Bezpečnost práce s elektrickými zařízeními, první pomoc, požární ochrana a poznámky k provozu laboratoře

20. února 2025

Obsah

Bezpečnost práce s elektrickými zařízeními

První pomoc

Požární ochrana

Provoz laboratoře

Ochrana před úrazem el. proudem

- Elektrický proud v kontaktu s lidským tělem způsobuje popáleniny, křeče svalů, chvění srdečních komor (fibrilace), chem. změny atd.
- Hůře je snášen proud střídavý, zejména okolo 100 Hz. Nad 10 kHz ke křečím spíše nedochází, proud má ale tepelné účinky. Při ještě vyšší frekvenci (MHz) se uplatňuje skin-effekt.
- Velmi orientační hodnoty el. proudu, které lidské tělo ještě snese bez následků, jsou

$$I_{\mathrm{DC}} = 10\,\mathrm{mA}, \quad I_{\mathrm{AC}} = 3\,\mathrm{mA}.$$

Ochrana před úrazem el. proudem

Ochrana před úrazem el. proudem

$$I = \frac{U}{R}$$

je obecně založena na

- omezení proudu používáním pouze tzv. bezpečného napětí
- omezení proudu velkou hodnotou odporu případného el. obvodu (ve kterém by byl člověk zapojem, tj. prostředí, těla apod.)
- zabráněním možnosti el. průrazu a tedy podstatného snížení el. odporu a zvýšení el. proudu
- omezením doby působení proudu (jedna ruka, proudové chrániče).

Konkrétní možnosti ochrany

- malým napětím (do 50V[1])
- kryty a přepážkami, doplňkovou izolací
- polohou (např. minimální výška drátů VVN)
- zábranou (např. plot s výstrahou)
- proudový chránič
- nulováním či zemněním přístrojů, u nichž se při poruše může napětí objevit na kostře (viz dále)

[1] Malé napětí (mn) do 50 V, nízké (nn) 50 – 1000 V, vysoké (vn) 1 – 52 kV, velmi vysoké (vvn) 52 – 300 kV.

Třídy elektrických zařízení

- 0 – pouze pracovní izolace, nevyhovující zařízení, zakázáno používat
- I – s kovovou kostrou, mají trojvodičovou zástrčku, kde fázový a nulový vodič jsou připojeny na kolíky a zemnicí vodič na dutinku; kostra je připojena na zemnicí vodič. Ruční elektrické nářadí ne.
- II – s dvojitou izolací (většinou plastový kryt, značka dva čtverečky v sobě, do 4 kV), musí mít dvojvodičovou zástrčku (bez zemnicího vodiče)
- III – zařízení na malá napětí, způsob krytí není podstatný, jiný typ zástrček nedovoluje připojení na síť 230 V

Ochrana nulováním/zemněním přes elektrickou zásuvku

nulování
(TN-C)

zemnění
(TN-C-S, TN-S)

- barvy mohou být i jiné (hnědá, černá, červená), vodiče mohou být přeznačeny (kromě PE)

Dovolené dotykové napětí na neživých částech

neživá část = nemělo by tam být nic

Prostor ($\approx R$)	AC $U_\mathrm{d}(V)$	DC U_d (V)
normální + nebezpečné	50	120
zvlášť nebezpečné	25	60
zvlášť nepříznivé případy	12	25

Kategorie prostorů

- normální (bezpečné) – nejsou nepříznivé vlivy, suché prostředí, klasická podlaha
- nebezpečné – hrozí stálé nebo přechodné riziko úrazu (např. koupelna)
- zvlášť nebezpečné – další mimořádné podmínky (např. venku, trvalé mokro apod.)
- zvlášť nepříznivé případy (např. bazén)

Oprávnění pracovníků k činnosti na el. zařízení

	Obsluha elektrického zařízení		Práce na elektrickém zařízení					
			NN			VN, VVN		
Pracovník	MN NN	VN VVN	Bez napětí	V blízkosti části pod napětím	Před napětím	Bez napětí	V blízkosti části pod napětím	Před napětím
Seznámený	smí (sám)	nesmí	smí podle podmínek ČSN 34 3108	smí jen v bezpečné vzdálenosti podle ČSN 34 3108	nesmí	smí podle podmínek ČSN 34 3108	smí jen v bezpečné vzdálenosti podle ČSN 34 3108	nesmí
Poučený	smí (sám)	smí (sám)	smí (podle pokynů)	smí (s dohledem)	nesmí	smí (s dohledem)	smí (pod dozorem)	nesmí
Znalý	smí (sám)	smí (sám)	smí (sám)	smí (sám)	smí (sám) (jen v bezpečných prostorách)	smí (sám)	smí (s dohledem, příp. pod dozorem podle ČSN 34 3100)	smí (pod dozorem)
Znalý s vyšší kvalifikací	smí (sám)	smí (sám)	smí (sám)	smí (sám)	smí (sám)	smí (sám)	smí (sám, příp. pod dozorem podle podmínek podle ČSN 34 3100)	smí (pod dozorem)

ČSN 313100 je nahrazena zákonem č. 250/2021 Sb.: osoba školená/poučená/znalá

Bezpečné vzdálenosti

Napětí (kV)	Vzdálenost (cm)
do 10	50
do 35	90
do 110	170
do 220	250
do 400	450

- dráty spadlé na zem: krokové napětí, klokan
- vliv intenzity elektrického pole (na elektrody neukazujeme)
- jedna ruka pro sebe
- zlaté prsteny = dobrý kontakt

První pomoc při úrazu el. proudem

1. vyprosti postiženého z dosahu proudu – vypnutí: general stop u dveří , odtažení, zajisti vlastní bezpečnost
2. ulož postiženého na záda na rovnou podložku, zakloň mu hlavu
3. volej pohotovost 155, oznam co se stalo a místo, nezavěšuj první
4. pošli někoho k vrátnici, aby přivolanou pomoc přivedl k postiženému
5. zjisti stav vědomí, dýchání a srdeční činnosti
6. pokud postižený nedýchá nebo srdce nepracuje, prováděj resuscitaci do příjezdu pomoci či obnovení životních funkcí

- British Heart Foundation sound clip!
- Při laické první pomoci se doporučuje provádět umělou masáž srdce vždy, když postižený nedýchá.
- Distance dva prsty od sterna, propletené prsty, 100/min, pokles sterna o 4-5-6 cm.
- Dýchání do plic se dnes neprovádí (2/30)
- Masivní krvácení má přednost. Zaškrcení max. 15 minut.
- I malá zranění je nutné hlásit.

Hasicí přístroje

- vodní – vhodný jen na pevné látky, malý hasicí účinek (chladicí efekt); elektrická zařízení a hořlavé kapaliny ne!
- pěnový – dobře hasí pevné látky a hořlavé kapaliny (izolační efekt); elektrická zařízení ne!
- sněhový (CO_2) – pevné látky, elektronika (např. výpočetní technika), kapaliny, elektrická zařízení pod napětím do 1000 V (chladicí efekt $-30\,^{\circ}$C, izolace plynem); nehodí se na prach a sypké látky, nebezpečí omrzlin
- práškový – univerzální použití, elektrická zařízení pod napětím do 1000 V; nevhodný na piliny, prach, jemné mechanické součásti, elektroniku
- halotronový – hasení všech materiálů a elektrických zařízeních pod napětím do 1000 V s výjimkou žhnoucích látek. Těžké plyny jako hexafluoropropan ($C_3H_2F_6$) – izolační efekt, vysoká účinnost díky inhibici reakcí hoření. Nezanechává stopy po hasení, vhodné pro jemné přístroje a elektroniku.

Práškový hasicí přístroj I

Hasicí přístroj (práškový) je umístěn hned za přepážkovými dveřmi. V praktiku jsou k dispozici i hasicí roušky (pod mrazákem).

Provoz laboratoře

- V laboratoři je povinnost udržovat pořádek a čistotu. Zejména znečištěná podlaha je nejčastější příčinou úrazu.
- Studenti jsou povinni se přezouvat. Pracovní pláště nejsou nutné.
- Obuv a venkovní oděv studenti odkládají do skříně na chodbě, případně v zadní laboratoři s věšákovou stěnou. Skříň se zamyká, klíč je umístěn na stole s úlohou Automatizace měření u vstupu do laboratoře.
- V laboratoři je zakázáno jíst, pít, kouřit. (Rtuťové teploměry.)
- Na pracovních stolech nesmí být odkládány věci, které nesouvisejí s provozem a s výukou. Během práce v laboratoři mají mít studenti na pracovním stole jen pomůcky předepsané pro danou úlohu.
- Je zakázáno skladovat jakékoli provozní kapaliny apod. v obalech od potravin, krmiv, léků nebo kosmetiky!

Provoz laboratoře

- Ve školní laboratoři mohou studenti pobývat pouze s vědomím příslušného pedagoga nebo osoby odpovědné za provoz laboratoře.
- Před vlastní výukou je pedagog povinen ověřit, že studenti pochopili pracovní postup (pohovorem nebo testem).
- Při zapojení složitějších obvodů student nejprve požádá o kontrolu zapojení, teprve poté může do obvodu pustit el. proud. Zapojení je vhodné provádět při zdrojích el. napětí nastavených na nulu, resp. minimum, a měřicích přístrojích na dostatečně velkých rozsazích. Při zapojování multimetrů jako ampérmetrů je zapotřebí nejprve odhadnout proud, který obvodem poteče, a podle něj zvolit rozsah, a tedy i vhodné vstupní zdířky přístroje.
- Student je povinnen hlásit závady, které objeví před započetím nebo v průběhu měření. Závady nehlášené nebo způsobené nedostatečnou přípravou na měření mu budou předloženy k úhradě.

Provoz laboratoře

- **Do zásuvek sítě 230 V zapojujeme pouze k tomu určené přívodní šňůry. Nikdy ne vodiče s banánky.**
- Po skončení měření studenti žádají o kontrolu naměřených dat v laboratorním deníku. Po kontrole student provede na svém pracovišti úklid. Vypne vařiče, stáhne na minimum a vypne zdroje el. napětí, přístroje nastaví do standardních režimů, vylije vodu z kádinek resp. pyknometrů. Student ručí za bezproblémové opuštění svého pracoviště. Vyučující opouští laboratoř v uklizeném stavu.

Další rizika

- Nebezpečí popálenin hrozí u vyhřívaných lázní (olej v lázni pro termočlánek, voda v oběhovém termostatu či kalorimetru) či u elektrických topných těles (kalorimetr, tepelná vodivost). Spirály či topné fólie nevyhříváme naprázdno bez ponoření do vody či připevnění k jinému tělesu.
- Nebezpečí opaření při prudké přeměně přehřáté vody v páru (ohřev vody v mikrovlnce).
- Horkovzdušná pistole není fén.
- Při provozu zdrojů UV záření či jiných neznámých zdrojů je nutné se vyhýbat pohledům do nitra zdroje.
- Bezpečný laser má výkon do 1 mW (třída 2), relativně bezpečný do 5 mW (třída 3R). S laserem třídy 3 seznámení provádí osoba písemně pověřená děkanem.

Příklad: bezpečná práce se zdroji napětí

- před měřením a po jeho skončení zkontrolujeme stažení napětí nebo proudu na nulu
- místo vypínání celého zdroje (nutnost chlazení, stabilizace) používáme tlačítko odpojení výstupu

Příklad: bezpečná práce s ampérmetry

Keysight U3401

Keysight U3402

- dva rozsahy pro měření proudu 500 mA/10 A a 1,2 A/12 A
- různé rozložení zdířek u obou typů

MASARYKOVA
UNIVERZITA