

**MU-101**

**MU-102**

**1x AIN (12-bit.)**

**DIO, RS485**

## **Upozornění:**

Užiivatelská příručka a její součásti jsou autorským dílem chráněným ustanovením zákona č. 35/1965 Sb. o dílech literárních, vědeckých a uměleckých (Autorský zákon) ve znění zákona č. 89/1990 Sb., zákona č. 468/1991 Sb., zákona č. 318/1993 Sb., zákona č. 237/1995 Sb. a zákona č. 86/1996 Sb.

Všechna jména a názvy použité v textu mohou být chráněnými známkami nebo obchodními názvy výrobků příslušných firem.

© 1994-2000 TEDIA spol. s r. o.

Záruční a pozáruční servis:

TEDIA spol. s r. o., Zábělská 12, 312 11 Plzeň 12

telefon: 019 7478168  
fax: 019 7478169  
e-mail: [tedia@tedia.cz](mailto:tedia@tedia.cz)  
internet: <http://www.tedia.cz>

# Obsah

1.	Úvodní popis	
1.1.	Charakteristika	I - 1
2.	Technické parametry	
2.1.	Analogový vstup -V/F převodník	I - 2
2.2.	Digitální porty	I - 2
2.3.	Komunikační linka	I - 2
2.4.	Ostatní údaje	I - 2
3.	Instalace modulu	
3.1.	Úvod	I - 3
3.2.	Připojení napájecího zdroje	I - 3
3.3.	Připojení komunikační linky	I - 3
3.4.	Digitální vstupy a výstupy	I - 3
3.5.	Analogové vstupy	I - 3
4.	Popis vnitřní struktury desky	
4.1.	Popis V/F převodníku	I - 4
4.2.	Popis digitálních vstupů a výstupů	I - 4
4.3.	Popis komunikačních obvodů	I - 4
4.4.	Konfigurační paměť EEPROM	I - 4
4.5.	Terminologie	I - 4
5.	Základní popis firmware	
5.1.	Úvod	I - 5
5.2.	Popis činnosti	I - 5
5.3.	Úvodní inicializace	I - 5
5.4.	Provozní konfigurace	I - 5
6.	Popis periférií	
6.1.	Úvod	I - 6
6.2.	Seznam periférií	I - 6
6.3.	ED0 - analogový kanál 0	I - 6
6.4.	ED64 - DIO porty	I - 6
6.5.	ID0 - stavový registr modulu	I - 7
6.6.	IA0 - konfigurační paměť EEPROM	I - 7
6.7.	SP0~SP2 - speciální registry	I - 7
7.	Konfigurace modulu	
7.1.	Úvod	I - 8
7.2.	Konfigurace obvodů analogového vstupu	I - 8
7.3.	Konfigurace digitálních portů	I - 9
<b>Přílohy:</b>		
	Příloha II - tabulky	II
	Příloha III - obrázky	III

# 1. Úvod

## 1.1. Charakteristika

MU-101/102 jsou externí měřicí moduly se základním rozlišením a standardními průmyslovými vstupními rozsahy.

Analogový vstup modulu je realizován na bázi V/F převodníku Analog Devices AD654. Veškerou obsluhu funkcí modulu zajišťuje procesor Atmel typu 89C2051 ovládaný z PC po komunikační lince pomocí implementované sady makroinstrukcí.

Instalovaný firmware zajišťuje autonomní měření analogového vstupu podle předprogramovaných požadavků a výsledky ukládá do tabulky umístěné v interní paměti RAM. Při požadavku nadřazeného počítače o vstupní hodnotu jsou předávána data z tabulky, což výrazně ovlivňuje propustnost realizované sítě (komunikace není zatížena čekáním na provedení A/D konverze).

Vnitřní architekturou je deska kompatibilní se stavebnicí MICROUNIT a standardně je implementován komunikační protokol AIBUS-2. Specifikace tohoto protokolu je uvedena ve zvláštní příručce a další text předpokládá její znalost.

Externí moduly MU-101/102 obsahují:

- galvanicky oddělené obvody V/F převodníku
- 1 univerzální vstup (napěťový nebo proudový)
- 1 digitální vstup (TTL s přepětovou odolností do  $\pm 32V$ )
- 2 digitální výstupy (TTL nebo OC)
- obvody komunikační linky RS-485

## 2. Technické parametry

### 2.1. Analogový vstup - V/F převodník

efektivní rozlišení:	12 bitů
linearita:	12 bitů
počet vstupů:	1 S.E.
vstupní rozsahy / impedance:	10V / 70kΩ 20 mA / 150Ω
přesnost napěťových rozsahů:	0,5%
přesnost proudových rozsahů:	0,5%
ochrana proti přepětí:	±24V
doba převodu:	125 ms

### 2.2. Digitální porty

počet vstupů:	1	
pracovní napětí:	TTL	(viz pozn.)
odolnost proti přepětí:	±32 V	
počet výstupů:	2	
typ výstupů:	TTL	(MU-101)
	OC 32V/0,5A	(MU-102)



*Vstupní obvody umožňují rovněž připojení signálů typu "bezpotenciálový kontakt".*

### 2.3. Komunikační linka

typ rozhraní:	RS-485
typ zapojení:	dvouvodičové, galvanicky oddělené
komunikační rychlost:	600 Bd - 115,2 kBd
typ přenosu:	podle specifikace <b>AIBUS-2</b> (8 bitů, 1 stop bit, sudá/lichá parita)

### 2.4. Ostatní údaje

napájecí napětí:	8V±28V
ochrana proti přepólování:	100V max.
ochrana proti přepětí:	35V max. (t=10s max.)
odběr proudu:	70 mA typ. (100 mA max.)
rozměry DIN pouzdra:	90x60x50 mm (V x H x Š)

## 3. Instalace modulu

### 3.1. Úvod

Při výrobě bylo dbáno na dosažení vysoké kvality a spolehlivosti, rovněž byla věnována pozornost důkladné kontrole před expedicí. Aby nedošlo ke snížení jakosti či poškození při instalaci, doporučujeme Vám pečlivě prostudovat tuto příručku a postupovat podle uvedeného návodu.

Vlastní instalace představuje umístění a připevnění modulu, jeho propojení s napájecím zdrojem, připojení kabelu komunikační linky, zapojení analogových a digitálních vstupů/výstupů. Rozmístění kontaktních míst na desce je zakresleno na obrázku Obr.1.

### 3.2. Připojení napájecího zdroje

Napájení jednotky je řešeno z jediného zdroje; všechna pomocná napětí jsou generována interně DC/DC převodníky.

Při zapojování zdroje je nutné dbát na správnou polaritu a toleranci napětí; v případě nedodržení povolených mezí může dojít k trvalému poškození obvodů modulu; podrobně viz obrázky Obr.1. a tabulka Tab.1.

Rovněž připojení napájecího napětí na jinou ze svorek modulu (např. na svorky linky RS-485) může způsobit jeho trvalé poškození.

### 3.3. Připojení komunikační linky

Komunikační linka je vyvedena na dvojitou šroubovací svorku; při jejím zapojování je nutné dbát na správnou polaritu signálů jinak s modulem nebude navázána komunikace; podrobně viz obrázky Obr.1. a tabulka Tab.2.

### 3.4. Digitální vstupy a výstupy

Digitální porty jsou zapojeny na šroubovací svorky; zapojení je vyznačeno v tabulce Tab.3. a na obrázku Obr.1.

### 3.5. Analogové vstupy

Analogové vstupy jsou zapojeny na šroubovací svorky; zapojení signálů je vyznačeno v tabulce Tab.4. a na obrázku Obr.1.

## 4. Popis vnitřní struktury modulu

### 4.1. Popis V/F převodníku

Na desce MU-101/102 je instalován V/F převodník Analog Devices (typ AD654); tzn. obvod převádějící vstupní napětí na signál proměnné frekvence. Tento signál je dále zpracováván obvodovou strukturou na bázi hradlovaného čítače, zčásti řešenou interními funkcemi řídicího mikropočítače.

### 4.2. Popis digitálních vstupů a výstupů

Moduly MU-101/102 obsahují dva digitální výstupy standardu TTL/OC; výstupy jsou po resetu (zapnutí napájení nebo "Watchdog") přednastaveny podle konfiguračních dat v paměti EEPROM.

Kromě digitálních výstupů obsahují moduly jeden digitální vstup pro signály standardu TTL; vzhledem k obvodové realizaci je však lze využít i pro bezpotenciálový spínač (např. mechanický kontakt nebo výstup typu "otevřený kolektor") nebo signály s napětím až do  $\pm 32V$ .

Pro aplikace vyžadující opticky izolované vstupní/výstupní obvody je určena řada modulů DN-200/250 obsahující převodníky signálů průmyslových úrovní.

### 4.3. Popis komunikačních obvodů

Obvody linky RS-485 umožňují přenos dat do vzdálenosti 1200m a připojení až 32 zařízení (včetně PC) na linku, k dalšímu rozšíření sítě (větší počet modulů nebo pro rozsáhlé aplikace) lze využít opakovače.

Periferní obvody linky jsou napájeny přímo ze základního zdroje.

### 4.4. Konfigurační paměť EEPROM

Modul obsahuje paměť EEPROM pro uložení všech konfiguračních dat modulu (adresa a komunikační rychlost, parametry měření vstupů apod.).

Z důvodu dosažení nejvyšší provozní spolehlivosti jsou obvody doplněny konfiguračním spínačem (SW1 - segment "1") pro zablokování obsahu proti možnému přepisu. Je-li tento spínač rozepnutý, lze paměť EEPROM volně programovat a rovněž používat modul v běžném provozu. V případě sepnutého spínače je technicky znemožněn zápis a modul lze používat s aktuálním nastavením; změnu konfigurace však nelze provést (ani poruchou modulu či vnějším rušením).

### 4.5. Terminologie

V dalším popisu budou využívány tyto pojmy:

- Analogový vstup    představuje fyzické rozhraní modulu.
- Analogový kanál    interní proměnná modulu a její obsah představuje údaj o signálu na zvoleném vstupu po provedení kalibračního přepočtu.

## 5. Základní popis firmware

### 5.1. Úvod

Standardně instalovaný firmware pracuje podle specifikace protokolu **AIBUS-2**, jehož popis je uveden ve zvláštní příručce. V této kapitole proto nebudou popisovány obecné vlastnosti, ale pouze obsluha jednotlivých periférií jednotky. Další text se vztahuje k firmware verze 1.01.

### 5.2. Popis činnosti

Po připojení napájení deska provede interní inicializaci, při níž nastaví své základní pracovní parametry, tzn. přenosovou komunikační rychlost a adresu v závislosti na stavu inicializačního spínače, a zpracuje konfigurační data pro analogové obvody.

Po ukončení této inicializační fáze deska přechází do vlastního pracovního režimu, ve kterém autonomně provádí periodické měření vstupů a obsluhu komunikace.

Ovládání modulu probíhá pomocí souboru makroinstrukcí, nazývaných funkcemi. Tyto funkce zajišťují obsluhu digitálních portů, EEPROM, programování parametrů analogových obvodů, přenos naměřených dat atd.

### 5.3. Úvodní inicializace

Pro úvodní inicializaci slouží DIL spínač SW1; v případě sepnutého segmentu "2" modul pracuje s pevnou adresou "0" a přenosovou rychlostí 9600Bd. V tomto režimu jsou dostupné všechny funkce modulu, předvolené hodnoty komunikačních parametrů (v EEPROM) jsou však ignorovány.

K nastavení modulu lze využít dodávaný software nebo použít vlastního programového vybavení pro přepis obsahu EEPROM; význam jednotlivých konstant EEPROM je popsán ve zvláštní kapitole.



*Důležité upozornění:*

*Stav inicializačního spínače SW1-2 je detekován pouze při zapnutí modulu.*

*Změny v EEPROM paměti jsou modulem akceptovány až po novém zapnutí modulu.*



*Moduly jsou nastaveny od výrobce na adresu 1 a komunikační rychlost 9600Bd.*

### 5.4. Provozní konfigurace

Po nastavení adresy a komunikační rychlosti lze konfigurovat jednotlivé periferie modulu; k tomuto kroku lze využít program standardně dodávaný s modulem.

## 6. Popis periférií

### 6.1. Úvod

Popis v následujících odstavcích vychází ze specifikace periférií podle referenční příručky k protokolu AIBUS-2.

### 6.2. Seznam periférií

Externí periférie s přímým přístupem:

ED0 analogový kanál "0"

ED64 DIO porty

Interní periférie s přímým přístupem:

ID0 stavový registr

Interní adresovatelné periférie:

IA0 konfigurační EEPROM

Interní periférie - speciální registry:

SP0, SP1 typ modulu

SP2 verze firmware

### 6.3. ED0 - analogový kanál 0

Externí periférie s přímým přístupem ED0 obsahuje data analogového vstupu; data jsou přenášena v předdefinovaném formátu s plovoucí desetinnou čárkou.

Periférie má význam jenom pro operaci čtení; zapisovaná data jsou ignorována.

Konfigurace vstupních rozsahů je uvedena ve zvláštní kapitole.

### 6.4. ED64 - DIO porty

Externí periférie s přímým přístupem ED64 obsahuje data 32-bitového řadiče digitálních vstupů a výstupů.

Formát dat je uveden ve dvou tabulkách postupně pro vstupy a výstupy.

00 <sub>H</sub>	00 <sub>H</sub>	00 <sub>H</sub>	0000000	DINO	
D31...D24	D23...D16	D15...D8	D7...D1	D0	
---	---	---	---	DO1	DO0
D31...D24	D23...D16	D15...D8	D7...D2	D1	D0

Data jsou standardně přenášena v pozitivním kódu ("H" představuje aktivovaný vstup nebo výstup) v rozsahu 32-bitového čísla; každý bit představuje stav jednoho portu. Změnou konfigurace modulu však lze zvolit inverzi aktivní úrovně.

Periferie má význam pro operaci čtení (čten stav digitálních vstupů) i zápis (ovládání stav digitálních výstupů). Nevyužité bity vstupního registru jsou trvale nulovány, nevyužité bity výstupního registru jsou pak modulem ignorovány.

## 6.5. ID0 - stavový registr modulu

Interní periferie s přímým přístupem ID0 obsahuje data stavového registru modulu. Formát dat je uveden v tabulce.

00 <sub>H</sub>	00 <sub>H</sub>	00 <sub>H</sub>	Status Registr
D31...D24	D23...D16	D15...D8	D7...D0

Registr má platná data pouze v oblasti globálních příznaků, které jsou obsaženy každou jednotkou (viz popis protokolu); žádný z lokálních příznaků není využit.

Periferie má význam pro operaci čtení (čten stav příznaků) i zápis (nulován nebo nastavován stav příznaků).

Status registr je zahrnut jako samostatný znak každé zprávy; podrobně viz specifikace komunikačního protokolu.

## 6.6. IA0 - konfigurační paměť EEPROM

Interní adresovatelná periferie IA0 představuje konfigurační paměť modulu. Platný rozsah adresového prostoru je 0~95; požadavek o operaci mimo tento rozsah není akceptován a funkce vrací neplatná data. Tento stav je signalizován nastavením odpovídajícího příznaku ve Status registru. Paměť obsahuje 8-bitová data.

Oproti standardnímu formátu jsou z důvodu vyšší spolehlivosti data i adresa přenášeny v kódovaném tvaru; nižší a vyšší byte adresy nebo dat je vždy zdvojen.

Situace při operaci "zápis dat" je znázorněna v tabulce; při čtení je stav analogický.

EED7...EED0	EED7...EED0	EEA7...EEA0	EEA7...EEA0
D31...D24	D23...D16	D15...D8	D7...D0

## 6.7. SP0~SP2 - speciální registry

Modul obsahuje tři speciální registry, které obsahují:

- SP0                      první čtyři znaky typového označení modulu
- SP1                      druhé čtyři znaky typového označení modulu
- SP2                      čtyři znaky označení verze modulu

Přenášená data mají tvar ASCII řetězce o délce 4 znaky.

Příklad: SP0 + SP1 + SP2 ~ "MU-1" + "01 " + "1.00"

## 7. Konfigurace modulu

### 7.1. Úvod

Popis v následujících odstavcích vychází ze specifikace periférií podle referenční příručky k protokolu **AIBUS-2**. Veškerá konfigurace modulu se provádí modifikací dat v konfigurační paměti EEPROM.

Modul MU-101/102 má tyto konfigurovatelné obvody (viz tabulka Tab.5.):

- obvody V/F převodníku (SCAN\_0)
- kalibrační konstanty rozsahů (U0\_K, U0\_Q, I0\_K, I0\_Q)
- digitální vstupní porty (registr Ctrl\_DI)
- digitální výstupní porty (registry Init\_DO, Ctrl\_DO)

Mimo těchto registrů obsahuje konfigurační paměť ještě další tři globální registry:

- stavový registr (StatusReg)
- registr komunikační adresy modulu (COM\_ADR)
- registr komunikační rychlosti (COM\_BD) (viz tabulka Tab.6.)

Význam StatusReg a COM\_ADR je uveden v referenční příručce **AIBUS-2**.



*Celou konfiguraci modulu lze provést bez přesné znalosti interních registrů uživatelským programem dodávaným společně s modulem.*

### 7.2. Konfigurace obvodů analogového vstupu

Obvody V/F převodníku mají vyhrazen jeden řídicí registr SCAN\_x.

Struktura registru je následující:

-----							N
D7	D6	D5	D4	D3	D2	D1	D0

N	pracovní rozsah
0	0÷10 V
1	0÷20 mA

Pro měření je nutno napěťový rozsahy zkalibrovat, konfigurační paměť proto obsahuje dvě kalibrační konstanty U\_K a U\_Q. Výpočet kalibrovaného údaje je interně prováděn podle vztahu:

$$AD_{KAL} = (AD_N + U_Q) \times U_K$$

kde

AD<sub>N</sub> výstupní data V/F převodníku

U\_Q, U\_K kalibrační konstanty

Kalibrační konstanty  $U_Q$  a  $U_K$  jsou definovány vztahy:

$$U_Q = (AD_0 * U_{0K}) / 10000$$

$$U_K = (10000 * AD_{UK}) / (AD_K - AD_0)$$

kde

$AD_{UK}$  požadovaná hodnota V/f převodníku pro napětí  $U_K$

$AD_0$  hodnota V/f převodníku při zkratovaném vstupu

$AD_K$  hodnota V/f převodníku při napětí  $U_K$

Konstanty  $AD_0$  a  $AD_{UK}$  jsou definovány při  $U_Q=0$  a  $U_K=1$ .



*Modul je již od výrobce zkalibrován. Pokud je potřeba provést novou kalibraci rozsahů, lze toto učinit bez přesné znalosti interních registrů uživatelským programem dodávaným společně s modulem.*

### 7.3. Konfigurace logických portů

Pro konfiguraci DIO portů jsou vyhrazeny registry Init\_DO, Ctrl\_DI a Ctrl\_DO.

Registr Init\_DO obsahuje data pro přednastavení výstupních logických portů do požadované úrovně po zapnutí modulu - formát dat je totožný s nejnižšími 8 bity registru digitálních portů.

Registr Ctrl\_DI je určen pro volbu negace vstupů; nastavením odpovídajícího bitu v registru do logické úrovně "H" zajistí inverzi vstupního signálu a odpovídající příznak registru bude aktivován (úroveň "H") při vstupní úrovni "L".

Registr Ctrl\_DO je určen pro volbu negace výstupů; nastavením odpovídajícího bitu v registru do logické úrovně "H" zajistí inverzi budiče výstupního signálu.



*Registry modulu jsou vyhrazeny pro 8 DIN a 8 DOUT. Protože modul MU-101/102 má realizovány pouze 1+2 DIO, jsou významné pouze jeden, resp. dva, nejnižší bit registru.*

#### Příklad:

Ctrl\_DO = 02<sub>H</sub>

Init\_DO = 00<sub>H</sub>

Při tomto nastavení bude logický výstup DOut0 aktivní (~sepnut) při zápisu logické úrovně "H" do registru digitálních portů, výstup DOut1 naopak při zápisu logické úrovně "L" (povolena negace signálu). Po zapnutí jednotky je do registru portů zapsána konstanta Init\_DO (~00<sub>H</sub>) a výstup DOut1 bude tedy aktivován.

Zapojení svorky napájecího napětí		
PIN	funkce	popis
1	+V	napájecí napětí 12 nebo 24V - pozitivní signál
2	GND	napájecí napětí 12 nebo 24V - negativní signál

Tab.1. Zapojení signálů svorky napájecího napětí.

Zapojení svorky komunikační linky		
PIN	funkce	popis
1	Q+	linka RS485 - pozitivní signál
2	Q-	linka RS485 - negativní signál

Tab.2. Zapojení signálů svorky komunikační linky.

Zapojení svorky digitálních portů		
PIN	funkce	popis
1	GND	společná svorka digitálních portů
2	DIN0	digitální vstup DIN0
3	DOU1	digitální výstup DOU1
4	DOU0	digitální výstup DOU0

Tab.3. Zapojení signálů svorky digitálních portů.

Zapojení svorky analogových vstupů		
PIN	funkce	popis
1	AIN_U	analogový vstup - napěťový rozsah
2	AGND	AGND - společná svorka analogových vstupů
3	AIN_I	analogový vstup - proudový rozsah

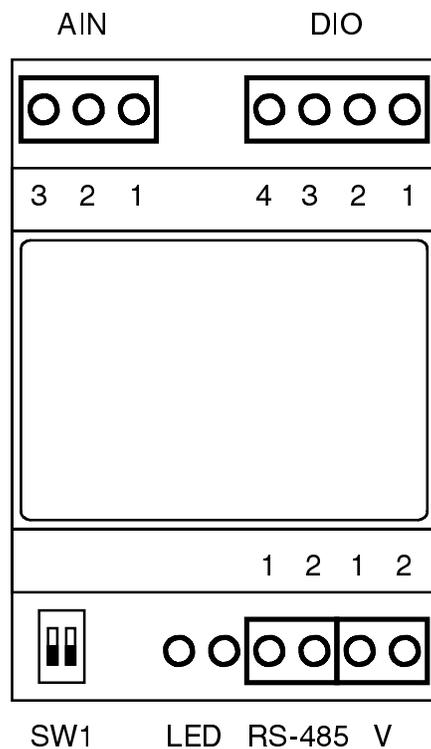
Tab.4. Zapojení signálů svorky analogových vstupů.

Konfigurační paměť EEPROM		
ADR	název	popis
0	SCAN_0	konfigurační byte 0. vstupního analogového kanálu (AIN0)
1	.....	nevyužito
.....	.....	.....
14	.....	nevyužito
15	U0_K_Lo	kalibrační konstanta rozsahu 10V - nižší byte
16	U0_K_Hi	kalibrační konstanta rozsahu 10V - vyšší byte
17	U0_Q_Lo	kalibrační konstanta rozsahu 10V - nižší byte
18	U0_Q_Hi	kalibrační konstanta rozsahu 10V - vyšší byte
19	I0_K_Lo	kalibrační konstanta rozsahu 20mA - nižší byte
20	I0_K_Hi	kalibrační konstanta rozsahu 20mA - vyšší byte
21	I0_Q_Lo	kalibrační konstanta rozsahu 20mA - nižší byte
22	I0_Q_Hi	kalibrační konstanta rozsahu 20mA - vyšší byte
23	.....	nevyužito
.....	.....	.....
31	.....	nevyužito
32	Init_DO	inicializační konstanta logických výstupů
33	Ctrl_DI	řídící registr logických vstupů - negace hodnoty
34	Ctrl_DO	řídící registr logických výstupů - negace hodnoty
35	.....	nevyužito
.....	.....	.....
59	.....	nevyužito
60	Res	rezerva - systémová proměnná
61	StatusReg	stavový registr modulu
62	COM_BD	komunikační rychlost modulu
63	COM_ADR	komunikační adresa modulu
64	.....	nevyužito
.....	.....	.....
95	.....	nevyužito

Tab.5. Rozdělení konfigurační paměti EEPROM.

registr COM_BD	
obsah	komunikační rychlost
00 <sub>H</sub>	600 Bd
01 <sub>H</sub>	1200 Bd
02 <sub>H</sub>	2400 Bd
03 <sub>H</sub>	4800 Bd
04 <sub>H</sub>	9600 Bd
05 <sub>H</sub>	19200 Bd
06 <sub>H</sub>	38400 Bd
07 <sub>H</sub>	57600 Bd
08 <sub>H</sub>	115200 Bd

Tab.6. Volba komunikační rychlosti.



Obr.1. Obrázek modulu MU-101/102.

DIO	šroubovací svorky pro digitální vstupy/výstupy
AIN	šroubovací svorky pro analogový vstup
SW1	DIP spínač pro inicializaci desky a blokování EEPROM
RS-485	šroubovací svorka signálů komunikační linky
V	šroubovací svorka pro napájecí napětí
LED	indikační diody
	zelená            napájecí napětí
	žlutá             aktivita komunikační linky

