

ELEKTRO INSTALACE doma a na chatě

KAREL ŠTECH

**TŘETÍ, ZCELA ⚡
PŘEPRACOVANÉ
VYDÁNÍ**

PROFI&HOBBY

Upozornění pro čtenáře a uživatele této knihy

Všechna práva vyhrazena. Žádná část této tištěné či elektronické knihy nesmí být reprodukována a šířena v papírové, elektronické či jiné podobě bez předchozího písemného souhlasu nakladatele. Neoprávněné užití této knihy bude **trestně stíháno**.

Používání elektronické verze knihy je umožněno jen osobě, která ji legálně nabyla a jen pro její osobní a vnitřní potřeby v rozsahu stanoveném autorským zákonem. Elektronická kniha je datový soubor, který lze užívat pouze v takové formě, v jaké jej lze stáhnout s portálu. Jakékoliv neoprávněné užití elektronické knihy nebo její části, spočívající např. v kopírování, úpravách, prodeji, pronajímání, půjčování, sdělování veřejnosti nebo jakémkoliv druhu obchodování nebo neobchodního šíření je zakázáno! Zejména je zakázána jakákoliv konverze datového souboru nebo extrakce části nebo celého textu, umístování textu na servery, ze kterých je možno tento soubor dále stahovat, přitom není rozhodující, kdo takovéto sdílení umožnil. Je zakázáno sdělování údajů o uživatelském účtu jiným osobám, zasahování do technických prostředků, které chrání elektronickou knihu, případně omezují rozsah jejího užití. Uživatel také není oprávněn jakkoliv testovat, zkoušet či obcházet technické zabezpečení elektronické knihy.





Copyright © Grada Publishing, a.s.

Karel Štech

Elektroinstalace doma a na chatě

3., zcela přepracované vydání

Vydala Grada Publishing, a.s.
U Průhonu 22, Praha 7
obchod@grada.cz, www.grada.cz
tel.: +420 220 386 401, fax: +420 220 386 400
jako svou 3330. publikaci

Odpovědná redaktorka Věra Slavíková
Sazba Antonín Plicka
Fotografie na obálce a obr. 54, 55, 57, 64 poskytla firma Erocomm, spol. s r. o.
Fotografie v textu archiv autora
Počet stran 136
První vydání, Praha 2008
Vytiskly Tiskárny Havlíčkův Brod, a. s.
Husova ulice 1881, Havlíčkův Brod

© Grada Publishing, a.s., 2008
Cover Design © Grada Publishing, a.s., 2008

Názvy produktů, firem apod. použité v knize mohou být ochrannými známkami nebo registrovanými ochrannými známkami příslušných vlastníků.

ISBN 978-80-247-2622-9 (tištěná verze)

ISBN 978-80-247-7786-3 (elektronická verze ve formátu PDF)

© Grada Publishing, a.s. 2012

1 Obsah

Úvod	9
1 Co musí elektrická instalace splňovat	13
1.1 Svépomocně instalovaný rozvod	13
1.2 S jakými problémy se může stavebník setkat	14
1.3 Co smí a nesmí laik provádět	14
1.4 Na které činnosti si pozvat odborníka	15
1.5 Kdo jsou vlastně odborníci	15
1.6 Rizika neodborných prací	16
2 Jediná teoretická kapitola	18
2.1 Co je vlastně elektřina	18
2.2 Proč se používá střídavý elektrický proud	19
2.3 Co je napětí, proud, výkon	19
2.3.1 Napětí	20
2.3.2 Proud	20
2.3.3 Výkon	21
2.3.4 Odpor	21
2.3.5 Kmitočet	24
3 Nebezpečí při manipulaci s elektrickým zařízením	25
3.1 Nebezpečí požáru	25
3.1.1 Vliv přechodového odporu	26
3.1.2 Přetížení obvodů	26
3.1.3 Elektrický zkrat	26
3.1.4 Elektrický oblouk	27
3.1.5 Elektrostatické výboje	27
3.1.6 Jiné důvody	28

3.2	Hořlavost materiálů	36
3.2.1	Rozvod na hořlavých podkladech	37
3.2.2	Vliv prostředí	38
4	Riziko úrazu proudem	39
4.1	Princip vzniku úrazu elektrickým proudem	39
4.1.1	Účinky elektrického proudu na člověka	40
4.2	Záchrana postiženého	40
4.3	Způsoby ochrany proti úrazu proudem	41
4.3.1	Automatické odpojení od zdroje	42
4.3.2	Dvojitá nebo zesílená izolace	44
4.3.3	Elektrické oddělení pro napájení jednoho spotřebiče	45
4.3.4	Ochrana malým napětím	45
4.3.5	Doplňková ochrana před úrazem	47
5	Návrh elektrické instalace	51
5.1	Volba koncepce rozvodu	52
5.2	Jištění napájeného objektu	52
5.2.1	Jištění elektrických rozvodů	53
5.2.2	Selektivita jištění	54
5.3	Projekt	55
5.4	Cena projektu	55
5.5	Rozpočet	56
5.6	Žádost o připojení	56
6	Elektrická instalace v praxi	57
6.1	Přípojka	57
6.2	Návrh přípojky	58
6.3	Kabel nebo volné vedení	58
6.4	Výkop pro kabel	59
6.5	Přípojková skříň	60
6.5.1	Hlavní ochranné pospojování	61
6.6	Elektroměrová skříň	62
6.7	Podružné rozvodnice	63
6.8	Trasy vedení	64

6.8.1	Pracovní nástroje a vybavení	65
6.8.2	Klasická instalace	68
6.8.3	Ukládání kabelů	71
6.8.4	Kabely v lištách	73
6.8.5	Jak na elektrickou instalaci	74
6.9	Počet a rozmístění vývodů a zásuvek	77
6.9.1	Zapojení zásuvek	78
6.9.2	Světelné obvody	80
6.9.3	Třífázové vývody	81
6.9.4	Rozvod v koupelnách	82
6.9.5	Instalace ve venkovních prostorech	83
7	Předepsané barvy vodičů	85
7.1	Jaké kabely koupit	87
7.2	Jak zapojovat vodiče	87
8	Rozvod na stavbě	90
8.1	Staveništní rozvaděč	91
8.2	Šňůrová vedení	93
8.3	Bezpečnost na stavbě	94
8.4	Zásuvky jen předpisové	96
8.5	Stupeň krytí elektrických zařízení	98
8.6	Prostředí	99
9	Stará instalace – co lze tolerovat	101
9.1	Instalace v dřevěných objektech	102
9.2	Prodlužovací šňůry a rizika jejich provozu	104
10	Tepelné spotřebiče	106
10.1	Volba topidel	106
10.1.1	Akumulační vytápění	107
10.1.2	Přímotopné spotřebiče	108
10.1.3	Podlahové vytápění	110
10.2	Stanovení příkonu topných těles	110
10.3	Topidla pro sauny a infrakabiny	111

10.4 Klimatizace	113
10.5 Příprava užitkové vody	114
11 Úspory při používání elektrické energie	116
11.1 Úspory při osvětlování	116
11.2 Úspory při používání tepelných spotřebičů	119
11.3 Ostatní spotřebiče	119
12 Ochrana objektů před účinky blesku	122
12.1 Selektivita ochrany	125
12.2 Přepětí a podpětí	126
13 Údržba elektrických zařízení	128
13.1 Rizika při úklidu	128
14 Ochrana před požárem	130
14.1 Co je hlásič požáru	131
14.2 Jaký hasicí přístroj	131
15 Význam značky CE	134
Slovníček použitých výrazů	136

Úvod

Publikace, kterou jste si zakoupili, je určena především pro stavebníky bez odborných elektrotechnických znalostí; její pochopení nevyžaduje žádnou kvalifikaci, ani vlastnictví norem a katalogů materiálu, nemusíte umět provádět výpočty, ani vlastnit počítač se speciálními programy, které se dnes pro návrhy elektrických instalací používají. Svépomocným stavebníkům by její prostudování mělo ušetřit značné částky, které by jinak museli investovat do nákupu norem (dnes mimořádně drahých a ne vždy dostatečně srozumitelných), i obnosy vyplácené kvalifikovaným, a tedy poměrně drahým elektrikářům najímaným na drobnější zásahy do rozvodu, a to bez zvýšení rizik (úraz proudem, požár) pro tyto stavebníky.

Autor přes dvě desetiletí pracoval jako revizní technik a ze své praxe dobře zná nebezpečí plynoucí z nekvalifikovaných zásahů do elektrického rozvodu, mimoto působil jako odborný učitel na učňovské škole, kde i některé náročné problémy musel umět vysvětlit jednoduchou a srozumitelnou formou. Stavebník se nemusí prokousávat nezáživnou teorií a složitě počítat a měřit. Všechny méně známé praktické činnosti budou náležitě podrobně popsány, aby je dokázal provádět i průměrně zručný stavebník bez speciálních nástrojů.

V celé publikaci nejsou citovány žádné normy a stavebník není nucen je kupovat a hledat v nich. Jejich cena je totiž značně vysoká – například norma ČSN 33 2000-4-41, což je pouhých 68 stran formátu A4, stojí 770 Kč, přitom platí jen do 1. 2. 2009!

Zatímco stará norma ČSN 34 1390 – *Předpisy pro ochranu před bleskem* měla celkem 70 stránek a v roce 1971 stávala 18,50 Kč, dnešní ČSN EN 62305 se skládá ze sedmi knížek s úhrnnou cenou 5495 Kč.

Přitom technické normy nejsou od 1. 1. 1995 závazné, a to ani původní, ani nově vydávané. Neznamena to však, že by nebyly platné, ale že řešení, které použijete namísto toho „normalizovaného“, musí být spolehlivější a zejména bezpečnější než to uváděné v normách. Například vodiče a kabely mohou být silnější než uvádí normy, jističi je vhodné volit „přísnější“ a jednotlivé součásti rozvodu mohou být v odolnějším provedení než ty, které uvádějí předpisy.

Snaze ušetřit při kladení elektrické instalace se nelze divit – stavebník bývá v etapě dokončování stavby zpravidla značně finančně vyčerpán. Jednoduché svépomocné elektrotechnické práce, jako je vysekávání drážek pro kabely, „kapes“ pro krabice, zásuvky a vypínače, by sice mohl i nekvalifikovaný stavebník provádět sám, ale vkládání a upevňování kabelů či pomocných instalačních trubek („husí krky“) musí provádět výhradně na základě projektu a konzultací s těmi, kdo budou tento rozvod zapojovat, popřípadě kontrolovat. Kabely a vodiče nesmí v žádném případě sám nikam připojovat a nesmí uvedené činnosti provádět ani v blízkosti stávajících funkčních rozvodů. Poškození „majzlíkem“ stávajících kabelů a vodičů pod napětím při rekonstrukcích a rozšiřování elektrického rozvodu však bývá časté a důsledky jsou značně nebezpečné.

U instalací nových zařízení je nutno vycházet z projektu, který si stavebník nechá vypracovat a podle něhož se stavba realizuje. Opakovanými dotazy však bylo zjištěno, že firmy provádění svépomocných prací investorem (stavebníkem) většinou neumožňují, takže úspory v těchto případech zpravidla nepřicházejí v úvahu – zřejmě mají s amatérskými stavebníky špatné zkušenosti. Rovněž se brání tomu používat materiály a výrobky, které má stavebník k dispozici, a to i v případě, že jde o předměty či kabely nově zakoupené nebo demontované z nedlouho provozovaného provizorního rozvodu. Jediná konstruktivní rada, týkající se možných úspor, kterou v jedné stavební firmě na dotaz o možných úsporách poskytl, zněla: *ať stavebník objedná jen to nejnnutnější (nízký počet svítidel, zásuvek) a ostatní si dodělá dodatečně sám.*

Tomuto přístupu se však nelze divit – instalace jističů či chráničů s nezaručenými vlastnostmi (například nevhodně skladovanými) může zhoršit parametry celého rozvodu a firmě přidělat práci s odhalováním původu závad. Odpovědnost za funkčnost i bezpečnost zařízení nese v plném rozsahu revizní technik, který výstupní revizi vypracuje, respektive firma, která jej zaměstnává. Za případné vady rozvodu, projevující se například lokálním zahořením a poškozením kabelů, ručí firma provádějící stavbu či rekonstrukci.

Svépomocně prováděné práce je tedy možné provádět jen ojedinele, zejména při menších přestavbách a při rozšiřování užívaných prostorů. I zde je nutno vyžadovat po dokončení prací a před uvedením nově instalovaných úseků do provozu provedení revize. U malých a jednoduchých zásahů do elektrického rozvodu, (například přemístění vypínače, svítidla nebo zásuvky), kde by objednání revizního technika představovalo zbytečné náklady, stačí, aby nové zařízení

připojil k síti svědomitý elektrikář, nikoli však soused bez elektrotechnické kvalifikace!

Každý svépomocný stavebník by si měl uvědomit, že i když instalace elektrického rozvodu je zdánlivě snazší než přemísťování cihel, tvárnic či travers a jejich ukládání, bývají rizika mnohem vyšší a nejsou na první pohled patrná. Svorka, na které naměříme 230 V, se na pohled vůbec neliší od svorky připojené na ochranný vodič; napětí, které pronikne na kostru například michačky, také není vidět.

Úrazy elektrickým proudem v prostředí stavby, kde bývá mokro, jsou nebezpečné a velmi často smrtelné. Relativní úspory spočívající v „ošizení“ některých zapojení nebo použití nevhodných materiálů či přístrojů jsou v takovém případě vykoupěny příliš drahó. K poškození rozvodu (například při nesprávně zvoleném jištění), k požáru (při nevhodném uložení vodičů a kabelů) či k úrazu proudem může dojít i po delší době, nejen bezprostředně po dokončení instalace. Dodatečné finanční ztráty i případné tragedie lze eliminovat volbou spolehlivé montážní firmy nebo (u drobných změn) alespoň důvěryhodného revizního technika, který na případné nedostatky prohlídkou a měřením přijde.

Autor se nicméně domnívá, že svépomocné elektrotechnické práce se nevyplácí. Stavebník musí většinou v krátkém čase realizovat něco, co příliš neovládá a co profesionálovi, který zná různé finty z praxe, připadá běžné. Realizované dílo mívá závady, často bývá nevhledné a přitom nevyjde o mnoho levněji vzhledem k tomu, že elektrikářské firmy kupují materiál s nižším DPH a s množstevními slevami až 20 procent.

Toto přepracované vydání bylo na základě připomínek čtenářů rozšířeno o některá témata (podávání žádosti o připojení k veřejné síti, výpočet vytápění), naopak byly vypuštěny kapitoly o motorech, elektroosmóze či podrobné popisy pojistek, jističů či stykačů. Informace o nich lze najít v dalších publikacích. Odborníkům se autor omlouvá, že se v zájmu srozumitelnosti místy odchýlil od oficiální technické terminologie.

1 Co musí elektrická instalace splňovat

Veškeré části elektrického rozvodu, které budou připojeny na elektrickou síť, musí být schopny spolehlivého a bezpečného provozu; po zapnutí musí fungovat bez nežádoucího oteplení a jiných nevhodných efektů, a nesmějí být zdrojem rizik pro své okolí; na přístupných kovových částech se nesmí objevovat napětí, které by mohlo způsobit úraz elektrickým proudem. Rozvod by měl být přehledný, aby v případě poruch byla snadná jejich lokalizace a odstranění případných závad. Rovněž nesmí negativně působit na své okolí (například rušením po síti nebo produkováním nežádoucích impulzů).

Aby veškerá zařízení napájená z elektrovodné sítě splňovala tyto požadavky, musí být vyráběna podle schválených předpisů, výrobcem průběžně kontrolována (týká se spotřebičů) a instalována v souladu s předpisy a vyhláškami. Zařízení zakončené vidlicí mohou sice do příslušné zásuvky zapojit osoby bez elektrotechnické kvalifikace, tento elektrický rozvod však musí vyhovovat platným předpisům (a pokud možno být občas odborně kontrolován) a spotřebiče musí odpovídat účelu, pro který byly vyrobeny. Uživatel musí být informován o možných rizicích a o způsobu provozu; ten bývá podrobně uveden v technických popisech zařízení.

1.1 Svépomocně instalovaný rozvod

Velice často uživatelé zjistí, že stávající elektrická instalace jim nevyhovuje; svítidel a zásuvek je málo a často jsou nevhodně umístěny. Prodlužovací šňůry překážejí a působí rušivě, provizorní napájení svítidel umístěných mimo stropní vývody je zakázáno. Dříve nebo později se rodina rozhodne pro zásadnější úpravu elektrického rozvodu.

Nejvhodnější, bohužel nikoli z hlediska finančního, je pozvat si odbornou firmu. Ta zhotoví návrh (u větších zásahů vypracuje projekt), předloží finanční rozpočet

a veškeré práce provede kvalitněji než laik. Po dokončení prací na hotovém rozvodu provede revizi, kterou nyní některé pojišťovny před uzavřením pojistných smluv vyžadují. Vzhledem k vyšší ceně odborných prací se však značná část stavebníků rozhoduje provést rekonstrukci svépomocně. U menších akcí je to možné, zapojovat však celý byt nebo rodinný dům není pro laika snadné; práce trvají dlouho, některé materiály nebo přístroje nejsou na trhu a stavebník neví, čím je nahradit, mnohé činnosti vyžadují odbornou montáž a tento požadavek není tak splněn, takže případnou reklamaci prodejní firma neuzná. Nejhorší je ovšem rizikovitost takových zásahů.

1.2 S jakými problémy se může stavebník setkat

Svépomocnými zásahy do stávající elektrické instalace stavebník ušetří čas i peníze, které by musel vyplatit přivolanému elektrikáři či firmě, ale vystavuje se velkému riziku. Může způsobit požár, a nebo sobě či dalším lidem přivodit úraz elektrickým proudem a v krajním případě být obžalován pro zavinění úrazu či dokonce úmrtí z nedbalosti. Příkladnějším mu hrozí značná pokuta za porušení plomb na elektrickém zařízení (přívodní kabel, elektroměr). Možných rizik jsou si vědomi i elektrikáři profesionálové, kteří na rozdíl od laického stavebníka mají odborné zkušenosti a jsou vybaveni odpovídajícími pracovními a ochrannými pomůckami.

1.3 Co smí a nesmí laik provádět

Svépomocně lze sice na stavbě udělat mnohé, elektrickému rozvodu by se však měli vyhnout všichni, kteří nejsou „od oboru“. Výjimkou jsou části rozvodu, které jsou napájeny bezpečným napětím spolehlivě odděleným od napětí síťového. Dále úseky, které nejsou dosud připojeny k elektrovodné síti a které před připojením zkontroluje důvěryhodný odborník (revizní technik, u malých akcí spolehlivý elektrikář), popřípadě ty části rozvodu, které byly bezpečně odpojeny od sítě. „Bezpečně“ znamená, že vodiče jsou vytaženy z přívodních svorek například v rozvaděči a zaizolovány, aby se na ně nemohlo dostat napětí, případně jsou vyjmuty a uschovány pojistky a příslušné zařízení je zajištěno tak, aby je nikdo

nepovolaný nemohl zapojit, a tak ohrozit život těch, kteří na rozvodu pracují. Je zbytečné konstatovat, že uvedené vypnutí a pak opětovné zapnutí (po kontrole bezchybného stavu) musí provádět odborník, nikoli laik bez kvalifikace.

Laici mohou provádět jen ty činnosti, u nichž je záruka, že jimi neprojde proud nebezpečné hodnoty (konkrétní hodnota závisí na více faktorech). I když se to na první pohled nezdá, neměl by laik pracovat ani na neodpojeném bezpečném napětí (například pro halogenové žárovky), protože při zkratu v těchto obvodech hrozí rozstříknutí roztaveného kovu a následné popáleniny.

1.4 Na které činnosti si pozvat odborníka

Všude, kde laik není schopen zajistit a spolehlivě ověřit stav bez napětí, musí nastoupit profesionál, který zařízení kvalifikovaně odpojí. Laik nesmí pracovat ani na odpojených zařízeních, která prostorově souvisejí s ostatními částmi jež nelze vypnout. I tady je nutné, aby zasáhl kvalifikovaný elektrikář (například při výměně vadného jističe umístěného vedle ostatních, které není možno odpojit). Připomínáme, že laické ověření stavu bez napětí již mnohokrát skončilo úrazem; zejména doutnavková zkoušečka často signalizuje bezpečný stav, protože nesvítl, ale na kontrolovaném zařízení je přítom napětí. Bývá to tím, že doutnavka je posunutá tak, že není v kontaktu s předřadným odporem, a nebo je dokonce rozbitá (aniž je to zvenku vidět). V zimě může také dojít k jejímu orosení, takže se rovněž nerozsvítí.

1.5 Kdo jsou vlastně odborníci

Elektrotechnickou kvalifikaci získávají absolventi učebních oborů elektro, elektrotechnických průmyslovek nebo vysokých škol v oboru elektro či jaderné fyziky. Zároveň však musí mít **platné** osvědčení o úspěšném absolvování zkoušky podle Vyhlášky 50/1978 (nejméně § 6), která tak zaručuje, že pracovník neztratil kontakt s oborem. Osvědčení o zkoušce je vydáváno na tři roky a nesmí být propadlé. Kvalifikaci mívají i někteří vědečtí pracovníci, kteří se v laboratořích setkávají s elektřinou a rovněž mnozí učitelé odborných předmětů; ti sice nepochybně mají značné teoretické vědomosti, ale zásahy do stávající elektrické instalace jim

není radno svěřovat (je znám případ jistého inženýra, asistenta z ČVUT, obor elektro, který v bytě své matky, kde byl rozvod 120 V, propojil ochranné kolíky zásuvek se zdírkou napravo, protože tehdy v soustavě 3×380/220 V to bylo běžné a tím ohrozil sebe i ji).

1.6 Rizika neodborných prací

Kromě toho, že laický stavebník může následkem svých nevydařených aktivit utrpět úraz elektrickým proudem a způsobit škody v domácnosti, může také být odsouzen pro zavinění úrazu jiným osobám nebo požáru z nedbalosti; viz též Trestní zákon č. 140/1961 Sb. ze dne 29. listopadu 1961, § 5, kde se uvádí „Trestný čin je spáchán z nedbalosti, jestliže pachatel

- a) věděl, že může způsobem v tomto zákoně uvedeným porušit nebo ohrozit zájem chráněný tímto zákonem, ale bez přiměřených důvodů spoléhal, že takové porušení nebo ohrožení nezpůsobí, nebo
- b) nevěděl, že svým jednáním může takové porušení nebo ohrožení způsobit, ač o tom vzhledem k okolnostem a k svým osobním poměrům vědět měl a mohl.

V krajním případě může být pachatel odsouzen za trestný čin nepodmíněně: mezi ně patří například zavinění **těžké újmy na zdraví**. Podle § 89 [Trestný čin], čl. 7 sem patří zmrzačení, ztráta nebo podstatné snížení pracovní způsobilosti, poškození důležitého orgánu, zohyzdění, delší dobu trvající porucha zdraví.



Obr. 1 Dokonce i kutil, který „v dobrém úmyslu“ při svých nekvalifikovaných aktivitách způsobí škody, úraz či dokonce úmrtí, může skončit za mřížemi

Paragraf 180 [Ohrožení z nedbalosti] výslovně uvádí:

- (1) Kdo z nedbalosti způsobí nebo zvýší obecné nebezpečí anebo ztíží jeho odvrácení nebo zmírnění, bude potrestán odnětím svobody až na jeden rok nebo zákazem činnosti.
- (2) Odnětím svobody až na tři léta nebo zákazem činnosti bude pachatel potrestán,
 - a) způsobí-li činem uvedeným v odstavci (1) těžkou újmu na zdraví nebo smrt,
 - b) spáchá-li takový čin proto, že porušil důležitou povinnost vyplývající z jeho zaměstnání, povolání, postavení nebo funkce uloženou mu podle zákona, nebo
 - c) způsobí-li takovým činem značnou škodu.
- (3) Odnětím svobody na jeden rok až pět let nebo peněžitým trestem bude pachatel potrestán, způsobí-li činem uvedeným v odstavci 2 písm. b)
 - a) škodu velkého rozsahu, nebo
 - b) těžkou újmu na zdraví nebo smrt.
- (4) Odnětím svobody na tři léta až deset let bude pachatel potrestán, způsobí-li činem uvedeným v odstavci 2 písm. b) těžkou újmu na zdraví nebo smrt více osob. Ve sporu občanskoprávním bude pachatel takového činu odsouzen i k náhradě způsobených škod (§ 420 obč. zák.) včetně vyplacení náhrady za ztrátu na výdělku po dobu pracovní neschopnosti, vypracování znaleckých posudků a soudních poplatků.

Soudný stavebník by si tato rizika měl uvědomit dřív, než bez příslušných znalostí zahájí práce na elektrickém zařízení.



Obr. 2 Elektrická zařízení musí být označena předepsanými tabulkami; instrukce na nich je nutno dodržovat

2 Jediná teoretická kapitola

Zde bude stručně vysvětleno, co je vlastně elektrický proud, co jsou izolanty a vodiče, proč proud kovovými vodiči prochází a izolačními materiály nikoli, co je stejnosměrný a co střídavý proud, co jsou základní veličiny používané v elektrotechnice a jaké jednotky se používají.

2.1 Co je vlastně elektřina

Původně chaoticky pohybující se malé částičky hmoty zvané elektrony lze působením některých vnějších vlivů (chemická polarizace, magnetické pole) „donutit“ k uspořádanému pohybu vodivým předmětem, například drátem. A stejně tak, jako u jednoduchého fyzikálního pokusu z obecné školy, dokazujícího na spojitých nádobách tendenci kapaliny zaujímat hladinu shodné výšky, je patrná „snaha“ (například u akumulátoru, jehož svorky jsou propojeny drátem) docílit stejného potenciálu obou vývodů. Průchodem proudu se ovšem vodič při tomto pokusu zahřívá; zařadíme-li do okruhu žárovku pro vhodné napětí, rozsvítí se. Elektrický proud procházející mezi dvěma místy s rozdílným potenciálem má tedy schopnost vykonávat práci. Jako první zdroj napětí byla popsána tzv. živočišná elektřina (Alessandro Volta 1799), což byl vlastně elektrický proud vznikající za přítomnosti elektrolytu (vodivé kapaliny) mezi dvěma vodivými materiály. V následujících letech tehdejší vědci a vynálezci vyzkoušeli všechny možné kovy i množství vodivých roztoků, takže byly objeveny a posléze vyráběny galvanické články nejprve s tekutým, později zahuštěným elektrolytem. Francouz George Leclanché vyrobil v roce 1866 článek se zinkovou a uhlíkovou elektrodou, který se téměř beze změn používá dodnes. Následovaly o něco výkonnější akumulátory, které je nutné nejprve nabít, zatímco galvanické články si vyrábí proud chemickou reakcí mezi elektrodami a elektrolytem. Pro praktické použití však byly výkony takových zařízení většinou nedostatečné, osvětlení a motory si musely počkat na proud střídavý.

2.2 Proč se používá střídavý elektrický proud

Na samém začátku experimentů s elektrickým proudem byly pro pokusy (s ohřevem drátů, se zdroji světla, s velmi nedokonalými elektromotory) používány výhradně galvanické články a různá dynamy, dodávající proud stejnosměrný. Ten je oproti proudu střídavému sice bezpečnější (i současně bezpečnostní předpisy rozlišují úraz proudem stejnosměrným od střídavého), tím však jeho přednosti končí (starší motoristé, kteří se trápili nad nespolehlivostí a malým výkonem dynamy, si nyní nad alternátory v automobilech jistě libují). Konstrukce dynamy je složitá (mj. vyžaduje přesně opracované komutátory, které bylo nutno občas na soustruhu „přetočit“), účinnost je nízká (dynamy 40 až 50 procent, střídavé alternátory až 95 procent), proud se obtížně reguluje a na velké vzdálenosti se nedá přenášet, protože ho nelze transformovat na vyšší napětí vhodné k dálkovému rozvodu. Spotřebiče s motory na stejnosměrný proud jsou dražší a jejich účinnost i regulace jsou horší. Některé spotřebiče bez speciálních úprav nelze použít vůbec (zářivky s tlumivkami či s měniči, indukční motory, spínané zdroje napájející počítače i další zařízení).

Přitom střídavý proud se dá vyrobit velice snadno – typický generátor takového proudu má každý cyklista na svém kole (i když se mu říká „dynamo“). Když se totiž pohybuje vodič (lépe, více vodičů tvořících cívku) v magnetickém poli (mezi nástavci magnetu), vzniká elektrický proud, jehož napětí závisí zejména na síle magnetického pole a kmitočet je dán počtem pólů a rychlostí otáčení cívky.

V současné době elektrická síť zásobující domácnosti, dopravu i průmysl používá výhradně střídavý proud o kmitočtu 50 nebo 60 Hz (USA, část Japonska) a o napětí 120 až 240 V. Velikost napětí $3 \times 400 / 230$ V (původně $3 \times 380 / 220$ V) používaného ve většině Evropy představuje jakési optimum – přenos vyššího napětí by byl energeticky náročnější a zejména nebezpečnější, naopak menší napětí by vzhledem k ztrátám ve vedení vyžadovalo silnější vodiče a kabely i bohatěji dimenzované (větší) spínače, zásuvky, svorkovnice a přístroje.

2.3 Co je napětí, proud, výkon

Pro orientaci v oboru je nutné si připomenout některé potřebné pojmy. Mnozí z nás se neorientují, takže na stavbách i v hospodách padají podobné perly, jako

„je to jedna *ampéra*“ nebo „to vedení má malý výkon“. Bez částečné orientace v oboru se nebudete schopni s přivolaným elektrikářem domluvit.

2.3.1 Napětí

Napětí elektrického proudu se udává ve voltech [V]; napětí v elektrické síti je u nás 230 V (původně bylo 220 V) mezi vodičem fázovým (krajním pracovním) a uzlem zdroje („nulákem“ neboli středním vodičem); odpovídá to hodnotě nastavené na místním transformátoru zmenšené o ztráty ve vedení a v domovní instalaci. Na žárovkách je zpravidla uveden údaj 220–240 V a příslušný příkon, na spotřebičích je většinou údajů více.

Do bytů a domů s třífázovým proudem je v současné době přiváděno tzv. sdružené napětí o velikosti 3×400 V (původně 3×380 V): jde zpravidla o čtveřici drátů různých barev (viz dále). Původně se do bytů přivádělo jednofázové napětí, jiné patro rodinného domu nebo sousedé ve stejném podlaží bylo napájeno další ze tří fází, která mají oproti „nuláku“ rovněž napětí 230 V. Toto napětí se během dne o několik procent mění vinou zatížení sítě; voltmetrem lze naměřit fázové napětí 230 V +6/-10 %, což je 207–243,8 V. Veškeré spotřebiče v tomto rozsahu napětí bezchybně fungují.

V některých zemích (a dříve i u nás) se používá napětí 120 V; v USA, v Jižní Americe i v některých zemích bývalého SSSR jsou připojeni na napětí 115–127 V, v Japonsku dokonce na 100 V. Ani tato napětí nepatří mezi bezpečná. Jako *bezpečné napětí* se používá nejčastěji napětí 12 V nebo 24 V, získávané z vhodného transformátoru (*kap. 4.3.4*).

Při kontrolách dimenzování vodičů se setkáme s pojmem *úbytek napětí*. Při průchodu proudu elektrickým obvodem dochází na odporu vodičů nebo na svorkách k napěťové ztrátě, která je tím větší, čím je větší proud v obvodu a odpor tohoto vedení – to bude vyloženo v dalších kapitolách.

2.3.2 Proud

Připojíme-li nějaký spotřebič, odporový drát nebo žárovku na zdroj napětí, začne tímto obvodem protékat proud, jehož intenzita (velikost) je tím větší, čím větší je napětí a čím vyšší je vodivost této zátěže. Intenzita elektrického proudu procházejícího obvodem se udává v ampérech [A] (**ten** ampér, podle francouzského fyzika A. M. Ampèra). Proud je uveden například na elektroměrech, pojistkách a jističích. Hodnota označuje nejvyšší přípustný proud, který jistič či pojistka

přenesu nebo kterým lze elektroměr zatěžovat. Silu vodičů je nutno volit podle přenášeného proudu – u světelných a tepelných spotřebičů se zjistí odebíraný proud tak, že se výkon uvedený na štítku spotřebiče vydělí napětím 230 V. Například žárovka 60 W odebírá proud 0,26 A, žárovkou 200 W protéká proud 0,87 A, teplometem 2 kW přibližně 8,7 A.

U motorů se uvedený vzorec rozšíří o tzv. *účinník* vyjadřující fázový posuv mezi napětím a proudem; ten má vždycky hodnotu menší než 1, což znamená, že odebíraný proud je vždy vyšší, než by tomu bylo u tepelných spotřebičů stejného výkonu. Motor může mít tedy na štítku uveden výkon 1 kW, napětí 230 V a proud 5 A. Jestliže vynásobíme napětí a proud, získáme tzv. *zdánlivý výkon* 1150, který se udává ve VA (voltampérech). Když výkon 1 kW touto hodnotou vydělíme, získáme výsledek 0,87, což je velikost onoho zmíněného účinníku.

Proud u třífázových spotřebičů (zejména motorů) závisí na způsobu jejich zapojení. Podle zapojení cívek motorů je u některých motorů (nikoli u všech) možno volit zapojení do hvězdy nebo trojúhelníku. U třífázových sporáků, akumulacních kamen i motorů bývají na štítcích zpravidla uvedeny výkony i odebírané proudy.

2.3.3 Výkon

Výkon se uvádí ve wattech [W], popřípadě u větších spotřebičů v tisícínásobku: v kilowattech [kW], u některých motorů a jiných indukčních spotřebičů ve voltampérech [VA], popř. kilovoltampérech [kVA]. Pro výkon odebíraný spotřebičem je správnější výraz *příkon*.

Částkami, které posíláte rozvodným závodům, platíte za odebraný výkon vynásobený časem, který měří elektroměr (uvádí se v kilowatthodinách [kWh], což jsou tisíce watthodin, nebo megawatthodinách [MWh], tedy milionech Wh). Jestliže máte v domě tzv. noční proud, pak musíte mít instalován elektroměr dvousazbový, který samostatně měří tzv. vysokou sazbu a nízkou s odlišnými cenami za odběr. Výkon u všech modernějších spotřebičů bývá uváděn buď na výrobním štítku, nebo například u žárovek přímo na baňce.

2.3.4 Odpor

Odpor není na žádném spotřebiči ani na jiných zařízeních pro laiky uváděn, přesto je vhodné se o něm zmínit. V praxi rozlišujeme zejména *odpor vodičů*, *odpor přechodový* a *odpor izolační*, popřípadě i *zemní odpor přizemnění*. Odpor vyjadřujeme v ohmech (Ω), většími jednotkami jsou tisíckrát větší kiloohm ($k\Omega$) a milionkrát