



BEZDRÁTOVÝ SYSTÉM ZVONOVÉ SIGNALIZACE A HLASITÉHO HOVOROVÉHO SPOJENÍ Z KLECE, NEBO Z PLOŠINY SKIPOVÉ NÁDOBY KE STROJNÍKOVÍ TĚŽNÍHO STROJE TYPU VFSK5

František Ševčík¹, Martin Dostál²

Klíčová slova: Těžní věž, těžní lano, zvonková signalizace, hovorová komunikace, vysokofrekvenční transformátor

Abstrakt:

Zařízení VFSK5 pracuje na principu vysokofrekvenčního transformátoru. Přitom magnetický obvod se skládá z těžního lana na které jsou vázány indukční moduly a to 2 kusy umístěné nad úvazkem klece a 2 kusy na těžní věži v úrovni lanovnice. Indukční vazba zajišťuje přenos signálu o frekvenci v rozsahu (kanály A až F) 240kHz až 400kHz. Tyto frekvence mají dosah cca 30 cm, takže je vyloučeno jejich ovlivňování jiných zařízení. Umožňuje vydávání zvukových signálů, hlasité hovorové spojení a přenos dat.

1. Úvod

Na hlubinných uhelných šachtách České Republiky Ostravsko-Karvinských Dolů Ostrava (OKD) a na polských uhelných dolech se již více jak 35 let používá elektronický systém zvonové signalizace z klece důlního stroje po těžním laně mezi strojníkem a pracovníkem v kleci.

V průběhu této doby prošel systém následujícím vývojem:

Rok 1971 – Zařízení jámové signalizace z klece společnosti Závod automatizace a mechanizace (ZAM) typu VFSK4. Bylo okolo 100 kusů z toho 75 kusů v Polsku.

Rok 1991 – Proběhla modernizace systému na typ VFSK41, vylepšení stability frekvencí, odolnosti proti rušení ze strojů s tyristorovými zdroji. Postupně byly provozované zařízení VFSK4 obměňovány.

Rok 2007 – Základní inovace elektroniky systému s použitím řízení mikropočítačem. Rozšíření funkcí signalizace o hlasité hovorové spojení a přenos dat z binárních bezpečnostních čidel např. čidla zavření zátyňových dveří, zkrutu lana, havarijní STOP. Doplnění kontrolních funkcí přenosu signálu z jámy ke strojníkovi a zpět. Změna klasifikace zařízení z hlediska ochrany před nebezpečím výbuchu metanu. Název nového zařízení je VFSK5.

2. Základní princip systému

Zařízení VFSK5 pracuje na principu vysokofrekvenčního transformátoru. Přitom magnetický obvod se skládá z těžního lana na které jsou vázány indukční moduly a to 2 kusy umístěné nad úvazkem klece a 2 kusy na těžní věži v úrovni lanovnice. Indukční vazba zajišťuje přenos signálu o frekvenci v rozsahu (kanály A až F) 240kHz až 400kHz. Tyto frekvence mají dosah cca 30 cm, takže je vyloučeno jejich ovlivňování jiných zařízení. Pomocí mikropočítače se řídí úroveň signálu v celé délce jámy tak, aby byla v každém místě stejná. Nejsou hluchá místa. Na kmitočtu zvolených kanálů je modulován hovorový kmitočet.

¹ Ing. František Ševčík, ředitel ZAM-SERVIS s.r.o., Křišťanova 1116/14 702 00 Ostrava – Přívoz, Česká republika, Tel.: +420 596 135 422, Fax: +420 596 135 425, e-mail: sevcik@zam.cz

² Ing. Martin Dostál, technický ředitel ZAM-SERVIS s.r.o., Křišťanova 1116/14 702 00 Ostrava – Přívoz, Česká republika, Tel.: +420 596 135 422, Fax: +420 596 135 425, e-mail: dostalk@zam.cz

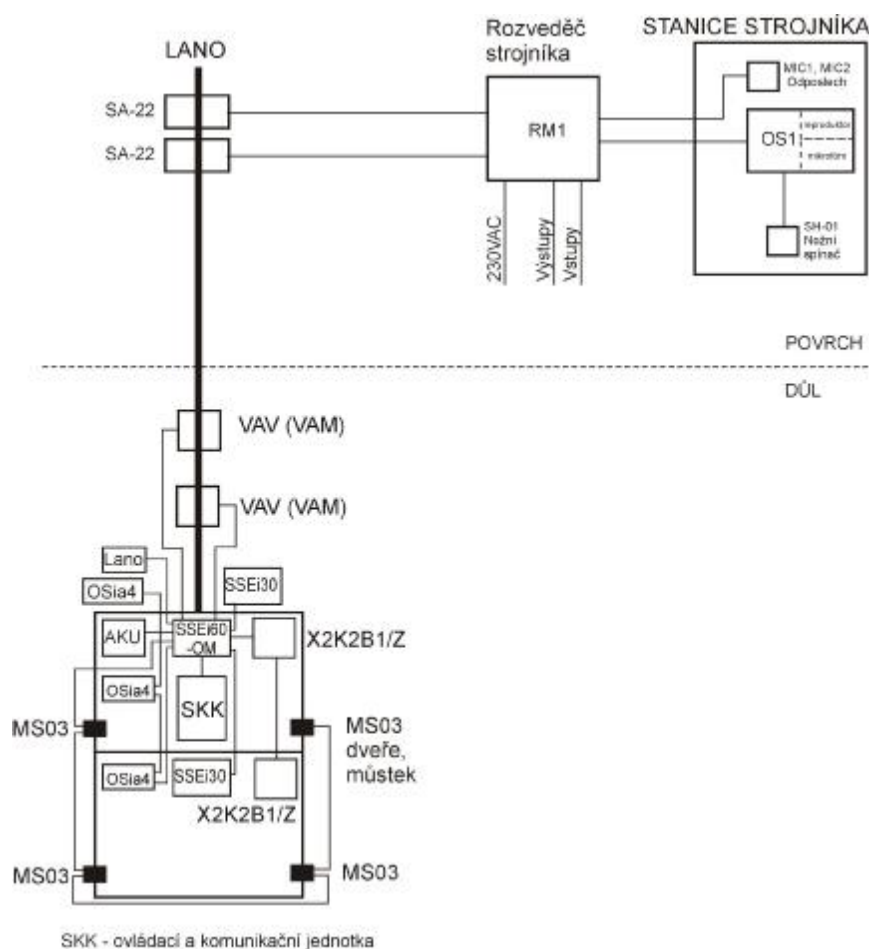
3. Popis systému

3.1. Použití

- Zařízení VFSK5 se používá k bezdrátové signalizaci a komunikaci mezi dopravní nádobou (nádobami) a obsluhou těžního stroje, využívající k přenosu signálu těžní lano.
- VFSK5 umožňuje hovоровou komunikaci mezi obsluhou dopravní nádoby a obsluhou těžního stroje. Dál umožňuje obousměrný přenos binárních signálů.
- Komunikace mezi vysílači/přijímači v dopravní nádobě a ve strojovně probíhá pomocí vysokofrekvenčního signálu v rozsahu (kanály A až F) 240kHz až 400kHz.
- Návěští vydávané v dopravní nádobě je přeneseno k obsluze těžního stroje jako akustický signál, zde je odposloucháván a posílán zpět do reproduktorů v dopravní nádobě. Tím má obsluha dopravní nádoby zpětnou kontrolu kolik vydala signálu v návěští.
- Zařízení v dopravní nádobě je napájeno z jiskrově bezpečného akumulátoru s kapacitou vystačující na provoz trvající jeden týden.
- Zařízení na povrchu je napájeno 230VAC, 50Hz ze soustavy TN-C nebo IT. Zařízení je nutno jistit jističem o hodnotě 16A.
- VFSK5 je standartně určeno pro dvě dopravní nádoby. V případě použití pro jednu dopravní nádobu se druhá neosadí.

3.2. Popis

Zařízení VFSK5 je pro přehlednost popisu rozděleno na dvě části, důlní a povrchovou.



Obr.1 Blokové schéma

- Důlní část se skládá z těchto komponentů, viz. Obr. 1:
 - SKK – komunikační jednotka,
 - § Z čela SKK je umístěn mikrofon a z boků SKK jsou umístěny reproduktory pro hlasitou komunikaci.
 - § SKK disponuje čtyřmi tlačítky a osmi kontrolními LED diodami.
 - § Tlačítko 1: Vydávání návěští
 - § Tlačítko 2: Hovor z dopravní nádoby ke strojníkovi
 - § Tlačítko 3: Rezerva

- § Tlačítko 4: Upozornění ke strojníkovi
 - § Na základě tohoto signálu dojde na RM1 k sepnutí výstupu OUT2.XX (1X – od jedné dopr. nádoby, 2X – od druhé dopr. nádoby) a k rozsvícení patřičné LED u strojníka.
 - § LED 1: Bliká při každé komunikaci s povrchem (kontrolní sig., hovor,..)
 - § LED 2: Svítí při nutnosti vyměnit akumulátor LS-01-D
 - § LED 3: Rezerva
 - § LED 4: Rezerva
 - § LED 5: Svítí při zadaném povelu Upozornění
 - § LED 6: Svítí při režimu normální jízdy
 - § LED 7: Svítí při režimu provádění prohlídky jámy
 - § LED 8: Svítí při zastaveném těžním stroji
 - § Zastavení těžního stroje provádí strojník a informace o provedení zastavení je do systému VFSK5 přivedena na povrchu od těžního stroje.
- LS-01-D – jiskrově bezpečný akumulátor
 - § Napájecí zdroj všech komponentů v dopr. nádobě
- VAV (VAM) – vazební členy
 - § Navázání vysokofrekvenčního signálu na těžní lano.
 - § Vazební členy v zapojené v systému VFSK5 jsou přeznačeny na provedení I M2 Ex ib I.
- SSEi60-OM – svorkovnicová skříň
 - § Propojovací skříňka s oddělením SK5-OM pro připojení vazebních členů VAM (VAV) k SKK a pro připojení (propojení) dalších komponentů v dopr. nádobě.
- SSEi30 – svorkovnicová skříň
 - § Propojovací skříňky komponentů v dopr. Nádobě jsou umístěny na všech etážích dopr. nádoby
- Spínače použité pro spínání 4 binárních vstupů komunikační jednotky SKK:

Pro spínání binárních vstupů SKK je možné použít jakékoli spínací zařízení *splňující požadavky příslušných norem* pro spínání jiskrově bezpečných obvodů (izolační napětí proti zemi min. 500V, krytí min. IP54, ...).

 - § X1K2B1/Z – spínač návěští
 - § Zařízení určené k vydání návěští
 - § Umístěno v každé etáži
 - § V zapojené v systému VFSK5 přeznačeno na provedení I M2 Ex ib I.
 - § MS-03 – magnetický spínač
 - § Kontrola zavření dveří etáže a/nebo zvednutí můstku
 - § V zapojené v systému VFSK5 přeznačeno na provedení I M2 Ex ib I.
 - § Spínač povolení úvazku lana
 - § Kontrola povolení úvazku těžního lana
- Skříňka OSia4 – tlačítko pro vydávání návěští z jednotlivých etáží dopravní nádoby.
 - § Skříň OSia4 je možné osadit přepínačem pro vydání povelu STÁT.
 - § Aretovaný přepínač pro vydání povelu STÁT. U strojníka se rozsvítí LED Stát a na RM1 se sepne výstup OUT7.XX (1X – od jedné dopr. nádoby, 2X – od druhé dopr. nádoby).
- Povrchová část se skládá z těchto komponentů, viz. Obr. 1:
 - SA-22 – vazební člen
 - § Navázání vysokofrekvenčního signálu na těžní lano
 - RM1 – rozvaděč
 - § Zpracování a vyhodnocení komunikace a signalizace
 - § Napájení rozvaděče 230VAC/50Hz.
 - § V rozvaděči jsou umístěny komponenty:
 - § Jistící prvky
 - § Zdroj 230VAC / 12VDC
 - § Relé
 - § Jednotky SK5-FILTR – pro přijímací vazební člen
 - § Jednotky SK5-CPU – řízení
 - § Jednotky SK5-TRX – příjem a vysílání
 - § Jednotky SK5-IO – výstupy
 - § Jednotky SK5-GOOM – jiskrově bezpečné oddělení vazebních členů SA-22

- § Svorky
- § Na rozvaděči jsou umístěny kontrolky:
 - § Napájení RM1
 - § STÁT – svítí při vydání povelu z dopravní nádoby.
 - § Kontrolní signalizace – informace o tom, že spojení důl - povrch je v pořádku.
- § Obsahuje 5 vstupů např. od těžního stroje, 8 binárních výstupů rozmnožených na 8x2 přepínacích kontaktů od každé klece. Binární výstupy jsou zavedeny např. do záznamového zařízení, do těžního stroje nebo jsou určena k jinému použití (dle zákazníka), např. viz. Schéma zapojení povrch. Dále obsahuje vstupy pro odposlech vydaných návěstí pro jejich přenesení do klece do SKK. Rovněž obsahuje vstupy a výstupy od OS-01, a připojení vazebních členů SA-22.
- OS-01 – ovládací skříňka
 - § Skříňka je umístěna na pracovišti strojníka.
 - § Skříňka je opticky rozdělena na dvě části: Dopr. nádoba (klec) 1 a dopr. nádoba (klec) 2.
 - § Na OS-01 je umístěn přepínač určující dopr. nádobu, se kterou je možné provádět hovor.
 - § Dále je na OS-01 umístěno 17 LED diod (8 pro dopr. nádobu 1, 8 pro dopr. nádobu 2, 1 napájení RM1-VFSK5 12VDC).
 - § LED 1(9): Svítí v případě, že kontrolní signál je OK.
 - § LED 2(10): Svítí při režimu prohlídka jámy.
 - § LED 3(11): Svítí při režimu normální jízdy.
 - § LED 4(12): Svítí při zadaném požadavku z dopr. nádoby na zastavení (stání) těžního stroje
 - § LED 5(13): Svítí při otevřených dveřích na dop. nádobě nebo nezvednutém můstku k dop. nádobě.
 - § LED 6(14): Svítí při povolání úvazku lana.
 - § LED 7(15): Svítí při zadaném signálu Upozornění od dopr. nádoby.
 - § LED 8(16): Svítí při vybitém akumulátoru v dopr. nádobě.
 - § Dále obsahuje reproduktor a mikrofon pro komunikaci s dopr. nádobou, potenciometr pro regulaci hlasitosti reproduktoru.
- SH-01 – nožní spínač
 - § SH-01 je umístěn u strojníka na podlaze.
 - § Slouží k umožnění komunikace směrem k dopr. nádobě (SKK). Strojník je vždy na příjmu.
- MIC1 - Akustický snímač
 - § Slouží ke zpětné kontrole vydaných návěstí do dopr. nádoby (reproduktor na SKK).
- Závislosti vstupů od SKK, od těžního stroje, od strojníka a výstupů z SKK, z RM1, z OS 01 lze upravit dle požadavků zákazníka. Jedná se o softwarovou změnu vyhodnocení signálů.
- Komunikace s dopr. nádobou 1 obsahuje hovorový kanál a signalizační kanál.
- Komunikace s dopr. nádobou 2 obsahuje hovorový kanál a signalizační kanál jiných frekvencí než s jakými pracuje komunikace s dopr. nádobou 1 (v případě, že jsou obě dvě dopravní nádoby umístěny v jedné jámě).
- Zařízení slouží ke komunikaci mezi obsluhou v dopr. nádobě a strojníkem. Strojník ovládá těžný stroj pouze na základě vydaného návěstí. Zbylé informace (poloha přepínače OSia4 pro zastavení těžního stroje, poloha dveří nebo můstku, povolení úvazku lana, signál Upozornění) jsou pro strojníka pouze doplňkové.
- Zařízení nemůže být použito pro přímé ovládání (řízení) těžního stroje!
- Binární vstupy (3) v dopr. nádobě (poloha přepínače pro zastavení těžního stroje, poloha dveří nebo můstku, povolení úvazku lana) lze využít na přenesení jiné informace než je zde popisováno. Tzn. nemusí se jednat o poloha přepínače pro zastavení těžního stroje, poloha dveří nebo můstku, povolení úvazku lana.
- Komunikace mezi pracovníkem v dopr. nádobě a strojníkem je dvojího druhu, a to pomocí návěstí z X1K2B1/Z nebo OSia4 (krátké binární sig.), které jsou u strojníka přeměněny na akustický signál (pro každou dopr. nádobu jiný tón) nebo prostřednictvím klasického hovoru za pomoci mikrofonu a reproduktoru. Hovorové komunikace se především používá při zvláštních režimech jízdy, např.: transport rozměrných materiálů nebo prohlídka jámy (kontrola výstroje a vybalení jámy), atd.

3.3. Funkce VFSK5

- Obsluha se musí řídit bezpečnostními předpisy pro těžní zařízení.
- Zařízení je neustále v provozu a vysílá kontrolní impulzy. (kontrola spojení mezi RM1 a SKK). Nejsou-li po dobu cca 8 – 16 – 32 sec. přijaty kontrolní impulzy, je tato skutečnost signalizována strojníkovi pomocí LED na OS-01 a zařízení VFSK5 nesmí být používáno.
- Obsluha klece může vydávat „Návěští“ z kterékoliv etáže a střechy pomocí spínače X2K2B1/Z a/nebo spínače OSia4 a/nebo pomocí tlačítka „Návěští“ umístěného na skříni SKK. Obsluze těžního stroje (strojníkovi) jsou tyto signály zobrazeny akusticky. Při použití dvou klecí mají zvuky odlišný tón. Akustický signál u strojníka je odposloucháván a zpět přenesen do klece do SKK, kde je slyšet z piezosirén v SKK.
- Při využití osazení skříňe OSia4 přepínačem:
 - Obsluze dopr. nádoby je přístupný přepínač OSia4 umožňující dát strojníkovi znamení o tom, že obsluha klece vyžaduje zastavení těžního stroje a/nebo jeho setrvání v zastaveném stavu.
 - Přepínače je možné umístit v každé etáži a na střeše klece.
- Obsluha dopr. nádoby po zmáčknutí tlačítka hovor na SKK může hovořit se strojníkem. Pokud chce strojník hovořit s obsluhou dopr. nádoby musí sešlápnout pedál SH-01. Strojník, aby slyšel a/nebo mohl hovořit s obsluhou požadované dopr. nádoby, musí mít tuto dopr. nádobu navolenou přepínačem umístěným na OS 01.
- Obsluha dopr. nádoby má k dispozici tlačítko Upozornění na SKK sloužící např. pro upozornění strojníka, že obsluha dopr. nádoby si přeje s ním hovořit. Strojníkovi se rozsvítí kontrolní LED na skříni OS-01.
- Na skříni OS-01 jsou pro potřebu strojníka umístěné signalizační LED:
 - Kontrolní signál – svítí je-li komunikace v pořádku
 - Prohlídka – svítí je-li nastaven režim jízdy revize jámy.
 - Jízda – svítí je-li nastaven režim normální jízdy.
 - Stát – svítí je-li požadavek na zastavení a/nebo stání těžního stroje.
 - Dveře, můstek – svítí v případě otevřených dveří etáže a/nebo nezvednutém můstku.
 - Lano – svítí v případě povolení úvazku lana.
 - Upozornění – svítí v případě požadavku obsluhy dopr. nádoby na cokoliv upozornit.
 - Akumulátor – nutnost výměny (nabití) akumulátoru LS-01-D.

3.4. Technické parametry

Zařízení na/v dopravní nádobě:

a) Skříň SKK

napájecí napětí	12 V + - 2 V
relativní vlhkost	95 %
teplota okolí	-20°C až + 40°C
provedení	I M2 Ex ib I
rozměry	360 x 190 x 110 mm
hmotnost	2,8 kg
krytí	IP65
počet binárních vstupů	4
Vysílač/přijímač /TRX/	plná duplexní hovorová komunikace
vysílací/přijímací kmitočet	
kanál A	242,5 kHz
kanál B	257,5 kHz
kanál C	282,5 kHz
kanál D	362,5 kHz
kanál E	382,5 kHz
kanál F	402,5 kHz
kanál G	
kanál H	
modulační kmitočet	hovorový signál
stabilita vysíl. kmitočtu	+ - 0,1 %
stabilita modul. kmitočtu	+ - 0,1 %
kontrola přenosové trasy	volitelně za 8/16/32/64 sec
klidový odběr	40 mA
odběr kontrolních impulsů	max. 140 mA
odběr při signalizaci	max. 140 mA

odběr při hovoru v závislosti na hlasitosti	160 – 210 mA
citlivost přijmače	8 uV
nastavení umlčovače šumu	20 uV
odolnost proti chvění	N2 dle ČSN I8 0002

b) Skříň zdroje LS-01-D

provedení	I M2 Ex ib I (I M1 Ex ia I)
rozměry	300 x 300 x 250 mm
hmotnost	18,5 kg
napětí zdroje	I2 V (11 V až 14 V)
krytí	IP65
relativní vlhkost	95 %
teplota okolí	-20°C až + 40°C

c) Vazební člen VAV

provedení	I M2 Ex ib I
rozměry	210 x 210 x 220 mm
hmotnost	7,1 kg
krytí	IP54
relativní vlhkost	95 %
teplota okolí	-20°C až + 40°C

d) Vazební člen VAM

provedení	I M2 Ex ib I
rozměry	165 x 170 x 220 mm
hmotnost	6 kg
krytí	IP54
relativní vlhkost	95 %
teplota okolí	-20°C až + 40°C

e) Skříň SSEi60-OM

provedení	I M2 Ex ib I
rozměry	235 x 220 x 85 mm
hmotnost	2,2 kg
krytí	IP65
relativní vlhkost	95 %
teplota okolí	-20°C až + 40°C

f) Skříň SSEi30

provedení	I M2 Ex e I
rozměry	220 x 130 x 85 mm
hmotnost	1,8 kg
krytí	IP65
relativní vlhkost	95 %
teplota okolí	-20°C až + 40°C

g) Skříň Osia4

provedení	I M1 Ex ia I
rozměry	110 x 110 x 75 mm
hmotnost	1,5 kg
krytí	IP65
relativní vlhkost	95 %
teplota okolí	-20°C až + 40°C

h) Magnetický spínač MS 03

Tloušťka clony	min. 2 mm
Průřez vodičů	1,5mm ²
Min. zasunutí clony pro rozepnutí	80 mm
Hmotnost , bez kabelu	2,8 kg
Rozměr	69 x 125 x 40 mm
Dovolená teplota okolí	0 °C až +40 °C
Relativní vlhkost	99 %, bez kondenzace

Typ ochrany proti výbuchu I M2 Ex ib I
Rázová pevnost 20J

i) Rázový spínač X2K2B1/Z

Provedení skříně: I M2 Ex ib I
Stupeň ochrany krytím: IP 54
Minimální přípojovací průřez vodiče: 1,5 mm²
Maximální přípojovací průřez vodiče: 6 mm²
Vývodky : pro kabel průměru 10 až 30 mm, dle požadavku
Teplota okolí: - 20/+40 C
Doporučená prac. poloha: svislá, vývodky dole
Hmotnost: 9,5 kg

Zařízení na povrchu (zařízení strojníka):

a) Rozvaděč RM1-VFSK5

napájecí soustava TN-C, IT
napájení napětí 230VAC, +10%, -20%, 50Hz
předřadné jištění 16A
příkon 30VA
ovládací napětí 12VDC
rozměry 1000 x 600 x 300 mm
hmotnost 60 kg
krytí IP 65/20
zatížitelnost výstupních kontaktů 6A/250VAC
Vysílač/přijímač /TRX/ plná duplexní hovorová komunikace
ddto skříň SKK

b) Filtr rušivých signálů

šířka pásma pro -3 db 25 kHz
zesílení předzesilovače 20dB
napájecí napětí 12V +- 2V
odběr předzesilovače 15mA

c) Oddělení SA-22-GOOM

provedení I M2 Ex ib I
rozměry 190 x 75 x 60 mm
hmotnost 0,8 kg

d) Vazební člen SA-22

provedení IM2 Ex ib I
rozměry □ 130 x 600 mm
hmotnost 8 kg
frekvenční rozsah 230-330kHz, 280-450kHz
krytí IP65

e) Ovládací pult OS-01

napájecí napětí 12VDC
napájecí proud 160mA
provedení IP 30 normální prostředí
rozměry 150 x 85 x 300 mm
hmotnost 2 kg

f) Mikrofon odposlechu MIC

provedení IP30 normální prostředí
rozměry 110 x 75 x 55 mm
hmotnost 0,5 kg

g) Nožní spínač SH-01

provedení IP30, normální prostředí
rozměry 120 x 80 x 50 mm
hmotnost 0,5 kg

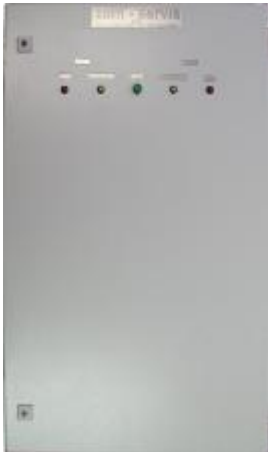
3.5. Foto komponentů

- **Povrch:**

- Vazební člen SA-22:



- Rozvaděč RM1:



- Externí mikrofón MIC1, MIC2:



- Skříň OS-01:



- Nožní spínač:



- **Důl:**
 - Vazební člen VAV (VAM):



- Skříň SSei60-OM:



- Skříň SSei30:



- Ovládací skříň SKK:



- Akumulátor LS-01-D (LS-01-C) bez skříně:



Foto z kompletace systému



Literatura:

Recenzia/Review: *doc. Ing. Gabriel Fedorko, PhD.*