



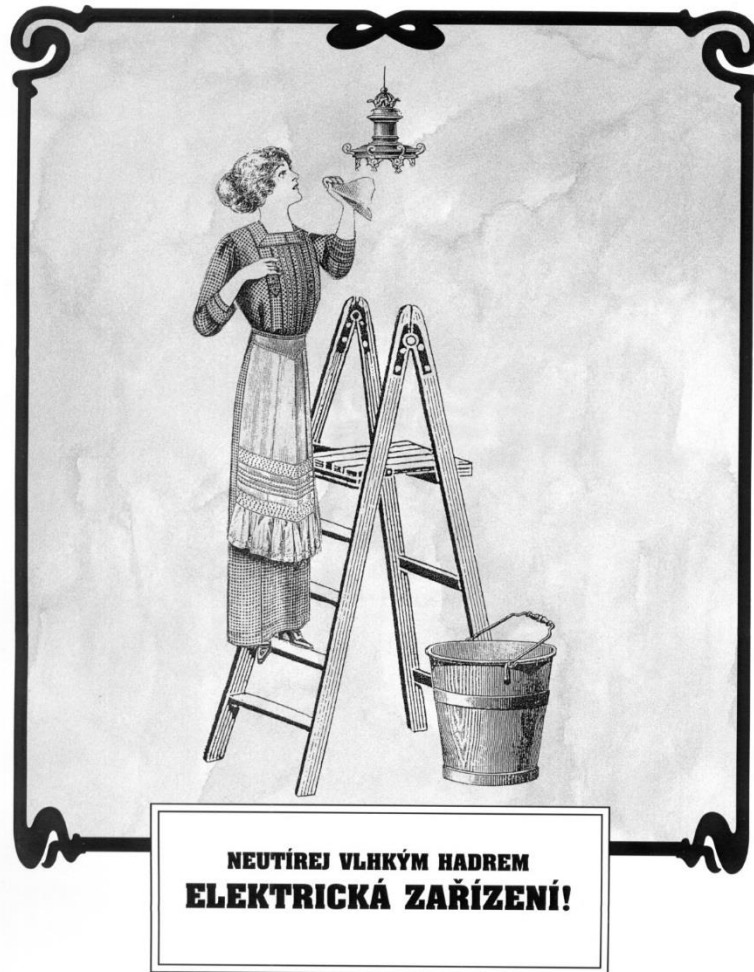
BEZPEČNOST V ELEKTROTECHNICE

VERZE 2024

Bezpečnost elektrických zařízení

je schopnost elektrického zařízení **neohrožovat** za stanovených podmínek provozu **lidské zdraví, užitková zvířata 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.

- Kvalifikace ve smyslu NV 194/2022 Sb. je nutnou podmínkou účasti na laboratorní výuce na FEKT
- Pro získání kvalifikace je potřeba:
 - absolvovat **prokazatelně 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>



ČÁST 1

ELEKTRICKÁ ZAŘÍZENÍ

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

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





ROZDĚLENÍ EZ PODLE NAPĚTÍ (STŘÍDAVÉ)








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)	vysoké	$0,6 \text{ kV} < U < 30 \text{ kV}$	$1 \text{ kV} < U < 52 \text{ kV}$	$1 \text{ kV} < U < 52 \text{ kV}$
B	vvv	HV	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		zvláště vysoké	-	$300 \text{ kV} \leq U \leq 800 \text{ kV}$	-
D	uvv		ultra vysoké	-	nad 800 kV	-

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

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

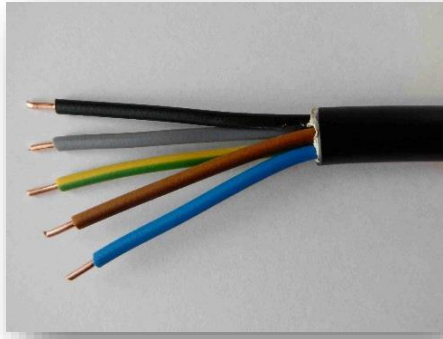


ZNAČENÍ VODIČŮ A SVOREK EZ PÍSMENY A ČÍSLICEMI (ČSN EN 60445 ED. 4)

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	Vodič slučující funkci ochranného vodiče a vodiče středního bodu	PEM	PEM
Nulový vodič	N	N			
Stejnoseměrná soustava			Vodič ochranného pospojování 	PB	PB
Kladný pól 	L+	+ , C			
Záporný pól 	L-	- , D	Vodič pracovního uzemnění 	FE	FE
Vodič ze středu	M	M	Vodič pracovního pospojování 	FB	FB
			Hlavní ochranná svorka (přípojnice)		



- **Střídavá soustava**
 - Izolované vodiče



~
AC



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**

==
DC

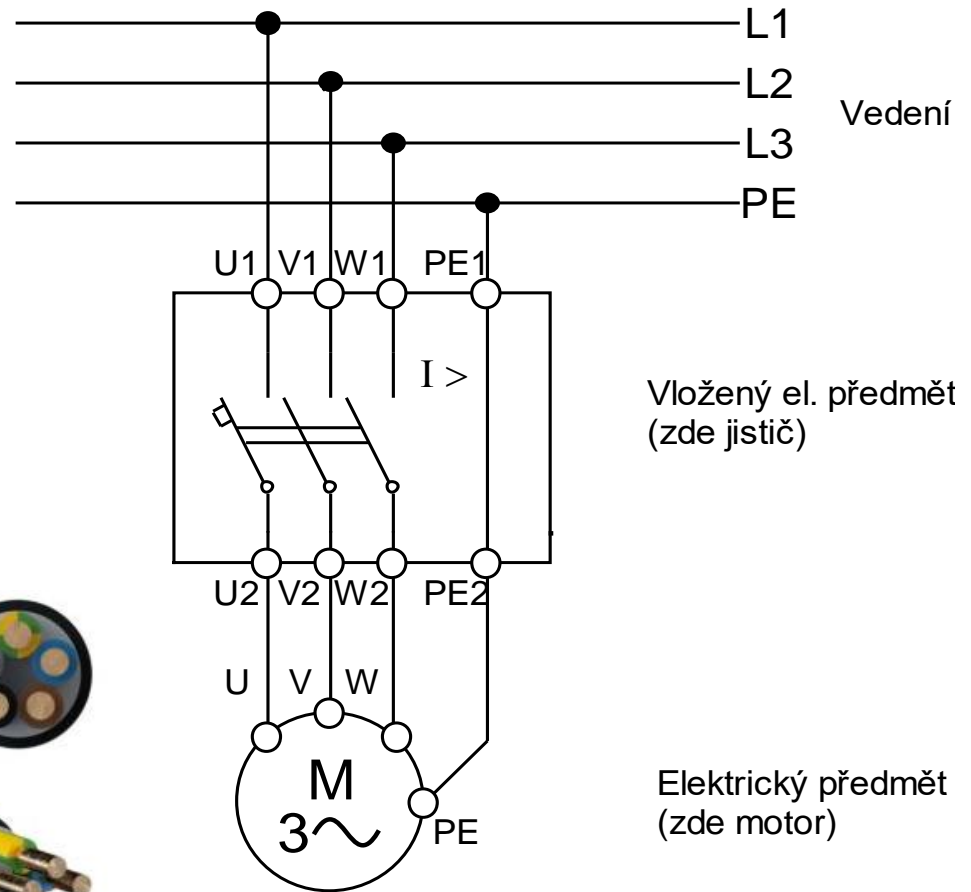
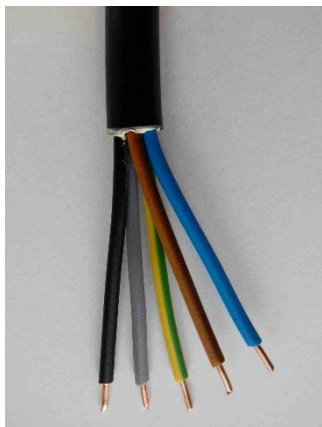


Vodič, přípojnice		Poznávací barva
L+	Kladný pól	tmavě červená
L-	Záporný pól	bílá (tmavě modrá)
M	Vodič ze středu	světle modrá
PE, PEM	Ochranný	zelená/žlutá



ZNAČENÍ VODIČŮ A SVOREK - PŘÍKLAD

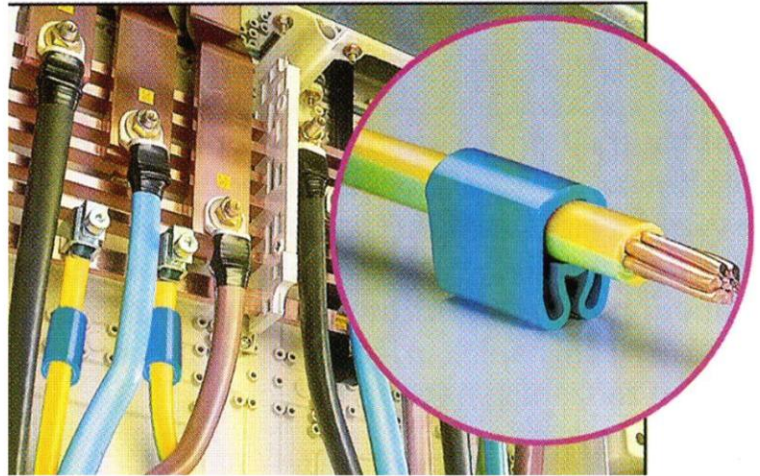
- Barvu ZELNOU a ŽLUTOU je možné kombinovat pouze vzájemně a to pro ochranný vodič.
- Samostatné fázové vodiče můžeme kombinovat libovolně (např. 3x černá)



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

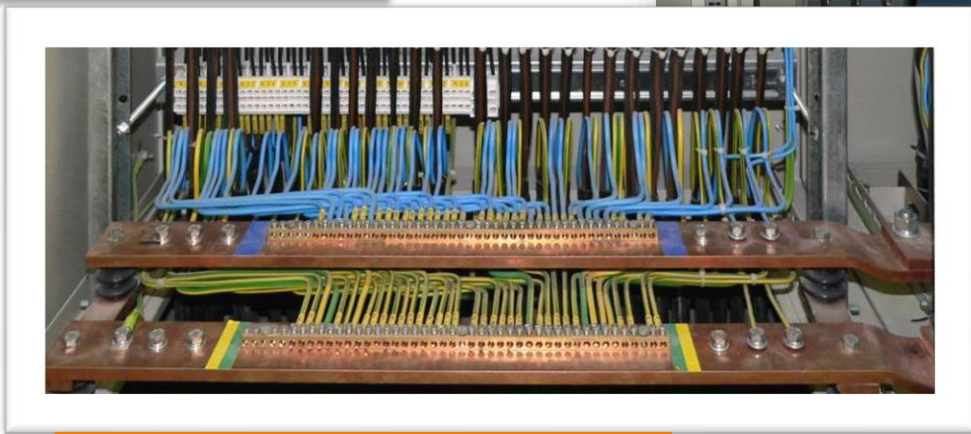
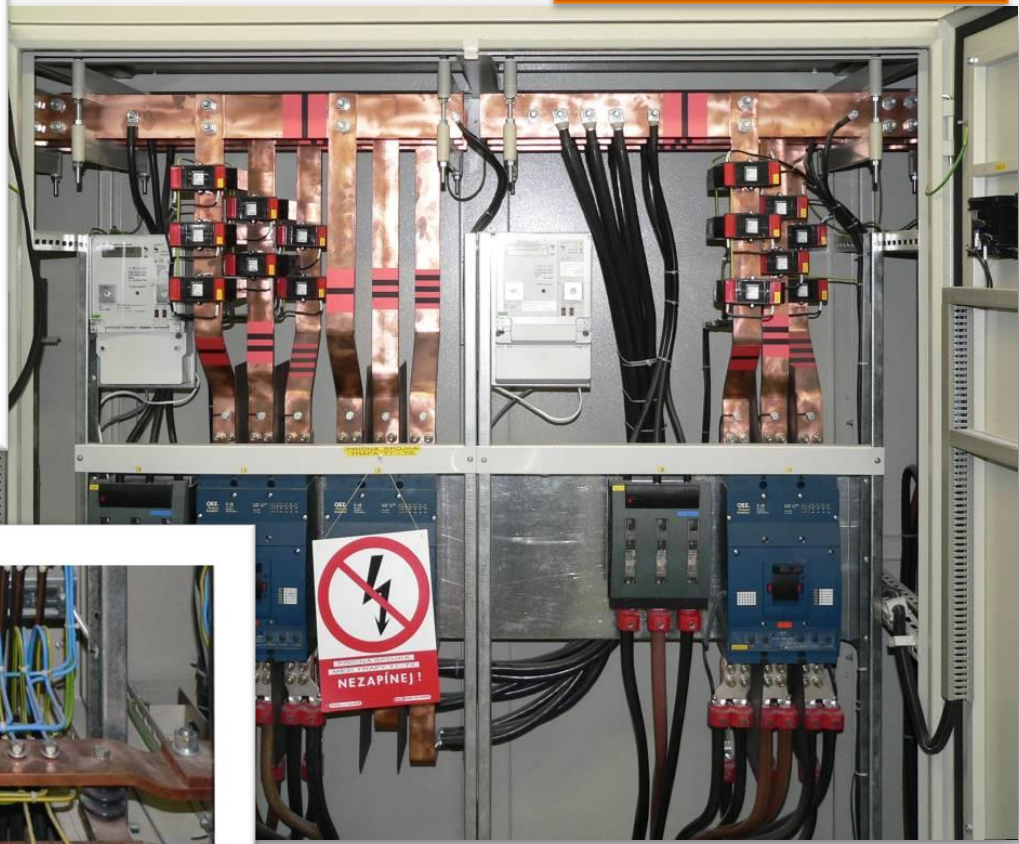


ZNAČENÍ VODIČŮ BARVAMI



PEN vodič

Holé sběrnice



PE a N můstek



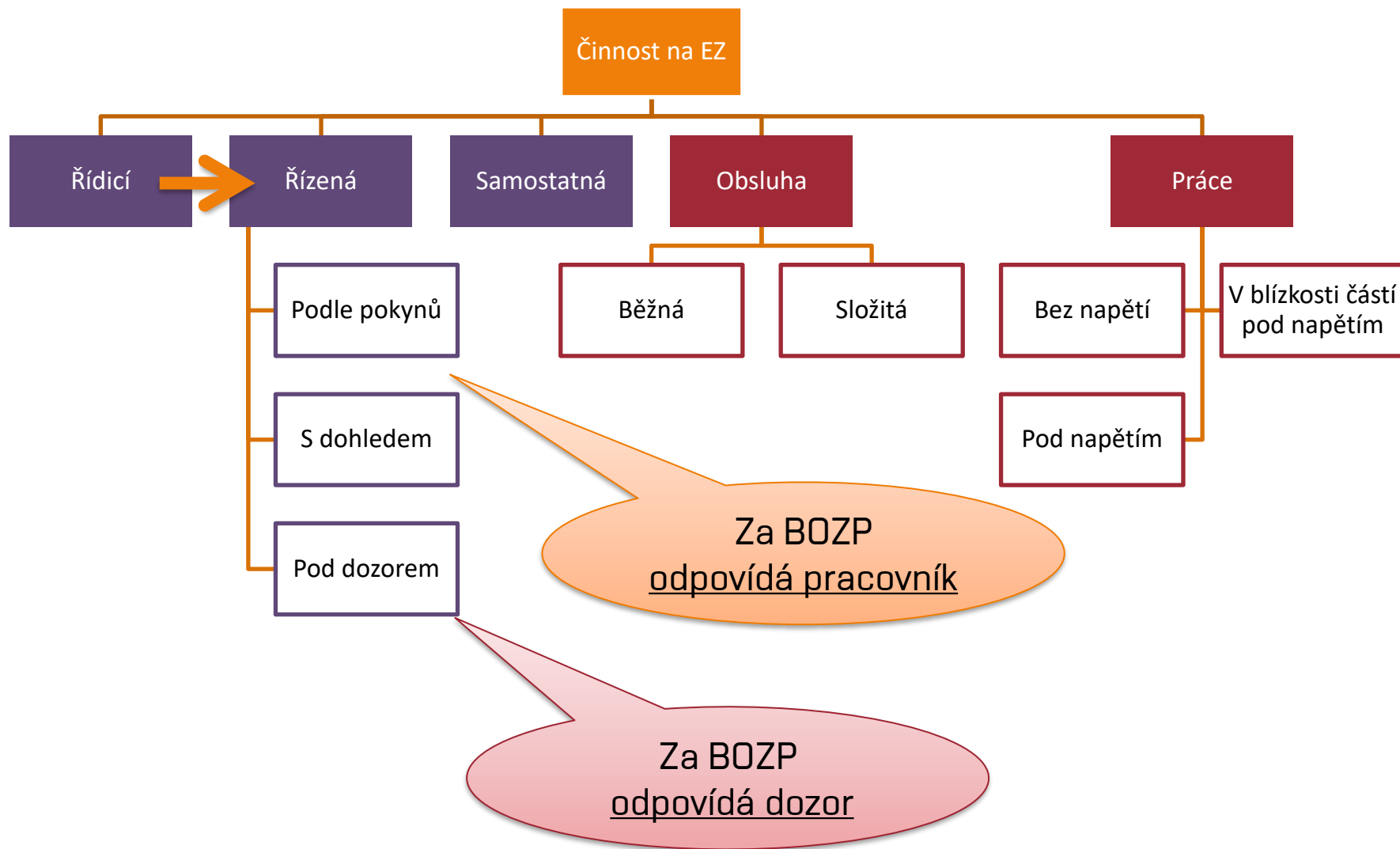
ČÁST 2

BEZPEČNOST ELEKTRICKÝCH ZAŘÍZENÍ





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



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 plyny u VTZ.**
- **Způsob ověřování odborné způsobilosti osob** k činnostem na VTZ a a odborné způsobilosti k výkonu činností osob vykonávajících obsluhu a práci na EZ (bez, pod a v blízkosti napětí).

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.**



ZÁKON Č. 250/2021 SB. A NAŘÍZENÍ VLÁDY 194/2022 SB.

- 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		Prověření způsobilosti	
Název	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
Osoba znalá pro řízení činnosti	§ 7	nn	ANO	2 / 3 roky	ANO	max. 3 roky
		vn		3 / 4 roky		
		hromosvody		2 / 3 roky		
Revizní technik	§ 8	nn	ANO	4 / 4+1 roky	ANO TIČR	5 let
		vn		4 / 4+1 roky		
		hromosvody		2 / 2+1 roky		



OSOBA POUČENÁ (PODLE § 4 NV Č. 194/2022 SB.)

- Je odborně způsobilá osoba – **školena v předpisech k zajištění bezpečnosti a ochrany zdraví při práci** pro činnost na elektrických zařízeních a v jejich blízkosti,
- školena 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 vyžadování 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.



- 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.

- V dalších předpisech jsou definovány **práce zakázané**, obecně jsou to podmínky:
 - Pokud nelze dodržet předepsaná bezpečnostní opatření a při jejich provádění by byla překročena hranice přijatelného rizika v těchto případech:
 - Při nevyhovujících atmosférických podmínkách,
 - V prostorách stísněných, dále v případě stanoviště neposkytujícího pracujícím osobám dostatečnou stabilitu nebo neumožňující únik v případě nouze,
 - V prostorách s nevyhovujícím prostředím.
 - Rovněž jsou zakázány práce osobám bez příslušné kvalifikace

Definice zakázaných prací dle ČSN EN 50110-1 ed. 3

- Práce pod napětím:
 - při silném větru,
 - špatné viditelnosti, nebo když
 - osoby nemohou snadno ovládat nářadí.
- V případě blížící se bouřky nesmí být práce pod napětím zahájena nebo musí být přerušena.

- 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).

- 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)



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
---	--	---	--------------------------	--	--------------------------------	---	-----------------------

• Ochranné pomůcky

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



• Pracovní pomůcky

- Zkoušečky, měřicí přístroje
- Izolované nářadí, žebříky ...



- 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 svítidly.
- 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.



- 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.



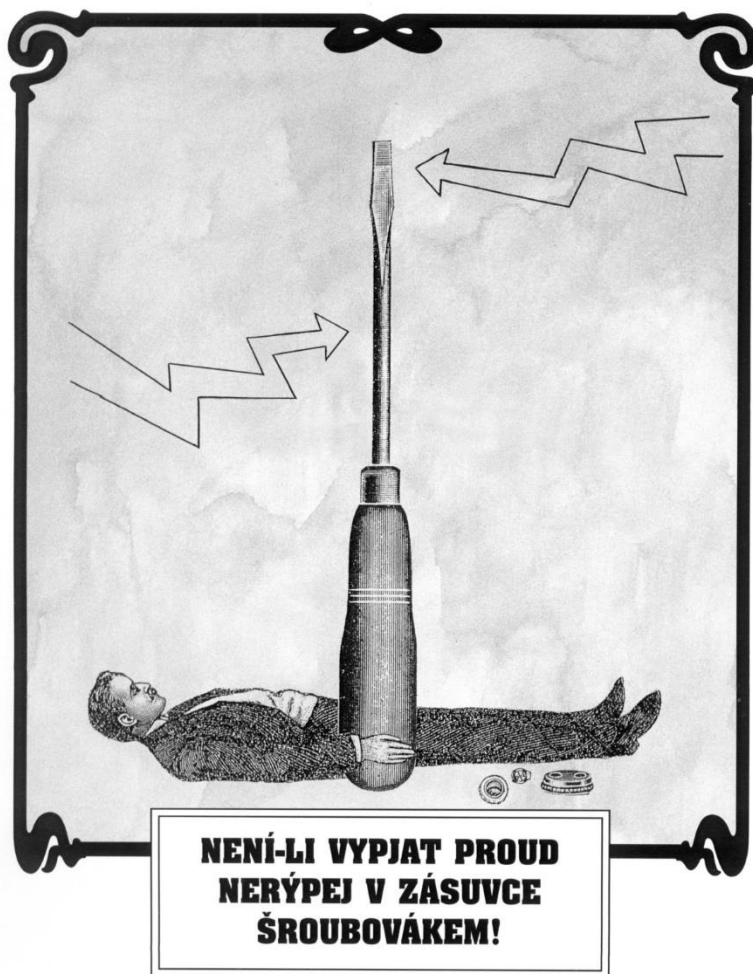
- Pracovníci (studenti) musí být **prokazatelně seznámeni s pracovištěm**.
 - Provozní řád laboratoře
 - Umístění ovládačů nouzového vypínání
 - Umístění lékárničky
 - Umístění RHP
 - Případná rizika zařízení na pracovišti





ČÁST 3

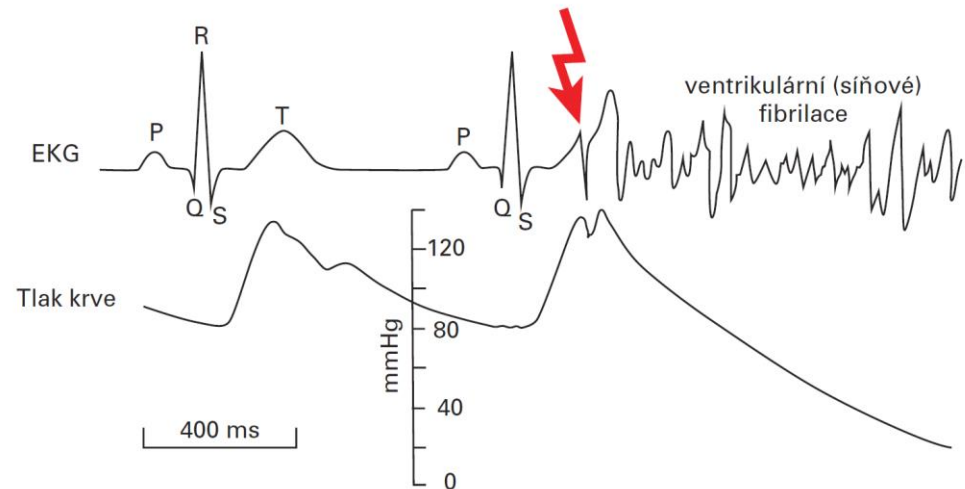
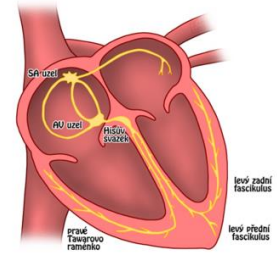
ÚRAZ ELEKTRICKÝM PROUDEM



- 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

- Proudů **10 až 30 mA** nevedou většinou ke smrti, ale při jejich delším působení dochází ke křečím svalů, potížím při dýchání atd.
- Proudů **nad 30 mA** mohou být i smrtelné, pokud nedojde k rychlému odpojení
- Proudů **do 500 mA** způsobí smrt, procházejí-li déle než cca 0,5 s
- Proudů **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.

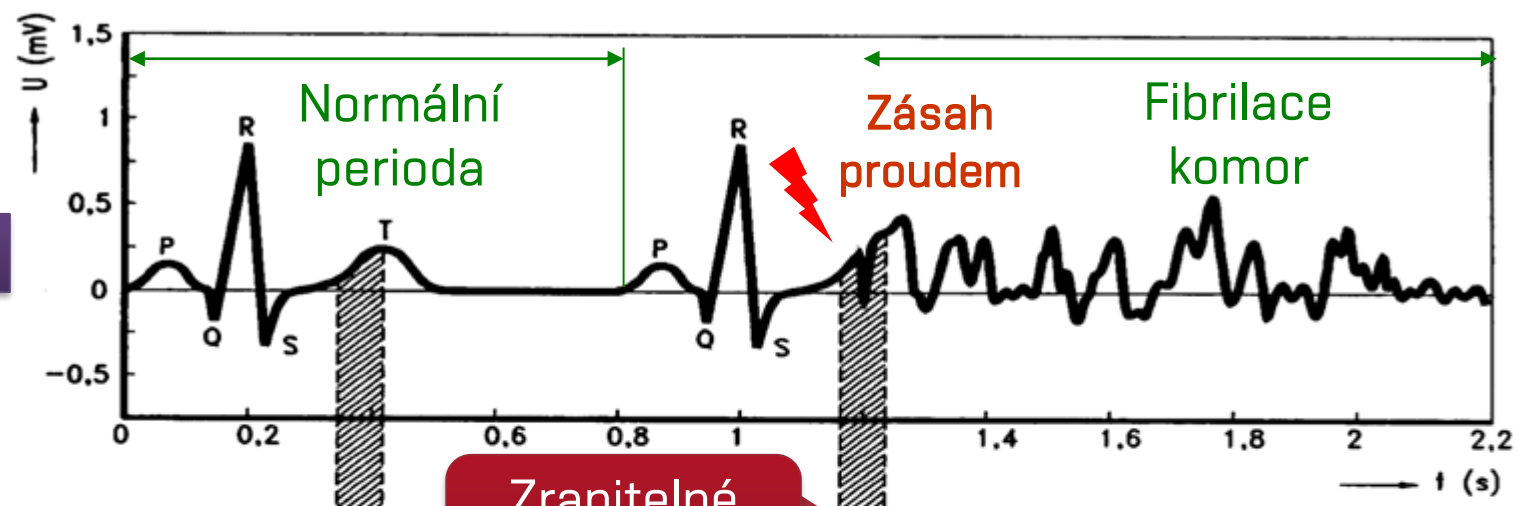
PŘEVODNÍ SYSTÉM SRDEČNÍ



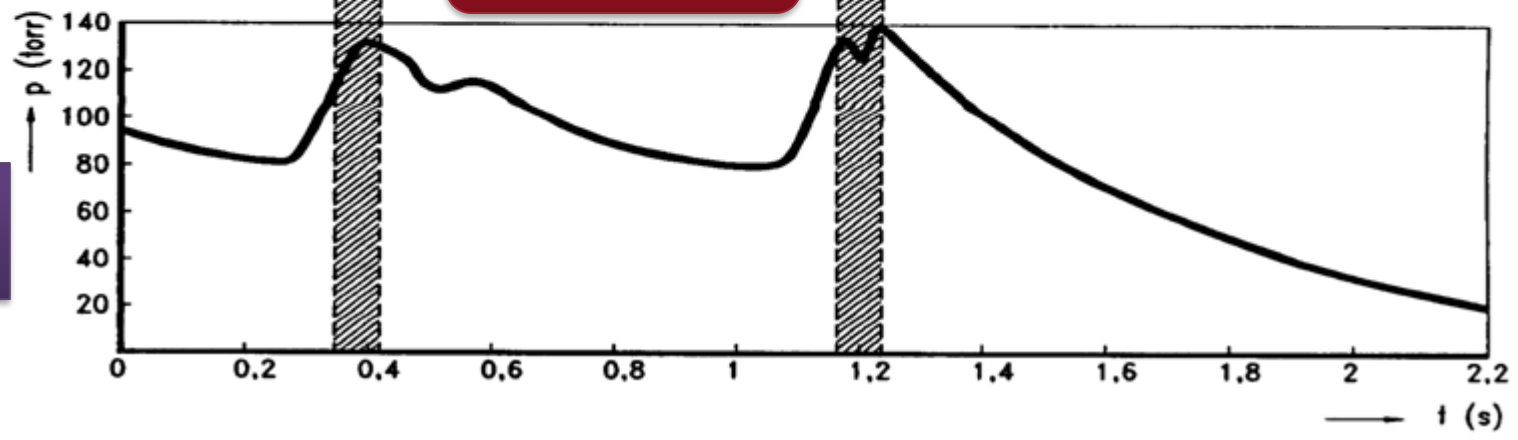


SRDEČNÍ CYKLUS

EKG

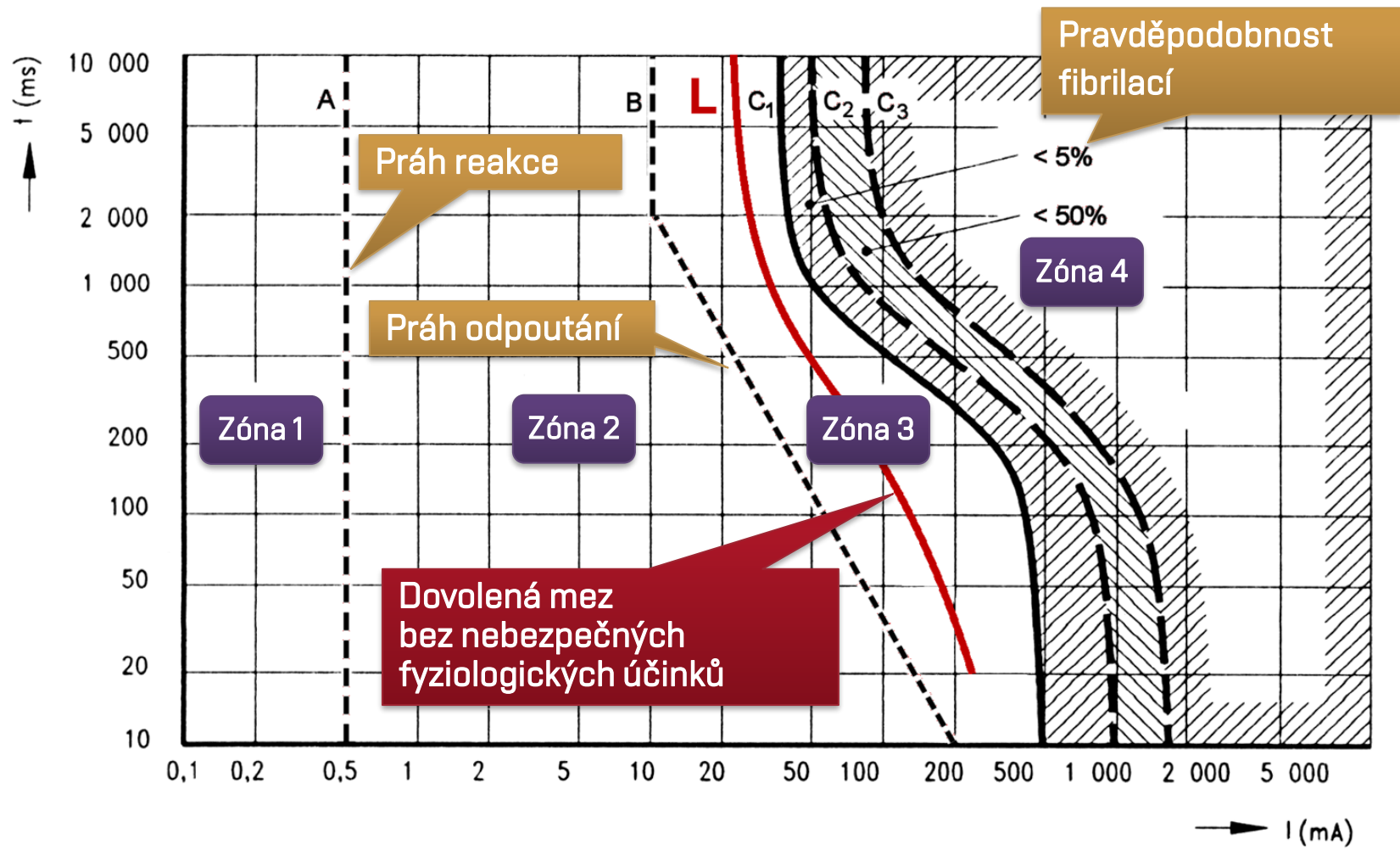


Krevní tlak





ÚČINKY ELEKTRICKÉHO PROUDU NA LIDSKÝ ORGANIZMUS (ČSN IEC/TS 60479-1)



Platí pro střídavý proud kmitočtu 15 Hz až 100 Hz, dráha levá ruka - obě nohy



ČÁST 4

OCHRANA PŘED ÚRAZEM ELEKTRICKÝM PROUDEM

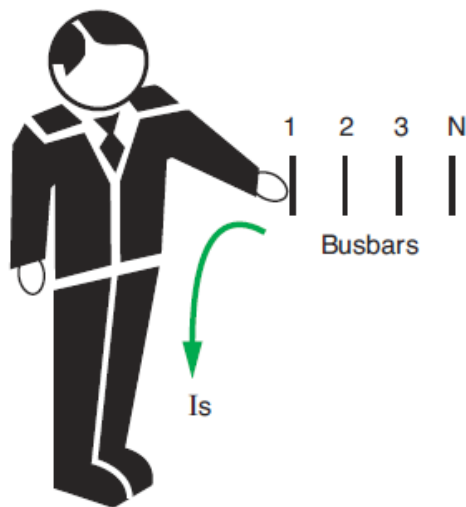


Tady odpočívá P.J., dobrý manžel, dobrý otec, špatný elektrikář.

- **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.

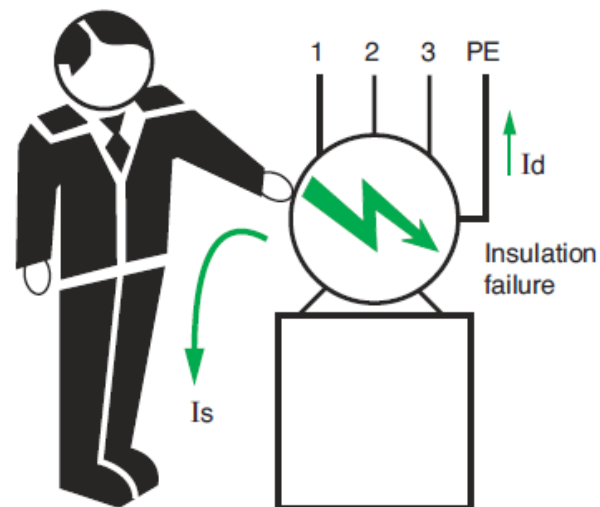


Dotyk nebezpečné živé části (přímý dotyk)



I_s : Touch current

Nebezpečný dotyk neživé části (nepřímý dotyk)

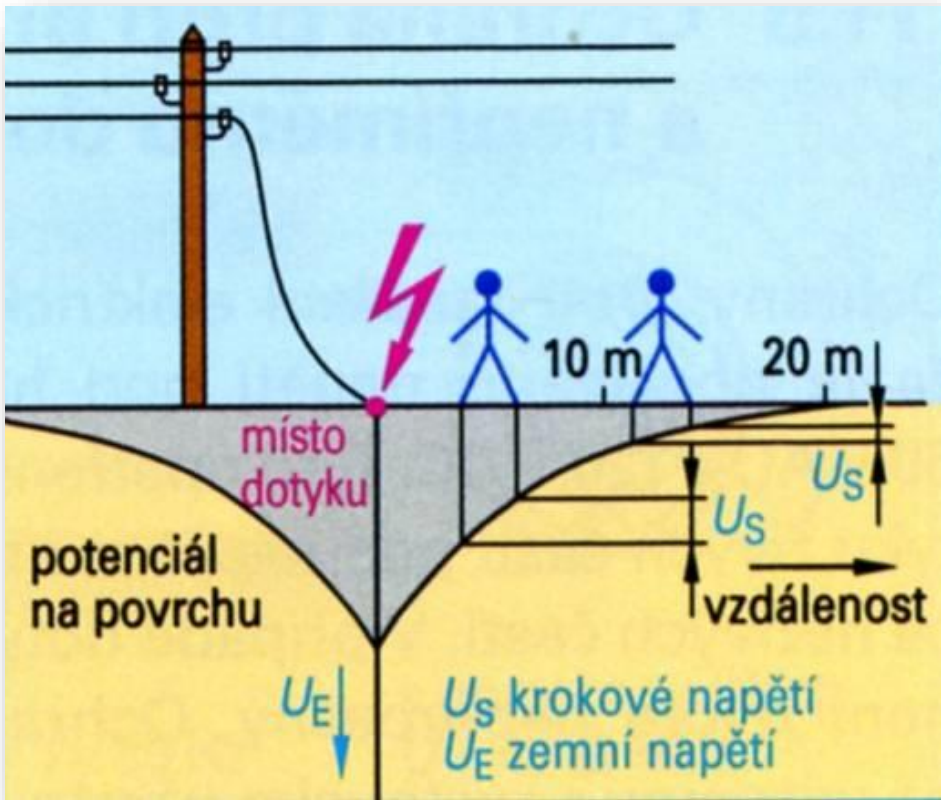


I_d : Insulation fault current

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



VZNIK KROKOVÉHO NAPĚTÍ





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

Při normálním provozu
Brání dotyku s nebezpečnou živou částí

Při jedné (první) poruše
Brání nebezpečnému dotyku neživé části

Dříve:

- ochrana před přímým dotykem
- ochrana před dotykem živých částí

Dříve:

- ochrana před nepřímým dotykem
- ochrana před dotykem neživých částí

• Základní izolace

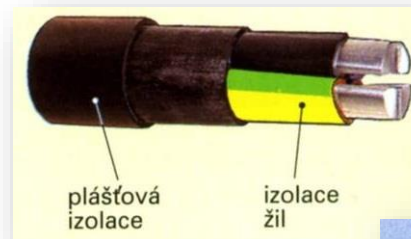
- Izolace živých částí EZ
- Smí být **odstranitelná pouze zničením**

• 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

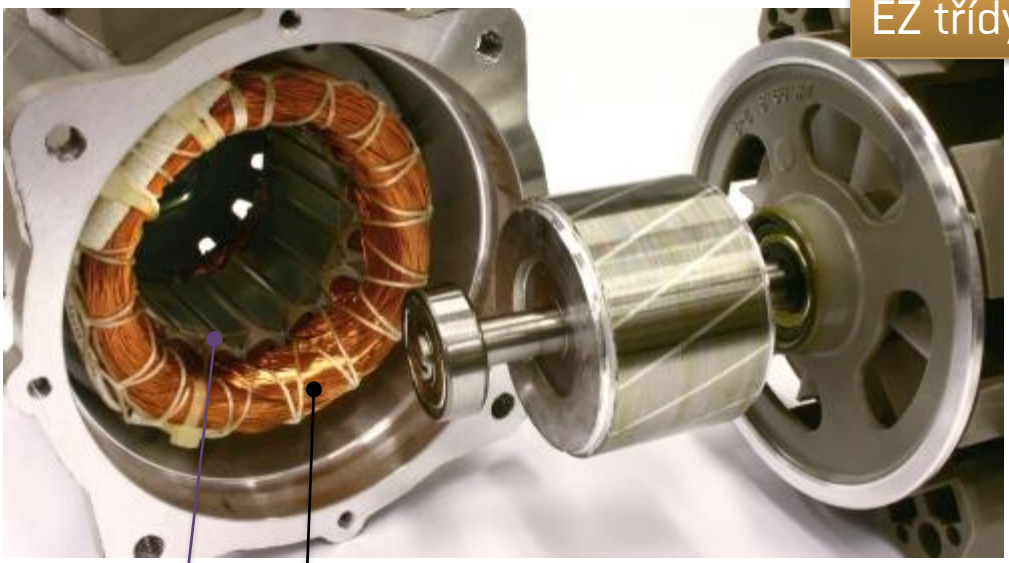
- **Nejsou součástí EZ**
- Chrání pouze **před neúmyslným dotykem**
- Mohou být odstranitelné **bez použití nástroje**
- Pouze pro **osoby kvalifikované v elektrotechnice**





TYPY IZOLACÍ EZ

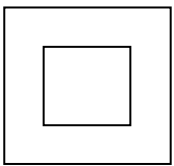
EZ třídy I



Živá část
(s pracovní izolací)

Základní izolace

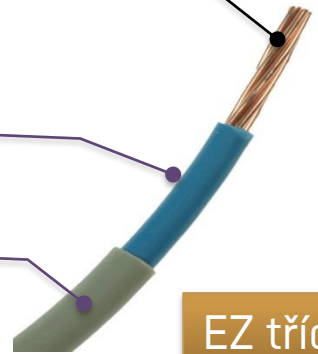
Dvojitá izolace



Základní izolace

Přídavná izolace

Živá část



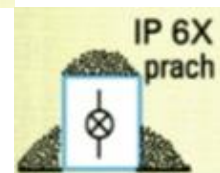
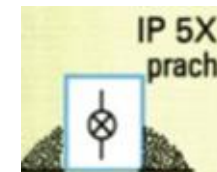
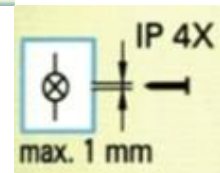
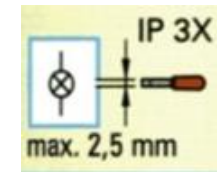
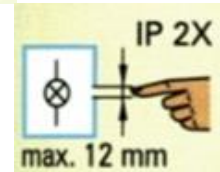
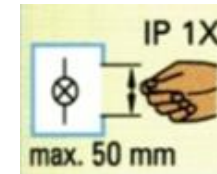
EZ třídy II



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)	

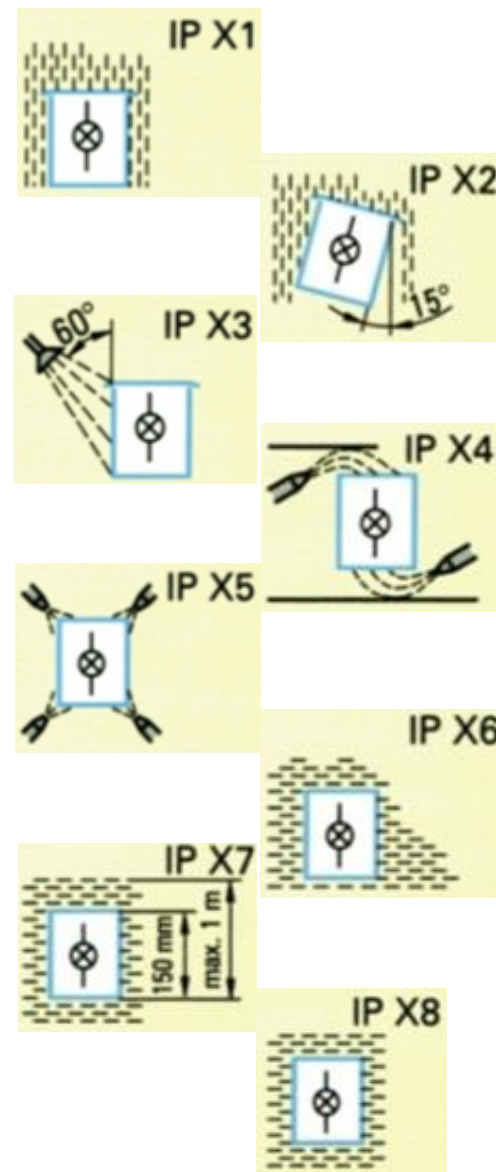




IP XX(X)

- 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 (vlnobití)
7	dočasné ponoření (omezeno tlakem a časem)
8	trvalé ponoření (případné vniknutí nemůže narušit činnost EZ)
9	tryskající vysokotlaká horká voda



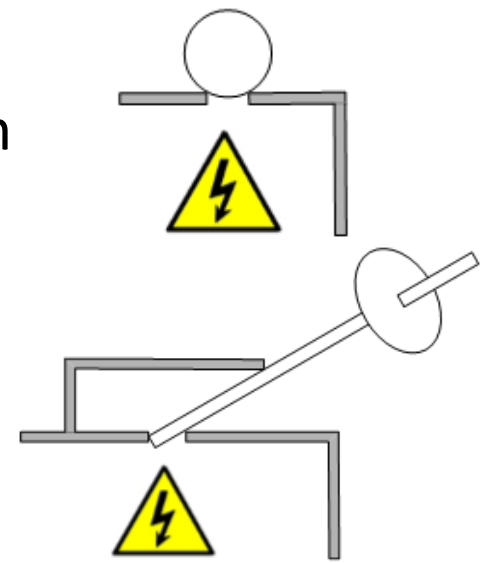


KRYTÍ ELEKTRICKÝCH ZAŘÍZENÍ IP – INGRESS PROTECTION (ČSN EN 60529)

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



Zásuvka IP 2X



Zásuvka IP 44

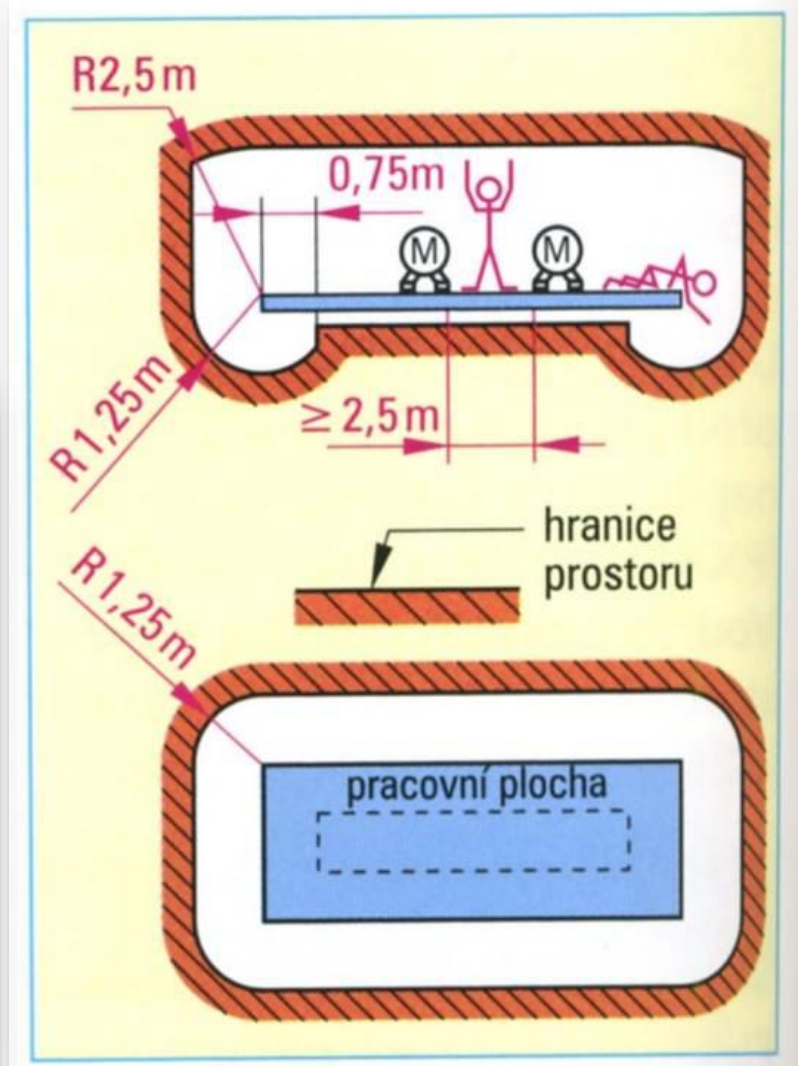


Zásuvka IP 55



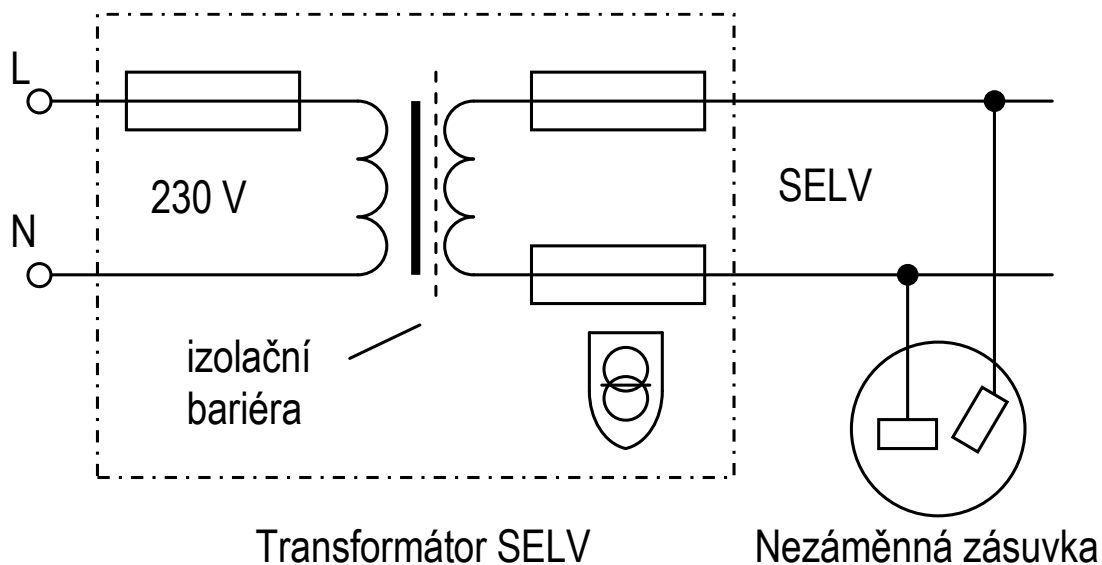
Zásuvka IP 66

- Spočívá v umístění nebezpečných živých částí mimo dosah ruky





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



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:

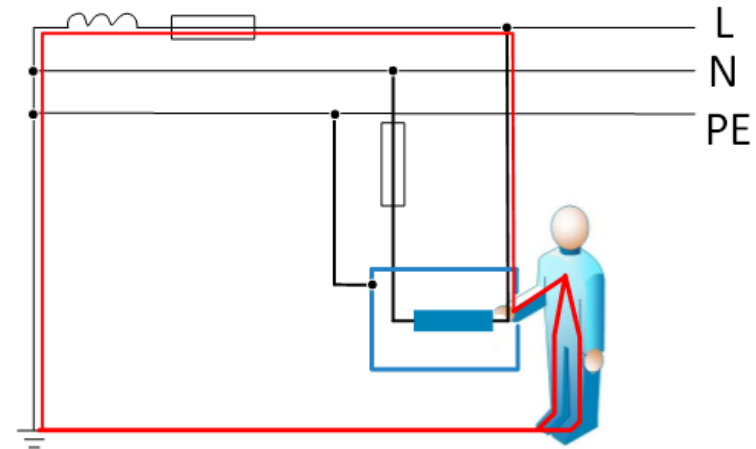
$$U_d = (Z_F + Z_T) \cdot I_T = 52,5 \text{ V}$$

→ 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**

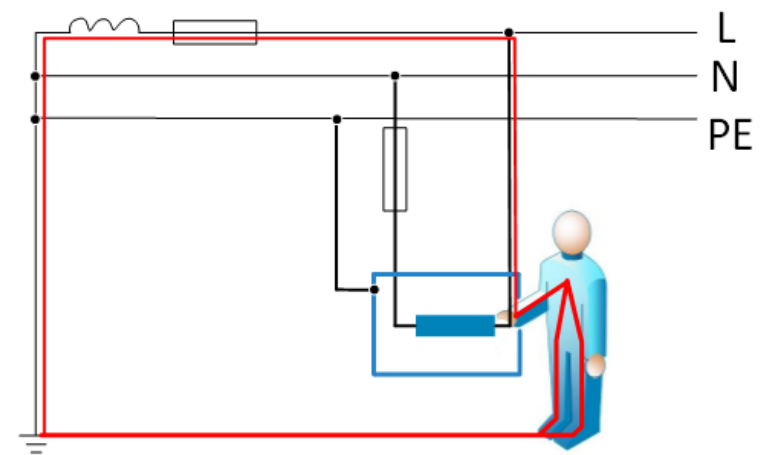




Prostory vlhké

- Předpokládá, že působí pouze impedance lidského těla: $Z_F = 0 \Omega$
- 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		



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 podnícení reakce na bolest, např. u elektrických ohradníků.
- Dnes se používá uložená energie místo nahromaděného náboje (ČSN EN 61140 ed. 3)

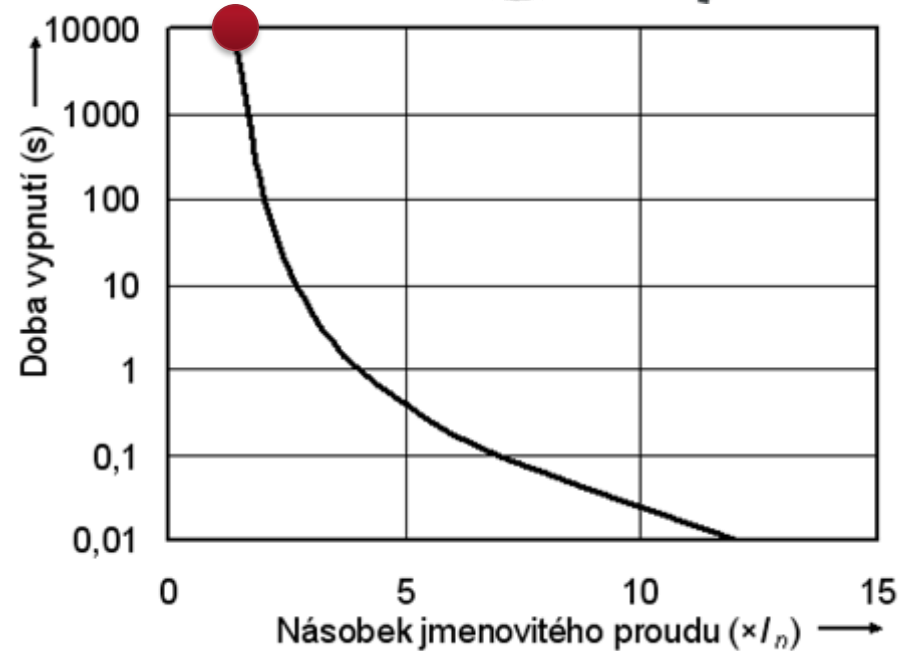
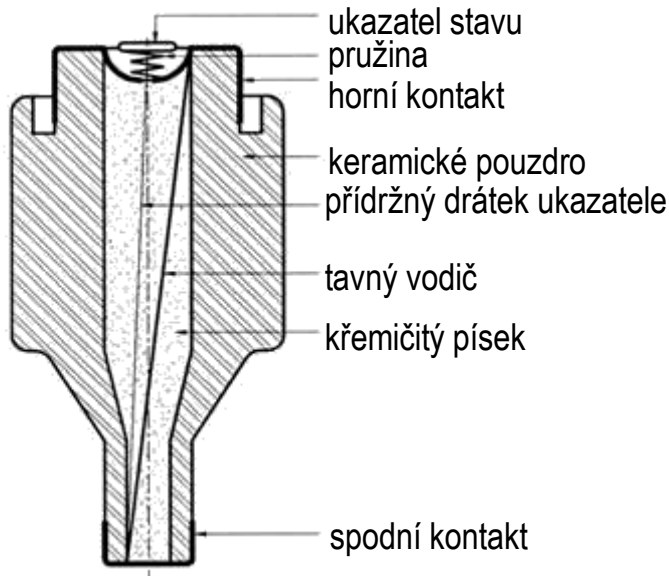
Podmínky	Mez	Mezní proud I		Mezní uložená energie E (nahromaděný náboj Q)
		Střídavý \sim	Stejnoseměrný $=$	
Normální	Vnímání	0,5 mA	2 mA	5 μJ (0,5 μC)
Poruchové a specifické	Bolesti	3,5 mA	10 mA	0,5 mJ (50 μC)



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

- Umělé nejslabší místo elektrického obvodu
- Vypnutím je zničena a musí se vyměnit

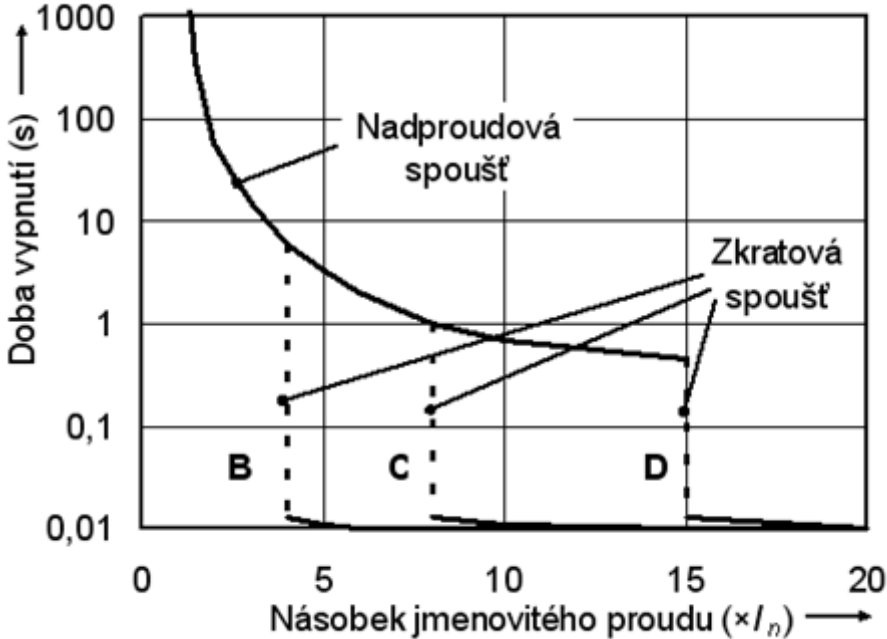
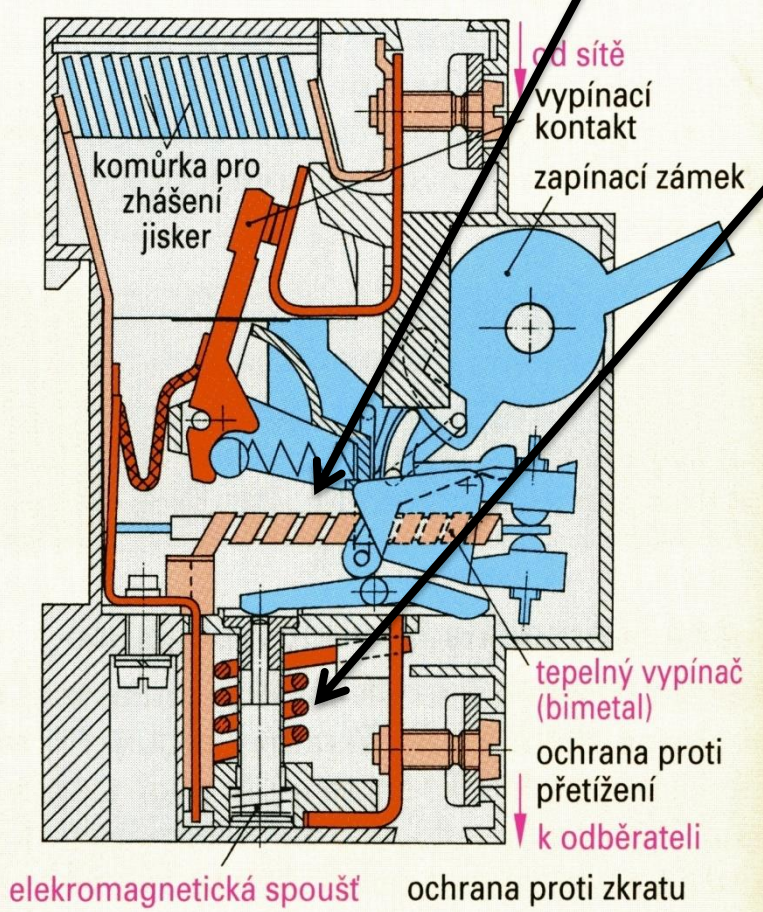


- Pro vypnutí v čase do 0,4 s (požadavek pro síť TN) je třeba asi **5násobek** jmenovitého proudu



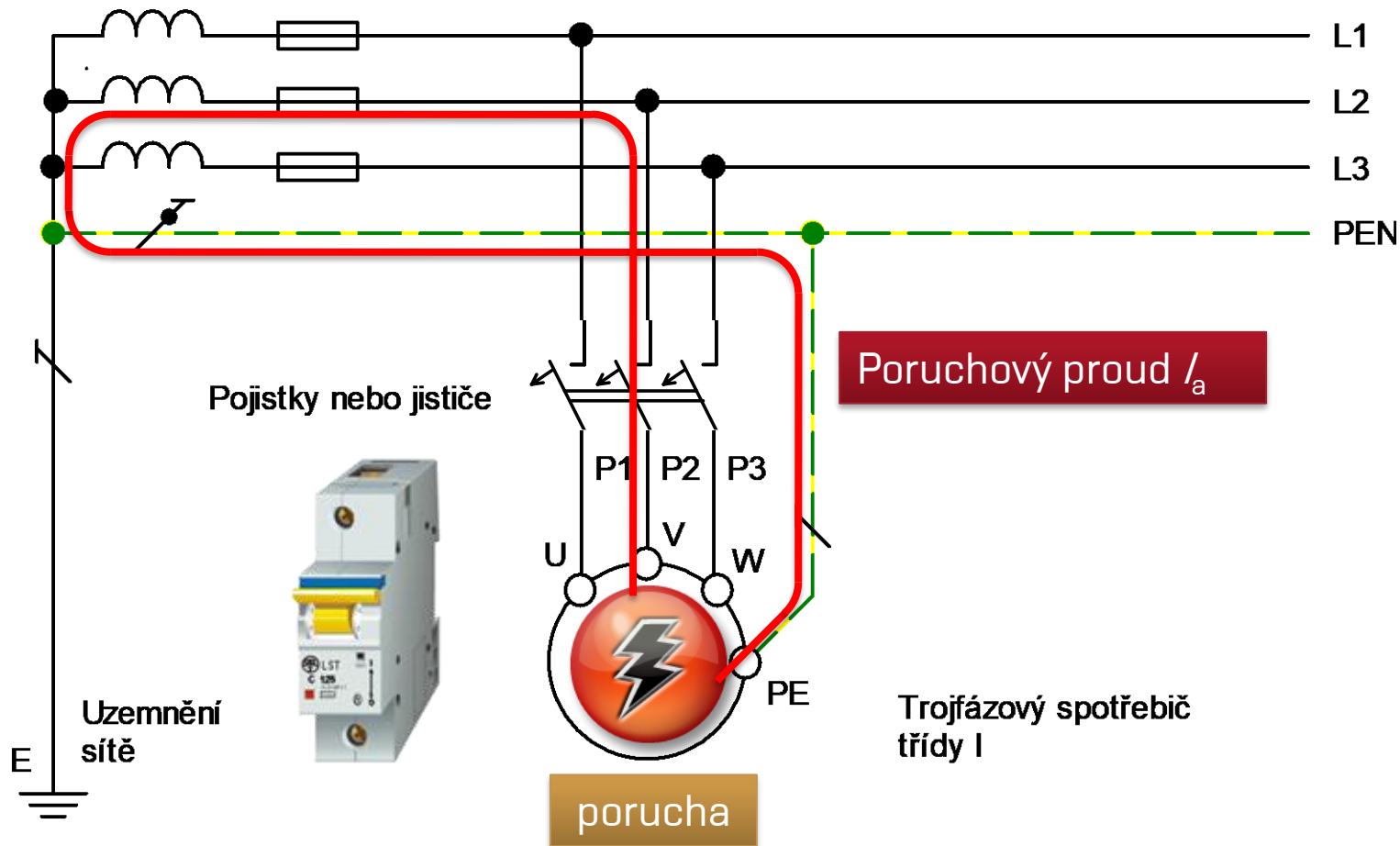
OCHRANNÉ PŘÍSTROJE - JISTIČ

- Po vypnutí lze opět zapnout
- Obsahuje nadproudovou a zkratovou spoušť





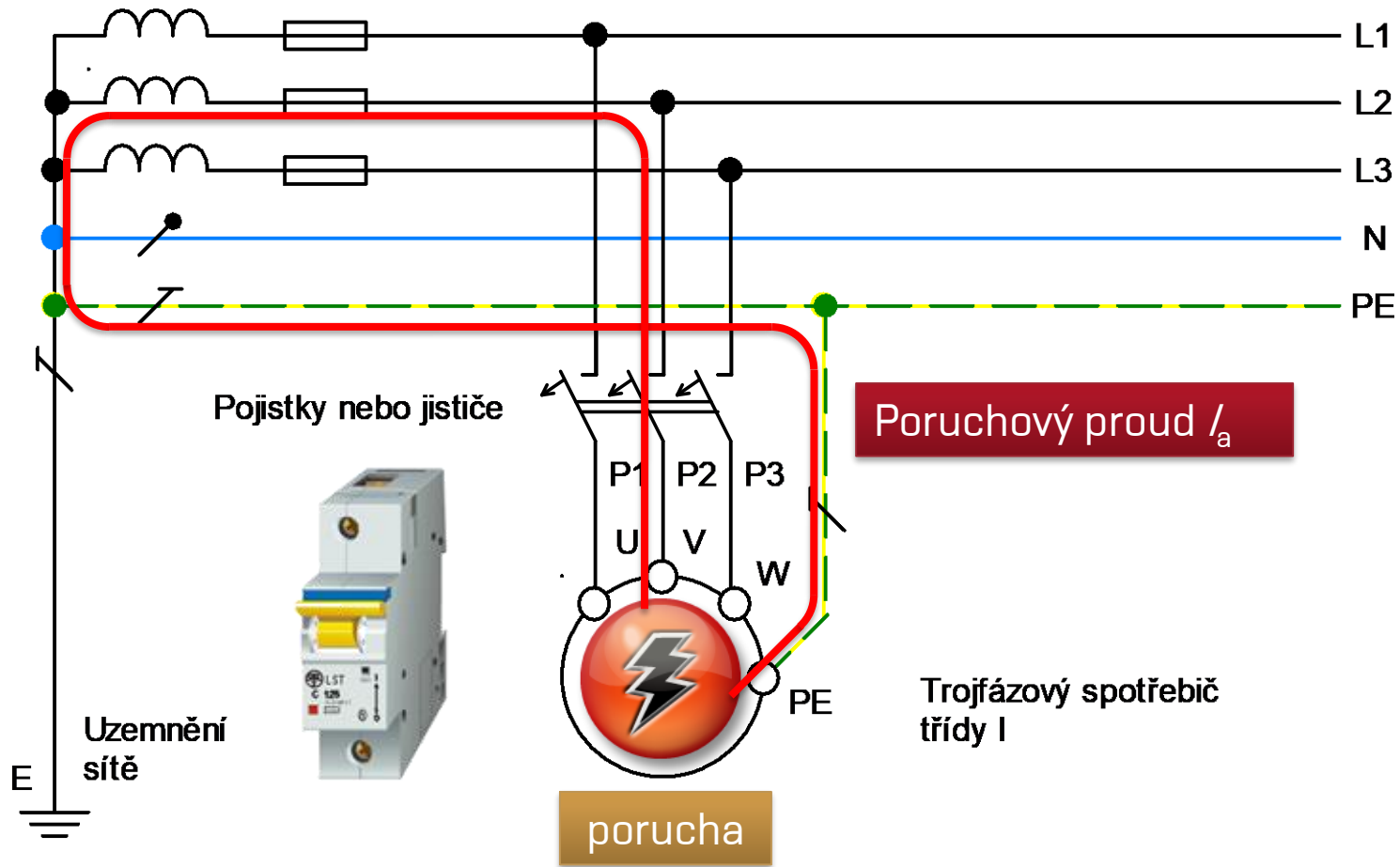
OCHRANA AUTOMATICKÝM ODPOJENÍM V SÍTI TN-C



- 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 Ω .



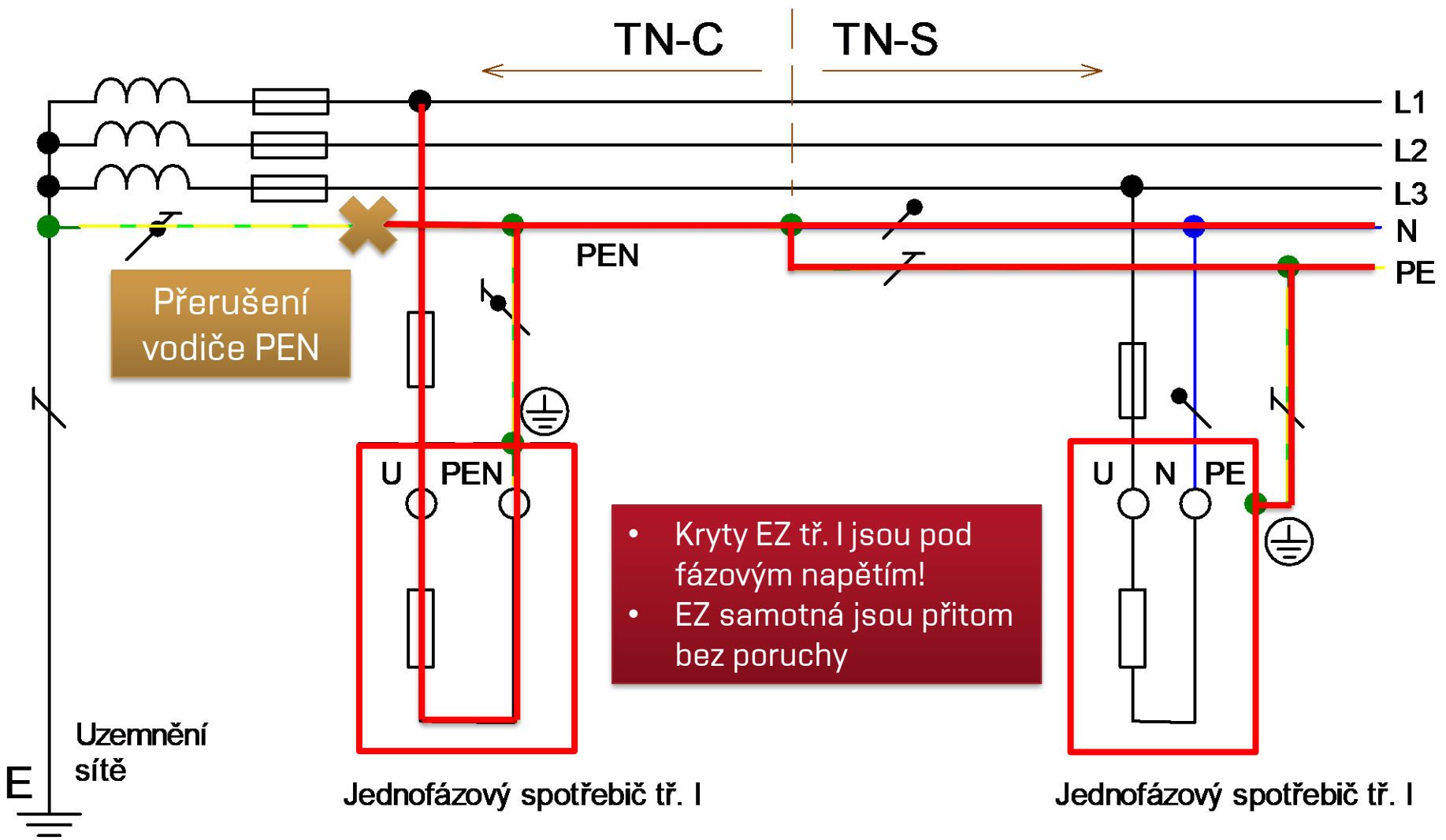
OCHRANA AUTOMATICKÝM ODPOJENÍM V SÍTI TN-S



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

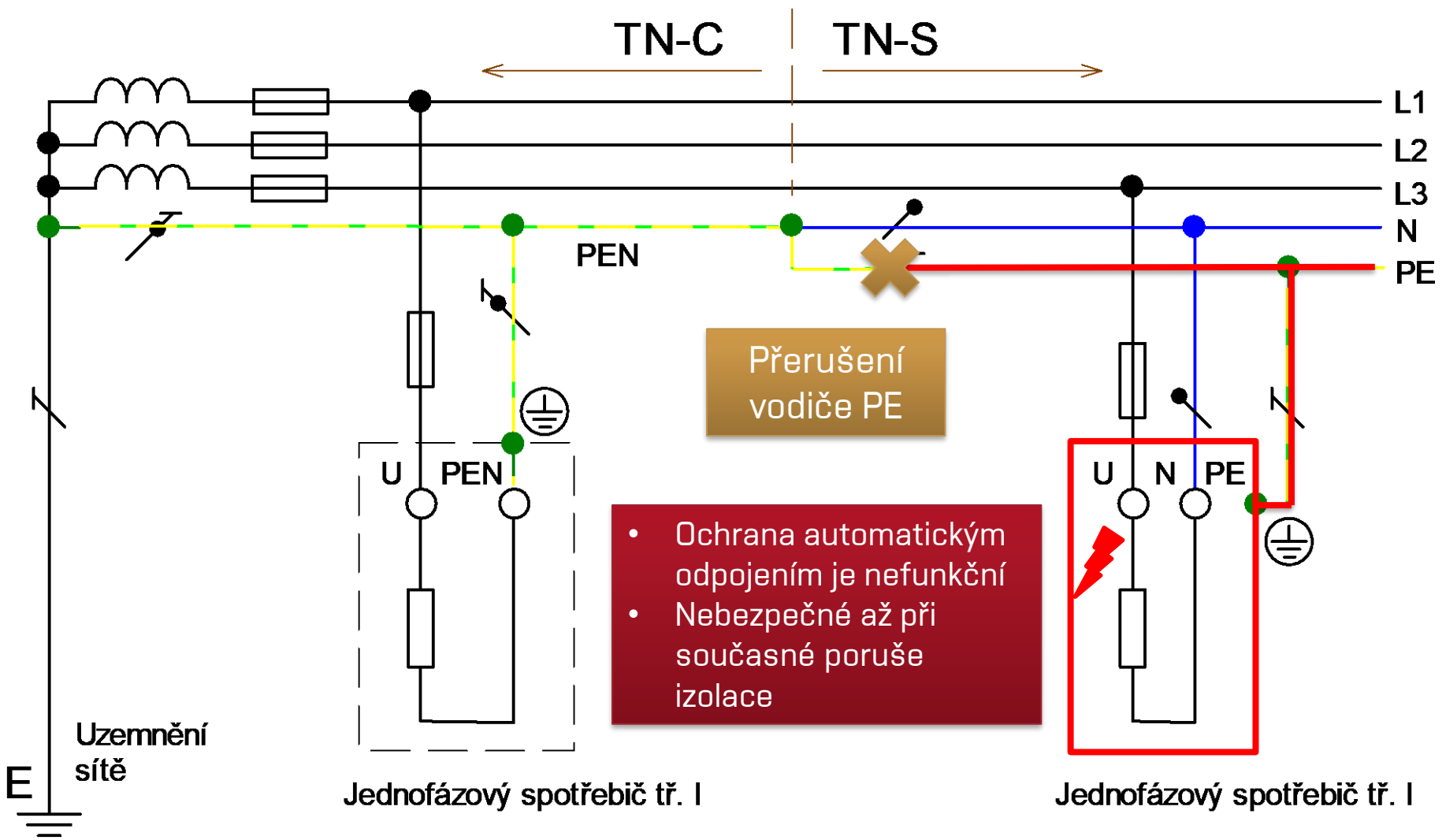


PORUCHA VODIČE PEN





PORUCHA VODIČE PE

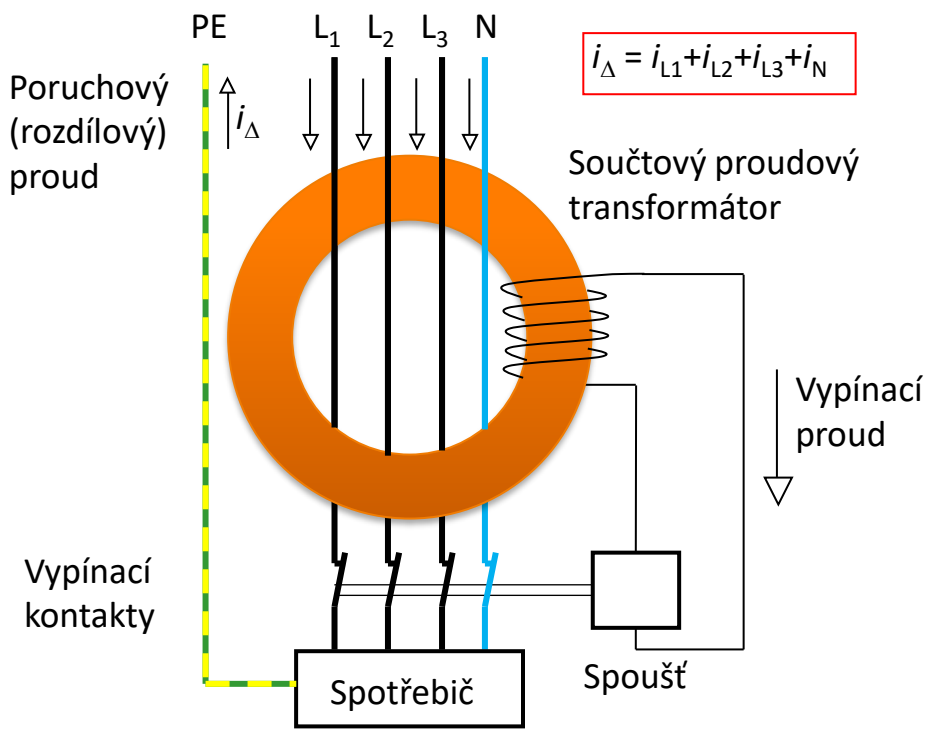
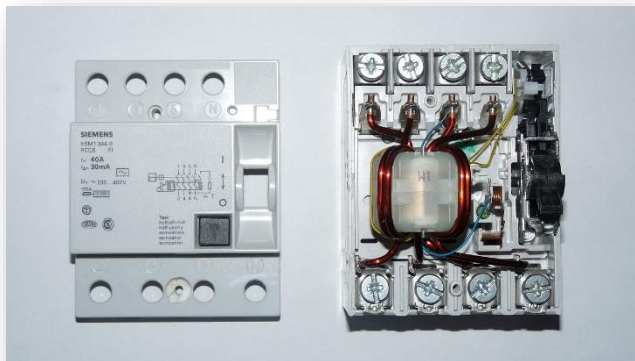


- Ochrana automatickým odpojením je nefunkční
- Nebezpečné až při současné poruše izolace



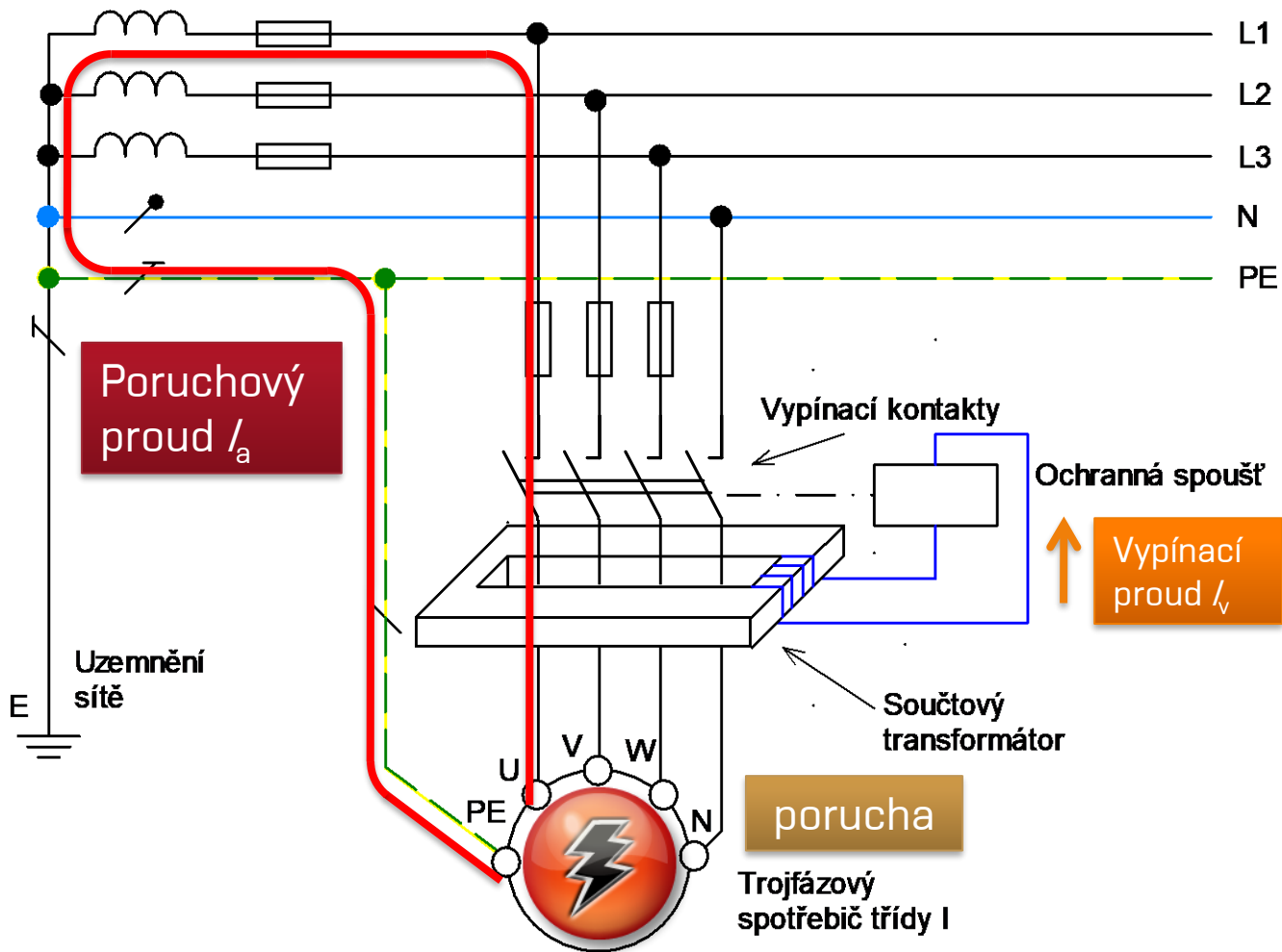
OCHRANNÉ PŘÍSTROJE - PROUDOVÝ CHRÁNIČ (RCD, FI)

- Nechrání před nadproudy
- Vypíná při překročení velikosti **rozdílového proudu** I_{Δ}
- Chráničem prochází všechny pracovní vodiče (fázové a nulový), ochranný vodič musí vést mimo
- **Nelze použít v síti TN-C**, chránič z principu vyžaduje samostatný ochranný vodič (PE)
- Chránič s $I_{\Delta n}$ **nepřesahujícím 30 mA** se používá i jako **doplňková ochrana** (např. zásuvek)





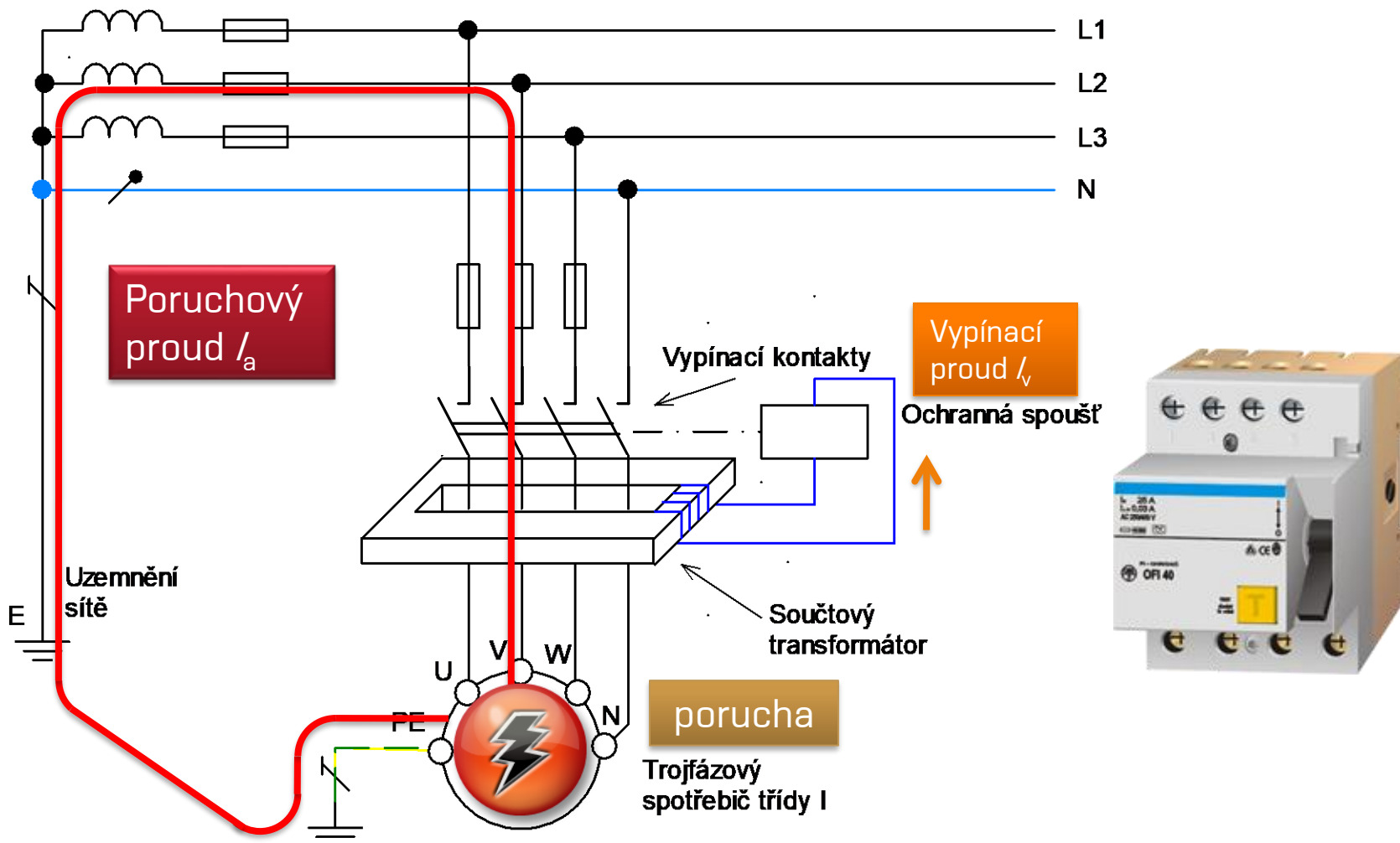
OCHRANA PROUDOVÝM CHRÁNIČEM V SÍTI TN-S



- Pro vypnutí v čase do 0,4 s stačí malý poruchový proud (řádově 100 mA)
- Nedochozí k destruktivní poruše zařízení



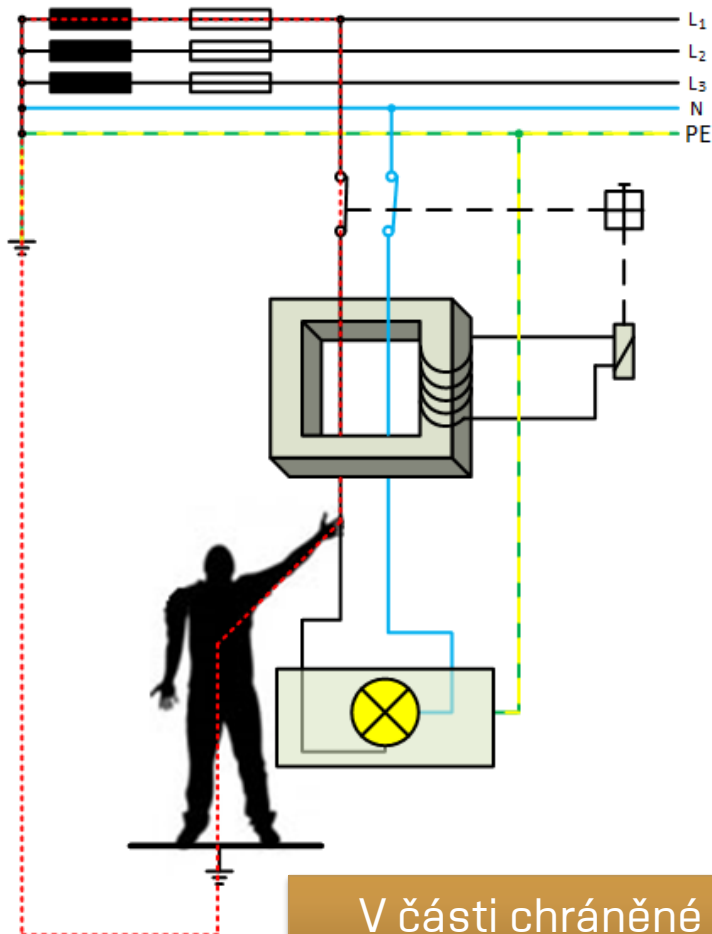
OCHRANA PROUDOVÝM CHRÁNIČEM V SÍTI TT



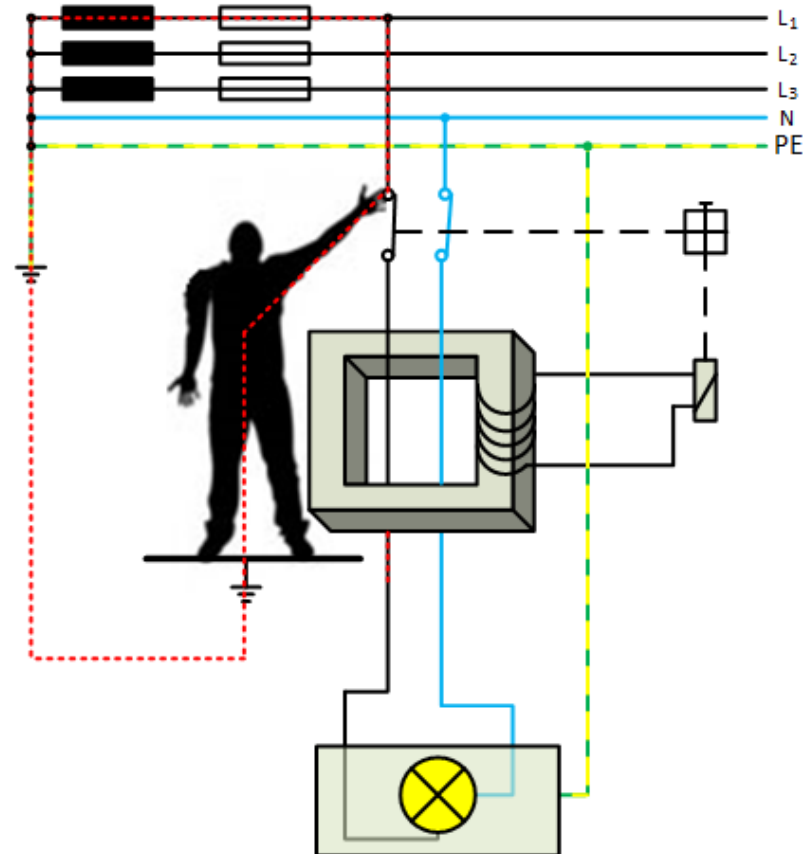
- Pro vypnutí v čase do 0,2 s stačí malý poruchový proud (řádově 100 mA)
- Není problém s odporem uzemnění



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



V části chráněné chráničem



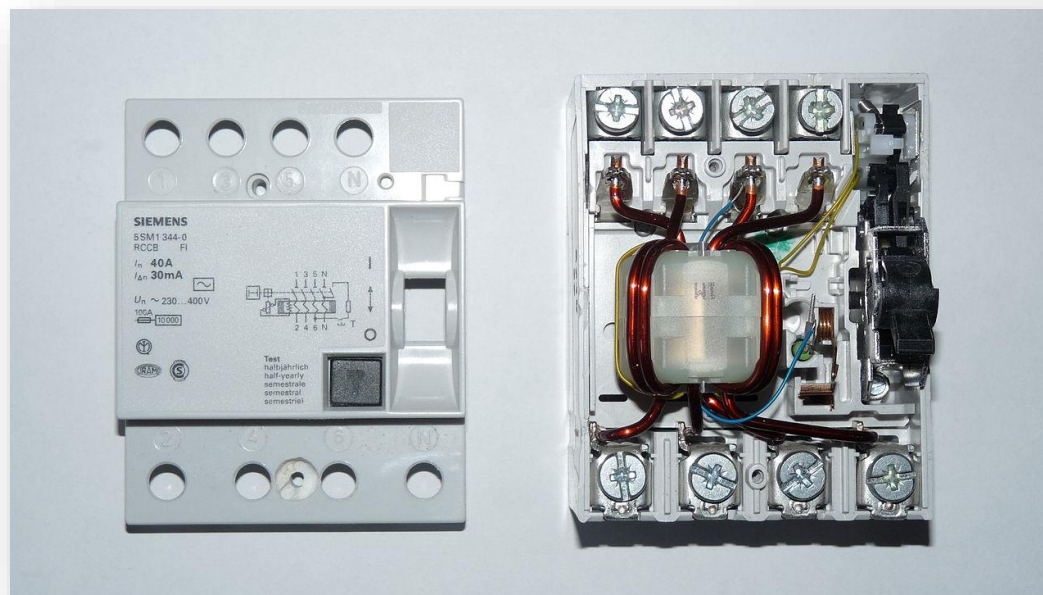
V části před chráničem

Povinné použití proudového chrániče jako doplňkové ochrany:

Podle ČSN 33 2000-4-41 ed. 3 je nutno použít chrániče s

$I_{\Delta n} \leq 30 \text{ mA}$

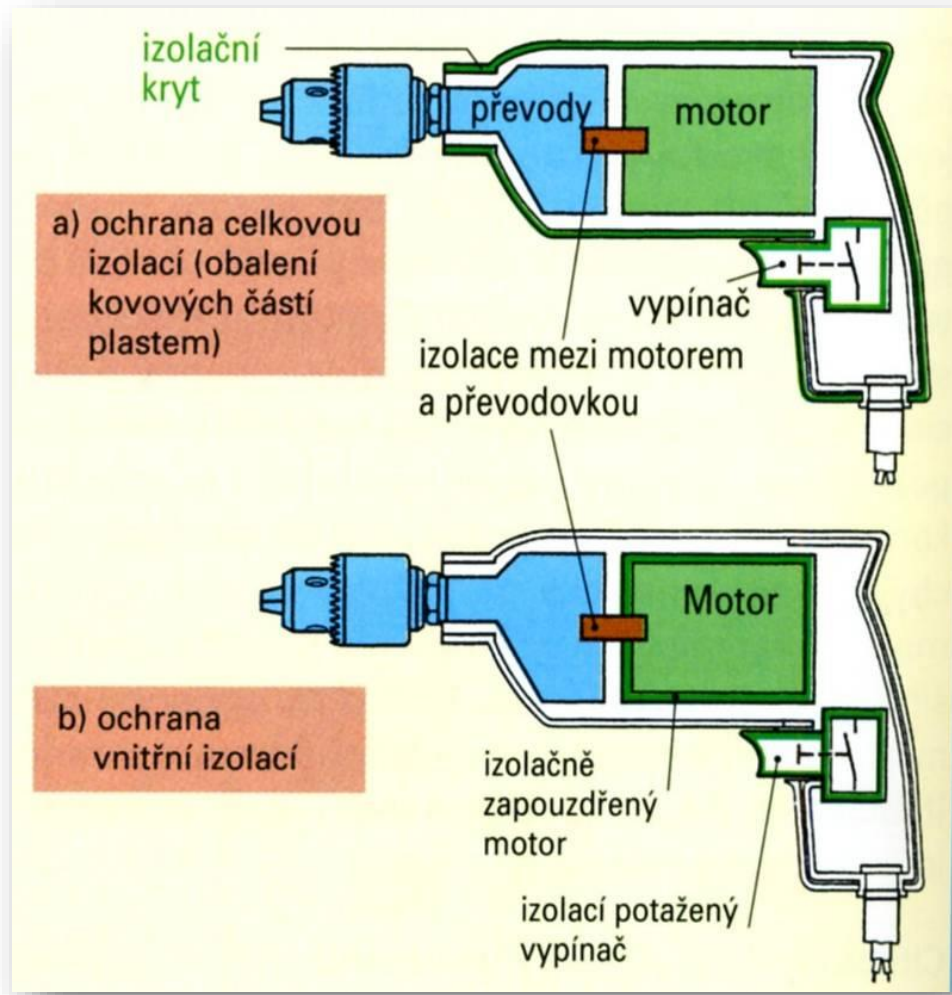
- u zásuvek pro všeobecné použití, které jsou užívány laiky, se jmenovitým proudem do 32 A (jsou výjimky)
- u světelných obvodů v samostatných domácnostech
- mobilních zařízení se jmenovitým proudem do 32 A
- prostory s vanou nebo sprchou (výjimka – ohřívač vody)
- elektrická instalace plaveckých bazénů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



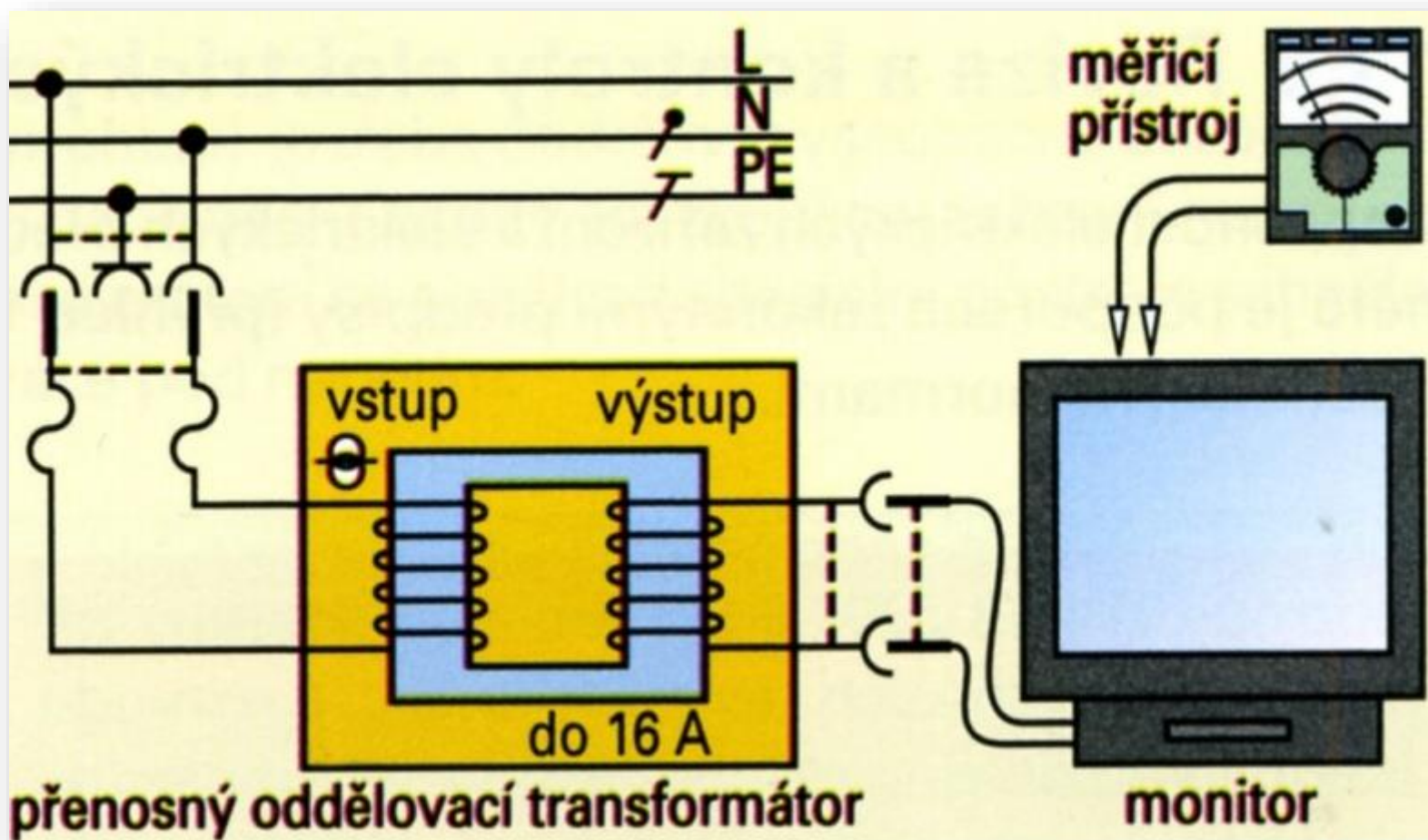


OCHRANA DVOJITOU ČI ZESÍLENOU IZOLACÍ (EZ TŘÍDY OCHRANY II)

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

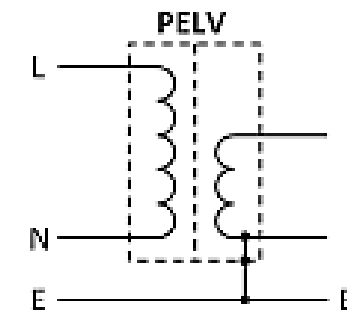
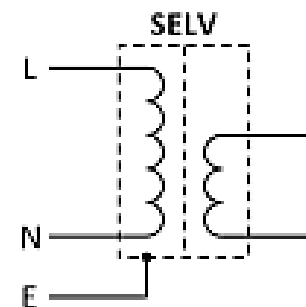


Ochranné opatření	Základní ochrana	Ochrana při poruše	Další ochrana
Ochrana elektrickým oddělením	Základní izolace, přepážky, kryty	Jednoduché oddělení obvodů + neuzemněné ochranné pospojování	-



Ochranné opatření	Základní ochrana	Ochrana při poruše	Další ochrana
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

- Zdroje nezávislé nebo s izolační bariérou.
- **Oddělení od jiných obvodů** na úrovni dvojité izolace.
- **Nezáměnné zásuvky a vidlice bez ochranných kontaktů.**
- **Při napětí menším než 25 V~ nebo 60 V= nemusí provedena základní ochrana (za normálních podmínek).**
- SELV = žádná část obvodu **nesmí být spojena se zemí** ani s částmi jiných obvodů.
- PELV = **jednopolově uzemněn a pospojován.**





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 Nepovoleno v ČR.
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)



ZAŘÍZENÍ TŘÍDY OCHRANY I - PŘÍKLADY





ZAŘÍZENÍ TŘÍDY OCHRANY II - PŘÍKLADY





ZAŘÍZENÍ TŘÍDY OCHRANY III - PŘÍKLADY





ČÁST 5

PRVNÍ POMOC PŘI ÚRAZU ELEKTRINOU



- 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)



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 níž 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.

- 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





- 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)



- **Technická první pomoc**
 - přerušení úrazového děje
 - vyproštění postiženého
- **Určení rozsahu poranění**
 - vědomí a životní funkce
 - další závažná poranění
- **Přivolání zdravotnické pomoci**
- **Poskytnutí laické první pomoci**



- V budově FEKT je také nutné informovat vrátnici (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 vybaveny AED.**



- 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 zajistiti místo nehody výstražným trojúhelníkem
 - Používat latexové rukavice – ochrana před infekcí (vzájemně záchranec-pacient)



- 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**.
- **Hmatání tepu NENÍ součástí prvotního laického vyšetření!**



- 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



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



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)





Bezdeší / zástava:

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

- 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**

- Najdeme pomyslnou spojnicí mezi bradavkami.
- Co nejdříve stlačujte 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!**



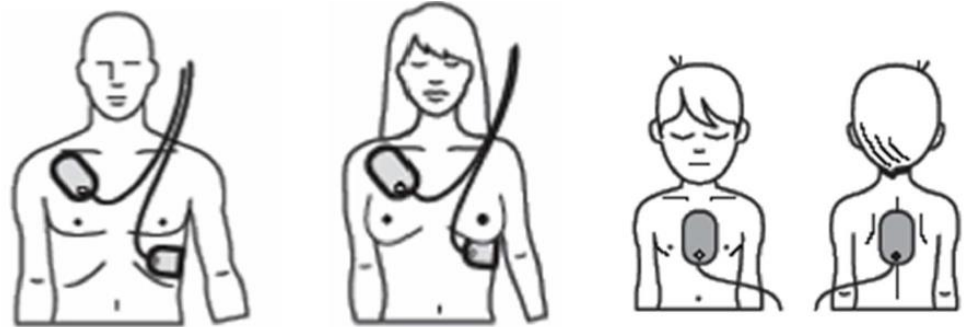
- U dětí se zahajuje 5 vdechy
- Provedeme 30 stlačení hrudi
- Následují 2 rychlé vdechy z plic do plic, přitom jednou rukou uzavřeme nosní průchod a zároveň udržujeme záklon hlavy
- Objem vdechu podle proporcí postiženého, dospělý asi 500-600 ml
- Pokračujeme další sérií 30:2
- Laici, kteří nejsou vyškoleni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



30:2

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





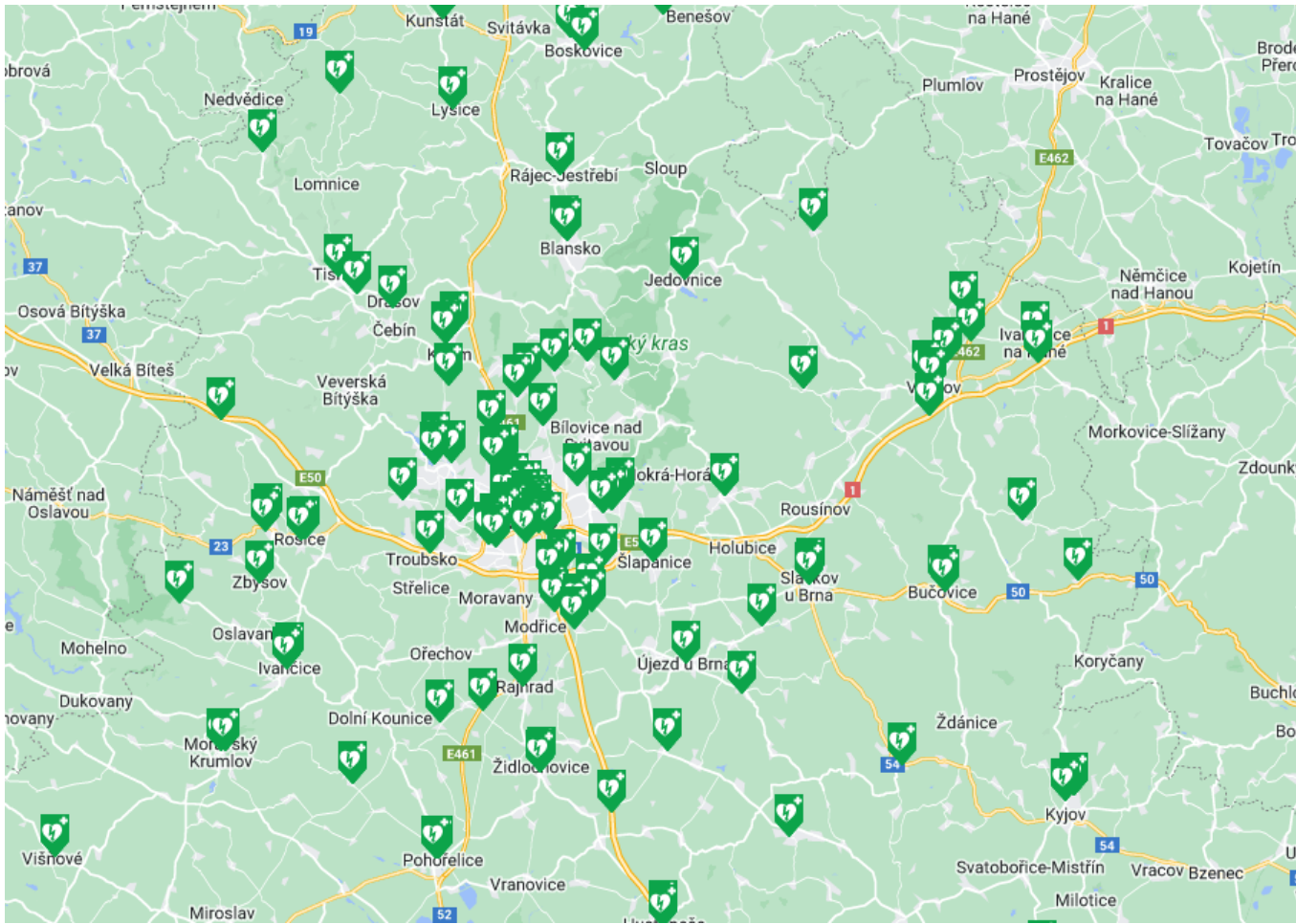
AED – NA FEKT DOSTUPNÝ NA VRÁTNICÍCH OBJEKTŮ



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



ROZMÍSTĚNÍ AED V BRNĚ A JIHMORAVSKÉM KRAJI





Děkuji za pozornost



Technická 12, 616 00 Brno, Česká Republika

<http://www.utee.feec.vut.cz>