké rychlosti na rádiovém kanálu.

- **Zabezpečení přístupu**

Pro lepší ochranu proti neoprávněnému přístupu ke konfiguraci, byste měli povolit pouze nejnужnější možnosti přístupu. Nejbezpečnější je typ SSH s klíčem – nechat zaškrtnuté pouze SSH.

- **RSS**

Pro konfigurování linky a sledování jejího stavu je několik možností zobrazení síly signálu RSS. Prosím, mějte na paměti, že RAY není měřicím přístrojem, proto je přesnost čtení RSS omezená. Přestože je většinou přesnost lepší než ± 2 dB, neměla by být absolutní hodnota RSS používána pro přesné srovnání, např. mezi dvěma linkami.

- **Problém s https certifikátem**

Viz příloha Přístupový certifikát.

9. Technické parametry

Pro přehlednost zde uvádíme i základní technické parametry spojů RAY10, viz manuál RAY10¹.

9.1. Obecné parametry

9.1.1. Přehled technických parametrů

Typ	Licenční pásma		ISM pásma	
	RAY10	RAY11	RAY17	RAY24
Pásmo [GHz] sub-pásma A,B..	A: 10.30 – 10.59 B: 10.15 – 10.65	A,B: 10.70 – 11.70 C,D: 10.50 – 10.68	17.1 – 17.3	24.0 – 24.25
ODU jednotky	Jednotka L a U		Jedna univerzální jednotka	
Duplexní rozestup [MHz]	jakákoli kombinace kanálů L a U	A,B: 490, 530 C,D: 91	volitelný min 60	volitelný min 60
Kanálová rozteč CS [MHz]	7, 14, 28	A,B: 1.75, 3.5, 7, 14, 28, 30, 40, 56 C,D: 1.75, 3.5, 7, 14, 28	3.5, 7, 14, 28, 40, 56	3.5, 7, 14, 28, 40, 56
Kmitočty kanálů	podrobně ²	podrobně	podrobně	podrobně
Uživatelská rychlost [Mbps]	8.5 – 170 podrobně ³	A,B: 2.5 – 360 C,D: 2.5 - 177 podrobně	4.9 – 360 podrobně	4.9 – 360 podrobně
Latence [μs]	140 (64B/170Mbps)	81 (64B/359Mbps), 234 (1518B/359Mbps)		
Citlivost, BER 10 ⁻⁶ [dBm]	-96 (8.5 Mbps) -69 (166 Mbps) podrobně ⁴	-99 (2.5 Mbps) -67 (340 Mbps) podrobně	-96 (4.9 Mbps) -66 (340 Mbps) podrobně	-96 (4.9 Mbps) -65 (340 Mbps) podrobně
Výstupní výkon [dBm]	-5 – +10	-5 – +23 (QPSK) -5 – +17 (256QAM)	-25 – +5	-30 – +10
ATPC	ne	ano	ano	ano
Spotřeba [W]	17	24	21	23
Hmotnost [kg]	2.9	2.8	2.5	2.5
Rádio param.	EN 302 217-2-2 V 1.3.1		EN 300 440-2 V 1.4.1	

ver. 2.1

¹ <http://www.racom.eu/cz/products/m/ray/index.html>

² http://www.racom.eu/eng/products/m/ray/tech_par.html#kmit10a

³ http://www.racom.eu/eng/products/m/ray/tech_par.html#mod10

⁴ http://www.racom.eu/cz/products/m/ray/tech_par.html#rad10

Modulace	fixní QPSK, 16, 32, 64, 128, 256 QAM nebo ACM
FEC	LDPC
Uživatelský interface	1 Gb Eth. (10/100/1000) (IEEE 802.3ac 1000BASE-T) , MTU1536B, doporučený kabel S/FTP CAT7
Servisní (volitelný)	100 Mb (10/100) Eth. (IEEE 802.3u 100BASE-TX) , S/FTP CAT7 nebo CAT5
Napájení	PoE, 40 - 60 VDC , IEEE 802.3at do 100m , uživatelský interface
Teplota prostředí	- 30 – + 55°C (ETSI EN 300019-1-4, class 4.1.)
Mechanické provedení	FOD (Full Outdoor)
Rozměry	245 × 245 × 150 mm
EMC	ETSI EN 301 489-1 V 1.8.1 (2008-04), ETSI EN 301 489-17 V1.3.2 (2008-04)
Elektrická bezpečnost	EN 60 950-1:2004

ver. 1.0

9.1.2. Přenosové rychlosti

Nominální přenosové rychlosti

RAy xx		User data rate [Mbps]							
Modulation / CS	1.75 MHz	3.5 MHz	7 MHz	14 MHz	28 / 30 MHz		40 MHz	56 MHz	56 MHz TO
	ACCP	ACCP	ACCP	ACCP	ACCP	ACAP	ACCP	ACCP	ACCP
QPSK	2.5	4.9	8.5	19.9	36.8	38.3	50.1	72.9	85.8
16-QAM	4.9	9.6	17.2	38.8	80.9	84.1	110.0	160.2	169.9
32-QAM	6.3	12.1	22.1	49.1	102.4	106.4	139.2	202.7	206.2
64-QAM	7.4	14.3	29.7	62.3	129.8	135.0	176.5	256.9	268.1
128-QAM	8.9	17.2	34.7	73.6	155.5	161.7	211.4	303.7	309.0
256-QAM		19.7	40.7	81.2	170.7	185.2	232.1	337.7	358.9

ver. 2.5

Přenosové rychlosti dle RFC 2544

RAy xx		Link speed [Mbps] for frames 64 - 1518 B								minimum maximum values
Modulation / CS	1.75 MHz	3.5 MHz	7 MHz	14 MHz	28 / 30 MHz		40 MHz	56 MHz	56 MHz TO	
	ACCP	ACCP	ACCP	ACCP	ACCP	ACAP	ACCP	ACCP	ACCP	
QPSK	2.1	4.2	7.5	17.6	32.6	33.8	44.3	64.7	76.1	
	2.3	4.6	8.3	19.6	36.5	37.9	49.6	72.3	85.2	
16-QAM	4.3	8.4	15.1	34.3	71.7	74.6	97.5	142.1	150.7	
	4.8	9.3	17.0	38.5	80.2	83.4	109.2	159.0	168.6	
32-QAM	5.4	10.6	19.6	43.4	90.7	94.3	123.4	179.9	182.9	
	6.0	11.9	21.8	48.6	101.5	105.6	138.2	201.3	204.8	
64-QAM	6.5	12.6	26.1	55.2	115.1	119.7	156.6	228.0	238.1	
	7.2	14.1	29.3	61.7	128.8	133.9	175.3	255.1	266.4	
128-QAM	7.8	15.1	30.7	65.2	138.0	143.5	187.7	269.7	274.5	
	8.7	17.0	34.3	73.0	154.5	160.5	209.9	301.6	307.1	
256-QAM		17.4	36.1	71.9	151.5	164.4	206.1	300.2	318.8	
		19.4	40.3	80.5	169.5	184.0	230.7	335.8	356.5	

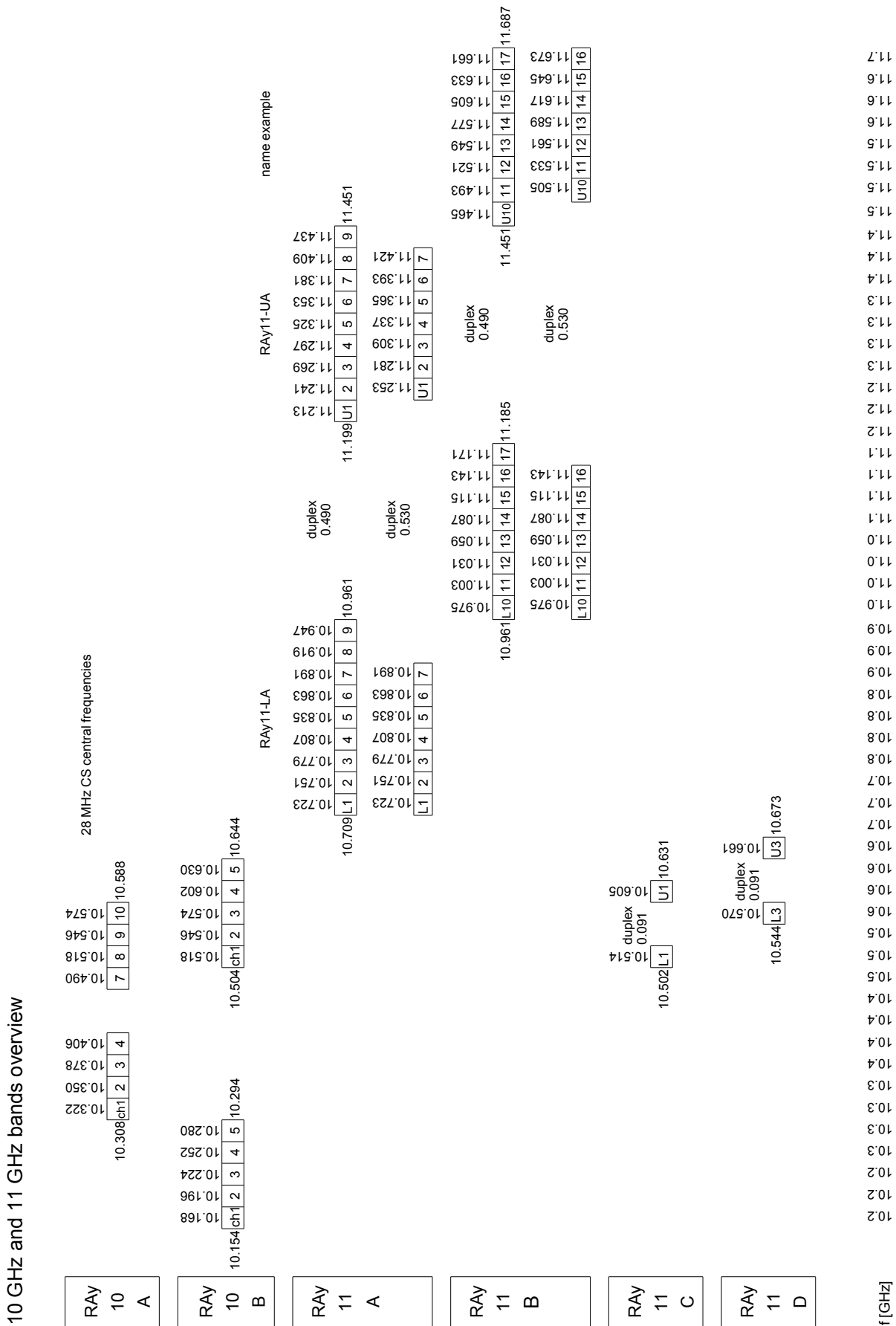
ver. 1.1

9.1.3. Duplexní rozestupy

Duplexní rozestupy kanálů L a U			
RAy10			
Sub-pásma			
A	Všechny kombinace kanálů		
B	Všechny kombinace kanálů		
RAy11			
Sub-pásma	Duplexní rozestupy [MHz]		
A, B	490, 530		
C, D	91		
RAy17			
	Volitelný duplexní rozestup		
Šířka kanálu	minimum	default	maximum
[MHz]	[MHz]	[MHz]	[MHz]
3.5	60	73.5	192.5
7	60	73.5	192.5
14	65	87.5	185.5
28	70	87.5	171.5
40	70	73.5	157.5
56	85	87.5	143.5
RAy24			
	Volitelný duplexní rozestup		
Šířka kanálu	minimum	default	maximum
[MHz]	[MHz]	[MHz]	[MHz]
3.5	60	73.5	241.5
7	60	73.5	238.0
14	65	87.5	234.5
28	70	87.5	220.5
40	70	73.5	206.5
56	85	87.5	192.5

ver. 2.2

9.1.4. Přehled frekvencí 10 GHz a 11 GHz, pro CS 28 MHz



ver. 2.0

9.1.5. Struktura tabulek jmenovitých frekvencí

RAY11 – xA , RAY11 – xB ¹⁾			TX channel nominal frequencies Band 10.7 – 11.7 GHz, ³⁾ duplex frequency 490 MHz ⁴⁾		
Bandwidth: 56 MHz (CS 80) ²⁾			CEPT 12-06 Annex C ⁵⁾		
A sub-band ⁶⁾ (Freq.table: rcinfo11_A_490, rcinfo11_A_490_n) ⁷⁾			B sub-band (Freq.table: rcinfo11_B_490, rcinfo11_B_490_n)		
Ch.No.	Lower [MHz]	Upper [MHz]	Ch.No.	Lower [MHz]	Upper [MHz]
1 ⁸⁾	10755 ⁹⁾	11245 ¹⁰⁾	7	10995	11485
2	10795	11285	8	11035	11525
3	10835	11325	9	11075	11565
4	10875	11365	10	11115	11605
5	10915	11405	11	11155	11645

ver. 1.0 ¹¹⁾

- 1) Název mikrovlnné jednotky, ke které se tabulka vztahuje. Písmeno "x" je použito jako zástupný znak pro "L"-Lower band a "U"-Upper band.

Příklad: "RAY11-xA" platí pro jednotky "RAY11-LA" a "RAY11-UA". Více viz přehledová tabulka jednotlivých variant mikrovlnných spojů.

Poznámka: Provedení jednotek jako dvou-portových (např. RAY11-LA-2), nemá na volbu frekvenčních tabulek žádný vliv.

- 2) Název konkrétní sady kanálů (jmenovitých frekvencí), jak je označena v konfiguračním rozhraní mikrovlnné jednotky (viz Konfigurace, položka "Bandwidth [MHz]"). Název především určuje zvolenou šířku pásma. V případě, že pro danou šířku pásma existuje více variant rozdělení celého pásma na jednotlivé kanály, je v názvu uveden další rozlišující text.

Příklad: Tabulka s parametrem Bandwidth "40 MHz (ITU)" udává rozdělení kanálů pro šířku pásma 40 MHz dle doporučení ITU-R F.387 rec.1.2, viz dále poznámka č. 5).

Tabulka s parametrem Bandwidth "40 MHz (ACMA)" udává rozdělení kanálů pro šířku pásma 40 MHz dle doporučení ITU-R F.387 rec. 1.1 (b), které se používá např. v Austrálii.

- 3) Celý rozsah frekvenčního pásma.
- 4) Duplex spacing - rozdíl frekvence mezi jednotlivými páry Lower a Upper kanálů
- 5) Označení doporučení ze kterého vychází dané rozdělení kanálů.
- 6) Označení sub pásma ve kterém jsou dané kanály k dispozici.
- 7) Název "frekvenční tabulky" ve které se nachází popisovaná sada kanálů, viz Konfigurace.
- 8) Číslo kanálu, jak je označen v konfiguračním rozhraní mikrovlnné jednotky (viz manuál - položka "TX channel [GHz]").
- 9) Frekvence TX kanálu pro vysílání v dolní (Lower) části pásma.
- 10) Frekvence TX kanálu pro vysílání v horní (Upper) části pásma.
- 11) Číslo verze tabulky.

9.2. Parametry RAY11 A,B

9.2.1. Výstupní výkon

RAY11-xA, RAY11-xB	TX power	
	Max [dBm]	Min [dBm]
QPSK	23	-5
16-QAM	20	-5
32-QAM	19	-5
64-QAM	18	-5
128-QAM	18	-5
256-QAM	17	-5

ver. 2.0

9.2.2. Rádiové parametry

RAY11-xA, RAY11-xB			Channel spacing 1.75 MHz; ACCP operation					
Modulation	Raw Bit Rate	User Bit Rate	RSS / SNR for BER 10 ⁻⁶		Co-channel rejection		Adjacent channel Selectivity	
			RSS	SNR	1 dB	3 dB	1 dB	3 dB
					declared / limit	declared / limit	declared / limit	declared / limit
[-]	[Mbps]	[dBm]	[dB]	[dB]	[dB]	[dB]	[dB]	
QPSK	3.1	2.5	-99	9.5	15 / 23	12 / 19	-12 / 0	-14 / -4
16-QAM	6.3	4.9	-93	15.0	22 / 30	20 / 26.5	-11 / -3	-13 / -7
32-QAM	7.8	6.3	-89	19.0	24 / 30	22 / 26.5	-10 / -3	-12 / -7
64-QAM	9.4	7.4	-88	20.5	29 / 30	26 / 26.5	-9 / -3	-10 / -7
128-QAM	11.0	8.9	-85	23.5	30 / 30	28 / 26.5	-8 / -3	-7 / -7

ver. 2.1

RAY11-xA, RAY11-xB			Channel spacing 3.5 MHz; ACCP operation					
Modulation	Raw Bit Rate	User Bit Rate	RSS / SNR for BER 10 ⁻⁶		Co-channel rejection		Adjacent channel Selectivity	
			RSS	SNR	1 dB	3 dB	1 dB	3 dB
					declared / limit	declared / limit	declared / limit	declared / limit
[-]	[Mbps]	[dBm]	[dB]	[dB]	[dB]	[dB]	[dB]	
QPSK	6	4.9	-97	9.5	15 / 23	12 / 19	-14 / 0	-16 / -4
16-QAM	12	9.6	-90	15.0	22 / 30	20 / 26.5	-13 / -3	-15 / -7
32-QAM	15	12.1	-87	18.5	24 / 30	22 / 26.5	-12 / -3	-14 / -7
64-QAM	18	14.3	-84	20.5	29 / 30	26 / 26.5	-11 / -3	-12 / -7
128-QAM	21	17.1	-83	23.5	30 / 30	28 / 26.5	-9 / -3	-8 / -7
256-QAM	24	19.7	-81	26.0	33 / 30	31 / 26.5	-5 / -3	-7 / -7

ver. 2.1

RAY11-xA, RAY11-xB			Channel spacing 7 MHz; ACCP operation					
Modulation	Raw Bit Rate	User Bit Rate	RSS / SNR for BER 10 ⁻⁶		Co-channel rejection		Adjacent channel Selectivity	
			RSS	SNR	1 dB	3 dB	1 dB	3 dB
					declared / limit	declared / limit	declared / limit	declared / limit
[-]	[Mbps]	[dBm]	[dB]	[dB]	[dB]	[dB]	[dB]	
QPSK	12	8.5	-95	8.5	15 / 23	12 / 19	-20 / 0	-22 / -4
16-QAM	24	17.2	-88	15.0	22 / 30	20 / 26.5	-18 / -3	-19 / -7
32-QAM	30	22.1	-85	18.5	24 / 37	22 / 33	-16 / -2	-18 / -6
64-QAM	36	29.7	-81	21.5	29 / 37	26 / 33	-14 / -2	-16 / -6
128-QAM	42	34.7	-78	25.0	32 / 37	30 / 33	-12 / -2	-14 / -6
256-QAM	49	40.7	-77	26.0	33 / 37	31 / 33	-10 / -2	-12 / -6

ver. 2.2

RAY11-xA, RAY11-xB					Channel spacing 14 MHz; ACCP operation			
Modulation	Raw Bit Rate	User Bit Rate	RSS / SNR for BER 10 ⁻⁶		Co-channel rejection		Adjacent channel Selectivity	
			RSS	SNR	1 dB	3 dB	1 dB	3 dB
					declared / limit	declared / limit	declared / limit	declared / limit
[-]	[Mbps]	[dBm]	[dB]	[dB]	[dB]	[dB]	[dB]	
QPSK	24	19.9	-93	8.5	14 / 23	12 / 19	-21 / 0	-23 / -4
16-QAM	48	38.8	-86	15.0	20 / 30	18 / 26.5	-19 / -3	-21 / -7
32-QAM	60	49.1	-82	18.5	26 / 33	23 / 29	-17 / -5	-19 / -9
64-QAM	72	62.3	-79	21.5	28 / 37	26 / 33	-14 / -2	-17 / -6
128-QAM	84	73.6	-75	25.0	30 / 37	28 / 33	-12 / -2	-14 / -6
256-QAM	96	81.2	-72	28.0	33 / 37	31 / 33	-10 / -2	-12 / -6

ver. 2.0

RAY11-xA, RAY11-xB					Channel spacing 28 / 30 MHz; ACCP operation			
Modulation	Raw Bit Rate	User Bit Rate	RSS / SNR for BER 10 ⁻⁶		Co-channel rejection		Adjacent channel Selectivity	
			RSS	SNR	1 dB	3 dB	1 dB	3 dB
					declared / limit	declared / limit	declared / limit	declared / limit
[-]	[Mbps]	[dBm]	[dB]	[dB]	[dB]	[dB]	[dB]	
QPSK	50	36.8	-91	7.5	12 / 23	10 / 19	-21 / 0	-23 / -4
16-QAM	100	80.9	-83	15.0	20 / 30	18 / 26.5	-18 / -3	-20 / -7
32-QAM	125	102.4	-79	18.5	24 / 33	22 / 29	-16 / -5	-19 / -9
64-QAM	150	129.8	-76	21.5	28 / 35	26 / 32	-12 / -5	-15 / -8
128QAM	175	155.5	-72	25.0	30 / 35	28 / 32	-9 / -5	-12 / -8
256-QAM	200	170.7	-70	26.5	33 / 35	31 / 32	-6 / -5	-9 / -8

ver. 2.0

RAY11-xA, RAY11-xB					Channel spacing 28 / 30 MHz; ACAP operation			
Modulation	Raw Bit Rate	User Bit Rate	RSS / SNR for BER 10 ⁻⁶		Co-channel rejection		Adjacent channel Selectivity	
			RSS	SNR	1 dB	3 dB	1 dB	3 dB
					declared / limit	declared / limit	declared / limit	declared / limit
[-]	[Mbps]	[dBm]	[dB]	[dB]	[dB]	[dB]	[dB]	
QPSK	52	38.3	-89.5	7.5	12 / 23	10 / 19	-15 / 0	-17 / -4
16-QAM	104	84.1	-82.5	15.0	20 / 30	18 / 26.5	-12 / -3	-14 / -7
32-QAM	130	106.4	-78.5	18.5	24 / 37	22 / 33	-10 / 3	-13 / -1
64-QAM	156	135.0	-75.5	21.5	28 / 37	26 / 33	-6 / 3	-9 / -1
128QAM	182	161.7	-71.5	25.0	30 / 37	28 / 33	-3 / 3	-6 / -1
256-QAM	208	185.2	-69.5	26.5	33 / 41	31 / 38	0 / 10	-3 / 7

ver. 2.1

RAY11-xA, RAY11-xB					Channel spacing 40 MHz; ACCP operation			
Modulation	Raw Bit Rate	User Bit Rate	RSS / SNR for BER 10 ⁻⁶		Co-channel rejection		Adjacent channel Selectivity	
			RSS	SNR	1 dB	3 dB	1 dB	3 dB
					declared / limit	declared / limit	declared / limit	declared / limit
[-]	[Mbps]	[dBm]	[dB]	[dB]	[dB]	[dB]	[dB]	
QPSK	68	50.1	-88	7.5	12 / 33	10 / 29	-22 / -4	-24 / -8
16-QAM	136	110.0	-81	15.0	19 / 33	17 / 29	-18 / -4	-21 / -8
32-QAM	170	139.2	-77	18.5	24 / 33	21 / 29	-16 / -4	-19 / -8
64-QAM	204	176.5	-74	21.5	27 / 33	25 / 29	-14 / -4	-16 / -8
128QAM	238	211.4	-70	25.0	30 / 37	28 / 33	-10 / -4	-12 / -8
256-QAM	272	232.1	-68	26.5	33 / 37	30 / 33	-8 / -4	-10 / -8

ver. 2.0

RAY11-xA, RAY11-xB					Channel spacing 56 MHz; ACCP operation			
Modulation	Raw Bit Rate	User Bit Rate	RSS / SNR for BER 10 ⁻⁶		Co-channel rejection		Adjacent channel Selectivity	
			RSS	SNR	1 dB	3 dB	1 dB	3 dB
					declared / limit	declared / limit	declared / limit	declared / limit
[-]	[Mbps]	[dBm]	[dB]	[dB]	[dB]	[dB]	[dB]	
QPSK	99	72.9	-87	7.5	12 / 23	10 / 19	-26 / 0	-28 / -4
16-QAM	198	160.2	-80	15.0	19 / 30	17 / 26.5	-19 / -3	-21 / -7
32-QAM	247.5	202.7	-76	18.5	24 / 33	22 / 29	-15 / -5	-17 / -9
64-QAM	297	256.9	-73	21.5	27 / 35	25 / 32	-14 / -5	-16 / -8
128QAM	346.5	303.7	-69	25.0	30 / 35	28 / 32	-10 / -5	-12 / -8
256-QAM	396	337.7	-67	26.5	33 / 35	30 / 32	-8 / -5	-10 / -8

ver. 2.0

RAY11-xA, RAY11-xB					Channel spacing 56 MHz TO; ACCP operation			
Modulation	Raw Bit Rate	User Bit Rate	RSS / SNR for BER 10 ⁻⁶		Co-channel rejection		Adjacent channel Selectivity	
			RSS	SNR	1 dB	3 dB	1 dB	3 dB
					declared / limit	declared / limit	declared / limit	declared / limit
[-]	[Mbps]	[dBm]	[dB]	[dB]	[dB]	[dB]	[dB]	
QPSK	99	85.8	-85	10.0	13 / 23	11 / 19	-24 / 0	-26 / -4
16-QAM	198	169.9	-78	16.0	20 / 30	18 / 26.5	-18 / -3	-20 / -7
32-QAM	247.5	206.2	-74	19.0	25 / 33	23 / 29	-14 / -5	-15 / -9
64-QAM	297	268.1	-70	22.5	29 / 35	26 / 32	-9 / -5	-11 / -8
128QAM	346.5	309.0	-67	25.5	32 / 35	29 / 32	-8 / -5	-10 / -8
256-QAM	396	358.9	-64	27.5	35 / 35	32 / 32	-7 / -5	-8 / -8

ver. 2.1

RAY11 – xA , RAY11 – xB			TX channel nominal frequencies								
			Band 10.7 – 11.7 GHz, duplex spacing 490 MHz								
Bandwidth: 3.5 MHz			Channel arrangements based on 28 MHz channels								
A sub-band (Freq.table: rcinfo11_A_490, rcinfo11_A_490_n)			B sub-band (Freq.table: rcinfo11_B_490, rcinfo11_B_490_n)								
Ch.No.	Lower [MHz]	Upper [MHz]	Ch.No.	Lower [MHz]	Upper [MHz]	Ch.No.	Lower [MHz]	Upper [MHz]	Ch.No.	Lower [MHz]	Upper [MHz]
1	10710.75	11200.75	38	10840.25	11330.25	69	10948.75	11438.75	103	11067.75	11557.75
2	10714.25	11204.25	39	10843.75	11333.75	70	10952.25	11442.25	104	11071.25	11561.25
3	10717.75	11207.75	40	10847.25	11337.25	71	10955.75	11445.75	105	11074.75	11564.75
4	10721.25	11211.25	41	10850.75	11340.75	72	10959.25	11449.25	106	11078.25	11568.25
5	10724.75	11214.75	42	10854.25	11344.25	73	10962.75	11452.75	107	11081.75	11571.75
6	10728.25	11218.25	43	10857.75	11347.75	74	10966.25	11456.25	108	11085.25	11575.25
7	10731.75	11221.75	44	10861.25	11351.25	75	10969.75	11459.75	109	11088.75	11578.75
8	10735.25	11225.25	45	10864.75	11354.75	76	10973.25	11463.25	110	11092.25	11582.25
9	10738.75	11228.75	46	10868.25	11358.25	77	10976.75	11466.75	111	11095.75	11585.75
10	10742.25	11232.25	47	10871.75	11361.75	78	10980.25	11470.25	112	11099.25	11589.25
11	10745.75	11235.75	48	10875.25	11365.25	79	10983.75	11473.75	113	11102.75	11592.75
12	10749.25	11239.25	49	10878.75	11368.75	80	10987.25	11477.25	114	11106.25	11596.25
13	10752.75	11242.75	50	10882.25	11372.25	81	10990.75	11480.75	115	11109.75	11599.75
14	10756.25	11246.25	51	10885.75	11375.75	82	10994.25	11484.25	116	11113.25	11603.25
15	10759.75	11249.75	52	10889.25	11379.25	83	10997.75	11487.75	117	11116.75	11606.75
16	10763.25	11253.25	53	10892.75	11382.75	84	11001.25	11491.25	118	11120.25	11610.25
17	10766.75	11256.75	54	10896.25	11386.25	85	11004.75	11494.75	119	11123.75	11613.75
18	10770.25	11260.25	55	10899.75	11389.75	86	11008.25	11498.25	120	11127.25	11617.25
19	10773.75	11263.75	56	10903.25	11393.25	87	11011.75	11501.75	121	11130.75	11620.75
20	10777.25	11267.25	57	10906.75	11396.75	88	11015.25	11505.25	122	11134.25	11624.25
21	10780.75	11270.75	58	10910.25	11400.25	89	11018.75	11508.75	123	11137.75	11627.75
22	10784.25	11274.25	59	10913.75	11403.75	90	11022.25	11512.25	124	11141.25	11631.25
23	10787.75	11277.75	60	10917.25	11407.25	91	11025.75	11515.75	125	11144.75	11634.75
24	10791.25	11281.25	61	10920.75	11410.75	92	11029.25	11519.25	126	11148.25	11638.25
25	10794.75	11284.75	62	10924.25	11414.25	93	11032.75	11522.75	127	11151.75	11641.75
26	10798.25	11288.25	63	10927.75	11417.75	94	11036.25	11526.25	128	11155.25	11645.25
27	10801.75	11291.75	64	10931.25	11421.25	95	11039.75	11529.75	129	11158.75	11648.75
28	10805.25	11295.25	65	10934.75	11424.75	96	11043.25	11533.25	130	11162.25	11652.25
29	10808.75	11298.75	66	10938.25	11428.25	97	11046.75	11536.75	131	11165.75	11655.75
30	10812.25	11302.25	67	10941.75	11431.75	98	11050.25	11540.25	132	11169.25	11659.25
31	10815.75	11305.75	68	10945.25	11435.25	99	11053.75	11543.75	133	11172.75	11662.75
32	10819.25	11309.25	69	10948.75	11438.75	100	11057.25	11547.25	134	11176.25	11666.25
33	10822.75	11312.75	70	10952.25	11442.25	101	11060.75	11550.75	135	11179.75	11669.75
34	10826.25	11316.25	71	10955.75	11445.75	102	11064.25	11554.25	136	11183.25	11673.25
35	10829.75	11319.75	72	10959.25	11449.25						
36	10833.25	11323.25	73	10962.75	11452.75						
37	10836.75	11326.75									

ver. 2.1

RAy11 – xA , RAY11 – xB			TX channel nominal frequencies		
Bandwidth: 7 MHz			Band 10.7 – 11.7 GHz, duplex spacing 490 MHz		
A sub-band (Freq.table: rcinfo11_A_490, rcinfo11_A_490_n)			B sub-band (Freq.table: rcinfo11_B_490, rcinfo11_B_490_n)		
Ch.No.	Lower [MHz]	Upper [MHz]	Ch.No.	Lower [MHz]	Upper [MHz]
1	10712.5	11202.5	35	10950.5	11440.5
2	10719.5	11209.5	36	10957.5	11447.5
3	10726.5	11216.5	37	10964.5	11454.5
4	10733.5	11223.5	38	10971.5	11461.5
5	10740.5	11230.5	39	10978.5	11468.5
6	10747.5	11237.5	40	10985.5	11475.5
7	10754.5	11244.5	41	10992.5	11482.5
8	10761.5	11251.5	42	10999.5	11489.5
9	10768.5	11258.5	43	11006.5	11496.5
10	10775.5	11265.5	44	11013.5	11503.5
11	10782.5	11272.5	45	11020.5	11510.5
12	10789.5	11279.5	46	11027.5	11517.5
13	10796.5	11286.5	47	11034.5	11524.5
14	10803.5	11293.5	48	11041.5	11531.5
15	10810.5	11300.5	49	11048.5	11538.5
16	10817.5	11307.5	50	11055.5	11545.5
17	10824.5	11314.5	51	11062.5	11552.5
18	10831.5	11321.5	52	11069.5	11559.5
19	10838.5	11328.5	53	11076.5	11566.5
20	10845.5	11335.5	54	11083.5	11573.5
21	10852.5	11342.5	55	11090.5	11580.5
22	10859.5	11349.5	56	11097.5	11587.5
23	10866.5	11356.5	57	11104.5	11594.5
24	10873.5	11363.5	58	11111.5	11601.5
25	10880.5	11370.5	59	11118.5	11608.5
26	10887.5	11377.5	60	11125.5	11615.5
27	10894.5	11384.5	61	11132.5	11622.5
28	10901.5	11391.5	62	11139.5	11629.5
29	10908.5	11398.5	63	11146.5	11636.5
30	10915.5	11405.5	64	11153.5	11643.5
31	10922.5	11412.5	65	11160.5	11650.5
32	10929.5	11419.5	66	11167.5	11657.5
33	10936.5	11426.5	67	11174.5	11664.5
34	10943.5	11433.5	68	11181.5	11671.5
35	10950.5	11440.5			
36	10957.5	11447.5			

ver. 2.1

RAy11 – xA , RAY11 – xB			TX channel nominal frequencies		
Bandwidth: 14 MHz			Band 10.7 – 11.7 GHz, duplex spacing 490 MHz		
Channel arrangements based on 28 MHz channels					
A sub-band (Freq.table: rcinfo11_A_490, rcinfo11_A_490_n)			B sub-band (Freq.table: rcinfo11_B_490, rcinfo11_B_490_n)		
Ch.No.	Lower [MHz]	Upper [MHz]	Ch.No.	Lower [MHz]	Upper [MHz]
1	10716	11206	19	10968	11458
2	10730	11220	20	10982	11472
3	10744	11234	21	10996	11486
4	10758	11248	22	11010	11500
5	10772	11262	23	11024	11514
6	10786	11276	24	11038	11528
7	10800	11290	25	11052	11542
8	10814	11304	26	11066	11556
9	10828	11318	27	11080	11570
10	10842	11332	28	11094	11584
11	10856	11346	29	11108	11598
12	10870	11360	30	11122	11612
13	10884	11374	31	11136	11626
14	10898	11388	32	11150	11640
15	10912	11402	33	11164	11654
16	10926	11416	34	11178	11668
17	10940	11430			
18	10954	11444			

ver. 2.1

RAy11 – xA , RAY11 – xB			TX channel nominal frequencies		
Bandwidth: 28 MHz			Band 10.7 – 11.7 GHz, duplex spacing 490 MHz		
Channel arrangements based on 28 MHz channels			CEPT Rec. 12-06, Annex B.2		
A sub-band (Freq.table: rcinfo11_A_490, rcinfo11_A_490_n)			B sub-band (Freq.table: rcinfo11_B_490, rcinfo11_B_490_n)		
Ch.No.	Lower [MHz]	Upper [MHz]	Ch.No.	Lower [MHz]	Upper [MHz]
1	10723	11213	10	10975	11465
2	10751	11241	11	11003	11493
3	10779	11269	12	11031	11521
4	10807	11297	13	11059	11549
5	10835	11325	14	11087	11577
6	10863	11353	15	11115	11605
7	10891	11381	16	11143	11633
8	10919	11409	17	11171	11661
9	10947	11437			

ver. 2.1

RAy11 – xA , RAY11 – xB			TX channel nominal frequencies		
Bandwidth: 30 MHz			Band 10.7 – 11.7 GHz, duplex spacing 490 MHz		
A sub-band (Freq.table: rcinfo11_A_490, rcinfo11_A_490_n)			B sub-band (Freq.table: rcinfo11_B_490, rcinfo11_B_490_n)		
Ch.No.	Lower [MHz]	Upper [MHz]	Ch.No.	Lower [MHz]	Upper [MHz]
1	10725	11215	9	10965	11455
2	10755	11245	10	10995	11485
3	10785	11275	11	11025	11515
4	10815	11305	12	11055	11545
5	10845	11335	13	11085	11575
6	10875	11365	14	11115	11605
7	10905	11395	15	11145	11635
8	10935	11425	16	11175	11665

ver. 1.0

RAy11 – xA , RAY11 – xB			TX channel nominal frequencies		
Bandwidth: 40 MHz (ITU)			Band 10.7 – 11.7 GHz, duplex spacing 490 MHz		
A sub-band (Freq.table: rcinfo11_A_490, rcinfo11_A_490_n)			B sub-band (Freq.table: rcinfo11_B_490, rcinfo11_B_490_n)		
Ch.No.	Lower [MHz]	Upper [MHz]	Ch.No.	Lower [MHz]	Upper [MHz]
1	10735	11225	7	10975	11465
2	10775	11265	8	11015	11505
3	10815	11305	9	11055	11545
4	10855	11345	10	11095	11585
5	10895	11385	11	11135	11625
6	10935	11425	12	11175	11665

ver. 1.0

RAy11 – xA , RAY11 – xB			TX channel nominal frequencies		
Bandwidth: 40 MHz (ACMA)			Band 10.7 – 11.7 GHz, duplex spacing 490 MHz		
A sub-band (Freq.table: rcinfo11_A_490, rcinfo11_A_490_n)			B sub-band (Freq.table: rcinfo11_B_490, rcinfo11_B_490_n)		
Ch.No.	Lower [MHz]	Upper [MHz]	Ch.No.	Lower [MHz]	Upper [MHz]
1	10715	11205	8	10995	11485
2	10755	11245	9	11035	11525
3	10795	11285	10	11075	11565
4	10835	11325	11	11115	11605
5	10875	11365	12	11155	11645
6	10915	11405			

ver. 1.0

RAy11 – xA , RAY11 – xB			TX channel nominal frequencies		
Bandwidth: 56 MHz			Band 10.7 – 11.7 GHz, duplex spacing 490 MHz		
CEPT 12-06, Annex C					
A sub-band (Freq.table: rcinfo11_A_490, rcinfo11_A_490_n)			B sub-band (Freq.table: rcinfo11_B_490, rcinfo11_B_490_n)		
Ch.No.	Lower [MHz]	Upper [MHz]	Ch.No.	Lower [MHz]	Upper [MHz]
1	10737	11227	10	10989	11479
2	10765	11255	11	11017	11507
3	10793	11283	12	11045	11535
4	10821	11311	13	11073	11563
5	10849	11339	14	11101	11591
6	10877	11367	15	11129	11619
7	10905	11395	16	11157	11647
8	10933	11423			

ver. 2.1

RAy11 – xA , RAY11 – xB			TX channel nominal frequencies		
Bandwidth: 56 MHz (CS 80)			Band 10.7 – 11.7 GHz, duplex spacing 490 MHz		
CEPT 12-06 Annex C					
A sub-band (Freq.table: rcinfo11_A_490, rcinfo11_A_490_n)			B sub-band (Freq.table: rcinfo11_B_490, rcinfo11_B_490_n)		
Ch.No.	Lower [MHz]	Upper [MHz]	Ch.No.	Lower [MHz]	Upper [MHz]
1	10755	11245	7	10995	11485
2	10795	11285	8	11035	11525
3	10835	11325	9	11075	11565
4	10875	11365	10	11115	11605
5	10915	11405	11	11155	11645

ver. 1.0

RAY11 – xA , RAY11 – xB			TX channel nominal frequencies								
			Band 10.7 – 11.7 GHz, duplex spacing 530 MHz								
Bandwidth: 3.5 MHz			Channel arrangements based on 7 MHz channels								
A sub-band (Freq.table: rcinfo11_A_530, rcinfo11_A_530_n)			B sub-band (Freq.table: rcinfo11_B_530, rcinfo11_B_530_n)								
Ch.No.	Lower [MHz]	Upper [MHz]	Ch.No.	Lower [MHz]	Upper [MHz]	Ch.No.	Lower [MHz]	Upper [MHz]	Ch.No.	Lower [MHz]	Upper [MHz]
1	10710.75	11240.75	32	10819.25	11349.25	69	10948.75	11478.75	100	11057.25	11587.25
2	10714.25	11244.25	33	10822.75	11352.75	70	10952.25	11482.25	101	11060.75	11590.75
3	10717.75	11247.75	34	10826.25	11356.25	71	10955.75	11485.75	102	11064.25	11594.25
4	10721.25	11251.25	35	10829.75	11359.75	72	10959.25	11489.25	103	11067.75	11597.75
5	10724.75	11254.75	36	10833.25	11363.25	73	10962.75	11492.75	104	11071.25	11601.25
6	10728.25	11258.25	37	10836.75	11366.75	74	10966.25	11496.25	105	11074.75	11604.75
7	10731.75	11261.75	38	10840.25	11370.25	75	10969.75	11499.75	106	11078.25	11608.25
8	10735.25	11265.25	39	10843.75	11373.75	76	10973.25	11503.25	107	11081.75	11611.75
9	10738.75	11268.75	40	10847.25	11377.25	77	10976.75	11506.75	108	11085.25	11615.25
10	10742.25	11272.25	41	10850.75	11380.75	78	10980.25	11510.25	109	11088.75	11618.75
11	10745.75	11275.75	42	10854.25	11384.25	79	10983.75	11513.75	110	11092.25	11622.25
12	10749.25	11279.25	43	10857.75	11387.75	80	10987.25	11517.25	111	11095.75	11625.75
13	10752.75	11282.75	44	10861.25	11391.25	81	10990.75	11520.75	112	11099.25	11629.25
14	10756.25	11286.25	45	10864.75	11394.75	82	10994.25	11524.25	113	11102.75	11632.75
15	10759.75	11289.75	46	10868.25	11398.25	83	10997.75	11527.75	114	11106.25	11636.25
16	10763.25	11293.25	47	10871.75	11401.75	84	11001.25	11531.25	115	11109.75	11639.75
17	10766.75	11296.75	48	10875.25	11405.25	85	11004.75	11534.75	116	11113.25	11643.25
18	10770.25	11300.25	49	10878.75	11408.75	86	11008.25	11538.25	117	11116.75	11646.75
19	10773.75	11303.75	50	10882.25	11412.25	87	11011.75	11541.75	118	11120.25	11650.25
20	10777.25	11307.25	51	10885.75	11415.75	88	11015.25	11545.25	119	11123.75	11653.75
21	10780.75	11310.75	52	10889.25	11419.25	89	11018.75	11548.75	120	11127.25	11657.25
22	10784.25	11314.25	53	10892.75	11422.75	90	11022.25	11552.25	121	11130.75	11660.75
23	10787.75	11317.75	54	10896.25	11426.25	91	11025.75	11555.75	122	11134.25	11664.25
24	10791.25	11321.25	55	10899.75	11429.75	92	11029.25	11559.25	123	11137.75	11667.75
25	10794.75	11324.75	56	10903.25	11433.25	93	11032.75	11562.75	124	11141.25	11671.25
26	10798.25	11328.25	57	10906.75	11436.75	94	11036.25	11566.25	125	11144.75	11674.75
27	10801.75	11331.75	58	10910.25	11440.25	95	11039.75	11569.75	126	11148.25	11678.25
28	10805.25	11335.25	59	10913.75	11443.75	96	11043.25	11573.25	127	11151.75	11681.75
29	10808.75	11338.75	60	10917.25	11447.25	97	11046.75	11576.75	128	11155.25	11685.25
30	10812.25	11342.25	61	10920.75	11450.75	98	11050.25	11580.25	129	11158.75	11688.75
31	10815.75	11345.75	62	10924.25	11454.25	99	11053.75	11583.75	130	11162.25	11692.25

ver. 2.1

RAy11 – xA , RAy11 – xB			TX channel nominal frequencies		
Bandwidth: 7 MHz			Band 10.7 – 11.7 GHz, duplex spacing 530 MHz		
ITU-R F.387 , Annex 5			ITU-R F.387 , Annex 5		
A sub-band (Freq.table: rcinfo11_A_530, rcinfo11_A_530_n)			B sub-band (Freq.table: rcinfo11_B_530, rcinfo11_B_530_n)		
Ch.No.	Lower [MHz]	Upper [MHz]	Ch.No.	Lower [MHz]	Upper [MHz]
1	10712.5	11242.5	35	10950.5	11480.5
2	10719.5	11249.5	36	10957.5	11487.5
3	10726.5	11256.5	37	10964.5	11494.5
4	10733.5	11263.5	38	10971.5	11501.5
5	10740.5	11270.5	39	10978.5	11508.5
6	10747.5	11277.5	40	10985.5	11515.5
7	10754.5	11284.5	41	10992.5	11522.5
8	10761.5	11291.5	42	10999.5	11529.5
9	10768.5	11298.5	43	11006.5	11536.5
10	10775.5	11305.5	44	11013.5	11543.5
11	10782.5	11312.5	45	11020.5	11550.5
12	10789.5	11319.5	46	11027.5	11557.5
13	10796.5	11326.5	47	11034.5	11564.5
14	10803.5	11333.5	48	11041.5	11571.5
15	10810.5	11340.5	49	11048.5	11578.5
16	10817.5	11347.5	50	11055.5	11585.5
17	10824.5	11354.5	51	11062.5	11592.5
18	10831.5	11361.5	52	11069.5	11599.5
19	10838.5	11368.5	53	11076.5	11606.5
20	10845.5	11375.5	54	11083.5	11613.5
21	10852.5	11382.5	55	11090.5	11620.5
22	10859.5	11389.5	56	11097.5	11627.5
23	10866.5	11396.5	57	11104.5	11634.5
24	10873.5	11403.5	58	11111.5	11641.5
25	10880.5	11410.5	59	11118.5	11648.5
26	10887.5	11417.5	60	11125.5	11655.5
27	10894.5	11424.5	61	11132.5	11662.5
28	10901.5	11431.5	62	11139.5	11669.5
29	10908.5	11438.5	63	11146.5	11676.5
30	10915.5	11445.5	64	11153.5	11683.5
31	10922.5	11452.5	65	11160.5	11690.5

ver. 2.1

RAy11 – xA , RAY11 – xB			TX channel nominal frequencies		
Bandwidth: 14 MHz			Band 10.7 – 11.7 GHz, duplex spacing 530 MHz		
ITU-R F.387 , Annex 5			ITU-R F.387 , Annex 5		
A sub-band (Freq.table: rcinfo11_A_530, rcinfo11_A_530_n)			B sub-band (Freq.table: rcinfo11_B_530, rcinfo11_B_530_n)		
Ch.No.	Lower [MHz]	Upper [MHz]	Ch.No.	Lower [MHz]	Upper [MHz]
1	10716	11246	18	10954	11484
2	10730	11260	19	10968	11498
3	10744	11274	20	10982	11512
4	10758	11288	21	10996	11526
5	10772	11302	22	11010	11540
6	10786	11316	23	11024	11554
7	10800	11330	24	11038	11568
8	10814	11344	25	11052	11582
9	10828	11358	26	11066	11596
10	10842	11372	27	11080	11610
11	10856	11386	28	11094	11624
12	10870	11400	29	11108	11638
13	10884	11414	30	11122	11652
14	10898	11428	31	11136	11666
15	10912	11442	32	11150	11680

ver. 2.1

RAy11 – xA , RAY11 – xB			TX channel nominal frequencies		
Bandwidth: 28 MHz			Band 10.7 – 11.7 GHz, duplex spacing 530 MHz		
ITU-R F.387 , Annex 5			ITU-R F.387 , Annex 5		
A sub-band (Freq.table: rcinfo11_A_530, rcinfo11_A_530_n)			B sub-band (Freq.table: rcinfo11_B_530, rcinfo11_B_530_n)		
Ch.No.	Lower [MHz]	Upper [MHz]	Ch.No.	Lower [MHz]	Upper [MHz]
1	10723	11253	10	10975	11505
2	10751	11281	11	11003	11533
3	10779	11309	12	11031	11561
4	10807	11337	13	11059	11589
5	10835	11365	14	11087	11617
6	10863	11393	15	11115	11645
7	10891	11421	16	11143	11673

ver. 2.1

RAy11 – xA , RAY11 – xB			TX channel nominal frequencies		
Bandwidth: 40 MHz (ITU)			Band 10.7 – 11.7 GHz, duplex spacing 530 MHz		
ITU-R F.387 , rec. 1.1			ITU-R F.387 , rec. 1.1		
A sub-band (Freq.table: rcinfo11_A_530, rcinfo11_A_530_n)			B sub-band (Freq.table: rcinfo11_B_530, rcinfo11_B_530_n)		
Ch.No.	Lower [MHz]	Upper [MHz]	Ch.No.	Lower [MHz]	Upper [MHz]
1	10715	11245	8	10995	11525
2	10755	11285	9	11035	11565
3	10795	11325	10	11075	11605
4	10835	11365	11	11115	11645
5	10875	11405	12	11155	11685

ver. 1.0

RAy11 – xA , RAY11 – xB			TX channel nominal frequencies		
Bandwidth: 40 MHz (CEPT)			Band 10.7 – 11.7 GHz, duplex spacing 530 MHz		
CEPT 12-06, Annex A.1					
A sub-band (Freq.table: rcinfo11_A_530, rcinfo11_A_530_n)			B sub-band (Freq.table: rcinfo11_B_530, rcinfo11_B_530_n)		
Ch.No.	Lower [MHz]	Upper [MHz]	Ch.No.	Lower [MHz]	Upper [MHz]
1	10735	11265	7	10975	11505
2	10775	11305	8	11015	11545
3	10815	11345	9	11055	11585
4	10855	11385	10	11095	11625
5	10895	11425	11	11135	11665

ver. 1.0

RAy11 – xA , RAY11 – xB			TX channel nominal frequencies		
Bandwidth: 56 MHz			Band 10.7 – 11.7 GHz, duplex spacing 530 MHz		
CEPT 12-06, Annex C					
A sub-band (Freq.table: rcinfo11_A_530, rcinfo11_A_530_n)			B sub-band (Freq.table: rcinfo11_B_530, rcinfo11_B_530_n)		
Ch.No.	Lower [MHz]	Upper [MHz]	Ch.No.	Lower [MHz]	Upper [MHz]
1	10737	11267	10	10989	11519
2	10765	11295	11	11017	11547
3	10793	11323	12	11045	11575
4	10821	11351	13	11073	11603
5	10849	11379	14	11101	11631
6	10877	11407	15	11129	11659

ver. 2.1

RAy11 – xA , RAY11 – xB			TX channel nominal frequencies		
Bandwidth: 56 MHz (CS 80)			Band 10.7 – 11.7 GHz, duplex spacing 530 MHz		
CEPT 12-06, Annex C					
A sub-band (Freq.table: rcinfo11_A_530, rcinfo11_A_530_n)			B sub-band (Freq.table: rcinfo11_B_530, rcinfo11_B_530_n)		
Ch.No.	Lower [MHz]	Upper [MHz]	Ch.No.	Lower [MHz]	Upper [MHz]
1	10755	11285	7	10995	11525
2	10795	11325	8	11035	11565
3	10835	11365	9	11075	11605
4	10875	11405	10	11115	11645

ver. 1.0

9.3. Parametry RAY11 C,D

9.3.1. Výstupní výkon

RAY11-xC, RAY11-xD	TX power	
	Max [dBm]	Min [dBm]
QPSK	20	-5
16-QAM	18	-5
32-QAM	17	-5
64-QAM	16	-5
128-QAM	16	-5
256-QAM	15	-5

ver. 2.0

9.3.2. Rádiové parametry

RAY11-xC, RAY11-xD				Channel spacing 1.75 MHz; ACCP operation				
Modulation	Raw Bit Rate	User Bit Rate	RSS / SNR for BER 10 ⁻⁶		Co-channel rejection		Adjacent channel Selectivity	
			RSS	SNR	1 dB	3 dB	1 dB	3 dB
					declared / limit	declared / limit	declared / limit	declared / limit
[-]	[Mbps]	[dBm]	[dB]	[dB]	[dB]	[dB]	[dB]	
QPSK	3.1	2.5	-98	9.5	15 / 23	12 / 19	-12 / 0	-14 / -4
16-QAM	6.3	4.9	-92	15.0	22 / 30	20 / 26.5	-11 / -3	-13 / -7
32-QAM	7.8	6.3	-88	19.0	24 / 30	22 / 26.5	-10 / -3	-12 / -7
64-QAM	9.4	7.4	-87	20.5	29 / 30	26 / 26.5	-9 / -3	-10 / -7
128-QAM	11.0	8.9	-84	23.5	30 / 30	28 / 26.5	-8 / -3	-7 / -7

ver. 2.0

RAY11-xC, RAY11-xD				Channel spacing 3.5 MHz; ACCP operation				
Modulation	Raw Bit Rate	User Bit Rate	RSS / SNR for BER 10 ⁻⁶		Co-channel rejection		Adjacent channel Selectivity	
			RSS	SNR	1 dB	3 dB	1 dB	3 dB
					declared / limit	declared / limit	declared / limit	declared / limit
[-]	[Mbps]	[dBm]	[dB]	[dB]	[dB]	[dB]	[dB]	
QPSK	6	4.9	-96	9.5	15 / 23	12 / 19	-14 / 0	-16 / -4
16-QAM	12	9.6	-89	15.0	22 / 30	20 / 26.5	-13 / -3	-15 / -7
32-QAM	15	12.1	-86	18.5	24 / 30	22 / 26.5	-12 / -3	-14 / -7
64-QAM	18	14.3	-83	20.5	29 / 30	26 / 26.5	-11 / -3	-12 / -7
128-QAM	21	17.2	-82	23.5	30 / 30	28 / 26.5	-9 / -3	-8 / -7
256-QAM	24	19.7	-80	26.0	33 / 30	31 / 26.5	-5 / -3	-7 / -7

ver. 2.0

RAY11-xC, RAY11-xD				Channel spacing 7 MHz; ACCP operation				
Modulation	Raw Bit Rate	User Bit Rate	RSS / SNR for BER 10 ⁻⁶		Co-channel rejection		Adjacent channel Selectivity	
			RSS	SNR	1 dB	3 dB	1 dB	3 dB
					declared / limit	declared / limit	declared / limit	declared / limit
[-]	[Mbps]	[dBm]	[dB]	[dB]	[dB]	[dB]	[dB]	
QPSK	12	8.5	-94	8.5	15 / 23	12 / 19	-20 / 0	-22 / -4
16-QAM	24	17.2	-87	15.0	22 / 30	20 / 26.5	-18 / -3	-19 / -7
32-QAM	30	22.1	-84	18.5	24 / 37	22 / 33	-16 / -2	-18 / -6
64-QAM	36	29.7	-80	21.5	29 / 37	26 / 33	-14 / -2	-16 / -6
128-QAM	42	34.7	-78	25.0	32 / 37	30 / 33	-12 / -2	-14 / -6
256-QAM	49	40.7	-76	26.0	33 / 37	31 / 33	-10 / -2	-12 / -6

ver. 2.1

RAY11-xC, RAY11-xD		Channel spacing 14 MHz; ACCP operation						
Modulation	Raw Bit Rate	User Bit Rate	RSS / SNR for BER 10 ⁻⁶		Co-channel rejection		Adjacent channel Selectivity	
			RSS	SNR	1 dB	3 dB	1 dB	3 dB
					declared / limit	declared / limit	declared / limit	declared / limit
[-]	[Mbps]	[dBm]	[dB]	[dB]	[dB]	[dB]	[dB]	
QPSK	24	19.9	-92	8.5	14 / 23	12 / 19	-21 / 0	-23 / -4
16-QAM	48	38.8	-85	15.0	20 / 30	18 / 26.5	-19 / -3	-21 / -7
32-QAM	60	49.1	-81	18.5	26 / 33	23 / 29	-17 / -5	-19 / -9
64-QAM	72	62.3	-78	21.5	28 / 37	26 / 33	-14 / -2	-17 / -6
128-QAM	84	73.6	-74	25.0	30 / 37	28 / 33	-12 / -2	-14 / -6
256-QAM	96	81.2	-71	28.0	33 / 37	31 / 33	-10 / -2	-12 / -6

ver. 2.0

RAY11-xC, RAY11-xD		Channel spacing 28 / 30 MHz; ACCP operation						
Modulation	Raw Bit Rate	User Bit Rate	RSS / SNR for BER 10 ⁻⁶		Co-channel rejection		Adjacent channel Selectivity	
			RSS	SNR	1 dB	3 dB	1 dB	3 dB
					declared / limit	declared / limit	declared / limit	declared / limit
[-]	[Mbps]	[dBm]	[dB]	[dB]	[dB]	[dB]	[dB]	
QPSK	50	36.8	-90	7.5	12 / 23	10 / 19	-21 / 0	-23 / -4
16-QAM	100	80.9	-82	15.0	20 / 30	18 / 26.5	-18 / -3	-20 / -7
32-QAM	125	102.4	-78	18.5	24 / 33	22 / 29	-16 / -5	-19 / -9
64-QAM	150	129.8	-75	21.5	28 / 35	26 / 32	-12 / -5	-15 / -8
128QAM	175	155.5	-71	25.0	30 / 35	28 / 32	-9 / -5	-12 / -8
256-QAM	200	170.7	-69	26.5	33 / 35	31 / 32	-6 / -5	-9 / -8

ver. 2.0

RAY11-xC, RAY11-xD		Channel spacing 28 / 30 MHz; ACAP operation						
Modulation	Raw Bit Rate	User Bit Rate	RSS / SNR for BER 10 ⁻⁶		Co-channel rejection		Adjacent channel Selectivity	
			RSS	SNR	1 dB	3 dB	1 dB	3 dB
					declared / limit	declared / limit	declared / limit	declared / limit
[-]	[Mbps]	[dBm]	[dB]	[dB]	[dB]	[dB]	[dB]	
QPSK	52	38.3	-88.5	7.5	12 / 23	10 / 19	-15 / 0	-17 / -4
16-QAM	104	84.1	-81.5	15.0	20 / 30	18 / 26.5	-12 / -3	-14 / -7
32-QAM	130	106.4	-77.5	18.5	24 / 37	22 / 33	-10 / 3	-13 / -1
64-QAM	156	135.0	-74.5	21.5	28 / 37	26 / 33	-6 / 3	-9 / -1
128QAM	182	161.7	-70.5	25.0	30 / 37	28 / 33	-3 / 3	-6 / -1
256-QAM	208	185.2	-68.5	26.5	33 / 41	31 / 38	0 / 10	-3 / 7

ver. 2.1

9.3.3. Jmenovité frekvence

RAy11 – xC , RAY11 – xD			TX channel nominal frequencies		
Bandwidth: 1.75 MHz			Band 10.5 – 10.68 GHz, duplex spacing 91 MHz		
(Freq.table: rcinfo11_C_91)			(Freq.table: rcinfo11_D_91)		
Ch.No.	Lower [MHz]	Upper [MHz]	Ch.No.	Lower [MHz]	Upper [MHz]
1	10501.375	10592.375	25	10543.375	10634.375
2	10503.125	10594.125	26	10545.125	10636.125
3	10504.875	10595.875	27	10546.875	10637.875
4	10506.625	10597.625	28	10548.625	10639.625
5	10508.375	10599.375	29	10550.375	10641.375
6	10510.125	10601.125	30	10552.125	10643.125
7	10511.875	10602.875	31	10553.875	10644.875
8	10513.625	10604.625	32	10555.625	10646.625
9	10515.375	10606.375	33	10557.375	10648.375
10	10517.125	10608.125	34	10559.125	10650.125
11	10518.875	10609.875	35	10560.875	10651.875
12	10520.625	10611.625	36	10562.625	10653.625
13	10522.375	10613.375	37	10564.375	10655.375
14	10524.125	10615.125	38	10566.125	10657.125
15	10525.875	10616.875	39	10567.875	10658.875
16	10527.625	10618.625	40	10569.625	10660.625
17	10529.375	10620.375	41	10571.375	10662.375
18	10531.125	10622.125	42	10573.125	10664.125
19	10532.875	10623.875	43	10574.875	10665.875
20	10534.625	10625.625	44	10576.625	10667.625
21	10536.375	10627.375	45	10578.375	10669.375
22	10538.125	10629.125	46	10580.125	10671.125
23	10539.875	10630.875	47	10581.875	10672.875
24	10541.625	10632.625	48	10583.625	10674.625

ver. 1.1

RAy11 – xC , RAY11 – xD			TX channel nominal frequencies		
Bandwidth: 3.5 MHz (rec 2)			Band 10.5 – 10.68 GHz, duplex spacing 91 MHz		
ITU-R F.747 rec. 2					
C sub-band (Freq.table: rcinfo11_C_91)			D sub-band (Freq.table: rcinfo11_D_91)		
Ch.No.	Lower [MHz]	Upper [MHz]	Ch.No.	Lower [MHz]	Upper [MHz]
1	10504.0	10595.0	13	10546.0	10637.0
2	10507.5	10598.5	14	10549.5	10640.5
3	10511.0	10602.0	15	10553.0	10644.0
4	10514.5	10605.5	16	10556.5	10647.5
5	10518.0	10609.0	17	10560.0	10651.0
6	10521.5	10612.5	18	10563.5	10654.5
7	10525.0	10616.0	19	10567.0	10658.0
8	10528.5	10619.5	20	10570.5	10661.5
9	10532.0	10623.0	21	10574.0	10665.0
10	10535.5	10626.5	22	10577.5	10668.5
11	10539.0	10630.0	23	10581.0	10672.0

ver. 1.1

RAy11 – xC , RAY11 – xD			TX channel nominal frequencies		
Bandwidth: 3.5 MHz			Band 10.5 – 10.68 GHz, duplex spacing 91 MHz		
			based on 7 MHz		
C sub-band (Freq.table: rcinfo11_C_91)			D sub-band (Freq.table: rcinfo11_D_91)		
Ch.No.	Lower [MHz]	Upper [MHz]	Ch.No.	Lower [MHz]	Upper [MHz]
1	10502.25	10593.25	13	10544.25	10635.25
2	10505.75	10596.75	14	10547.75	10638.75
3	10509.25	10600.25	15	10551.25	10642.25
4	10512.75	10603.75	16	10554.75	10645.75
5	10516.25	10607.25	17	10558.25	10649.25
6	10519.75	10610.75	18	10561.75	10652.75
7	10523.25	10614.25	19	10565.25	10656.25
8	10526.75	10617.75	20	10568.75	10659.75
9	10530.25	10621.25	21	10572.25	10663.25
10	10533.75	10624.75	22	10575.75	10666.75
11	10537.25	10628.25	23	10579.25	10670.25
12	10540.75	10631.75	24	10582.75	10673.75

ver. 1.1

RAy11 – xC , RAY11 – xD			TX channel nominal frequencies		
Bandwidth: 7 MHz			Band 10.5 – 10.68 GHz, duplex spacing 91 MHz		
ITU-R F.747 Annex 1					
C sub-band (Freq.table: rcinfo11_C_91)			D sub-band (Freq.table: rcinfo11_D_91)		
Ch.No.	Lower [MHz]	Upper [MHz]	Ch.No.	Lower [MHz]	Upper [MHz]
1	10504	10595	7	10546	10637
2	10511	10602	8	10553	10644
3	10518	10609	9	10560	10651
4	10525	10616	10	10567	10658
5	10532	10623	11	10574	10665
6	10539	10630	12	10581	10672

ver. 1.2

RAy11 – xC , RAY11 – xD			TX channel nominal frequencies		
Bandwidth: 14 MHz			Band 10.5 – 10.68 GHz, duplex spacing 91 MHz		
based on 7 MHz					
C sub-band (Freq.table: rcinfo11_C_91)			D sub-band (Freq.table: rcinfo11_D_91)		
Ch.No.	Lower [MHz]	Upper [MHz]	Ch.No.	Lower [MHz]	Upper [MHz]
1	10507.5	10598.5	4	10549.5	10640.5
2	10521.5	10612.5	5	10563.5	10654.5
3	10535.5	10626.5	6	10577.5	10668.5

ver. 1.1

RAy11 – xC , RAY11 – xD			TX channel nominal frequencies		
Bandwidth: 28 MHz			Band 10.5 – 10.68 GHz, duplex spacing 91 MHz		
based on 7 MHz					
C sub-band (Freq.table: rcinfo11_C_91)			D sub-band (Freq.table: rcinfo11_D_91)		
Ch.No.	Lower [MHz]	Upper [MHz]	Ch.No.	Lower [MHz]	Upper [MHz]
1	10514.5	10605.5	3	10570.5	10661.5

ver. 1.1

9.4. Parametry RAY17

9.4.1. Výstupní výkon

RAY17 Modulation	TX power	
	Max [dBm]	Min [dBm]
QPSK	5	-25
16-QAM	5	-25
32-QAM	5	-25
64-QAM	5	-25
128-QAM	5	-25
256-QAM	5	-25

ver. 2.0

9.4.2. Rádiové parametry

RAY17 Channel spacing 3.5 MHz; ACCP operation								
Modulation	Raw Bit Rate	User Bit Rate	RSS / SNR for BER 10 ⁻⁶		Co-channel rejection		Adjacent channel Selectivity	
			RSS	SNR	1 dB	3 dB	1 dB	3 dB
					declared / limit	declared / limit	declared / limit	declared / limit
[-]	[Mbps]	[dBm]	[dB]	[dB]	[dB]	[dB]	[dB]	[dB]
QPSK	6	4.9	-96	10.0	15 / 23	12 / 19	-14 / 0	-16 / -4
16-QAM	12	9.6	-89	15.5	21 / 30	18 / 26.5	-13 / -3	-15 / -7
32-QAM	15	12.1	-85	20.0	25 / 30	22 / 26.5	-12 / -3	-14 / -7
64-QAM	18	14.3	-82	23.5	26 / 30	23 / 26.5	-10 / -3	-12 / -7

ver. 2.0

RAY17 Channel spacing 7 MHz; ACCP operation								
Modulation	Raw Bit Rate	User Bit Rate	RSS / SNR for BER 10 ⁻⁶		Co-channel rejection		Adjacent channel Selectivity	
			RSS	SNR	1 dB	3 dB	1 dB	3 dB
					declared / limit	declared / limit	declared / limit	declared / limit
[-]	[Mbps]	[dBm]	[dB]	[dB]	[dB]	[dB]	[dB]	[dB]
QPSK	12	8.5	-94	8.5	15 / 23	12 / 19	-20 / 0	-22 / -4
16-QAM	24	17.2	-87	15.0	22 / 30	20 / 26.5	-18 / -3	-19 / -7
32-QAM	30	22.1	-84	18.5	24 / 37	22 / 33	-16 / -2	-18 / -6
64-QAM	36	29.7	-80	21.5	29 / 37	26 / 33	-14 / -2	-16 / -6
128-QAM	42	34.7	-77	25.0	32 / 37	30 / 33	-12 / -2	-14 / -6

ver. 2.0

RAY17 Channel spacing 14 MHz; ACCP operation								
Modulation	Raw Bit Rate	User Bit Rate	RSS / SNR for BER 10 ⁻⁶		Co-channel rejection		Adjacent channel Selectivity	
			RSS	SNR	1 dB	3 dB	1 dB	3 dB
					declared / limit	declared / limit	declared / limit	declared / limit
[-]	[Mbps]	[dBm]	[dB]	[dB]	[dB]	[dB]	[dB]	[dB]
QPSK	24	19.9	-92	8.5	14 / 23	12 / 19	-21 / 0	-23 / -4
16-QAM	48	38.8	-85	15.0	20 / 30	18 / 26.5	-19 / -3	-21 / -7
32-QAM	60	49.1	-81	18.5	26 / 33	23 / 29	-17 / -5	-19 / -9
64-QAM	72	62.3	-78	21.5	28 / 37	26 / 33	-14 / -2	-17 / -6
128-QAM	84	73.6	-74	25.0	30 / 37	28 / 33	-12 / -2	-14 / -6
256-QAM	96	81.2	-72	28.0	33 / 37	31 / 33	-10 / -2	-12 / -6

ver. 2.0

RAY17 Channel spacing 28 MHz; ACCP operation								
Modulation	Raw Bit Rate	User Bit Rate	RSS / SNR for BER 10 ⁻⁶		Co-channel rejection		Adjacent channel Selectivity	
			RSS	SNR	1 dB	3 dB	1 dB	3 dB
					declared / limit	declared / limit	declared / limit	declared / limit
[-]	[Mbps]	[dBm]	[dB]	[dB]	[dB]	[dB]	[dB]	[dB]
QPSK	50	36.8	-90	7.5	12 / 23	10 / 19	-21 / 0	-23 / -4
16-QAM	100	80.9	-83	15.0	20 / 30	18 / 26.5	-18 / -3	-20 / -7
32-QAM	125	102.4	-79	18.5	24 / 33	22 / 29	-16 / -5	-19 / -9
64-QAM	150	129.8	-76	21.5	28 / 35	26 / 32	-12 / -5	-15 / -8
128-QAM	175	155.5	-72	25.0	30 / 35	28 / 32	-9 / -5	-12 / -8
256-QAM	200	170.7	-69	26.5	33 / 35	31 / 32	-6 / -5	-9 / -8

ver. 2.0

RAY17 Channel spacing 40 MHz; ACCP operation								
Modulation	Raw Bit Rate	User Bit Rate	RSS / SNR for BER 10 ⁻⁶		Co-channel rejection		Adjacent channel Selectivity	
			RSS	SNR	1 dB	3 dB	1 dB	3 dB
					declared / limit	declared / limit	declared / limit	declared / limit
[-]	[Mbps]	[dBm]	[dB]	[dB]	[dB]	[dB]	[dB]	[dB]
QPSK	68	50.1	-88	7.5	12 / 33	10 / 29	-22 / -4	-24 / -8
16-QAM	136	110.0	-81	15.0	19 / 33	17 / 29	-18 / -4	-21 / -8
32-QAM	170	139.2	-77	18.5	24 / 33	21 / 29	-16 / -4	-19 / -8
64-QAM	204	176.5	-74	21.5	27 / 33	25 / 29	-14 / -4	-16 / -8
128-QAM	238	211.4	-70	25.0	30 / 37	28 / 33	-10 / -4	-12 / -8
256-QAM	272	232.1	-68	26.5	33 / 37	30 / 33	-8 / -4	-10 / -8

ver. 2.0

RAY17 Channel spacing 56 MHz; ACCP operation								
Modulation	Raw Bit Rate	User Bit Rate	RSS / SNR for BER 10 ⁻⁶		Co-channel rejection		Adjacent channel Selectivity	
			RSS	SNR	1 dB	3 dB	1 dB	3 dB
					declared / limit	declared / limit	declared / limit	declared / limit
[-]	[Mbps]	[dBm]	[dB]	[dB]	[dB]	[dB]	[dB]	[dB]
QPSK	99	72.9	-87	7.5	12 / 23	10 / 19	-24 / 0	-26 / -4
16-QAM	198	160.2	-80	15.0	19 / 30	17 / 26.5	-18 / -3	-21 / -7
32-QAM	247.5	202.7	-76	18.5	24 / 33	22 / 29	-16 / -5	-19 / -9
64-QAM	297	256.9	-73	21.5	27 / 35	25 / 32	-14 / -5	-16 / -8
128-QAM	346.5	303.7	-69	25.0	30 / 35	28 / 32	-10 / -5	-12 / -8
256-QAM	396	337.7	-66	26.5	33 / 35	30 / 32	-8 / -5	-10 / -8

ver. 2.0

RAy17 Channel spacing 56 MHz TO; ACCP operation								
Modulation	Raw Bit Rate	User Bit Rate	RSS / SNR for BER 10 ⁻⁶		Co-channel rejection		Adjacent channel Selectivity	
			RSS	SNR	1 dB	3 dB	1 dB	3 dB
					declared / limit	declared / limit	declared / limit	declared / limit
[-]	[Mbps]	[dBm]	[dB]	[dB]	[dB]	[dB]	[dB]	[dB]
QPSK	99	85.8	-85	10.0	13 / 23	11 / 19	-24 / 0	-26 / -4
16-QAM	198	169.9	-78	16.0	20 / 30	18 / 26.5	-18 / -3	-20 / -7
32-QAM	247.5	206.2	-74	19.0	25 / 33	23 / 29	-14 / -5	-15 / -9
64-QAM	297	268.1	-70	22.5	29 / 35	26 / 32	-9 / -5	-11 / -8
128-QAM	346.5	309.0	-67	25.5	32 / 35	29 / 32	-8 / -5	-10 / -8
256-QAM	396	358.9	-64	27.5	35 / 35	32 / 32	-7 / -5	-8 / -8

ver. 2.1

9.4.3. Jmenovité frekvence

RAy17		TX channel nominal frequencies					
Bandwidth: 3.5 MHz		Band 17.1 – 17.3 GHz, default duplex 73.5 MHz duplex range 60 – 192.5 MHz					
(Freq.table: rcinfo17-default:10)							
basic channels				optional channels			
Ch.No.	Lower [MHz]	Ch.No.	Upper [MHz]	Ch.No.	Lower [MHz]	Ch.No.	Upper [MHz]
		U19	17166.5	no more channels			
		U20	17170.0				
		U21	17173.5				
L1	17103.5	U22	17177.0				
L2	17107.0	U23	17180.5				
L3	17110.5	U24	17184.0				
L4	17114.0	U25	17187.5				
L5	17117.5	U26	17191.0				
L6	17121.0	U27	17194.5				
L7	17124.5	U28	17198.0				
L8	17128.0	U29	17201.5				
L9	17131.5	U30	17205.0				
L10	17135.0	U31	17208.5				
L11	17138.5	U32	17212.0				
L12	17142.0	U33	17215.5				
L13	17145.5	U34	17219.0				
L14	17149.0	U35	17222.5				
L15	17152.5	U36	17226.0				
L16	17156.0	U37	17229.5				
L17	17159.5	U38	17233.0				
L18	17163.0	U39	17236.5				
L19	17166.5	U40	17240.0				
L20	17170.0	U41	17243.5				
L21	17173.5	U42	17247.0				
L22	17177.0	U43	17250.5				
L23	17180.5	U44	17254.0				
L24	17184.0	U45	17257.5				
L25	17187.5	U46	17261.0				
L26	17191.0	U47	17264.5				
L27	17194.5	U48	17268.0				
L28	17198.0	U49	17271.5				
L29	17201.5	U50	17275.0				
L30	17205.0	U51	17278.5				
L31	17208.5	U52	17282.0				
L32	17212.0	U53	17285.5				
L33	17215.5	U54	17289.0				
L34	17219.0	U55	17292.5				
L35	17222.5	U56	17296.0				
L36	17226.0						
L37	17229.5						
L38	17233.0						

ver. 2.1

RAy17		TX channel nominal frequencies					
Bandwidth: 7 MHz		Band 17.1 – 17.3 GHz, default duplex 73.5 MHz					
		duplex range 60 – 192.5 MHz					
(Freq.table: rcinfo17-default:10)							
basic channels				optional channels			
Ch.No.	Lower [MHz]	Ch.No.	Upper [MHz]	Ch.No.	Lower [MHz]	Ch.No.	Upper [MHz]
		U20	17170			U19	17166.5
						U21	17173.5
L1	17103.5	U22	17177	L2	17107	U23	17180.5
L3	17110.5	U24	17184	L4	17114	U25	17187.5
L5	17117.5	U26	17191	L6	17121	U27	17194.5
L7	17124.5	U28	17198	L8	17128	U29	17201.5
L9	17131.5	U30	17205	L10	17135	U31	17208.5
L11	17138.5	U32	17212	L12	17142	U33	17215.5
L13	17145.5	U34	17219	L14	17149	U35	17222.5
L15	17152.5	U36	17226	L16	17156	U37	17229.5
L17	17159.5	U38	17233	L18	17163	U39	17236.5
L19	17166.5	U40	17240	L20	17170	U41	17243.5
L21	17173.5	U42	17247	L22	17177	U43	17250.5
L23	17180.5	U44	17254	L24	17184	U45	17257.5
L25	17187.5	U46	17261	L26	17191	U47	17264.5
L27	17194.5	U48	17268	L28	17198	U49	17271.5
L29	17201.5	U50	17275	L30	17205	U51	17278.5
L31	17208.5	U52	17282	L32	17212	U53	17285.5
L33	17215.5	U54	17289	L34	17219	U55	17292.5
L35	17222.5	U56	17296	L36	17226		
L37	17229.5			L38	17233		

ver. 2.1

RAy17		TX channel nominal frequencies					
Bandwidth: 14 MHz		Band 17.1 – 17.3 GHz, default duplex 87.5 MHz					
		duplex range 65 – 185.5 MHz					
(Freq.table: rcinfo17-default:10)							
basic channels				optional channels			
Ch.No.	Lower [MHz]	Ch.No.	Upper [MHz]	Ch.No.	Lower [MHz]	Ch.No.	Upper [MHz]
						U21	17173.5
						U22	17177.0
		U23	17180.5			U24	17184.0
						U25	17187.5
						U26	17191.0
L2	17107	U27	17194.5			U28	17198.0
				L3	17110.5	U29	17201.5
				L4	17114.0	U30	17205.0
				L5	17117.5		
L6	17121	U31	17208.5			L7	17124.5
						U32	17212.0
				L8	17128.0	U33	17215.5
				L9	17131.5	U34	17219.0
L10	17135	U35	17222.5			L11	17138.5
						U36	17226.0
				L12	17142.0	U37	17229.5
				L13	17145.5	U38	17233.0
L14	17149	U39	17236.5			L15	17152.5
						U40	17240.0
				L16	17156.0	U41	17243.5
				L17	17159.5	U42	17247.0
L18	17163	U43	17250.5			L19	17166.5
						U44	17254.0
				L20	17170.0	U45	17257.5
				L21	17173.5	U46	17261.0
L22	17177	U47	17264.5			L23	17180.5
						U48	17268.0
				L24	17184.0	U49	17271.5
				L25	17187.5	U50	17275.0
L26	17191	U51	17278.5			L27	17194.5
						U52	17282.0
				L28	17198.0	U53	17285.5
				L29	17201.5	U54	17289.0
L30	17205	U55	17292.5			L31	17208.5
						L32	17212.0
						L33	17215.5
L34	17219					L35	17222.5
						L36	17226.0

ver. 2.1

RAy17		TX channel nominal frequencies					
Bandwidth: 28 MHz		Band 17.1 – 17.3 GHz, default duplex 87.5 MHz					
		duplex range 70 – 171.5 MHz					
(Freq.table: rcinfo17-default:10)							
basic channels				optional channels			
Ch.No.	Lower [MHz]	Ch.No.	Upper [MHz]	Ch.No.	Lower [MHz]	Ch.No.	Upper [MHz]
						U24	17184.0
						U25	17187.5
						U26	17191.0
						U27	17194.5
						U28	17198.0
L4	17114	U29	17201.5	L5	17117.5	U30	17205.0
				L6	17121.0	U31	17208.5
				L7	17124.5	U32	17212.0
				L8	17128.0	U33	17215.5
				L9	17131.5	U34	17219.0
				L10	17135.0	U35	17222.5
				L11	17138.5	U36	17226.0
L12	17142	U37	17229.5	L13	17145.5	U38	17233.0
				L14	17149.0	U39	17236.5
				L15	17152.5	U40	17240.0
				L16	17156.0	U41	17243.5
				L17	17159.5	U42	17247.0
				L18	17163.0	U43	17250.5
				L19	17166.5	U44	17254.0
L20	17170	U45	17257.5	L21	17173.5	U46	17261.0
				L22	17177.0	U47	17264.5
				L23	17180.5	U48	17268.0
				L24	17184.0	U49	17271.5
				L25	17187.5	U50	17275.0
				L26	17191.0	U51	17278.5
				L27	17194.5	U52	17282.0
L28	17198	U53	17285.5	L29	17201.5		
				L30	17205.0		
				L31	17208.5		
				L32	17212.0		
				L33	17215.5		

ver. 2.1

RAy17		TX channel nominal frequencies					
Bandwidth: 40 MHz		Band 17.1 – 17.3 GHz, default duplex 73.5 MHz					
		duplex range 70 – 157.5 MHz					
(Freq.table: rcinfo17-default:10)							
basic channels				optional channels			
Ch.No.	Lower [MHz]	Ch.No.	Upper [MHz]	Ch.No.	Lower [MHz]	Ch.No.	Upper [MHz]
L6	17121	U27	17194.5			U26	17191.0
				L7	17124.5	U28	17198.0
				L8	17128.0	U29	17201.5
				L9	17131.5	U30	17205.0
				L10	17135.0	U31	17208.5
				L11	17138.5	U32	17212.0
				L12	17142.0	U33	17215.5
				L13	17145.5	U34	17219.0
				L14	17149.0	U35	17222.5
				L15	17152.5	U36	17226.0
				L16	17156.0	U37	17229.5
				L17	17159.5	U38	17233.0
L18	17163	U39	17236.5	L19	17166.5	U40	17240.0
				L20	17170.0	U41	17243.5
				L21	17173.5	U42	17247.0
				L22	17177.0	U43	17250.5
				L23	17180.5	U44	17254.0
				L24	17184.0	U45	17257.5
				L25	17187.5	U46	17261.0
				L26	17191.0	U47	17264.5
				L27	17194.5	U48	17268.0
				L28	17198.0	U49	17271.5
				L29	17201.5	U50	17275.0
L30	17205	U51	17278.5	L31	17208.5		

ver. 2.1

RAy17		TX channel nominal frequencies					
Bandwidth: 56 MHz		Band 17.1 – 17.3 GHz, default duplex 87.5 MHz					
		duplex range 85 – 143.5 MHz					
(Freq.table: rcinfo17-default:10)							
basic channels				optional channels			
Ch.No.	Lower [MHz]	Ch.No.	Upper [MHz]	Ch.No.	Lower [MHz]	Ch.No.	Upper [MHz]
L8	17128	U33	17215.5	L9	17131.5	U34	17219.0
				L10	17135.0	U35	17222.5
				L11	17138.5	U36	17226.0
				L12	17142.0	U37	17229.5
				L13	17145.5	U38	17233.0
				L14	17149.0	U39	17236.5
				L15	17152.5	U40	17240.0
				L16	17156.0	U41	17243.5
				L17	17159.5	U42	17247.0
				L18	17163.0	U43	17250.5
				L19	17166.5	U44	17254.0
				L20	17170.0	U45	17257.5
				L21	17173.5	U46	17261.0
				L22	17177.0	U47	17264.5
				L23	17180.5	U48	17268.0
L24	17184	U49	17271.5				

ver. 2.1

9.5. Parametry RAY24

9.5.1. Výstupní výkon

RAY24 Modulation	TX power	
	Max [dBm]	Min [dBm]
QPSK	10	-30
16-QAM	10	-30
32-QAM	10	-30
64-QAM	10	-30
128-QAM	10	-30
256-QAM	10	-30

ver. 1.0

9.5.2. Rádiové parametry

RAY24 Channel spacing 3.5 MHz; ACCP operation								
Modulation	Raw Bit Rate	User Bit Rate	RSS / SNR for BER 10 ⁻⁶		Co-channel rejection		Adjacent channel Selectivity	
			RSS	SNR	1 dB	3 dB	1 dB	3 dB
					declared / limit	declared / limit	declared / limit	declared / limit
[-]	[Mbps]	[dBm]	[dB]		[dB]	[dB]	[dB]	[dB]
QPSK	6	4.9	-96	9.5	15 / 23	12 / 19	-14 / 0	-16 / -4
16-QAM	12	9.6	-89	15.0	22 / 30	20 / 26.5	-13 / -3	-15 / -7
32-QAM	15	12.1	-86	18.5	24 / 30	22 / 26.5	-12 / -3	-14 / -7
64-QAM	18	14.3	-83	20.5	29 / 30	26 / 26.5	-11 / -3	-12 / -7
128-QAM	21	17.2	-79	23.5	30 / 30	28 / 26.5	-9 / -3	-8 / -7
256-QAM	24	19.7	-77	26.0	33 / 30	31 / 26.5	-5 / -3	-7 / -7

ver. 1.0

RAY24 Channel spacing 7 MHz; ACCP operation								
Modulation	Raw Bit Rate	User Bit Rate	RSS / SNR for BER 10 ⁻⁶		Co-channel rejection		Adjacent channel Selectivity	
			RSS	SNR	1 dB	3 dB	1 dB	3 dB
					declared / limit	declared / limit	declared / limit	declared / limit
[-]	[Mbps]	[dBm]	[dB]		[dB]	[dB]	[dB]	[dB]
QPSK	12	8.5	-93	8.5	15 / 23	12 / 19	-20 / 0	-22 / -4
16-QAM	24	17.2	-86	15.0	22 / 30	20 / 26.5	-18 / -3	-19 / -7
32-QAM	30	22.1	-83	18.5	24 / 37	22 / 33	-16 / -2	-18 / -6
64-QAM	36	29.7	-79	21.5	29 / 37	26 / 33	-14 / -2	-16 / -6
128-QAM	42	34.7	-76	25.0	32 / 37	30 / 33	-12 / -2	-14 / -6
256-QAM	49	40.7	-74	26.0	33 / 37	31 / 33	-10 / -2	-12 / -6

ver. 1.0

RAY24 Channel spacing 14 MHz; ACCP operation								
Modulation	Raw Bit Rate	User Bit Rate	RSS / SNR for BER 10 ⁻⁶		Co-channel rejection		Adjacent channel Selectivity	
			RSS	SNR	1 dB	3 dB	1 dB	3 dB
					declared / limit	declared / limit	declared / limit	declared / limit
[-]	[Mbps]	[dBm]	[dB]	[dB]	[dB]	[dB]	[dB]	[dB]
QPSK	24	19.9	-91	8.5	14 / 23	12 / 19	-21 / 0	-23 / -4
16-QAM	48	38.8	-84	15.0	20 / 30	18 / 26.5	-19 / -3	-21 / -7
32-QAM	60	49.1	-80	18.5	26 / 33	23 / 29	-17 / -5	-19 / -9
64-QAM	72	62.3	-77	21.5	28 / 37	26 / 33	-14 / -2	-17 / -6
128-QAM	84	73.6	-73	25.0	30 / 37	28 / 33	-12 / -2	-14 / -6
256-QAM	96	81.2	-71	28.0	33 / 37	31 / 33	-10 / -2	-12 / -6

ver. 1.0

RAY24 Channel spacing 28 MHz; ACCP operation								
Modulation	Raw Bit Rate	User Bit Rate	RSS / SNR for BER 10 ⁻⁶		Co-channel rejection		Adjacent channel Selectivity	
			RSS	SNR	1 dB	3 dB	1 dB	3 dB
					declared / limit	declared / limit	declared / limit	declared / limit
[-]	[Mbps]	[dBm]	[dB]	[dB]	[dB]	[dB]	[dB]	[dB]
QPSK	50	36.8	-89	7.5	12 / 23	10 / 19	-21 / 0	-23 / -4
16-QAM	100	80.9	-82	15.0	20 / 30	18 / 26.5	-18 / -3	-20 / -7
32-QAM	125	102.4	-78	18.5	24 / 33	22 / 29	-16 / -5	-19 / -9
64-QAM	150	129.8	-75	21.5	28 / 35	26 / 32	-12 / -5	-15 / -8
128-QAM	175	155.5	-71	25.0	30 / 35	28 / 32	-9 / -5	-12 / -8
256-QAM	200	170.7	-68	26.5	33 / 35	31 / 32	-6 / -5	-9 / -8

ver. 1.0

RAY24 Channel spacing 40 MHz; ACCP operation								
Modulation	Raw Bit Rate	User Bit Rate	RSS / SNR for BER 10 ⁻⁶		Co-channel rejection		Adjacent channel Selectivity	
			RSS	SNR	1 dB	3 dB	1 dB	3 dB
					declared / limit	declared / limit	declared / limit	declared / limit
[-]	[Mbps]	[dBm]	[dB]	[dB]	[dB]	[dB]	[dB]	[dB]
QPSK	68	50.1	-87	7.5	12 / 33	10 / 29	-22 / -4	-24 / -8
16-QAM	136	110.0	-80	15.0	19 / 33	17 / 29	-18 / -4	-21 / -8
32-QAM	170	139.2	-76	18.5	24 / 33	21 / 29	-16 / -4	-19 / -8
64-QAM	204	176.5	-75	21.5	27 / 33	25 / 29	-14 / -4	-16 / -8
128-QAM	238	211.4	-69	25.0	30 / 37	28 / 33	-10 / -4	-12 / -8
256-QAM	272	232.1	-67	26.5	33 / 37	30 / 33	-8 / -4	-10 / -8

ver. 1.0

RAY24 Channel spacing 56 MHz; ACCP operation								
Modulation	Raw Bit Rate	User Bit Rate	RSS / SNR for BER 10 ⁻⁶		Co-channel rejection		Adjacent channel Selectivity	
			RSS	SNR	1 dB	3 dB	1 dB	3 dB
					declared / limit	declared / limit	declared / limit	declared / limit
[-]	[Mbps]	[dBm]	[dB]	[dB]	[dB]	[dB]	[dB]	[dB]
QPSK	99	72.9	-86	7.5	12 / 23	10 / 19	-26 / 0	-28 / -4
16-QAM	198	160.2	-79	15.0	19 / 30	17 / 26.5	-19 / -3	-21 / -7
32-QAM	247.5	202.7	-75	18.5	24 / 33	22 / 29	-15 / -5	-17 / -9
64-QAM	297	256.9	-72	21.5	27 / 35	25 / 32	-14 / -5	-16 / -8
128-QAM	346.5	303.7	-68	25.0	30 / 35	28 / 32	-10 / -5	-12 / -8
256-QAM	396	337.7	-65	26.5	33 / 35	30 / 32	-8 / -5	-10 / -8

ver. 1.0

RAY24 Channel spacing 56 MHz TO; ACCP operation								
Modulation	Raw Bit Rate	User Bit Rate	RSS / SNR for BER 10 ⁻⁶		Co-channel rejection		Adjacent channel Selectivity	
			RSS	SNR	1 dB	3 dB	1 dB	3 dB
					declared / limit	declared / limit	declared / limit	declared / limit
[-]	[Mbps]	[dBm]	[dB]	[dB]	[dB]	[dB]	[dB]	[dB]
QPSK	99	85.8	-84	10.0	13 / 23	11 / 19	-24 / 0	-26 / -4
16-QAM	198	169.9	-77	16.0	20 / 30	18 / 26.5	-18 / -3	-20 / -7
32-QAM	247.5	206.2	-73	19.0	25 / 33	23 / 29	-14 / -5	-15 / -9
64-QAM	297	268.1	-69	22.5	29 / 35	26 / 32	-9 / -5	-11 / -8
128-QAM	346.5	309.0	-66	25.5	32 / 35	29 / 32	-8 / -5	-10 / -8
256-QAM	396	358.9	-63	27.5	35 / 35	32 / 32	-7 / -5	-8 / -8

ver. 1.1

9.5.3. Jmenovité frekvence podle ISM

RAY24		TX channel nominal frequencies			
Bandwidth: 3.5 MHz		Band 24.0 – 24.25 GHz, default duplex sp. 73.5 MHz			
		duplex spacing range 60 – 241.5 MHz			
(Freq.table: rcinfo24_ISM)					
basic channels (default duplex)				optional channels	
Ch.No.	Lower [MHz]	Ch.No.	Upper [MHz]	Ch.No.	Upper [MHz]
		U19	24067.5	no more channels	
		U20	24071.0		
		U21	24074.5		
L1	24004.5	U22	24078.0		
L2	24008.0	U23	24081.5		
L3	24011.5	U24	24085.0		
L4	24015.0	U25	24088.5		
L5	24018.5	U26	24092.0		
L6	24022.0	U27	24095.5		
L7	24025.5	U28	24099.0		
L8	24029.0	U29	24102.5		
L9	24032.5	U30	24106.0		
L10	24036.0	U31	24109.5		
L11	24039.5	U32	24113.0		
L12	24043.0	U33	24116.5		
L13	24046.5	U34	24120.0		
L14	24050.0	U35	24123.5		
L15	24053.5	U36	24127.0		
L16	24057.0	U37	24130.5		
L17	24060.5	U38	24134.0		
L18	24064.0	U39	24137.5		
L19	24067.5	U40	24141.0		
L20	24071.0	U41	24144.5		
L21	24074.5	U42	24148.0		
L22	24078.0	U43	24151.5		
L23	24081.5	U44	24155.0		
L24	24085.0	U45	24158.5		
L25	24088.5	U46	24162.0		
L26	24092.0	U47	24165.5		
L27	24095.5	U48	24169.0		
L28	24099.0	U49	24172.5		
L29	24102.5	U50	24176.0		
L30	24106.0	U51	24179.5		
L31	24109.5	U52	24183.0		
L32	24113.0	U53	24186.5		
L33	24116.5	U54	24190.0		
L34	24120.0	U55	24193.5		
L35	24123.5	U56	24197.0		
L36	24127.0	U57	24200.5		
L37	24130.5	U58	24204.0		
L38	24134.0	U59	24207.5		
L39	24137.5	U60	24211.0		
L40	24141.0	U61	24214.5		
L41	24144.5	U62	24218.0		
L42	24148.0	U63	24221.5		
L43	24151.5	U64	24225.0		
L44	24155.0	U65	24228.5		
L45	24158.5	U66	24232.0		
L46	24162.0	U67	24235.5		
L47	24165.5	U68	24239.0		
L48	24169.0	U69	24242.5		
L49	24172.5	U70	24246.0		
L50	24176.0				
L51	24179.5				
L52	24183.0				

ver. 1.0

RAy24				TX channel nominal frequencies			
Bandwidth: 7 MHz				Band 24.0 – 24.25 GHz, default duplex sp. 73.5 MHz			
				duplex spacing range 60 – 241.5 MHz			
(Freq.table: rcinfo24_ISM)							
basic channels (default duplex)				optional channels			
Ch.No.	Lower [MHz]	Ch.No.	Upper [MHz]	Ch.No.	Lower [MHz]	Ch.No.	Upper [MHz]
		U20	24071.0			U19	24067.5
						U21	24074.5
L1	24004.5	U22	24078.0				
L3	24011.5	U24	24085.0	L2	24008.0	U23	24081.5
L5	24018.5	U26	24092.0	L4	24015.0	U25	24088.5
L7	24025.5	U28	24099.0	L6	24022.0	U27	24095.5
L9	24032.5	U30	24106.0	L8	24029.0	U29	24102.5
L11	24039.5	U32	24113.0	L10	24036.0	U31	24109.5
L13	24046.5	U34	24120.0	L12	24043.0	U33	24116.5
L15	24053.5	U36	24127.0	L14	24050.0	U35	24123.5
L17	24060.5	U38	24134.0	L16	24057.0	U37	24130.5
L19	24067.5	U40	24141.0	L18	24064.0	U39	24137.5
L21	24074.5	U42	24148.0	L20	24071.0	U41	24144.5
L23	24081.5	U44	24155.0	L22	24078.0	U43	24151.5
L25	24088.5	U46	24162.0	L24	24085.0	U45	24158.5
L27	24095.5	U48	24169.0	L26	24092.0	U47	24165.5
L29	24102.5	U50	24176.0	L28	24099.0	U49	24172.5
L31	24109.5	U52	24183.0	L30	24106.0	U51	24179.5
L33	24116.5	U54	24190.0	L32	24113.0	U53	24186.5
L35	24123.5	U56	24197.0	L34	24120.0	U55	24193.5
L37	24130.5	U58	24204.0	L36	24127.0	U57	24200.5
L39	24137.5	U60	24211.0	L38	24134.0	U59	24207.5
L41	24144.5	U62	24218.0	L40	24141.0	U61	24214.5
L43	24151.5	U64	24225.0	L42	24148.0	U63	24221.5
L45	24158.5	U66	24232.0	L44	24155.0	U65	24228.5
L47	24165.5	U68	24239.0	L46	24162.0	U67	24235.5
L49	24172.5	U70	24246.0	L48	24169.0	U69	24242.5
L51	24179.5			L50	24176.0		
				L52	24183.0		

ver. 1.0

RAy24		TX channel nominal frequencies					
Bandwidth: 14 MHz		Band 24.0 – 24.25 GHz, default duplex sp. 87.5 MHz					
		duplex spacing range 65 – 234.5 MHz					
(Freq.table: rcinfo24_ISM)							
basic channels (default duplex)				optional channels			
Ch.No.	Lower [MHz]	Ch.No.	Upper [MHz]	Ch.No.	Lower [MHz]	Ch.No.	Upper [MHz]
						U21	24074.5
						U22	24078.0
		U23	24081.5				
						U24	24085.0
						U25	24088.5
						U26	24092.0
L2	24008	U27	24095.5				
				L3	24011.5	U28	24099.0
				L4	24015.0	U29	24102.5
				L5	24018.5	U30	24106.0
L6	24022	U31	24109.5				
				L7	24025.5	U32	24113.0
				L8	24029.0	U33	24116.5
				L9	24032.5	U34	24120.0
L10	24036	U35	24123.5				
				L11	24039.5	U36	24127.0
				L12	24043.0	U37	24130.5
				L13	24046.5	U38	24134.0
L14	24050	U39	24137.5				
				L15	24053.5	U40	24141.0
				L16	24057.0	U41	24144.5
				L17	24060.5	U42	24148.0
L18	24064	U43	24151.5				
				L19	24067.5	U44	24155.0
				L20	24071.0	U45	24158.5
				L21	24074.5	U46	24162.0
L22	24078	U47	24165.5				
				L23	24081.5	U48	24169.0
				L24	24085.0	U49	24172.5
				L25	24088.5	U50	24176.0
L26	24092	U51	24179.5				
				L27	24095.5	U52	24183.0
				L28	24099.0	U53	24186.5
				L29	24102.5	U54	24190.0
L30	24106	U55	24193.5				
				L31	24109.5	U56	24197.0
				L32	24113.0	U57	24200.5
				L33	24116.5	U58	24204.0
L34	24120	U59	24207.5				
				L35	24123.5	U60	24211.0
				L36	24127.0	U61	24214.5
				L37	24130.5	U62	24218.0
L38	24134	U63	24221.5				
				L39	24137.5	U64	24225.0
				L40	24141.0	U65	24228.5
				L41	24144.5	U66	24232.0
L42	24148	U67	24235.5				
				L43	24151.5	U68	24239.0
				L44	24155.0	U69	24242.5
				L45	24158.5		
L46	24162						
				L47	24165.5		
				L48	24169.0		
				L49	24172.5		
				L50	24176.0		

ver. 1.0

RAy24		TX channel nominal frequencies					
Bandwidth: 28 MHz		Band 24.0 – 24.25 GHz, default duplex sp. 87.5 MHz					
		duplex spacing range 70 – 220.5 MHz					
(Freq.table: rcinfo24_ISM)							
basic channels (default duplex)				optional channels			
Ch.No.	Lower [MHz]	Ch.No.	Upper [MHz]	Ch.No.	Lower [MHz]	Ch.No.	Upper [MHz]
						U24	24085.0
						U25	24088.5
						U26	24092.0
						U27	24095.5
						U28	24099.0
L4	24015	U29	24102.5				
				L5	24018.5	U30	24106.0
				L6	24022.0	U31	24109.5
				L7	24025.5	U32	24113.0
				L8	24029.0	U33	24116.5
				L9	24032.5	U34	24120.0
				L10	24036.0	U35	24123.5
				L11	24039.5	U36	24127.0
L12	24043	U37	24130.5				
				L13	24046.5	U38	24134.0
				L14	24050.0	U39	24137.5
				L15	24053.5	U40	24141.0
				L16	24057.0	U41	24144.5
				L17	24060.5	U42	24148.0
				L18	24064.0	U43	24151.5
				L19	24067.5	U44	24155.0
L20	24071	U45	24158.5				
				L21	24074.5	U46	24162.0
				L22	24078.0	U47	24165.5
				L23	24081.5	U48	24169.0
				L24	24085.0	U49	24172.5
				L25	24088.5	U50	24176.0
				L26	24092.0	U51	24179.5
				L27	24095.5	U52	24183.0
L28	24099	U53	24186.5				
				L29	24102.5	U54	24190.0
				L30	24106.0	U55	24193.5
				L31	24109.5	U56	24197.0
				L32	24113.0	U57	24200.5
				L33	24116.5	U58	24204.0
				L34	24120.0	U59	24207.5
				L35	24123.5	U60	24211.0
L36	24127	U61	24214.5				
				L37	24130.5	U62	24218.0
				L38	24134.0	U63	24221.5
				L39	24137.5	U64	24225.0
				L40	24141.0	U65	24228.5
				L41	24144.5	U66	24232.0
				L42	24148.0	U67	24235.5
				L43	24151.5		
L44	24155			L45	24158.5		
				L46	24162.0		
				L47	24165.5		

ver. 1.0

RAy24		TX channel nominal frequencies			
Bandwidth: 40 MHz		Band 24.0 – 24.25 GHz, default duplex sp. 73.5 MHz			
		duplex spacing range 70 – 206.5 MHz			
(Freq.table: rcinfo24_ISM)					
basic channels (default duplex)				optional channels	
Ch.No.	Lower [MHz]	Ch.No.	Upper [MHz]	Ch.No.	Upper [MHz]
L6	24022.0	U27	24095.5		U26 24092.0
				L7	24025.5
				L8	24029.0
				L9	24032.5
				L10	24036.0
				L11	24039.5
				L12	24043.0
				L13	24046.5
				L14	24050.0
				L15	24053.5
				L16	24057.0
				L17	24060.5
L18	24064.0	U39	24137.5		
				L19	24067.5
				L20	24071.0
				L21	24074.5
				L22	24078.0
				L23	24081.5
				L24	24085.0
				L25	24088.5
				L26	24092.0
				L27	24095.5
				L28	24099.0
				L29	24102.5
L30	24106.0	U51	24179.5		
				L31	24109.5
				L32	24113.0
				L33	24116.5
				L34	24120.0
				L35	24123.5
				L36	24127.0
				L37	24130.5
				L38	24134.0
				L39	24137.5
				L40	24141.0
				L41	24144.5
L42	24148.0	U63	24221.5		
				L43	24151.5
				L44	24155.0
				L45	24158.5
					U64 24225.0
					U65 24228.5

ver. 1.0

RAy24		TX channel nominal frequencies			
Bandwidth: 56 MHz		Band 24.0 – 24.25 GHz, default duplex sp. 87.5 MHz			
		duplex spacing range 85 – 192.5 MHz			
(Freq.table: rcinfo24_ISM)					
basic channels (default duplex)				optional channels	
Ch.No.	Lower [MHz]	Ch.No.	Upper [MHz]	Ch.No.	Upper [MHz]
L8	24029	U33	24116.5		
				L9	24032.5
				L10	24036.0
				L11	24039.5
				L12	24043.0
				L13	24046.5
				L14	24050.0
				L15	24053.5
				L16	24057.0
				L17	24060.5
				L18	24064.0
				L19	24067.5
				L20	24071.0
				L21	24074.5
				L22	24078.0
				L23	24081.5
				L25	24088.5
				L26	24092.0
				L27	24095.5
				L28	24099.0
				L29	24102.5
				L30	24106.0
				L31	24109.5
				L32	24113.0
				L33	24116.5
				L34	24120.0
				L35	24123.5
				L36	24127.0
				L37	24130.5
				L38	24134.0
L24	24085	U49	24172.5	U34	24120.0
				U35	24123.5
				U36	24127.0
				U37	24130.5
				U38	24134.0
				U39	24137.5
				U40	24141.0
				U41	24144.5
				U42	24148.0
				U43	24151.5
				U44	24155.0
				U45	24158.5
				U46	24162.0
				U47	24165.5
				U48	24169.0
				U50	24176.0
				U51	24179.5
				U52	24183.0
				U53	24186.5
				U54	24190.0
				U55	24193.5
				U56	24197.0
				U57	24200.5
				U58	24204.0
				U59	24207.5
				U60	24211.0
				U61	24214.5
				U62	24218.0
				U63	24221.5

ver. 1.0

9.5.4. Jmenovité frekvence podle FCC ETSI

RAY24		TX channel nominal frequencies			
Bandwidth: 3.5 MHz		Band 24.05 – 24.25 GHz, default duplex sp. 73.5 MHz			
		duplex spacing range 60 – 192.5 MHz			
(Freq.table: rcinfo24_FCC_ETSI)					
basic channels (default duplex)				optional channels	
Ch.No.	Lower [MHz]	Ch.No.	Upper [MHz]	Ch.No.	Upper [MHz]
		U19	24116.5	no more channels	
		U20	24120.0		
		U21	24123.5		
L1	24053.5	U22	24127.0		
L2	24057.0	U23	24130.5		
L3	24060.5	U24	24134.0		
L4	24064.0	U25	24137.5		
L5	24067.5	U26	24141.0		
L6	24071.0	U27	24144.5		
L7	24074.5	U28	24148.0		
L8	24078.0	U29	24151.5		
L9	24081.5	U30	24155.0		
L10	24085.0	U31	24158.5		
L11	24088.5	U32	24162.0		
L12	24092.0	U33	24165.5		
L13	24095.5	U34	24169.0		
L14	24099.0	U35	24172.5		
L15	24102.5	U36	24176.0		
L16	24106.0	U37	24179.5		
L17	24109.5	U38	24183.0		
L18	24113.0	U39	24186.5		
L19	24116.5	U40	24190.0		
L20	24120.0	U41	24193.5		
L21	24123.5	U42	24197.0		
L22	24127.0	U43	24200.5		
L23	24130.5	U44	24204.0		
L24	24134.0	U45	24207.5		
L25	24137.5	U46	24211.0		
L26	24141.0	U47	24214.5		
L27	24144.5	U48	24218.0		
L28	24148.0	U49	24221.5		
L29	24151.5	U50	24225.0		
L30	24155.0	U51	24228.5		
L31	24158.5	U52	24232.0		
L32	24162.0	U53	24235.5		
L33	24165.5	U54	24239.0		
L34	24169.0	U55	24242.5		
L35	24172.5	U56	24246.0		
L36	24176.0				
L37	24179.5				
L38	24183.0				

ver. 1.0

RAy24		TX channel nominal frequencies			
Bandwidth: 7 MHz		Band 24.05 – 24.25 GHz, default duplex sp. 73.5 MHz			
		duplex spacing range 60 – 192.5 MHz			
(Freq.table: rcinfo24_FCC_ETSI)					
basic channels (default duplex)				optional channels	
Ch.No.	Lower [MHz]	Ch.No.	Upper [MHz]	Ch.No.	Upper [MHz]
		U20	24071.0	U19	24116.5
				U21	24123.5
L1	24053.5	U22	24127.0		
L3	24060.5	U24	24134.0	L2	24057.0
L5	24067.5	U26	24141.0	U23	24130.5
L7	24074.5	U28	24148.0	L4	24064.0
L9	24081.5	U30	24155.0	U25	24137.5
L11	24088.5	U32	24162.0	L6	24071.0
L13	24095.5	U34	24169.0	L8	24078.0
L15	24102.5	U36	24176.0	U27	24144.5
L17	24109.5	U38	24183.0	L10	24085.0
L19	24116.5	U40	24190.0	L12	24092.0
L21	24123.5	U42	24197.0	U31	24158.5
L23	24130.5	U44	24204.0	L14	24099.0
L25	24137.5	U46	24211.0	U33	24165.5
L27	24144.5	U48	24218.0	L16	24106.0
L29	24151.5	U50	24225.0	U35	24172.5
L31	24158.5	U52	24232.0	L18	24113.0
L33	24165.5	U54	24239.0	U37	24179.5
L35	24172.5	U56	24246.0	L20	24120.0
L37	24179.5			U39	24186.5
				L22	24127.0
				U41	24193.5
				L24	24134.0
				U43	24200.5
				L26	24141.0
				U45	24207.5
				L28	24148.0
				U47	24214.5
				L30	24155.0
				U49	24221.5
				L32	24162.0
				U51	24228.5
				L34	24169.0
				U53	24235.5
				L36	24176.0
				U55	24242.5
				L38	24183.0

ver. 1.0

RAy24		TX channel nominal frequencies					
Bandwidth: 14 MHz		Band 24.05 – 24.25 GHz, default duplex sp. 87.5 MHz					
		duplex spacing range 65 – 185.5 MHz					
(Freq.table: rcinfo24_FCC_ETSI)							
basic channels (default duplex)				optional channels			
Ch.No.	Lower [MHz]	Ch.No.	Upper [MHz]	Ch.No.	Lower [MHz]	Ch.No.	Upper [MHz]
						U21	24123.5
						U22	24127.0
		U23	24130.5				
						U24	24134.0
						U25	24137.5
						U26	24141.0
L2	24057	U27	24144.5				
				L3	24060.5	U28	24148.0
				L4	24064.0	U29	24151.5
				L5	24067.5	U30	24155.0
L6	24071	U31	24158.5				
				L7	24074.5	U32	24162.0
				L8	24078.0	U33	24165.5
				L9	24081.5	U34	24169.0
L10	24085	U35	24172.5				
				L11	24088.5	U36	24176.0
				L12	24092.0	U37	24179.5
				L13	24095.5	U38	24183.0
L14	24099	U39	24186.5				
				L15	24102.5	U40	24190.0
				L16	24106.0	U41	24193.5
				L17	24109.5	U42	24197.0
L18	24113	U43	24200.5				
				L19	24116.5	U44	24204.0
				L20	24120.0	U45	24207.5
				L21	24123.5	U46	24211.0
L22	24127	U47	24214.5				
				L23	24130.5	U48	24218.0
				L24	24134.0	U49	24221.5
				L25	24137.5	U50	24225.0
L26	24141	U51	24228.5				
				L27	24144.5	U52	24232.0
				L28	24148.0	U53	24235.5
				L29	24151.5	U54	24239.0
L30	24155	U55	24242.5				
				L31	24158.5		
				L32	24162.0		
				L33	24165.5		
L34	24169						
				L35	24172.5		
				L36	24176.0		

ver. 1.0

RAy24		TX channel nominal frequencies			
Bandwidth: 28 MHz		Band 24.05 – 24.25 GHz, default duplex sp. 87.5 MHz			
		duplex spacing range 70 – 171.5 MHz			
(Freq.table: rcinfo24_FCC_ETSI)					
basic channels (default duplex)				optional channels	
Ch.No.	Lower [MHz]	Ch.No.	Upper [MHz]	Ch.No.	Upper [MHz]
L4	24064	U29	24151.5		U25 24137.5
					U26 24141.0
					U27 24144.5
					U28 24148.0
				L5	24067.5 U30 24155.0
				L6	24071.0 U31 24158.5
				L7	24074.5 U32 24162.0
				L8	24078.0 U33 24165.5
				L9	24081.5 U34 24169.0
				L10	24085.0 U35 24172.5
				L11	24088.5 U36 24176.0
L12	24092	U37	24179.5		
				L13	24095.5 U38 24183.0
				L14	24099.0 U39 24186.5
				L15	24102.5 U40 24190.0
				L16	24106.0 U41 24193.5
				L17	24109.5 U42 24197.0
				L18	24113.0 U43 24200.5
				L19	24116.5 U44 24204.0
L20	24120	U45	24207.5		
				L21	24123.5 U46 24211.0
				L22	24127.0 U47 24214.5
				L23	24130.5 U48 24218.0
				L24	24134.0 U49 24221.5
				L25	24137.5 U50 24225.0
				L26	24141.0 U51 24228.5
				L27	24144.5 U52 24232.0
L28	24148	U53	24235.5		
				L29	24151.5
				L30	24155.0
				L31	24158.5
				L32	24162.0

ver. 1.0

RAy24		TX channel nominal frequencies			
Bandwidth: 40 MHz		Band 24.05 – 24.25 GHz, default duplex sp. 73.5 MHz			
		duplex spacing range 70 – 157.5 MHz			
(Freq.table: rcinfo24_FCC_ETSI)					
basic channels (default duplex)				optional channels	
Ch.No.	Lower [MHz]	Ch.No.	Upper [MHz]	Ch.No.	Upper [MHz]
L6	24071.0	U27	24144.5		U26 24141.0
				L7	24074.5
				L8	24078.0
				L9	24081.5
				L10	24085.0
				L11	24088.5
				L12	24092.0
				L13	24095.5
				L14	24099.0
				L15	24102.5
				L16	24106.0
				L17	24109.5
					U38 24183.0
L18	24113.0	U39	24186.5	L19	24116.5
				L20	24120.0
				L21	24123.5
				L22	24127.0
				L23	24130.5
				L24	24134.0
				L25	24137.5
				L26	24141.0
				L27	24144.5
				L28	24148.0
				L29	24151.5
					U50 24225.0
L30	24155.0	U51	24228.5	L31	24158.5

ver. 1.0

RAy24		TX channel nominal frequencies			
		Band 24.05 – 24.25 GHz, default duplex sp. 87.5 MHz			
Bandwidth: 56 MHz		duplex spacing range 85 – 143.5 MHz			
(Freq.table: rcinfo24_FCC_ETSI)					
basic channels (default duplex)				optional channels	
Ch.No.	Lower [MHz]	Ch.No.	Upper [MHz]	Ch.No.	Upper [MHz]
L8	24078	U33	24165.5	L9	24081.5
				L10	24085.0
				L11	24088.5
				L12	24092.0
				L13	24095.5
				L14	24099.0
				L15	24102.5
				L16	24106.0
				L17	24109.5
				L18	24113.0
				L19	24116.5
				L20	24120.0
				L21	24123.5
				L22	24127.0
				L23	24130.5
L24	24134	U49	24221.5	U34	24169.0
				U35	24172.5
				U36	24176.0
				U37	24179.5
				U38	24183.0
				U39	24186.5
				U40	24190.0
				U41	24193.5
				U42	24197.0
				U43	24200.5
				U44	24204.0
				U45	24207.5
				U46	24211.0
				U47	24214.5
				U48	24218.0

ver. 1.0

10. Bezpečnost, prostředí, licence


10.1. Kmitočet

Mikrovlnné spoje RAY určené pro provoz v licenčních pásmech musí být používány v souladu s licencí vydanou Telekomunikačním úřadem pro příslušné území, na kterém je zařízení provozováno.

Mikrovlnné spoje RAY určené pro provoz v ISM pásmech musí dodržovat maximální povolený vyzářený výkon (EIRP) v souladu s podmínkami v příslušné zemi.

10.2. Dodržení RoHS a WEEE

Ray je plně v souladu se směrnicemi pro životní prostředí vydanými Evropskou komisí. Splňuje směrnici RoHS (Restriction of Certain Hazardous Substances in Electrical and Electronic Equipment) a WEEE (Waste Electrical and Electronic Equipment).

RoHS  Restriction of hazardous substances (RoHS)

Směrnice RoHS v Evropské unii zakazuje prodej elektronických zařízení obsahujících tyto nebezpečné látky: olovo, kadmium, rtuť, šestimocný chrom, polybromované bifenyly (PBB) a polybromované difenyl étery (PBDE).

Recyklační program (WEEE)



Směrnice WEEE se týká využití, opětovného užití a recyklace elektrických a elektronických zařízení. Podle této směrnice, musí být použité zařízení označeno, odděleně uskladněno a zlikvidováno. RACOM inicioval program pro správu opětovného použití, recyklace a využití odpadů šetrného vůči životnímu prostředí prostřednictvím procesů, které jsou v souladu se směrnicí WEEE (EU Waste Electrical and Electronic Equipment 2002/96/EC).

Likvidace baterií – Tento výrobek může obsahovat baterie. Baterie musí být likvidovány předepsaným způsobem a nesmí být likvidovány v rámci Evropské unie jako netříděný komunální odpad. Podívejte se na dokumentaci k produktu, tam naleznete konkrétní informace o baterii. Baterie jsou označeny symbolem, který může obsahovat písmena k označení kadmia (Cd), olova (Pb), nebo rtuti (Hg). Pro správnou recyklaci vraťte baterii svému dodavateli nebo na určené sběrné místo. Více informací naleznete na: www.weerohsinfo.com

10.3. Podmínky odpovědnosti za vady a instrukce pro bezpečný provoz zařízení

Čtete pozorně tato bezpečnostní opatření před použitím výrobku:

- Odpovědnost za vady se nevztahuje na výrobek, který byl použit v rozporu s instrukcemi uvedenými v návodu k obsluze, nebo pokud bylo otevřeno pouzdro, v němž je rádiový modem umístěn, nebo když byl proveden neodborný zásah do zařízení.
- Rádiový modem smí být provozován pouze na frekvencích, které jsou k tomu určeny orgánem pověřeným správou rádiového provozu v příslušné zemi a nesmí překročit maximální povolený výstupní výkon. Firma RACOM není zodpovědná za výrobky používané nedovoleným způsobem.

- Zařízení uvedená v tomto návodu k obsluze mohou být použita pouze v souladu s instrukcemi uvedenými v tomto návodu. Bezchybný a bezpečný provoz tohoto zařízení je zaručen pouze při náležité přepravě, skladování, provozu a ovládání těchto zařízení. Totéž platí i pro jejich údržbu.
- Pro prevenci škod na rádiovém modemu a ostatních koncových zařízeních musí být při odpojování nebo připojování kabelu k datovému rozhraní rádiového modemu vždy odpojeno napájení zdroje PoE. Je třeba zajistit, aby různá zařízení byla uzemněna na stejný potenciál.
- Zařízení smí opravovat pouze výrobce.
- Bude-li jednotka RAY použita s jiným než doporučeným příslušenstvím, výrobce nepřijímá odpovědnost za vady, které byly tímto příslušenstvím způsobeny. Nevhodné příslušenství (např. konektor na kabelu) může způsobit mechanické poškození vnitřního konektoru jednotky RAY, vniknutí vlhkosti nebo zhoršit účinnost ochranných obvodů proti výbojům atmosférické elektřiny.

10.4. Důležitá upozornění

Výhradním vlastníkem všech práv k tomuto návodu k obsluze je firma RACOM s. r. o. (dále v tomto návodu uváděná pod zkráceným názvem RACOM). Všechna práva vyhrazena. Pořizování písemných, tištěných či kopírovaných kopií tohoto manuálu nebo záznamů na různá média nebo překlad jakékoliv části tohoto manuálu do jiných jazyků (bez písemného svolení vlastníka práv) je zakázáno.

RACOM si vyhrazuje právo na změny v technické specifikaci nebo ve funkci tohoto produktu nebo na ukončení výroby tohoto produktu nebo na ukončení jeho servisní podpory bez předchozího písemného upozornění zákazníků.

Podmínky použití software tohoto produktu se řídí licencí, která je uvedena níže. Program šířený s touto licencí je uvolněn se záměrem, že bude užitečný, ale bez konkrétní záruky. Za žádných okolností není autor nebo jiná firma či osoba zodpovědná za vedlejší, náhodné nebo související škody, které vyplývají z použití tohoto produktu.

Výrobce neposkytuje uživateli žádnou formu záruky obsahující ujištění o vhodnosti a použitelnosti pro jeho aplikaci. Výrobky firmy RACOM nejsou vyvíjeny, určeny ani zkoušeny pro použití v zařízeních, která přímo ovlivňují zdraví a životní funkce lidí a zvířat, a to ani jako součást jiného důležitého zařízení, a neposkytuje záruky, pokud je výrobek firmy použit v těchto zmíněných zařízeních.

RACOM Open Software License

Verze 1.0, listopad 2009

Copyright (c) 2001, RACOM s.r.o., Mírová 1283, Nové Město na Moravě, 592 31

Každý má možnost kopírovat a šířit doslovné kopie této licence, ale jakákoli změna není povolena.

Program (binární verze) je dostupný zdarma na kontaktech uvedených na <http://www.racom.eu>. Tento produkt obsahuje open source nebo jiný software pocházející od třetích stran, který podléhá GNU General Public License (GPL), GNU Library / Lesser General Public License (LGPL) a / nebo dalších autorských licencí, prohlášení o vyloučení odpovědnosti a upozornění. Přesné znění GPL, LGPL a některých dalších licencí je uvedeno v balících zdrojového kódu (typicky soubory COPYING nebo LICENSE). Příslušné strojově čitelné kopie zdrojového kódu tohoto softwaru pod GPL nebo LGPL licencemi můžete získat na kontaktech uvedených na <http://www.racom.eu>. Tento produkt také obsahuje software vyvinutý na University of California, Berkeley a u jejích přispěvatelů.

10.5. Odpovědnost za vady

RACOM s.r.o. odpovídá u svých výrobků za vady po dobu uvedenou v dodací dokumentaci, doba začíná plynout od okamžiku doručení výrobku zákazníkovi. Během této doby provede RACOM podle vlastního uvážení opravu nebo výměnu vadného zařízení, vždy však za předpokladu, že k poruše došlo při běžném používání v souladu s návodem k použití, ne v důsledku nesprávného použití, ať už úmyslného nebo nahodilého, např. pokusem o opravu nebo úpravu neoprávněnou osobou nebo v důsledku působení abnormálních vlivů prostředí, jako je například přepětí, zaplavení nebo úder blesku.

Vadný výrobek, na nějž se vztahuje odpovědnost za vady, bude na náklady zákazníka dopraven do provozovny společnosti RACOM. Opravené zařízení bude zákazníkovi vráceno na náklady společnosti RACOM. V případě, že okolnosti neumožňují výrobek demontovat a doručit do provozovny společnosti RACOM, zákazník uhradí výdaje, které společnosti RACOM vznikly při dopravě a opravě a/nebo výměně na místě.

Tato záruční ustanovení představují plný rozsah záručního krytí firmy RACOM vůči zákazníkovi dohodou, která je mezi oběma stranami dobrovolně uzavřena.

RACOM poskytuje záruku, že zařízení bude fungovat náležitě, jak je popsáno, bez závazku, že se bude hodit pro zákazníkův záměr nebo účel. Za žádných okolností odpovědnost společnosti RACOM nepřesahuje výše uvedené, přičemž RACOM, jeho jednatele, zaměstnanci nebo zástupci nejsou odpovědní za žádné vzniklé ztráty nebo škody způsobené přímo či nepřímo použitím, zneužitím, provozem či selháním zařízení, vyjma zákonné ochrany, která se může výslovně a nevyhnutelně k věci vztahovat.

10.6. Prohlášení o shodě



Prohlášení o shodě – RAY11

V souladu se směrnicí Evropského parlamentu a rady 1999/05/ES o rádiových zařízeních a telekomunikačních koncových zařízeních a vzájemném uznávání jejich shody

Výrobce:	RACOM s.r.o.
Sídlo:	Mírová 1283, 592 31 Nové Město na Moravě, Česká republika
IČO:	46343423
Výrobek:	RAY11
Účel použití:	Microwave IP Bridge



My, výrobce výše uvedeného výrobku, prohlašujeme, že výrobek:
splňuje požadavky směrnice Evropského parlamentu a rady **1999/05/ES**,
ze dne 9. března 1999, o rádiových zařízeních a telekomunikačních koncových zařízeních a vzájemném uznávání jejich shody.

Výrobek je vyráběn v souladu s těmito standardy a/nebo jinými normativními dokumenty:

Rádiové parametry	EN 302 217-2-2 V1.4.1
EMC	EN 301 489-1 V1.8.1
	EN 301 489-4 V1.3.2
Bezpečnost	EN 60950-1: 2006

Nové Město na Moravě, 28. října 2013
Jiří Hruška, CEO



RACOM s.r.o. • Mirova 1283 • 592 31 Nove Mesto na Morave • Czech Republic
Tel.: +420 565 659 511 • Fax: +420 565 659 512 • E-mail: racom@racom.eu

www.racom.eu

ver. 3.0

Obr. 10.1: Shodnost výrobku RAY 11



RACOM
RADIO DATA NETWORKS

Prohlášení o shodě – RAY17

V souladu se směrnicí Evropského parlamentu a rady 1999/05/ES o rádiových zařízeních a telekomunikačních koncových zařízeních a vzájemném uznávání jejich shody

Výrobce:	RACOM s.r.o.	
Sídlo:	Mírová 1283, 592 31 Nové Město na Moravě, Česká republika	
IČO:	46343423	
Výrobek:	RAY17	
Účel použití:	Microwave IP Bridge 17,1 – 17,3 GHz	CE 

My, výrobce výše uvedeného výrobku, prohlašujeme, že výrobek:
 splňuje požadavky směrnice Evropského parlamentu a rady **1999/05/ES**,
 ze dne 9. března 1999, o rádiových zařízeních a telekomunikačních koncových zařízeních a vzájemném uznávání jejich shody.

Výrobek je vyráběn v souladu s těmito standardy a/nebo jinými normativními dokumenty:

Rádiové parametry	ČSN ETSI EN EN 300 440-2 V1.4.1
EMC	ČSN ETSI EN 301 489-1 (2008-4), ČSN ETSI EN 301 489-17 (2008-4)
Bezpečnost	ČSN EN 60950-1: 2004

Nové Město na Moravě, 28. října 2012
 Jiří Hruška, CEO



RACOM s.r.o. • Mirova 1283 • 592 31 Nove Mesto na Morave • Czech Republic
 Tel.: +420 565 659 511 • Fax: +420 565 659 512 • E-mail: racom@racom.eu

www.racom.eu

Obr. 10.2: Shodnost výrobku RAY 17



Prohlášení o shodě – RAY24

V souladu se směrnicí Evropského parlamentu a rady 1999/05/ES o rádiových zařízeních a telekomunikačních koncových zařízeních a vzájemném uznávání jejich shody

Výrobce: RACOM s.r.o.
Sídlo: Mírová 1283, 592 31 Nové Město na Moravě, Česká republika
IČO: 46343423
Výrobek: RAY24
Účel použití: Microwave IP Bridge 24,0 – 24,25 GHz



My, výrobce výše uvedeného výrobku, prohlašujeme, že výrobek:
splňuje požadavky směrnice Evropského parlamentu a rady 1999/05/ES,
ze dne 9. března 1999, o rádiových zařízeních a telekomunikačních koncových zařízeních a vzájemném uznávání jejich shody.

Výrobek je vyráběn v souladu s těmito standardy a/nebo jinými normativními dokumenty:

Rádiové parametry	EN 300 440-2 V1.4.1
EMC	EN 301 489-1 V1.8.1 EN 301 489-4 V1.3.2
Bezpečnost	EN 60950-1: 2006

Nové Město na Moravě, 28. října 2013
Jiří Hruška, CEO

RACOM s.r.o. • Mírová 1283 • 592 31 Nove Mesto na Morave • Czech Republic
Tel.: +420 565 659 511 • Fax: +420 565 659 512 • E-mail: racom@racom.eu

ver. 1.1

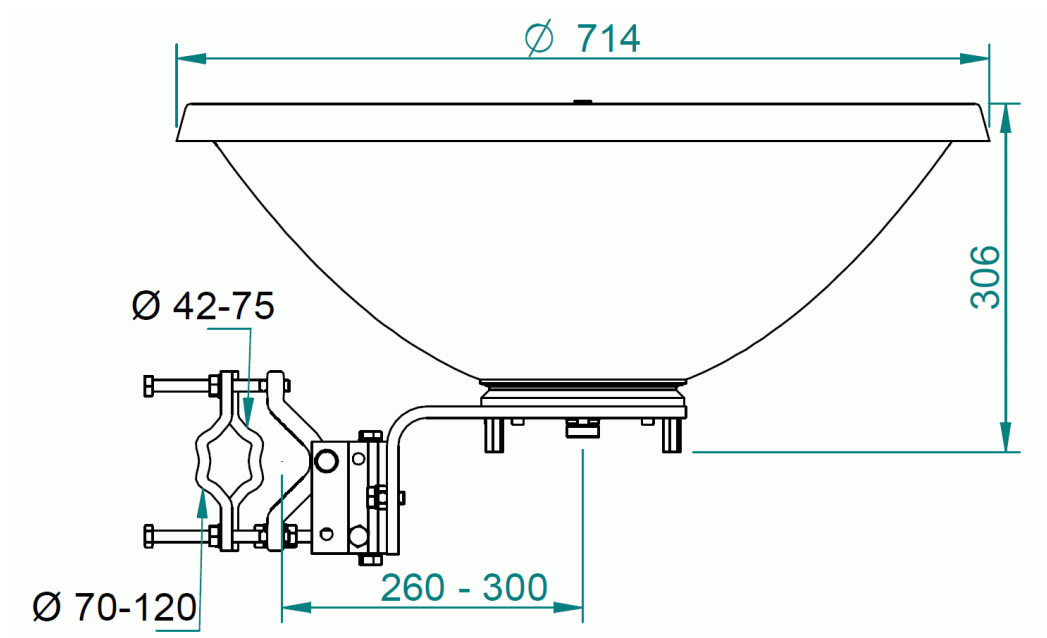
www.racom.eu

Obr. 10.3: Shodnost výrobku RAY 24

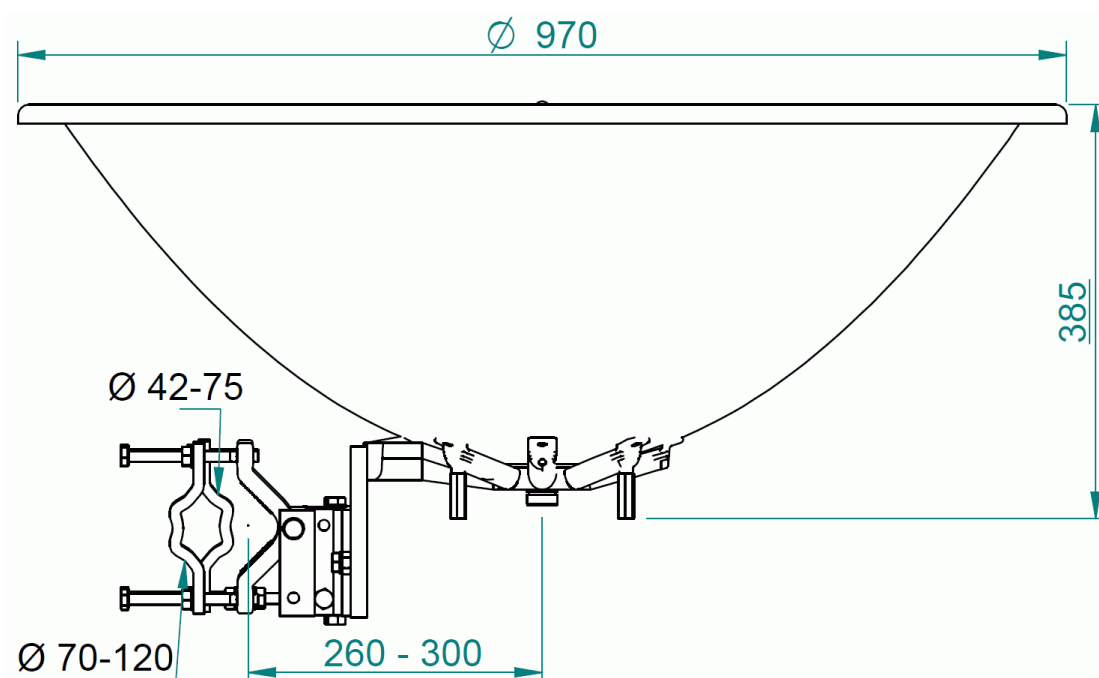
Příloha A. Rozměry antén

Antény Jirous

Příklad antén velikosti 68 a 90. Podrobněji na www.racom.eu¹.



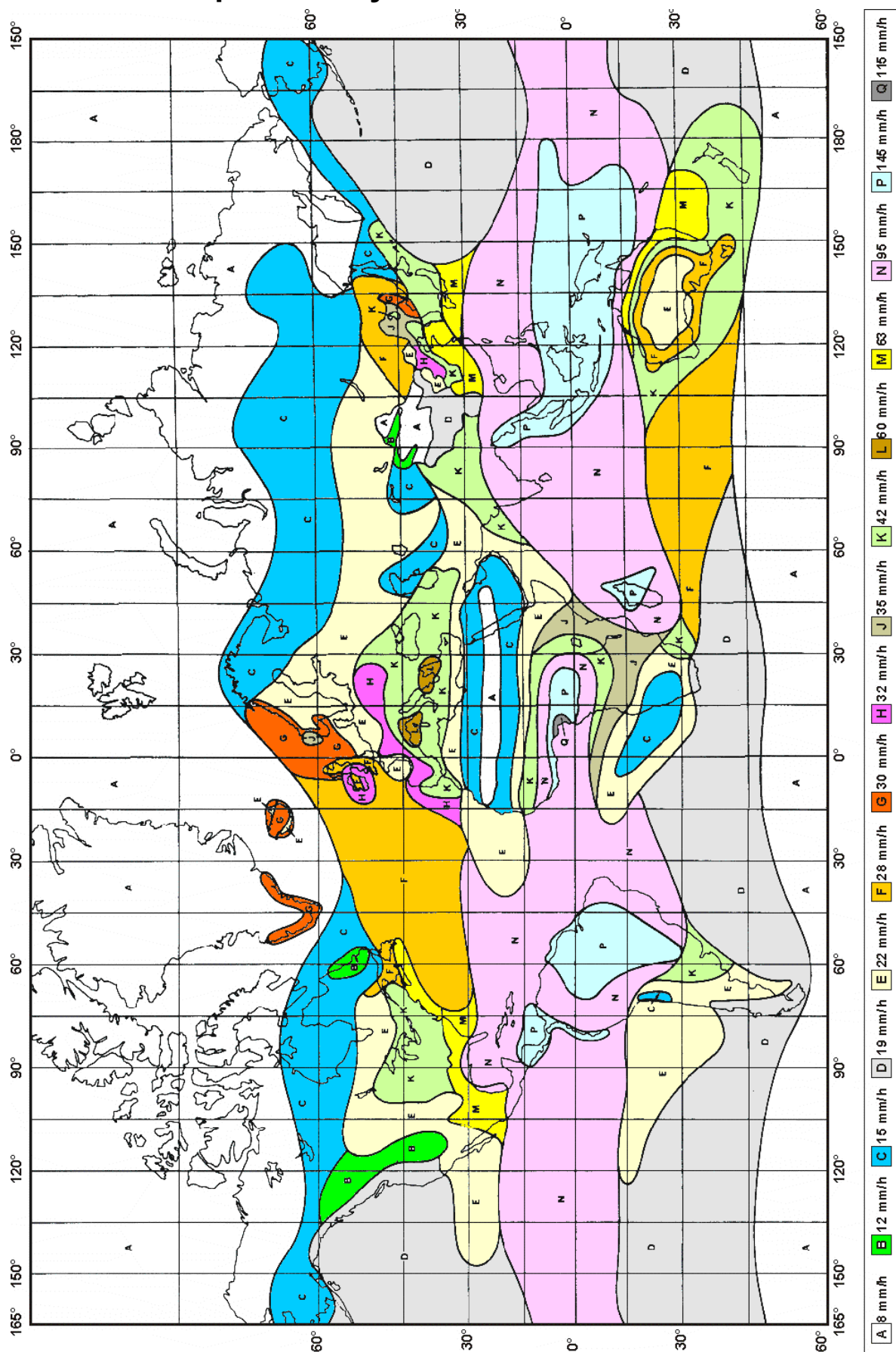
Obr. A.1: Rozměrové uspořádání antény Jirous 68



Obr. A.2: Rozměrové uspořádání antény Jirous 90

¹ http://www.racom.eu/cz/products/mikrovlny-spoj-ray.html#accessories_jirous

Příloha B. Mapa dešťových zón

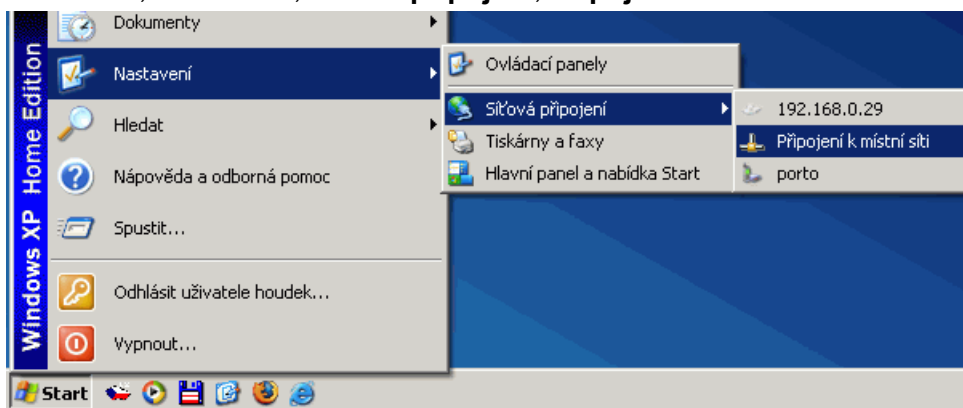


Příloha C. IP adresa v PC

Nastavení IP adresy v PC

Pro konfiguraci radiomodemu je nutné nastavit vhodnou IP adresu v použitém PC, například 192.168.1.233. Předpokládá se, že PC používá DHCP jako primární konfiguraci.

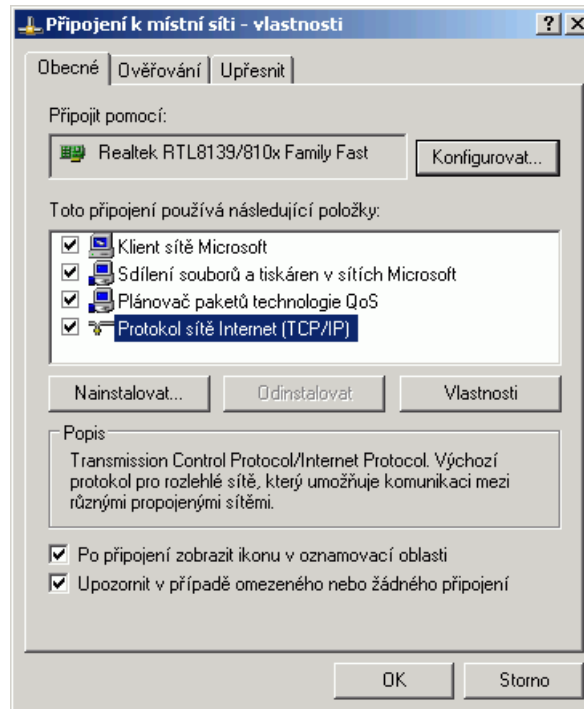
- Otevřeme menu Start, **Nastavení, Síťová připojení, Připojení k místní síti**



- V okně **Připojení k místní síti** zvolíme **Vlastnosti**



- Otevře se další okno. Vybereme **Protokol sítě Internet (TCP/IP)** a klepneme na **Vlastnosti**



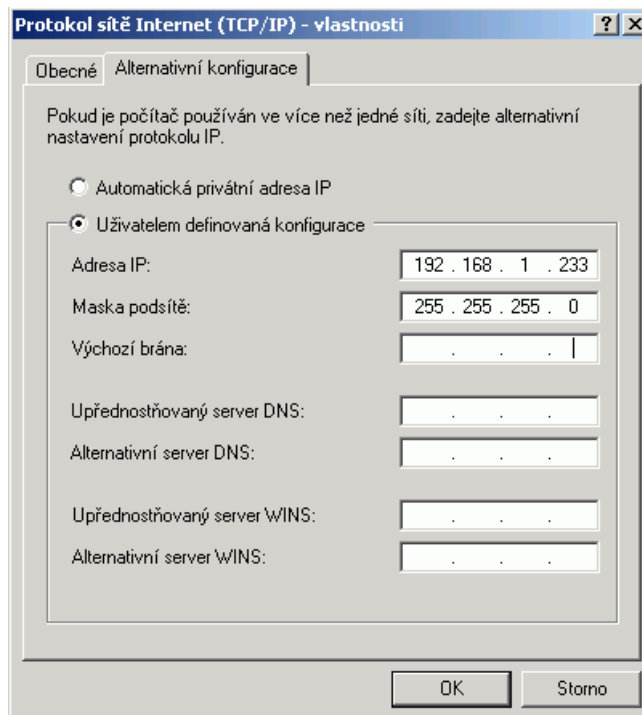
- Otevře se nové okno

Pevná adresa

- Na kartě **Obecné** zvolíme **Použít následující adresu IP**
 - Zapišeme Adresu IP 192.168.1.233
 - Nastavíme Masku podsítě 255.255.255.0
 - Klepnutím na **OK** potvrdíme toto okno a podobně potvrdíme i předchozí okna
- Druhou možností je využití automatického přepínání. Pak je v kartě *Obecné* zvoleno např. *Získat adresu IP ze serveru DHCP automaticky* a na kartě *Alternativní konfigurace* je zapsána adresa 192.168.1.233. Tato detekce a následné přepnutí však pracuje pomaleji a ne zcela spolehlivě.

alternativní konfigurace

- Vybereme kartu **Alternativní konfigurace**
- Zvolíme **Uživatелеm definovaná konfigurace**
- Zapišeme Adresu IP 192.168.1.233
- Nastavíme Masku podsítě 255.255.255.0



- Klepnutím na **OK** potvrdíme toto okno a podobně potvrdíme i předchozí okna
Pokud nepoužíváte Windows XP, pak postupujte při nastavení IP adresy podle manuálu.

Kontrola IP adresy v PC

V systému Windows postupujeme například takto:

1. V menu Start klepneme na **Spustit...**
2. Vložíme povel **cmd**
3. Vložíme povel **ipconfig** a přečteme IP adresu PC a masku:

```
C:\Documents and Settings\houdek>ipconfig
Konfigurace protokolu IP systému Windows

Adaptér sítě Ethernet Připojení k místní síti 2:
    Přípona DNS podle připojení . . . . . :
    Adresa IP . . . . . : 192.168.1.233
    Maska podsítě . . . . . : 255.255.255.0
    Výchozí brána . . . . . :
```

Kontrola spojení PC - radiomodem pomocí Pingu

V systému Windows vyšleme ping takto:

1. Zkontrolujeme propojení mezi PC a rádiovým modemem pomocí kabelu Ethernet.
2. V menu Start klepneme na **Spustit...**
3. Vložíme povel **cmd**
4. Napišeme **ping 192.168.1.2** a stiskneme OK

5. Objeví se okno se zprávou:

```
C:\Documents and Settings\houdek>ping 192.168.1.2
Příkaz PING na 192.168.1.2 s délkou 32 bajtů:
Odpověď od 192.168.1.2: bajty=32 čas=1ms TTL=64
Odpověď od 192.168.1.2: bajty=32 čas < 1ms TTL=64
Odpověď od 192.168.1.2: bajty=32 čas < 1ms TTL=64
Odpověď od 192.168.1.2: bajty=32 čas < 1ms TTL=64
```

Jestliže komunikace neprobíhá, objeví se zpráva "Vypršel časový limit žádosti".

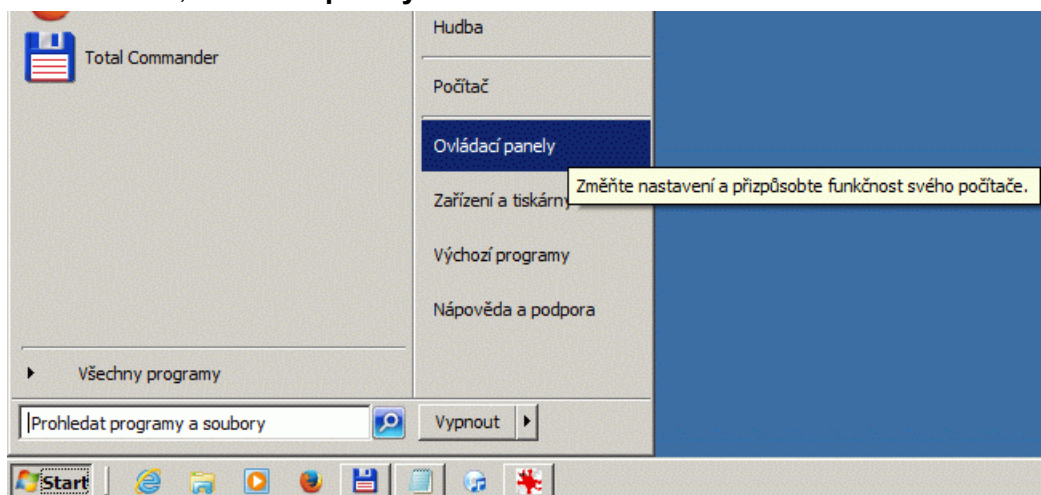
Pokud přesto komunikace webového prohlížeče s radiomodemem neprobíhá, zkontrolujeme nastavení prohlížeče. V menu *Soubor* je položka *Pracovat offline*, která nesmí být zaškrtnutá.

Příloha D. IP adresa v PC s Windows 7

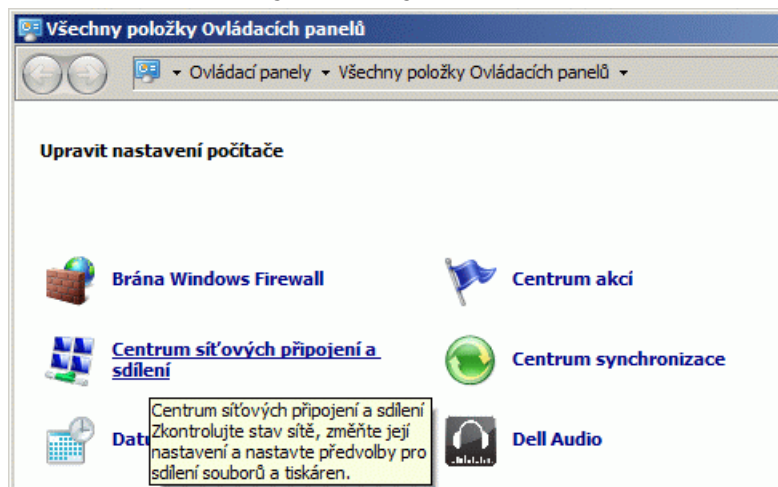
Nastavení IP adresy v PC

Pro konfiguraci radiomodemu je nutné nastavit vhodnou IP adresu v použitém PC, například 192.168.1.233.

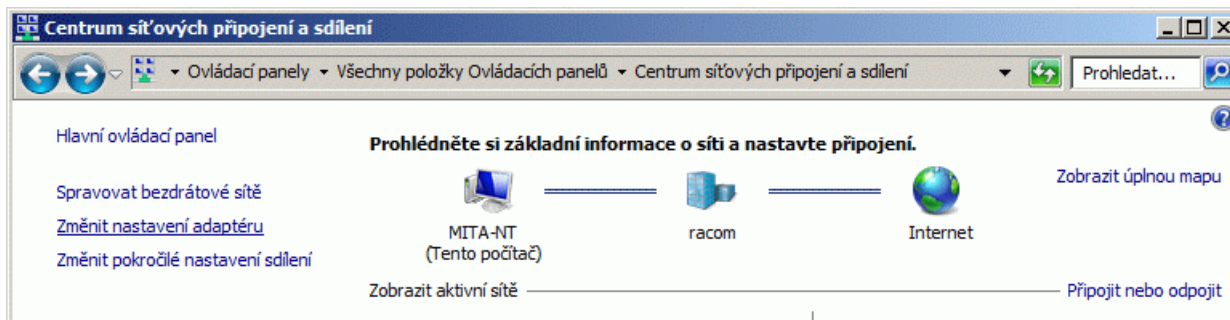
- Otevřeme menu Start, **Ovládací panely**



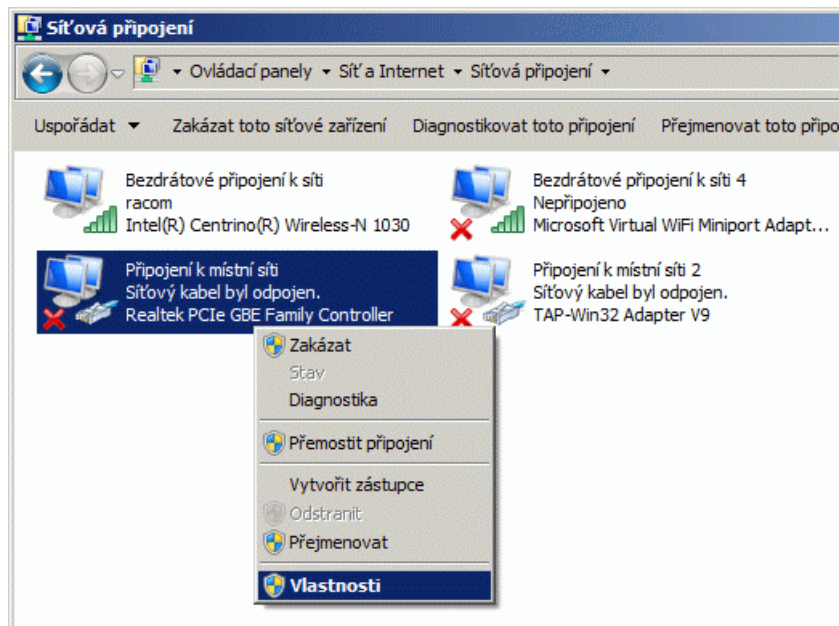
- V novém okně zvolíme **Centrum síťových připojení a sdílení**



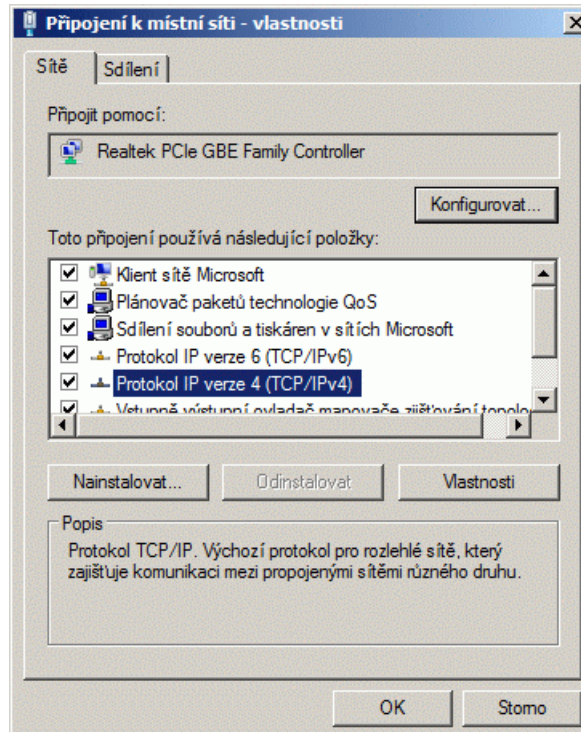
- V novém okně zvolíme **Změnit nastavení adaptéru**



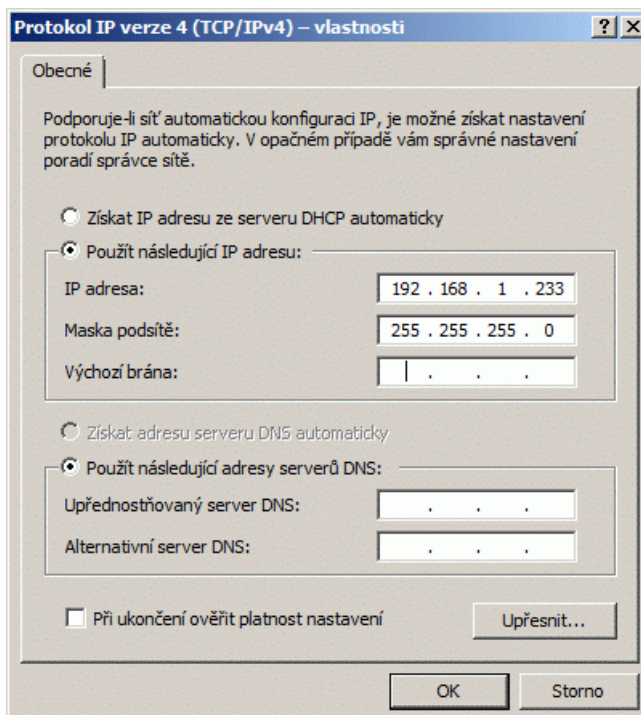
- V okně Síťová připojení klikneme pravým tlačítkem myši na **Připojení k místní síti** a pak levým tlačítkem na **Vlastnosti**



- Vybereme **Protokol IP verze 4 (TCP/IPv4)** a **Vlastnosti**



- Na kartě **Obecné** zvolíme **Použít následující IP adresu**
 - Zapišeme IP Adresu 192.168.1.233
 - Nastavíme Masku podsítě 255.255.255.0
 - Klepnutím na **OK** potvrdíme toto okno a zavřeme i předchozí okna



Kontrola IP adresy v PC

V systému Windows 7 postupujeme takto:

1. V menu Start do okénka *Prohledat programy a soubory* napíšeme povel **cmd** a stiskneme Enter.
2. Vložíme povel **ipconfig** a mezi zprávami vyhledáme informaci o IP adrese PC a masce:

```

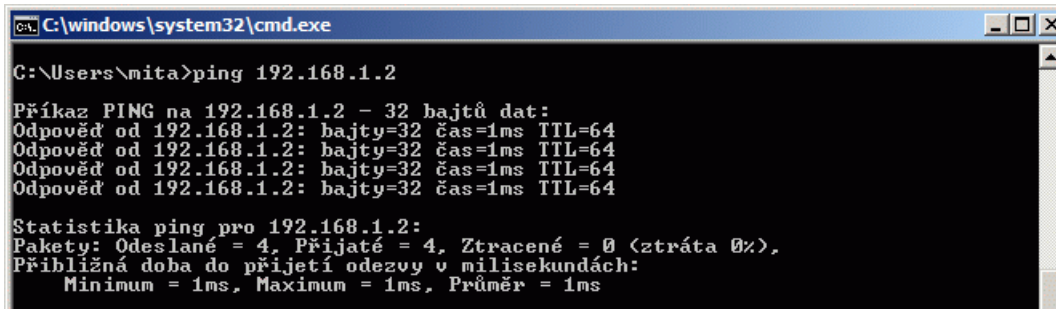
C:\windows\system32\cmd.exe
Adaptér sítě Ethernet Připojení k místní síti:
Přípona DNS podle připojení . . . : racom.cz
Místní IPv6 adresa v rámci propojení . . . : fe80::dc4:24c3:ae4f:a9f1%13
Adresa IPv4 . . . . . : 192.168.1.233
Maska podsítě . . . . . : 255.255.255.0
Účhozí brána . . . . . :

```

Kontrola spojení PC - radiomodem pomocí Pingu

V systému Windows 7 vyšleme ping takto:

1. Zkontrolujeme propojení mezi PC a rádiovým modemem pomocí kabelu Ethernet.
2. V menu Start do okénka *Prohledat programy a soubory* napíšeme povel **cmd** a stiskneme Enter.
3. Napíšeme **ping 192.168.1.2** a stiskneme Enter.
4. Objeví se okno se zprávou:



```
C:\windows\system32\cmd.exe
C:\Users\mita>ping 192.168.1.2
Příkaz PING na 192.168.1.2 - 32 bajtů dat:
Odpověď od 192.168.1.2: bajty=32 čas=1ms TTL=64
Odpověď od 192.168.1.2: bajty=32 čas=1ms TTL=64
Odpověď od 192.168.1.2: bajty=32 čas=1ms TTL=64
Odpověď od 192.168.1.2: bajty=32 čas=1ms TTL=64

Statistika ping pro 192.168.1.2:
Pakety: Odeslané = 4, Přijaté = 4, Ztracené = 0 (ztráta 0%),
Přibližná doba do přijetí odezvy v milisekundách:
    Minimum = 1ms, Maximum = 1ms, Průměr = 1ms
```

Jestliže komunikace neprobíhá, objeví se zpráva *Cílový hostitel není dostupný*.

Pokud přesto komunikace webového prohlížeče s radiomodem neprobíhá, zkontrolujeme nastavení prohlížeče. Například v menu *Soubor* je položka *Pracovat offline*, která nesmí být zaškrtnutá.

Příloha E. Konverze klíče

Konverze klíče Linux - PuTTY

Při konfiguraci pomocí CLI používáme přístup do stanice klientem PuTTY. Přístup je chráněn klíčem, který dodá výrobce současně se spojem RAY. Klíč je ve formátu pro Linux, začíná znaky:

```
-----BEGIN DSA PRIVATE KEY-----
.....
```

nebo pro PuTTY, pak začíná znaky:

```
PuTTY-User-Key-File-2: ssh-dss
.....
```

Konverzi z formátu Linux do formátu PuTTY provedeme takto:

V adresáři c:\Program Files\putty\ spustíme program PUTTYGEN.EXE



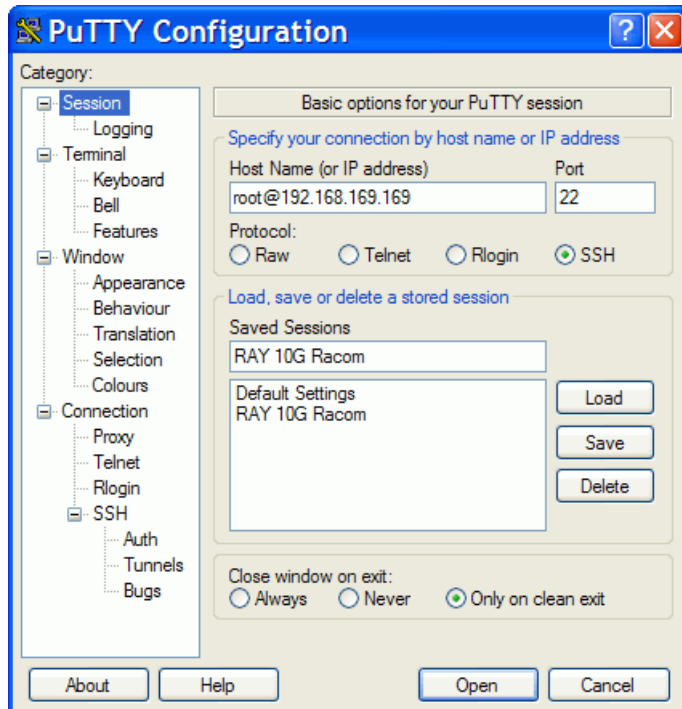
Po klepnutí na Load vybereme privátní klíč, který dodal výrobce.

V dalším okně zapíšeme zvolené heslo do okénka *Key passphrase* a *Confirm passphrase* a klepneme na *Save private key*.

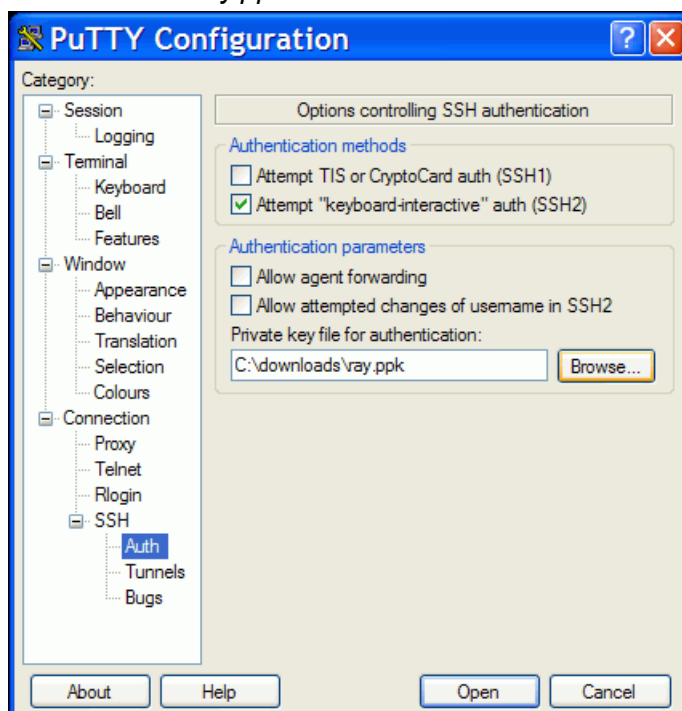
Zvolíme umístění klíče a uložíme jej.

Přístup přes PuTTY s použitím klíče

V menu PuTTY vyplníme adresu, např. *root@192.168.169.169* a název spojení, např. *RAY Racom*.



Volbou *Connection / SSH / Auth* v levém sloupci přepneme na volbu klíče a najdeme jej, zde *C:\downloads\ray.ppk*



Vrátíme se na volbu *Session* a uložíme přístupovou konfiguraci *Save*.

Pro navázání vybereme název spojení a klepneme na *Open*. PuTTY pak požádá o heslo (*passphrase*), které jsme vložili při konverzi klíče.

Příloha F. Přístupový certifikát

Při přechodu ze starších verzí firmware došlo ke změně přístupového certifikátu pro https. To může vyvolat nutnost změny konfigurace webového prohlížeče, aby byla odstraněna vazba mezi určitou IP adresou a starým certifikátem.

Například v prohlížeči Mozilla Firefox pomůže odstranění IP adresy ze seznamu:

Nástroje - Možnosti - Rozšířené - Šifrování - Certifikáty - Servery

nebo jména certifikátu Racom "RAy" nebo Racom "RACOM's product" ze seznamu:

Nástroje - Možnosti - Rozšířené - Šifrování - Certifikáty - Authority

Při novém připojení k jednotce RAY se objeví zpráva:

Toto připojení není důvěryhodné

Pokud můžeme vyloučit potenciální nebezpečí vnějšího zásahu, nejlépe při přímém propojení PC-RAY kabelem, zvolíme:

Vím, o co se jedná a v dalším kroku

Přidat výjimku... a dále

Schválit bezpečnostní výjimku

Pokud tlačítko pro poslední krok není aktivní, pak je třeba odstranit IP adresu a jméno certifikátu viz výše a provést restart prohlížeče.

Prohlížeč Internet Explorer při připojení hlásí:

"Existuje problém s certifikátem zabezpečení tohoto webu"

a dále zvolíme:

"Pokračovat na tento web (nedoporučujeme) "

V adresovém řádku je zpráva "Chyba certifikátu". Tato nepříjemnost souvisí s tím, že nelze vytvořit certifikát, který by platil pro různé IP adresy zvolené uživatelem.

Rejstřík

A

accessories, 25

ACM, 69

adresa

IP v RAY, 33, 78

MAC, 67

adresa IP

PC Windows 7, 171

PC Windows XP, 167

alarm

limity, 82

stav, 64

antény, 36

rozměry, 23, 165

ATPC, 69

autorizace, 103

B

bezpečnost, 159

bezpečný přístup, 78

C

CLI, 100

Copyright, 5

Č

čas, 68

D

default, 6, 31

dešťové zóny, 11, 166

diagnostika

menu, 84

RSS indikace, 58

dokumentace seznam, 7

dosah, 16

F

frekvence vysílací, 111

frekvenční analyzátor, 91

frekvenční tabulky konfigurační, 96

Fresnelova zóna, 14

H

help, 62

https přístup, 31

J

jednotka FOD

montáž, 37

popis, 19

připojení, 48

K

klíče

produktové, 24, 34, 94

ssh konverze, 175

ssh přístup, 176

konektory

montáž, 48

uspořádání, 20

konfigurace, 62

konfigurace linky, 34

konverze klíče, 175

L

LED, 22

licence, 159

linka

konfigurace, 34

mikrovlná, 8

LLDP protokol, 78

Lower, 19

M

manuály, 7

mikrovlná linka, 8

modely, 20

montáž, 20, 36

Arkivator, 43

jednotky FOD, 37

Jirous, 38

konzervace, 47

polarizace, 19, 37

N

nastavení, 68

parametrů, 61

nástroje, 88

O

objednací kód, 24

P

parametry

nastavení, 61

základní, 8

polarizace
 indikace, 66
 křížová, 37
 montáž, 36
produktové klíče, 24, 34, 94
prohlášení o shodě, 162
prostředí, 159
příslušenství, 25
přístupový certifikát, 177

Q

QoS, 72

R

radio, 66
restart, 92
rollback, 63, 101
rozměry, 23
RSS indikace, 58
rychlost přenosová, 66

Ř

řešení problémů, 105

S

serial, 65
servisní přístup, 31
směrování
 Arkivator, 45
 indikace, 58
 Jirous, 42
 laloky, 59
 výpočet, 10, 59
spuštění, 58
SSH přístup, 78, 100
start, 6, 30
statistiky, 67
status
 bar, 64
 LED, 22
 menu, 65

T

tabulky
 kmitočty, 111, 116
 rádiové parametry, 113
 RAy11 A,B, 112
 RAy11 C,D, 127
 RAy17, 133
 RAy24, 143
 rychlosti, 108

 technické parametry, 106
 výkon, 112, 127
test funkce
 po instalaci, 61
 před instalací, 35
tools, 88

U

Upper, 19

V

výpočet spoje, 10
výrobní štítek, 23

Z

zemnění, 54

Příloha G. Přehled revizí

Revize 1.0	2013-05-13
První vydání	
Revize 1.1	2013-05-13
Doplnění používaných antén – Jirous 90	
Revize 1.2	2013-06-20
Doplněn Seznam dokumentace	
Revize 2.0	2013-08-28
Sloučeno s druhým dílem - Jmenovité frekvence a rádiové parametry	
Revize 2.1	2013-10-25
Oprava rychlosti RAY11 pro 7 MHz / 256QAM	
Revize 2.2	2013-10-30
Polarizace signálu	
Revize 3.0	2013-11-05
Rozšířeno o RAY24	
Revize 3.1	2013-12-20
Kanály RAY11-C,D, oprava	
Revize 3.2	2014-01-10
Přenosové rychlosti dle RFC 2544, doplněno Frekv. tabulka pro Bandwidth 30 MHz, doplněna	
Revize 3.3	2014-03-28
Opravena přenosová rychlost pro CS 28/30 MHz ACAP, 256-QAM Rozměry antén Jirous doplněny	
Revize 3.4	2014-07-15
RAY11C,D opravena uživatelská rychlost a CS	
Revize 3.5	2014-05-12
RAY11 A,B opraven rozsah frekvencí	
Revize 3.6	2015-01-06
Drobné opravy	