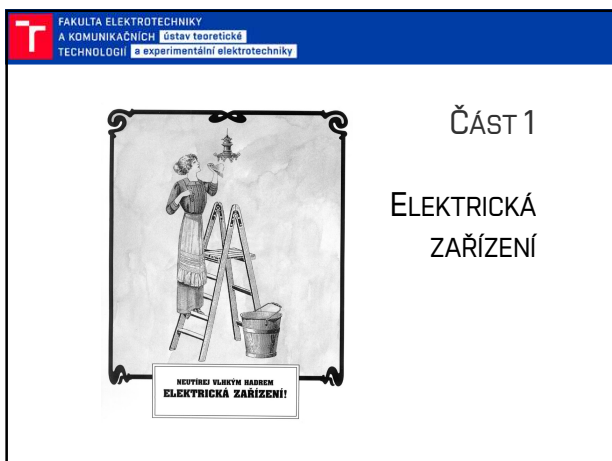


Bezpečnost v elektrotechnice

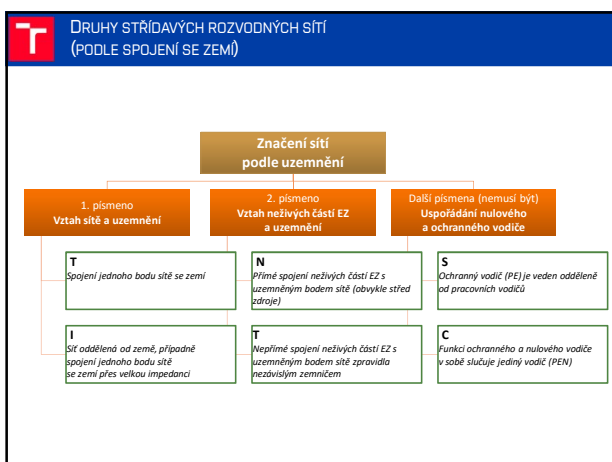
Pracovní sešit

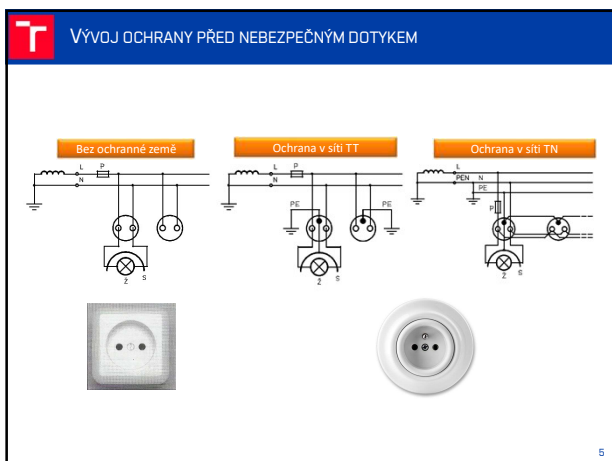
doc. Ing. Miloslav Steinbauer, Ph.D.

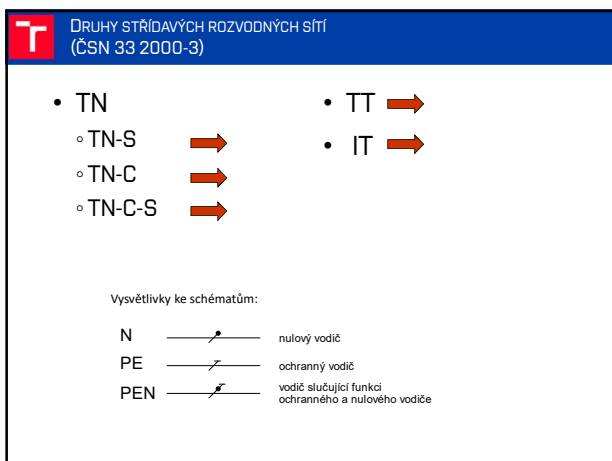


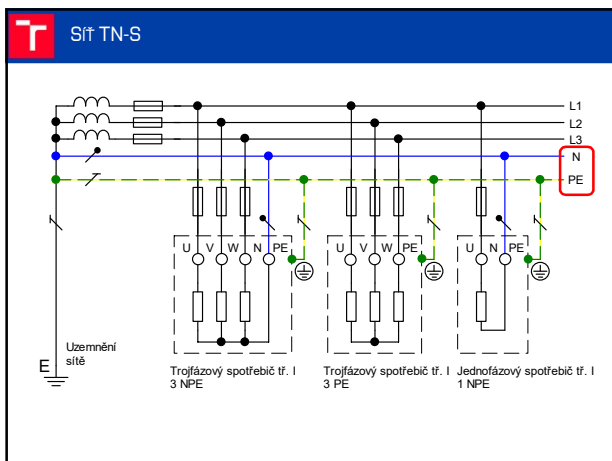


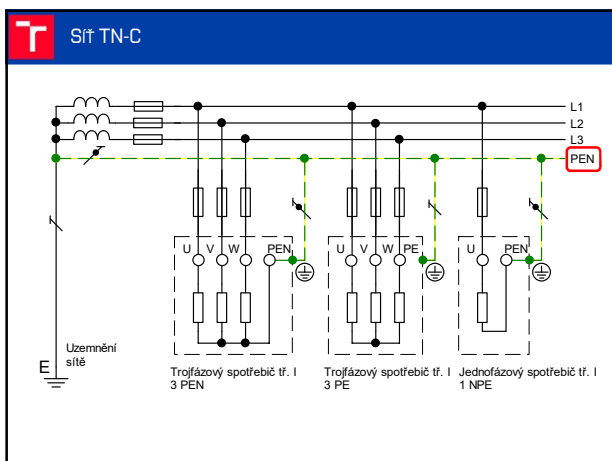


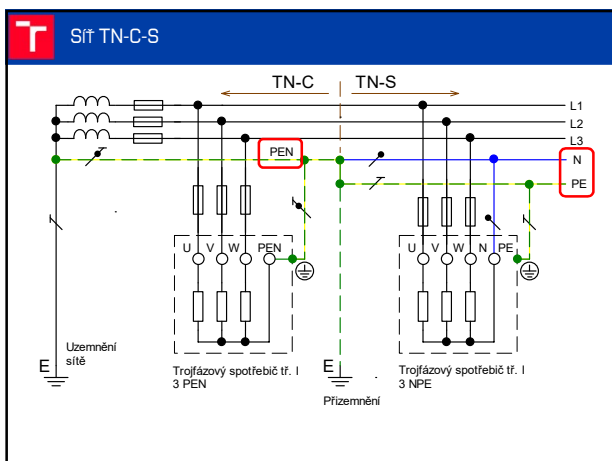


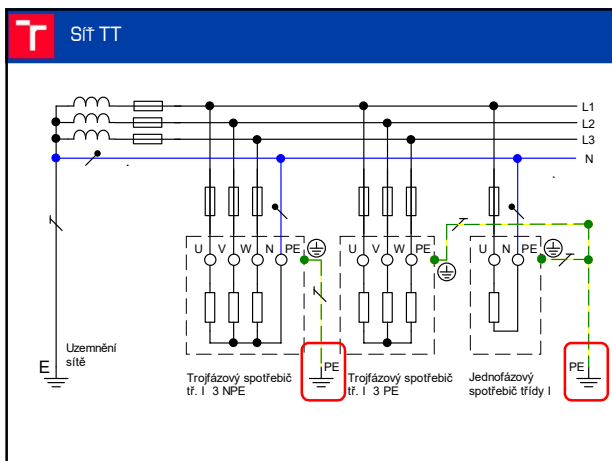


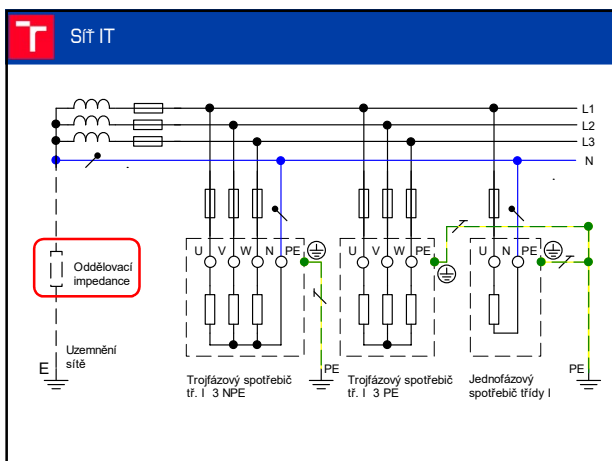












NORMALIZOVANÁ JMENOVITÁ NAPĚTÍ STŘÍDAVÝCH SÍTÍ (ČSN EN 60038)

Trojfázové sítě do 1 kV [V]	Trojfázové soustavy s izolovaným uzlem nad 1 kV [kV]	
	soustava	zařízení
čtyřvodičová	(3)	(3,6)
230 / 400	(6)	(7,2)
400 / 690	10	12
	22	24
třívodičová	35	40,5
230	110	123
1000	220	245
	400	420

Pokud jsou uvedeny dvě napětí, tak nižší hodnoty jsou fázová napětí, jinak se jedná o sdružená napětí.

JMENOVITÁ NAPĚTÍ STŘÍDAVÝCH ZDROJŮ A SPOTŘEBIČŮ (ČSN EN 60038)							
Spotřebiče [V]		Zdroje [V]		Spotřebiče [V]		Zdroje [V]	
AC	DC	AC	DC	AC	DC	AC	DC
6		6		230	220	242	230
12		12		400	440	420	460
24		24		(500)	-	(525)	-
48		48		-	600	-	660
60		60		690	-	727	-
110		125		1000	1050	-	-

V případě ekonomických nebo technických důvodů se přípouštějí zařízení s jmenovitým napětím:

- AC: 5 V, 15 V, 36 V, 100 V;
- DC: 2,4 V, 3 V, 4 V, 4,5 V, 5 V, 7,5 V, 9 V, 15 V, 30 V, 40 V, 80 V, 125 V, 250 V

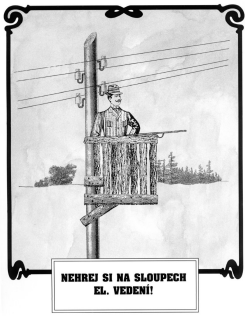
T

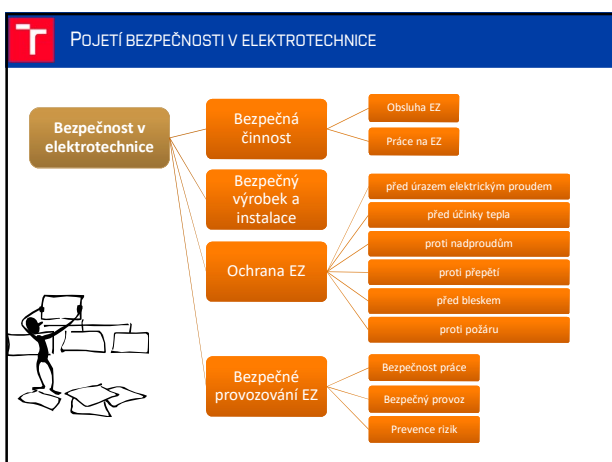
FAKULTA ELEKTROTECHNIKY
A KOMUNIKAČNÍCH
TECHNologií

Ústav teoretické
a experimentální elektrotechniky

ČÁST 2

BEZPEČNOST
ELEKTRICKÝCH
ZAŘÍZENÍ





T

BEZPEČNÝ VÝROBEK A INSTALACE

• **Bezpečný výrobek**

◦ Právní předpisy a normy

- Stanovený výrobek

- Prohlášení o shodě

◦ Revize

• **Bezpečná instalace**

◦ Projektová dokumentace

◦ Revize

	Logo EZÚ – dřívější schvalovací značka pro elektrotechnické výrobky
	Novější schvalovací značka
	Česká značka shody (CCZ)
	Značka shody užívaná v EU (CE)

T

HAŠENÍ POŽÁRU

• Pro první zásah – **ruční hasicí přístroje (RHP)**, do 10 kg a s činností do 60 s.

• Umísťují se v blízkosti pravděpodobného vzniku požáru, dále v únikových cestách.

• Umístění RHP musí být **označeno a osvětleno** nouzovými svídky.

• Kontrola RHP minimálně 1× ročně, nebo po použití.

Druh přístroje	Vodní	Pěnové	CO ₂ - sněhové	Prádkové
Dobře hasí	Dřevo, křemín, sláma, seno	Hořlavé kapaliny (mimo lž), barvy, laky, tuk, guma	Zařízení pod el. proudem, hořlavé kapaliny, potraviny, chemikálie	Cenné materiály, kde je nebezpečí poškození
Nesmíme hasit	El. Vedení pod proudem, hořlavé kapaliny (mimo lž)	El. Vedení pod proudem, dříve vodní p.	Prach, volně ležící organické látky, které by rozfoukaly	Volně ležící: hoblovačky, papír, prach (možnost rozfoukání)

T

HAŠENÍ POŽÁRU ELEKTRICKÝCH ZAŘÍZENÍ

Sněhové HP

• Vysokotlaková nádoba se stlačeným oxidem uhličitým.

• Hlavní hasební účinek je zředovací a dusivý, protože CO₂ snižuje obsah kyslíku v okolí požáru.

• Nelze ho použít k hašení volně ložených pevných látek, které by mohl proud plynu rozvířit a rozšířit požár.

• Při hašení se musí držet za rukojeť, nikdy ne za hadici nebo proudnici, protože hrozí nebezpečí těžkých omrzlin.

T
HAŠENÍ POŽÁRU ELEKTRICKÝCH ZAŘÍZENÍ

Práškové HP

- Hasivem hydrogenuhličitán sodný nebo fosforečnan amonný a síran amonný.
- Prášek vytváří na žhnoucích plochách glazuru zabraňující přístupu vzduchu a jeho rozkladem vzniká amoniak, který působí antikatalyticky.
- Nelze ho použít k hašení volně ložených pevných látek, které by mohl proud prášku a výtlačného plynu rozvířit a rozšířit požár.
- Hašené zařízení i okolí je práškem zničeno.



T
HAŠENÍ POŽÁRU ELEKTRICKÝCH ZAŘÍZENÍ

Halotronové HP

- Jsou ze všech nejdražší, nahradily dnes už nevyráběné přístroje halonové.
- Hasivo na bázi tetradekafluorhexanu účinně ochlazuje plameny a zabraňuje přístupu kyslíku.
- Elektricky nevodivé hasivo je bez korozivních účinků a mrazuvzdorné.
- Pracují s vysokou účinností, přičemž se dají použít pro hašení všech materiálů s výjimkou pevných žhoucích látek.
- Jsou vhodné pro hašení elektronických zařízení, výpočetní a záznamové techniky, nosičů dat, archivů, telefonních ústředí.
- Nedoporučuje se používat je v uzavřených prostorech bez větrání, protože aktivní látka se teplem rozkládá na složky škodící zdraví.



T
FAKULTA ELEKTROTECHNIKY
A KOMUNIKAČNÍCH TECHNOLOGIÍ



ČÁST 3

OCHRANA PŘED ÚRAZEM ELEKTRICKÝM PROUDEM

T

ÚRAZ ELEKTRICKÝM PROUDEM

- 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

T

ČLOVĚK DOTÝKAJÍCÍ SE ELEKTRICKÉHO ZAŘÍZENÍ

T

TŘÍDĚNÍ VNĚJŠÍCH VLVŮ
(ČSN 33 2000-3)

Značení vnějších vlivů

1. písmeno
Kategorie vnějšího vlivu

2. písmeno
Povaha vnějšího vlivu

číslice
Třída vnějšího vlivu

A - prostředí

B - využití

C - konstrukce budov

A -

B -

1 -

2 -

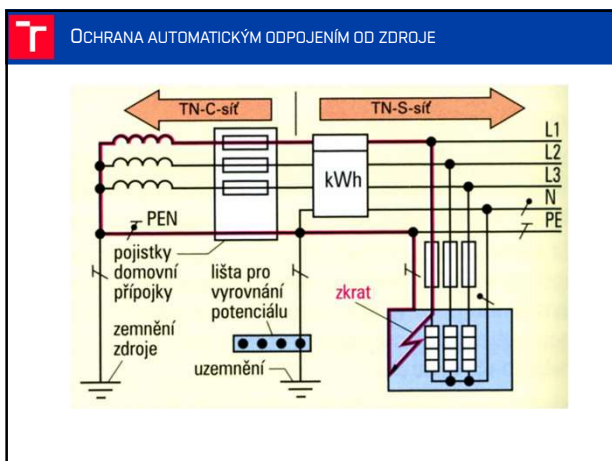
Příklad:

- AD1 Pravděpodobnost výskytu vody je zanedbatelná
- AD2 Možnost padajících kapek
- AD3 Možnost spadu vody pod úhlem 60° od svislice
- ...
- ADB Možnost trvalého a úplného ponoření

Bezpečnost v elektrotechnice – 2019

8

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 nebo doplňující pospoj.
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)	Ochranné oddělení obvodů jiných než SELV	Jednoduché oddělení od ostatních obvodů ELV a země
Ochrana PELV	Omezení napětí (ELV)	Ochranné oddělení obvodů jiných než ELV	Jednoduché oddělení od ostatních obvodů ELV
Ochrana omezením ustáleného dotykového proudu a energie (náboje)	Zdroj omezeného proudu nebo přes ochranou impedanci	-	Ochranné oddělení od nebezpečných živých částí



T

OCHRANNÉ PŘÍSTROJE - POJISTKA

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

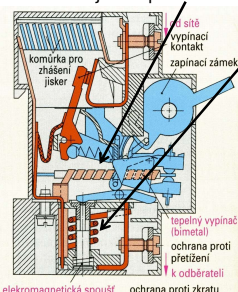
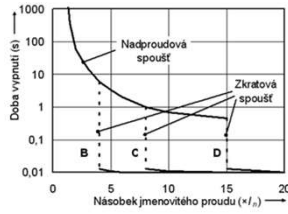
Labels for fuse cross-section: ukazatel stavu, pružina, horní kontakt, keramické pouzdro, přídržný drátek ukazatele, lavný vodič, křemičitý písek, spodní kontakt.

Graph axes: Doba vypnutí (s) on y-axis (0.01 to 10000), Násobek jmenovitého proudu ($\times I_n$) on x-axis (0 to 15).

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

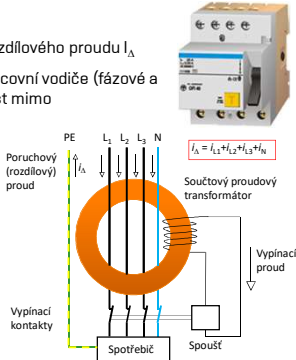
OCHRANNÉ PŘÍSTROJE - JISTIČ

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

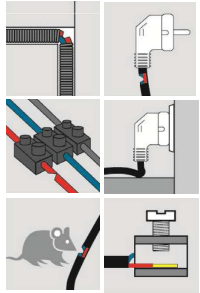
OCHRANNÉ PŘÍSTROJE - PROUDOVÝ CHRÁNIČ (RCD, FI)

- 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)



Detektor elektrického oblouku AFDD

- Detekce sériového i paralelního oblouku
- Odpojí dříve než klasické ochranné přístroje.
- Zabrání požárům.
- Pracují na principu detekce vf kmitů průběhů napětí a proudů.
- Použití u nových instalací, provozovaných i starších instalací (riziko požáru).




T

Detektor elektrického oblouku AFDD

Sériový oblouk

- omezeno impedancí zátěže,
- ochranné přístroje nereagují,
- nereaguje ani proudový chránič,
- častější výskyt.

Paralelní oblouk

- rychle přechází do zkratu,
- při zvýšeném odporu jsou malé proudy,
- mezi pracovními vodiči bez reakce RCD.

31

T

Ochrana elektroinstalace

	Typ poruchového oblouku	Ochrana
Sériový		
Paralelní: • fáze-nula • fáze-fáze		
Paralelní: • fáze-PE		

32

T

Doporučení ČSN 33 2000-4-42 ed. 2

- Doporučuje se, aby se zvláštní opatření na **ochranu před účinky obloukových poruch pomocí AFDD** provedla v koncových obvodech:
 - v objektech s ložnicemi;
 - v místech s nebezpečím požáru zpracovávaných nebo skladovaných materiálů (např. ve stodolách, v dřevozpracujících provozovnách);
 - v místech s hořlavými stavebními materiály, (např. v dřevěných budovách);
 - ve stavbách s nebezpečím šíření ohně;
 - v místech s ohrožením nenahraditelného bohatství.

33



FAKULTA ELEKTROTECHNIKY

A KOMUNIKAČNÍCH

TECHNologií

Ústav teoretické

experimentální elektrotechniky

BEZPEČNOST V ELEKTROTECHNICE

Přednáška



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.

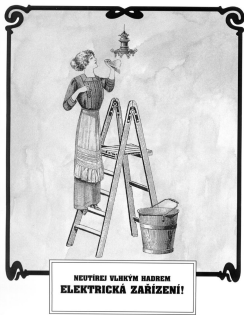


OBSAH POUČENÍ

- Elektrická zařízení
 - rozdělení EZ
 - značení vodičů a svorek
 - zásuvky a přívody
- Bezpečnost EZ
 - činnost na EZ
 - kvalifikace v elektrotechnice
 - zajištění bezpečnosti
 - zkušebny a laboratoře
- Úraz elektrickým proudem
 - mechanismus vzniku úrazu
 - účinky proudu na lidský organismus
- Ochrana před úrazem el. proudem
 - vznik úrazu
 - rozdělení prostorů
 - izolace a třídy ochrany
 - prostředky ochrany
 - provedení ochranných opatření
- První pomoc
 - postup laické resuscitace
 - přivolání lékařské pomoci

T

FAKULTA ELEKTROTECHNIKY
 A KOMUNIKAČNÍCH ÚSTAV TEORETICKÉ
 TECHNOLOGIE a experimentální elektrotechniky



ČÁST 1

ELEKTRICKÁ ZAŘÍZENÍ

T

ROZDĚLENÍ ELEKTRICKÝCH ZAŘÍZENÍ

- Podle účelu
- Podle napětí
- Podle nebezpečí úrazu
- Podle druhu proudu

T

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	$U \leq 50 \text{ V}$	$U \leq 50 \text{ V}$
II	nn	LV	nízké	$50 \text{ V} < U \leq 600 \text{ V}$	$50 \text{ V} < U \leq 1000 \text{ V}$
A	vn	(MV)	vysoké	$0,6 \text{ kV} < U < 30 \text{ kV}$	$1 \text{ kV} < U < 52 \text{ kV}$
B	vvn		velmi vysoké	$30 \text{ kV} \leq U < 171 \text{ kV}$	$52 \text{ kV} \leq U < 300 \text{ kV}$
C	zvn	HV	zvláště vysoké	-	$300 \text{ kV} \leq U \leq 800 \text{ kV}$
D	uvn		ultra vysoké	-	nad 800 kV

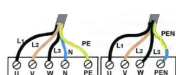
Napětí střídavé rozvodné sítě v ČR: **230/400 V** (3 fáze)

-

- 40

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

- Izolované vodiče



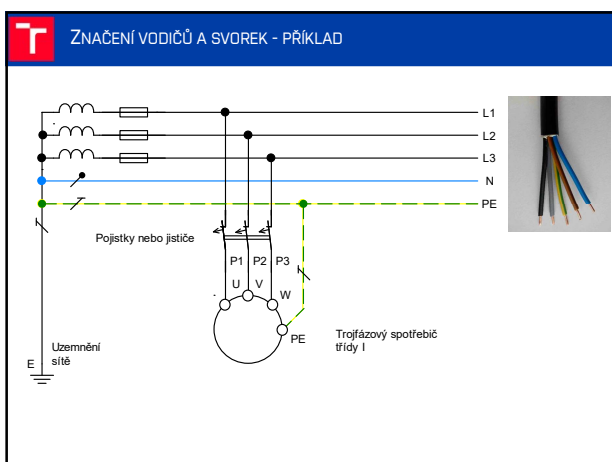
- 

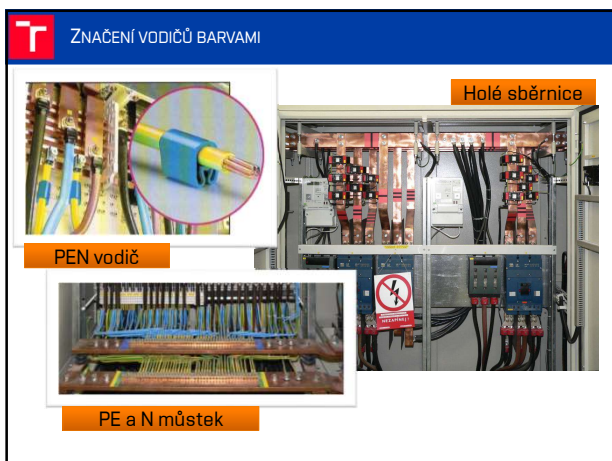
- 

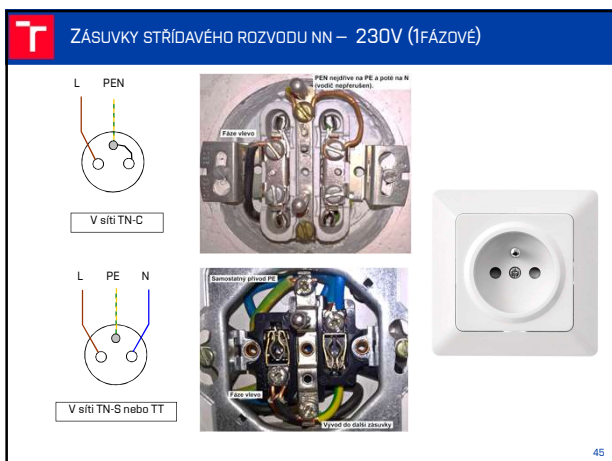
Vodič, žíla kabelu		Poznávací barva
L	Fázový nebo krajní	černá, hnědá nebo šedá
N	Nulový (střední)	světlemodrá
PE	Ochranný	zelená / žlutá
PEN	Vodič PEN	zelená / žlutá (+ světlemodrá)

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

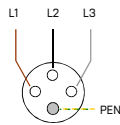
Vodič, přípojnice		Poznávací barva
L+	Kladný pól	tmavě červená
L-	Záporný pól	tmavě modrá
M	Vodič ze středu	světle modrá
PE, PFM	Ochranný	zelená/žlutá





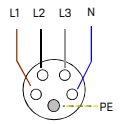


ZÁSUVKY STŘÍDAVÉHO ROZVODU NN - 400V (3FÁZOVÉ)





V síti TN-C





V síti TN-S nebo TT

46

DRUHY PŘÍVODŮ K ELEKTRICKÝM PŘEDMĚTŮM (ČSN 34 0350 ED. 2)

Druhy přívodů

Pevné připojení

Poddajný přívod

Pohyblivý přívod

Pevně připojený

Oddělitelný

Prodlužovací

Dvoužilový



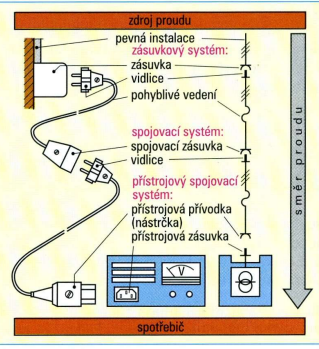
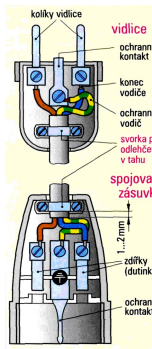




47

POHYBLIVÉ PŘÍVODY

- V
- n
- Š
- Z
- v
- p
- N
- p
- i
- o
- k
- P
- o
- i
- v
- i
- d

48

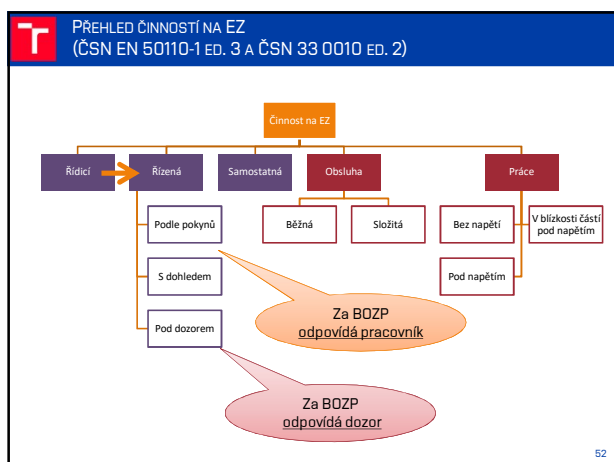
PRODLUŽOVACÍ PŘÍVODY

49

ŽIVOTU NEBEZPEČNÁ PRODLUŽOVAČKA

**FAKULTA ELEKTROTECHNIKY
A KOMUNIKAČNÍCH
TECHNologií**

ČÁST 2
**BEZPEČNOST
ELEKTRICKÝCH
ZAŘÍZENÍ**



PŘEHLED ELEKTROTECHNICKÉ KVALIFIKACE (VYHLÁŠKA 50/1978 Sb.)

Kvalifikace pracovníků		Výchozí požadavky		Provéření způsobilosti			
§	Název	Pro činnost na EZ	Odborné vzdělání	Odborná praxe	Zkušební komise	Oznámení zkoušky	Lhůta pro přezkoušení
3	Pracovníci seznámení	mn, nn	žádné	žádná	NE	NE	podle Zák. práce
4	Pracovníci poučení	mn, nn, vn, vvn	žádné	žádná	NE	NE	určí zaměstnavatel
5	Pracovníci znali	mn, nn, vn, vvn	V, SO, ÚSO, VŠ	žádná	NE	NE	3 roky
6	Pracovníci pro samostatnou činnost	do 1000 V	V, SO, ÚSO, VŠ	1 rok	ANO	NE	3 roky
		nad 1000 V	V, SO, ÚSO, VŠ	2 roky	ANO	NE	3 roky
		hromosvod y	zaškolení	6 měsíců	ANO	NE	3 roky
			V, SO, ÚSO, VŠ	3 měsíce			

53

PRACOVNÍCI POUČENÍ
(§4 VYHLÁŠKY)

Osoby **bez elektrotechnického vzdělání**, které byly prokazatelně **poučeny se zásadami bezpečnosti** pro jejich činnost na elektrickém zařízení a v jeho blízkosti a zásadách **první pomoci** při úrazu el. proudem

Mohou:

- **Samostatně obsluhovat jednoduchá** elektrická zařízení **všech napětí**
- Pracovat na částech EZ mn a nn **bez napětí s dohledem**
- Pracovat na částech EZ nn v blízkosti **nekrytých částí pod napětím** ve vzdálenosti **větší než 20 cm pod dozorem**
- Na částech pod napětím pracovat nesmí, s výjimkou jednoduchých prací (měření, zkoušení)

Poznámka
Popis činností pro jednotlivé osoby dle Vyhl. 50/1978 Sb. řešila ČSN 34 3100 (již neplatná). Nově lze definici najít v energetických podnikových normách (PNE 33 0000-6)

T

PRACOVNÍCI ZNALÍ
(§5 VYHLÁŠKY)

Osoby **s elektrotechnickým vzděláním** po prokázání potřebných praktických dovedností a znalostí o **zásadách bezpečnosti** včetně znalostí zásad poskytnutí první pomoci při úrazu elektrickým proudem.

Mohou:

- **Samostatně obsluhovat jednoduchá i složitá** elektrická zařízení **všech napětí**
- Pracovat **samostatně** na částech elektrického zařízení mn a nn bez napětí;
- Pracovat **v blízkosti** živých částí pod napětím **s dohledem**;
- Pracovat na elektrických zařízeních pod napětím za stanovených **podmínek, tj. pod dozorem**.

55

T

PRACOVNÍCI ZNALÍ S VÝŠŠÍ KVALIFIKACÍ
(§6 AŽ §10 VYHLÁŠKY)

- Smí samostatně provádět všechny činnosti na EZ s výjimkou **prací zakázaných**:
 - 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

Původní definice zakázaných prací dle ČSN EN 50110-1 ed. 2

- PPN v provozech těsných a horkých, venku za nepříznivých povětrnostních podmínek
- Práce v blízkosti neohrazených živých částí, když jsou po obou stranách pracovníka, pod ním, za ním či blízko nad ním

56

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
- Studenti 1. a 2. ročníku BS po prokazatelném poučení a přezkoušení jsou **pracovníci poučení** (§4)
- Studenti 3. ročníku ročníku BS a studenti MS jsou po složení zkoušky **pracovníci pro samostatnou činnost** (ve smyslu §6)

57

T
ZAJIŠTĚNÍ BEZPEČNOSTI PŘI 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, dříve Institut technické inspekce)

T
BEZPEČNOSTNÍ SDĚLENÍ
(ČSN ISO 3864)

- Grafická
 - Tabulky a nápisy
 - Barevná bezpečnostní opatření
- Světelná
- Akustická



Zařízení v provozu!
místo: stanice A
K odstranění tabulky
oprávněn jen: p. Konec

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



OCHRANNÉ A PRACOVNÍ POMŮCKY
(ČSN EN 50110-1 ED. 2)

- 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 ...






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.
- Zkušební zařízení a nebezpečné oblasti musí být jasně a viditelně označeny.
- Zkušební zařízení musí být vybaveno indikací spínání a stavu provozu, např. indikačními svítilnami.
- Musí mít instalovány **hasební prostředky** pro hašení EZ pod napětím.
- Východy do volného prostoru musí být požárně bezpečné.



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

Bezpečnost v elektrotechnice – 2019

21

T FAKULTA ELEKTROTECHNIKY
A KOMUNIKAČNÍCH ÚSTAV TEORETICKÉ
TECHNOLOGIE a experimentální elektrotechniky

ČÁST 3

ÚRAZ ELEKTRICKÝM PROUDEM



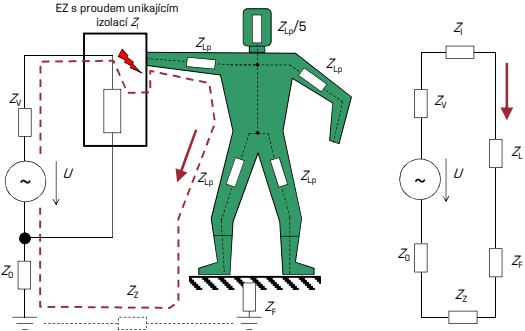
ČÁST 3

ÚRAZ
ELEKTRICKÝM
PROUDEM

T ÚRAZ ELEKTRICKÝM PROUDEM

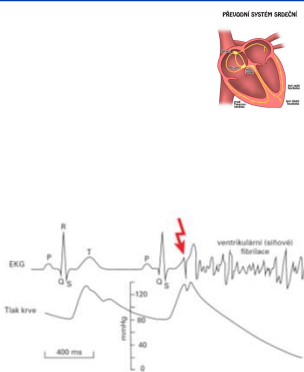
- Způsoben proudem protékajícím tělem nebo jako důsledek jiných účinků proudu, elektrického nebo elektromagnetického pole
- Rozhodující je:
 - Velikost a cesta proudu tělem
 - Doba působení proudu
 - Druh proudu (stejnoseměrný, střídavý – kmitočet)
 - Fáze srdečního cyklu
 - Fyzický a psychický stav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

T ČLOVĚK DOTÝKAJÍCÍ SE ELEKTRICKÉHO ZAŘÍZENÍ

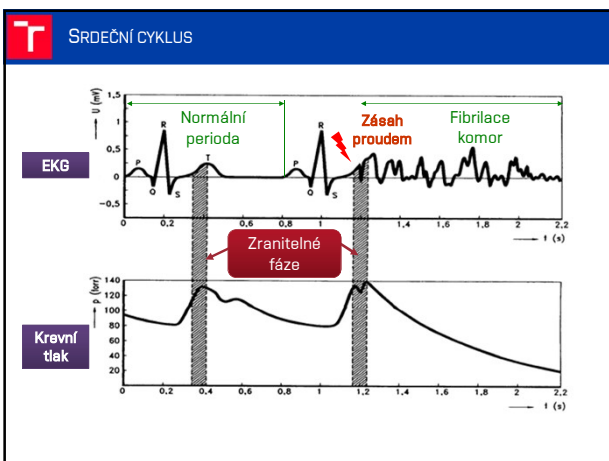


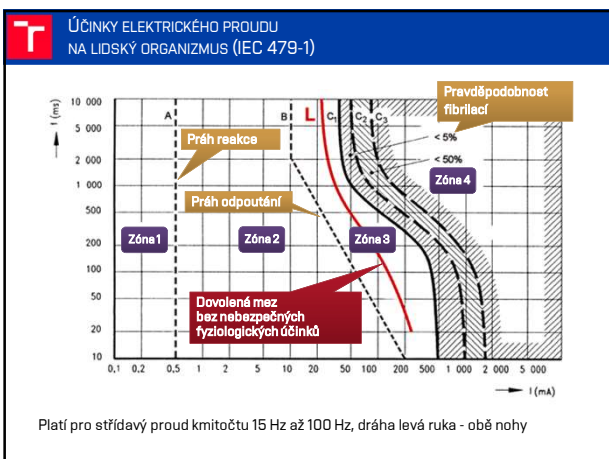
Vliv střídavého proudu na člověka

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



67





T

ÚČINKY ELEKTRICKÉHO PROUDU
NA LIDSKÝ ORGANIZMUS (IEC 479-1)

K posouzení fyziologických účinků elektrického proudu slouží prahové hodnoty proudu AC 50 Hz, dráha levá ruka - obě nohy:

- práh vnímání** (minimální hodnota, kdy je vyvolán vnímatelný počitek)
- práh reakce (čára A)** minimální hodnota, která způsobí bezděčné stažení svalů
- práh odpoutání (křivka B)** maximální hodnota, při níž osoba držící elektrody je může sama pustit
- práh komorové fibrilace (křivka C)** minimální hodnota, která způsobí fibrilaci srdečních komor

Mezi čarami v obrázku jsou vymezeny zóny fyziologických účinků:

- Zóna 1** (do čáry A, tedy < 0,5 mA) Obvykle bez reakce.
- Zóna 2** (> 0,5 mA, do křivky B) Obvykle bez škodlivých fyziologických účinků. Svalové stahy.
- Zóna 3** (mezi křivkami B a C) Obvykle bez poškození organismu. Mohou být svalové křeče, dýchací potíže, vratné poruchy srdečního rytmu včetně fibrilací srdečních před síní, přechodná srdeční zástava bez komorových fibrilací.
- Zóna 4** (od křivky C) K účinkům uvedeným pro zónu 3 navíc vznik komorových fibrilací s pravděpodobností do 5 % (k čáře C2), s pravděpodobností do 50 % (k čáře C3), s pravděpodobností nad 50 % (za čarou C3), s rostoucím proudem a časem též zástava dýchání a popáleniny.

Vypínací charakteristiky ochranných prvků (pojistek, jističů, proudových chráničů) musí respektovat fyziologické účinky proudu. Proto byla dohodnuta **mezí křivka L** určující dovolené doby působení proudu bez nebezpečných účinků. Je umístěna v zóně 3 s rezervou pod prahem fibrilace srdečních komor.

T

FAKULTA ELEKTROTECHNIKY
A KOMUNIKAČNÍCH Ústav teoretické
TECHNOLOGIE a experimentální elektrotechniky

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

ČÁST 4
OCHRANA PŘED
ÚRAZEM
ELEKTRICKÝM
PROUDEM

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

T

OHROŽENÍ ZDRAVÍ OD EZ

Úraz elektrickým proudem:

- Dotykem s nebezpečnou živou částí EZ (přímý dotyk)
- Dotykem neživých částí EZ při poruše (nepřímý dotyk)
- Přeskokem jiskry
- Krokovým napětím

Další ohrožení:

- Působením elektromagnetického pole.
- Tepelným či jiným zářením.
- Dalšími mechanismy (následný úraz ...)

8. února 2016

Školák na nádraží přelézal vagóny, utrpěl popáleniny třetího stupně

je

strova

ČERNÁ KRONIKA

Sprejera popálil elektrický proud

Brno - Těžkými popáleninami skončilo sprejerské dobrodružství trojice mladíků z Brna. Na konečné tramvaje v Obřanech se rozhodli zkrášlit elektrorozvodnu Českých drah. Jeden z nich byl tak neopatrný, že jej zasáhl elektrický proud. Osmnáctiletý mladík má hluboké popáleniny na třinácti procentech těla," řekl policejní mluvčí Bohumil Malásek. (pm)

"Ústavu zmizela čtiletá dívka" "má trpět" "má trpět"

73

T

DOTYK ŽIVÉ A NEŽIVÉ ČÁSTI

Dotyk nebezpečné živé části (přímý dotyk)

Dotyk neživé části (nepřímý dotyk)

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

74

T

VZNIK KROKOVÉHO NAPĚTÍ

Krokové napětí

Propojení míst s různým potenciálem

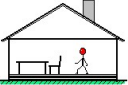
75

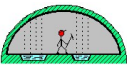
Bezpečnost v elektrotechnice – 2019

25

T PROSTORY Z HLEDISKA NEBEZPEČÍ ÚRAZU ELEKTRICKÝM PROUDEM
(ČSN 33 2000-5-51 ED. 3)

- Prostory **normální**
- Prostory **nebezpečné**
- Prostory **zvláště nebezpečné**






T OCHRANA PŘED ÚRAZEM ELEKTRICKÝM PROUDEM

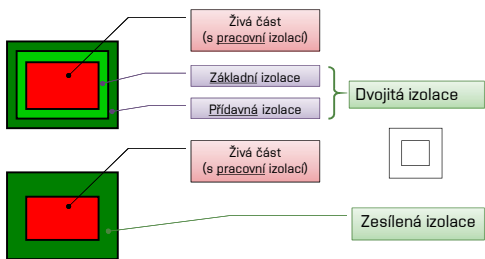
Nebezpečné živé části nesmí být přístupné a přístupné vodivé části nesmí být nebezpečně živé:

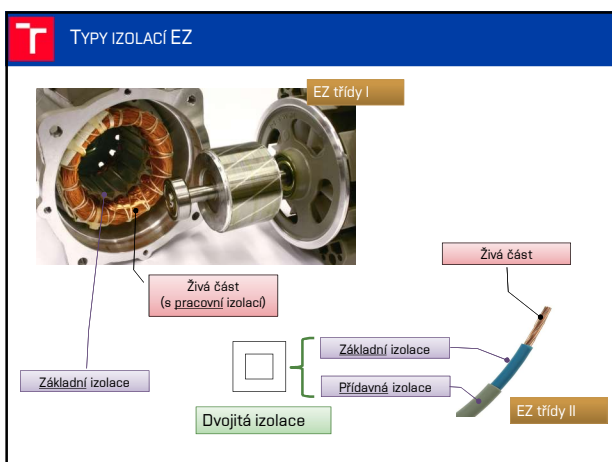
- ani za normálních podmínek,
- ani za podmínek jedné poruchy.

Toho lze dosáhnout

- zabráněním možnosti **přímého dotyku** při **normální činnosti EZ**
- zabráněním průtoku či omezením doby trvání průtoku proudu tělem při **nepřímém dotyku** při **poruše EZ**
- omezením napětí nebo proudu

T TYPY IZOLACÍ EZ





T TRÍDY OCHRAN EZ
(ČSN EN 61140 ED.2)

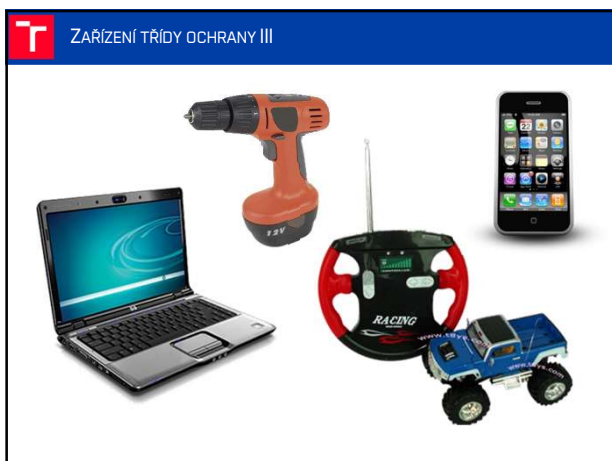
- Třída ochrany 0
 - Pouze základní izolace, bez jiných ochranných prostředků
 - V případě poruchy ochranu zajišťuje okolí
 - **Není v ČR podle ČSN povolena!**
- Třída ochrany I
 - Má základní izolaci
 - Neživé části se připojují k ochrannému vodiči instalace
- Třída ochrany II
 - Nemá připojení k ochrannému vodiči
 - Má základní izolaci a přídavnou či zesílenou izolaci
- Třída ochrany III
 - Nemá připojení k ochrannému vodiči
 - Používá bezpečné malé napětí - ELV

T TRÍDY OCHRAN EZ (POKRAČOVÁNÍ)

Třída ochrany	Značka na předmětu	Princip ochrany	Poznámka
0			Nemá ochranné prostředky pro případ poruchy Nepovoleno v ČR.
I			Spojení neživé části EZ s ochranným vodičem sítě
II			Dvojitá či zesílená izolace EZ
III			Zásuvka musí být nezáměnná Připojení na zdroj malého napětí (SELV)







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

Prostředky základní ochrany	Prostředky ochrany při poruše	Prostředky zvýšené ochrany
- Základní izolace - Přepážky a kryty - Zábrany - Ochrana polohou - Omezení napětí (ELV) - Omezení ustáleného proudu a energie (náboje)	- Přídavná izolace - Ochranné uzemnění a pospojování - Automatické odpojení od zdroje - Jednoduché oddělení obvodů - Nevodivé okolí	- Zesílená izolace - Ochranné oddělení obvodů

Při normálním provozu
 Brání dotyku s nebezpečnou živou částí

Při jedné (první) poruše
 Brání nebezpečnému nepřímému dotyku

Dříve:
 • ochrana před přímým dotykem
 • ochrana před dotykem živých částí

Dříve:
 • ochrana před nepřímým dotykem
 • ochrana před dotykem neživých částí

85

PROSTŘEDKY ZÁKLADNÍ OCHRANY

- Základní izolace**
 - Izolace živých částí EZ
 - Smí být **odstranitelné 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**

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	před dotykem drátem
6	prachotěsné (prach nemůže narušit činnost EZ)	

87

KRYTÍ ELEKTRICKÝCH ZAŘÍZENÍ

IP – INGRESS PROTECTION (ČSN EN 60529)

IP XX(X)

- proti vniknutí vody

Druhá číslice	Ochrana proti vniknutí vody
0	nechráněno
1	svísle kapající
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

ZNAČKY PROVEDENÍ ELEKTRICKÝCH PŘEDMĚTŮ

Zásuvka IP 2X

Zásuvka IP 44

Zásuvka IP 55

Zásuvka IP 66

Do vlnky	Těsně	Vertikální	Těsně zavřené	Nepromokavě	Částečně prachodivě	Prachodivě
IP 42	IP 43	IP 44	IP 55	IP 66	IP 5X	IP 6X

PROSTŘEDKY ZÁKLADNÍ OCHRANY

- OCHRANA POLOHOU

- Spočívá v umístění nebezpečných živých částí mimo dosah ruky



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

Transformátor SELV Nezáměnná zásuvka



MEZE BEZPEČNÝCH MALÝCH NAPĚTÍ (ELV)
 (ČSN 33 2000-4-41 Ed.2)

Prostory normální a nebezpečné
Dotyk neživých částí

- Impedance obuvi a podlahy: $Z_F = 1000 \Omega$
- Impedance těla: $Z_T = 750 \Omega$
- Proud bez vážných účinků do 5 s: $I_T = 30 \text{ mA}$
- Dotykové 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



MEZE BEZPEČNÝCH MALÝCH NAPĚTÍ (ELV)
 (ČSN 33 2000-4-41 Ed.2)

Prostory zvlášť nebezpečné

- Předpokládá, že působí pouze impedance lidského těla: $Z_F = 0 \Omega$
- Při malých napětích má přibližně hodnotu: $Z_T = 1200 \Omega$
- Do 2 s umožňuje uvolnění: $I_T = 10 \text{ mA}$
 $U_d = (Z_F + Z_T) \cdot I_T = 12 \text{ V}$

Prostory	Při dotyku	Maximální jmenovité napětí	
		efektivní střídavé (V)	stejnoseměné (V)
Normální i nebezpečné	přímém (živých částí)	25	60
	nepřímém (neživých částí)	50	120
Zvlášť nebezpečné	přímém (živých částí)	-	-
	nepřímém (neživých částí)	12	25

T

PROSTŘEDKY ZÁKLADNÍ OCHRANY
- OMEZENÍ USTÁLENÉHO PROUDU A NÁBOJE

- 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 kΩ 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)

	Mezní proud I		Mezní uložená energie E (nahromaděný náboj Q)
	Střídavý ~	Stejnoseměný =	
Doporučená hodnota	0,5 mA	2 mA	5 μJ (0,5 μC)
Hodnoty prahu bolesti (mezni hodnota)	3,5 mA	10 mA	0,5 mJ (50 μC)

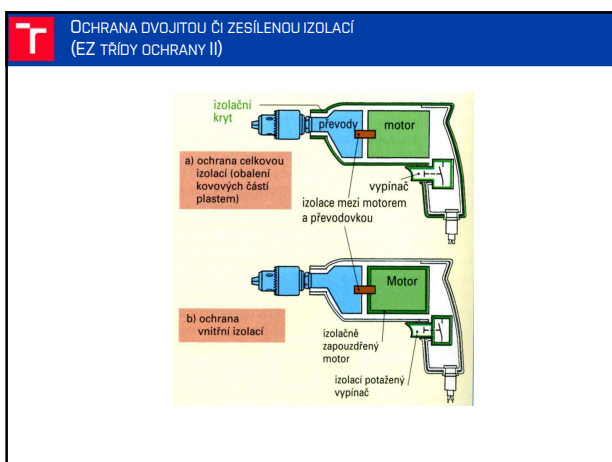
T

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 náboje	Omezení ustáleného proudu a náboje	-	Ochranné oddělení od nebezpečných živých částí

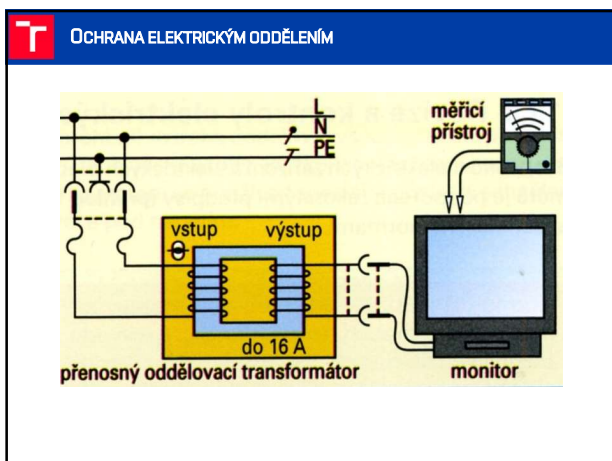
T

OCHRANA AUTOMATICKÝM ODPOJENÍM OD ZDROJE
(EZ TRÍDY OCHRANY I) - CESTA PORUCHOVÉHO PROUDU



OCHRANA DVOJITOU ČI ZESÍLENOU IZOLACÍ
(EZ TŘÍDY OCHRANY II)

- EZ má **základní izolaci** a **přídavnou izolaci**, nebo **izolaci zesílenou**
- Nemá prostředky pro připojení ochranného vodiče
- Pokud je přídavnou izolací kryt:
 - musí zajišťovat krytí alespoň IPXXB nebo IP2X
 - musí být způsobilý odolávat mechanickým, elektrickým nebo tepelným namáháním, která se mohou vyskytnout.
 - krytem nesmějí procházet vodivé části, které by mohly být pod napětím
 - při průchodu mechanických částí krytem (např. závěsy, ovládací prvky), musí být zajištěno, aby v případě poruchy nebyla narušena ochrana před úrazem elektrickým proudem
 - Na viditelném místě povrchu a vnitřku případného vodivého krytu musí být umístěna značka

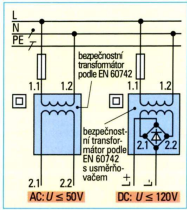


T
OCHRANA ELEKTRICKÝM ODDĚLENÍM

- Napájení přes **oddělovací zdroj s** alespoň jednoduchým oddělením
- Napětí odděleného obvodu **maximálně 500 V**
- Živé části odděleného obvodu nesmí být spojovány se zemí či s částmi jiných obvodů
- Doporučeno **omezení pouze na 1 spotřebič**
- Délka odděleného vedení maximálně 500 m
- Součin $U \cdot I < 100\,000$
- Neživé části odděleného obvodu musí být **navzájem neuzemněně pospojovány**
- Zásuvky odděleného obvodu musejí být s ochranným kontaktem spojeným se soustavou pospojování

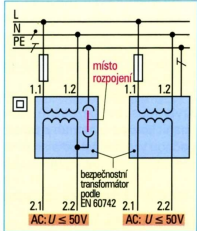
T
OCHRANA SELV (SAFETY EXTRA LOW VOLTAGE)
– PRO EZ TŘÍDU OCHRANY III

- Zdroje nezávislé nebo s izolační bariérou
- Oddělení od jiných obvodů** na úrovni dvojité izolace
- Nezáměnné zásuvky a vidlice bez ochranných kontaktů**
- Žádná část obvodu **nesmí být spojena se zemí** ani s částmi jiných obvodů
- Při napětí **menším než 25 V~ nebo 60 V= nemusí provedena základní ochrana**

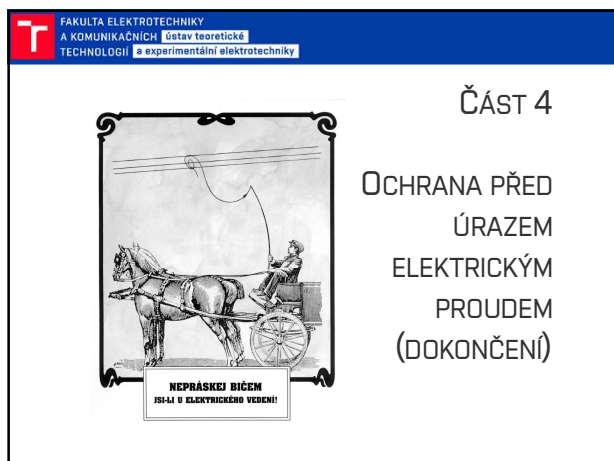



T
OCHRANA PELV (PROTECTIVE EXTRA LOW VOLTAGE)
– PRO EZ TŘÍDU OCHRANY III

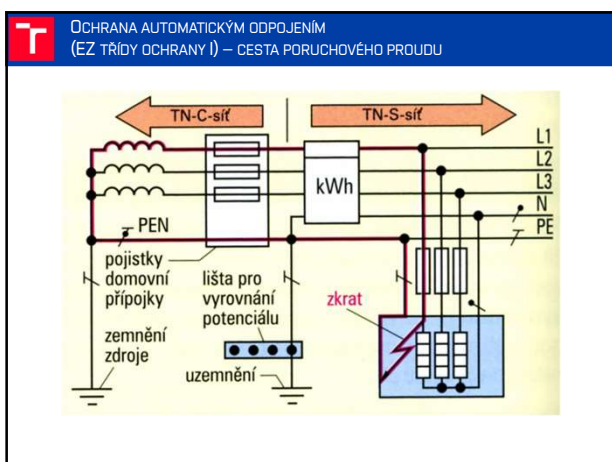
- Shodné se SELV, ale **jednopolově uzemněn a pospojován**
- Ochrana je tímto závislá na kvalitě ochrany spojeného obvodu
- Při napětí **nepřesahujícím 12 V~ nebo 25 V= nemusí být provedena základní ochrana**







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 náboje	Omezení ustáleného proudu a náboje	-	Ochranné oddělení od nebezpečných živých částí



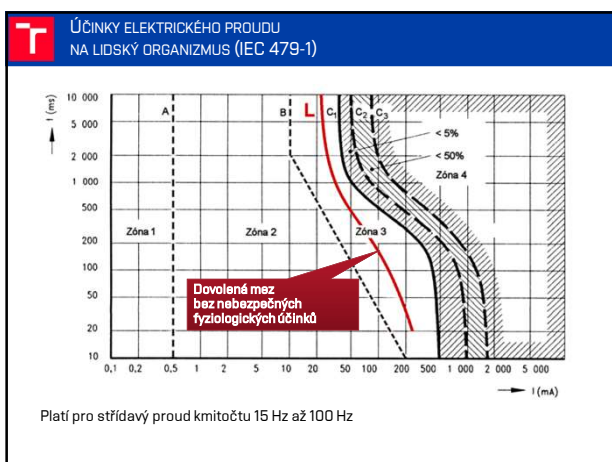
- OCHRANA AUTOMATICKÝM ODPOJENÍM**
- Meze trvalého dotykového napětí
 - Doby odpojení v případě poruchy EZ
 - Ochranné přístroje
 - Pojistka
 - Jistič
 - Proudový chránič (RCD, FI)
 - Ochranné pospojování a uzemnění neživých částí
 - Provedení ochrany v různých sítích

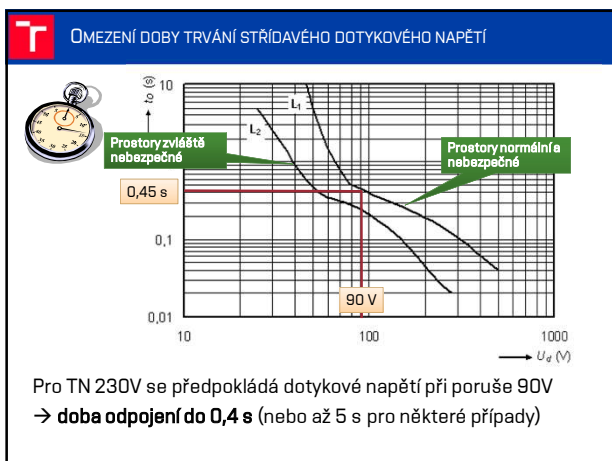
MEZE DOVOLENÉHO TRVALÉHO DOTYKOVÉHO NAPĚTÍ
PRO EZ DO 1000 V

Dotykové napětí:

- Napětí mezi dotýkanou vodivou částí EZ a potenciálem země
- Meze trvalého dotykového napětí jsou **shodné s mezemi bezpečných malých napětí**
- Jestliže je dotykové napětí vyšší než mez, musí dojít k odpojení EZ

Prostory	$\sim U_{dL} (V_{ef})$		$= U_{dL} (V)$	
	trvale	krátkodobě	trvale	krátkodobě
Normální i nebezpečné	25	50	60	120
Zvláště nebezpečné	-	12	-	25





OCHRANNÉ POSPOJOVÁNÍ A UZEMNĚNÍ

Ochranné pospojování a uzemnění

- je nutnou podmínkou pro automatické odpojení
 - všechny neživé části jsou na zemním potenciálu
 - poruchový proud je odváděn soustavou pospojování k uzemnění a odtud do země
- realizuje se **Hlavní ochrannou svorkou (přípojnicí)**
 - Ochranné vodiče (PE, PEN)
 - Uzemňovací přívod
 - Kovová potrubí a konstrukční části
 - Hlavní armatury železobetonových konstrukcí ...
 - Pracovní uzemnění, existuje-li (svodiče přepětí...)
- **Doplňující pospojování**
 - Nelze-li splnit podmínky automatického odpojení v části instalace
 - Spojuje neživé části EZ a ostatní vodivé části současně přístupné dotyku – uvedení na stejný potenciál

T
OCHRANNÉ POSPOJOVÁNÍ A UZEMNĚNÍ

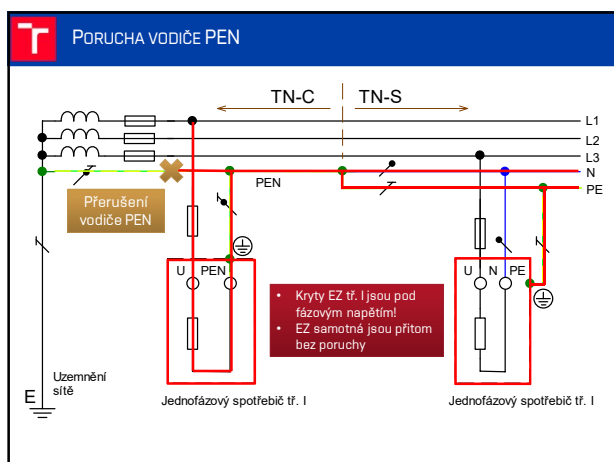
Hlavní ochranná svorka

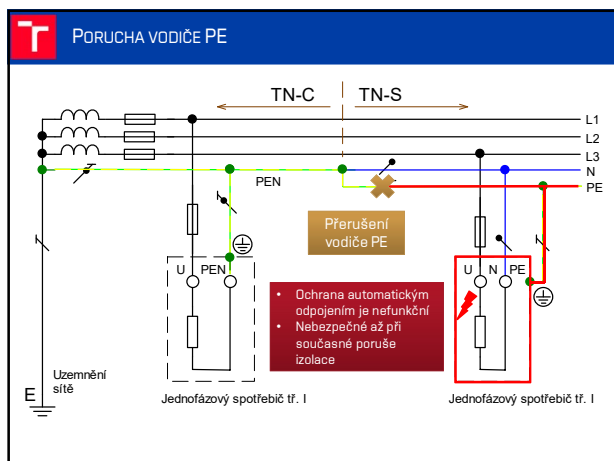
T
OCHRANA AUTOMATICKÝM ODPOJENÍM v sítí TN-C

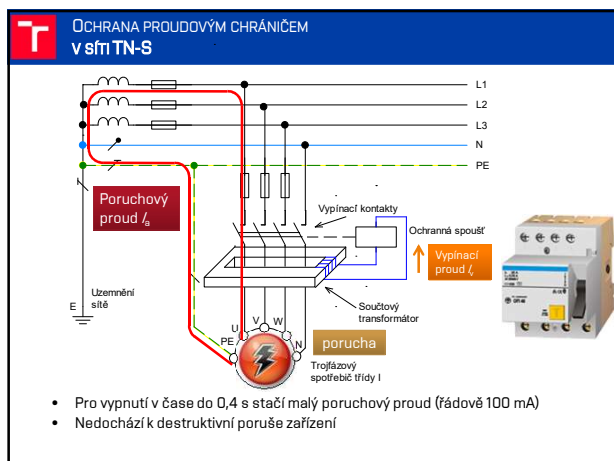
- Pro vypnutí v čase do 0,4 s je třeba asi 5násobek jmenovitého proudu ochranného přístroje (pojistky nebo jističe)
- Proto je třeba nízká impedance „ochranné smyčky“, max. jednotky Ω

T
OCHRANA AUTOMATICKÝM ODPOJENÍM v sítí TN-S

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







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

Dotyk živé části

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 laiky, se jmenovitým proudem do 32 A (jsou výjimky)
- u světelných obvodů v 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

T

FAKULTA ELEKTROTECHNIKY
A KOMUNIKAČNÍCH
TECHNologií

Ústav teoretické
a experimentální elektrotechniky

ČÁST 5

PRVNÍ POMOC
PŘI ÚRAZU
ELEKTŘINOU



T

PRVNÍ POMOC

- První pomoc je definována jako soubor jednoduchých a účelných opatření, která při náhlém ohrožení nebo postižení zdraví či života cílevědomě a účinně omezují rozsah a důsledky poškození.
- Je to péče poskytnutá postiženému před příjezdem zdravotnické záchranné služby nebo jiného kvalifikovaného pracovníka.
- Poskytnout první pomoc je morální povinnost každého člověka.

Cíle pomoci:

- Zachránit život
- Zabránit zhoršení zdravotního stavu
- Zajistit odborné ošetření

T

POVINNOST POSKYTNUTÍ 1. POMOCI

- TZ ukládá všem lidem povinnost poskytnout PP člověku v nesnázích.
- Nemusíte pomáhat v případě možného ohrožení vlastního života.
- Není třeba se obávat trestních následků z nedokonalé 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 podílí 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.

-
- Podzemní kanalizace před smířím

-
-
-
-
-
-

-

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 záchránce-pacient)

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.
- **Hmatání tepu NENÍ součástí prvotního vyšetření a nepoužíváme je.**

RESUSCITACE

Vyšetření postiženého má být rychlé (do 30 sekund)
a zahájení resuscitace neodkladné!

- **Resuscitace se nemusí zahájit** pouze:
 - při jistých známkách smrti, jako posmrtné skvrny či posmrtná ztuhlost
 - pokud se jedná o úraz neslučitelný se životem
 - pokud by se záchránce sám vystavil ohrožení
 - DNR (do not resuscitate) - rozhodnutí lékařského týmu
 - terminální fáze nevyléčitelných onemocnění - rozhodnutí lékařského týmu
- **Resuscitace se smí ukončit** pouze:
 - po obnovení základních životních funkcí
 - po předání postiženého do péče záchranářů
 - po vyčerpání záchránce


PRÍVOLÁNÍ 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)
- Horská služba 1210





- Fungují i bez SIM karty
- Dojezd do 20 min.




PRÍVOLÁNÍ LÉKAŘSKÉ POMOCI: LOKALIZACE

- Orientační body v terénu či městě (zastávka autobusu, kostel, nádraží, prodejna, hotel...)
- Číslo pouličních lamp
- Číslo železničních přejezdů





PRÍVOLÁNÍ LÉKAŘSKÉ POMOCI: OBSAH ZPRÁVY

- Druh úrazu - Stav postiženého - při vědomí nebo v bezvědomí - dýchání - srdeční zástava - další poranění	- Poskytovaná pomoc - Místo a čas nehody - Zvláštnosti terénu - příjezdové cesty - možnost přistání vrtulníku (30×30 m)... - Zeptat se na radu Nezavěšovat!
---	--

Bezpečnost v elektrotechnice – 2019

44

T

KRVÁCENÍ

- Únik krve z cévního systému
- Dělení krvácení podle původu
 - Tepenné - z rány v pulzacích vystřikuje okysličená (světlá) krev
 - Žilní - z rány vytéká odkysličená (tmavá) krev
 - Kapilární (vlásečnicové) - drobné krvácení na periférii
- Dělení krvácení
 - Zevní krvácení – je porušený kožní kryt, krev je vidět
 - Vnitřní krvácení – není porušena kožní integrita, krev vidět není, tvorba hematomu, bolestivost, příznaky rozvoje šoku
 - Krvácení z přirozených tělních otvorů – krvácení např. z nosu či úst

T

ZÁSTAVA TEPENNÉHO KRVÁCENÍ

- Dočasné omezení krvácení:
 - Zvednutí postižené končetiny
 - Ucpání rány prsty
 - Dočasné použití turniketu
 - Stisknutí tlakového bodu (již se nedoporučuje používat)
- Definitivní zastavení krvácení
 - Použití tlakového obvazu
 - Použití turniketu (jen pro vyhrazené stavy!)

T

TLAKOVÝ OBVAZ

- Omezuje či zastavuje krvácení většího rozsahu (tepenné i žilní)
- Skládá se **ze tří vrstev**:
 - krycí (sterilní, nejčistější)
 - tlaková (savý materiál)
 - fixační (obvaz)
- Po správném přiložení bude držet na ráně, nebude se protáčet, bude působit tlak
- Část pod přiloženým tlakovým obvazem bude bledá, ale lze vyhmatat puls

T

ZAŠKRCOVADLO (TURNIKET)

Lze přiložit **jen v těchto indikacích:**

- masivní krvácení z pažní či stehenní tepny
- úrazová amputace
- prosakuje-li 2. vrstva tlakového obvazu
- otevřená zlomenina s masivním krvácením
- zaklíněné cizí těleso v ráně s masivním krvácením
- crush syndrom (syndrom ze zasypání, tedy rozdrčení měkkých tkání končetiny)
- **dočasně** (před přiložením tlakového obvazu, nebo více zraněných než zachránců)



T

ZAŠKRCOVADLO (TURNIKET)

- Používá se **pouze na končetiny** (stehno, paže – nikoliv lýtko a předloktí!)
- Ne do blízkosti kloubů
- Rozměr 5-6 cm, délka 125 cm, nepoužívat tenčí!
- **Přes oděv**
- Zapsat **čas přiložení**
- Elevace končetiny
- Chlazení končetiny
- Při definitivním ošetření **NEPOVOLOVAT!** (hrozí selhání ledvin v důsledku uvolnění zplodin ze tkání do oběhu)



T

PP PŘI VNITŘNÍM KRVÁCENÍ

Při **laické první pomoci nelze vnitřní krvácení zastavit**. Je třeba zabránit rozvoji šoku a zavolat rychlou zdravotnickou pomoc

- Protišoková opatření (viz dále)
- Poloha dle lokalizace krvácení (podle subjektivního pocitu postiženého)
- Kontrola životních funkcí
- Přivolání RZP

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

T

POSTUP 1. POMOCI: POSTIŽENÝ JE V BEZVĚDOMÍ A DÝCHÁ

Bezvědomí:

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

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 zachránce ohrožen prostředím
- Nezdržujeme se ošetřováním zranění neohrožujících život
- Neprodleně uvolníme dýchací cesty a zahájíme kardiopulmonální resuscitaci

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**

T

KPR - KARDIOPULMONÁLNÍ RESUSCITACE

- Postiženému obnažíme hrudník
- Najdeme dolní výběžek hrudní kosti
- S oběma rukama nataženými plynule stlačujeme hrudní kost do hloubky 4 až 5 cm rychlostí asi 100× za minutu
- U dětí je hloubka stlačení menší

T

KPR – POSTUP (POKRAČOVÁNÍ)

- 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

30:2


Šok

Šok je náhlý život ohrožující stav, způsobený poruchou zásobení tkání kyslíkem a živinami. Vzniká z mnoha úrazových a neúrazových příčin.

Úrazové příčiny:

- Při ztrátě nad 1 litr krve
- Při popáleninách >10% povrchu těla (děti a senioři) nebo >15% (zdraví dospělí)
- Další traumatické stavy

Neúrazové příčiny:

- Anafylaktický nebo septický šok
- Dehydratace v důsledku průjmu či zvracení
- Onemocnění srdce


PROTISHOKOVÁ OPATŘENÍ - 5T

- **Tišení bolesti**
 - ošetřením poranění
 - fixací zraněných částí
 - žádné léky!
- **Transport**
 - přenecháme na odborné pomoci
 - jen v nezbytných případech (ohrožení okolím)
- **Ticho**
 - uklidňujeme postiženého
 - zajistíme klid okolí
- **Teplo**
 - termoizolační podložka
 - příkrývka
- **Tekutiny**
 - nesmí se podávat!
 - postiženému vlhčíme rty

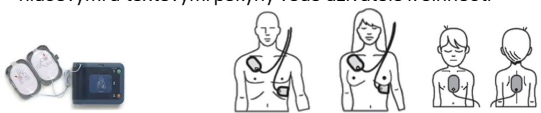


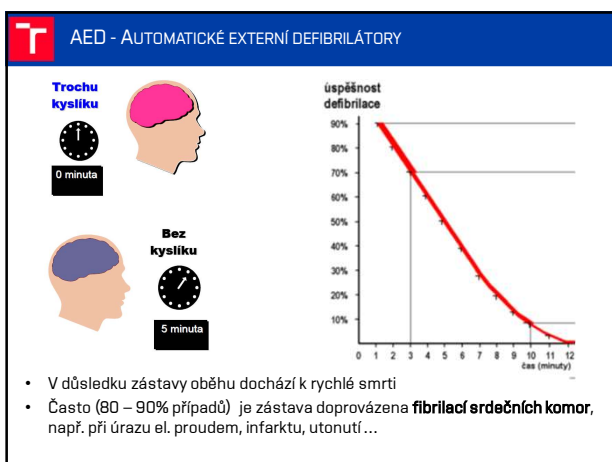
POUŽITÍ PROTISHOKOVÉ FÓLIE

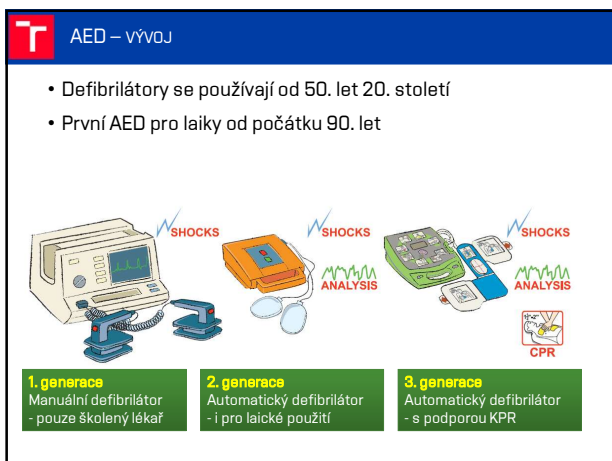

AED - AUTOMATICKÉ EXTERNÍ DEFIBRILÁTORY

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





T

ROZMÍSTĚNÍ AED V BRNĚ A JIHMORAVSKÉM KRAJI

<http://www.zachrankaapp.cz/>

151

T

SHRNUTÍ POSTUPU PRVNÍ POMOCI ZÁVĚREM

Zastav masivní krvácení

Zkontroluj vědomí a dýchání

Při vědomí, v šoku:
Dej do protišokové polohy a aplikuj ST

Bezvědomí, dýchá:
Dej do zotavovací polohy, zakloň hlavu

Nedýchá:
Začni KPR 30:2
Použij AED

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>
