

## Uživatelský manuál RAY11, RAY17, RAY24



## Mikrovlnný spoj RAY

**fw 1.x.x.x**  
13. září 2017  
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. Kmitočet .....                                          | 159 |
| 10.2. Dodržení směrnic RoHS a WEEE .....                      | 159 |
| 10.3. Podmínky 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

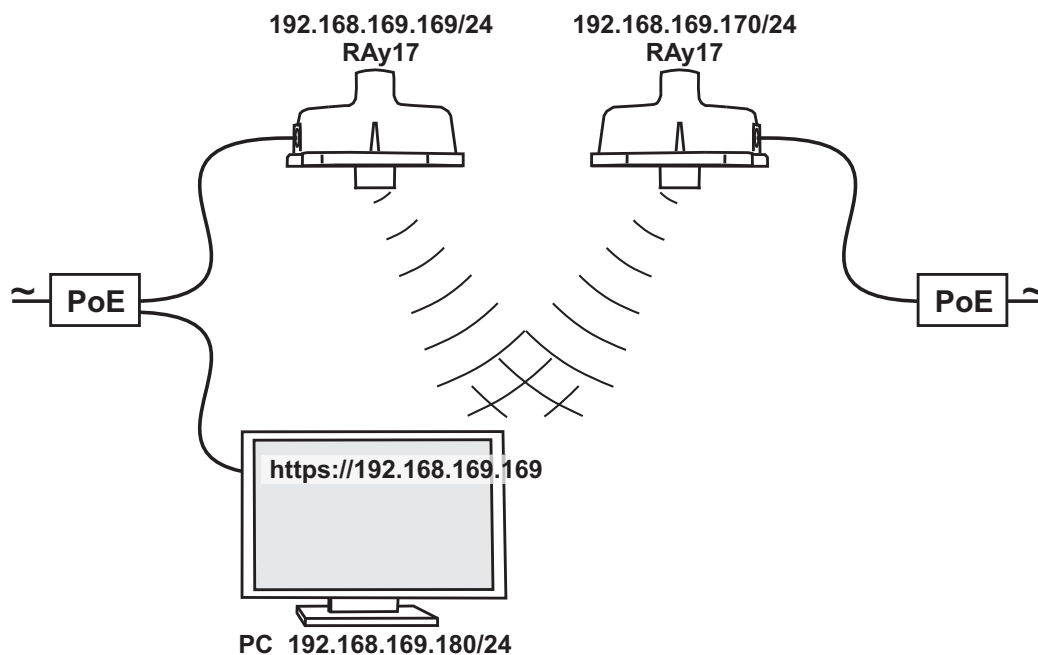
Všechny obchodní značky a názvy výrobků, použité v tomto návodu, jsou ve vlastnictví jejich případných vlastníků.

## 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 aplikace.
- 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 RAY<sup>1</sup>**  
*Uživatelský Manuál RAY10*

### Specifikace

- **RAY10, 11, 17, 24** - Leták<sup>2</sup>

---

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

<sup>2</sup> [http://www.racom.eu/download/hw/ray/free/cz/00\\_letaky/leaflet\\_RAY\\_en.pdf](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),<br>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 manuálu<sup>1</sup> ke spoji RAY10.

---

<sup>1</sup> <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.

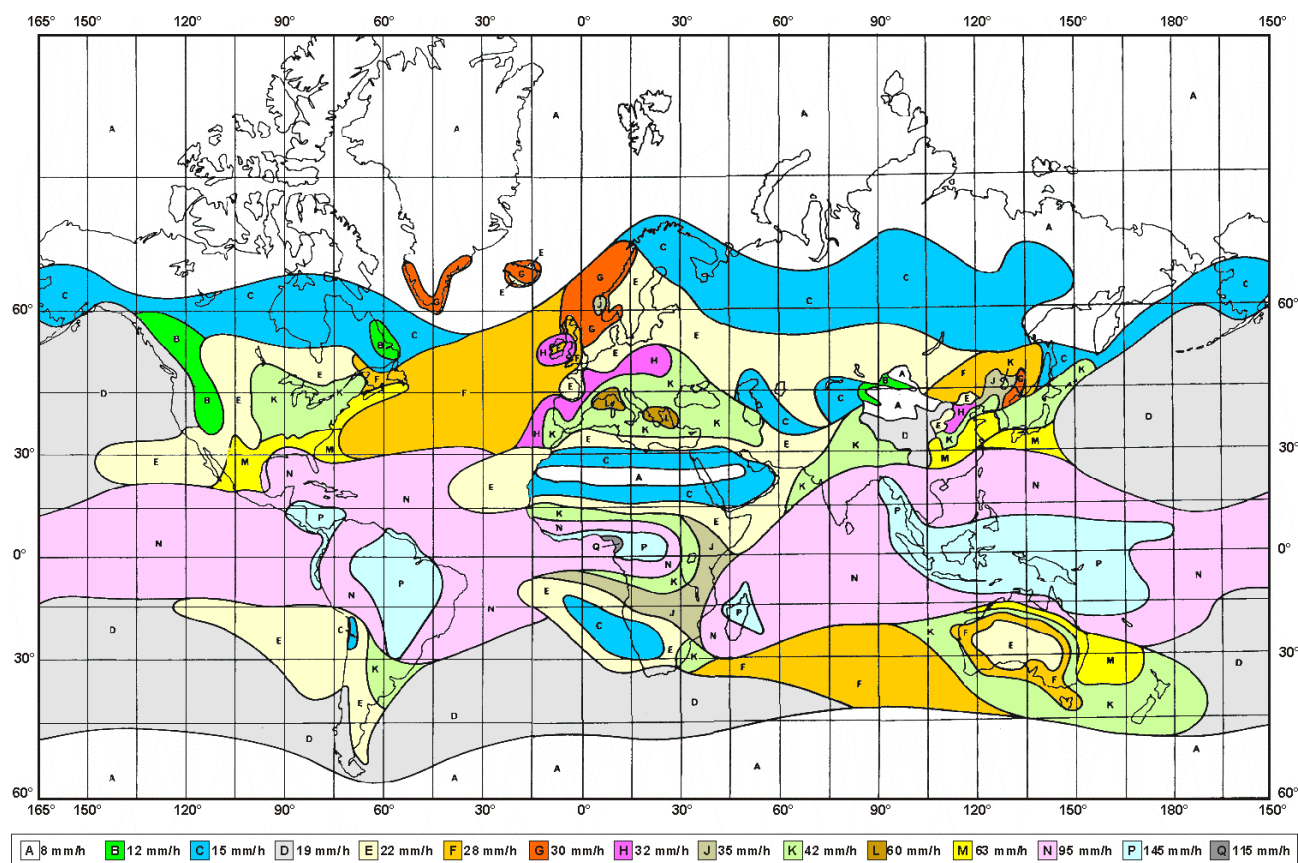
Následující odstavce popisují dva nejvýznamnější typy útlumu – útlum způsobený deštěm a útlum vícescestným šířením. Tyto se vedle útlumu šířením volným prostorem uplatňují nejvíce. Vzájemný vztah mezi útlumem způsobeným deštěm a útlumem vícescestným šířením vylučuje možnost, že spoj bude ovlivněn oběma útlumy současně – **tyto typy útlumu se nesčítají**. Pro určení rezervy na únik je nutno vypočítat útlum způsobený deštěm i vícescestný 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 vícescestným 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 procent 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  $\gamma_R$  (dB/km) pro kmitočet, polarizaci a intenzitu srážek podle ITU-R recommendation P.838. Specifický útlum pro  $R_{0.01}$  vypočteme takto:

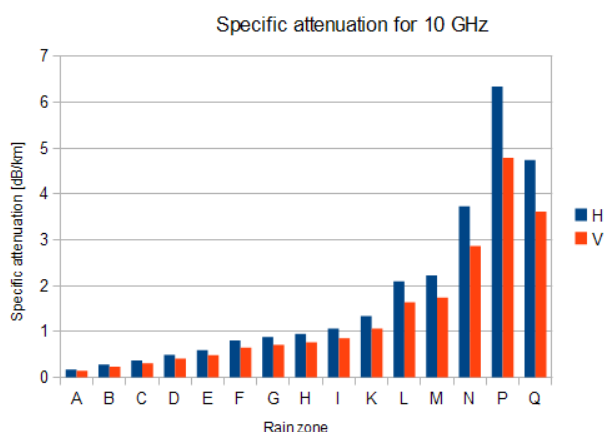
$$\gamma_{R_{0.01}} = k_{h,v} \cdot R_{0.01}^{\alpha_{h,v}}$$

Kde:

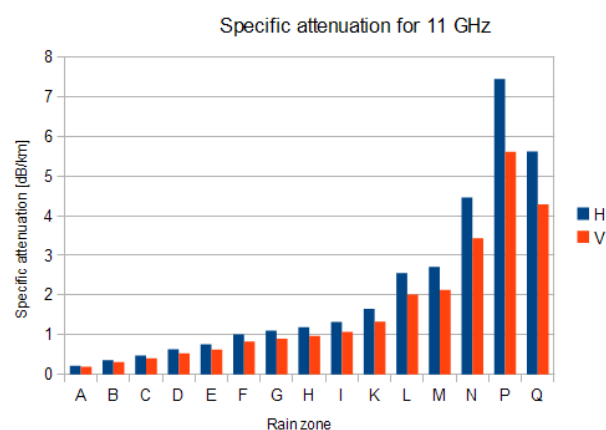
$k_{h,v}$ ,  $\alpha_{h,v}$  jsou konstanty pro horizontální a vertikální polarizaci. Konstanty jsou mírně odlišné pro každou polarizaci, viz následující tabulka podle ITU-R P.838

**Tab. 2.2: Konstanty  $k$ ,  $\alpha$  pro horizontální a vertikální polarizaci při 10, 11, 17 a 24 GHz**

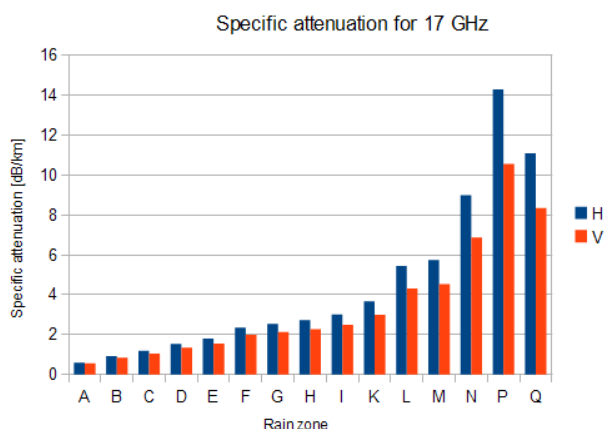
|        | $k_h$ | $\alpha_h$ | $k_v$ | $\alpha_v$ |
|--------|-------|------------|-------|------------|
| 10 GHz | 0.01  | 1.26       | 0.01  | 1.22       |
| 11 GHz | 0.02  | 1.21       | 0.02  | 1.16       |
| 17 GHz | 0.06  | 1.09       | 0.07  | 1.01       |
| 24 GHz | 0.14  | 1.01       | 0.14  | 0.96       |



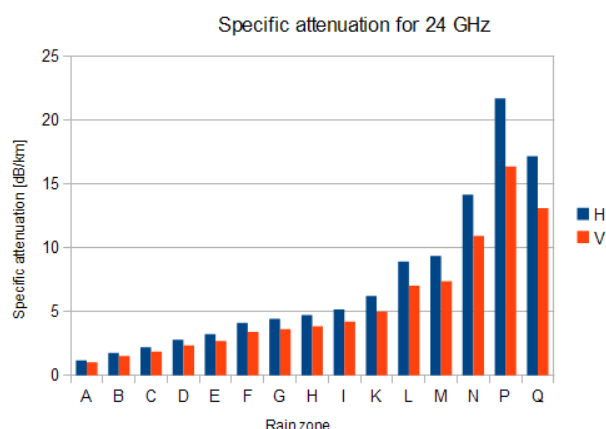
Obr. 2.2: Útlum pro 10 GHz, polarizace H, V



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 zapnutí 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 nejhrošším průměrném měsíci v kterékoli části světa (založeno na ITU-R P.530-14). Pro podrobný návrh spoje se používá vztah [1]:

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

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:

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

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:

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

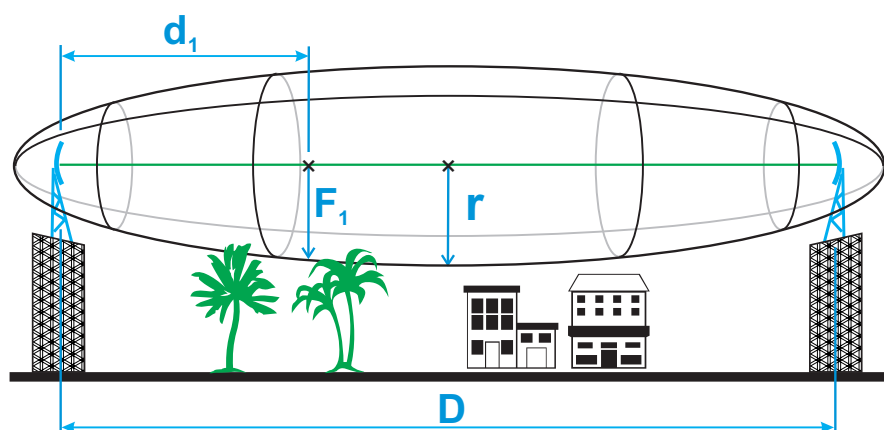
kde:

$d$  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]

$\lambda$  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

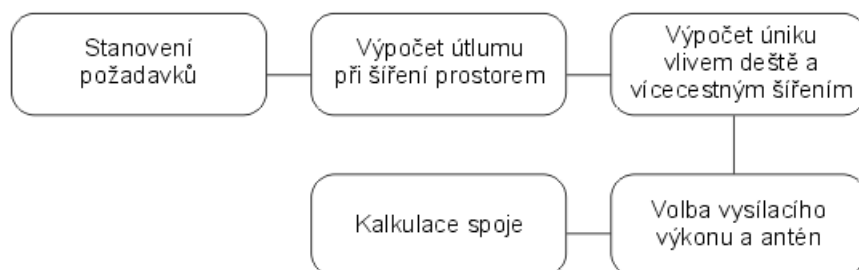
$D$  celková délka spoje [km]

$f$  kmitočet [GHz]

Tab. 2.3: 60 % první Fresnelovy zóny

| Délka linky D | Poloměr zóny r pro kmitočet |        |        |
|---------------|-----------------------------|--------|--------|
|               | 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;  $P_S(\text{BER } 10^{-6}) = -79 \text{ dBm}$
- 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  $f=17 \text{ GHz}$   $k_h=0.06146$ ;  $\alpha_h=1.0949$ ;  $k_v=0.06797$ ;  $\alpha_v=1.0137$

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:

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

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

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

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 vyrovnaní 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<br>Bliká pomalu: Auto Negotiation in progress<br>Bliká rychle: Link Activity 10/100/1000<br>Trvale svítí: Link 10/100/1000 |
|       | Žlutá   | Management port<br>Bliká: Link Activity 10/100<br>Trvale svítí: Link 10/100                                                                 |
| SYS   | Zelená  | Trvale svítí: Systém OK<br>Bliká rychle: Zavádění operačního systému<br>Bliká pomalu: Operační systém v servisním režimu                    |
|       | Červená | Trvale svítí : Stanice provádí defaulty.<br>Probíhá zápis firmware do paměti. NEVYPÍNAT.<br>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 Jirous<sup>1</sup>.  
Technická data antén jsou dostupná zde<sup>2</sup>.

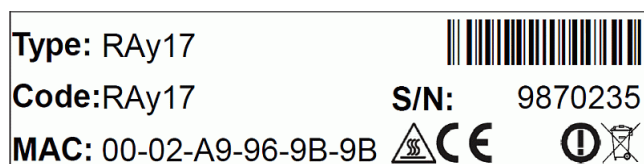
- 10, 11 GHz:
  - 38 cm, 29.0 dBi
  - 65 cm, 35.5 dBi
  - 90 cm, 37.5 dBi
- 17 GHz:
  - 40 cm, 34.8 dBi
  - 68 cm, 38.6 dBi
  - 90 cm, 41.0 dBi
  - 120 cm, 43.7 dBi
- 24 GHz:
  - 40 cm, 36.8 dBi
  - 68 cm, 41.7 dBi

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



<sup>1</sup> <http://cz.jirous.com/>

<sup>2</sup> [http://www.racom.eu/cz/products/mikrovlunny-spoj-ray.html#accessories\\_jirous](http://www.racom.eu/cz/products/mikrovlunny-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<sup>3</sup>.

| 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   |                 |                 |
| objednací kód | <b>RAY10-LA</b> | <b>RAY10-UA</b> | <b>RAY11-LA</b> | <b>RAY11-UA</b> | <b>RAY17</b>    | <b>RAY24</b>    |
| B             | 10.15-10.30     | 10.50-10.65     | 10.945-11.195   | 11.435-11.695   |                 |                 |
| objednací kód | <b>RAY10-LB</b> | <b>RAY10-UB</b> | <b>RAY11-LB</b> | <b>RAY11-UB</b> |                 |                 |
| C             |                 |                 | 10.5005-10.5425 | 10.5915-10.6335 |                 |                 |
| objednací kód |                 |                 | <b>RAY11-LC</b> | <b>RAY11-UC</b> |                 |                 |
| D             |                 |                 | 10.5425-10.5845 | 10.6335-10.6755 |                 |                 |
| objednací kód |                 |                 | <b>RAY11-LD</b> | <b>RAY11-UD</b> |                 |                 |

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.

<sup>3</sup> <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 nama-  
zání čepu antény. (viz 5.2.3 – „Mazání a konzervace čepu antény“)

**Příslušenství mikrovlnného spoje** je třeba objednat samostatně, další informace na [www.racom.eu](http://www.racom.eu)<sup>4</sup>:

### 3.8. Přehled

| RACOM-PART-NUMBER                      | Krátký popis                                                      |
|----------------------------------------|-------------------------------------------------------------------|
| <b>Anténa Jirous</b>                   |                                                                   |
| 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        |
| <b>Montážní kit pro anténu</b>         |                                                                   |
| 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             |
| <b>Montážní kit pro ohebný vlnovod</b> |                                                                   |
| SET-RAY-FX-R100                        | Montážní sada RAY2 pro přírubu R100                               |
| SET-RAY-FX-R120                        | Montážní sada RAY2 pro přírubu R120                               |
| <b>Napájecí zdroj PoE</b>              |                                                                   |
| PWR-POE36U-1AT                         | Napájecí zdroj PoE 1xGb Eth 90-264 VAC/ 33.6 W při 56 VDC Phihong |
| PWR-POE36D-1AT                         | Napájecí zdroj PoE 1xGb Eth 36-72 VDC/ 33.6 W při 56 VDC Phihong  |
| <b>Držák pro napájecí zdroj</b>        |                                                                   |
| HOL-POE-PHI-1A                         | DIN rail držák pro PoE Phihong                                    |

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

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 stožárů

### 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.<sup>5</sup>

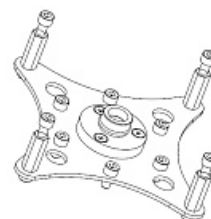
- viz Přehled typů
- Přehled parametrů<sup>6</sup> antén



#### 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.

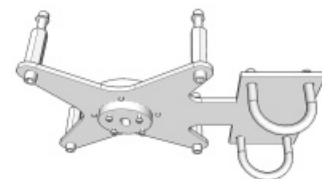
- viz Přehled typů
- Držák pro montáž jednotky FOD na anténu.



#### 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 AC<sup>7</sup>

- **PWR-POE36D-1AT**
- orig. part no: POE36D-1AT
- Vstup 36 až 72 VDC / 1.2 A, Výstup 56 V / 33.6 W, Phihong
- Datasheet DC<sup>8</sup>



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

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

<sup>7</sup> [http://www.racom.eu/download/hw/ray/free/eng/07\\_prislusenstvi/PWR-POE36U-1AT.pdf](http://www.racom.eu/download/hw/ray/free/eng/07_prislusenstvi/PWR-POE36U-1AT.pdf)

<sup>8</sup> [http://www.racom.eu/download/hw/ray/free/eng/07\\_prislusenstvi/PWR-POE36D-1AT.pdf](http://www.racom.eu/download/hw/ray/free/eng/07_prislusenstvi/PWR-POE36D-1AT.pdf)

#### Držák pro napájecí zdroj

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



#### Přepětová ochrana

- **OTH-DL-1GRJ45**
- orig. part no: DL-1GRJ45
- Ochrana proti napěťovým špičkám
- Datasheet<sup>9</sup>
  
- **OTH-DL-CAT.6-60V**
- orig. part no: DL-Cat. 6-60 V
- Datasheet<sup>10</sup>



#### 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



#### 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.
- Datasheet<sup>11</sup>



<sup>9</sup> [http://www.racom.eu/download/hw/ray/free/eng/07\\_prislusenstvi/OTH-DL-1GRJ45.pdf](http://www.racom.eu/download/hw/ray/free/eng/07_prislusenstvi/OTH-DL-1GRJ45.pdf)

<sup>10</sup> [http://www.racom.eu/download/hw/ray/free/eng/07\\_prislusenstvi/OTH-DL-CAT-6-60V.pdf](http://www.racom.eu/download/hw/ray/free/eng/07_prislusenstvi/OTH-DL-CAT-6-60V.pdf)

<sup>11</sup> [http://www.racom.eu/download/hw/ray/free/eng/07\\_prislusenstvi/CAB-SFTP-4x.pdf](http://www.racom.eu/download/hw/ray/free/eng/07_prislusenstvi/CAB-SFTP-4x.pdf)

### Uzemňovací sada RAY

- **KIT-GROUDING-1/4"**
- Souprava pro uzemnění kabelu Cat.7 S/FTP 4x(2x23 AWG) cable. Pewtronic.
- Podrobněji Instalace - Zemnění
- Datasheet<sup>12</sup>
- **KIT-GROUDING-RAY**
- Souprava pro uzemnění zařízení RAY2 ke stožáru. Obsahuje svorku ZSA16, zemnicí pásku a kabel s uzemňovacím okem.
- Podrobněji Instalace - Zemnění
- Datasheet<sup>13</sup>



### Podrobnější popis

See [www.racom.eu](http://www.racom.eu), Mikrovlnné spoje, Příslušenství<sup>14</sup>

<sup>12</sup> [http://www.racom.eu/download/hw/ray/free/eng/07\\_prislusenstvi/KIT-GROUDING-RAY.pdf](http://www.racom.eu/download/hw/ray/free/eng/07_prislusenstvi/KIT-GROUDING-RAY.pdf)

<sup>13</sup> [http://www.racom.eu/download/hw/ray/free/eng/07\\_prislusenstvi/ZSA16-en.pdf](http://www.racom.eu/download/hw/ray/free/eng/07_prislusenstvi/ZSA16-en.pdf)

<sup>14</sup> <http://www.racom.eu/eng/products/microwave-link.html#accessories>

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

The diagram illustrates a PoE network setup. A central computer system (tower and monitor) is connected to two RAY17 devices via a switch. The monitor displays the following instructions:

```

https://192.168.169.169
Device menu -> set IP
Bridge menu -> radio
  
```

Two 230 V power sources are connected to the setup. The RAY17 devices are connected to the switch via PoE cables. The switch is labeled "MSPoE-1G 2x". The RAY17 devices are labeled "IP address 192.168.169.169", "Netmask 255.255.255.0", and "RAY17". The switch is labeled "DATA + PoE".

Below the main setup, two identical blocks of information are shown, representing the configuration for the RAY17 devices:

|               |       |
|---------------|-------|
| Bandwith      | 7 MHz |
| TX channel    | L1    |
| TX modulation | QPSK  |
| RF power      | 3 dbm |

|               |       |
|---------------|-------|
| Bandwith      | 7 MHz |
| TX channel    | U22   |
| TX modulation | QPSK  |
| RF power      | 3 dbm |

---

Mikrovlnný spoj RAY – © RACOM s.r.o.

**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 the RAY Microwave Link web interface. The browser address bar displays `https://192.168.141.226`. The page header includes the RAY logo, the text "Microwave Link", and the RACOM logo. A status bar at the top indicates "Local: Location\_A / 13:00", "Link: Ok", and "Peer: Location\_B / 13:00".

The left sidebar contains the following menu items:

- Status
- Settings
  - > General
  - Radio
  - Ethernet
  - QoS
  - Service access
  - Alarm limits
- Diagnostics
  - Graphs
  - Logs
- Tools
  - Ping
  - Graphics
  - Maintenance
- Help

The main content area displays the "General" settings page, which is organized into two columns: "Local" and "Peer".

|                  | 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 settings page, there are five buttons: "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**  
**Settings**  
General  
Radio  
Ethernet  
QoS  
> Service access  
Alarm limits  
**Diagnostics**  
Graphs  
Logs  
**Tools**  
Ping  
Graphics  
Maintenance  
**Help**

Local: Location\_A / 09:33      Link: Ok      Peer: Location\_B / 09:32

**Services**   **Users**

|                        | 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 <input type="button" value="v"/> | on <input type="button" value="v"/> |
| 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.

The screenshot shows the Mikrotik WinBox interface. On the left is a sidebar menu with the following items: Status, Settings (highlighted), Diagnostics, Tools, and Help. Under 'Settings', there are sub-items: General, Radio, Ethernet, QoS, > Service access (highlighted), Alarm limits, and Help. The main window displays the 'Users' configuration page. At the top, there's a status bar showing 'Local: Location\_A / 09:38', 'Link: Ok', and 'Peer: Location\_B / 09:37'. Below this, there are tabs for 'Services' and 'Users' (selected). The 'Users' section is divided into 'Local' and 'Peer' user lists. The 'Local' list has columns: Username, Group, Password, SSH key, and Edit. It contains six users: super, admin, guest, servis, guest2, and distributor. The 'Peer' list has columns: Username, Group, Password, and SSH key. It contains six users: super, admin, guest, pepe, pepek, and distributor. At the bottom of the main window, there are three buttons: 'Add user', 'Refresh', and 'Mirror 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    |

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 konfiguruje 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.
- Poznamenejme 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:

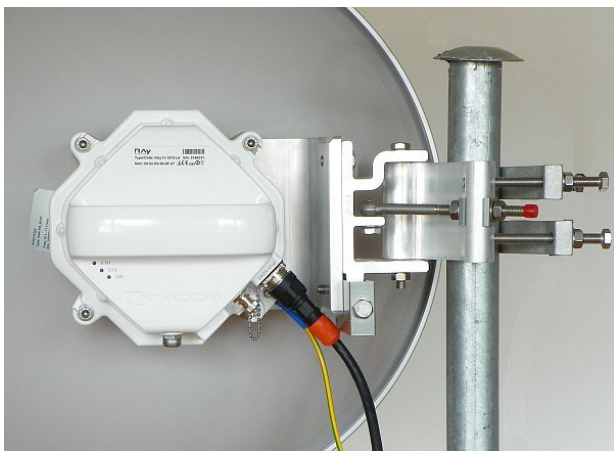
- Volná Fresnelova zóna. Signál potřebuje širší prostor, než je průměr antény.
- Stromy na spodním okraji Fresnelovy zóny. Za několik let budou vyšší.
- Možnost stavby nových budov.
- Předměty v těsné blízkosti antény, jako okraje ostatních antén, jejich držáky, okraje střechy.

### 5.2. Montáž antény

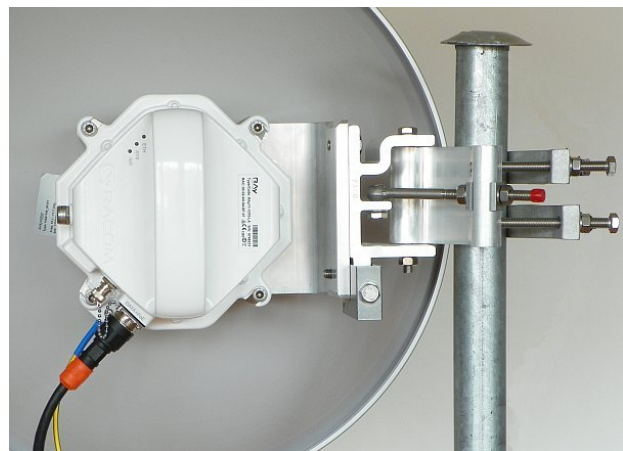
#### 5.2.1. Způsoby montáže

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

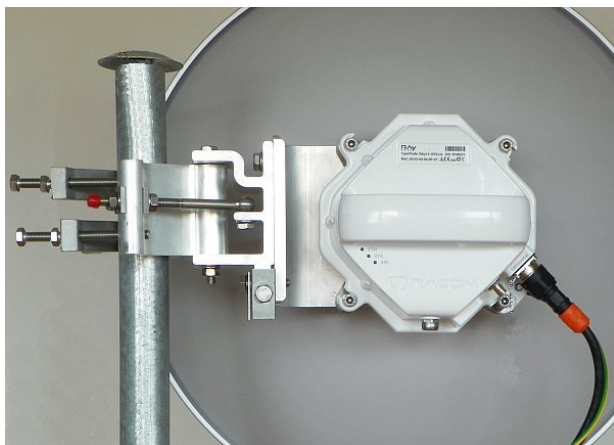
V obou případech montujeme jednotku orientovanou konektory šikmo dolů.



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 ø380 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.

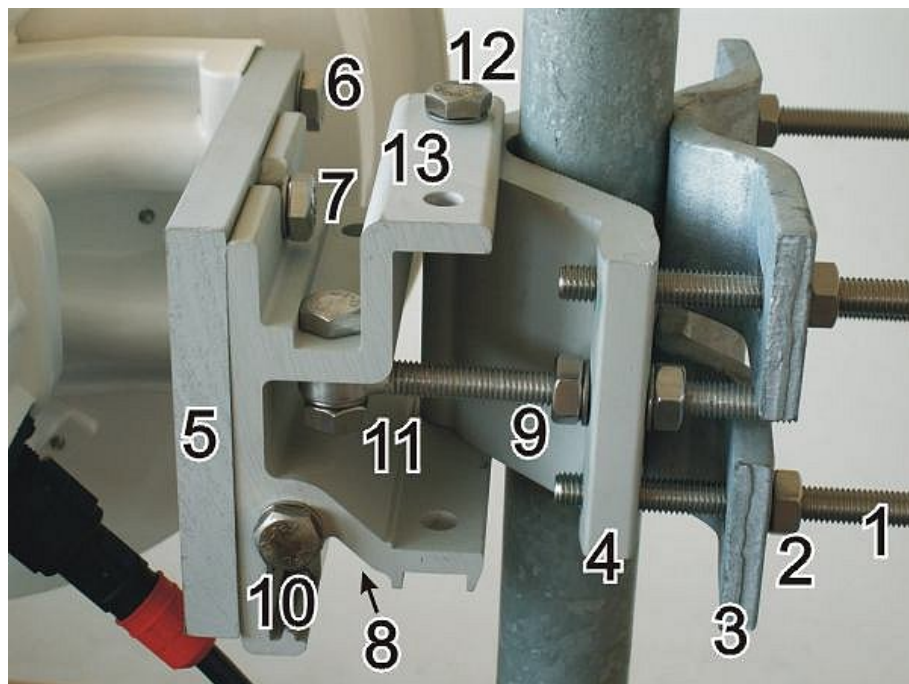
- Dvě parabolické antény.
- Dva držáky pro montáž antény na stožár.

- 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.

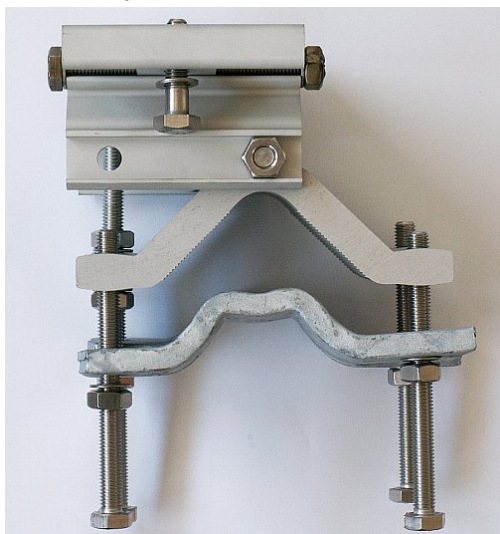
### Montáž antény Jirous s jednotkou FOD

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 třmenu (poz. 4) držáku tak, aby přesahovaly asi 1 cm za třmen a příložky budeme přitahovat pomocí matic (poz. 2) na svornících.

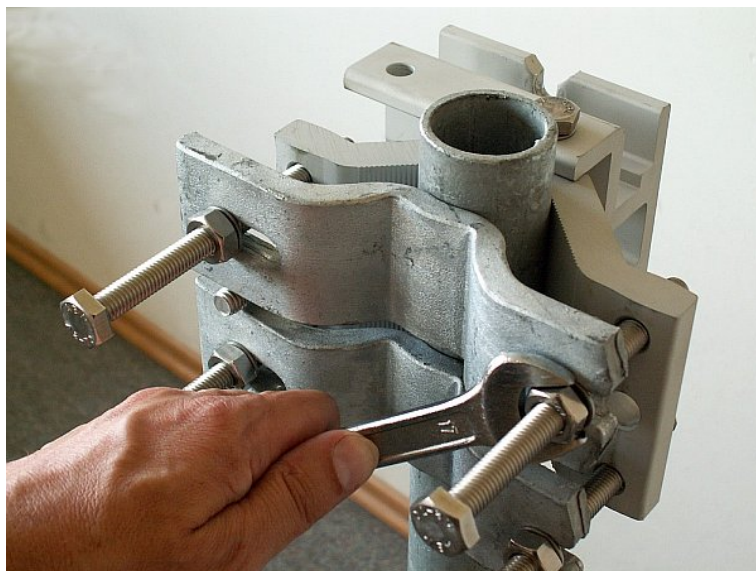


Obr. 5.5: Připevnění držáku na stožárovou trubku  
ø 40–80 mm



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

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

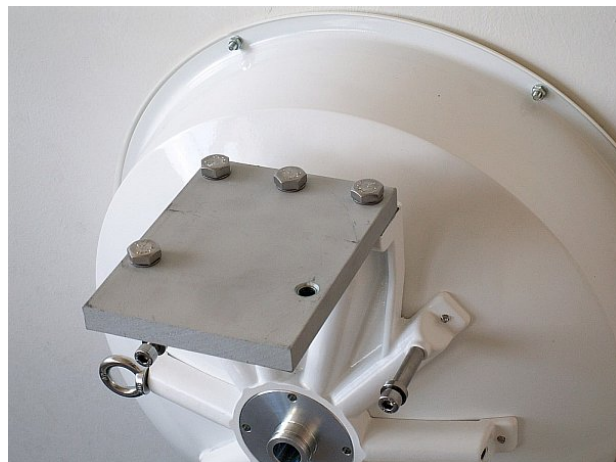


Obr. 5.7: Připevnění držáku antény na stožárovou trubku

- 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.

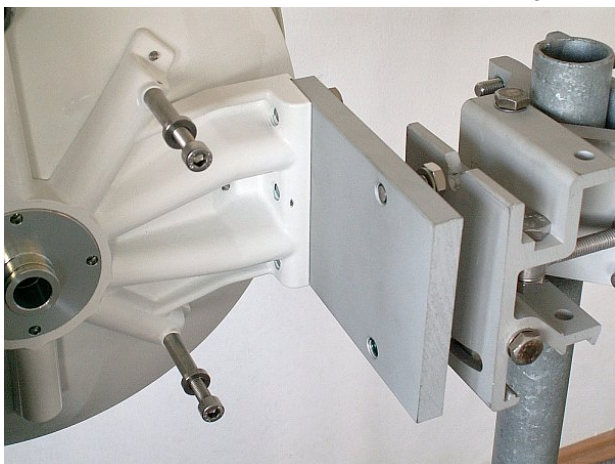


*Obr. 5.8: Parabola bez desky*

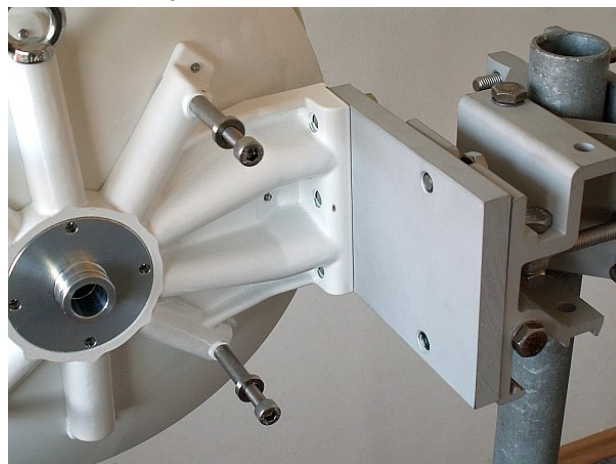


*Obr. 5.9: Parabola s deskou*

- 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)

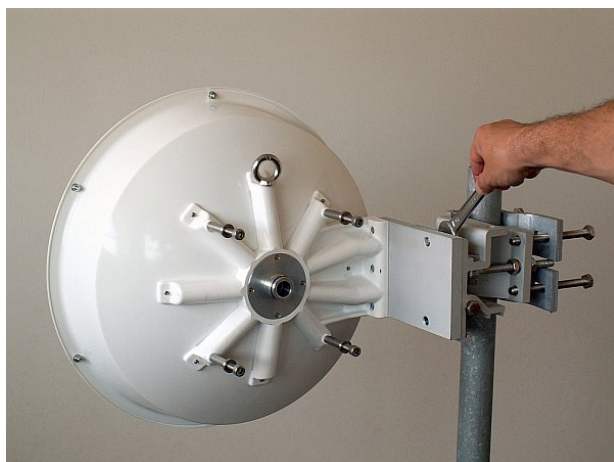


*Obr. 5.10: Zavěšování desky na šroub*

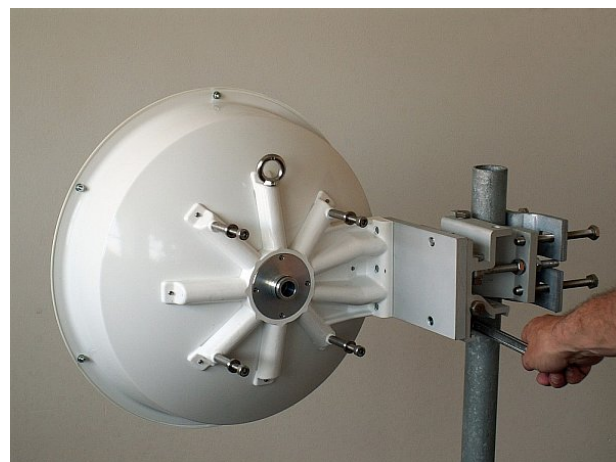


*Obr. 5.11: Správná poloha montážní desky*

- 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, abychom 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.

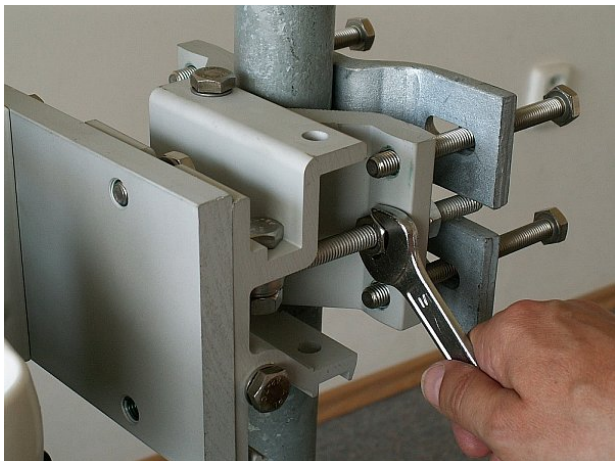


Obr. 5.14: Anténa před montáží jednotky FOD

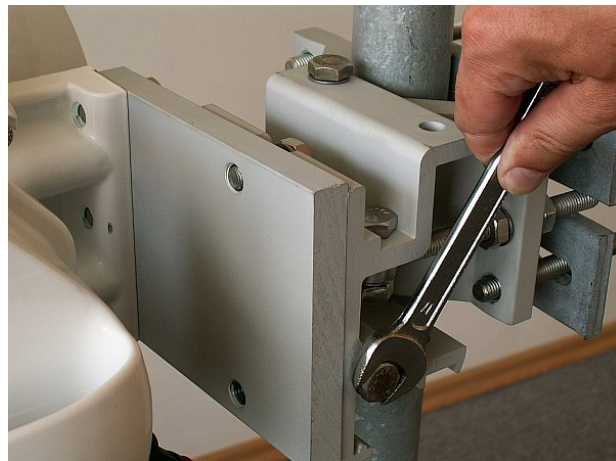


Obr. 5.15: Utažení šroubů na jednotce FOD

- 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.

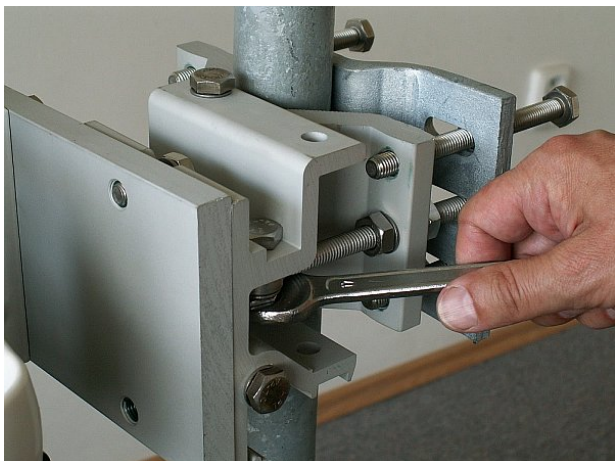


*Obr. 5.16: Horizontální nastavení směru antény*

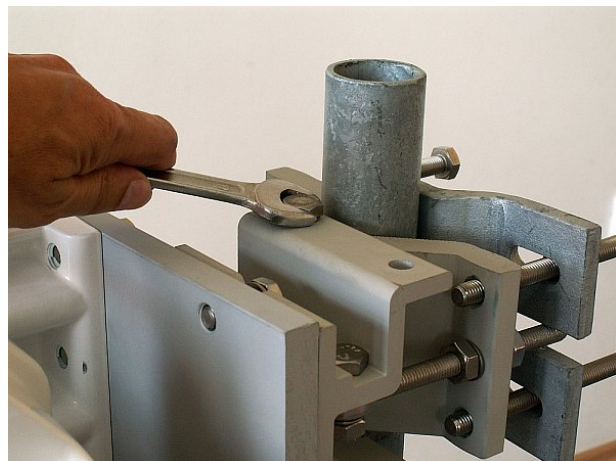


*Obr. 5.17: Vertikální nastavení směru antény*

- 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*

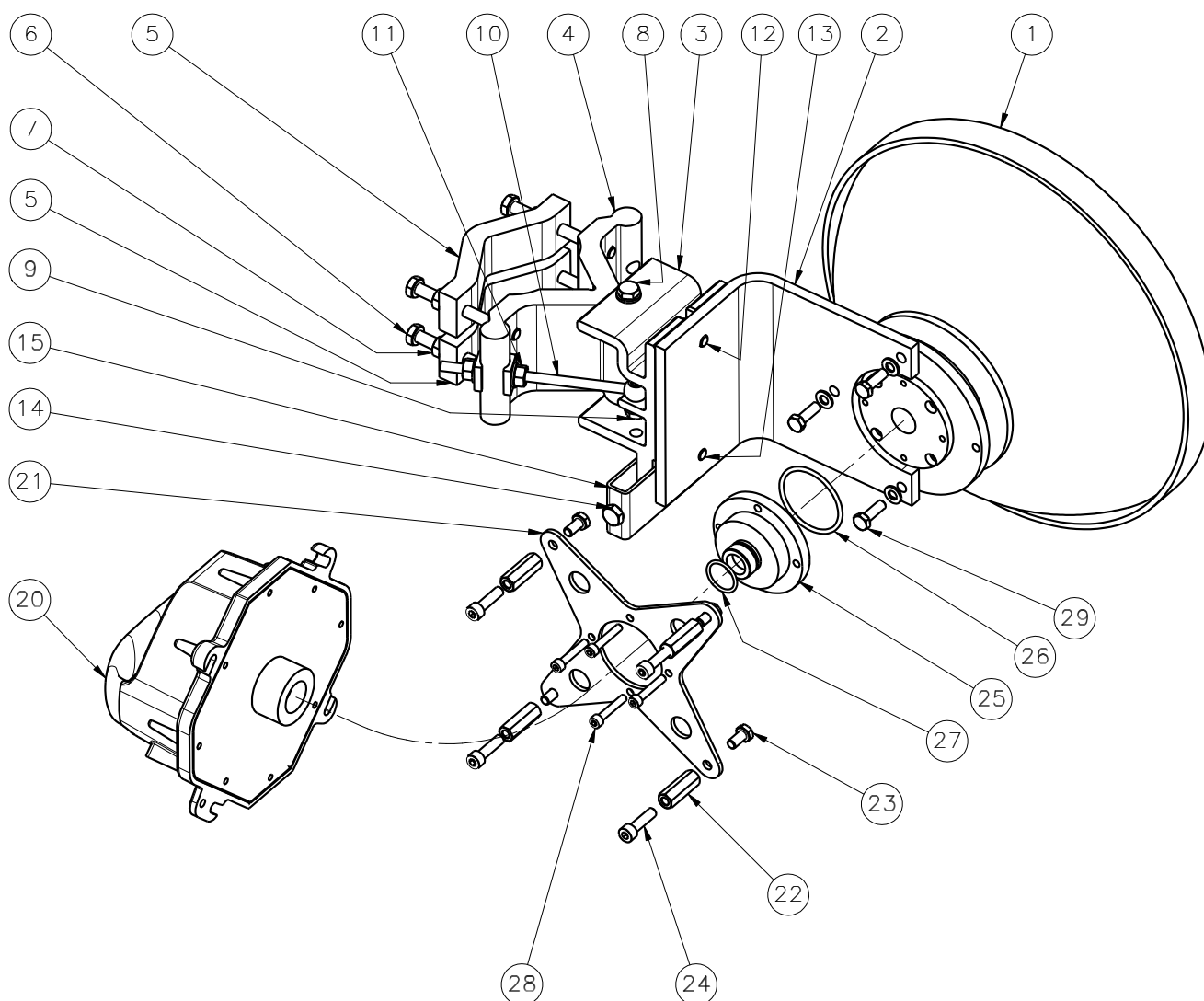


*Obr. 5.19: Utažení osy držáku*

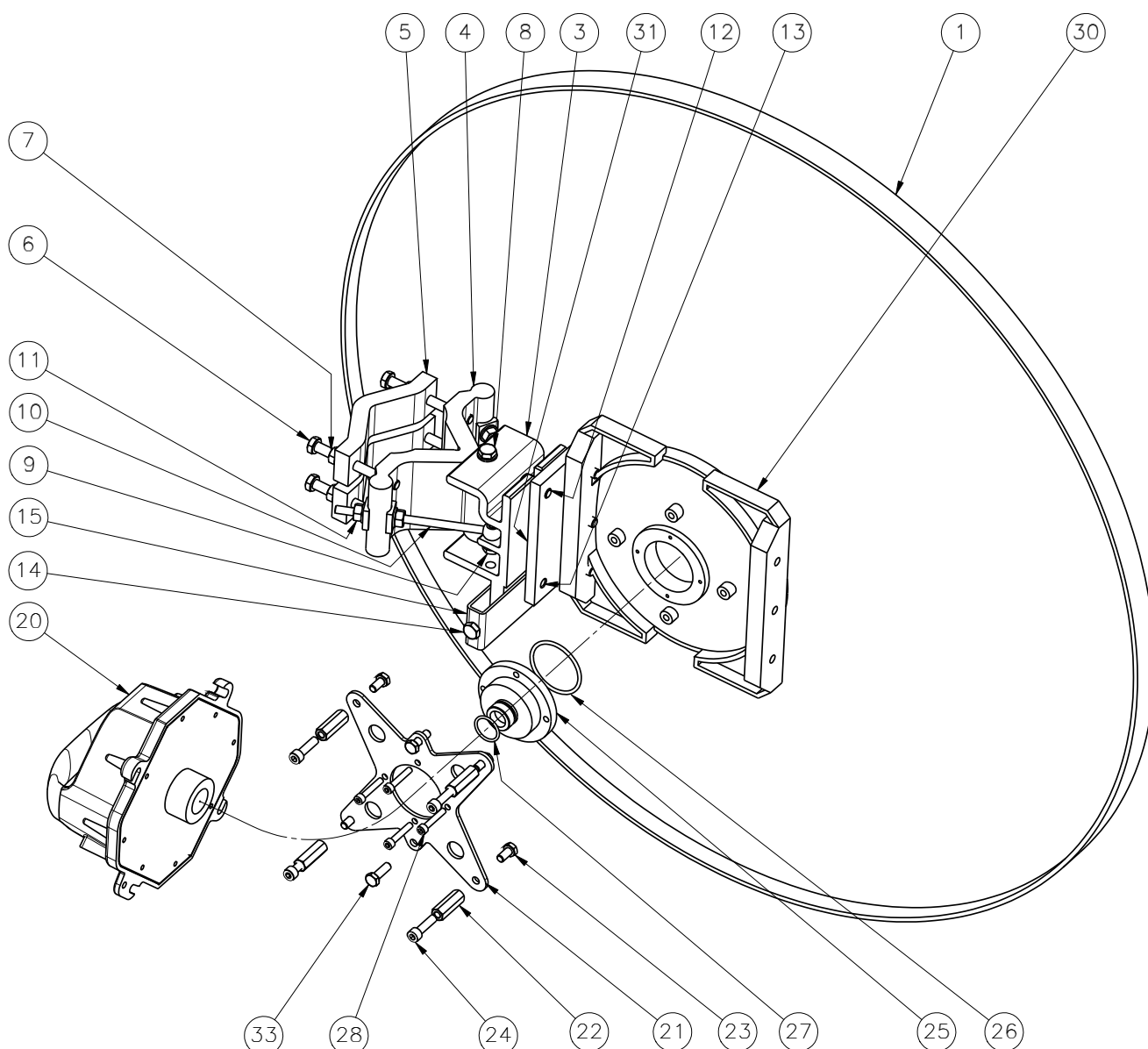
## Montáž antény Arkivator s jednotkou FOD

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 Arkivátor 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

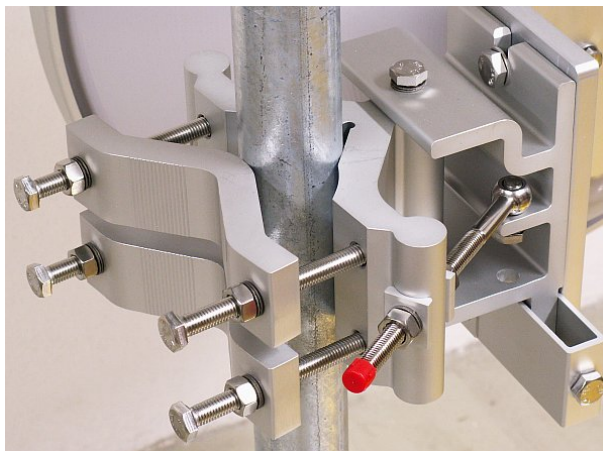
Držák antény (poz. 3 a 4) je dodáván ve smontovaném stavu podle následujícího obrázku. Příprava držáku a jeho montáž na stožárovou trubku probíhá obdobně jako u montáže antény Jirous (bod a). Držák je uzpůsoben pro průměry do 115 mm. Šrouby poz. 6 mají být do těmene poz. 4 zašroubované tak, aby závit 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

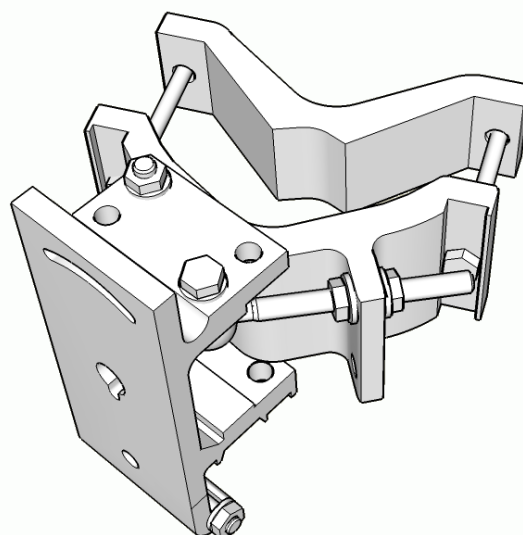
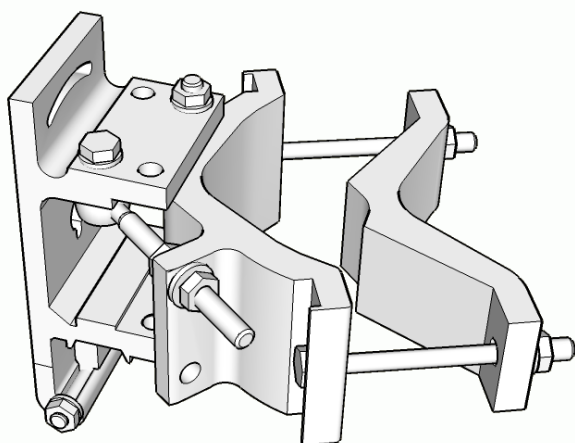
Po namontování držáku na stožárovou trubku přišroubujeme k držáku úhlovou desku poz. 2 (Arkivator 30 a 60) nebo poz. 30 (Arkivator 99). K této desce je potom přišroubována samotná anténa poz. 1.



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 směrování antény slouží šroub poz. 14. Při jeho směrování uvolníme šrouby poz. 12 a 13 a potom je opět utáhneme. Horizontálnímu směrování 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.

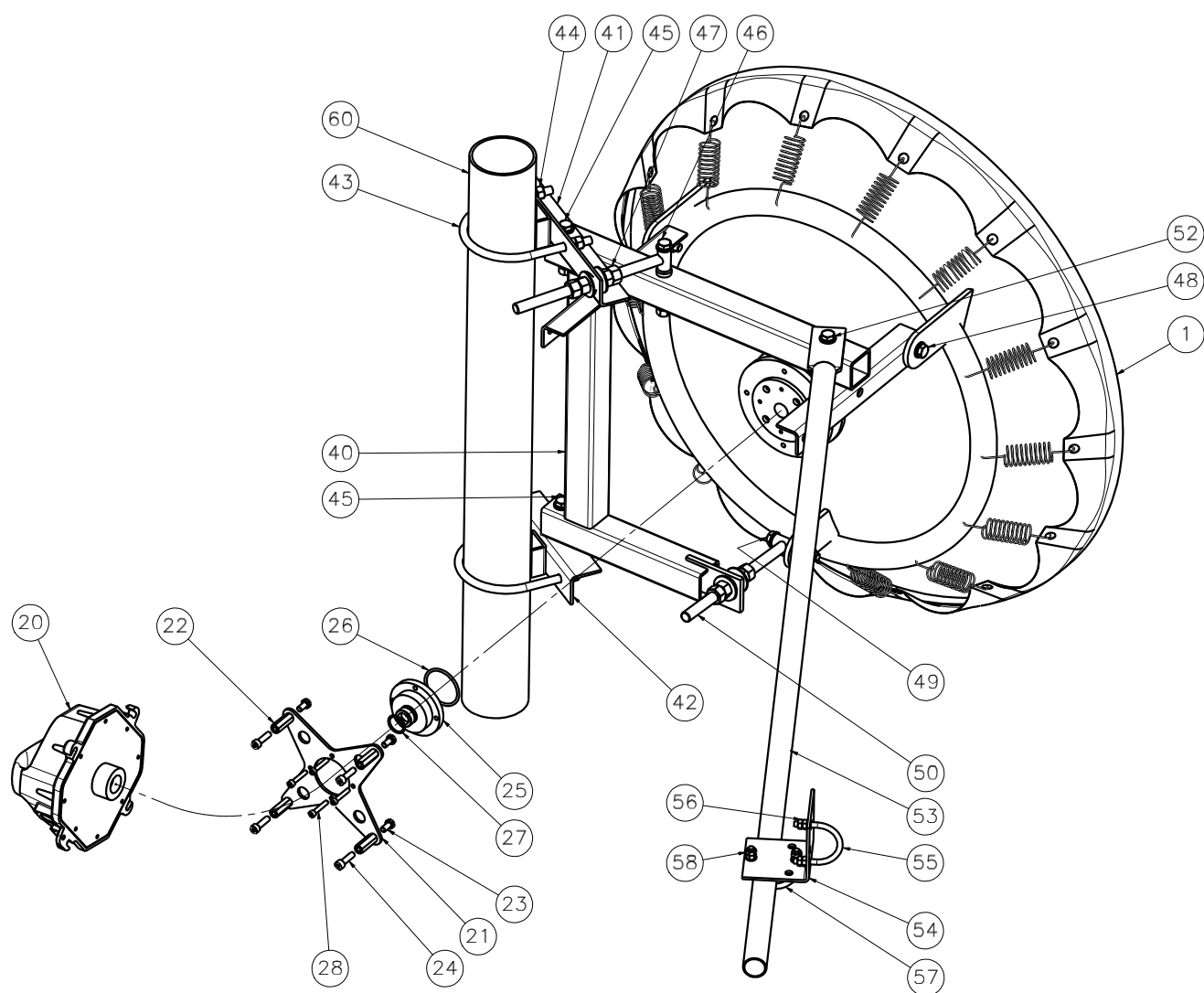


Obr. 5.24: Držák antény Arkivator, provedení 2013

Obr. 5.25: Držák antény Arkivator (2013)



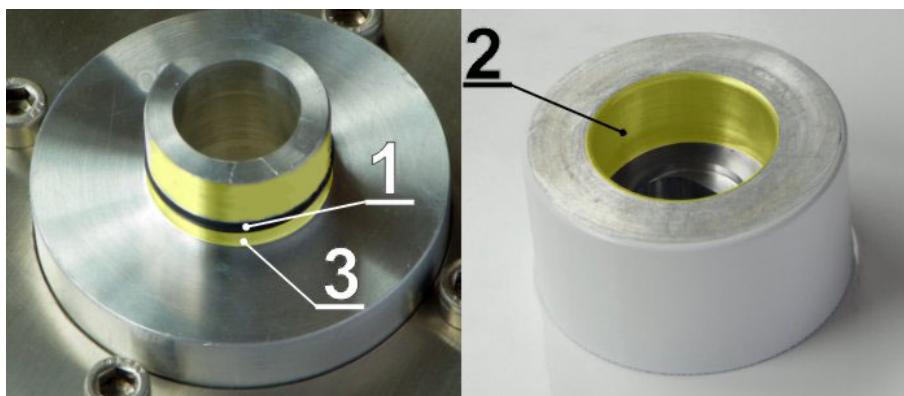
Obr. 5.26: Anténa Arkivator o průměru 30 a 60 cm



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 pouzdru 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, IE-EE802.3ac 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.



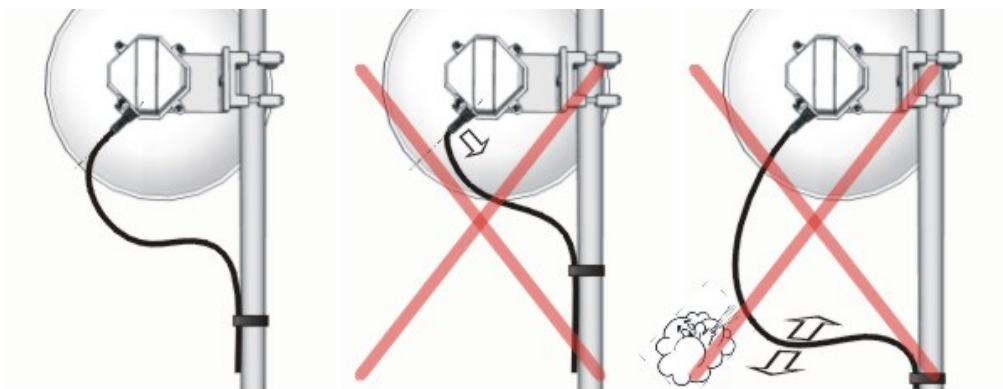
Obr. 5.29: Připojení komunikační jednotky FOD



#### 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“.

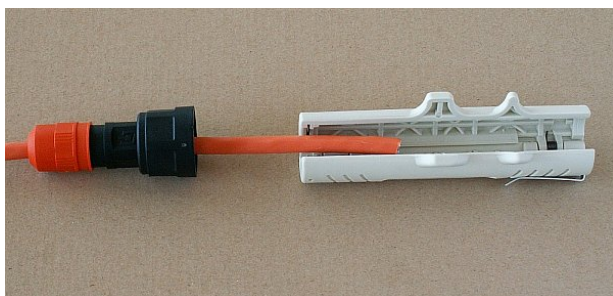


Obr. 5.31: Nářadí pro montáž konektorů

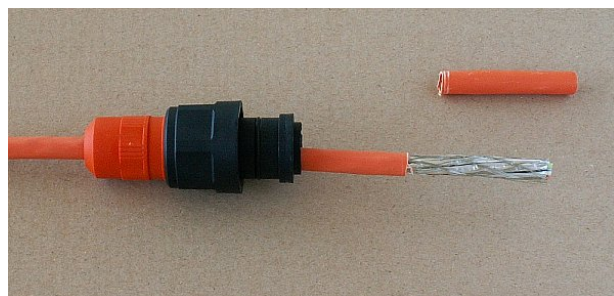


Obr. 5.32: Konektor IE-PI-RJ45-FH před montáží

- 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.

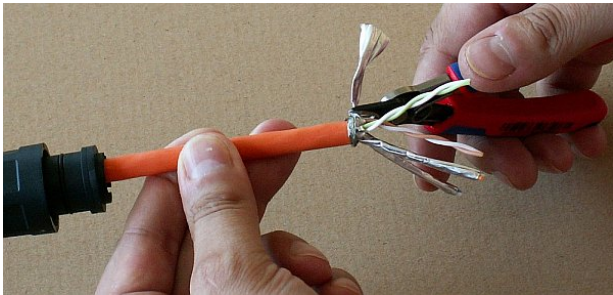


Obr. 5.35: Stočené stínění



Obr. 5.36: Stínění omotané kolem kabelu

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

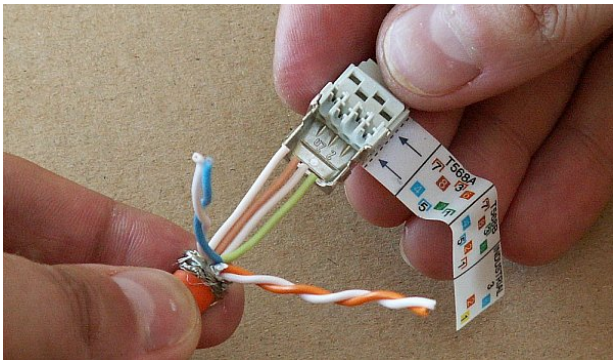


Obr. 5.37: Odstřihávání stínění

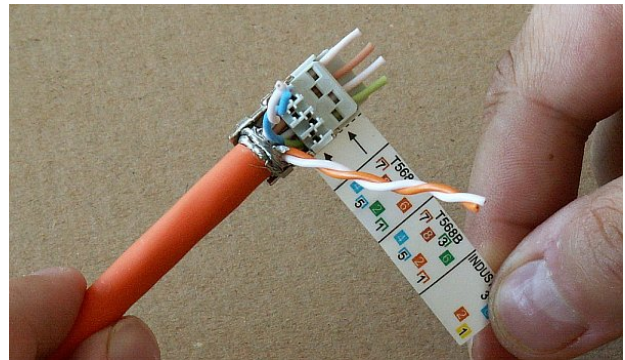


Obr. 5.38: Oddělené páry vodičů

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

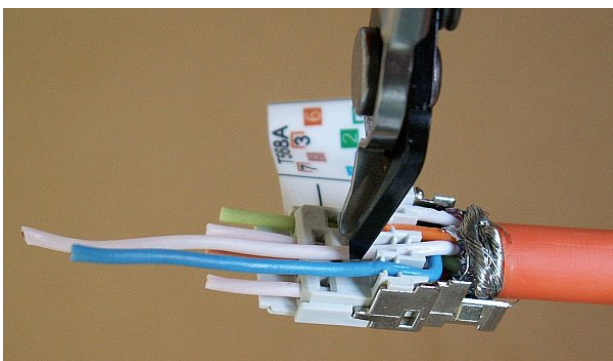


Obr. 5.39: Zasouvání spodních párů do konektoru

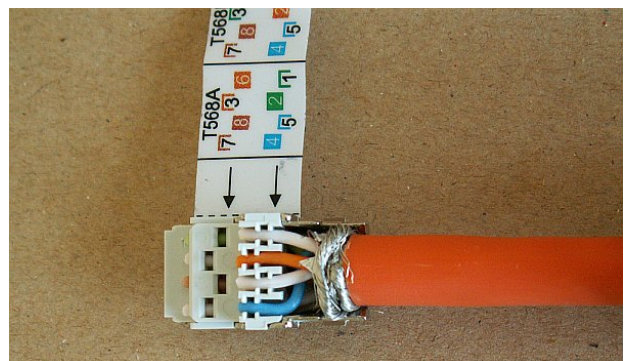


Obr. 5.40: Zasunuté spodní páry

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

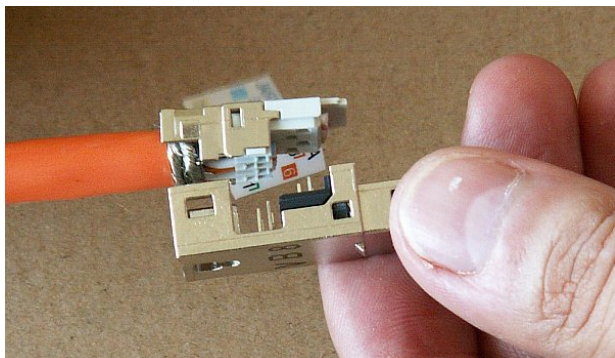


Obr. 5.41: Zastřihávání horních vodičů



Obr. 5.42: Všechny vodiče umístěné v konektoru

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



Obr. 5.43: Nasazení protikusu konektoru



Obr. 5.44: Sevření konektoru do zaklapnutí zámku

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



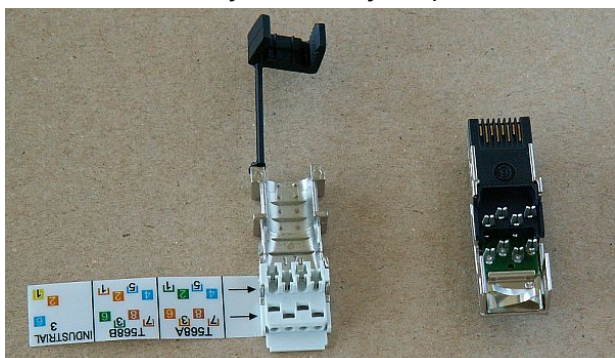
Obr. 5.45: Nasunutí krytu na konektor



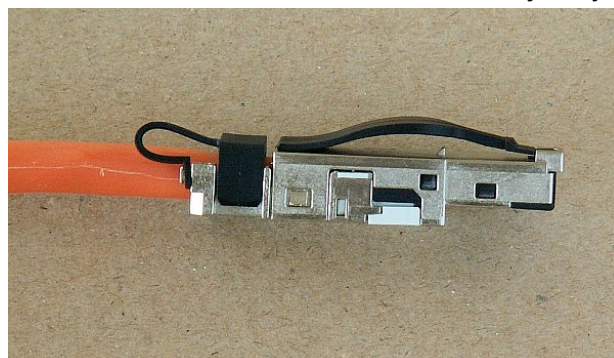
Obr. 5.46: Hotový konektor IE-PI-RJ45-FH

### 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.

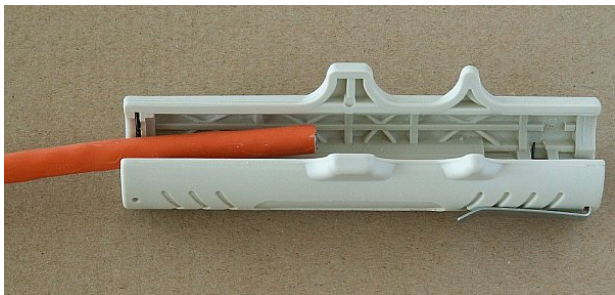


Obr. 5.47: Konektor IE-PS-RJ45-FH-BK před montáží



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

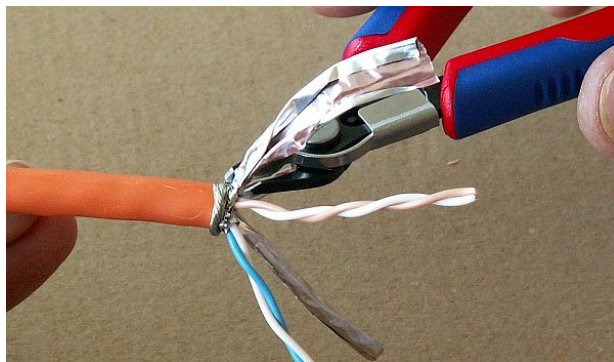


Obr. 5.50: Stažená izolace

- 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 přidavné kroucené páry z tenčího drátu umístěné uprostřed (na těchto obrázcích nejsou obsaženy).

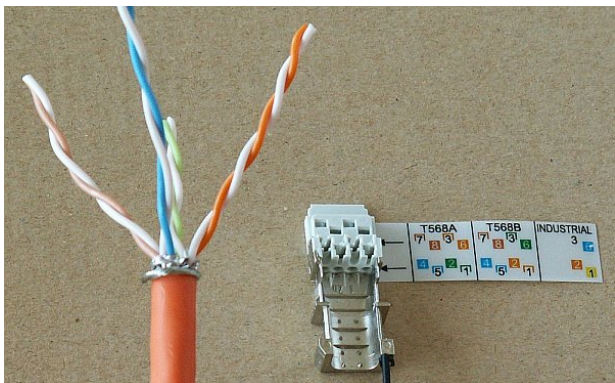


Obr. 5.51: Stočené stínění

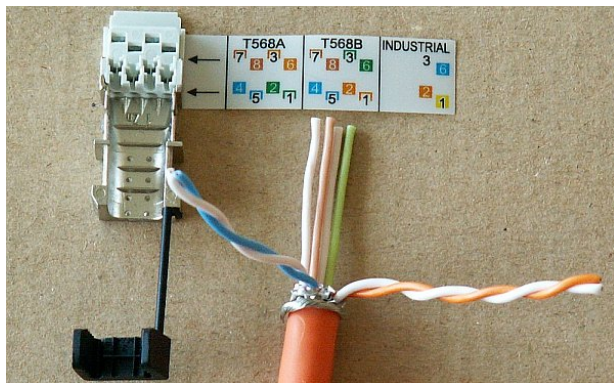


Obr. 5.52: Odstraňování hliníkového stínění vodičů

- 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.

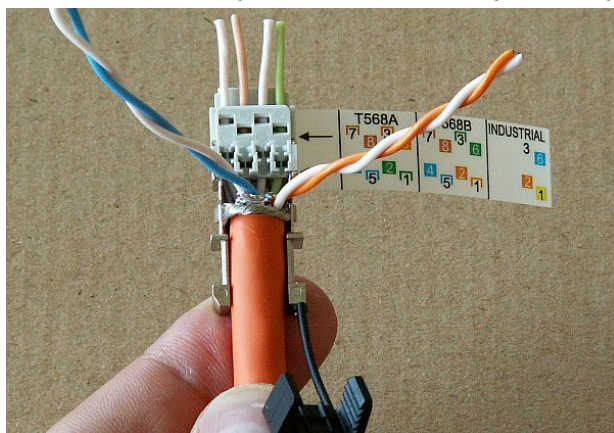


Obr. 5.53: Oddělené páry vodičů

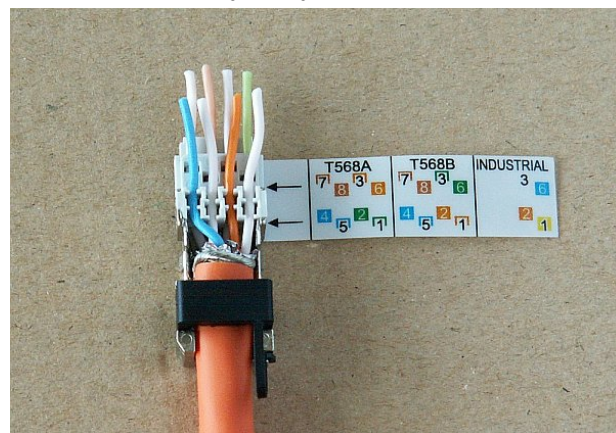


Obr. 5.54: Spodní dva páry připravené k zasunutí

- 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 příchytку. Domáčkujeme ji tak, aby přidržovala kabel aby nevyklouzl.

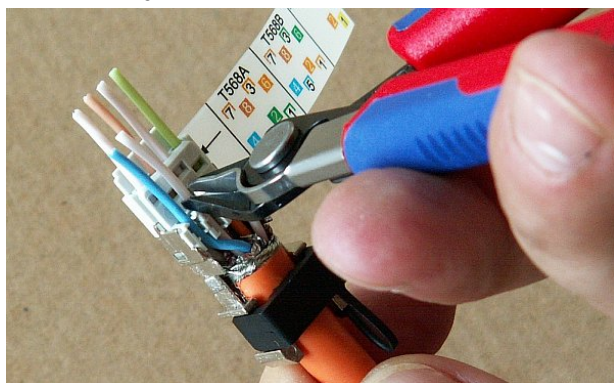


Obr. 5.55: Zasunutí spodní páry

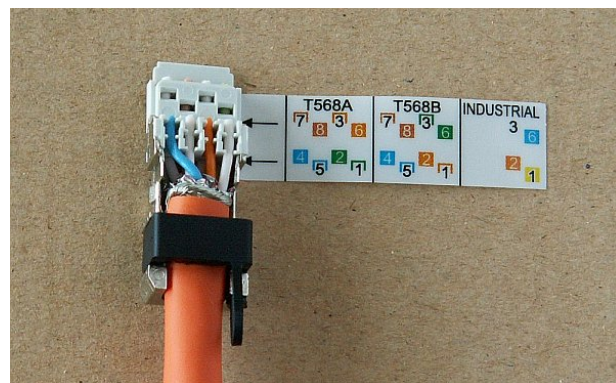


Obr. 5.56: Všechny vodiče umístěné v konektoru

- f. Přesahující vodiče odstříháme.

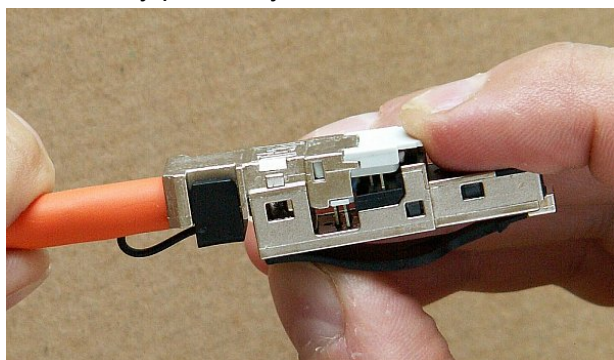


Obr. 5.57: Odstřihávání vodičů



Obr. 5.58: Zasunutí a zkrácení vodičů

- 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



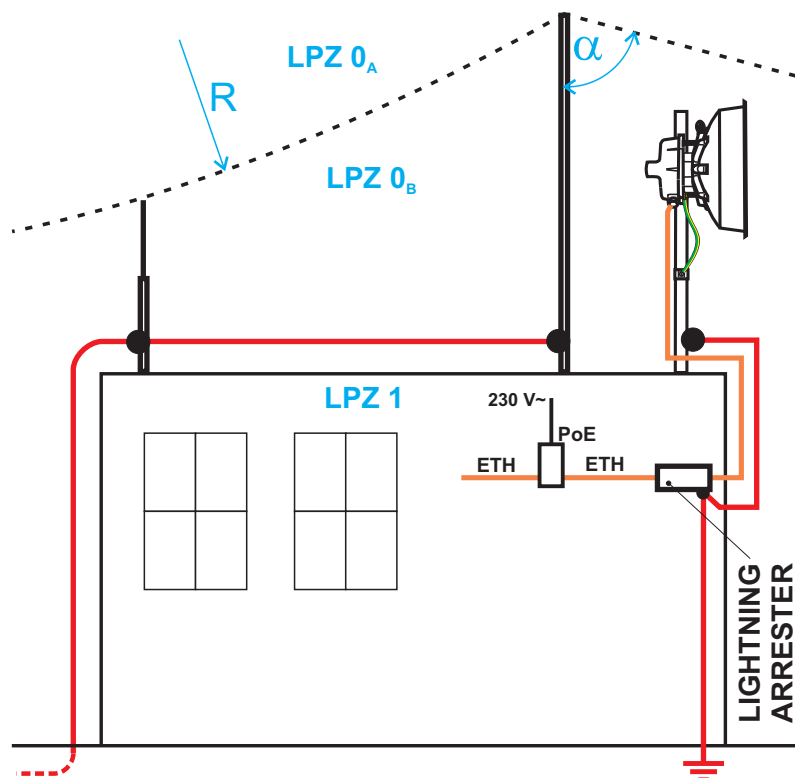
Obr. 5.60: Sevržení vnitřního konektoru kleštěmi

## 5.4. Zemnění

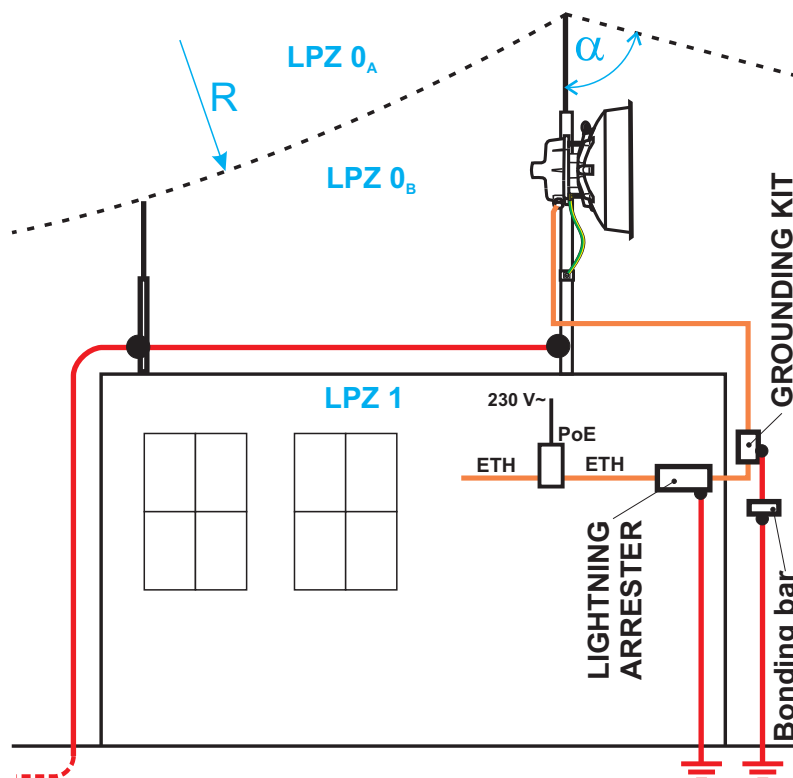
Normy uvedené v této kapitole platí pro ČR. Platnost postupů je obecná.

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 údery 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 mm<sup>2</sup>, 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 mm<sup>2</sup> 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 přepětěvou ochranu spojenou vodičem CYA 4 mm<sup>2</sup> do stejného uzemňovacího bodu, jako anténu, respektive anténní stožár.
6. Napájecí zdroj PoE doporučujeme chránit před přepětím ze strany nn vhodnou přepětěvou 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 mm<sup>2</sup> zakončené kabelovým okem, označené kombinací barev zelená/žlutá po celé délce vodiče. Pro uzemnění je možné jako příslušenství objednat zemní sadu RAY (viz 3.7 – „Příslušenství“), která obsahuje zemní svorku ZSA16, 40 cm zemní pásky š. 15 mm a 100 cm kabelu se zemními očky. Návod k montáži svorky viz datasheet<sup>1</sup> na [www.racom.eu](http://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 ochrana<sup>2</sup> na [www.racom.eu](http://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.

<sup>1</sup> [http://www.racom.eu/download/mikrovlny/free/cz/07\\_prislusenstvi/ZSA16.pdf](http://www.racom.eu/download/mikrovlny/free/cz/07_prislusenstvi/ZSA16.pdf)

<sup>2</sup> <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



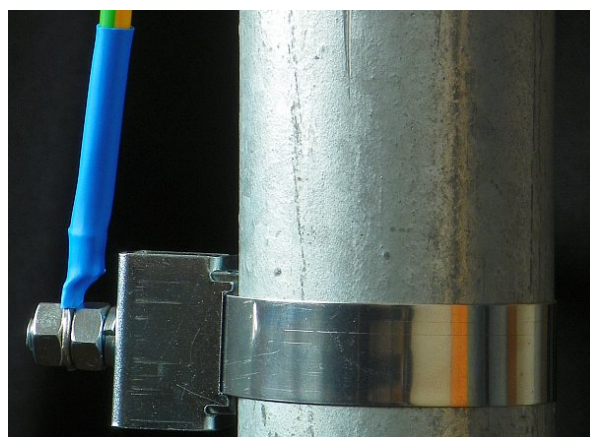
Obr. 5.65: Zemnicí sada RAY



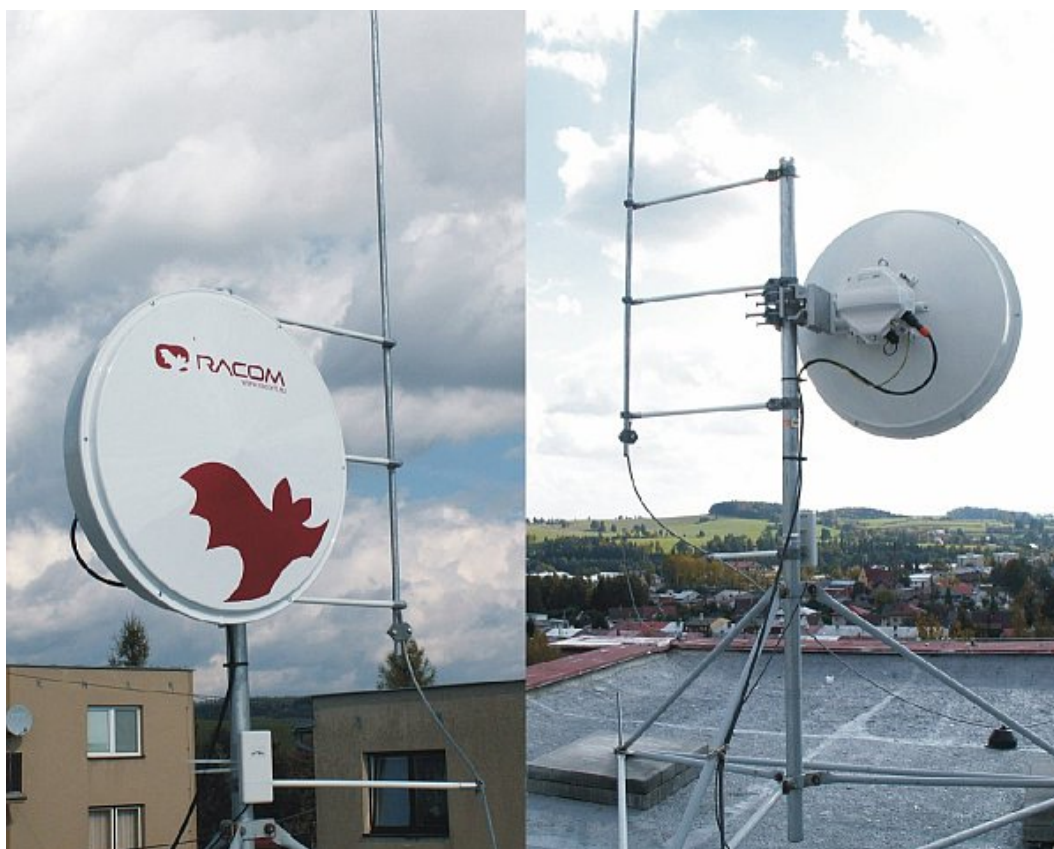
Obr. 5.66: Zemnění jednotky FOD



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.

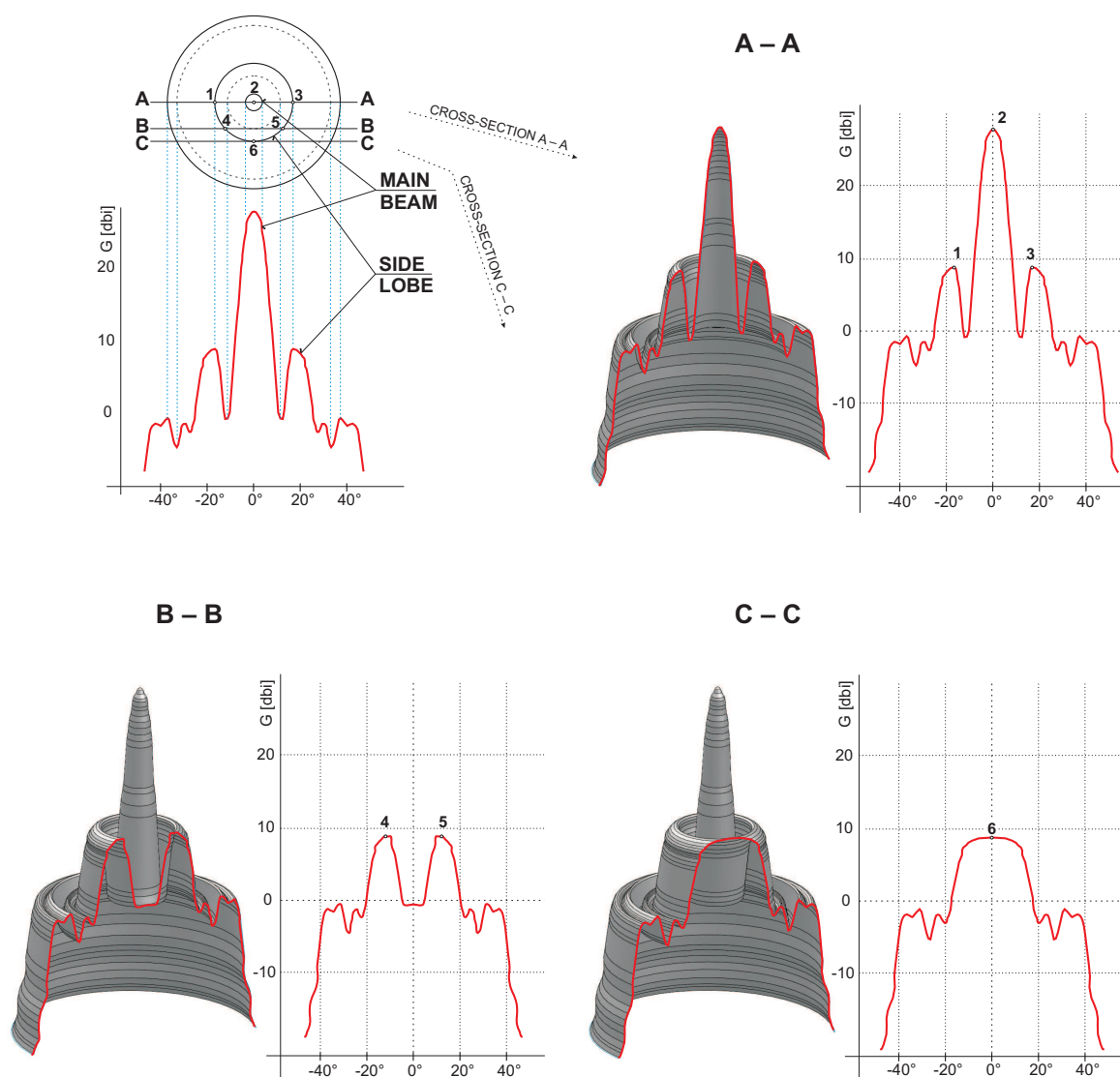
#### Indikace RSS

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 kalibrované 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

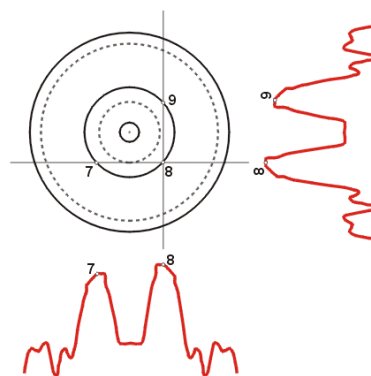


Obr. 5.71: Vyzařovací diagramy

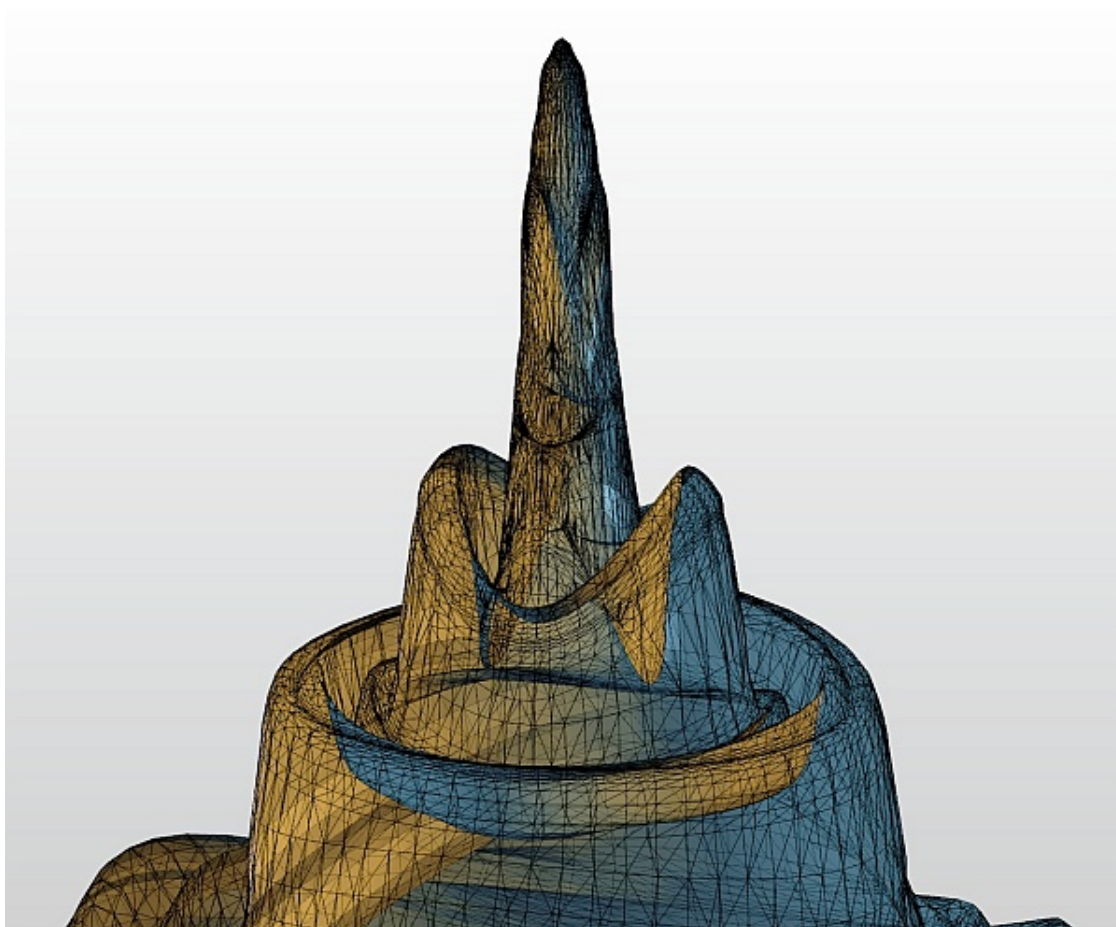
Obě antény je třeba vzájemně nasměrovat hlavními vrcholy vyzařovacího diagramu. Anténu seřizujeme střídavě v horizontální a vertikální rovině a sledujeme výslednou sílu signálu. Vodítkem je výpočet, kterým zjistíme očekávané RSS s přesností několika dBm. Boční laloky dávají signál slabší o cca 20 dBm (<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 konfiguruje 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".

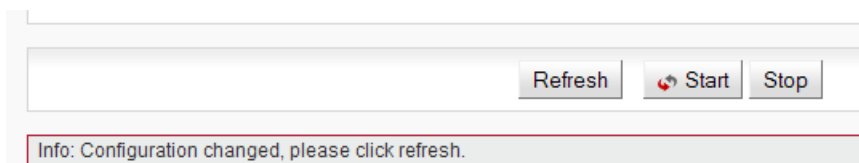
Tím je instalace ukončena. Další konfigurační zásahy mohou být provedeny dálkovým přístupem.

## 6. Konfigurace

### Ovládací prvky

Jednotlivé konfigurační obrazovky používají následující tlačítka pro práci s konfigurací:

|                      |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            |
|----------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <b>Apply</b>         | Provedení a uložení nastavených parametrů.                                                                                                                                                                                                                                                                                 |
| <b>Cancel</b>        | Nastavené parametry jsou přepsány původními hodnotami.                                                                                                                                                                                                                                                                     |
| <b>Refresh</b>       | Znovu načtení aktuálních hodnot ze stanice / obou stanic.<br>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. |
| <b>Load defaults</b> | Načtení defaultních hodnot jednotlivých parametrů na obrazovku. Pro případné použití těchto hodnot je nutné použít tlačítko <i>Apply</i> .                                                                                                                                                                                 |
| <b>Load custom</b>   | 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> .                                                                                    |
| <b>Start</b>         | Tlačítkem <i>Start</i> spustíme automatické občerstvování zobrazených informací. Informace, které podléhají této aktualizaci, jsou zvýrazněny ikonkou zatočených šipek.                                                                                                                                                    |
| <b>Stop</b>          | Tlačítkem <i>Stop</i> ukončíme automatické občerstvování zobrazených informací.                                                                                                                                                                                                                                            |



Obr. 6.1: Info Refresh

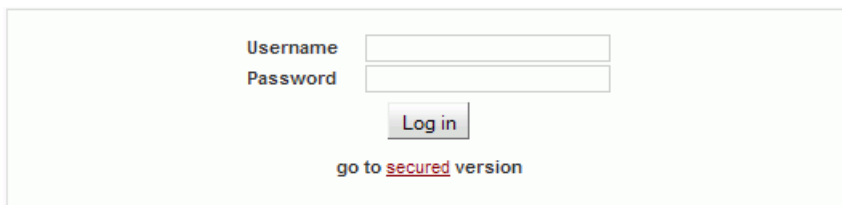
### Nápověda

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 odposloucháváním síťové komunikace zjistit přihlašovací údaje do stanice.



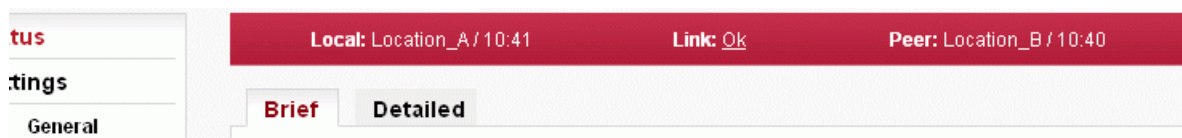
The screenshot shows a login form with two input fields labeled 'Username' and 'Password'. Below the fields is a 'Log in' button. At the bottom of the form, there is a link that says 'go to secured version'.

Obr. 6.2: Přihlášení

## Funkce Rollback

Pokud na fungující lince přerušíme spojení vložení 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.

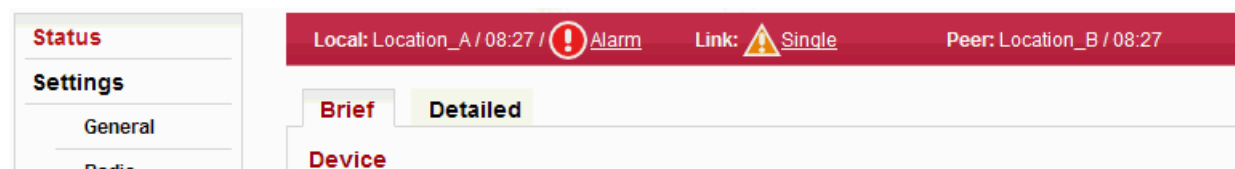
Pole Link zobrazuje:

- 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

**Status**  
**Settings**  
General  
Radio  
Ethernet  
QoS  
Service access  
Alarm limits  
**Diagnostics**  
Graphs  
Logs  
**Tools**  
Ping  
Graphics  
Maintenance  
**Help**

Local: Location\_A / 14:10Link: [Ok](#)Peer: Location\_B / 14:10

**Brief**
**Detailed**

**Device**

|                         | Local                      | Peer                       |
|-------------------------|----------------------------|----------------------------|
| Unit code               | RAY17                      | RAY17                      |
| Station name            | <a href="#">Location_A</a> | <a href="#">Location_B</a> |
| Inside temperature [°C] | 55.5                       | 57.0                       |
| Voltage [V]             | 56.2                       | 56.5                       |

**Radio**

|                  | Local                               | Peer                                |
|------------------|-------------------------------------|-------------------------------------|
| Bandwidth [MHz]  | <a href="#">28 MHz</a>              | <a href="#">28 MHz</a>              |
| TX channel [GHz] | <a href="#">L4   17.11400</a>       | <a href="#">U29   17.20150</a>      |
| RX channel [GHz] | <a href="#">U29   17.20150</a>      | <a href="#">L4   17.11400</a>       |
| TX modulation    | <a href="#">QAM256 ACM / QAM256</a> | <a href="#">QAM128 ACM / QAM256</a> |
| 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 | <a href="#">1000Base-T/FD</a> | <a href="#">1000Base-T/FD</a> |

**Service access**

|                 | Local                              | Peer                               |
|-----------------|------------------------------------|------------------------------------|
| IPv4 address    | <a href="#">192.168.141.226/24</a> | <a href="#">192.168.141.227/24</a> |
| Services        | <a href="#">HTTP(S), SSH</a>       | <a href="#">HTTP(S), SSH</a>       |
| Management VLAN | <a href="#">off</a>                | <a href="#">off</a>                |

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 obcerstovovány 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*.

|                         |                                     |
|-------------------------|-------------------------------------|
| <b>Unit code</b>        | Označení typu stanice.              |
| <b>Serial no.</b>       | Výrobní číslo stanice.              |
| <b>Station name</b>     | Jméno stanice zvolené uživatelem.   |
| <b>Station location</b> | Umístění stanice zadané uživatelem. |

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

### 6.2.2. Status – Radio

|                                                    |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   |
|----------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <b>Radio type</b>                                  | Typ rádiové jednotky: L(Lower-spodní) nebo U(Upper-horní) část frekvenčního pásma.                                                                                                                                                                                                                                                                |
| <b>Polarization</b>                                | Informace o aktuální orientaci jednotky. Indikuje polarizaci přijímaného kanálu. Local a Peer jsou indikovány samostatně. Správná poloha stanice je s kabelem směřujícím šikmo dolů.<br>Upozornění pro ISM spoje (RAy17, RAY24): Jedna strana spoje musí být nainstalována pro příjem ve vertikální polarizaci a druhá v horizontální polarizaci. |
| <b>Frequency table</b>                             | Zobrazí aktuálně vybrané frekvenční tabulky.                                                                                                                                                                                                                                                                                                      |
| <b>Bandwidth [MHz]</b>                             | Jmenovitá šířka kanálu. Shodná pro obě stanice na lince.                                                                                                                                                                                                                                                                                          |
| <b>TX channel [GHz]</b><br><b>RX channel [GHz]</b> | Použité kanály. Jsou uvedeny jako číslo kanálu i jako kmitočet v GHz.                                                                                                                                                                                                                                                                             |
| <b>TX modulation</b>                               | 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“                                                                                                                                                     |
| <b>TX power [dBm]</b>                              | 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“                                                                                                                                                                |
| <b>Net bitrate [Mbps]</b>                          | Aktuální přenosová kapacita rádiového kanálu pro uživatelská data.                                                                                                                                                                                                                                                                                |
| <b>Max. net bitrate [Mbps]</b>                     | Maximální přenosová kapacita rádiového kanálu podle aktivního produktového klíče.                                                                                                                                                                                                                                                                 |
| <b>RSS [dBm]</b>                                   | 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“                                                                                                                                                               |
| <b>SNR [dB]</b>                                    | 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“                                                                                                                                                                      |
| <b>BER [-]</b>                                     | Bit Error Rate (bitová chybovost) na přijímací straně. Okamžitá hodnota.                                                                                                                                                                                                                                                                          |
| <b>Link uptime</b>                                 | Čas uplynulý od navázání spojení na lince.                                                                                                                                                                                                                                                                                                        |

### 6.2.3. Status – Ethernet

|                           |                                                                                                                                                                          |
|---------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <b>Ethernet link mode</b> | 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). |
| <b>MDIX</b>               | Stav interního překřížení datových vodičů ethernetu. (MDIX = vnitřně přehozené vodiče datového páru, MDI = přímé propojení, N/A je neznámý stav).                        |

|                      |                                                          |
|----------------------|----------------------------------------------------------|
| <b>Storm control</b> | Informace o nastavení ochrany proti zablokování switche. |
| <b>QoS</b>           | Informace o nastavení QoS switche.                       |

#### 6.2.4. Status – Service access

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

#### 6.2.5. Status – Statistics

Podrobná statistika provozu na uživatelském rozhraní.

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

#### Informace o statistických datech

|                           |                        |
|---------------------------|------------------------|
| <b>Statistics cleared</b> | Čas smazání logu.      |
| <b>Statistics period</b>  | Perioda obnovení logu. |

#### Statistika rádiové linky

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

**The Last Drop**  
**No of Drops**

Délka posledního přerušení linky.  
 Počet přerušení linky.

## 6.3. Settings

### 6.3.1. Settings – General

| Status             | Local: Location_A / 12:43      Link: <u>Ok</u> Peer: Location_B / 12:43 |  |
|--------------------|-------------------------------------------------------------------------|--|
| <b>Settings</b>    |                                                                         |  |
| > General          |                                                                         |  |
| Radio              |                                                                         |  |
| Ethernet           |                                                                         |  |
| QoS                |                                                                         |  |
| Service access     |                                                                         |  |
| Alarm limits       |                                                                         |  |
| <b>Diagnostics</b> |                                                                         |  |
| Graphs             |                                                                         |  |
| Logs               |                                                                         |  |
| <b>Tools</b>       |                                                                         |  |
| Ping               |                                                                         |  |
| Graphics           |                                                                         |  |
| Maintenance        |                                                                         |  |
| <b>Help</b>        |                                                                         |  |

|                  | 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"/>                       |

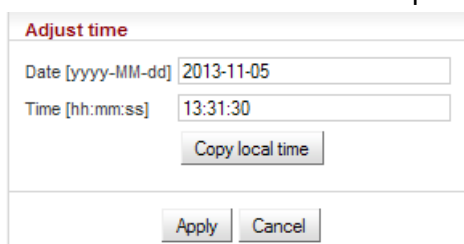
Obr. 6.6: Menu Settings – General

Nastavení obecných parametrů spoje.

|                         |                                                                                                                                                                                    |
|-------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <b>Unit code</b>        | Označení typu stanice.                                                                                                                                                             |
| <b>Serial no.</b>       | Výrobní číslo stanice.                                                                                                                                                             |
| <b>Station name</b>     | Jméno stanice zvolené uživatelem.                                                                                                                                                  |
| <b>Station location</b> | Umístění stanice zadané uživatelem.                                                                                                                                                |
| <b>LED indicators</b>   | Povolení LED indikátorů stavu na těle stanice. Pomocí této volby lze všechny LED vypnout.                                                                                          |
| <b>Date, Time</b>       | Stav vnitřních hodin reálného času. Čas je vložen manuálně nebo ze serveru NTP a je nastaven shodně v obou stanicích.                                                              |
| <b>Time source</b>      | 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).



The 'Adjust time' dialog box contains two input fields: 'Date [yyyy-MM-dd]' with the value '2013-11-05' and 'Time [hh:mm:ss]' with the value '13:31:30'. Below these fields is a button labeled 'Copy local time'. At the bottom of the dialog are two buttons: 'Apply' and 'Cancel'.

**NTP source IP**

IP adresa serveru pro synchronizaci času.

**NTP period**

Perioda pro synchronizaci času.

**Time zone**

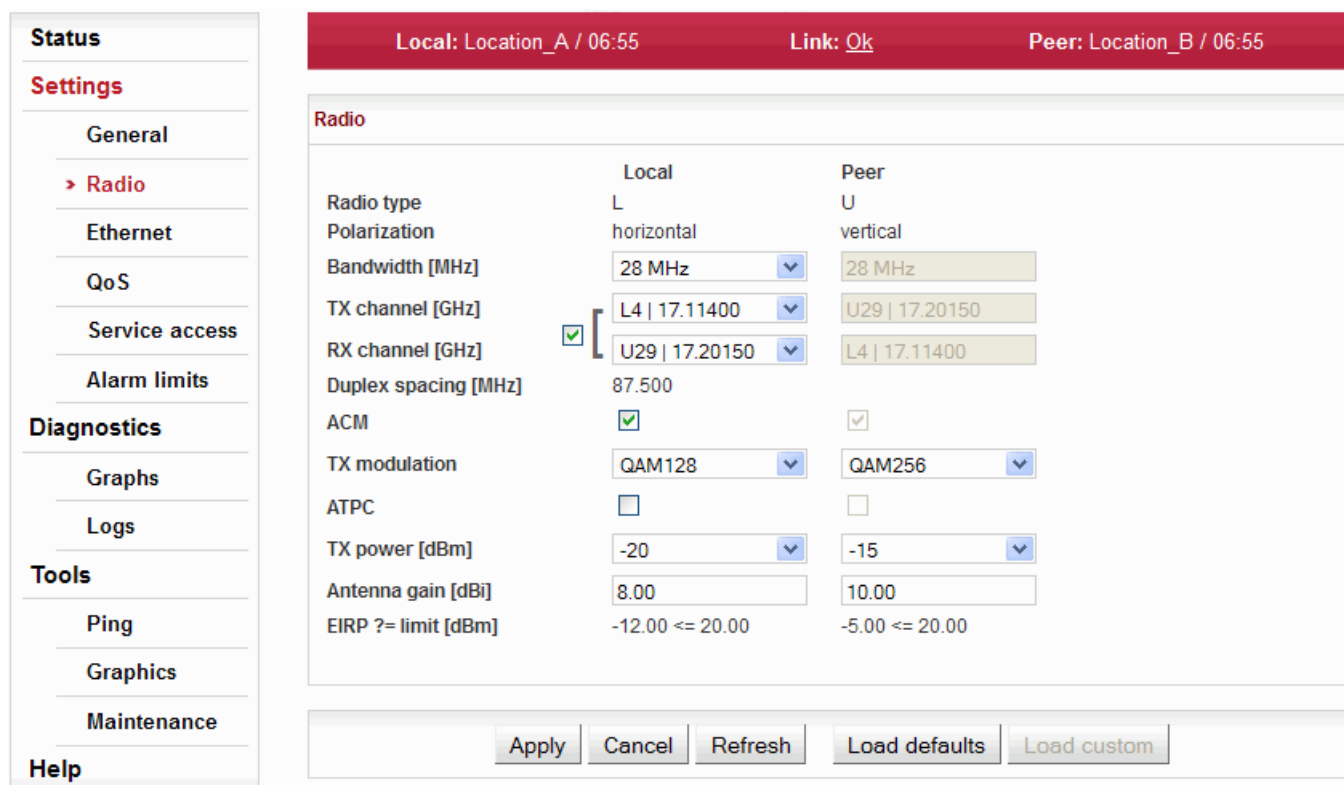
Časové pásmo

**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**


The 'Settings - Radio' window shows configuration for a radio link. At the top, it displays 'Local: Location\_A / 06:55', 'Link: Ok', and 'Peer: Location\_B / 06:55'. The main area is divided into two columns: 'Local' and 'Peer'. The 'Local' column has a radio type 'L' and the 'Peer' column has a radio type 'U'. The configuration parameters are as follows:

| Parameter            | Local (L)                           | Peer (U)                 |
|----------------------|-------------------------------------|--------------------------|
| 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           |

At the bottom of the window are five buttons: 'Apply', 'Cancel', 'Refresh', 'Load defaults', and 'Load custom'.

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.

|                             |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           |
|-----------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <b>Polarization</b>         | <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>                                                                                                                                                                              |
| <b>Bandwidth [MHz]</b>      | Volba jedné ze standardních šířek kanálů, shodně pro stanici Local a Remote.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              |
| <b>TX channel [GHz]</b>     | <p>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.</p> <p><i>Upozornění</i> – nestandardní duplexní nastavení může vést k horšímu využití kmitočtového spektra.</p> |
| <b>RX channel [GHz]</b>     |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           |
| <b>Duplex spacing [MHz]</b> | Informace o duplexním odstupu TX a RX kanálu.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             |
| <b>ACM</b>                  | Povolení automatického řízení modulace.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   |
| <b>TX modulation</b>        | <p>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.</p>                                                                                                                                                                                                                                                                                                     |
| <b>ATPC</b>                 | <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 <b>Tx power</b>.</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>                                                                                                                                        |
| <b>TX power [dBm]</b>       | Požadovaný výstupní RF výkon. V případě zapnutého ATPC má význam maximálního povoleného výkonu.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           |
| <b>Antenna gain [dBi]</b>   | <p>Pouze pro spoje pracující v ISM pásmu (RAy17, RAY24).</p> <p>Zisk použité antény. Slouží k přibližnému výpočtu EIRP.</p>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               |
| <b>EIRP ?= limit [dBm]</b>  | <p>Pouze pro spoje pracující v ISM pásmu (RAy17, RAY24).</p> <p>Přibližný výpočet EIRP. Pravá číslice udává povolenou hranici EIRP. Znaménko mezi číslicemi dává informaci o dodržení nebo překročení povolené hranice EIRP.</p>                                                                                                                                                                                                                                                                                                          |

### 6.3.3. Settings – Ethernet

Obr. 6.8: Konfigurační menu Settings – Ethernet

#### Management

Nastavení parametrů fyzické vrstvy ethernetového rozhraní.

|                           |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            |
|---------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <b>Ethernet link mode</b> | Přepnutí mezi automatickým vyjednáváním přenosové rychlosti a řízení toku a mezi manuálním nastavením.                                                                                                                                                                                                                                                     |
| <b>MDIX</b>               | 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.                                                                                                                                                       |
| <b>Flow control</b>       | 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. |
| <b>MTU</b>                | 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.                                                                                                                                   |
| <b>Internal VLAN id</b>   | 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 zaplavování a následnému zablokování vstupního switchu spoje pakety typu:

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

### 6.3.4. Settings – QoS

Jednotka disponuje různými možnostmi ovlivňování průchodu uživatelských dat.

#### Ingress policing

Obr. 6.9: Konfigurační menu Settings – QoS

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

- |                         |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |
|-------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <b>Ingress policing</b> | Povolení Ingress policing. Platí pro vstupní port interního switche (tj. pro uživatelský port jednotky).                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           |
| <b>Speed [Mbps]</b>     | 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.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              |
| <b>Mode</b>             | <p>Režim práce <i>Ingress policing</i>:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• <b>soft</b> – Flow control je aktivován již při nízkém zaplnění vstupního bufferu. Vhodné využít, pokud připojené zařízení má povoleno Flow control a disponuje velkým vyrovnávacím bufferem.</li> <li>• <b>default</b> – Univerzální nastavení. Blízké nastavení „hard“, ale při povoleném Flow control v připojeném zařízení ještě nehrozí ztráta paketu.</li> <li>• <b>hard</b> – Flow control je aktivován až při téměř úplném zaplnění vstupního bufferu. Vhodné využít, pokud připojené zařízení má malý vyrovnávací buffer.</li> </ul> |



#### Varování

Aktivování *Ingress policing* způsobí vypnutí QoS funkcí switche.

## 802.1p

**Status**  
**Settings**  
General  
Radio  
Ethernet  
**> QoS**  
Service access  
Alarm limits  
**Diagnostics**  
Graphs  
Logs  
**Tools**  
Ping  
Graphics  
Maintenance  
**Help**

Local: Location\_A / 12:52      Link: [Ok](#)      Peer: Location\_B / 12:52

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.

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

Status

Settings

General

Radio

Ethernet

> QoS

Service access

Alarm limits

Diagnostics

Graphs

Logs

Tools

Ping

Graphics

Maintenance

Help

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

Status

Settings

General

Radio

Ethernet

> QoS

Service access

Alarm limits

Diagnostics

Graphs

Logs

Tools

Ping

Graphics

Maintenance

Help

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 ☐ ☐

|        | Local |    |        |       | Peer |    |        |       |
|--------|-------|----|--------|-------|------|----|--------|-------|
| Stream | 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

Status

Settings

General

Radio

Ethernet

> QoS

Service access

Alarm limits

Diagnostics

Graphs

Logs

Tools

Ping

Graphics

Maintenance

Help

Local: Location\_A / 13:42

Link: Ok

Peer: Location\_B / 13:42

Ingress policing

802.1p

DSCP

TCP / UDP ports

Queue management

Queue mode

Local

Strict

WFQ

Peer

Strict

WFQ

Mode

☒

☐

☐

☒

Ratio Mode

☐

☒

Queue

Bitrate [Mbps]

Bitrate [Mbps]

0

400

1

400

2

1

100

1

400

1

50

1

400

1

100

1

400

1

Smart discard

Queue

Local

Peer

0

Mode 0 (0/0)

Mode 0 (0/0)

1

Mode 1 (0/25)

Mode 0 (0/0)

2

Mode 0 (0/0)

Mode 0 (0/0)

3

Mode 0 (0/0)

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.

Apply

Cancel

Refresh

Load defaults

Load custom

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

Nastavení režimu práce výstupních front. Jedná se o vnitřní fronty switchu 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 výběrání 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

Status

Settings

General

Radio

Ethernet

QoS

Service access

Alarm limits

Diagnostics

Graphs

Logs

Tools

Ping

Graphics

Maintenance

Help

Local: Location\_A / 09:33

Link: [Ok](#)

Peer: Location\_B / 09:32

Services

Users

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

Apply

Cancel

Refresh

Load defaults

Load custom

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** Masky 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!

|                               |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      |
|-------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <b>Telnet</b>                 | Povolení přístupu přes Telnet server. Umožňuje přístup do CLI (Command Line Interface) pro jednoduché klienty telnet. Defaultně zakázáno.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            |
| <b>SSH</b>                    | 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.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               |
| <b>Management VLAN</b>        | <p>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.</p> <p>- POZOR -</p> <p>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.</p> |
| <b>Management VLAN id</b>     | Označení VLAN pro konfiguraci, defaultně 1. VLAN id musí být vyplněno i když Management VLAN není aktivní.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           |
| <b>SNMP</b>                   | Zapnutí SNMP serveru. Defaultně vypnuto.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             |
| <b>SNMP community string</b>  | SNMP community string. Může obsahovat malá i velká písmena, číslice, čtyři znaky . : _ - a délka je max. 256 znaků.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  |
| <b>SNMP trap IP</b>           | Adresa pro odesílání SNMP trapů.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     |
| <b>Internal link watchdog</b> | Hlídní spojení obou jednotek spoje. Při dlouho trvající poruše (10 min) provede cold restart (ekvivalent vypnutí napájení). Defaultně vypnuto.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       |

## Users

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

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    | <a href="#">Edit</a> |
| 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. 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 zadáný alespoň jeden ssh klíč.

## Edit user

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

The screenshot shows the 'Edit user' configuration window. It has two tabs: 'Services' and 'Users', with 'Users' being the active tab. The window contains the following fields and options:

- Username:** admin
- Group:** cli\_admin
- Password:** Radio buttons for 'Delete' and 'Set' (selected).
- New password:** Text input field.
- Confirm password:** Text input field.
- SSH key:** Radio buttons for 'Delete', 'Set/replace' (selected), and 'Add'.
- Key file:** Text input field and a 'Procházet...' (Browse...) button.

At the bottom of the window are 'Apply' and 'Cancel' buttons.

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

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

|                         |                                                                                                                                            |
|-------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <b>Username</b>         | Jméno nového uživatele.                                                                                                                    |
| <b>Group</b>            | Skupina, do které má tento uživatel patřit.                                                                                                |
| <b>New password</b>     | Heslo pro tohoto uživatele.                                                                                                                |
| <b>Confirm password</b> | Zopakovat heslo.                                                                                                                           |
| <b>SSH key</b>          | 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

Status

Settings

General

Radio

Ethernet

QoS

Service access

> Alarm limits

Diagnostics

Graphs

Logs

Tools

Ping

Graphics

Maintenance

Help

Local: Location\_A / 09:52

Link: [Ok](#)

Peer: Location\_B / 09:52

Alarm limits

|                         | Local Limit | SNMP trap                | Peer Limit | SNMP trap                |
|-------------------------|-------------|--------------------------|------------|--------------------------|
| 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

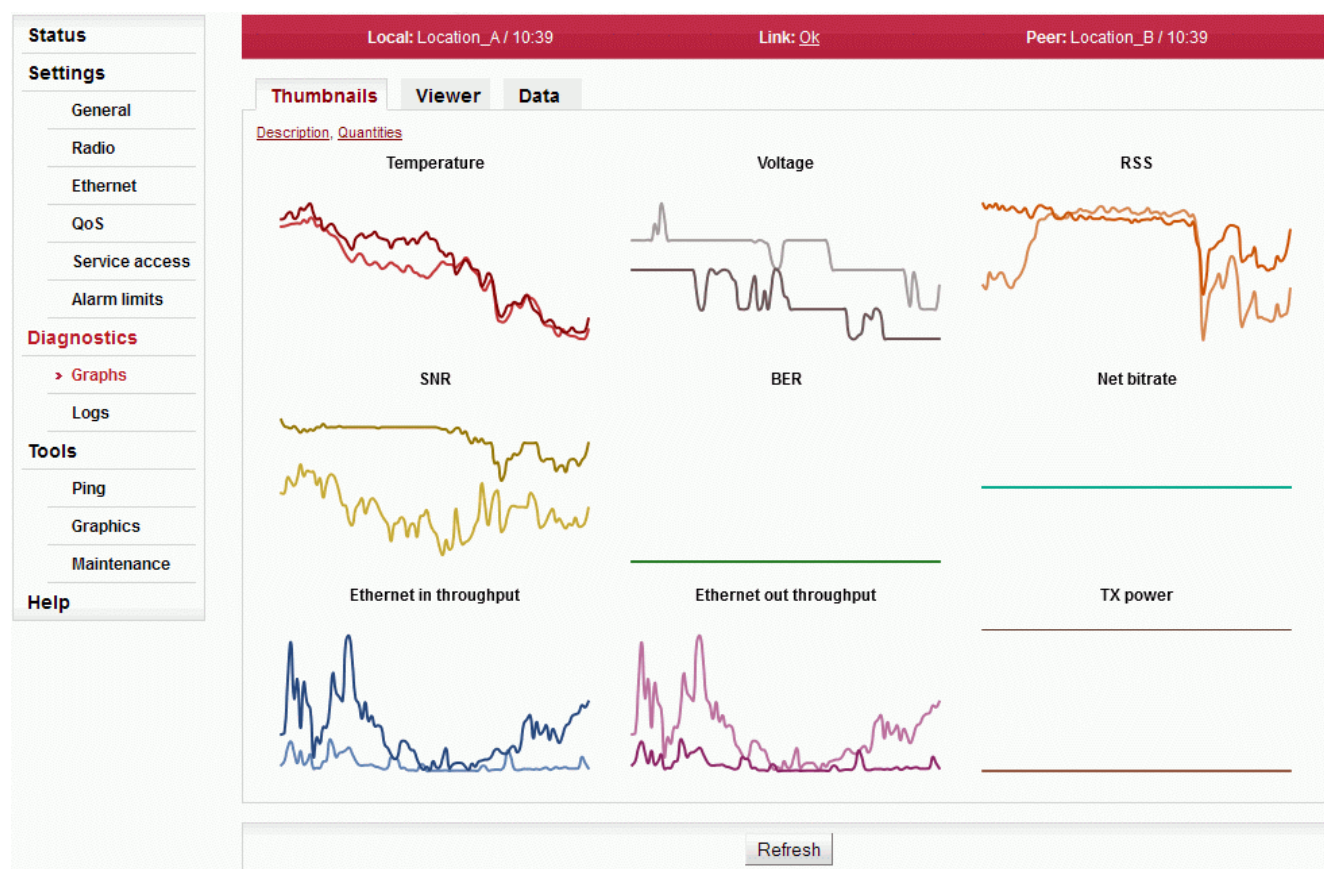
|                                |                |                                                                                      |
|--------------------------------|----------------|--------------------------------------------------------------------------------------|
| <b>Inside temperature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

### Alarm

|                           |                             |                                                             |
|---------------------------|-----------------------------|-------------------------------------------------------------|
| <b>BER</b>                | <b>&gt;10e<sup>-6</sup></b> | Okamžitá bitová chybovost registrovaná na přijímací straně. |
| <b>Peer disconnect</b>    |                             | Přerušení rádiové linky.                                    |
| <b>Peer eth link down</b> |                             | Přerušení uživatelské eth linky jednotky na stanici Peer.   |
| <b>RF power fail</b>      |                             | 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:

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

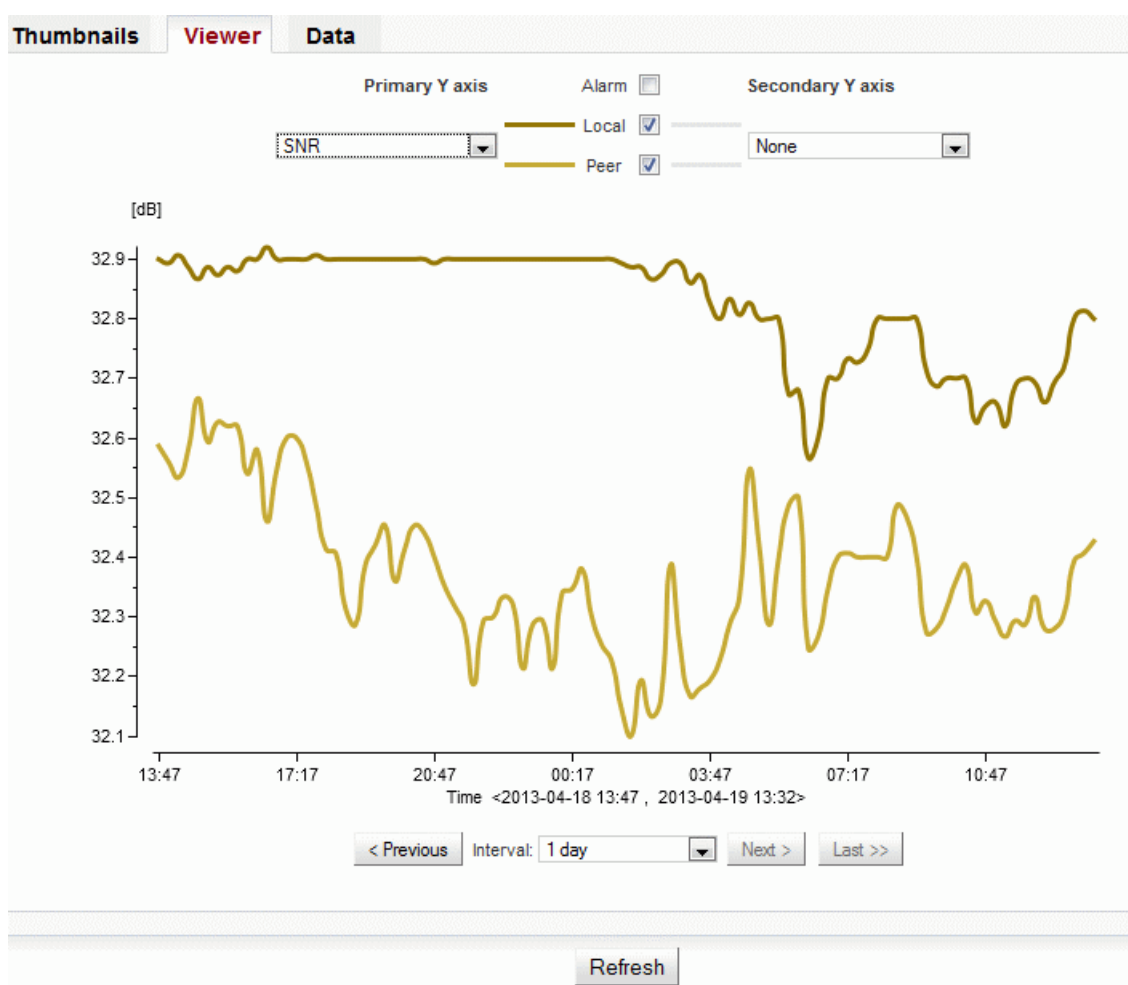
Hodnoty jsou ukládány v následujících rozlišeních a délkách historie

- 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:

|                   |                                                                                  |
|-------------------|----------------------------------------------------------------------------------|
| <b>Thumbnails</b> | Zobrazení náhledu všech hodnot za posledních 24 hodin                            |
| <b>Viewer</b>     | Detailní grafické zobrazení jedné nebo dvou vybraných hodnot za vybraný interval |
| <b>Data</b>       | 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.

|                         |                                    |
|-------------------------|------------------------------------|
| <b>Primary Y axis</b>   | Volba jedné ze sledovaných hodnot. |
| <b>Secondary Y axis</b> | Možnost volby druhé hodnoty.       |

|                 |                                                                                                                                                                                         |
|-----------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <b>Alarm</b>    | Zapne zobrazení alarmů, pokud nastaly.                                                                                                                                                  |
| <b>Local</b>    | Zobrazí graf z jednotky Local.                                                                                                                                                          |
| <b>Peer</b>     | Zobrazí graf z jednotky Peer.                                                                                                                                                           |
| <b>Interval</b> | 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. |
| <b>Previous</b> | Posun o jednu šířku vybraného intervalu směrem ke starším hodnotám.                                                                                                                     |
| <b>Next</b>     | Posun o jednu šířku vybraného intervalu směrem k novějším hodnotám.                                                                                                                     |
| <b>Last</b>     | Posun na nejnovější hodnoty.                                                                                                                                                            |

## Data

**Status**  
**Settings**  
General  
Radio  
Ethernet  
QoS  
Service access  
Alarm limits  
**Diagnostics**  
> Graphs  
Logs  
**Tools**  
Ping

Local: Location\_A / 12:37      Link: [OK](#)      Peer: Location\_B / 12:37

**Thumbnails**   **Viewer**   **Data**

< Previous   Interval 1 day   Next >   Last >>

Quantities   ☒ Plotted   ☐ Local   ☐ Peer   ☐ All

| 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.

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

## 6.4.2. Diagnostics – Logs

The screenshot shows the 'Diagnostics – Logs' interface. The sidebar on the left contains the following menu items: Status, Settings (General, Radio, Ethernet, QoS, Service access, Alarm limits), Diagnostics (highlighted), Graphs, Tools (Ping, Graphics, Maintenance), and Help. The main panel has a header 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 'Local events' tab is selected, showing a list of log entries. A 'Filter' box with the number '2' is visible. The log entries are as follows:

```

Local events
-----
2013-04-22T08:44:21+0000 (LINK) Connection to peer has been terminated.
2013-04-22T08:44:28+0000 (LINK) Connection to peer (80808) established.
2013-04-22T08:44:29+0000 (CNFUPD) Configuration update finished.

Local ACM
-----
2013-04-22T08:44:28+0000 txModulation=QAM64 rxModulation=QPSK txUserDataThroughput=62.2873Mbps
2013-04-22T08:44:28+0000 txModulation=QAM32 rxModulation=QAM128 txUserDataThroughput=49.1291Mbps
2013-04-22T08:44:28+0000 txModulation=QAM128 rxModulation=QAM256 txUserDataThroughput=73.6122Mbps

Local alarms
-----
2013-04-22T08:42:02+0000 ALARM END: Radio link up.
2013-04-22T08:44:17+0000 ALARM: Radio link down!
2013-04-22T08:44:20+0000 ALARM END: Radio link up.

Peer events
-----
2013-04-22T08:44:16+0000 (LINK) Connection to peer has been terminated.
2013-04-22T08:44:30+0000 (LINK) Connection to peer (28282) established.
2013-04-22T08:44:31+0000 (CNFUPD) Configuration update finished.

Peer ACM
-----
2013-04-22T08:41:58+0000 txModulation=QAM256 rxModulation=QAM32 txUserDataThroughput=170.6936Mbps
2013-04-22T08:41:59+0000 txModulation=QAM256 rxModulation=QAM64 txUserDataThroughput=170.6936Mbps
2013-04-22T08:44:24+0000 txModulation=QAM256 rxModulation=QAM128 txUserDataThroughput=81.1522Mbps

Peer alarms
-----
2013-04-22T08:44:15+0000 ALARM: Radio link down!
2013-04-22T08:44:15+0000 ALARM END: Radio link up.

```

A 'Refresh' button is located at the bottom right of the log display 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).

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

**Status**

**Settings**

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

**Diagnostics**

- Graphs
- Logs

**Tools**

- > Ping
- Graphics

Local: Location\_A / 12:40      Link: [Ok](#)      Peer: Location\_B / 12:40

**Ping**

| Destination     | Size [B] | Count |
|-----------------|----------|-------|
| 192.168.141.227 | 56       | 5     |

[Send](#)

```
PING 192.168.141.227 (192.168.141.227): 56 data bytes
64 bytes from 192.168.141.227: icmp_seq=0 ttl=64 time=2.9 ms
64 bytes from 192.168.141.227: icmp_seq=1 ttl=64 time=0.8 ms
64 bytes from 192.168.141.227: icmp_seq=2 ttl=64 time=0.8 ms
64 bytes from 192.168.141.227: icmp_seq=3 ttl=64 time=0.8 ms
64 bytes from 192.168.141.227: icmp_seq=4 ttl=64 time=0.8 ms

--- 192.168.141.227 ping statistics ---
5 packets transmitted, 5 packets received, 0% packet loss
round-trip min/avg/max = 0.8/1.2/2.9 ms
```

Obr. 6.21: Konfigurační menu Tools – Ping

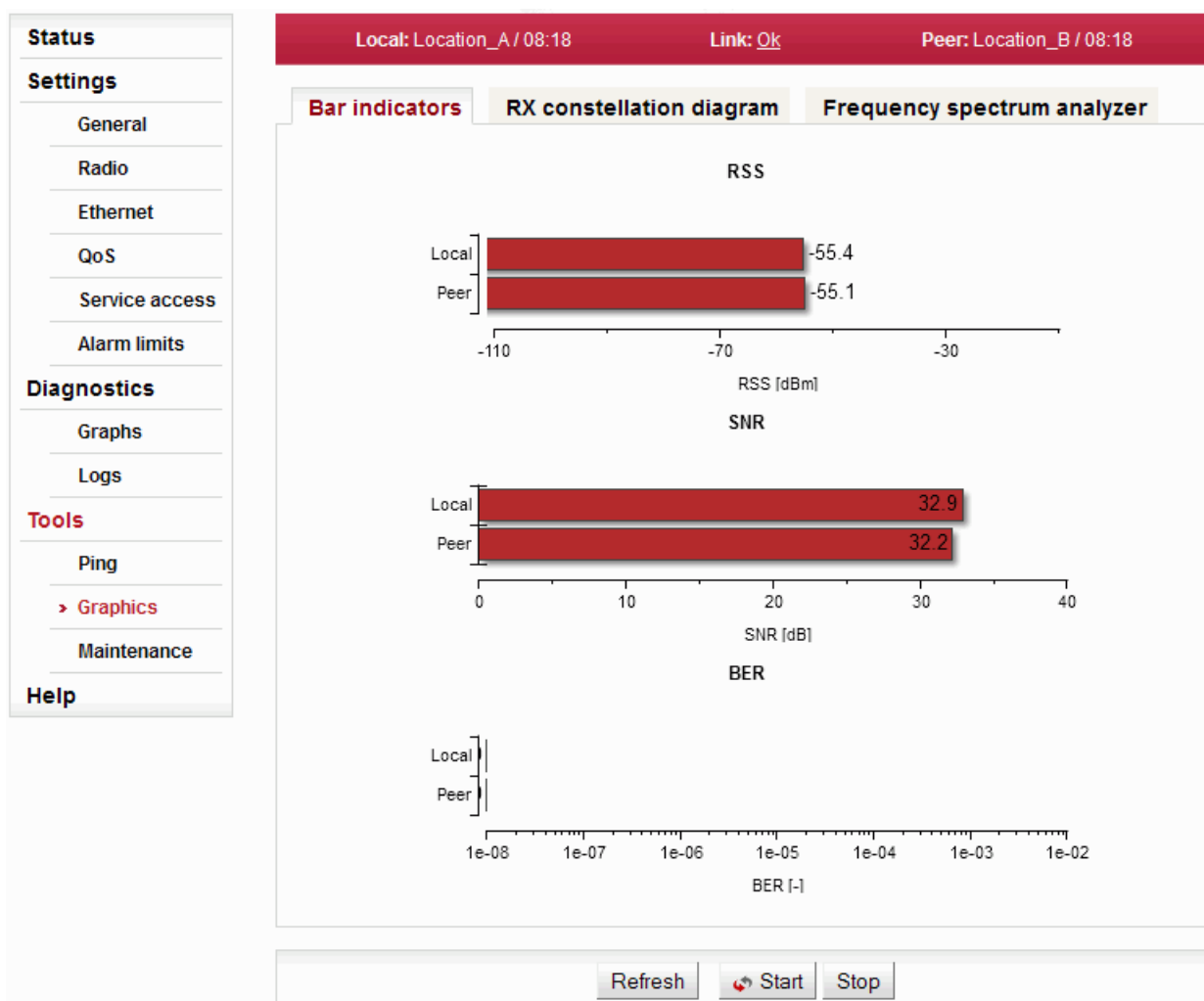
Nástroj Ping umožňuje vyslání ICMP pingů na zvolenou adresu

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

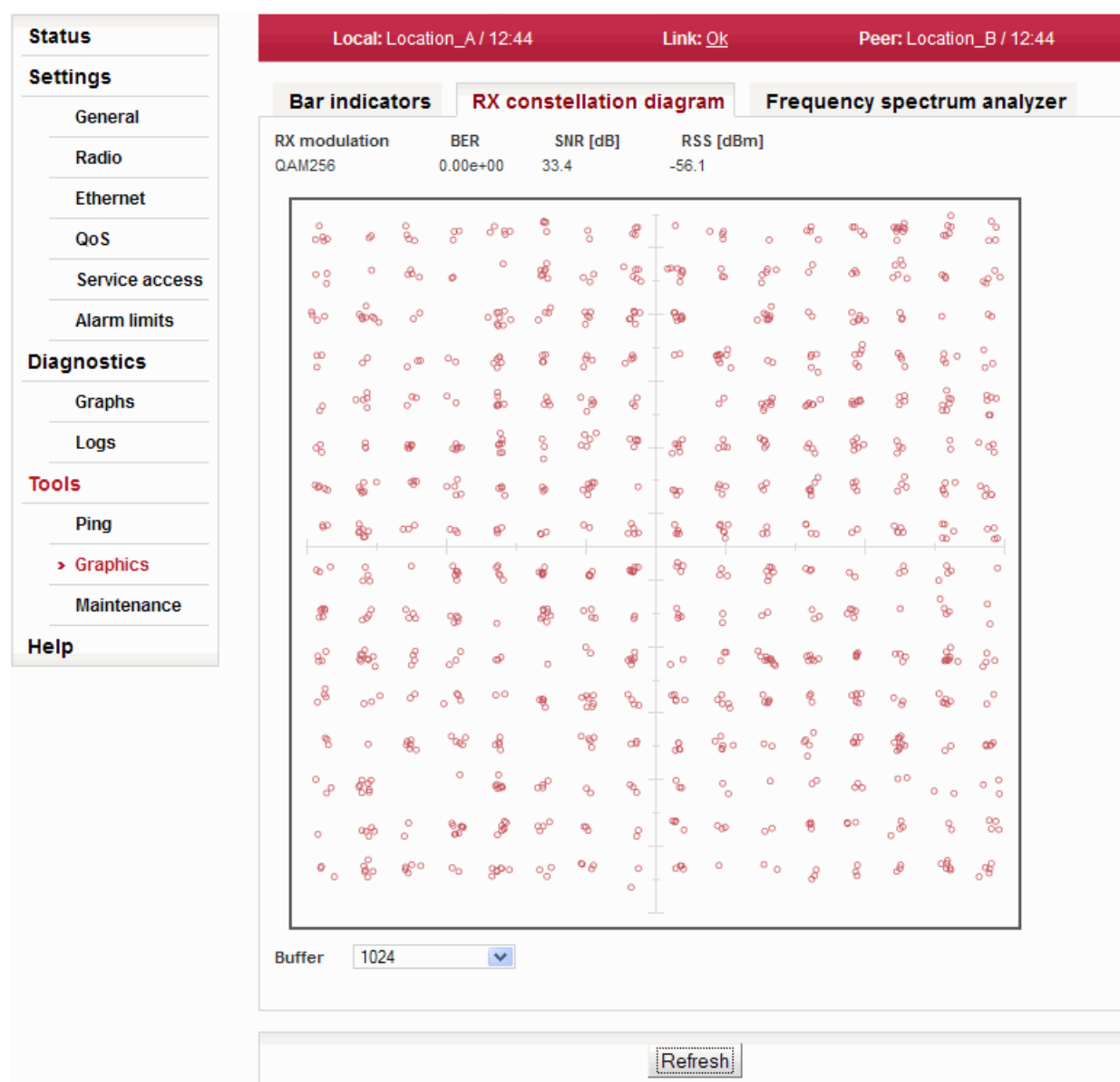
#### Refresh

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

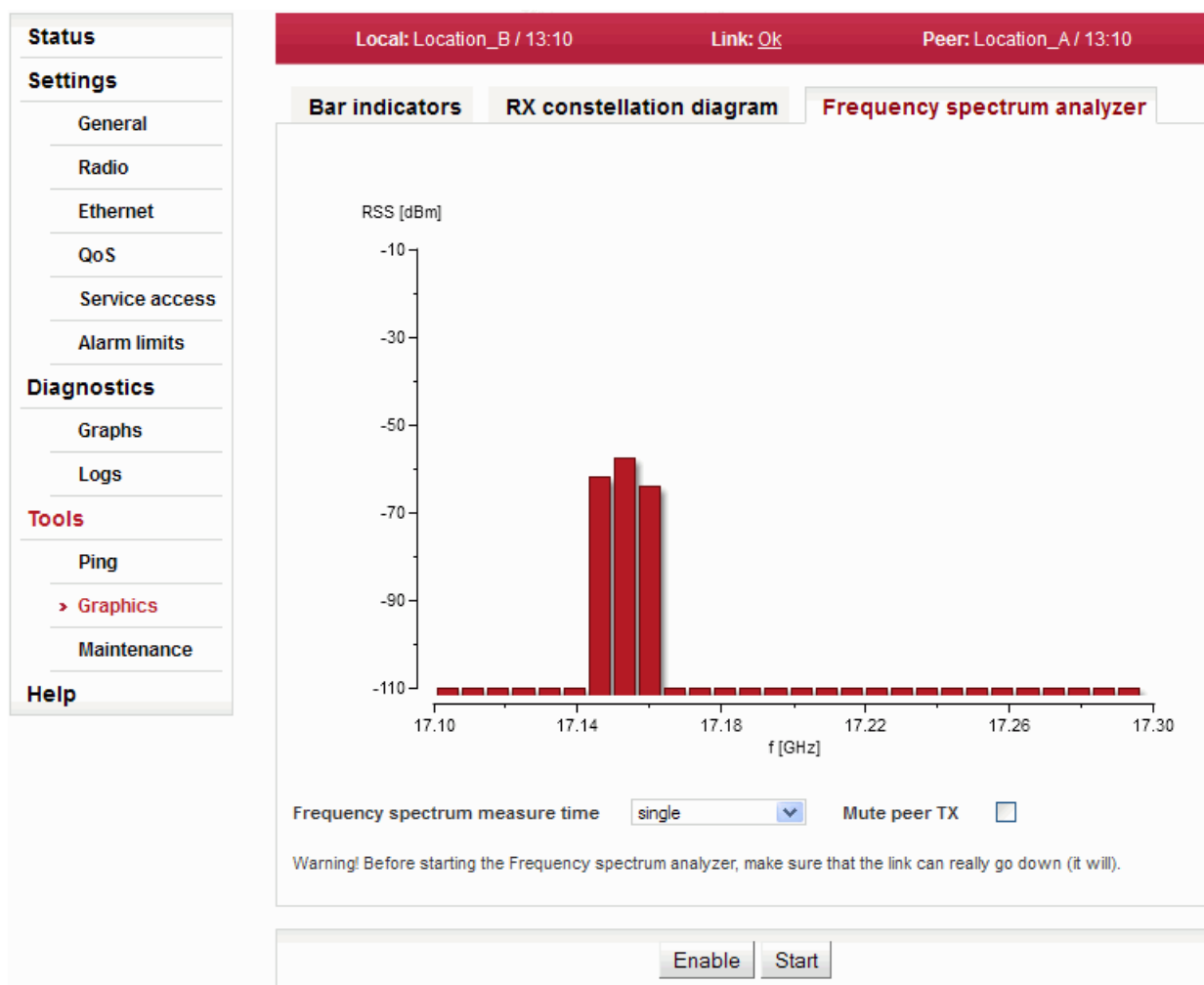


Obr. 6.23: Konfigurační menu Tools – Graphics – RX constellation diagram

Konstelační diagram vizuálně zobrazuje kvalitu přijímaného signálu.

|                |                                   |
|----------------|-----------------------------------|
| <b>Buffer</b>  | Počet zakreslených bodů.          |
| <b>Refresh</b> | 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**    Přeruší komunikaci na lince a spustí skenování kmitočtů v pásmu.

## 6.5.3. Maintenance

### Restart

|                                                                                                           |                                                                                  |                                           |                               |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------|-------------------------------|
| <b>Status</b><br><b>Settings</b><br>General<br>Radio<br>Ethernet<br>QoS<br>Service access<br>Alarm limits | Local: Location_B / 13:19      Link: <a href="#">Ok</a> Peer: Location_A / 13:19 |                                           |                               |
|                                                                                                           | <b>Restart</b> Backup    Feature keys    Firmware    Radio adaptation            |                                           |                               |
|                                                                                                           | Target                                                                           | Local <input checked="" type="checkbox"/> | Peer <input type="checkbox"/> |
|                                                                                                           | Restart mode                                                                     | warm <input type="button" value="v"/>     |                               |
|                                                                                                           | System restart                                                                   | <input type="button" value="Restart"/>    |                               |
|                                                                                                           |                                                                                  |                                           |                               |
|                                                                                                           |                                                                                  |                                           |                               |
|                                                                                                           |                                                                                  |                                           |                               |
|                                                                                                           |                                                                                  |                                           |                               |
|                                                                                                           |                                                                                  |                                           |                               |

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

|                       |                                                                                               |
|-----------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------|
| <b>Target</b>         | Restart proběhne ve vybrané jednotce Local nebo Peer.                                         |
| <b>Restart mode</b>   | Warm – reboot systému managementu.<br>Cold – restart celé stanice jako při odpojení napájení. |
| <b>System restart</b> | Provede zvolený restart.                                                                      |

### Backup

|                                                                                                                                                                                                                |                                                                                                                                                                                                                                                  |  |  |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--|--|
| <b>Status</b><br><b>Settings</b><br>General<br>Radio<br>Ethernet<br>QoS<br>Service access<br>Alarm limits<br><b>Diagnostics</b><br>Graphs<br>Logs<br><b>Tools</b><br>Ping<br>Graphics<br>> Maintenance<br>Help | Local: Location_B / 13:20      Link: <a href="#">Ok</a> Peer: Location_A / 13:20                                                                                                                                                                 |  |  |
|                                                                                                                                                                                                                | <b>Restart</b> <b>Backup</b> Feature keys    Firmware    Radio adaptation                                                                                                                                                                        |  |  |
|                                                                                                                                                                                                                | <b>Settings</b><br>Backup <input type="button" value="Download"/><br>Upload <input type="button" value="Open file upload"/><br>Custom settings <input type="button" value="Restore"/><br>Default settings <input type="button" value="Restore"/> |  |  |
|                                                                                                                                                                                                                | <b>Factory settings</b><br>Factory Settings function cleans all logs, restores default configuration and default user accounts.<br>Local <input type="button" value="Restore"/>                                                                  |  |  |
|                                                                                                                                                                                                                | <b>Users</b><br>Backup <input type="button" value="Download"/><br>Restore <input type="button" value="Open file upload"/>                                                                                                                        |  |  |
|                                                                                                                                                                                                                | <b>Management Information Base</b><br>SNMP MIB <input type="button" value="Download"/>                                                                                                                                                           |  |  |
|                                                                                                                                                                                                                | <b>Diagnostic package</b><br>Backup <input type="button" value="Download"/>                                                                                                                                                                      |  |  |
|                                                                                                                                                                                                                |                                                                                                                                                                                                                                                  |  |  |
|                                                                                                                                                                                                                |                                                                                                                                                                                                                                                  |  |  |
|                                                                                                                                                                                                                |                                                                                                                                                                                                                                                  |  |  |

Obr. 6.26: Konfigurační menu Tools – Maintenance – Backup

## Settings

Ukládání a obnovování konfigurace.

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

|              |                                               |
|--------------|-----------------------------------------------|
| <b>Local</b> | Provedení Factory settings pro stanici Local. |
|--------------|-----------------------------------------------|

## Users

Ukládání a obnovování uživatelských účtů.

|                |                                                   |
|----------------|---------------------------------------------------|
| <b>Backup</b>  | Uložení uživatelských účtů do záložního souboru.  |
| <b>Restore</b> | Obnovení uživatelských účtů ze záložního souboru. |

## Management Information Base

|                 |                       |
|-----------------|-----------------------|
| <b>SNMP MIB</b> | 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.

|               |                                                         |
|---------------|---------------------------------------------------------|
| <b>Backup</b> | Uložení souboru s informacemi o stanici (Local i Peer). |
|---------------|---------------------------------------------------------|

## Feature keys

The screenshot shows a web interface for configuring feature keys. On the left is a sidebar menu with categories: Status, Settings (General, Radio, Ethernet, QoS, Service access, Alarm limits), Diagnostics (Graphs, Logs), Tools (Ping, Graphics, Maintenance), and Help. The 'Maintenance' option is highlighted. The main content area has a top bar with 'Local: Location\_B / 13:22', 'Link: Ok', and 'Peer: Location\_A / 13:22'. Below this are tabs: Restart, Backup, Feature keys (active), Firmware, and Radio adaptation. The 'Feature keys' tab contains two sections: 'Local' and 'Peer'. Each section has a note: 'Note: Changes of feature keys takes effect after restart.' The 'Local' section has a table with columns 'Feature', 'Limit', and 'Remove'. It lists three entries: 'speed' with limit 50, 'speed' with limit 75, and 'master' with limit 1. Each entry has a 'Delete' button. Below this is a section 'Upload local feature keys' with a note and an 'Open file upload' button. The 'Peer' section has a similar table with two entries: 'speed' with limit 49 and 'master' with limit 1, each with a 'Delete' button. At the bottom right 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 dálkově restartovat z menu *Tools-Maintenance-Restart*. Zvolit *Restart mode – warm*.

## Local

Aktivní produktové klíče pro stanici Local.

|                                  |                                                                                                                                                                                                                                       |
|----------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <b>Feature</b>                   | Název funkce ovládané produktovým klíčem.                                                                                                                                                                                             |
| <b>Limit</b>                     | Numerická hodnota limitu nastaveného klíčem.                                                                                                                                                                                          |
| <b>Remove</b>                    | Tlačítkem <i>Delete</i> lze příslušný produktový klíč vymazat. Parametry ovládané klíčem se po restartu vrátí na svoji defaultní hodnotu.<br>Upozornění: Rádiové parametry linky se mohou změnit (např. na jinou pracovní frekvenci)! |
| <b>Upload local feature keys</b> | Produktové klíče se do stanice instalují z binárních souborů.                                                                                                                                                                         |
| <b>Open file upload</b>          | 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 odebrat. Pro manipulaci s klíči je nutné se přihlásit přímo do managementu příslušné stanice (na IP adresu této stanice).

|                |                                              |
|----------------|----------------------------------------------|
| <b>Feature</b> | Název funkce ovládané produktovým klíčem.    |
| <b>Limit</b>   | Numerická hodnota limitu nastaveného klíčem. |

## Firmware

The screenshot shows the 'Firmware' tab in the configuration menu. At the top, there's 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' (selected), and 'Radio adaptation'. A red 'Warning' box states: 'Upgrading to a wrong firmware may result with malfunctioning station.' Below the warning is a table for 'Firmware upgrade' showing 'Current version' and 'Version in buffer' for both 'Local' and 'Peer' stations. The 'Clean buffer' button is visible. The 'Firmware upload' section has fields for 'File name' and 'File size [B]', both currently showing 'n/a', and an 'Open file upload' button. At the bottom, there 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

|                          |                                                                                                                                                                      |
|--------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <b>Current version</b>   | Informace o aktuální verzi firmware na jednotce Local i Peer.                                                                                                        |
| <b>Version in buffer</b> | 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). |
| <b>Clean buffer</b>      | Tlačítkem Clean buffer lze vymazat buffer obsahující připravený balíček s firmware.                                                                                  |

### Firmware upload

|                      |                             |
|----------------------|-----------------------------|
| <b>File name</b>     | Název souboru s firmware    |
| <b>File size [B]</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**

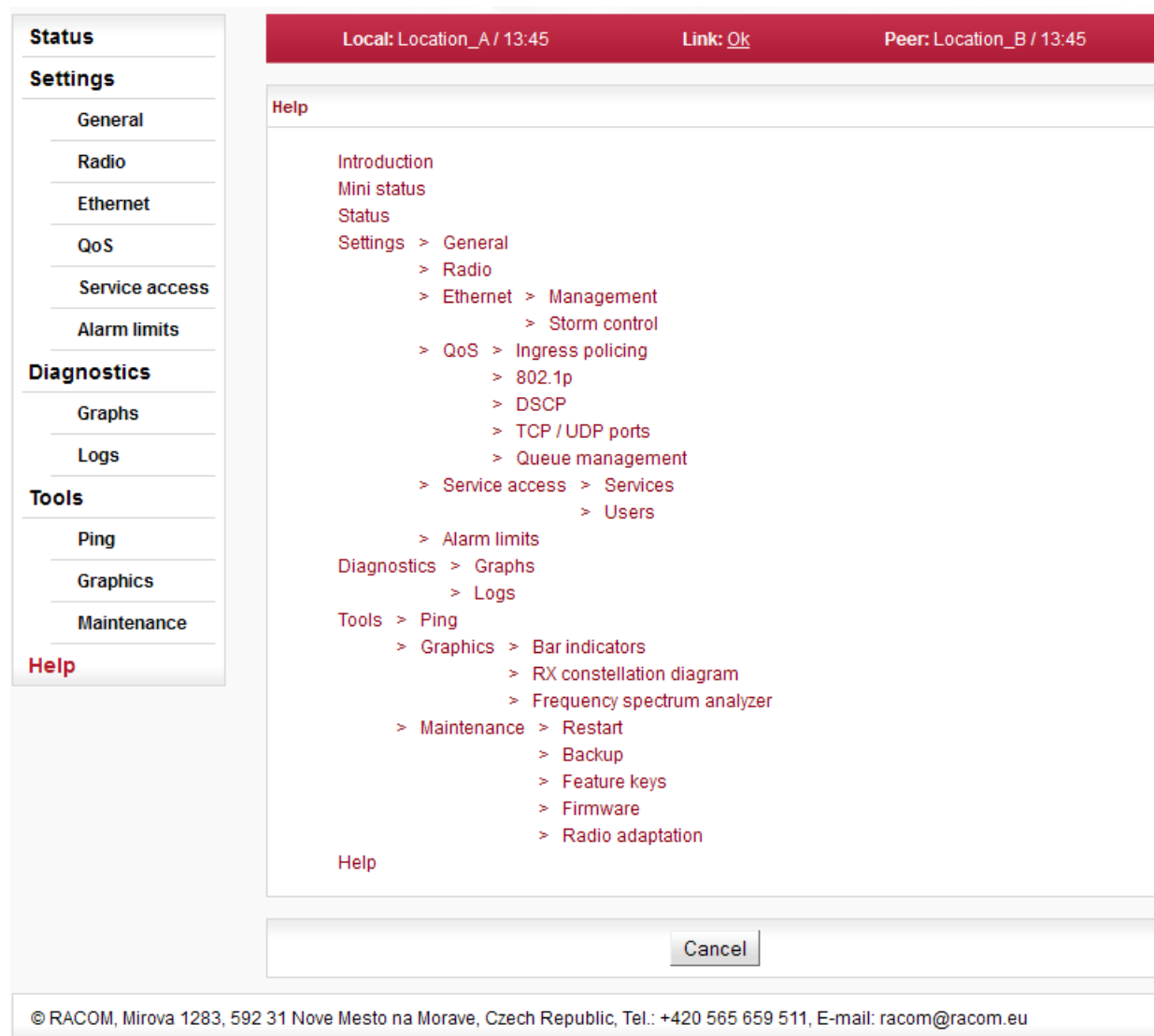
Výběr nové frekvenční tabulky. Tlačítkem *Change* provedeme změnu tabulky.

**Varování**

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

## 6.6. Help

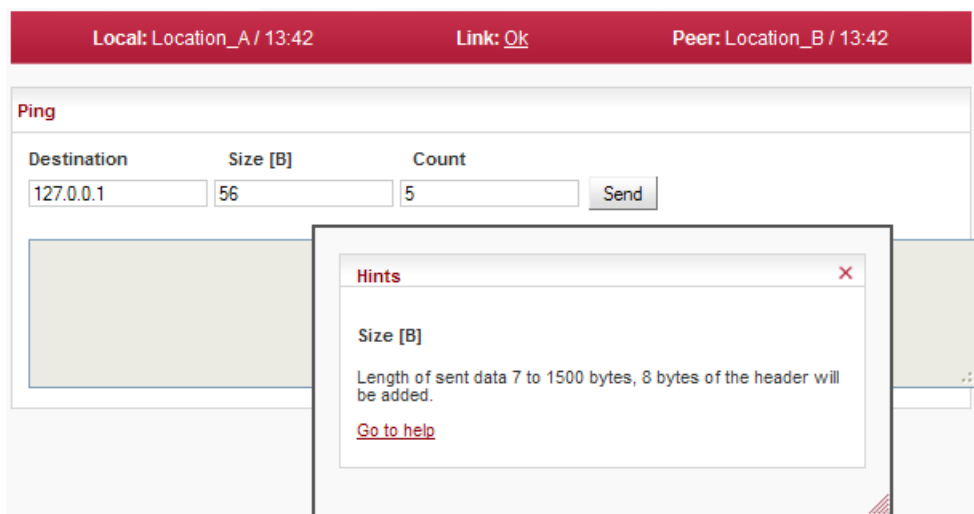
Volba *Help* zobrazí obsah vestavěné nápovědy. Text je zobrazen v celém konfiguračním okně. Členění textu odpovídá jednotlivým konfiguračním obrazovkám.



Obr. 6.30: Menu Help

Každá položka tohoto Helpu vede na nápovědu k příslušnému menu.

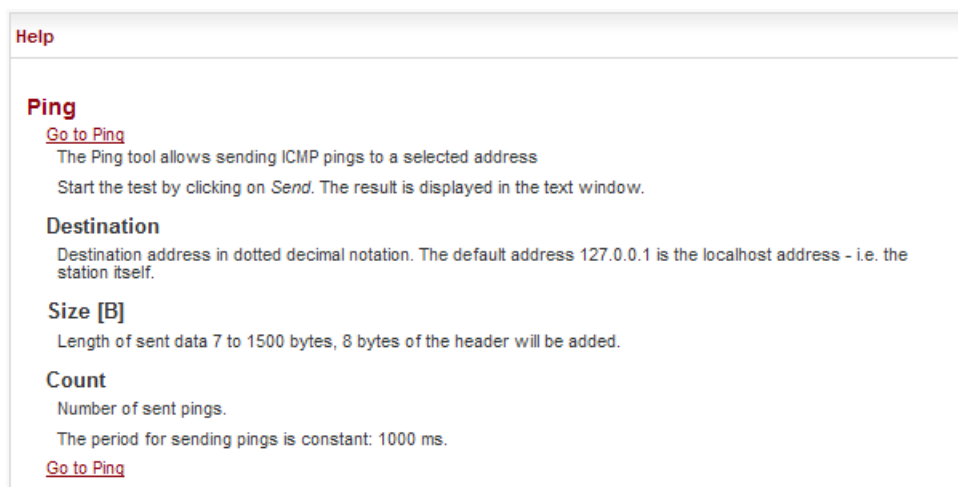
Kontextová nápověda ke každému parametru může být také zobrazena přímo kliknutím na název příslušného parametru v jednotlivých konfiguračních obrazovkách. Text helpu je umístěn ve vyskakovacím okně:



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 `Connecti-on/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.

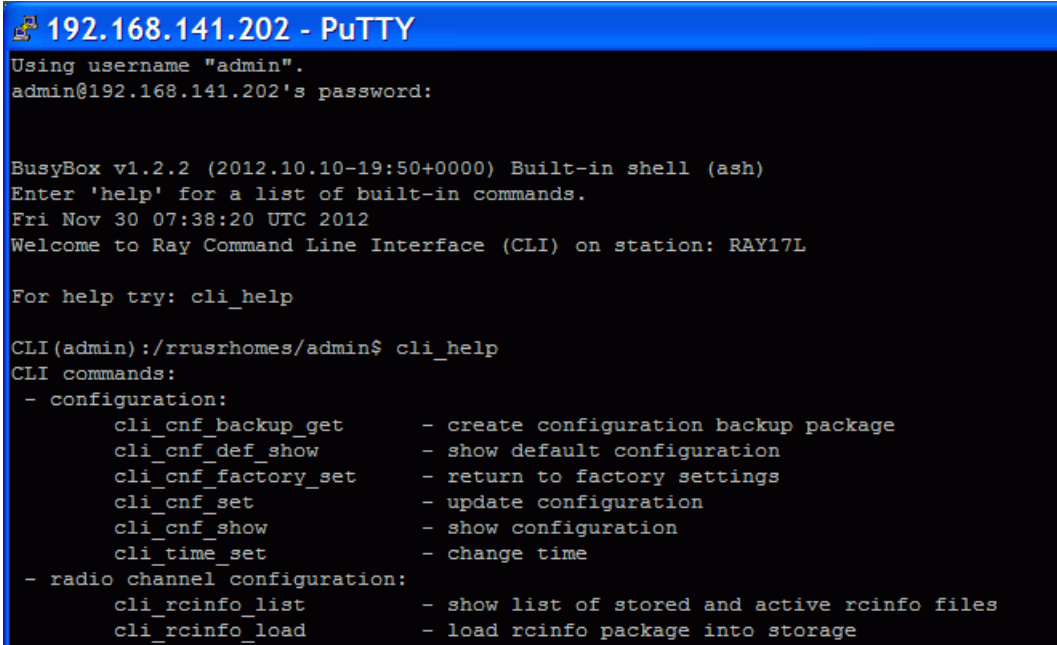
```
ssh admin@192.168.169.169 -i key
```

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 helpech. 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:

|                                            |                         |
|--------------------------------------------|-------------------------|
| <code>source /etc/profile;</code>          | nastavení prostředí     |
| <code>cli_info_link;</code>                | dotaz na stav linky     |
| <code>echo \\${?};</code>                  | čtení návratové hodnoty |
| <code>cli_cnf_show   grep TX_PWR;</code>   | dotaz na rádiový výkon  |
| <code>echo \\${?}</code>                   | čtení návratové hodnoty |
| <br>                                       |                         |
| <code>cli_info_link: Link status:up</code> | návratová hodnota       |
| <code>0</code>                             | povel OK                |
| <code>RADIO_TX_PWR=4</code>                | výkon +4 dBm            |
| <code>0</code>                             | 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 vyzařovací 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. Doporučujeme 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 nejnutnější 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  $\pm 2$  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 RAY10<sup>1</sup>.

### 9.1. Obecné parametry

#### 9.1.1. Přehled technických parametrů

| Typ                                      | Licenční pásma                       |                                          | ISM pásma                        |                                  |
|------------------------------------------|--------------------------------------|------------------------------------------|----------------------------------|----------------------------------|
|                                          | RAY10                                | RAY11                                    | RAY17                            | RAY24                            |
| Pásmo [GHz]<br>sub-pásmo A,B..           | A: 10.30 – 10.59<br>B: 10.15 – 10.65 | A,B: 10.70 – 11.70<br>C,D: 10.50 – 10.68 | 17.1 – 17.3                      | 24.0 – 24.25                     |
| ODU jednotky                             | Jednotka L a U                       |                                          | Jedna univerzální jednotka       |                                  |
| Duplexní<br>rozestup [MHz]               | jakákoli kombinace<br>kanálů L a U   | A,B: 490, 530                            | volitelný<br>min 60              | volitelný<br>min 60              |
|                                          |                                      | C,D: 91                                  |                                  |                                  |
| Kanálová rozteč<br>CS [MHz]              | 7, 14, 28                            | A,B: 1.75, 3.5, 7, 14,<br>28, 30, 40, 56 | 3.5, 7, 14, 28,<br>40, 56        | 3.5, 7, 14, 28,<br>40, 56        |
|                                          |                                      | C,D: 1.75, 3.5, 7, 14,<br>28             |                                  |                                  |
| Kmitočty kanálů                          | podrobně <sup>2</sup>                | podrobně                                 | podrobně                         | podrobně                         |
| Uživatelská<br>rychlost [Mbps]           | 8.5 – 170                            | A,B: 2.5 – 360<br>C,D: 2.5 - 177         | 4.9 – 360                        | 4.9 – 360                        |
|                                          | podrobně <sup>3</sup>                | podrobně                                 | podrobně                         | podrobně                         |
| Latence [μs]                             | 140 (64B/170Mbps)                    | 81 (64B/359Mbps),<br>234 (1518B/359Mbps) |                                  |                                  |
| Citlivost,<br>BER 10 <sup>-6</sup> [dBm] | -96 (8.5 Mbps)<br>-69 (166 Mbps)     | -99 (2.5 Mbps)<br>-67 (340 Mbps)         | -96 (4.9 Mbps)<br>-66 (340 Mbps) | -96 (4.9 Mbps)<br>-65 (340 Mbps) |
|                                          | podrobně <sup>4</sup>                | podrobně                                 | podrobně                         | podrobně                         |
| Výstupní výkon<br>[dBm]                  | -5 – +10                             | -5 – +23 (QPSK)<br>-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

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

<sup>2</sup> [http://www.racom.eu/eng/products/m/ray/tech\\_par.html#kmit10a](http://www.racom.eu/eng/products/m/ray/tech_par.html#kmit10a)

<sup>3</sup> [http://www.racom.eu/eng/products/m/ray/tech\\_par.html#mod10](http://www.racom.eu/eng/products/m/ray/tech_par.html#mod10)

<sup>4</sup> [http://www.racom.eu/cz/products/m/ray/tech\\_par.html#rad10](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),<br>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<br>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

---

Mikrovlnný spoj RAY – © RACOM s.r.o.

Figure 1 illustrates the frequency plan for the 28 MHz CS central frequencies. The spectrum is divided into four main sections, each representing a different channel (A, B, C, D). Each section shows the allocation of 28 MHz CS central frequencies, with a 10 MHz gap between channels. The channels are labeled RAY 10, 11, and A, B, C, D. The frequencies are shown in MHz, and the channels are labeled with their respective frequencies and bandwidths.

| Channel | Frequency (MHz) | Bandwidth (MHz) |
|---------|-----------------|-----------------|
| RAY 10  | 10.322 - 10.406 | 10.084          |
| RAY 11  | 10.406 - 10.490 | 10.084          |
| RAY A   | 10.490 - 10.574 | 10.084          |
| RAY B   | 10.574 - 10.644 | 10.070          |
| RAY C   | 10.644 - 10.728 | 10.084          |
| RAY D   | 10.728 - 10.812 | 10.084          |

ver. 2.0

### 9.1.5. Struktura tabulek jmenovitých frekvencí

| <b>RAY11 – xA , RAY11 – xB</b> <sup>1)</sup>                                                 |                     |                      | TX channel nominal frequencies<br>Band 10.7 – 11.7 GHz, <sup>3)</sup> duplex frequency 490 MHz <sup>4)</sup> |             |             |
|----------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------|----------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------|-------------|
| Bandwidth: <b>56 MHz (CS 80)</b> <sup>2)</sup>                                               |                     |                      | CEPT 12-06 Annex C <sup>5)</sup>                                                                             |             |             |
| <b>A sub-band</b> <sup>6)</sup> (Freq.table: rcinfo11_A_490, rcinfo11_A_490_n) <sup>7)</sup> |                     |                      | <b>B sub-band</b> (Freq.table: rcinfo11_B_490, rcinfo11_B_490_n)                                             |             |             |
| Ch.No.                                                                                       | Lower [MHz]         | Upper [MHz]          | Ch.No.                                                                                                       | Lower [MHz] | Upper [MHz] |
| 1 <sup>8)</sup>                                                                              | 10755 <sup>9)</sup> | 11245 <sup>10)</sup> | 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      | Min   |
| Modulation         | [dBm]    | [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 <sup>-6</sup>       |      | Co-channel rejection |                  | Adjacent channel Selectivity |                  |
|                    |              |               |                                          |      | 1 dB                 | 3 dB             | 1 dB                         | 3 dB             |
|                    |              |               | RSS                                      | SNR  | 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 <sup>-6</sup>      |      | Co-channel rejection |                  | Adjacent channel Selectivity |                  |
|                    |              |               |                                         |      | 1 dB                 | 3 dB             | 1 dB                         | 3 dB             |
|                    |              |               | RSS                                     | SNR  | 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 <sup>-6</sup>    |      | Co-channel rejection |                  | Adjacent channel Selectivity |                  |
|                    |              |               |                                       |      | 1 dB                 | 3 dB             | 1 dB                         | 3 dB             |
|                    |              |               | RSS                                   | SNR  | 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 <sup>-6</sup> |      | 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 <sup>-6</sup> |      | 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 <sup>-6</sup> |      | 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 <sup>-6</sup>     |      | 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 <sup>-6</sup>     |      | 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 <sup>-6</sup>        |      | 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

## 9.2.3. Jmenovité frekvence, duplex 490 MHz

| RAY11 – xA, RAY11 – xB                        |             |             |                                           |             |             | TX channel nominal frequencies               |             |             |        |             |             |
|-----------------------------------------------|-------------|-------------|-------------------------------------------|-------------|-------------|----------------------------------------------|-------------|-------------|--------|-------------|-------------|
| Bandwidth: 1.75 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_n)     |             |             | B sub-band (Freq.table: 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                                             | 10709.875   | 11199.875   | 74                                        | 10837.625   | 11327.625   | 136                                          | 10946.125   | 11436.125   | 205    | 11066.875   | 11556.875   |
| 2                                             | 10711.625   | 11201.625   | 75                                        | 10839.375   | 11329.375   | 137                                          | 10947.875   | 11437.875   | 206    | 11068.625   | 11558.625   |
| 3                                             | 10713.375   | 11203.375   | 76                                        | 10841.125   | 11331.125   | 138                                          | 10949.625   | 11439.625   | 207    | 11070.375   | 11560.375   |
| 4                                             | 10715.125   | 11205.125   | 77                                        | 10842.875   | 11332.875   | 139                                          | 10951.375   | 11441.375   | 208    | 11072.125   | 11562.125   |
| 5                                             | 10716.875   | 11206.875   | 78                                        | 10844.625   | 11334.625   | 140                                          | 10953.125   | 11443.125   | 209    | 11073.875   | 11563.875   |
| 6                                             | 10718.625   | 11208.625   | 79                                        | 10846.375   | 11336.375   | 141                                          | 10954.875   | 11444.875   | 210    | 11075.625   | 11565.625   |
| 7                                             | 10720.375   | 11210.375   | 80                                        | 10848.125   | 11338.125   | 142                                          | 10956.625   | 11446.625   | 211    | 11077.375   | 11567.375   |
| 8                                             | 10722.125   | 11212.125   | 81                                        | 10849.875   | 11339.875   | 143                                          | 10958.375   | 11448.375   | 212    | 11079.125   | 11569.125   |
| 9                                             | 10723.875   | 11213.875   | 82                                        | 10851.625   | 11341.625   | 144                                          | 10960.125   | 11450.125   | 213    | 11080.875   | 11570.875   |
| 10                                            | 10725.625   | 11215.625   | 83                                        | 10853.375   | 11343.375   | 145                                          | 10961.875   | 11451.875   | 214    | 11082.625   | 11572.625   |
| 11                                            | 10727.375   | 11217.375   | 84                                        | 10855.125   | 11345.125   | 146                                          | 10963.625   | 11453.625   | 215    | 11084.375   | 11574.375   |
| 12                                            | 10729.125   | 11219.125   | 85                                        | 10856.875   | 11346.875   | 147                                          | 10965.375   | 11455.375   | 216    | 11086.125   | 11576.125   |
| 13                                            | 10730.875   | 11220.875   | 86                                        | 10858.625   | 11348.625   | 148                                          | 10967.125   | 11457.125   | 217    | 11087.875   | 11577.875   |
| 14                                            | 10732.625   | 11222.625   | 87                                        | 10860.375   | 11350.375   | 149                                          | 10968.875   | 11458.875   | 218    | 11089.625   | 11579.625   |
| 15                                            | 10734.375   | 11224.375   | 88                                        | 10862.125   | 11352.125   | 150                                          | 10970.625   | 11460.625   | 219    | 11091.375   | 11581.375   |
| 16                                            | 10736.125   | 11226.125   | 89                                        | 10863.875   | 11353.875   | 151                                          | 10972.375   | 11462.375   | 220    | 11093.125   | 11583.125   |
| 17                                            | 10737.875   | 11227.875   | 90                                        | 10865.625   | 11355.625   | 152                                          | 10974.125   | 11464.125   | 221    | 11094.875   | 11584.875   |
| 18                                            | 10739.625   | 11229.625   | 91                                        | 10867.375   | 11357.375   | 153                                          | 10975.875   | 11465.875   | 222    | 11096.625   | 11586.625   |
| 19                                            | 10741.375   | 11231.375   | 92                                        | 10869.125   | 11359.125   | 154                                          | 10977.625   | 11467.625   | 223    | 11098.375   | 11588.375   |
| 20                                            | 10743.125   | 11233.125   | 93                                        | 10870.875   | 11360.875   | 155                                          | 10979.375   | 11469.375   | 224    | 11100.125   | 11590.125   |
| 21                                            | 10744.875   | 11234.875   | 94                                        | 10872.625   | 11362.625   | 156                                          | 10981.125   | 11471.125   | 225    | 11101.875   | 11591.875   |
| 22                                            | 10746.625   | 11236.625   | 95                                        | 10874.375   | 11364.375   | 157                                          | 10982.875   | 11472.875   | 226    | 11103.625   | 11593.625   |
| 23                                            | 10748.375   | 11238.375   | 96                                        | 10876.125   | 11366.125   | 158                                          | 10984.625   | 11474.625   | 227    | 11105.375   | 11595.375   |
| 24                                            | 10750.125   | 11240.125   | 97                                        | 10877.875   | 11367.875   | 159                                          | 10986.375   | 11476.375   | 228    | 11107.125   | 11597.125   |
| 25                                            | 10751.875   | 11241.875   | 98                                        | 10879.625   | 11369.625   | 160                                          | 10988.125   | 11478.125   | 229    | 11108.875   | 11598.875   |
| 26                                            | 10753.625   | 11243.625   | 99                                        | 10881.375   | 11371.375   | 161                                          | 10989.875   | 11479.875   | 230    | 11110.625   | 11600.625   |
| 27                                            | 10755.375   | 11245.375   | 100                                       | 10883.125   | 11373.125   | 162                                          | 10991.625   | 11481.625   | 231    | 11112.375   | 11602.375   |
| 28                                            | 10757.125   | 11247.125   | 101                                       | 10884.875   | 11374.875   | 163                                          | 10993.375   | 11483.375   | 232    | 11114.125   | 11604.125   |
| 29                                            | 10758.875   | 11248.875   | 102                                       | 10886.625   | 11376.625   | 164                                          | 10995.125   | 11485.125   | 233    | 11115.875   | 11605.875   |
| 30                                            | 10760.625   | 11250.625   | 103                                       | 10888.375   | 11378.375   | 165                                          | 10996.875   | 11486.875   | 234    | 11117.625   | 11607.625   |
| 31                                            | 10762.375   | 11252.375   | 104                                       | 10890.125   | 11380.125   | 166                                          | 10998.625   | 11488.625   | 235    | 11119.375   | 11609.375   |
| 32                                            | 10764.125   | 11254.125   | 105                                       | 10891.875   | 11381.875   | 167                                          | 11000.375   | 11490.375   | 236    | 11121.125   | 11611.125   |
| 33                                            | 10765.875   | 11255.875   | 106                                       | 10893.625   | 11383.625   | 168                                          | 11002.125   | 11492.125   | 237    | 11122.875   | 11612.875   |
| 34                                            | 10767.625   | 11257.625   | 107                                       | 10895.375   | 11385.375   | 169                                          | 11003.875   | 11493.875   | 238    | 11124.625   | 11614.625   |
| 35                                            | 10769.375   | 11259.375   | 108                                       | 10897.125   | 11387.125   | 170                                          | 11005.625   | 11495.625   | 239    | 11126.375   | 11616.375   |
| 36                                            | 10771.125   | 11261.125   | 109                                       | 10898.875   | 11388.875   | 171                                          | 11007.375   | 11497.375   | 240    | 11128.125   | 11618.125   |
| 37                                            | 10772.875   | 11262.875   | 110                                       | 10900.625   | 11390.625   | 172                                          | 11009.125   | 11499.125   | 241    | 11129.875   | 11619.875   |
| 38                                            | 10774.625   | 11264.625   | 111                                       | 10902.375   | 11392.375   | 173                                          | 11010.875   | 11500.875   | 242    | 11131.625   | 11621.625   |
| 39                                            | 10776.375   | 11266.375   | 112                                       | 10904.125   | 11394.125   | 174                                          | 11012.625   | 11502.625   | 243    | 11133.375   | 11623.375   |
| 40                                            | 10778.125   | 11268.125   | 113                                       | 10905.875   | 11395.875   | 175                                          | 11014.375   | 11504.375   | 244    | 11135.125   | 11625.125   |
| 41                                            | 10779.875   | 11269.875   | 114                                       | 10907.625   | 11397.625   | 176                                          | 11016.125   | 11506.125   | 245    | 11136.875   | 11626.875   |
| 42                                            | 10781.625   | 11271.625   | 115                                       | 10909.375   | 11399.375   | 177                                          | 11017.875   | 11507.875   | 246    | 11138.625   | 11628.625   |
| 43                                            | 10783.375   | 11273.375   | 116                                       | 10911.125   | 11401.125   | 178                                          | 11019.625   | 11509.625   | 247    | 11140.375   | 11630.375   |
| 44                                            | 10785.125   | 11275.125   | 117                                       | 10912.875   | 11402.875   | 179                                          | 11021.375   | 11511.375   | 248    | 11142.125   | 11632.125   |
| 45                                            | 10786.875   | 11276.875   | 118                                       | 10914.625   | 11404.625   | 180                                          | 11023.125   | 11513.125   | 249    | 11143.875   | 11633.875   |
| 46                                            | 10788.625   | 11278.625   | 119                                       | 10916.375   | 11406.375   | 181                                          | 11024.875   | 11514.875   | 250    | 11145.625   | 11635.625   |
| 47                                            | 10790.375   | 11280.375   | 120                                       | 10918.125   | 11408.125   | 182                                          | 11026.625   | 11516.625   | 251    | 11147.375   | 11637.375   |
| 48                                            | 10792.125   | 11282.125   | 121                                       | 10919.875   | 11409.875   | 183                                          | 11028.375   | 11518.375   | 252    | 11149.125   | 11639.125   |
| 49                                            | 10793.875   | 11283.875   | 122                                       | 10921.625   | 11411.625   | 184                                          | 11030.125   | 11520.125   | 253    | 11150.875   | 11640.875   |
| 50                                            | 10795.625   | 11285.625   | 123                                       | 10923.375   | 11413.375   | 185                                          | 11031.875   | 11521.875   | 254    | 11152.625   | 11642.625   |
| 51                                            | 10797.375   | 11287.375   | 124                                       | 10925.125   | 11415.125   | 186                                          | 11033.625   | 11523.625   | 255    | 11154.375   | 11644.375   |
| 52                                            | 10799.125   | 11289.125   | 125                                       | 10926.875   | 11416.875   | 187                                          | 11035.375   | 11525.375   | 256    | 11156.125   | 11646.125   |
| 53                                            | 10800.875   | 11290.875   | 126                                       | 10928.625   | 11418.625   | 188                                          | 11037.125   | 11527.125   | 257    | 11157.875   | 11647.875   |
| 54                                            | 10802.625   | 11292.625   | 127                                       | 10930.375   | 11420.375   | 189                                          | 11038.875   | 11528.875   | 258    | 11159.625   | 11649.625   |
| 55                                            | 10804.375   | 11294.375   | 128                                       | 10932.125   | 11422.125   | 190                                          | 11040.625   | 11530.625   | 259    | 11161.375   | 11651.375   |
| 56                                            | 10806.125   | 11296.125   | 129                                       | 10933.875   | 11423.875   | 191                                          | 11042.375   | 11532.375   | 260    | 11163.125   | 11653.125   |
| 57                                            | 10807.875   | 11297.875   | 130                                       | 10935.625   | 11425.625   | 192                                          | 11044.125   | 11534.125   | 261    | 11164.875   | 11654.875   |
| 58                                            | 10809.625   | 11299.625   | 131                                       | 10937.375   | 11427.375   | 193                                          | 11045.875   | 11535.875   | 262    | 11166.625   | 11656.625   |
| 59                                            | 10811.375   | 11301.375   | 132                                       | 10939.125   | 11429.125   | 194                                          | 11047.625   | 11537.625   | 263    | 11168.375   | 11658.375   |
| 60                                            | 10813.125   | 11303.125   | 133                                       | 10940.875   | 11430.875   | 195                                          | 11049.375   | 11539.375   | 264    | 11170.125   | 11660.125   |
| 61                                            | 10814.875   | 11304.875   | 134                                       | 10942.625   | 11432.625   | 196                                          | 11051.125   | 11541.125   | 265    | 11171.875   | 11661.875   |
| 62                                            | 10816.625   | 11306.625   | 135                                       | 10944.375   | 11434.375   | 197                                          | 11052.875   | 11542.875   | 266    | 11173.625   | 11663.625   |
| 63                                            | 10818.375   | 11308.375   | 136                                       | 10946.125   | 11436.125   | 198                                          | 11054.625   | 11544.625   | 267    | 11175.375   | 11665.375   |
| 64                                            | 10820.125   | 11310.125   | 137                                       | 10947.875   | 11437.875   | 199                                          | 11056.375   | 11546.375   | 268    | 11177.125   | 11667.125   |
| 65                                            | 10821.875   | 11311.875   | 138                                       | 10949.625   | 11439.625   | 200                                          | 11058.125   | 11548.125   | 269    | 11178.875   | 11668.875   |
| 66                                            | 10823.625   | 11313.625   | 139                                       | 10951.375   | 11441.375   | 201                                          | 11059.875   | 11549.875   | 270    | 11180.625   | 11670.625   |
| 67                                            | 10825.375   | 11315.375   | 140                                       | 10953.125   | 11443.125   | 202                                          | 11061.625   | 11551.625   | 271    | 11182.375   | 11672.375   |
| 68                                            | 10827.125   | 11317.125   | 141                                       | 10954.875   | 11444.875   | 203                                          | 11063.375   | 11553.375   | 272    | 11184.125   | 11674.125   |
| 69                                            | 10828.875   | 11318.875   | 142                                       | 10956.625   | 11446.625   | 204                                          | 11065.125   | 11555.125   |        |             |             |
| 70                                            | 10830.625   | 11320.625   | 143                                       | 10958.375   | 11448.375   |                                              |             |             |        |             |             |
| 71                                            | 10832.375   | 11322.375   | 144                                       | 10960.125   | 11450.125   |                                              |             |             |        |             |             |
| 72                                            | 10834.125   | 11324.125   | 145                                       | 10961.875   | 11451.875   |                                              |             |             |        |             |             |
| 73                                            | 10835.875   | 11325.875   | 146                                       | 10963.625   | 11453.625   |                                              |             |             |        |             |             |

ver. 2.1

| <b>RAY11 – xA , RAY11 – xB</b>                                   |             |             | TX channel nominal frequencies<br>Band 10.7 – 11.7 GHz, duplex spacing 490 MHz |             |             |        |             |             |
|------------------------------------------------------------------|-------------|-------------|--------------------------------------------------------------------------------|-------------|-------------|--------|-------------|-------------|
| Bandwidth: <b>3.5 MHz</b>                                        |             |             | Channel arrangements based on 28 MHz channels                                  |             |             |        |             |             |
| <b>A sub-band</b> (Freq.table: rcinfo11_A_490, rcinfo11_A_490_n) |             |             | <b>B sub-band</b> (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] |
| 1                                                                | 10710.75    | 11200.75    | 38                                                                             | 10840.25    | 11330.25    | 69     | 10948.75    | 11438.75    |
| 2                                                                | 10714.25    | 11204.25    | 39                                                                             | 10843.75    | 11333.75    | 70     | 10952.25    | 11442.25    |
| 3                                                                | 10717.75    | 11207.75    | 40                                                                             | 10847.25    | 11337.25    | 71     | 10955.75    | 11445.75    |
| 4                                                                | 10721.25    | 11211.25    | 41                                                                             | 10850.75    | 11340.75    | 72     | 10959.25    | 11449.25    |
| 5                                                                | 10724.75    | 11214.75    | 42                                                                             | 10854.25    | 11344.25    | 73     | 10962.75    | 11452.75    |
| 6                                                                | 10728.25    | 11218.25    | 43                                                                             | 10857.75    | 11347.75    | 74     | 10966.25    | 11456.25    |
| 7                                                                | 10731.75    | 11221.75    | 44                                                                             | 10861.25    | 11351.25    | 75     | 10969.75    | 11459.75    |
| 8                                                                | 10735.25    | 11225.25    | 45                                                                             | 10864.75    | 11354.75    | 76     | 10973.25    | 11463.25    |
| 9                                                                | 10738.75    | 11228.75    | 46                                                                             | 10868.25    | 11358.25    | 77     | 10976.75    | 11466.75    |
| 10                                                               | 10742.25    | 11232.25    | 47                                                                             | 10871.75    | 11361.75    | 78     | 10980.25    | 11470.25    |
| 11                                                               | 10745.75    | 11235.75    | 48                                                                             | 10875.25    | 11365.25    | 79     | 10983.75    | 11473.75    |
| 12                                                               | 10749.25    | 11239.25    | 49                                                                             | 10878.75    | 11368.75    | 80     | 10987.25    | 11477.25    |
| 13                                                               | 10752.75    | 11242.75    | 50                                                                             | 10882.25    | 11372.25    | 81     | 10990.75    | 11480.75    |
| 14                                                               | 10756.25    | 11246.25    | 51                                                                             | 10885.75    | 11375.75    | 82     | 10994.25    | 11484.25    |
| 15                                                               | 10759.75    | 11249.75    | 52                                                                             | 10889.25    | 11379.25    | 83     | 10997.75    | 11487.75    |
| 16                                                               | 10763.25    | 11253.25    | 53                                                                             | 10892.75    | 11382.75    | 84     | 11001.25    | 11491.25    |
| 17                                                               | 10766.75    | 11256.75    | 54                                                                             | 10896.25    | 11386.25    | 85     | 11004.75    | 11494.75    |
| 18                                                               | 10770.25    | 11260.25    | 55                                                                             | 10899.75    | 11389.75    | 86     | 11008.25    | 11498.25    |
| 19                                                               | 10773.75    | 11263.75    | 56                                                                             | 10903.25    | 11393.25    | 87     | 11011.75    | 11501.75    |
| 20                                                               | 10777.25    | 11267.25    | 57                                                                             | 10906.75    | 11396.75    | 88     | 11015.25    | 11505.25    |
| 21                                                               | 10780.75    | 11270.75    | 58                                                                             | 10910.25    | 11400.25    | 89     | 11018.75    | 11508.75    |
| 22                                                               | 10784.25    | 11274.25    | 59                                                                             | 10913.75    | 11403.75    | 90     | 11022.25    | 11512.25    |
| 23                                                               | 10787.75    | 11277.75    | 60                                                                             | 10917.25    | 11407.25    | 91     | 11025.75    | 11515.75    |
| 24                                                               | 10791.25    | 11281.25    | 61                                                                             | 10920.75    | 11410.75    | 92     | 11029.25    | 11519.25    |
| 25                                                               | 10794.75    | 11284.75    | 62                                                                             | 10924.25    | 11414.25    | 93     | 11032.75    | 11522.75    |
| 26                                                               | 10798.25    | 11288.25    | 63                                                                             | 10927.75    | 11417.75    | 94     | 11036.25    | 11526.25    |
| 27                                                               | 10801.75    | 11291.75    | 64                                                                             | 10931.25    | 11421.25    | 95     | 11039.75    | 11529.75    |
| 28                                                               | 10805.25    | 11295.25    | 65                                                                             | 10934.75    | 11424.75    | 96     | 11043.25    | 11533.25    |
| 29                                                               | 10808.75    | 11298.75    | 66                                                                             | 10938.25    | 11428.25    | 97     | 11046.75    | 11536.75    |
| 30                                                               | 10812.25    | 11302.25    | 67                                                                             | 10941.75    | 11431.75    | 98     | 11050.25    | 11540.25    |
| 31                                                               | 10815.75    | 11305.75    | 68                                                                             | 10945.25    | 11435.25    | 99     | 11053.75    | 11543.75    |
| 32                                                               | 10819.25    | 11309.25    | 69                                                                             | 10948.75    | 11438.75    | 100    | 11057.25    | 11547.25    |
| 33                                                               | 10822.75    | 11312.75    | 70                                                                             | 10952.25    | 11442.25    | 101    | 11060.75    | 11550.75    |
| 34                                                               | 10826.25    | 11316.25    | 71                                                                             | 10955.75    | 11445.75    | 102    | 11064.25    | 11554.25    |
| 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

| <b>RAy11 – xA , RAY11 – xB</b>                            |             |             | TX channel nominal frequencies                            |             |             |
|-----------------------------------------------------------|-------------|-------------|-----------------------------------------------------------|-------------|-------------|
| Bandwidth: <b>7 MHz</b>                                   |             |             | 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

| <b>RAy11 – xA , RAY11 – xB</b>                                   |             |             | TX channel nominal frequencies<br>Band 10.7 – 11.7 GHz, duplex spacing 490 MHz |             |             |
|------------------------------------------------------------------|-------------|-------------|--------------------------------------------------------------------------------|-------------|-------------|
| Bandwidth: <b>14 MHz</b>                                         |             |             | Channel arrangements based on 28 MHz channels                                  |             |             |
| <b>A sub-band</b> (Freq.table: rcinfo11_A_490, rcinfo11_A_490_n) |             |             | <b>B sub-band</b> (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

| <b>RAy11 – xA , RAY11 – xB</b>                                   |             |             | TX channel nominal frequencies<br>Band 10.7 – 11.7 GHz, duplex spacing 490 MHz |             |             |
|------------------------------------------------------------------|-------------|-------------|--------------------------------------------------------------------------------|-------------|-------------|
| Bandwidth: <b>28 MHz</b>                                         |             |             | CEPT Rec. 12-06, Annex B.2                                                     |             |             |
| <b>A sub-band</b> (Freq.table: rcinfo11_A_490, rcinfo11_A_490_n) |             |             | <b>B sub-band</b> (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

| <b>RAy11 – xA , RAY11 – xB</b>                                   |             |             | TX channel nominal frequencies<br>Band 10.7 – 11.7 GHz, duplex spacing 490 MHz |             |             |
|------------------------------------------------------------------|-------------|-------------|--------------------------------------------------------------------------------|-------------|-------------|
| Bandwidth: <b>30 MHz</b>                                         |             |             | IC                                                                             |             |             |
| <b>A sub-band</b> (Freq.table: rcinfo11_A_490, rcinfo11_A_490_n) |             |             | <b>B sub-band</b> (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

| <b>RAy11 – xA , RAY11 – xB</b>                                   |             |             | TX channel nominal frequencies<br>Band 10.7 – 11.7 GHz, duplex spacing 490 MHz |             |             |
|------------------------------------------------------------------|-------------|-------------|--------------------------------------------------------------------------------|-------------|-------------|
| Bandwidth: <b>40 MHz (ITU)</b>                                   |             |             | ITU-R F.387 rec.1.2, CEPT 12-06 Annex B.1                                      |             |             |
| <b>A sub-band</b> (Freq.table: rcinfo11_A_490, rcinfo11_A_490_n) |             |             | <b>B sub-band</b> (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

| <b>RAy11 – xA , RAY11 – xB</b>                                   |             |             | TX channel nominal frequencies<br>Band 10.7 – 11.7 GHz, duplex spacing 490 MHz |             |             |
|------------------------------------------------------------------|-------------|-------------|--------------------------------------------------------------------------------|-------------|-------------|
| Bandwidth: <b>40 MHz (ACMA)</b>                                  |             |             | ITU-R F.387 rec. 1.1 (b)                                                       |             |             |
| <b>A sub-band</b> (Freq.table: rcinfo11_A_490, rcinfo11_A_490_n) |             |             | <b>B sub-band</b> (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

| <b>RAy11 – xA , RAY11 – xB</b>                                   |             |             | TX channel nominal frequencies<br>Band 10.7 – 11.7 GHz, duplex spacing 490 MHz |             |             |
|------------------------------------------------------------------|-------------|-------------|--------------------------------------------------------------------------------|-------------|-------------|
| Bandwidth: <b>56 MHz</b>                                         |             |             | CEPT 12-06, Annex C                                                            |             |             |
| <b>A sub-band</b> (Freq.table: rcinfo11_A_490, rcinfo11_A_490_n) |             |             | <b>B sub-band</b> (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

| <b>RAy11 – xA , RAY11 – xB</b>                                   |             |             | TX channel nominal frequencies<br>Band 10.7 – 11.7 GHz, duplex spacing 490 MHz |             |             |
|------------------------------------------------------------------|-------------|-------------|--------------------------------------------------------------------------------|-------------|-------------|
| Bandwidth: <b>56 MHz (CS 80)</b>                                 |             |             | CEPT 12-06 Annex C                                                             |             |             |
| <b>A sub-band</b> (Freq.table: rcinfo11_A_490, rcinfo11_A_490_n) |             |             | <b>B sub-band</b> (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

## 9.2.4. Jmenovité frekvence, duplex 530 MHz

| RAY11 – xA, RAY11 – xB                       |             |             |                                           |             |             | TX channel nominal frequencies               |             |             |                                           |             |             |
|----------------------------------------------|-------------|-------------|-------------------------------------------|-------------|-------------|----------------------------------------------|-------------|-------------|-------------------------------------------|-------------|-------------|
| Bandwidth: 1.75 MHz                          |             |             |                                           |             |             | Band 10.7 – 11.7 GHz, duplex spacing 530 MHz |             |             |                                           |             |             |
| Channel arrangements based on 7 MHz channels |             |             |                                           |             |             | Channel arrangements based on 7 MHz channels |             |             |                                           |             |             |
| A sub-band (Freq.table: rcinfo11_A_530_n)    |             |             | B sub-band (Freq.table: rcinfo11_B_530_n) |             |             | A sub-band (Freq.table: rcinfo11_A_530_n)    |             |             | B sub-band (Freq.table: 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                                            | 10709.875   | 11239.875   | 64                                        | 10820.125   | 11350.125   | 136                                          | 10946.125   | 11476.125   | 199                                       | 11056.375   | 11586.375   |
| 2                                            | 10711.625   | 11241.625   | 65                                        | 10821.875   | 11351.875   | 137                                          | 10947.875   | 11477.875   | 200                                       | 11058.125   | 11588.125   |
| 3                                            | 10713.375   | 11243.375   | 66                                        | 10823.625   | 11353.625   | 138                                          | 10949.625   | 11479.625   | 201                                       | 11059.875   | 11589.875   |
| 4                                            | 10715.125   | 11245.125   | 67                                        | 10825.375   | 11355.375   | 139                                          | 10951.375   | 11481.375   | 202                                       | 11061.625   | 11591.625   |
| 5                                            | 10716.875   | 11246.875   | 68                                        | 10827.125   | 11357.125   | 140                                          | 10953.125   | 11483.125   | 203                                       | 11063.375   | 11593.375   |
| 6                                            | 10718.625   | 11248.625   | 69                                        | 10828.875   | 11358.875   | 141                                          | 10954.875   | 11484.875   | 204                                       | 11065.125   | 11595.125   |
| 7                                            | 10720.375   | 11250.375   | 70                                        | 10830.625   | 11360.625   | 142                                          | 10956.625   | 11486.625   | 205                                       | 11066.875   | 11596.875   |
| 8                                            | 10722.125   | 11252.125   | 71                                        | 10832.375   | 11362.375   | 143                                          | 10958.375   | 11488.375   | 206                                       | 11068.625   | 11598.625   |
| 9                                            | 10723.875   | 11253.875   | 72                                        | 10834.125   | 11364.125   | 144                                          | 10960.125   | 11490.125   | 207                                       | 11070.375   | 11600.375   |
| 10                                           | 10725.625   | 11255.625   | 73                                        | 10835.875   | 11365.875   | 145                                          | 10961.875   | 11491.875   | 208                                       | 11072.125   | 11602.125   |
| 11                                           | 10727.375   | 11257.375   | 74                                        | 10837.625   | 11367.625   | 146                                          | 10963.625   | 11493.625   | 209                                       | 11073.875   | 11603.875   |
| 12                                           | 10729.125   | 11259.125   | 75                                        | 10839.375   | 11369.375   | 147                                          | 10965.375   | 11495.375   | 210                                       | 11075.625   | 11605.625   |
| 13                                           | 10730.875   | 11260.875   | 76                                        | 10841.125   | 11371.125   | 148                                          | 10967.125   | 11497.125   | 211                                       | 11077.375   | 11607.375   |
| 14                                           | 10732.625   | 11262.625   | 77                                        | 10842.875   | 11372.875   | 149                                          | 10968.875   | 11498.875   | 212                                       | 11079.125   | 11609.125   |
| 15                                           | 10734.375   | 11264.375   | 78                                        | 10844.625   | 11374.625   | 150                                          | 10970.625   | 11500.625   | 213                                       | 11080.875   | 11610.875   |
| 16                                           | 10736.125   | 11266.125   | 79                                        | 10846.375   | 11376.375   | 151                                          | 10972.375   | 11502.375   | 214                                       | 11082.625   | 11612.625   |
| 17                                           | 10737.875   | 11267.875   | 80                                        | 10848.125   | 11378.125   | 152                                          | 10974.125   | 11504.125   | 215                                       | 11084.375   | 11614.375   |
| 18                                           | 10739.625   | 11269.625   | 81                                        | 10849.875   | 11379.875   | 153                                          | 10975.875   | 11505.875   | 216                                       | 11086.125   | 11616.125   |
| 19                                           | 10741.375   | 11271.375   | 82                                        | 10851.625   | 11381.625   | 154                                          | 10977.625   | 11507.625   | 217                                       | 11087.875   | 11617.875   |
| 20                                           | 10743.125   | 11273.125   | 83                                        | 10853.375   | 11383.375   | 155                                          | 10979.375   | 11509.375   | 218                                       | 11089.625   | 11619.625   |
| 21                                           | 10744.875   | 11274.875   | 84                                        | 10855.125   | 11385.125   | 156                                          | 10981.125   | 11511.125   | 219                                       | 11091.375   | 11621.375   |
| 22                                           | 10746.625   | 11276.625   | 85                                        | 10856.875   | 11386.875   | 157                                          | 10982.875   | 11512.875   | 220                                       | 11093.125   | 11623.125   |
| 23                                           | 10748.375   | 11278.375   | 86                                        | 10858.625   | 11388.625   | 158                                          | 10984.625   | 11514.625   | 221                                       | 11094.875   | 11624.875   |
| 24                                           | 10750.125   | 11280.125   | 87                                        | 10860.375   | 11390.375   | 159                                          | 10986.375   | 11516.375   | 222                                       | 11096.625   | 11626.625   |
| 25                                           | 10751.875   | 11281.875   | 88                                        | 10862.125   | 11392.125   | 160                                          | 10988.125   | 11518.125   | 223                                       | 11098.375   | 11628.375   |
| 26                                           | 10753.625   | 11283.625   | 89                                        | 10863.875   | 11393.875   | 161                                          | 10989.875   | 11519.875   | 224                                       | 11100.125   | 11630.125   |
| 27                                           | 10755.375   | 11285.375   | 90                                        | 10865.625   | 11395.625   | 162                                          | 10991.625   | 11521.625   | 225                                       | 11101.875   | 11631.875   |
| 28                                           | 10757.125   | 11287.125   | 91                                        | 10867.375   | 11397.375   | 163                                          | 10993.375   | 11523.375   | 226                                       | 11103.625   | 11633.625   |
| 29                                           | 10758.875   | 11288.875   | 92                                        | 10869.125   | 11399.125   | 164                                          | 10995.125   | 11525.125   | 227                                       | 11105.375   | 11635.375   |
| 30                                           | 10760.625   | 11290.625   | 93                                        | 10870.875   | 11400.875   | 165                                          | 10996.875   | 11526.875   | 228                                       | 11107.125   | 11637.125   |
| 31                                           | 10762.375   | 11292.375   | 94                                        | 10872.625   | 11402.625   | 166                                          | 10998.625   | 11528.625   | 229                                       | 11108.875   | 11638.875   |
| 32                                           | 10764.125   | 11294.125   | 95                                        | 10874.375   | 11404.375   | 167                                          | 11000.375   | 11530.375   | 230                                       | 11110.625   | 11640.625   |
| 33                                           | 10765.875   | 11295.875   | 96                                        | 10876.125   | 11406.125   | 168                                          | 11002.125   | 11532.125   | 231                                       | 11112.375   | 11642.375   |
| 34                                           | 10767.625   | 11297.625   | 97                                        | 10877.875   | 11407.875   | 169                                          | 11003.875   | 11533.875   | 232                                       | 11114.125   | 11644.125   |
| 35                                           | 10769.375   | 11299.375   | 98                                        | 10879.625   | 11409.625   | 170                                          | 11005.625   | 11535.625   | 233                                       | 11115.875   | 11645.875   |
| 36                                           | 10771.125   | 11301.125   | 99                                        | 10881.375   | 11411.375   | 171                                          | 11007.375   | 11537.375   | 234                                       | 11117.625   | 11647.625   |
| 37                                           | 10772.875   | 11302.875   | 100                                       | 10883.125   | 11413.125   | 172                                          | 11009.125   | 11539.125   | 235                                       | 11119.375   | 11649.375   |
| 38                                           | 10774.625   | 11304.625   | 101                                       | 10884.875   | 11414.875   | 173                                          | 11010.875   | 11540.875   | 236                                       | 11121.125   | 11651.125   |
| 39                                           | 10776.375   | 11306.375   | 102                                       | 10886.625   | 11416.625   | 174                                          | 11012.625   | 11542.625   | 237                                       | 11122.875   | 11652.875   |
| 40                                           | 10778.125   | 11308.125   | 103                                       | 10888.375   | 11418.375   | 175                                          | 11014.375   | 11544.375   | 238                                       | 11124.625   | 11654.625   |
| 41                                           | 10779.875   | 11309.875   | 104                                       | 10890.125   | 11420.125   | 176                                          | 11016.125   | 11546.125   | 239                                       | 11126.375   | 11656.375   |
| 42                                           | 10781.625   | 11311.625   | 105                                       | 10891.875   | 11421.875   | 177                                          | 11017.875   | 11547.875   | 240                                       | 11128.125   | 11658.125   |
| 43                                           | 10783.375   | 11313.375   | 106                                       | 10893.625   | 11423.625   | 178                                          | 11019.625   | 11549.625   | 241                                       | 11129.875   | 11659.875   |
| 44                                           | 10785.125   | 11315.125   | 107                                       | 10895.375   | 11425.375   | 179                                          | 11021.375   | 11551.375   | 242                                       | 11131.625   | 11661.625   |
| 45                                           | 10786.875   | 11316.875   | 108                                       | 10897.125   | 11427.125   | 180                                          | 11023.125   | 11553.125   | 243                                       | 11133.375   | 11663.375   |
| 46                                           | 10788.625   | 11318.625   | 109                                       | 10898.875   | 11428.875   | 181                                          | 11024.875   | 11554.875   | 244                                       | 11135.125   | 11665.125   |
| 47                                           | 10790.375   | 11320.375   | 110                                       | 10900.625   | 11430.625   | 182                                          | 11026.625   | 11556.625   | 245                                       | 11136.875   | 11666.875   |
| 48                                           | 10792.125   | 11322.125   | 111                                       | 10902.375   | 11432.375   | 183                                          | 11028.375   | 11558.375   | 246                                       | 11138.625   | 11668.625   |
| 49                                           | 10793.875   | 11323.875   | 112                                       | 10904.125   | 11434.125   | 184                                          | 11030.125   | 11560.125   | 247                                       | 11140.375   | 11670.375   |
| 50                                           | 10795.625   | 11325.625   | 113                                       | 10905.875   | 11435.875   | 185                                          | 11031.875   | 11561.875   | 248                                       | 11142.125   | 11672.125   |
| 51                                           | 10797.375   | 11327.375   | 114                                       | 10907.625   | 11437.625   | 186                                          | 11033.625   | 11563.625   | 249                                       | 11143.875   | 11673.875   |
| 52                                           | 10799.125   | 11329.125   | 115                                       | 10909.375   | 11439.375   | 187                                          | 11035.375   | 11565.375   | 250                                       | 11145.625   | 11675.625   |
| 53                                           | 10800.875   | 11330.875   | 116                                       | 10911.125   | 11441.125   | 188                                          | 11037.125   | 11567.125   | 251                                       | 11147.375   | 11677.375   |
| 54                                           | 10802.625   | 11332.625   | 117                                       | 10912.875   | 11442.875   | 189                                          | 11038.875   | 11568.875   | 252                                       | 11149.125   | 11679.125   |
| 55                                           | 10804.375   | 11334.375   | 118                                       | 10914.625   | 11444.625   | 190                                          | 11040.625   | 11570.625   | 253                                       | 11150.875   | 11680.875   |
| 56                                           | 10806.125   | 11336.125   | 119                                       | 10916.375   | 11446.375   | 191                                          | 11042.375   | 11572.375   | 254                                       | 11152.625   | 11682.625   |
| 57                                           | 10807.875   | 11337.875   | 120                                       | 10918.125   | 11448.125   | 192                                          | 11044.125   | 11574.125   | 255                                       | 11154.375   | 11684.375   |
| 58                                           | 10809.625   | 11339.625   | 121                                       | 10919.875   | 11449.875   | 193                                          | 11045.875   | 11575.875   | 256                                       | 11156.125   | 11686.125   |
| 59                                           | 10811.375   | 11341.375   | 122                                       | 10921.625   | 11451.625   | 194                                          | 11047.625   | 11577.625   | 257                                       | 11157.875   | 11687.875   |
| 60                                           | 10813.125   | 11343.125   | 123                                       | 10923.375   | 11453.375   | 195                                          | 11049.375   | 11579.375   | 258                                       | 11159.625   | 11689.625   |
| 61                                           | 10814.875   | 11344.875   | 124                                       | 10925.125   | 11455.125   | 196                                          | 11051.125   | 11581.125   | 259                                       | 11161.375   | 11691.375   |
| 62                                           | 10816.625   | 11346.625   | 125                                       | 10926.875   | 11456.875   | 197                                          | 11052.875   | 11582.875   | 260                                       | 11163.125   | 11693.125   |
| 63                                           | 10818.375   | 11348.375   |                                           |             |             | 198                                          | 11054.625   | 11584.625   |                                           |             |             |

ver. 2.1

| <b>RAy11 – xA , RAY11 – xB</b>                                   |             |             | <b>TX channel nominal frequencies</b>               |             |             |                                                                  |             |             |
|------------------------------------------------------------------|-------------|-------------|-----------------------------------------------------|-------------|-------------|------------------------------------------------------------------|-------------|-------------|
|                                                                  |             |             | <b>Band 10.7 – 11.7 GHz, duplex spacing 530 MHz</b> |             |             |                                                                  |             |             |
| <b>Bandwidth: 3.5 MHz</b>                                        |             |             | <b>Channel arrangements based on 7 MHz channels</b> |             |             |                                                                  |             |             |
| <b>A sub-band</b> (Freq.table: rcinfo11_A_530, rcinfo11_A_530_n) |             |             |                                                     |             |             | <b>B sub-band</b> (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] |
| 1                                                                | 10710.75    | 11240.75    | 32                                                  | 10819.25    | 11349.25    | 69                                                               | 10948.75    | 11478.75    |
| 2                                                                | 10714.25    | 11244.25    | 33                                                  | 10822.75    | 11352.75    | 70                                                               | 10952.25    | 11482.25    |
| 3                                                                | 10717.75    | 11247.75    | 34                                                  | 10826.25    | 11356.25    | 71                                                               | 10955.75    | 11485.75    |
| 4                                                                | 10721.25    | 11251.25    | 35                                                  | 10829.75    | 11359.75    | 72                                                               | 10959.25    | 11489.25    |
| 5                                                                | 10724.75    | 11254.75    | 36                                                  | 10833.25    | 11363.25    | 73                                                               | 10962.75    | 11492.75    |
| 6                                                                | 10728.25    | 11258.25    | 37                                                  | 10836.75    | 11366.75    | 74                                                               | 10966.25    | 11496.25    |
| 7                                                                | 10731.75    | 11261.75    | 38                                                  | 10840.25    | 11370.25    | 75                                                               | 10969.75    | 11499.75    |
| 8                                                                | 10735.25    | 11265.25    | 39                                                  | 10843.75    | 11373.75    | 76                                                               | 10973.25    | 11503.25    |
| 9                                                                | 10738.75    | 11268.75    | 40                                                  | 10847.25    | 11377.25    | 77                                                               | 10976.75    | 11506.75    |
| 10                                                               | 10742.25    | 11272.25    | 41                                                  | 10850.75    | 11380.75    | 78                                                               | 10980.25    | 11510.25    |
| 11                                                               | 10745.75    | 11275.75    | 42                                                  | 10854.25    | 11384.25    | 79                                                               | 10983.75    | 11513.75    |
| 12                                                               | 10749.25    | 11279.25    | 43                                                  | 10857.75    | 11387.75    | 80                                                               | 10987.25    | 11517.25    |
| 13                                                               | 10752.75    | 11282.75    | 44                                                  | 10861.25    | 11391.25    | 81                                                               | 10990.75    | 11520.75    |
| 14                                                               | 10756.25    | 11286.25    | 45                                                  | 10864.75    | 11394.75    | 82                                                               | 10994.25    | 11524.25    |
| 15                                                               | 10759.75    | 11289.75    | 46                                                  | 10868.25    | 11398.25    | 83                                                               | 10997.75    | 11527.75    |
| 16                                                               | 10763.25    | 11293.25    | 47                                                  | 10871.75    | 11401.75    | 84                                                               | 11001.25    | 11531.25    |
| 17                                                               | 10766.75    | 11296.75    | 48                                                  | 10875.25    | 11405.25    | 85                                                               | 11004.75    | 11534.75    |
| 18                                                               | 10770.25    | 11300.25    | 49                                                  | 10878.75    | 11408.75    | 86                                                               | 11008.25    | 11538.25    |
| 19                                                               | 10773.75    | 11303.75    | 50                                                  | 10882.25    | 11412.25    | 87                                                               | 11011.75    | 11541.75    |
| 20                                                               | 10777.25    | 11307.25    | 51                                                  | 10885.75    | 11415.75    | 88                                                               | 11015.25    | 11545.25    |
| 21                                                               | 10780.75    | 11310.75    | 52                                                  | 10889.25    | 11419.25    | 89                                                               | 11018.75    | 11548.75    |
| 22                                                               | 10784.25    | 11314.25    | 53                                                  | 10892.75    | 11422.75    | 90                                                               | 11022.25    | 11552.25    |
| 23                                                               | 10787.75    | 11317.75    | 54                                                  | 10896.25    | 11426.25    | 91                                                               | 11025.75    | 11555.75    |
| 24                                                               | 10791.25    | 11321.25    | 55                                                  | 10899.75    | 11429.75    | 92                                                               | 11029.25    | 11559.25    |
| 25                                                               | 10794.75    | 11324.75    | 56                                                  | 10903.25    | 11433.25    | 93                                                               | 11032.75    | 11562.75    |
| 26                                                               | 10798.25    | 11328.25    | 57                                                  | 10906.75    | 11436.75    | 94                                                               | 11036.25    | 11566.25    |
| 27                                                               | 10801.75    | 11331.75    | 58                                                  | 10910.25    | 11440.25    | 95                                                               | 11039.75    | 11569.75    |
| 28                                                               | 10805.25    | 11335.25    | 59                                                  | 10913.75    | 11443.75    | 96                                                               | 11043.25    | 11573.25    |
| 29                                                               | 10808.75    | 11338.75    | 60                                                  | 10917.25    | 11447.25    | 97                                                               | 11046.75    | 11576.75    |
| 30                                                               | 10812.25    | 11342.25    | 61                                                  | 10920.75    | 11450.75    | 98                                                               | 11050.25    | 11580.25    |
| 31                                                               | 10815.75    | 11345.75    | 62                                                  | 10924.25    | 11454.25    | 99                                                               | 11053.75    | 11583.75    |
|                                                                  |             |             |                                                     |             |             | 100                                                              | 11057.25    | 11587.25    |
|                                                                  |             |             |                                                     |             |             | 101                                                              | 11060.75    | 11590.75    |
|                                                                  |             |             |                                                     |             |             | 102                                                              | 11064.25    | 11594.25    |
|                                                                  |             |             |                                                     |             |             | 103                                                              | 11067.75    | 11597.75    |
|                                                                  |             |             |                                                     |             |             | 104                                                              | 11071.25    | 11601.25    |
|                                                                  |             |             |                                                     |             |             | 105                                                              | 11074.75    | 11604.75    |
|                                                                  |             |             |                                                     |             |             | 106                                                              | 11078.25    | 11608.25    |
|                                                                  |             |             |                                                     |             |             | 107                                                              | 11081.75    | 11611.75    |
|                                                                  |             |             |                                                     |             |             | 108                                                              | 11085.25    | 11615.25    |
|                                                                  |             |             |                                                     |             |             | 109                                                              | 11088.75    | 11618.75    |
|                                                                  |             |             |                                                     |             |             | 110                                                              | 11092.25    | 11622.25    |
|                                                                  |             |             |                                                     |             |             | 111                                                              | 11095.75    | 11625.75    |
|                                                                  |             |             |                                                     |             |             | 112                                                              | 11099.25    | 11629.25    |
|                                                                  |             |             |                                                     |             |             | 113                                                              | 11102.75    | 11632.75    |
|                                                                  |             |             |                                                     |             |             | 114                                                              | 11106.25    | 11636.25    |
|                                                                  |             |             |                                                     |             |             | 115                                                              | 11109.75    | 11639.75    |
|                                                                  |             |             |                                                     |             |             | 116                                                              | 11113.25    | 11643.25    |
|                                                                  |             |             |                                                     |             |             | 117                                                              | 11116.75    | 11646.75    |
|                                                                  |             |             |                                                     |             |             | 118                                                              | 11120.25    | 11650.25    |
|                                                                  |             |             |                                                     |             |             | 119                                                              | 11123.75    | 11653.75    |
|                                                                  |             |             |                                                     |             |             | 120                                                              | 11127.25    | 11657.25    |
|                                                                  |             |             |                                                     |             |             | 121                                                              | 11130.75    | 11660.75    |
|                                                                  |             |             |                                                     |             |             | 122                                                              | 11134.25    | 11664.25    |
|                                                                  |             |             |                                                     |             |             | 123                                                              | 11137.75    | 11667.75    |
|                                                                  |             |             |                                                     |             |             | 124                                                              | 11141.25    | 11671.25    |
|                                                                  |             |             |                                                     |             |             | 125                                                              | 11144.75    | 11674.75    |
|                                                                  |             |             |                                                     |             |             | 126                                                              | 11148.25    | 11678.25    |
|                                                                  |             |             |                                                     |             |             | 127                                                              | 11151.75    | 11681.75    |
|                                                                  |             |             |                                                     |             |             | 128                                                              | 11155.25    | 11685.25    |
|                                                                  |             |             |                                                     |             |             | 129                                                              | 11158.75    | 11688.75    |
|                                                                  |             |             |                                                     |             |             | 130                                                              | 11162.25    | 11692.25    |

ver. 2.1

| <b>RAy11 – xA , RAY11 – xB</b>                                   |             |             | TX channel nominal frequencies                                   |             |             |
|------------------------------------------------------------------|-------------|-------------|------------------------------------------------------------------|-------------|-------------|
| Bandwidth: <b>7 MHz</b>                                          |             |             | Band 10.7 – 11.7 GHz, duplex spacing 530 MHz                     |             |             |
| ITU-R F.387 , Annex 5                                            |             |             |                                                                  |             |             |
| <b>A sub-band</b> (Freq.table: rcinfo11_A_530, rcinfo11_A_530_n) |             |             | <b>B sub-band</b> (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

| <b>RAy11 – xA , RAY11 – xB</b>                                   |             |             | TX channel nominal frequencies<br>Band 10.7 – 11.7 GHz, duplex spacing 530 MHz |             |             |
|------------------------------------------------------------------|-------------|-------------|--------------------------------------------------------------------------------|-------------|-------------|
| Bandwidth: <b>14 MHz</b>                                         |             |             | ITU-R F.387 , Annex 5                                                          |             |             |
| <b>A sub-band</b> (Freq.table: rcinfo11_A_530, rcinfo11_A_530_n) |             |             | <b>B sub-band</b> (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

| <b>RAy11 – xA , RAY11 – xB</b>                                   |             |             | TX channel nominal frequencies<br>Band 10.7 – 11.7 GHz, duplex spacing 530 MHz |             |             |
|------------------------------------------------------------------|-------------|-------------|--------------------------------------------------------------------------------|-------------|-------------|
| Bandwidth: <b>28 MHz</b>                                         |             |             | ITU-R F.387 , Annex 5                                                          |             |             |
| <b>A sub-band</b> (Freq.table: rcinfo11_A_530, rcinfo11_A_530_n) |             |             | <b>B sub-band</b> (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

| <b>RAy11 – xA , RAY11 – xB</b>                                   |             |             | TX channel nominal frequencies<br>Band 10.7 – 11.7 GHz, duplex spacing 530 MHz |             |             |
|------------------------------------------------------------------|-------------|-------------|--------------------------------------------------------------------------------|-------------|-------------|
| Bandwidth: <b>40 MHz (ITU)</b>                                   |             |             | ITU-R F.387 , rec. 1.1                                                         |             |             |
| <b>A sub-band</b> (Freq.table: rcinfo11_A_530, rcinfo11_A_530_n) |             |             | <b>B sub-band</b> (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

| <b>RAy11 – xA , RAY11 – xB</b>                                   |             |             | TX channel nominal frequencies<br>Band 10.7 – 11.7 GHz, duplex spacing 530 MHz |             |             |
|------------------------------------------------------------------|-------------|-------------|--------------------------------------------------------------------------------|-------------|-------------|
| Bandwidth: <b>40 MHz (CEPT)</b>                                  |             |             | CEPT 12-06, Annex A.1                                                          |             |             |
| <b>A sub-band</b> (Freq.table: rcinfo11_A_530, rcinfo11_A_530_n) |             |             | <b>B sub-band</b> (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

| <b>RAy11 – xA , RAY11 – xB</b>                                   |             |             | TX channel nominal frequencies<br>Band 10.7 – 11.7 GHz, duplex spacing 530 MHz |             |             |
|------------------------------------------------------------------|-------------|-------------|--------------------------------------------------------------------------------|-------------|-------------|
| Bandwidth: <b>56 MHz</b>                                         |             |             | CEPT 12-06, Annex C                                                            |             |             |
| <b>A sub-band</b> (Freq.table: rcinfo11_A_530, rcinfo11_A_530_n) |             |             | <b>B sub-band</b> (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

| <b>RAy11 – xA , RAY11 – xB</b>                                   |             |             | TX channel nominal frequencies<br>Band 10.7 – 11.7 GHz, duplex spacing 530 MHz |             |             |
|------------------------------------------------------------------|-------------|-------------|--------------------------------------------------------------------------------|-------------|-------------|
| Bandwidth: <b>56 MHz (CS 80)</b>                                 |             |             | CEPT 12-06, Annex C                                                            |             |             |
| <b>A sub-band</b> (Freq.table: rcinfo11_A_530, rcinfo11_A_530_n) |             |             | <b>B sub-band</b> (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 |  |
|--------------------|-------|----------|--|
| Modulation         | Max   | Min      |  |
|                    | [dBm] | [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 <sup>-6</sup>       |      | Co-channel rejection |                  | Adjacent channel Selectivity |                  |
|                    |              |               |                                          |      | 1 dB                 | 3 dB             | 1 dB                         | 3 dB             |
|                    |              |               | RSS                                      | SNR  | 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 <sup>-6</sup>      |      | Co-channel rejection |                  | Adjacent channel Selectivity |                  |
|                    |              |               |                                         |      | 1 dB                 | 3 dB             | 1 dB                         | 3 dB             |
|                    |              |               | RSS                                     | SNR  | 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 <sup>-6</sup>    |      | Co-channel rejection |                  | Adjacent channel Selectivity |                  |
|                    |              |               |                                       |      | 1 dB                 | 3 dB             | 1 dB                         | 3 dB             |
|                    |              |               | RSS                                   | SNR  | 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 <sup>-6</sup> |      | 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 <sup>-6</sup> |      | 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 <sup>-6</sup> |      | 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

| <b>RAy11 – xC , RAY11 – xD</b>         |             |             | TX channel nominal frequencies               |             |             |
|----------------------------------------|-------------|-------------|----------------------------------------------|-------------|-------------|
| Bandwidth: <b>1.75 MHz</b>             |             |             | Band 10.5 – 10.68 GHz, duplex spacing 91 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                                      | 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

| <b>RAy11 – xC , RAY11 – xD</b>                |             |             | TX channel nominal frequencies<br>Band 10.5 – 10.68 GHz, duplex spacing 91 MHz |             |             |
|-----------------------------------------------|-------------|-------------|--------------------------------------------------------------------------------|-------------|-------------|
| Bandwidth: <b>3.5 MHz (rec 2)</b>             |             |             | ITU-R F.747 rec. 2                                                             |             |             |
| <b>C sub-band</b> (Freq.table: rcinfo11_C_91) |             |             | <b>D sub-band</b> (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

| <b>RAy11 – xC , RAY11 – xD</b>                |             |             | TX channel nominal frequencies<br>Band 10.5 – 10.68 GHz, duplex spacing 91 MHz |             |             |
|-----------------------------------------------|-------------|-------------|--------------------------------------------------------------------------------|-------------|-------------|
| Bandwidth: <b>3.5 MHz</b>                     |             |             | based on 7 MHz                                                                 |             |             |
| <b>C sub-band</b> (Freq.table: rcinfo11_C_91) |             |             | <b>D sub-band</b> (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

| <b>RAy11 – xC , RAY11 – xD</b>                |             |             | TX channel nominal frequencies<br>Band 10.5 – 10.68 GHz, duplex spacing 91 MHz |             |             |
|-----------------------------------------------|-------------|-------------|--------------------------------------------------------------------------------|-------------|-------------|
| Bandwidth: <b>7 MHz</b>                       |             |             | ITU-R F.747 Annex 1                                                            |             |             |
| <b>C</b> sub-band (Freq.table: rcinfo11_C_91) |             |             | <b>D</b> 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

| <b>RAy11 – xC , RAY11 – xD</b>                |             |             | TX channel nominal frequencies<br>Band 10.5 – 10.68 GHz, duplex spacing 91 MHz |             |             |
|-----------------------------------------------|-------------|-------------|--------------------------------------------------------------------------------|-------------|-------------|
| Bandwidth: <b>14 MHz</b>                      |             |             | based on 7 MHz                                                                 |             |             |
| <b>C</b> sub-band (Freq.table: rcinfo11_C_91) |             |             | <b>D</b> 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

| <b>RAy11 – xC , RAY11 – xD</b>                |             |             | TX channel nominal frequencies<br>Band 10.5 – 10.68 GHz, duplex spacing 91 MHz |             |             |
|-----------------------------------------------|-------------|-------------|--------------------------------------------------------------------------------|-------------|-------------|
| Bandwidth: <b>28 MHz</b>                      |             |             | based on 7 MHz                                                                 |             |             |
| <b>C</b> sub-band (Freq.table: rcinfo11_C_91) |             |             | <b>D</b> 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      |       | TX power |  |
|------------|-------|----------|--|
| Modulation | Max   | Min      |  |
|            | [dBm] | [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 <sup>-6</sup> |      | 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                                | 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 <sup>-6</sup> |      | 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          | -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 <sup>-6</sup> |      | 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          | -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]             |
| 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]             |
| 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]             |
| 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 <sup>-6</sup> |      | 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         |
| 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. Jmenovitě 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       |                                               |             |        |             |
| L3                                | 17110.5     | U24    | 17184       | L2                                            | 17107       | U23    | 17180.5     |
| L5                                | 17117.5     | U26    | 17191       | L4                                            | 17114       | U25    | 17187.5     |
| L7                                | 17124.5     | U28    | 17198       | L6                                            | 17121       | U27    | 17194.5     |
| L9                                | 17131.5     | U30    | 17205       | L8                                            | 17128       | U29    | 17201.5     |
| L11                               | 17138.5     | U32    | 17212       | L10                                           | 17135       | U31    | 17208.5     |
| L13                               | 17145.5     | U34    | 17219       | L12                                           | 17142       | U33    | 17215.5     |
| L15                               | 17152.5     | U36    | 17226       | L14                                           | 17149       | U35    | 17222.5     |
| L17                               | 17159.5     | U38    | 17233       | L16                                           | 17156       | U37    | 17229.5     |
| L19                               | 17166.5     | U40    | 17240       | L18                                           | 17163       | U39    | 17236.5     |
| L21                               | 17173.5     | U42    | 17247       | L20                                           | 17170       | U41    | 17243.5     |
| L23                               | 17180.5     | U44    | 17254       | L22                                           | 17177       | U43    | 17250.5     |
| L25                               | 17187.5     | U46    | 17261       | L24                                           | 17184       | U45    | 17257.5     |
| L27                               | 17194.5     | U48    | 17268       | L26                                           | 17191       | U47    | 17264.5     |
| L29                               | 17201.5     | U50    | 17275       | L28                                           | 17198       | U49    | 17271.5     |
| L31                               | 17208.5     | U52    | 17282       | L30                                           | 17205       | U51    | 17278.5     |
| L33                               | 17215.5     | U54    | 17289       | L32                                           | 17212       | U53    | 17285.5     |
| L35                               | 17222.5     | U56    | 17296       | L34                                           | 17219       | U55    | 17292.5     |
| L37                               | 17229.5     |        |             | L36                                           | 17226       |        |             |
|                                   |             |        |             | 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     |                   |             |        |             |
|                                   |             |                                               |             | L3                | 17110.5     | U28    | 17198.0     |
|                                   |             |                                               |             | L4                | 17114.0     | U29    | 17201.5     |
|                                   |             |                                               |             | L5                | 17117.5     | U30    | 17205.0     |
| 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] |
| L4                                | 17114       | U29                                           | 17201.5     |                   |             | U24    | 17184.0     |
|                                   |             |                                               |             |                   |             | U25    | 17187.5     |
|                                   |             |                                               |             |                   |             | U26    | 17191.0     |
|                                   |             |                                               |             |                   |             | U27    | 17194.5     |
|                                   |             |                                               |             |                   |             | U28    | 17198.0     |
| L12                               | 17142       | U37                                           | 17229.5     | 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     |
| L20                               | 17170       | U45                                           | 17257.5     | L10               | 17135.0     | U35    | 17222.5     |
|                                   |             |                                               |             | L11               | 17138.5     | U36    | 17226.0     |
|                                   |             |                                               |             | L13               | 17145.5     | U38    | 17233.0     |
|                                   |             |                                               |             | L14               | 17149.0     | U39    | 17236.5     |
|                                   |             |                                               |             | L15               | 17152.5     | U40    | 17240.0     |
| L28                               | 17198       | U53                                           | 17285.5     | L16               | 17156.0     | U41    | 17243.5     |
|                                   |             |                                               |             | L17               | 17159.5     | U42    | 17247.0     |
|                                   |             |                                               |             | L18               | 17163.0     | U43    | 17250.5     |
|                                   |             |                                               |             | L19               | 17166.5     | U44    | 17254.0     |
|                                   |             |                                               |             | 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     |
|                                   |             |                                               |             | 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

| TX channel nominal frequencies                |             |        |             |
|-----------------------------------------------|-------------|--------|-------------|
| Band 17.1 – 17.3 GHz, default duplex 87.5 MHz |             |        |             |
| Bandwidth: 56 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      |  | TX power |       |
|------------|--|----------|-------|
| Modulation |  | Max      | Min   |
|            |  | [dBm]    | [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 <sup>-6</sup> |      | 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 <sup>-6</sup> |      | 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 <sup>-6</sup> |      | 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          | -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 <sup>-6</sup> |      | 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          | -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 <sup>-6</sup> |      | 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          | -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 <sup>-6</sup> |      | 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          | -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 <sup>-6</sup> |      | 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          | -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                     |             |                   |             |        |             |
|---------------------------------|-------------|----------------------------------------------------|-------------|-------------------|-------------|--------|-------------|
|                                 |             | Band 24.0 – 24.25 GHz, default duplex sp. 73.5 MHz |             |                   |             |        |             |
| Bandwidth: 3.5 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] |
|                                 |             | 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] |
| L4                                  | 24015       | U29    | 24102.5     |                                                    |             | U24    | 24085.0     |
|                                     |             |        |             |                                                    |             | U25    | 24088.5     |
|                                     |             |        |             |                                                    |             | U26    | 24092.0     |
|                                     |             |        |             |                                                    |             | U27    | 24095.5     |
|                                     |             |        |             |                                                    |             | U28    | 24099.0     |
| 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.                                             | Lower [MHz] | Ch.No. | Upper [MHz] |
| L6                                  | 24022.0     | U27                            | 24095.5     |                                                    |             | U26    | 24092.0     |
|                                     |             |                                |             | 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     |        |             |

ver. 1.0

| RAy24                           |             | TX channel nominal frequencies                     |             |                                     |             |        |             |
|---------------------------------|-------------|----------------------------------------------------|-------------|-------------------------------------|-------------|--------|-------------|
|                                 |             | Band 24.0 – 24.25 GHz, default duplex sp. 87.5 MHz |             |                                     |             |        |             |
| Bandwidth: 56 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.                              | Lower [MHz] | Ch.No. | Upper [MHz] |
| L8                              | 24029       | U33                                                | 24116.5     |                                     |             |        |             |
|                                 |             |                                                    |             | L9                                  | 24032.5     | U34    | 24120.0     |
|                                 |             |                                                    |             | L10                                 | 24036.0     | U35    | 24123.5     |
|                                 |             |                                                    |             | L11                                 | 24039.5     | U36    | 24127.0     |
|                                 |             |                                                    |             | L12                                 | 24043.0     | 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                                 | 24071.0     | U45    | 24158.5     |
|                                 |             |                                                    |             | L21                                 | 24074.5     | U46    | 24162.0     |
|                                 |             |                                                    |             | L22                                 | 24078.0     | U47    | 24165.5     |
|                                 |             |                                                    |             | L23                                 | 24081.5     | U48    | 24169.0     |
| L24                             | 24085       | U49                                                | 24172.5     |                                     |             |        |             |
|                                 |             |                                                    |             | L25                                 | 24088.5     | U50    | 24176.0     |
|                                 |             |                                                    |             | L26                                 | 24092.0     | U51    | 24179.5     |
|                                 |             |                                                    |             | L27                                 | 24095.5     | U52    | 24183.0     |
|                                 |             |                                                    |             | L28                                 | 24099.0     | 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                                 | 24127.0     | U61    | 24214.5     |
|                                 |             |                                                    |             | L37                                 | 24130.5     | U62    | 24218.0     |
|                                 |             |                                                    |             | L38                                 | 24134.0     | U63    | 24221.5     |

ver. 1.0

## 9.5.4. Jmenovité frekvence podle FCC ETSI

| RAY24                           |             | TX channel nominal frequencies                      |             |                   |             |        |             |
|---------------------------------|-------------|-----------------------------------------------------|-------------|-------------------|-------------|--------|-------------|
|                                 |             | Band 24.05 – 24.25 GHz, default duplex sp. 73.5 MHz |             |                   |             |        |             |
| Bandwidth: 3.5 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.            | Lower [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.            | Lower [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     | U23    | 24130.5     |
| L5                              | 24067.5     | U26                                                 | 24141.0     | L4                | 24064.0     | U25    | 24137.5     |
| L7                              | 24074.5     | U28                                                 | 24148.0     | L6                | 24071.0     | U27    | 24144.5     |
| L9                              | 24081.5     | U30                                                 | 24155.0     | L8                | 24078.0     | U29    | 24151.5     |
| L11                             | 24088.5     | U32                                                 | 24162.0     | L10               | 24085.0     | U31    | 24158.5     |
| L13                             | 24095.5     | U34                                                 | 24169.0     | L12               | 24092.0     | U33    | 24165.5     |
| L15                             | 24102.5     | U36                                                 | 24176.0     | L14               | 24099.0     | U35    | 24172.5     |
| L17                             | 24109.5     | U38                                                 | 24183.0     | L16               | 24106.0     | U37    | 24179.5     |
| L19                             | 24116.5     | U40                                                 | 24190.0     | L18               | 24113.0     | U39    | 24186.5     |
| L21                             | 24123.5     | U42                                                 | 24197.0     | L20               | 24120.0     | U41    | 24193.5     |
| L23                             | 24130.5     | U44                                                 | 24204.0     | L22               | 24127.0     | U43    | 24200.5     |
| L25                             | 24137.5     | U46                                                 | 24211.0     | L24               | 24134.0     | U45    | 24207.5     |
| L27                             | 24144.5     | U48                                                 | 24218.0     | L26               | 24141.0     | U47    | 24214.5     |
| L29                             | 24151.5     | U50                                                 | 24225.0     | L28               | 24148.0     | U49    | 24221.5     |
| L31                             | 24158.5     | U52                                                 | 24232.0     | L30               | 24155.0     | U51    | 24228.5     |
| L33                             | 24165.5     | U54                                                 | 24239.0     | L32               | 24162.0     | U53    | 24235.5     |
| L35                             | 24172.5     | U56                                                 | 24246.0     | L34               | 24169.0     | U55    | 24242.5     |
| L37                             | 24179.5     |                                                     |             | L36               | 24176.0     |        |             |
|                                 |             |                                                     |             | 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                      |             |                                     |             |        |             |
|---------------------------------|-------------|-----------------------------------------------------|-------------|-------------------------------------|-------------|--------|-------------|
|                                 |             | Band 24.05 – 24.25 GHz, default duplex sp. 87.5 MHz |             |                                     |             |        |             |
| Bandwidth: 28 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.                              | Lower [MHz] | Ch.No. | Upper [MHz] |
| L4                              | 24064       | U29                                                 | 24151.5     |                                     |             | U25    | 24137.5     |
|                                 |             |                                                     |             |                                     |             | U26    | 24141.0     |
|                                 |             |                                                     |             |                                     |             | U27    | 24144.5     |
|                                 |             |                                                     |             |                                     |             | U28    | 24148.0     |
| L12                             | 24092       | U37                                                 | 24179.5     | 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     |
|                                 |             |                                                     |             |                                     |             |        |             |
| L20                             | 24120       | U45                                                 | 24207.5     | 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     |
|                                 |             |                                                     |             |                                     |             |        |             |
| L28                             | 24148       | U53                                                 | 24235.5     | 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     |
|                                 |             |                                                     |             |                                     |             |        |             |
|                                 |             |                                                     |             | L29                                 | 24151.5     |        |             |
|                                 |             |                                                     |             | L30                                 | 24155.0     |        |             |
|                                 |             |                                                     |             | L31                                 | 24158.5     |        |             |
|                                 |             |                                                     |             | L32                                 | 24162.0     |        |             |

ver. 1.0

|                                 |             |            |             |                                                            |             |        |             |
|---------------------------------|-------------|------------|-------------|------------------------------------------------------------|-------------|--------|-------------|
| <b>RAy24</b>                    |             |            |             | TX channel nominal frequencies                             |             |        |             |
| Bandwidth: <b>40 MHz</b>        |             |            |             | Band 24.05 – 24.25 GHz, default duplex sp. <b>73.5 MHz</b> |             |        |             |
|                                 |             |            |             | 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.                                                     | Lower [MHz] | Ch.No. | Upper [MHz] |
| <b>L6</b>                       | 24071.0     | <b>U27</b> | 24144.5     |                                                            |             | U26    | 24141.0     |
|                                 |             |            |             | 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     |
| <b>L18</b>                      | 24113.0     | <b>U39</b> | 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     |
| <b>L30</b>                      | 24155.0     | <b>U51</b> | 24228.5     |                                                            |             |        |             |
|                                 |             |            |             | L31                                                        | 24158.5     |        |             |

ver. 1.0

|                                 |             |                                                            |             |                   |             |        |             |
|---------------------------------|-------------|------------------------------------------------------------|-------------|-------------------|-------------|--------|-------------|
| <b>RAy24</b>                    |             | TX channel nominal frequencies                             |             |                   |             |        |             |
|                                 |             | Band 24.05 – 24.25 GHz, default duplex sp. <b>87.5 MHz</b> |             |                   |             |        |             |
| Bandwidth: <b>56 MHz</b>        |             | 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.            | Lower [MHz] | Ch.No. | Upper [MHz] |
| <b>L8</b>                       | 24078       | <b>U33</b>                                                 | 24165.5     |                   |             |        |             |
|                                 |             |                                                            |             | L9                | 24081.5     | U34    | 24169.0     |
|                                 |             |                                                            |             | L10               | 24085.0     | U35    | 24172.5     |
|                                 |             |                                                            |             | L11               | 24088.5     | U36    | 24176.0     |
|                                 |             |                                                            |             | L12               | 24092.0     | 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               | 24120.0     | U45    | 24207.5     |
|                                 |             |                                                            |             | L21               | 24123.5     | U46    | 24211.0     |
|                                 |             |                                                            |             | L22               | 24127.0     | U47    | 24214.5     |
|                                 |             |                                                            |             | L23               | 24130.5     | U48    | 24218.0     |
| <b>L24</b>                      | 24134       | <b>U49</b>                                                 | 24221.5     |                   |             |        |             |

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 směrnic RoHS a WEEE

Výrobek splňuje směrnici 2011/65/EU o omezení používání některých nebezpečných látek v elektrických a elektronických zařízeních (RoHS 2) a směrnicí 2012/19/EU o odpadních elektrických a elektronických zařízeních (OEEZ, WEEE).

**RoHS**  Zákaz nebezpečných látek (RoHS)

Směrnice Předpis RoHS zakazuje v EU prodej elektronických zařízení s obsahem těchto nebezpečných látek: olovo, kadmium, rtuť, šestimocný chrom, polybromované bifenyly (PBBs) a polybromované difenylethery (PBDEs).

Recyklační program (OEEZ)



Směrnice OEEZ se týká obnovy, opakovaného využití a recyklace elektronických a elektrických zařízení. Podle směrnice musí být použité zařízení správně označeno, roztríděno a likvidováno. RACOM inicioval program pro správu recyklace odpadu ekologicky bezpečným způsobem pomocí postupů v souladu se směrnicí OEEZ.

Likvidace baterií

Výrobek může obsahovat baterie. Baterie musí být náležitě likvidovány, nesmí být v EU odkládány jako netříděný komunální odpad. Baterie jsou označeny symbolem, který může obsahovat znaky k označení kadmia (Cd), olova (Pb) nebo rtuti (Hg). Pro správnou recyklaci vraťte baterie vašemu dodavateli nebo na označené sběrné místo.

### 10.3. Podmínky a instrukce pro bezpečný provoz zařízení

Čtěte 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 rádiové jednotce a ostatních koncových zařízeních musí být při odpojování nebo připojování kabelu k datovému rozhraní jednotky vždy odpojeno její napájení. 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) 2017, 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 jednatelé, 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. • 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. 2.0

[www.racom.eu](http://www.racom.eu)

Obr. 10.1: Shodnost výrobku RAY 11



### 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



**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 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. • 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

[www.racom.eu](http://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:** Mirová 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<br>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](mailto:racom@racom.eu)

ver. 1.1

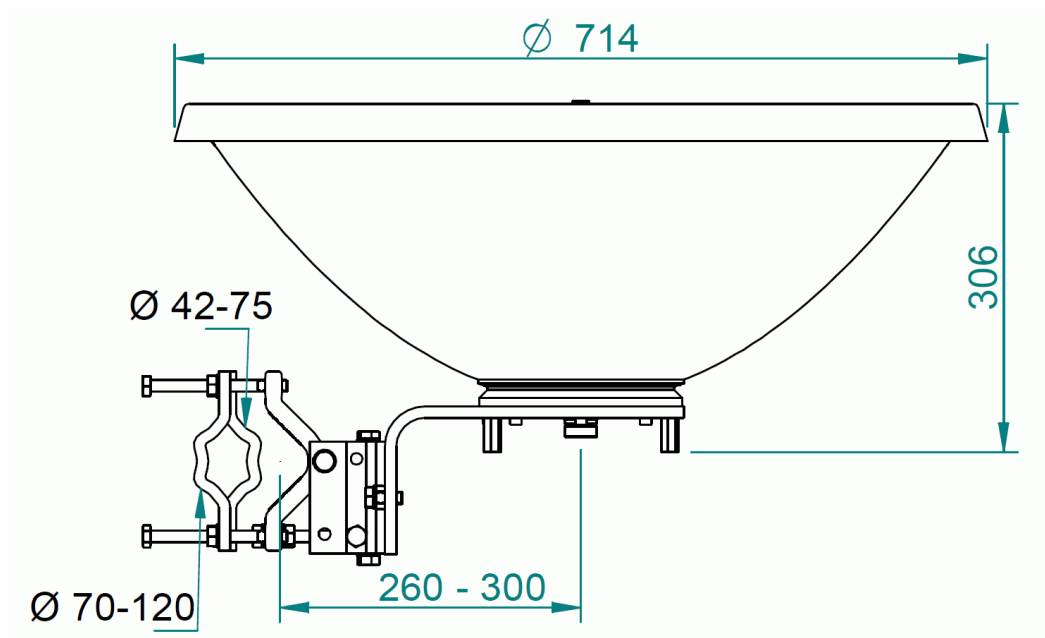
[www.racom.eu](http://www.racom.eu)

Obr. 10.3: Shodnost výrobku RAY 24

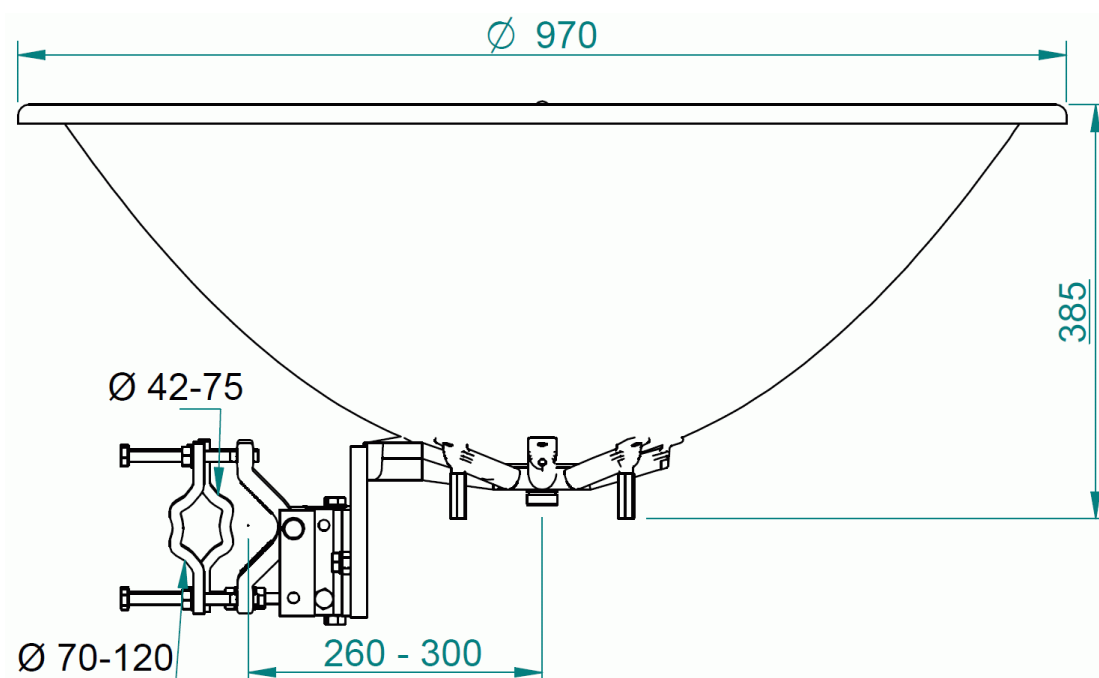
## Příloha A. Rozměry antén

### Antény Jirous

Příklad antén velikosti 68 a 90. Podrobněji na [www.racom.eu](http://www.racom.eu)<sup>1</sup>.



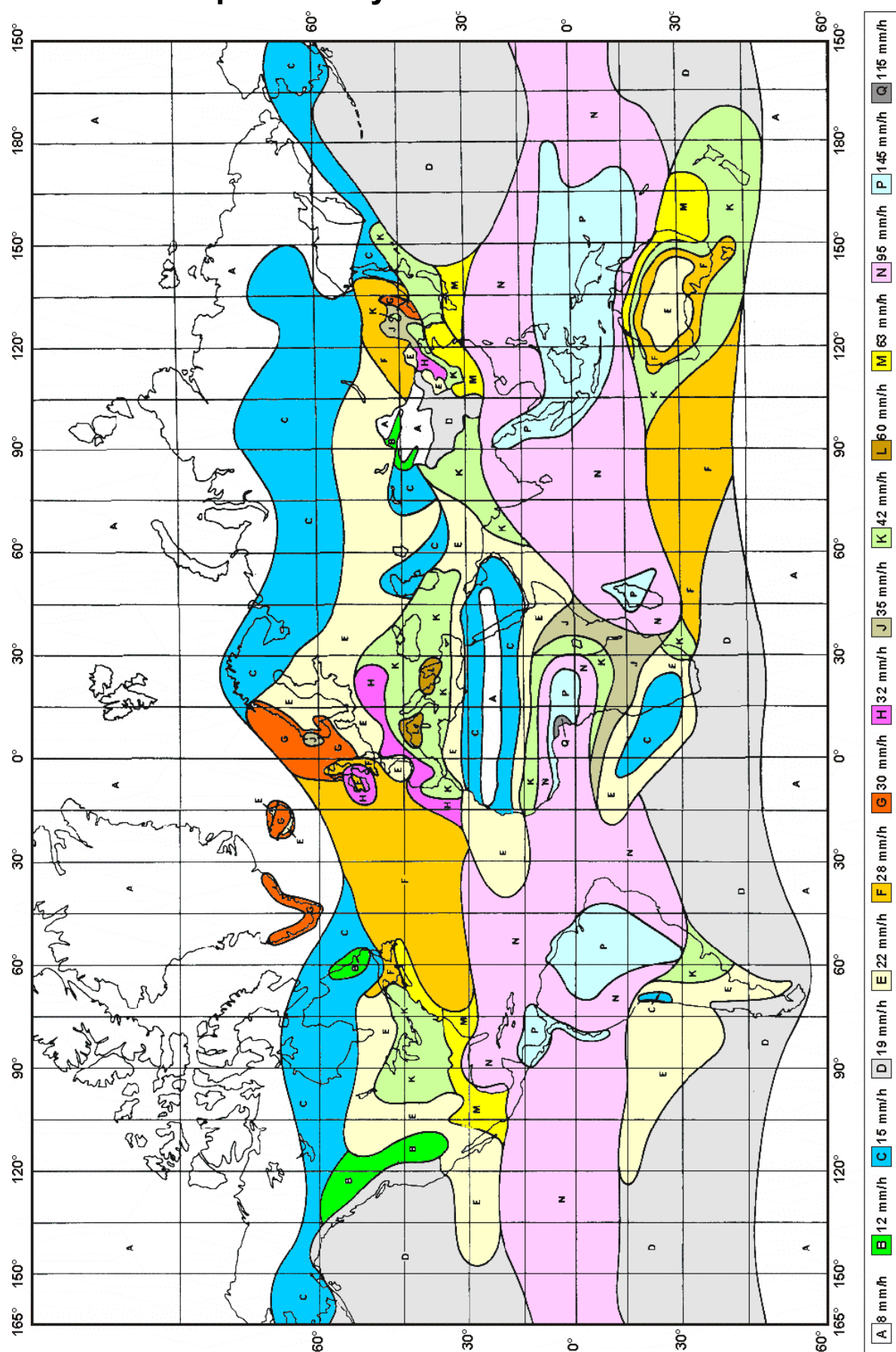
Obr. A.1: Rozměrové uspořádání antény Jirous 68



Obr. A.2: Rozměrové uspořádání antény Jirous 90

<sup>1</sup> [http://www.racom.eu/cz/products/mikrovlunny-spoj-ray.html#accessories\\_jirous](http://www.racom.eu/cz/products/mikrovlunny-spoj-ray.html#accessories_jirous)

## Příloha B. Mapa dešťových zón

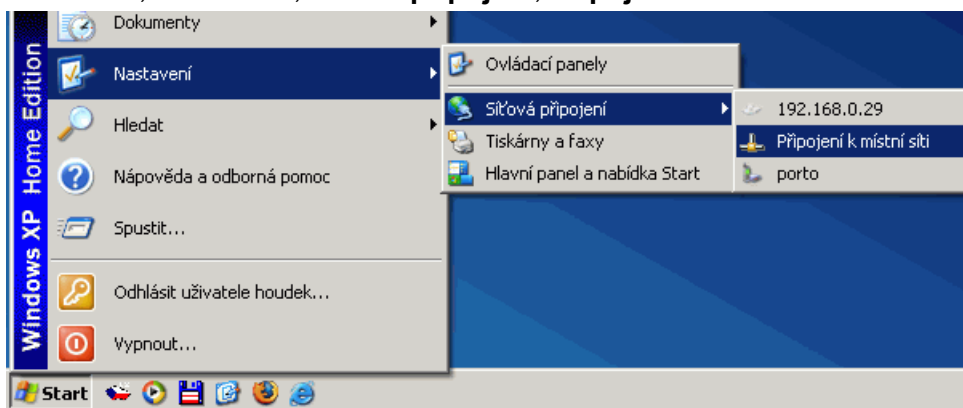


## Příloha C. IP adresa v PC

### 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.

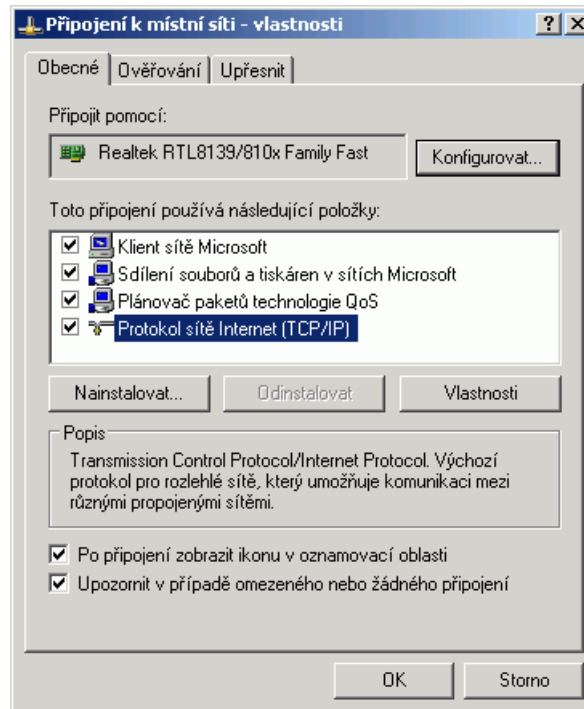
- Otevřeme menu Start, **Nastavení, Síťová připojení, Připojení k místní síti**



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



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



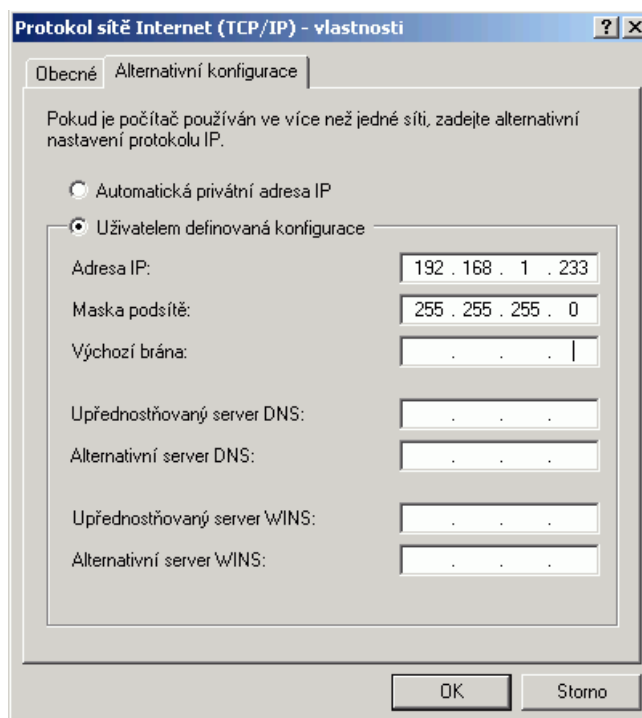
- Otevře se nové okno

#### 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. Napíšeme **ping 192.168.1.2** a stiskneme OK

5. Objeví se okno se zprávou:

```
G:\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".

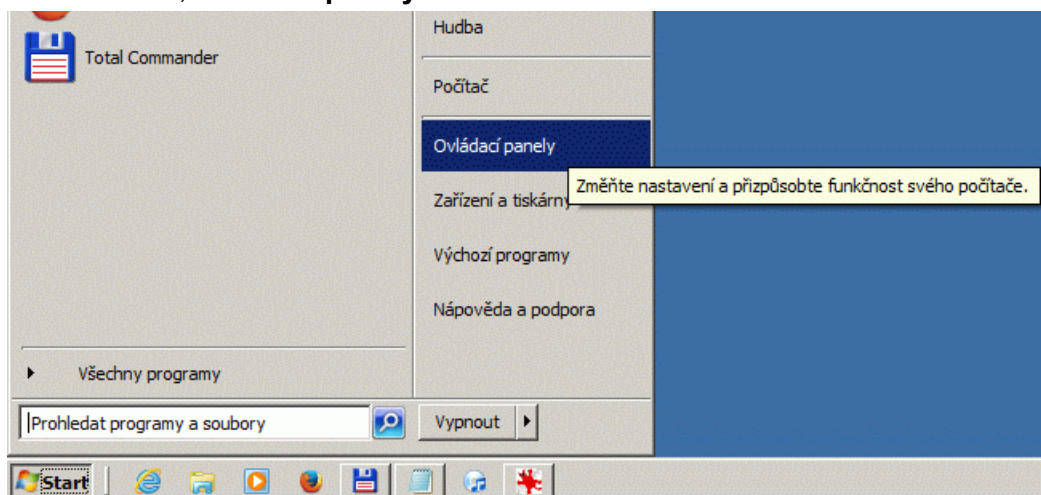
Pokud přesto komunikace webového prohlížeče s radiomodemem neprobíhá, zkontrolujeme nastavení prohlížeče. V menu *Soubor* je položka *Pracovat offline*, která nesmí být zaškrtnutá.

## Příloha D. IP adresa v PC s Windows 7

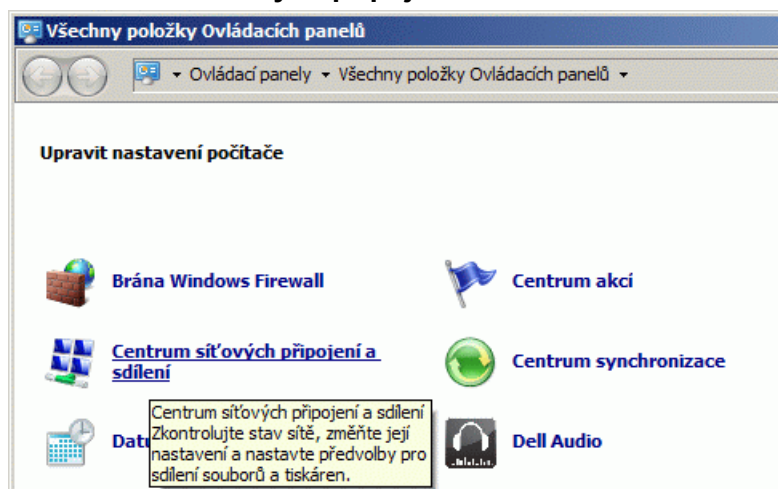
### Nastavení IP adresy v PC

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

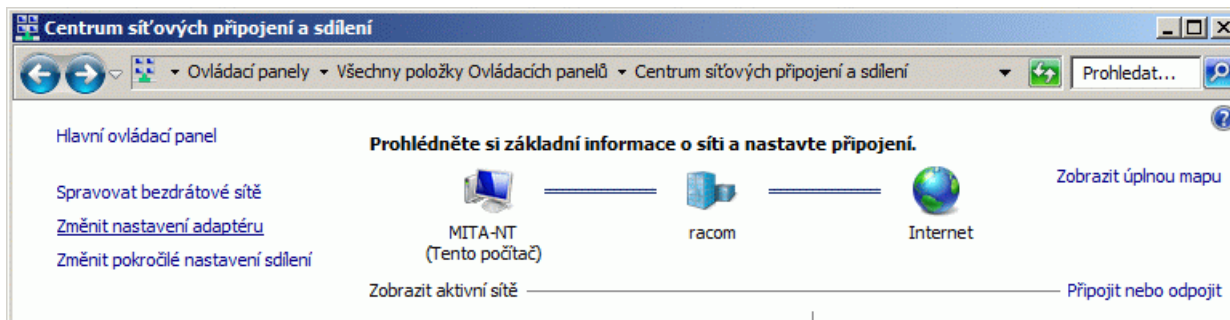
- Otevřeme menu Start, **Ovládací panely**



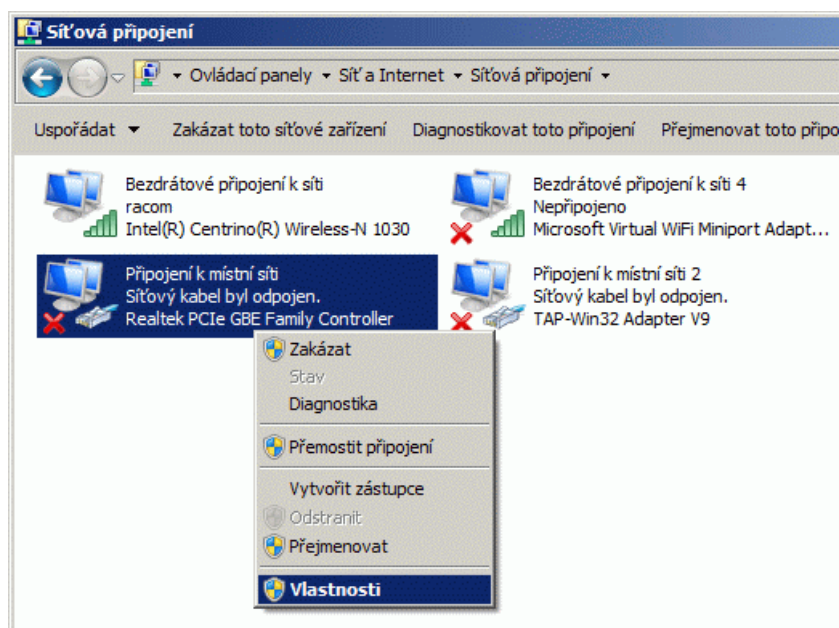
- V novém okně zvolíme **Centrum síťových připojení a sdílení**



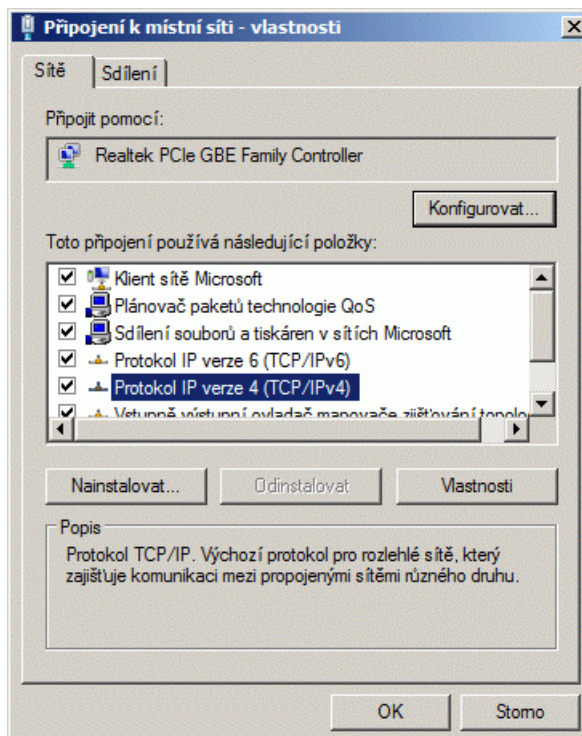
- V novém okně zvolíme **Změnit nastavení adaptéru**



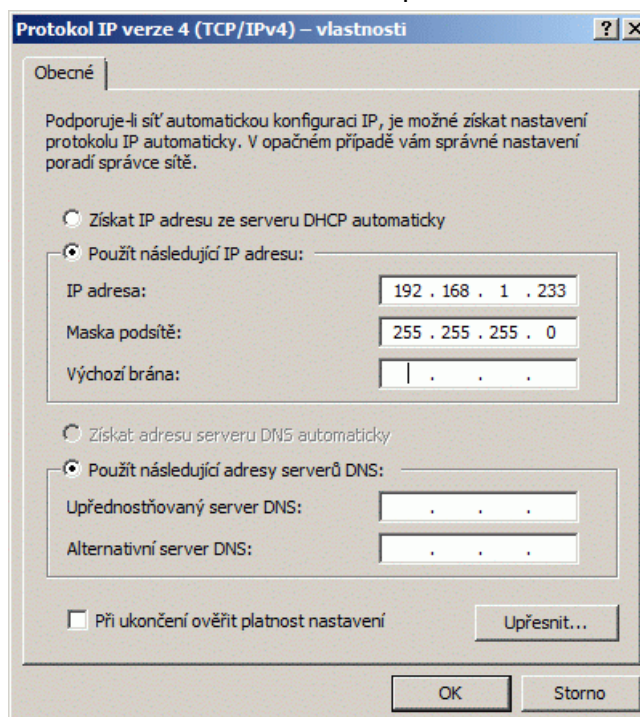
- V okně Síťová připojení klikneme pravým tlačítkem myši na **Připojení k místní síti** a pak levým tlačítkem na **Vlastnosti**



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



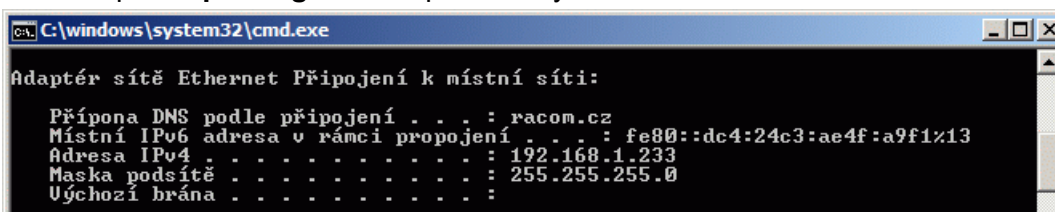
- Na kartě **Obecné** zvolíme **Použít následující IP adresu**
  - Zapišeme IP Adresu 192.168.1.233
  - Nastavíme Masku podsítě 255.255.255.0
  - Klepnutím na **OK** potvrdíme toto okno a zavřeme i předchozí okna



## Kontrola IP adresy v PC

V systému Windows 7 postupujeme takto:

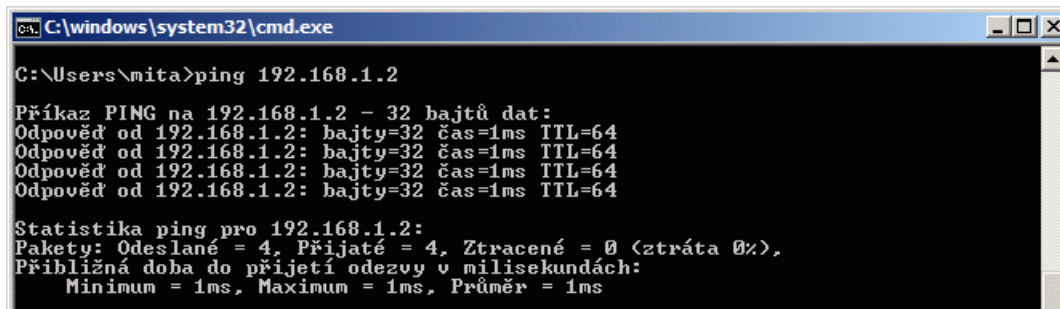
1. V menu Start do okénka *Prohledat programy a soubory* napíšeme povel **cmd** a stiskneme Enter.
2. Vložíme povel **ipconfig** a mezi zprávami vyhledáme informaci o IP adrese PC a masce:



## 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



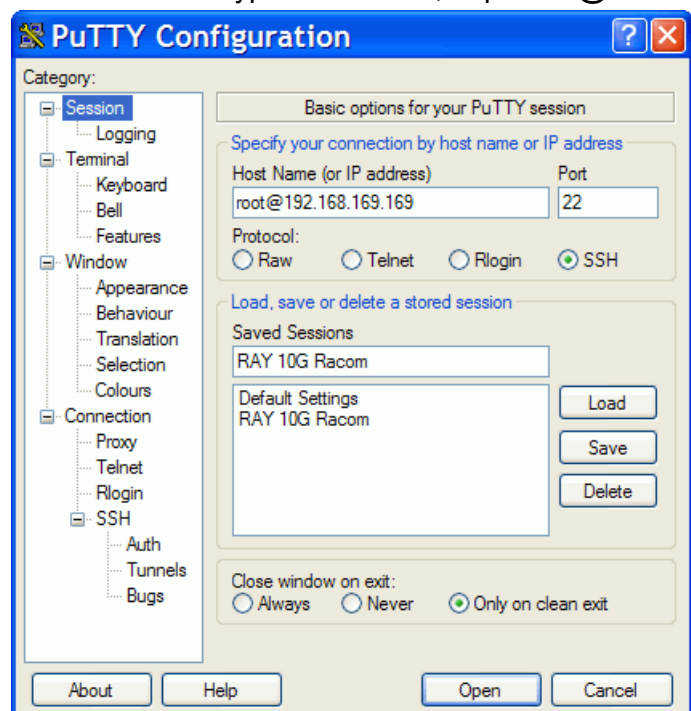
Po klepnutí na Load vybereme privátní klíč, který dodal výrobce.

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

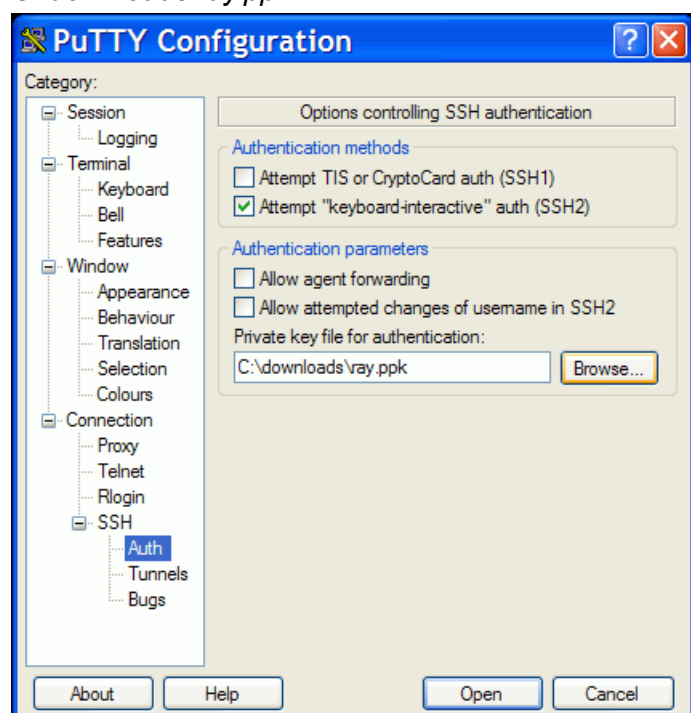
Zvolíme umístění klíče a uložíme jej.

## 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  
důležitá upozornění, 160

### 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  
RoHS a WEEE, 159  
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                                                        | 2015-11-05 |
| Rozšířena kapitola Příslušenství                                  |            |