



FAKULTA ELEKTROTECHNIKY  
A KOMUNIKAČNÍCH  
TECHNOLOGIÍ

# Bezpečnost v elektrotechnice

Pracovní sešit

doc. Ing. Miloslav Steinbauer, Ph.D.

---

ÚSTAV TEORETICKÉ A EXPERIMENTÁLNÍ ELEKTROTECHNIKY



**T** FAKULTA ELEKTROTECHNIKY  
A KOMUNIKAČNÍCH Ústav teoretické  
TECHNOLOGIE a experimentální elektrotechniky



BEZPEČNOST V ELEKTROTECHNICE  
VERZE 2024

---

---

---

---

---

---

---

---

**T** DEFINICE

**Bezpečnost elektrických zařízení**

je schopnost elektrického zařízení **neohrožovat** za stanovených podmínek provozu **lidské zdraví, užitkovou zvlášť nebo majetek** a okolní prostředí elektrickým proudem nebo napětím nebo jevy vyvolanými účinky elektřiny a **chránit před nebezpečím neelektrického charakteru**, která mohou tato zařízení způsobovat.

2

---

---

---

---

---

---

---

---

**T** KVALIFIKACE PRO PRÁCI V LABORATOŘÍCH FEKT

- Kvalifikace ve smyslu NV 194/2022 Sb. je nutnou podmínkou účasti na laboratorní výuce na FEKT
- Pro získání kvalifikace je potřeba:
  - absolvovat **prokazatelné povinné poučení**
  - absolvoval **online školení - samostudium**
  - úspěšně složit **test** (termíny viz vyhláška)
- Opakující studenti FEKT nemusí znovu absolvovat poučení, přezkoušení pak jen v případě obnovení platnosti
- Kvalifikace získané mimo FEKT se neuznávají
- Podrobné informace a studijní materiály jsou na <https://www.utee.fekt.vut.cz/elektrotechnicka-kvalifikace>

3

---

---

---

---


---

---

---

---

FAKULTA ELEKTROTECHNIKY  
A KOMUNIKAČNÍCH Ústav teoretické  
TECHNOLOGIE experimentální elektrotechniky



ČÁST 1  
ELEKTRICKÁ  
ZAŘÍZENÍ

---

---

---

---

---


---

---

---

ROZDĚLENÍ EZ PODLE NEBEZPEČÍ ÚRAZU

- **Silnoproudá zařízení**  
- při obvyklém užívání **mohou vzniknout proudy nebezpečné** osobám, užitkovým zvířatům, majetku a věcem.



- **Slaboproudá zařízení**  
- při obvyklém užívání **nemohou vzniknout proudy nebezpečné** osobám, užitkovým zvířatům, majetku a věcem.

5

---

---

---

---

---

---

---

---

ROZDĚLENÍ EZ PODLE NAPĚTÍ (STŘÍDOVÉ)

Kategorie napětí	Označení napětí	Název napětí	Jmenovitá napětí $U$			
			v uzemněné soustavě		v izolované soustavě	
			mezi vodiči a zemí	mezi vodiči	mezi vodiči	
I	mn	ELV	malé	$U \leq 50 \text{ V}$	$U \leq 50 \text{ V}$	$U \leq 50 \text{ V}$
II	nn	LV	nízké	$50 \text{ V} < U \leq 600 \text{ V}$	$50 \text{ V} < U \leq 1000 \text{ V}$	$50 \text{ V} < U \leq 1000 \text{ V}$
A	vn	(MV)	vyšoké	$0,6 \text{ kV} < U < 30 \text{ kV}$	$1 \text{ kV} < U < 52 \text{ kV}$	$1 \text{ kV} < U < 52 \text{ kV}$
B	vvn		velmi vysoké	$30 \text{ kV} \leq U < 171 \text{ kV}$	$52 \text{ kV} \leq U < 300 \text{ kV}$	$52 \text{ kV} \leq U < 300 \text{ kV}$
C	zvn	HV	zvláště vysoké	-	$300 \text{ kV} \leq U \leq 800 \text{ kV}$	-
D	uvn		ultra vysoké	-	nad $800 \text{ kV}$	-

Napětí střídavé rozvodné sítě v ČR: **230/400 V** (3 fáze)

Pro **stejnoseměrná zařízení** je hranic mezi malým a nízkým napětím **120 V=**, hranic mezi nízkým a vysokým napětím pak **1500 V=**.

6

---

---

---

---

---

---

---

---

**T** ZNAČENÍ VODIČŮ A SVOREK EZ  
PÍSMENY A ČÍSLICEMI (ČSN EN 60445 ED. 4)

Název	Označení		Název	Označení	
	Vodič	Svorka		Vodič	Svorka
Střídavá soustava			Zvláštní druhy vodičů a svorek		
Fáze (vodič vedení)	L	U	Ochranný vodič	PE	PE
1. fáze	L1	U	Vodič slučující funkci ochranného vodiče a nulového vodiče	PEN	PEN
2. fáze	L2	V			
3. fáze	L3	W			
Nulový vodič	N	N	Vodič slučující funkci ochranného vodiče a vodiče středního bodu	PEM	PEM
Stejnoseměrná soustava			Vodič ochranného pospojování	PB	PB
Kladný pól	L+	+ , C	Vodič pracovního uzemnění	FE	FE
Záporný pól	L-	- , D	Vodič pracovního pospojování	FB	FB
Vodič ze středu	M	M	Hlavní ochranná svorka (přípojnice)		

7

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

**T** ZNAČENÍ VODIČŮ BARVAMI (ČSN 33 0165 ED. 2), (ČSN EN 60445 ED.6)

- Střídavá soustava**
  - Izolované vodiče
 

Vodič, žíla kabelu	Poznávací barva	
L	Fázový nebo krajní	černá nebo hnědá nebo šedá
N	Nulový (střední)	světlemodrá
PE	Ochranný	zelená / žlutá
PEN	Vodič PEN	zelená / žlutá (+ světlemodrá)
  - Holé vodiče
 

Vodič, přípojnice	Poznávací barva	
L	Fázový	oranžová
N	Nulový (střední)	světle modrá
PE, PEN	Ochranný	zelená/žlutá
- Stejnoseměrná soustava**

Vodič, přípojnice	Poznávací barva	
L+	Kladný pól	tmavě červená
L-	Záporný pól	bilá (tmavě modrá)
M	Vodič ze středu	světle modrá
PE, PEM	Ochranný	zelená/žlutá

8

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

**T** ZNAČENÍ VODIČŮ A SVOREK - PŘÍKLAD

- Barvu **ZELENOU** a **ŽLUTOU** je možné kombinovat pouze vzájemně a to pro ochranný vodič.
- Samostatné fázové vodiče můžeme kombinovat libovolně (např. 3x černá)

Motto: Je-li možno zapojit vodič dvěma způsoby, první z nich vám vyrazí pojistky...

9

---

---

---

---

---

---

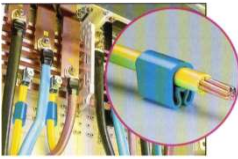
---

---


---

---

**ZNAČENÍ VODIČŮ BARVAMI**



**Holé sběrnice** (Naked busbars) showing a rack of electrical equipment with busbars.



10

---

---

---

---

---

---

---

---

FAKULTA ELEKTROTECHNIKY  
A KOMUNIKAČNÍCH TECHNOLOGIÍ

Ústav teoretické  
experimentální elektrotechniky

**ČÁST 2**

**BEZPEČNOST ELEKTRICKÝCH ZAŘÍZENÍ**



POZOR NAPĚTÍ!

---

---

---

---

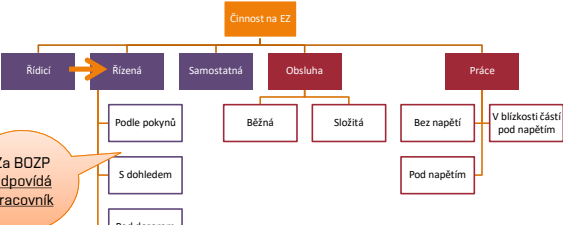
---

---

---

---

**PŘEHLED ČINNOSTÍ NA EZ**  
(ČSN EN 50110-1 ED. 3 A ČSN 33 0010 ED. 2)



**Za BOZP odpovídá pracovník** (Responsible for safety is the worker)

**Za BOZP odpovídá dozor** (Responsible for safety is supervision)

- **Obsluha** je činnost bez použití nástrojů, kdy pracovník nepřichází do styku se živými částmi EZ. Je spojena s provozem EZ (spínání, regulování, výměna pojistek či žárovek, prohlídka EZ ...)
- **Práce** je činnost, kdy pracovník používá nástroje a může přijít do styku s živými částmi EZ. Sem patří montáž, revize a údržba EZ, jakož i úkony pro zajišťování pracoviště a měření přenosnými přístroji.

12

---

---

---

---

---

---

---

---

**Zákon o bezpečnosti práce v souvislosti s provozem vyhrazených technických zařízení a o změně souvisejících zákonů**

- Zrušena Vyhláška č. **50/1978 Sb.** o odborné způsobilosti v elektrotechnice.
- Požadavky na **bezpečnost provozu vyhrazených technických zařízení (VTZ)** a ochranu zdraví při práci a výkon státní správy VTZ.
- Práva a povinnosti osob provádějící **obsahu, montáž, údržbu, kontrolu, revize, opravy, plnění nádob plynu u VTZ.**
- **Způsob ověřování odborné způsobilosti osob** k činnostem na VTZ a odborné způsobilosti k výkonu činností osob vykonávajících obsluhu a práci na EZ (bez, pod a v blízkosti napětí).

13

---

---

---

---

---

---

---

---

**Zákon doplněn nařízením vlády:**

- **Nařízení vlády č. 190/2022 Sb. o vyhrazených technických elektrických zařízeních a požadavcích na zajištění jejich bezpečnosti.**
- Nařízení vlády č. 191/2022 Sb. o vyhrazených technických plynových zařízeních ....
- Nařízení vlády č. 192/2022 Sb. o vyhrazených technických tlakových zařízeních ....
- Nařízení vlády č. 193/2022 Sb. o vyhrazených technických zdvihacích zařízeních ...
- **Nařízení vlády č. 194/2022 Sb. o požadavcích na odbornou způsobilost k výkonu činnosti na elektrických zařízeních a na odbornou způsobilost v elektrotechnice.**

14

---

---

---

---

---

---

---

---



- osoby **poučené** (§ 4 nařízení vlády 194/2022 Sb.),
- osoby **znalé** (§ 5 nařízení vlády 194/2022 Sb.),
  - osoby pro **samostatnou činnost** (§ 6 nařízení vlády 194/2022 Sb.),
  - osoby pro **řízení činnosti** (§ 7 nařízení vlády 194/2022 Sb.) a
  - **revizní technici** (§ 11 zákona a § 8 nařízení vlády 194/2022 Sb.).

Kvalifikace pracovníků	Výchozí požadavky				Provedení způsobilosti	
	NV 194/2022	Pro činnost na EZ	Odborná kvalifikace	Odborná praxe (výbuch bez / s)	Zkušební komise	Lhůta pro přezkoušení
Osoba seznámená	-	nn	žádné	žádná	NE	podle zák. práce
Osoba poučená	§ 4	vn	žádné	žádná	NE	max. 3 roky
Osoba znalá pro samostatnou činnost	§ 6	vn	ANO nebo další profesní vzdělání	dle zaměstnavatele	ANO	max. 3 roky
		nn		2 / 3 roky		
Osoba znalá pro řízení činnosti	§ 7	vn	ANO	3 / 4 roky	ANO	max. 3 roky
		hromosvody		2 / 3 roky		
Revizní technik	§ 8	nn		4 / 4+1 roky		
		vn	ANO	4 / 4+1 roky	ANO	5 let
		hromosvody		2 / 2+1 roky	ANO	TIČR

15

---

---

---

---

---

---

---

---

**T OSOBA POUČENÁ (PODLE § 4 NV Č. 194/2022 Sb.)**

- Je odborně způsobilá osoba – **školená v předpisech k zajištění bezpečnosti a ochrany zdraví při práci** pro činnost na elektrických zařízeních a v jejich blízkosti,
- školená v oblasti možných zdrojů a příčin rizik na EZ a v jejich blízkosti a upozorněna na možné ohrožení EZ,
- seznámena s postupy pro **poskytnutí první pomoci** při úrazech elektrickým proudem.
- **Není vyžadováno elektrotechnické vzdělání.**
- Osoba poučená zejména vykonává:
  - **samostatnou obsluhu EZ** bez omezení napětí, s omezením, že se může dotýkat jen těch částí zařízení, které jsou pro obsluhu určeny,
  - práci **podle pokynů na EZ mn a nn** bez napětí a v jejich blízkosti,
  - práci **s dohledem na EZ vn** bez napětí a v jejich blízkosti,
  - práci **s dohledem osoby znalé v blízkosti nekrytých živých částí EZ nn pod napětím**, v bezpečné vzdálenosti od nich, nebo až na dotyk s izolačním krytem chránícím před nahodilým dotykem s živou částí,
  - práci **pod dozorem osoby znalé v blízkosti nekrytých živých částí EZ vn pod napětím**,
  - práci na EZ ve zvláštních případech.

16

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

**T OSOBA ZNALÁ PRO SAMOSTATNOU ČINNOST – ELEKTROTECHNIK (PODLE § 6 NV Č. 194/2022 Sb.)**

- Osoba s odbornou kvalifikací (vzděláním), která po zaškolení složila zkoušku z odborné způsobilosti k výkonu činností v elektrotechnice ve stanoveném rozsahu.
- Elektrotechnik musí mít odbornou praxi podle předpisů organizace a školení z první pomoci.
- **Elektrotechnik vykonává činnosti na EZ a v jejich blízkosti samostatně s výjimkou zvláštních případů vycházejících z hodnocení rizik.**
- Ověření znalostí zkouškou provede tříčlenná zkušební komise, jejímž předsedou musí být revizní technik.
- Zaškolení a rozsah zkoušky z odborné způsobilosti k výkonu činností v elektrotechnice odpovídá rozsahu požadované odborné způsobilosti k vykonávaným činnostem.

17

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

**T STUDENTI FEKT**

- Po dobu studia a jen pro školní laboratoře:
  - Smí vykonávat takovou obsluhu a práci na EZ, která odpovídá jejich postupně získávaným znalostem a fyzické zdatnosti a to vždy pod dohledem či dozorem.
  - Jsou po prokazatelném poučení a přezkoušení považováni za **osoby poučené (§4)**.

18

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---



**T** ZAJIŠTĚNÍ BEZPEČNOSTI PŘI OBSLUZE A PRÁCI

- Bezpečnostní sdělení
- Ochranné a pracovní pomůcky
- Technická a organizační opatření

- **Státní odborný dozor**
  - SÚIP (Státní úřad inspekce práce)
  - IP (Inspektoráty práce)
  - TIČR (Technická inspekce České republiky)

19

---

---

---

---

---

---

---

---

**T** VZORY BEZPEČNOSTNÍCH TABULEK

VÝSTRAŽNÉ	ZÁKAZOVÉ	PŘÍKAZOVÉ	INFORMAČNÍ
			
POZOR ELEKTRICKÉ ZAŘÍZENÍ !	VSTUP ZAKÁZÁN	VYPNI V NEBEZPEČÍ !	HLAVNÍ VYPÍNAČ
 POZOR ELEKTRICKÉ ZAŘÍZENÍ !	 VSTUP ZAKÁZÁN	 VYPNI V NEBEZPEČÍ !	 HLAVNÍ VYPÍNAČ

20

---

---

---

---

---

---

---

---

**T** OCHRANNÉ A PRACOVNÍ POMŮCKY

- **Ochranné pomůcky**
  - Izolační rukavice, boty a koberce
  - Izolační přilby a obleky
  - Ochranné brýle a štíty
  - Zkratovací, vybíjecí a zemnicí zařízení ...

**O dobrém stavu je nutné se přesvědčit před každým použitím**
- **Pracovní pomůcky**
  - Zkoušečky, měřicí přístroje
  - Izolované nářadí, žebříky ...

21

---

---

---

---

---


---

---

---

**T ZKUŠEBNÝ A LABORATOŘE**  
(ČSN EN 50191 Ed. 2)

- Elektrická zkušební zařízení s nebezpečím úrazu elektrickým proudem **určené k provádění pokusů:**
  - Zkušební pracoviště – zařízení ve stanoveném prostoru.
  - Zkušebna nebo experimentální pracoviště (laboratoř) – nejméně jedno pracoviště.
  - Dočasné zkušební pracoviště.
- Nebezpečný prostor** – okolí živých částí, jehož hranice nemá být překročena, pokud není zajištěna úplná ochrana před přímým dotykem.
- Zkušební zařízení a nebezpečné oblasti musí být jasně a **viditelně označeny**.
- Zkušební zařízení musí být vybaveno indikací spínání a stav provozu, např. indikačními svítdly.
- Musí mít instalovány **hasební prostředky** pro hašení EZ pod napětím.
- Zkoušený předmět musí být izolován od země, nebo musí být zamezeno zavlečení napětí na cizí vodivé části.
- Zkušební prostory** musí být odděleny od pracovišť a dopravních cest.



22

---

---

---

---

---

---

---


---

---

---

**T PROVOZOVÁNÍ A OBSLUHA ZKUŠEBNÍCH ZAŘÍZENÍ**  
(ČSN EN 50191 Ed. 2)

- Musí mít instalován dostatečný počet ovladačů **nouzového vypínání:**
  - Musí se umístit na dobře viditelném místě, které je rychle a snadno přístupné.
  - Musí být červené, tvarově vhodné a výrazně odlišené od ostatních ovládacích prvků.
  - Nesmí vypínat zařízení, kde by mohlo vzniknout další nebezpečí, např. osvětlení.
  - Nejsou-li některá připojovací místa zkušebních obvodů nouzově vypínána, musí být příslušným způsobem označena.
- Pouze **za dozoru a vedení** pracovníka se způsobilostí minimálně §6 (pro školní laboratoře §7). Pro obsluhu zařízení s automatickou ochranou před nebezpečným dotykem postačuje §4.
- Ve zkušebnách (laboratořích) a dočasných zkušebních zařízeních smí pracovat pracovníci poučení a znalí **jen pod dohledem**.
- Musí být vypracovány **provozní pokyny**.
- Pracovníci musí být **prokazatelně seznámeni** s pracovištěm.
- Pracoviště musí být **pravidelně a průkazně prověřována** (nejméně po 12 měsících); veškeré zjištěné vady musí být ihned odstraněny nebo nahlášeny odpovědnému pracovníkovi.



23

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

**T PROVOZOVÁNÍ A OBSLUHA ZKUŠEBNÍCH ZAŘÍZENÍ**  
(ČSN EN 50191 Ed. 2)

- Pracovníci (studenti) musí být **prokazatelně seznámeni** s pracovištěm.
  - Provozní řád laboratoře
  - Umístění ovládačů nouzového vypínání
  - Umístění lékárničky
  - Umístění RHP
  - Případná rizika zařízení na pracovišti





24

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

**T** FAKULTA ELEKTROTECHNIKY  
 A KOMUNIKAČNÍCH Ústav teoretické  
 TECHNOLOGIE a experimentální elektrotechniky

NENÍ-LI VYPJAT PROUD  
NERVYPJE V ZÁSUVCE  
SROUBOVAČEM!

## ČÁST 3

# ÚRAZ ELEKTRICKÝM PROUDEM

---

---

---

---

---

---

---

---

**T** ÚRAZ ELEKTRICKÝM PROUDEM

- Úraz bývá způsoben proudem protékajícím tělem nebo jako důsledek jiných účinků proudu, elektrického nebo elektromagnetického pole.
- Rozhodující je:
  - Velikost a cesta proudu tělem
  - Doba působení proudu
  - Druh proudu (stejnoseměrný, střídavý – kmitočet)
  - Fáze srdečního cyklu
  - Fyzický a psychický stav postiženého

26

---

---

---

---

---

---

---

---

**T** VLIV STŘÍDAVÉHO PROUDU NA ČLOVĚKA

- Proud **10 až 30 mA** nevedou většinou ke smrti, ale při jejich delším působení dochází ke křečím svalů, potížím při dýchání atd.
- Proud **nad 30 mA** mohou být i smrtelné, pokud nedojde k rychlému odpojení
- Proud **do 500 mA** způsobí smrt, procházejí-li déle než cca 0,5 s
- Proud **nad 500 mA** bývají smrtelné i při krátkých dobách průchodu.
- **Fibrilace srdečních komor** nastává při proudu nad 500 mA, nebo při delším působení proudu již od 50 mA. Považuje se za hlavní příčinu úmrtí při úrazu elektrickým proudem.

27

---

---

---

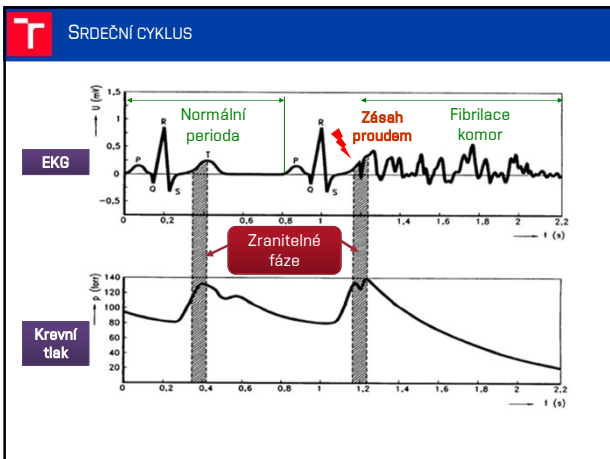
---

---

---

---

---




---

---

---

---

---

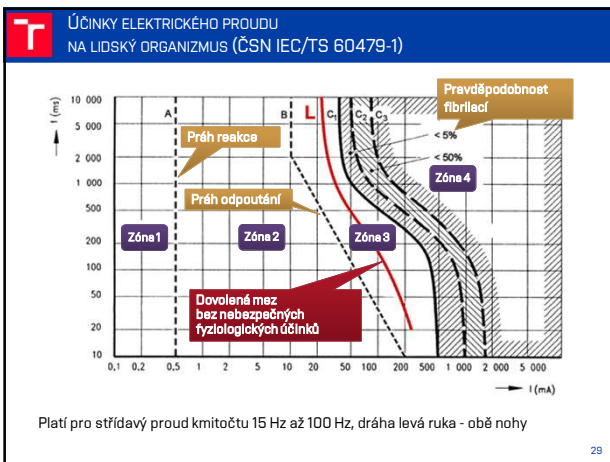
---

---

---

---

---




---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

**T FAKULTA ELEKTROTECHNIKY A KOMUNIKAČNÍCH TECHNOLOGIÍ**  
Ústav teoretické a experimentální elektrotechniky

**ČÁST 4**

**OCHRANA PŘED ÚRAZEM ELEKTRICKÝM PROUDEM**

Tady odpočívá P.J., dobrý manžel, dobrý otec, špatný elektrikář.

---

---

---

---

---

---

---


---

---

---

**T** NÁZVOSLOVÍ

- **Nebezpečná živá část**
  - Může způsobit úraz elektrickým proudem
- **Základní ochrana**
  - Při normálním provozu EZ
- **Ochrana při poruše**
  - Za podmínek jedné poruchy
- Části **současně přístupné dotyku**
  - Vzdálené méně než 2,5 m
- **Cizí vodivá část**
  - není součástí elektrické instalace, ale může přivést elektrický potenciál.



31

---

---

---

---

---


---

---

---

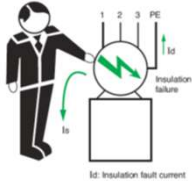
**T** DOTYK ŽIVÉ A NEŽIVÉ ČÁSTI

**Dotyk nebezpečné živé části (přímý dotyk)**



*I<sub>s</sub>*: Touch current

**Nebezpečný dotyk neživé části (nepřímý dotyk)**



*I<sub>id</sub>*: Insulation fault current

Přístroj, který je pod proudem, vypadá stejně jako ten, který není, jen je jiný na dotek...

32

---

---

---

---

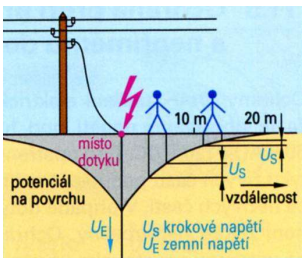
---

---


---


---

**T** VZNIK KROKOVÉHO NAPĚTÍ



**Krokové napětí**  
Propojení míst s různým potenciálem





33

---

---

---

---

---

---

---

---

**T** PROSTŘEDKY OCHRAN PŘED ÚRAZEM ELEKTRICKÝM PROUDEM  
(ČSN EN 61140 ED. 3)

Prostředky základní ochrany	Prostředky ochrany při poruše	Prostředky zvýšené ochrany
<ul style="list-style-type: none"> <li>Základní izolace</li> <li>Přepážky a kryty</li> <li>Zábrany</li> <li>Ochrana polohou</li> <li>Omezení napětí (ELV)</li> <li>Omezení ustáleného proudu a energie (náboje)</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Automatické odpojení od zdroje</li> <li>Přídavná izolace</li> <li>Ochranné uzemnění a pospojování</li> <li>Jednoduché oddělení obvodů</li> <li>Nevodivé okolí</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Dvojitá či zesílená izolace</li> <li>Ochranné oddělení obvodů</li> </ul>

**Při normálním provozu**  
Brání dotyku s nebezpečnou živou částí

**Při jedné (první) poruše**  
Brání nebezpečnému dotyku neživé části

**Při normálním provozu i jedné (první) poruše**  
Brání nebezpečnému dotyku s živou i neživou částí

**Dříve:**

- ochrana před přímým dotykem
- ochrana před dotykem živých částí

**Dříve:**

- ochrana před nepřímým dotykem
- ochrana před dotykem neživých částí

34

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

**T** PROSTŘEDKY ZÁKLADNÍ OCHRANY

- Základní izolace**
  - Izolace živých částí EZ
  - Smí být odstranitelná pouze zničením
- Přepážky a kryty**
  - Jsou součástí EZ
  - Musí vyhovovat krytí IPxxB (IP2X), pro vodorovné horní kryty IPxxD (IP4X)
  - Kryty a přepážky musí být dostatečně odolné
  - Odstranitelné pouze klíčem či nástrojem
- Zábrany**
  - Nejsou součástí EZ
  - Chrání pouze před neúmyslným dotykem
  - Mohou být odstranitelné bez použití nástroje
  - Pouze pro osoby kvalifikované v elektrotechnice



35

---

---

---

---

---

---

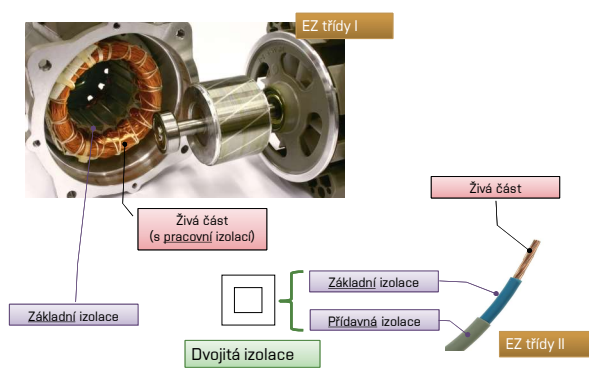
---

---

---

---

**T** TYPY IZOLACÍ EZ



36

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

**T** KRYTÍ ELEKTRICKÝCH ZAŘÍZENÍ  
IP – INGRESS PROTECTION (ČSN EN 60529)

**IP XX(X)**

- před vniknutím cizích předmětů
- před dotykem nebezpečným částí (živých, točících se, ...)

První číslice	Ochrana zařízení před vniknutím pevných těles (nesmí vniknout)	Ochrana osob před dotykem nebezpečným částí
0	nechráněno	
1	s větším průměrem než 50 mm	před dotykem hřbetem ruky
2	s větším průměrem než 12,5 mm	před dotykem prstem
3	s větším průměrem než 2,5 mm	před dotykem nástrojem
4	s větším průměrem než 1 mm	
5	před prachem (usazování prachu)	před dotykem drátem
6	Prachotěsné (pronikání prachu)	

37

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

**T** KRYTÍ ELEKTRICKÝCH ZAŘÍZENÍ  
IP – INGRESS PROTECTION (ČSN EN 60529)

**IP XX(X)**

- proti vniknutí vody

Druhá číslice	Ochrana proti vniknutí vody
0	nechráněno
1	svisle kapající (kondenzační voda)
2	kapající ve sklonu 15°
3	kropení, déšť (pod úhlem do 60° od svislice)
4	stříkající (libovolný směr)
5	tryskající
6	intenzivně tryskající (vlnobíží)
7	dočasné ponoření (omezeno tlakem a časem)
8	trvalé ponoření (případně vniknutí nemůže narušit činnost EZ)
9	tryskající vysokotlaká horká voda

38

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

**T** KRYTÍ ELEKTRICKÝCH ZAŘÍZENÍ  
IP – INGRESS PROTECTION (ČSN EN 60529)

**IP XX(XX)**

- Doplňkové písmeno před nebezpečným dotykem

Písm.	Chráněno před dotykem	Sonda
A	hřbetem ruky	koule o průměru 50 mm
B	prstem	průměr 12 mm, délka 80 mm
C	nástrojem	průměr 2,5 mm, délka 100 mm
D	drátem	průměr 1 mm, délka 100 mm

39

---

---

---

---

---

---

---


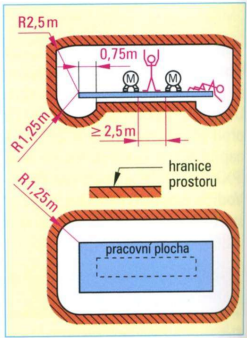
---

---

---

**T** PROSTŘEDKY ZÁKLADNÍ OCHRANY  
- UMÍSTĚNÍ MIMO DOSAH (OCHRANA POLOHOU)

- Spočívá v umístění nebezpečných živých částí mimo dosah ruky

40

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

**T** PROSTŘEDKY ZÁKLADNÍ OCHRANY  
- OCHRANA OMEZENÍM NAPĚTÍ (SELV A PELV)

- Omezením napětí na bezpečné malé napětí
  - ELV (Extra Low Voltage)
  - Maximálně 50 V~, 120 V=
  - jako zdroj: akumulátor, bezpečnostní ochranný transformátor
  - Napětí je natolik malé, že proud protékající tělem nemůže nabýt nebezpečné velikosti





41

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

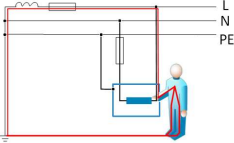
**T** MEZE BEZPEČNÝCH MALÝCH NAPĚTÍ (ELV)  
(ČSN 33 2000-4-41 ed.3)

**Prostory suché**

**Dotyk neživých částí**

- Impedance obuvi a podlahy:  $Z_f = 1000 \Omega$
- Impedance těla:  $Z_t = 750 \Omega$
- Proud bez vážných účinků do 5 s:  $I_T = 30 \text{ mA}$
- Dotykového napětí, které neublíží:  

$$U_d = (Z_f + Z_t) \cdot I_T = 52,5 \text{ V}$$
 → Mezní hodnota trvalého dotykového napětí **50 V**.



**Úmyslný dotyk živých částí**

- Práh odpoutání:  $I_T = 15 \text{ mA}$
- $U_d = 26,25 \text{ V}$   
 → konvenční hodnota je **25 V**

42

---

---

---

---

---

---

---

---

---

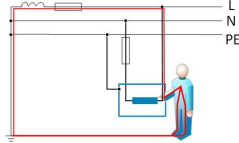
---



**T** MEZE BEZPEČNÝCH MALÝCH NAPĚTÍ (ELV)  
(ČSN 33 2000-4-41 ED.3)

**Prostory vlhké**

- Předpokládá, že působí pouze impedance lidského těla:  $Z_T = 0 \Omega$
- Při malých napětí má přibližně hodnotu:  $Z_T = 1200 \Omega$
- Do 2 s umožňuje uvolnění:  $I_T = 10 \text{ mA}$

$$U_d = (Z_F + Z_T) \cdot I_T = 12 \text{ V}$$


Prostředí	Základní ochrana	efektivní střídavé ( $V_{ef}$ )	stejnoseměrné (V)
Suché	Izolace, přepážky, kryty	50	120
	není nutná	25	60
Ostatní (vlhké)	není nutná	12	30
Při ponoření	Izolace, přepážky, kryty		

43

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

**T** PROSTŘEDKY ZÁKLADNÍ OCHRANY  
- OMEZENÍ USTÁLENÉHO PROUDU A ENERGIE

- Proud protékající osobami nebo zvířaty omezen na hodnotu, která nemůže být nebezpečná nebo citelná.
- Napájení ze zdroje omezeného proudu.
- Proud mezi částmi současně přístupnými dotyku tekoucí odporem  $2 \text{ k}\Omega$  nesmí překročit hodnoty.
- Vyšší hodnoty jsou pro zařízení k podněcení reakce na bolest, např. u elektrických ohradníků.
- Dnes se používá uložená energie místo nahromaděného náboje (ČSN EN 61140 ed. 3)

Podmínky	Mez	Mezní proud I		Mezní uložená energie E (nahromaděný náboj Q)
		Střídavý ~	Stejnoseměrný =	
Normální	Vnímání	0,5 mA	2 mA	5 $\mu\text{J}$ (0,5 $\mu\text{C}$ )
Poruchové a specifické	Bolesti	3,5 mA	10 mA	0,5 mJ (50 $\mu\text{C}$ )

44

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

**T** ORGANIZACE OCHRANNÝCH OPATŘENÍ PŘED ÚRAZEM  
ELEKTRICKÝM PROUDEM (ČSN EN 61140 ED. 3)

Ochranné opatření	Základní ochrana	Ochrana při poruše	Další ochrana
Ochrana automatickým odpojením od zdroje	Základní izolace, přepážky, kryty	Automatické odpojení + Ochranné pospojování	Doplňková ochrana proudovým chráničem
Ochrana dvojitou nebo zesílenou izolací	Základní izolace	Přídavná izolace	(nebo Zesílená izolace)
Ochrana elektrickým oddělením	Základní izolace, přepážky, kryty	Jednoduché oddělení obvodů + neuzemněné Ochranné pospojování	-
Ochrana SELV	Omezení napětí (ELV)	Jednoduché oddělení od ostatních obvodů ELV a země	Ochranné oddělení obvodů jiných než SELV
Ochrana PELV	Omezení napětí (ELV)	Jednoduché oddělení od ostatních obvodů ELV	Ochranné oddělení obvodů jiných než ELV
Ochrana omezením ustáleného dotykového proudu a energie	Omezení ustáleného proudu a energie	-	Ochranné oddělení od nebezpečných živých částí

45

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

### OCHRANA AUTOMATICKÝM ODPOJENÍM v sfn TN-C

Poruchový proud  $I_f$

Pojistky nebo jističe

Uzemnění sítě

porucha

Trojfázový spotřebič třídy I

- Pro vypnutí v čase do 0,4 s je třeba asi 5násobek jmenovitého proudu ochranného přístroje (pojistky nebo jističe)
- Proto je třeba nízká impedance „ochranné smyčky“, max. jednotky  $\Omega$ .

46

---

---

---

---

---

---

---

---

### OCHRANA AUTOMATICKÝM ODPOJENÍM v sfn TN-S

Poruchový proud  $I_f$

Pojistky nebo jističe

Uzemnění sítě

porucha

Trojfázový spotřebič třídy I

- Vodičem PE neteče za normálního provozu proud, má proto potenciál země
- Přerušením ochranného vodiče **nedojde k ohrožení bezpečnosti** jako u TN-C

47

---

---

---

---

---

---

---

---

### PORUCHA VODIČE PEN

TN-C | TN-S

Přerušení vodiče PEN

Uzemnění sítě

Jednofázový spotřebič tř. I

Jednofázový spotřebič tř. I

- Kryty EZ tř. I jsou pod fázovým napětím!
- EZ samotná jsou přítom bez poruchy

48

---

---

---

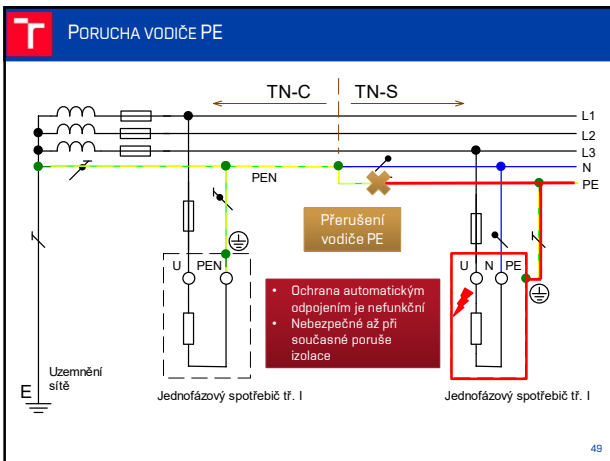
---

---

---

---

---




---

---

---

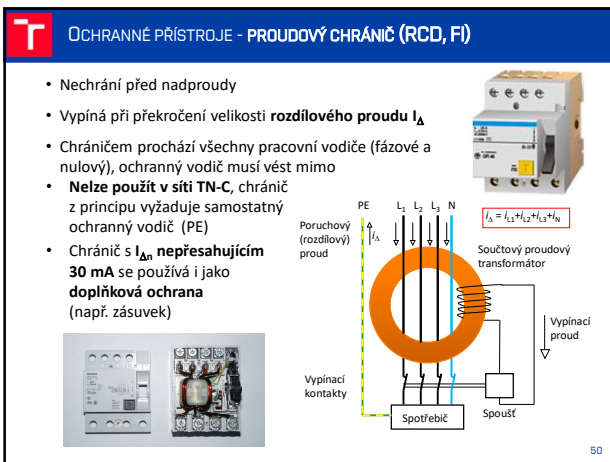
---

---

---

---

---




---

---

---

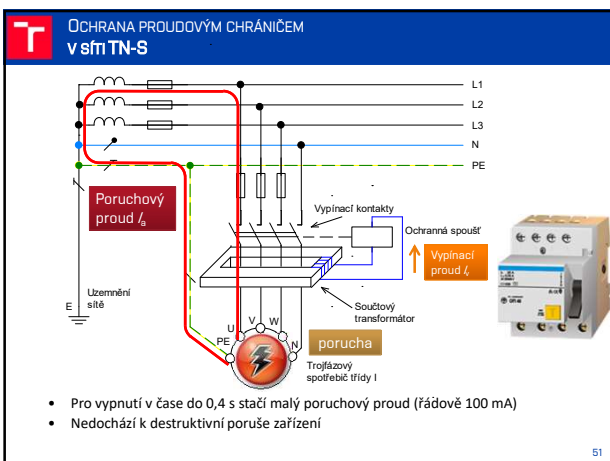
---

---

---

---

---




---

---

---

---

---

---

---

---

### OCHRANA PROUDOVÝM CHRÁNIČEM v sfn TT

- Pro vypnutí v čase do 0,2 s stačí malý poruchový proud (řádově 100 mA)
- Není problém s odporem uzemnění

52

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

### DOTYK ŽIVÉ ČÁSTI

- Chránič má i další funkci – **doplňková ochrana před dotykem s nebezpečnou živou částí**

V části chráněné chráničem osoba je chráněna

V části před chráničem – osoba není chráněna

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

### DOPLŇKOVÁ OCHRANA PROUDOVÝM CHRÁNIČEM

**Povinné použití proudového chrániče jako doplňkové ochrany:**  
Podle ČSN 33 2000-4-41 ed. 3 je nutno použít chrániče s  $I_{\Delta n} \leq 30 \text{ mA}$

- u zásuvek pro všeobecné použití, které jsou užívány laicky, se jmenovitým proudem do 32 A (jsou výjimky)
- u světelných obvodů v samostatných domácnostech
- mobilních zařízení se jmenovitým proudem do 32 A
- prostory s vanou nebo sprchou (výjimka – ohříváč vody)
- elektrická instalace plaveckých bazénů a fontán
- elektrické podlahové a stropní vytápěcí systémy

54

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

### OCHRANA DVOJITOU ČI ZESÍLENOU IZOLACÍ (EZ TŘÍDY OCHRANY II)

Ochranné opatření	Základní ochrana	Ochrana při poruše	Další ochrana
Ochrana dvojitou nebo zesílenou izolací	Základní izolace	Přídavná izolace	(nebo Zesílená izolace)

55

---

---

---

---

---

---

---

---

### OCHRANA ELEKTRICKÝM ODDĚLENÍM

Ochranné opatření	Základní ochrana	Ochrana při poruše	Další ochrana
Ochrana elektrickým oddělením	Základní izolace, přepážky, kryty	Jednoduché oddělení obvodů + neuzemněné ochranné pospojování	-

56

---

---

---

---

---

---

---

---

### TŘÍDY OCHRAN EZ (POKRAČOVÁNÍ)

Třída ochrany	Značka na předmětu	Principiální schéma	Základní ochrana	Ochrana při poruše	Poznámka
0			Základní izolace	není	Nemá ochranné prostředky pro případ poruchy <b>Nepovoleno v ČR.</b>
I			Základní izolace	Ochranné pospojování	Spojení neživé části EZ s ochranným vodičem sítě
II			Základní izolace	Přídavná či zesílená izolace	Dvojitá či zesílená izolace EZ
III			Omezení napětí ELV	Oddělením od jiných obvodů	Zásuvka musí být nezáměnná. Připojení na zdroj malého napětí (SELV)

57

---

---

---

---

---

---

---

---



---

---

---

---

---

---

---

---



---

---

---

---

---

---

---

---



---

---

---

---

---

---

---

---

**T** FAKULTA ELEKTROTECHNIKY  
 A KOMUNIKAČNÍCH Ústav teoretické  
 TECHNOLOGIÍ a experimentální elektrotechniky



**ČÁST 5**  
**PRVNÍ POMOC**  
**PŘI ÚRAZU**  
**ELEKTŘINOU**

---

---

---

---

---

---

---

---

**T** LAICKÁ PRVNÍ POMOC

- Laická první pomoc je definována jako **soubor jednoduchých a účelných opatření, která při náhlém ohrožení nebo postižení zdraví či života člověka omezují jeho rozsah a důsledky.**
- Je to péče poskytnutá postiženému před příjezdem zdravotnické záchranné služby nebo jiného kvalifikovaného pracovníka **širokou veřejností.**
- Musí být poskytnuta **rychle a účelně**, nesmí však přímo ohrozit zdraví či život záchránce
- Poskytnout první pomoc je povinen každý občan České republiky starší 18 let, pokud tím neohrozí svoje zdraví či život.

**Cíle pomoci:**

- Zachránit život
- Zabránit zhoršení zdravotního stavu
- Zajistit odborné ošetření (zavolat ZZS)

62

---

---

---

---

---

---

---

---

**T** POVINNOST POSKYTNUTÍ 1. POMOCI

- TZ (§150) ukládá všem lidem povinnost poskytnout PP člověku v nesnázích.
- Nemusíte pomáhat v případě možného ohrožení vlastního života.
- Není třeba se obávat trestních následků z nedokonale poskytnuté PP (oceňuje se dobrá vůle pomoci).
- Zdravotníci jsou povinni poskytnout PP na základě zdravotnické profese, jinak budou potrestáni odnětím svobody dvojnásobně než ostatní lidé a zákazem činnosti až na jeden rok.
- Neposkytnutí PP řidičem dopravního prostředku na dopravní metodě na niž se podílel hrozí odnětí svobody až na 5 let či zákaz činnosti (§151 TZ)

Pokud se zjevně pokoušíme zachránit život, není co ztratit a rozhodně nám to nikdo nemůže (právně ani morálně) vyčítat.

63

---

---

---

---

---


---

---

---

**T ŽIVOT OHROŽUJÍCÍ STAVY**

- **Krvácení**
  - Možnost exsanguinace do 2 minut (u velkých tepen do 1 minuty)
  - Život ohrožující je ztráta od 1 l krve u dospělého člověka
- **Zástava dýchání (a krevního oběhu)**
  - Smrt do 3-5 minut,
  - V důsledku odumírání mozku
- **Bezvědomí**
  - Hrozí smrt do 15 minut
  - Nebezpečí zapadnutí jazyka, zadušení krví či slinami...
- **Popáleniny**
  - Ohrožující je popálení > 15 % povrchu těla (u dětí a seniorů > 10 %)
- **Trauma**
- **Šok**



64

---

---

---

---

---

---

---

---

**T NÁSLEDKY ÚRAZU ELEKTRICKÝM PROUDEM**

- Popálení kůže i vnitřních tkání
- Spínavé křeče vedoucí až ke zlomeninám obratlů a dlouhých kostí
- Poruchy srdečního rytmu až fibrilace
- Zástava dýchání a srdeční činnosti
- Druhotná poranění (po pádu či odmrštění)

65

---

---

---

---


---

---





---

---

**T POSTUP ZÁCHRANNÝCH PRACÍ**



- **Technická první pomoc**
  - přerušení úrazového děje
  - vyproštění postiženého
- **Určení rozsahu poranění**
  - životní funkce: vědomí, spontánní dýchání a spontánní srdeční aktivita
  - další závažná poranění jako krvácení
- **Přivolání zdravotnické pomoci**
- **Poskytnutí laické první pomoci**

V budově FEKT je také nutné informovat vrátníci (na budově T8 a T10 – klapka 6110 a na T12 a T14 – klapka 6112).

- Je to důležité kvůli zabezpečení přístupové cesty pro záchranáře a zajištění AED (automatický externí defibrilátor).
- **Všechny vrátnice budov FEKT VUT v Brně jsou AED vybaveny**

66

---

---

---

---

---

---



---



---



**T BEZPEČNOST**

- Při poskytnutí první pomoci je třeba pamatovat na bezpečnost – vlastní i pacienta.
- Je třeba identifikovat možné hrozící nebezpečí a zabezpečit se proti němu, například:
  - Vyprostit postiženého z dosahu zdroje úrazu
  - Na silnici zajistit místo nehody výstražným trojúhelníkem
  - Používat latexové rukavice – ochrana před infekcí (vzájemně záchrance-pacient)

67

---

---

---

---

---



---

---

---

**T ZJIŠTĚNÍ STAVU ZRANĚNÉHO**

- **Výskyt závažného krvácení**
  - Pokud vidíme krvácení, znamená to, že **oběh je v pořádku**.
  - Musíme **zastavit krvácení** (jinak už oběh dlouho v pořádku nebude).
- **Stav vědomí**
  - Pokud postižený reaguje, je oběh i dýchání v pořádku.
  - Pokud **postižený nereaguje**, musíme **zjistit stav dýchání**.
- **Stav dýchání**
  - Pokud je **postižený při vědomí, ale špatně dýchá**, životní funkce jsou zatím relativně v pořádku, ale **bezprostředně hrozí jejich selhání**.
  - Pokud je postižený v „bezvědomí“ (nereaguje), ale normálně dýchá (a to i při opakované kontrole), je i oběh v pořádku.
  - Pokud je **postižený v „bezvědomí“ (nereaguje) a nedýchá normálně** (nebo dokonce **nedýchá vůbec**), selhaly postiženému životní funkce a nachází se **ve stavu „klinické smrti“ – zahájíme KPR**.

68

---

---

---

---

---




---

---

---

**T PŘIVOLÁNÍ LÉKAŘSKÉ POMOCI**

- Národní tísňové číslo **155**
  - Zdravotnická záchranná služba ČR
- Evropské tísňové číslo **112**
  - Integrovaná záchranná služba
  - Tísňové volání ve státech EU
  - Umí lokalizovat volajícího (pevnou linku přesně, mobil asi 300 m)
  - Funguje i bez SIM karty
- Aplikace **Záchranka** (<http://www.zachrankaapp.cz>)
- Horská služba 1210

69

---

---

---

---

---

---

---


---

**T** POSTUP 1. POMOCI: POSTIŽENÝ JE PŘI VĚDOMÍ

**Při vědomí:**

- Postiženého nenecháme vstát, chodit, kouřit atp.
- Nepodáváme tekutiny
- Chráníme jej před podchlazením
- Postiženého neopouštíme a opakovaně kontrolujeme stav vědomí (např. oslovením)
- Nepřevážíme jej, ale vždy přivoláme lékařskou pomoc

• I pokud postižený po úrazu elektrickým proudem dýchá, zůstává při vědomí a není viditelně zraněn, **je nutno přesto zavolat lékařskou pomoc**



70

---

---

---

---

---

---


---

---

**T** POSTUP 1. POMOCI: POSTIŽENÝ JE V BEZVĚDOMÍ A DÝCHÁ

**Bezvědomí:**

- Postiženého nepřemísťujeme, pokud není on či záchránce ohrožen prostředím
- Uvolníme oděv kolem krku, hrudníku a pasu
- Umístění do stabilizované (zotavovací) polohy jen v případě nutnosti (ošetření více zraněných)



71

---

---

---

---

---

---

---

---

**T** POSTUP 1. POMOCI: POSTIŽENÝ JE V BEZVĚDOMÍ A NEDÝCHÁ

**Bezdeší / zástava:**

- Při bezdeší **automaticky předpokládáme i zástavu srdce!**
- Postiženého nepřemísťujeme, pokud není on či záchránce ohrožen prostředím
- Nezdržujeme se ošetřováním zranění neohrožujících život
- Neprodleně uvolníme dýchací cesty a zahájíme kardiopulmonální resuscitaci – KPR (též BLS - Basic life support)

72

---

---

---

---

---

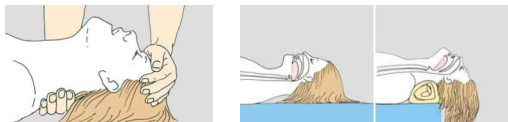
---

---

---

## T UVOLNĚNÍ DÝCHACÍCH CEST

- Postiženého uložíme **rovně na záda** na pevnou podložku
- Odstraníme viditelné překážky v dutině ústní
- Postiženému **zakloníme hlavu**



- Zkontrolujeme spontánní dýchání
- Nedýchá-li postižený, **zahájíme resuscitaci**

73

---

---

---

---

---

---

---

---

## T KPR - KARDIOPULMONÁLNÍ RESUSCITACE

- Najdeme pomyslnou spojnici mezi bradavkami.
- Co nejdříve stlačujeme hrudník do dostatečné hloubky a rychle!
- S oběma rukama nataženýma plynule stlačujeme hrudní kost do hloubky **4 až 5 cm** frekvencí asi **100 až 120 stlačení za minutu**.
- U dětí je hloubka stlačení menší
- **Neztrácejte drahocenný čas!**



74

---

---

---

---

---

---

---

---

## T KPR – POSTUP (POKRAČOVÁNÍ)

- U dětí se zahajuje 5 vdechy
- Provedeme 30 stlačení hrudi
- Následují 2 rychlé vdechy z plic do plic, přitom jednou rukou uzavřeme nosní průchod a zároveň udržujeme záklon hlavy
- Objem vdechu podle proporcí postiženého, dospělý asi 500-600 ml
- Pokračujeme další sérií 30:2
- Laici, kteří nejsou výškoleni nemusí provádět umělé dýchání (bez předchozího tréninku mohou stav pacienta zhoršit)



30:2

75

---

---

---

---

---

---

---

---

**T** AED - AUTOMATICKÉ EXTERNÍ DEFIBRILÁTORY

AED je přístroj, který mohou používat i laici:

- umí sám rozpoznat rytmus vhodný k defibrilaci
- umožní bezpečným způsobem provést defibrilaci
- hlasovými a textovými pokyny vede uživatele k činnosti



76

---

---

---

---

---

---

---

---

**T** AED – NA FEKT DOSTUPNÝ NA VRÁTNICÍCH OBJEKTŮ



Použij AED, pokud je **zástava dýchání!**  
AED mají:

- Hlasového průvodce celou KPR
- Nezáměnný systém elektrod
- Kontrolu správné masáže senzorem zabudovaným do elektrod
- Záznam průběhu resuscitace do paměti s následným protokolem

77

---

---

---

---

---

---

---

---

**T** FAKULTA ELEKTROTECHNIKY  
A KOMUNIKAČNÍCH **Ústav teoretické**  
TECHNOLOGIÍ **experimentální elektrotechniky**

**Děkuji za pozornost**



Technická 12, 616 00 Brno, Česká Republika  
<http://www.utee.feec.vut.cz>

---

---

---

---

---

---

---

---