



evropský
sociální
fond v ČR



EVROPSKÁ UNIE



MINISTERSTVO ŠKOLSTVÍ,
MLÁDEŽE A TĚLOVÝCHOVY



OP Vzdělávání
pro konkurenceschopnost

INVESTICE DO ROZVOJE VZDĚLÁVÁNÍ

Výukové texty

pro předmět

Automatické řízení výrobní techniky

(KKS/ARVT)

na téma

Podklady a grafická vizualizace k určení souřadnicových systémů výrobních strojů

Autor: Doc. Ing. Josef Formánek, Ph.D.



evropský
sociální
fond v ČR



EVROPSKÁ UNIE



MINISTERSTVO ŠKOLSTVÍ,
MLÁDEŽE A TĚLOVÝCHOVY



OP Vzdělávání
pro konkurenceschopnost

INVESTICE DO ROZVOJE VZDĚLÁVÁNÍ

Podklady k dimenzování základních elektrických prvků u stroje

Kabely, spojování, zakončování

Vodič slouží k vedení elektrického napětí a proudu od zdroje ke spotřebiči; od zdroje el. energie (akumulátoru) k elektromotoru. Pro návrh těchto prvků (silnoproudých nebo slaboproudých vodičů) jsou předepsány postupy v návrhu a bezpečnostní normy.

Vodiče mohou být jednožilové nebo vícežilové s jádrem z mědi nebo hliníku. Jádra vodiče mohou být buď plná (nejčastěji kruhového průřezu) nebo lanová (splétaná z více „drátků“ do jednoho).

Vodiče jsou označovány dle normy ČSN a jejich použití (venkovní, vnitřní, vodotěsné apod.).

Vodiče jsou vyráběny od průřezu cca 0,02 až po 250mm².

POZOR na pojem průměr vodiče a průřez vodiče!

Dimenzování elektrických vodičů

Elektrická vedení musí být dimenzovány pro:

- dostatečnou mechanickou pevnost
- malý úbytek napětí
- přípustnou provozní teplotu
- malý vnitřní odpor (funkčnost ochranných prvků)



evropský
sociální
fond v ČR



EVROPSKÁ UNIE



MINISTERSTVO ŠKOLSTVÍ,
MLÁDEŽE A TĚLOVÝCHOVY

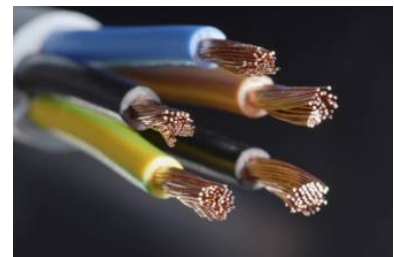


OP Vzdělávání
pro konkurenceschopnost

INVESTICE DO ROZVOJE VZDĚLÁVÁNÍ

Elektrická vedení proto musí být dimenzovány dle těchto kritérií:

- minimální průřez
- proudové zatížení
- úbytek napětí
- největší přípustná délka vedení pro správné odpojení při zkratu nebo poruše



Obr. 1-Příklady vodičů – splétané pro vysoké proudy, plný kruhový průřez. [5]

Minimální průřez vodiče:

Minimální průřez vodiče je dán požadavky na mechanickou pevnost a odolnost, která je vyžadována u ohebných vodičů. (výpočet dle norem ČSN)

INVESTICE DO ROZVOJE VZDĚLÁVÁNÍ

Proudová zatížitelnost:

Průřez vodiče je určen pro požadovaný přenos elektrického proudu (proudového zatížení), dle typu použití vodičů (venkovní, vnitřní apod.). (výpočet dle norem ČSN, případně orientační proudové zatížení dle tabulek)

Jmenovitý průřez vodičů (mm ²)	Dovolené zatěžovací proudy [A]									
	při dvou zatížených vodičích					při třech zatížených vodičích				
	způsob uložení podle tabulky					způsob uložení podle tabulky				
	A	B	C	D*	E	A	B	C	D*	E
1	11	13,5	15	17,5	17	10,5	12	13,5	14,5	14,5
1,5	14,5	17,5	19,5	22	22	13	15,5	17,5	18	18,5
2,5	19,5	24	26	29	30	18	21	24	24	25
4	26	32	35	38	40	24	28	32	31	34
6	34	41	46	47	52	31	36	41	39	43
10	46	57	63	63	71	42	50	57	52	60
16	61	76	85	81	96	56	68	76	67	80
25	80	101	112	104	119	73	89	96	86	103

Tab.2 Dovolené zatěžovací proudy měděných (Cu) vodičů 1-25 mm² s PVC izolací při okolní teplotě vzduchu 30 °C, v zemi (pro uložení v zemi 20 °C a tepelném odporu p ůdy 2,5 K*m/W.)

Výpočet průřezu vodiče je z maximálně dovoleného úbytku napětí, délky vodiče l (m) a vodivosti materiálu γ (pro měď se dosadí 56 S.mm⁻².m nebo 36 S.mm⁻².m za hliník).

Vypočtený průřez se zaokrouhlí na nejbližší vyšší normalizovaný průřez vodiče 0,25; 0,5; 0,75; 1; 1,5; 2,5; 4; 6; 10; 16; 25; až 95 mm² a více.

Dovolené úbytky napětí ΔU jsou uvažovány cca 2 až 5 % dle typu elektrického obvodu.

$$S = \frac{2 * I[A] * l[m]}{\gamma[S * mm^{-2} * m] * \Delta U[V]} [mm^2]$$



evropský
sociální
fond v ČR



EVROPSKÁ UNIE



MINISTERSTVO ŠKOLSTVÍ,
MLÁDEŽE A TĚLOVÝCHOVY



OP Vzdělávání
pro konkurenceschopnost

INVESTICE DO ROZVOJE VZDĚLÁVÁNÍ

Zaokrouhlený průřez vodiče na nejbližší vyšší normalizovaný průřez elektrické vodiče musí odpovídat minimálnímu průřezu elektrického vodiče předepsaného příslušnou elektrotechnickou normou!

Zkratky pro barvy vodičů

bl	modrá	nf	neutrální
be	hnědá	og	oranžová
el	slonová kost	rs	růžová
ge	žlutá	rt	červená
gn	zelená	gr	šedá
sw	černá	x	izolace
vl	fialová	y	zapalovací kabel
ws	bílá	z	bez kabelový
hbl	světle modrá		spoj
hgn	světle zelená	rbr	červenohnědá

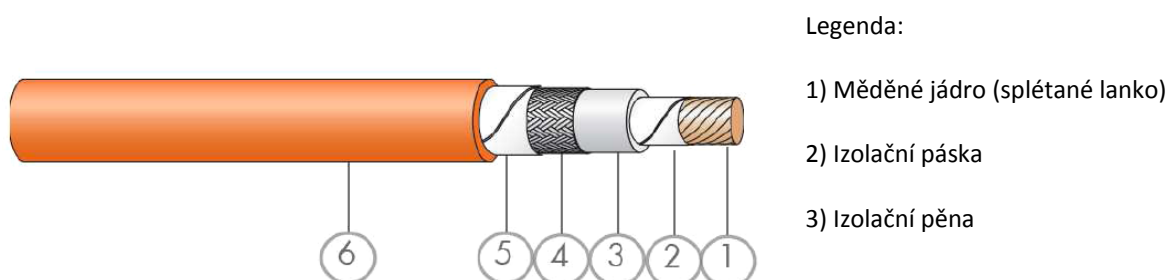
Kabely, barevné značení

Pro rozvody se používají převážně měděné kabely s izolací PVC, která má odolnost proti agresivním látkám (maziva, pohonné hmoty, kyseliny apod.). Průřezy vodičů se liší podle zatížení a jsou od 0,5 mm² až po 120 mm². Průměrné proudové zatížení se volí 5 A na 1mm² a to pro trvalé zatížení, pro krátkodobé zatížení (přetížení) až 30 A na 1 mm². Kabely se vyvazují do tzv. stromečků, což je vlastně spojený svazek kabelů a navzájem se propojují nebo se připojují ke spotřebičům pomocí konektorů.

INVESTICE DO ROZVOJE VZDĚLÁVÁNÍ

Silnoproudé vodiče

Silnoproudé vodiče jsou dimenzovány pro přenos velkých proudů požadovaných pohonným elektromotorem od zdroje el. energie. Tyto vodiče jsou namáhány jak mechanicky (otřesy), elektricky (přenos proudové zátěže), tak i teplotně (oteplení od procházejícího proudu). Další velmi důležitou vlastností je „stínění“ proti vyzařování elektromagnetického pole (EM pole). Průřez vodiče je od 35mm².



Obr. 1.1-Příklad silnoproudého vodiče RADOX. [6]

INVESTICE DO ROZVOJE VZDĚLÁVÁNÍ

Možnosti mechanického spojování:

- kabelová oka, dutinky a vidlice
- kabelové spojky a koncovky
- vývodky



Obr. 1.2-Příklady koncovek a spjek vodičů – lisovací a šroubovací. [7]

Pokud je vodič správně dimenzován, mechanicky zabezpečen a jsou zapojeny předepsané jistící prvky, není problém s funkcí i po několika letech provozu. Pokud dojde k přetěžování, mechanickému poškození (především izolačních materiálů) „uklepání“ nebo poškození jiným živočichem „překousání“ může dojít ke zkratu a tzv. „spálení“ vodiče.










Obr. 1.3-Příklady poškozených vodičů – mechanické poškození se „spálením“; „překousání“ živočichy. [8]

INVESTICE DO ROZVOJE VZDĚLÁVÁNÍ

Tabulka 1: Značení vodičů a kabelů podle ČSN 34 7409 (HD 361) (výběr)	
Příklad: vodič s PVC izolací 2,5 mm²	H 07 V - U 2,5
označení předpisu harmonizovaný předpis uznávaný národní typ	H A
jmenovité napětí U_0/U^1 01:100 V/100 V; 03:300 V/300 V 05:300 V/500 V; 07:300 V/750 V	03 05 07
izolace PVC přírodní nebo syntetický kaučuk silikonový kaučuk	V R S
materiál pláště PVC přírodní nebo syntetický kaučuk silikonový kaučuk chlorprenový kaučuk skelné vlákno textilní vlákno	V* R S N J T
vlastnosti pro montáž ploché rozdělitelné vedení ploché nerozdělitelné vedení	H H2
	<p>... jmenovitý průřez vodiče</p> <p>X bez ochranného vodiče G s ochranným vodičem (žlutozeleným)</p> <p>... počet žil</p> <p>druh vodiče</p> <p>U jeden drát R vícedrátový K z tenkých drátů pro pevné uložení F z tenkých drátů pro pohyblivé uložení H z jemných drátů pro pohyblivé uložení Y sláněný (velmi ohebný)</p> <p>* V2: PVC pro provozní teplotu 90 °C * V3: PVC pro instalace při nízké teplotě * V4: PVC zesílené * V5: PVC odolné proti oleji</p>
¹ U_0 nejvyšší přípustné napětí mezi vodiči a kovovým krytem nebo zemí U nejvyšší přípustné napětí mezi fázemi	








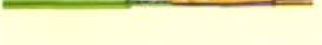
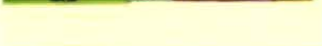


Úplný popis označení je např. na www.lamela.cz/cz/katalog_all.htm (tipy).

Obr. 1.4-Značení vodičů a kabelů. [1]

Izolovaná vedení pro pevná uložení					
vyobrazení	název	označení	jmenovité napětí U_0/U	počet žil	použití
	jednotlivé vodiče s PVC izolací	H07V-U H07V-R H07V-K	450/750 V	1	uložení v trubkách v suchém prostředí, k vnitřnímu propojení rozvodnic, svítek, motorů
	plochá šňůra s PVC izolací	H05VVH2-F	300/500 V	2 ... 5	uložení pod omítku v suchém prostředí, nikoliv na dřevo
	střední kabel s opláštěním	H05RR-F	300/500 V	2 ... 5	uložení na i pod omítku, v suchém, vlhkém i mokřem či explozivním prostředí, nikoliv do země
Izolovaná vedení pro pohyblivé přívody					
vyobrazení	název	označení	jmenovité napětí U_0/U	počet žil	použití
	dvojlinka	H03VH-H	300/300 V	2	pro připojení spotřebičů nízkého výkonu s dvojitou izolací (holící strojky, hodiny, úsporná svítidla)
	lehká plochá šňůra	H03VV-F	300/300 V	2, 3, 4	pro připojení spotřebičů nízkého výkonu s dvojitou izolací (svítidlo, psací stroj)
	střední šňůra s PVC pláštěm	H05VV-F	300/500 V	2, 3, 4, 5	mechanicky středně odolný přívod pro výkonné spotřebiče jako ledničky, pračky, topná tělesa
	střední kabel s kaučukovým pláštěm	H05RR-F	300/500 V	2, 3, 4, 5	mechanicky středně odolný dobře ohebný přívod pro pohyblivé spotřebiče, jako kuchyňské roboty, vysavače, pagedlo, vrtačka, žehlička

Obr. 1.5-Druhy vodičů a kabelů. [1]

INVESTICE DO ROZVOJE VZDĚLÁVÁNÍ

Tabulka: Speciální a sdělovací vodiče a kabely (výběr)						
Vyobrazení	Název	Označení	U_0/U^* ve V	počet žil	A^{**} v mm ² d v mm	Použití
	zvonkový vodič Y	Y-Draht	60	1	$d = 0,8$	Pro pevné uložení v trubkách, na omítce nebo pod ní, v suchých místnostech.
	ploché zvonkové vedení	J-FY	375	2 až 3	$d = 0,8$	Pro pevné uložení v omítce a pod ní v suchých místnostech.
	zvonkové vedení YR	YR	100	2 až 24	$d = 0,8$	Pro pevné uložení v omítce a pod ní, v suchých i vlhkých místnostech a venku.
	vodič pro vnitřní silové rozvody	H05V-U H05V-K	300/500	1	$A = 0,5$ až 1	Pro chráněné uložení v přístrojích a ve svítidlech, v signalizačních a řídicích zařízeních, také v trubkách, na omítce a pod ní.
	žehličková šňůra s textilním pláštěm a pryžovou izolací	H03R	300/300	2 až 3	$A = 0,75$ až 1,5	K připojování tepelných spotřebičů v domácnostech a v kancelářích, např. žehličky nebo vyhřívací příkrývky.
	ovládací vedení s izolací PVC	NYSLÖ (CMSM)	300/500	3 až 60	$A = 0,5$ až 2,5	Přívodní a ovládací vedení na obráběcích strojích, dopravních a montážních pásech, v suchých i mokrych prostorech.
	svařovací vedení	H01N2- D	100/100	1	$A = 16$ až 185	Přívody k elektrodám svařečky, ve strojírenském, automobilovém a loďařském průmyslu při velkém mechanickém namáhání.
	signální vedení	PYCYM (TCEKE)	250/250	2 až 100	$d = 0,6$ až 0,8	Stíněná párová vedení k měřicím přístrojům a počítačům. Vedení je třeba chránit před slunečním zářením.
	sdělovací vedení	YCYM	250/250	2 nebo 4	$d = 0,8$	Pro rozvod Evropské instalační sběrnice EIB pro pevné uložení. Vedení je třeba chránit před slunečním zářením.
	řídicí vedení ASi	AS-i	300/500	2	$A = 1,5$	Žluté vedení sběrnice AS-i pro přenos dat a napájení stanic. Černé AS-i vedení je pro napájení 24 V DC a červené ASi vedení je pro napájení 230 V AC.
	vnitřní telekomunikační kabel	J-Y (st) Y	250/250	2 až 100	$d = 0,8$	Telekomunikační vedení pro pevné uložení v telefonních ústřednách. Vedení je třeba chránit před slunečním zářením.

Obr. 1.6-Značení vodičů a kabelů. [1]



evropský
sociální
fond v ČR



EVROPSKÁ UNIE



MINISTERSTVO ŠKOLSTVÍ,
MLÁDEŽE A TĚLOVÝCHOVY



OP Vzdělávání
pro konkurenceschopnost

INVESTICE DO ROZVOJE VZDĚLÁVÁNÍ

Poděkování

Investice do rozvoje vzdělávání.

Tento výukový text je spolufinancován Evropským sociálním fondem a státním rozpočtem České republiky v rámci projektu č. CZ.1.07/2.2.00/28.0206 „Inovace výuky podpořená praxí“.

Literatura

- [1] Häberle, H.: *Průmyslová elektronika a informační technologie*, Europa-Sobotáles, Praha, 2003, ISBN 80-86706-04-4
- [2] Kreidl, M., Šmíd, R.: *Technická diagnostika - senzory, metody, analýza signálu*, BEN, Praha, 2006, ISBN 80-7300-158-6
- [3] Martinek: *Senzory v průmyslové praxi*, BEN, Praha, 2004, ISBN 80-7300-114-4
- [4] Schmidt, D.: *Řízení a regulace pro strojírenství a mechatroniku*, Europa-Sobotáles, Praha, 2005, ISBN 80-86706-10-9
- [5] Příklady vodičů – splétané pro vysoké proudy, plný kruhový průřez. Zdroj: svarbazar.cz
- [6] Příklad silnoprůdeho vodiče RADOX. Zdroj: eskutr.cz
- [7] Příklady koncovek a spojek vodičů – lisovací a šroubovací. Zdroj: elpoco.cz, oasis.cz
- [8] Příklady poškozených vodičů – mechanické poškození a následné „spálení“, „překousání“ živočichy. Zdroj: ceskatelevize.cz