

Popis bezdrátové komunikace M-Bus pro měřiče SonoSelect 10 a SonoSafe 10

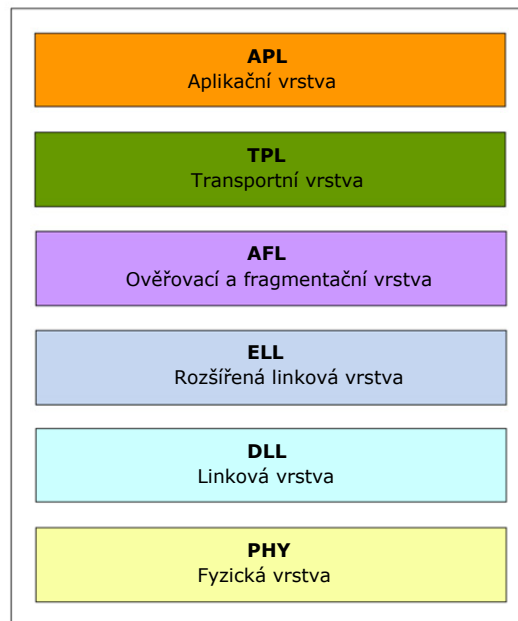


Obsah

1	Architektura	3
2	Jednosměrná komunikace	4
2.1	Režimy a požadavky	4
2.1.1	Kmitočtové pásmo	4
2.1.2	Režim T1, vysílač.....	4
2.1.3	Interval bezdrátového přenosu dat.....	4
2.1.4	Synchronní přenos zpráv měřiče	5
2.2	Linková vrstva a formát rámce	6
2.2.1	Dostupnost a obousměrná komunikace	8
2.3	Transportní vrstva (TPL)	9
2.3.1	Počet přístupů.....	9
2.3.2	Stavový bajt	10
2.3.3	Konfigurační pole.....	12
2.4	Aplikační vrstva (APL)	13
2.4.1	Maximální počet datových bajtů.....	13
2.4.2	DIF a VIF konfigurace datových záznamů	13
2.5	Příklad jednosměrných telegramů	14

1 Architektura

Obrázek 1 – Model vrstev M-Bus



Fyzická a linková vrstva jsou přítomny vždy. Transportní a použitá aplikační vrstva (pokud existuje) jsou vždy zavedeny polem CI transportní vrstvy. Volitelné vrstvy, jako ELL nebo AFL, jsou zavedeny speciálními poli CI. V takovém případě obsahuje zpráva M-Bus několik polí CI, která jsou vzájemně zřetězena.

2 Jednosměrná komunikace

Aby bylo možné realizovat bezdrátovou komunikaci M-Bus u bateriově napájeného bezdrátového modulu, je komunikace u měřičů SonoSelect a SonoSafe jednosměrná.

2.1 Režimy a požadavky

Bezdrátový modul od společnosti Danfoss podporuje režim T1 [EN 13757-4:2013].

Požadavky na režim T1 jsou uvedeny v následující tabulce:

2.1.1 Kmitočtové pásmo

Režim	Min.	Typ	Max.	Jednotka
T1	868,7	868,95	869,2	MHz

2.1.2 Režim T1, vysílač

Vlastnost	Symbol	Min.	Typ	Max.	Jednotk	Poznámka
Střední kmitočet		868,7	868,95	869,2	MHz	$\sim 60 \times 10^{-6}$ (ppm)
Odchylka FSK		± 40	± 50	± 80	kHz	
Rychlost přenosu zlomků	$f_{\text{chip}2}$	90	100	110	kHz/s	
Variace rychlosti v rámci hlavičky + rámce	D_{fchip}		0	± 1	%	
Rychlost přenosu dat (a) při kódování 3 z 6	$f_{\text{chip}2}$		$f_{\text{chip}} * 2/3$		b/s	
Délka preambule včetně synchronizace bitů/bajtů	PL	48		64	zlomek	
Délka postambule (b)		2		8	zlomek	

(a) Z důvodu kódování 3 z 6 je každý polobajt (4 bity) kódován jako 6 zlomků.

(b) Postambule se skládá nejméně ze dvou střídajících se zlomků. Pokud byl poslední zlomek CRC nula, minimální postambule bude „10“, jinak bude „01“.

Kmitočtové pásmo bez licence 868–870 MHz má omezení celkové průměrné doby trvání pracovního cyklu přenosu za hodinu, které činí pro režim T1 0,1 %.

2.1.3 Interval bezdrátového přenosu dat

Aby byla navzdory možným kolizím zajištěna 95 % pravděpodobnost příjmu, každý telegram je odeslán v rámci maximální doby aktualizace nejméně dvakrát (datové záznamy v telegramu jsou aktualizovány před příštím přenosem).

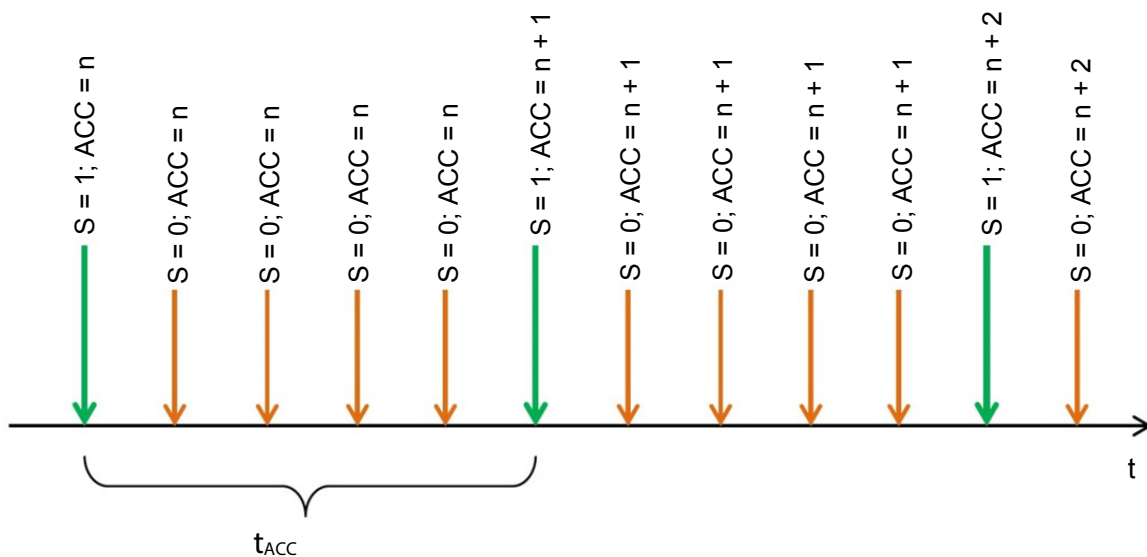
Standard OMS doporučuje interval aktualizace 15 minut, aby byla zajištěna více než 95 % pravděpodobnost příjmu za hodinu v rámci rozsahu příjmu koncentrátoru dat.

2.1.4 Synchronní přenos zpráv měřiče

Aby byla zajištěna lepší životnost baterie „ostatních“ zařízení (koncentrátory dat, opakovače a podobně), měřič podporuje striktní časové schéma přenosu. Časové schéma je implementováno podle standardu OMS.

Pro režim T je maximální nominální interval přenosu t_{NOM} 15 minut.

Další asynchronní přenosy jsou povoleny a na následujícím obrázku je uveden synchronní bit a počet přístupů:



Popis:

S S = 1: synchronní datagram; S = 0: asynchronní datagram
 ACC Počet přístupů
 t_{ACC} individuální interval přenosu z datagramu s počtem přístupů ACC=n do dalšího synchronního přenosu s ACC=n+1

Synchronní zprávy pro jednosměrné měřiče jsou odesílány v rámci SND-NR a počet přístupů a synchronní bit se používají k časování synchronizace. Nastavují se v konfiguračním poli transportní vrstvy.

Synchronní zpráva je přenášena v individuálních intervalech přenosu, které se měří od začátku zprávy do začátku další zprávy. Interval lze vypočítat podle následujícího vzorce.

$$t_{\text{ACC}} = (1 + (|n_{\text{ACC}} - 128| - 64) / 2048) * t_{\text{NOM}}$$

$$t_{\text{NOM}} = n * 2 \text{ s}$$

t_{ACC} je individuální interval přenosu od zprávy s n_{ACC} do další zprávy.

n_{ACC} je hodnota počtu přístupů (0–255)

t_{NOM} je pevný nominální přenosový interval, který ale musí být kratší než 15 minut.

n je pevné kladné celé číslo, v našem případě 450 (tudíž specifikuje t_{NOM} 15 minut)

Číslo n_{ACC} se po nabytí hodnoty 256 zvyšuje znovu od nuly, a to pouze po každém synchronním přenosu. Počet přístupů je společností Danfoss inicializován jako náhodné číslo, aby se zabránilo systematickým kolizím.

Nekumulativní fluktuace nominálního intervalu přenosu splňuje následující požadavky:

$t_{NOM} < 300$ s je kratší než ± 1 ms

$t_{NOM} \geq 300$ s je kratší než ± 3 ms

Synchronní zpráva není svázána s událostmi jako například zapnutí napájení.

2.2 Linková vrstva a formát rámce

Pro úplnou podporu standardu OMS je použit formát rámce A. Linková vrstva není šifrována a má pevnou délku 10 bajtů (bez CRC). Formát je následující:

Pole L	Pole C	Pole M	Pole A	Pole CRC
1 bajt	1 bajt	2 bajty	6 bajtů	2 bajty

Pole L

Pole L definuje počet bajtů aktivních dat, která vytváří telegram bez CRC a pole L. Tento bajt indikuje zařízení master velikost telegramu.

Pole C

Pro jednosměrné měřiče je vyžadována jen podpora **SND-NR pole C (44H)**. Měřič nebude podporovat instalační telegram SND-IR (46H), který je volitelný.

Pole M

Pole výrobce se počítá z ASCII kódu ID výrobce podle normy EN 62056-21 (Tři velká písmena podle následujícího vzorce:

ID výrobce =

$[\text{ASCII}(1. \text{ písmeno}-64)] * 32 * 32 + [\text{ASCII}(2. \text{ písmeno}-64)] * 32 + [\text{ASCII}(3. \text{ písmeno}-64)]$

Danfoss A/S má označení DFS, což vytváří kód výrobce **10D3H**.

Kód musí být vložen jako LSB.

Pole A

Pole adresy obsahuje jedinečnou adresu, číslo verze a typ zařízení. Stejně jako u kabelového M-Bus je adresa odvozena od sériového čísla.

Sériové číslo má následující formát:

sssswwNNyyww

Sekundární adresa má následující formát:

ywwsssss

Číslo verze je odvozeno od jedinečné adresy a je specifické pro daného výrobce. Společnost Danfoss zvolila hodnotu 01H pro SonoSafe 10 a 02H pro SonoSelect 10.

Poslední bajt určuje typ zařízení a měřič indikuje, zda je nakonfigurován jako měřič tepla, chladu nebo kombinovaný, a zda je nainstalován na přívodním nebo vratném potrubí.

CRC

Kontrolní součet je CRC-16 DNP s počáteční hodnotou 0. Polynomní CRC je

$$x^{16} + x^{13} + x^{12} + x^{11} + x^{10} + x^8 + x^6 + x^5 + x^2 + 1$$

CRC se počítá na základě předchozího bloku a generuje se v souladu s FT3 normy EN 60870-5-1.

Formát rámce A, druhý blok

Druhý blok vždy obsahuje pole CI a má následující formát:

Pole CI	Datové	Pole CRC
1 bajt	15, nebo v případě posledního bloku (((L-9) MOD 16)-1) bajtů	2 bajty

Pole CI

První bajt druhého bloku je pole CI. Specifikuje typ protokolu, kterým se řídí. Pole CI může deklarovat aplikační vrstvu, transportní vrstvu, rozšířenou linkovou vrstvu a podobně.

Měřič podporuje následující pole CI.

Pole CI (Hex)	Funkce/Vrstva	Typ hlavičky
7A	Odpověď	Krátká
8C	Rozšířená linková vrstva (a)	Krátká
90	Ověřovací a fragmentační vrstva (a)	Proměnná

Formát rámce A, volitelné bloky

Volitelné bloky obsahují následné bloky s následujícím formátem:

Datové pole	Pole CRC
16, nebo v případě posledního bloku ((L-9) MOD 16) bajtů	2 bajty

2.2.1 Dostupnost a obousměrná komunikace

Měřič je jednosměrný, což znamená, že neposkytuje žádná přístupová okna.

2.3 Transportní vrstva (TPL)

Transportní vrstva je zapotřebí pro telegram, který obsahuje aplikační data.

Transportní vrstva potřebná pro bezdrátovou jednosměrnou komunikaci vyžaduje krátkou hlavičku (CI = 7AH). Zprávy s krátkou hlavičkou používají identifikaci měřiče uvedenou v linkové vrstvě.

Krátká hlavička obsahuje:

- Počet přístupů
- Stavový bajt
- Konfigurační pole

Příklad krátké hlavičky:

Vlastnost	Popis	Bajty (hex)
Pole CI	Krátká hlavička	7A
Počet přístupů	Sdílený počet přístupů k měřiči	2A
Stav	Chyby a upozornění stavu sběrnice M-Bus	00
Konfigurační pole	NNNNCCHHb (2 zašifrované bloky)	20
Konfigurační	BAS0MMMb (jednosm., synch., AES režim 5)	25
AES-Verify	Ověření šifrování	2F
AES-Verify	Ověření šifrování	2F

2.3.1 Počet přístupů

Počet přístupů v transportní vrstvě se zvyšuje o jedničku (a pouze o 1) s každým synchronním přenosem. Asynchronní zprávy použijí počet přístupů posledního synchronního přenosu. Počet přístupů je vždy použit u telegramů SND-NR.

Po zapnutí měřiče je hodnota počtu přístupů nastavena náhodně jako číslo z intervalu 0–255. Během provozu se tato hodnota nikdy neresetuje.

2.3.2 Stavový bajt

Stavové bajty se používají k indikaci různých chyb do zařízení master. Chyby jsou uvedeny v následující tabulce:

Bit	Význam s nastaveným bitem	Význam s nenastaveným bitem
0,1	Viz tabulka 5	Viz tabulka 5
2	Nedostatečné napájení	Napájení OK
3	Trvalá chyba	Není trvalá chyba
4	Dočasná chyba	Není dočasná chyba
5	Podle výrobce	Podle výrobce
6	Podle výrobce	Podle výrobce
7	Podle výrobce	Podle výrobce

Tabulka 1 – Kódování stavového pole

Stavový bit 1 bit 0	
0 0	Žádná chyba
0 1	Aplikace zaneprázdněna
1 0	Libovolná chyba aplikace
1 1	Abnormální stav/alarm

Tabulka 2 – Aplikační chyby kódované stavovým polem

Stavový bit bude použit v následujícím významu:

Nedostatečné napájení:

Varování – Bit „Nedostatečné napájení“ signalizuje jen přerušení externího napájení, nebo konec životnosti baterie.

Trvalá chyba:

Chyba – Bit „Trvalá chyba“ je nastaven jen tehdy, když měřič signalizuje fatální chybu zařízení, která vyžaduje servisní zásah.

Dočasná chyba:

Varování – Bit „Dočasná chyba“ je nastaven jen tehdy, když měřič signalizuje menší chybu, která nevyžaduje okamžitý servisní zásah. Může se jednat o chybu, která časem zmizí.

Libovolná chyba aplikace:

Chyba aplikace se použije k signalizaci chyby, ke které došlo během interpretace nebo spuštění přijatého příkazu, například zprávy, kterou nelze dešifrovat.

Abnormální stav:

Použije se, když správně fungující aplikace detekuje abnormální chování, například trvale vysoký průtok.

Jako stavový bajt se pošle číslo nejkritičtější aktivní chyby (chyba zobrazená na displeji). Nejkritičtější chyba je E1 a nejméně kritická je E32.

V následující tabulce je uvedena bitová kombinace.

Číslo chyby E	E1	E2	E3	E4	E5	E6	E7	E8	E9	E10	E11	E12	E13
Hexa- decimální kód	0x08	0x10	0x28	0x04	0x24	0x30	0x50	0x70	0x90	0xB0	0xD0	0xF0	0x48
Číslo chyby E	E14	E15	E16	E17	E18	E32							
Hexa- decimální kód	0x40	0x44	0x60	0x62	0x13	0x92							

Typ chyby	Číslo chyby E
Nedostatečné napájení	E4, E5, E15
Trvalá chyba	E1, E3, E13
Dočasná chyba	E2, E6, E7, E8, E9, E10, E11, E12, E14, E16, E17, E18, E32

2.3.3 Konfigurační pole

Konfigurační pole deklaruje způsob šifrování dat a délku zašifrovaných dat. Bity MMMMM se používají k označení režimu šifrování a velikost konfiguračního pole může být v závislosti na těchto bitech 2–3 bajty.

Měřič používá režim šifrování 5, což je metoda symetrického šifrování používající AES128 s CBS, speciální vektor inicializace a statický klíč. Klíč lze u každého měřiče změnit v aplikaci SonoApp.

Konfigurační pole pro režim 5:

MS bit 15	Bit 14	Bit 13	Bit 12	Bit 11	Bit 10	Bit 9	Bit 8	Bit 7	Bit 6	Bit 5	Bit 4	Bit 3	Bit 2	Bit 1	LS bit 0
Obousměrná komunikace	Dostupnost	Synchronní	Bit režimu 4	Bit režimu 3	Bit režimu 2	Bit režimu 1	Bit režimu 0	Počet šifrovaných bloků	Počet šifrovaných bloků	Počet šifrovaných bloků	Počet šifrovaných bloků	Obsah zprávy	Obsah zprávy	Opakovaný přístup	Počítadlo přeskoků
B	A	S	M	M	M	M	M	Z	Z	Z	Z	C	C	R	F

Pro režim šifrování 5 je M vždy 05H, neboť označuje AES128 s CBS a statickým klíčem.

Za konfiguračním polem následuje sekvence dvou bajtů 2FH 2FH (ověření dešifrování). Tyto dva bajty jsou zašifrované a jedná se o poslední dva bajty vrstvy TPL.

Bit CC popisuje obsah zprávy. Kombinace bitů jsou uvedeny v následující tabulce.

Konf. bit 3	Konf. bit 2	Obsah zprávy
0	0	Standardní datová zpráva s nepodepsanými proměnnými daty měřiče
0	1	Podepsaná datová zpráva (data měřiče s podpisem schválená pro vyúčtování)
1	0	Statická zpráva (obsahuje parametr, definici OBIS a další datové body, které se nemění často)
1	1	Vyhrazen pro použití v budoucnu

Měřič používá hodnotu 00b.

2.4 Aplikační vrstva (APL)

2.4.1 Maximální počet datových bajtů

Protože je celkový počet zakódovaných bajtů omezen na 255 (FFH), maximální počet datových bajtů polí L, DLL, AFL, CRC a kódování nikdy nepřekročí 150 bajtů při spuštění režimu T a kódování 3 ze 6.

2.4.2 DIF a VIF konfigurace datových záznamů

Bezdrátový modul M-Bus podporuje stejné konfigurace DIF/VIF jako kabelový modul M-Bus. Výstup lze změnit pomocí aplikace SonoApp.

Standardní telegram OMS bezdrátové sběrnice M-Bus obsahuje následující záznamy a používá DIF uvedené v ():

- Energie (04H) (pro měřiče tepla, chladu nebo kombinované)
- Objem (04H) (pro měřiče tepla, chladu nebo kombinované)
- Aktuální čas (04H)
- Průtok (04H)
- Výkon (04H)
- Teplota v přívodním potrubí (02H)
- Teplota ve vratném potrubí (02H)
- Počítadlo hodin z výroby (04H)

2.5 Příklad jednosměrných telegramů

Příklad standardního telegramu SND-NR bez šifrování

Název pole	Hodnota (hex)	Popis	Vrstva
Pole L	39	Délka dat (57 bajtů)	Linková vrstva (DLL)
Pole C	44	Odeslání – Bez odpovědi	
Pole M	D3	Kód výrobce DFS	
Pole M	10	Kód výrobce DFS	
Pole A	78	Sekundární adresa LSB (BCD)	
Pole A	56	Sekundární adresa (BCD)	
Pole A	34	Sekundární adresa (BCD) (=12345678)	
Pole A	12	Sekundární adresa MSB (BCD)	
Pole A	02	Verze (SonoSelect)	
Pole A	04	Typ zařízení (médiu = vytápění)	
CRC 1	XX		
CRC 1	XX		
Pole CI	7A	Krátká hlavička TPL	Transportní vrstva (TPL)
Počet přístupů	01	Sdílený počet přístupů k měřiči	
Stav	00	Stav měřiče (čísla chyb)	
Konfigurační pole	30	Počet kódovaných bloků (3 bloky)	
Konfigurační pole	25	Jednosměrný, synch. bit, AES režim 5	
AES Verify	2F	Ověření šifrování	
AES Verify	2F	Ověření šifrování	
DR1	04	DIF (32bitové celé číslo)	Aplikační vrstva (APL)
DR1	06	VIF (energie 1 kWh)	
DR1	40	Hodnota, LSB	
DR1	E2	Hodnota	
DR1	01	Hodnota (= 123456 kWh)	
DR1	00	Hodnota, MSB	
CRC 2	XX		DLL
CRC 2	XX		
DR2	04	DIF (32bitové celé číslo)	Aplikační vrstva (APL)
DR2	14	VIF (Objem 0,01 m ³)	
DR2	F1	Hodnota, LSB	
DR2	FB	Hodnota	
DR2	09	Hodnota (= 654321 kWh)	
DR2	00	Hodnota, MSB	
DR3	04	DIF (32bitové celé číslo)	
DR3	6D	VIF (datum a čas, typ F)	
DR3	04	Hodnota, LSB	
DR3	28	Hodnota	
DR3	15	Hodnota (=21.04.16 08:04)	

DR3	24	Hodnota, MSB	
DR4	04	DIF (32bitové celé číslo)	
DR4	3A	VIF (průtok 0,1 l/h)	
DR4	6F	Hodnota, LSB	
DR4	62	Hodnota	
CRC3	XX		DLL
CRC3	XX		
DR4	00	Hodnota (= 2519,9 l/h)	Aplicační vrstva (APL)
DR4	00	Hodnota, MSB	
DR5	04	DIF (32bitové celé číslo)	
DR5	2B	VIF (výkon 0,001 kW)	
DR5	F1	Hodnota, LSB	
DR5	8E	Hodnota	
DR5	00	Hodnota (= 36,593 kW)	
DR5	00	Hodnota, MSB	
DR6	02	DIF (16bitové celé číslo)	
DR6	5A	VIF (teplota v přívodním potrubí 0,1 °C)	
DR6	8A	Hodnota, LSB (= 39,4 °C)	
DR6	01	Hodnota, MSB	
DR7	02	DIF (16bitové celé číslo)	
DR7	5E	VIF (teplota ve vratném potrubí 0,1 °C)	
DR7	0C	Hodnota, LSB (= 26,8 °C)	
DR7	01	Hodnota, MSB	
CRC4	XX		DLL
CRC4	XX		
Prázdné	2F	Výplňový bajt kvůli AES	Aplicační vrstva (APL)
Prázdné	2F	Výplňový bajt kvůli AES	
Prázdné	2F	Výplňový bajt kvůli AES	
Prázdné	2F	Výplňový bajt kvůli AES	
Prázdné	2F	Výplňový bajt kvůli AES	
CRC5	XX		DLL
CRC5	XX		