

Uživatelský manuál



Mikrovlnný spoj RAY2

fw 2.1.x.x
4. prosince 2015
version 1.6

Obsah

Úvodní poznámka	5
Nepřehlédněte	6
Stručný návod	7
Seznam dokumentace	8
1. RAY2 – Mikrovlnný spoj	9
2. Implementační poznámky	10
3. Produkt	11
3.1. Montáž	12
3.2. Konektory	12
3.3. Napájení	13
3.4. Stavové LED	15
3.5. Technické parametry	15
3.6. Rozměry	16
3.7. Objednací kódy	17
4. Příslušenství	18
4.1. Přehled	18
4.2. Detaily	20
5. Podrobný průvodce nastavením	26
5.1. Servisní přístup	27
5.1.1. Menu Link settings – General	28
5.1.2. Menu Link settings – Service access – Services	29
5.1.3. Menu Link settings – Service access – Users	30
5.1.4. Menu Maintenance – Feature keys	30
5.2. Základní konfigurace linky	30
5.3. Test linky	30
6. Instalace	32
6.1. Montáž konektorů	34
7. Konfigurace	37
7.1. Úvod	37
7.2. Status bar	38
7.3. Status	40
7.3.1. Status – General	41
7.3.2. Status – Radio	41
7.3.3. Status – Switch interface	42
7.3.4. Status – Service access	42
7.3.5. Status – Radio link statistics	42
7.4. Link settings	43
7.4.1. General	43
7.4.2. Radio	45
7.4.3. Service access	47
7.4.4. Alarms	55
7.5. Switch settings	58
7.5.1. Status	58
7.5.2. Interface	66
7.5.3. QoS	82
7.5.4. Advanced	85
7.6. Tools	109
7.6.1. Maintenance	109
7.6.2. Live data	117
7.6.3. History	120
7.6.4. Logs	124

7.6.5. Programs	125
7.7. Help	129
8. Command Line Interface	133
9. Troubleshooting	134
10. Technické parametry	135
10.1. Obecné parametry	135
10.1.1. Přehled technických parametrů	135
10.1.2. Link speed	137
10.2. Struktura tabulek jmenovitých frekvencí	139
10.3. RAY2-10 parameters	140
10.3.1. Upper/Lower Limits	140
10.3.2. Radio parameters	141
10.3.3. Nominal frequencies, band 10.30 – 10.59 GHz	144
10.3.4. Nominal frequencies, band 10.15 – 10.65 GHz	147
10.4. RAY2-11 A,B parameters	151
10.4.1. Upper/Lower Limits	151
10.4.2. Radio parameters	152
10.4.3. Nominal frequencies, duplex 490 MHz	155
10.4.4. Nominal frequencies, duplex 530 MHz	161
10.5. RAY2-11 C,D parameters	167
10.6. RAY2-17 parameters	168
10.6.1. Upper/Lower Limits	168
10.6.2. Radio parameters	169
10.6.3. Nominal frequencies	172
10.7. RAY2-24 parameters	179
10.7.1. Upper/Lower Limits	179
10.7.2. Radio parameters	180
10.7.3. Nominal frequencies 24.00-24.25 GHz	183
10.7.4. Nominal frequencies 24.05-24.25 GHz	190
10.7.5. Nominal frequencies 24.00-24.15 GHz	197
11. Bezpečnost, prostředí, licence	202
11.1. Kmitočet	202
11.2. Dodržení RoHS a WEEE	202
11.3. Podmínky odpovědnosti za vady a instrukce pro bezpečný provoz zařízení	202
11.4. Důležitá upozornění	203
11.5. Odpovědnost za vady	204
11.6. Prohlášení o shodě	205
Přílohy	209
Bloková schémata jednotky	210
Rejstřík	211
A. Přehled revizí	213

Seznam tabulek

3.1. Význam stavových LED	15
3.2. Přehled antén	16
3.3. Objednací kódy	17
7.1. Advanced menu - tabulkový přehled	85
7.2. Egress mode	90
7.3. VID rámce	107
10.1. Technické parametry	135

Úvodní poznámka

Tento manuál obsahuje pouze výběr kapitol dostačující pro nastavení a pro práci se zařízením. Kompletní manuál v angličtině je dostupný na www.racom.eu¹.

Rozšiřující kapitoly jsou k dispozici v anglické verzi manuálu. Na jejich místě je zde uveden příslušný odkaz.

¹ <http://www.racom.eu/eng/products/m/ray2/index.html>

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 nenesе 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

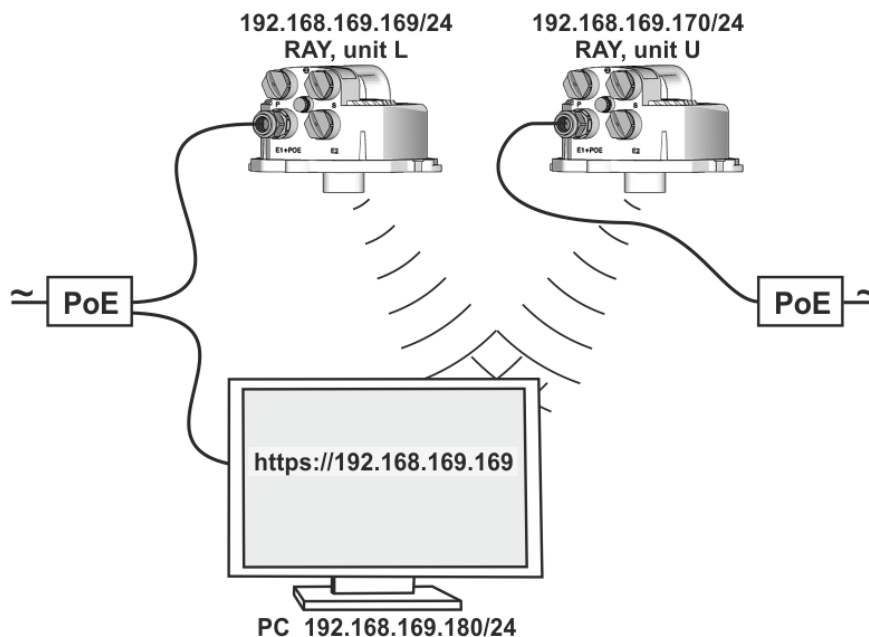
Všechny obchodní značky a názvy výrobků, použité v tomto návodu, jsou ve vlastnictví jejich případných vlastníků.

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, nenesе zodpovědnost za náhodné, neúmyslné nebo podobné škody vzniklé používáním výrobků společnosti RACOM. RACOM neposkytuje uživatelům žádnou záruku vhodnosti a použitelnosti výrobků pro jejich konkrétní aplikaci.
- Výrobky společnosti RACOM nejsou vyvíjeny, navrženy a testovány pro použití v aplikacích, které mohou přímo ovlivňovat zdraví nebo životní funkce osob nebo zvířat, ani jako součást podobně důležitých systémů. RACOM nedává žádnou záruku, pokud jeho výrobky budou v takových aplikacích použity.

Stručný návod

- Defaultní adresy jednotky RAY2 jsou:
 - 192.168.169.169/24 - jednotka označená L
 - 192.168.169.170/24 - jednotka označená U
- 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* – zapíšeme adresu 192.168.169.180 a masku 255.255.255.0 a dvakrát potvrdíme OK.
- Obě jednotky spoje RAY2 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 RAY2, např. 192.168.169.169. Přihlásíme se jménem *admin* a heslem *admin*.
- Menu *Status* poskytne informace o spoji.
- Menu *Link settings – Radio* umožňuje měnit parametry kanálu rádio a ethernet, v menu *Link settings – Service Access – Users* lze změnit přístupové parametry.
- Pokračujeme podle kapitoly Podrobný průvodce nastavením.



Obr. 1: Konfigurace spoje

Seznam dokumentace

Uživatelské manuály

- **Mikrovlnný spoj RAY2** - tento dokument
Uživatelský manuál RAY2-10, RAY2-11, RAY2-17, RAY2-24
- **Mikrovlnný spoj RAY11, 17, 24**¹
Uživatelský manuál RAY11, RAY17, RAY24
- **Mikrovlnný spoj RAY10**²
Uživatelský manuál RAY10

Datasheet

- **RAY2 - Datasheet**³
- **RAY - Datasheet**⁴
- **RAY - SCADA Backbone**⁵ - anglicky

Aplikační poznámky

- **RAY - Aplikační poznámky**⁶ - anglicky

Obsah balení

- 2 ks RAY2
- 2 ks Sada průchodek s konektory
- 1 ks Silikonové mazivo

¹ <http://www.racom.eu/cz/products/m/ray17/index.html>

² <http://www.racom.eu/cz/products/m/ray/index.html>

³ http://www.racom.eu/download/hw/ray/free/cz/00_letaky/datasheet_RAY2_cz.pdf

⁴ http://www.racom.eu/download/hw/ray/free/cz/00_letaky/datasheet_RAY_cz.pdf

⁵ http://www.racom.eu/download/hw/ray/free/eng/00_letaky/leaflet_RAY_scada_en.pdf

⁶ http://www.racom.eu/download/hw/ray/free/cz/01_ray/RAY-AppNote-en.pdf

1. RAY2 – Mikrovltný spoj

Mikrovltný spoj RAY2 je navržen jako vysokorychlostní bezdrátová point-to-point bridge pro přenos dat podle nejnovějších požadavků na bezdrátové komunikační zařízení.

RAY2 pracuje s rozhraním ethernet a může být použit v páteřní síti stejně jako pro last-mile terminál. Mikrovltný spoj splňuje nejpřísnější kritéria norem ETSI, zejména pokud jde o odolnost proti rušení, vysokou citlivost přijímače a vysoký výstupní výkon pro dosažení maximální délky spoje. 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. Mikrovltné spoje RAY2 mohou být provozovány i jako zařízení krátkého dosahu (Short Range Device - SRD).

Základní vlastnosti:

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

Základní technické parametry viz 10 – „*Technické parametry*“



Poznámka

Tento uživatelský manuál popisuje použití spojů RAY2-xx.
Použití spojů RAY11, RAY17 a RAY24 je popsáno v User Manual RAY11,17,24¹.
Použití spoje RAY10 je popsáno v RAY10 User Manual².

¹ <http://www.racom.eu/eng/products/m/ray17/index.html>

² <http://www.racom.eu/eng/products/m/ray/index.html>

2. Implementační poznámky

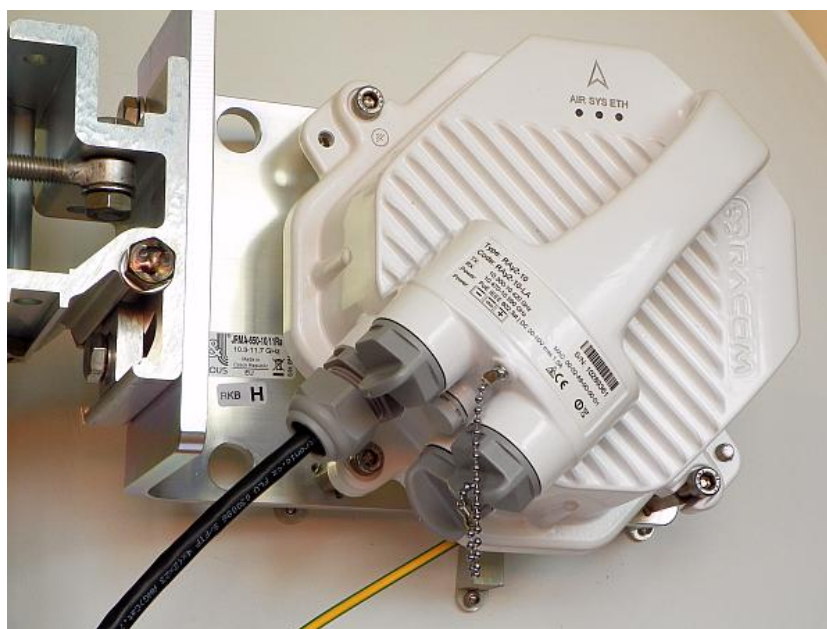
<http://www.racom.eu/eng/products/m/ray2/calcul.html>

Tato kapitola manuálu v angličtině obsahuje sekce:

1. Link calculation
2. Example of microwave link design

3. Produkt

Mikrovlnné spoje RAY2 jsou určeny pro přenos dat v placených i neplacených 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. Mikrovlnné spoje RAY2 mohou být provozovány i jako zařízení krátkého dosahu (Short Range Device - SRD).



Obr. 3.1: RAY2 – Mikrovlnný spoj

Spoj je tvořen dvěma jednotkami v provedení FOD (Full Outdoor). V případě spojů RAY2-17 a RAY2-24 jsou obě jednotky hardwarově shodné. V případě spojů pracujících v licenčních pásmech vysílá jedna (označena L) ve spodní a přijímá v horní části pásma, zatímco druhá jednotka (označena U) naopak.

Spoje RAY2 jsou určeny k provozu s externími parabolickými anténami. K dispozici jsou antény různých výrobců.

Křížová polarizace - platí pouze pro spoje RAY2-17 a RAY2-24:

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. Montáž



Obr. 3.2: Mikrovlnný spoj RAY2 – anténa a jednotka FOD

Anténa je připevněna ke stožáru pomocí držáku seřiditelného ve dvou rovinách. Na anténě je pak namontována jednotka RAY2.

Možné jsou dvě montážní polohy – pro horizontální nebo vertikální polarizaci. Montáž a seřízení držáku jsou popsány v kapitole 6 – „Instalace“..



Poznámka

Jednotky RAY2-10 a RAY2-11 se montují se shodnou polarizací, zatímco jednotky RAY2-17 a RAY2-24 musí být montovány s polarizací opačnou, viz Křížová polarizace.

3.2. Konektory

Jednotka je vybavena těmito rozhraními:

- ETH1+POE – Gigabitový metalický Ethernet port. Přes tento port je možno jednotku napájet zdrojem PoE, který pracuje podle standardu IEEE 802.3at.
- ETH2 – Slot pro uživatelsky výměnný SFP modul. K dispozici je více typů optických modulů. Je možno použít single nebo duální mód vysílače. Rovněž lze použít SFP modul s metalickým rozhraním RJ45.
LED pro SFP status je umístěna vedle slotu.
- P – konektor pro DC napájení.
HW tlačítko pro servisní účely.
- S – servisní konektor USB.
Konektory pro indikaci RSS napětím.



Důležité

Důrazně se doporučuje používat kvalitní moduly SFP. Moduly uvedené v Příslušenství jsou v RACOMU důkladně testovány a je zaručena jejich správná funkce v jednotce RAY2. Je možno použít i jiné moduly SFP, ale RACOM nemůže zaručit jejich plnou kompatibilitu s jednotkami RAY2.

Funkce LED SFP status: Status LED je řízena přímo modulem SFP. Její funkce závisí na použitém modulu SFP. Typická funkce je indikace RSS. Je-li signál na vhodné úrovni, ani příliš slabý ani příliš silný, pak LED svítí.



Obr. 3.3: Konektory uzavřené



Obr. 3.4: Konektory odkryté



Důležité

Doporučuje se uzemnit ETH kabel **na obou jeho koncích**. Použijte na rozvaděči například konektor CON-RJ45-UBNT-CAT6 s uzemněným stíněním kabelu a stíněnou ETH zásuvku rovněž uzemněnou, podobně jako na konci u jednotky RAY2.

Všechny průchodky a zátky (včetně původních zátek na portech) musí být opatřeny Okroužky a pečlivě dotaženy. Jinak není jednotka chráněna proti vnikání vlhkosti a nemůže zaručovat správnou funkci.

Podrobnější popis v sekci Instalace - Konektory a Instalace - Spuštění.

3.3. Napájení

Mikrovlnná jednotka může být napájena z PoE nebo z DC zdroje:

- **Standardní PoE plus** (IEEE 802.3at) napájecí zdroj připojený na konektor "ETH1+POE". Dovolенý rozsah napětí je 40 — 60 V, vzdálenost do 100 m. Vnitřní zapojení pinů RJ45 je:
 - (V+) ... 1,2,4,5
 - (V-) ... 3,6,7,8

Je možno použít všech 8 pinů a nebo pouze 4 piny. Možnosti:

 - buď 4,5 (V+) a 7,8 (V-)
 - nebo 1,2 (V+) a 3,6 (V-)
 - nebo obojí současně
- **Běžný DC napájecí zdroj** připojený na 3-pinový konektor "P". Podporovaný rozsah napětí je 20 — 60 V.

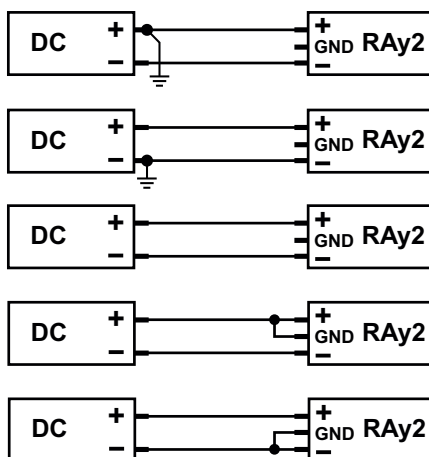


Důležité

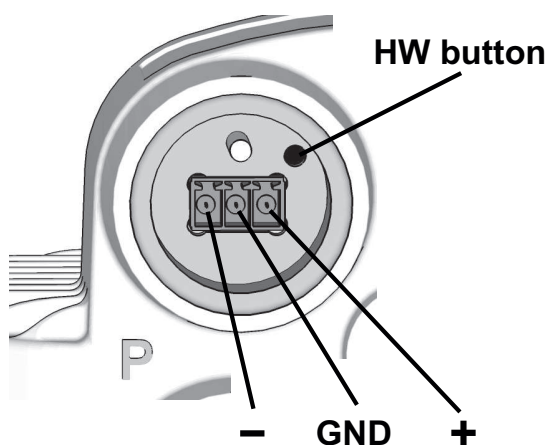
Mikrovlnná jednotka **nepodporuje** kombinaci obou způsobů napájení. Může být připojen pouze jeden napájecí zdroj.

Interní DC zdroj v jednotce používá galvanické oddělení. Jestliže je napájecí zdroj také galvanicky oddělený a je třeba uzemnit některou z napájecích větví (kladnou nebo zápornou), pak lze použít střední svorku 3-pinového DC konektoru k propojení kostry s příslušným vodičem, viz Možnosti zemnění (d),(e). Je-li uzemnění použito, pak se musí provést pouze jedním z obou způsobů: buď na straně DC zdroje a nebo na 3-pinovém konektoru jednotky RAY2.

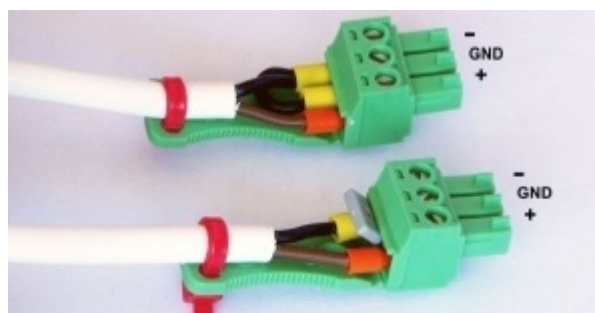
Následující obrázek uvádí všechny možnosti zemnění. Doporučujeme použít galvanicky oddělený DC zdroj a volnou střední svorku na jednotce RAY2 - Možnosti zemnění (c).



Obr. 3.5: Možnosti zemnění a, b, c, d, e

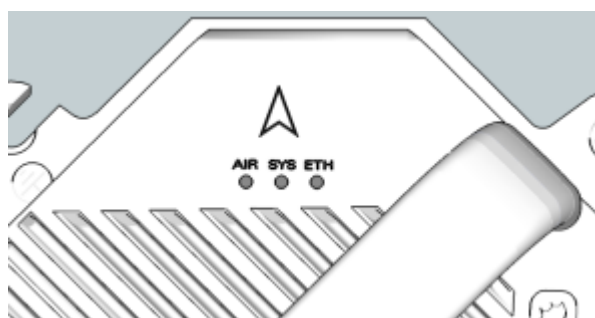


Obr. 3.6: Napájecí konektor 1



Obr. 3.7: Napájecí konektor 2

3.4. Stavové LED



Obr. 3.8: Stavové LED

Tab. 3.1: Význam stavových LED

Dioda	Barva	Funkce
ETH	Zelená	ETH1 port Bliká pomalu: probíhá Auto Negotiation Bliká: Linka 10/100/1000 je aktivní Trvale svítí: Linka 10/100/1000 je spojena
	Žlutá	ETH2 port Bliká pomalu: probíhá Auto Negotiation Bliká: Linka 10/100/1000 je aktivní Trvale svítí: Linka 10/100/1000 je spojena
SYS	Zelená	Trvale svítí: společně se SYS Červená - jednotka nabíhá Bliká pomalu: HW tlačítko stisknuto za chodu; provádění factory defaults; zápis Firmware, NEVYPÍNAT NAPÁJENÍ !!
	Červená	Trvale svítí: společně se SYS Zelená - jednotka nabíhá; závažná chyba systému Bliká pomalu: HW tlačítko stisknuto při náběhu jednotky Bliká krátce: jednotka je v servisním Linuxu
AIR	Zelená	Trvale svítí : AIR link OK
	Červená	Trvale svítí : AIR LOSS, ztráta spojení

Bliká pomalu 500 ms on / 500 ms off
 Bliká krátce 50 ms on / 950 ms off
 Bliká podle procházejících rámců

3.5. Technické parametry

Základní technické parametry jsou uvedeny v kapitole **Technické parametry**.

3.6. Rozměry

Komunikační jednotka ODU

- Vnější rozměry
- 244 x 244 x 157 mm
- Hmotnost
- RAY2-10 — 2.8 kg
 - RAY2-11 — 2.8 kg
 - RAY2-17 — 2.5 kg
 - RAY2-24 — 2.5 kg

Průměry dodávaných antén

Jednotky RAY2 jsou připraveny pro přímou montáž na Class 2 antény Jirous¹.
Technická data antén jsou dostupná na www.racom.eu².

Tab. 3.2: Přehled antén

10, 11 GHz		17 GHz		24 GHz	
38 cm	29.0 dBi	40 cm	34.8 dBi	40 cm	36.8 dBi
65 cm	35.5 dBi	68 cm	38.6 dBi	68 cm	41.7 dBi
90 cm	37.5 dBi	90 cm	41.0 dBi	90 cm	44.0 dBi
120 cm	41.0 dBi	120 cm	43.7 dBi	120 cm	46.6 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 podobné:

- Type – označení řady spojů RAY2
- Code – přesné označení typu jednotky (podrobnosti viz 3.7 – „Objednací kódy“)
- S/N – výrobní číslo, linka sestává ze dvou jednotek se dvěma různými čísly
- QR code - [www](http://www.racom.eu) linka na nejnovější verzi User manuálu
- Označení polarity DC napájecího konektoru



Obr. 3.9: Výrobní štítek

¹ <http://en.jirous.com/>

² http://www.racom.eu/eng/products/microwave-link.html#accessories_jirous

3.7. Objednací kódy

Lower a Upper jednotky musí být objednány ve správné dvojici (ze stejného řádku tabulky). Toto neplatí pro spoje RAY2-17 a RAY2-24, kde se používá shodná jednotka pro obě strany spoje.

Tab. 3.3: Objednací kódy

Typ	Kmitočet		Objednací kód	
	Lower [GHz]	Upper [GHz]	Lower unit	Upper unit
10 GHz	10.30 – 10.42	10.47 – 10.59	RAY2-10-LA	RAY2-10-UA
	10.125 – 10.325	10.475 – 10.675	RAY2-10-LB	RAY2-10-UB
11 GHz	10.695 – 10.970	11.185 – 11.460	RAY2-11-LA	RAY2-11-UA
	10.935 – 11.195	11.425 – 11.695	RAY2-11-LB	RAY2-11-UB
17 GHz	17.100 – 17.300		RAY2-17	
18 GHz ¹⁾	17.700 – 18.209	18.710 – 19.219	RAY2-18-LA	RAY2-18-UA
	18.167 – 18.690	19.177 – 19.700	RAY2-18-LB	RAY2-18-UB
24 GHz	24.000 – 24.250		RAY2-24	

ver 5.0

1) RAY2-18 není dosud v nabídce

Produktový klíč sestává ze tří částí:

Typ výrobku RAY2

Typ produktového klíče.

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

Uživatelská rychlost bez klíče je nejnižší možná pro příslušný hw.

Hodnota produktového klíče. V případě uživatelské rychlosti udává Mbps. Možnosti 200, 360.

RAY2-SW- 360

Aktuálně možné klíče:

- **RAY2-SW-200** ... uživatelská rychlost RAY2 max. 200 Mbps, platí pro RAY2-10, 11, 17, 18, 24
- **RAY2-SW-360** ... uživatelská rychlost RAY2 max. 360 Mbps, platí pro RAY2-10, 11, 17, 18, 24

4. Příslušenství

4.1. Přehled

RACOM-PART-NUMBER Krátký popis

Anténa Jirous

ANT-JRMA-380-10/11R	Parabolická anténa 0.38m 10-11GHz s držákem 28.0-29.0 dBi Class2
ANT-JRMA-650-10/11R	Parabolická anténa 0.65m 10-11GHz s držákem 34.1-35.5 dBi Class2
ANT-JRMB-900-10/11R	Parabolická anténa 0.9m 10-11GHz s držákem 37.0-37.5 dBi Class2
ANT-JRMB-1200-10/11R	Parabolická anténa 1.2m 10-11GHz s držákem 40.0-41.0 dBi Class2
ANT-JRMB-400-17R	Parabolická anténa 0.4m 17 GHz s držákem 34.8 dBi Class2
ANT-JRMB-680-17R	Parabolická anténa 0.68m 17 GHz s držákem 38.6 dBi Class2
ANT-JRMB-900-17R	Parabolická anténa 0.9m 17 GHz s držákem 41.0 dBi Class2
ANT-JRMB-1200-17R	Parabolická anténa 1.2m 17 GHz s držákem 44.6 dBi Class2
ANT-JRMB-400-24R	Parabolická anténa 0.4 m 24 GHz s držákem 36.8 dBi Class 2
ANT-JRMB-680-24R	Parabolická anténa 0.68m 24 GHz s držákem 41.7 dBi Class2
ANT-JRMB-900-24R	Parabolická anténa 0.9 m 24 GHz s držákem 44.0 dBi Class 2
ANT-JRMB-1200-24R	Parabolická anténa 1.2 m 24 GHz s držákem 46.6 dBi Class 2

Montážní kit pro anténu

SET-RAY10-ANW	Montážní sada RAY10/11 Antenna Andrew 60, 100
SET-RAY10-ARK	Montážní sada RAY10/11 Antenna Arkivator 30, 60, 99, 120
SET-RAY17-ANW	Montážní sada RAY17 Antenna Andrew 30, 60, 100
SET-RAY17-ARK	Montážní sada RAY17 Antenna Arkivator 30, 60, 99
SET-RAY24-ANW	Montážní sada RAY24 Antenna Andrew 30, 60, 100
SET-RAY24-ARK	Montážní sada RAY24 Antenna Arkivator 30, 60, 99, 120

Montážní kit pro ohebný vlnovod

SET-RAY-FX-R100	Montážní sada RAY2 pro přírubu R100
SET-RAY-FX-R120	Montážní sada RAY2 pro přírubu R120

Sada kabelových průchodek

SET-RAY2-CON-B	Základní sada kabelových průchodek a konektorů
SET-RAY2-EXT35	Prodloužení kabelové průchodky, PG21, 35 mm
SET-RAY2-EXT-F50	Prodloužení kabelové průchodky PG21, Flexi, 50cm

Napájecí zdroj DC

PWS-AC/DC-AD-55B	Napájecí zdroj 90-260 VAC / 50 W při 27.6 VDC MeanWell
------------------	--

Napájecí zdroj PoE

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

Napájecí zdroj PoE 4x Eth

PWR-POE125U-4AT-N	Napájecí zdroj PoE 4xEth 90-264 VAC/ 33.6 W/Port 0/+40°C Phihong
-------------------	--

Držák pro napájecí zdroj

HOL-POE-PHI-1A	DIN rail držák pro PoE Phihong
HOL-POE-PHI-4A	19" Rack držák pro 1xPOE125U-4-AT-N Phihong
Přepět'ová ochrana	
OTH-DL-1GRJ45	Přepět'ová ochrana 1Gb Eth Cat.6 LPZ0B-LPZ1 IP20 -40/+85°C
OTH-DL-CAT.6-60V	Přepět'ová ochrana 1Gb Eth Cat.6 LPZ2-LPZ3 IP20 -40/+85°C
Kabel CAT5e, CAT7	
CAB-CAT5E-FTP-TLD	Dvouplášťový venkovní kabel FTP Cat5e TELDOR
CAB-S/FTP 4x	Dvouplášťový venkovní kabel FTP Cat7 PEWTRONIC
Konektor CAT6	
CON-RJ45-UBNT-CAT6	Konektor TC-CON, STP RJ45, Cat6, 8p8c, wire, pleated, AWG24, UBNT
SET-RAY2-TLG-EXT35	Set RJ45 konektor (Telegärtner) a prodloužení průchodky (35mm)
SFP modul RJ45	
SFP-RJ45-AVAGO	SFP modul, RJ45 rozhraní, -40°C až +85°C, Avago
SFP modul optický	
SFP-DLC-APAC	SFP module, 2-fibres, LC, 10km, -40°C to +85°C, APAC Opto
Fibre cable patchcord/pigtail	
CAB-FIB-2F-DLC/DLC-OFA-5m	Fibre patch cord, 2-fibres, single mode, LC-connector — LC-connector, OFA, 5 m
CAB-FIB-1F-LC/LC-OFA-5m	Fibre patch cord, 1-fibre, single mode, LC-connector — LC-connector, OFA, 5 m
CAB-FIB-2F-DLC/x-OFA-5m	Fibre pigtail, 2-fibres, single mode, LC-connector — loose end, OFA, 5 m
CAB-FIB-1F-LC/x-OFA-5m	Fibre pigtail, 1-fibre, single mode, LC-connector — loose end, OFA, 5 m
DC & Fibre cable patchcord	
CAB-HYB-2F-DLC/DLC-OFA-030m	DC power cable - Fibre: patchcord, 2-fibres
DC kabel	
CAB-DC-2x1.5	DC power cable 2x1.5 mm, silicone rubber
DC přepět'ová ochrana	
OTH-DP-024	Přepět'ová ochrana, DC 24V, LPZ1-LPZ2, IP20, -40/+85°C , Saltek
Zemnicí sada RAY	
KIT-GROUDING-1/4"	Zemnicí sada pro anténní kabel
KIT-GROUDING-RAY	Zemnicí sada pro uzemnění stožáru
Adaptéry pro servisní přístup	
OTH-W1-WIFI	Wifi adaptér
SET-X5-ETH/USB	Ethernet adaptér

4.2. 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.¹

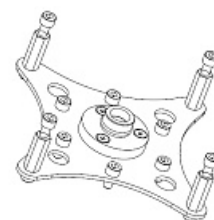
- viz Přehled typů
- Přehled parametrů² antén



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.

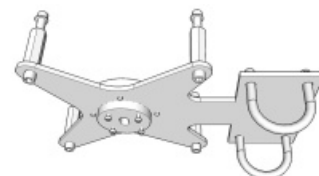
- viz Přehled typů
- Držák pro montáž jednotky FOD na anténu.



Montážní kit pro ohebný vlnovod

Jednotka RAY2 může být připojena k anténě ohebným vlnovodem.

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



Sada kabelových průchodek

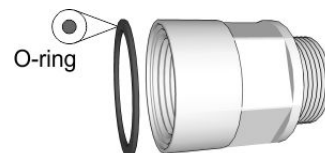
- **SET-RAY2-CON-B**
- Základní sada kabelových průchodek a konektorů obsahuje:
 - 3 ks standardní průchodka PG21 s maticí
 - 2 ks zátka Racom
 - 3 ks O-kroužek
 - 2 ks gumové těsnění malého průměru
 - 3 ks gumové těsnění středního průměru
 - 2 ks gumové těsnění velkého průměru
 - 1 ks DC konektor
 - 1 ks upevňovací páska
 - 1 ks propojka konektoru
 - 1 ks RJ-45 konektor ethernet



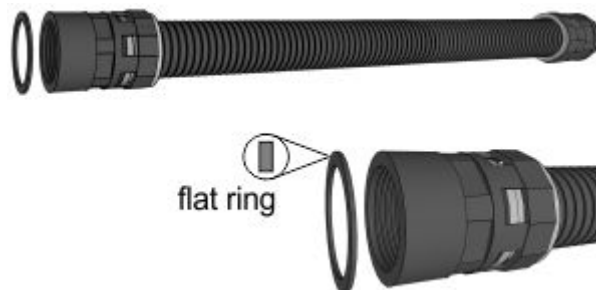
¹ <http://www.racom.eu/cz/products/mikrovlInny-spoj-ray.html#calculation>

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

- **SET-RAY2-EXT35**
- Prodloužení kabelové průchodky, PG21, 35 mm
- O-kroužek



- **SET-RAY2-EXT-F50**
- Prodloužení kabelové průchodky PG21, Flexi, 50cm
- orig. part no: LPA6-23N-0.5m, RKG-23P21N, RKF-23P21N, 2xORC-23, flat ring FSN-P21



Napájecí zdroj DC

- **PWS-AC/DC-AD-55B**
- orig. part no: AD-55B
- Napájecí zdroj pro jednotku FOD, 50 W, 24 V, s funkcí UPS, MeanWell
- Datasheet³



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 AC⁴



- **PWR-POE36D-1AT**
- orig. part no: POE36D-1AT
- Vstup 36 až 72 VDC / 1.2 A, Výstup 56 V / 33.6 W, Phihong
- Datasheet DC⁵

Napájecí zdroj PoE 4x Eth

- **PWR-POE125U-4AT-N**
- orig. part no: POE125U-4AT-(x)
- Napájecí zdroj pro jednotku FOD, 4x 33 W, 4x Eth, Phihong
- Datasheet⁶



³ http://www.racom.eu/download/hw/ray/free/eng/07_prislusenstvi/PWS-AC-DC-AD-55B.pdf

⁴ http://www.racom.eu/download/hw/ray/free/eng/07_prislusenstvi/PWR-POE36U-1AT.pdf

⁵ http://www.racom.eu/download/hw/ray/free/eng/07_prislusenstvi/PWR-POE36D-1AT.pdf

⁶ http://www.racom.eu/download/hw/ray/free/eng/07_prislusenstvi/PWR-POE125U-4AT-N.pdf

Držák pro napájecí zdroj

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

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



Přepětová ochrana

- **OTH-DL-1GRJ45**
- orig. part no: DL-1GRJ45
- Ochrana proti napěťovým špičkám
- Datasheet⁷

- **OTH-DL-CAT.6-60V**
- orig. part no: DL-Cat. 6-60 V
- Datasheet⁸



Kabel CAT5e

- **CAB-CAT5E-FTP-TLD**
- orig. part no: PLU030078
- Kabel Cat.5e pro připojení jednotky FOD k síti, TELDOR
- Datasheet⁹



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.
- Datasheet¹⁰



⁷ http://www.racom.eu/download/hw/ray/free/eng/07_prislusenstvi/OTH-DL-1GRJ45.pdf

⁸ http://www.racom.eu/download/hw/ray/free/eng/07_prislusenstvi/OTH-DL-CAT-6-60V.pdf

⁹ http://www.racom.eu/download/hw/ray/free/eng/07_prislusenstvi/CAB-CAT5E-FTP-TLD.pdf

¹⁰ http://www.racom.eu/download/hw/ray/free/eng/07_prislusenstvi/CAB-SFTP-4x.pdf

Konektor CAT6

- **CON-RJ45-UBNT-CAT6**
- orig. part no: TC-CON connector STP RJ45
STP RJ45 /Cat6 / 8p8c / wire/ gold plated/ AWG24, UBNT
- **SET-RAY2-TLG-EXT35**
- orig. part no: Telegärtner MFP8 Cat.6A AWG 22-27
Connector RJ45, Cat6A, AWG 24-22, Telegärtner
+ Racom SET-RAY2-EXT35
- Set RJ45 konektor (Telegärtner) a prodloužení průchodky
(35mm). Vhodné pro kabely AWG24-22 (Cat5e, Cat6A, Cat7).
- Datasheet¹¹



SFP modul RJ45

- **SFP-RJ45-AVAGO**
- orig. part no: ABCU-5730ARZ
SFP module, RJ45 interface, -40°C to +85°C , Avago
- Datasheet¹²



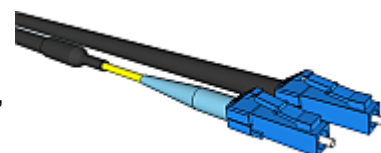
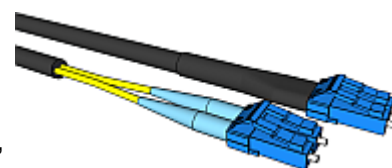
SFP modul optický

- **SFP-DLC-APAC**
- orig. part no: LS38-C3S-TI-N-DD
SFP module, 2-fibres, LC, 10km, -40°C to +85°C, APAC Opto
- Datasheet¹³



Optický outdoor patchcord / outdoor pigtail

- **CAB-FIB-2F-DLC/DLC-OFA-5m**
- orig. part no: DLCRAC2Fyyy
patchcord, 2-fibres, single mode, LC-connector — LC-connector,
yyy meters, OFA
- **CAB-FIB-1F-LC/LC-OFA-5m**
- orig. part no: LCRAC1Fyyy
patchcord, 1-fibre, single mode, LC-connector — LC-connector,
yyy meters, OFA

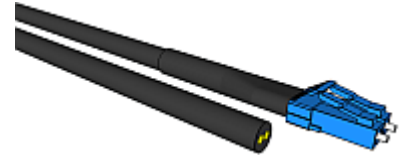


¹¹ http://www.racom.cz/download/hw/ray/free/eng/07_prislusenstvi/SET-RAY2-TLG-EXT35.pdf

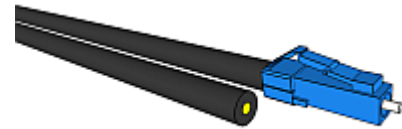
¹² http://www.racom.cz/download/hw/ray/free/eng/07_prislusenstvi/SFP-RJ45-AVAGO.pdf

¹³ http://www.racom.eu/download/hw/ray/free/eng/07_prislusenstvi/SFP-DLC-APAC.pdf

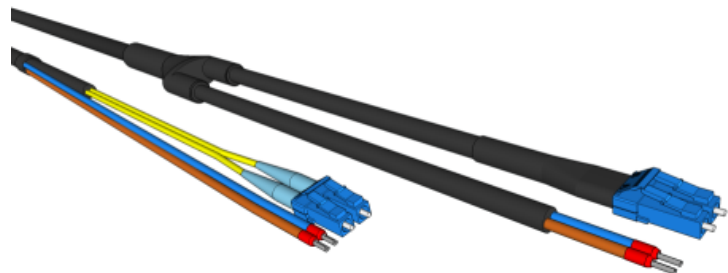
- **CAB-FIB-2F-DLC/x-OFA-5m**
- orig. part no: DLC0RAC2Fyyy
pigtail, 2-fibres, single mode, LC-connector — loose end,
yyy meters, OFA



- **CAB-FIB-OFA-1F-LC/x-OFA-5m**
- orig. part no: LC0RAC1Fyyy
pigtail, 1-fibre, single mode, LC-connector — loose end,
yyy meters, OFA
- Datasheet¹⁴



Optický & DC outdoor kabel



-
- **CAB-HYB-2F-DLC/DLC-OFA-030m (příklad pro kabel délky 30m)**
- orig. part no: DLCHRAC2Fyyy Phoenix Microwave Hybrid Cable LSOH, yyy meters, OFA
DC: 2x1.5mm²; fibre: patchcord, 2-fibres, single mode, LC-connector — LC-connector
- Datasheet¹⁵

DC kabel

- **CAB-DC-2x1.5**
- orig. part no: V05SS-F 2Dx1.50
silicone rubber, 2x1.5 mm², -40 to +60°C, ProPS
- Datasheet¹⁶



Přepěťová ochrana pro DC napájení

- **OTH-DP-024**
- orig. part no: DC 24V
LPZ1-LPZ2, IP20, -40/+85°C, Saltek
- Datasheet¹⁷



¹⁴ http://www.racom.eu/download/hw/ray/free/eng/07_prislusenstvi/CAB-FIB-OFA.pdf

¹⁵ http://www.racom.cz/download/hw/ray/free/eng/07_prislusenstvi/CAB-HYB-OFA.pdf

¹⁶ <https://webservice-new.racom.eu/main/eshop.detail?i=193>

¹⁷ http://www.racom.eu/download/hw/ray/free/eng/07_prislusenstvi/OTH-DP-024.pdf

Uzemňovací sada RAY

- **KIT-GROUDING-1/4"**
- Souprava pro uzemnění kabelu Cat.7 S/FTP 4x(2x23 AWG) cable. Pewtronic.
- Podrobněji Instalace - Zemnění
- Datasheet¹⁸
- **KIT-GROUDING-RAY**
- Souprava pro uzemnění zařízení RAY2 ke stožáru. Obsahuje svorku ZSA16, zemnicí pásku a kabel s uzemňovacím okem.
- Podrobněji Instalace - Zemnění
- Datasheet¹⁹



Přístupové adaptéry

- **OTH-W1-WIFI**
- Wifi adaptér pro servisní přístup do webového rozhraní přes USB konektor. RAY2 obsahuje vestavěný DHCP server pro max. 6 připojení. Pro přístup do RAY2 použijte pevnou IP adresu 169.254.169.168 (jednotka Lower) nebo 169.254.170.168 (jednotka Upper).
- **SET-X5-ETH/USB**
- Ethernet adaptér pro servisní přístup do webového rozhraní přes USB konektor. RAY2 obsahuje vestavěný DHCP server pro max. 6 připojení. Pro přístup do RAY2 použijte pevnou IP adresu 169.254.169.168 (jednotka Lower) nebo 169.254.170.168 (jednotka Upper).



Podrobnější popis

See www.racom.eu, Mikrovlnné spoje, Příslušenství²⁰

E-shop

Příslušenství objednáte nejspodněji zde:

E-shop RACOM²¹

V E-shopu použijte vyhledávač Ctrl+F a RACOM-PART-NUMBER hledané položky.

¹⁸ http://www.racom.eu/download/hw/ray/free/eng/07_prislusenstvi/KIT-GROUDING-RAY.pdf

¹⁹ http://www.racom.eu/download/hw/ray/free/eng/07_prislusenstvi/ZSA16-en.pdf

²⁰ <http://www.racom.eu/eng/products/microwave-link.html#accessories>

²¹ <https://webservice-new.racom.eu/main/eshop.list?a=1&t=10>

5. Podrobný průvodce nastavením

Následující kapitoly Vás provedou přípravou, instalací a zprovozněním spoje RAY2 v postupných krocích:

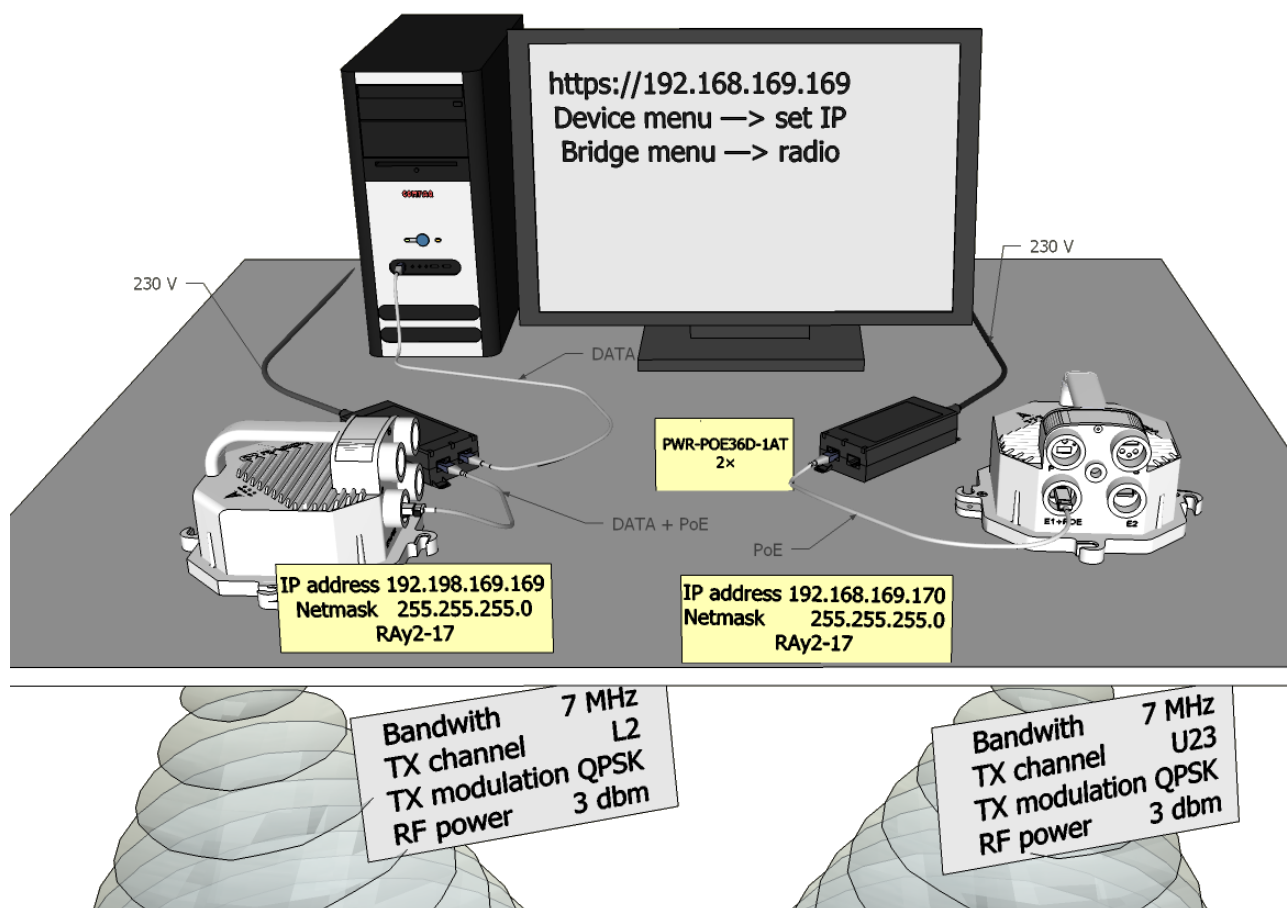
- Kontrola před instalací
- Instalace (6 – „*Instalace*“)
- Pokročilá konfigurace (7 – „*Konfigurace*“)
- Řešení problémů (9 – „*Troubleshooting*“)

Kontrola před instalací

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

Obě jednotky bez antén mohou ležet na stole, připojovací příruby směřují rovnoběžně šikmo vzhůru, na nekovovém stole i kolmo dolů. V případě jednotek RAY2-17 a RAY2-24, natočíme držadla jednotek přibližně kolmo na sebe. V případě jednotek pracujících v licenčních pásmech (RAY2-10, RAY2-11) natočíme držadla jednotek přibližně rovnoběžně. Kabelem ethernet připojíme každou jednotku ke zdroji PoE, k jednomu z nich připojíme také configurační PC.

Dále popsanými kroky navážeme komunikaci PC – RAY2 a provedeme základní konfiguraci.



Obr. 5.1: Konfigurace linky (RAY2-17, držadla kolmo k sobě)



Varování

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

5.1. Servisní přístup

Spoj RAY2 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 Konfigurace - Link settings - Service access tohoto manuálu.

Po navázání spojení vstoupíme do menu *Service access* 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 jednotky **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 Hhttps certificate

5.1.1. Menu Link 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 RAY2 Microwave Link configuration interface. The top bar displays 'Local: Unit-A / 06:48', 'Link: Ok', and 'Peer: Unit-B / 06:45:15'. The left sidebar contains a navigation menu with categories: Status, Link settings (selected), Switch settings, Tools, and Help. Under 'Link settings', 'General' is selected. The main area shows a comparison of settings for Local and Peer units.

	Local	Peer
Unit code	RAY2-17	RAY2-17
Serial no.	101234353	10233353
IPv4 address	<u>192.168.141.226/24</u>	<u>192.168.141.227/24</u>
Station name	<input type="text" value="Unit-A"/>	<input type="text" value="Unit-B"/>
Station location	<input type="text" value="Site-A"/>	<input type="text" value="Site-B"/>
Date	2015-04-02	2015-04-02
Time	06:45:16	06:45:15
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="17 m"/>	<input type="text" value="17 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"/>

At the bottom of the configuration area, there are five buttons: Apply, Cancel, Refresh, Show defaults, and Show backup.

Obr. 5.2: Menu Link settings - General

5.1.2. Menu Link settings – Service access – Services

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

Status	Local: RAY2-17L / 11:02	Link: <u>OK</u>	Peer: RAY2																																				
Link settings	Services USB accessories Users																																						
General	Service access																																						
Radio	<table border="1"> <thead> <tr> <th></th> <th>Local</th> <th>Peer</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Service channel</td> <td>direct</td> <td>direct</td> </tr> <tr> <td>IPv4 address - Local</td> <td>192.168.141.226</td> <td>192.168.141.227</td> </tr> <tr> <td>IPv4 address - Peer</td> <td>192.168.141.227</td> <td>192.168.141.226</td> </tr> <tr> <td>Netmask</td> <td>24 255.255.255.0</td> <td>24 255.255.255.0</td> </tr> <tr> <td>Gateway</td> <td>192.168.141.254</td> <td>192.168.141.254</td> </tr> <tr> <td>Management VLAN</td> <td> <table border="1"> <thead> <tr> <th>VID</th> <th>Protocol</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td><input type="checkbox"/> 1</td> <td>802.1q</td> </tr> <tr> <td><input type="checkbox"/> 4094</td> <td>802.1q</td> </tr> </tbody> </table> </td> <td> <table border="1"> <thead> <tr> <th>VID</th> <th>Protocol</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td><input type="checkbox"/> 1</td> <td>802.1q</td> </tr> <tr> <td><input type="checkbox"/> 4094</td> <td>802.1q</td> </tr> </tbody> </table> </td> </tr> <tr> <td>Internal VLAN</td> <td><input type="checkbox"/> 2</td> <td><input type="checkbox"/> 2</td> </tr> </tbody> </table>				Local	Peer	Service channel	direct	direct	IPv4 address - Local	192.168.141.226	192.168.141.227	IPv4 address - Peer	192.168.141.227	192.168.141.226	Netmask	24 255.255.255.0	24 255.255.255.0	Gateway	192.168.141.254	192.168.141.254	Management VLAN	<table border="1"> <thead> <tr> <th>VID</th> <th>Protocol</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td><input type="checkbox"/> 1</td> <td>802.1q</td> </tr> <tr> <td><input type="checkbox"/> 4094</td> <td>802.1q</td> </tr> </tbody> </table>	VID	Protocol	<input type="checkbox"/> 1	802.1q	<input type="checkbox"/> 4094	802.1q	<table border="1"> <thead> <tr> <th>VID</th> <th>Protocol</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td><input type="checkbox"/> 1</td> <td>802.1q</td> </tr> <tr> <td><input type="checkbox"/> 4094</td> <td>802.1q</td> </tr> </tbody> </table>	VID	Protocol	<input type="checkbox"/> 1	802.1q	<input type="checkbox"/> 4094	802.1q	Internal VLAN	<input type="checkbox"/> 2	<input type="checkbox"/> 2
	Local	Peer																																					
Service channel	direct	direct																																					
IPv4 address - Local	192.168.141.226	192.168.141.227																																					
IPv4 address - Peer	192.168.141.227	192.168.141.226																																					
Netmask	24 255.255.255.0	24 255.255.255.0																																					
Gateway	192.168.141.254	192.168.141.254																																					
Management VLAN	<table border="1"> <thead> <tr> <th>VID</th> <th>Protocol</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td><input type="checkbox"/> 1</td> <td>802.1q</td> </tr> <tr> <td><input type="checkbox"/> 4094</td> <td>802.1q</td> </tr> </tbody> </table>	VID	Protocol	<input type="checkbox"/> 1	802.1q	<input type="checkbox"/> 4094	802.1q	<table border="1"> <thead> <tr> <th>VID</th> <th>Protocol</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td><input type="checkbox"/> 1</td> <td>802.1q</td> </tr> <tr> <td><input type="checkbox"/> 4094</td> <td>802.1q</td> </tr> </tbody> </table>	VID	Protocol	<input type="checkbox"/> 1	802.1q	<input type="checkbox"/> 4094	802.1q																									
VID	Protocol																																						
<input type="checkbox"/> 1	802.1q																																						
<input type="checkbox"/> 4094	802.1q																																						
VID	Protocol																																						
<input type="checkbox"/> 1	802.1q																																						
<input type="checkbox"/> 4094	802.1q																																						
Internal VLAN	<input type="checkbox"/> 2	<input type="checkbox"/> 2																																					
> Service access	Services																																						
Alarms	<table border="1"> <thead> <tr> <th></th> <th>Local</th> <th>Peer</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Web server</td> <td>on</td> <td>on</td> </tr> <tr> <td>CLI (telnet)</td> <td><input type="checkbox"/></td> <td><input type="checkbox"/></td> </tr> <tr> <td>CLI (SSH)</td> <td>on</td> <td>on</td> </tr> <tr> <td>SNMP</td> <td><input type="checkbox"/></td> <td><input type="checkbox"/></td> </tr> <tr> <td>SNMP community string</td> <td>racom-snmp</td> <td>racom-snmp</td> </tr> <tr> <td>SNMP trap IP</td> <td>0.0.0.0</td> <td>0.0.0.0</td> </tr> <tr> <td>LED indicators</td> <td><input checked="" type="checkbox"/></td> <td><input checked="" type="checkbox"/></td> </tr> <tr> <td>Internal link watchdog</td> <td><input type="checkbox"/></td> <td><input type="checkbox"/></td> </tr> </tbody> </table>				Local	Peer	Web server	on	on	CLI (telnet)	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	CLI (SSH)	on	on	SNMP	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	SNMP community string	racom-snmp	racom-snmp	SNMP trap IP	0.0.0.0	0.0.0.0	LED indicators	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	Internal link watchdog	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>									
	Local	Peer																																					
Web server	on	on																																					
CLI (telnet)	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>																																					
CLI (SSH)	on	on																																					
SNMP	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>																																					
SNMP community string	racom-snmp	racom-snmp																																					
SNMP trap IP	0.0.0.0	0.0.0.0																																					
LED indicators	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>																																					
Internal link watchdog	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>																																					
Switch settings	<p>Note: Individual SNMP traps can be activated at Alarms > Config.</p>																																						
Status	<p>Apply Cancel Refresh Show defaults Show backup</p>																																						
Interface																																							
QoS																																							
Advanced																																							
Tools																																							
Maintenance																																							
Live data																																							
History																																							
Logs																																							
Programs																																							
Help																																							

Obr. 5.3: Menu Link settings – Service access – Services

5.1.3. Menu Link 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 web interface for 'Link settings - Service access - Users'. The top status bar indicates 'Local: RAY2-17L / 09:22', 'Link: Ok', and 'Peer: RAY2'. The 'Users' tab is active, showing two sections: 'Local' and 'Peer'. Each section has a table with columns for Username, Group, Password, and SSH key. The 'Local' user 'admin' has group 'cli_super' and password 'Set'. The 'Peer' user 'admin' has group 'cli_super' and password 'Set'. There are 'Edit' and 'Delete' buttons for the local user. At the bottom, there are 'Add user', 'Refresh', and 'Mirror users' buttons. A note at the bottom states: 'Note: Local user accounts can be backed up at [Maintenance > Backup](#)'.

Obr. 5.4: Menu Link settings – Service access – Services

5.1.4. 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 podle typu hw. Podrobnosti viz kapitola Feature keys.

5.2. 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 *Link settings – Radio* a uložíme ji tlačítkem Apply. Opět pracujeme v obou jednotkách současně, jsou-li ve spojení, jinak konfigurujeme každou jednotku samostatně. Při oddělené konfiguraci dbáme na správné nastavení duplexního páru kanálů TX a RX. Má-li například jedna jednotka TX kanál L1, pak druhá jednotka musí mít kanál RX také L1.

5.3. Test linky

Ověříme funkčnost radiové linky.

- Přepneme do menu *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 *Link settings – Radio*) indikuje i okamžitý / max. povolený výkon a u hodnot SNR a RSS indikuje okamžitou / cílovou velikost hodnoty.
- Menu *Tools – Live data – 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 *Link 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 – Live data – RX constellation diagram*, provést Refresh.
- Můžeme vyzkoušet i pevnou modulaci - v menu *Link 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 – Live data – RX constellation diagram* můžeme sledovat kvalitu přijímaného signálu.

Ověříme funkčnost celého spoje:

- Je-li to možné, připojíme k oběma jednotkám RAY2 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 – RAY2 na PC – protější RAY2 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 antén a podmínek licence. Dle možností nastavíme výkon co nejvyšší.
- Poznamenejme si přístupové parametry z menu Service access, zejména IP adresy.
- Restart přerušením napájení pro ověření, že parametry jsou řádně uloženy a spoj se rozběhne.

Po této přípravě můžeme přikročit k instalaci v terénu.

6. Instalace

Základní konfigurace

Přístup do jednotek RAY

- ❶ Výchozí (defaultní) IP adresy: **192.168.169.169/24** (L unit) Username: admin
192.168.169.170/24 (U unit) Password: admin

Nastavte IP adresu počítače v rozsahu 192.168.169.1–255.

- ❷ Přístup přes webový prohlížeč – <https://192.168.169.169> (L unit)
nebo <https://192.168.169.170> (U unit).

Potvrďte bezpečnostní protokol https vydaný firmou RACOM.

- ❸ V případě, že obě jednotky jsou vzájemně spojeny, hlásí Link OK.
Pokud ne, dosměrujte správně antény. (viz obr.10)

Konfigurace a zálohování základních parametrů

Nastavte: Bandwith, TX/RX channel, Tx modulation, RF power, **IP address** (nepoužívejte výchozí adresy),

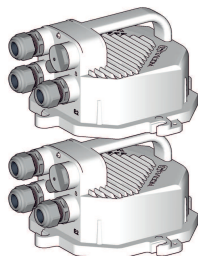
Access channels (SSH, HTTPS, ...)

Restartujte obě jednotky a zkontrolujte stav připojení (pro kontrolu správného uložení parametrů)

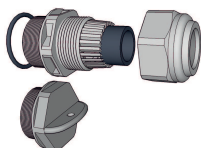
Zálohujte konfiguraci v menu Tools – Maintenance – Backup – Settings. Uložte záložní soubor do vašeho PC.

1. Materiál

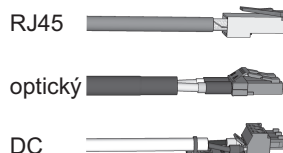
RAY2



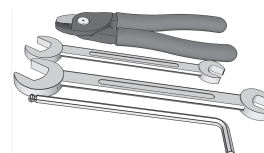
Průchodky a zátky



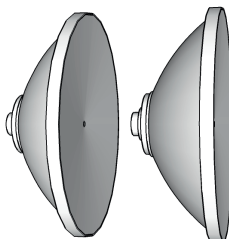
Konektory



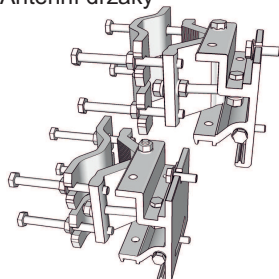
Nářadí RAYTool



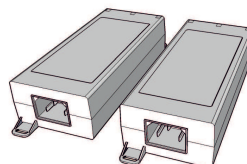
Antény



Anténní držáky



Napájecí zdroje



Mazací tuk



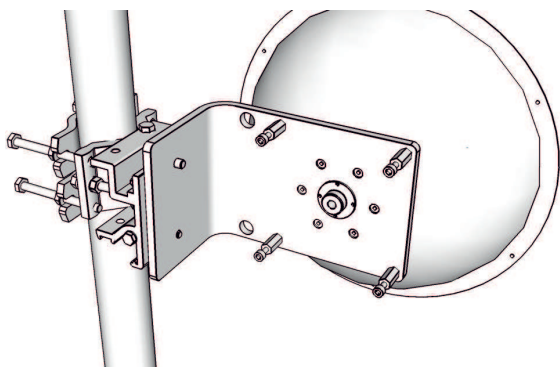
Voltmetr



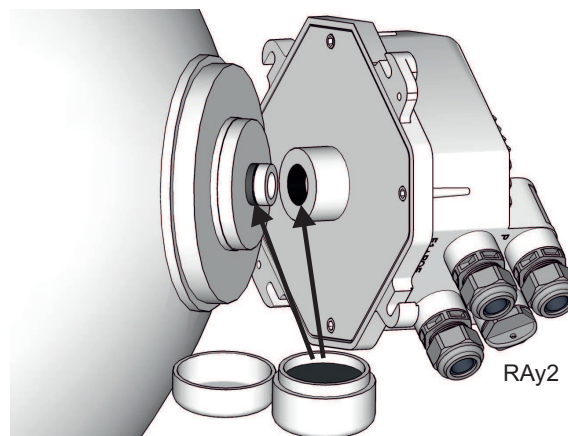
2. Montáž držáku s anténou

Montáž

- pravostranná (na obrázku)
- levostranná



3. Mazání jednotky a antény při montáži

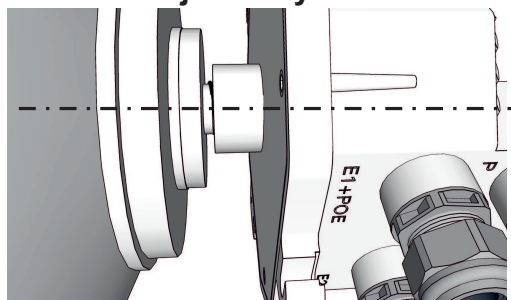


Anténa

Mazací tuk

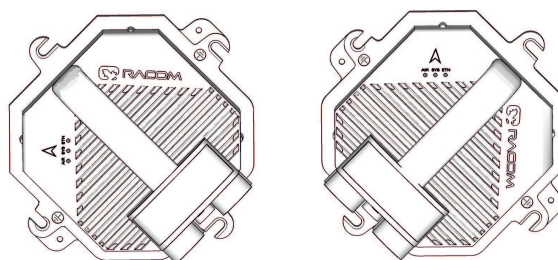
RAY2

4. Instalace jednotky



- ❗ Zkontrolujte správné umístění O-kroužku
- ❗ Udržujte při montáži sousost antény a jednotky RAY
- ❗ **Nepoužívejte při montáži hrubou sílu!**

5. Polarizace jednotky



Horizontální

Vertikální

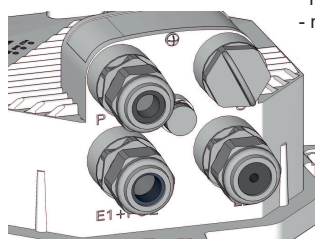
RAY2-10, RAY2-11

- stejná polarizace pro obě jednotky
- buďto vertikální nebo horizontální

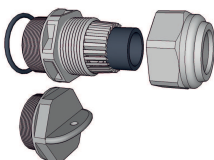
RAY2-17, RAY2-24

- křížová polarizace
- jedna strana horizontální polarizace
- druhá strana vertikální polarizace

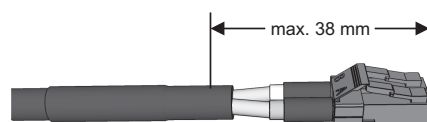
6. Průchodky



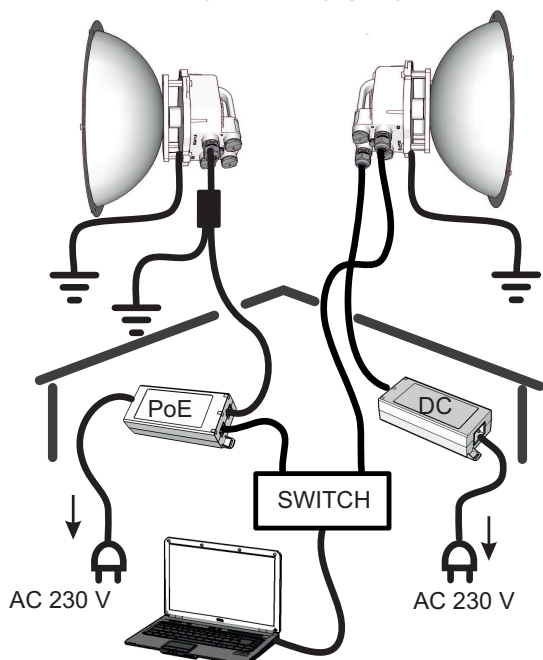
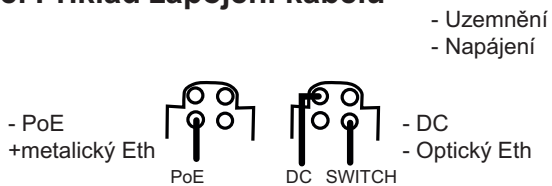
- Průchodka s gumičkou správného rozměru
- nebo zátka



7. Optický kabel

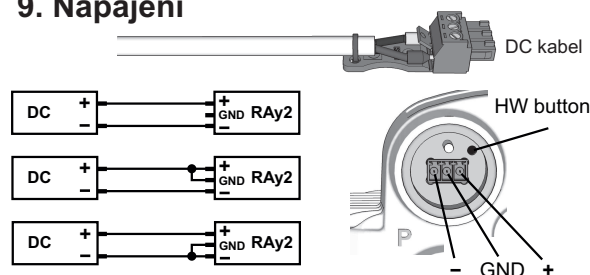


8. Příklad zapojení kabelů



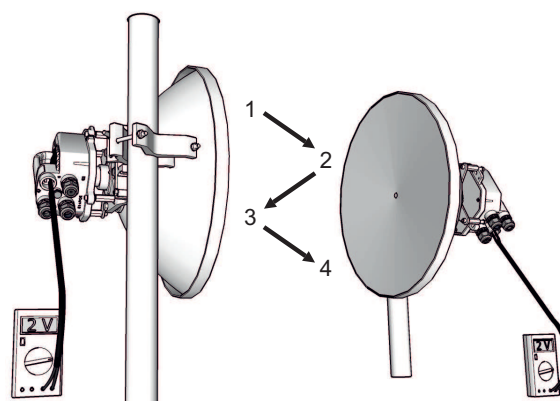
přepětová ochrana – viz návod k obsluze

9. Napájení



10. Směrování antény

Tip: Nastavte QPSK, CS 7 MHz, max. TX power
 Dosemňování krok za krokem – viz uživatelský manuál



Nejlepší RSS = minimum napětí v rozsahu 0–2 V

6.1. Montáž konektorů

Jednotka FOD může být připojena k uživatelské síti metalickým nebo optickým kabelem Ethernetu.

Jednotka je opatřena těmito konektory:

- ETH1+POE – Gigabitový metalický Ethernet port. Přes tento port je možno jednotku napájet zdrojem PoE, který pracuje podle standardu IEEE 802.3at.
- ETH2 – Slot pro uživatelsky výměnný SFP modul. K dispozici je více typů optických modulů. Je možno použít single nebo duální mód vysílače. Rovněž lze použít SFP modul s metalickým rozhraním RJ45.
LED pro SFP status je umístěna vedle slotu.
- P – konektor pro DC napájení.
HW tlačítko pro servisní účely.
- S – servisní konektor USB.
Konektory pro indikaci RSS napětím.

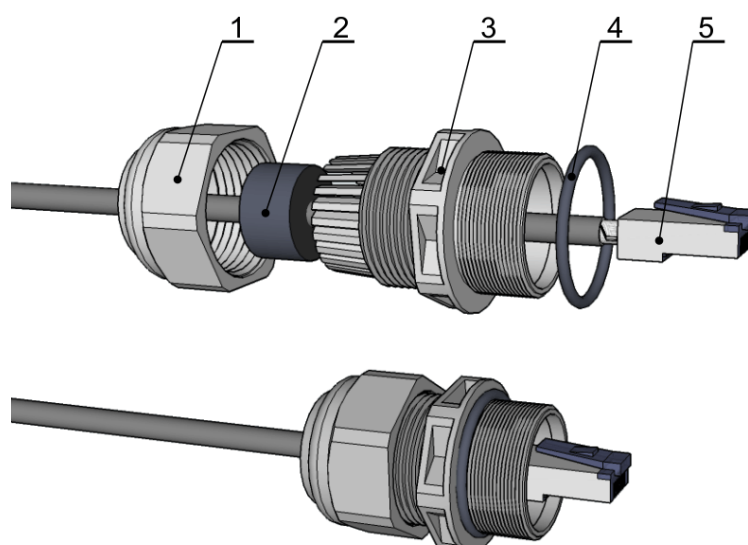


Obr. 6.1: Konektory jednotky FOD

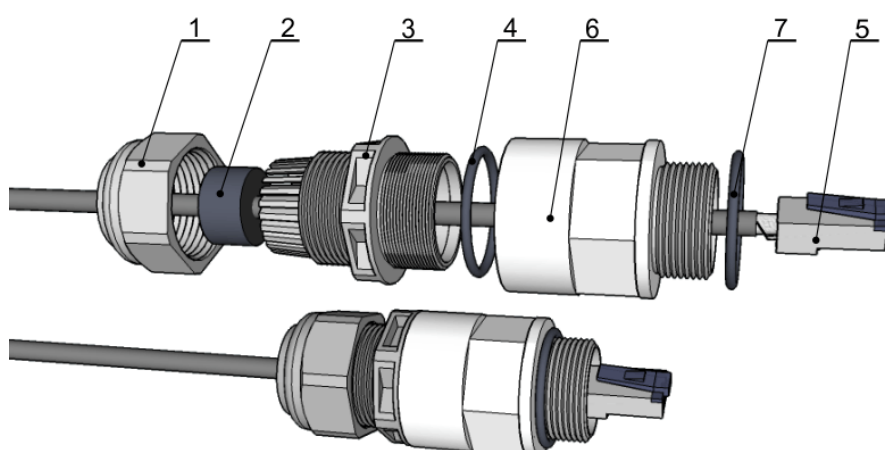


Důležité

Před připojením jednotky FOD k napájení (k uživatelské síti) musí být jednotka FOD řádně uzemněna.

Postup montáže:

Obr. 6.2: Sestavení kabelové průchodky

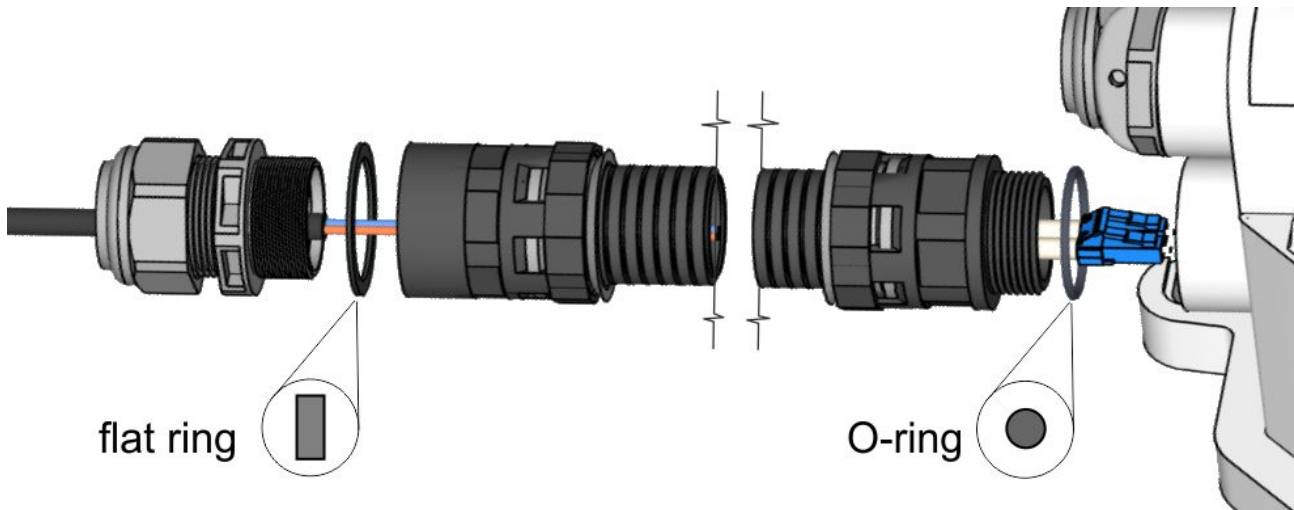


Obr. 6.3: Průchodka s prodloužením

- Navlékneme na kabel: matici No.1, gumové těsnění No.2, průchodku No.3 a O-kroužek No.4.
- Připojíme na kabel příslušný konektor No.5. Pokud konektor projde díly 1 a 3, může být namontován předem. Kroužek 2 je rozříznutý.
- Zasuňme konektor No.5 do jednotky RAY2.
- Průchodku No.3 s těsnícím O-kroužkem zašroubujeme do jednotky RAY2.
- Gumové těsnění No.2 posuneme do dutiny průchodky. Našroubujeme matici No.1 a utáhneme ji.
- (Je-li použito prodloužení No.6, namažeme jeho závit tukem.)

Postup demontáže:

- Sejmeme matici No.1
- Vyjmeme gumové těsnění No.2
- Vyšroubujeme průchodku No.3 s O-kroužkem No.4 (a prodloužením No.6 s O-kroužkem No.7).
- Vyjmeme konektor.



Obr. 6.4: Průchodka s delším prodloužením

Všechny potřebné díly jsou dodávány jako příslušenství SET-RAY2-CON-B. Podle potřeby použijte prodloužení SET-RAY2-EXT35 obsahující díly No.6 a No.7 nebo delší prodloužení SET-RAY2-EXT-F50.

Gumové těsnění je dodáváno se třemi různými průměry otvoru pro různé kabely. Těsnění je šikmo rozříznuto aby jej bylo možno nasadit i na kabel s namontovaným konektorem.



Důležité

- Všechny průchodky a zátky (včetně originálních zátek na portech) musí být opatřeny O-kroužky a dobře utaženy. Jinak hrozí proniknutí vlhkosti do vnitřního prostoru jednotky. V takovém případě nelze zaručit správnou funkci zařízení.
- Před zašroubováním prodloužení No.6 do tělesa jednotky namažte jeho závit tukem.
- Při použití jiných průchodek nebo konektorů než těch, které byly dodány, hrozí nebezpečí špatného těsnění nebo poškození konektoru. Vnitřní prostor může být malý.

Uvedený přehled popisuje hlavní instalační kroky.

Kapitola **Installation** manuálu v angličtině

<http://www.racom.eu/eng/products/m/ray2/install.html#ant-mount>

obsahuje tyto sekce:


1. Line of sight test
2. Antenna mounting
3. Connectors
4. Grounding
5. Start up

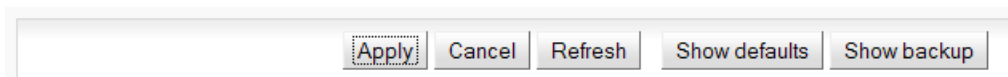
7. Konfigurace

7.1. Úvod

Ovládací prvky

Jednotlivé konfigurační obrazovky používají pro práci s konfigurací tato tlačítka:

Apply	Provedení a uložení nastavených parametrů.
Cancel	Změněné parametry jsou přepsány původními hodnotami.
Refresh	Znovu načtení všech hodnot z jednotky / z obou jednotek.
Show defaults	Ukáže jednotlivé parametry tak, jak jsou uloženy v bufferu v konfiguraci backup. Pro použití těchto hodnot je nutné kliknout na tlačítko <i>Apply</i> .
Show backup	Zobrazí hodnoty jednotlivých parametrů uložených v záložním souboru (<i>Backup - Settings - Open file upload</i>). Pro případné použití těchto hodnot je nutné použít tlačítko <i>Apply</i> . Načtení záložní konfigurace viz menu <i>Tools – Maintenance – Backup</i> .
Start	Refresh polí označených ikonou  probíhá každých 30 sec. Tlačítkem <i>Start</i> spustíme automatické občerstvování s periodou cca 1 sec.
Stop	Tlačítkem <i>Stop</i> ukončíme automatické občerstvování zobrazených informací s periodou 1 sec.



Obr. 7.1: Info Refresh

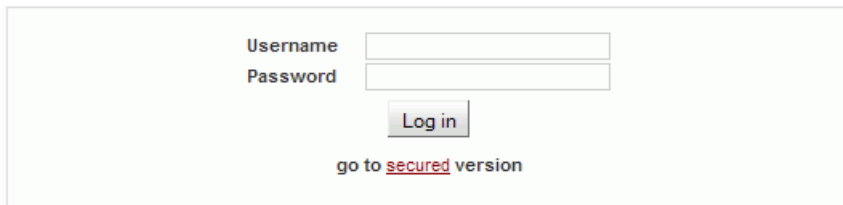
Nápověda

Konfigurační rozhraní spoje je vybaveno vestavěnou nápovědou - viz sekce Help. 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 v konfigurační obrazovce po kliknutí na menu *Help*.

Zabezpečené přihlášení

Do konfiguračního rozhraní se můžeme přihlásit buď pomocí **nezabezpečeného http** protokolu (defaultní stav) nebo pomocí **zabezpečeného https**. Volba způsobu připojení je možná v přihlašovací obrazovce. Při použití https protokolu nelze odposlouchávat síťovou komunikaci a zjistit tak přihlašovací údaje do stanice.



Username

Password

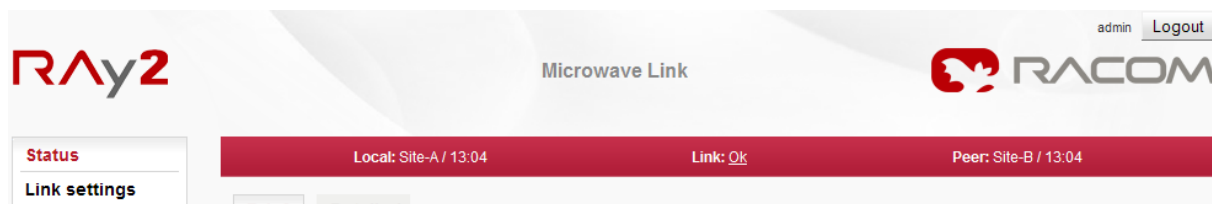
go to [secured](#) version

Obr. 7.2: Přihlášení

Funkce Rollback

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

7.2. Status bar



Obr. 7.3: Status bar 1

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

- Stav stanice **Local** (jednotka, do které je uživatel připojen management IP adresou)
- Stav linky **Link** mezi stanicemi Local a Peer
- Stav stanice **Peer**

Pole pro stanice 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 jednotky, zatím neproběhla inicializace.
SETUP	Probíhá inicializace jednotky dle platné konfigurace.
SINGLE	Jednotka 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	Režim spektrálního analyzátoru. Neprocházejí uživatelská data.

Všechny stavy linky, kromě stavu OK, jsou zvýrazněny trojúhelníkem:

The screenshot shows a status bar with a red background. On the left, there is a 'Status' section with a red exclamation mark icon and the text 'Alarm'. In the center, there is a 'Link' section with a yellow warning triangle icon and the text 'Single'. On the right, there is a 'Peer' section with the text 'Location_B / 08:27'. Below the status bar, there are tabs for 'Brief' and 'Detailed', and a 'Device' label.

Obr. 7.4: Status bar 2

Příklad kompletní stránky - status bar, menu a ovládací tlačítka:

The screenshot shows the RAY2 Microwave Link configuration page. The page has a red header with the RAY2 logo and the text 'Microwave Link'. Below the header, there is a status bar with 'Local: RAY2-17L / 09:30', 'Link: OK', and 'Peer: RAY2'. The main content area is divided into sections: 'General', 'Radio', 'Switch interface', and 'Service access'. Each section contains a table of parameters for 'Local' and 'Peer' stations. The 'General' section includes LED indicators (A S E), Unit code (RAY2-17), Station name (RAY2-17L), Inside temperature (43.7), and Voltage (54.8). The 'Radio' section includes Net bitrate (4.90), Bandwidth (3.5 MHz), TX channel (L1 | 17.105000), RX channel (U22 | 17.178500), TX modulation (QPSK), TX power (-20), RSS (-71.4), SNR (28.9), and BER (0.00e+00). The 'Switch interface' section includes Egress rate limit Air (4.00 Mbps L1 auto), Link mode Eth1 (down), and Link mode Eth2 (down). The 'Service access' section includes IPv4 address (192.168.141.226/24), Management VLAN (off), and Services (Web, SSH, NTP). At the bottom of the page, there are buttons for 'Refresh', 'Start', and 'Stop'. A footer contains the copyright information: © RACOM, Mirova 1283, 592 31 Nove Mesto na Morave, Czech Republic, Tel.: +420 565 659 511, E-mail: racom@racom.eu

Obr. 7.5: Příklad stránky

7.3. Status

Status	Local: RAY2-10L / 06:05		Link: OK	Peer: RAY2
Link settings	<div style="display: flex; justify-content: space-between;"> Brief Detailed </div>			
General	General			
Radio	Radio			
Service access	Service access			
Alarms	Alarms			
Switch settings	Switch interface			
Status	Radio link statistics			
Interface				
QoS				
Advanced				
Tools				
Maintenance				
Live data				
History				
Logs				
Programs				
Help				

	Local	Peer
LED indicators	A S E	A S E
Unit code	RAY2-10-LA	RAY2-10-UA
Serial no.	10423521	10266514
Station name	RAY2-10L	RAY2-10U
Station location		RACOM
Firmware version	2.1.13.0	2.1.13.0
Date	2015-10-20	2015-10-20
Time	06:05:33	05:56:42
Inside temperature [°C]	15.3	13.5
Voltage [V]	53.4	54.0
Power supply	PoE	PoE

	Local	Peer
Radio type	L	U
Polarization	horizontal	horizontal
Frequency table	rcinfo10_A_default:6	rcinfo10_A_default:6
Net bitrate [Mbps]	8.47 / Egress limit ON	8.47 / Egress limit ON
Max. net bitrate [Mbps]	359	358
Bandwidth [MHz]	7 MHz	7 MHz
TX channel [GHz]	L3 10.311500	U3 10.479500
RX channel [GHz]	U3 10.479500	L3 10.311500
TX modulation	QPSK	QPSK
TX power [dBm]	0	0
RSS [dBm]	-60.7	-60.6
SNR [dB]	29.6	35.6
BER [-]	0.00e+00	0.00e+00
Link uptime	7 days, 08:35:56	

	Local	Peer
Egress rate limit Air	8.00 Mbps L1 auto	8.00 Mbps L1 auto
Link mode Eth1	1000 Mbps / full	down
Link mode Eth2	down	down


	Local	Peer
MAC address	00:02:a9:9f:0c:e1	00:02:a9:9c:a7:92
IPv4 address	10.10.0.188/24	10.10.0.189/24
Management VLAN	off	off
Services	Web, SSH	Web, SSH, SNMP

	Local	Peer
Statistics Cleared	2015-10-12 07:43:54	2015-10-12 20:16:34
Statistics Period	7 days, 21:08:01	7 days, 08:06:48
Overall Link Uptime	7 days, 21:06:57	7 days, 08:06:48
Overall Link Downtime	0 days, 00:01:04	0 days, 00:00:00
Reliability [%]	99.9906	100.0000

Obr. 7.6: Status menu

Menu *Status* poskytuje základní informace o lokální a o vzdálené stanici. Informace jsou platné v okamžiku otevření stránky nebo po stisknutí tlačítka Refresh.

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

Ikona  označuje pole aktualizovaná s periodou 30 sec (nebo 1 sec při aktivním tlačítku *Start*).

7.3.1. Status – General

Unit code	Označení typu jednotky.
Serial no.	Výrobní číslo jednotky.
Station name	Jméno stanice zvolené uživatelem.
Station location	Umístění stanice zadané uživatelem.
Firmware version	Verze firmware v jednotce.
Date, Time	Stav vnitřních hodin reálného času. Čas je vložen manuálně nebo ze serveru NTP a je nastaven shodně v obou jednotkách.
Inside temperature [°C]	Teplota uvnitř jednotky (na modermové desce).
Voltage [V]	Úroveň napájecího napětí jednotky.
Power supply	Vstup, ze kterého je jednotka napájena. PoE - jednotka je napájena po kabelu Ethernet zapojeném do portu "ETH1+POE". AUX - jednotka je napájena DC kabelem připojeným k portu "P".

7.3.2. Status – Radio

Radio type	Typ rádiové jednotky: L (Lower-spodní) nebo U (Upper-horní) část frekvenčního pásma.
Polarization	Informace o aktuální orientaci jednotky. Indikuje polarizaci přijímaného kanálu. Local a Peer jsou indikovány samostatně. Správná poloha jednotky je s kabelem směřujícím šikmo dolů. Upozornění pro spoje RAY2-17 a RAY2-24: Jedna strana spoje musí být nainstalována pro příjem ve vertikální polarizaci a druhá v horizontální polarizaci.
Frequency table	Zobrazí aktuálně vybrané frekvenční tabulky ve tvaru <name:version>.
Net bitrate [Mbps]	Aktuální přenosová kapacita rádiového kanálu pro uživatelská data.
Max. net bitrate [Mbps]	Maximální přenosová kapacita rádiového kanálu podle instalovaného produktového klíče.
Bandwidth [MHz]	Výběr jedné ze standardních šířek kanálu. Tento parametr musí být nastaven shodně v lokální i ve vzdálené jednotce.
TX a RX channel [GHz]	Použité kanály. Jsou uvedeny jako číslo kanálu i jako kmitočet v GHz.
TX modulation	Aktuálně použitá modulace pro vysílání. Při zapnuté adaptivní modulaci jsou navíc uvedena písmena ACM a informace o maximální povolené modulaci: „aktuální modulace ACM / maximální modulace“
TX power [dBm]	Aktuální výstupní výkon na RF kanálu v dBm. Je-li zapnuto ATPC, jsou navíc uvedena písmena ATPC a informace o maximálním povoleném výkonu: „aktuální výkon ATPC / maximální výkon“

RSS [dBm]	Síla přijímaného signálu. Je-li zapnuto ATPC, jsou navíc uvedena písmena ATPC a informace o prahové hodnotě pro aktivaci regulační smyčky výkonu: „aktuální RSS ATPC / prahové RSS“
SNR [dB]	Odstup signál-šum. Je-li zapnuto ATPC, jsou navíc uvedena písmena ATPC a informace o prahové hodnotě pro aktivaci regulační smyčky výkonu: „aktuální SNR ATPC / prahové SNR“
BER [-]	Bit Error Rate (bitová chybovost) na přijímací straně. Okamžitá hodnota.
Link uptime	Čas uplynulý od posledního navázání spojení na lince.

7.3.3. Status – Switch interface

Egress rate limit Air	Egress rate limit Air
Egress rate limit Air	Status limitu Egress rate pro Air interface. Limitování provozu může být stanoveno v bitech za sekundu nebo v rámcích za sekundu. Formát zprávy pro bit/sec: "xx.xx Mbps Ly auto", kde je: xx.xx Mbps Egress limit rychlosti Ly L1/L2/L3 vrstva Eternetu použitá pro výpočet rychlosti auto informace o aktivní funkci <i>Speed guard</i> Formát zprávy pro rámce/sec: "xx.xx fps", kde je: xx.xx fps Egress limit v rámcích za sekundu
Link mode Eth1, 2	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).

7.3.4. Status – Service access

MAC address	HW adresa modulu ethernet.
IPv4 address	IP adresa ve standardní tečkované desítkové notaci, včetně šířky bitové masky za lomítkem.
Management VLAN	Servisní přístup pouze přes management VLAN.
Services	Služby povolené ke správě a dohledu jednotky (Web, Telnet, SSH, SNMP, NTP).

7.3.5. Status – Radio link statistics

Statistika rádiové linky

Informace o statistických datech:

Statistics Cleared	Čas smazání logu.
Statistics Period	Perioda obnovení logu.

Statistiky rádiové linky:

Overall Link Uptime	Celkový čas, po který byla linka ve stavu spojeno.
Overall Link Downtime	Celkový čas, po který byla linka ve stavu rozpojeno.

Reliability [%]	Poměr <i>Uptime</i> a <i>Downtime</i> .
Current Link Uptime	Aktuální čas, po který je linka ve stavu spojeno.
The Longest Drop	Délka nejdelšího přerušení linky.
The Last Drop	Délka posledního přerušení linky.
Number of Drops	Počet přerušení linky.
Clear stats	- na spodní liště - smaže statistiky

7.4. Link settings

7.4.1. General

The screenshot shows the RAY2 Microwave Link configuration interface. The top bar displays 'Local: Unit-A / 06:48', 'Link: Ok', and 'Peer: Unit-B / 06:48'. The left sidebar contains navigation menus for Status, Link settings (General, Radio, Service access, Alarms), Switch settings (Status, Interface, QoS, Advanced), Tools (Maintenance, Live data, History, Logs, Programs), and Help. The main content area is titled 'General' and shows a comparison of settings between Local and Peer units. At the bottom, there are buttons for Apply, Cancel, Refresh, Show defaults, and Show backup.

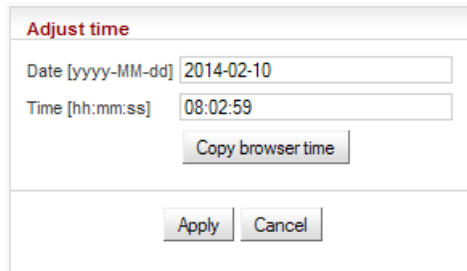
	Local	Peer
Unit code	RAy2-17	RAy2-17
Serial no.	101234353	10233353
IPv4 address	192.168.141.226/24	192.168.141.227/24
Station name	Unit-A	Unit-B
Station location	Site-A	Site-B
Date	2015-04-02	2015-04-02
Time	06:45:16	06:45:15
Time source	manual	manual
Adjust time	Adjust time	
NTP source IP	0.0.0.0	0.0.0.0
NTP period	17 m	17 m
Time zone	(GMT) Greenwich Mean Time	(GMT) Greenwich Mean Time
Daylight saving	off	off

Obr. 7.7: Link settings – General

Nastavení obecných parametrů spoje.

Unit code	Označení typu jednotky.
Serial no.	Výrobní číslo jednotky.
IPv4 address	IP adresa ve standardní tečkované desítkové notaci včetně bitové šířky masky za lomítkem.
Station name	Jméno stanice zvolené uživatelem.

Station location	Umístění stanice zadané uživatelem.
Date, Time	Stav vnitřních hodin reálného času. Čas je vložen manuálně nebo ze serveru NTP a je nastaven shodně v obou jednotkách.
Time source	Nastavení zdroje synchronizace času. Možnost ručního nastavení nebo pomocí NTP protokolu. Pro snazší diagnostiku chodu spoje je doporučeno nastavit synchronizaci času pomocí NTP.
Adjust time	Ruční nastavení času. Pomocí dialogového okna můžeme ručně nastavit aktuální datum a čas. Je možno zkopírovat čas z prohlížeče (lokální PC).



NTP source IP	IP adresa serveru pro synchronizaci času.
NTP period	Perioda pro synchronizaci času.
Time zone	Časové pásmo
Daylight saving	Povolení přechodu na letní čas



Poznámka

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

7.4.2. Radio

Status	Local: Unit-A / 07:00	Link: <u>Ok</u>	Peer: Unit-B / 0
Link settings	Radio		
General			
> Radio			
Service access			
Alarms			
Switch settings			
Status			
Interface			
QoS			
Advanced			
Tools			
Maintenance			
Live data			
History			
Logs			
Programs			
Help			

	Local	Peer
Radio type	L	U
Polarization	vertical	horizontal
Bandwidth [MHz]	7 MHz	7 MHz
Frequency input	list	
TX channel [GHz]	L1 17.105000	U22 17.178500
RX channel [GHz]	<input checked="" type="checkbox"/> U22 17.178500	L1 17.105000
Duplex spacing [MHz]	73.500	
ACM	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
TX modulation	QAM64	QAM32
ATPC	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
ATPC RSS threshold [dBm]	-71 + 0 = -71	-75 + 0 = -75
TX power [dBm]	-22	-20
Antenna gain [dBi]	0.00	0.00
EIRP ?= limit [dBm]	-22.00 <= 20.00	-20.00 <= 20.00

Apply Cancel Refresh Show defaults Show backup

Obr. 7.8: Link settings – Radio

Nastavení obecných parametrů rádiové linky.

Radio type	Informace o typu rádiové jednotky: L(ower) nebo U(pper) pásmo.
Polarization	Informace o aktuální orientaci jednotky. Indikuje polarizaci přijímaného kanálu. Local a Peer jsou indikovány samostatně. Správná poloha jednotky je s kabelem směřujícím šikmo dolů. Upozornění pro spoje RAY2-17 a RAY2-24: Jedna strana spoje musí být nainstalována pro příjem ve vertikální polarizaci a druhá v horizontální polarizaci.
Bandwidth [MHz]	Volba jedné ze standardních šířek kanálů, shodně pro jednotku Local a Remote.
Frequency input	Manuální volba kmitočtu (pokud je podporována). TX a RX kmitočty [GHz] zapíšeme přímo. Zámek TX-RX je možno rozpojit a zvolit TX a RX kanály nezávisle. Odpovídající kanály na protější jednotce jsou nastaveny automaticky.
TX channel [GHz]	TX a RX kanály jsou vybírány ze seznamu kanálů. Základní konfigurace má ikonou spojky propojenou volbu TX a RX. V tomto případě je dodržen základní duplexní odstup mezi kanály a volbou jednoho z kanálů jsou definovány i ostatní tři. V případě jednotek pracujících ve volných pásmech je možno rozpojit zámek TX-RX a zvolit TX a RX kanál nezávisle. Příslušné kanály na protější jednotce jsou nastaveny automaticky.
RX channel [GHz]	

	<p>POZNÁMKA: nestandardní duplexní nastavení může vést k horšímu využití kmitočtového spektra.</p>
Duplex spacing [MHz]	Informace o duplexním odstupu TX a RX kanálu.
ACM	Povolení automatického řízení modulace.
TX modulation	Stupeň modulace pro TX kanál. Lze vybrat z rozmezí QPSK (vysoká citlivost pro obtížné podmínky) až 256QAM (vysoká rychlost při vhodných podmínkách). Při povoleném ACM se modulace bude pohybovat od QPSK až po tuto vybranou modulaci.
ATPC	Povolení automatického řízení RF výkonu. Výkon je regulován směrem k nižším hodnotám při zachování maximálního nastaveného stupně modulace.
ATPC RSS threshold [dBm]	Algoritmus ATPC řídí výstupní výkon podle RSS na straně jednotky peer. Minimální povolené RSS je přibližně 10 dBm nad deklarovanou citlivostí pro BER 10^{-6} . V případě potřeby je možno tento parametr posunout mírně nahoru nebo dolů.
TX power [dBm]	Požadovaný výstupní RF výkon. V případě zapnutého ATPC má význam maximálního povoleného výkonu.
Antenna gain [dBi]	Pouze pro spoje RAY2-17 a RAY2-24. Zisk použité antény. Slouží k přibližnému výpočtu EIRP.
EIRP ?= limit [dBm]	Pouze pro spoje RAY2-17 a RAY2-24. Přibližný výpočet EIRP. Pravá číslice udává povolenou hranici EIRP. Znaménko mezi číslicemi dává informaci o dodržení nebo překročení povolené hranice EIRP.

7.4.3. Service access

Services

Local: RAY2-17L / 11:02
Link: [Ok](#)
Peer: RAY2

Services
USB accessories
Users

Service access

	Local	Peer
Service channel	<input type="text" value="direct"/>	<input type="text" value="direct"/>
IPv4 address - Local	<input type="text" value="192.168.141.226"/>	<input type="text" value="192.168.141.227"/>
IPv4 address - Peer	<input type="text" value="192.168.141.227"/>	<input type="text" value="192.168.141.226"/>
Netmask	<input type="text" value="24 255.255.255.0"/>	<input type="text" value="24 255.255.255.0"/>
Gateway	<input type="text" value="192.168.141.254"/>	<input type="text" value="192.168.141.254"/>

Management VLAN	VID	Protocol	VID	Protocol
1 st tag	<input type="checkbox"/> 1	<input type="text" value="802.1q"/>	<input type="checkbox"/> 1	<input type="text" value="802.1q"/>
2 nd tag	<input type="checkbox"/> 4094	<input type="text" value="802.1q"/>	<input type="checkbox"/> 4094	<input type="text" value="802.1q"/>
Internal VLAN	<input type="checkbox"/> 2		<input type="checkbox"/> 2	

Services

	Local	Peer
Web server	<input type="text" value="on"/>	<input type="text" value="on"/>
CLI (telnet)	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
CLI (SSH)	<input type="text" value="on"/>	<input type="text" value="on"/>
SNMP	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
SNMP community string	<input type="text" value="racom-snmp"/>	<input type="text" value="racom-snmp"/>
SNMP trap IP	<input type="text" value="0.0.0.0"/>	<input type="text" value="0.0.0.0"/>
Note: Individual SNMP traps can be activated at Alarms > Config .		
LED indicators	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
Internal link watchdog	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

Obr. 7.9: Link settings – Service access – Services

Přístupové cesty pro konfiguraci spoje.

Service channel

Pro přístup k systému vnitřního managementu mikrovlnné linky slouží dva režimy: standard a direct.

standard:

Obě jednotky jsou opatřeny samostatnými IP adresami, maskami, gateway a Management VLAN. IP adresy obou jednotek nemusí patřit do stejného subnetu. *Internal VLAN* je nutná pro zajištění vnitřní servisní komunikace mezi oběma jednotkami linky. Pro tento provoz se používají doplňkové vnitřní servisní adresy (viz *IPv4 address - Local*).

direct:

Obě jednotky jsou opatřeny samostatnými IP adresami ale **shodnými** maskami, gateway a Management VLAN. IP adresy obou jednotek musí náležet do shodného subnetu. Pak není potřebná *Internal VLAN* pro přenos vnitřní servisní komunikace mezi jednotkami linky. Nejsou žádné další vnitřní servisní adresy.

POZNÁMKA: V režimu direct je důrazně doporučeno použít *Management VLAN* pro zajištění a prioritu komunikace managementu. Pokud v režimu direct není použita *Management VLAN*, pak vnitřní servisní provoz nemá zajištěnu prioritu.

IPv4 address - Local Servisní IP adresa, defaultně 192.168.169.169 pro jednotku L a 192.168.169.170 pro jednotku U. V režimu direct jsou čtyři adresy 169.254.173.236/30 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:

Management address IP adresa

System Description Serial number

Chassis Subtype Typ (např. RAY2-17-L)

IEEE 802.1 - Port and Protocol VLAN ID

Port a Protocol VLAN Identifikátor: (e.g. 300 (0x012C))
pouze při povoleném Management VLAN

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".

IPv4 address - Peer Adresa managementu stanice Peer. Tato adresa musí být vložena, je-li *Service channel* v režimu *direct*.

Netmask Maska pro servisní přístup, defaultně 24.

Gateway Default gateway pro servisní přístup, defaultně prázdná.

Management VLAN Zapnutí přístupu přes management VLAN. Bude zablokován přístup pro konfiguraci https, ssh a telnet z netagovaných paketů (bez VLAN) a bude možný pouze přes VLAN. Management VLAN je defaultně vypnuta.

VÝSTRAHA:

Zapnutím Management VLAN se VŠECHNY přístupy zablokují pro konfiguraci pomocí normální (netagované) LAN! Při testech je možno zapnout Management VLAN pouze v jedné jednotce (je-li *Service channel = standard*). Pak zůstává možný přístup do spoje z LAN i VLAN buď přímo nebo přes rádiovou linku.

VID Management VLAN id, defaultně 1. VLAN id musí být vyplněno i když Management VLAN není aktivní.

Protocol Protokol 802.1q nebo 802.1ad

Internal VLAN Platí pouze pro *Service channel = standard*: RAY2 používá jedno VLAN id pro vnitřní servisní komunikaci mezi oběma jednotkami. Nastává-li konflikt s uživatelskými daty, může být id změněno.

POZNÁMKA: Rámce Ethernetu v tomto servisním kanálu jsou označeny IEEE 802.1p priority class "7". Defaultní parametry pro QoS a *Egress queue control* jsou přednastaveny tak, aby preferovaly tento servisní komunikační kanál.

Web server	Povolení přístupu přes HTTP server (platí pro HTTP i HTTPS protokol). VÝSTRAHA: po zakázání přístupu přes HTTP server již nebude možno přistupovat do jednotky pomocí webového prohlížeče!
CLI (telnet)	Povolení přístupu přes Telnet server. Umožňuje přístup do CLI (Command Line Interface) pro jednoduché klienty telnet. Defaultně zakázáno.
CLI (SSH)	Povolení přístupu přes SSH server. Poskytuje bezpečný přístup do CLI. Je-li přednostním požadavkem zamezení neoprávněného přístupu do jednotky, pak necháme zapnutý pouze tento server.
SNMP	Zapnutí SNMP serveru. Defaultně vypnuto.
SNMP community string	SNMP community string. Může obsahovat malá i velká písmena, číslice, čtyři znaky . : _ - a délka je max. 256 znaků.
SNMP trap IP	Adresa pro odesílání SNMP trapů. Je možno vložit až 3 různé adresy.
LED indicators	Povolení LED indikátorů stavu na pouzdře jednotky. Pomocí této volby lze všechny LED vypnout.
Internal link watchdog	Hlídní spojení obou jednotek spoje. Při dlouho trvající poruše (10 min) provede cold restart (ekvivalent vypnutí napájení). Defaultně vypnuto.

USB accessories

Status	Local: RAY2-17L / 09:18		Link: <u>OK</u>	Peer: RAY2
Link settings				
General				
Radio				
> Service access				
Alarms				
Switch settings				
Status				
Interface				
QoS				
Advanced				
Tools				
Maintenance				
Live data				
History				
Logs				
Programs				
Help				

	Local	Peer
IPv4 address	169.254.169.168 / 28	169.254.170.168 / 28
DHCP start	169.254.169.161	169.254.170.161
DHCP end	169.254.169.166	169.254.170.166
Ethernet adapter		
Enable	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
DHCP enable	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
WiFi adapter		
Enable	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
DHCP enable	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
SSID	<input type="text"/>	<input type="text"/>
Encryption	WPA2	WPA2
Passphrase	<input type="text"/>	<input type="text"/>
Mode	802.11g	802.11n
Channel	1	1

Obr. 7.10: Link settings – Service access – USB accessories

Servisní konektor USB může být použit jako servisní port. Je možno použít adaptér USB-Ethernet nebo USB-WiFi.

IPv4 address	Servisní adresa jednotky připojené přes USB port.
DHCP start	Rozsah DHCP pro dynamické přidělení adres servisního klienta připojeného
DHCP end	přes port USB.
Ethernet adapter enable	Adaptér USB-Ethernet je povolen / zakázán.
Ethernet adapter DHCP enable	DHCP server pro klienta(y) připojené přes adaptér USB-Ethernet.
WiFi adapter enable	Adaptér USB - WiFi je povolen / zakázán.
WiFi adapter DHCP enable	DHCP server pro klienta(y) připojené přes adaptér USB-WiFi.
WiFi SSID	SSID pro službu WiFi, max. délka 32 znaků.
WiFi encryption	Kryptování služby WiFi je WPA2.
WiFi passphrase	Heslo pro službu WiFi délky 8-64 znaků. WiFi začne pracovat až po definování hesla.
WiFi mode	Režim služby WiFi může být IEEE 802.11n nebo IEEE 802.11g
WiFi channel	IEEE 802.11n - kanály 1-9 IEEE 802.11g - kanály 1-13

Users

Local: RAY2-17L / 09:22 Link: [Ok](#) Peer: RAY2

Services **USB accessories** **Users**

Local

Username	Group	Password	SSH key	Edit
admin	cli_super	Set	None	Edit Delete

Peer

Username	Group	Password	SSH key
admin	cli_super	Set	None

Note: Local user accounts can be backed up at [Maintenance > Backup](#).

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

Obr. 7.11: Link settings – Service access – Users

Seznam a konfigurace uživatelů. Uživatelé mohou být různí na obou stranách spoje. Příklad menu uživatele *super*.

Servisní přístup má 3 úrovně oprávnění:

- guest – pouze čtení, (max. 10 uživatelů)
- admin – čtení i zápis konfiguračních parametrů - nejčastější přístup, (max. 10 uživatelů)
- super – především pro přidělení a správu účtů guest a admin

Účelem tří úrovní přístupu je:

- omezit přístup na autorizované uživatele
- zaznamenat, kteří uživatelé měnili konfiguraci
- určit, kdo může provádět změny v systému

Jméno aktuálního uživatele je napsáno na pravém horním rohu obrazovky. Přístupová práva jsou zřejmá ze zobrazených tlačítek:

- guest – tlačítko *Apply* je vždy neaktivní (šedé)
- guest / admin mohou měnit pouze vlastní heslo v menu *Service access – Users*
- super má přístup ke tlačítkům *Add user*, *Mirror user*, *Edit* a *Delete* všech uživatelů

Uživatel *super* nemůže být smazán ani přejmenován.

**Důležité**

Defaultní heslo *super* je **nutno změnit** na jiné silné heslo nebo nahradit ssh klíčem. Podobně uživatelé *admin* a *guest* **musí změnit** svá defaultní hesla na jiná, bezpečnější..

Local, Peer Seznam uživatelů pro stanice 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). Skupina může obsahovat maximálně 10 uživatelů.
cli_super	Práva stejná jako cli_admin plus: Právo konfigurovat uživatelské účty včetně SSH klíčů. Tato skupina obsahuje jediného uživatele <i>super</i> .
Password	Informace, zda má uživatel nastavené heslo.
SSH key	Informace, zda má uživatel zadaný alespoň jeden ssh klíč.

Edit user

The screenshot shows the 'Edit user' configuration page. The top status bar indicates 'Local: RAY2-17L / 09:23', 'Link: Ok', and 'Peer: RAY2'. The main content area has three tabs: 'Services', 'USB accessories', and 'Users'. The 'Users' tab is active, showing the 'Edit user' form. The form includes the following fields and options:

- Username:** admin
- Group:** cli_super
- 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', and 'Add'.
- Key file:** A file browser button labeled 'Procházet...' followed by the text 'Soubor nevybrán.'

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

Obr. 7.12: Link settings – Service access – Users Edit

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

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

Backup user

Uživatelské účty mohou být zálohovány do externího souboru, viz *Tools / Maintenance / Backup*.

Delete user

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

Add user

Tlačítko je umístěno na spodní liště.

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

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

Kliknutím na tlačítko *Apply* potvrdíme založení nového uživatele.

Mirror users

Tlačítko je umístěno na spodní liště.

Pro uživatele *super* je aktivní tlačítko *Mirror users*. Volbou této funkce dojde ke zkopírování všech uživatelských účtů z jednotky Local do jednotky Peer. Stávající uživatelské účty v jednotce Peer jsou vymazány.

7.4.4. Alarms

Alarms Config

Status	Local: n/a	Link: <u>Ok</u>	Peer: RAY2-1
Link settings			
General			
Radio			
Service access			
> Alarms			
Switch settings			
Status			
Interface			
QoS			
Advanced			
Tools			
Maintenance			
Live data			
History			
Logs			
Programs			

	Local	SNMP trap	Peer	SNMP
	Limit / Enable		Limit / Enable	
Inside temperature [°C]	> 80	<input type="checkbox"/>	80	<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"/>
Net bitrate [Mbps]	< 0	<input type="checkbox"/>	0	<input type="checkbox"/>
Air link down	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Eth1 link down	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Eth2 link down	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

Note: SNMP trap IP address can be set at [Services](#).

Apply Cancel Refresh Show defaults Show backup

Obr. 7.13: Link settings – Alarms – Config

Overview of alarms

The diagnostic system of the link monitors the operation of the unit.

It generates various output of events - system warnings and alarms. The event is always written to the system log and indicated in the status bar and Alarms-Status screen. Some events have adjustable thresholds. Events with no adjustable thresholds may or may not be Enabled. If they are not Enabled, the system event is not activated even if the system status is changed.

If the event goes above or below the set parameter limits or a link goes down, you can choose to send an SNMP trap.

alarm	default	popis
Inside temper. [°C]	>80	Teplota uvnitř jednotky (na modemové desce).
Voltage min [V]	<40	Dolní hranice napájecího napětí.
Voltage max [V]	>60	Horní hranice napájecího napětí, SNMP trap on/off je generován shodně s Voltage min.
RSS [dBm]	<-80	Síla přijímaného signálu.
SNR [dB]	<10	Odstup signál-šum.
BER [-]	>10e⁻⁶	Okamžitá bitová chybovost registrovaná na přijímací straně.
Net bitrate [Mbps]	0	The system warning is generated when the current transfer capacity of radio channel is lower than the threshold set in this parameter.

Air link down	ticked	Přerušení rádiové linky.
Eth link down		Příslušná uživatelská eth linka (Eth1/Eth2) na jednotce je přerušena. POZNÁMKA: Pro funkci alarmu <i>Eth1/2 link</i> musí být zaškrtnuta volba Enabled. Pokud není, pak na stránce Status je <i>Eth1/2 link</i> trvale OK bez ohledu na aktuální stav Eth linky.
RF power fail		Ztráta vysílacího výkonu (není pro RAY2-17 ani pro RAY2-24).

Alarms Status

	Local	Peer
Inside temperature	47.0 °C is over limit 40 °C ✓	49.1 °C is over limit 45 °C
Voltage min	OK	OK
Voltage max	OK	OK
RSS	-73.2 dBm is under limit -70 dBm	-72.8 dBm is under limit -60 dBm
SNR	OK	28.2 dB is under limit 30 dB
BER	OK	OK
Net bitrate	OK	OK
Air link	OK	OK
Eth1 link	disabled	down
Eth2 link	down	OK

Obr. 7.14: Link settings – Alarms – Status

Přehled alarmů

Na stránce jsou zaznamenány všechny systémové alarmy. Neaktivní alarmy mají bílou barvu se značkou OK. Aktivní alarmy jsou obarveny podle závažnosti alarmu (viz níže) a doplněny textovou zprávou s popisem stavu.

	critical
	major
	minor
	warning
	cleared / OK
✓	confirmed

Obr. 7.15: Stupeň závažnosti alarmu

Alarms Acknowledge

Local: Unit-A / 14:24 / ! Alarm
Link: [Ok](#)
Peer: Unit-B / 14

Status
Acknowledge
Config

Alarm acknowledge

Name	State	From	To	Ack	User	Comment
Inside tempera...	Ack	2015-04-10 13:57:31		2015-04-10 13:59:22	admin	Note 2
Voltage min	OK					
Voltage max	OK					
RSS	Alarm	2015-04-10 14:16:51				
SNR	OK	2015-04-10 14:21:46	2015-04-10 14:21:47			
BER	OK					
Net bitrate	OK					
Air link	OK					
Eth1 link	OK	2015-04-10 14:16:51	2015-04-10 14:20:32			
Eth2 link	Alarm	2015-04-10 14:20:32				
RF power	OK					

Comment

Acknowledge
Refresh

Obr. 7.16: Link settings – Alarms – Acknowledge

Potvrzení operátora, že systém je ve stavu alarm. Potvrzen může být pouze aktivní alarm. Pro vícenásobný výběr použijte tlačítko Shift nebo Ctrl + kliknutí levým tlačítkem myši.

Name	Identifikace alarmu. Pracuje se s těmito alarmy: Inside temperature, Voltage min, Voltage max, RSS, SNR, BER, Net bitrate, Air link, Eth1 link, Eth2 link, RF power
State	Alarm nabývá jednoho ze tří stavů: OK ... Alarm není aktivní nebo je zakázán. Ack ... Alarm je aktivní a je potvrzen. Alarm ... Alarm je aktivní a není potvrzen.
From	Časová značka začátku alarmu.
To	Časová značka konce alarmu (návratu do normálního stavu).
Ack	Časová značka potvrzení alarmu. Formát časové značky: yyyy-MM-dd hh:mm:ss
User	Jméno (login) uživatele, který alarm potvrdil.
Comment	Při povrzení alarmu může být připojen komentář. Použijte jej pro záznam významných detailů alarmového stavu. Délka komentáře je max. 50 znaků. Speciální znaky nejsou povoleny. Alarm může být potvrzen opakovaně s různými komentáři. Každé potvrzení je zapsáno do vnitřní paměti a je viditelné v alarm logu.

7.5. Switch settings

7.5.1. Status

Port status

Local: Unit-A / 07:46		Link: <u>OK</u>		Peer: Unit-B / 0	
	Port status	RMON counters	Queue allocation	Register dump	RSTP
Port name	p2 Eth1 getman	p4 Eth2	p5 CPU	p6 Air	
Link status	down / copper	down / SFP	up	up	
Speed / duplex	n/a	n/a	100 Mbps / full	1000 Mbps / full	
SFP info	-	No SFP module	-	-	
MDIX	n/a	-	-	-	
Tx state	n/a	n/a	transmitting	transmitting	
Stp state	forwarding	forwarding	forwarding	forwarding	
Flow control	n/a	n/a	disabled	enabled	
QoS	802.1p, DSCP	802.1p, DSCP	802.1p, DSCP	802.1p, DSCP	

Obr. 7.17: Switch settings - Status - Port status

Status interního portu switche Ethernet

Port name Identifikace interních portů switche. Switch porty jsou připojeny na vnější porty nebo na vnitřní zařízení (radio modem, management CPU).

Eth1	Externí port (s RJ45 interface) označený "ETH1+POE". Port 2.
Eth2	Externí port (s SFP interface) označený "ETH2". Port 4.
CPU	Interní port na management CPU. Je to fyzický port číslo 5.
Air	Interní port rádiového modemu, tedy linka na jednotku peer. Port 6.

Link status Ethernet link status může být:

down / type	není detekován signál na lince
up / type	signál na lince je detekován

Za lomítkem je indikován typ fyzické vrstvy:

copper	metalický Ethernet interface
SFP	modul SFP může být optický nebo metalický

Speed / duplex Rychlost a duplex na lince ethernetu:

Speed:	10/100/1000 Mbps.
Duplex:	full/half

SFP info Informace o (volitelně) vloženém modulu SFP. Mohou být použity tři typy modulů:

Fibre	duální mód s konektorem LC
Fibre	single mód s konektorem LC
Copper	modul s konektorem RJ45

Může nastat jeden z následujících scénářů:

scénář	zpráva
SFP OK	Informace dodavatele modulu SFP přečtená z modulu. Je zde uveden dodavatel, model, konektor (RJ45/LC) a vlnová délka. Pro další informace klikněte na <i>more...</i>
No SFP	Není SFP modul
read error	n/a
no SFP option	–

MDIX Stav interního překřížení datových vodičů ethernetu. (MDIX = vnitřně přehozené vodiče datového páru, MDI = přímé propojení, N/A je neznámý stav).

Tx state Status vysílání na portu může být:

transmitting	Normální funkce portu
paused	Vysílání na portu je přerušeno z důvodu přijetí rámce Pause.

Flow control Mechanismus pro pozastavení vysílání dat na lince ethernetu. Zapnutí flow control umožňuje využívat buffery připojených aktivních síťových prvků pro vyrovnávání nerovnoměrného toku uživatelských dat. Pro správnou funkci je nutné zapnout Flow control i na připojeném zařízení. Flow control vysílá rámce Pause na připojené zařízení. Viz parametry *Flow control* a *Pause limit*. Flow control může nabýt jednu z hodnot:

disabled	Flow control je zakázán.
enabled	Flow control je povolen.
active	Flow control je povolen a je aktivní. Port požádal partnera na lince o přerušování vysílání dat (vysláním Pause rámce).

QoS Quality of Service status může nabývat těchto hodnot:

disabled	QoS funkce je zakázána
802.1p	QoS podle 802.1p je povolena
DSCP	QoS podle DSCP je povolena
802.1p, DSCP	QoS podle 802.1p a DSCP je povolena. Je vybrán 802.1 preferenční tag.
DSCP, 802.1p	QoS podle 802.1p a DSCP je povolena. Je vybrán DSCP preferenční tag.

RMON counters

Local: Unit-A / 07:49
Link: Ok
Peer: Unit-B / 0

Status

Link settings

General

Radio

Service access

Alarms

Switch settings

> **Status**

Interface

QoS

Advanced

Tools

Maintenance

Live data

History

Logs

Programs

Help

Port name	p2 Eth1 total	getman diff	p4 Eth2 total	diff	p5 CPU total	diff	p6 Air total	diff
In good octets	0	0	0	0	209262809	0	265826817	0
In bad octets	0	0	0	0	0	0	0	0
In unicasts	0	0	0	0	1538882	0	1546810	0
In multicasts	0	0	0	0	8650	0	254969	0
In broadcasts	0	0	0	0	306	0	159405	0
In pause	0	0	0	0	0	0	0	0
In underSize	0	0	0	0	0	0	0	0
In oversize	0	0	0	0	0	0	0	0
In FCS errors	0	0	0	0	0	0	0	0
In fragments	0	0	0	0	0	0	0	0
In jabber	0	0	0	0	0	0	0	0
In MAC RX errors	0	0	0	0	0	0	0	0
In discards	0	0	0	0	0	0	0	0
In filtered	0	0	0	0	0	0	0	0
Out octets	0	0	0	0	265818145	0	209262681	0
Out FCS errors	0	0	0	0	0	0	0	0
Out unicasts	0	0	0	0	1546741	0	1538881	0
Out multicasts	0	0	0	0	254969	0	8650	0
Out broadcasts	0	0	0	0	159405	0	306	0
Out pause	0	0	0	0	0	0	0	0
Out deferred	0	0	0	0	0	0	0	0
Out collisions	0	0	0	0	0	0	0	0
Out single	0	0	0	0	0	0	0	0
Out multiple	0	0	0	0	0	0	0	0
Out excessive	0	0	0	0	0	0	0	0
Out late	0	0	0	0	0	0	0	0
Out filtered	0	0	0	0	40510	0	60640	0
Size 64 octets	0	0	0	0	199507	0	199507	0
Size 65-127 octets	0	0	0	0	1777401	0	1777452	0
Size 128-255 octets	0	0	0	0	1282616	0	1282621	0
Size 256-511 octets	0	0	0	0	120168	0	120180	0
Size 512-1023 octets	0	0	0	0	111974	0	111974	0
Size 1024-max octets	0	0	0	0	17287	0	17287	0

Histogram counters mode Received and transmitted

Measure time 00:00:00

Obr. 7.18: Switch settings - Status - RMON counters

Čítače RMON interního Eth switche jednotky.

Remote Network MONitoring (RMON) MIB byl vyvinut v IETF pro podporu monitorování a analýzy protokolů v sítích LAN.

Port name Porty Eth1, Eth2, CPU, Air. Viz Port status.

Čítače RMON interního switche

Čítače poskytují sadu statistik Ethernetu pro ingress (přijaté) a egress (vyslané) rámce.

Ingress statistics counters

In good octets	Celková délka správně přijatých Eth rámců, to je těch, které nejsou chybné.
In bad octets	Celková délka chybně přijatých Eth rámců.
In unicasts	Počet správně přijatých rámců, které mají Unicast destination MAC adresu.
In multicasts	Počet správně přijatých rámců, které mají Multicast destination MAC adresu. POZNÁMKA: Neobsahuje rámce započítané v <i>In broadcast</i> ani v <i>In pause</i> .
In broadcasts	Počet správně přijatých rámců, které mají Broadcast destination MAC adresu.
In pause	Počet správně přijatých rámců, které mají Pause destination MAC adresu.
In undersize	Počet přijatých rámců s délkou pod 64 oktetů a s validním FCS.
In oversize	Počet přijatých rámců s délkou přes MaxSize oktetů a s validním FCS.
In FCS errors	Počet přijatých rámců s chybou CRC, které nejsou započteny v <i>In fragments</i> , v <i>In jabber</i> ani v <i>In MAC RX errors</i> .
In fragments	Počet přijatých rámců s délkou pod 64 oktetů a s chybným FCS.
In jabber	Počet přijatých rámců s délkou přes MaxSize oktetů a s chybným FCS.
In MAC RX errors	Počet přijatých rámců se signálem RxErr z PHY.
In discards	Počet přijatých rámců, které by normálně byly odeslány, ale nejsou z důvodu nedostatku místa v bufferu.
In filtered	Počet správně přijatých rámců, které byly odfiltrovány podle pravidel pro ingress switch.

Egress statistics counters

Out octets	Celková délka Eth rámců vyslaných z této MAC adresy.
Out FCS errors	Počet rámců vyslaných s chybným FCS. Kdykoli je rámec během vysílání modifikován (např. je přidán nebo odstraněn tag), je jeho původní FCS předem zkontrolován a k modifikovanému rámcí přidán nový FCS. Je-li původní FCS chybný, pak je nový FCS chybný také a tento čítač je inkrementován.
Out unicasts	Počet správně vyslaných rámců, které mají Unicast destination MAC adresu.

Out multicasts	Počet správně vyslaných rámců, které mají Multicast destination MAC adresu. POZNÁMKA: Neobsahuje rámce započtené v <i>Out broadcast</i> ani v <i>Out pause</i> .
Out broadcasts	Počet správně vyslaných rámců, které mají Broadcast destination MAC adresu.
Out pause	Počet vyslaných rámců Flow Control.
Out deferred	Počet správně vyslaných rámců, které neměly kolizi ale byly zpožděny z důvodu přeplnění média při prvním pokusu. Platí pouze v režimu half-duplex.
Out collisions	Počet kolizí na této MAC adrese, které nebyly zahrnuty v <i>Out Single</i> , <i>Multiple</i> , <i>Excessive</i> nebo <i>Late</i> . Platí pouze v režimu half-duplex. Viz Auto negotiation
Out single	Počet správně vyslaných rámců, které měly právě jednu kolizi. Platí pouze v režimu half-duplex.
Out multiple	Počet správně vyslaných rámců, které měly více než jednu kolizi. Platí pouze v režimu half-duplex.
Out excessive	Počet rámců zahozených ve vysílajícím MAC proto, že při vysílání došlo k 16 kolizím za sebou. Platí pouze v režimu half-duplex.
Out late	Počet případů, kdy je kolize detekována později než po odvysílání 512 bitů rámce. Platí pouze v režimu half-duplex.
Out filtered	Počet dobrých rámců, které byly odfiltrovány podle pravidel pro výstup (egres) ze switche.

Frame size histogram counters

Size 64 octets	Počet přijatých a/nebo vyslaných rámců s délkou právě 64 oktetů, včetně chybných.
Size 65-127 octets	Počet přijatých a/nebo vyslaných rámců s délkou od 65 do 127 oktetů, včetně chybných.
Size 128-255 octets	Počet přijatých a/nebo vyslaných rámců s délkou od 128 do 255 oktetů, včetně chybných..
Size 256-511 octets	Počet přijatých a/nebo vyslaných rámců s délkou od 256 do 511 oktetů, včetně chybných.
Size 512-1023 octets	Počet přijatých a/nebo vyslaných rámců s délkou od 512 do 1023 oktetů, včetně chybných.
Size 1024-max octets	Počet přijatých a/nebo vyslaných rámců s délkou od 1024 do Max-Size včetně (viz parametr MTU), včetně chybných.

Histogram counters mode

Histogram velikosti rámců registruje přijaté a/nebo vyslané oktety. Zde je indikován režim čítačů.

Measure time

Časový interval platný pro sloupec "diff". Sloupec "diff" obsahuje rozdíl mezi hodnotou čítačů při stisknutí tlačítka Difference a při stisknutí tlačítka Refresh.

Refresh Difference

Jinými slovy: Hodnota čítače Difference může být resetována tlačítkem Refresh. Hodnoty sloupce "diff" jsou platné k okamžiku stisku tlačítka Difference.

Sloupec "total" obsahuje stále aktuální hodnoty platné při stisku tlačítka Refresh nebo tlačítka Difference.

Queue allocation

Status	Local: Unit-A / 07:51		Link: Ok		Peer: Unit-B / 0																																				
Link settings	<div style="display: flex; justify-content: space-between;"> Port status RMON counters Queue allocation Register dump RSTP </div>																																								
General	Free queue [buffers] 510																																								
Radio	<table border="1"> <thead> <tr> <th>Port name</th> <th>p2 Eth1 getman</th> <th>p4 Eth2</th> <th>p5 CPU</th> <th>p6 Air</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Ingress reserved queue size [buffers]</td> <td>0</td> <td>0</td> <td>1</td> <td>1</td> </tr> <tr> <td>Egress total queue size [buffers]</td> <td>0</td> <td>0</td> <td>0</td> <td>0</td> </tr> <tr> <td>Queue 0 [buffers]</td> <td>0</td> <td>0</td> <td>0</td> <td>0</td> </tr> <tr> <td>Queue 1 [buffers]</td> <td>0</td> <td>0</td> <td>0</td> <td>0</td> </tr> <tr> <td>Queue 2 [buffers]</td> <td>0</td> <td>0</td> <td>0</td> <td>0</td> </tr> <tr> <td>Queue 3 [buffers]</td> <td>0</td> <td>0</td> <td>0</td> <td>0</td> </tr> </tbody> </table>						Port name	p2 Eth1 getman	p4 Eth2	p5 CPU	p6 Air	Ingress reserved queue size [buffers]	0	0	1	1	Egress total queue size [buffers]	0	0	0	0	Queue 0 [buffers]	0	0	0	0	Queue 1 [buffers]	0	0	0	0	Queue 2 [buffers]	0	0	0	0	Queue 3 [buffers]	0	0	0	0
Port name	p2 Eth1 getman	p4 Eth2	p5 CPU	p6 Air																																					
Ingress reserved queue size [buffers]	0	0	1	1																																					
Egress total queue size [buffers]	0	0	0	0																																					
Queue 0 [buffers]	0	0	0	0																																					
Queue 1 [buffers]	0	0	0	0																																					
Queue 2 [buffers]	0	0	0	0																																					
Queue 3 [buffers]	0	0	0	0																																					
Service access																																									
Alarms																																									
Switch settings																																									
> Status																																									
Interface																																									
QoS																																									
Advanced																																									
Tools	<input type="button" value="Refresh"/>																																								

Obr. 7.19: Switch settings - Status - Queue allocation

- Free queue** Free Queue Size Counter. Čítač obsahuje aktuální počet nealokovaných bufferů dostupných pro všechny porty [buffer].
- Port name** Porty Eth1, Eth2, CPU, Air. Viz Port status.
- Ingress ...** Čítač obsahuje aktuální počet rezervovaných vstupních bufferů přidělených k tomuto portu [buffer].
- Egress ...** Čítač obsahuje aktuální počet výstupních bufferů přepnutých k tomuto portu. Je to celkový počet bufferů ve frontách všech priorit [buffer].
- Queue 0~3 [buffers]** Čítač obsahuje aktuální počet výstupních bufferů přepnutých k tomuto portu pro fronty různých priorit [buffer].

Register dump

Local: Unit-A / 07:53 Link: [Ok](#) Peer: Unit-B / 07:53 / ! Alarm

Port statusRMON countersQueue allocationRegister dumpRSTP

Groups Globals All ports ?

Ports p0 NC_0 + PHY p1 NC_1 + PHY p2 Eth1 + PHY p3 NC_3 + PHY p4 Eth2 + PHY p5 CPU p6 Air

Obr. 7.20: Switch settings - Status - Register dump

Pro diagnostické potřeby lze vypsát přesný obsah konfigurace vnitřních switchů a diagnostických registrů. Registry jsou rozděleny do několika skupin.

Groups	<input type="radio"/> Globals	Globální parametry switche.
	<input type="radio"/> All ports	Globální parametry portu.
Ports	Parametry příslušné k portům.	
Registers	Obsah registrů je v hexadecimálním formátu.	

RSTP

Local: Unit-A / 14:19
Link: Ok
Peer: Unit-B / 1

Status

Link settings

General

Radio

Service access

Alarms

Switch settings

> **Status**

Interface

QoS

Advanced

Tools

Maintenance

Live data

History

Logs

Programs

Help

Port status
RMON counters
Queue allocation
Register dump
RSTP

```

>> cli_rstp_status
Bridge:          br0                      State:enabled
BridgeId:        8000-0002a9608b6b        Bridge Priority: 32768 (0x8000)
Designated Root: 8000-0002a9608b6b
Root Port:      none
Time Since Topology Change: 619456
Max Age:        20   Bridge Max Age:      20
Hello Time:     2    Bridge Hello Time:   2
Forward Delay: 15   Bridge Forward Delay: 15
Hold Time:      3

Stp Port air: PortId: 8003 in Bridge 'br0':
Priority:       128
State:         Forwarding                 Uptime: 619456
PortPathCost:  admin: Auto                 oper: 2000000
Point2Point:   admin: Auto                 oper: No
Edge:          admin: Y                    oper: Y
Partner:      oper: Rapid
PathCost:      2000000
Designated Root: 8000-0002a9608b6b
Designated Cost: 0
Designated Bridge: 8000-0002a9608b6b
Designated Port: 8003

Role:          Designated
RSTP BPDU rx: 0

Stp Port eth1: PortId: 8001 in Bridge 'br0':
Priority:       128
State:         Disabled                   Uptime: 159092
PortPathCost:  admin: Auto                 oper: 20000000
Point2Point:   admin: Auto                 oper: Yes
Edge:          admin: Y                    oper: Y
Partner:      oper: Rapid
RSTP BPDU rx: 0

Stp Port eth2: PortId: 8002 in Bridge 'br0':
Priority:       128
State:         Disabled                   Uptime: 619457
PortPathCost:  admin: Auto                 oper: 20000000
Point2Point:   admin: Auto                 oper: Yes
Edge:          admin: Y                    oper: Y
Partner:      oper: Rapid
RSTP BPDU rx: 0

```

Obr. 7.21: Switch settings - Status - RSTP

RSTP service status

7.5.2. Interface

Port

Nastavení portu

Port	Port advanced	PIRL	Egress queue
Port name	p2 Eth1		p4 Eth2
Link status	down / copper		down / SFP
Speed / duplex	n/a		n/a
SFP info	-		No SFP module
Port enable	<input checked="" type="checkbox"/>		<input checked="" type="checkbox"/>
Auto negotiation	<input checked="" type="checkbox"/>		<input checked="" type="checkbox"/>
Speed / duplex	auto / auto		1000 Mbps / auto
Flow control	asymmetric (receive)		asymmetric (receive)
Force flow control	<input type="checkbox"/>		<input type="checkbox"/>
1000T master mode	auto		n/a
Energy detect	sense pulse		n/a

Obr. 7.22: Switch settings - Interface - Port

Phyter převádí signál Ethernetu mezi vedením (např. kabelem CAT7) a vnitřní sběrnici switche.

Port name Porty Eth1, Eth2, CPU, Air. Viz Port status.

Link status Staus linky Ethernet může být:

down / type není detekovaný signál na lince

up / type je detekovaný signál na lince

Za lomítkem je označený typ fyzické vrstvy

copper metalický Ethernet interface

SFP Modul SFP může být optický nebo metalický

Speed / duplex Rychlost a duplex na lince Ethernet.

Speed 10/100/1000 Mbps

Duplex full/half

SFP info Informace o (volitelně) vloženém modulu SFP. Mohou být použity tři různé typy SFP modulů:

Optický, dual mód s LC konektorem

Optický, single mód s LC konektorem

Metalický s RJ45 konektorem

Může nastat jedna z těchto situací:

situace	zpráva
SPF OK	Informace dodavatele SFP přečtená z modulu SFP. Dodavatel, model, konektor (RJ45/LC) a vlnová délka. Kliknutím na <i>more...</i> lze otevřít okno s dalšími podrobnostmi.
No SPF	Není modul SFP
read error	n/a
no SPF option	–

Port enable Port může být povolen nebo zakázán.

VÝSTRAHA: Pokud je port zakázán, pak přes něj není možná komunikace.

Auto negotiation Auto-Negotiation je procedura Ethernetu, při které dvě propojená zařízení vybírají společné komunikační parametry jako rychlost, duplexní mód a flow control. Obě spojená zařízení nejprve použijí základní společné parametry a pak hledají parametry pro nejvyšší přenosový výkon, které obě zařízení umožňují.

Zařízení umožňují tři typy Auto-Negotiation:

10/100/1000BASE-T Copper Auto-Negotiation. (IEEE 802.3 Clause 28 a 40)

1000BASE-X Fiber Auto-Negotiation (IEEE 802.3 Clause 37)

SGMII Auto-Negotiation (Cisco specification)

Auto-Negotiation poskytuje mechanismus pro přenos informací z lokální jednotky na jednotku partnera na lince pro stanovení rychlosti, duplexu a priorit Master/Slave.

Auto-Negotiation nastává při těchto situacích:

Zapnutí napájení (Power up reset)

Hardwarový reset

Softwarový reset

Restart Auto-Negotiation

Přechod z vypnutého na zapnuté napájení

Přerušení linky

10/100/1000BASE-T Auto-Negotiation pracuje podle specifikace IEEE 802.3, Clause 28 a 40. Používá se k vyjednání rychlosti, duplexu a flow control přes UTP kabel CAT5 (nebo vyšší). Pokud je Auto-Negotiation zahájeno, zařízení nejprve zjistí, jestli protějšší zařízení má nebo nemá možnost Auto-Negotiation. Jestliže ano, pak obě zařízení spolu vyjednají rychlost a duplex pro komunikaci.

Pokud protějšší zařízení nemá možnost Auto-Negotiation, pak je použita parallel detect function pro určení rychlosti na vzdáleném zařízení pro režimy 100BASE-TX a 10BASE-T. Při lince založené na parallel detect function je použit half-duplex. Úplný popis Auto-Negotiation viz IEEE 802.3 clause 28 a 40.

1000BASE-X Auto-Negotiation je definováno ve specifikaci IEEE 802.3 Clause 37. Používá se pro auto-negotiate duplex a flow control na optickém kabelu.

Pokud PHYTER umožňuje 1000BASE-X Auto-Negotiation a partner na lince ne, pak linka nemůže být spojena. Zařízení použije režim Auto-Negotiation bypass.

SGMII Auto-Negotiation. SGMII je ve skutečnosti standard navržený firmou Cisco. SGMII používá kódování 1000BASE-X pro komunikaci mezi PHY a MAC podobně jako Auto-Negotiation. Obsah SGMII Auto-Negotiation je však jiný než 1000BASE-X Auto-Negotiation.

VÝSTRAHA: Jestliže jedno zařízení je v režimu Auto-negotiation a druhé pracuje s manuální volbou parametrů (tedy bez Auto-negotiation), pak bude linka v režimu half-duplex. Je-li manuální volba full-duplex, pak mohou nastávat kolize *Out collisions*.

Speed / duplex Volba rychlosti linky Ethernet a duplexního módu. Oba parametry mohou být nastaveny pomocí auto negotiation nebo manuálně. Pokud je Auto negotiation zakázáno, nastaví se rychlost a duplex ručně. Ve většině případů je lepší povolit auto negotiation a použít nastavení "auto / auto" pro rychlost a duplex.

Jsou dvě možnosti nastavení linky na rychlost a duplex:

Auto negotiation povoleno. Vyberte požadovanou rychlos/duplex. Proces auto-negotiation nabídne pouze tento režim. Partner na lince je požádán, aby ji použil.

Auto negotiation zakázáno. Vyberte požadovanou rychlos/duplex. Linka bude nastavena na tento režim. Partner na lince musí být manuálně nastaven na shodný režim.

Flow control Flow control mechanismus vysílá rámce Pause frames k připojenému zařízení. Tyto jsou generovány v několika režimech:

no pause Pause frames jsou zakázány.

symmetric Pause frames jsou vysílány i přijímány.

asymmetric Pause frames vysílány, příjem je zakázán.
(send)

asymmetric Pause frames jsou přijímány, vysílání je zakázáno.
(receive)

Pro výměnu Pause frames musí být povoleno Auto-Negotiation.

Force flow control Je-li požadován Flow control při vypnutém Auto-Negotiation, je možno použít Force flow control. Pak se zapne Flow control bez Auto-Negotiation.

1000T master mode Režim 1000BASE-T master/slave může být manuálně konfigurován:

auto Automatická konfigurace MASTER/SLAVE.

master Manuální konfigurace jako MASTER.

slave Manuální konfigurace jako SLAVE.

Energy detect Zařízení může být nastaveno do "energy detect power down" módu výběrem jednoho ze dvou módů detekce. Oba módy umožňují probudit PHYTER podle detekce aktivity na kabelu Ethernet. Tento mód pracuje pouze na metalickém vedení.

V módu "sense" detekuje PHY energii na lince. Jestliže ji zaznamená, spustí na 5 sekund Auto-Negotiate vysílající FLPs (Fast Link Pulse). Není-li Auto-Negotiation hotové do 5 sekund, pak PHY zastaví vysílání FLPs a vrátí se k monitorování přijímané energie. Je-li Auto-Negotiation kompletní, pak přejde PHY do normálního režimu 10/100/1000 Mbps. Pokud během normálního provozu dojde k přerušení linky, pak PHY restartuje Auto-Negotiation. Jestliže během 5 sekund není detekována energie na lince, přejde PHY zpět do režimu monitorování energie.

V módu "sense pulse" vysílá PHY každou sekundu jednotlivé 10 Mbps NLP (Normal Link Pulse). Až na tuto odlišnost je funkce identická s předchozím módem "sense". V módu "sense" nelze probudit protějšší zařízení, to tedy musí samo vysílat NLPs. V módu "sense pulse" je možno protějšší zařízení probudit.

off vypnuto

sense pulse Naslouchá a periodicky vysílá NLP (Energy Detect+TM).

sense Pouze naslouchá (Energy Detect).

Port advanced

Nastavení interních portů ETH switche.

Port	Port advanced	PIRL	Egress queue
Port name	p2 Eth1	p4 Eth2	p5 CPU
Label			
Frame mode	normal	normal	ether type DSA
Ether type	0x9100	0x9100	0xDADA
MTU [B]	10240	10240	1522
Pause limit in [frame]	0	0	0
Pause limit out [frame]	3968	3968	3968
Ignore checksum	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

Buttons: Apply, Refresh, Show defaults, Show backup

Obr. 7.23: Switch settings - Interface - Port advanced

Port name Porty Eth1, Eth2, CPU, Air. Viz Port status.

Label Zákaznické pojmenování portu.

Frame mode Ethernet Frame mode definuje tagovaný formát rámce očekávaného v Ingress a generovaného v Egress pro tento port takto:

normal Normální Network mód používá průmyslový standard IEEE 802.3ac Tagované nebo Netagované rámce. Tagované rámce používají Ether Type of 0x8100. Porty, se kterými má být navazováno spojení, musí používat tento mód.

DSA Neaktivní volba, nepoužívá se.

provider Provider mód používá na portu volitelný Ether Type (viz parametr Ether type) pro definování, že rámec je tagovaný providerem. Tento mód používají porty připojené ke standardním síťovým zařízením providera nebo zařízení používající tagované rámce s Ether Type jiným než 0x8100.

Rámce přicházející tímto portem s Ether Type souhlasným s parametrem "Ether Type" portu budou považovány za tagované, budou mít nastaveny bity tagů VID a PRI (to je budou použity pro switching a mapping) a jejich Provider Tag bude odstraněn z rámce. Je-li za

prvním Provider Tagem nalezen další Provider Tag, bude také odstraněn z rámce a jeho bity VID a PRI budou ignorovány. Upravený rámec bude podle potřeby oříznut.

Rámce přicházející tímto portem s Ether Type nesouhlasným s parametrem "Ether Type" portu budou považovány za netagované. Přicházející rámce jsou upraveny tak, že jsou připraveny pro výstup přes Customer ports (Normal Network Frame Mode ports) bez dalších změn.

Rámce odcházející tímto portem mají vždy přidán tag (i když byly již tagovány). Přidaný tag bude obsahovat Ether Type portu jako svůj vlastní Ether Type. Bity PRI dostanou hodnotu Frame Priority FPri přidělenou během ingres. Bity VID dostanou hodnotu bitů Default VID zdrojového portu (jestliže zdrojový port byl ve Frame mode Normal) nebo hodnotu VID přidělenou rámcí během ingres (jestliže zdrojový port byl ve Frame mode provider).

ether type
DSA

Platí pouze pro port "p5 CPU".

Režim Ether type DSA používá standardní Marvell DSA Tagged frame informaci následující za uživatelsky definovatelným Ether type (viz parametr Ether type). Tento režim dovoluje kombinovat rámce Normal Network a rámce DSA Tagged a je užitečný na portech připojených k CPU.

Rámce vstupující na tento port s Ether Type shodným s "Ether Type" budou považovány za DSA Tagged a také tak zpracovány. Ether Type rámců a DSA pad bytes budou odstraněny takže výsledné rámce budou připraveny pro egress out Marvell DSA Tag Mode ports unmodified. Rámce vstupující na tento port s jiným Ether Type budou považovány za Normal Network Frames a podle toho zpracovány.

Řídící rámce Marvell DSA Tag vystupující z tohoto portu dostanou vždy "Ether Type" portu následované dvěma pad byte 0x00 před DSA Tagem. Rámce Marvell DSA Tag Forward, které opouští tento port mohou odcházet právě jako řídicí rámce (s doplněným Ether Type a pad) nebo mohou egress as if the port was configured in Normal Network mode. Toto se rozlišuje podle Egress Mode bitů uvedených výše.

Frame type

Ethernet frame type (často označovaný jako EtherType) se používá k označení, který protokol je obsažen v rámci Ethernet. Tento parametr je důležitý, když je protokol zapouzdřen v jiném protokolu.

Příklady:

Eth. type	Standard	Komentář
0x8100	IEEE 802.1q	Double-tagged, Q-in-Q or C-tag stacking on C-tag. C-tag in IEEE 802.1ad frames
0x88a8	IEEE 802.1ad	S-Tag
0x88e7	IEEE 802.1ah	S-Tag (backbone S-Tag)
0x9100	-	Používá se velmi často. Tuto hodnotu používá například starý nestandardní protokol 802.1QinQ.

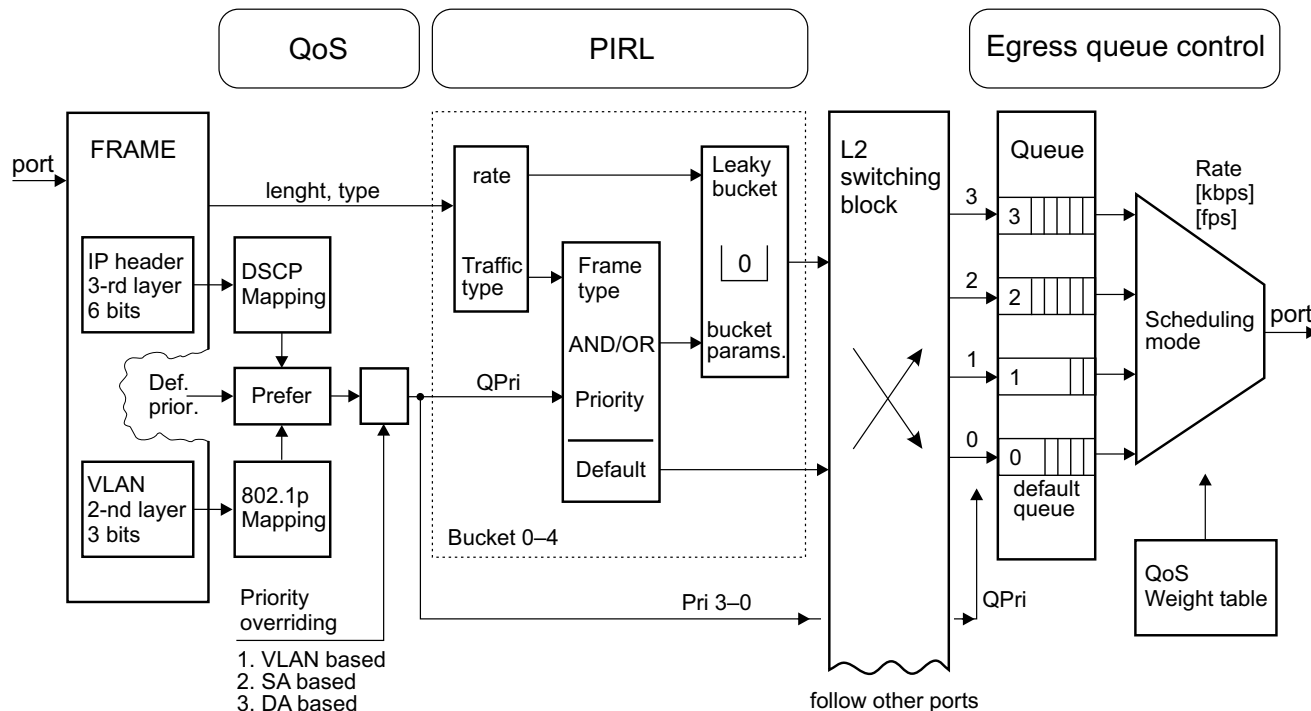
Další podrobnosti viz <http://en.wikipedia.org/wiki/EtherType>.

- MTU [B]** MTU určuje max. velikost rámce, který může být přijat nebo vyslán na daném fyzickém portu. To znamená, že Jumbo rámce mohou být přijaty od daného vstupního portu ale mohou nebo nemusí být vyslány z portu nebo portů. Možné hodnoty jsou 1522, 2048 a 10240 Byte.
POZNÁMKA - Definice délky rámce počítá byte od MAC_DA až do Layer2 CRC rámce.
- Pause limit in [frame]** Počet souvislých rámců Pause refresh, které mohou být přijaty na tomto portu (full-duplex) nebo počet 16 po sobě jdoucích kolizí (half-duplex). Pokud má port povoleno flow control, pak tento parametr určuje, jak dlouho tento port může být zablokován (Paused nebo Back Pressured), aby se zabránilo trvalému zablokování portu rušením. Jestliže počet rámců Pause refresh překročí hodnotu tohoto parametru, pak je Flow Control na tomto portu dočasně vypnut.
Nastavení tohoto parametru na 0 umožní trvalé zablokování tohoto portu.
- Pause limit out [frame]** Omezení počtu souvislých rámců Pause refresh, které mohou být vyslány z tohoto portu - za předpokladu, že každý Pause refresh má max. trvání 65536 časových slotů. Je-li na portu povolen full-duplex Flow Control, pak tento parametr je použit jako limit počtu rámců Pause refresh, které mohou být vyslány z portu k partnerovi proto, aby nevysílal žádná data.
Nastavení tohoto parametru na 0 umožní souvislé vysílání Pause rámců pro vyprázdnění portu tak dlouho, dokud je port přetížený.
Nastavení tohoto parametru na 1 umožní vyslání 1 Pause rámce z tohoto portu pro každý stav přetížení.
Nastavení tohoto parametru na 2 umožní vyslání až dvou Pause rámců z tohoto portu pro každý stav přetížení atd.
- Ignore Frame checksum** Ignorovat kontrolní součet (FCS) - jinými slovy - připojit k rámci správné FCS. Pokud tento parametr není nastaven (výchozí stav), musí mít rámce vstupující do tohoto portu správné CRC, jinak jsou zahozeny. Když tento parametr je nastaven, pak poslední čtyři byte přijatých rámců jsou přepsány správným CRC a rámce jsou přijaty do switchu (za předpokladu, že délka rámce je správná a rámec obsahuje adresu destination).

PIRL

PIRL (Port Based Ingress Rate Limiting) má za úkol uspořádat průchod rámců tak, aby nedocházelo k zablokování portů a přitom bylo zahozeno co nejméně rámců.

Schéma zpracování rámce podle menu QoS, PIRL a Egress queue control:



Obr. 7.24: PIRL and queues

Frame

Portem přijde rámec určité délky, s MAC adresami SA a DA. V IP hlavičce si nese DSCP prioritu a případně ještě ve VLAN prioritu 802.1p.

QoS

Podle preference je použita priorita DSCP nebo 802.1p a je vytvořena výsledná Queue priorita QPri. Tato priorita nabývá hodnot 0 až 3 a řídí zpracování rámce uvnitř switche.

- Netagované rámce 802.1p jsou opatřeny defaultní prioritou.
- Priority mohou být přemapovány.
- Priorita může být dále přepsána podle menu Advanced prioritou odvozenou z VLAN nebo z adres SA a DA.
- Viz schéma zpracování priorit.

Podobně je zpracována Frame priorita FPri. Touto prioritou je označen rámec přicházející ze sítě a odesílaný do sítě.

PIRL

Na cestě z portu do společného switche může být paralelně zařazeno 1 až 5 "omezovačů průtoku" pracujících podle schématu "leaky bucket" tedy děravý kbelík. Zde jsou nazývány "Resource". Je to

analogie nádoby, která je nárazově doplňována tokeny podle přicházejících rámců a je plynule vyprazdňována. Podle výšky hladiny jsou pak prováděna regulační opatření.

Menu PIRL - Edit obsahuje několik skupin parametrů:

- Identifikace Resource
- Kapacita Resouce, převod byte na tokeny
- Způsob počítání rámců
- Regulační zásahy (zahodit rámeček - pozastavit přísun)
- Výběr rámců (všechny - podle priority QPri - podle typů)

Pomocí parametrů pro výběr je každému Resource přidělena část rámců. Jejich průchod je regulován tak, aby nedošlo k zahlcení sítě. Pokud se objeví rámeček, který neodpovídá filtru žádného Resouce, pak projde do switchu bez omezení.

Switching block

V tomto bloku (L2-switch) je každý rámeček podle menu Advanced směrován na určený port.

Egress queue

Blok výstupních front. Každý port přijímá rámce z L2-switchu prostřednictvím 4 front (číslo 3 až 0), nejvyšší prioritu má fronta 3. Rámce jsou řazeny do front podle své priority QPri.

Režim vybírání front se volí parametrem Scheduling mode. Rychlost vybírání se řídí parametrem Rate limit.

Rámeček odeslaný z portu do sítě může být označen prioritou FPri, dále je možná změna jeho tagu viz menu VLAN - Egress mode.

Menu PIRL

Local: RAY2-17L / 10:54
Link: [OK](#)
Peer: RAY2-17U / 10:54

Port
Port advanced
PIRL
Egress queue

Port Ingress Rate Limiter
?

Port name	Id	CIR (estimated)	Bucket rate factor	Bucket increment	Mode	Edit	Delete
p2 Eth1	0	10 Mbps	2	20	traffic type type: pt_broadcast	<input type="button" value="Edit"/>	<input type="button" value="Delete"/>
p2 Eth1	1	250 Mbps	10	4	traffic type type: pt_multicast	<input type="button" value="Edit"/>	<input type="button" value="Delete"/>
p4 Eth2	0	10 Mbps	2	20	traffic type type: pt_broadcast	<input type="button" value="Edit"/>	<input type="button" value="Delete"/>

Obr. 7.25: Switch settings - Interface - PIRL

Zařízení podporuje na portech TCP/IP regulaci vstupního toku (PIRL) a nezávislou prevenci zahlcení vstupu. PIRL reguluje vstupní tok s krokem 64 Kbps (od 64 Kbps do 1 Mbps), dále s krokem 1 Mbps (od 1 Mbps do 100 Mbps) a 10 Mbps (od 100 Mbps do 1000 Mbps).

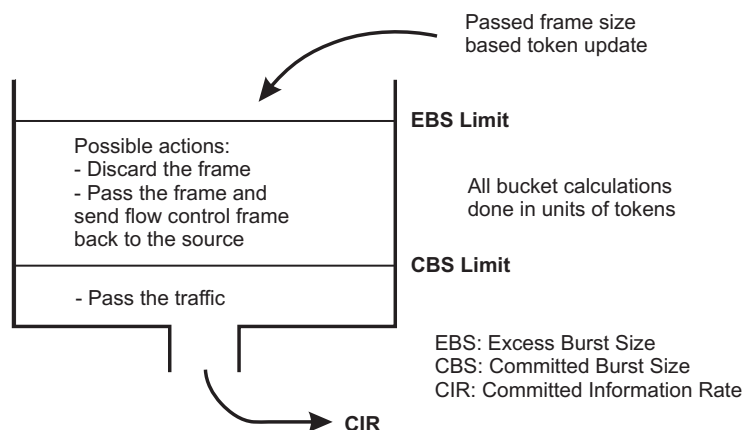
Dále zařízení podporuje regulaci podle priority (Priority based ingress rate limiting). Přísun rámců do switche je regulován podle 4 stupňů priority. Je použito schéma regulace toku leaky bucket (děravý kbelík) nazývaný zde Resource. Pracuje tak, že odesílá plynule tokeny (žetony) rychlostí zvanou Committed Information Rate (CIR) a doplňuje si tokeny vždy při příchodu nových rámců. Všechny kalkulace Resource, dekrementace a inkrementace probíhají v tokenech (to je byte rámců jsou převáděny na tokeny pro potřeby kalkulace).

Toto zařízení používá schéma "color blind leaky bucket".

Provoz o rychlosti pod Committed Burst Size limit (CBS Limit) probíhá bez omezení.

Provoz s rychlostí pod Committed Burst Size limit (CBS Limit) probíhá bez dalších akcí. Jestliže trvá zvýšený přísun dat a hladina tokenů v Resource dosáhne ke hranici (EBS Limit - CBS Limit), pak jsou aplikována připravená opatření. Pokud je rámec zahozen, pak není přidán příslušný počet tokenů do Resource.

V defaultní konfiguraci switche jsou definovány dva ingress limity. Limit max. dovoleného přísunu ARP na port CPU je 10 Mbps z portu Eth1 a 10 Mbps z portu Eth2.



Obr. 7.26: Leaky bucket

Port name	Porty Eth1, Eth2, CPU, Air. Viz Port status.
Id	Každému portu může být přiděleno až 5 nezávislých zdrojů (Resources). Každý zdroj má definovaný filtr pro příchozí rámce. Jestliže rámec splní podmínky filtru, pak je s ním naloženo podle parametru EBS limit action. Jestliže nesplní podmínky, pak projde beze změn. Rámec je pak odeslán do switche.
CIR (estimated)	Přísun do switche (Committed Information Rate CIR) je úměrný parametru Bucket Rate factor a nepřímo úměrný parametru Bucket increment. Kalkulace je odhadnutá (estimated) proto, že skutečná rychlost dat závisí na velikosti rámce. Je ovlivněna i parametrem Accounted bytes. Vzorec pro výpočet CIR [bps] je $CIR = a * BRF / BI$. Zde konstanta "a" je rovna 12 500 000 pro Accounted bytes="frame" a 100 000 000 pro Accounted bytes="layer1". BRF je Bucket Rate factor a BI je Bucket increment.
Bucket rate factor	Faktor určující počet tokenů dekrementovaných při odeslání dat z vědra. To se děje periodicky podle CIR.
Bucket increment	Bucket increment (BI) je počet tokenů přidávaných s každým příchozím rámcem.
Mode	Aktivní parametry Priority a Frame type, viz Bucket type parametr.
Edit	Tlačítko pro editaci nebo doplnění dalšího PIRL Resource.
Disable	Smazání PIRL Resource.
Add resource	Druhý způsob doplnění PIRL Resource.

PIRL - Resource configuration

Status		Local: RAY2-17L / 10:57		Link: Ok		Peer: RAY2			
Link settings									
General									
Radio									
Service access									
Alarms									
Switch settings									
Status									
> Interface									
QoS									
Advanced									
Tools									
Maintenance									
Live data									
History									
Logs									
Programs									
Help									
		Port		Port advanced		PIRL		Egress queue	
		Resource							
		Port name		p2 Eth1					
		Id		0					
		Settings							
		CIR (estimated)		10 Mbps					
		Burst allocation [b]		512000					
		CBS min		204800					
		EBS limit		16777200					
		CBS limit		15497200					
		Bucket rate factor		2					
		Bucket increment		20					
		Account discarded frames		<input type="checkbox"/>					
		Account filtered frames		<input type="checkbox"/>					
		Management non rate limit		<input type="checkbox"/>					
		SA non rate limit		<input type="checkbox"/>					
		DA non rate limit		<input type="checkbox"/>					
		Accounted bytes		layer 1					
		EBS limit action		drop					
		Sampling mode		<input type="checkbox"/>					
		Flow control de-assertion		empty					
		Bucket type		traffic type					
		Mask operation		priority OR type					
		Priority		0 <input type="checkbox"/> , 1 <input type="checkbox"/> , 2 <input type="checkbox"/> , 3 <input type="checkbox"/>					
		Frame type							
		Unknown unicast		<input type="checkbox"/>					
		Unknown multicast		<input type="checkbox"/>					
		Broadcast		<input checked="" type="checkbox"/>					
		Multicast		<input type="checkbox"/>					
		Unicast		<input type="checkbox"/>					
		Network management		<input type="checkbox"/>					
		ARP		<input type="checkbox"/>					
		TCP data		<input type="checkbox"/>					
		TCP control		<input type="checkbox"/>					
		UDP		<input type="checkbox"/>					
		IGMP,ICMP,GRE,IGRP,L2TP		<input type="checkbox"/>					
		Ingress monitor source		<input type="checkbox"/>					
		Policy mirror		<input type="checkbox"/>					
		Policy trap		<input type="checkbox"/>					

Obr. 7.27: Switch settings - Interface - PIRL Resource

Každému portu může být přiřazeno až pět Resource.

Každý Resource definuje filtr pro příchozí rámce. Splní-li je rámec, je s ním naloženo podle parametru EBS limit action. Nesplní-li je, pak projde beze změny do switche.

Port name	Porty Eth1, Eth2, CPU, Air. Viz Port status.
Id	Každému portu může být přiděleno až 5 nezávislých Resource. Každý Resource má definovaný filtr pro příchozí rámce. Jestliže rámec splní podmínky filtru, pak je s ním naloženo podle parametru EBS limit action. Jestliže nesplní podmínky, pak projde beze změn. Rámec je pak odeslán do switche.
CIR (estimated)	Přísun do switche (Committed Information Rate CIR) je úměrný parametru Bucket Rate factor a nepřímo úměrný parametru Bucket increment. Kalkulace je odhadnutá proto, že skutečná rychlost dat závisí na velikosti rámce. Je ovlivněna i parametrem Accounted bytes. Vzorec pro výpočet CIR [bps] je $CIR = a * BRF / BI$. Zde konstanta "a" je rovna 12 500 000 pro Accounted bytes="frame" a 100 000 000 pro Accounted bytes="layer1". BRF je Bucket Rate factor a BI je Bucket increment.
Burst allocation [b]	Burst allocation BA (prostor pro příchozí rámce) závisí na Bucket increment, Committed Burst Size limit a Excess Burst Size limit. Vzorec pro BA je: $BA = 8 * (EBS - CBS) / BI$. Kde EBS je Excess Burst Size limit, CBS je Committed Burst Size limit a BI je Bucket increment. Burst allocation musí být menší než vnitřní paměť switche, která je 1 Mb.
CBS min	Hodnota limitu CBS min závisí na max. velikosti rámce a na Bucket incrementu. CBS limit je vždy větší než CBS min. Vzorec pro CBS min je: $CBS\ min = BI * MaxFrameSize$ [bytes]. Kde BI je Bucket increment. Je-li CBS limit menší než tato hodnota (tedy umožňuje velký přísun dat), pak příchozí data sestávající z dlouhých rámců mohou překročit CIR. Proto doporučujeme aby CBS limit byl vždy větší než CBS min. CBS limit současně nesmí překročit EBS limit.
EBS limit	Excess Burst Size limit. EBS limit má být vždy větší než CBS limit. Doporučená hodnota EBS limitu je 16777200.
CBS limit	Limit "Committed Burst Size". Určuje velikost committed information burstu.
Bucket rate factor	Faktor určující počet tokenů dekrementovaných při odeslání dat z Resource. To se děje periodicky podle CIR.
Bucket increment	Bucket increment (BI) je počet tokenů přidávaných s každým příchozím rámcem.
Account discarded frames	Parametr určuje, zda algoritmus omezující ingress rate započítává rámce, které byly zahozeny řadičem fronty z důvodu přeplnění výstupní fronty. Pokud požadujeme, aby byly započítány všechny rámce přicházející do daného portu a týkající se tohoto zdroje PIRL, tak musí být tento parametr povolen.

- Account filtered frames** Parametr zapíná sečítání rámců zahozených řadičem podle pravidel pro vstup rámců. Tento parametr musí být zapnut pro sečítání všech rámců odcházejících z tohoto zdroje PIRL do připojeného portu.
- Management non rate limit** Je-li tento parametr zakázán, pak všechny rámce, které jsou označeny vstupním ingress klasifikátorem jako MGMT rámce, budou považovány za limitované v ingress rate, pokud se limit týká jejich particular ingress rate resource. Je-li tento parametr povolen, pak všechny rámce, které jsou označeny vstupním ingress klasifikátorem jako MGMT rámce, budou vyjmuty z limitujících kalkulací limitované v ingress rate, pokud se limit týká jejich particular ingress rate resource.
- SA non rate limit** Pokud rámec podle své SA dostal v "ATU - Entry state" značku "static non rate limiting", pak rámec nebude na Ingress limitován.
- DA non rate limit** Pokud rámec podle své DA dostal v "ATU - Entry state" značku "static non rate limiting", pak rámec nebude na Ingress limitován.
- Accounted bytes** Parametr určuje, které byte jsou započteny do délky rámce při vstupních kalkulacích. Volíme z těchto možností:
- | | |
|---------|--|
| frame | Egress rate limiting se provádí podle počtu rámců [fps] na rozdíl od počtu Byte [kBps] v paketu. |
| layer 1 | Hlavička (8byte) + DA rámce až CRC + IFG (inter frame gap, 12 Byte) |
| layer 2 | DA rámce až CRC |
| layer 3 | DA až CRC - 18 - 4 (při tagovaném rámci) |
- Rámec je považován za tagovaný, je-li při vstupu tagován od Customer nebo Provider.
- EBS limit action** Parametr určuje, která akce se provede při překročení limitu EBS:
- | | |
|--------------|---|
| drop | Rámec, který přišel na port je zahozen. |
| flow control | V tomto režimu jsou generovány rámce Ethernet flow control (jsou-li na tomto portu povoleny) a odesílány ke zdroji rámců. Příchozí rámce jsou zpracovány v PIRL. Pokud port pracuje v half-duplexu, pak je zahlcen. |
| accept | Rámce jsou přijaty i když není dostatek tokenů. Použití tohoto módu se předpokládá pro TCP aplikace. Nedoporučuje se pro streamové aplikace, kde je důležité správné časování. |
- Použití režimu Flow control se předpokládá na portech se spolehlivým flow control mechanismem. Parametr EBS limit přísluší k celému portu. Používá-li port více Resource, pak mají být všechny nastaveny na shodný EBS limit.
- Sampling mode** Režim vybírá vzorky z mnoha rámců/byte, které jsou monitorovány. Stream bude identifikován v ingress engine jako Policy mirror a vzorkování paketů může být aplikováno pro tento stream podle jednoho z Resource.
- V tomto režimu, je-li jednou překročen "EBS limit", je příští příchozí rámec z tohoto portu přiřazen k tomuto Resource a odeslán na mirror destination. Po odeslání vzorku rámce je počítadlo tokenů resetováno pokračuje inkrementace tokenů pro další příchozí rámce.
- Sampling mód je užitečný pro omezení počtu Mirror rámců posílaných na mirror destination.

Flow control de-assertion	<p>Parametr ovládá vypnutí flow control poté, kdy bylo aktivováno dosažením EBS limitu:</p> <ul style="list-style-type: none"> empty Flow control je vypnuto až po vyprázdnění Resource. CBS limit Flow control se vypne poté, kdy se Resource vypráznilo tak, aby se do něj vešel alespoň jeden rámec velikosti CBS limit. Například, je-li CBS limit nastaven na 2 kByte, pak se flow control vypne, když je v Resource volných nejméně 2 kByte tokenů.
Bucket type	<p>Resource může být řízeno podle celkového datového toku nebo podle typu komunikace:</p> <ul style="list-style-type: none"> Rate based ingress rate limit: Limituje všechny typy rámců na vstupu. Traffic type based ingress rate limit: Limituje vybrané typy provozu.
Mask operation	<p>Parametr stanoví, jestli vstupující rámec musí splňovat současně požadavky na Prioritu a Frame type aby byl zahrnut do vstupních kalkulací nebo jestli stačí splnit pouze jeden z nich.</p>
Priority	<p>Mohou být použity všechny kombinace čtyř priorit. Rámce s označenou prioritou jsou přijaty do zpracování pro tento ingres rate resource.</p> <p>Není-li zde priorita vybrána, pak priorita rámce nemá na jeho zpracování vliv.</p>
Frame type	<p>Kterékoli z následujících typů rámců mohou být vybrány pro zpracování v Resource: Management (MGMT), Multicasts, Broadcasts, Unicasts, Address Resolution Protocol (ARP), TCP Data, TCP Ctrl, UDP, Non-TCPUDP (covers IGMP, ICMP, GRE, IGRP and L2TP), IMS, PolicyMirror, PolicyTrap, Unknown Unicasts or Unknown Multicasts.</p> <p>Je možno vybrat více než jeden typ rámce.</p>

Egress queue control

Rámce ze switche jsou odesílány prostřednictvím front 3,2,1,0. Fronta 3 má nejvyšší prioritu, jsou do ní odesílány rámce s prioritou QPri = 3.

The screenshot shows the Mikrotik web interface for configuring Egress queue control. The interface is divided into a left sidebar and a main content area. The sidebar contains sections for Status, Link settings, Service access, Alarms, Switch settings, Tools, and Help. The main content area has a top status bar with 'Local: RAY2-17L / 10:59', 'Link: Ok', and 'Peer: RAY2'. Below this is a navigation bar with tabs for Port, Port advanced, PIRL, and Egress queue. The Egress queue tab is selected, showing a table of settings for four ports: p2 Eth1, p4 Eth2, p5 CPU, and p6 Air. The settings include scheduling mode (weighted RRB), speed guard (checked), count mode (layer 2), rate limit (0 kbps), and frame overhead (0 B). A weight table is set to '3, 2, 3, 1, 3, 2, 3, 0, 3, 2, 3, 1, 3, 2, 3'. A note states: 'Note: The sequence of the egress queues can be up to 128 items long.' At the bottom, there are buttons for Apply, Refresh, Show defaults, and Show backup.

Obr. 7.28: Switch settings - Interface - Egress queue control

Port name	Porty Eth1, Eth2, CPU, Air. Viz Port status.				
Scheduling mode	<p>Režim vybírání front.</p> <p>Je podporován režim čisté priority (strict), výběr typu weighted round robin nebo jejich kombinace.</p> <p>V režimu strict jsou nejprve odeslány (egres) všechny rámce s nejvyšší prioritou, pak všechny s prioritou o stupeň nižší atd. Tento způsob může způsobit velké zdržení rámců s nízkou prioritou ale zajišťuje nejrychlejší odeslání vyšších priorit.</p> <p>Ve váženém schématu se používá rozdělení 8, 4, 2, 1, pokud není definováno jiné ve Weight table. (Rozdělení 8, 4, 2, 1 znamená, že z fronty 3 se vybírá 8x častěji, než z fronty 0). Tento režim zabraňuje dlouhému zablokování fronty s nízkou prioritou za cenu mírného zdržení priorit vysokých.</p> <p>Některé aplikace vyžadují, aby fronta (nebo fronty) s nejvyšší prioritou byla vybírána přednostně s fixní prioritou. Ostatní fronty pak mají být vybírány podle váhového principu.</p> <p>Pro vybírání front lze zvolit jeden z těchto režimů:</p> <table border="0" style="margin-left: 20px;"> <tr> <td style="padding-right: 20px;">weighted RRB</td> <td>Používá schema weighted round robin, tedy vybírání jednotlivých front ve stanoveném poměru.</td> </tr> <tr> <td>strict pri 3</td> <td>Fixní priorita pro frontu 3, vážená pro 2,1 a 0.</td> </tr> </table>	weighted RRB	Používá schema weighted round robin, tedy vybírání jednotlivých front ve stanoveném poměru.	strict pri 3	Fixní priorita pro frontu 3, vážená pro 2,1 a 0.
weighted RRB	Používá schema weighted round robin, tedy vybírání jednotlivých front ve stanoveném poměru.				
strict pri 3	Fixní priorita pro frontu 3, vážená pro 2,1 a 0.				

	strict pri 3, 2 Fixní priorita pro frontu 3 a 2, vážená pro 1 a 0.								
	strict Fixní priorita. Nejdříve celá nejvyšší fronta, pak celá nižší...								
Speed guard	Kontrola rychlosti automaticky řídí množství Egress dat podle dostupné kapacity kanálu Air. Tato kontrola a regulační zásahy probíhají přibližně každých 50 ms.								
Count mode	<p>Parametr stanoví, které byte přenášeného rámce jsou započteny do limitu:</p> <table border="0"> <tr> <td>frame</td> <td>Limitování výstupu se provádí podle počtu rámců [fps] nebo podle počtu byte v paketu [kbps].</td> </tr> <tr> <td>layer 1</td> <td>Hlavička (8byte) + rámec od DA do CRC + IFG (inter frame gap, 12 bytes)</td> </tr> <tr> <td>layer 2</td> <td>Rámec od DA do CRC</td> </tr> <tr> <td>layer 3</td> <td>Rámec od DA do CRC - 18 - 4(pro tagovaný rámec)</td> </tr> </table> <p>Započítává se pouze jeden tag i když má rámec více tagů. Rámec se považuje za tagovaný, když je tagovaný při výstupu na dráty.</p>	frame	Limitování výstupu se provádí podle počtu rámců [fps] nebo podle počtu byte v paketu [kbps].	layer 1	Hlavička (8byte) + rámec od DA do CRC + IFG (inter frame gap, 12 bytes)	layer 2	Rámec od DA do CRC	layer 3	Rámec od DA do CRC - 18 - 4(pro tagovaný rámec)
frame	Limitování výstupu se provádí podle počtu rámců [fps] nebo podle počtu byte v paketu [kbps].								
layer 1	Hlavička (8byte) + rámec od DA do CRC + IFG (inter frame gap, 12 bytes)								
layer 2	Rámec od DA do CRC								
layer 3	Rámec od DA do CRC - 18 - 4(pro tagovaný rámec)								
Rate [kbps] / [fps]	<p>Omezování množství výstupních dat. Pro Rate = 0 je omezování vypnuto.</p> <p>POZNÁMKA: Parametr Count mode určuje, které byte rámce jsou započítávány při omezování výstupu.</p> <p>Při omezování podle počtu rámců může být tento počet zvolen od 7.6k do 1.488M frames/sec. Platné hodnoty jsou od 7600 do 1488000.</p> <p>Při omezování podle bitového toku se požadovaná hodnota může pohybovat od 64 kbps do 1 Gbps v těchto stupních:</p> <ul style="list-style-type: none"> Požadovaný tok od 64 kbps do 1 Mbps v krocích 64 kbps Požadovaný tok od 1 Mbps do 100 Mbps v krocích 1 Mbps Požadovaný tok od 100 Mbps do 1 Gbps v krocích 10 Mbps <p>Platné hodnoty tedy jsou:</p> <p>64, 128, 192, 256, 320, 384, ..., 960, 1000, 2000, 3000, 4000, ..., 100000, 110000, 120000, 130000, ..., 1000000</p>								
Frame overhead [B]	<p>Nastavení Egress Rate Frame Overhead adjustment.</p> <p>Parametr se používá pro nastavení počtu byte, které se připojí k IFG (inter frame gap) rámce. Toto má smysl, pokud chceme vyrovnat rozdíl mezi protokoly vysílací a přijímací stanice. Příkladem může být přijímací stanice přidávající více zapouzdřením k rámcu při jeho vysílání směrem k dalším uzlům sítě. Toto nastavení poté může napomoci k omezení zahlcení v přijímací stanici.</p> <p>Pokud je toto nastavení povoleno, tak je požadovaný počet bytů započten při omezování toku výstupních dat (parametr Rate [kbps]/[fps]). Nastavení Frame overhead tedy pracuje pouze v případě, že je toto omezování toku výstupních dat zapnuto.</p>								
Weight table	Tato výchozí váhová tabulka může být přepsána jinou. Posloupnost čísel výstupních front (0,1, 2 nebo 3) definuje pořadí jejich vybírání. Může obsahovat až 128 položek.								

7.5.3. QoS

Klasifikace QoS se provádí v Ingres bloku switche. Řízení výstupu podle QoS provádí řadič front (Queue Controller), viz Functional diagram.

802.1p

Local: Unit-A / 08:56
Link: [Ok](#)
Peer: Unit-B / 08:56

802.1p

DSCP

Control

Port name	p2 Eth1 getman	p4 Eth2	p5 CPU	p6 Air
Enabled	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
Prefer	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
Default traffic class	<input type="text" value="0"/>	<input type="text" value="0"/>	<input type="text" value="0"/>	<input type="text" value="0"/>

CoS remap

CoS	p2 Eth1 getman	p4 Eth2	p5 CPU	p6 Air
0	<input type="text" value="0"/>	<input type="text" value="0"/>	<input type="text" value="0"/>	<input type="text" value="0"/>
1	<input type="text" value="1"/>	<input type="text" value="1"/>	<input type="text" value="1"/>	<input type="text" value="1"/>
2	<input type="text" value="2"/>	<input type="text" value="2"/>	<input type="text" value="2"/>	<input type="text" value="2"/>
3	<input type="text" value="3"/>	<input type="text" value="3"/>	<input type="text" value="3"/>	<input type="text" value="3"/>
4	<input type="text" value="4"/>	<input type="text" value="4"/>	<input type="text" value="4"/>	<input type="text" value="4"/>
5	<input type="text" value="5"/>	<input type="text" value="5"/>	<input type="text" value="5"/>	<input type="text" value="5"/>
6	<input type="text" value="6"/>	<input type="text" value="6"/>	<input type="text" value="6"/>	<input type="text" value="6"/>
7	<input type="text" value="6"/>	<input type="text" value="7"/>	<input type="text" value="7"/>	<input type="text" value="7"/>

Mapping

Class of service	Queue
0	<input type="text" value="0"/>
1	<input type="text" value="0"/>
2	<input type="text" value="1"/>
3	<input type="text" value="1"/>
4	<input type="text" value="2"/>
5	<input type="text" value="2"/>
6	<input type="text" value="3"/>
7	<input type="text" value="3"/>

Obr. 7.29: Switch settings - QoS - 802.1p

Tato technika QoS označovaná také jako Class of service (CoS) používá 3-bitové pole zvané Priority Code Point (PCP) v hlavičce rámce Ethernet při použití VLAN tagovaných rámců podle IEEE 802.1Q. Zde je určena hodnota priority od 0 (nízká) do 7 (vysoká), která je v QoS používána k regulaci toku dat.

Port name Porty Eth1, Eth2, CPU, Air. Viz Port status.

Enabled Povolení QoS klasifikace podle bitů IEEE 802.1p priority.

Prefer	Nastavení vyšší priority pro 802.p než DSCP. Je-li povolena, pak preference podle DSCP je automaticky zakázána.
Default traffic class	Netagované rámce IEEE 802.1q (tedy bez priority IEEE 802.1p) jsou zpracovány s touto prioritou.
CoS remap	Priorita rámců IEEE 802.1p zde může být změněna na jinou hodnotu.
Class of service	Zařazení jednotlivých priorit (podle IEEE 802.1p) do vybraných výstupních front (0..3).

DSCP

Local: Unit-A / 09:01
Link: [Ok](#)
Peer: Unit-B / 09:01

802.1p | **DSCP**

Control

Port name	p2 Eth1 getman	p4 Eth2	p5 CPU	p6 Air
Enabled	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
Prefer	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

Mapping

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

Control

Port name	p2 Eth1 getman	p4 Eth2	p5 CPU	p6 Air
Enabled	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
Prefer	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

Mapping

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

Apply Refresh Show defaults Show backup

Obr. 7.30: Switch settings - QoS - DSCP

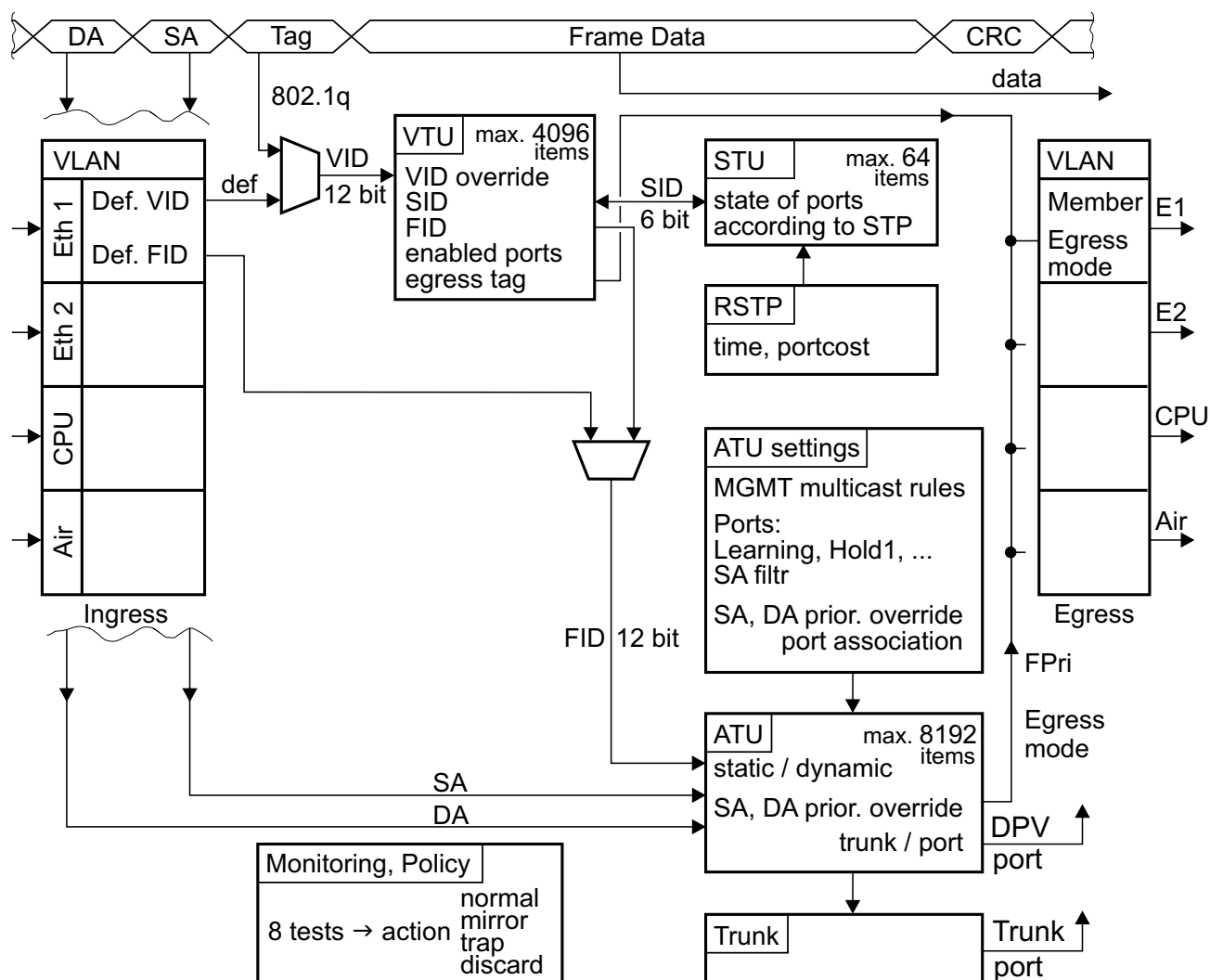
DSCP je zkratka pro Differentiated services Code Point, což je 6-bitová hodnota uložená v IP hlavičce. QoS postupy využívající tyto bity se označují DiffServ nebo Differentiated services.

Port name	Porty Eth1, Eth2, CPU, Air. Viz Port status.
Enabled	Povolení QoS klasifikace podle bitů DSCP priority.
Prefer	Nastavení vyšší priority pro DSCP než 802.p. Je-li povolena, pak preference podle IEEE 802.1p je automaticky zakázána.
DSCP 0..63	Zařazení jednotlivých priorit (kódovaných v poli DS v hlavičce IP) do vybraných výstupních front (0..3).

7.5.4. Advanced

Podle menu Advanced probíhá rozhodování, kterým portem má být rámec vyslán z jednotky RAY.

Zpracování rámce lze sledovat ve schématu a v tabulce. Sloupce tabulky označují jednotlivé kroky, v řádcích je naznačen vývoj parametrů rámce.



Obr. 7.31: Advanced menu diagram

Tab. 7.1: Advanced menu - tabulkový přehled

	Frame	VLAN	VTU	STU	ATU	Trunk
DA, SA	DA, SA				id	
QPri	QoS, DSCP	podle portu	podle VLAN		DA, SA	
VID	VID	def. VID	id			
SID			SID	id		
FID		podle portu	podle VLAN		id	
port egress		podle portu		RSTP	ATU-Port	Trunk
tag egress		Egress mode	Member tag			

Orientační popis funkce jednotlivých bloků:

Frame

Příchozí rámec obsahuje cílovou MAC adresu DA a zdrojovou SA. V Eth hlavičce může mít označenu prioritu dle VLAN 802.1p, v IP hlavičce prioritu DSCP. Je-li členem některé VLAN, nese si v hlavičce její číslo VID a prioritu podle 802.1q.

VLAN

Rámec přichází některým z portů Eth1, Eth2, Air nebo z CPU mikrovlnné jednotky. Přitom se jeho hlavička může změnit podle parametrů menu VLAN.

Netagovaný rámec dostane v portu přiděleno VID. Tagovaný (VLAN) rámec může mít vlastní VID přepsáno defaultním VID.

Priorita paketu může být přepsána podle parametrů menu QoS, VLAN a ATU.

FID pro hledání v tabulce ATU je rámci přiděleno podle vstupního portu v menu VLAN nebo podle záznamu s korespondujícím VID v tabulce VTU.

Parametrem Member lze omezit povolené výstupní porty.

Při odesílání rámce z jednotky je podle výstupního portu určeno parametrem Egress mode přidání nebo odebrání VLAN tagu.

VTU

Podle VID se vyhledá položka tabulky VTU. Ta je vytvořena ručně a přidělí rámci index SID (povolené porty z pohledu STP) a FID (pro hledání v adresové tabulce ATU). Tímto FID se přepíše FID z menu VLAN.

Dále může být podle této položky tabulky VTU přepsána priorita rámce.

Definují se povolené výstupní porty a způsob práce s VLAN tagem na výstupu.

STU

V tabulce udržuje protokol Spanning tree stav portů z pohledu povolené průchodnosti sítě a učení se routingu. Je použit protokol MSTP.

Každá položka VTU používá některý ze záznamů v STU. Záznamy v ATU jsou vytvářeny v souladu s tímto stavem portů.

Port state určuje chování portů podle STP.

ATU settings

Parametry pro práci s tabulkou ATU.

V části Global zajišťuje menu průchod MGMT rámců (např. BPDU).

V části Port settings se definuje chování jednotlivých portů:

- Chování ATU tabulky z hlediska automatického vytváření záznamů (Learning, Hold at 1, ATU refresh, Learn limit).
- Zahazování rámců podle source adres.
- Zacházení s neznámými cílovými adresami.
- Priorita rámce může být přepsána podle SA nebo DA.

ATU

V tabulce ATU se podle DA rámce určuje jeho výstupní port z RAY.

Záznamy jsou řazeny podle FID a MAC adres.

Tabulka se tvoří a udržuje učením podle přicházejících rámců. Ruční záznam je možný.

Záznam může být dynamický nebo statický.

Prioritu rámců se statickým záznamem lze přepsat podle SA nebo DA.

Výsledkem hledání v ATU je výběr výstupních portů nebo číslo trunku.

RSTP

RSTP démon vypíná redundantní cesty sítí (porty switche), případně je znovu zapíná při poruše jiné větve.

V části Global obsahuje menu prioritu switche pro RSTP a potřebné časové konstanty.

V části Port settings je ocenění jednotlivých portů z pohledu RSTP. Podle něho se RSTP rozhoduje o vypnutí redundantních portů nebo o jejich opětovném zapnutí při přerušení některé cesty.

Trunk

Trunk umožňuje rozdělení datové zátěže na více portů. Poměr rozdělení je určen parametrem Balancing mode.

Zkratky používané v menu Advanced.

DA, SA	Destination a Source adresa rámce (MAC)
LAN	Local Area Network
VLAN	Virtual LAN, menu parametrů souvisejících s VLAN
VID	VLAN ID - identifikační číslo sítě VLAN
VTU	VLAN Table Unit - podle VID přiřadí rámci SID a FID
SID	Spanning tree ID - číslo záznamu pro STP
STP	Spanning Tree Protokol - zabraňuje smyčkám v síti
STU	Spanning Tree Unit - parametry související s protokolem STP
FID	Forwarding Information Database number - podle něj se hledá v tabulce ATU
ATU	Address Translation Unit - převod FID a DA na číslo výstupního portu
MGMT	Management frames - rámce "ATU - Entry state = static management" a rámce "ATU settings - Reserved..."
BPDU	Bridge Protocol Data Unit - rámce používané protokolem STP
802.1d	Spanning tree protokol podle portů
802.1s	Spanning tree protokol podle VLAN
802.1q	tagování rámců (VLAN)
802.1p	priorita podle 2-nd layer (tagované rámce Ethernet)
DSCP	Differentiated Services Code Point - priorita podle 3-rd layer (IP packet)
QoS	Quality of Service
FPri	Priorita rámce v síti
QPri	Priorita rámce uvnitř switche
Trunk	zde ve významu agregace eth. linek - spojení více portů do jedné linky jiný význam je agregace VLAN linek - více VLAN na jednom portu

Tento popis menu Advanced je orientován více na porozumění souvislostem. Detailnější popis najdete v anglické verzi manuálu¹.

¹ <http://www.racom.eu/eng/products/m/ray2/index.html>

VLAN

Local: RAY2-17L / 10:00
Link: [Ok](#)
Peer: RAY2-17U

VLAN
STU
VTU
ATU settings
ATU
Monitoring, Policy
RSTP
T

Global

Link authorization guard

Remove one provider tag

ARP without broadcast checking

Ports settings

Port name	p2 Eth1	p4 Eth2	p5 CPU	p6 Air						
Egress mode	<input type="text" value="unmodify"/>	<input type="text" value="unmodify"/>	<input type="text" value="unmodify"/>	<input text"="" type="text" value="disabled"/>	<input type="text" value="disabled"/>	<input type="text" value="disabled"/>	<input checkbox"="" type="text" value="disabl</td> </tr> <tr> <td>Discard tagged</td> <td><input type="/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Discard untagged	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>						
VTU priority override	<input type="text" value="none"/>	<input type="text" value="none"/>	<input type="text" value="none"/>	<input checkbox"="" type="text" value="none</td> </tr> <tr> <td>Force default VID</td> <td><input type="/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>			
Default VID	<input type="text" value="1"/>	<input type="text" value="1"/>	<input type="text" value="1"/>	<input type="text" value="1"/>						
FID	<input type="text" value="0"/>	<input type="text" value="0"/>	<input type="text" value="0"/>	<input type="text" value="0"/>						
IGMP snooping	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>						
ARP mirroring	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>						
VLAN tunnel	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>						
Member										
p2 Eth1	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>						
p4 Eth2	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>						
p5 CPU	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>						
p6 Air	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>						

Obr. 7.32: Switch settings - Advanced - VLAN

Global

Link authorization guard

Kontroluje identitu protistanice. Viz User manual "CLI, Remote unit authorization".

Tímto parametrem je možno kontrolu identity protistanice vyřadit.

- on Data na rádiovém kanálu jsou přenášena pouze tehdy, je-li protistanice autorizována klíčem podle "Remote unit authorization". (Výsledek autorizace nastavuje volbu "Member - Eth1,2 / Air").
- off Výměna dat rádiovým kanálem (podle nastavení "Member") může probíhat i v případě, že identita protistanice není ověřena. (Volba "Member - Eth1,2 / Air" je ovládána ručně).

Remove one provider tag	Chování portu v režimu Provider.	
	První Provider Tag je odstraněn a je použit pro rozhodování switche.	
	off	Pak jsou odstraněny a zahozeny případné další Provider Tagy. Platí jen pro Ether type jiné, než 0x8100.
	on	Případné další Provider Tagy zůstávají v rámci.
ARP without broadcast checking	Podmínky pro doručení ARP na port CPU.	
	on	ARP musí mít Ether type 0x0806, DA musí směřovat na CPU.
	off	ARP musí mít Ether type 0x0806, DA musí být Broadcast.

Port settings

Nastavení rámce podle vstupního portu. Některá z nich jsou dále přepsána podle VLAN nebo ATU:

Port name	Porty Eth1, Eth2, CPU, Air. Viz Port status.
Egress mode	Tag odesílaného rámce je ovlivněn také parametrem "Interface - Port Advanced - Frame mode". Pokud VID rámce není nalezeno ve VTU, pak je odcházející rámec opatřen tagem takto:

Tab. 7.2: Egress mode

Egress mode	Frame mode			
	normal	DSA	provider	eth. type DSA
unmodify	1	-	4	-
untag	2	-	-	-
tag	3	-	-	-
eth. type tag	-	-	-	5

- 1 - Stejný tag jako při vstupu.
- 2 - Rámce jsou odeslány jako netagované.
- 3 - Netagovaným rámcům je doplněn tag podle "Default VID". Typ rámce je 0x8100. Priorita FPri podle Priority rámce - přehled.
- 4 - Doplněn tag (první nebo druhý), typ podle "Interface - Port advanced - Ether type", VID podle VID rámce - přehled, Priorita FPri podle Priority rámce - přehled.
- 5 - Netagovaným rámcům je doplněn tag podle "Default VID". Typ rámce podle "Interface - Port Advanced - Ether type".

802.1q mode	VID podle Ingress portu nebo podle příchozího rámce (802.1q).	
	disabled	Původní VID rámce se nemění, je však ignorováno. Pro průchod switchem je rámci přiděleno VID podle vstupního portu "Default VID" a je směrován podle podmínek parametru "Member". S tagovanými rámci se zachází stejně jako s netagovanými.
	fallback	Není-li VID podle 802.1q obsaženo ve VTU, pak se použije VID podle "VLAN - Default VID".
	check	Jako "secure". Navíc registruje případy, kdy Ingress port je "not member" podle VID v tabulce VTU.

	secure	Rámci je zachováno jeho VID podle 802.1q. Rámce, jejichž VID není obsaženo ve VTU, jsou zrušeny.
Discard tagged		Tagované rámce jsou při vstupu zahozeny. Neplatí pro MGMT a pro VID = 0x000.
Discard untagged		Netagované rámce a rámce s VID = 0x000 jsou při vstupu do portu zahozeny. Neplatí pro MGMT rámce.
VTU priority override		Pokud je u korespondujícího záznamu v tabulce VTU povoleno "Use VID priority", bude původní priorita z menu QoS přepsána takto: <ul style="list-style-type: none"> none Přepis není. frame Přepsána FPri (priorita vyslaného rámce). queue Přepsána QPri (priorita uvnitř jednotky RAY). frame + queue Přepis FPri i QPri.
Force default VID		Vstupující rámec dostane VID podle následujícího parametru. Podmínkou je, že "802.1q mode" není disabled.
Default VID		Vstupující rámec dostane tento VID, viz předchozí parametr. Tím je rámec zařazen do defaultní VLAN.
FID		Vstupující rámec dostane tento FID. Může být přepsáno FID nalezeným v tabulce VTU podle VID vstupujícího rámce. Dynamicky vytvořený záznam v tabulce ATU použije toto FID.
IGMP snooping		Podporuje zpracování rámců IGMP a MLD pro ovládání rámců multicast.
ARP mirroring		Posílá kopie ARP rámců na CPU.
VLAN tunnel		Pro rámce, jejichž DA je v ATU vedena jako static, umožňuje obejít omezení vyplývající z příslušnosti do VLAN, tedy následující parametr Member.
Member		Pro každý port je zde určeno, kterými porty může rámec, který vstoupil tímto portem, opustit jednotku RAY. Defaultně je zakázáno přímé propojení Eth1 s Eth2.

STU

The screenshot shows the configuration page for STU (Spanning Tree) on a switch. The top bar indicates the local device is RAY2-17L and the peer is RAY2-17. The 'STU' tab is selected, showing the 'Add STU entry' form. The form includes a SID field with the value '1', a Label field with 'all', and a Port state section with four dropdown menus, all set to 'forwarding'. The ports listed are p2 Eth1, p4 Eth2, p5 CPU, and p6 Air. At the bottom right, there are 'Apply' and 'Cancel' buttons.

Obr. 7.33: Switch settings - Advanced - STU - edit, konfigurace jedné položky

Stav portů podle protokolu Spanning Tree.

SID	Číslo instance protokolu STP (číslo položky tabulky STU).								
Label	Uživatelské označení.								
Port state	STP přepíná port do jednoho z těchto stavů: <table> <tr> <td>disabled</td> <td>Port je zakázaný.</td> </tr> <tr> <td>blocking/listening</td> <td>Port pouze přijímá rámce.</td> </tr> <tr> <td>learning</td> <td>Port přijímá a zapisuje do ATU.</td> </tr> <tr> <td>forwarding</td> <td>Normální provoz, rámce jsou odesílány podle ATU.</td> </tr> </table>	disabled	Port je zakázaný.	blocking/listening	Port pouze přijímá rámce.	learning	Port přijímá a zapisuje do ATU.	forwarding	Normální provoz, rámce jsou odesílány podle ATU.
disabled	Port je zakázaný.								
blocking/listening	Port pouze přijímá rámce.								
learning	Port přijímá a zapisuje do ATU.								
forwarding	Normální provoz, rámce jsou odesílány podle ATU.								
Add, Edit, Copy	Možnost ruční editace.								
Delete	Smazáním záznamu v STU se smažou i záznamy ve VTU, které používají toto SID.								

Local: RAY2-17L / 10:06
Link: [Ok](#)
Peer: RAY2-17L

Status

Link settings

General

Radio

Service access

Alarms

Switch settings

Status

Interface

QoS

> **Advanced**

Tools

Maintenance

Live data

History

Logs

Programs

Help

VLAN

STU

VTU

ATU settings

ATU

Monitoring, Policy

RSTP

T

STU table

SID	Label	p2 Eth1	p4 Eth2	p5 CPU	p6 A
1	stu01	disabled	disabled	disabled	disabi
3	das	disabled	disabled	disabled	disabi

Warning: Deleting a STU entry removes also all VTU entries with given SID.

Add entry
Edit / Copy
Delete
Refresh

Obr. 7.34: Switch settings - Advanced - STU, celková tabulka

VTU

The screenshot shows the Mikrotik configuration interface for the 'VTU' (Virtual Traffic Unit) settings. The interface is divided into a left sidebar with navigation menus and a main configuration area. The sidebar includes sections for 'Status', 'Link settings', 'Service access', 'Alarms', 'Switch settings', 'Tools', and 'Programs'. The 'Switch settings' section is expanded to show 'Status', 'Interface', 'QoS', and 'Advanced'. The 'Advanced' section is selected, displaying the 'Add VTU entry' form. The form has a red header bar with 'Local: RAY2-17L / 10:15', 'Link: Ok', and 'Peer: RAY2-17L'. Below the header are tabs for 'VLAN', 'STU', 'VTU', 'ATU settings', 'ATU', 'Monitoring, Policy', and 'RSTP'. The 'VTU' tab is active, showing the 'Add VTU entry' form. The form contains the following fields and values: VID (2), Label (abc), FID (0), SID (1 - stu01), Use VID priority (unchecked), VID priority (0), VID policy (unchecked), and Member tag (p2 Eth1, p4 Eth2, p5 CPU, p6 Air, all set to egress unmodified). At the bottom of the form are 'Apply' and 'Cancel' buttons.

Obr. 7.35: Switch settings - Advanced - VTU - edit, konfigurace jedné položky

Podle VID (čísla VLAN) jsou zde rámcí přiděleny další parametry.

VID	Identifikační číslo VLAN.
Label	Uživatelské pojmenování VLAN.
FID	Rámce je přiděleno FID. Podle něj a podle SA / DA je pak vyhledán záznam v ATU.
SID	Každému záznamu ve VTU je přidělen některý záznam z STU (sada možných výstupních portů).
Use VID priority	Rámce této VLAN bude přepsána priorita na hodnotu "VID priority". Podmínkou je, že "VLAN - VTU priority override" má hodnotu "frame", "queue" nebo "frame+queue". Viz Priority rámce - přehled.
VID priority	Hodnota nové priority podle předchozího parametru.
VID policy	Pro rámce této VLAN povoluje akce podle menu "Monitoring, Policy - Policy VTU".
Member tag	Způsob označení vysílaného rámce tagem. Pro každou VLAN uvedenou v tabulce určuje, kterými porty smí rámec odejít a s jakým tagem. Podmínkou platnosti je nastavení "VLAN - 802.1q mode = secure".
	egress unmodified Tag stejný jako na vstupu.
	egress untagged Tag odstraněn.
	egress tagged Tag doplněn.
	not member Pro tuto VLAN je tento výstupní port zakázán.

Není-li VID nalezeno v tabulce VTU, postupuje se podle "VLAN - Egress mode".

Local: RAY2-17L / 10:18 Link: [Ok](#) Peer: RAY2-17U

VLAN STU **VTU** ATU settings ATU Monitoring, Policy RSTP T

VTU table

VID	Label	FID	SID	Prior...	Policy	p2 Eth1	p4 Eth2	p5 CPU	p6 Air
2	abc	0	1	off	false	egress un...	egress un...	egress un...	egress
20	fnfn	0	3	off	false	egress un...	egress un...	egress un...	egress

Add entry Edit / Copy Delete Flush all Refresh

Obr. 7.36: Switch settings - Advanced - VTU, celková tabulka

ATU settings

Local: RAY2-17L / 10:49
Link: [Ok](#)
Peer: RAY2-17U

VLAN

STU

VTU

ATU settings

ATU

Monitoring, Policy

RSTP

T

Global

Aging timeout [s]

Reserved multicast to CPU

Reserved multicast priority

Reserved multicast DA

	x	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	a	b	c
01:80:c2:00:00:0x	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
01:80:c2:00:00:2x	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>

Ports settings

Port name	p2 Eth1	p4 Eth2	p5 CPU	p6 Air
Learning	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
Hold at 1	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
ATU refresh	<input type="text" value="unlocked"/>	<input type="text" value="unlocked"/>	<input type="text" value="unlocked"/>	<input type="text" value="unlocked"/>
DA mapping	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
Egress block	<input type="text" value="none"/>	<input type="text" value="none"/>	<input type="text" value="none"/>	<input type="text" value="none"/>
SA filtering	<input type="text" value="disabled"/>	<input type="text" value="disabled"/>	<input type="text" value="disabled"/>	<input type="text" value="disabled"/>
Learn limit	<input type="text" value="0"/>	<input type="text" value="0"/>	<input type="text" value="0"/>	<input type="text" value="0"/>
SA priority override	<input type="text" value="none"/>	<input type="text" value="none"/>	<input type="text" value="none"/>	<input type="text" value="none"/>
DA priority override	<input type="text" value="none"/>	<input type="text" value="none"/>	<input type="text" value="none"/>	<input type="text" value="none"/>
Port association				
p2 Eth1	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
p4 Eth2	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
p5 CPU	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
p6 Air	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>

Obr. 7.37: Switch settings - Advanced - ATU settings

Parametry společné pro celou ATU tabulku:

- Aging timeout [s]** Základní trvanlivost záznamu v tabulce.
- Reserved multicast to CPU** Rozlišuje podle DA rámce multicast MGMT od ostatního provozu. Například rámce BPDU generované protokolem STP. Viz parametr "RSTP, RSTP enable".
- Reserved multicast priority** Tato priorita je přidělena rámcům podle předchozího parametru.
- Reserved multicast DA** Rámce vybírá podle těchto destination adres.

ATU parametry podle vstupních portů:

Port name	Zpracování rámců v ATU je ovlivněno vstupním portem. Viz Port status.
Learning	Vstupující rámce vytváří dynamické záznamy v ATU.
Hold at 1	Záznam v ATU není smazán po uplynutí Aging timeout.
ATU refresh	Regulace procesu Learning. <ul style="list-style-type: none"> unlocked Normální funkce. known Známé adresy se obnovují (Refreshing), nové nejsou přidávány. locked Zákaz "Learning" i "Refreshing" adres.
DA mapping	Způsob odesílání rámců na porty. <ul style="list-style-type: none"> zatrženo Normální zpracování, tedy vyše rámeček na porty podle ATU. prázdné Rámce jsou odeslány na porty podle "Egress block". Je-li však v ATU pro DA rámce "Entry state = static management", pak je rámeček odeslán podle ATU.
Egress block	Rámec, jehož DA nebyla nalezena v ATU, je odeslán na všechny porty povolené ve "VLAN - Member" pro příslušný vstupní port. K tomu jsou stanovena tato omezení: <ul style="list-style-type: none"> unknown Blokuje všechny rámce. unknown multicast Blokuje rámce s multicast DA. unknown unicast Blokuje unicasty. none Neblokuje, vyše rámeček na všechny porty podle "VLAN - Member".
SA filtering	Zahazování rámců podle jejich SA. <ul style="list-style-type: none"> disabled Normální funkce, nezahazuje podle SA. drop on lock Zahodí rámce, jejichž SA není nalezena v ATU nebo má přiřazen jiný port, než je ten, kterým rámeček nyní přišel. drop on unlock Zahodí rámce, jejichž SA v ATU má přiřazen statický záznam s PortVec = 0 (žádný port). Používá se pro odfiltrování známých nedůvěryhodných adres. drop to CPU Oba předchozí případy, místo zahazení jsou odeslány do CPU.
Learn limit	Omezení počtu aktivních dynamických adres generovaných z tohoto portu. <ul style="list-style-type: none"> 0 - není omezeno > 0 - max. počet položek Při omezení počtu je třeba respektovat další podmínky uvedené v Helpu RAY2.
SA priority override	Viz Priority rámce - přehled. Jestliže hledání v ATU podle SA vede na "Use MAC priority" a na tento port, pak je prioritní rámce přepsána na hodnotu "ATU - MAC priority" takto: <ul style="list-style-type: none"> none Není změna priority. frame Je přepsána aktuální FPri. queue Je přepsána aktuální QPri. frame+queue Jsou přepsány aktuální FPri a QPri. Tento přepis má vyšší prioritu než přepis podle VTU.

DA priority override

Viz Priority rámce - přehled.

Jestliže hledání v ATU podle DA vede na "Use MAC priority" a na tento port, pak je priorita rámce přepsána na hodnotu "ATU - MAC priority" takto:

none Není změna priority.

frame Je přepsána aktuální FPri.

queue Je přepsána aktuální QPri.

frame+queue Jsou přepsány aktuální FPri a QPri.

Tento přepis má vyšší prioritu než přepis podle "SA priority override".

Port association

Tento port se použije pro zápis do ATU. Standardně každý port označuje sám sebe. Odlišné nastavení se může objevit např. při konfiguraci Trunku na DA/SA Load balancing.

ATU

Local: RAY2-17L / 07:24 Link: Ok Peer: RAY2-1

VLAN STU VTU ATU settings **ATU** Monitoring, Policy RSTP

Add ATU entry

FID

MAC

Label

Entry state

Use MAC priority

MAC priority

Trunk member

Trunk Id

Port association

p2 Eth1

p4 Eth2

p5 CPU

p6 Air

Apply Cancel

Obr. 7.38: Switch settings - Advanced - ATU - edit, konfigurace jedné položky

Tabulka ATU se tvoří a aktualizuje podle příchozích rámců.

Podle DA je v ní pak hledán výstupní port nebo sadu portů (DPV = Destination Port Vector).

FID	Používá se k rozdělení záznamů v ATU do více skupin. Jedna adresa MAC se může vyskytovat v každé skupině pouze jednou. FID se určuje podle VTU nebo podle vstupního portu. Výchozí hodnota je nula.
MAC	Podle MAC adres (SA nebo DA) probíhá zápis a hledání v ATU.
Label	Uživatelské pojmenování záznamu v ATU.
Entry state	Typ zápisu a jeho trvanlivost.
	static Standardní statický zápis.
	static policy Rámec je registrován funkcí "Advanced - Monitoring, Policy - Policy DA / SA".
	static non rate limiting Tyto rámce mohou být vyjmuty z omezení rychlosti na vstupu parametrem "Interface - PIRL - SA / DA non rate limit".
	static management Rámce jsou zpracovány podle DA i když parametr "Advanced - ATU settings - DA mapping" je disabled.
	dynamic Standardní dynamický zápis.
Use	Viz Priority rámce - přehled.
MAC priority	Povolení pro přepis podle "ATU settings - SA/DA priority override".
MAC priority	Hodnota priority pro přepis podle "ATU settings - SA/DA priority override".

- Trunk member** Přepne výstup ATU z portu na trunk.
- Trunk Id** Nalezené číslo trunku.
- Port association** Rámec bude podle ATU vyslán na tento port.

Status

Link settings

General

Radio

Service access

Alarms

Switch settings

Status

Interface

QoS

> **Advanced**

Tools

Maintenance

Live data

History

Logs

Programs

Help

Local: RAY2-17L / 10:22
Link: [Ok](#)
Peer: RAY2-17U

VLAN
STU
VTU
ATU settings
ATU
Monitoring, Policy
RSTP
T

ATU table

FID	MAC	Label	Entry state	Prior...	Destination t...	Port association / Trunk i
0	00:02:a9:60:8...	local	static	off	port association	p5 CPU
0	00:02:a9:9c:2...		dynamic	off	port association	p6 Air
0	00:0c:42:2e:f...		dynamic	off	port association	p6 Air
0	00:11:3b:14:5...		dynamic	off	port association	p6 Air
0	00:13:3b:15:7...		dynamic	off	port association	p6 Air
0	00:18:6e:3e:7...		dynamic	off	port association	p6 Air
0	00:21:70:93:d...		dynamic	off	port association	p6 Air
0	00:26:b9:d5:8...		dynamic	off	port association	p6 Air
0	14:fe:b5:9e:bf...		dynamic	off	port association	p6 Air
0	38:63:bb:07:3...		dynamic	off	port association	p6 Air
0	44:31:92:76:3...		dynamic	off	port association	p6 Air
0	5c:26:0a:17:5...		dynamic	off	port association	p6 Air
0	5c:f9:dd:52:ff:c7		dynamic	off	port association	p6 Air
0	b8:2a:72:c4:b...		dynamic	off	port association	p6 Air
0	b8:ca:3a:ca:2...		dynamic	off	port association	p6 Air
0	d4:be:d9:0b:0...		dynamic	off	port association	p6 Air
0	d4:be:d9:0f:6...		dynamic	off	port association	p6 Air
0	ec:f4:bb:10:5...		dynamic	off	port association	p6 Air
0	f0:1f:af:2d:2f:8c		dynamic	off	port association	p6 Air

Add entry
Edit / Copy
Delete
Flush all and use default
Flush non-static

Obr. 7.39: Switch settings - Advanced - ATU, celková tabulka

- Add entry, Edit/Copy, Delete** Editace řádku tabulky.
- Flush all and use default** Smaže celý obsah ATU a vytvoří defaultní záznam.
- Flush non-static** Smaže záznamy, které nejsou statické.

Monitoring, Policy

Local: RAY2-17L / 10:51
Link: Ok
Peer: RAY2-17U

Status

Link settings

General

Radio

Service access

Alarms

Switch settings

Status

Interface

QoS

> **Advanced**

Tools

Maintenance

Live data

History

Logs

Programs

Help

VLAN
STU
VTU
ATU settings
ATU
Monitoring, Policy
RSTP
T

Monitoring

Ingress monitor destination

Egress monitor destination

Port name	p2 Eth1	p4 Eth2	p5 CPU	p6 Air
Ingress monitor source	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Egress monitor source	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

Policy

Mirror destination

CPU destination

Port name	p2 Eth1	p4 Eth2	p5 CPU	p6 Air
Policy DA	<input type="text" value="normal"/>	<input type="text" value="normal"/>	<input type="text" value="normal"/>	<input type="text" value="norma"/>
Policy SA	<input type="text" value="normal"/>	<input type="text" value="normal"/>	<input type="text" value="normal"/>	<input type="text" value="norma"/>
Policy VTU	<input type="text" value="normal"/>	<input type="text" value="normal"/>	<input type="text" value="normal"/>	<input type="text" value="norma"/>
Policy ether type	<input type="text" value="normal"/>	<input type="text" value="normal"/>	<input type="text" value="normal"/>	<input type="text" value="norma"/>
Policy PPPoE	<input type="text" value="normal"/>	<input type="text" value="normal"/>	<input type="text" value="normal"/>	<input type="text" value="norma"/>
Policy VBAS	<input type="text" value="normal"/>	<input type="text" value="normal"/>	<input type="text" value="normal"/>	<input type="text" value="norma"/>
Policy DHCP option 82	<input type="text" value="normal"/>	<input type="text" value="normal"/>	<input type="text" value="normal"/>	<input type="text" value="norma"/>
Policy UDP	<input type="text" value="normal"/>	<input type="text" value="normal"/>	<input type="text" value="normal"/>	<input type="text" value="norma"/>

Obr. 7.40: Switch settings - Advanced - Monitoring, Policy

Monitoring:

Kopie rámců přicházejících (nebo odcházejících) označeným portem jsou odesílány na vybraný port.

Ingress monitor destination

Monitorované vstupní rámce jsou odesílány na tento port.

Egress monitor destination

Monitorované výstupní rámce jsou odesílány na tento port.

Ingress monitor source

Všechny rámce přicházející tímto portem budou monitorovány. Rámec je monitorován i když je zrušen vlivem Policy. Není monitorován, pokud je zahozen v PIRL nebo obsahuje chybu (CRC).

Egress monitor source

Všechny rámce vysílané tímto portem budou monitorovány. Je třeba nastavit parametry menu VLAN a VTU tohoto portu tak, aby rámec prošel i se svým tagem.

Policy:

Rámce, které splní některou z podmínek Policy jsou odeslány v kopii na "Mirror destination" nebo přesměrovány na "CPU destination".

Mirror destination	Na tento port je poslána kopie rámce zachyceného filtrem "Policy - mirror", pokud není rámec odfiltrován nebo zahozen.
CPU destination	Na port CPU je odeslán rámec zachycený filtrem "Policy - trap".
Port name	Porty Eth1, Eth2, CPU, Air. Viz Port status.
Policy	Filtr Policy provede se zachyceným rámcem jednu z operací: normal Rámec projde nedotčen i když splnil podmínku filtru. mirror Kopie rámce je odeslána na port "Mirror destination". trap Rámec je přesměrován na port "CPU destination". discard Rámec je zahozen.
	Rámce se filtrují podle osmi podmínek:
DA	DA rámce je obsažena v ATU s "Entry state = static policy".
SA	SA rámce je obsažena v ATU s "Entry state = static policy".
VTU	VID rámce je obsažena ve VTU s povoleným "VID policy".
ether type	Ether Type rámce souhlasí s menu "Interface - Port advanced - Ether type".
PPPoE	Ether Type rámce je 0x8863.
VBAS	Ether Type rámce je 0x8200.
DHCP option 82	Rámec je IPv4 UDP s UDP Destination port = 0x0223 nebo 0x0222.
UDP	Rámec je Broadcast IPv4 UDP nebo Multicast IPv6 UDP.

RSTP

Status	Local: RAY2-17L / 11:02		Link: Ok	Peer: RAY2-17L
Link settings	VLAN	STU	VTU	ATU settings
General	Global RSTP enable <input type="checkbox"/> Bridge priority <input type="text" value="32768"/> Hello time [s] <input type="text" value="2"/> Max age [s] <input type="text" value="20"/> Forward delay [s] <input type="text" value="15"/> Algorithm <input type="text" value="normal"/>			
Radio	Ports settings			
Service access	Port name	p2 Eth1	p4 Eth2	p6 Air
Alarms	Port priority	<input type="text" value="128"/>	<input type="text" value="128"/>	<input type="text" value="128"/>
Switch settings	Path cost	<input type="text" value="0"/>	<input type="text" value="0"/>	<input type="text" value="0"/>
Status	Edge	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
Interface	MAC address	<input type="text" value="00:02:A9:60:8B:6B"/>	<input type="text" value="00:02:A9:60:8B:6B"/>	<input type="text" value="00:02:A9:60:8B:6B"/>
QoS	<input type="button" value="Apply"/> <input type="button" value="Cancel"/> <input type="button" value="Refresh"/> <input type="button" value="Show defaults"/> <input type="button" value="Show backup"/>			
> Advanced				
Tools				
Maintenance				
Live data				
History				
Logs				
Programs				
Help				

Obr. 7.41: Switch settings - Advanced - RSTP

RSTP démon vypíná redundantní cesty sítě (porty switche), případně je znovu zapíná při poruše jiné větve.

RSTP enable Povolí službu RSTP. Rámce BPDU jsou transparentně přenášeny i při vypnutém RSTP.

POZNÁMKA: Pro povolení služby RSTP je třeba nastavit tyto parametry:

"Interface / Port advanced / Frame mode / p5 CPU = ether type DSA"

"Interface / Port advanced / Ether type / p5 CPU = 0xDADA"

"Advanced / ATU settings / Reserved multicast to CPU = Enable"

Bridge priority Výchozí (střední) priorita, která může mít jednu ze 16 hodnot. Bridge s nejnižším číslem se stává RSTP centrálou (root bridge).

Hello time [s] S touto periodou jsou vysílány BPDU rámce.

Max age [s] Po tento čas jsou pouze přijímány rámce BPDU (Blocking).

Forward delay [s]

1. perioda - přijímá a posílá BPDU (Listening).
2. perioda - přijímá a posílá BPDU, učí se MAC adresy (Learning).

Teprve pak switch přijímá a posílá vše (Forwarding).

Algorithm Verze protokolu podle rychlosti.

normal	Protokol RSTP.
slow	Protokol STP. Na STP se přepne také tehdy, je-li k portu připojeno zařízení pracující s STP.

Port name Porty Eth1, Eth2, CPU, Air. Viz Port status.

- Port priority** 16 stupňů priority portu, menší číslo je vyšší priorita.
- Path cost** Ocenění portu od RSTP, nižší hodnota znamená kratší (výhodnější) cestu.
- Edge** Port je koncový, nevede na další switch.
- MAC address** Adresa portu, defaultně je uvedena výrobní adresa jednotky RAY.

Trunk

Local: RAY2-17L / 07:00
Link: [Ok](#)
Peer: RAY2-17U

VLAN
STU
VTU
ATU settings
ATU
Monitoring, Policy
RSTP
Trunk

Global

Balancing mode

Ports settings

Port name	p2 Eth1	p4 Eth2	p5 CPU	p6 Air
Enabled	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Trunk Id	<input type="text" value="0"/>	<input type="text" value="0"/>	<input type="text" value="0"/>	<input type="text" value="0"/>
Balancing				
0	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
1	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
2	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
3	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
4	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
5	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
6	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
7	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>

Apply
Refresh
Show defaults
Show backup

Obr. 7.42: Switch settings - Advanced - Trunk

Trunk umožňuje rozložení datového toku na více portů. Identifikace vstupního a výstupního kanálu v tabulce ATU číslem portu je zde nahrazena číslem Trunku. Příslušnost portů ke Trunku je definována v tomto menu.

Porty, které jsou členy Trunku, mají zapnuto Enabled, přiděleno shodné Trunk Id v rozsahu 0 až 15 a vyplněnu masku Balancing. V každé z osmi položek Balancing je pouze jeden z portů Trunku zapnut.

Balancing mode generuje číslo 0 až 7, které určuje, který řádek masky bude použit pro vyslání rámce.

Balancing mode Pro výběr jedné z osmi masek "Balancing" se použijí adresy rámce DA a SA a jedna z metod:

XOR XOR na dolních 3 bitech adres DA a SA.

hash Funkce hash z adres DA a SA. Lépe rozkládá zátěž na porty.

Port name Porty Eth1, Eth2, CPU, Air. Viz Port status.

Enabled Port je členem Trunku.

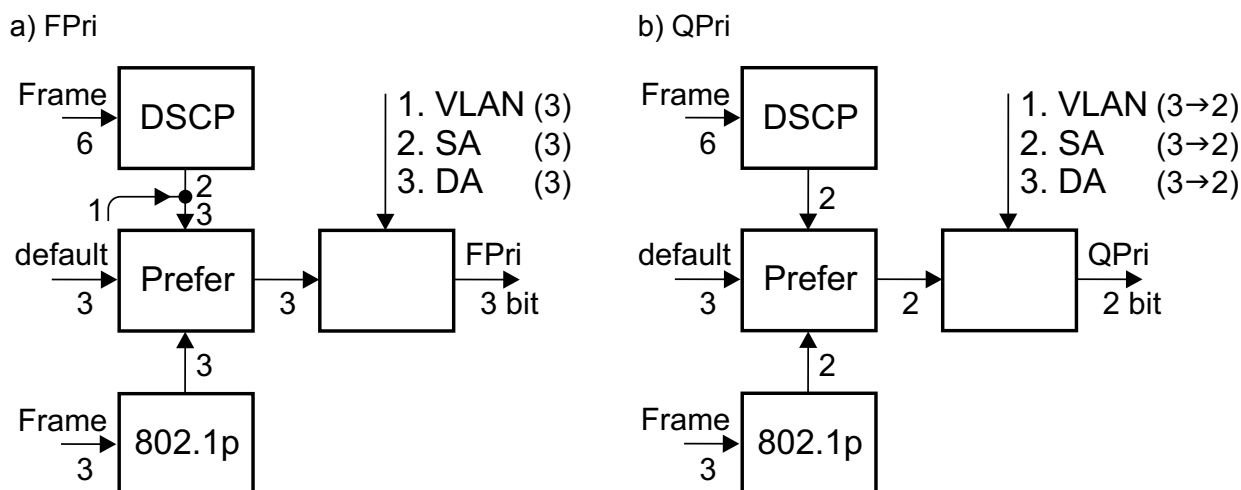
Trunk Id Číslo Trunku. Shodné pro všechny porty zúčastněné v Trunku.

Balancing Bity Trunkové masky. V každé z osmi položek Balancing je zapnut pouze jeden z portů Trunku.

Schémata zpracování

Priority rámce - přehled

Zpracování priorit rámce podle menu QoS a Advanced. Orientační popis. Rozdíly FPri - QPri jsou v popisu **zvýrazněny**.



Obr. 7.43: Zpracování priorit FPri a QPri

Poznámka - většina výroků typu "obsahuje", "nahradí" zde může být zaměněna výroky "může obsahovat", "může nahradit" atd. Zjednodušeno pro přehlednost.

FPri

Frame Priority (3 bity) - použije se v rámci odeslaném do sítě po průchodu switchem, viz Fig. "Zpracování priorit FPri"

- Rámec si přináší ve 3. vrstvě v IP hlavičce prioritu DSCP, 6 bitů. Ta je přemapována podle menu "QoS - DSCP - DSCP Queue" na 2 bity. **K těm je připojen** nejnižší bit z "QoS - 802.1p - Default traffic class", výsledkem jsou **3 bity**.
- Ve 2. vrstvě, VLAN, si rámec přináší prioritu 802.1p, 3 bity. Ta je přemapována podle "QoS - 802.1p - CoS remap" (3 bity).
- Podle parametru "Prefer" je vybrána jedna z nich (3 bity). **Priorita** podle DSCP je však použita pouze v případě, že je DSCP preferováno a současně není k dispozici priorita podle 802.1p z rámce.
- Není-li žádná z nich k dispozici, použije se z menu "QoS - 802.1p" parametr "Default traffic class" (3 bity).
- Výsledná priorita FPri (3 bity) může být podle menu Advanced přepsána postupně takto:
 - VLAN priority - podle menu VTU, "Use VID priority" a "VID priority" je určena priorita (3 bity) a podle "VLAN - VTU priority override" je jí přepsána FPri (3 bity).
 - SA priority - podle menu ATU, pro "Entry state = static" je podle "Use MAC priority" a "MAC priority" určena priorita (3 bity) a podle "ATU settings - SA priority override" je jí přepsána FPri (3 bity).
 - DA priority - jako SA priority, místo "SA priority override" se použije "DA priority override".

- Takto sestavená FPri je použita pro rámec odeslaný z portu RAY. Rozhodnutí, zda bude rámec opatřen tagem (včetně priority) závisí na menu "VTU - Member tag" (podle VLAN) a na menu "VLAN - Egress mode" (default).

QPri

Queue Priority (2 bity) - použije se uvnitř switche, viz Fig. "Zpracování priorit QPri"

- Rámec si přináší ve 3. vrstvě v IP hlavičce prioritu DSCP, 6 bitů. Ta je přemapována podle menu "QoS - DSCP - DSCP Queue" na 2 bity.
- Ve 2. vrstvě, VLAN, si rámec přináší prioritu 802.1p, 3 bity. Ta je přemapována podle "QoS - 802.1p - CoS remap" (3 bity) **a pak podle "Class of service" na 2 bity.**
- Podle parametru "Prefer" je vybrána jedna z nich (**2 bity**).
- Není-li žádná z nich k dispozici, použije se z menu "QoS - 802.1p" parametr "Default traffic class" (3 bity), **kteřá se přemapuje podle "Class of service" na 2 bity.**
- Výsledná priorita QPri (**2 bity**) může být podle menu Advanced přepsána postupně takto:
 - VLAN priority - podle menu VTU, "Use VID priority" a "VID priority" je určena priorita (3 bity) a **jejími 2 horními bity** je podle "VLAN - VTU priority override" přepsána QPri (2 bity).
 - SA priority - podle menu ATU, pro "Entry state = static" je podle "Use MAC priority" a "MAC priority" určena priorita (3 bity), **z té se vezmou horní 2 bity** a podle "ATU settings - SA priority override" je jimi přepsána QPri (2 bity).
 - DA priority - jako SA priority, místo "SA priority override" se použije "DA priority override".
- Takto sestavená QPri je použita pro výběr rámců v PIRL a pro řazení do výstupních front portů (Egress queue).

VID rámce - přehled

Pro zpracování ve switchi je použito VID podle VLAN vstupujícího rámce nebo podle nastavení Ingress portu. Rozhodují parametry "Force default VID" a "802.1q mode" menu VLAN:

Tab. 7.3: VID rámce

802.1q	Force default VID	
	0	1
disabled	port	port
fallback	1. tag, 2. port	port
check	tag	port
secure	tag	port

Sloupek "used VID" obsahuje možnosti:

- port - VID rámce podle Ingress portu, tedy "VLAN - Default VID"
- tag - VID podle tagu rámce, tedy původní číslo VLAN podle 802.1q
- 1. tag, 2. port - VID podle tagu, pokud však toto VID není nalezeno ve VTU nebo je rámec netagovaný, pak se použije VID podle portu.

Tagování výstupního rámce - přehled

Parametr "VTU - Member tag" pro každé VID a každý port definuje, jak bude rámec tagován, pokud odejde tímto portem. Podmínkou je "VLAN - 802.1q = secure". Možnosti:

- egress unmodified
- egress untagged
- egress tagged
- not member - tímto portem rámec nemůže být odeslán

Pokud VID není nalezeno ve VTU, pak platí nastavení "VLAN - Egress mode" portu, kterým je rámec podle ATU odeslán z jednotky RAY. Podmínkou je "Interface - Port advanced - Frame mode = normal". Možnosti:

- unmodify
- untag
- tag

Výsledná klasifikace má tento význam:

- unmodify - rámec je na výstupu opatřen stejným tagem jako měl na vstupu
- untag - tag je ve výstupním rámci odstraněn
- tag - rámec je na výstupu ve 2. vrstvě opatřen tagem: s prioritou 802.1p podle FPri (viz Priority rámce - přehled) a výsledným číslem VID (viz VID rámce - přehled).

7.6. Tools

7.6.1. Maintenance

Backup

The screenshot shows the Mikrotik configuration interface. On the left is a navigation menu with sections: Status, Link settings (General, Radio, Service access, Alarms), Switch settings (Status, Interface, QoS, Advanced), Tools (Maintenance, Live data, History, Logs, Programs), and Help. The main area is titled 'Local: RAY2-17L / 07:07' and 'Link: Ok Peer: RAY2'. It features tabs for Backup, Feature keys, Firmware, Radio adaptation, and Restart. The Backup tab is active, showing several sections: 'Settings (Local & Peer)' with options for backup type (Full, Difference) and file upload; 'Settings - Internal backup (Local)' with backup and restore buttons; 'Users (Local)' with download and upload options; 'Default settings' with restore buttons for link and switch settings; 'Factory settings (Local)' with restore buttons; and 'Diagnostic package (Local & Peer)' with a download button. A 'Management Information Base' section also has a download button.

Obr. 7.44: Tools - Backup

Settings (Local & Peer)

Ukládání a obnovování konfigurace. Uživatelské účty zůstávají beze změny.

Backup to external file

Konfigurace je uložena do souboru `cnf_backup.tgz` a odeslána do připojeného PC. Název souboru obsahuje datum, čas a výrobní číslo jednotky takto:

`yyyyMMddhhmm_SN_cnf_backup.tgz`.

Local	Peer		
<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	Link	Upload file
<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	Switch	
		Users	Nahraje konfigurační soubor cnf_backup.tgz do bufferu. Aktuální konfigurace zůstane beze změny. Novou konfiguraci si můžeme prohlédnout v příslušném menu tlačítkem "Show backup" na spodní liště. Konfiguraci celé jednotky obnovíme z tohoto bufferu tlačítkem "Restore".
			Restore from file
			Po vložení konfiguračního souboru do bufferu tlačítkem Upload může být celá konfigurace obnovena z bufferu tlačítkem Restore.

Settings - Internal backup (Local)

L	P		
<input type="radio"/>		L	Internal backup
<input type="radio"/>		S	
		U	Internal restore
			Internal restore - HW button
			Dočasná záloha lokální konfigurace se uloží do paměti FLASH v jednotce. POZNÁMKA - Interní záloha se smaže při provedení factory settings nebo firmware upgrade. Provede dočasnou zálohu konfigurace jednotky, lokálně do paměti FLASH. Obnoví konfiguraci jednotky z dočasné zálohy v paměti FLASH. Obnovení konfigurace z lokálního bufferu HW tlačítkem. Tlačítko je umístěno u DC konektoru v portu označeném "P". Při tomto obnovení jsou zrušeny funkce rollback a reboot. Všechny změny konfigurací jsou provedeny okamžitě. Má-li se provést změna časové zóny, je třeba provést restart. Stiskneme HW tlačítko na požadovanou dobu 5 sekund. Stisknutí tlačítka je indikováno zeleným blikáním Status LED. Po 5 sekundách ochranné prodlevy se restartuje jednotka do zákaznického nastavení.

Users (Local)

L	P		
		L	Backup to external file
		S	
<input type="radio"/>		U	Upload file & restore
			Uložení a obnova uživatelských účtů. Zápis uživatelských účtů lokální jednotky do externího souboru. Soubor je uložen do připojeného PC. POZNÁMKA - Pro tuto funkci jsou potřebná práva uživatele "super". Obnovení uživatelských účtů z externího zálohovacího souboru.

Default settings Vložení defaultních hodnot do konfiguračních parametrů.

L	P		
<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	L	Restore link settings (Local & Peer)
		S	
		U	Restore switch settings (Local)
			Defaultní hodnoty jsou vloženy do všech parametrů menu "Link settings". Defaultní hodnoty jsou vloženy do všech parametrů menu "Switch settings".
L	P	L	
		S	
<input type="radio"/>		U	

Factory setting (Local)

POZOR - Funkcí Factory setting se jednotka vrátí do svého originálního stavu. Všechny konfigurační parametry, uživatel-

L	P	
O		L
O		S
O		U

Restore
factory settings

ské účty, měřené hodnoty a systémová hlášení (logy) budou nevratně smazány.

POZOR - Tento úkon potřebuje ke svému provedení několik minut. Nepřerušujte napájení až do skončení operace.

Provedení Factory settings v Lokální jednotce. Jednotka se následně restartuje.

Restore
factory settings
- HW button

Provedení Factory settings HW tlačítkem. Podržte HW tlačítko stisknuté při zapnutí jednotky. Tlačítko je umístěno u DC konektoru v portu označeném "P".

Vypněte napájení jednotky. Při novém zapnutí podržte stisknuté HW tlačítko. Po několika sekundách začne červeně blikat statusLED označená SYS. Podržte HW tlačítko stisknuté dalších 5 sekund, dokud červená status LED nepřestane blikat. Jednotka se rozběhne v konfiguraci Factory settings. Jestliže tlačítko uvolníme, když je status LED ve fázi červeného blikání, před dosažením 5 sekundové ochranné doby, pak jednotka zůstane v Servisním módu. Pro opuštění tohoto režimu použijte reboot.

Diagnostic package (Local & Peer)

Pro usnadnění komunikace s technickou podporou můžete vytvořit archivní soubor s podrobnými informacemi o jednotce. Je-li aktivní s jednotkou Peer spojení, pak budou uloženy informace z obou jednotek.

Create
& download file

Uložení souboru s informacemi o jednotce (Local a Peer).

POZNÁMKA - Tento krok trvá několik minut.

Management Information Base

SNMP MIB

Poskytne tabulku MIB (Management Information Base).

Feature keys

The screenshot shows the 'Feature keys' configuration page. At the top, it displays 'Local: RAY2-17L / 07:10', 'Link: Ok', and 'Peer: RAY2'. The page is divided into several sections: 'Backup', 'Feature keys' (selected), 'Firmware', 'Radio adaptation', and 'Restart'. The 'Feature keys' section is further divided into 'Local' and 'Peer'.

Local
 Note: Feature keys changes take effect after [restart](#).

Feature	Limit / Enable	Remove
speed	50	Delete
speed	200	Delete

Upload local feature keys
 Note: Feature keys changes take effect after [restart](#).

Upload

Peer

Feature	Limit / Enable
speed	170

At the bottom right, there is a 'Refresh' button.

Obr. 7.45: Tools - Feature keys

Část parametrů RAY2 může být ovlivněna klíči *Feature keys*.

V současnosti jsou dostupné klíče pro povolení nejvyšší přenosové rychlosti [Mbps]. Rychlost přenosu dat je určena kombinací šířky kanálu (parametr Bandwidth [MHz]) a stupně modulace (parametr TX modulation). Klíč pro přenosovou rychlost dovoluje nastavit pouze některé kombinace šířky kanálu a modulace podle hodnoty limitní rychlosti. Skutečná rychlost je typicky mírně vyšší než deklarovaná.

Feature key je po instalaci aktivován provedením restartu. Jednotku můžeme restartovat v menu Tools - Maintenance - Restart. Použijte Restart mode – warm.

Feature	Název funkce řízené klíčem Feature key. Zde jsou vypsány klíče použité v jednotce Local a v jednotce Peer . Klíče v jednotce Peer slouží pouze pro informaci, nelze je zde přidat ani mazat. Pro jejich editaci je nutný přístup do systému managementu. K tomu použijeme IP adresu příslušné jednotky.
Limit	Numerická hodnota nastavená klíčem.
Remove	Klíč může být smazán tlačítkem Delete. Parametr, ke kterému klíč přísluší, bude po restartu nastaven na svoji defaultní hodnotu (rychlost 5 Mbps). POZNÁMKA - současně se mohou změnit rádiové parametry ! (Např. TX frekvence při změně šířky pásma).
Upload	Klíč je instalován do jednotky z binárního souboru. Open file upload - Dialog pro výběr binárního souboru. <i>Feature key</i> je aktivován po restartu jednotky.

Firmware

The screenshot shows the 'Firmware' configuration page. At the top, it displays 'Local: RAY2-17L / 07:12' and 'Peer: RAY2'. Below this are tabs for 'Backup', 'Feature keys', 'Firmware', 'Radio adaptation', and 'Restart'. The 'Firmware' tab is selected, showing an 'Info' section with a table of versions for Local and Peer. Below that is a 'Firmware upgrade' section with a warning: 'Warning: Upgrading to a wrong firmware may result with station malfunction.' It includes a 'Firmware upload' section with an 'Open file upload' button, and a 'Version in buffer' section with a 'Clean buffer' button. There are also checkboxes for 'Force upgrade' and an 'Upgrade' button. A 'Refresh' button is located at the bottom right of the main content area.

	Local	Peer
Firmware version	2.1.13.1 Beta	2.1.13.1 Beta
Radio firmware version	0.2.10.0	0.2.10.0

	Local	Peer
Version in buffer	n/a	n/a

Obr. 7.46: Tools - Firmware

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

Info

Firmware version	Informace o aktuální verzi firmware na jednotce Local i Peer.
Radio firmware version	Informace o aktuální verzi firmware rádia na jednotce Local i Peer.
Radio configuration version	Informace o verzi vnitřního uspořádání rádia.
Hardware version	Verze hardware modemové části.
Radio hardware version	Verze hardware rádiové části.

Firmware upgrade

Firmware upload	Otevření dialogu umožňujícího nahrát balíček s firmware do bufferu v jednotce. Teprve po připravení firmware v bufferu, lze provést vlastní upgrade. POZNÁMKA: Použijte soubor tak, jak je (nerozbalujte).
File name	Název nahraného souboru s firmware.

- File size [B]** Velikost nahraného souboru s firmware.
- Version in buffer** Informace o verzi firmware připravené v bufferu k instalaci do jednotky (Local, Peer). Tento firmware je nutné nejprve připravit v sekci Firmware upload (viz výše).
- Clean buffer** Tlačítkem Clean buffer lze vymazat buffer obsahující připravený balíček s firmware.
- Force upgrade** V režimu Force jsou vyřazeny všechny kontroly bezpečnosti a kompatibility a pravděpodobně dojde k zablokování jednotky.
Nepoužívejte tento režim, pokud k tomu nejste vyzváni technickou podporou.
- Upgrade** Tlačítkem *Upgrade* provedeme vlastní instalaci firmware.



Varování

Instalace firmware probíhá několik minut (asi 3 min). Během této doby dojde k přerušení přenosu uživatelských dat. Během instalace firmware nepřerušujte přívod napájení!

Radio adaptation

Obr. 7.47: Tools - Radio adaptation

Radio type

DŮLEŽITÉ: Platí pouze pro spoje RAY2-17 a RAY2-24.

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.

VÝSTRAHA: Při změně typu rádia se parametry menu *Link settings* nastaví do **defaultních hodnot** s výjimkou parametrů login a password.

Frequency tables

Mikrovlnný spoj obsahuje jednu nebo více frekvenčních tabulek (zvaných rcinfo). 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 *Link settings – Radio*).

Defaultní hodnoty rádiových parametrů.

Sada rádiových parametrů, potřebná k funkci ATPC.

Active Název aktuálně použité frekvenční tabulky.

New Výběr nové frekvenční tabulky. Dostupné tabulky jsou zobrazeny ve tvaru <name:version>. Tlačítkem *Change* provedeme změnu tabulky.

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

Restart

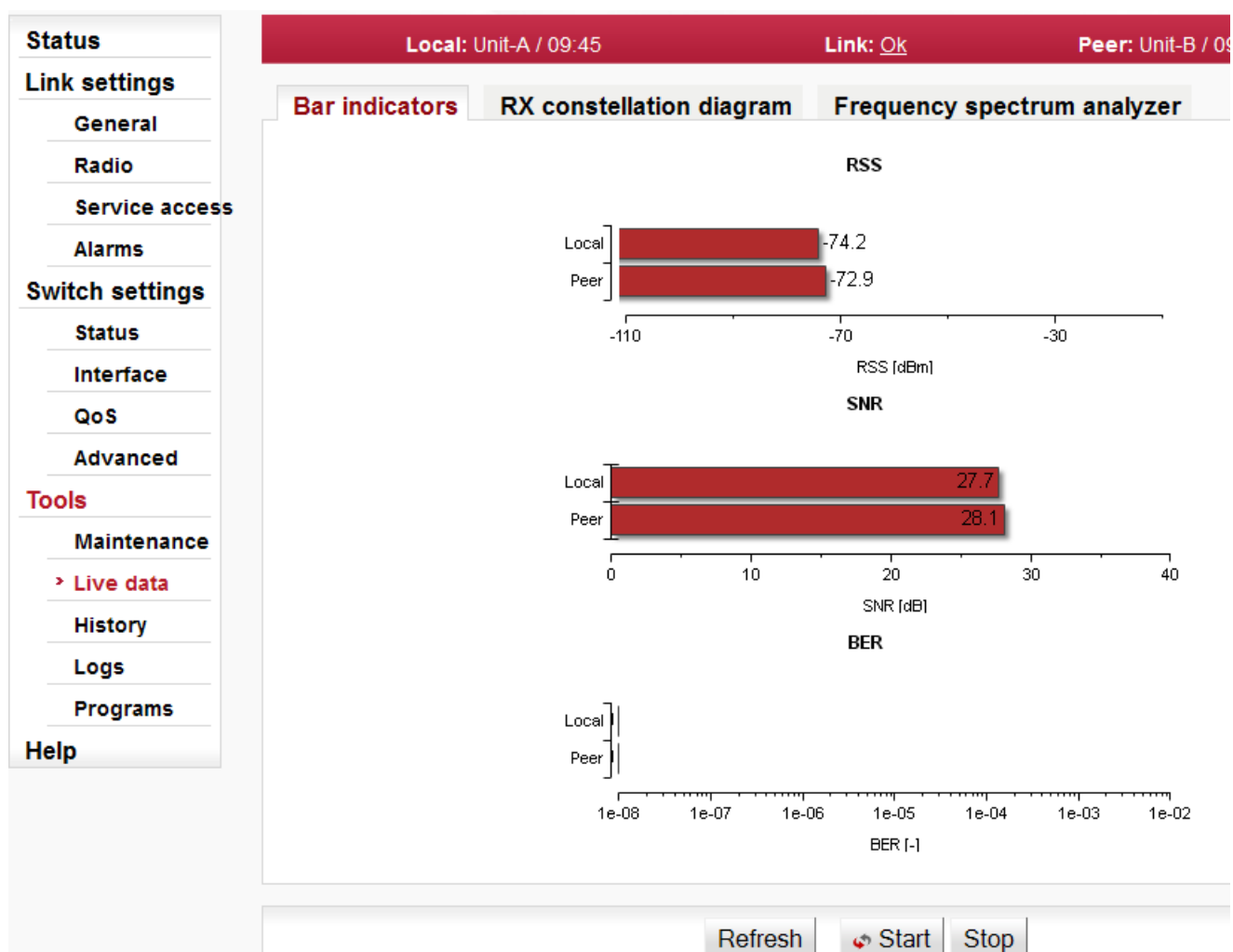
The screenshot displays the 'Restart' configuration page. The sidebar on the left contains the following menu items: Status, Link settings (General, Radio, Service access, Alarms), Switch settings (Status, Interface, QoS, Advanced), Tools (> Maintenance, Live data, History, Logs, Programs), and Help. The main content area features a red header bar with 'Local: RAY2-17L / 07:04', 'Link: Ok', and 'Peer: RAY2'. Below the header are five tabs: Backup, Feature keys, Firmware, Radio adaptation, and Restart. The 'Restart' tab is selected, showing a form with the following fields: 'Target' with radio buttons for 'Local' (checked) and 'Peer' (unchecked); 'Restart mode' with a dropdown menu set to 'warm'; and 'System restart' with a 'Restart' button.

Obr. 7.48: Tools - Restart

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

7.6.2. Live data

Bar indicators



Obr. 7.49: Tools - Bar indicators

Grafická indikace BER, SNR a RSS.

Refresh

Jednorázová aktualizace zobrazených hodnot.

Start, Stop

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

RX constellation diagram

Local: Unit-A / 09:51
Link: [Ok](#)
Peer: Unit-B / 09:51

Status

Link settings

General

Radio

Service access

Alarms

Switch settings

Status

Interface

QoS

Advanced

Tools

Maintenance

> **Live data**

History

Logs

Programs

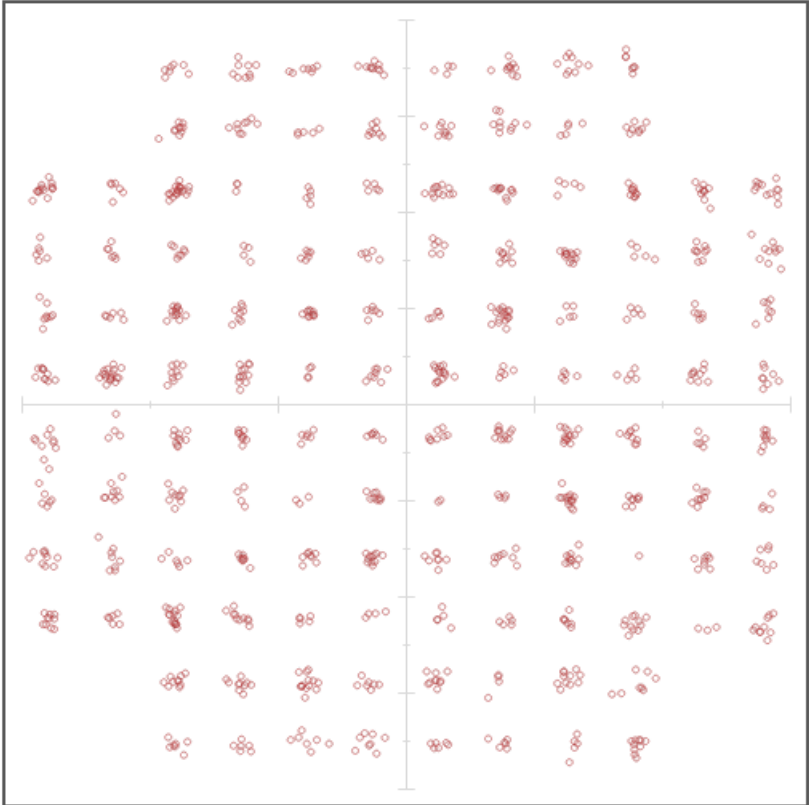
Help

Bar indicators

RX constellation diagram

Frequency spectrum analyzer

RX modulation	BER	SNR [dB]	RSS [dBm]
QPSK	0.00e+00	31.5	-68.8



Buffer ▼

Obr. 7.50: Tools - RX constellation

Konstelační diagram vizuálně zobrazuje kvalitu přijímaného signálu.

RX modulation Stupeň modulace v RX kanálu.

Buffer Počet zakreslených bodů.

Refresh Jednorázová aktualizace diagramu.

Frequency spectrum analyzer

The screenshot shows the 'Frequency spectrum analyzer' tool in a web interface. On the left is a sidebar with a tree view containing sections: Status, Link settings (General, Radio, Service access, Alarms), Switch settings (Status, Interface, QoS, Advanced), Tools (Maintenance, Live data, History, Logs, Programs), and Help. The main panel has a red header with 'Local: Unit-A / 09:57', 'Link: Ok', and 'Peer: n/a /'. Below the header are three tabs: 'Bar indicators', 'RX constellation diagram', and 'Frequency spectrum analyzer'. The active tab shows a bar chart with 'RSS [dBm]' on the y-axis (ranging from -110 to -10) and 'f [GHz]' on the x-axis (ranging from 17.10 to 17.26). A prominent signal peak is visible at approximately 17.18 GHz, reaching about -80 dBm. Below the chart, there are controls for 'Frequency spectrum measure time' (a dropdown menu set to 'single') and 'Mute peer TX' (an unchecked checkbox). A warning message reads: 'Warning! Before starting the Frequency spectrum analyzer, make sure that the link can really go down (it will). User data interrupted.' At the bottom of the main panel are 'Enable' and 'Start' buttons.

Obr. 7.51: Tools - 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!

Enable

Vstup do funkce analyzátoru.

Start

Přeruší komunikaci na lince a spustí skenování kmitočtů v pásmu.

Spectrum measure time

Výběr délky měření v rozsahu:
single (jednorázové) ... až 15 min

Mute peer TX

Vypnutí vysílání protistanice po dobu měření.

Po použití analyzeru navštivte menu *Link settings* a zvolte *Refresh*. Tím se obnoví spojení pro konfiguraci (odstraní se hlášení Peer: n/a).

7.6.3. History

Jednotka průběžně ukládá informaci o hodnotách významných veličin. Uložené hodnoty jsou přístupné třemi způsoby - Thumbnails, Viewer a Data

Thumbnails

Přehled všech hodnot za posledních 24 hodin. Kliknutím na náhledový graf vstoupíme do prohlížeče (Viewer) s grafem.

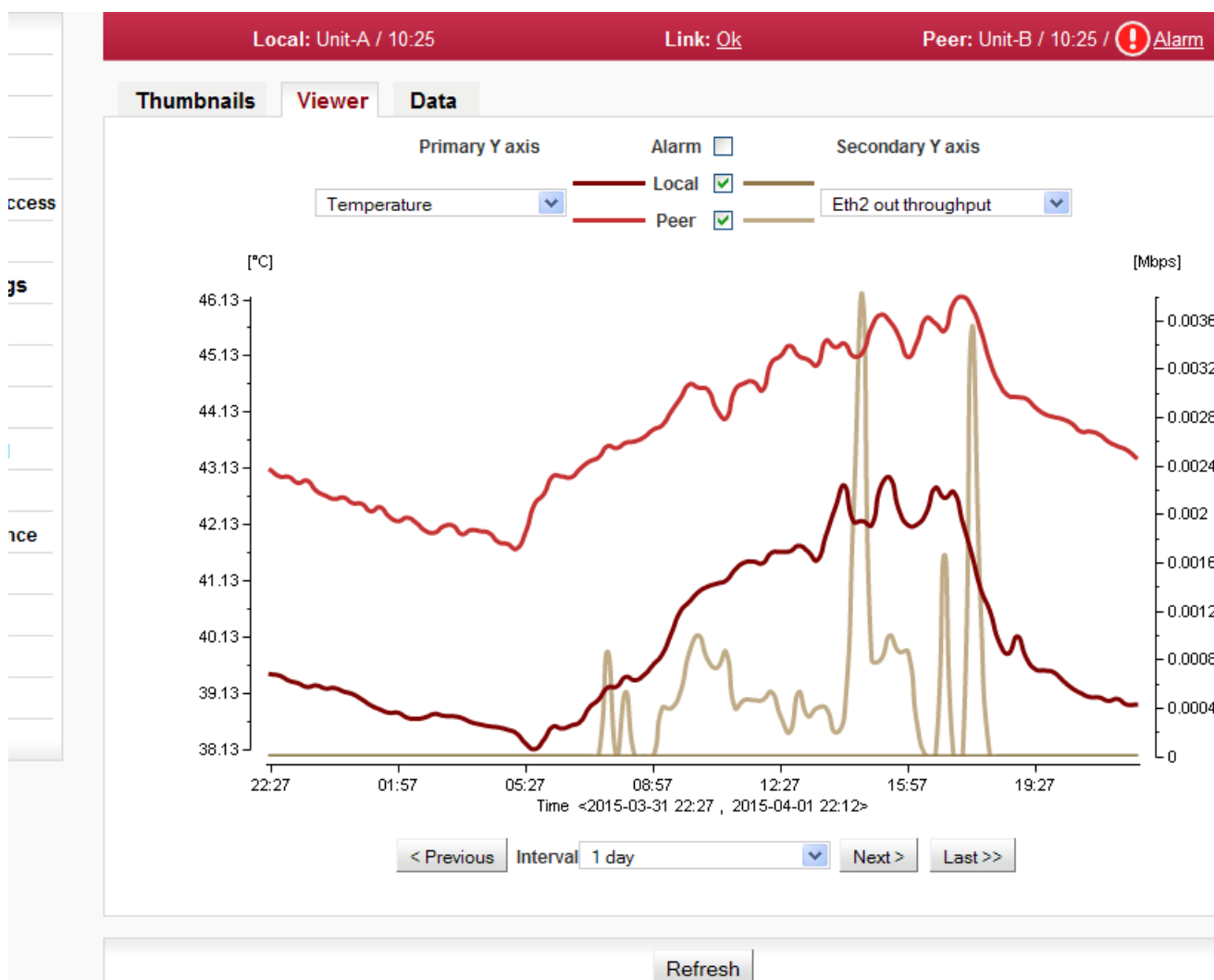


Obr. 7.52: Tools - History charts

Temperature	Okamžitá hodnota vnitřní teploty jednotky. Měřeno na modemové desce. Teplota rádiové desky je dostupná pomocí SNMP.
Voltage	Okamžitá hodnota napájecího napětí jednotky.
RSS	Síla přijímaného signálu.
SNR	Odstup signálu přijímaného signálu od šumu.
BER	Okamžitá bitová chybovost na spoji.
Net bitrate	Okamžitá přenosová kapacita spoje.
Eth1, Eth2 in throughput	Okamžitá rychlost (průměr za 20s) příchozích uživatelských dat na uživatelském Ethernetovém portu.
Eth1, Eth2 out throughput	Okamžitá rychlost (průměr za 20s) odchozích uživatelských dat na uživatelském Ethernetovém portu.
TX power	Okamžitá hodnota vysílacího výkonu.

Viewer

Detailní graf jedné nebo dvou vybraných hodnot pro vybraný časový interval. Lze zvolit zobrazení dat z jednotky Local, Peer nebo z obou zároveň.



Obr. 7.53: Tools - History viewer

Hodnoty jsou ukládány v tomto rozlišení a rozsahu:

Rozlišení 1 minuta, délka záznamu 7 dnů

Rozlišení 15 minut, délka záznamu 30 dnů

Rozlišení 1 den, délka záznamu 180 dnů

Interval

Volba šířky zobrazeného intervalu. Podle této šířky jsou data uvedena ve vhodném rastru: do 3 hodin po jedné minutě, do 4 dnů po 15 minutách, pro delší intervaly po jednom dni:

Interval	Rozlišení	Historie
1 hodina - 3 hodiny	1 minuta	7 dnů
6 hodin - 4 dny	15 minut	30 dnů
1 týden - 6 měsíců	1 den	180 dnů

Další volby:

Previous Posun ke starším hodnotám o jeden interval.

Next Posun k novějším hodnotám o jeden interval.

Last Posun na nejnovější hodnoty.

Primary Y axis

Volba jedné ze sledovaných hodnot:

Temperature, Voltage, RSS, SNR, BER, Net bitrate, Ethernet in throughput, Ethernet out throughput, TX power

Secondary Y axis

Možnost volby druhé hodnoty:

None - není druhá hodnota

Temperature, Voltage, RSS, SNR, BER, Net bitrate, Ethernet in throughput, Ethernet out throughput, TX power

Alarm

Zapne zobrazení alarmů, pokud nastaly.

Data

Číselné zobrazení všech hodnot.

Local: Unit-A / 10:29
Link: [Ok](#)
Peer: Unit-B / 1

Status

Link settings

General

Radio

Service access

Alarms

Switch settings

Status

Interface

QoS

Advanced

Tools

Maintenance

Live data

> History

Logs

Programs

Help

Local: Unit-A / 10:29
Link: [Ok](#)
Peer: Unit-B / 1

Thumbnails

Viewer

Data

< Previous
Interval: 1 day
Next >
Last >>

Quantities

Plotted Local Peer All

Time	Temperatu...	Eth2 out th...	Temperatu...	Eth2 out th...
2015-04-01 16:27	42.33	0.00	45.80	0.00
2015-04-01 16:42	42.78	0.00	45.71	0.00
2015-04-01 16:57	42.60	0.00	45.57	0.00
2015-04-01 17:12	42.71	0.00	46.07	0.00
2015-04-01 17:27	42.16	0.00	46.18	0.00
2015-04-01 17:42	41.59	0.00	45.99	0.00
2015-04-01 17:57	40.97	0.00	45.57	0.00
2015-04-01 18:12	40.58	0.00	45.02	0.00
2015-04-01 18:27	40.03	0.00	44.64	0.00
2015-04-01 18:42	39.83	0.00	44.42	0.00
2015-04-01 18:57	40.13	0.00	44.39	0.00
2015-04-01 19:12	39.75	0.00	44.36	0.00
2015-04-01 19:27	39.55	0.00	44.21	0.00
2015-04-01 19:42	39.53	0.00	44.09	0.00
2015-04-01 19:57	39.49	0.00	44.04	0.00
2015-04-01 20:12	39.35	0.00	44.00	0.00
2015-04-01 20:27	39.21	0.00	43.92	0.00
2015-04-01 20:42	39.12	0.00	43.78	0.00
2015-04-01 20:57	39.05	0.00	43.78	0.00
2015-04-01 21:12	39.05	0.00	43.73	0.00
2015-04-01 21:27	38.99	0.00	43.60	0.00
2015-04-01 21:42	39.02	0.00	43.52	0.00
2015-04-01 21:57	38.92	0.00	43.45	0.00
2015-04-01 22:12	38.92	0.00	43.32	0.00

Obr. 7.54: Tools - History data

Quantities

Rozsah výpisu pro zvolený časový interval.

Plotted - Zobrazí pouze hodnoty, které jsou vybrány do grafu.

Local, Peer, All - Zobrazí všechny logované hodnoty. Filtrace hodnot z lokální, vzdálené nebo obou stran.

7.6.4. Logs

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

The screenshot shows the 'Tools - Logs' section of a device configuration interface. The top status bar indicates 'Local: Unit-A / 10:31', 'Link: Ok', and 'Peer: Unit-B / 10:31'. The left sidebar contains navigation menus for 'Link settings', 'Service access', 'Alarms', 'Switch settings', and 'Tools'. The 'Tools' menu is expanded to show 'Logs'. The main content area displays a log viewer with tabs for 'Overall', 'Local alarms', 'Local events', 'Peer alarms', and 'Peer events'. The 'Overall' tab is active, showing a list of log entries with timestamps and descriptions. A 'Filter' button is located above the log list, and a 'Refresh' button is at the bottom right.

Obr. 7.55: Tools - Logs

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

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

Overall Zobrazuje poslední 3 záznamy ze všech typů logů.

Local alarms, Peer alarms Události z Lokální, případně Peer jednotky.

Local events, Peer events Události na jednotce Local nebo Peer.

Filter 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 v jednotce 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).

7.6.5. Programs

Ping

Nástroj Ping umožňuje vyslání ICMP pingů na zvolenou adresu.

The screenshot displays the 'Ping' tool interface. On the left is a sidebar with categories: Status, Link settings (General, Radio, Service access, Alarms), Switch settings (Status, Interface, QoS, Advanced), Tools (Maintenance, Live data, History, Logs, Programs), and Help. The main area shows a red header with 'Local: Unit-A / 10:34', 'Link: Ok', and 'Peer: Unit-B / 10:34'. Below this are 'Ping' and 'CLI' tabs. The 'Ping' tab is active, showing a form with three input fields: 'Destination' (192.168.141.227), 'Size [B]' (56), and 'Count' (5). A 'Send' button is to the right. Below the form is a terminal window with the following text:

```
>> ping -c 5 -s 56 192.168.141.227
PING 192.168.141.227 (192.168.141.227): 56 data bytes
64 bytes from 192.168.141.227: seq=0 ttl=64 time=2.160 ms
64 bytes from 192.168.141.227: seq=1 ttl=64 time=1.346 ms
64 bytes from 192.168.141.227: seq=2 ttl=64 time=1.414 ms
64 bytes from 192.168.141.227: seq=3 ttl=64 time=1.377 ms
64 bytes from 192.168.141.227: seq=4 ttl=64 time=1.355 ms

--- 192.168.141.227 ping statistics ---
5 packets transmitted, 5 packets received, 0% packet loss
round-trip min/avg/max = 1.346/1.530/2.160 ms
```

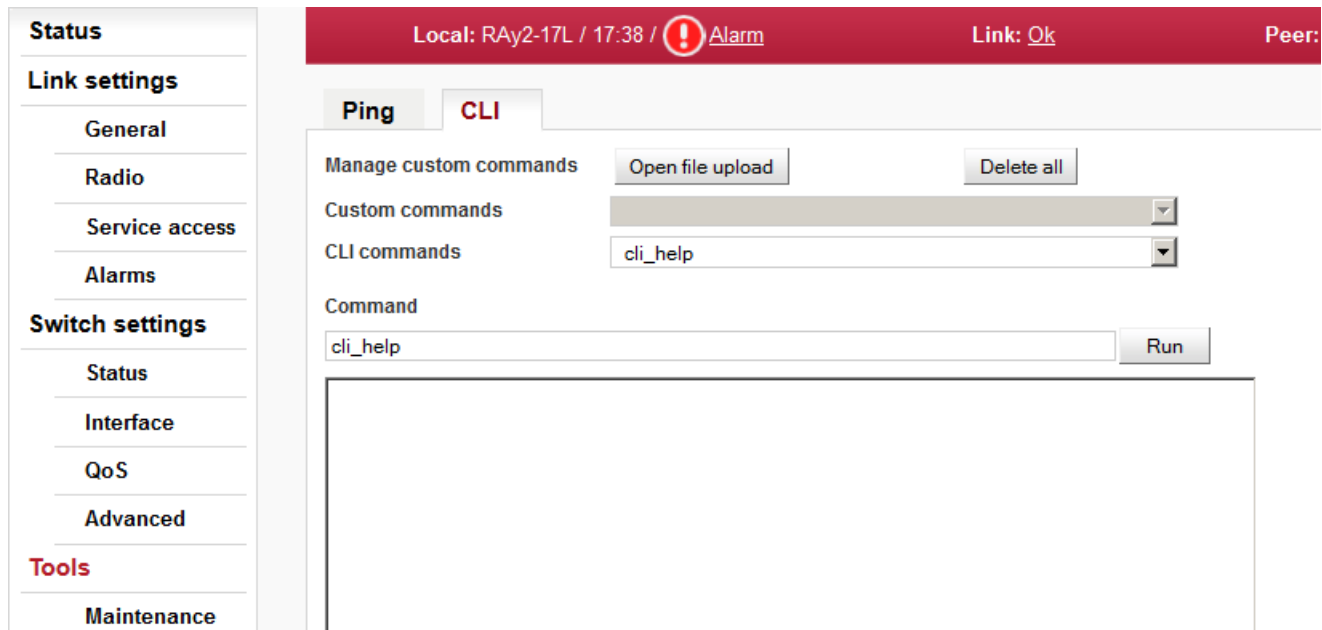
Obr. 7.56: Tools - Programs - Ping

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

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

CLI

Web interface pro provádění neinteraktivních skriptů a programů.



Obr. 7.57: Tools - Programs - CLI

Manage custom commands

Pomocí volby "Open file upload"/"upload" může uživatel vložit do jednotky skript.

Vložený soubor může být buď jednotlivý shell skript s koncovkou .sh (např. my_script.sh) nebo balíček s více skripty s koncovkou .tar.gz nebo .tgz vytvořený pomocí tar.

"Delete all" smaže všechny uživatelské skripty z jednotky.

Uživatelské skripty jsou umístěny do /home/shared/bin.

Custom commands

Zde může být vybrán uživatelský skript, objeví se výchozí komentář nebo help.

CLI commands

Zde může být vybrán povel CLI. Můžete použít povel cli_help pro výpis všech povelů CLI nebo <povel> --help pro výpis helpu ke zvolenému povelu.

Command

Povelový řádek pro zápis povelů s parametry. Použijte některý z neinteraktivních programů nebo skriptů podle vašich oprávnění.

Format of custom scripts

Uživatelský skript může být shell skript začínající #!/bin/sh a končící sh.

Řádky začínající # jsou považovány za help a jsou vypsány, jestliže je skript vybrán ve webovém prohlížeči.

Skripty nemohou být interaktivní, protože není možnost odeslat odpověď z webového rozhraní. Všechny volby skriptu musí být vloženy jako parametry.

Syntaxe musí být validní pro interpreter, kterým je shell ash BusyBox od verze v1.20.1.

Example of custom script

```
#!/bin/sh
#script checks if service with the same name or vid already exists
#if not creates a new entry in VTU with given VID
#
# input parameters:
#     service_name - name of the new service
#     VID - vid of the new service
#
# return values:
#     0 - ok
#     3 - bad parameter
#     5 - service already exists
#     6 - there already exists an entry with given VID
#     42 - other error

D42_NAME="$1"
D42_VID="$2"

D42N="service_data42"

error()
{
    echo "$D42N: Error: $" >&2
}

info()
{
    echo "$D42N: $" >&2
}

die()
{
    error "$*"
    exit 42 #error
}

# basic check if not empty
if [ -z "$D42_NAME" ]; then
    error "Bad service name"
    exit 3
fi
if [ -z "$D42_VID" ]; then
    error "Bad service VID"
    exit 3
fi

D42_FOUND=$(cli_nw_get --vtu all | grep "$D42_NAME")
if [ -n "$D42_FOUND" ]; then
    error "Service(s) with name $D42_NAME found"
    echo $D42_FOUND
    exit 5
fi
```

```
D42_VALID=$(cli_nw_get --vtu "$D42_VALID" | sed -n 's/^valid=(.+\)$/\1/p')
if [ "pre_$D42_VALID" = "pre_true" ]; then
    error "VID $D42_VALID is used"
    cli_nw_get --vtu "$D42_VALID"
    exit 6
fi

D42_VALID=$(cli_nw_get --stu 1 | sed -n 's/^valid=(.+\)$/\1/p')
if [ "pre_$D42_VALID" = "pre_false" ]; then
    info "Creating STU entry with SID=1"
    cli_nw_set --stu 1 'label="D42_auto", port_state=["disabled", "disabled", ►
"forwarding", "disabled", "disabled", "forwarding", "forwarding"]'
    if [ $? -ne 0 ]; then
        die "Failed to create STU entry"
    fi
fi

info "Creating service \"$D42_NAME\" with VID=$D42_VALID"
cli_nw_set --vtu "$D42_VALID" label="$D42_NAME" 'fid=0, sid=1, pri_override=true, priority=5, ►
policy=false, member_tag=["unmodify", "unmodify", "tag", "unmodify", "not_member", ►
"not_member", "unmodify"]'
if [ $? -ne 0 ]; then
    die "Failed to create service \"$D42_NAME\" with VID=$D42_VALID"
fi
```

7.7. Help

Local: RAY2-17L / 07:29
Link: [Ok](#)
Peer: RAY2

Status

Link settings

General

Radio

Service access

Alarms

Switch settings

Status

Interface

QoS

Advanced

Tools

Maintenance

Live data

History

Logs

Programs

Help

Help

CLI help visible

Third party documentation

Introduction

Status bar

Status

Link settings > General

> Radio

> Service access > Services

> USB accessories

> Users

> Alarms > Status

> Acknowledge

> Config

Switch settings > Status > Port status

> RMON counters

> Queue allocation

> Register dump

> RSTP

> Interface > Port

> Port advanced

> PIRL

> Egress queue

> QoS > 802.1p

> DSCP

> Advanced > VLAN

> STU

> VTU

> ATU settings

> ATU

> Monitoring, Policy

> RSTP

> Trunk

Tools > Maintenance > Backup

> Feature keys

> Firmware

> Radio adaptation

> Restart

> Live data > Bar indicators

> RX constellation diagram

> Frequency spectrum analyzer

> History

> Logs

> Programs > Ping

> CLI

Help

Obr. 7.58: Help - menu

Help z menu Help

Volba *Help* zobrazí obsah vestavěné nápovědy. Text je zobrazen v celém konfiguračním okně. Členění textu odpovídá jednotlivým konfiguračním obrazovkám. Každá položka tohoto Helpu vede na nápovědu k příslušnému menu.

CLI help visible Zapíná zobrazení helpu CLI s příklady.

Third party documentation Zapíná zobrazení odkazů do "third party" dokumentace (např. interní dokumentace switche).

Help z konfiguračního menu

Kontextová **nápověda k jednotlivým parametrům** může být zobrazena přímo kliknutím na název příslušného parametru v konfigurační obrazovce. Text helpu je umístěn ve vyskakovacím okně:

The screenshot shows a configuration page for a radio interface. The top bar indicates 'Local: RAY2-17L / 07:33', 'Link: Ok', and 'Peer: RAY2'. The main content area is titled 'Radio' and contains a table with columns 'Local' and 'Peer'. The table lists parameters: Radio type (L, U), Polarization (vertical, horizontal), and Bandwidth [MHz] (3.5 MHz, 3.5 MHz). A help popup is displayed over the 'Bandwidth [MHz]' field. The popup has a 'Hints' section with the text: 'One of the standard channel widths can be selected. This parameter must be set identically in local and remote.' Below this is a 'CLI' section with the following text: 'name: RADIO_BANDWIDTH', 'possible values: e.g. 3.5, 7, 14, 28, 40, 56 (see User manual)', 'cli_cnf_show | grep RADIO', and 'cli_cnf_set RADIO_BANDWIDTH="3.5"'. At the bottom of the popup is a 'Go to help' link.

Obr. 7.59: Help - parametr

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

The screenshot displays a configuration interface for a radio link. At the top, a red header bar contains the text "Local: RAY2-17L / 07:37", "Link: Ok", and "Peer: RAY2-". On the left side, there is a vertical navigation menu with the following items: "Status", "Link settings", "General", "Radio", "Service access", "Alarms", "Switch settings", "Status", "Interface", "QoS", and "Advanced". The "Radio" item is currently selected. The main content area is titled "Help" and contains the following text: "Go to Radio" (a red link), "Radio" (a bold heading), "Setup of general parameters of the radio link.", "Radio type" (a bold heading), "Radio unit type: L(ower) or U(pper) part of the frequency band.", a search input field containing "CLI" and "cli_info_station", "Polarization" (a bold heading), and "Horizontal or vertical polarization based on the physical installation. Indicates the polarization of the receiver. Peer are indicated separately. The proper position of the cable is sideways down."

Obr. 7.60: Help - configuration menu

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

Kliknutí na **otazník** v pravém horním rohu konfigurační obrazovky otevře nápovědu k příslušnému menu ve vyskakovacím okně:

Obr. 7.61: Help - otazník

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

8. Command Line Interface

<http://www.racom.eu/eng/products/m/ray2/cli.html>

9. Troubleshooting

<http://www.racom.eu/eng/products/m/ray2/trouble.html>

10. Technické parametry

10.1. Obecné parametry

10.1.1. Přehled technických parametrů

Tab. 10.1: Technické parametry

Type	RAy2-10	RAy2-11	RAy2-17	RAy2-24
Pásmo [GHz], sub-pásma A,B..	A: 10.30 – 10.59 B: 10.125 – 10.675	A: 10.695 – 11.460 B: 10.935 – 11.695	17.1 – 17.3	24.0 – 24.25
ODU jednotky	Jednotka L a U		Jedna univerzální jednotka	
Duplexní rozestup [MHz]	jakákoli kombinace kanálů L a U	490, 530	volitelný min 60	volitelný min 60
Kanálová rozteč CS [MHz]	1.75, 3.5, 7, 14, 20, 28, 56	1.75, 3.5, 7, 14, 28, 30, 40, 56	3.5, 7, 14, 28, 40, 50, 56	3.5, 7, 14, 28, 40, 50, 56
Kmitočty kanálů	podrobně	podrobně	podrobně	podrobně
Uživatelská rychlost [Mbps]	2.5 – 360 podrobně	2.5 – 360 podrobně	4.9 – 360 podrobně	4.9 – 360 podrobně
Latence [μs]	81 (64B/359Mbps), 234 (1518B/359Mbps)			
Citlivost, BER 10 ⁻⁶ [dBm]	-100 (2.5 Mbps) -67 (340 Mbps) podrobně	-99 (2.5 Mbps) -67 (340 Mbps) podrobně	-96 (4.9 Mbps) -66 (340 Mbps) podrobně	-96 (4.9 Mbps) -65 (340 Mbps) podrobně
Výstupní výkon [dBm]	-10 – +13 (QPSK) -10 – +8 (256QAM)	-15 – +24 (QPSK) -15 – +19 (256QAM)	-25 – +5	-30 – +10
ATPC	ano	ano	ano	ano
Spotřeba [W]	21	21 – 29	21	23
Hmotnost [kg]	2.8	2.8	2.5	2.5
Rádio param.	EN 302 217-2-2 V2.1.1		EN 300 440-2 V1.4.1	

ver. 2.11

Modulace	fixní QPSK, 16, 32, 64, 128, 256 QAM nebo ACM
FEC	LDPC
Uživatelský interface RJ45	1 Gb Eth. (10/100/1000) (IEEE 802.3ac 1000BASE-T) , MTU 10240 B, doporučený kabel S/FTP CAT7
Uživatelský interface SFP	1000Base-SX / 1000Base-LX, MTU 10240 B, uživatelsky výměnné SFP, spotřeba max. 1.25 W
Servisní port	USB-A
Napájení	PoE, 40 - 60 VDC , IEEE 802.3at až do 100 m, max. 25 W
	DC, 20 - 60 V, plovoucí
Teplota prostředí	-30 – +55°C (EN 300 019-1-4, class 4.1.)
Mechanické provedení	FOD (Full Outdoor)
Bezpečnost	konfigurace přes https, ssh
Rozměry	244 × 244 × 157 mm
EMC	EN 301 489-1 V1.9.2
	EN 301 489-4 V2.1.1
Elektrická bezpečnost	EN 60 950-1:2006

ver. 1.3

10.1.2. Link speed

Nominal link speed

RAy2 - xx		User data rate [Mbps]									
Modulation	1.75 MHz	3.5 MHz	7 MHz	14 MHz	20 MHz	28 / 30 MHz		40 MHz	50 MHz	56 MHz	56 MHz TO
	ACCP	ACCP	ACCP	ACCP	ACCP	ACCP	ACAP	ACCP	ACCP	ACCP	ACCP
QPSK	2.5	4.9	8.5	19.9	22.8	36.8	38.3	50.1	66.3	72.9	85.8
16-QAM	4.9	9.6	17.2	38.8	50.2	80.9	84.1	110.0	145.6	160.2	169.9
32-QAM	6.3	12.1	22.1	49.1	63.5	102.4	106.4	139.2	184.2	202.7	206.2
64-QAM	7.4	14.3	29.7	62.3	80.5	129.8	135.0	176.5	233.6	256.9	268.1
128-QAM	8.9	17.2	34.7	73.6	96.4	155.5	161.7	211.4	276.1	303.7	309.0
256-QAM		19.7	40.7	81.2	110.4	170.7	185.2	232.1	320.6	337.7	358.9

ver. 2.7

Link speed according to RFC 2544

RAy2 - xx		Link speed [Mbps] for frames 64 - 1518 B								minimum maximum	values
Modulation / CS	1.75 MHz	3.5 MHz	7 MHz	14 MHz	28 / 30 MHz		40 MHz	56 MHz	56 MHz TO		
	ACCP	ACCP	ACCP	ACCP	ACCP	ACAP	ACCP	ACCP	ACCP		
QPSK	2.1	4.2	7.5	17.6	32.6	33.8	44.3	64.7	76.1		
	2.3	4.6	8.3	19.6	36.5	37.9	49.6	72.3	85.2		
16-QAM	4.3	8.4	15.1	34.3	71.7	74.6	97.5	142.1	150.7		
	4.8	9.3	17.0	38.5	80.2	83.4	109.2	159.0	168.6		
32-QAM	5.4	10.6	19.6	43.4	90.7	94.3	123.4	179.9	182.9		
	6.0	11.9	21.8	48.6	101.5	105.6	138.2	201.3	204.8		
64-QAM	6.5	12.6	26.1	55.2	115.1	119.7	156.6	228.0	238.1		
	7.2	14.1	29.3	61.7	128.8	133.9	175.3	255.1	266.4		
128-QAM	7.8	15.1	30.7	65.2	138.0	143.5	187.7	269.7	274.5		
	8.7	17.0	34.3	73.0	154.5	160.5	209.9	301.6	307.1		
256-QAM		17.4	36.1	71.9	151.5	164.4	206.1	300.2	318.8		
		19.4	40.3	80.5	169.5	184.0	230.7	335.8	356.5		

ver. 1.1

ACM switching according to SNR state

RAy2 - xx		SNR degrade / improve [dB]								
Modulation / CS	1.75 MHz	3.5 MHz	7 MHz	14 MHz	20 MHz	28 MHz	40 MHz	50 MHz	56 MHz	56 MHz TO
	ACCP	ACCP	ACCP	ACCP	ACCP	ACCP	ACCP	ACCP	ACCP	ACCP
QPSK	- 19.0	- 19.0	- 19.0	- 19.0	- 19.0	- 19.0	- 19.0	- 19.0	- 19.0	- 19.0
16-QAM	17.0 23.0	17.0 23.0	17.0 23.0	17.0 23.0	17.0 23.0	17.0 23.0	17.0 23.0	17.0 23.0	17.0 23.0	17.0 23.0
32-QAM	20.0 26.0	20.0 26.0	20.0 26.0	20.0 26.0	20.0 26.0	20.0 26.0	20.0 26.0	20.0 26.0	20.0 26.0	20.5 26.0
64-QAM	23.0 28.5	23.0 28.5	23.0 28.5	23.0 28.5	23.0 28.5	23.0 28.5	23.0 28.5	23.0 28.5	23.0 28.5	24.5 28.5
128-QAM	25.0 -	25.0 31.5	25.0 30.5	25.0 30.5	25.0 30.5	25.0 30.5	25.0 30.5	25.0 30.5	25.0 30.5	27.0 31.0
256-QAM	- -	28.5 -	28.0 -	28.0 -	28.0 -	28.0 -	28.0 -	28.0 -	28.0 -	29.0 -

ver. 1.2

10.2. Struktura tabulek jmenovitých frekvencí

RAy11 – xA , RAY11 – xB ¹⁾ TX channel nominal frequencies Band 10.7 – 11.7 GHz, ³⁾ duplex frequency 490 MHz ⁴⁾			Bandwidth: 56 MHz (CS 80) ²⁾ CEPT 12-06 Annex C ⁵⁾		
A sub-band ⁶⁾ (Freq.table: rcinfo11_A_490, rcinfo11_A_490_n) ⁷⁾			B sub-band (Freq.table: rcinfo11_B_490, rcinfo11_B_490_n)		
Ch.No.	Lower [MHz]	Upper [MHz]	Ch.No.	Lower [MHz]	Upper [MHz]
1 ⁸⁾	10755 ⁹⁾	11245 ¹⁰⁾	7	10995	11485
2	10795	11285	8	11035	11525
3	10835	11325	9	11075	11565
4	10875	11365	10	11115	11605
5	10915	11405	11	11155	11645

ver. 1.0¹¹⁾

- 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 (přibližně).
- 4) Duplex spacing - duplexní odstup mezi jednotlivými páry Lower a Upper kanálů.
Volitelně: Minimální a maximální duplexní odstup použitý v tabulce frekvencí.
- 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 Configuration, "Frequency tables".
- 8) Číslo kanálu, jak je označen v konfiguračním rozhraní mikrovlnné jednotky, viz Configuration, "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.

10.3. RAY2-10 parameters

10.3.1. Upper/Lower Limits

RAY2-10-xA, RAY2-10-xB		TX power	
Modulation	Min	Max	
	[dBm]	[dBm]	
QPSK	-10	13	
16-QAM	-10	11	
32-QAM	-10	11	
64-QAM	-10	10	
128-QAM	-10	9	
256-QAM	-10	8	

ver. 1.2

RAY2-10-xA, RAY2-10-xB		Duplex spacing
Sub-band	[MHz]	
A	All combinations of channels	
B	All combinations of channels	

ver. 2.5

RAY2-10-xA, RAY2-10-xB		Sub-band Range	
Sub-band		Unit L	Unit U
		[MHz]	[MHz]
A	min	10.300	10.470
	max	10.420	10.590
B	min	10.125	10.475
	max	10.325	11.675

ver. 1.1

10.3.2. Radio parameters

RAY2-10								Channel spacing 1.75 MHz; ACCP operation			
Modulation	Raw Bit Rate	User Bit Rate	RSS / SNR for BER 10 ⁻⁶		Co-channel rejection		Adjacent channel Selectivity				
			RSS	SNR	1 dB	3 dB	1 dB	3 dB			
					declared / limit	declared / limit	declared / limit	declared / limit			
[-]	[Mbps]	[dBm]	[dB]	[dB]	[dB]	[dB]	[dB]				
QPSK	3.1	2.5	-100	9.5	17 / 23	12 / 19	-12 / 0	-14 / -4			
16-QAM	6.3	5.0	-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 / 33	29 / 29	-5 / -5	-9 / -9			

ver. 2.4

RAY2-10								Channel spacing 3.5 MHz; ACCP operation			
Modulation	Raw Bit Rate	User Bit Rate	RSS / SNR for BER 10 ⁻⁶		Co-channel rejection		Adjacent channel Selectivity				
			RSS	SNR	1 dB	3 dB	1 dB	3 dB			
					declared / limit	declared / limit	declared / limit	declared / limit			
[-]	[Mbps]	[dBm]	[dB]	[dB]	[dB]	[dB]	[dB]				
QPSK	6	4.9	-96	9.5	15 / 23	12 / 19	-14 / 0	-16 / -4			
16-QAM	12	9.6	-89	15.0	22 / 30	20 / 26.5	-13 / -3	-15 / -7			
32-QAM	15	12.1	-86	18.5	24 / 30	22 / 26.5	-12 / -3	-14 / -7			
64-QAM	18	14.3	-85	20.5	29 / 30	26 / 26.5	-11 / -3	-12 / -7			
128-QAM	21	17.2	-83	23.5	30 / 30	26 / 26.5	-9 / -3	-8 / -7			
256-QAM	24	19.7	-80	26.0	33 / 40	31 / 36	-7 / 0	-6 / -4			

ver. 2.4

RAY2-10								Channel spacing 7 MHz; ACCP operation			
Modulation	Raw Bit Rate	User Bit Rate	RSS / SNR for BER 10 ⁻⁶		Co-channel rejection		Adjacent channel Selectivity				
			RSS	SNR	1 dB	3 dB	1 dB	3 dB			
					declared / limit	declared / limit	declared / limit	declared / limit			
[-]	[Mbps]	[dBm]	[dB]	[dB]	[dB]	[dB]	[dB]				
QPSK	12	8.5	-94	8.5	15 / 23	12 / 19	-20 / 0	-22 / -4			
16-QAM	24	17.2	-87	15.0	22 / 30	20 / 26.5	-18 / -3	-19 / -7			
32-QAM	30	22.1	-84	18.5	24 / 33	22 / 29	-16 / -5	-18 / -9			
64-QAM	36	29.7	-80	21.5	29 / 34	26 / 30	-14 / -3	-16 / -7			
128-QAM	42	34.7	-78	25.0	32 / 37	30 / 33	-12 / -2	-14 / -6			
256-QAM	49	39.7	-76	26.0	33 / 40	31 / 36	-10 / 0	-12 / -4			

ver. 2.4

RAY2-10					Channel spacing 14 MHz; ACCP operation			
Modulation	Raw Bit Rate	User Bit Rate	RSS / SNR for BER 10 ⁻⁶		Co-channel rejection		Adjacent channel Selectivity	
			RSS	SNR	1 dB	3 dB	1 dB	3 dB
					declared / limit	declared / limit	declared / limit	declared / limit
[-]	[Mbps]	[dBm]	[dB]	[dB]	[dB]	[dB]	[dB]	
QPSK	24	19.9	-92	8.5	14 / 23	12 / 19	-21 / 0	-23 / -4
16-QAM	48	38.8	-85	15.0	20 / 30	18 / 26.5	-19 / -3	-21 / -7
32-QAM	60	49.1	-81	18.5	26 / 33	23 / 29	-17 / -5	-19 / -9
64-QAM	72	62.3	-78	21.5	28 / 34	26 / 30	-14 / -3	-17 / -7
128-QAM	84	73.6	-75	25.0	30 / 37	28 / 33	-12 / -2	-14 / -6
256-QAM	96	81.2	-73	28.0	33 / 40	31 / 36	-10 / 0	-12 / -4

ver. 2.4

RAY2-10					Channel spacing 20 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	31	22.8	-91	8.5	14 / 23	12 / 19	-21 / 0	-23 / -4
16-QAM	62	50.2	-84	15.0	20 / 30	18 / 26.5	-19 / -8	-21 / -12
32-QAM	77.5	63.5	-80	18.5	26 / 30	23 / 26.5	-17 / -8	-19 / -12
64-QAM	93	80.5	-77	21.5	28 / 30	26 / 26.5	-14 / -8	-17 / -12
128QAM	108.5	96.4	-73	25.0	30 / 37	28 / 33	-12 / -2	-14 / -6
256-QAM	124	110.4	-71	28.0	33 / 40	31 / 36	-10 / 0	-12 / -4

ver. 2.4

RAY2-10					Channel spacing 28 / 30 MHz; ACCP operation			
Modulation	Raw Bit Rate	User Bit Rate	RSS / SNR for BER 10 ⁻⁶		Co-channel rejection		Adjacent channel Selectivity	
			RSS	SNR	1 dB	3 dB	1 dB	3 dB
					declared / limit	declared / limit	declared / limit	declared / limit
[-]	[Mbps]	[dBm]	[dB]	[dB]	[dB]	[dB]	[dB]	
QPSK	50	36.8	-90	7.5	12 / 23	10 / 19	-21 / 0	-23 / -4
16-QAM	100	80.9	-82	15.0	20 / 30	18 / 26.5	-18 / -3	-20 / -7
32-QAM	125	102.4	-78	18.5	24 / 33	22 / 29	-16 / -5	-19 / -9
64-QAM	150	129.8	-75	21.5	28 / 34	26 / 30	-12 / -3	-15 / -7
128QAM	175	155.5	-71	25.0	30 / 35	28 / 32	-9 / -5	-12 / -8
256-QAM	200	170.7	-69	26.5	33 / 40	31 / 36	-6 / 0	-9 / -4

ver. 2.4

RAY2-10		Channel spacing 28 / 30 MHz; ACAP operation						
Modulation	Raw Bit Rate	User Bit Rate	RSS / SNR for BER 10 ⁻⁶		Co-channel rejection		Adjacent channel Selectivity	
					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	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 / 33	22 / 29	-10 / -5	-13 / -9
64-QAM	156	135.0	-74.5	21.5	28 / 34	26 / 30	-6 / 4	-9 / 1
128QAM	182	161.7	-70.5	25.0	30 / 40	28 / 36	-3 / 10	-6 / 7
256-QAM	208	185.2	-67.5	26.5	33 / 43	31 / 39	0 / 10	-3 / 6

ver. 2.4

RAY2-10		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	
					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	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 / 34	25 / 30	-14 / -3	-16 / -7
128QAM	346.5	303.7	-68	25.0	30 / 35	28 / 32	-10 / -5	-12 / -8
256-QAM	396	337.7	-66	26.5	33 / 40	30 / 36	-8 / 0	-10 / -4

ver. 2.4

RAY2-10		Channel spacing 56 MHz TO; ACCP operation						
Modulation	Raw Bit Rate	User Bit Rate	RSS / SNR for BER 10 ⁻⁶		Co-channel rejection		Adjacent channel Selectivity	
					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	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 / 34	26 / 30	-9 / -3	-11 / -7
128QAM	346.5	309.0	-66	25.5	32 / 35	29 / 32	-8 / -5	-10 / -8
256-QAM	396	358.9	-63	27.5	35 / 43	32 / 39	-7 / 0	-8 / -4

ver. 2.4

10.3.3. Nominal frequencies, band 10.30 – 10.59 GHz

RAy2-10 – xA			TX channel nominal frequencies		
Bandwidth: 1.75 MHz			Band 10.30 – 10.59 GHz		default duplex 168 MHz
			Channel arrangements based on 7 MHz		duplex range 57.75 – 285.25 MHz
A sub-band			(Freq.table: rcinfo10_A_default:6)		
Ch.No.	Lower [MHz]	Upper [MHz]	Ch.No.	Lower [MHz]	Upper [MHz]
1	10301.875				
2	10303.625				
3	10305.375				
4	10307.125				
5	10308.875	10476.875	37	10364.875	10532.875
6	10310.625	10478.625	38	10366.625	10534.625
7	10312.375	10480.375	39	10368.375	10536.375
8	10314.125	10482.125	40	10370.125	10538.125
9	10315.875	10483.875	41	10371.875	10539.875
10	10317.625	10485.625	42	10373.625	10541.625
11	10319.375	10487.375	43	10375.375	10543.375
12	10321.125	10489.125	44	10377.125	10545.125
13	10322.875	10490.875	45	10378.875	10546.875
14	10324.625	10492.625	46	10380.625	10548.625
15	10326.375	10494.375	47	10382.375	10550.375
16	10328.125	10496.125	48	10384.125	10552.125
17	10329.875	10497.875	49	10385.875	10553.875
18	10331.625	10499.625	50	10387.625	10555.625
19	10333.375	10501.375	51	10389.375	10557.375
20	10335.125	10503.125	52	10391.125	10559.125
21	10336.875	10504.875	53	10392.875	10560.875
22	10338.625	10506.625	54	10394.625	10562.625
23	10340.375	10508.375	55	10396.375	10564.375
24	10342.125	10510.125	56	10398.125	10566.125
25	10343.875	10511.875	57	10399.875	10567.875
26	10345.625	10513.625	58	10401.625	10569.625
27	10347.375	10515.375	59	10403.375	10571.375
28	10349.125	10517.125	60	10405.125	10573.125
29	10350.875	10518.875	61	10406.875	10574.875
30	10352.625	10520.625	62	10408.625	10576.625
31	10354.375	10522.375	63	10410.375	10578.375
32	10356.125	10524.125	64	10412.125	10580.125
33	10357.875	10525.875	65	10413.875	10581.875
34	10359.625	10527.625	66	10415.625	10583.625
35	10361.375	10529.375	67	10417.375	10585.375
36	10363.125	10531.125	68	10419.125	10587.125

ver. 2.0

RAy2-10 – xA			TX channel nominal frequencies		
Bandwidth: 3.5 MHz			Band 10.30 – 10.59 GHz		default duplex 168 MHz
			Channel arrangements based on 7 MHz		duplex range 59.5 – 283.5 MHz
A sub-band			(Freq.table: rcinfo10_A_default:6)		
Ch.No.	Lower [MHz]	Upper [MHz]	Ch.No.	Lower [MHz]	Upper [MHz]
1	10302.75				
2	10306.25				
3	10309.75	10477.75	19	10365.75	10533.75
4	10313.25	10481.25	20	10369.25	10537.25
5	10316.75	10484.75	21	10372.75	10540.75
6	10320.25	10488.25	22	10376.25	10544.25
7	10323.75	10491.75	23	10379.75	10547.75
8	10327.25	10495.25	24	10383.25	10551.25
9	10330.75	10498.75	25	10386.75	10554.75
10	10334.25	10502.25	26	10390.25	10558.25
11	10337.75	10505.75	27	10393.75	10561.75
12	10341.25	10509.25	28	10397.25	10565.25
13	10344.75	10512.75	29	10400.75	10568.75
14	10348.25	10516.25	30	10404.25	10572.25
15	10351.75	10519.75	31	10407.75	10575.75
16	10355.25	10523.25	32	10411.25	10579.25
17	10358.75	10526.75	33	10414.75	10582.75
18	10362.25	10530.25	34	10418.25	10586.25

ver. 2.0

RAy2-10 – xA			TX channel nominal frequencies		
Bandwidth: 7 MHz			Band 10.30 – 10.59 GHz		default duplex 168 MHz
			VO-R/14/12.2012-17		duplex range 63 – 280 MHz
A sub-band			(Freq.table: rcinfo10_A_default:6)		
Ch.No.	Lower [MHz]	Upper [MHz]	Ch.No.	Lower [MHz]	Upper [MHz]
1	10304.5				
2	10308.0				
3	10311.5	10479.5	11	10367.5	10535.5
4	10318.5	10486.5	12	10374.5	10542.5
5	10325.5	10493.5	13	10381.5	10549.5
6	10332.5	10500.5	14	10388.5	10556.5
7	10339.5	10507.5	15	10395.5	10563.5
8	10346.5	10514.5	16	10402.5	10570.5
9	10353.5	10521.5	17	10409.5	10577.5
10	10360.5	10528.5	18	10416.5	10584.5

ver. 2.0

RAy2-10 – xA			TX channel nominal frequencies		
Bandwidth: 14 MHz			Band 10.30 – 10.59 GHz		default duplex 168 MHz
			VO-R/14/12.2012-17		duplex range 70 – 273 MHz
A sub-band			(Freq.table: rcinfo10_A_default:6)		
Ch.No.	Lower [MHz]	Upper [MHz]	Ch.No.	Lower [MHz]	Upper [MHz]
1	10308		6	10371	10539
2	10315	10483	7	10385	10553
3	10329	10497	8	10399	10567
4	10343	10511	9	10413	10581
5	10357	10525			

ver. 2.0

RAy2-10 – xA			TX channel nominal frequencies		
Bandwidth: 28 MHz			Band 10.30 – 10.59 GHz		default duplex 168 MHz
			VO-R/14/12.2012-17		duplex range 84 – 252 MHz
A sub-band			(Freq.table: rcinfo10_A_default:6)		
Ch.No.	Lower [MHz]	Upper [MHz]	Ch.No.	Lower [MHz]	Upper [MHz]
1	10322	10490	3	10378	10546
2	10350	10518	4	10406	10574

ver. 2.0

RAy2-10 – xA			TX channel nominal frequencies		
Bandwidth: 56 MHz			Band 10.30 – 10.59 GHz		default duplex 168 MHz
			Channel arrangements based on 7 MHz		duplex range 112 – 224 MHz
A sub-band			(Freq.table: rcinfo10_A_default:6)		
Ch.No.	Lower [MHz]	Upper [MHz]	Ch.No.	Lower [MHz]	Upper [MHz]
1	10336	10504	2	10392	10560

ver. 2.0

10.3.4. Nominal frequencies, band 10.15 – 10.65 GHz

RAy2-10 - xB			TX channel nominal frequencies		
Bandwidth: 1.75 MHz			Band 10.15 – 10.65 GHz, duplex spacing 350 MHz		
			Based on 3.5 MHz channels		
B sub-band			(Freq.table: rcinfo10_B_default:5)		
Ch.No.	Lower [MHz]	Upper [MHz]	Ch.No.	Lower [MHz]	Upper [MHz]
1	10151.375	10501.375	43	10224.875	10574.875
2	10153.125	10503.125	44	10226.625	10576.625
3	10154.875	10504.875	45	10228.375	10578.375
4	10156.625	10506.625	46	10230.125	10580.125
5	10158.375	10508.375	47	10231.875	10581.875
6	10160.125	10510.125	48	10233.625	10583.625
7	10161.875	10511.875	49	10235.375	10585.375
8	10163.625	10513.625	50	10237.125	10587.125
9	10165.375	10515.375	51	10238.875	10588.875
10	10167.125	10517.125	52	10240.625	10590.625
11	10168.875	10518.875	53	10242.375	10592.375
12	10170.625	10520.625	54	10244.125	10594.125
13	10172.375	10522.375	55	10245.875	10595.875
14	10174.125	10524.125	56	10247.625	10597.625
15	10175.875	10525.875	57	10249.375	10599.375
16	10177.625	10527.625	58	10251.125	10601.125
17	10179.375	10529.375	59	10252.875	10602.875
18	10181.125	10531.125	60	10254.625	10604.625
19	10182.875	10532.875	61	10256.375	10606.375
20	10184.625	10534.625	62	10258.125	10608.125
21	10186.375	10536.375	63	10259.875	10609.875
22	10188.125	10538.125	64	10261.625	10611.625
23	10189.875	10539.875	65	10263.375	10613.375
24	10191.625	10541.625	66	10265.125	10615.125
25	10193.375	10543.375	67	10266.875	10616.875
26	10195.125	10545.125	68	10268.625	10618.625
27	10196.875	10546.875	69	10270.375	10620.375
28	10198.625	10548.625	70	10272.125	10622.125
29	10200.375	10550.375	71	10273.875	10623.875
30	10202.125	10552.125	72	10275.625	10625.625
31	10203.875	10553.875	73	10277.375	10627.375
32	10205.625	10555.625	74	10279.125	10629.125
33	10207.375	10557.375	75	10280.875	10630.875
34	10209.125	10559.125	76	10282.625	10632.625
35	10210.875	10560.875	77	10284.375	10634.375
36	10212.625	10562.625	78	10286.125	10636.125
37	10214.375	10564.375	79	10287.875	10637.875
38	10216.125	10566.125	80	10289.625	10639.625
39	10217.875	10567.875	81	10291.375	10641.375
40	10219.625	10569.625	82	10293.125	10643.125
41	10221.375	10571.375	83	10294.875	10644.875
42	10223.125	10573.125	84	10296.625	10646.625

ver. 2.0

RAy2-10 - xB			TX channel nominal frequencies		
Bandwidth: 3.5 MHz			Band 10.15 – 10.65 GHz, duplex spacing 350 MHz		
B sub-band			(Freq.table: rcinfo10_B_default:5)		
Ch.No.	Lower [MHz]	Upper [MHz]	Ch.No.	Lower [MHz]	Upper [MHz]
1	10152.25	10502.25	22	10225.75	10575.75
2	10155.75	10505.75	23	10229.25	10579.25
3	10159.25	10509.25	24	10232.75	10582.75
4	10162.75	10512.75	25	10236.25	10586.25
5	10166.25	10516.25	26	10239.75	10589.75
6	10169.75	10519.75	27	10243.25	10593.25
7	10173.25	10523.25	28	10246.75	10596.75
8	10176.75	10526.75	29	10250.25	10600.25
9	10180.25	10530.25	30	10253.75	10603.75
10	10183.75	10533.75	31	10257.25	10607.25
11	10187.25	10537.25	32	10260.75	10610.75
12	10190.75	10540.75	33	10264.25	10614.25
13	10194.25	10544.25	34	10267.75	10617.75
14	10197.75	10547.75	35	10271.25	10621.25
15	10201.25	10551.25	36	10274.75	10624.75
16	10204.75	10554.75	37	10278.25	10628.25
17	10208.25	10558.25	38	10281.75	10631.75
18	10211.75	10561.75	39	10285.25	10635.25
19	10215.25	10565.25	40	10288.75	10638.75
20	10218.75	10568.75	41	10292.25	10642.25
21	10222.25	10572.25	42	10295.75	10645.75

ver. 2.0

RAy2-10 - xB			TX channel nominal frequencies		
Bandwidth: 7 MHz			Band 10.15 – 10.65 GHz, duplex spacing 350 MHz		
B sub-band			(Freq.table: rcinfo10_B_default:5)		
Ch.No.	Lower [MHz]	Upper [MHz]	Ch.No.	Lower [MHz]	Upper [MHz]
1	10157.5	10507.5	11	10227.5	10577.5
2	10164.5	10514.5	12	10234.5	10584.5
3	10171.5	10521.5	13	10241.5	10591.5
4	10178.5	10528.5	14	10248.5	10598.5
5	10185.5	10535.5	15	10255.5	10605.5
6	10192.5	10542.5	16	10262.5	10612.5
7	10199.5	10549.5	17	10269.5	10619.5
8	10206.5	10556.5	18	10276.5	10626.5
9	10213.5	10563.5	19	10283.5	10633.5
10	10220.5	10570.5	20	10290.5	10640.5

ver. 2.0

RAy2-10 - xB			TX channel nominal frequencies		
Bandwidth: 14 MHz			Band 10.15 – 10.65 GHz, duplex spacing 350 MHz		
B sub-band			(Freq.table: rcinfo10_B_default:5)		
Ch.No.	Lower [MHz]	Upper [MHz]	Ch.No.	Lower [MHz]	Upper [MHz]
1	10161	10511	6	10231	10581
1c	10168	10518	6c	10238	10588
2	10175	10525	7	10245	10595
2c	10182	10532	7c	10252	10602
3	10189	10539	8	10259	10609
3c	10196	10546	8c	10266	10616
4	10203	10553	9	10273	10623
4c	10210	10560	9c	10280	10630
5	10217	10567	10	10287	10637
5c	10224	10574			

ver. 2.0

RAy2-10 - xB			TX channel nominal frequencies		
Bandwidth: 20 MHz			Band 10.15 – 10.65 GHz, duplex spacing 350 MHz		
B sub-band			(Freq.table: rcinfo10_B_default:5)		
Ch.No.	Lower [MHz]	Upper [MHz]	Ch.No.	Lower [MHz]	Upper [MHz]
1	10175	10525	4	10235	10585
2	10195	10545	5	10255	10605
3	10215	10565	6	10275	10625

ver. 1.0

RAy2-10 - xB			TX channel nominal frequencies		
Bandwidth: 28 MHz			Band 10.15 – 10.65 GHz, duplex spacing 350 MHz		
B sub-band			(Freq.table: rcinfo10_B_default:5)		
Ch.No.	Lower [MHz]	Upper [MHz]	Ch.No.	Lower [MHz]	Upper [MHz]
1	10168	10518	4	10252	10602
2	10196	10546	5	10280	10630
3	10224	10574			

ver. 2.0

RAy2-10 - xB			TX channel nominal frequencies		
Bandwidth: 56 MHz			Band 10.15 – 10.65 GHz, duplex spacing 350 MHz		
B sub-band			CEPT/ERC/REC 12-05 E		
			(Freq.table: rcinfo10_B_default:5)		
Ch.No.	Lower [MHz]	Upper [MHz]	Ch.No.	Lower [MHz]	Upper [MHz]
1	10182	10532	3	10238	10588
2	10210	10560	4	10266	10616

ver. 2.0

10.4. RAY2-11 A,B parameters

10.4.1. Upper/Lower Limits

RAY2-11-xA, RAY2-11-xB		TX power	
Modulation	Min	Max	
	[dBm]	[dBm]	
QPSK	-15	24	
16-QAM	-15	22	
32-QAM	-15	22	
64-QAM	-15	21	
128-QAM	-15	20	
256-QAM	-15	19	

ver. 2.2

RAY2-11-xA, RAY2-11-xB		Duplex spacing
Sub-band		[MHz]
A		490, 530
B		490, 530

ver. 2.5

RAY2-11-xA, RAY2-11-xB		Sub-band Range	
Sub-band		Unit L	Unit U
		[MHz]	[MHz]
A	min	10.695	11.185
	max	10.970	11.460
B	min	10.935	11.425
	max	11.195	11.695

ver. 1.0

10.4.2. Radio parameters

RAY2-11-xA, RAY2-11-xB				Channel spacing 1.75 MHz; ACCP operation				
Modulation	Raw Bit Rate	User Bit Rate	RSS / SNR for BER 10 ⁻⁶		Co-channel rejection		Adjacent channel Selectivity	
			RSS	SNR	1 dB	3 dB	1 dB	3 dB
					declared / limit	declared / limit	declared / limit	declared / limit
[-]	[Mbps]	[dBm]	[dB]	[dB]	[dB]	[dB]	[dB]	
QPSK	3.1	2.5	-99	9.5	15 / 23	12 / 19	-12 / 0	-14 / -4
16-QAM	6.3	5.0	-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	-84	23.5	30 / 30	28 / 26.5	-8 / -3	-7 / -7

ver. 2.3

RAY2-11-xA, RAY2-11-xB				Channel spacing 3.5 MHz; ACCP operation				
Modulation	Raw Bit Rate	User Bit Rate	RSS / SNR for BER 10 ⁻⁶		Co-channel rejection		Adjacent channel Selectivity	
			RSS	SNR	1 dB	3 dB	1 dB	3 dB
					declared / limit	declared / limit	declared / limit	declared / limit
[-]	[Mbps]	[dBm]	[dB]	[dB]	[dB]	[dB]	[dB]	
QPSK	6	4.9	-97	9.5	15 / 23	12 / 19	-14 / 0	-16 / -4
16-QAM	12	9.6	-90	15.0	22 / 30	20 / 26.5	-13 / -3	-15 / -7
32-QAM	15	12.1	-87	18.5	24 / 30	22 / 26.5	-12 / -3	-14 / -7
64-QAM	18	14.3	-84	20.5	29 / 30	26 / 26.5	-11 / -3	-12 / -7
128-QAM	21	17.2	-81	23.5	30 / 30	28 / 26.5	-9 / -3	-8 / -7
256-QAM	24	19.7	-79	26.0	33 / 30	31 / 26.5	-5 / -3	-7 / -7

ver. 2.2

RAY2-11-xA, RAY2-11-xB				Channel spacing 7 MHz; ACCP operation				
Modulation	Raw Bit Rate	User Bit Rate	RSS / SNR for BER 10 ⁻⁶		Co-channel rejection		Adjacent channel Selectivity	
			RSS	SNR	1 dB	3 dB	1 dB	3 dB
					declared / limit	declared / limit	declared / limit	declared / limit
[-]	[Mbps]	[dBm]	[dB]	[dB]	[dB]	[dB]	[dB]	
QPSK	12	8.5	-95	8.5	15 / 23	12 / 19	-20 / 0	-22 / -4
16-QAM	24	17.2	-88	15.0	22 / 30	20 / 26.5	-18 / -3	-19 / -7
32-QAM	30	22.1	-85	18.5	24 / 30	22 / 26.5	-16 / -3	-18 / -7
64-QAM	36	29.7	-81	21.5	29 / 34	26 / 30	-14 / -3	-16 / -7
128-QAM	42	34.7	-79	25.0	32 / 37	30 / 33	-12 / -2	-14 / -6
256-QAM	49	40.7	-76	26.0	33 / 40	31 / 36	-10 / 0	-12 / -4

ver. 2.4

RAY2-11-xA, RAY2-11-xB					Channel spacing 14 MHz; ACCP operation			
Modulation	Raw Bit Rate	User Bit Rate	RSS / SNR for BER 10 ⁻⁶		Co-channel rejection		Adjacent channel Selectivity	
			RSS	SNR	1 dB	3 dB	1 dB	3 dB
					declared / limit	declared / limit	declared / limit	declared / limit
[-]	[Mbps]	[dBm]	[dB]	[dB]	[dB]	[dB]	[dB]	
QPSK	24	19.9	-93	8.5	14 / 23	12 / 19	-21 / 0	-23 / -4
16-QAM	48	38.8	-86	15.0	20 / 30	18 / 26.5	-19 / -3	-21 / -7
32-QAM	60	49.1	-82	18.5	26 / 33	23 / 29	-17 / -5	-19 / -9
64-QAM	72	62.3	-79	21.5	28 / 34	26 / 30	-14 / -3	-17 / -7
128-QAM	84	73.6	-75	25.0	30 / 37	28 / 33	-12 / -2	-14 / -6
256-QAM	96	81.2	-73	28.0	33 / 40	31 / 36	-10 / 0	-12 / -4

ver. 2.2

RAY2-11-xA, RAY2-11-xB					Channel spacing 28 / 30 MHz; ACCP operation			
Modulation	Raw Bit Rate	User Bit Rate	RSS / SNR for BER 10 ⁻⁶		Co-channel rejection		Adjacent channel Selectivity	
			RSS	SNR	1 dB	3 dB	1 dB	3 dB
					declared / limit	declared / limit	declared / limit	declared / limit
[-]	[Mbps]	[dBm]	[dB]	[dB]	[dB]	[dB]	[dB]	
QPSK	50	36.8	-91	7.5	12 / 23	10 / 19	-21 / 0	-23 / -4
16-QAM	100	80.9	-83	15.0	20 / 30	18 / 26.5	-18 / -3	-20 / -7
32-QAM	125	102.4	-79	18.5	24 / 33	22 / 29	-16 / -5	-19 / -9
64-QAM	150	129.8	-76	21.5	28 / 34	26 / 30	-12 / -3	-15 / -7
128QAM	175	155.5	-72	25.0	30 / 35	28 / 32	-9 / -5	-12 / -8
256-QAM	200	170.7	-70	26.5	33 / 40	31 / 36	-6 / 0	-9 / -4

ver. 2.1

RAY2-11-xA, RAY2-11-xB					Channel spacing 28 / 30 MHz; ACAP operation			
Modulation	Raw Bit Rate	User Bit Rate	RSS / SNR for BER 10 ⁻⁶		Co-channel rejection		Adjacent channel Selectivity	
			RSS	SNR	1 dB	3 dB	1 dB	3 dB
					declared / limit	declared / limit	declared / limit	declared / limit
[-]	[Mbps]	[dBm]	[dB]	[dB]	[dB]	[dB]	[dB]	
QPSK	52	38.3	-89.5	7.5	12 / 23	10 / 19	-15 / 0	-17 / -4
16-QAM	104	84.1	-82.5	15.0	20 / 30	18 / 26.5	-12 / -3	-14 / -7
32-QAM	130	106.4	-78.5	18.5	24 / 33	22 / 29	-10 / -5	-13 / -9
64-QAM	156	135.0	-75.5	21.5	28 / 34	26 / 30	-6 / 4	-9 / 1
128QAM	182	161.7	-71.5	25.0	30 / 40	28 / 36	-3 / 10	-6 / 7
256-QAM	208	185.2	-68.5	26.5	33 / 43	31 / 39	0 / 10	-3 / 6

ver. 2.2

RAY2-11-xA, RAY2-11-xB					Channel spacing 40 MHz; ACCP operation			
Modulation	Raw Bit Rate	User Bit Rate	RSS / SNR for BER 10 ⁻⁶		Co-channel rejection		Adjacent channel Selectivity	
			RSS	SNR	1 dB	3 dB	1 dB	3 dB
					declared / limit	declared / limit	declared / limit	declared / limit
[-]	[Mbps]	[dBm]	[dB]	[dB]	[dB]	[dB]	[dB]	
QPSK.	68	50.1	-88	7.5	12 / 33	10 / 29	-22 / -4	-24 / -8
16-QAM	136	110.0	-81	15.0	19 / 33	17 / 29	-18 / -4	-21 / -8
32-QAM	170	139.2	-77	18.5	24 / 33	21 / 29	-16 / -4	-19 / -8
64-QAM	204	176.5	-74	21.5	27 / 33	25 / 29	-14 / -4	-16 / -8
128QAM	238	211.4	-70	25.0	30 / 37	28 / 33	-10 / -4	-12 / -8
256-QAM	272	232.1	-68	26.5	33 / 40	30 / 36	-8 / 0	-10 / -4

ver. 2.1

RAY2-11-xA, RAY2-11-xB					Channel spacing 56 MHz; ACCP operation			
Modulation	Raw Bit Rate	User Bit Rate	RSS / SNR for BER 10 ⁻⁶		Co-channel rejection		Adjacent channel Selectivity	
			RSS	SNR	1 dB	3 dB	1 dB	3 dB
					declared / limit	declared / limit	declared / limit	declared / limit
[-]	[Mbps]	[dBm]	[dB]	[dB]	[dB]	[dB]	[dB]	
QPSK	99	72.9	-87	7.5	12 / 23	10 / 19	-26 / 0	-28 / -4
16-QAM	198	160.2	-80	15.0	19 / 30	17 / 26.5	-19 / -3	-21 / -7
32-QAM	247.5	202.7	-76	18.5	24 / 33	22 / 29	-15 / -5	-17 / -9
64-QAM	297	256.9	-73	21.5	27 / 34	25 / 30	-14 / 4	-16 / 1
128QAM	346.5	303.7	-69	25.0	30 / 37	28 / 33	-10 / 3	-12 / -1
256-QAM	396	337.7	-67	26.5	33 / 40	30 / 36	-8 / 10	-10 / 7

ver. 2.1

RAY2-11-xA, RAY2-11-xB					Channel spacing 56 MHz TO; ACCP operation			
Modulation	Raw Bit Rate	User Bit Rate	RSS / SNR for BER 10 ⁻⁶		Co-channel rejection		Adjacent channel Selectivity	
			RSS	SNR	1 dB	3 dB	1 dB	3 dB
					declared / limit	declared / limit	declared / limit	declared / limit
[-]	[Mbps]	[dBm]	[dB]	[dB]	[dB]	[dB]	[dB]	
QPSK	99	85.8	-85	10.0	13 / 23	11 / 19	-24 / 0	-26 / -4
16-QAM	198	169.9	-78	16.0	20 / 30	18 / 26.5	-18 / -3	-20 / -7
32-QAM	247.5	206.2	-74	19.0	25 / 33	23 / 29	-14 / -5	-15 / -9
64-QAM	297	268.1	-70	22.5	29 / 34	26 / 30	-9 / 4	-11 / 1
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 / 43	32 / 39	-7 / 0	-8 / -4

ver. 2.2

10.4.3. Nominal frequencies, duplex 490 MHz

RAy2-11 - xA, RAy2-11 - xB			TX channel nominal frequencies								
Bandwidth: 1.75 MHz			Band 10.7 – 11.7 GHz, duplex spacing 490 MHz								
A sub-band (Freq. table: rcinfo11_A_490_default:13)			Channel arrangements based on 28 MHz channels								
B sub-band (Freq. table: rcinfo11_B_490_default:13)											
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	76	10841.125	11331.125	131	10937.375	11427.375	206	11068.625	11558.625
2	10711.625	11201.625	77	10842.875	11332.875	132	10939.125	11429.125	207	11070.375	11560.375
3	10713.375	11203.375	78	10844.625	11334.625	133	10940.875	11430.875	208	11072.125	11562.125
4	10715.125	11205.125	79	10846.375	11336.375	134	10942.625	11432.625	209	11073.875	11563.875
5	10716.875	11206.875	80	10848.125	11338.125	135	10944.375	11434.375	210	11075.625	11565.625
6	10718.625	11208.625	81	10849.875	11339.875	136	10946.125	11436.125	211	11077.375	11567.375
7	10720.375	11210.375	82	10851.625	11341.625	137	10947.875	11437.875	212	11079.125	11569.125
8	10722.125	11212.125	83	10853.375	11343.375	138	10949.625	11439.625	213	11080.875	11570.875
9	10723.875	11213.875	84	10855.125	11345.125	139	10951.375	11441.375	214	11082.625	11572.625
10	10725.625	11215.625	85	10856.875	11346.875	140	10953.125	11443.125	215	11084.375	11574.375
11	10727.375	11217.375	86	10858.625	11348.625	141	10954.875	11444.875	216	11086.125	11576.125
12	10729.125	11219.125	87	10860.375	11350.375	142	10956.625	11446.625	217	11087.875	11577.875
13	10730.875	11220.875	88	10862.125	11352.125	143	10958.375	11448.375	218	11089.625	11579.625
14	10732.625	11222.625	89	10863.875	11353.875	144	10960.125	11450.125	219	11091.375	11581.375
15	10734.375	11224.375	90	10865.625	11355.625	145	10961.875	11451.875	220	11093.125	11583.125
16	10736.125	11226.125	91	10867.375	11357.375	146	10963.625	11453.625	221	11094.875	11584.875
17	10737.875	11227.875	92	10869.125	11359.125	147	10965.375	11455.375	222	11096.625	11586.625
18	10739.625	11229.625	93	10870.875	11360.875	148	10967.125	11457.125	223	11098.375	11588.375
19	10741.375	11231.375	94	10872.625	11362.625	149	10968.875	11458.875	224	11100.125	11590.125
20	10743.125	11233.125	95	10874.375	11364.375	150	10970.625	11460.625	225	11101.875	11591.875
21	10744.875	11234.875	96	10876.125	11366.125	151	10972.375	11462.375	226	11103.625	11593.625
22	10746.625	11236.625	97	10877.875	11367.875	152	10974.125	11464.125	227	11105.375	11595.375
23	10748.375	11238.375	98	10879.625	11369.625	153	10975.875	11465.875	228	11107.125	11597.125
24	10750.125	11240.125	99	10881.375	11371.375	154	10977.625	11467.625	229	11108.875	11598.875
25	10751.875	11241.875	100	10883.125	11373.125	155	10979.375	11469.375	230	11110.625	11600.625
26	10753.625	11243.625	101	10884.875	11374.875	156	10981.125	11471.125	231	11112.375	11602.375
27	10755.375	11245.375	102	10886.625	11376.625	157	10982.875	11472.875	232	11114.125	11604.125
28	10757.125	11247.125	103	10888.375	11378.375	158	10984.625	11474.625	233	11115.875	11605.875
29	10758.875	11248.875	104	10890.125	11380.125	159	10986.375	11476.375	234	11117.625	11607.625
30	10760.625	11250.625	105	10891.875	11381.875	160	10988.125	11478.125	235	11119.375	11609.375
31	10762.375	11252.375	106	10893.625	11383.625	161	10989.875	11479.875	236	11121.125	11611.125
32	10764.125	11254.125	107	10895.375	11385.375	162	10991.625	11481.625	237	11122.875	11612.875
33	10765.875	11255.875	108	10897.125	11387.125	163	10993.375	11483.375	238	11124.625	11614.625
34	10767.625	11257.625	109	10898.875	11388.875	164	10995.125	11485.125	239	11126.375	11616.375
35	10769.375	11259.375	110	10900.625	11390.625	165	10996.875	11486.875	240	11128.125	11618.125
36	10771.125	11261.125	111	10902.375	11392.375	166	10998.625	11488.625	241	11129.875	11619.875
37	10772.875	11262.875	112	10904.125	11394.125	167	11000.375	11490.375	242	11131.625	11621.625
38	10774.625	11264.625	113	10905.875	11395.875	168	11002.125	11492.125	243	11133.375	11623.375
39	10776.375	11266.375	114	10907.625	11397.625	169	11003.875	11493.875	244	11135.125	11625.125
40	10778.125	11268.125	115	10909.375	11399.375	170	11005.625	11495.625	245	11136.875	11626.875
41	10779.875	11269.875	116	10911.125	11401.125	171	11007.375	11497.375	246	11138.625	11628.625
42	10781.625	11271.625	117	10912.875	11402.875	172	11009.125	11499.125	247	11140.375	11630.375
43	10783.375	11273.375	118	10914.625	11404.625	173	11010.875	11500.875	248	11142.125	11632.125
44	10785.125	11275.125	119	10916.375	11406.375	174	11012.625	11502.625	249	11143.875	11633.875
45	10786.875	11276.875	120	10918.125	11408.125	175	11014.375	11504.375	250	11145.625	11635.625
46	10788.625	11278.625	121	10919.875	11409.875	176	11016.125	11506.125	251	11147.375	11637.375
47	10790.375	11280.375	122	10921.625	11411.625	177	11017.875	11507.875	252	11149.125	11639.125
48	10792.125	11282.125	123	10923.375	11413.375	178	11019.625	11509.625	253	11150.875	11640.875
49	10793.875	11283.875	124	10925.125	11415.125	179	11021.375	11511.375	254	11152.625	11642.625
50	10795.625	11285.625	125	10926.875	11416.875	180	11023.125	11513.125	255	11154.375	11644.375
51	10797.375	11287.375	126	10928.625	11418.625	181	11024.875	11514.875	256	11156.125	11646.125
52	10799.125	11289.125	127	10930.375	11420.375	182	11026.625	11516.625	257	11157.875	11647.875
53	10800.875	11290.875	128	10932.125	11422.125	183	11028.375	11518.375	258	11159.625	11649.625
54	10802.625	11292.625	129	10933.875	11423.875	184	11030.125	11520.125	259	11161.375	11651.375
55	10804.375	11294.375	130	10935.625	11425.625	185	11031.875	11521.875	260	11163.125	11653.125
56	10806.125	11296.125	131	10937.375	11427.375	186	11033.625	11523.625	261	11164.875	11654.875
57	10807.875	11297.875	132	10939.125	11429.125	187	11035.375	11525.375	262	11166.625	11656.625
58	10809.625	11299.625	133	10940.875	11430.875	188	11037.125	11527.125	263	11168.375	11658.375
59	10811.375	11301.375	134	10942.625	11432.625	189	11038.875	11528.875	264	11170.125	11660.125
60	10813.125	11303.125	135	10944.375	11434.375	190	11040.625	11530.625	265	11171.875	11661.875
61	10814.875	11304.875	136	10946.125	11436.125	191	11042.375	11532.375	266	11173.625	11663.625
62	10816.625	11306.625	137	10947.875	11437.875	192	11044.125	11534.125	267	11175.375	11665.375
63	10818.375	11308.375	138	10949.625	11439.625	193	11045.875	11535.875	268	11177.125	11667.125
64	10820.125	11310.125	139	10951.375	11441.375	194	11047.625	11537.625	269	11178.875	11668.875
65	10821.875	11311.875	140	10953.125	11443.125	195	11049.375	11539.375	270	11180.625	11670.625
66	10823.625	11313.625	141	10954.875	11444.875	196	11051.125	11541.125	271	11182.375	11672.375
67	10825.375	11315.375	142	10956.625	11446.625	197	11052.875	11542.875	272	11184.125	11674.125
68	10827.125	11317.125	143	10958.375	11448.375	198	11054.625	11544.625			
69	10828.875	11318.875	144	10960.125	11450.125	199	11056.375	11546.375			
70	10830.625	11320.625	145	10961.875	11451.875	200	11058.125	11548.125			
71	10832.375	11322.375	146	10963.625	11453.625	201	11059.875	11549.875			
72	10834.125	11324.125	147	10965.375	11455.375	202	11061.625	11551.625			
73	10835.875	11325.875	148	10967.125	11457.125	203	11063.375	11553.375			
74	10837.625	11327.625	149	10968.875	11458.875	204	11065.125	11555.125			
75	10839.375	11329.375				205	11066.875	11556.875			

ver. 2.2

RAY2-11 - xA, RAY2-11 - xB			TX channel nominal frequencies								
Bandwidth: 3.5 MHz			Band 10.7 – 11.7 GHz, duplex spacing 490 MHz								
A sub-band (Freq. table: rcinfo11_A_490_default:13)			B sub-band (Freq. table: rcinfo11_B_490_default:13)								
Ch.No.	Lower [MHz]	Upper [MHz]	Ch.No.	Lower [MHz]	Upper [MHz]	Ch.No.	Lower [MHz]	Upper [MHz]	Ch.No.	Lower [MHz]	Upper [MHz]
1	10710.75	11200.75	38	10840.25	11330.25	66	10938.25	11428.25	103	11067.75	11557.75
2	10714.25	11204.25	39	10843.75	11333.75	67	10941.75	11431.75	104	11071.25	11561.25
3	10717.75	11207.75	40	10847.25	11337.25	68	10945.25	11435.25	105	11074.75	11564.75
4	10721.25	11211.25	41	10850.75	11340.75	69	10948.75	11438.75	106	11078.25	11568.25
5	10724.75	11214.75	42	10854.25	11344.25	70	10952.25	11442.25	107	11081.75	11571.75
6	10728.25	11218.25	43	10857.75	11347.75	71	10955.75	11445.75	108	11085.25	11575.25
7	10731.75	11221.75	44	10861.25	11351.25	72	10959.25	11449.25	109	11088.75	11578.75
8	10735.25	11225.25	45	10864.75	11354.75	73	10962.75	11452.75	110	11092.25	11582.25
9	10738.75	11228.75	46	10868.25	11358.25	74	10966.25	11456.25	111	11095.75	11585.75
10	10742.25	11232.25	47	10871.75	11361.75	75	10969.75	11459.75	112	11099.25	11589.25
11	10745.75	11235.75	48	10875.25	11365.25	76	10973.25	11463.25	113	11102.75	11592.75
12	10749.25	11239.25	49	10878.75	11368.75	77	10976.75	11466.75	114	11106.25	11596.25
13	10752.75	11242.75	50	10882.25	11372.25	78	10980.25	11470.25	115	11109.75	11599.75
14	10756.25	11246.25	51	10885.75	11375.75	79	10983.75	11473.75	116	11113.25	11603.25
15	10759.75	11249.75	52	10889.25	11379.25	80	10987.25	11477.25	117	11116.75	11606.75
16	10763.25	11253.25	53	10892.75	11382.75	81	10990.75	11480.75	118	11120.25	11610.25
17	10766.75	11256.75	54	10896.25	11386.25	82	10994.25	11484.25	119	11123.75	11613.75
18	10770.25	11260.25	55	10899.75	11389.75	83	10997.75	11487.75	120	11127.25	11617.25
19	10773.75	11263.75	56	10903.25	11393.25	84	11001.25	11491.25	121	11130.75	11620.75
20	10777.25	11267.25	57	10906.75	11396.75	85	11004.75	11494.75	122	11134.25	11624.25
21	10780.75	11270.75	58	10910.25	11400.25	86	11008.25	11498.25	123	11137.75	11627.75
22	10784.25	11274.25	59	10913.75	11403.75	87	11011.75	11501.75	124	11141.25	11631.25
23	10787.75	11277.75	60	10917.25	11407.25	88	11015.25	11505.25	125	11144.75	11634.75
24	10791.25	11281.25	61	10920.75	11410.75	89	11018.75	11508.75	126	11148.25	11638.25
25	10794.75	11284.75	62	10924.25	11414.25	90	11022.25	11512.25	127	11151.75	11641.75
26	10798.25	11288.25	63	10927.75	11417.75	91	11025.75	11515.75	128	11155.25	11645.25
27	10801.75	11291.75	64	10931.25	11421.25	92	11029.25	11519.25	129	11158.75	11648.75
28	10805.25	11295.25	65	10934.75	11424.75	93	11032.75	11522.75	130	11162.25	11652.25
29	10808.75	11298.75	66	10938.25	11428.25	94	11036.25	11526.25	131	11165.75	11655.75
30	10812.25	11302.25	67	10941.75	11431.75	95	11039.75	11529.75	132	11169.25	11659.25
31	10815.75	11305.75	68	10945.25	11435.25	96	11043.25	11533.25	133	11172.75	11662.75
32	10819.25	11309.25	69	10948.75	11438.75	97	11046.75	11536.75	134	11176.25	11666.25
33	10822.75	11312.75	70	10952.25	11442.25	98	11050.25	11540.25	135	11179.75	11669.75
34	10826.25	11316.25	71	10955.75	11445.75	99	11053.75	11543.75	136	11183.25	11673.25
35	10829.75	11319.75	72	10959.25	11449.25	100	11057.25	11547.25			
36	10833.25	11323.25	73	10962.75	11452.75	101	11060.75	11550.75			
37	10836.75	11326.75	74	10966.25	11456.25	102	11064.25	11554.25			

ver. 2.2

RAy2-11 - xA, RAY2-11 - xB			TX channel nominal frequencies		
Bandwidth: 7 MHz			Band 10.7 – 11.7 GHz, duplex spacing 490 MHz		
A sub-band (Freq. table: rcinfo11_A_490_default:14)			B sub-band (Freq. table: rcinfo11_B_490_default:14)		
Ch.No.	Lower [MHz]	Upper [MHz]	Ch.No.	Lower [MHz]	Upper [MHz]
1	10712.5	11202.5	34	10943.5	11433.5
2	10719.5	11209.5	35	10950.5	11440.5
3	10726.5	11216.5	36	10957.5	11447.5
4	10733.5	11223.5	37	10964.5	11454.5
5	10740.5	11230.5	38	10971.5	11461.5
6	10747.5	11237.5	39	10978.5	11468.5
7	10754.5	11244.5	40	10985.5	11475.5
8	10761.5	11251.5	41	10992.5	11482.5
9	10768.5	11258.5	42	10999.5	11489.5
10	10775.5	11265.5	43	11006.5	11496.5
11	10782.5	11272.5	44	11013.5	11503.5
12	10789.5	11279.5	45	11020.5	11510.5
13	10796.5	11286.5	46	11027.5	11517.5
14	10803.5	11293.5	47	11034.5	11524.5
15	10810.5	11300.5	48	11041.5	11531.5
16	10817.5	11307.5	49	11048.5	11538.5
17	10824.5	11314.5	50	11055.5	11545.5
18	10831.5	11321.5	51	11062.5	11552.5
19	10838.5	11328.5	52	11069.5	11559.5
20	10845.5	11335.5	53	11076.5	11566.5
21	10852.5	11342.5	54	11083.5	11573.5
22	10859.5	11349.5	55	11090.5	11580.5
23	10866.5	11356.5	56	11097.5	11587.5
24	10873.5	11363.5	57	11104.5	11594.5
25	10880.5	11370.5	58	11111.5	11601.5
26	10887.5	11377.5	59	11118.5	11608.5
27	10894.5	11384.5	60	11125.5	11615.5
28	10901.5	11391.5	61	11132.5	11622.5
29	10908.5	11398.5	62	11139.5	11629.5
30	10915.5	11405.5	63	11146.5	11636.5
31	10922.5	11412.5	64	11153.5	11643.5
32	10929.5	11419.5	65	11160.5	11650.5
33	10936.5	11426.5	66	11167.5	11657.5
34	10943.5	11433.5	67	11174.5	11664.5
35	10950.5	11440.5	68	11181.5	11671.5
36	10957.5	11447.5			
37	10964.5	11454.5			

ver. 2.3

RAy2-11 - xA, RAY2-11 - xB			TX channel nominal frequencies		
Bandwidth: 14 MHz			Band 10.7 – 11.7 GHz, duplex spacing 490 MHz		
(Freq. table: rcinfo11_A_490_default:13)			Channel arrangements based on 28 MHz channels		
A sub-band			B sub-band		
Ch.No.	Lower [MHz]	Upper [MHz]	Ch.No.	Lower [MHz]	Upper [MHz]
1	10716	11206	18	10954	11444
2	10730	11220	19	10968	11458
3	10744	11234	20	10982	11472
4	10758	11248	21	10996	11486
5	10772	11262	22	11010	11500
6	10786	11276	23	11024	11514
7	10800	11290	24	11038	11528
8	10814	11304	25	11052	11542
9	10828	11318	26	11066	11556
10	10842	11332	27	11080	11570
11	10856	11346	28	11094	11584
12	10870	11360	29	11108	11598
13	10884	11374	30	11122	11612
14	10898	11388	31	11136	11626
15	10912	11402	32	11150	11640
16	10926	11416	33	11164	11654
17	10940	11430	34	11178	11668
18	10954	11444			

ver. 2.2

RAy2-11 - xA, RAY2-11 - xB			TX channel nominal frequencies		
Bandwidth: 28 MHz			Band 10.7 – 11.7 GHz, duplex spacing 490 MHz		
(Freq. table: rcinfo11_A_490_default:13)			CEPT Rec. 12-06, Annex B.2		
A sub-band			B sub-band		
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. 2.2

RAy2-11 - xA, RAY2-11 - xB			TX channel nominal frequencies		
Bandwidth: 30 MHz			Band 10.7 – 11.7 GHz, duplex spacing 490 MHz		
			IC		
A sub-band (Freq. table: rcinfo11_A_490_default:13)			B sub-band (Freq. table: rcinfo11_B_490_default:13)		
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. 1.1

RAy2-11 - xA, RAY2-11 - xB			TX channel nominal frequencies		
Bandwidth: 40 MHz (CEPT)			Band 10.7 – 11.7 GHz, duplex spacing 490 MHz		
			CEPT 12-06 Annex B.1, ITU-R F.387 rec.1.2		
A sub-band (Freq. table: rcinfo11_A_490_default:13)			B sub-band (Freq. table: rcinfo11_B_490_default:13)		
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. 1.3

RAy2-11 - xA, RAY2-11 - xB			TX channel nominal frequencies		
Bandwidth: 40 MHz (ACMA)			Band 10.7 – 11.7 GHz, duplex spacing 490 MHz		
			ACMA		
A sub-band (Freq. table: rcinfo11_A_490_default:13)			B sub-band (Freq. table: rcinfo11_B_490_default:13)		
Ch.No.	Lower [MHz]	Upper [MHz]	Ch.No.	Lower [MHz]	Upper [MHz]
1	10715	11205	7	10955	11445
2	10755	11245	8	10995	11485
3	10795	11285	9	11035	11525
4	10835	11325	10	11075	11565
5	10875	11365	11	11115	11605
6	10915	11405	12	11155	11645

ver. 1.2

RAy2-11 - xA, RAY2-11 - xB			TX channel nominal frequencies		
Bandwidth: 56 MHz			Band 10.7 – 11.7 GHz, duplex spacing 490 MHz		
			CEPT 12-06, Annex C		
A sub-band (Freq. table: rcinfo11_A_490_default:13)			B sub-band (Freq. table: rcinfo11_B_490_default:13)		
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. 2.2

RAy2-11 - xA, RAY2-11 - xB			TX channel nominal frequencies		
Bandwidth: 56 (CS 80) MHz			Band 10.7 – 11.7 GHz, duplex spacing 490 MHz		
			CEPT 12-06, Annex C		
A sub-band (Freq. table: rcinfo11_A_490_default:13)			B sub-band (Freq. table: rcinfo11_B_490_default:13)		
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. 1.1

10.4.4. Nominal frequencies, duplex 530 MHz

RAY2-11 - xA, RAY2-11 - xB			TX channel nominal frequencies								
Bandwidth: 1.75 MHz			Band 10.7 – 11.7 GHz, duplex spacing 530 MHz								
A sub-band (Freq. table: rcinfo11_A_530:13)			B sub-band (Freq. table: rcinfo11_B_530:13)								
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	131	10937.375	11467.375	196	11051.125	11581.125
2	10711.625	11241.625	65	10821.875	11351.875	132	10939.125	11469.125	197	11052.875	11582.875
3	10713.375	11243.375	66	10823.625	11353.625	133	10940.875	11470.875	198	11054.625	11584.625
4	10715.125	11245.125	67	10825.375	11355.375	134	10942.625	11472.625	199	11056.375	11586.375
5	10716.875	11246.875	68	10827.125	11357.125	135	10944.375	11474.375	200	11058.125	11588.125
6	10718.625	11248.625	69	10828.875	11358.875	136	10946.125	11476.125	201	11059.875	11589.875
7	10720.375	11250.375	70	10830.625	11360.625	137	10947.875	11477.875	202	11061.625	11591.625
8	10722.125	11252.125	71	10832.375	11362.375	138	10949.625	11479.625	203	11063.375	11593.375
9	10723.875	11253.875	72	10834.125	11364.125	139	10951.375	11481.375	204	11065.125	11595.125
10	10725.625	11255.625	73	10835.875	11365.875	140	10953.125	11483.125	205	11066.875	11596.875
11	10727.375	11257.375	74	10837.625	11367.625	141	10954.875	11484.875	206	11068.625	11598.625
12	10729.125	11259.125	75	10839.375	11369.375	142	10956.625	11486.625	207	11070.375	11600.375
13	10730.875	11260.875	76	10841.125	11371.125	143	10958.375	11488.375	208	11072.125	11602.125
14	10732.625	11262.625	77	10842.875	11372.875	144	10960.125	11490.125	209	11073.875	11603.875
15	10734.375	11264.375	78	10844.625	11374.625	145	10961.875	11491.875	210	11075.625	11605.625
16	10736.125	11266.125	79	10846.375	11376.375	146	10963.625	11493.625	211	11077.375	11607.375
17	10737.875	11267.875	80	10848.125	11378.125	147	10965.375	11495.375	212	11079.125	11609.125
18	10739.625	11269.625	81	10849.875	11379.875	148	10967.125	11497.125	213	11080.875	11610.875
19	10741.375	11271.375	82	10851.625	11381.625	149	10968.875	11498.875	214	11082.625	11612.625
20	10743.125	11273.125	83	10853.375	11383.375	150	10970.625	11500.625	215	11084.375	11614.375
21	10744.875	11274.875	84	10855.125	11385.125	151	10972.375	11502.375	216	11086.125	11616.125
22	10746.625	11276.625	85	10856.875	11386.875	152	10974.125	11504.125	217	11087.875	11617.875
23	10748.375	11278.375	86	10858.625	11388.625	153	10975.875	11505.875	218	11089.625	11619.625
24	10750.125	11280.125	87	10860.375	11390.375	154	10977.625	11507.625	219	11091.375	11621.375
25	10751.875	11281.875	88	10862.125	11392.125	155	10979.375	11509.375	220	11093.125	11623.125
26	10753.625	11283.625	89	10863.875	11393.875	156	10981.125	11511.125	221	11094.875	11624.875
27	10755.375	11285.375	90	10865.625	11395.625	157	10982.875	11512.875	222	11096.625	11626.625
28	10757.125	11287.125	91	10867.375	11397.375	158	10984.625	11514.625	223	11098.375	11628.375
29	10758.875	11288.875	92	10869.125	11399.125	159	10986.375	11516.375	224	11100.125	11630.125
30	10760.625	11290.625	93	10870.875	11400.875	160	10988.125	11518.125	225	11101.875	11631.875
31	10762.375	11292.375	94	10872.625	11402.625	161	10989.875	11519.875	226	11103.625	11633.625
32	10764.125	11294.125	95	10874.375	11404.375	162	10991.625	11521.625	227	11105.375	11635.375
33	10765.875	11295.875	96	10876.125	11406.125	163	10993.375	11523.375	228	11107.125	11637.125
34	10767.625	11297.625	97	10877.875	11407.875	164	10995.125	11525.125	229	11108.875	11638.875
35	10769.375	11299.375	98	10879.625	11409.625	165	10996.875	11526.875	230	11110.625	11640.625
36	10771.125	11301.125	99	10881.375	11411.375	166	10998.625	11528.625	231	11112.375	11642.375
37	10772.875	11302.875	100	10883.125	11413.125	167	11000.375	11530.375	232	11114.125	11644.125
38	10774.625	11304.625	101	10884.875	11414.875	168	11002.125	11532.125	233	11115.875	11645.875
39	10776.375	11306.375	102	10886.625	11416.625	169	11003.875	11533.875	234	11117.625	11647.625
40	10778.125	11308.125	103	10888.375	11418.375	170	11005.625	11535.625	235	11119.375	11649.375
41	10779.875	11309.875	104	10890.125	11420.125	171	11007.375	11537.375	236	11121.125	11651.125
42	10781.625	11311.625	105	10891.875	11421.875	172	11009.125	11539.125	237	11122.875	11652.875
43	10783.375	11313.375	106	10893.625	11423.625	173	11010.875	11540.875	238	11124.625	11654.625
44	10785.125	11315.125	107	10895.375	11425.375	174	11012.625	11542.625	239	11126.375	11656.375
45	10786.875	11316.875	108	10897.125	11427.125	175	11014.375	11544.375	240	11128.125	11658.125
46	10788.625	11318.625	109	10898.875	11428.875	176	11016.125	11546.125	241	11129.875	11659.875
47	10790.375	11320.375	110	10900.625	11430.625	177	11017.875	11547.875	242	11131.625	11661.625
48	10792.125	11322.125	111	10902.375	11432.375	178	11019.625	11549.625	243	11133.375	11663.375
49	10793.875	11323.875	112	10904.125	11434.125	179	11021.375	11551.375	244	11135.125	11665.125
50	10795.625	11325.625	113	10905.875	11435.875	180	11023.125	11553.125	245	11136.875	11666.875
51	10797.375	11327.375	114	10907.625	11437.625	181	11024.875	11554.875	246	11138.625	11668.625
52	10799.125	11329.125	115	10909.375	11439.375	182	11026.625	11556.625	247	11140.375	11670.375
53	10800.875	11330.875	116	10911.125	11441.125	183	11028.375	11558.375	248	11142.125	11672.125
54	10802.625	11332.625	117	10912.875	11442.875	184	11030.125	11560.125	249	11143.875	11673.875
55	10804.375	11334.375	118	10914.625	11444.625	185	11031.875	11561.875	250	11145.625	11675.625
56	10806.125	11336.125	119	10916.375	11446.375	186	11033.625	11563.625	251	11147.375	11677.375
57	10807.875	11337.875	120	10918.125	11448.125	187	11035.375	11565.375	252	11149.125	11679.125
58	10809.625	11339.625	121	10919.875	11449.875	188	11037.125	11567.125	253	11150.875	11680.875
59	10811.375	11341.375	122	10921.625	11451.625	189	11038.875	11568.875	254	11152.625	11682.625
60	10813.125	11343.125	123	10923.375	11453.375	190	11040.625	11570.625	255	11154.375	11684.375
61	10814.875	11344.875	124	10925.125	11455.125	191	11042.375	11572.375	256	11156.125	11686.125
62	10816.625	11346.625	125	10926.875	11456.875	192	11044.125	11574.125	257	11157.875	11687.875
63	10818.375	11348.375	126	10928.625	11458.625	193	11045.875	11575.875	258	11159.625	11689.625
						194	11047.625	11577.625	259	11161.375	11691.375
						195	11049.375	11579.375	260	11163.125	11693.125

ver. 2.3

RAy2-11 - xA, RAy2-11 - xB						TX channel nominal frequencies					
Bandwidth: 3.5 MHz						Band 10.7 – 11.7 GHz, duplex spacing 530 MHz					
Channel arrangements based on 28 MHz channels											
A sub-band (Freq. table: rcinfo11_A_530:13)			B sub-band (Freq. table: rcinfo11_B_530:13)								
Ch.No.	Lower [MHz]	Upper [MHz]	Ch.No.	Lower [MHz]	Upper [MHz]	Ch.No.	Lower [MHz]	Upper [MHz]	Ch.No.	Lower [MHz]	Upper [MHz]
1	10710.75	11240.75	33	10822.75	11352.75	66	10938.25	11468.25	99	11053.75	11583.75
2	10714.25	11244.25	34	10826.25	11356.25	67	10941.75	11471.75	100	11057.25	11587.25
3	10717.75	11247.75	35	10829.75	11359.75	68	10945.25	11475.25	101	11060.75	11590.75
4	10721.25	11251.25	36	10833.25	11363.25	69	10948.75	11478.75	102	11064.25	11594.25
5	10724.75	11254.75	37	10836.75	11366.75	70	10952.25	11482.25	103	11067.75	11597.75
6	10728.25	11258.25	38	10840.25	11370.25	71	10955.75	11485.75	104	11071.25	11601.25
7	10731.75	11261.75	39	10843.75	11373.75	72	10959.25	11489.25	105	11074.75	11604.75
8	10735.25	11265.25	40	10847.25	11377.25	73	10962.75	11492.75	106	11078.25	11608.25
9	10738.75	11268.75	41	10850.75	11380.75	74	10966.25	11496.25	107	11081.75	11611.75
10	10742.25	11272.25	42	10854.25	11384.25	75	10969.75	11499.75	108	11085.25	11615.25
11	10745.75	11275.75	43	10857.75	11387.75	76	10973.25	11503.25	109	11088.75	11618.75
12	10749.25	11279.25	44	10861.25	11391.25	77	10976.75	11506.75	110	11092.25	11622.25
13	10752.75	11282.75	45	10864.75	11394.75	78	10980.25	11510.25	111	11095.75	11625.75
14	10756.25	11286.25	46	10868.25	11398.25	79	10983.75	11513.75	112	11099.25	11629.25
15	10759.75	11289.75	47	10871.75	11401.75	80	10987.25	11517.25	113	11102.75	11632.75
16	10763.25	11293.25	48	10875.25	11405.25	81	10990.75	11520.75	114	11106.25	11636.25
17	10766.75	11296.75	49	10878.75	11408.75	82	10994.25	11524.25	115	11109.75	11639.75
18	10770.25	11300.25	50	10882.25	11412.25	83	10997.75	11527.75	116	11113.25	11643.25
19	10773.75	11303.75	51	10885.75	11415.75	84	11001.25	11531.25	117	11116.75	11646.75
20	10777.25	11307.25	52	10889.25	11419.25	85	11004.75	11534.75	118	11120.25	11650.25
21	10780.75	11310.75	53	10892.75	11422.75	86	11008.25	11538.25	119	11123.75	11653.75
22	10784.25	11314.25	54	10896.25	11426.25	87	11011.75	11541.75	120	11127.25	11657.25
23	10787.75	11317.75	55	10899.75	11429.75	88	11015.25	11545.25	121	11130.75	11660.75
24	10791.25	11321.25	56	10903.25	11433.25	89	11018.75	11548.75	122	11134.25	11664.25
25	10794.75	11324.75	57	10906.75	11436.75	90	11022.25	11552.25	123	11137.75	11667.75
26	10798.25	11328.25	58	10910.25	11440.25	91	11025.75	11555.75	124	11141.25	11671.25
27	10801.75	11331.75	59	10913.75	11443.75	92	11029.25	11559.25	125	11144.75	11674.75
28	10805.25	11335.25	60	10917.25	11447.25	93	11032.75	11562.75	126	11148.25	11678.25
29	10808.75	11338.75	61	10920.75	11450.75	94	11036.25	11566.25	127	11151.75	11681.75
30	10812.25	11342.25	62	10924.25	11454.25	95	11039.75	11569.75	128	11155.25	11685.25
31	10815.75	11345.75	63	10927.75	11457.75	96	11043.25	11573.25	129	11158.75	11688.75
32	10819.25	11349.25				97	11046.75	11576.75	130	11162.25	11692.25
						98	11050.25	11580.25			
						99	11053.75	11583.75			

ver. 2.3

RAy2-11 - xA, RAY2-11 - xB			TX channel nominal frequencies		
Bandwidth: 7 MHz			Band 10.7 – 11.7 GHz, duplex spacing 530 MHz		
(Freq. table: rcinfo11_A_530:13)			(Freq. table: rcinfo11_B_530:13)		
Ch.No.	Lower [MHz]	Upper [MHz]	Ch.No.	Lower [MHz]	Upper [MHz]
1	10712.5	11242.5	34	10943.5	11473.5
2	10719.5	11249.5	35	10950.5	11480.5
3	10726.5	11256.5	36	10957.5	11487.5
4	10733.5	11263.5	37	10964.5	11494.5
5	10740.5	11270.5	38	10971.5	11501.5
6	10747.5	11277.5	39	10978.5	11508.5
7	10754.5	11284.5	40	10985.5	11515.5
8	10761.5	11291.5	41	10992.5	11522.5
9	10768.5	11298.5	42	10999.5	11529.5
10	10775.5	11305.5	43	11006.5	11536.5
11	10782.5	11312.5	44	11013.5	11543.5
12	10789.5	11319.5	45	11020.5	11550.5
13	10796.5	11326.5	46	11027.5	11557.5
14	10803.5	11333.5	47	11034.5	11564.5
15	10810.5	11340.5	48	11041.5	11571.5
16	10817.5	11347.5	49	11048.5	11578.5
17	10824.5	11354.5	50	11055.5	11585.5
18	10831.5	11361.5	51	11062.5	11592.5
19	10838.5	11368.5	52	11069.5	11599.5
20	10845.5	11375.5	53	11076.5	11606.5
21	10852.5	11382.5	54	11083.5	11613.5
22	10859.5	11389.5	55	11090.5	11620.5
23	10866.5	11396.5	56	11097.5	11627.5
24	10873.5	11403.5	57	11104.5	11634.5
25	10880.5	11410.5	58	11111.5	11641.5
26	10887.5	11417.5	59	11118.5	11648.5
27	10894.5	11424.5	60	11125.5	11655.5
28	10901.5	11431.5	61	11132.5	11662.5
29	10908.5	11438.5	62	11139.5	11669.5
30	10915.5	11445.5	63	11146.5	11676.5
31	10922.5	11452.5	64	11153.5	11683.5
			65	11160.5	11690.5

ver. 2.2

RAy2-11 - xA, RAY2-11 - xB			TX channel nominal frequencies		
Bandwidth: 14 MHz			Band 10.7 – 11.7 GHz, duplex spacing 530 MHz		
(Freq. table: rcinfo11_A_530:13)			(Freq. table: rcinfo11_B_530:13)		
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. 2.2

RAy2-11 - xA, RAY2-11 - xB			TX channel nominal frequencies		
Bandwidth: 28 MHz			Band 10.7 – 11.7 GHz, duplex spacing 530 MHz		
(Freq. table: rcinfo11_A_530:13)			(Freq. table: rcinfo11_B_530:13)		
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. 2.2

RAy2-11 - xA, RAy2-11 - xB			TX channel nominal frequencies		
Bandwidth: 40 MHz (ITU)			Band 10.7 – 11.7 GHz, duplex spacing 530 MHz		
(Freq. table: rcinfo11_A_530:13)			ITU-R F.387 rec.1.1,		
A sub-band			B sub-band		
Ch.No.	Lower [MHz]	Upper [MHz]	Ch.No.	Lower [MHz]	Upper [MHz]
1	10715	11245	7	10955	11485
2	10755	11285	8	10995	11525
3	10795	11325	9	11035	11565
4	10835	11365	10	11075	11605
5	10875	11405	11	11115	11645

ver. 1.1

RAy2-11 - xA, RAy2-11 - xB			TX channel nominal frequencies		
Bandwidth: 40 MHz (CEPT)			Band 10.7 – 11.7 GHz, duplex spacing 530 MHz		
(Freq. table: rcinfo11_A_530:13)			CEPT 12-06 Annex A.1		
A sub-band			B sub-band		
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. 1.2

RAy2-11 - xA, RAy2-11 - xB			TX channel nominal frequencies		
Bandwidth: 56 MHz			Band 10.7 – 11.7 GHz, duplex spacing 530 MHz		
(Freq. table: rcinfo11_A_530:13)			CEPT 12-06, Annex C		
A sub-band			B sub-band		
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. 2.2

RAy2-11 - xA, RAY2-11 - xB			TX channel nominal frequencies		
Bandwidth: 56 (CS 80) MHz			Band 10.7 – 11.7 GHz, duplex spacing 530 MHz		
			CEPT 12-06, Annex C		
A sub-band (Freq. table: rcinfo11_A_530:13)			B sub-band (Freq. table: rcinfo11_B_530:13)		
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. 1.1

10.5. RAY2-11 C,D parameters



Poznámka

The RAY2-11-C,D units are not available yet

10.6. RAY2-17 parameters

10.6.1. Upper/Lower Limits

RAY2-17		TX power	
Modulation	Min	Max	
	[dBm]	[dBm]	
QPSK	-25	5	
16-QAM	-25	5	
32-QAM	-25	5	
64-QAM	-25	5	
128-QAM	-25	5	
256-QAM	-25	5	

ver. 2.0

Minimální (hw limit) a defaultní duplexní odstup.

RAY2-17		Optional duplex spacing	
Channel width	min	default	
[MHz]	[MHz]	[MHz]	
3.5	60	73.5	
7	60	73.5	
14	65	87.5	
28	70	84	
40	70	70	
50	84	87.5	
56	84	84	

ver. 2.6

RAY2-17		Band Range	
	Unit L	Unit U	
	[MHz]	[MHz]	
min	17.100	17.100	
max	17.300	17.300	

ver. 1.0

10.6.2. Radio parameters

RAY2-17		Channel spacing 3.5 MHz; ACCP operation						
Modulation	Raw Bit Rate	User Bit Rate	RSS / SNR for BER 10 ⁻⁶		Co-channel rejection		Adjacent channel Selectivity	
			RSS	SNR	1 dB	3 dB	1 dB	3 dB
					declared / limit	declared / limit	declared / limit	declared / limit
[–]	[Mbps]	[dBm]	[dB]	[dB]	[dB]	[dB]	[dB]	
QPSK	6	4.9	-97	9.5	15 / 23	12 / 19	-14 / 0	-16 / -4
16-QAM	12	9.6	-90	15.0	22 / 30	20 / 26.5	-13 / -3	-15 / -7
32-QAM	15	12.1	-87	18.5	24 / 30	22 / 26.5	-12 / -3	-14 / -7
64-QAM	18	14.3	-84	20.5	29 / 30	26 / 26.5	-11 / -3	-12 / -7
128-QAM	21	17.2	-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

RAY2-17		Channel spacing 7 MHz; ACCP operation						
Modulation	Raw Bit Rate	User Bit Rate	RSS / SNR for BER 10 ⁻⁶		Co-channel rejection		Adjacent channel Selectivity	
			RSS	SNR	1 dB	3 dB	1 dB	3 dB
					declared / limit	declared / limit	declared / limit	declared / limit
[–]	[Mbps]	[dBm]	[dB]	[dB]	[dB]	[dB]	[dB]	
QPSK	12	8.5	-95	8.5	15 / 23	12 / 19	-20 / 0	-22 / -4
16-QAM	24	17.2	-88	15.0	22 / 30	20 / 26.5	-18 / -3	-19 / -7
32-QAM	30	22.1	-85	18.5	24 / 37	22 / 33	-16 / -2	-18 / -6
64-QAM	36	29.7	-81	21.5	29 / 37	26 / 33	-14 / -2	-16 / -6
128-QAM	42	34.7	-79	25.0	32 / 37	30 / 33	-12 / -2	-14 / -6
256-QAM	49	39.7	-77	26.0	33 / 37	31 / 33	-10 / -2	-12 / -6

ver. 2.1

RAY2-17 Channel spacing 14 MHz; ACCP operation								
Modulation	Raw Bit Rate	User Bit Rate	RSS / SNR for BER 10 ⁻⁶		Co-channel rejection		Adjacent channel Selectivity	
			RSS	SNR	1 dB	3 dB	1 dB	3 dB
					declared / limit	declared / limit	declared / limit	declared / limit
[-]	[Mbps]	[dBm]	[dB]	[dB]	[dB]	[dB]	[dB]	[dB]
QPSK	24	19.9	-92	8.5	14 / 23	12 / 19	-21 / 0	-23 / -4
16-QAM	48	38.8	-85	15.0	20 / 30	18 / 26.5	-19 / -3	-21 / -7
32-QAM	60	49.1	-81	18.5	26 / 33	23 / 29	-17 / -5	-19 / -9
64-QAM	72	62.3	-78	21.5	28 / 37	26 / 33	-14 / -2	-17 / -6
128-QAM	84	73.6	-75	25.0	30 / 37	28 / 33	-12 / -2	-14 / -6
256-QAM	96	81.2	-73	28.0	33 / 37	31 / 33	-10 / -2	-12 / -6

ver. 2.1

RAY2-17 Channel spacing 28 MHz; ACCP operation								
Modulation	Raw Bit Rate	User Bit Rate	RSS / SNR for BER 10 ⁻⁶		Co-channel rejection		Adjacent channel Selectivity	
			RSS	SNR	1 dB	3 dB	1 dB	3 dB
					declared / limit	declared / limit	declared / limit	declared / limit
[-]	[Mbps]	[dBm]	[dB]	[dB]	[dB]	[dB]	[dB]	[dB]
QPSK	50	36.8	-90	7.5	12 / 23	10 / 19	-21 / 0	-23 / -4
16-QAM	100	80.9	-83	15.0	20 / 30	18 / 26.5	-18 / -3	-20 / -7
32-QAM	125	102.4	-79	18.5	24 / 33	22 / 29	-16 / -5	-19 / -9
64-QAM	150	129.8	-76	21.5	28 / 35	26 / 32	-12 / -5	-15 / -8
128QAM	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

RAY2-17 Channel spacing 40 MHz; ACCP operation								
Modulation	Raw Bit Rate	User Bit Rate	RSS / SNR for BER 10 ⁻⁶		Co-channel rejection		Adjacent channel Selectivity	
			RSS	SNR	1 dB	3 dB	1 dB	3 dB
					declared / limit	declared / limit	declared / limit	declared / limit
[-]	[Mbps]	[dBm]	[dB]	[dB]	[dB]	[dB]	[dB]	[dB]
QPSK	68	50.1	-88	7.5	12 / 33	10 / 29	-22 / -4	-24 / -8
16-QAM	136	110.0	-81	15.0	19 / 33	17 / 29	-18 / -4	-21 / -8
32-QAM	170	139.2	-77	18.5	24 / 33	21 / 29	-16 / -4	-19 / -8
64-QAM	204	176.5	-74	21.5	27 / 33	25 / 29	-14 / -4	-16 / -8
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

RAy2-17 Channel spacing 50 MHz; ACCP operation								
Modulation	Raw Bit Rate	User Bit Rate	RSS / SNR for BER 10 ⁻⁶		Co-channel rejection		Adjacent channel Selectivity	
			RSS	SNR	1 dB	3 dB	1 dB	3 dB
					declared / limit	declared / limit	declared / limit	declared / limit
[-]	[Mbps]	[dBm]	[dB]	[dB]	[dB]	[dB]	[dB]	[dB]
QPSK	90	66.3	-87.5	7.5	12 / 23	10 / 19	-24 / 0	-26 / -4
16-QAM	180	145.6	-80.5	15.0	19 / 30	17 / 26.5	-18 / -3	-21 / -7
32-QAM	225	184.2	-76.5	18.5	24 / 33	22 / 29	-16 / -5	-19 / -9
64-QAM	270	233.6	-73.5	21.5	27 / 35	25 / 32	-14 / -5	-16 / -8
128QAM	315	276.1	-69.5	25.0	30 / 35	28 / 32	-10 / -5	-12 / -8
256-QAM	360	320.6	-66.5	26.5	33 / 35	30 / 32	-8 / -5	-10 / -8

ver. 1.0

RAy2-17 Channel spacing 56 MHz; ACCP operation								
Modulation	Raw Bit Rate	User Bit Rate	RSS / SNR for BER 10 ⁻⁶		Co-channel rejection		Adjacent channel Selectivity	
			RSS	SNR	1 dB	3 dB	1 dB	3 dB
					declared / limit	declared / limit	declared / limit	declared / limit
[-]	[Mbps]	[dBm]	[dB]	[dB]	[dB]	[dB]	[dB]	[dB]
QPSK	99	72.9	-87	7.5	12 / 23	10 / 19	-24 / 0	-26 / -4
16-QAM	198	160.2	-80	15.0	19 / 30	17 / 26.5	-18 / -3	-21 / -7
32-QAM	247.5	202.7	-76	18.5	24 / 33	22 / 29	-16 / -5	-19 / -9
64-QAM	297	256.9	-73	21.5	27 / 35	25 / 32	-14 / -5	-16 / -8
128QAM	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

RAy2-17 Channel spacing 56 MHz TO; ACCP operation								
Modulation	Raw Bit Rate	User Bit Rate	RSS / SNR for BER 10 ⁻⁶		Co-channel rejection		Adjacent channel Selectivity	
			RSS	SNR	1 dB	3 dB	1 dB	3 dB
					declared / limit	declared / limit	declared / limit	declared / limit
[-]	[Mbps]	[dBm]	[dB]	[dB]	[dB]	[dB]	[dB]	[dB]
QPSK	99	85.8	-85	10.0	13 / 23	11 / 19	-24 / 0	-26 / -4
16-QAM	198	169.9	-78	16.0	20 / 30	18 / 26.5	-18 / -3	-20 / -7
32-QAM	247.5	206.2	-74	19.0	25 / 33	23 / 29	-14 / -5	-15 / -9
64-QAM	297	268.1	-70	22.5	29 / 35	26 / 32	-9 / -5	-11 / -8
128-QAM	346.5	309.0	-67	25.5	32 / 35	29 / 32	-8 / -5	-10 / -8
256-QAM	396	358.9	-64	27.5	35 / 35	32 / 32	-7 / -5	-8 / -8

ver. 2.1

10.6.3. Nominal frequencies

RAY2-17		TX channel nominal frequencies			
Bandwidth: 3.5 MHz		Band 17.1 – 17.3 GHz, default duplex sp. 73.5 MHz duplex spacing range 63 – 189 MHz			
(Freq.table: rcinfo17_default:14)					
basic channels (default duplex)				optional channels	
Ch.No.	Lower [MHz]	Ch.No.	Upper [MHz]	Ch.No.	Lower [MHz]
		U19	17168.0	no more channels	
		U20	17171.5		
		U21	17175.0		
L1	17105.0	U22	17178.5		
L2	17108.5	U23	17182.0		
L3	17112.0	U24	17185.5		
L4	17115.5	U25	17189.0		
L5	17119.0	U26	17192.5		
L6	17122.5	U27	17196.0		
L7	17126.0	U28	17199.5		
L8	17129.5	U29	17203.0		
L9	17133.0	U30	17206.5		
L10	17136.5	U31	17210.0		
L11	17140.0	U32	17213.5		
L12	17143.5	U33	17217.0		
L13	17147.0	U34	17220.5		
L14	17150.5	U35	17224.0		
L15	17154.0	U36	17227.5		
L16	17157.5	U37	17231.0		
L17	17161.0	U38	17234.5		
L18	17164.5	U39	17238.0		
L19	17168.0	U40	17241.5		
L20	17171.5	U41	17245.0		
L21	17175.0	U42	17248.5		
L22	17178.5	U43	17252.0		
L23	17182.0	U44	17255.5		
L24	17185.5	U45	17259.0		
L25	17189.0	U46	17262.5		
L26	17192.5	U47	17266.0		
L27	17196.0	U48	17269.5		
L28	17199.5	U49	17273.0		
L29	17203.0	U50	17276.5		
L30	17206.5	U51	17280.0		
L31	17210.0	U52	17283.5		
L32	17213.5	U53	17287.0		
L33	17217.0	U54	17290.5		
L34	17220.5	U55	17294.0		
L35	17224.0				
L36	17227.5				
L37	17231.0				

ver. 2.1

RAy2-17		TX channel nominal frequencies			
Bandwidth: 7 MHz		Band 17.1 – 17.3 GHz, default duplex sp. 73.5 MHz duplex spacing range 63 – 189 MHz			
(Freq.table: rcinfo17_default:14)					
basic channels (default duplex)				optional channels	
Ch.No.	Lower [MHz]	Ch.No.	Upper [MHz]	Ch.No.	Upper [MHz]
		U19	17168.0		
		U21	17175.0		U20 17171.5
L2	17108.5	U23	17182.0	L1	17105.0 U22 17178.5
L4	17115.5	U25	17189.0	L3	17112.0 U24 17185.5
L6	17122.5	U27	17196.0	L5	17119.0 U26 17192.5
L8	17129.5	U29	17203.0	L7	17126.0 U28 17199.5
L10	17136.5	U31	17210.0	L9	17133.0 U30 17206.5
L12	17143.5	U33	17217.0	L11	17140.0 U32 17213.5
L14	17150.5	U35	17224.0	L13	17147.0 U34 17220.5
L16	17157.5	U37	17231.0	L15	17154.0 U36 17227.5
L18	17164.5	U39	17238.0	L17	17161.0 U38 17234.5
L20	17171.5	U41	17245.0	L19	17168.0 U40 17241.5
L22	17178.5	U43	17252.0	L21	17175.0 U42 17248.5
L24	17185.5	U45	17259.0	L23	17182.0 U44 17255.5
L26	17192.5	U47	17266.0	L25	17189.0 U46 17262.5
L28	17199.5	U49	17273.0	L27	17196.0 U48 17269.5
L30	17206.5	U51	17280.0	L29	17203.0 U50 17276.5
L32	17213.5	U53	17287.0	L31	17210.0 U52 17283.5
L34	17220.5	U55	17294.0	L33	17217.0 U54 17290.5
L36	17227.5			L35	17224.0
				L37	17231.0

ver. 2.1

RAy2-17		TX channel nominal frequencies					
Bandwidth: 14 MHz		Band 17.1 – 17.3 GHz, default duplex sp. 87.5 MHz					
		duplex spacing range 66.5 – 182 MHz					
(Freq.table: rcinfo17_default:14)							
basic channels (default duplex)				optional channels			
Ch.No.	Lower [MHz]	Ch.No.	Upper [MHz]	Ch.No.	Lower [MHz]	Ch.No.	Upper [MHz]
		U22	17178.5			U21	17175.0
						U23	17182.0
						U24	17185.5
						U25	17189.0
		U26	17192.5				
				L2	17108.5	U27	17196.0
				L3	17112.0	U28	17199.5
				L4	17115.5	U29	17203.0
L5	17119.0	U30	17206.5				
				L6	17122.5	U31	17210.0
				L7	17126.0	U32	17213.5
				L8	17129.5	U33	17217.0
L9	17133.0	U34	17220.5				
				L10	17136.5	U35	17224.0
				L11	17140.0	U36	17227.5
				L12	17143.5	U37	17231.0
L13	17147.0	U38	17234.5				
				L14	17150.5	U39	17238.0
				L15	17154.0	U40	17241.5
				L16	17157.5	U41	17245.0
L17	17161.0	U42	17248.5				
				L18	17164.5	U43	17252.0
				L19	17168.0	U44	17255.5
				L20	17171.5	U45	17259.0
L21	17175.0	U46	17262.5				
				L22	17178.5	U47	17266.0
				L23	17182.0	U48	17269.5
				L24	17185.5	U49	17273.0
L25	17189.0	U50	17276.5				
				L26	17192.5	U51	17280.0
				L27	17196.0	U52	17283.5
				L28	17199.5	U53	17287.0
L29	17203.0	U54	17290.5				
				L30	17206.5		
				L31	17210.0		
				L32	17213.5		
L33	17217.0						
				L34	17220.5		
				L35	17224.0		

ver. 2.1

RAy2-17		TX channel nominal frequencies			
Bandwidth: 28 MHz		Band 17.1 – 17.3 GHz, default duplex sp. 84 MHz			
		duplex spacing range 70 – 168 MHz			
(Freq.table: rcinfo17_default:14)					
basic channels (default duplex)				optional channels	
Ch.No.	Lower [MHz]	Ch.No.	Upper [MHz]	Ch.No.	Upper [MHz]
L4	17115.5	U28	17199.5		U24 17185.5
					U25 17189.0
					U26 17192.5
					U27 17196.0
				L5	17119.0
				L6	17122.5
				L7	17126.0
				L8	17129.5
				L9	17133.0
				L10	17136.5
				L11	17140.0
					U29 17203.0
					U30 17206.5
					U31 17210.0
					U32 17213.5
					U33 17217.0
					U34 17220.5
					U35 17224.0
L12	17143.5	U36	17227.5	L13	17147.0
				L14	17150.5
				L15	17154.0
				L16	17157.5
				L17	17161.0
				L18	17164.5
				L19	17168.0
					U37 17231.0
					U38 17234.5
					U39 17238.0
					U40 17241.5
					U41 17245.0
					U42 17248.5
					U43 17252.0
L20	17171.5	U44	17255.5	L21	17175.0
				L22	17178.5
				L23	17182.0
				L24	17185.5
				L25	17189.0
				L26	17192.5
				L27	17196.0
					U45 17259.0
					U46 17262.5
					U47 17266.0
					U48 17269.5
					U49 17273.0
					U50 17276.5
					U51 17280.0
L28	17199.5	U52	17283.5	L29	17203.0
				L30	17206.5
				L31	17210.0
				L32	17213.5

ver. 2.1

RAy2-17		TX channel nominal frequencies					
Bandwidth: 40 MHz		Band 17.1 – 17.3 GHz, default duplex sp. 70 MHz					
		duplex spacing range 70 – 154 MHz					
(Freq.table: rinfo17_default:14)							
basic channels (default duplex)				optional channels			
Ch.No.	Lower [MHz]	Ch.No.	Upper [MHz]	Ch.No.	Lower [MHz]	Ch.No.	Upper [MHz]
L6	17122.5	U26	17192.5	L7	17126.0	U27	17196.0
				L8	17129.5	U28	17199.5
				L9	17133.0	U29	17203.0
				L10	17136.5	U30	17206.5
				L11	17140.0	U31	17210.0
				L12	17143.5	U32	17213.5
				L13	17147.0	U33	17217.0
				L14	17150.5	U34	17220.5
				L15	17154.0	U35	17224.0
				L16	17157.5	U36	17227.5
				L17	17161.0	U37	17231.0
				L19	17168.0	U39	17238.0
L18	17164.5	U38	17234.5	L20	17171.5	U40	17241.5
				L21	17175.0	U41	17245.0
				L22	17178.5	U42	17248.5
				L23	17182.0	U43	17252.0
				L24	17185.5	U44	17255.5
				L25	17189.0	U45	17259.0
				L26	17192.5	U46	17262.5
				L27	17196.0	U47	17266.0
				L28	17199.5	U48	17269.5
				L29	17203.0	U49	17273.0
L30	17206.5	U50	17276.5				

ver. 2.1

RAy2-17				TX channel nominal frequencies			
				Band 17.1 – 17.3 GHz, duplex spacing 87.5 MHz			
Bandwidth: 50 MHz				duplex spacing range 84 – 143.5 MHz			
(Freq.table: rinfo17_default:17)							
basic channels (default duplex)				optional channels			
Ch.No.	Lower [MHz]	Ch.No.	Upper [MHz]	Ch.No.	Lower [MHz]	Ch.No.	Upper [MHz]
L9	17133.0	U34	17220.5	L8	17129.5	U32	17213.5
						U33	17217.0
				L10	17136.5	U35	17224.0
				L11	17140.0	U36	17227.5
				L12	17143.5	U37	17231.0
				L13	17147.0	U38	17234.5
				L14	17150.5	U39	17238.0
				L15	17154.0	U40	17241.5
				L16	17157.5	U41	17245.0
				L17	17161.0	U42	17248.5
				L18	17164.5	U43	17252.0
				L19	17168.0	U44	17255.5
				L20	17171.5	U45	17259.0
				L21	17175.0	U46	17262.5
				L22	17178.5	U47	17266.0
				L23	17182.0	U48	17269.5
L24	17185.5	U49	17273.0	L25	17189.0		

ver. 1.0

RAy2-17		TX channel nominal frequencies			
		Band 17.1 – 17.3 GHz, default duplex sp. 84 MHz			
Bandwidth: 56 MHz		duplex spacing range 84 – 140 MHz			
(Freq.table: rinfo17_default:14)					
basic channels (default duplex)				optional channels	
Ch.No.	Lower [MHz]	Ch.No.	Upper [MHz]	Ch.No.	Upper [MHz]
L8	17129.5	U32	17213.5	L9	17133.0
				L10	17136.5
				L11	17140.0
				L12	17143.5
				L13	17147.0
				L14	17150.5
				L15	17154.0
				L16	17157.5
				L17	17161.0
				L18	17164.5
				L19	17168.0
				L20	17171.5
				L21	17175.0
				L22	17178.5
				L23	17182.0
L24	17185.5	U48	17269.5	U33	17217.0
				U34	17220.5
				U35	17224.0
				U36	17227.5
				U37	17231.0
				U38	17234.5
				U39	17238.0
				U40	17241.5
				U41	17245.0
				U42	17248.5
				U43	17252.0
				U44	17255.5
				U45	17259.0
				U46	17262.5
				U47	17266.0

ver. 2.1

10.7. RAY2-24 parameters

10.7.1. Upper/Lower Limits

RAY2-24		TX power	
Modulation	Min	Max	
	[dBm]	[dBm]	
QPSK	-30	10	
16-QAM	-30	10	
32-QAM	-30	10	
64-QAM	-30	10	
128-QAM	-30	10	
256-QAM	-30	10	

ver. 1.0

Minimální (hw limit) a defaultní duplexní odstup.

RAY2-24		Optional duplex spacing	
Channel width	min	default	
[MHz]	[MHz]	[MHz]	
3.5	60	73.5	
7	60	73.5	
14	65	87.5	
28	70	84	
40	70	70	
50	84	87.5	
56	84	84	

ver. 2.6

RAY2-24		Band Range	
	Unit L	Unit U	
	[MHz]	[MHz]	
min	24.000	24.000	
max	24.250	24.250	

ver. 1.0

10.7.2. Radio parameters

RAY2-24 Channel spacing 3.5 MHz; ACCP operation								
Modulation	Raw Bit Rate	User Bit Rate	RSS / SNR for BER 10 ⁻⁶		Co-channel rejection		Adjacent channel Selectivity	
			RSS	SNR	1 dB	3 dB	1 dB	3 dB
					declared / limit	declared / limit	declared / limit	declared / limit
[-]	[Mbps]	[dBm]	[dB]	[dB]	[dB]	[dB]	[dB]	[dB]
QPSK	6	4.9	-96	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

RAY2-24 Channel spacing 7 MHz; ACCP operation								
Modulation	Raw Bit Rate	User Bit Rate	RSS / SNR for BER 10 ⁻⁶		Co-channel rejection		Adjacent channel Selectivity	
			RSS	SNR	1 dB	3 dB	1 dB	3 dB
					declared / limit	declared / limit	declared / limit	declared / limit
[-]	[Mbps]	[dBm]	[dB]	[dB]	[dB]	[dB]	[dB]	[dB]
QPSK	12	8.5	-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

RAy2-24 Channel spacing 14 MHz; ACCP operation								
Modulation	Raw Bit Rate	User Bit Rate	RSS / SNR for BER 10 ⁻⁶		Co-channel rejection		Adjacent channel Selectivity	
					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]	[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

RAy2-24 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	
					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]	[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

RAy2-24 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	
					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]	[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	-73	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. 1.1

RAY2-24 Channel spacing 50 MHz; ACCP operation								
Modulation	Raw Bit Rate	User Bit Rate	RSS / SNR for BER 10 ⁻⁶		Co-channel rejection		Adjacent channel Selectivity	
			RSS	SNR	1 dB	3 dB	1 dB	3 dB
					declared / limit	declared / limit	declared / limit	declared / limit
[-]	[Mbps]	[dBm]	[dB]	[dB]	[dB]	[dB]	[dB]	[dB]
QPSK	90	66.3	-86.5	7.5	12 / 23	10 / 19	-24 / 0	-26 / -4
16-QAM	180	145.6	-79.5	15.0	19 / 30	17 / 26.5	-18 / -3	-21 / -7
32-QAM	225	184.2	-75.5	18.5	24 / 33	22 / 29	-16 / -5	-19 / -9
64-QAM	270	233.6	-72.5	21.5	27 / 35	25 / 32	-14 / -5	-16 / -8
128-QAM	315	276.1	-68.5	25.0	30 / 35	28 / 32	-10 / -5	-12 / -8
256-QAM	360	320.6	-65.5	26.5	33 / 35	30 / 32	-8 / -5	-10 / -8

ver. 1.0

RAY2-24 Channel spacing 56 MHz; ACCP operation								
Modulation	Raw Bit Rate	User Bit Rate	RSS / SNR for BER 10 ⁻⁶		Co-channel rejection		Adjacent channel Selectivity	
			RSS	SNR	1 dB	3 dB	1 dB	3 dB
					declared / limit	declared / limit	declared / limit	declared / limit
[-]	[Mbps]	[dBm]	[dB]	[dB]	[dB]	[dB]	[dB]	[dB]
QPSK	99	72.9	-86	7.5	12 / 23	10 / 19	-26 / 0	-28 / -4
16-QAM	198	160.2	-79	15.0	19 / 30	17 / 26.5	-19 / -3	-21 / -7
32-QAM	247.5	202.7	-75	18.5	24 / 33	22 / 29	-15 / -5	-17 / -9
64-QAM	297	256.9	-72	21.5	27 / 35	25 / 32	-14 / -5	-16 / -8
128-QAM	346.5	303.7	-68	25.0	30 / 35	28 / 32	-10 / -5	-12 / -8
256-QAM	396	337.7	-65	26.5	33 / 35	30 / 32	-8 / -5	-10 / -8

ver. 1.0

RAY2-24 Channel spacing 56 MHz TO; ACCP operation								
Modulation	Raw Bit Rate	User Bit Rate	RSS / SNR for BER 10 ⁻⁶		Co-channel rejection		Adjacent channel Selectivity	
			RSS	SNR	1 dB	3 dB	1 dB	3 dB
					declared / limit	declared / limit	declared / limit	declared / limit
[-]	[Mbps]	[dBm]	[dB]	[dB]	[dB]	[dB]	[dB]	[dB]
QPSK	99	85.8	-84	10.0	13 / 23	11 / 19	-24 / 0	-26 / -4
16-QAM	198	169.9	-77	16.0	20 / 30	18 / 26.5	-18 / -3	-20 / -7
32-QAM	247.5	206.2	-73	19.0	25 / 33	23 / 29	-14 / -5	-15 / -9
64-QAM	297	268.1	-69	22.5	29 / 35	26 / 32	-9 / -5	-11 / -8
128-QAM	346.5	309.0	-66	25.5	32 / 35	29 / 32	-8 / -5	-10 / -8
256-QAM	396	358.9	-63	27.5	35 / 35	32 / 32	-7 / -5	-8 / -8

ver. 1.1

10.7.3. Nominal frequencies 24.00-24.25 GHz

RAy2-24		TX channel nominal frequencies	
Bandwidth: 3.5 MHz		Band 24.00 – 24.25 GHz, duplex spacing 73.5 MHz	
		duplex spacing range 63 – 238 MHz	
(Freq.table: rcinfo24_ISM250_default:14)			
basic channels (default duplex)		optional channels	
Ch.No.	Lower [MHz]	Ch.No.	Upper [MHz]
		U19	24069.0
		U20	24072.5
		U21	24076.0
L1	24006.0	U22	24079.5
L2	24009.5	U23	24083.0
L3	24013.0	U24	24086.5
L4	24016.5	U25	24090.0
L5	24020.0	U26	24093.5
L6	24023.5	U27	24097.0
L7	24027.0	U28	24100.5
L8	24030.5	U29	24104.0
L9	24034.0	U30	24107.5
L10	24037.5	U31	24111.0
L11	24041.0	U32	24114.5
L12	24044.5	U33	24118.0
L13	24048.0	U34	24121.5
L14	24051.5	U35	24125.0
L15	24055.0	U36	24128.5
L16	24058.5	U37	24132.0
L17	24062.0	U38	24135.5
L18	24065.5	U39	24139.0
L19	24069.0	U40	24142.5
L20	24072.5	U41	24146.0
L21	24076.0	U42	24149.5
L22	24079.5	U43	24153.0
L23	24083.0	U44	24156.5
L24	24086.5	U45	24160.0
L25	24090.0	U46	24163.5
L26	24093.5	U47	24167.0
L27	24097.0	U48	24170.5
L28	24100.5	U49	24174.0
L29	24104.0	U50	24177.5
L30	24107.5	U51	24181.0
L31	24111.0	U52	24184.5
L32	24114.5	U53	24188.0
L33	24118.0	U54	24191.5
L34	24121.5	U55	24195.0
L35	24125.0	U56	24198.5
L36	24128.5	U57	24202.0
L37	24132.0	U58	24205.5
L38	24135.5	U59	24209.0
L39	24139.0	U60	24212.5
L40	24142.5	U61	24216.0
L41	24146.0	U62	24219.5
L42	24149.5	U63	24223.0
L43	24153.0	U64	24226.5
L44	24156.5	U65	24230.0
L45	24160.0	U66	24233.5
L46	24163.5	U67	24237.0
L47	24167.0	U68	24240.5
L48	24170.5	U69	24244.0
L49	24174.0		
L50	24177.5		
L51	24181.0		

ver. 2.2

RAY2-24		TX channel nominal frequencies	
Bandwidth: 14 MHz		Band 24.00 – 24.25 GHz, duplex spacing 87.5 MHz	
		duplex spacing range 66.5 – 231 MHz	
(Freq.table: rcinfo24_ISM250_default:14)			
basic channels (default duplex)		optional channels	
Ch.No.	Lower [MHz]	Ch.No.	Upper [MHz]
			U21 24076.0
			U22 24079.5
			U23 24083.0
	U24 24086.5		
			U25 24090.0
			U26 24093.5
		L2 24009.5	U27 24097.0
L3	24013.0	U28	24100.5
		L4 24016.5	U29 24104.0
		L5 24020.0	U30 24107.5
		L6 24023.5	U31 24111.0
L7	24027.0	U32	24114.5
		L8 24030.5	U33 24118.0
		L9 24034.0	U34 24121.5
		L10 24037.5	U35 24125.0
L11	24041.0	U36	24128.5
		L12 24044.5	U37 24132.0
		L13 24048.0	U38 24135.5
		L14 24051.5	U39 24139.0
L15	24055.0	U40	24142.5
		L16 24058.5	U41 24146.0
		L17 24062.0	U42 24149.5
		L18 24065.5	U43 24153.0
L19	24069.0	U44	24156.5
		L20 24072.5	U45 24160.0
		L21 24076.0	U46 24163.5
		L22 24079.5	U47 24167.0
L23	24083.0	U48	24170.5
		L24 24086.5	U49 24174.0
		L25 24090.0	U50 24177.5
		L26 24093.5	U51 24181.0
L27	24097.0	U52	24184.5
		L28 24100.5	U53 24188.0
		L29 24104.0	U54 24191.5
		L30 24107.5	U55 24195.0
L31	24111.0	U56	24198.5
		L32 24114.5	U57 24202.0
		L33 24118.0	U58 24205.5
		L34 24121.5	U59 24209.0
L35	24125.0	U60	24212.5
		L36 24128.5	U61 24216.0
		L37 24132.0	U62 24219.5
		L38 24135.5	U63 24223.0
L39	24139.0	U64	24226.5
		L40 24142.5	U65 24230.0
		L41 24146.0	U66 24233.5
		L42 24149.5	U67 24237.0
L43	24153.0	U68	24240.5
		L44 24156.5	
		L45 24160.0	
		L46 24163.5	
L47	24167.0		
		L48 24170.5	
		L49 24174.0	

ver. 2.1

RAy2-24		TX channel nominal frequencies			
Bandwidth: 28 MHz		Band 24.00 – 24.25 GHz, duplex spacing 84 MHz			
		duplex spacing range 70 – 217 MHz			
(Freq.table: rcinfo24_ISM250_default:14)					
basic channels (default duplex)				optional channels	
Ch.No.	Lower [MHz]	Ch.No.	Upper [MHz]	Ch.No.	Upper [MHz]
				U24	24086.5
				U25	24090.0
		U26	24093.5		
				U27	24097.0
				L4	24016.5
				U28	24100.5
				L5	24020.0
				U29	24104.0
				L6	24023.5
				U30	24107.5
				L7	24027.0
				U31	24111.0
				L8	24030.5
				U32	24114.5
				L9	24034.0
				U33	24118.0
L10	24037.5	U34	24121.5		
				L11	24041.0
				U35	24125.0
				L12	24044.5
				U36	24128.5
				L13	24048.0
				U37	24132.0
				L14	24051.5
				U38	24135.5
				L15	24055.0
				U39	24139.0
				L16	24058.5
				U40	24142.5
				L17	24062.0
				U41	24146.0
L18	24065.5	U42	24149.5		
				L19	24069.0
				U43	24153.0
				L20	24072.5
				U44	24156.5
				L21	24076.0
				U45	24160.0
				L22	24079.5
				U46	24163.5
				L23	24083.0
				U47	24167.0
				L24	24086.5
				U48	24170.5
				L25	24090.0
				U49	24174.0
L26	24093.5	U50	24177.5		
				L27	24097.0
				U51	24181.0
				L28	24100.5
				U52	24184.5
				L29	24104.0
				U53	24188.0
				L30	24107.5
				U54	24191.5
				L31	24111.0
				U55	24195.0
				L32	24114.5
				U56	24198.5
				L33	24118.0
				U57	24202.0
L34	24121.5	U58	24205.5		
				L35	24125.0
				U59	24209.0
				L36	24128.5
				U60	24212.5
				L37	24132.0
				U61	24216.0
				L38	24135.5
				U62	24219.5
				L39	24139.0
				U63	24223.0
				L40	24142.5
				U64	24226.5
				L41	24146.0
				U65	24230.0
L42	24149.5	U66	24233.5		
				L43	24153.0
				L44	24156.5
				L45	24160.0
				L46	24163.5

ver. 2.1

RAy2-24				TX channel nominal frequencies			
Bandwidth: 40 MHz				Band 24.00 – 24.25 GHz, duplex spacing 70 MHz			
				duplex spacing range 70 – 203 MHz			
(Freq.table: rcinfo24_ISM250_default:14)							
basic channels (default duplex)				optional channels			
Ch.No.	Lower [MHz]	Ch.No.	Upper [MHz]	Ch.No.	Lower [MHz]	Ch.No.	Upper [MHz]
L8	24030.5	U28	24100.5	L6	24023.5	U26	24093.5
				L7	24027.0	U27	24097.0
				L9	24034.0	U29	24104.0
				L10	24037.5	U30	24107.5
				L11	24041.0	U31	24111.0
				L12	24044.5	U32	24114.5
				L13	24048.0	U33	24118.0
				L14	24051.5	U34	24121.5
				L15	24055.0	U35	24125.0
				L16	24058.5	U36	24128.5
				L17	24062.0	U37	24132.0
				L18	24065.5	U38	24135.5
				L19	24069.0	U39	24139.0
L20	24072.5	U40	24142.5	L21	24076.0	U41	24146.0
				L22	24079.5	U42	24149.5
				L23	24083.0	U43	24153.0
				L24	24086.5	U44	24156.5
				L25	24090.0	U45	24160.0
				L26	24093.5	U46	24163.5
				L27	24097.0	U47	24167.0
				L28	24100.5	U48	24170.5
				L29	24104.0	U49	24174.0
				L30	24107.5	U50	24177.5
				L31	24111.0	U51	24181.0
L32	24114.5	U52	24184.5	L33	24118.0	U53	24188.0
				L34	24121.5	U54	24191.5
				L35	24125.0	U55	24195.0
				L36	24128.5	U56	24198.5
				L37	24132.0	U57	24202.0
				L38	24135.5	U58	24205.5
				L39	24139.0	U59	24209.0
				L40	24142.5	U60	24212.5
				L41	24146.0	U61	24216.0
				L42	24149.5	U62	24219.5
L44	24156.5	U64	24226.5	L43	24153.0	U63	24223.0

ver. 2.1

RAY2-24				TX channel nominal frequencies			
Bandwidth: 50 MHz				Band 24.00 – 24.25 GHz, duplex spacing 87.5 MHz			
				duplex spacing range 84 – 196 MHz			
(Freq.table: rcinfo24_ISM250_default:15)							
basic channels (default duplex)				optional channels			
Ch.No.	Lower [MHz]	Ch.No.	Upper [MHz]	Ch.No.	Lower [MHz]	Ch.No.	Upper [MHz]
				L7	24027.0	U31	24111.0
						U32	24114.5
L8	24030.5	U33	24118.0	L9	24034.0	U34	24121.5
				L10	24037.5	U35	24125.0
				L11	24041.0	U36	24128.5
				L12	24044.5	U37	24132.0
				L13	24048.0	U38	24135.5
				L14	24051.5	U39	24139.0
				L15	24055.0	U40	24142.5
				L16	24058.5	U41	24146.0
				L17	24062.0	U42	24149.5
				L18	24065.5	U43	24153.0
				L19	24069.0	U44	24156.5
				L20	24072.5	U45	24160.0
				L21	24076.0	U46	24163.5
				L22	24079.5	U47	24167.0
L23	24083.0	U48	24170.5	L24	24086.5	U49	24174.0
				L25	24090.0	U50	24177.5
				L26	24093.5	U51	24181.0
				L27	24097.0	U52	24184.5
				L28	24100.5	U53	24188.0
				L29	24104.0	U54	24191.5
				L30	24107.5	U55	24195.0
				L31	24111.0	U56	24198.5
				L32	24114.5	U57	24202.0
				L33	24118.0	U58	24205.5
				L34	24121.5	U59	24209.0
				L35	24125.0	U60	24212.5
				L36	24128.5	U61	24216.0
				L37	24132.0	U62	24219.5
L38	24135.5	U63	24223.0	L39	24139.0		

ver. 1.0

RAy2-24				TX channel nominal frequencies			
Bandwidth: 56 MHz				Band 24.00 – 24.25 GHz, duplex spacing 84 MHz			
				duplex spacing range 84 – 189 MHz			
(Freq.table: rcinfo24_ISM250_default:14)							
basic channels (default duplex)				optional channels			
Ch.No.	Lower [MHz]	Ch.No.	Upper [MHz]	Ch.No.	Lower [MHz]	Ch.No.	Upper [MHz]
				L8	24030.5	U32	24114.5
				L9	24034.0	U33	24118.0
				L10	24037.5	U34	24121.5
				L11	24041.0	U35	24125.0
				L12	24044.5	U36	24128.5
				L13	24048.0	U37	24132.0
				L14	24051.5	U38	24135.5
				L15	24055.0	U39	24139.0
				L16	24058.5	U40	24142.5
				L17	24062.0	U41	24146.0
				L18	24065.5	U42	24149.5
				L19	24069.0	U43	24153.0
				L20	24072.5	U44	24156.5
				L21	24076.0	U45	24160.0
				L23	24083.0	U47	24167.0
				L24	24086.5	U48	24170.5
				L25	24090.0	U49	24174.0
				L26	24093.5	U50	24177.5
				L27	24097.0	U51	24181.0
				L28	24100.5	U52	24184.5
				L29	24104.0	U53	24188.0
				L30	24107.5	U54	24191.5
				L31	24111.0	U55	24195.0
				L32	24114.5	U56	24198.5
				L33	24118.0	U57	24202.0
				L34	24121.5	U58	24205.5
				L35	24125.0	U59	24209.0
				L36	24128.5	U60	24212.5
				L37	24132.0	U61	24216.0
L22	24079.5	U46	24163.5				
L38	24135.5	U62	24219.5				

ver. 2.1

10.7.4. Nominal frequencies 24.05-24.25 GHz

RAY2-24		TX channel nominal frequencies			
Bandwidth: 3.5 MHz		Band 24.05 – 24.25 GHz, default duplex sp. 73.5 MHz duplex spacing range 63 – 189 MHz			
(Freq.table: rcinfo24_ISM200:13)					
basic channels (default duplex)				optional channels	
Ch.No.	Lower [MHz]	Ch.No.	Upper [MHz]	Ch.No.	Upper [MHz]
		U33	24118.0	no more channels	
		U34	24121.5		
		U35	24125.0		
L15	24055.0	U36	24128.5		
L16	24058.5	U37	24132.0		
L17	24062.0	U38	24135.5		
L18	24065.5	U39	24139.0		
L19	24069.0	U40	24142.5		
L20	24072.5	U41	24146.0		
L21	24076.0	U42	24149.5		
L22	24079.5	U43	24153.0		
L23	24083.0	U44	24156.5		
L24	24086.5	U45	24160.0		
L25	24090.0	U46	24163.5		
L26	24093.5	U47	24167.0		
L27	24097.0	U48	24170.5		
L28	24100.5	U49	24174.0		
L29	24104.0	U50	24177.5		
L30	24107.5	U51	24181.0		
L31	24111.0	U52	24184.5		
L32	24114.5	U53	24188.0		
L33	24118.0	U54	24191.5		
L34	24121.5	U55	24195.0		
L35	24125.0	U56	24198.5		
L36	24128.5	U57	24202.0		
L37	24132.0	U58	24205.5		
L38	24135.5	U59	24209.0		
L39	24139.0	U60	24212.5		
L40	24142.5	U61	24216.0		
L41	24146.0	U62	24219.5		
L42	24149.5	U63	24223.0		
L43	24153.0	U64	24226.5		
L44	24156.5	U65	24230.0		
L45	24160.0	U66	24233.5		
L46	24163.5	U67	24237.0		
L47	24167.0	U68	24240.5		
L48	24170.5	U69	24244.0		
L49	24174.0				
L50	24177.5				
L51	24181.0				

ver. 2.2

RAy2-24		TX channel nominal frequencies					
Bandwidth: 7 MHz		Band 24.05 – 24.25 GHz, default duplex sp. 73.5 MHz duplex spacing range 63 – 189 MHz					
(Freq.table: rcinfo24_ISM200:13)							
basic channels (default duplex)				optional channels			
Ch.No.	Lower [MHz]	Ch.No.	Upper [MHz]	Ch.No.	Lower [MHz]	Ch.No.	Upper [MHz]
		U33	24118.0			U34	24121.5
		U35	24125.0				
L16	24058.5	U37	24132.0	L15	24055.0	U36	24128.5
L18	24065.5	U39	24139.0	L17	24062.0	U38	24135.5
L20	24072.5	U41	24146.0	L19	24069.0	U40	24142.5
L22	24079.5	U43	24153.0	L21	24076.0	U42	24149.5
L24	24086.5	U45	24160.0	L23	24083.0	U44	24156.5
L26	24093.5	U47	24167.0	L25	24090.0	U46	24163.5
L28	24100.5	U49	24174.0	L27	24097.0	U48	24170.5
L30	24107.5	U51	24181.0	L29	24104.0	U50	24177.5
L32	24114.5	U53	24188.0	L31	24111.0	U52	24184.5
L34	24121.5	U55	24195.0	L33	24118.0	U54	24191.5
L36	24128.5	U57	24202.0	L35	24125.0	U56	24198.5
L38	24135.5	U59	24209.0	L37	24132.0	U58	24205.5
L40	24142.5	U61	24216.0	L39	24139.0	U60	24212.5
L42	24149.5	U63	24223.0	L41	24146.0	U62	24219.5
L44	24156.5	U65	24230.0	L43	24153.0	U64	24226.5
L46	24163.5	U67	24237.0	L45	24160.0	U66	24233.5
L48	24170.5	U69	24244.0	L47	24167.0	U68	24240.5
L50	24177.5			L49	24174.0		
				L51	24181.0		

ver. 2.1

RAY2-24		TX channel nominal frequencies					
Bandwidth: 14 MHz		Band 24.05 – 24.25 GHz, default duplex sp. 87.5 MHz duplex spacing range 66.5 – 182 MHz					
(Freq.table: rcinfo24_ISM200:13)							
basic channels (default duplex)				optional channels			
Ch.No.	Lower [MHz]	Ch.No.	Upper [MHz]	Ch.No.	Lower [MHz]	Ch.No.	Upper [MHz]
						U35	24125.0
		U36	24128.5			U37	24132.0
						U38	24135.5
						U39	24139.0
		U40	24142.5				
				L16	24058.5	U41	24146.0
				L17	24062.0	U42	24149.5
				L18	24065.5	U43	24153.0
L19	24069.0	U44	24156.5				
				L20	24072.5	U45	24160.0
				L21	24076.0	U46	24163.5
				L22	24079.5	U47	24167.0
L23	24083.0	U48	24170.5				
				L24	24086.5	U49	24174.0
				L25	24090.0	U50	24177.5
				L26	24093.5	U51	24181.0
L27	24097.0	U52	24184.5				
				L28	24100.5	U53	24188.0
				L29	24104.0	U54	24191.5
				L30	24107.5	U55	24195.0
L31	24111.0	U56	24198.5				
				L32	24114.5	U57	24202.0
				L33	24118.0	U58	24205.5
				L34	24121.5	U59	24209.0
L35	24125.0	U60	24212.5				
				L36	24128.5	U61	24216.0
				L37	24132.0	U62	24219.5
				L38	24135.5	U63	24223.0
L39	24139.0	U64	24226.5				
				L40	24142.5	U65	24230.0
				L41	24146.0	U66	24233.5
				L42	24149.5	U67	24237.0
L43	24153.0	U68	24240.5				
				L44	24156.5		
				L45	24160.0		
				L46	24163.5		
L47	24167.0						
				L48	24170.5		
				L49	24174.0		

ver. 2.1

RAy2-24		TX channel nominal frequencies					
Bandwidth: 28 MHz		Band 24.05 – 24.25 GHz, default duplex sp. 84 MHz					
		duplex spacing range 70 – 168 MHz					
(Freq.table: rcinfo24_ISM200:13)							
basic channels (default duplex)				optional channels			
Ch.No.	Lower [MHz]	Ch.No.	Upper [MHz]	Ch.No.	Lower [MHz]	Ch.No.	Upper [MHz]
						U38	24135.5
						U39	24139.0
						U40	24142.5
						U41	24146.0
L18	24065.5	U42	24149.5				
				L19	24069.0	U43	24153.0
				L20	24072.5	U44	24156.5
				L21	24076.0	U45	24160.0
				L22	24079.5	U46	24163.5
				L23	24083.0	U47	24167.0
				L24	24086.5	U48	24170.5
				L25	24090.0	U49	24174.0
L26	24093.5	U50	24177.5				
				L27	24097.0	U51	24181.0
				L28	24100.5	U52	24184.5
				L29	24104.0	U53	24188.0
				L30	24107.5	U54	24191.5
				L31	24111.0	U55	24195.0
				L32	24114.5	U56	24198.5
				L33	24118.0	U57	24202.0
L34	24121.5	U58	24205.5				
				L35	24125.0	U59	24209.0
				L36	24128.5	U60	24212.5
				L37	24132.0	U61	24216.0
				L38	24135.5	U62	24219.5
				L39	24139.0	U63	24223.0
				L40	24142.5	U64	24226.5
				L41	24146.0	U65	24230.0
L42	24149.5	U66	24233.5				
				L43	24153.0		
				L44	24156.5		
				L45	24160.0		
				L46	24163.5		

ver. 2.1

RAy2-24 TX channel nominal frequencies Band 24.05 – 24.25 GHz, default duplex sp. 70 MHz Bandwidth: 40 MHz duplex spacing range 70 – 154 MHz (Freq.table: rcinfo24_ISM200:13)							
basic channels (default duplex)				optional channels			
Ch.No.	Lower [MHz]	Ch.No.	Upper [MHz]	Ch.No.	Lower [MHz]	Ch.No.	Upper [MHz]
L20	24072.5	U40	24142.5	L21	24076.0	U41	24146.0
				L22	24079.5	U42	24149.5
				L23	24083.0	U43	24153.0
				L24	24086.5	U44	24156.5
				L25	24090.0	U45	24160.0
				L26	24093.5	U46	24163.5
				L27	24097.0	U47	24167.0
				L28	24100.5	U48	24170.5
				L29	24104.0	U49	24174.0
				L30	24107.5	U50	24177.5
				L31	24111.0	U51	24181.0
L32	24114.5	U52	24184.5	L33	24118.0	U53	24188.0
				L34	24121.5	U54	24191.5
				L35	24125.0	U55	24195.0
				L36	24128.5	U56	24198.5
				L37	24132.0	U57	24202.0
				L38	24135.5	U58	24205.5
				L39	24139.0	U59	24209.0
				L40	24142.5	U60	24212.5
				L41	24146.0	U61	24216.0
				L42	24149.5	U62	24219.5
				L43	24153.0	U63	24223.0
L44	24156.5	U64	24226.5				

ver. 2.1

RAy2-24				TX channel nominal frequencies			
Bandwidth: 50 MHz				Band 24.05 – 24.25 GHz, default duplex sp. 87.5 MHz			
				duplex spacing range 84 – 143.5 MHz			
(Freq.table: rcinfo24_ISM200:14)							
basic channels (default duplex)				optional channels			
Ch.No.	Lower [MHz]	Ch.No.	Upper [MHz]	Ch.No.	Lower [MHz]	Ch.No.	Upper [MHz]
L23	24083.0	U48	24170.5	L22	24079.5	U46	24163.5
						U47	24167.0
				L24	24086.5	U49	24174.0
				L25	24090.0	U50	24177.5
				L26	24093.5	U51	24181.0
				L27	24097.0	U52	24184.5
				L28	24100.5	U53	24188.0
				L29	24104.0	U54	24191.5
				L30	24107.5	U55	24195.0
				L31	24111.0	U56	24198.5
				L32	24114.5	U57	24202.0
				L33	24118.0	U58	24205.5
				L34	24121.5	U59	24209.0
				L35	24125.0	U60	24212.5
				L36	24128.5	U61	24216.0
				L37	24132.0	U62	24219.5
L38	24135.5	U63	24223.0	L39	24139.0		

ver. 1.1

RAy2-24 TX channel nominal frequencies Band 24.05 – 24.25 GHz, default duplex sp. 84 MHz Bandwidth: 56 MHz duplex spacing range 84 – 140 MHz (Freq.table: rcinfo24_ISM200:13)							
basic channels (default duplex)				optional channels			
Ch.No.	Lower [MHz]	Ch.No.	Upper [MHz]	Ch.No.	Lower [MHz]	Ch.No.	Upper [MHz]
L22	24079.5	U46	24163.5	L23	24083.0	U47	24167.0
				L24	24086.5	U48	24170.5
				L25	24090.0	U49	24174.0
				L26	24093.5	U50	24177.5
				L27	24097.0	U51	24181.0
				L28	24100.5	U52	24184.5
				L29	24104.0	U53	24188.0
				L30	24107.5	U54	24191.5
				L31	24111.0	U55	24195.0
				L32	24114.5	U56	24198.5
				L33	24118.0	U57	24202.0
				L34	24121.5	U58	24205.5
				L35	24125.0	U59	24209.0
				L36	24128.5	U60	24212.5
				L37	24132.0	U61	24216.0
L38	24135.5	U62	24219.5				

ver. 2.1

10.7.5. Nominal frequencies 24.00-24.15 GHz

RAy2-24		TX channel nominal frequencies	
Bandwidth: 3.5 MHz		Band 24.00 – 24.15 GHz, duplex spacing 73.5 MHz	
		duplex spacing range 63 – 140 MHz	
(Freq.table: rcinfo24_ISM150:1)			
basic channels (default duplex)		optional channels	
Ch.No.	Lower [MHz]	Ch.No.	Upper [MHz]
		U19	24069.0
		U20	24072.5
		U21	24076.0
L1	24006.0	U22	24079.5
L2	24009.5	U23	24083.0
L3	24013.0	U24	24086.5
L4	24016.5	U25	24090.0
L5	24020.0	U26	24093.5
L6	24023.5	U27	24097.0
L7	24027.0	U28	24100.5
L8	24030.5	U29	24104.0
L9	24034.0	U30	24107.5
L10	24037.5	U31	24111.0
L11	24041.0	U32	24114.5
L12	24044.5	U33	24118.0
L13	24048.0	U34	24121.5
L14	24051.5	U35	24125.0
L15	24055.0	U36	24128.5
L16	24058.5	U37	24132.0
L17	24062.0	U38	24135.5
L18	24065.5	U39	24139.0
L19	24069.0	U40	24142.5
L20	24072.5	U41	24146.0
L21	24076.0		
L22	24079.5		
L23	24083.0		
no more channels			

ver. 1.0

RAy2-24		TX channel nominal frequencies			
Bandwidth: 7 MHz		Band 24.00 – 24.15 GHz, duplex spacing 73.5 MHz			
		duplex spacing range 63 – 136.5 MHz			
(Freq.table: rcinfo24_ISM150:1)					
basic channels (default duplex)				optional channels	
Ch.No.	Lower [MHz]	Ch.No.	Upper [MHz]	Ch.No.	Upper [MHz]
		U20	24072.5		U19 24069
					U21 24076
L1	24006.0	U22	24079.5	L2	24009.5 U23 24083
L3	24013.0	U24	24086.5	L4	24016.5 U25 24090
L5	24020.0	U26	24093.5	L6	24023.5 U27 24097
L7	24027.0	U28	24100.5	L8	24030.5 U29 24104
L9	24034.0	U30	24107.5	L10	24037.5 U31 24111
L11	24041.0	U32	24114.5	L12	24044.5 U33 24118
L13	24048.0	U34	24121.5	L14	24051.5 U35 24125
L15	24055.0	U36	24128.5	L16	24058.5 U37 24132
L17	24062.0	U38	24135.5	L18	24065.5 U39 24139
L19	24069.0	U40	24142.5	L20	24072.5
L21	24076.0			L22	24079.5

ver. 1.0

RAy2-24		TX channel nominal frequencies	
Bandwidth: 14 MHz		Band 24.00 – 24.15 GHz, duplex spacing 87.5 MHz	
		duplex spacing range 66.5 – 129.5 MHz	
(Freq.table: rcinfo24_ISM150:1)			
basic channels (default duplex)		optional channels	
Ch.No.	Lower [MHz]	Ch.No.	Upper [MHz]
			U21 24076.0
			U22 24079.5
		U23 24083	
			U24 24086.5
			U25 24090.0
			U26 24093.5
L2	24009.5	U27	24097
		L3	24013.0
		L4	24016.5
		L5	24020.0
		U28	24100.5
		U29	24104.0
		U30	24107.5
L6	24023.5	U31	24111
		L7	24027.0
		L8	24030.5
		L9	24034.0
		U32	24114.5
		U33	24118.0
		U34	24121.5
L10	24037.5	U35	24125
		L11	24041.0
		L12	24044.5
		L13	24048.0
		U36	24128.5
		U37	24132.0
		U38	24135.5
L14	24051.5	U39	24139
		L15	24055.0
		L16	24058.5
		L17	24062.0
		L19	24069.0
		L20	24072.5
L18	24065.5		

ver. 1.0

RAY2-24		TX channel nominal frequencies			
		Band 24.00 – 24.15 GHz, duplex spacing 84 MHz			
Bandwidth: 28 MHz		duplex spacing range 70 – 115.5 MHz			
(Freq.table: rcinfo24_ISM150:1)					
basic channels (default duplex)				optional channels	
Ch.No.	Lower [MHz]	Ch.No.	Upper [MHz]	Ch.No.	Upper [MHz]
				U24	24086.5
				U25	24090.0
				U26	24093.5
				U27	24097.0
L4	24016.5	U28	24100.5		
				L5	24020.0
				L6	24023.5
				L7	24027.0
				L8	24030.5
				L9	24034.0
				L10	24037.5
				L11	24041.0
				L13	24048.0
				L14	24051.5
				L15	24055.0
				L16	24058.5
				L17	24062.0
L12	24044.5	U36	24128.5	U29	24104.0
				U30	24107.5
				U31	24111.0
				U32	24114.5
				U33	24118.0
				U34	24121.5
				U35	24125.0
				U37	24132.0

ver. 1.0

RAY2-24		TX channel nominal frequencies			
		Band 24.00 – 24.15 GHz, duplex spacing 70 MHz			
Bandwidth: 40 MHz		duplex spacing range 70 – 105 MHz			
(Freq.table: rcinfo24_ISM150:1)					
basic channels (default duplex)				optional channels	
Ch.No.	Lower [MHz]	Ch.No.	Upper [MHz]	Ch.No.	Upper [MHz]
				L6	24023.5
				L8	24030.5
				L9	24034.0
				L10	24037.5
				L11	24041.0
				L12	24044.5
				L13	24048.0
				L14	24051.5
				L15	24055.0
				L16	24058.5
L7	24027.0	U27	24097.0	U26	24093.5
				U28	24100.5
				U29	24104.0
				U30	24107.5
				U31	24111.0
				U32	24114.5
				U33	24118.0
				U34	24121.5
				U35	24125.0
				U36	24128.5

ver. 1.0

RAy2-24		TX channel nominal frequencies	
Bandwidth: 50 MHz		Band 24.00 – 24.15 GHz, duplex spacing 87.5 MHz	
		duplex spacing range 84 – 94.5 MHz	
(Freq.table: rcinfo24_ISM150:2)			
basic channels (default duplex)		optional channels	
Ch.No.	Lower [MHz]	Ch.No.	Upper [MHz]
L8	24030.5	U33	24118.0
		L7	24027.0
		U31	24111.0
		U32	24114.5
		L9	24034.0
		U34	24121.5
		L10	24037.5

ver. 1.0

RAy2-24		TX channel nominal frequencies	
Bandwidth: 56 MHz		Band 24.00 – 24.15 GHz, duplex spacing 84 MHz	
		duplex spacing range 84 – 87.5 MHz	
(Freq.table: rcinfo24_ISM150:1)			
basic channels (default duplex)		optional channels	
Ch.No.	Lower [MHz]	Ch.No.	Upper [MHz]
L9	24034.0	U33	24118.0
		L8	24030.5
		U32	24114.5

ver. 1.0

Technické parametry v tomto Uživatelském manuálu mohou být změněny bez předchozího upozornění.

11. Bezpečnost, prostředí, licence


11.1. Kmitočet

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

Mikrovlnné spoje RAY musí dodržovat maximální povolený vyzářený výkon (EIRP) v souladu s podmínkami příslušného povolení.

11.2. Dodržení RoHS a WEEE

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

RoHS  Restriction of hazardous substances (RoHS)

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

Recyklační program (WEEE)



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

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

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

Čtete pozorně tato bezpečnostní opatření před použitím výrobku:

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

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

11.4. 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 jakékoli části tohoto manuálu do jiných jazyků (bez písemného svolení vlastníka práv) je zakázáno.

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

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

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

RACOM Open Software License

Verze 1.0, listopad 2009

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

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

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

11.5. 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.

11.6. Prohlášení o shodě



Prohlášení o shodě RAY2-10

My
Výrobce: RACOM s.r.o.
Adresa: Mírová 1283, 592 31 Nové Město na Moravě
IČO: 46343423

prohlašujeme na svou výlučnou odpovědnost, že výrobek

Výrobek: RAY2-10 sub-band A (10 300 – 10 420 MHz; 10 470 – 10 590 MHz)
sub-band B (10 125 – 10 325 MHz; 10 475 – 10 675 MHz)

Účel použití: Microwave IP Bridge


na který se toto prohlášení vztahuje, je ve shodě se základními požadavky a dalšími příslušnými požadavky směrnice Evropského parlamentu a Rady EU 1999/5/ES o rádiových zařízeních a telekomunikačních koncových zařízeních a vzájemném uznávání jejich shody.

Produkt je v souladu s následujícími normami a / nebo jinými normativními dokumenty:


Rádiové parametry (čl. 3.2)	EN 302 217-1 V1.3.1
	EN 302 217-2-2 V2.2.1
EMC (čl. 3.1.b)	EN 301 489-1 V1.9.2
	EN 301 489-4 V2.1.1
Bezpečnost (čl. 3.1.a)	EN 60950-1 ed.2:2006, +A1:2010, +A2:2014, +A11:2009, +A12:2011, +Opr.1:2012

Vyjádření notifikované osoby:

V souladu: s přílohou číslo IV směrnice Evropského parlamentu a Rady EU 1999/5/EC
Číslo dokumentu: 0120-CC-V0030-14
Vydal: Český metrologický institut, Okružní 31, Brno, 13. února 2015
Notifikovaná osoba: číslo 1383

CE 1383 

Nové Město na Moravě, 5. března 2015
 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

ver. 1.3

Obr. 11.1: Prohlášení o shodě RAY2-10



Prohlášení o shodě RAY2-11

My

Výrobce: RACOM s.r.o.

Adresa: Mírová 1283, 592 31 Nové Město na Moravě

IČO: 46343423

prohlašujeme na svou výlučnou odpovědnost, že výrobek

Výrobek: RAY2-11 sub-band A (10 695 – 10 970 MHz; 11 185 – 11 460 MHz)
sub-band B (10 935 – 11 195 MHz; 11 425 – 11 695 MHz)

Účel použití: Microwave IP Bridge

na který se toto prohlášení vztahuje, je ve shodě se základními požadavky a dalšími příslušnými požadavky směrnice Evropského parlamentu a Rady EU 1999/5/ES o rádiových zařízeních a telekomunikačních koncových zařízeních a vzájemném uznávání jejich shody.

Produkt je v souladu s následujícími normami a / nebo jinými normativními dokumenty:

Rádiové parametry (čl. 3.2) EN 302 217-2-2 V2.2.1

EMC (čl. 3.1.b) EN 301 489-1 V1.9.2

EN 301 489-4 V2.1.1

Bezpečnost (čl. 3.1.a) EN 60950-1 ed.2:2006, +A1:2010, +A2:2014, +A11:2009,
+A12:2011, +Opr.1:2012

Vyjádření notifikované osoby:

V souladu: s přílohou číslo IV směrnice Evropského parlamentu a Rady EU 1999/5/EC

Číslo dokumentu: 0120-CC-V0001-15

Vydal: Český metrologický institut, Okružní 31, Brno, 5. března 2015

Notifikovaná osoba: číslo 1383

CE 1383 ⓘ

Nové Město na Moravě, 15. března 2015

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

ver. 1.3

www.racom.eu

Obr. 11.2: Prohlášení o shodě RAY2-11



Prohlášení o shodě RAY2-17

My
Výrobce: RACOM s.r.o.
Adresa: Mírová 1283, 592 31 Nové Město na Moravě
IČO: 46343423

prohlašujeme na svou výlučnou odpovědnost, že výrobek

Výrobek: RAY2-17
Účel použití: Zařízení krátkého dosahu (Short Range Device – SRD)
– zařízení pro přenos dat

na který se toto prohlášení vztahuje, je ve shodě se základními požadavky a dalšími příslušnými požadavky směrnice Evropského parlamentu a Rady EU 1999/5/ES o rádiových zařízeních a telekomunikačních koncových zařízeních a vzájemném uznávání jejich shody.

Produkt je v souladu s následujícími normami a / nebo jinými normativními dokumenty:

Rádiové parametry (čl. 3.2)	EN 300 440-1 V1.6.1
EMC (čl. 3.1.b)	EN 301 489-1 V1.9.2
	EN 301 489-3 V1.6.1
	EN 301 489-4 V2.1.1
Bezpečnost (čl. 3.1.a)	EN 60950-1 ed.2:2006, +A1:2010, +A2:2014, +A11:2009, +A12:2011, +Opr.1:2012

Vyjádření notifikované osoby:
V souladu: s přílohou číslo IV směrnice Evropského parlamentu a Rady EU 1999/5/EC
Číslo dokumentu: 0120-CC-V0031-14
Vydal: Český metrologický institut, Okružní 31, Brno, 13. února 2015
Notifikovaná osoba: číslo 1383





Nové Město na Moravě, 5. března 2015
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

ver. 1.3

www.racom.eu

Obr. 11.3: Prohlášení o shodě RAY2-17



Prohlášení o shodě RAY2-24

My

Výrobce: RACOM s.r.o.
Adresa: Mírová 1283, 592 31 Nové Město na Moravě
IČO: 46343423

prohlašujeme na svou výlučnou odpovědnost, že výrobek

Výrobek: RAY2-24
Účel použití: Zařízení krátkého dosahu (Short Range Device – SRD)
– zařízení pro přenos dat

na který se toto prohlášení vztahuje, je ve shodě se základními požadavky a dalšími příslušnými požadavky směrnice Evropského parlamentu a Rady EU 1999/5/ES o rádiových zařízeních a telekomunikačních koncových zařízeních a vzájemném uznávání jejich shody.

Produkt je v souladu s následujícími normami a / nebo jinými normativními dokumenty:

Rádiové parametry (čl. 3.2)	EN 300 440-1 V1.6.1
EMC (čl. 3.1.b)	EN 301 489-1 V1.9.2
	EN 301 489-3 V1.6.1
	EN 301 489-4 V2.1.1
Bezpečnost (čl. 3.1.a)	EN 60950-1 ed.2:2006, +A1:2010, +A2:2014, +A11:2009, +A12:2011, +Opr.1:2012

Vyjádření notifikované osoby:

V souladu: s přílohou číslo IV směrnice Evropského parlamentu a Rady EU 1999/5/EC
Číslo dokumentu: 0120-CC-V0032-14
Vydal: Český metrologický institut, Okružní 31, Brno, 13. února 2015
Notifikovaná osoba: číslo 1383

CE 1383 ⓘ

Nové Město na Moravě, 5. března 2015
Jiří Hruška, CEO

RACOM s.r.o. • Mírova 1283 • 592 31 Nové Město na Moravě • Czech Republic
Tel.: +420 565 659 511 • Fax: +420 565 659 512 • E-mail: racom@racom.eu

ver. 1.3

www.racom.eu

Obr. 11.4: Prohlášení o shodě RAY2-24

Přílohy

A. Antenna dimensions

<http://www.racom.eu/eng/products/m/ray2/anten-dim.html>

B. Rain zone map

http://www.racom.eu/eng/products/m/ray2/rain_max.html

C. IP address in the PC

<http://www.racom.eu/eng/products/m/ray2/addr-pc.html>

D. SSH key generation

<http://www.racom.eu/eng/products/m/ray2/putty-key.html>

E. Hhttps certificate

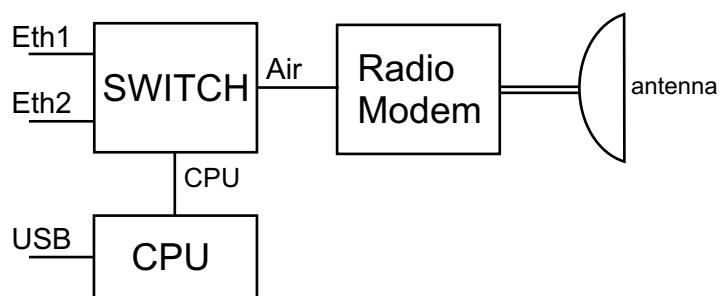
<http://www.racom.eu/eng/products/m/ray2/certificate.html>

F. Blokovaná schémata

příloha

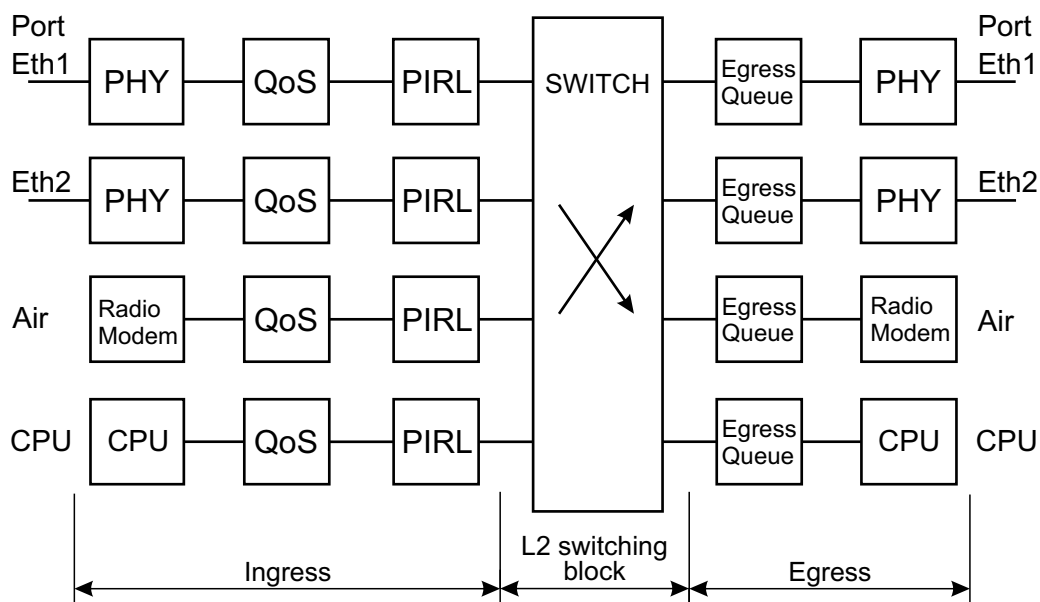
Bloková schémata jednotky

Blokové schéma



Obr. 84: Blokové schéma jednotky

Switch a připojené porty



Obr. 85: Switch a připojené porty

Další schémata zpracování rámce:

Menu PIRL

Menu Advanced

Priority FPri a QPri

Rejstřík

A

- accessories, 18
- ACM, 45
- adresa
 - default, 7
 - IP, 47
 - IP v RAY, 29
 - MAC, 42
- alarm
 - stav, 38
- alarmy, 55
- antény
 - rozměry, 16
- ATPC, 45
- ATU, 96

B

- backup, 109
- bandwidth, 45
- bezpečnost, 202

C

- CLI, 126
- constellation diagram, 118
- Copyright, 6

Č

- čas, 43

D

- default, 7, 27
 - settings, 109
- diagnostics
 - constellation diagram, 118
 - graphs, 120
 - logs, 124
 - RSS indication, 117
 - spectrum, 119
- diagnostika
 - ping, 125
- dump, 63, 64

E

- egress, 61
 - queue, 80
- eth adapter, 25

F

- factory settings, 109
- firmware, 113
- frame type, 76
- frekvence vysílací, 139
- frequency tables, 115

G

- graphs, 120

H

- help, 37, 129
- https přístup, 27

I

- ingress, 61, 72

J

- jednotka FOD
 - popis, 11

K

- keys, 112
- klíče
 - produktové, 30
- konektory
 - montáž, 34
 - umístění, 12
- konfigurace, 37
- konfigurace linky, 30

L

- leaky bucket, 74
- LED, 12, 15
- licence, 202
- linka
 - konfigurace, 30
 - mikrovlnná, 9
- LLDP protocol, 47
- LLDP protokol, 48
- logs, 124

M

- mapping
 - 802.1p, 82
 - DSCP, 84
- mikrovlnná linka, 9
- montáž, 12
 - polarizace, 11

N

nastavení, 43

O

objednací kód, 17

obsah krabice, 8

P

ping, 125

PIRL, 72

polarizace

indikace, 41

policy, 101

port

trunking, 105

port parameters, 66

priority, 76

produktové klíče, 30

programs, 125

prohlášení o shodě, 205

prostředí, 202

Q

QoS, 58

R

radio, 41

rcinfo, 115

restart, 116

rollback, 38

rozměry, 16

RSS indicator, 117

RSTP, 65, 103

rychlost přenosová, 41

S

scheduling mode, 80

servisní přístup, 27, 47

spectrum analyzer, 119

start, 7, 26

statistika

RMON, 60

statistiky, 42

status

bar, 38

LED, 15

menu, 40

STU, 92

T

tables

duplex, 140, 151, 168, 179

frequencies, 144

power, 140, 151, 168, 179

radio parameters, 141

range, 140, 151, 168, 179

RAy2-10, 140

RAy2-11 A,B, 151

RAy2-11 C,D, 167

RAy2-17, 168

RAy2-24, 179

speeds, 137

tabulky

kmitočty, 139

technické parametry, 135

test funkce

před instalací, 30

trunk, 105

U

USB accessories, 50

V

VLAN, 47, 82, 89

VTU, 94

výrobní štítek, 16

W

wifi adapter, 25

