



**RADIOVÝ KOMUNIKAČNÍ SYSTÉM
WACO WM868**

WM868-THI4

Revize 2.0

Obsah

1 Úvod	1
1.1 Komunikační systém WACO	1
1.2 Komunikační síť LoRaWAN	1
1.3 Komunikační protokol Wireless M-BUS	2
1.4 Použití modulu	2
2 Přehled technických parametrů	4
3 Konfigurace modulu	5
3.1 Nastavení parametrů modulu WM868-THI4 konfiguračním kabelem	5
3.1.1 Výpis konfiguračních parametrů modulu WM868-THI4	5
3.1.2 Přehled konfiguračních příkazů modulu WM868-THI4 („HELP“)	7
3.1.3 Příkazy pro základní ovládání modulu	8
3.1.4 Příkazy pro konfiguraci radiové části modulu	9
3.1.5 Příkazy pro konfiguraci vysílacího módu WACO	11
3.1.6 Příkazy pro konfiguraci vysílacího módu Wireless M-Bus	13
3.1.7 Příkazy pro konfiguraci vysílacího módu LoRa	15
3.1.8 Příkazy skupiny „Application“ pro nastavení aplikace odesílání dat	18
3.1.9 Příkazy skupiny „System“ pro oživování a diagnostiku modulu	19
3.1.10 Příkazy pro nastavení subsystému Bluetooth	19
3.2 Nastavení parametrů modulu pomocí mobilní aplikace	20
3.3 Nastavení parametrů modulu ze vzdáleného počítače pomocí zpětného kanálu	22
4 Struktura datové zprávy modulu	24
4.1 WACO	24
4.2 LoRa	26
4.3 wM-Bus	26
5 Provozní podmínky	27
5.1 Obecná provozní rizika	27
5.1.1 Riziko mechanického a elektrického poškození	27
5.1.2 Riziko předčasného vybití vnitřní baterie	27
5.2 Stav modulů při dodání	27
5.3 Skladování modulů	27
5.4 Bezpečnostní upozornění	27
5.5 Ochrana životního prostředí a recyklace	27
5.6 Montáž modulů	28
5.7 Výměna modulu WM868-THI4	29
5.8 Demontáž modulu	29
5.9 Kontrola funkčnosti modulu	29
5.10 Provozování modulu WM868-THI4	30
6 Zjišťování příčin poruch	31
6.1 Možné příčiny poruch systému	31
6.1.1 Poruchy napájení	31
6.1.2 Poruchy systému	31
6.1.3 Poruchy vysílače a přijímače	31
6.1.4 Poruchy čidla	32
6.2 Postup při určení příčiny poruchy	32
7 Závěr	33

Seznam tabulek

1	Přehled technických parametrů modulu WM868-THI4	4
2	Přehled komunikačních protokolů modulu WM868-THI4	24
3	Struktura hlavičky zprávy Wireless M-BUS modulu WM868-THI4	26

Seznam obrázků

1	Princip přenosu dat z modulu WM868-THI4 přes komunikační bránu	2
2	Princip přenosu dat z modulu WM868-THI4 na jiný radiový modul WACO	3
3	Vzhled modulu WM868-THI4	3
4	Náhled formulářů pro nastavení modulu WM868-THI4 pomocí mobilní aplikace	22
5	Struktura komunikačních vrstev protokolu WACO SLRF	24
6	Struktura datové zprávy systému WACO	25
7	Náhled tabulky "NEP" pro kódování proměnných v systému WACO	25
8	Zobrazení zprávy "INFO" modulu WM868-THI4 v analyzátoru RFAN 3.x	26
9	Sestava modulu WM868-THI4	28
10	Detailní pohled na modul WM868-THI4	28

1 Úvod

Tento dokument popisuje možnosti nastavení (konfigurace) radiového modulu WM868-THI4, který slouží pro měření teploty a vlhkosti v interiérech a k radiovému přenosu informace o aktuálním stavu měřených veličin prostřednictvím radiových zpráv ve formátu WACO, LoRa, nebo Wireless M-Bus.

1.1 Komunikační systém WACO

WACO (Wireless Automatic Collector) je radiový komunikační systém určený zejména pro automatický sběr dat ze senzorů a čidel (oblast telemetrie), pro zajištění přenosu dat mezi řídicími, snímacími a výkonnými prvky automatizačního systému (oblast průmyslové automatizace), nebo pro dálkové odečítání měřidel spotřeby (oblast „smart metering“). Radiové prvky systému WACO vytváří radiovou síť s lokálním pokrytím zájmového objektu (bytu, domu, průmyslového objektu, areálu...), nebo oblasti (ulice, města...).

Radiová síť WACO má **topologii typu mřížka** („mesh“), kde v dosahu každého radiového prvku se může nacházet několik dalších prvků sítě, které mohou sloužit i jako opakovače přijatého signálu. Mezi centrálním sběrným bodem a jednotlivými prvky tak typicky existuje mnoho různých cest pro šíření zpráv. Algoritmus řízení provozu sítě byl na základě dlouhodobých zkušeností v oblasti radiové datové komunikace vyvinut tak, aby zajišťoval **maximální spolehlivost přenosu** zpráv. Při přenosu zpráv je typicky využíváno více přenosových cest současně, ale zároveň je zajištěna ochrana sítě proti zacyklení a multiplikaci zpráv, takže si radiová síť WACO zachovává **vyšokou propustnost** i při velkém počtu radiových prvků v jedné síti.

Komunikační protokol WACO respektuje standardní **komunikační model ISO/OSI**, což zajišťuje jeho otevřenost a variabilitu pro realizaci různorodých aplikací.

Komunikační systém WACO pracuje v **pásmu 868 MHz**, ve kterém využívá 7 frekvenčních kanálů. Tři kanály o šířce pásma 100 KHz jsou vyčleněny pro vysokorychlostní přenos dat v **módu „WACO“** (bitová rychlost 38 400 Baud), čtyři kanály o šířce 15 KHz jsou vyčleněny pro nízkorychlostní přenos dat v **módu „WACO NB“** (bitová rychlost 2 400 Baud). Vysokorychlostní mód WACO je vhodný zejména pro aplikace typu „virtuální sběrnice“, kde je důležitá vysoká přenosová kapacita, nízkorychlostní mód WACO NB (NB = Narrow Band) se díky úzkému frekvenčnímu kanálu vyznačuje výrazně (až 2,5 krát) vyšším dosahem a je vhodný zejména pro sběr dat z měřidel a čidel ve větších objektech, nebo areálech. Starší vysokorychlostní mód WACO podporují všechny radiové moduly produktové řady wacoSystem WACO, později zavedený nízkorychlostní mód WACO NB podporují radiové moduly řady wacoSystem WACO vyráběné od roku 2022.

Jednotlivé typy radiových komunikačních zařízení (dále „radiové moduly“) systému WACO jsou vybaveny **různými typy vstupních a výstupních rozhraní** tak, aby byla usnadněna integrace různých typů připojených zařízení (měřičů, čidel, akčních členů. . .) do jedné komunikační sítě.

Součástí komunikačního systému WACO jsou i komunikační brány (WACO GateWay), které umožňují přijímat zprávy z lokální radiové sítě a přenášet je na lokální nebo vzdálený počítač nebo server přes sériovou linku (na lokální počítač), nebo přes Internet (na vzdálený počítač). V opačném směru brány přijímají přes linku/Internet zprávy od centrální aplikace a předávají je do „své“ radiové sítě.

1.2 Komunikační síť LoRaWAN

Komunikační síť LoRaWAN je radiová síť umožňující sběr dat z velkého množství koncových zařízení vysílajících zprávy s modulací typu LoRa, která umožňuje přenos dat na reaktivně velkou vzdálenost při nízkém vysílacím výkonu. Síť s takovým účelem a možnostmi využití bývají často označovány jako „Internet věcí“ („Internet of Things“ - zkratka „IoT“).

Technologie komunikační sítě LoRaWAN je optimalizována pro bezdrátový sběr dat z bateriově napájených zařízení, kdy klíčovým požadavkem je dosazení co největšího radiového dosahu při co nejnižší spotřebě energie. Komunikace mezi koncovými prvky a bránami jsou přenášeny přes několik frekvenčních sub-kanálů využívajících principu rozprostřeného spektra, s adaptivním nastavením přenosové rychlosti.

Síť LoRaWAN má topologii typu „dvojitá hvězda“, kde komunikační brány sbírají data z koncových zařízení své radiové sítě a předávají je na centrální server prostřednictvím standardního IP protokolu. Pomocí protokolu LoRaWAN lze vytvářet lokální síť pro pokrytí jednotlivých objektů nebo areálů, nebo i globální síť s pokrytím rozsáhlého území. Protokol LoRaWAN podporuje i obousměrnou komunikaci, kdy komunikační brána předává data koncovému zařízení v přiděleném časovém intervalu.

1.3 Komunikační protokol Wireless M-BUS

Wireless M-BUS je komunikační protokol popsáný mezinárodními standardy EN 13757-4 (fyzická a linková vrstva) a EN 13757-3 (aplikační vrstva), který je určený především pro radiový přenos dálkových odečtů hodnot z měřičů spotřeby a čidel. Protokol Wireless M-BUS (dále jen „WMBUS“) vychází z definice standardu M-BUS (přebírá ze standardu M-BUS aplikační vrstvu – tj. popis kódování dat), je však uzpůsoben pro přenos dat prostřednictvím radiového signálu.

Komunikace protokolem WMBUS probíhá způsobem Master-Slave, kde „Master“ je zařízení, které data sbírá, „Slave“ je zařízení, které data poskytuje (integrováný nebo externí radiový modul, který přenáší data z měřiče/čidla). Komunikační protokol WMBUS definuje několik módů komunikace (jednosměrných i obousměrných). V jednosměrném komunikačním módu zařízení „Slave“ pouze vysílá v pravidelných intervalech informační zprávy typu „User Data“ a zařízení „Master“ tyto zprávy přijímá. V obousměrném („bidirectional“) komunikačním módu je navíc možné využít i zpětný kanál od zařízení „Master“ k zařízení „Slave“, kterým lze zaslat zařízení typu „Slave“ zprávy typu „Request“, které mohou kupříkladu obsahovat požadavek na změnu konfigurace zařízení „Slave“.

Komunikační protokol WMBUS částečně podporuje opakování zpráv („repearting“). Není-li možný příjem od některého zařízení typu „Slave“ z důvodu nedostatečné úrovně radiového signálu, radiové zprávy může jednou znovu vyslat („opakovat“) vyčleněný prvek radiové sítě (opakovač, nebo jiný radiový modul typu „Slave“ s touto funkcí). Takto zopakovaná zpráva se označí tak, aby se již podruhé neopakovala a nedošlo k nekontrolovanému opakování zpráv v síti.

1.4 Použití modulu

Modul WM868-THI4 je určen k měření teploty a relativní vlhkosti vzduchu v interiérech (obytných objektech, skladech, výrobních halách...) s doporučeným rozsahem teplot (0 ÷ 70) °C. Modul je vybaven integrovaným čidlem teploty a vlhkosti, osazeným přímo na desce plošných spojů.

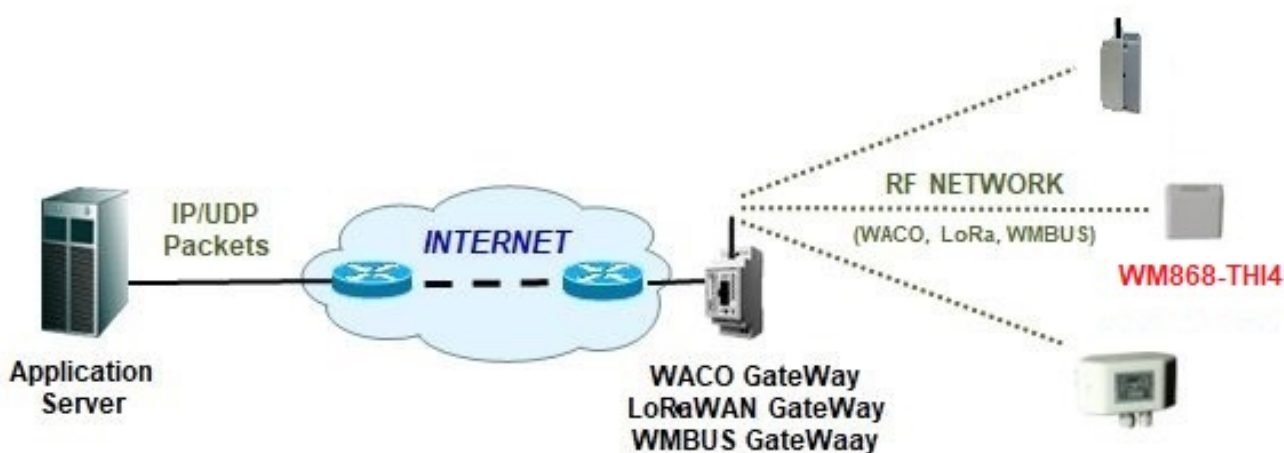
Modul vysílá aktuální údaje o naměřených hodnotách ve formě radiových zpráv, vysílaných automaticky v nastaveném časovém intervalu. Zpráva s aktuálními hodnotami náměrů měřených veličin je typu „INFO“ a kromě údajů o hodnotě teploty a relativní vlhkosti obsahuje i systémový čas modulu, napětí baterie a teplotu procesoru.

Modul vysílá a přijímá zprávy ve formátu výše uvedených tří typů radiových sítí (dále „vysílací módy“). Ve vysílacím módu WACO může být příjemcem radiové zprávy jiný modul systému WACO, nebo komunikační brána WACO, která zprávu zkonvertuje do protokolu IP/UDP a odešle přes síť Internet na počítač se zadanou IP-adresou. Ve vysílacím módu LoRa a Wireless M-BUS je příjemcem radiové zprávy vždy komunikační brána příslušného typu.

Ve vysílacím módu WACO a LoRa je datový obsah zpráv kódován proprietárním protokolem WACO/NEP, ve vysílacím módu Wireless M-Bus je datový obsah zpráv kódován podle standardního protokolu M-Bus. Počítač, který zprávy zpracovává, musí být vybaven příslušným dekodérem.

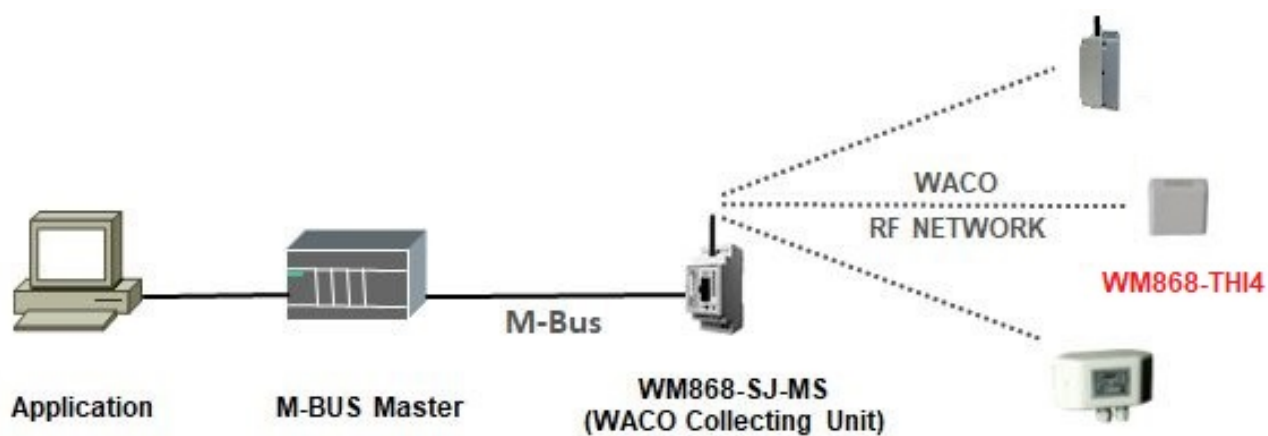
Přenos zpráv v opačném směru (od počítače ke koncovému zařízení) je podporovaný pouze ve vysílacím módu WACO a LoRa. Počítač vytvoří zprávu ve formátu WACO/NEP a odešle ji přes privátní nebo veřejnou službu IP na komunikační bránu, která ji převede do příslušného radiového formátu a v příhodném čase odešle na koncové zařízení.

Princip přenosu dat z modulu WM868-THI4 prostřednictvím komunikační brány je znázorněn na obrázku 1.



Obr. 1: Princip přenosu dat z modulu WM868-THI4 přes komunikační bránu

Ve vysílacím módu WACO lze zprávy přenášet přímo na jiný modul systému WACO, který je trvale na příjmu. Na obrázku 2 je znázorněn přenos dat z modulu WM868-THI4 na tzv. „sběrnou jednotku“ systému WACO, která provádí sběr dat z bateriově napájených modulů WACO, konverzi dat do standardních zpráv sběrnicevého protokolu M-Bus a jejich další předávání na řídicí jednotku sběrnice (zařízení typu „M-Bus Master“) ve formátu M-Bus po fyzické sběrnici.



Obr. 2: Princip přenosu dat z modulu WM868-THI4 na jiný radiový modul WACO

Modul WM868-THI4 je uzavřen v plastové krabici uzpůsobené pro montáž na zeď. Zařízení není vhodné pro umístění do vnějšího prostředí bez dodatečného krytí.

Modul je napájen z vnitřní baterie s kapacitou 3,6 Ah, která mu umožňuje pracovat po dobu více než 10 let při periodě vysílání zpráv 12 hodin. Životnost baterie může negativně ovlivnit nejen nastavený kratší interval odesílání stavu teploty/vlhkosti, ale i provozování zařízení v místech instalace s teplotou mimo doporučený rozsah provozních teplot, nebo v sítích s nízkou úrovní radiového signálu, s vysokým radiovým provozem, nebo s radiovým rušením.

Vzhled modulu WM868-THI4 je znázorněn na obrázku 3.



Obr. 3: Vzhled modulu WM868-THI4

2 Přehled technických parametrů

Tab. 1: Přehled technických parametrů modulu WM868-THI4

Radiové rozhraní		
Frekvenční pásmo		868 MHz
Vysílací módy	WACO, wM-Bus, LoRa	
Druh modulace - WACO	GFSK	
Druh modulace - wM-Bus	FSK	
Druh modulace - LoRa	spread spectrum	
Vysílací výkon	10 - 25	mW
Šířka kanálu - WACO	100 (15)*	kHz
Šířka kanálu - wM-Bus	200	kHz
Šířka kanálu - LoRa	125	kHz
Citlivost přijímače - WACO	-105 (-118)*	dBm
Citlivost přijímače - wM-Bus	-105	dBm
Citlivost přijímače - LoRa	-148	dBm
Přenosová rychlost - WACO	38400 (2400)*	bps
Přenosová rychlost - wM-Bus	100	kbps
Přenosová rychlost - LoRa	250 ÷ 11000	bps
Anténa	integrovaná	
Konfigurační rozhraní RS232		
Přenosová rychlost	9600	Baud
Druh provozu	asynchronní	
Přenosové parametry	8 dat. bitů, 1 stop bit, bez parity	
Úroveň signálu	CMOS 3,3	V
Čidlo teploty a vlhkosti		
Rozsah měřených teplot	(-40 ÷ 80)	°C
Rozlišení teploty	0,1	°C
Přesnost měření teploty pro (5 ÷ 65)°C	0,2	°C
Přesnost měření teploty pro (-40 ÷ 5)°C	0,4	°C
Rozsah měřených relativních vlhkostí	(0 ÷ 100)	%
Rozlišení měření relativní vlhkosti	0,1	%
Přesnost měření vlhkosti pro (20 ÷ 60)%	2	%
Přesnost měření vlhkosti mimo (20 ÷ 60)%	4	%
Konfigurační rozhraní Bluetooth		
Verze	BLE 5.2	
Frekvence	2,4	GHz
Přenosová rychlost	1	Mbps
Maximální výkon	8	dBm
Parametry napájení		
Napětí lithiové baterie	3,6	V
Kapacita lithiové baterie	3,6	Ah
Mechanické parametry		
Délka	70	mm
Šířka	70	mm
Výška	27	mm
Hmotnost	220	g
Podmínky skladování a instalace		
Prostředí instalace (dle ČSN 33 2000-3)	normální AA6, AB4, A4	
Rozsah provozních teplot	(-10 ÷ 50)	°C
Rozsah skladovacích teplot	(0 ÷ 40)	°C
Relativní vlhkost	95	% (bez kondenzace)
Stupeň krytí	IP20	

* v závorce jsou hodnoty pro vysílání v úzkopásmovém kanálu WACO-NB

3 Konfigurace modulu

Parametry modulu WM868-THI4 lze kontrolovat a nastavovat z počítače, tabletu nebo mobilního telefonu těmito způsoby:

- pomocí převodníku „USB-CMOS” a kabelu **přes konfigurační konektor**, kterým je modul vybaven
- bezdrátově, pomocí aplikace v **mobilním telefonu** s využitím komunikace Bluetooth.
- **dálkově**, pomocí systému pro obousměrnou komunikaci.

Popis připojení modulu k počítači a obecná pravidla pro provádění konfigurace modulu pomocí **konfiguračního kabelu** jsou popsány v kapitole 2 manuálu „**Konfigurace zařízení produktové řady wacoSystem**”, který je k dispozici ke stažení na webových stránkách výrobce: www.softlink.cz/dokumenty/

V části 3.1 „Nastavení parametrů modulu WM868-THI4 konfiguračním kabelem” je uveden popis a význam parametrů, které lze pomocí kabelu nastavovat, i způsob jejich nastavení.

Popis připojení modulu k mobilnímu telefonu přes bezdrátové spojení Bluetooth a obecná pravidla pro provádění konfigurace modulu pomocí mobilní aplikace „Softlink Konfigurátor” jsou popsány v kapitole 3 výše uvedeného manuálu „Konfigurace zařízení produktové řady wacoSystem”. V části 3.2 „Nastavení parametrů modulu WM868-THI4 pomocí mobilní aplikace” je uveden popis a význam parametrů, které lze pomocí mobilní aplikace nastavovat..

Stručný popis principu komunikace s modulem přes **zpětný kanál** je uveden v odstavci 3.3 „Nastavení parametrů modulu ze vzdáleného počítače pomocí zpětného kanálu”.

3.1 Nastavení parametrů modulu WM868-THI4 konfiguračním kabelem

V další části manuálu jsou popsány ty parametry modulu WM868-THI4, jejichž aktuální hodnotu lze zjistit přímým připojením modulu k PC pomocí konfiguračního kabelu a případně je měnit konfiguračními příkazy (konfigurace „z příkazového řádku”).

3.1.1 Výpis konfiguračních parametrů modulu WM868-THI4

Výpis konfiguračních parametrů provedeme zadáním příkazu **”conf”** do příkazového řádku a stisknutím tlačítka „ENTER”.

V terminálovém okně se objeví následující výpis:


```

wm868-THI4>conf
Config      : OK
--- WACO protocol ---
channel     : 0
Group       : 0
Hop count   : 3
Repeater    : 0
Test timeout: 20 sec.
Encrypt port:
Repeat count: 1
Master      : 0x010000FE
Repeat tout : 1 (50 ms)
--- RF Driver ---
TX power    : 14 dBm
RX timeout  : 4 (200 ms)
WOR         : 0
CD          : 1
High Gain   : 0
--- Application ---
Sending     : 900 secs.
Measure    : 60 secs.
--- LoRa driver ---
Band        : 0
Channel     : 0
Data Rate   : 0
TX Power    : 14
Recv Delay  : 2
Join Delay  : 2
Ack Limit   : 0
Ack Delay   : 0
Ack Tout    : 0
--- LoRa App ---
Dev Addr    : 0x00000000
NwkSKey     : 00000000000000000000000000000000
AppSKey     : 00000000000000000000000000000000
AppKey      : 00000000000000000000000000000000
JoinEUI     : 0000000000000000
OTAA        : 0
Encrypt     : 0
Adaptive TX : 0
--- WMBUS driver ---
Mode        : T1
Channel     : 0
--- WMBUS ---
ID          : 10300017
Manuf       : SFT
Version     : 1
Medium      : 7
Encrypt key : 00000000000000000000000000000000
Encrypt type: none
--- BLE configuration ---
TX Power    : -6
Channel mask: 7
Adv timeout : 50
Conn timeout: 400
BLE PIN     : -

```

Ve výpisu konfigurace jsou sekce pro jednotlivé vysílací módy (WACO, LoRa, Wireless M-Bus) a sekce pro výpis nastavení komunikace Bluetooth (BLE Configuration). Postup při nastavení jednotlivých parametrů a podrobnější vysvětlení jejich významu najdete níže.

3.1.2 Přehled konfiguračních příkazů modulu WM868-THI4 („HELP“)

Souhrn konfiguračních příkazů („HELP“) a jejich parametrů si zobrazíme příkazem „?“ do příkazového řádku a stisknutím tlačítka „ENTER“. V terminálovém okně se následující výpis:

```
wm868-THI4>?  
?           - help  
info        - print system info  
conf        - print configuration  
write       - write configuration  
clear       - clear configuration  
mode        - set mode [waco|lora|wmbus]  
reset       - RESET chip  
sensors     - print sensors info  
rf          - rf commands  
waco        - WACO commands  
lora        - LoRa commands  
wmbus       - WMBUS commands  
app         - application commands  
system      - System commands  
wm868-THI4>
```

V horní části výpisu (až po příkaz „sensors“) jsou hlavní příkazy, kterými kontrolujeme nebo nastavujeme funkčnost modulu jako celku. Zadávat se vždy přímo za prompt.

Ve spodní části výpisu (za mezerou, počínaje od „rf“) jsou vypsány názvy jednotlivých subsystémů modulu, které mají svoje vlastní příkazy. Tyto příkazy si vypíšeme tak, že do příkazového řádku zadáme název subsystému a stiskneme tlačítko „ENTER“. Příklad zobrazení příkazů pro subsystém „rf“:

```
wm868-THI4>rf  
?           - help  
info        - print driver info  
clear       - clear statistics  
txp         - set TX power  
rxt         - RX timeout  
active      - RF driver active mode  
cd          - set Listen Before Talk  
wor         - set WOR  
hg          - set high gain  
cw          - CW transmission  
xtal        - set Rf Xtal frequency  
regs        - print registers  
pins        - print pins  
wm868-THI4>
```

Vypsání příkazů lze použít pouze pro daný subsystém a to tak, že za prompt zadáme nejdříve název subsystému, a za mezeru pak samotný příkaz. Příklad zadání příkazu „txp“ (bez parametru) pro kontrolu aktuálního nastavení vysílacího výkonu:

```
wm868-THI4>rf txp  
TX power    : 14 dBm  
wm868-THI4>
```

Význam jednotlivých příkazů (včetně příkazů subsystémů) je popsán v další části této kapitoly. Význam a způsob používání jednotlivých příkazů je vysvětlen v následujících částech sekce 3.1.

3.1.3 Příkazy pro základní ovládání modulu

Tato skupina příkazů obsahuje příkazy pro kontrolu a ovládání modulu jako celku. Jedná se o tyto příkazy:

```
wm868-THI4>?
?           - help
info        - print system info
conf        - print configuration
write       - write configuration
clear       - clear configuration
mode        - set mode [waco|lora|wmbus]
reset       - RESET chip
sensors     - print sensors info
```

Příkazem ”?” („HELP”) si zobrazíme seznam konfiguračních příkazů systému (viz odstavec 3.1.2 ”Přehled konfiguračních příkazů modulu WM868-THI4).

Pomocí příkazu ”info” si zobrazíme zkrácený výpis základních identifikačních údajů o modulu:

```
wm868-THI4>info
Device      : wm868-THI4
Device type : 868.120
Hardware    : 0.4
Software    : 1.1
Reset Cause : 4
Uptime      : 67 secs.
jxSystime   : 67 secs.
Mode        : WACO
DevEUI (HW) : 0080e11500134c31
WACO address: fffe9e9a
wm868-THI4>
```

V prvním části výpisu se zobrazuje **výrobní označení zařízení** (Device name), **verze hardware** a **verze software**. V další části se zobrazuje hodnota ”Reset cause” (příčina posledního resetu), hodnoty ”Uptime” a **Systemtime** v sekundách a aktuálně nastavený vysílací mód (WACO/WMBUS/LoRa). V dalších řádcích se zobrazují identifikační údaje modulu.

Hodnota proměnné „Systemtime” ukazuje nastavení reálného času modulu. Čas je udržován ve stejném formátu jako v počítačových systémech, tj. v sekundách od 1.1.1970 (tzv. „UNIX Time”, nebo „epocha”). V defaultním stavu (po zapnutí napájení) je v čítači reálného času nulová hodnota, která se každou sekundu zvětšuje o jednu jednotku. Modul můžeme synchronizovat s reálným časem pomocí příkazu SET (s použitím identifikátoru proměnné „Systemtime (s)”), přičemž hodnota aktuálního času musí být zadána v sekundách UNIX-time. Žádná aplikace modulu však nastavení systémového času nevyžaduje.

Hodnota proměnné „Uptime” ukazuje dobu od posledního resetu zařízení v sekundách. Podle hodnoty této proměnné poznáme, kdy došlo k poslednímu resetu modulu. Proměnná je typu „read only”.

Hodnota proměnné „Reset cause” informuje o tom, jakým způsobem bylo zařízení naposledy resetováno. Pro tento typ zařízení jsou relevantní tyto typy resetu:

- „0” je kód resetu typu „Cold start” (resetování modulu vnějším příkazem „RESET”)
- „1” je kód resetu typu „Warm start” (resetování po specifických případech „pozastavení”)
- „2” je kód resetu typu „Watchdog reset”, (resetování systémem „watchdog“ při „zatuhnutí”)
- „3” je kód resetu typu „Error reset” (resetování při chybné instrukci, nekonzistentních datech. . .)
- „4” je kód resetu typu „Power reset” (resetování z důvodu snížení napájecího napětí)

Proměnná je typu „read only” a slouží zejména pro diagnostické účely.

Příkazem ”conf” si zobrazíme výpis kompletní konfigurace modulu (viz odstavec 3.1.1 ”Výpis konfiguračních parametrů modulu WM868-THI4).

Pomocí příkazu ”write” uložíme aktuální provozní konfiguraci do paměti FLASH. Modul obsahuje dvě sady konfigurace: provozní konfiguraci a uloženou konfiguraci. Při startu systému provede modul nakopírování uložené konfigurace do provozní, se kterou nadále pracuje. Pokud uživatel mění konfigurační parametry, děje se tak pouze v provozní konfiguraci. *Pokud není aktuální provozní konfigurace uložena do paměti FLASH, po resetu se modul „vrátí” k té sadě konfiguračních parametrů, která je uložena ve FLASH. Pokud nastavíme nějaký parametr pouze dočasně (kupříkladu zapneme „test”), nemusíme provozní konfiguraci ukládat do paměti FLASH (po ukončení di-*

agnostiky stejně „test“ vypneme). Pokud ale chceme, aby aktuálně změněné provozní parametry zůstaly nastaveny trvale, přidáme na závěr konfigurační sekvence příkaz pro uložení aktuální konfigurace do FLASH.

Příklad uložení konfigurace do paměti FLASH:

```
wm868-THI4>>write
Writing config ...
wm868-THI4>
```

Konfiguraci smažeme z paměti Flash příkazem „clear“. Tento příkaz doporučujeme používat **pouze uživatelům s dobrou znalostí systému, nebo po konzultaci s výrobcem.**

Příkazem „mode“ nastavíme vysílací mód modulu takto:

- zadáním řetězce „waco“ přepneme modul do módu „WACO“
- zadáním řetězce „lora“ přepneme modul do módu „LoRa“
- zadáním řetězce „wmbus“ přepneme modul do módu „Wireless M-Bus“

Příkazem bez parametru si vypíšeme aktuální nastavení vysílacího módu. Příklad nastavení jednotlivých módů a závěrečná kontrola nastavení:

```
wm868-THI4>mode wmbus
Mode      : WMBUS
wm868-THI4>mode lora
Mode      : LoRa
wm868-THI4>mode waco
Mode      : WACO
wm868-THI4>mode
Mode      : WACO
wm868-THI4>
```

Příkazem „reset“ provedeme restart procesoru modulu. Po restartu se postupně objeví startovací sekvence modulu:

```
wm868-THI4>reset
wm868-THI4>
smons2 I2C error: 1
TMP112 not present !!!
- System moniHDC1080 I2C result: 1
HDC1080 not present !!!
tor, Version 2.0
Copyright (c) 2020, Petr Volny *MSoft*
Compiled at Apr 13 2023, 09:36:44
wm868-THI4>
BLE-DTM ver.: 3.2.0
BLE-Stack   : 2.1.c, build: 2353
Advertising...
```

Příkazem „sensors“ si zobrazíme aktuální údaje integrovaných senzorů modulu:

```
wm868-THI4>sensors
Temp. int.  : 21.0 C
Temp. sensor: -500.0 C
VCC         : 3107 mV
VBat        : 3114 mV
wm868-THI4>
```

V prvním řádku je údaj senzoru teploty procesoru (21,0 C). Druhý řádek je vyčleněn pro údaj externího senzoru teploty, kterým však tento typ modulu není vybaven. V dalších dvou řádcích jsou údaje napájecího napětí interního zdroje pro procesor a napětí napájecí baterie.

3.1.4 Příkazy pro konfiguraci radiové části modulu

Tato skupina příkazů slouží pro nastavení těch parametrů radiové části modulu WM868-THI4, které jsou společné pro všechny módy. Jedná se o tyto příkazy:

```

?           - help
info        - print driver info
clear       - clear statistics
txp         - set TX power
rxt         - RX timeout
active      - RF driver active mode
cd          - set Listen Before Talk
wor         - set WOR
hg          - set high gain
cw          - CW transmission
xtal        - set Rf Xtal frequency
regs        - print registers
pins        - print pins

```

Pomocí příkazu **"rf ?"** si zobrazíme výše uvedený výpis „HELP“ pro sekci RF.

Pomocí příkazu **"rf info"** si zobrazíme stav radiového rozhraní a statistiky vysílání a příjmu radiových paketů:

```

wm868-THI4>rf info
-- RF stats --
IN pkts      : 0
OUT pkts     : 4
IN Errors    : 0
OUT Errors   : 0
WOR Wakeup   : 0
Interr       : 0
-- RF automaton --
RFA          : SLEEP
TX queue     : 0
rfDrvTimer   : 0
SetRfFreq    : 911159090
wm868-THI4>

```

Údaje ve výpisu se používají při diagnostice modulu. Pomocí příkazu **"rf clear"** si můžeme statistiky v horní části výpisu vynulovat.

Pomocí příkazu **"rf txp"** můžeme nastavit vysílací výkon modulu:

```

wm868-THI4>rf txp 14
TX power : 14 dBm
wm868-THI4>

```

Maximální nastavitelná hodnota výkonu je 14 dBm, což odpovídá maximálnímu povolenému vysílacímu výkonu v pásmu 868 MHz (25 mW). Nastavení vyšší hodnoty než 14 dBm se na výkonu modulu již nijak neprojeví. Vysílací výkon doporučujeme neměnit. *(*) U první výrobní série je tento příkaz určen pouze pro vysílací mód WACO a Wireless M-Bus, příkaz pro nastavení vysílacího výkon v módu LoRa najdete ve skupině příkazů LoRa.*

Pomocí příkazu **"rf rxt"** můžeme provést změnu nastavení délky časového intervalu „**RX TimeOut**“, po dobu kterého je aktivní přijímač po odeslání zprávy. Tento interval slouží v módu WACO a Wireless M-Bus pro přijetí zprávy tzv. „zpětného kanálu“, kterým lze modulu předat potvrzovací zprávu, změnu konfigurace, nebo jiný typ informace. V módu LoRa se parametry zpětného kanálu nastavují jinými příkazy (viz nastavení LoRa v odstavci „Příkazy pro nastavení vysílacího módu LoRa“).

Hodnota RX TimeOutu se nastavuje v systémových jednotkách po 50 ms (20 jednotek = 1 sekunda). Základní nastavení tohoto parametru je 200 ms. Příklad příkazu pro nastavení RX TimeOutu na hodnotu 500 ms (10 jednotek):

```

wm868-THI4>rf rxt 10
RX timeout : 10 (500 ms)
wm868-THI4>

```

Pomocí příkazu **"rf active"** můžeme převést RF-subsystem do trvale aktivního módu, kdy je přijímač trvale na příjmu, s výjimkou okamžiků vysílání. Pro modul WM868-THI4 s bateriovým napájením by takové nastavení vedlo k rychlému vybití baterie, proto **zásadně nedoporučujeme používat tento příkaz při běžném provozu**

modulu.

Pomocí příkazu **"rf cd"** můžeme nastavit nebo vypnout funkci „Listen Befora Talk“, kdy modul před každým vysláním zprávy ve vysílacím módu WACO provede „naslouchání“ na vysílacím kanálu a do vysílání přejde až v tom případě, pokud je volná nosná frekvence daného kanálu a pokud již neprobíhá vysílání platného rámce. Maximálně se tím sníží pravděpodobnost kolize signálu s rušivým signálem na dané frekvenci, i kolize s vysíláním jiného modulu. Tato funkce je defaultně zapnutá do optimálního módu "1" a bez konzultace s výrobcem **zásadně nedoporučujeme nastavení této funkce měnit.**

Příkaz **"rf wor [0/1]"** je rezervován pro aktivaci funkce „Wake On Radio“ ve vysílacím módu WACO. Aktuální verze modulu WM868-THI4 tuto funkci nepodporuje a použití tohoto příkazu tak nemá žádný účinek.

Pomocí příkazu **"rf hg"** lze zapnout specifickou funkci RF-subsystemu, kterou podporují pouze některé verze používaných RF-čipů. Parametr „High Gain“ je u modulu WM868-THI4 nastaven optimálně z výroby a **zásadně nedoporučujeme používat tento příkaz při běžném provozu modulu.**

Příkaz **"rf cw"** slouží pro zapnutí vysílání nosné frekvence pro účely ladění RF-subsystemu při procesu výroby. **Zásadně nedoporučujeme používat tento příkaz při běžném provozu modulu.**

Příkaz **"rf xtal"** slouží pro ladění krystalu RF-subsystemu při procesu výroby. **Zásadně nedoporučujeme používat tento příkaz při běžném provozu modulu.** Příkazy **"rf regs"** a **"rf pins"** slouží pro zobrazení stavu systémových registrů při procesu výroby, nebo při diagnostice modulu v laboratoři výrobce. **Zásadně nedoporučujeme používat tento příkaz při běžném provozu modulu.**

3.1.5 Příkazy pro konfiguraci vysílacího módu WACO

Tato skupina příkazů slouží pro nastavení parametrů modulu WM868-THI4 ve vysílacím módu WACO. Jedná se o tyto příkazy:

```
wm868-THI4>waco ?
?          - help
channel    - set channel
group      - set group
hop        - set hop count
rex        - set range extender
ttout     - set test timeout
encrypt    - set/delete encryption, (encrypt delete 20, encrypt 20 key)
repeat     - set repeat count
tout      - set repeat timeout
master    - set WACO master address (e.g. 0xff8fa123)
wm868-THI4>
```

Pomocí příkazu **"waco ?"** si zobrazíme výše uvedený výpis „HELP“ pro sekci WACO. Pomocí příkazu **"waco channel"** si zobrazíme nebo změníme frekvenční kanál RF-subsystemu v módu WACO. V módu WACO je k dispozici 7 frekvenčních kanálů:

- kanál "0": 868,05000 až 868,15000 MHz, (šířka 100 kHz)
- kanál "1": 868,25000 až 868,35000 MHz, (šířka 100 kHz)
- kanál "3": 868,35505 až 868,36995 MHz, (šířka 15 kHz)
- kanál "4": 868,38005 až 868,39495 MHz, (šířka 15 kHz)
- kanál "5": 868,40505 až 868,41995 MHz, (šířka 15 kHz)
- kanál "6": 868,43005 až 868,44495 MHz, (šířka 15 kHz)
- kanál "2": 868,45000 až 868,55000 MHz, (šířka 100 kHz)

Kanály s označením "0", "1" a "2" mají šířku 100 kHz a slouží pro přenos dat rychlostí 38,4 kb/s s teoretickou citlivostí přijímače cca 104 dBm, což umožňuje komunikaci v zastavěných objektech v řádu desítek metrů. Kanály s označením "3", "4", "5" a "6" mají šířku 15 kHz a slouží pro přenos dat rychlostí 2,4 kb/s s teoretickou citlivostí přijímače cca 120 dBm. Radiový dosah modulu je v tomto případě cca 2,5-krát delší.

Poznámka: Při projektování radiové sítě a při provádění změn v síti je potřebné vzít do úvahy, že moduly WACO starší generace mají implementované pouze širší kanály "0", "1" a "2". Pokud jsou takové moduly ve stejné radiové síti s modulem WM868-THI4, úzkopásmové kanály 3 až 6 nelze použít. Při navrhování parametrů radiové sítě je vždy potřebné zvážit požadavky na přenosovou rychlost a na požadovaný radiový dosah, které jsou vzájemně protichůdné.

Příklad zjištění aktuálního stavu a následného nastavení frekvenčního kanálu "2":

```
wm868-THI4>waco channel
channel : 0
wm868-THI4>waco channel 2
channel : 2
wm868-THI4>
```

Po nastavení frekvenčního kanálu je vždy potřebné **nastavení uložit a provést reset modulu**. Modul se přepne na nově nastavený kanál až po resetu.

Příkaz „**waco group**” slouží pro nastavení skupinové adresy modulu ve vysílacím módu WACO (proměnná „**SLRF Group Address**”). V systému WACO lze pomocí skupinových adres vytvořit téměř neomezený počet (65536) skupin („virtuálních sběrnic”). Při adresaci zpráv lze kromě konkrétní radiové adresy modulu používat i skupinovou adresaci, kdy je zpráva doručena vždy všem modulům v dané skupině (tj. všem modulům, které mají danou skupinovou adresu). Pro standardní funkčnost modulu WM868-THI4 není nastavení skupinové adresy důležité, protože tento typ modulu používá pro odesílání zpráv typu INFO všeobecnou adresu typu „broadcast”. Některé aplikace však mohou skupinovou adresaci využívat.

Nastavení **skupinová adresy modulu** („SLRF Group Address”) provedeme příkazem „**waco group [number]**”, kde číslo 0 až 65535 je skupinová adresa modulu.

Proměnná „**SLRF Hop Count**” udává maximální počet retranslací (opakování) radiové zprávy, vyslané daným modulem. Je-li parametr kupříkladu nastaven na hodnotu „3”, odeslaná zpráva se po třech předáních automaticky smaže, čímž je zabráněno jejímu cyklickému oběhu v radiové síti. Parametr doporučujeme nastavit na hodnotu n , nebo $n+1$, kde „ n ” je nejmenší počet retranslací, který je nezbytně nutný k tomu, aby se zpráva dostala k příjemci. Příliš nízký parametr „SLRF Hop Count” způsobí, že zpráva je automaticky smazána dříve než dorazí k příjemci a do cíle se tedy nedostane. Příliš vysoká hodnota parametru způsobuje zbytečné zatěžování radiové sítě neúčelným opakováním zpráv a jejich duplikací.

Proměnnou „SLRF Hop Count” nastavujeme příkazem „**waco hop [number]**”, kde číslo 0 až 15 znamená maximální počet retranslací zpráv, vyslaných daným modulem. Příklad kontroly aktuálního nastavení parametru „hop count” a následného příkazu pro nastavení maximálního počtu skoků na hodnotu „3”:

```
wm868-THI4>waco hop
Hop count : 1
wm868-SI4-2>waco hop 3
Hop count : 3
wm868-THI4>
```

Příkaz „**waco rex 0/1**” slouží pro přepnutí modulu do módu opakováče zpráv. Při zapnutí tohoto módu modul přeposílá (opakuje) všechny přijaté zprávy s výjimkou těch, co již mají vyčerpaný maximální počet opakování. Příklad zapnutí a vypnutí funkce opakováče:

```
wm868-THI4>waco rex 1
Repeater : 1
wm868-THI4>waco rex 0
Repeater : 0
wm868-THI4>
```

Modul WM868-THI4 je po naprostou většinu provozní doby v „hibernovaném” stavu. Do stavu aktivního příjmu a vysílání se zapíná pouze na nezbytně nutnou dobu, když je potřebné odeslat zprávu. Možnost opakování cizích zpráv je tak prakticky nerealizovatelná, proto je u tohoto typu modulu v defaultním stavu mód opakováče vypnutý a doporučujeme toto nastavení neměnit.

Příkaz „**waco ttout [number]**” slouží pro nastavení **periody vysílání testovací zprávy**. Testovacího vysílání lze použít při ověřování možností radiového spojení v místě instalace. Po zapnutí tohoto režimu modul vysílá v pravidelných intervalech testovací zprávu, kterou lze přijímat v okolí modulu analyzátozem radiového provozu a ověřit si tak možnost radiového spojení. Perioda vysílání se nastavuje v sekundách. Příklad příkazu pro kontrolu aktuálního stavu a provedení změny nastavení periody vysílání testovací zprávy na 5 sekund:

```
wm868-THI4>waco ttout
Test timeout: 20 sec.
wm868-THI4>waco ttout 5
Test timeout: 5 sec.
wm868-THI4>
```

Testovací vysílání zapneme a vypneme pomocí příkazu **”system txttest 0/1”** který se vypisuje v příkazech skupiny **”system”**. Příklad příkazu pro zapnutí a vypnutí testovacího vysílání:

```
wm868-THI4>system txttest 1
TX test : 1
wm868-THI4>system txttest 0
TX test : 0
wm868-THI4>
```

Po zapnutí testovacího vysílání modul odesílá v nastavených intervalech „prázdné” zprávy typu **”TEST”** (port **”31”**) až do zadání příkazu pro vypnutí testovacího vysílání, nebo do restartu modulu. **Výrobce doporučujeme používat režim testovacího vysílání pouze v oprávněných případech a po co nejkratší dobu tak, aby nedocházelo ke zbytečnému vybíjení baterie.**

Příkaz **”waco encrypt [port] [key]”** slouží pro nastavení **šifrovacího klíče** pro zašifrování obsahu odesílané zprávy. Pro různé porty (aplikace) lze nastavit různé šifrovací klíče. Šifrovací klíč nastavíme tak, že za příkaz **”waco encrypt”** napíšeme číslo portu WACO protokolu a libovolný řetězec maximálně 16-ti znaků. Modul si na základě tohoto řetězce vygeneruje šifru podle proprietárního algoritmu Softlink. Spontánně odesílané zprávy typu INFO modulu WM868-THI4 mají číslo portu **”37”**. Ze stejného řetězce lze stejným algoritmem vygenerovat klíč pro dešifrování zpráv na přijímací straně (v centrální aplikaci sběru dat). Nastavení šifrování zrušíme pro daný port příkazem **”waco encrypt delete [port]”**. Příklad nastavení a vymazání klíče pro zprávy INFO (port 37):

```
wm868-THI4>waco encrypt 37 abcde
Encrypt port: 37
wm868-THI4>waco encrypt delete 37
Encrypt port:
wm868-THI4>
```

Upozornění! Nastavení šifrování je potřebné vždy řešit projektově, v koordinaci s výrobcem modulu.

Příkazy **app repeat** a **app tout** jsou určeny pro nastavení počtu a periody opakování nepotvrzených zpráv ve vysílacím módu WACO. Některé aplikace vyžadují potvrzování zpráv jejich příjemci a pokud odesílající modul nedostane od příjemce potvrzení („acknowledgement”), zprávu po nastaveném časovém intervalu jednou nebo vícekrát zopakuje. Modul WM868-THI4 žádnou aplikaci s potvrzováním zpráv nevyužívá, takže výrobce doporučuje **ponechat hodnoty parametru ve výchozím nastavení.**

Příkaz **app master** je určený pro nastavení adresy mastera virtuální sběrnice ve vysílacím módu WACO. Jelikož modul WM868-THI4 aplikaci typu „virtuální sběrnice” nepoužívá, toto nastavení nemá žádný praktický význam a výrobce doporučuje **ponechat hodnotu parametru ve výchozím nastavení.**

3.1.6 Příkazy pro konfiguraci vysílacího módu Wireless M-Bus

Tato skupina příkazů slouží pro nastavení parametrů modulu WM868-THI4 ve vysílacím módu Wireless M-Bus (dále „WMBUS”). Jedná se o tyto příkazy:

```
wm868-THI4>wmbus
mode      - set mode
channel   - set channel
id        - set ID
manuf     - set manufacturer
medium    - set medium
version   - set version
ekey      - set encryption key
wm868-THI4>
```

Pomocí příkazu **”wmbus ?”** si zobrazíme výše uvedený výpis „HELP” pro sekci WMBUS.

Pomocí příkazu **„wmbus mode”** nastavíme komunikační mód podle normy Wireless M-Bus. Modul podporuje komunikační módy **”T1”** a **”C1”**, z výroby je nastaven mód T1. Komunikační mód změním tak, že za příkaz **”wmbus mode”** zadáme jako parametr požadovanou volbu. Příklad kontroly aktuálního nastavení a provedení změny komunikačního módu:


```
wm868-THI4>wmbus mode
Mode : T1
wm868-THI4>wmbus mode C1
Mode : C1
wm868-THI4>
```

Příkaz „**wmbus channel [number]**” slouží pro nastavení frekvenčního kanálu RF-části modulu. Vysílací kanály jsou pro jednotlivá frekvenční pásma definovány normou Wireless M-BUS, pro modul WM868-THI4 pracující ve frekvenčním pásmu 868 MHz je dostupný pouze jeden frekvenční kanál (volba ”0”) se středovou frekvencí 868.950 MHz a šířkou pásma 200 kHz. Používání příkazu ”wmbus channel” nemá pro tento typ modulu žádný význam.

Příkaz ”**wmbus id**” je určen pro nastavení identifikačního čísla zařízení v systému identifikace dle normy M-Bus. Identifikační číslo modulu je pro modul WM868-THI4 nastaveno z výroby tak, aby bylo pro kód výrobce ”SFT” unikátní a je uvedeno na výrobním štítku modulu („WM BUS ID”). Není-li k tomu závažný důvod, výrobce modulu nedoporučuje nastavení identifikačního čísla měnit.

Příkaz ”**wmbus manufacturer**” je určen pro nastavení mezinárodního kódu výrobce v systému identifikace dle normy M-Bus. Hodnota kódu je pro modul WM868-THI4 nastavena z výroby na ”SFT” (unikátní kód výrobce SOFTLINK) a není-li k tomu závažný důvod, výrobce modulu nedoporučuje nastavení kódu výrobce měnit.

Příkaz ”**wmbus version**” je určen pro nastavení čísla generace nebo verze modulu v systému identifikace dle normy M-Bus. Hodnota je pro modul WM868-THI4 nastavena z výroby a není-li k tomu závažný důvod, výrobce modulu nedoporučuje toto nastavení měnit.

Příkaz ”**wmbus medium**” slouží pro nastavení mezinárodního kódu měřeného média (energie, vody, fyzikální veličiny...) v systému identifikace dle normy M-Bus. Hodnota parametru je pro modul WM868-THI4 nastavena z výroby na ”7” (Water). Pokud modul měří jiné médium než vodu, změnu nastavení provedeme tak, že za příkaz „wmbus medium” zadáme požadovaný kód média dle normy M-BUS (povolený rozsah: 0 až 255). Příklad kontroly aktuálního nastavení a provedení změny kódu média na hodnotu ”2” (elektrina):

```
wm868-THI4>wmbus medium
Medium : 7
wm868-THI4>wmbus medium 2
Medium : 2
wm868-THI4>
```

***Poznámka:** Pro systém identifikace M-Bus obecně platí, že kombinace všech čtyř složek M-Bus adresy (tj. „M-BUS ID”, „Manufacturer”, „Version” a „Medium”) musí být jednoznačná, takže nesmí existovat dvě zařízení se stejnou kombinací těchto čtyř parametrů. U zařízení s pevně nastavenou konfigurací těchto parametrů je jednoznačnost identifikace zajištěna výrobcem zařízení. U zařízení s nastavitelnými identifikačními parametry lze v závislosti na konkrétně použitých pravidlech identifikace použít výrobní číslo připojeného měřidla (v kombinaci s jeho druhem, modelem a výrobcem), nebo výrobní číslo radiového modulu (v kombinaci s jeho typem a výrobcem). Použití ”nezávislé” číselné řady je možné pouze v tom případě, pokud má provozovatel systému svůj vlastní kód výrobce a je schopen zajistit, že v kombinaci s tímto kódem bude identifikace každého zařízení jednoznačná.*

Příkaz ”**wmbus ekey**” je určen pro nastavení šifrovacího klíče pro enkrypci zpráv pomocí algoritmu **AES-128**. Šifrovací klíč o délce 16 Byte zavedeme pomocí příkazu ”wmbus ekey” za kterým následuje řetězec 16 Byte, který zadáváme v hexadecimálním tvaru jako 32 po sobě jdoucích znaků (znaky ”0 až ”f”, bez mezer a bez předřazeného ”0x”). Příklad zadání šifrovacího klíče 1A 2B 3C 4D 5E 6F A1 B2 C3 D4 E5 F6 77 88 99 AF:

```
wm868-THI4>wmbus ekey 1a2b3c4d5e6fa1b2c3d4e5f6778899af
wm868-THI4>
```

Aktuální hodnotu šifrovacího klíče si můžeme zobrazit ve výpisu konfigurace modulu, kde se hodnota klíče zobrazuje na konci sekce ”WMBUS”:

```

wm868-THI4>conf
Config      : Not Written
--- WACO protocol ---
channel     : 0
Group      : 0
...
--- WMBUS ---
ID         : 10300017
Manuf      : SFT
Version    : 1
Medium     : 7
Encrypt key : 1a2b3c4d5e6fa1b2c3d4e5f6778899af
Encrypt type: AES2
...

```

Šifrování vypneme tak, že za příkaz **"wmbus ekey"** zadáme parametr **."** (tečka):

```

wm868-THI4>wmbus ekey .
wm868-THI4>

```

Ve výpisu konfigurace WMBUS bude v řádku pro typ enkrypcy uvedeno "Encrypt type: none".

Upozornění! *Moduly WM868-THI4 se z výroby dodávají s vypnutým šifrováním dat. Nastavení šifrování ve vysílacím módu Wireless M-Bus je potřebné vždy řešit projektově, v koordinaci s výrobcem modulu.*

3.1.7 Příkazy pro konfiguraci vysílacího módu LoRa

Tato skupina příkazů slouží pro nastavení parametrů modulu WM868-THI4 ve vysílacím módu LoRa. Jedná se o tyto příkazy:

```

wm868-THI4>lora
info      - printLoRa driver info
regs     - printLoRa driver registers
band     - set band
channel  - set channel
dr       - set data rate
rxdlly   - set receive delay
jadly    - set join accept delay
acklimit - set ACK limit
ackdelay - set ACK delay
acktimeout - set ACK timeout
netadr   - set LoRa network address
nwkskey  - Network SKey
appskey  - Application SKey
appkey   - Root Key
joineui  - JoinEUI
encrypt  - Enable Application encryption
otaa     - Join to LoRaWAN
wm868-THI4>

```

Příkazy **"lora info"** a **"lora regs"** slouží pro zobrazení výpisu nastavení subsystému LoRa. Tyto příkazy slouží pouze pro diagnostiku modulu v laboratoři výrobce.

Pomocí příkazu **"lora band"** lze nastavit regionální frekvenční plán dle specifikace LoRa. Pro region České republiky je v pásmu 868 MHz vyhrazen frekvenční plán EU863-870 (zkrácené označení „EU868“), kterému odpovídá volba **"0"**. Aktuální verze modulu WM868-THI4 podporuje pouze frekvenční plán EU868, které je u modulu nastaven z výroby. Výrobce nedoporučuje provádět změny tohoto parametru.

Pomocí příkazu **"lora channel"** si nastavíme frekvenční kanál RF-subsystému pro práci v režimu ABP ve vysílacím módu LoRa. Pro frekvenční plán EU868 jsou určeny 3 defaultní frekvenční kanály s šířkou 125 kHz:

- kanál **"0"**: středová frekvence 868,10 MHz,
- kanál **"1"**: středová frekvence 868,30 MHz,
- kanál **"2"**: středová frekvence 868,50 MHz.

V režimu ABP (Activation by Personalization) modul vysílá pouze na nastaveném vysílacím kanálu, který je vždy jedním z defaultních kanálů systému LoRa v dané zemi.

V režimu OTAA (Over The Air Activation) posílá modul v inicializační fázi na nastaveném kanálu zprávu „Join-Request“ kterou se modul přihlašuje k síti. Po akceptaci žádosti (zpráva „Join Accept“) mohou být modulu ze sítě přiděleny další vysílací kanály, kterých je ve frekvenčním plánu EU868 k dispozici celkem 8. V režimu OTAA modul vysílá náhodně (cykluje) na všech dostupných kanálech (defaultních i dodatečně přidělených).

Příklad zjištění aktuálního stavu a následného nastavení frekvenčního kanálu "1":

```
wm868-THI4>lora chan
Channel : 0
wm868-THI4>lora chan 1
Channel : 1
wm868-THI4>
```

Pomocí příkazu "**lora dr**" si zobrazíme nebo nastavíme datovou rychlost („Data Rate“), kterou modul vysílá data. Modul WM868-THI4 podporuje tyto hodnoty Data Rate (DR):

- kanál "DR0" - 250 bit/s
- kanál "DR2" - 440 bit/s
- kanál "DR2" - 980 bit/s
- kanál "DR3" - 1 760 bit/s
- kanál "DR4" - 3 125 bit/s
- kanál "DR5" - 5 470 bit/s
- kanál "DR6" - 11 000 bit/s
- kanál "DR7" - 50 000 bit/s

Modul WM868-THI4 vždy vysílá zprávy s nastavenou hodnotou Data Rate. Funkce „Adaptive Data Rate“ není v aktuální verzi modulu WM868-THI4 podporovaná. V režimu OTAA může přijít ze sítě hodnota Data Rate pro komunikaci v druhém přijímacím okně (RX2). Toto nastavení modul respektuje a pro příjem v druhém okně si přednastaví hodnotu DR přijatou ze sítě.

Příklad zjištění aktuálního nastavení hodnoty Data Rate a následného nastavení na hodnotu "DR4":

```
wm868-THI4>lora dr
Data Rate : 0
wm868-THI4>lora dr 4
Data Rate : 4
wm868-THI4>
```

Bateriově napájená zařízení typu LoRa otevírají po odeslání každé zprávy dvě vysílací okna: RX1 a RX2. Pomocí příkazu "**lora rxdly**" (Receive Delay) nastavíme zpoždění prvního přijímacího okna (tj. časový interval mezi koncem vysílacího okna a začátkem prvního přijímacího okna) v sekundách. Doporučené počáteční nastavení tohoto parametru pro frekvenční plán EU868 je 1 sekunda, což je i hodnota, na kterou je parametr "lora rxdly" nastaven při výrobě. Příklad zjištění aktuálního nastavení "lora rxdly" a provedení změny na hodnotu "1" (1 sekunda):

```
wm868-THI4>lora rxdly
Recv Delay : 2
wm868-THI4>lora rxdly 1
Recv Delay : 1
wm868-THI4>
```

V režimu ABP (Activation by Personalization) se první přijímací okno otevírá vždy s nastaveným zpožděním "lora rxdly". Tato hodnota je uložena i v BackEndu sítě, takže síť vždy vysílá zprávy zpětného kanálu v tomto okně.

V režimu OTAA (Over The Air Activation) se pro iniciační fázi procesu aktivace zařízení používá jiný časový interval zpoždění okna RX1, který se nastavuje příkazem "**lora jady**" (Join Accept Delay). Tento parametr je nastaven na hodnotu 5 sekund a výrobce zásadně nedoporučuje jeho hodnotu měnit. V potvrzovacím paketu „Join Accept“ pošle síť modulu přidělenou hodnotu Receive Delay, kterou si modul uloží místo původně nastavené hodnoty "lora rxdly".

U obou režimů je **druhé přijímací okno RX2** otevřeno vždy 1 sekundu po otevření prvního vysílacího okna.

Přijímací okna se otevírají na dobu, která je nutná pro detekci případné zprávy ve zpětném kanálu. Pokud modul

dostává v přijímacím okně zprávu, uzavře se přijímací okno až po doručení zprávy.

Příkazy **"lora acklimit"**, **"lora ackdelay"** a **"lora acktimeout"** jsou rezervovány pro nastavení funkcí, které nejsou v aktuální verzi modulu podporovány. Použití těchto příkazů nemá pro aktuální verzi modulu WM868-THI4 žádný význam.

Pomocí příkazu **"lora netadr"** nastavíme modulu jeho **síťovou adresu** pro režim ABP tak, aby odpovídala adrese, která je pro daný modul nastavená v BackEndu sítě. V režimu OTAA dostane modul síťovou adresu při procesu inicializace v potvrzovacím paketu. Síťová adresa má 4 Byte a zadává se v hexadecimálním tvaru (s předřazením "0x"). Příklad zjištění aktuálního nastavení síťové adresy a následného nastavení adresy na "FF FF 12 34":

```
wm868-THI4>lora netadr
Dev Addr : 0x00000000
wm868-SI4-2>lora netadr 0xffff1234
Dev Addr : 0xffff1234
wm868-THI4>
```

Tato adresa je platná lokálně v dané síti. Pro globální adresaci slouží unikátní identifikační kód „Dev EUI“, který je nahraný přímo v RF-čipu (obdobu MAC-adresy u Ethernetu). Hodnota „Dev EUI“ je uvedena na výrobním štítku modulu a zobrazuje se ve výpisu konfigurace modulu v prvním řádku sekce "LoRa App":

```
--- LoRa App ---
Dev Addr : 0xffff1234
```

Pomocí příkazů **"lora nwkskey"** a **"lora appskkey"** nastavíme klíče „Network Session Key“ a „Application Session Key“ pro generování šifry, kterou se budou šifrovat datové obsahy zpráv ve vysílacím módu LoRa. Klíč „Network Session Key“ slouží pro zašifrování servisních zpráv (tyto zprávy mají vždy číslo portu "0"), klíč „Application Session Key“ slouží pro zašifrování aplikačních zpráv.

Oba klíče vzniknou (spolu se síťovou adresou) při zavedení modulu do BackEndu. V režimu ABP je nutné všechny tři údaje „přepsat“ z databáze BackEndu do parametrů modulu. V režimu OTAA si tyto klíče vytvoří modul sám na základě údaje "JoinNonce", který dostane ze sítě při procesu inicializace.

Oba klíče mají délku 16 Byte a zadávají se v hexadecimálním formátu jako 32 po sobě jdoucí znaků (znaky "0 až "f", bez mezer a bez předřazeného "0x"). Příklad nastavení klíče "lora nwkskey" na hodnotu "1A 2B 3C 4D 5E 6F A1 B2 C3 D4 E5 F6 77 88 99 AF":

```
wm868-THI4>lora nwkskey 1a2b3c4d5e6fa1b2c3d4e5f6778899af
NwkSKey : 1a2b3c4d5e6fa1b2c3d4e5f6778899af wm868-THI4>
```

Aktuální hodnotu šifrovacího klíče si můžeme zobrazit ve výpisu konfigurace modulu, kde se hodnota klíče zobrazuje v sekci "LoRa App":

```
--- LoRa App ---
Dev Addr : 0x00000000
NwkSKey : 1a2b3c4d5e6fa1b2c3d4e5f6778899af
AppSKey : 00000000000000000000000000000000
```

Obdobným způsobem se pomocí příkazu "lora appskkey" zavede i klíč pro šifrování aplikačních dat.

Upozornění! Pro moduly s režimem aktivace OTAA se tyto dva klíče nezavádí, modul si je vyrobí v průběhu procesu inicializace na základě údajů ze sítě. Pro tento režim je ale nutné nastavit klíče "lora appkey" a "joineui", které slouží (společně s identifikátorem „Dev EUI“) jako identifikační a personalizační prvek při přihlašování modulu k síti.

Příkazy **"lora appkey"** a **"lora joineui"** slouží pro zobrazení klíčů „Root Key“ a „Join EUI“, kterými se modul hlásí při procesu inicializace v režimu OTAA. Klíče si modul vytvoří sám v procesu výroby. Tyto klíče musí být předem nastavené v databázi BackEndu sítě tak, aby síť daný modul identifikovala a aktivovala. Pro práci v režimu ABP není nejsou tyto klíče potřebné. Klíče "lora appkey" a "lora joineui" je možné zadat pomocí uvedených příkazů i ručně obdobným způsobem, jako klíče „Network Session Key“ a „Application Session Key“, pouze s tím rozdílem, že klíč „Join EUI“ má pouze 8 Byte (16 hexadecimálních znaků).

Pomocí příkazu **"lora encrypt [0/1]"** můžeme zapnout nebo vypnout šifrování aplikačních dat. Příklad:

```
wm868-THI4>lora encrypt
Encrypt : 0
wm868-THI4>lora encrypt 1
Encrypt : 1
wm868-THI4>
```

Pro funkčnost šifrování aplikačních dat je nutné zadat šifrovací klíče „Application Session Key” nebo „Root Key” dle výše uvedeného popisu. Servisní zprávy na portu „0” se vždy šifrují.

Příkaz **”lora otaa [0/1]”** slouží pro přepínání mezi režimy aktivace ABP (Activation by Personalization) a OTAA (Over The Air Activation). Režim OTAA zapneme nastavením parametru na hodnotu „1”. Vypnutím režimu OTAA (hodnota „0”) se zapne režim ABP. Příklad kontroly aktuálního nastavení a následného zapnutí režimu OTAA:

```
wm868-THI4>lora otaa
OTAA : 0
wm868-THI4>lora otaa 1
OTAA : 1
wm868-THI4>
```

Rozdíl mezi režimy aktivace modulu je následující:

Při **”režimu ABP”** výrobce dodá s dodávkou zařízení provozovateli sítě 3 údaje:

- unikátní identifikační kód zařízení „Dev EUI”,
- přihlašovací klíč „Root Key”
- přihlašovací klíč „Join EUI”

Tyto údaje si zavede provozovatel sítě do databáze BackEndu a na základě nich vygeneruje BackEnd tyto 3 údaje, které je nutné nastavit do konfigurace modulu:

- síťovou adresu „NetAddr”
- šifrovací klíč „Network Session Key”
- šifrovací klíč „Application Session Key”

Nevýhodou režimu ABP je nutnost nastavování parametrů do konfigurace modulu před jeho uvedením do provozu.

Při **”režimu OTAA”** výrobce dodá s dodávkou zařízení provozovateli sítě stejné 3 údaje:

- unikátní identifikační kód zařízení „Dev EUI”,
- přihlašovací klíč „Root Key”
- přihlašovací klíč „Join EUI”

Tyto údaje si zavede provozovatel sítě do databáze BackEndu. Do konfigurace modulu ale v tomto případě není potřebné nic zavádět. Při prvním přihlášení modulu k síti modul dostane zpět ze sítě síťovou adresu „NetAddr” a údaj „JoinNonce”, který použije pro vytvoření klíčů „Network Session Key” a „Application Session Key”. Oba tyto klíče si stejným algoritmem zároveň vygeneruje i BackEnd sítě. Při režimu OTAA je tak možné nasadit do provozu moduly přímo z výroby, bez nutnosti jakéhokoli nastavování.

3.1.8 Příkazy skupiny „Application” pro nastavení aplikace odesílání dat

Tato skupina příkazů slouží pro nastavení parametrů aplikace odesílání zpráv. Příkazy jsou společné pro všechny módy. Jedná se o tyto příkazy:

```
wm868-THI4>app
?          - help
info      - print Rf APP info
sending   - set sending interval in secs.
measure   - set measure interval in secs.
wm868-THI4>
```

Pomocí příkazu **”app ?”** si zobrazíme výše uvedený výpis „HELP” pro sekci „Application”.

Pomocí příkazu **”app info”** si zobrazíme stav vybraných vnitřních registrů radiového subsystému. Tento příkaz slouží pouze pro diagnostiku modulu v dílně výrobce.

Příkaz **”app sending [number]”** slouží pro nastavení opakovací periody odesílání informačních zpráv. Opakovací period vysílání se nastavuje v sekundách, takže pokud požadujeme, aby modul odesílal zprávy každou hodinu, nas-

tavíme hodnotu parametru "3600". Příklad kontroly aktuálního nastavení a následného provedení změny opakovací periody z 900 na 1800 sekund (30 minut):

```
wm868-THI4>app sending
Sending : 900 secs.
wm868-THI4>app sending 1800
Sending : 1800 secs.
wm868-THI4>
```

Po tomto nastavení bude modul vysílat informační zprávu každých 30 minut.

Příkaz „**app measure [number]**” slouží pro nastavení periody měření analogových hodnot (teplota, napětí...) v sekundách. Tato perioda by měla být vždy výrazně kratší než perioda odesílání zpráv. Změřená hodnota se po každém měření aktualizuje, ve zprávě „INFO” se odesílá aktuální hodnota v době odesílání zprávy. Příklad příkazu pro nastavení periody měření analogových hodnot na hodnotu 5 minut:

```
wm868-THI4>app measure
Measure : 60 secs.
wm868-THI4>app measure 300
Measure : 300 secs.
wm868-THI4>
```

3.1.9 Příkazy skupiny „System” pro ožívání a diagnostiku modulu

Tato skupina příkazů slouží pro počáteční kontrolu a nastavení parametrů modulu při jeho výrobě a ožívání a pro jeho diagnostiku v laboratoři výrobce. Příkazy jsou společné pro všechny vysílací módy, avšak některé z nich mají význam pouze pro nastavení módu "WACO". Jedná se o tyto příkazy:

```
wm868-THI4>system
?      - help
info   - print system info
rfa    - set RF address
txtest - run TX test
debug  - set debug level
dump   - [address] dump memory
modify - [address] modify memory
task   - print tasks
mbox   - print mailboxes
port   - print port A,B,C,H
mco    - set MCO output, 0-disable,1-enable
adc    - print ADC info
i2c    - I2C driver commands
ble    - ble commands
wm868-THI4>
```

Pomocí příkazu "system ?" si zobrazíme výše uvedený výpis „HELP” pro sekci „System”.

Pomocí příkazu "system rfa" si zobrazíme radiovou adresu modulu pro vysílací mód WACO. Příkaz slouží i pro počáteční zadání radiové adresy, kterou však lze zadat pouze jednou a nelze ji přepsat.

Pomocí příkazu "system txtest [0/1]" zapneme nebo vypneme testovací vysílání ve vysílacím módu WACO. Použití příkazu je podrobněji popsáno v odstavci 3.1.5 "Příkazy pro konfiguraci vysílacího módu WACO".

Ostatní příkazy slouží výhradně pro nastavení základních parametrů modulu při jeho ožívání, nebo pro jeho diagnostiku v dílně výrobce. **Výrobce důrazně nedoporučuje jejich používání při běžném provozu modulu.**

3.1.10 Příkazy pro nastavení subsystému Bluetooth

Tuto skupinu příkazů si zobrazíme zadáním příkazu "ble":

```
wm868-THI4>ble
txp      - TX power in dBm
chmask   - Advertisement channel mask
advtout  - Advertisement timeout/period
conntout - Connection timeout
pin      - BLE pin
wm868-THI4>
```

Příkazy slouží výhradně pro nastavení základních parametrů modulu při jeho ožívování, nebo pro jeho diagnostiku v dílně výrobce. **Výrobce důrazně nedoporučuje jejich požívání při běžném provozu modulu.** Výjimkou je příkaz "pin", kterým lze zadat hodnotu PIN pro autorizaci připojení externího zařízení (mobilního telefonu) k modulu přes systém Bluetooth. I tento krok je vhodné konzultovat s výrobcem.

3.2 Nastavení parametrů modulu pomocí mobilní aplikace

Modul je vybaven bezdrátovým subsystémem Bluetooth Low Energy (dále „Bluetooth“, nebo „BLE“), který slouží pro jeho vzdálenou konfiguraci pomocí aplikace v **mobilním telefonu**. Modul lze takto konfigurovat na vzdálenost až několika metrů pouze pomocí mobilního telefonu kategorie „smartphone“ s nainstalovanou aplikací „Softlink Konfigurátor“, která je dostupná pro mobilní telefony s operačním systémem Android nebo IOS.

Popis připojení modulu k mobilnímu telefonu přes bezdrátové spojení Bluetooth a obecná pravidla pro provádění konfigurace modulu pomocí mobilní aplikace „Softlink Konfigurátor“ jsou popsány v kapitole 3 manuálu „Konfigurace zařízení produktové řady wacoSystem“.

Velkou výhodou nastavování modulu pomocí mobilní aplikace je komunikace přes uzavřený plastový kryt modulu, bez nutnosti jeho otevírání, nebo nastavení modulu umístěného na obtížněji přístupném místě (kupříkladu na stropu místnosti).

Konfigurace modulu z mobilní aplikace přes bezdrátové rozhraní Bluetooth má několik obecných kroků:

1. Mobilní aplikaci „Softlink Konfigurátor“ si stáhneme na úložišti „Google Play“ (Android) nebo „App Store“ (iOS). Pro vyhledání použijte klíčové slovo „Softlink“, aplikace se prezentuje pod názvem „BLE Konfigurátor“;
2. Pokud máte aplikaci nainstalovanou delší dobu, zkontrolujte si, zda máte nejnovější verzi aplikace (menu „Zkontroluj aktualizace“) a stáhněte si nejnovější sadu konfiguračních formulářů (menu „Aktualizuj formuláře“). K tomu je nutné aktivovat připojení k Internetu;
3. Na mobilním telefonu aktivujte systém Bluetooth, nebo povolte aplikaci zapínání Bluetooth při spuštění aplikace;
4. Ujistěte se, že modul je zapnutý a spusťte aplikaci. Na obrazovce se objeví seznam zařízení se zapnutým vysílačem Bluetooth. Podle MAC adresy najdete v seznamu konfigurované zařízení (MAC Bluetooth je napsaná na výrobním štítku konfigurovaného modulu);
5. Připojte se ke konfigurovanému zařízení tlačítkem se symbolem Bluetooth;
6. Při prvním připojení k danému zařízení může aplikace požadovat zadání autorizačního PIN (defaultně "123456"). Proběhne normální proces připojení, stejný jako u jiných zařízení Bluetooth. Proces je ukončen zprávou „Připojen k zařízení“;
7. Celý proces připojení můžeme zjednodušit načtením QR-kódu. Kliknutím na tlačítko „SCAN QR CODE“ se zapne kamera telefonu, kterou nasnímáme QR-kód na štítku mobilu. Pokud se dostane QR kód do zorného pole kamery, modul se automaticky připojí k aplikaci;
8. Po připojení modulu k aplikaci klikneme na volbu „Konfigurace“ ve spodní části formuláře (nebo „vylistujeme“ konfigurační formulář pohybem prstu do strany). Klikneme na tlačítko „ZAHÁJIT (INIT)“, čímž se načte úvodní formulář „Detail zařízení“ s vypsanými základními parametry zařízení;
9. Dále provádíme konfiguraci parametrů s použitím konfiguračních formulářů. Každý formulář je zaměřen na nějakou oblast konfigurace (kupříkladu formulář „Nastavení sítě“ je určen pro nastavení komunikace se sítí). Formulář vybereme ze seznamu, který se otevře kliknutím na tlačítko „VYBER FORMULÁŘ“;
10. Ve formuláři kontrolujeme a případně měníme jednotlivé parametry, a to buďto přímou editací pole, nebo výběrem z přednastavených hodnot. Po každé editaci/výběru stiskneme "Uložit", čímž se položka zavře. Po editaci všech požadovaných položek ve formuláři uložíme celou sadu parametrů do paměti modulu pomocí tlačítka „ZAPSAT (SET)“. Vyskočí dialogové okno náповědy s informací „Provádím SET“, které po dokončení operace zmizí;
11. O úspěšnosti operace se lze přesvědčit stažením konfiguračních parametrů přímo z modulu pomocí tlačítka „NACÍST (GET)“, kdy se ve formuláři objeví ty hodnoty parametrů, které má modul aktuálně uložené paměti;

Aplikace „Softlink Konfigurator“ aktuálně nabízí pro konfiguraci modulu WM868-THI4 pět konfiguračních formulářů, které umožňují kontrolu a nastavení všech parametrů modulu, které jsou potřebné pro jeho instalaci a běžný provoz. Aplikace se však kontinuálně rozvíjí a její možnosti a funkce se postupně rozšiřují.

„**Administrační formulář**“ slouží pro kontrolu funkčnosti modulu. Obsahuje výpis hlavních provozních parametrů a tlačítko pro spouštění funkce. Formulář obsahuje tyto needitovatelné informace:

- tlačítko **RESET** pro reset modulu
- hodnota **Uptime** od posledního resetu
- hodnota **měřená teplota**
- hodnota **napětí baterie**
- aktuální **teplota procesoru**
- **statistika přenosu paketů** od resetu

Formulář „**Základní nastavení**“ slouží pro nastavení parametrů komunikace. Formulář obsahuje tyto informace a nástroje:

- nastavení **periody odesílání** informačních zpráv
- nastavení **komunikačního módu**

Formulář „**Nastavení WACO**“ slouží pro nastavení parametrů pro komunikaci ve vysílacím módu WACO. Formulář obsahuje tyto informace a nástroje:

- tlačítko volby **Nastavit WACO** pro přepnutí do vysílacího módu WACO
- nastavení **radiové adresy** pro mód WACO
- nastavení **skupinové adresy** (Group Address)
- nastavení **frekvenčního kanálu** (Channel)
- nastavení **max. počtu skoků** (Hop Count)
- nastavení **vysílacího výkonu**
- nastavení **délky přijímacího okna** (RX TimeOut)
- nastavení **funkce detekce nosné** (Carrier Detect)

Formulář „**Nastavení WMBUS**“ slouží pro nastavení parametrů pro komunikaci ve vysílacím módu Wireless M-Bus. Formulář obsahuje tyto informace a nástroje:

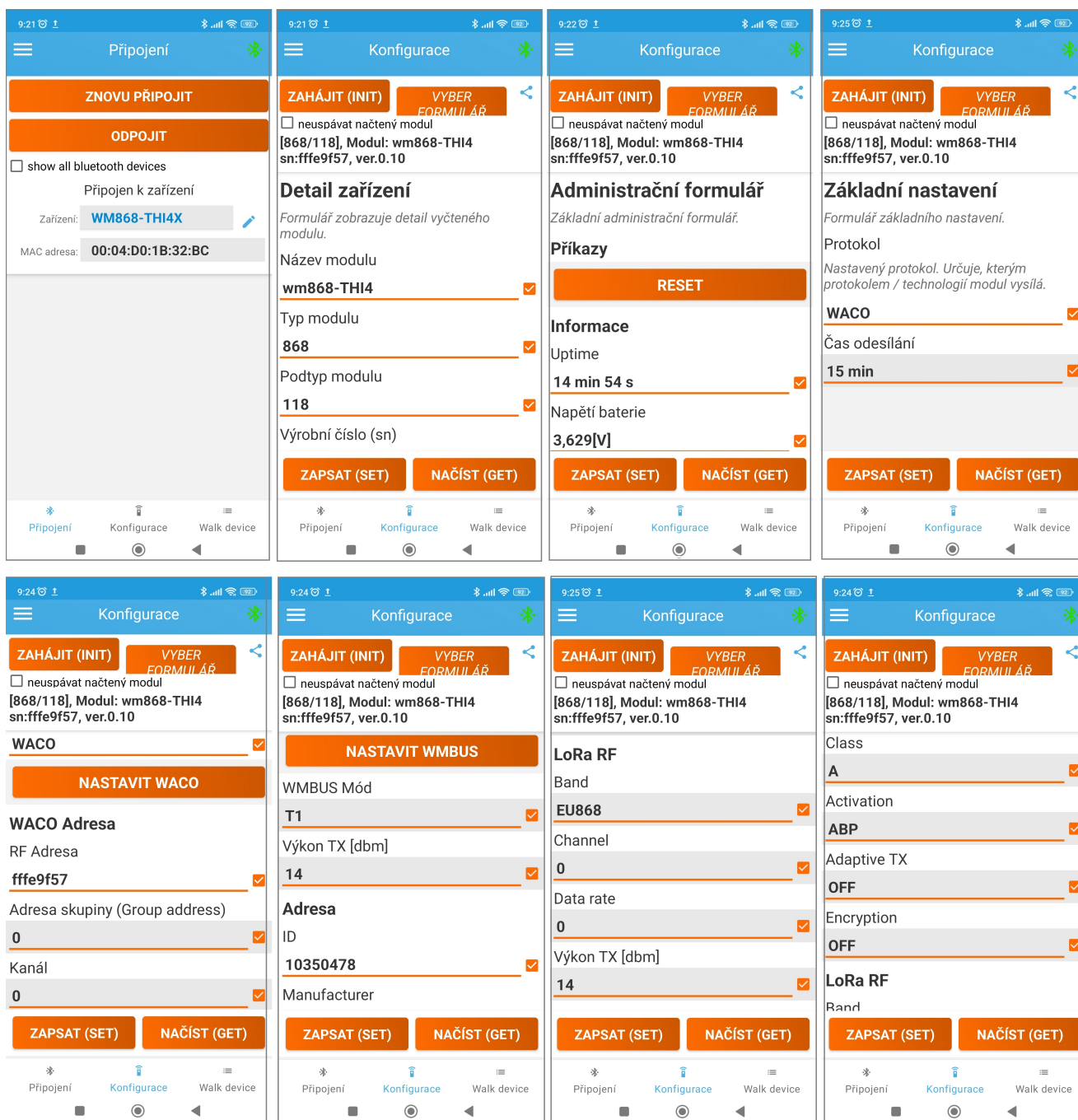
- tlačítko volby **Nastavit WMBUS** pro přepnutí do vysílacího módu WMBUS
- nastavení **módu** protokolu Wireless M-Bus
- nastavení **vysílacího výkonu**
- nastavení **M-Bus adresy** (M-Bus ID)
- nastavení **kódu výrobce** (Manufacturer)
- nastavení **čísla verze/adresace** (Version)
- nastavení **kódu média** (Medium)
- nastavení **šifrovacího klíče** pro vysílací mód WMBUS

Formulář „**Nastavení LoRa**“ slouží pro nastavení parametrů pro komunikaci ve vysílacím módu LoRa. Formulář obsahuje tyto informace a nástroje:

- tlačítko volby **Nastavit LORA** pro přepnutí do vysílacího módu LoRa
- nastavení **síťové adresy** protokolu LoRa
- nastavení **Network Session Key**
- nastavení **Application Session Key**
- nastavení **Application Session Key**
- nastavení **Application Key** (Root Key)
- nastavení **Join EUI**
- nastavení třídy zařízení **Nepoužívat!**
- nastavení **módu aktivace** (ABP/OTAA)
- povolení funkce adaptivního výkonu **Nepoužívat!**
- povolení **enkrypce aplikačních dat**
- nastavení **frekvenčního pásma**
- nastavení **frekvenčního kanálu**
- nastavení **datové rychlosti** (Data Rate)
- nastavení zpoždění **Receive Delay**
- nastavení zpoždění **Join Delay**
- nastavení Acknowledge Limit **Nepoužívat!**
- nastavení Acknowledge Delay **Nepoužívat!**
- nastavení Acknowledge Timeout **Nepoužívat!**

Význam jednotlivých parametrů je podrobně popsán v sekci 3.1 „Nastavení parametrů modulu WM868-THI4 konfiguračním kabelem”.

Náhled obrazovek jednotlivých konfiguračních formulářů je na obrázku 4.



Obr. 4: Náhled formulářů pro nastavení modulu WM868-THI4 pomocí mobilní aplikace

3.3 Nastavení parametrů modulu ze vzdáleného počítače pomocí zpětného kanálu

Modul WM868-THI4 podporuje komunikaci v tzv. **zpětném kanálu** (od centrální aplikace k modulu) ve vysílacím módu WACO a LoRa. Možnosti obousměrné komunikace přes zpětný kanál lze využít pro dálkové nastavení parametrů ze vzdáleného počítače. Zpětný kanál se z důvodu šetření baterie otevírá vždy pouze na krátkou dobu, navazující na vysílání dat (viz nastavení přijímacího okna ve vysílacím módu WACO a LoRa), v této době může modul přijmout zprávu od centrální aplikace, která je pro něj připravená v BackEndu, nebo v komunikační bráně sítě.

Zprávy ve zpětném směru sloužící pro nastavení parametrů modulu (tzv. „nastavovací zprávy”) jsou kódovány protokolem NEP, takže mají v podstatě stejnou strukturu, jako zprávy odesílané modulem ve vysílacím módu

WACO a LoRa. První proměnnou v každé nastavovací zprávě je vždy **typ zprávy**. Nastavovací zprávy jsou vždy typu **"SET"** (OiD 63 = "1"). Za touto proměnnou následuje jedna nebo více proměnných, u kterých je požadována změna.

Modul WM868-THI4 provede nastavení požadovaných parametrů (update zadaných proměnných) a pošle zpět zprávu typu **"RESPONSE"** (OiD 63 = "4"), která obsahuje hodnoty změněných proměnných po provedení změny.

Pomocí nastavovacích zpráv zpětného kanálu lze nastavovat stejné parametry, jako při nastavování modulu pomocí rádia, nebo mobilní aplikace, protože oba způsoby pracují na stejném principu. Podrobnější informace o možnostech komunikace přes zpětný kanál lze získat dotazem u výrobce modulu.

4 Struktura datové zprávy modulu

Struktura datové zprávy se liší dle nastavené komunikační technologie viz tabulka 4.

Tab. 2: Přehled komunikačních protokolů modulu WM868-THI4

rádiová technologie	komunikační protokol
WACO	NEP
LoRa	NEP
wM-BUS	M-BUS

Nastavení volby rádiové technologie se věnuje kapitola 3.1.3

4.1 WACO

Modul komunikuje s ostatními prvky rádiové sítě WACO prostřednictvím datových zpráv komunikačního protokolu WACO SLRF, který respektuje standardní komunikační ISO/OSI model, vyznačuje se vysokou efektivností a spolehlivostí a umožňuje vysokou variabilitu komunikace a její otevřenost pro realizaci různorodých aplikací. Struktura jednotlivých komunikačních vrstev protokolu WACO SLRF je znázorněna na obrázku 5.

Ping	Test	Mgmt & Alarms	Virtual Bus	LPD Mgmt	...
Network Layer: WACO SLRF Network Protocol					
Link Layer: Data packets 63 Byte, CRC16					
Physical Layer: GFSK modulation, 38.4 kbps					

Obr. 5: Struktura komunikačních vrstev protokolu WACO SLRF

Datové zprávy („pakety“) protokolu WACO SLRF mají maximální délku 63 Byte a jsou na začátku ohraničeny preambulí a synchronizačními bity (celkem 6 Byte), na konci jsou chráněny 16-bitovým kontrolním kódem (CRC).

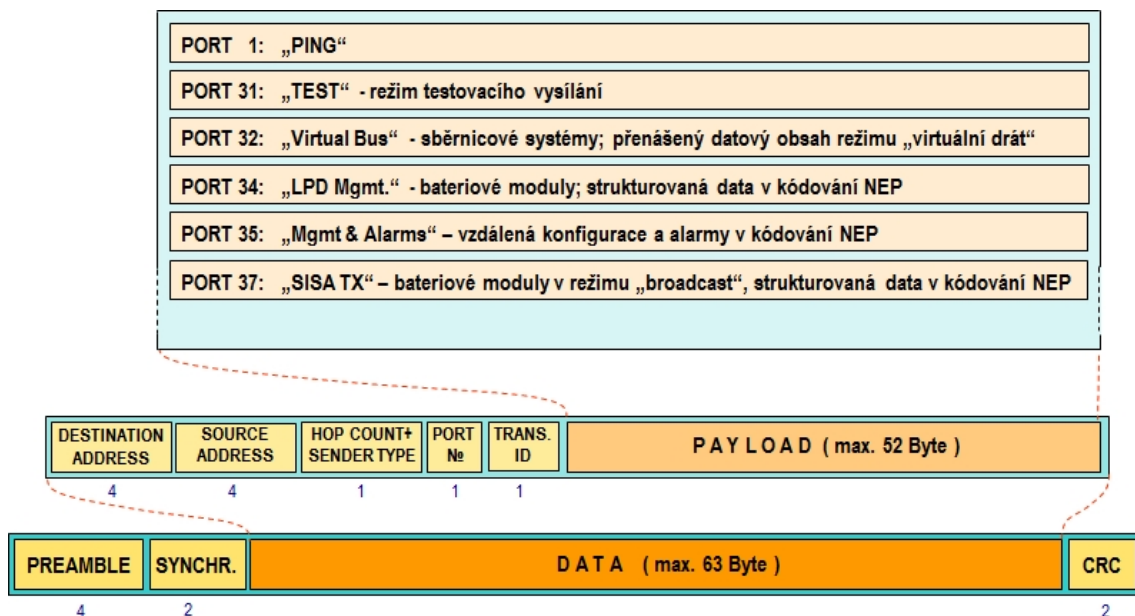
Každá datová zpráva obsahuje pevnou hlavičku o délce 11 Byte a samotný datový obsah („Payload“) o velikosti maximálně 52 Byte. Hlavička zprávy je velmi jednoduchá a obsahuje pouze informace důležité pro směrování paketu (zdrojová a cílová adresa, počet povolených retranslací, číslo transakce) a informaci o typu aplikace, pro kterou je daný paket určen („číslo portu“). Typem aplikace je určen i způsob kódování datového obsahu. Struktura datové zprávy protokolu WACO SLRF je znázorněna na obrázku 6.

Modul WM868-THI4 slouží pro měření teploty a vlhkosti v interiérech a odesílání údajů o teplotě/vlhkosti do rádiové sítě WACO prostřednictvím zpráv typu „INFO“. Přenos zpráv „INFO“ probíhá v aplikaci typu „SISA_TX“ (číslo portu 37) skupiny „LPD Management“ (LPD=Low Power Devices), používané pro sběr dat z bateriově napájených zařízení. Tato zařízení komunikují v tzv „aktivním módu“, kdy zařízení aktivně odesílá data v nastavitelných intervalech a nečeká na potvrzení přijetí zprávy. Obsahem zprávy „INFO“ modulu WM868-THI4 jsou tyto proměnné:

- aktuální hodnota **systemového času** modulu v sekundách (OID=13)
- **doba běhu systému** (Uptime) v sekundách (OID=12)
- aktuální hodnota **napětí napájecí baterie** v milivoltech (OID=106/1)
- aktuální hodnota **teploty teploměrného čidla** v desetinách stupně Celsia (OID=105/1)
- aktuální hodnota **teploty procesoru** modulu v desetinách stupně Celsia (OID=105/2)
- aktuální hodnota **relativní vlhkosti** modulu v desetinách procenta (OID=90/1)
- **označení „podtypu“** (modifikace) zařízení (OID=3)

Jednotlivé proměnné jsou do datového obsahu zprávy kódovány pomocí proprietárního systému kódování „NEP“ firmy SOFTLINK, kdy každý typ proměnné má své označení „OID“ (Object ID), určující význam, charakter a datový typ dané proměnné. U proměnných, které se mohou používat vícenásobně (několik vstupů, teplot, napětí...) je povinným údajem i pořadové číslo proměnné („Index“). Tabulka kódování „NEP“ je udržována centrálně firmou SOFTLINK a je dostupná na veřejné WEBové adrese [NEP Page](#). Náhled tabulky „NEP“ pro kódování proměnných v systému WACO je uveden na obrázku 7.

Je-li příjemcem zpráv „INFO“ z modulu „sběrná jednotka“ systému WACO (viz odstavec 1.4 „Použití modulu“), dekódování zpráv a jejich transformaci do kódování systému M-Bus provede sběrná jednotka.



Obr. 6: Struktura datové zprávy systému WACO

OID	Type	Index	R/O	Name	Description
1	T_STRING	x	✓	OID_NAME	Device name
2	T_UNUMBER	x	✓	OID_TYPE	Device type
3	T_UNUMBER	x	✓	OID_SUBTYPE	Device subtype
4	T_OCTETS	x	✓	OID_MANUF	Manufacturer #
5	T_UNUMBER	x	✓	OID_HWVER	HW Version
6	T_UNUMBER	x	✓	OID_HWREV	HW Revision
7	T_UNUMBER	x	✓	OID_SWVER	SW Version
8	T_UNUMBER	x	✓	OID_SWREV	SW Revision
9	T_STRING	x	x	OID_LOCATION	Location
10	T_STRING	x	x	OID_CONTACT	Contact

Obr. 7: Náhled tabulky "NEP" pro kódování proměnných v systému WACO

Je-li příjemcem zpráv "INFO" od modulu jiná aplikace, musí být vybavena dekodovacím programem pro práci s protokolem radiové sítě WACO (tzv. „WACO Driver“), jehož součástí je i NEP-dekodér. Systém kódování "NEP" má obecně platná pravidla, takže je zajištěno dekodování hodnot všech proměnných i v tom případě, pokud dekodovací systém na přijímací straně „nezná“ některý typ přijaté proměnné. V tomto případě dekodér vyhodnotí OID, index a hodnotu proměnné, pouze k ní nedokáže přiřadit její název a význam. Analyzátor radiového provozu systému WACO RFAN 3.x má implementovanou tabulku proměnných v konfiguračním souboru "oids.xml". Pokud je tato tabulka zastaralá a modul posílá zprávy obsahující „neznámé“ proměnné, v tabulce proměnných se objeví řádky s neúplným popisem. V tomto případě doporučujeme nahradit konfigurační soubor analyzátoru "oids.xml" jeho nejnovější verzí, která je k dispozici u dodavatele analyzátoru.

Náhled zobrazení obou zpráv typu "INFO" modulu WM868-THI4 v tabulce „Packets“ analyzátoru RFAN 3.x je znázorněn na obrázku 8. Aktuální hodnoty proměnných obsažených v jednotlivých zprávách se zobrazí v okně „tooltip“ při umístění kurzoru nad oblast „Data“ dané zprávy.

Index	Time [s]	Δ T [s]	RSSI	Dst Addr	Src Addr	Hop	Tid	Device	Port	Crypt	Ack	Length	Data
1	14:11.135	0.000	-75	Broadcast	ffedf41	3	2	End	SISA_TX	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	26	3f2106032168c064013100c064023100c064033100c064043100
2	14:11.242	0.107	-74	Broadcast	ffedf41	3	3	End	SISA_TX	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	27	3f21060321680d230f8e3f0c220386c06a01320d6ec069023200de
3	29:11.169	0.000	-79	Broadcast	ffedf41	3	5	End	SISA_TX	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	27	3f21060321680d230f91c30c22070ac06a01320cec069023200de

Message type: INFO
Device subtype: 104
System (s): 1020355
Uptime (s): 1802
Voltage [mV][1]: 3308
Temperature[2]: 222

Obr. 8: Zobrazení zprávy "INFO" modulu WM868-THI4 v analyzátoru RFAN 3.x

4.2 LoRa

Datová zpráva odeslaná prostřednictvím rádiové technologie LoRa WAN je kódovaná pomocí protokolu NEP viz kapitola 4.1.

4.3 wM-Bus

Zprávy odesílané z modulu WM868-THI4 plně respektují normu EN 13757. Struktura hlavičky zprávy Wireless M-BUS modulu je uvedena v Tabulce č. 3.

Tab. 3: Struktura hlavičky zprávy Wireless M-BUS modulu WM868-THI4

Název	Délka (Byte)	Popis/význam
Délka zprávy (L)	1	Délka zprávy v Byte
Typ paketu (C)	1	"Spontaneous User Data"
ID výrobce (M)	2	"SFT" (kód výrobce Softlink)
Výr. číslo (A)	4	Identifikace modulu dle normy M-BUS (nastavitelné)
Verze (V)	1	Generace/verze modulu dle normy M-BUS (nastavitelné)
Médium (T)	1	Druh měřeného média dle normy M-BUS (nastavitelné)
Typ aplikace (Cl)	1	"Slave to Master, 4-Byte header, variable data format"

Hlavička Wireless M-BUS obsahuje úplnou identifikaci zařízení dle normy M-BUS (výrobce/médium/ verze/výrobní číslo) a informace o typu zprávy a formátu jejího obsahu. Délka hlavičky je 10 Byte (resp. 11 Byte i s údajem „Length“)

Zkrácená 4-Bytová hlavička M-Bus aplikační vrstvy zprávy obsahuje tyto údaje:

- položka „Pořadové číslo“ (Access No) se bude s každou odeslanou zprávou zvyšovat;
- položka „Status“ je v normálním stavu nulová, hodnota "04" („Low Power“) signalizuje nízké napětí baterie;
- položka „Signature“ obsahuje typ a parametr šifrování (pokud bez šifrování, tak "00 00“).

Položka zprávy „Signature“ se při opakování zprávy opakovačem modifikuje na "01 XX" (nižší bit prvního Byte se přepíše z "0" na "1").

5 Provozní podmínky

V této části dokumentu jsou uvedena základní doporučení pro dopravu, skladování, montáž a provoz radiových modulů typu WM868-THI4.

5.1 Obecná provozní rizika

Radiové moduly WM868-THI4 jsou elektronická zařízení napájená vlastní vnitřní baterií, která v krátkých intervalech měří teplotu okolního vzduchu a v nastavených intervalech odesílají radiovou zprávu s aktuálním údajem teploty a vlhkosti. Při provozu zařízení hrozí zejména následující rizika:

5.1.1 Riziko mechanického a elektrického poškození

Zařízení jsou uzavřena v plastových krabičkách s malými větracími štěrbinami, umožňujícími proudění vzduchu kolem měřicího senzoru. Štěrbinu o rozměrech 35 mm x 2 mm zabraňují přímé poškození elektronických součástí dotekem a statickou elektřinou, nezabraňují však mechanickému a elektrickému poškození zprostředkovaného tenkým nástrojem. Dalším možným rizikem poškození modulu je možnost poškození vodou. Modul je určen pro použití v suchém vnitřním prostředí s předpokládaným způsobem montáže na strop, nebo na zeď. Při běžném způsobu použití nejsou nutná žádná zvláštní opatření, kromě zamezení mechanického poškození silným tlakem a ořesy a zamezení vniknutí vody do modulu.

5.1.2 Riziko předčasného vybití vnitřní baterie

Zařízení jsou vybavena vnitřní baterií s dlouhou životností. Na životnost baterie mají zásadní vliv tyto faktory:

- skladovací a provozní teplota – při vysokých teplotách se zvyšuje samovybíjecí proud baterie, při nízkých teplotách se snižuje kapacita baterie. Optimální skladovací a provozní teploty jsou v rozmezí (0 ÷ 30)°C;
- četnost aktivace vysílače a přijímače.

Životnost baterie se zkracuje i v tom případě, pokud je radiová síť zahlcena hustým radiovým provozem, ke kterému může dojít zejména při instalaci několika stovek radiových modulů na stejném frekvenčním kanálu, při vysokém počtu instalovaných opakovačů, nebo při rušení frekvenčního kanálu „cizím“ zařízením. Tyto vlivy lze eliminovat správným návrhem topologie a parametrů radiové sítě a vhodným nastavením vysílací periody.

5.2 Stav modulů při dodání

Moduly jsou dodávány ve standardních kartonových krabicích. Moduly jsou standardně dodávány s vypnutým napájením. Výjimku tvoří moduly dodávané již s dodatečným utěsněním silikonovou výplní, které jsou dodávány se zapnutým napájením.

5.3 Skladování modulů

Moduly doporučujeme skladovat v suchých místnostech s teplotou v rozmezí (0 ÷ 30) °C. Pro zamezení zbytečného vybíjení baterie doporučujeme přechovávat zařízení s vypnutým napájením a aktivovat baterii až v průběhu montáže (výjimku tvoří moduly opatřené dodatečným utěsněním - viz odstavec 5.2).

5.4 Bezpečnostní upozornění

Upozornění! Mechanickou a elektrickou montáž a demontáž modulu musí provádět osoba s potřebnou kvalifikací v elektrotechnice.

5.5 Ochrana životního prostředí a recyklace

Zařízení obsahuje lithiovou nenabíjecí baterii. Při likvidaci zařízení je nutné baterii demontovat a likvidovat odděleně od zbytku zařízení v souladu s předpisy pro nakládání s nebezpečnými odpady. Poškozená, zničená nebo vyřazená zařízení nelze likvidovat jako domovní odpad. Zařízení je nutné likvidovat prostřednictvím sběrných dvorů, které likvidují elektronický odpad. Informace o nejbližším sběrném dvoru lze získat na příslušném správním úřadě.

5.6 Montáž modulů

Radiové moduly WM868-THI4 jsou uzavřeny v plastových krabicích s krytím IP20. Krabice se skládá ze dvou dílů:

- krabice modulu s deskou plošného spoje. Po dvou stranách krabice jsou větrací štěrby;
- víko krabice s výlisky označujícími místo pro provrtání díry pro šrouby, sloužící k uchycení modulu.

Pohled na oba díly modulu WM868-THI4 je zobrazen na obrázku 9.



Obr. 9: Sestava modulu WM868-THI4

Na obrázku obrázku 10 je na desce plošného spoje žlutou barvou vyznačena poloha vypínače baterie (jumperu), zelenou barvou je vyznačen konfigurační konektor.



Obr. 10: Detailní pohled na modul WM868-THI4

Montáž modulu provedeme tímto způsobem:

- tahem prstů nebo vhodným nástrojem (kupříkladu tenkým šroubovákem) sundáme z krabice modulu WM868-THI4 víko krabice;
- připevníme víko krabice na zeď, nebo na strop místnosti pomocí jednoho nebo dvou vrutů (*). Místa pro vyvrtání otvorů pro vruty jsou označena výlisky na vnitřní straně víka krabice. Nejdříve vyvrtáme otvory pro vruty ve víku krabice, podle nich si označíme na zdi místa pro vyvrtání otvorů pro hmoždinky. Pro upevnění použijeme běžné vruty přiměřených rozměrů (dle vlastností a materiálu podložky, kupříkladu 2,5 x 30 mm, nebo natloukací hmoždinku o průměru 6 mm). Víko krabice napevno přišroubojeme vruty ke zdi, nebo stropu;
- zapnutí vypínače baterie do polohy "ON" připojíme k modulu napájení;
- provedeme základní diagnostiku modulu a případně (nebyl-li modul nakonfigurován v přípravné fázi instalace) provedeme jeho nastavení pomocí kabelu (nebo rádiiem) dle postupu popsaného v části 3 „Konfigurace modulu“.

- nasadíme krabici modulu na připravené víko. Při montáži na zeď otočíme krabici tak, aby průduchy byly na horní a spodní straně krabice. Při montáži na strop můžeme nasadit krabici v libovolném směru;
- požaduje-li montážní postup nebo interní pravidla zákazníka plombování modulu (jako ochranu před možností ovlivnění), zaplombujeme modul přelepením spoje mezi oběma díly krabice nalepovací plombou.

() Vzhledem k minimální váze lze modul připravit i pomocí jednoho vrutu (nejlépe uprostřed krabice), nebo pomocí vhodného montážního lepidla. Pro krátkodobou instalaci lze modul připravit i oboustrannou lepicí páskou.*

Po provedení montáže vyplníme předepsanou dokumentaci (montážního protokol), nebo se ujistíme, zda jsme na dané místo namontovali správný modul dle montážního popisku, nebo projektové dokumentace. Případně ještě jednou ověříme funkčnost modulu pomocí analyzátoru, nebo komplexní kontrolou „konec-konec“ zobrazením měřených údajů v systému dálkového sběru dat.

Při výběru místa instalace modulu vezmeme do úvahy účel měření (rozvrstvení teploty v místnosti, proudění vzduchu...), ochranu modulu před možným mechanickým poškozením (instalace mimo provozně exponovaných míst, mimo dosah dětí apod.), i podmínky pro šíření radiového signálu mezi místem instalace modulu a komunikační bránou, opakovačem, nebo vhodnou odečítací pozicí systému Walk-By. Tyto podmínky lze buďto odhadnout na základě předchozích zkušeností, nebo provést měření síly signálu pomocí analyzátoru WACO RFAN 3.x. Hodnota minimální úrovně přijímaného signálu (RSSI) modulů řady WACO WM868 ve vysílacím režimu WACO je -105 dBm, při této úrovni však již není zajištěna žádná rezerva na dočasné „úniky“ signálu a je téměř jisté, že radiové spojení s modulem bude z času na čas vypadávat. Optimální úroveň přijímaného signálu (RSSI) je v rozsahu $- (80 \div 85)$ dBm.

5.7 Výměna modulu WM868-THI4

Při výměně modulu WM868-THI4 z důvodu poruchy na modulu, nebo z důvodu vyčerpání kapacity baterie postupujeme takto:

- byl-li modul zaplombován, před demontáží modulu zkontrolujeme, zda je v pořádku nalepovací plomba. Porušení plomby řešíme dle interních pravidel platných pro daného zákazníka/projekt;
- tahem prstů nebo vhodným nástrojem (kupříkladu tenkým šroubovákem) sundáme z krabice modulu WM868-THI4 víko krabice;
- vypnutím vypínače baterie na desce plošného spoje modul vypneme a viditelně označíme jako „vadný“. Případně vyplníme příslušný formulář (montážní list) či jinou předepsanou dokumentaci pro výměnu modulu;
- otevřeme nový modul a (není-li důvod vyměnit i původní víko) nasadíme krabici s novým modulem na původní víko místo původního modulu;
- zapnutím vypínače baterie připojíme k modulu napájení a provedeme základní diagnostiku a nastavení modulu podle postupu, uvedeného v části 5.9 „Kontrola funkčnosti modulu“. Zkontrolujeme a nastavíme zejména frekvenční kanál, počet skoků (pro vysílací režim WACO) a časové konstanty vysílače a přijímače.
- zapíšeme si identifikační údaje nového modulu a je-li to možné, okamžitě opravíme identifikaci modulu v databázi odečítacího systému;
- nasazením zbylého víka zkompletujeme původní vadný modul.

5.8 Demontáž modulu

Při demontáži modul otevřeme a demontujeme víko krabice ze zdi, stropu, či jiné podložky. Vypneme baterii a opět modul zkompletujeme (nasadíme víko na krabici). Modul po demontáži řádně označíme jako demontovaný a vyplníme příslušnou dokumentaci, předepsanou pro tento případ interními předpisy. Případně zajistíme deaktivaci modulu v systému dálkového odečítání.

5.9 Kontrola funkčnosti modulu

Po uvedení modulu do provozu (nebo po každé opravě a výměně modulu) doporučujeme provést kontrolu jeho základních funkcí:

- provedeme kontrolu nastavení základních parametrů modulu, zejména parametrů systému odesílání zpráv (vysílací mód, enkrypce, perioda vysílání, frekvenční kanál, vysílací výkon);
- provedeme kontrolu funkčnosti RF-subsystému pomocí analyzátoru RFAN 3.x. K tomu je nutné modul přepnout do vysílacího módu WACO a přijímat zprávy od modulu analyzátořem v režimu "Packets", nebo "Radar" (dle postupu popsaného v dokumentaci k analyzátoru), nejlépe s využitím funkce testovacího vysílání;

- provedeme komplexní kontrolu funkčnosti modulu, včetně správnosti zavedení modulu do systému sběru dat, provedeme kontrolou správnosti a aktuálnosti získaných dat přímo v systému sběru dat.

5.10 Provozování modulu WM868-THI4

Dálkové odečítání teploty pomocí modulů WM868-THI4 v automatickém odečítacím systému funguje zcela automaticky. Největší rizika jsou zde spojená s činností uživatele objektu, zejména riziko mechanického poškození modulů při manipulaci s předměty v místě instalace, riziko přemístění radiového modulu na jiné místo, nebo riziko zastínění signálu kovovým předmětem. Typickým důsledkem poškození je úplná ztráta spojení s modulem. Přemístění modulu se může projevit změnou úrovně přijímaného signálu od modulu, v důsledku čehož se může snížit spolehlivost odečítání teploty, nebo přerušit spojení s modulem.

Pro eliminaci těchto rizik doporučujeme pravidelně sledovat funkčnost odečtu teplot a v případě zjištění výpadků nebo nestandardních hodnot kontaktovat uživatele objektu, nebo provést fyzickou kontrolu na místě instalace.

Riziko předčasného vybití baterie lze snadno eliminovat respektováním doporučení, uvedených v odstavci [5.1.2](#).

6 Zjišťování příčin poruch

6.1 Možné příčiny poruch systému

Při provozu zařízení WM868-THI4 může docházet k poruchám, výpadkům funkčnosti, nebo jiným provozním problémům, které lze podle jejich příčiny rozdělit do následujících kategorií:

6.1.1 Poruchy napájení

Modul je napájen z vnitřní baterie s dlouhou dobou životnosti. Přibližná doba životnosti baterie je blíže specifikována v odstavci 1.4 „Použití modulu“. Na dobu životnosti baterie mají vliv okolnosti, podrobně popsané v odstavci 5.1.2 „Riziko předčasného vybití vnitřní baterie“.

Nízké napětí napájecí baterie se zpočátku projeví nepravidelnými výpadky v příjmu dat od daného modulu, později se radiové spojení s modulem přeruší úplně.

Baterie je zapájena na desce plošného spoje a pro její výměnu je nutná demontáž modulu. Výměnu baterie může provádět pouze osoba s odpovídající kvalifikací a zkušenostmi, při pájení baterie nekvalifikovanou osobou hrozí riziko poškození desky plošného spoje modulu. V modulech řady WACOSystem jsou používány pouze nejkvalitnější baterie, které byly pro daný účel pečlivě vybrány a otestovány. V případě výměny baterie uživatelem zařízení musí nová baterie svými parametry (typ, kapacita, napětí, proudové zatížení, samovybíjecí proud...) co nejvíce odpovídat originální baterii, výrobce modulu důrazně doporučuje použít pro výměnu stejný typ baterie, jaký byl v modulu použitý při jeho výrobě.

6.1.2 Poruchy systému

Za poruchu systému se považují zejména poruchy procesoru, paměti, vnitřního napájení, či jiné fatální poruchy, které způsobí úplnou nefunkčnost zařízení. Je-li zařízení ve stavu, kdy baterie má správné napětí a nevykazuje žádné známky vybití a zařízení přesto nekomunikuje přes konfigurační port, nereaguje na žádné konfigurační příkazy a tento stav se nezmění ani po provedení restartu modulu odpojením a opětovným připojením baterie, jedná se pravděpodobně o poruchu systému. Provedeme výměnu zařízení dle odstavce 5.7 a následně provedeme nastavení a kontrolu funkčnosti nového (vyměněného) zařízení. Pokud nové zařízení normálně funguje, označíme původní modul jako vadný a zaznamenáme údaje o výměně do provozní dokumentace podle interních pravidel.

6.1.3 Poruchy vysílače a přijímače

Pokud je modul napájen správným napětím, komunikuje přes komunikační port, reaguje na konfigurační příkazy a přesto odněj nebo přes něj neprochází radiové zprávy, příčinou může být porucha spojená s vysíláním nebo příjmem radiového signálu. Typickým příznakem poruch vysílání a příjmu jsou i stavy „částečné“ funkčnosti, které se projevují ve funkčnosti přenosu dat přes radiovou síť takto:

- modul přijímá data pouze od některých prvků radiové sítě, od jiných prvků sítě data nepřenáší;
- některé prvky radiové sítě nepřijímají data od daného modulu;
- v přenosu dat přes modul jsou časté výpadky (někdy data prochází, někdy ne).

Společnou příčinou výše popsaných poruch je nespolehlivý radiový přenos dat, který může být způsoben:

- nesprávným nastavením radiových parametrů modulu, zejména frekvenčního kanálu, počtu povolených retranslací, nebo vysílacího výkonu;
- trvalým nebo dočasným zastíněním signálu v důsledku stavebních úprav objektu, nebo v důsledku provozu v daném objektu (pohyb mechanismů, strojů, automobilů v blízkosti antény);
- trvalým, periodickým, nebo nepravidelným radiovým rušením radiové sítě parazitním signálem z vnějšího zdroje (provoz jiného systému ve stejném radiovém pásmu, průmyslové rušení);
- nízkou úrovní vysílacího signálu, způsobenou nesprávným nastavením výkonu vysílače, nebo poruchou vysílače;
- snížením úrovně vysílání a příjmu v důsledku poškozením anténního kabelu nebo antény;
- nízkou úrovní přijímaného signálu v důsledku poruchy antény, anténního kabelu, nebo přijímače.

Pokud se projevují výše popsané příznaky nespolehlivého radiového přenosu, postupujeme při vyhledávání a odstraňování příčin problému takto:

- provedeme vizuální kontrolu místa instalace modulu a zjistíme, zda v objektu nedošlo ke stavebním úpravám, nebo jiným změnám, které by mohly mít vliv na šíření radiového signálu. Případné negativní dopady takových změn a úprav řešíme organizačně, nebo změnou uspořádání prvků radiové sítě (redesign sítě);

- provedeme vizuální kontrolu antény a anténního kabelu, případně i výměnu těchto komponentů za jiné komponenty s ověřenou funkcí;
- provedeme kontrolu nastavení konfiguračních parametrů modulu (zejména parametrů dle odstavce 3.1.4) a kontrolu funkčnosti modulu dle odstavce 5.9;
- v případě výpadků komunikace s některým konkrétním prvkem (modulem) radiové sítě prověříme obdobným způsobem i funkčnost a nastavení tohoto prvku dle dokumentace k danému modulu;
- provedeme výměnu modulu dle odstavce 5.7 a následně provedeme nastavení a kontrolu funkčnosti nového (vyměněného) modulu dle odstavce 5.9;
- pokud po provedení výměny za okolností popsaných v předchozím bodě nefunguje správně ani vyměněný modul, může být příčinou problému lokální radiové rušení, nebo je příčina v konfiguraci modulu, kterou se nám nepodařilo odhalit. V tomto případě se obrátíme se žádostí o pomoc nebo podporu na výrobce, nebo jinou znalou osobu.

O tom, zda modul vysílá s přiměřenou úrovní vysílacího signálu, se můžeme přesvědčit i tak, že provedeme kontrolní příjem signálu pomocí kontrolního přijímače, pochůzkového systému, nebo analyzátoru radiového provozu ze vzdálenosti se zaručenou dobrou úrovní signálu (kupříkladu ze sousední místnosti). Pokud přijmeme od daného modulu zprávu s přiměřenou úrovní signálu (podobnou, jako od jiných modulů za srovnatelných podmínek), příčinou je nedostatečný příjem signálu v místě instalace přijímacího zařízení. K zeslabení signálu může dojít kupříkladu vlivem změny polohy modulu (přemístění, pootočení...), změny polohy antény, změny úrovně okolních rušivých signálů, nebo vlivem stavebních úprav v objektu (instalace mříže, umístění kovového předmětu do blízkosti radiového modulu...). Stejný vliv mohou mít i obdobné změny na straně přijímacího zařízení (komunikační brány). Problémy tohoto typu vyřešíme změnou uspořádání prvků radiové sítě tak, aby signál v místě příjmu při běžném provozu byl dostatečný.

6.1.4 Poruchy čidla

Typickým znakem poruchy čidla je načítání nesprávných hodnot teploty a/nebo vlhkosti, to jest stav, kdy data sice přichází od modulu pravidelně, ale hodnoty se odlišují od reality, nebo jsou zjevně nesmyslné. V tomto případě nejdříve vizuálně zkontrolujeme, zda nedošlo k nějakým změnám v okolnostech instalace (přemístění modulu, instalace/deinstalace zdroje tepla v okolí modulu...). Pokud není pro změnu indikované teploty nebo vlhkosti přirozené vysvětlení, zkontrolujeme identifikaci modulu v odečítacím systému (zda nedošlo k záměně zařízení). Pokud je modul nastaven v databáze odečítacího systému správně, jedná se s největší pravděpodobností o poruchu čidla. V tomto případě provedeme výměnu modulu podle odstavce 5.7.

6.2 Postup při určení příčiny poruchy

Při zjišťování pravděpodobné příčiny poruchy postupujeme takto:

1. Modul normálně komunikuje, data lze systémem on-line, nebo Walk-By odečíst, modul však udává zjevně nesprávné nebo podezřelé hodnoty teploty nebo vlhkosti, a to buďto za nějakých okolností, nebo trvale. V tomto případě zkontrolujeme funkčnost senzoru podle odstavce 6.1.4 „Poruchy čidla”.
2. Data přichází od modulu nepravidelně, v příjmu údajů od modulu jsou periodické výpadky. V tomto případě doporučujeme prověřit funkčnost jednotlivých subsystémů modulu v tomto pořadí:
 - prověřit funkčnost vysílání a příjmu dat dle odstavce 6.1.3 „Poruchy vysílače a přijímače”,
 - prověřit funkčnost baterie dle odstavce 6.1.1 „Poruchy napájení”,
 - prověřit funkčnost zařízení, které přijímá data od modulu WM868-THI4 dle dokumentace k danému zařízení.
3. Od modulu nepřichází žádná data. V tomto případě doporučujeme prověřit funkčnost jednotlivých subsystémů modulu v tomto pořadí:
 - prověřit správnost nastavení adresy daného modulu ve sběrném systému,
 - prověřit funkčnost napájení dle odstavce 6.1.1 „Poruchy napájení”,
 - prověřit funkčnost systému dle odstavce 6.1.2 „Poruchy systému”,
 - prověřit funkčnost vysílání a příjmu dat dle odstavce 6.1.3 „Poruchy vysílače a přijímače”.

UPOZORNĚNÍ: Modul WM868-THI4 je spolehlivé zařízení relativně jednoduché a odolné konstrukce, takže je velká pravděpodobnost, že jeho případná porucha je způsobena vnějšími okolnostmi instalace, zejména mechanickým poškozením, vniknutím vlhkosti, vybitím vnitřní baterie nebo poškozením vstupů indukovaným napětím v kabelu. Při každé výměně modulu z důvodu poruchy doporučujeme podle možností ověřit, zda příčinou poruchy nebyla jedna z těchto okolností a případně provést opatření k její eliminaci.

7 Závěr

Tento manuál je zaměřen na popis, parametry a možnosti konfigurace radiových modulů typu WM868-THI4 systému WACO, pracujících v pásmu 868 MHz, které jsou součástí produktové rodiny **wacoSystem** firmy SOFTLINK. Další informace o modulech typové řady WM868 (WACO), WB169 (Wireless M-Bus), WS868 (Sigfox), nebo NB (NB-IoT) najdete na webových stránkách výrobce:

www.wacosystem.com

www.softlink.cz

V případě zájmu o jakékoli informace, související s použitím radiových modulů řady WM868, WB169, WS868, NB či jiných zařízení výrobce SOFTLINK pro oblast telemetrie a dálkového odečítání měřičů spotřeby, se můžete obrátit na výrobce:

SOFTLINK s.r.o., Tomkova 409, 278 01 Kralupy nad Vltavou, Česká republika,

Telefon.: +420 315 707 111, e-mail: sales@softlink.cz, WEB: www.softlink.cz.