



FAKULTA ELEKTROTECHNIKY
A KOMUNIKAČNÍCH
TECHNOLOGIÍ

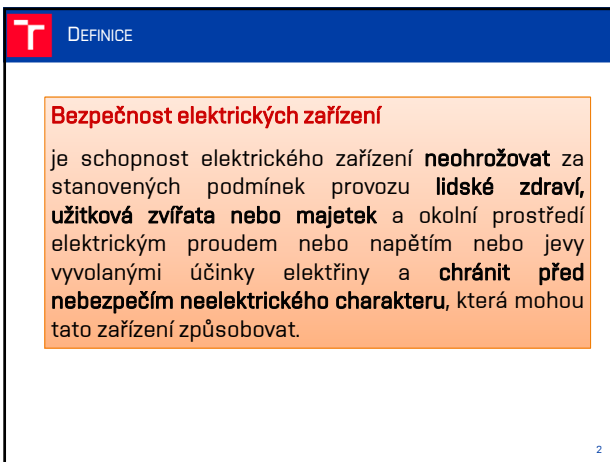
Bezpečnost v elektrotechnice

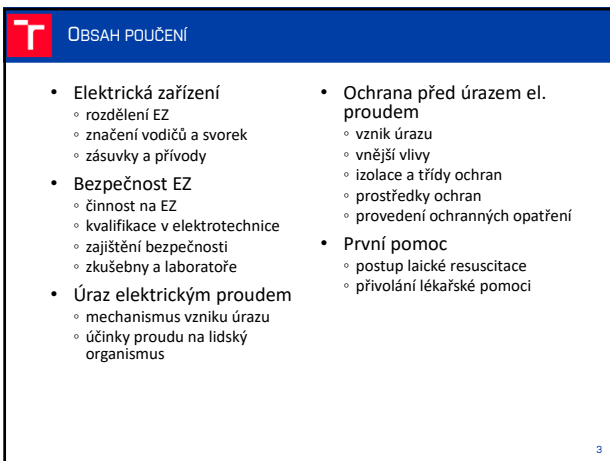
Pracovní sešit

doc. Ing. Miloslav Steinbauer, Ph.D.


ÚSTAV TEORETICKÉ A EXPERIMENTÁLNÍ ELEKTROTECHNIKY








T FAKULTA ELEKTROTECHNIKY
A KOMUNIKAČNÍCH Ústav teoretická
TECHNOLOGIÍ a experimentální elektrotechniky



Část 1
Elektrická
zařízení

T ZÁKLADNÍ POJMY (ČSN 33 0010 ED.2)

- Elektrické zařízení (EZ)
 - Živá část EZ
 - Kryt (neživá část) EZ
- Elektrická instalace
- Elektrický spotřebič



5

T DRUHY STŘÍDAVÝCH ROZVODNÝCH SÍTÍ
(PODLE SPOJENÍ SE ZEMÍ)

Značení sítě podle uzemnění

1. písmeno Vztah sítě a uzemnění	2. písmeno Vztah neživých částí EZ a uzemnění	Další písmena (nemusí být) Uspořádání nulového a ochranného vodiče
T Spojení jednoho bodu sítě se zemí	N Přímé spojení neživých částí EZ s uzemněným bodem sítě (obvykle střed zároje)	S Ochranný vodič (PE) je veden odděleně od pracovních vodičů
I Síť oddělená od země, případně spojení jednoho bodu sítě se zemí přes velkou impedanci	T Nepřímé spojení neživých částí EZ s uzemněným bodem sítě zpravidla nezávislým zemnicem	C Funkci ochranného a nulového vodiče v sobě slučuje jediný vodič (PEN)

6

VÝVOJ OCHRANY PŘED NEBEZPEČNÝM DOTYKEM

• Bez ochranné země
 • Ochrana v síti TT
 • Ochrana v síti TN

7

DRUHÝ STRÍDAVÝCH ROZVODNÝCH SÍTÍ (ČSN 33 2000-1 ED. 2)

- TN
 - TN-S →
 - TN-C →
 - TN-C-S →
- TT →
- IT →

Vysvětlivky ke schémátům:

N ——— nulový vodič
 PE ——— ochranný vodič
 PEN ——— vodič sloužící funkci ochranného a nulového vodiče

8

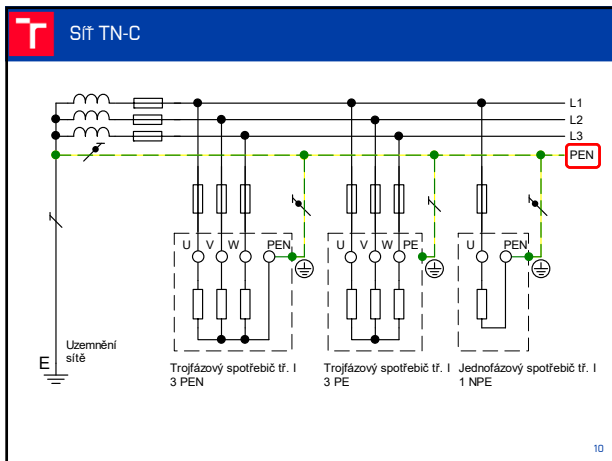
Síť TN-S

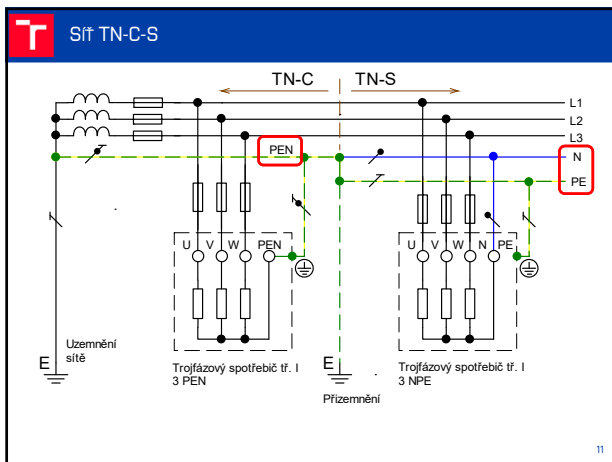
L1
 L2
 L3
 N
 PE

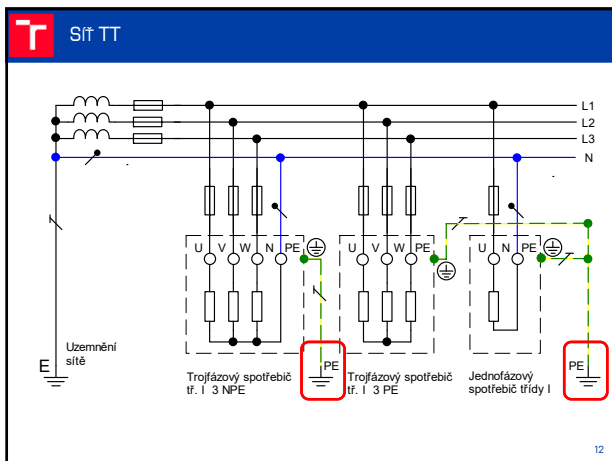
Uzemnění sítě
 E

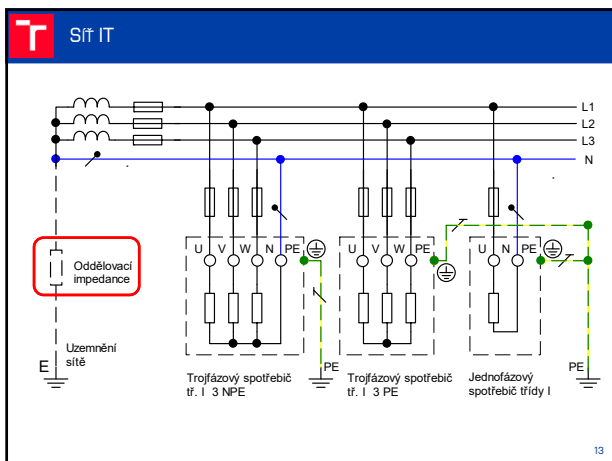
Trojfázový spotřebič tf. I 3 NPE
 Trojfázový spotřebič tf. I 3 PE
 Jednofázový spotřebič tf. I 1 NPE

9









NORMALIZOVANÁ JMENOVITÁ NAPĚTÍ STŘÍDAVÝCH SÍTÍ (ČSN EN 60038)

Třífázové sítě do 1 kV [V]	Třífázové 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.

14

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

15

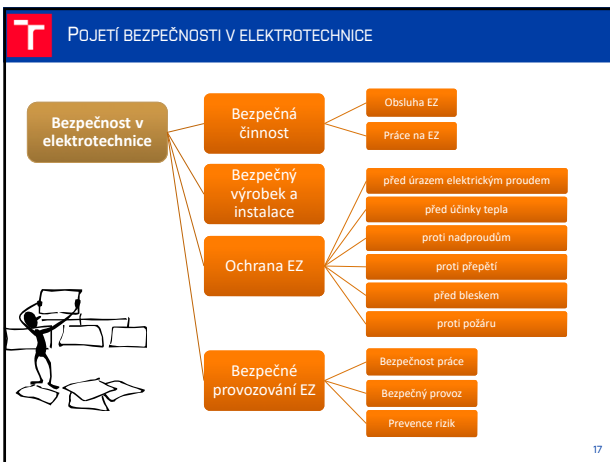
T FAKULTA ELEKTROTECHNIKY
 A KOMUNIKAČNÍCH Ústav teoretická
 TECHNOLOGIÍ a experimentální elektrotechniky

Část 2

Bezpečnost elektrických zařízení







NEHREJ SI NA SLOUPEK EL. VEDENÍ!



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)


18

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 svítilnami.
- Kontrola RHP minimálně 1x ročně, nebo po použití.

Třídy požárů:

- **A - pevné nebo organické materiály**, jako je dřevo, plasty, papír, textil nebo uhlí.
- **B - hořlavé kapaliny**, jako je benzín, ropný olej, barvy nebo nafta.
- **C - hořlavé plyny**, jako je propan-butan nebo metan.
- **D - hořlavé kovy**, jako je hořčík, lithium, sodík, draslík, titan nebo hliník.
- **F - oleje a tuky**, jako je rostlinný olej, sádlo nebo máslo.




19

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.




20

T HAŠENÍ POŽÁRU ELEKTRICKÝCH ZAŘÍZENÍ

Práškové HP

- Hasivem hydrogenuhličitan 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 často zničeno.



21

HAŠENÍ POŽÁRU ELEKTRICKÝCH ZAŘÍZENÍ

Plynové (halotronové) HP

- Jsou ze všech nejdražší, nahradily dnes už nevyroběné přístroje halonové.
- Používá tzv. „čistá hasiva“ na bázi tetradekafluorhexanu, hexafluorpropanu nebo další fluorovaných uhlovodíků.
- Elektricky nevodivé hasivo je bez korozivních účinků a mrazuvzdorné, účinně ochlazuje plameny a zabraňuje přístupu kyslíku.
- 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 ústředěn.
- Nedoporučuje se používat je v uzavřených prostorech bez větrání, protože aktivní látka se teplem rozkládá na složky škodící zdraví.



22



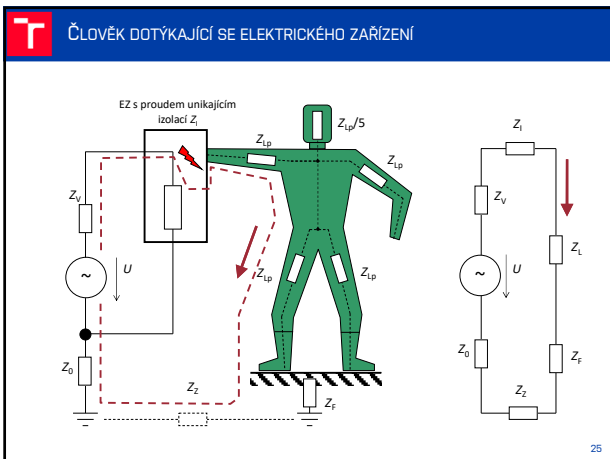
Část 3

Ochrana před úrazem elektrickým proudem

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

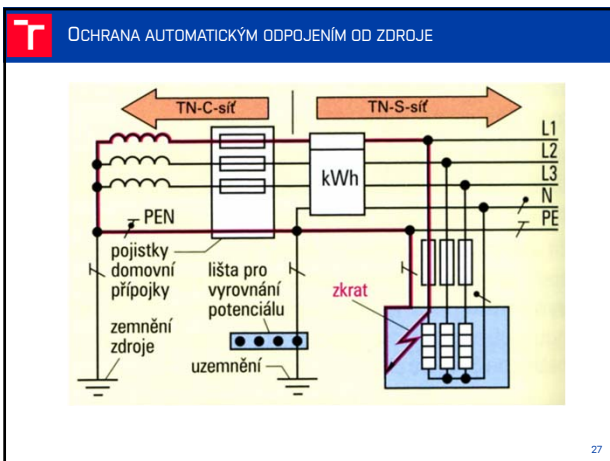
24



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 proudového nebo přes ochranou impedanci	Zdroj omezeného proudového nebo přes ochranou impedanci	-	Ochranné oddělení od nebezpečných živých částí

26



OCHRANNÉ PŘÍSTROJE - POJISTKA

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

Labels in diagram: ukazatel stavu, pružina, horní kontakt, keramické pouzdro, přídržný drátek ukazatele, tavný vodič, křemičitý písek, spodní kontakt.

Graph: Doba vypnutí (s) vs. Násobek jmenovitého proudu ($\times I_n$). The curve shows that as the current multiplier increases, the disconnection time decreases significantly.

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

28

OCHRANNÉ PŘÍSTROJE - JISTIČ

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

Labels in diagram: síť vypinací kontakt, zapínací zámek, komůrka pro zhášení jisker, tepelný vypínač (bimetal), ochrana proti přetížení k odběrateli, elektromagnetická spoušť, ochrana proti zkratu.

Graph: Doba vypnutí (s) vs. Násobek jmenovitého proudu ($\times I_n$). It shows two curves: 'Nadproudová spoušť' (thermal) and 'Zkratová spoušť' (magnetic).

29

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)

Diagram labels: PE, Poruchový (rozdílový) proud, I_{Δ} , L_1 , L_2 , L_3 , N, Součtový proudový transformátor, Vypínací kontakty, Spouštěč, Vypínací proud.

Equation: $I_{\Delta} = I_{L1} + I_{L2} + I_{L3} + I_N$

30

T DETEKTOR ELEKTRICKÉHO OBLÓUKU 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).



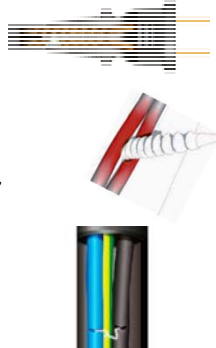
T DETEKTOR ELEKTRICKÉHO OBLÓUKU AFDD

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.




T FAKULTA ELEKTROTECHNIKY
A KOMUNIKAČNÍCH Ústav teoretické
TECHNOLOGIÍ experimentální elektrotechniky

Bezpečnost
v elektrotechnice

Přednáška



T FAKULTA ELEKTROTECHNIKY
 A KOMUNIKAČNÍCH Ústav teoretická
 TECHNOLOGIÍ a experimentální elektrotechniky



ČÁST 1

ELEKTRICKÁ ZAŘÍZENÍ

T ROZDĚLENÍ ELEKTRICKÝCH ZAŘÍZENÍ

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

35

T ROZDĚLENÍ EZ PODLE NAPĚTÍ (STŘÍDOVÉ)

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


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

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

36

T ROZDĚLENÍ EZ PODLE NEBEZPEČÍ ÚRAZU

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



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

37

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

Název	Označení		Název	Označení	
	Vodič	Sworka		Vodič	Sworka
Střídavá soustava			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			
Nulový (střední) vodič	N	N	Vodič sloučující funkci ochranného vodiče a vodiče středního bodu	PEM	PEM
Stejnoseměrná soustava					
Kladný pól	L+	+, C	Vodič sloučující funkci ochranného vodiče a vodiče vedení	PEL	PEL
Záporný pól	L-	-, D	Vodič pracovního uzemnění	FE	FE
Vodič ze středu	M	M	Vodič pracovního pospojování	FB	FB

38

T ZNAČENÍ VODIČŮ BARVAMI (ČSN 33 0165 ED. 2)

- **Střídavá soustava**
 - Izolované vodiče

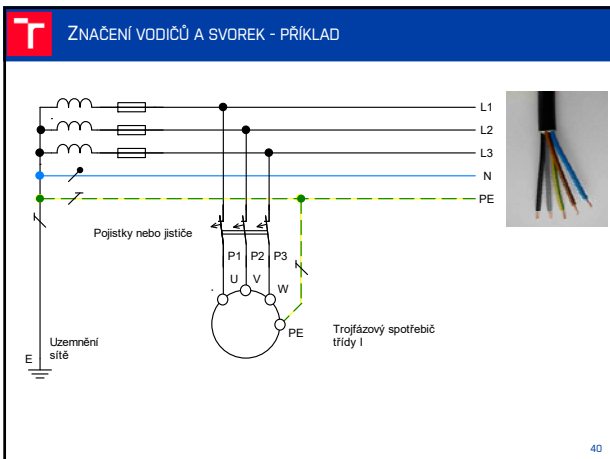
Vodič, žíla kabelu	Poznávací barva
L	Fázový nebo krajní hnědá, černá nebo šedá
N	Nulový (střední) světlemodrá
PE	Ochranný zelená / žlutá
PEN	Vodič PEN zelená / žlutá (+ světlemodrá)
- Holé vodiče

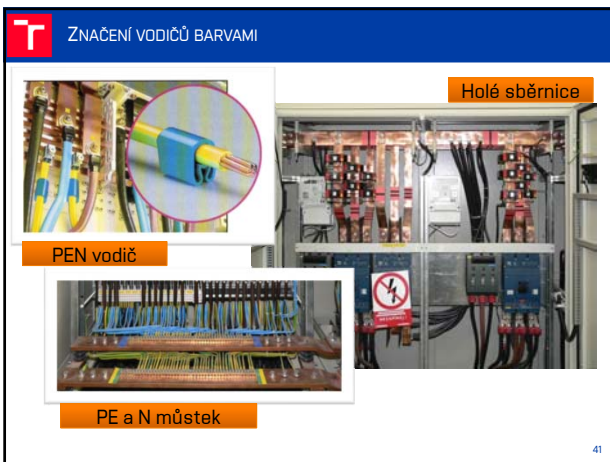
Vodič, přípojnice	Poznávací barva
L	Fázový oranžová
N	Nulový (střední) světle modrá
PE, PEN	Ochranný zelená/žlutá

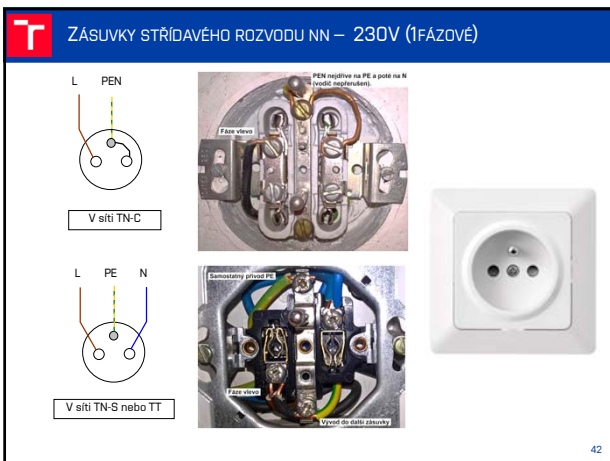
- **Stejnoseměrná soustava**

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

39







ZÁSUVKY STŘÍDAVÉHO ROZVODU NN - 400V (3FÁZOVÉ)

V síti TN-C

V síti TN-S nebo TT

43

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

44

POHYBLIVÉ PŘÍVODY

- **V** **i** **s**t
- **Š** **i** **p** **i** **v**i
- **N** **n**i
- **P** **r** **o** **i** **k**
- **P** **r** **o** **i** **v** **o** **i**

45

T PRODLUŽOVACÍ PŘÍVODY

46

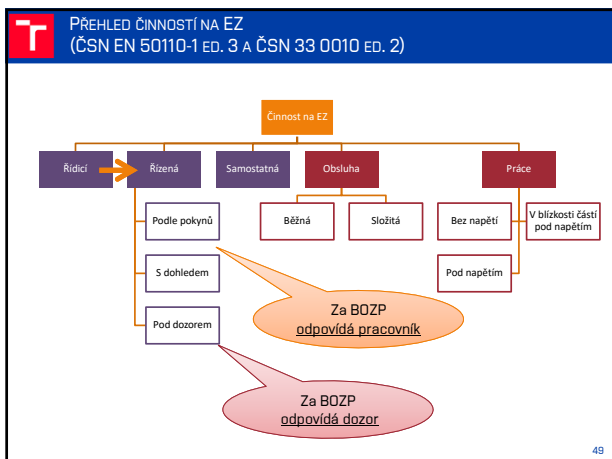
T ŽIVOTU NEBEZPEČNÁ PRODLUŽOVAČKA

47

T FAKULTA ELEKTROTECHNIKY
A KOMUNIKAČNÍCH ústav teoretické
TECHNOLGIÍ experimentální elektrotechniky

ČÁST 2
BEZPEČNOST
ELEKTRICKÝCH
ZAŘÍZENÍ

POZOR
NAPĚTÍ!



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

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

50

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

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

51

T PRÁCE ZAKÁZANÉ

- 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. 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.

52

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

53


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)

54

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. Křenek

55

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

56

T OCHRANNÉ A PRACOVNÍ POMŮCKY

- Ochranné pomůcky
 - Izolační rukavice, boty a koberce
 - Izolační přilby a obleky
 - Ochranné brýle a štíty
 - Zkratovací, vybíjecí a zemnicí zařízení ...
- Pracovní pomůcky
 - Zkoušečky, měřicí přístroje
 - Izolované nářadí, žebříky ...




57

T ZKUŠEBNÝ A LABORATORĚ
(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 stav provozu, např. indikačními svítilny.
- Musí mít instalovány **hasební prostředky** pro hašení EZ pod napětím.
- Východy do volného prostoru musí být požárně bezpečné.

58

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

- Musí mít instalován dostatečný počet ovladačů **nouzového vypínání**:
 - Musí se umístit na dobře viditelném místě, které je rychle a snadno přístupné.
 - Musí být červené, tvarově vhodné a výrazně odlišené od ostatních ovládacích prvků.
 - Nesmí vypínat zařízení, kde by mohlo vzniknout další nebezpečí, např. osvětlení.
 - Nejsou-li některá připojovací místa zkušebních obvodů nouzově vypínána, musí být příslušným způsobem označena.
- Pouze **za dozoru a vedení** pracovníka se způsobilostí minimálně §6 (pro školní laboratoře §7). Pro obsluhu zařízení s automatickou ochranou před nebezpečným dotykem postačuje §4.
- Ve zkušebnách (laboratořích) a dočasných zkušebních zařízeních smí pracovat pracovníci poučení a znalý **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

59

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

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





60

T FAKULTA ELEKTROTECHNIKY
 A KOMUNIKAČNÍCH Ústav teoretická
 TECHNOLOGIÍ a experimentální elektrotechniky

ČÁST 3

ÚRAZ ELEKTRICKÝM PROUDEM

T ÚRAZ ELEKTRICKÝM PROUDEM

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

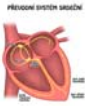
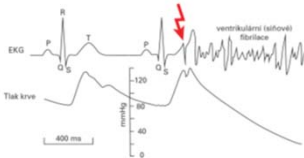
62

T ČLOVĚK DOTÝKAJÍCÍ SE ELEKTRICKÉHO ZAŘÍZENÍ

63

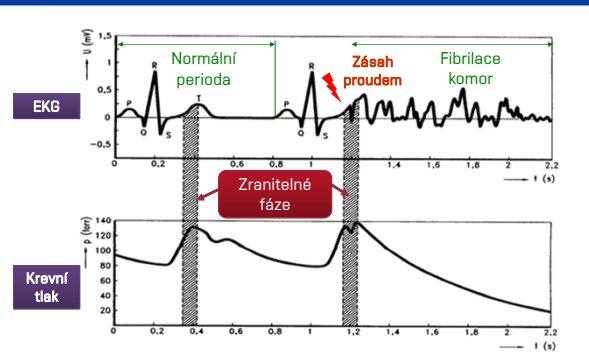
VLIV STŘÍDAVÉHO PROUDU NA ČLOVĚKA

- Proudů **10 až 30 mA** nevedou většinou ke smrti, ale při jejich delším působení dochází ke křečím svalů, potíží 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.

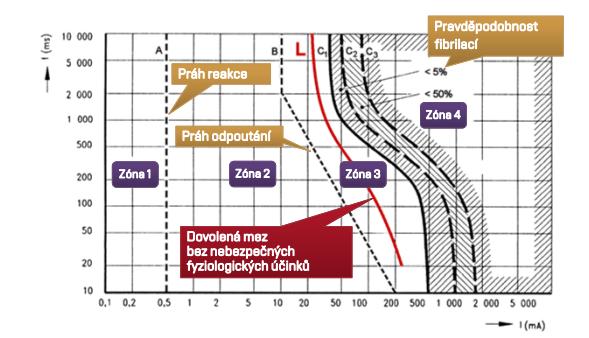
64

SRDEČNÍ CYKLUS



65

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

66

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

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 C1) Obvykle bez poškození organismu. Mohou být svalové křeče, dýchací potíže, vratné poruchy srdečního rytmu včetně fibrilací srdečních předstěn, přechodná srdeční zástava bez komorových fibrilací.
- **Zóna 4** (od křivky C1) 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 popálení.

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

67

ČÁST 4

OCHRANA PŘED ÚRAZEM ELEKTRICKÝM PROUDEM




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

68

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



69


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 iskrvy
- Krokovým napětím

Další ohrožení:

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



8. února 2016
Skolák na nádraží přelézal vagóny, utrpěl popáleniny třetího stupně

je

strova

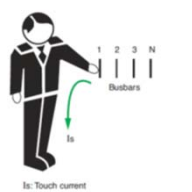
ČERNÁ KROMKA
Sprejera popálil elektrický proud
Brazo - Těžkými popáleninami skončilo sprejerské dobrodružství trojice mladíků z lírsna. Na konečné tramvaje v Obřanech se rozhodli zkrádlit elektrovozovnu Českých drah. Jeden z nich byl tak neopatrný, že jej zasáhl elektrický proud. Osmnáctiletý mladík má hluboké popáleniny na třinácti procentech těla. "řeká policejní mluvčí Bohumil Maláček. (pm)

řistavu zmizela
čtiletá dívka
...rá trpí ...

70

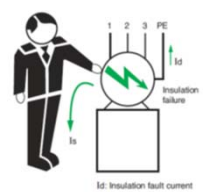
T DOTYK ŽIVÉ A NEŽIVÉ ČÁSTI

Dotyk nebezpečné živé části (přímý dotyk)



Is: Touch current

Nebezpečný dotyk neživé části (nepřímý dotyk)

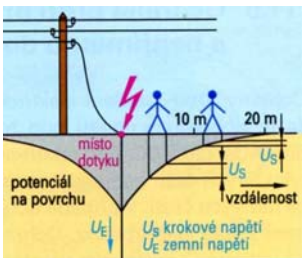


Id: Insulation fault current


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


71

T VZNIK KROKOVÉHO NAPĚTÍ



Krokové napětí
Propojení míst s různým potenciálem





72

T TRÍDĚNÍ VNĚJŠÍCH VLVŮ
(ČSN 33 2000-5-51 ED. 3)

Značení vnějších vlivů

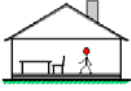



1. písmeno Kategorie vnějšího vlivu	2. písmeno Povaha vnějšího vlivu	číslice Třída vnějšího vlivu
A - prostředí	A -	1 -
B - využití	B -	2 -
C - konstrukce budov		

Příklad:

- AD1 Pravděpodobnost výskytu vody je zanedbatelná
- AD2 Možnost padajících kapek
- AD3 Možnost spadu vody pod úhlem 60° od svislice
- ...
- AD8 Možnost trvalého a úplného ponoření

T Opatření na základě vnějších vlivů
(ČSN 33 2000-5-51 ed. 3)

- Dřívější členění prostor podle ČSN 33 2000-4-41 ed. 2 na **prostory normální, nebezpečné a zvláště nebezpečné bylo zrušeno.**
- Nyní problematiku upravuje norma ČSN 33 2000-5-51 ed. 3.
- V příloze jsou uvedena potřebná opatření pro jednotlivé vnější vlivy zvlášť.
- Další opatření jsou uvedena ve příslušných normách v závislosti na vnějším vlivu.

74

T OPATŘENÍ NA ZÁKLADĚ VNĚJŠÍCH VLVŮ
(ČSN 33 2000-5-51 ED. 3)

- Norma obsahuje přílohu požadavků na provedení podle charakteru vnějších vlivů

Kód	Vnější vliv	Charakteristika	Provedení
AA5	Teplota okolí +5°C až +40°C	Normální	Bez požadavku.
AB8	Atmosférické podmínky v okolí -50°C až +40°C 15% až 100% vlhkost	Venkovní prostory nechráněné s nízkými i vysokými teplotami	Kovové materiály musí být chráněné proti korozi, krytí min. IP 21. Rozvaděče musí být chráněny proti kapající vodě.
AD2	Výskyt vody Volně padající kapky	Příležitostně kondenzace vody IP X1 nebo IP X2	Zákaz umístování hlavních rozvaděčů. Podružné nesmí být zasaženy vodou, kondenzaci se musí předcházet větráním nebo vytápěním. Krytí PR alespoň IP 43. Ruční svítidla třídy ochrany III do 24 V.
AL2	Výskyt živočichů Nebezpečný	Hmyz, ptáci a malý živočišný	Zabráněno pronikání živočichů a hmyzu k živým částem. Krytí IP 44.

T OCHRANA PŘED ÚRAZEM ELEKTRICKÝM PROUDEM

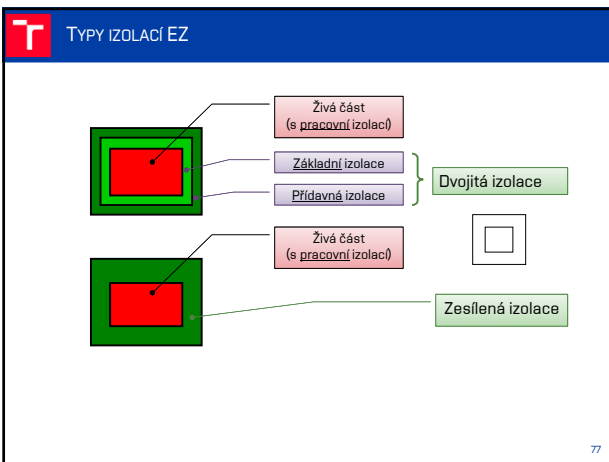
Nebezpečné živé části nesmí být přístupné a přístupné vodivé části nesmí být nebezpečně živé:

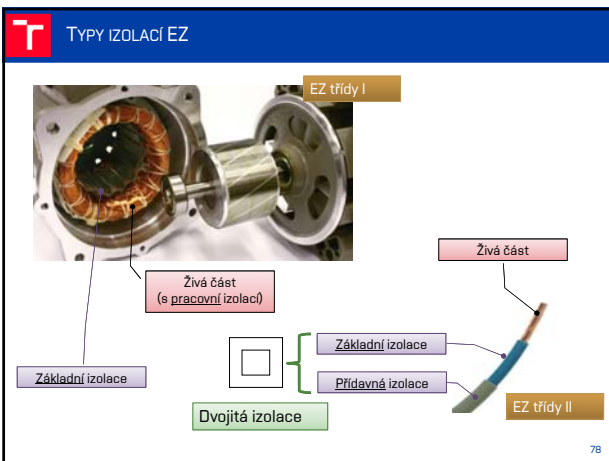
- ani za normálních podmínek,
- ani za podmínek jedné poruchy.

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

76





T TRÍDY OCHRAN EZ
(ČSN EN 61140 ED.3)

- 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 přidavnou či zesílenou izolaci
- Třída ochrany III
 - Nemá připojení k ochrannému vodiči
 - Používá bezpečné malé napětí - ELV

78

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)

80

T ZAŘÍZENÍ TRÍDY OCHRANY I

81

T ZARÍZENÍ TŘÍDY OCHRANY II

82

T ZARÍZENÍ TŘÍDY OCHRANY III

83

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

Prostředky základní ochrany	Prostředky ochrany při poruše	Prostředky zvýšené ochrany
<ul style="list-style-type: none"> • Základní izolace • Přepážky a kryty • Zábrany • Ochrana polohou • Omezení napětí (ELV) • Omezení ustáleného proudu a energie (náboje) 	<ul style="list-style-type: none"> • Přídavná izolace • Ochranné uzemnění a pospojování • Automatické odpojení od zdroje • Jednoduché oddělení obvodů • Nevodivé okolí 	<ul style="list-style-type: none"> • Zesílená izolace • Ochranné oddělení obvodů
<p>Při normálním provozu Brání dotyku s nebezpečnou živou částí</p>	<p>Při jedné (první) poruše Brání nebezpečnému nepřímému dotyku</p>	
<p>Dříve:</p> <ul style="list-style-type: none"> • ochrana před přímým dotykem • ochrana před dotykem živých částí 	<p>Dříve:</p> <ul style="list-style-type: none"> • ochrana před nepřímým dotykem • ochrana před dotykem neživých částí 	

84

T PROSTŘEDKY ZÁKLADNÍ OCHRANY

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



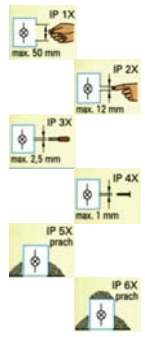
85

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

IP XX(X)

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

První číslice	Ochrana zařízení před vniknutím pevných těles (nesmí vniknout)	Ochrana osob před dotykem nebezpečným částí
0	nechráněno	
1	s větším průměrem než 50 mm	před dotykem hřbetem ruky
2	s větším průměrem než 12,5 mm	před dotykem prstem
3	s větším průměrem než 2,5 mm	před dotykem nástrojem
4	s větším průměrem než 1 mm	
5	před prachem	před dotykem drátem
6	prachotěsné (prach nemůže narušit činnost EZ)	



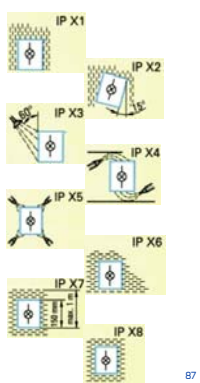
86

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

IP XX(X)

- proti vniknutí vody

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



87

ZNAČKY PŘEVODNÍ ELEKTRICKÝCH PŘEDMĚTŮ

Do výška	Těsné	Venkovní	Těsné zavěšené	Nepromokavé	Částečně prachotěsné	Prachotěsné
IP 42	IP 43	IP 44	IP 55	IP 66	IP 5X	IP 6X

88

PROSTŘEDKY ZÁKLADNÍ OCHRANY - OCHRANA POLOHOU

- Spočívá v umístění nebezpečných živých částí mimo dosah ruky

88

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

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

Transformátor SELV Nezáměnná zásuvka

90

T PROSTŘEDKY ZÁKLADNÍ OCHRANY
- OMEZENÍ USTÁLENÉHO PROUDU A ENERGIE

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

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

91

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

Prostory suché

Dotyk neživých částí

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

92

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

Prostory vlhké

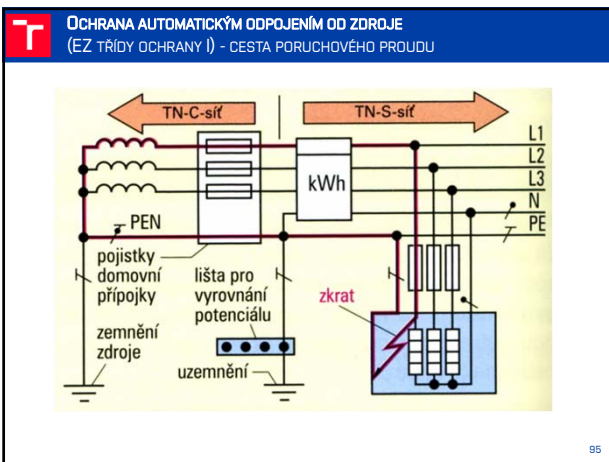
- Předpokládá, že působí pouze impedance lidského těla: $Z_f = 0 \Omega$
- Při malých napětích má přibližně hodnotu: $Z_T = 1200 \Omega$
- Do 2 s umožňuje uvolnění: $I_T = 10 \text{ mA}$
 $U_d = (Z_f + Z_T) \cdot I_T = 12 \text{ V}$

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

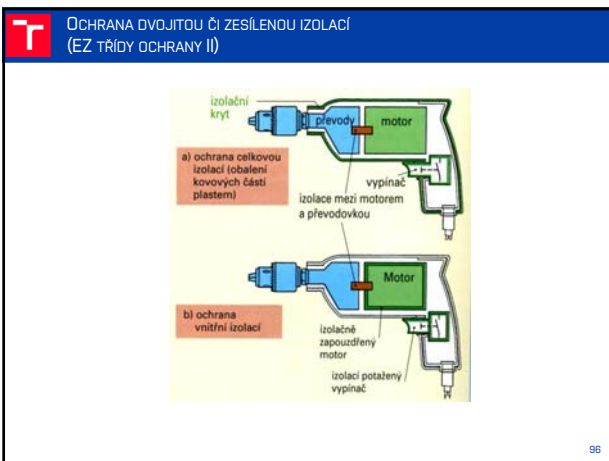
93

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

94



95



96

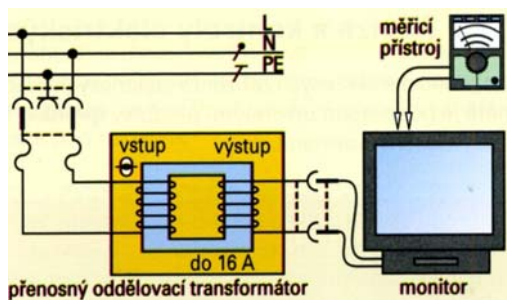
OCHRANA DVOJITOU ČI ZESÍLENOU IZOLACÍ (EZ TŘÍDY OCHRANY II)

- 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



97

OCHRANA ELEKTRICKÝM ODDĚLENÍM



98


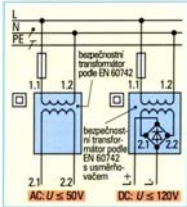
OCHRANA ELEKTRICKÝM ODDĚLENÍM

- 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

99

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

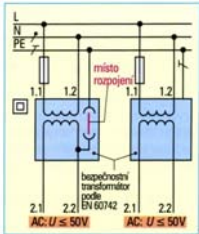
- Zdroje nezávislé nebo s izolační bariérou
- Oddělení od jiných obvodů na úrovni dvojitě izolace
- Nezáměnné zásuvky a vidlice bez ochranných kontaktů
- Žádná část obvodu nesmí být spojena se zemí ani s částmi jiných obvodů
- Při napětí menším než 25 V~ nebo 60 V= nemusí provedena základní ochrana (Ve vlhkém prostředí je hranice 12 V~ nebo 30 V=.)

100

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

- Shodné se SELV, ale **jednopólově uzemněn a pospojován**
- Ochrana je tímto závislá na kvalitě ochrany spojeného obvodu
- Při napětí menším než 25 V~ nebo 60 V= nemusí provedena základní ochrana (**neživé části musí být uzemněny**).
 - Ve vlhkém prostředí je hranice 12 V~ nebo 30 V=.



101


FAKULTA ELEKTROTECHNIKY
 A KOMUNIKAČNÍCH Ústav teoretické
 TECHNOLOGIÍ experimentální elektrotechniky

Bezpečnost v elektrotechnice

Cvičení



T FAKULTA ELEKTROTECHNIKY
 A KOMUNIKAČNÍCH Ústav teoretická
 TECHNOLOGIÍ a experimentální elektrotechniky



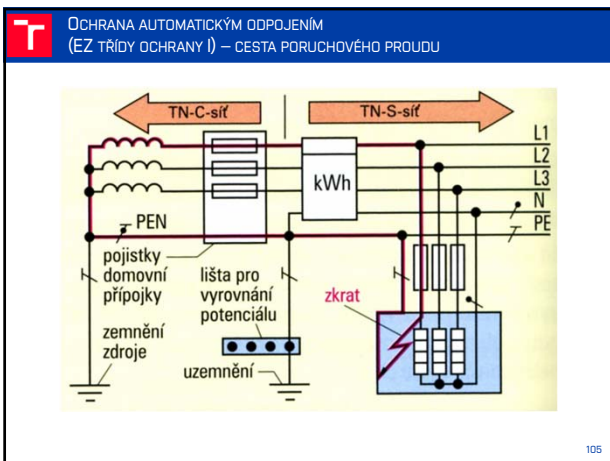
ČÁST 4

OCHRANA PŘED ÚRAZEM ELEKTRICKÝM PROUDEM (DOKONČENÍ)

T ORGANIZACE OCHRANNÝCH OPATŘENÍ PŘED ÚRAZEM
 ELEKTRICKÝM PROUDEM (ČSN EN 61140 ED.2)

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

104



T OCHRANA AUTOMATICKÝM ODPOJENÍM

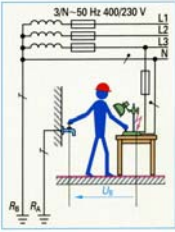
- Meze trvalého dotykového napětí
- Doby odpojení v případě poruchy EZ
- Ochranné přístroje
 - Pojistka
 - Jistič
 - Proudový chránič (RCD, FI)
- Ochranné pospojování a uzemnění neživých částí
- Provedení ochrany v různých sítích

106

T MEZE DOVOLENÉHO TRVALÉHO DOTYKOVÉHO NAPĚTÍ PRO EZ DO 1000 V

Dotykové napětí:

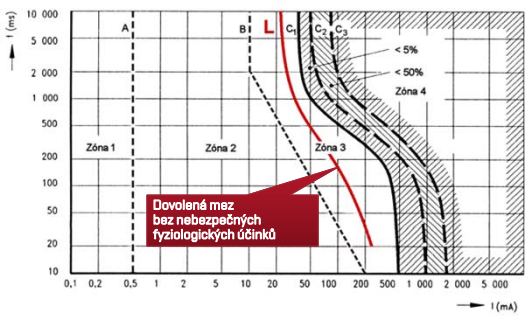
- Napětí mezi dotýkanou vodivou částí EZ a potenciálem země
- Meze trvalého dotykového napětí jsou **shodné s mezemi bezpečných malých napětí**
- Jestliže je dotykové napětí vyšší než mez, musí dojít k odpojení EZ



Prostředí	$\sim U_{dl} (V_{ef})$		$= U_{dl} (V)$	
	trvale	krátkodobě	trvale	krátkodobě
Suché	25	50	60	120
Vlhké	-	12	-	30

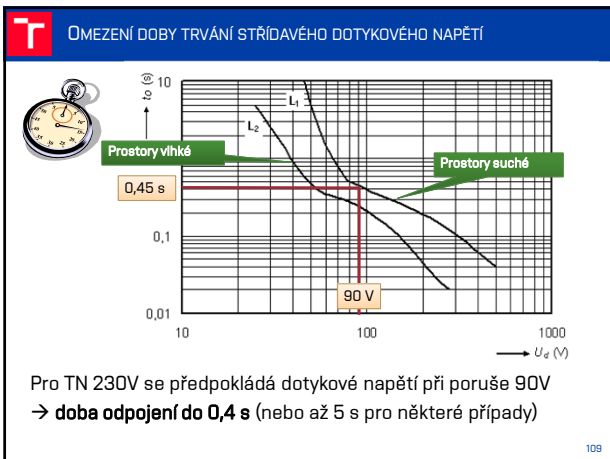
107

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

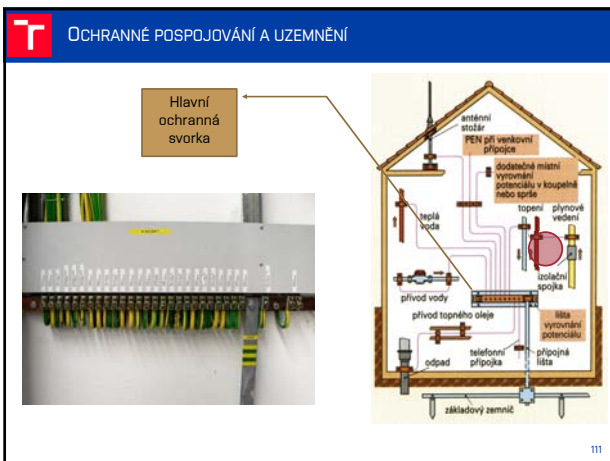


Platí pro střídavý proud kmitočtu 15 Hz až 100 Hz

108



- T** 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
- 110



OCHRANA AUTOMATICKÝM ODPOJENÍM v sfn 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

112

OCHRANA AUTOMATICKÝM ODPOJENÍM v sfn TN-S

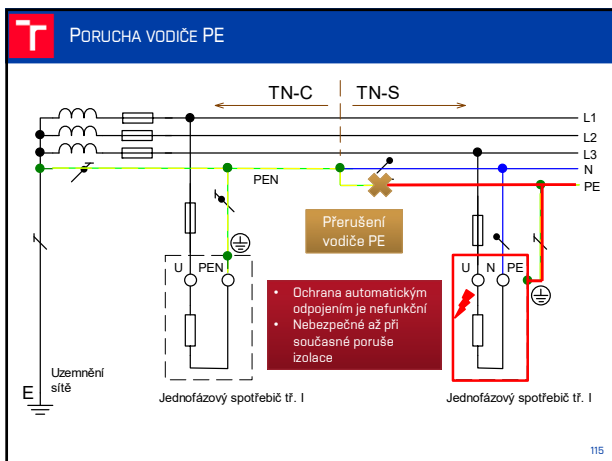
- Vodičem PE neteče za normálního provozu proud, má proto potenciál země
- Přerušením ochranného vodiče **nedojde k ohrožení bezpečnosti** jako u TN-C

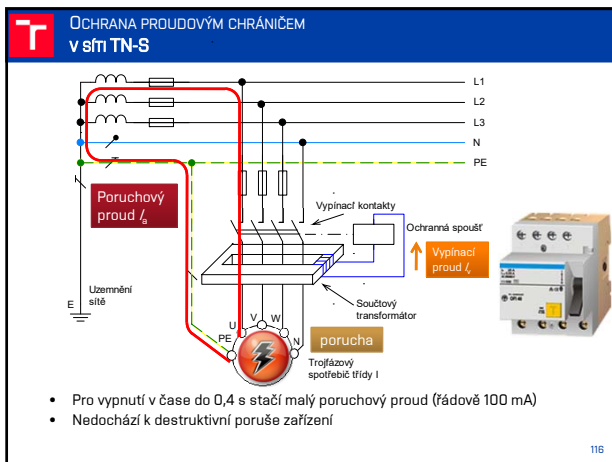
113

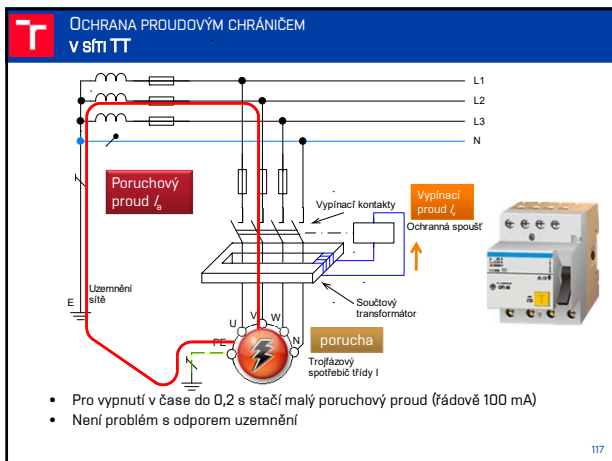
PORUCHA VODIČE PEN

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

114







T DOTYK ŽIVÉ ČÁSTI

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

V části chráněné chráničem

V části před chráničem

T DOPLŇKOVÁ OCHRANA PROUDOVÝM CHRÁNIČEM

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

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

119

T FAKULTA ELEKTROTECHNIKY
A KOMUNIKAČNÍCH ústav teoretické
TECHNOLGIÍ experimentální elektrotechniky

ČÁST 5

PRVNÍ POMOC
PŘI ÚRAZU
ELEKTŘINOU

TATINKU - DĚTI POUČU!
ELEKTŘINA SLOŽÍ A NENÍ HRÁČKO!

T PRVNÍ POMOC

- První pomoc je definována jako soubor jednoduchých a účelných opatření, která při náhlém ohrožení nebo poškození 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

121

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 nedokonale poskytnuté PP (oceňuje se dobrá vůle pomoci).
- Zdravotníci jsou povinni poskytnout PP na základě zdravotnické profese, jinak budou potrestáni odnětím svobody dvojnásobně než ostatní lidé a zákazem činnosti až na jeden rok.
- Neposkytnutí PP řidičem dopravního prostředku na dopravní metodě na niž se podílel hrozí odnětí svobody až na 5 let či zákaz činnosti (§151 TZ)

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

122

T ŽIVOT OHROŽUJÍCÍ STAVY

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



123



T NÁSLEDKY ÚRAZU ELEKTRICKÝM PROUDEM

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

124

T POSTUP ZÁCHRANNÝCH PRACÍ






- **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**

125

T BEZPEČNOST

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

126


T ZJIŠTĚNÍ STAVU ZRANĚNÉHO

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

127

T 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

128

T PŘIVOLÁNÍ LÉKAŘSKÉ POMOCI



- Národní tísňové číslo 155
 - Zdravotnická záchranná služba ČR
- Evropské tísňové číslo 112
 - Integrovaná záchranná služba
 - Tísňové volání ve státech EU
 - Umí lokalizovat volajícího (pevnou linku přesně, mobil asi 300 m)
 - Funguje i bez SIM karty
- Horská služba 1210
- Dojezd do 20 min.

129

T PRÍVOLÁNÍ LÉKAŘSKÉ POMOCI: LOKALIZACE

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

130


T PRÍVOLÁNÍ LÉKAŘSKÉ POMOCI: OBSAH ZPRÁVY

<ul style="list-style-type: none"> • Druh úrazu • Stav postiženého <ul style="list-style-type: none"> ◦ při vědomí nebo v bezvědomí ◦ dýchání ◦ srdeční zástava ◦ další poranění 	<ul style="list-style-type: none"> • Poskytovaná pomoc • Místo a čas nehody • Zvláštnosti terénu <ul style="list-style-type: none"> ◦ příjezdové cesty ◦ možnost přistání vrtulníku (30×30 m)... • Zeptat se na radu • Nezavěšovat!
---	--

131

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 periferii
- 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



132

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!)



133

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


134

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 zaspání, tedy rozdrčení měkkých tkání končetiny)
- **dočasně** (před přiložením tlakového obvazu, nebo více zraněných než záchránců)



135

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)



136

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

137

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




138

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)



138

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

140

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**

141

T KPR - KARDIOPULMONÁLNÍ RESUSCITACE


- Najdeme pomyslnou spojnicí mezi bradavkami.
- Co nejdříve stlačujte hrudník do dostatečné hloubky a rychle!
- S oběma rukama nataženými 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!**



142

T KPR – POSTUP (POKRAČOVÁNÍ)

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



30:2

143

T 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 (dětí a senioři) nebo >15% (zdraví dospělí)
- Další traumatické stavy

Neúrazové příčiny:

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

144

T PROTÍŠOKOVÁ 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 PROTÍŠOKOVÉ FÓLIE

145

T AED - AUTOMATICKÉ EXTERNÍ DEFIBRILÁTORY

AED je přístroj, který mohou používat i laici:

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







146

T AED - AUTOMATICKÉ EXTERNÍ DEFIBRILÁTORY


Trochu kyslíku




0 minuta



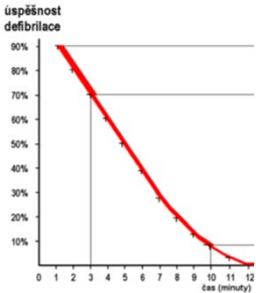
Bez kyslíku



5 minuta



úspěšnost defibrilace



- V důsledku zástavy oběhu dochází k rychlé smrti
- Často (80 – 90% případů) je zástava doprovázena **fibrilací srdečních komor**, např. při úrazu el. proudem, infarktu, utonutí ...

147

T AED – VÝVOJ

- Defibrilátory se používají od 50. let 20. století
- První AED pro laiky od počátku 90. let

The diagram illustrates three generations of AEDs. The first generation is a large, manual device with a screen and multiple buttons. The second generation is a smaller, orange device with a screen and a few buttons. The third generation is a compact, green and blue device with a screen and a few buttons, accompanied by a CPR mask icon.

1. generace Manuální defibrilátor - pouze školený lékař	2. generace Automatický defibrilátor - i pro laické použití	3. generace Automatický defibrilátor - s podporou KPR
--	--	--

148

T AED – NA FEKT DOSTUPNÝ NA VRÁTNICÍCH OBJEKTŮ

The image shows a green and blue AED device next to its white wall-mounted cabinet. The cabinet has a red heart icon and the text 'AED' on top.

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

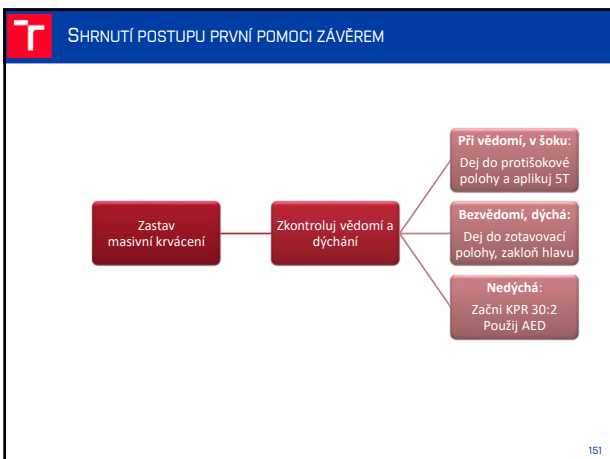
149

T ROZMÍSTĚNÍ AED V BRNĚ A JIHMORAVSKÉM KRAJI

The map shows the city of Brno and surrounding areas with numerous green pins indicating the locations of AEDs. Three small photos show people using an AED in different settings: a person lying on the ground, a person using an AED on a person lying on the ground, and a person using an AED on a person lying on the ground.

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

150



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>
