

ELEKTROTECHNIKA

14. BEZPEČNOST PŘI PRÁCI NA EZ

Doc. Ing. Stanislav Kocman, Ph.D.

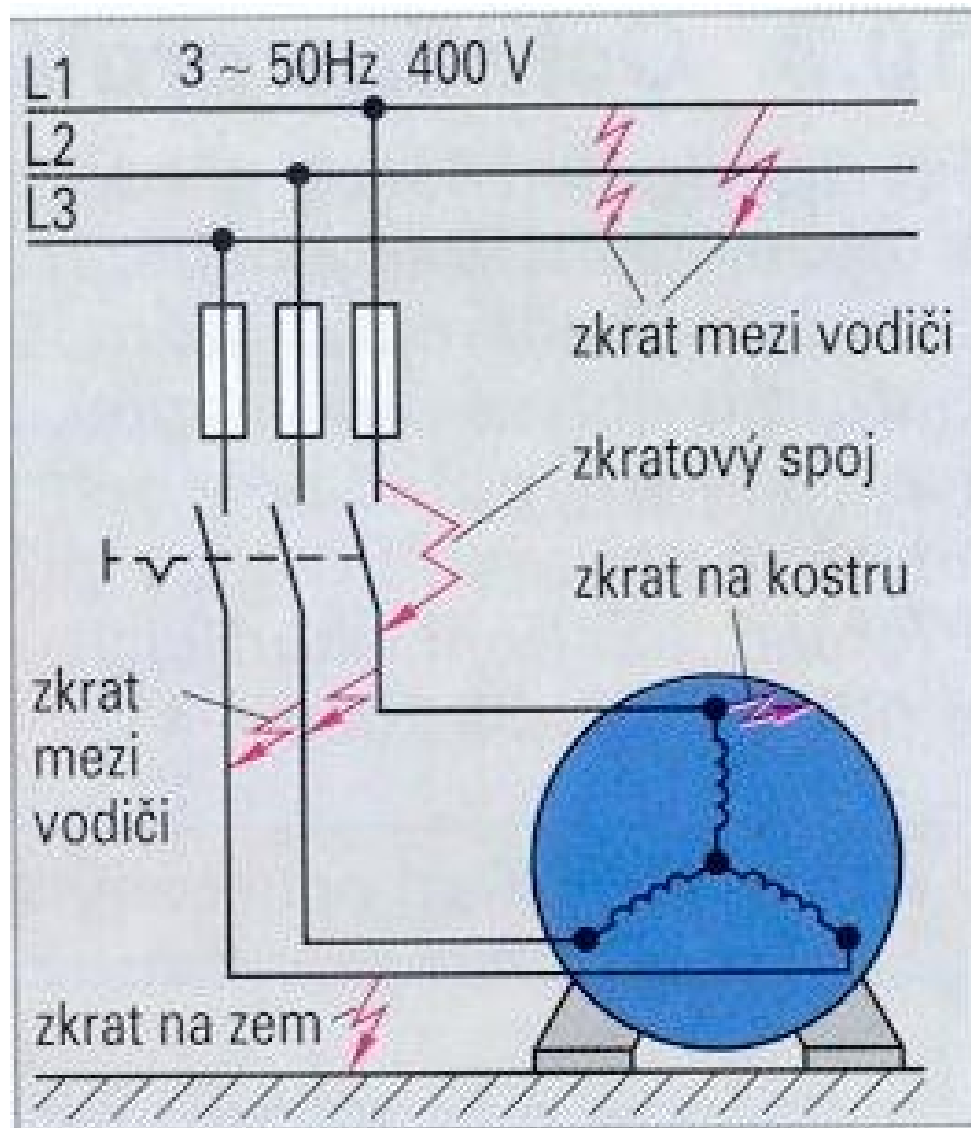
2. 2. 2022, Ostrava

Osnova přednášky

- **Základní pojmy**
- **Druhy prostorů**
- **Krytí elektrických zařízení**
- **Účinky elektrického proudu**
- **Ochrana před úrazem el. proudem**

Základní pojmy

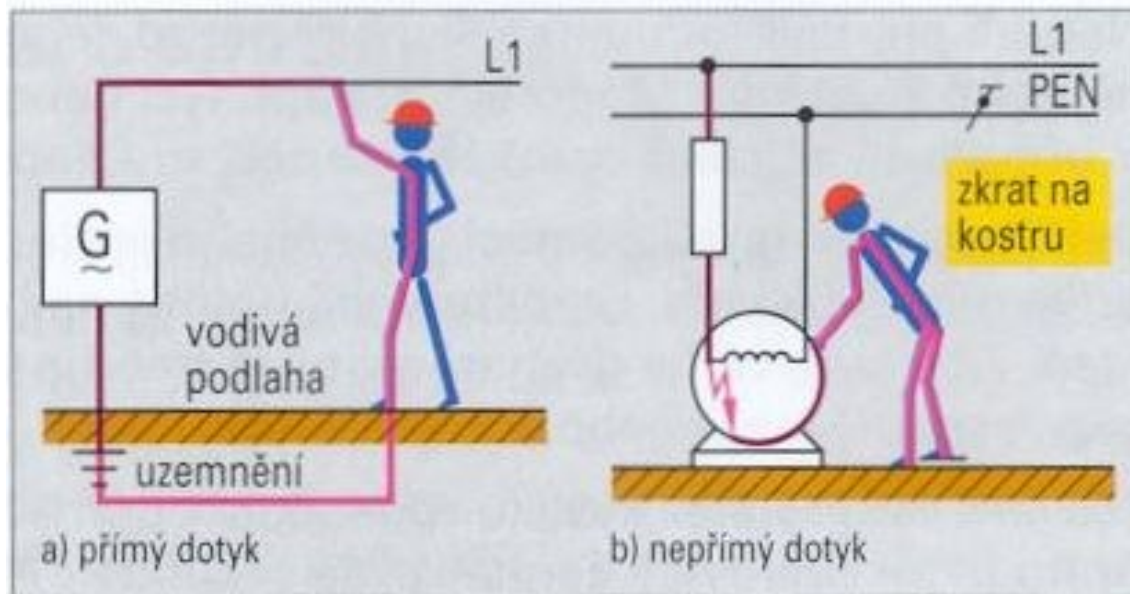
- **Obsluha elektrického zařízení:** spínání, regulování, čtení údajů z trvale namontovaných přístrojů, výměna závitových a přístrojových pojistek, žárovek, prohlídka zařízení apod.
- **Práce na elektrickém zařízení:** montáž, revize a údržba elektrického zařízení, měření přenosnými přístroji apod.
- **Druhy poruch:**
 - zkrat mezi vodiči, zemní zkrat (zkrat na kostru) apod.



- **Živá část:** vodič nebo vodivá část, při normálním provozu pod napětím
- **Neživá část:** vodivá část zařízení, není obvykle živá, může se stát živou v případě poruchy základní izolace
- **Nebezpečná živá část:** ž.č., která za určitých podmínek může způsobit úraz elektrickým proudem
- **Základní izolace:** izolace nebezpečných živých částí, která zajišťuje základní ochranu

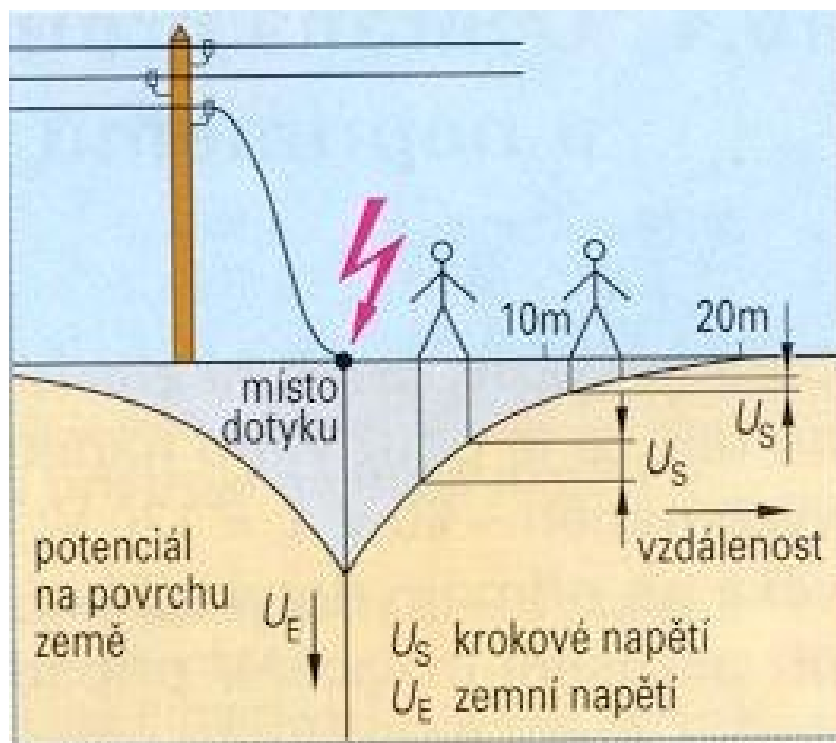
- **Dvojitá izolace:** izolace zahrnující jak základní tak i přídatnou izolaci
- **Ochranné uzemnění:** pro ochranu před úrazem el. proudem, bleskem a přepětím
- **Ochranné pospojování:** propojení neživých částí a jejich spojení s ochrannými vodiči za účelem bezpečnosti

- **Přímý dotyk:** dotyk osoby nebo zvířete s aktivní částí EZ pod napětím
- **Nepřímý dotyk:** dotyk osoby nebo zvířete s tou částí EZ (kostrou nebo krytem), která je v důsledky poruchy pod napětím



Obr. 1 Přímý a nepřímý dotyk

- **Dotykové napětí:** napětí mezi vodivými částmi, kterých se osoba nebo zvíře dotýká současně
- **Krokové napětí:** napětí mezi dvěma body zemského povrchu vzdálenými od sebe 1 m (délka kroku člověka)



Kvalifikace osob: poučené, znalé

Pracovníci poučení:

- Mohou samostatně obsluhovat elektrická zařízení všech napětí
- Mohou pracovat na částech elektrického zařízení **malého a nízkého napětí** (do 1000 V AC nebo do 1500 V DC) a v jejich blízkosti **bez napětí podle pokynů**
- Mohou pracovat **s dohledem** na elektrických zařízeních **vysokého napětí bez napětí** a v jejich blízkosti
- Mohou pracovat v blízkosti nekrytých živých částí **nízkého napětí pod napětím**, v bezpečné vzdálenosti od nich, nebo až na dotyk s izolačním krytem chránícím před nahodilým dotykem s živou částí, a **pod dohledem osoby znalé**
- Mohou pracovat **pod dozorem osoby znalé** v blízkosti nekrytých živých částí elektrických zařízení **vysokého napětí pod napětím**
- Mohou pracovat na elektrickém zařízení ve zvláštních případech (dle pracovního postupu, se kterým byla osoba poučená prokazatelně seznámena a zacvičena)

Poznámka: za činnost na elektrickém zařízení vyžadující odbornou způsobilost se nepovažuje obsluha elektrického zařízení malého a nízkého napětí.

Pracovníci poučení:

- **jsou odborně způsobilé osoby**, které:
- byly v rozsahu své činnosti školeny o právních a ostatních předpisech k zajištění bezpečnosti a ochrany zdraví při práci pro činnost na elektrických zařízeních a v jejich blízkosti
- byly školeny v oblasti možných zdrojů a příčin rizik na elektrických zařízeních a v jejich blízkosti
- upozorněny na možné ohrožení elektrickými zařízeními
- seznámeny s postupy pro poskytnutí první pomoci při úrazech elektrickým proudem
- byly u nich tyto znalosti ověřeny

Druhy prostorů

Z hlediska nebezpečí úrazu elektrickým proudem:

- **Prostory normální** (vnější vlivy snižují nebezpečí úrazu – sucho, teplo, nevodivé okolí)
 - chráněné před atm. vlivy s regulací teploty, zanedbatelný výskyt vody a koroze, s výskytem mírných rázů a vibrací, prašné s prachem nehořlavým, s nebezpečím požáru hořlavých hmot a prachů, atd...
 - pro koupelny obytných budov platí zvláštní ustanovení

- **Prostory nebezpečné** (přechodné nebo stálé nebezpečí úrazu – vlhkost, vodivé okolí)
 - studené, s výskytem vodivého prachu, s atmosférickou nebo občasnou korozí, s výskytem elektromagnetického záření, elektrostatickou elektřinou a indukcí, atd...
- **Prostory zvlášť nebezpečné** (trvale zvýšené nebezpečí úrazu – horko, vodivé okolí)
 - horké, s občasným výskytem vodní páry a kapek, mokré, s trvalou korozí, s nebezpečím požáru hořlavých kapalin, atd...

Meze bezpečných malých napětí

Ochrana malým napětím – nejbezpečnější ochrana, na zařízení nesmí být přivedeno vyšší než bezpečné malé napětí – při dotyku živé části neprochází tělem postiženého nebezpečný proud

Prostory (+dotyk částí zařízení)	střídavé (V)	stejnoseměrné (V)
Normální a nebezpečné Živé části	25	60
Kryty izolované od živých částí	50	120
Zvlášť nebezpečné Živé části	-	-
Kryty izolované od živých částí	12	25

Obvody s bezpečným malým napětím se pak rozdělují na obvody **SELV** a **PELV**

Obvod SELV - musí mít bezpečné malé napětí (dle druhu prostoru) a živé části musí být odděleny spolehlivě elektricky od jiných obvodů

Obvod PELV - musí mít bezpečné malé napětí (dle druhu prostor), avšak z provozních důvodů je některá část obvodu uzemněna

Krytí elektrických zařízení

- **Kryt EZ:** část EZ zajišťující ochranu před vnějšími vlivy a ve všech směrech ochranu před dotykem živých částí. U osob a zvířat se jedná také o ochranu před přístupem k nebezpečným částem
- **Živá část EZ:** neizolované části EZ které jsou pod napětím (svorky, kontakty, holá vedení apod)
- **Ochrana před vniknutím cizích těles:** ochrana před poškozením, které by mohlo nastat při jejich vniknutí
- **Ochrana před vniknutím vody:** ochrana před poškozením, které by mohlo nastat vniknutím vody do EZ.
- **Kryt:** odnímatelná vnější část EZ

Stupně ochrany krytím

I P x x C H → - doplňkové písmeno (nepovinné)

T | | L → - přídavné písmeno (nepovinné)

→ - stupeň ochrany před vniknutím vody s nebezpečnými účinky

└─ - stupeň ochrany před vniknutím pevných těles

- mezinárodní kód (**I**nternational **P**rotection)

Stupně ochrany před vniknutím pevných těles

První číslice	Stupeň ochrany před vniknutím pevných těles a dotykem	
	Význam pro ochranu zařízení	Význam pro ochranu osob
	Ochrana před vnikem pevných cizích těles:	Ochrana před dotykem nebezpečných částí:
0	bez ochrany	bez speciální ochrany
1	o průměru ≥ 50 mm	hřbetem ruky, dlaní
2	o průměru $\geq 12,5$ (12) mm	prstem
3	o průměru $\geq 2,5$ mm	nástrojem, silné dráty
4	o průměru ≥ 1 mm	nástrojem, většina drátů
5	ochrana před prachem	jakoukoli pomůckou
6	Ochrana úplná před prachem (prachotěsné)	jakoukoli pomůckou

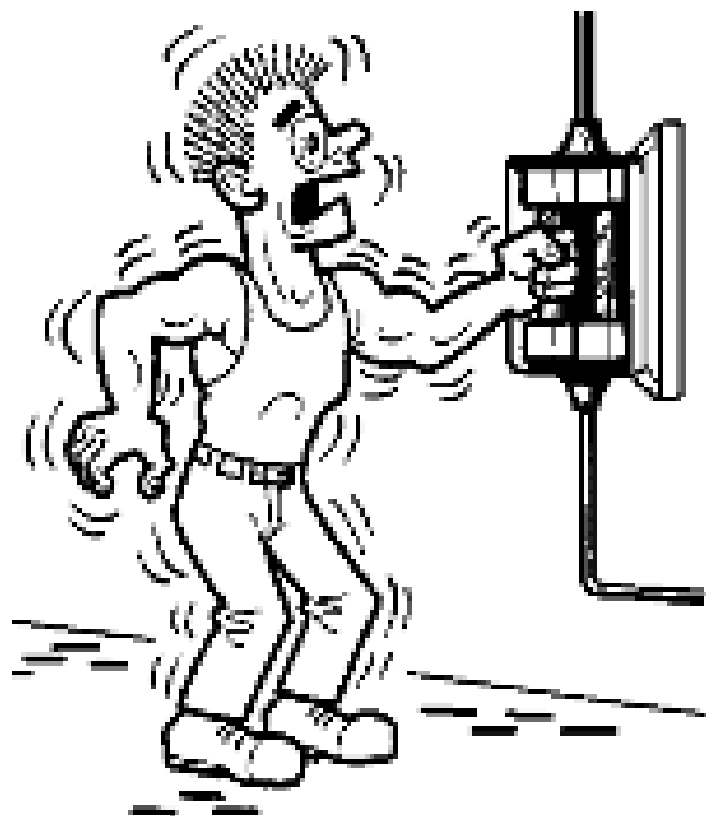
Stupně ochrany před vniknutím vody

Druhá číslice	Stupeň ochrany před vniknutím vody	
	stručný popis	definice
0	bez ochrany	bez speciální ochrany
1	ochrana před svisle padajícími kapkami vody	škodlivě nesmějí působit svisle padající kapky
2	- " - padající kapky při náklonu krytu do 15°	děšť dopadající na kryt pod úhlem 15 ° nesmí škodit EZ...
3	- „- padající kapky při náklonu krytu do 60°	voda v podobě deště dopadající na kryt pod úhlem 60 ° nesmí škodit EZ...
4	ochrana před stříkající vodou	voda stříkající na kryt v libovolném směru nesmí škodit EZ.....
5	ochrana před proudem vody	tryskající voda v libovolném směru nesmí škodit (6,3 mm tryska)
6	ochrana proti intenzivně tryskající vodě, vlnobití	intenzivně tryskající voda nesmí vniknout dovnitř a škodit EZ (12,5 mm tryska)
7	ochrana při ponoření (dočasném, 30 min, do 1m hloubky)	při ponoření nesmí voda vniknout při určitém tlaku pod kryt a poškodit EZ
8	ochrana při trvalém ponoření (nad 1m)	při ponoření nesmí voda vniknout při určitém tlaku pod kryt a poškodit EZ
9	ochrana před vysokoteplotní tryskající vodou	intenzivně tryskající voda nesmí vniknout dovnitř a škodit EZ (vysoký tlak a teplota)

Účinky elektrického proudu

- **Účinky proudu: rozklad krve, svalové křeče, srdeční fibrilace vedoucí k zástavě srdce**
- **Účinek el. proudu na lidský organizmus závisí na:**
 - **druhu, velikosti a kmitočtu proudu**
 - **impedanci lidského těla a dráze průchodu proudu tělem**
 - **době průchodu proudu**
 - **velikosti dotykového napětí**

První pomoc při úrazu elektrickým proudem



První pomoc při úrazu elektrickým proudem

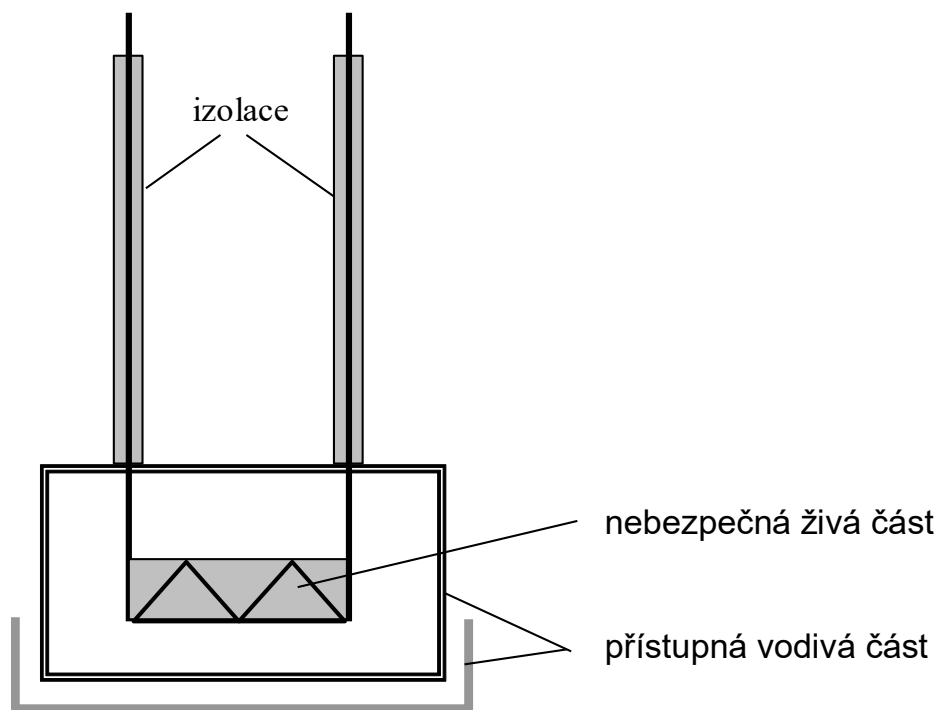
- **Postiženého vyprostíme z dosahu el. proudu vypnutím nebo spolehlivým přerušením el. obvodu, v němž se postižený nachází**
- **Pokud je postižený v bezvědomí je nutné zjistit, jestli dýchá (pokud ano i tak voláme 155)**
- **Jestliže postižený nedýchá zahájíme nepřímou srdeční masáž a umělé dýchání**
 - **U dospělého člověka opakovaně 30 stlačení rychlostí 100x za minutu a 2 vdechy**
- **Zavoláme lékaře**
- **Úraz nahlásíme nadřízenému pracovníkovi**

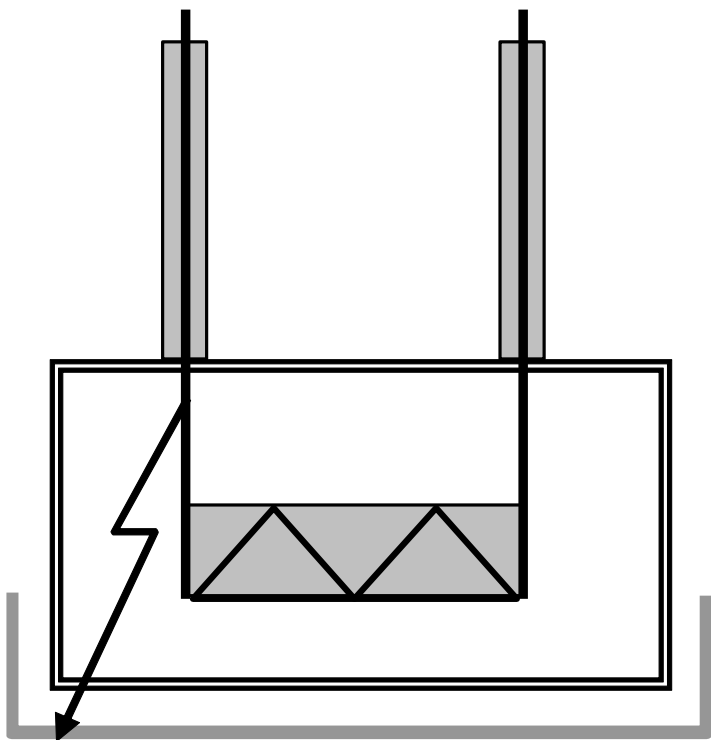
Ochrana před úrazem el. proudem

- **Nebezpečné živé části nesmějí být přístupné a přístupné vodivé části se nesmějí stát živými částmi**

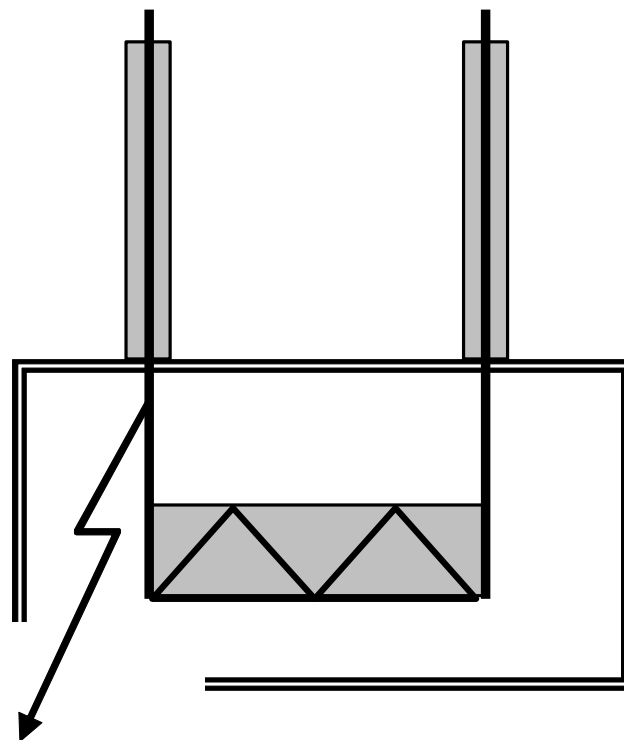
Prakticky to znamená,
že:

nebezpečné živé části musí být vždy uzavřeny krytem nebo pokryty izolací tak, aby nemohlo dojít k jejich dotyku;
neživé části včetně všech vodivých částí kterých je možno se dotknout se nikdy nesmějí dostat pod napětí.





přístupná vodivá část se
stala nebezpečnou živou
(v důsledku poruchy
základní izolace)



nebezpečná živá část se
stala přístupnou (např. v
důsledku poškození
mechanického krytu)

Poruchy, které přicházejí v úvahu při provozu EZ

Základní ochrana: ochrana před přímým dotykem neboli před dotykem živých částí

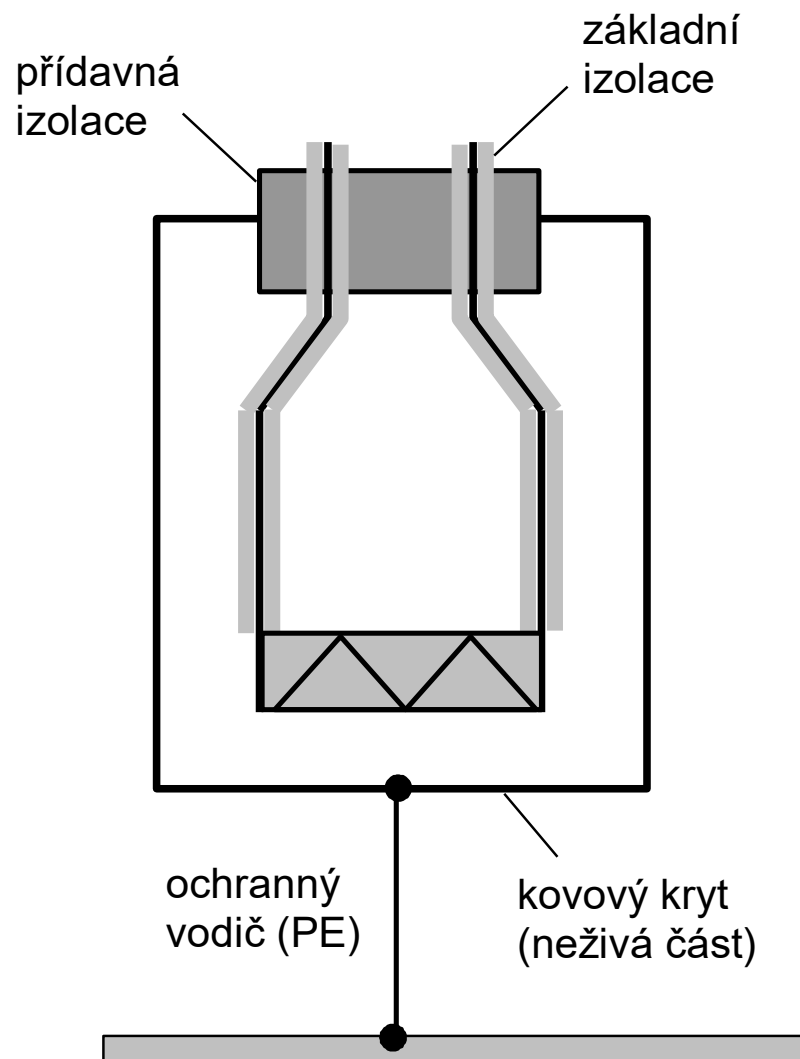
Prostředky k zajištění základní ochrany:

- základní izolace
- přepážky , kryty, zábrany
- ochrana polohou (umístění mimo dosah)
- omezení napětí (nepřekročením dovolených mezí)

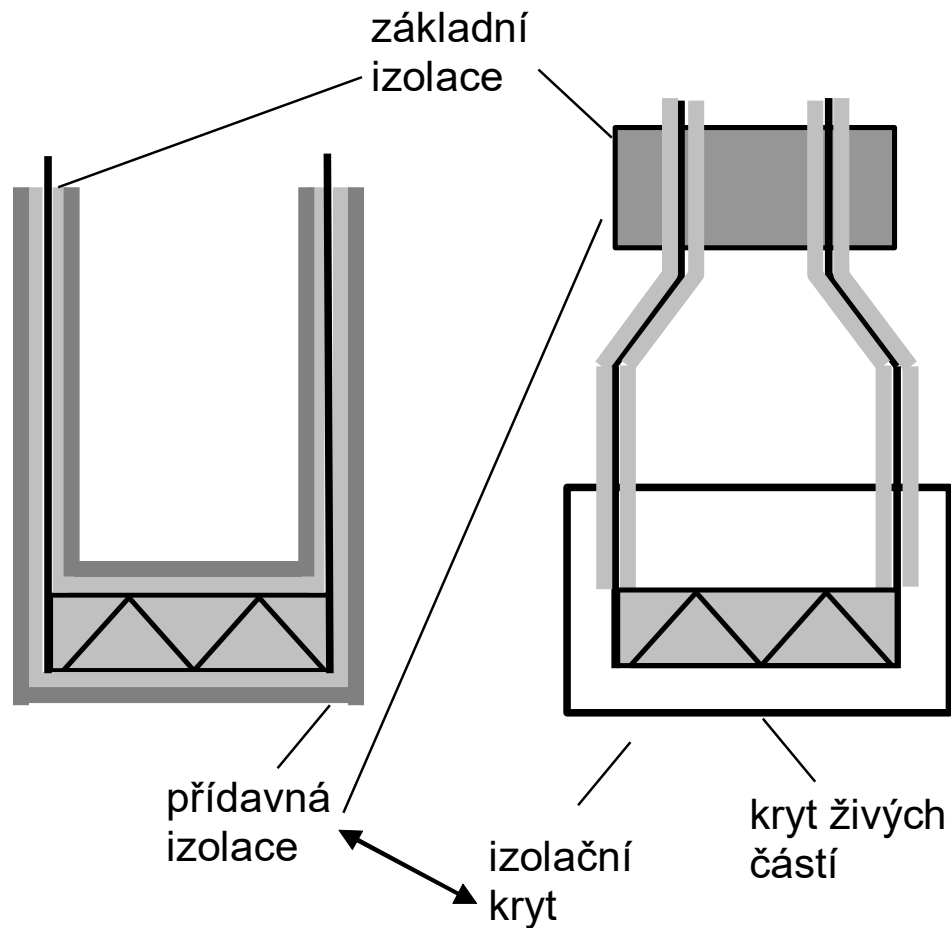
Ochrana při poruše: ochrana před nepřímým dotykem neboli před dotykem neživých částí

Prostředky k zajištění ochrany při poruše:

- **přídavná izolace (stejně vlastnosti jako základní izolace)**
- **ochranné pospojování (včetně uzemnění ochranného vodiče a bodu zdroje) a automatickým odpojením v případě poruchy**
- **ochranné stínění (vodivou stínicí mřížkou spojenou s pospojováním)**
- **jednoduché oddělení obvodů (galvanickým oddělením obvodů – transformátorem)**
- **nevodivé okolí (vysokou impedancí proti zemi- 50/100 k Ω)**



a) ochranným pospojováním

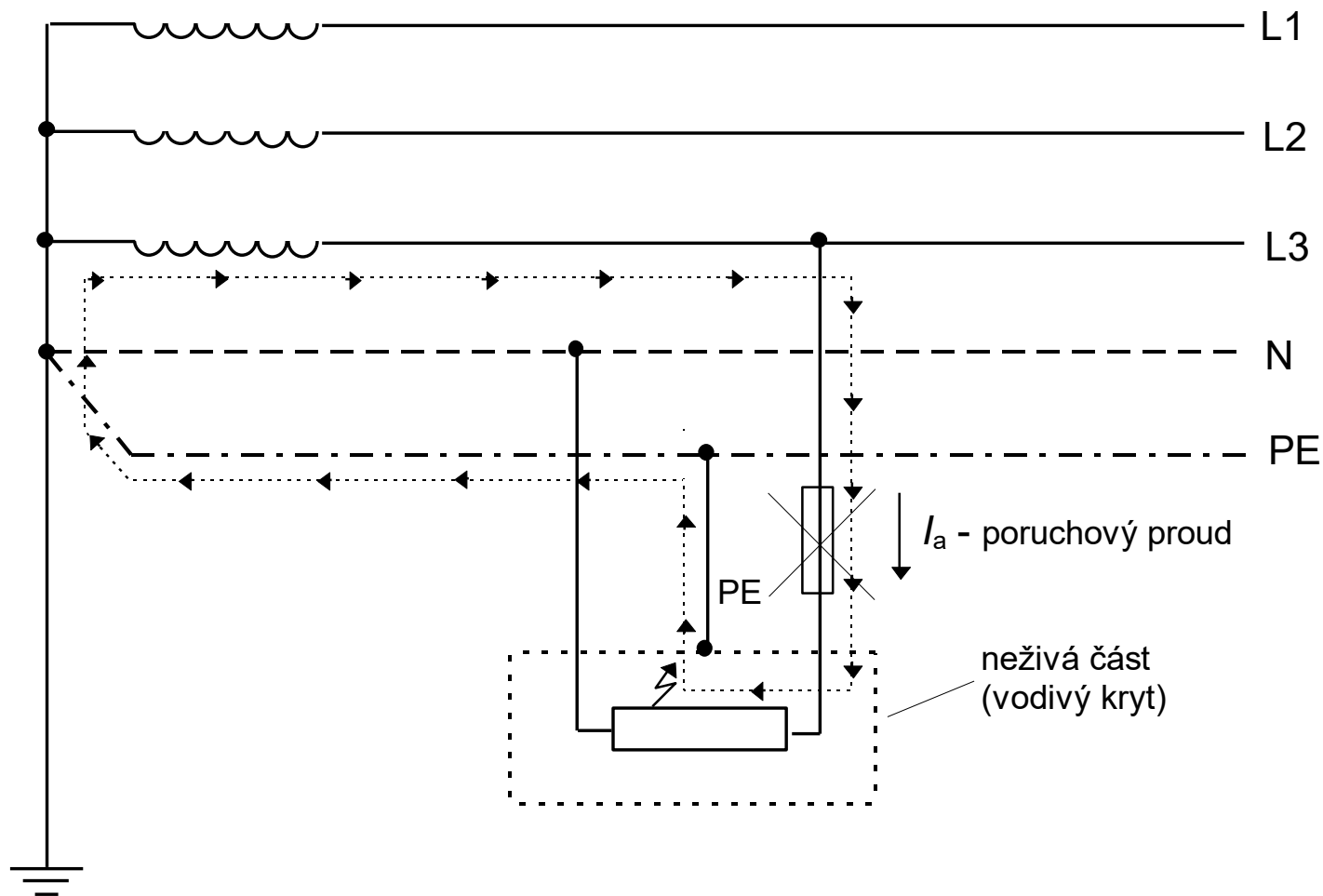


b) přídavnou izolací

Příklady zajištění ochrany při poruše

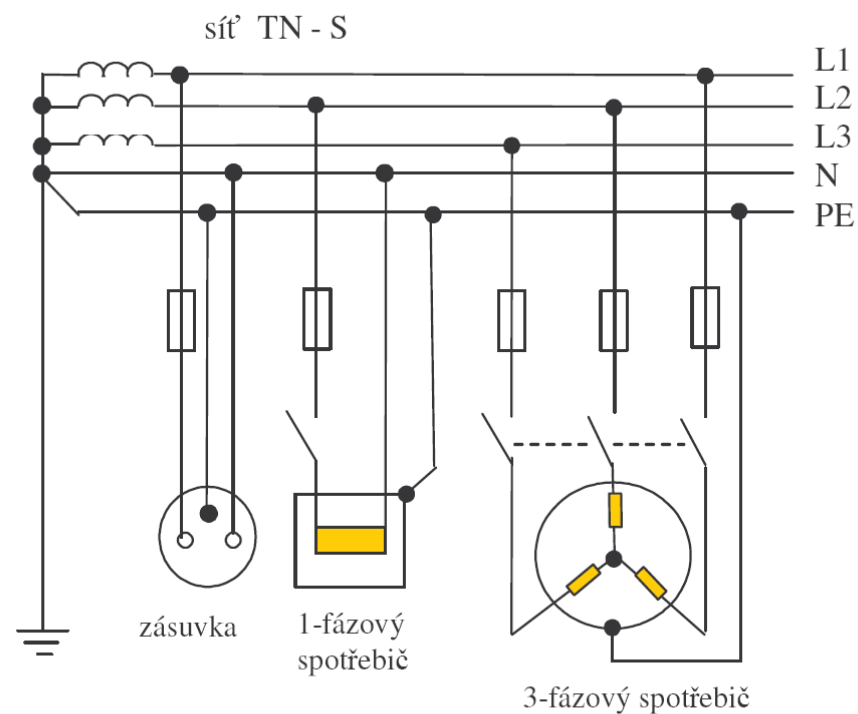
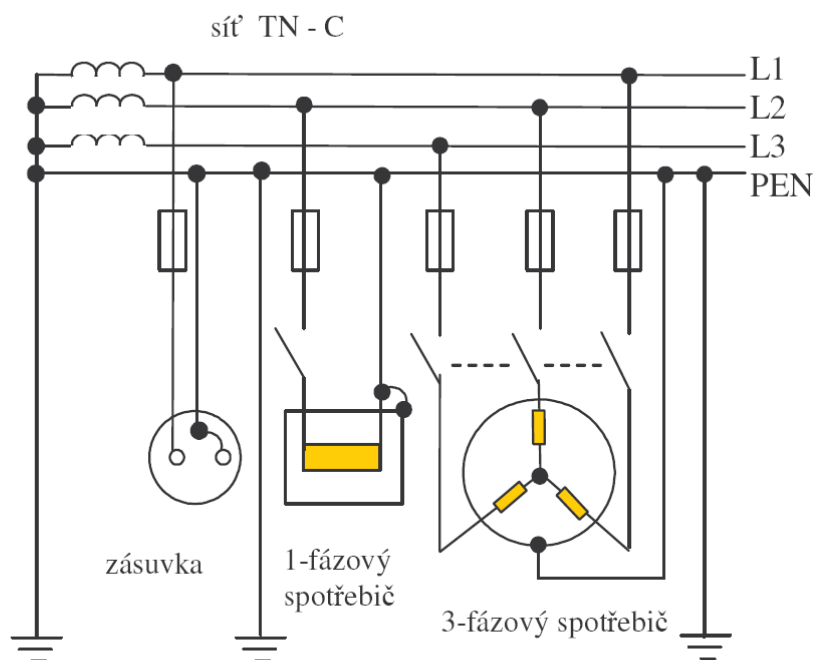
Ochrana automatickým odpojením od zdroje

TN - S



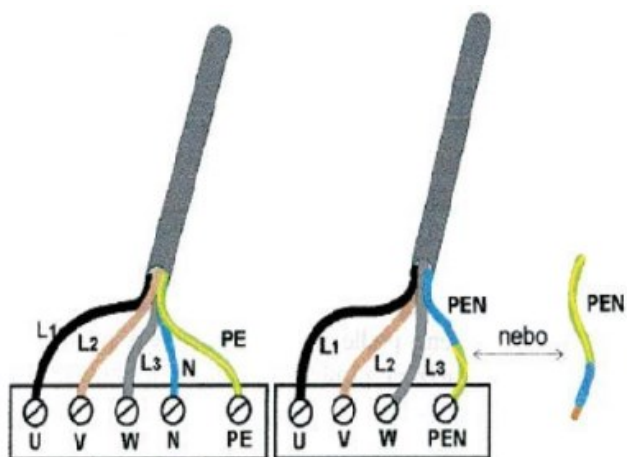
Ochrana automatickým odpojením od zdroje

Příklady zapojení obvodu pro vybrané rozvodné sítě.



Barevné značení silových vodičů (AC)


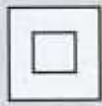

Vodič, žíla kabelu		Poznávací barva	
L	Fázový nebo krajní	černá, hnědá, šedá	
N	Nulový (střední)	světle modrá	
PE	Ochranný	zelená / žlutá	
PEN	Vodič PEN	zelená / žlutá (+ světle modrá) ¹⁾	

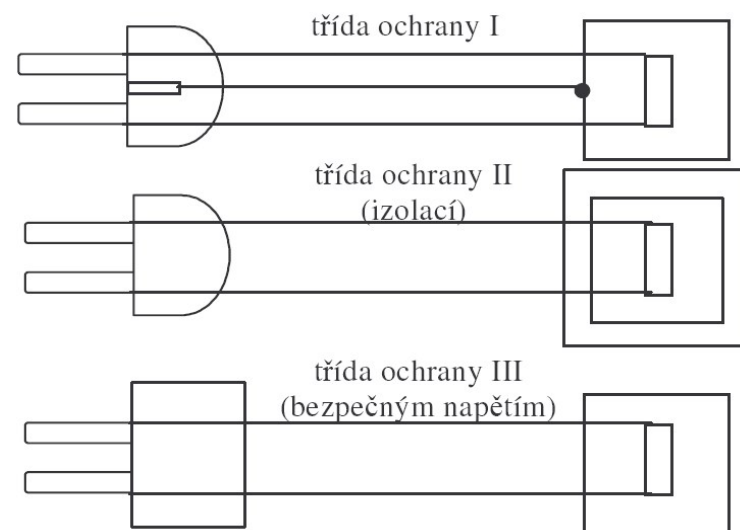


Třídy ochrany elektrických zařízení

- Třída I: pouze základní izolace, musí být vyvedena a připojena ochranná svorka (žehlička, počítač, motor)
- Třída II: základní a přídatná izolace, netřeba další ochrany
- Třída III: napájení bezpečným malým napětím, netřeba další ochrany

Třídy ochrany

Tabulka 3: Označení ochranných tříd dle IEC ⁶ 417		
třída ochrany	značka	použití ochranných opatření
I		s ochranným vodičem (spotřebič je spojen s ochranným vodičem zařízení)
II		ochranná izolace (spotřebič se základní a dodatečnou izolací – např. svítidla)
III		nízké napětí (připojení pouze na obvody SELV a PELV, viz str. 249) např. nízkovoltové žárovky



Konec přednášky