

INVESTICE DO ROZVOJE VZDĚLÁVÁNÍ

# Projektování automatizovaných systémů

*Osvald Modrlák, Petr Školník, Jaroslav Semerád, Albín Dobeš, Frank Worlitz*

TECHNICKÁ UNIVERZITA V LIBERCI

Fakulta mechatroniky, informatiky a mezioborových studií

Tento materiál vznikl v rámci projektu ESF CZ.1.07/2.2.00/07.0247  
**Reflexe požadavků průmyslu na výuku v oblasti automatického řízení a měření,**  
který je spolufinancován Evropským sociálním fondem a státním rozpočtem ČR



Reflexe požadavků průmyslu na výuku v oblasti automatického řízení a měření



# Návrh a jištění vodičů dle ČSN



# Dílčí úkoly pro návrh vodičů

- \* volba vhodného druhu vodiče  
do daného prostředí a podmínek provozu
- \* způsob uložení vodiče  
v uvedeném prostředí a podmínkách provozu
- \* stanovení průřezu vodiče  
pro přenos výkonu při daném způsobu uložení



# Zásady pro návrh vodičů

- \* teplota vodiče v provozu musí být v dovolených mezích
- \* průřezy vodičů musí být v hospodárných mezích
- \* vodiče musí mít dostatečnou mechanickou pevnost
- \* úbytek napětí na vodičích musí být v dovolených mezích
- \* vodiče musí odolat silovým a tepelným účinkům zkratových proudů



## 1. Dovolená provozní teplota

je taková hodnota teploty vodiče, která je stanovena pro jeho hospodárnou životnost.

Závisí na materiálu izolace a na provozních podmínkách

Jedná se o nejvyšší teplotu, při které lze vodič trvale používat.

### Na teplotu vodiče má vliv:

- \* proudové zatížení vodiče – vychází z dovolené provozní teploty a je závislé na teplotě okolního prostředí a způsobu uložení
- \* teplota prostředí
- \* vliv přímého slunečního záření (venkovní vedení)



## Příklady nejvyšší dovolené teploty jader vodičů a kabelů do 1 kV při normálním provozu a při zkratu

Druh vodiče (kabelu)	zkratka	základní teplota okolního vzduchu	nejvyšší dovolená provozní teplota	nejvyšší dovolená teplota při zkratu
polyvinylchlorid	PVC	30 °C	70 °C	150 °C
přírodní nebo syntetický kaučuk	guma pryž	30 °C	60 °C	200 °C
polyetylén	PE	30 °C	70 °C	150 °C
holé vodiče Cu, Al		30 °C	80 °C	200 °C



## Jmenovitá proudová zatížitelnost vodiče (kabelu) - $I_{nv}$ (A)

je hodnota proudu, kterou je možno trvale zatěžovat vodič (kabel) při základním způsobu uložení.

### Základní uložení:

- a) uložení ve vodorovné poloze na vzduchu o základní teplotě.
- b) vodorovné uložení v zemi s daným měrným odporem půdy, hloubce 70 cm a teplotou půdy 20°C.



## Jmenovitá proudová zatížitelnost vodiče (kabelu) - $I_{nv}$ (A)

pro daný typ vodiče je stanovena výrobcem.

## Dovolené proudové zatížení vodiče (kabelu) - $I_{dov}$ (A)

respektuje různé podmínky uložení.

$$I_{dov} = k_1 * k_2 * \dots k_n * K * I_{nv}$$

kde  $k_1$ ,  $k_2$ , ...  $k_n$  - přepočítací činitele, respektující změnu zatížitelnosti vodiče s ohledem na podmínky uložení,  $K$  - činitel, který vyjadřuje, že teplota vedení při přetížení nepřesáhne dovolenou hodnotu.





# Přepočítací činitele

**Respektují:**

**a) vliv okolní teploty**

příklad: PVC vodič na vzduchu při 50°C	- 0,71
PVC kabel v zemi při 10 °C	- 1,1

**b) vliv seskupení vodičů**

příklad: 4 zapuštěné vodiče ve stěně	- 0,65
--------------------------------------	--------

**c) vliv více vrstev kabelů**

příklad: 3 vrstvy kabelů	- 0,73
--------------------------	--------

**d) vliv seskupení kabelů v zemi**

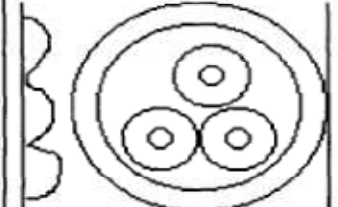
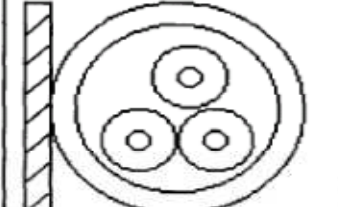
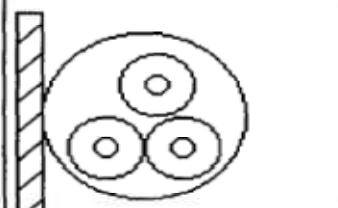

příklad: 3 kabely, které se dotýkají	- 0,65
--------------------------------------	--------

**e) K**                      - pojistka  $I_{np} > 16 \text{ A}$                       - 0,9

- jistič	- 1
----------	-----



## Uložení vodičů - 1

Referenční způsob uložení			Typ	Jiné způsoby uložení dovolující stejné jmenovité proudy
Obrázek	Způsob			
	Izolované vodiče v trubkách zapuštěných v izolačních stěnách	A	<ul style="list-style-type: none"><li>- Více žilové kabely uložené přímo v izolační stěně</li><li>- Izolované vodiče v trubkách v uzavřených drážkách</li><li>- Více žilový kabel v trubkách v izolačních stěnách</li></ul>	
	Izolované vodiče v trubkách na stěně	B	<ul style="list-style-type: none"><li>- Izolované vodiče v kanálcích (lištách) na stěnách</li><li>- Izolované vodiče v trubkách ve větraných drážkách</li><li>- Izolované vodiče, kabel jedno/vícežilový v trubkách nebo dutinách (kanálcích) ve stropu</li></ul>	
	Kabely vícežilové na zdi	C	<ul style="list-style-type: none"><li>- Kabely jednožilové na zdi</li><li>- Kabely vícežilové úplně ve zdivu</li><li>- Kabely vícežilové na podlaze</li><li>- Kabely jedno/vícežilové v otevřených nebo větraných drážkách</li><li>- Vícežilové kabely v kanálcích nebo trubkách ve vzduchu nebo ve styku se zdivem; hodnoty se násobí 0.8</li></ul>	
	Kabely vícežilové v trubkách v zemi	D	<ul style="list-style-type: none"><li>- Kabely jednožilové v trubkách v zemi</li><li>- Kabely jedno/vícežilové uloženy přímo v zemi</li></ul>	

# Určení průřezu vodiče podle jištění

maximální dovolený proud vodiče

Způsob uložení	Počet zatížených vodičů a druh jejich izolace														
A	Dva PVC					Dva PRC					Dva PRC				
B	Dva PVC					Dva PRC					Dva PRC				
C	Dva PVC					Dva PRC					Dva PRC				
E, F	Dva PVC					Dva PRC					Dva PRC				
S [mm <sup>2</sup> ]	Dva PVC					Dva PRC					Dva PRC				
méd	1	2	3	4	5	1	2	3	4	5	1	2	3	4	5
1	10,5	6	6	11	11	13,5	6	10	14,5	10	10	10	10	10	10
1,5	13	6	10	14,5	14,5	17	10	16	18,5	10	16	16	16	16	16
2,5	18	10	15	19,5	19,5	23	16	20	25	16	20	20	20	20	20
4	24	16	20	26	26	31	25	25	34	25	34	25	32	32	32
6	31	25	25	34	34	40	32	32	43	32	40	32	40	40	40
10	42	32	32	46	46	54	40	50	60	40	50	40	50	50	50
16	56	40	50	61	61	73	63	63	80	63	80	63	80	80	80
25	73	50	63	80	80	96	80	80	101	80	100	80	100	100	100
35	89	63	80	99	99	117	100	100	126	100	125	100	125	125	125
50	108	80	100	119	119	141	125	125	153	125	150	125	150	150	150
70	136	100	125	151	151	179	160	160	196	160	200	160	200	200	200
95	164	125	150	182	182	216	160	160	238	160	250	160	250	250	250
120	188	160	180	210	210	249	200	200	276	200	300	200	300	300	300
150						285	225	225	318	225	350	225	350	350	350
185						324	250	250	362	250	400	250	400	400	400
240						380	315	315	424	315	450	315	450	450	450
hliník															
2,5	14	6	10	15	10	10	16,5	10	10	19	10	16	19,5	10	16
4	19	10	16	20	10	16	22	16	20	25	16	20	26	20	20
6	24	16	20	26	20	20	28	20	25	32	20	25	33	25	25
10	32	25	25	36	25	32	39	32	32	43	32	40	45	32	40
16	43	32	40	48	32	40	53	40	50	58	40	50	61	50	50
25	57	40	50	63	40	50	69	50	63	76	63	63	78	63	63
35	70	50	63	77	50	63	85	63	80	94	63	80	96	80	80
50	84	63	80	93	63	80	103	80	100	113	80	100	117	100	100
70	107	80	100	118	80	100	130	100	125	142	100	125	150	125	125
95	129	100	125	142	100	125	158	125	125	171	125	125	182	160	160
120	149	125	150	164	125	125	185	160	160	197	160	160	212	160	160
150										226	200	200	245	200	200
185										256	225	225	280	250	250
240										300	250	250	330	250	250



## Příklad č. 1

Určete průřez vodiče:

Pro proud na vedení je 60 A

Způsob uložení: vodiče PVC v trubkách ve zdi

Bez přepočítacích koeficientů

Uložení ?

1. Určení způsobu uložení - B
2. Volba způsobu jištění - pojistky  
pro proud 60 A volíme pojistku  $I_{np}=63$  A
3. Určení průřezu vodiče -  $S = 25 \text{ mm}^2$





Způsob uložení	Počet zatížených vodičů a druh jejich izolace														
	Tř PVC			Dva PVC			Tř PVC			Tř PRC			Dva PRC		
A															
B															
C															
E, F															
S [mm <sup>2</sup> ]	1			2			3			4			5		
měď	I	P	J	I	P	J	I	P	J	I	P	J	I	P	J
1	10,5	6	6	11	6	6	12	6	6	13,5	6	10	14,5	10	10
1,5	13	6	10	14,5	10	10	15,5	10	10	17	10	16	18,5	10	16
2,5	18	10	16	19,5	10	16	21	16	20	23	16	20	25	16	20
4	24	16	20	26	20	20	28	20	25	31	25	25	34	25	32
6	31	25	25	34	25	32	36	25	32	40	32	32	43	32	40
10	42	32	32	46	32	40	50	40	40	54	40	50	60	40	50
16	56	40	50	61	50	50	68	50	63	73	63	63	80	63	63
25	73	50	63	80	63	63	89	63	80	96	80	80	101	80	100
35	89	63	80	99	63	80	110	80	100	117	100	100	126	100	125
50	108	80	100	119	80	100	134	100	125	141	125	125	153	125	125
70	136	100	125	151	100	125	171	125		179	160		196	160	
95	164	125		182	125		207	160		216	160		238	200	
120	188	160		210	160		239	200		249	200		276	250	
150										285	225		318	250	
185										324	250		362	315	
240										380	315		424	400	
hliník															
2,5	14	6	10	15	10	10	16,5	10	10	19	10	16	19,5	10	16
4	19	10	16	20	10	16	22	16	20	25	16	20	26	20	20
6	24	16	20	26	20	20	28	20	25	32	20	25	33	25	25
10	32	25	25	36	25	32	39	32	32	43	32	40	45	32	40
16	43	32	40	48	32	40	53	40	50	58	40	50	61	50	50
25	57	40	50	63	40	50	69	50	63	76	63	63	78	63	63
35	70	50	63	77	50	63	85	63	80	94	63	80	96	80	80
50	84	63	80	93	63	80	103	80	100	113	80	100	117	100	100
70	107	80	100	118	80	100	130	100	125	142	100	125	150	125	125
95	129	100	100	142	100	125	158	125		171	125		182	160	
120	149	125	125	164	125		185	160		197	160		212	160	
150										226	200		245	200	
185										256	225		280	250	
240										300	250		330	250	



## Příklad č. 2

Určete průřez vodiče:

Pro proud na vedení je 79 A

Způsob uložení: 6 vzájemně těsně přiléhající kabely CYKY 3+1 na perforované lávce, teplota okolí 50 °C.

1. Určení způsobu uložení

- E

2. Určení koeficientů

- vliv teploty  $k_1 = 0,71$

- vliv uložení  $k_2 = 0,73$

výsledný koeficient

$$k = k_1 \cdot k_2 = 0,71 \cdot 0,73 = 0,518$$

3. Volba způsobu jištění

- pojistka - volíme  $I_{np} = 80 \text{ A}$

4. Vliv jištění

- pojistky  $K = 0,9$

výpočtový proud vodiče

$$I_{nv} = I_{dov} / k \cdot K = 80 / (0,518 \cdot 0,9) = 171,6 \text{ A}$$

5. Určení průřezu vodiče

$$S = 70 \text{ mm}^2$$



# Přepočítací činitele

- |    |                                     |        |
|----|-------------------------------------|--------|
| a) | <b>vliv okolní teploty</b>          |        |
|    | <b>příklad:</b>                     |        |
|    | PVC vodič na vzduchu při 50°C       | - 0,71 |
|    | PVC kabel v zemi při 10 °C          | - 1,1  |
| b) | <b>vliv seskupení vodičů</b>        |        |
|    | <b>příklad:</b>                     |        |
|    | 4 zapuštěné vodiče ve stěně         | - 0,65 |
|    | 6 těsných vodičů na lávce           | - 0,73 |
| c) | <b>vliv více vrstev kabelů</b>      |        |
|    | <b>příklad:</b>                     |        |
|    | 3 vrstvy kabelů                     | - 0,73 |
| d) | <b>vliv seskupení kabelů v zemi</b> |        |
|    | <b>příklad:</b>                     |        |
|    | 3 kabely, které se dotýkají         | - 0,65 |
| e) | <b>K</b>                            |        |
|    | - pojistka $I_{np} > 16 \text{ A}$  |        |
|    | - 0,9                               |        |
|    | - jistič                            |        |
|    |                                     | - 1    |



Způsob uložení	Počet zatížených vodičů a druh jejich izolace														
A	Tř PVC			Dva PVC						Tř PRC			Dva PRC		
B							Tř PVC			Dva PVC			Tř PRC		
C										Tř PVC			Dva PVC		
E, F													Tř PVC		
S [mm²]	1			2			3			4			5		
méd	I	P	J	I	P	J	I	P	J	I	P	J	I	P	J
1	10,5	6	6	11	6	6	12	6	6	13,5	6	10	14,5	10	10
1,5	13	6	10	14,5	10	10	15,5	10	10	17	10	16	18,5	10	16
2,5	18	10	16	19,5	10	16	21	16	20	23	16	20	25	16	20
4	24	16	20	26	20	20	28	20	25	31	25	25	34	25	32
6	31	25	25	34	25	32	36	25	32	40	32	32	43	32	40
10	42	32	32	46	32	40	50	40	40	54	40	50	60	40	50
16	56	40	50	61	50	50	68	50	63	73	63	63	80	63	63
25	73	50	63	80	63	63	89	63	80	96	80	80	101	80	100
35	89	63	80	99	63	80	110	80	100	117	100	100	126	100	125
50	108	80	100	119	80	100	134	100	125	141	125	125	153	125	125
70	136	100	125	151	100	125	171	125		179	160		196	160	
95	164	125		182	125		207	160		216	160		238	200	
120	188	160		210	160		239	200		249	200		276	250	
150										285	225		318	250	
185										324	250		362	315	
240										380	315		424	400	
hliník															
2,5	14	6	10	15	10	10	16,5	10	10	19	10	16	19,5	10	16
4	19	10	16	20	10	16	22	16	20	25	16	20	26	20	20
6	24	16	20	26	20	20	28	20	25	32	20	25	33	25	25
10	32	25	25	36	25	32	39	32	32	43	32	40	45	32	40
16	43	32	40	48	32	40	53	40	50	58	40	50	61	50	50
25	57	40	50	63	40	50	69	50	63	76	63	63	78	63	63
35	70	50	63	77	50	63	85	63	80	94	63	80	96	80	80
50	84	63	80	93	63	80	103	80	100	113	80	100	117	100	100
70	107	80	100	118	80	100	130	100	125	142	100	125	150	125	125
95	129	100	100	142	100	125	158	125		171	125		182	160	
120	149	125	125	164	125		185	160		197	160		212	160	
150										226	200		245	200	
185										256	225		280	250	
240										300	250		330	250	