

Ochrana před úrazem elektrickým proudem

Při obvyklém používání elektrických zařízení musí být lidé i zvířata chráněni před nebezpečnými účinky elektrického proudu. Následující text se zaměří na tyto požadavky:

- dovolená dotyková napětí
- základní pravidlo ochrany před úrazem elektrickým proudem
- normální podmínky – základní ochrana
- podmínky jedné poruchy – ochrana při poruše
- zvláštní případy – doplňková ochrana.

Dovolená dotyková napětí

Z hlediska nebezpečí úrazu elektřinou je rozhodující proud procházející lidským tělem. Z důvodů praktických se upustilo od toho, aby byl tento proud (respektive jeho mezní hodnota) přímo udáván. Je to proto, že při dotyku s **živou** nebo s **neživou** částí, která je při poruše pod napětím, je pro elektrotechnika těžké určit, jaký proud bude lidským tělem procházet. Musí znát **napětí**, které je na předmětu, jehož se člověk dotýká, ale i **odpor** (nebo přesněji impedanci) lidského těla, podložky nebo podlahy, na které stojí. Podmínky, v nichž k průchodu proudu dojde, se mění a rozdílné jsou i fyziologické reakce lidí. Aby se elektrotechnici vyhnuli těmto potížím, stanovili si na základě měření, pokusů a výpočtů **mezní hodnoty napětí**, které jsou z hlediska dotyku ještě **bezpečné**.

Pro **střídavé** elektrické instalace v budovách napájených jmenovitým napětím do 1 000 V včetně, při kmitočtu nepřesahujícím 60 Hz a pro stejnosměrné elektrické instalace napájené jmenovitým napětím do 1 500 V včetně, jsou stanovena napěťová pásma.

Tab. 1: Střídavá napěťová pásma

Pásmo	Jmenovité napětí		
	uzemněné sítě		izolované nebo neúčinně uzemněné sítě*
	mezi fází a zemí [V]	mezi fázemi [V]	mezi fázemi [V]
I	$U \leq 50$	$U \leq 50$	$U \leq 50$
II	$50 < U \leq 600$	$50 < U \leq 1\,000$	$50 < U \leq 1\,000$

U je jmenovité napětí instalace.

* Při rozvedeném nulovém vodiči musí být elektrické zařízení napájené napětím mezi fází a zemí zvoleno tak, aby jeho izolace odpovídala napětí mezi fázemi.

Tab. 2: Stejnosměrná napěťová pásma

Pásmo	Jmenovité napětí		
	uzemněné sítě		izolované nebo neúčinně uzemněné sítě*
	mezi pólem a zemí [V]	mezi póly [V]	mezi póly [V]
I	$U \leq 120$	$U \leq 120$	$U \leq 120$
II	$120 < U \leq 900$	$120 < U \leq 1\,500$	$120 < U \leq 1\,500$

U je jmenovité napětí instalace.

* Při rozvedeném nulovém vodiči musí být elektrické zařízení napájené napětím mezi póly a zemí zvoleno tak, aby jeho izolace odpovídala napětí mezi póly.

Mezní napětí mezi **pásmy I a II** jsou považována za konvenční mezní hodnoty dovolených dotkových napětí krátkodobě působící (tj. do odstranění poruchy) v prostorách normálních a nebezpečných.

Tyto meze jsou:

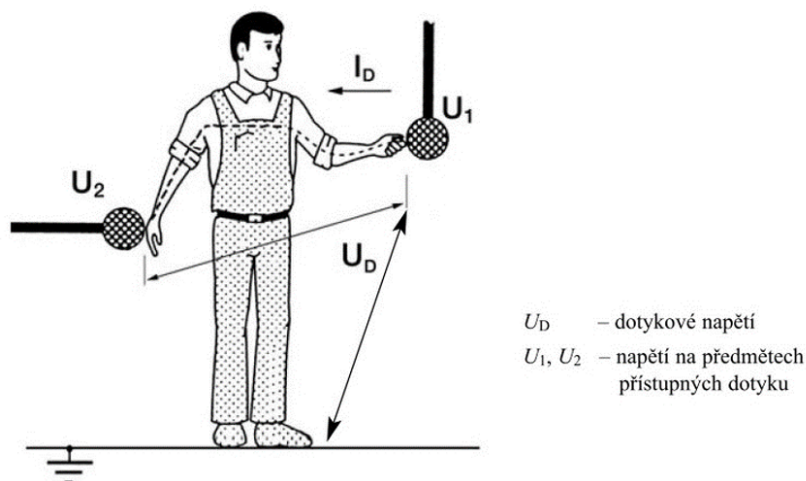
- pro střídavá napětí 50 V
- pro stejnosměrná napětí 120 V.

Termíny **dotkové napětí** a **normální prostory** znamenají:

- dotkové napětí je napětí mezi vodivými částmi, kterých se osoba nebo zvíře dotýká
- normální prostory jsou prostory, v nichž je používání elektrického zařízení považováno za bezpečné, protože působením vnějších vlivů nedochází ke zvýšenému nebezpečí elektrického úrazu.

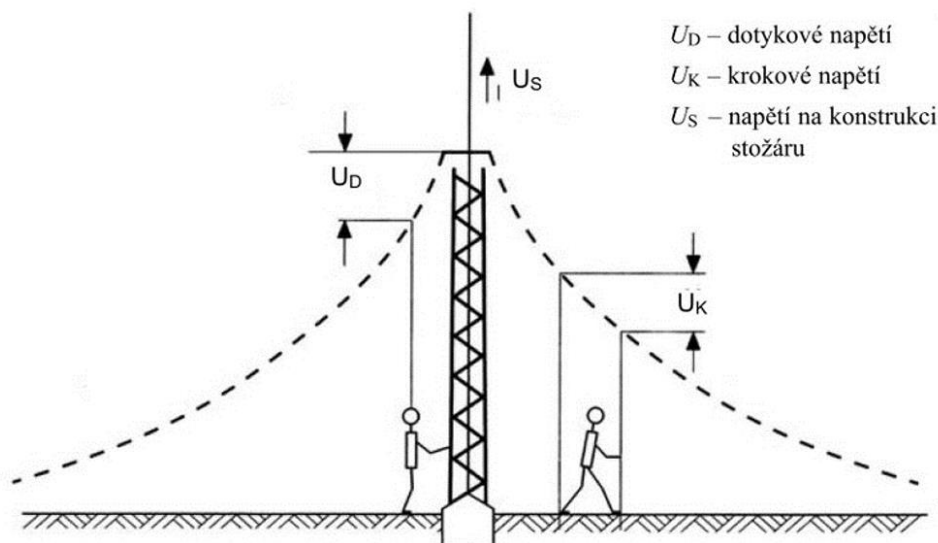
Dotková napětí U_D mohou být jak **napětí** mezi dvěma předměty, kterých se může osoba nebo zvíře dotýkat, tak **napětí** mezi předmětem přístupným dotyku a zemí. První případ se může vyskytovat např. při práci na elektrických zařízeních, druhý případ je běžný při dotyku neživých částí, na nichž se v případě poruchy (*průrazu izolace*) vyskytlo napětí.

Obr. 1: Dotková napětí jako napětí mezi dvěma předměty



Dotykové napětí U_D a také napětí krokové U_K (tzn. napětí mezi nohama ve vzdálenosti kroku – počítá se 1 m) na potenciálu země, který se v případě průchodu poruchového proudu do země kolem zemniče vyskytuje.

Obr. 2: Dotykové a krokové napětí v závislosti na potenciálu země



Základní pravidlo ochrany před úrazem elektrickým proudem

Základní pravidlo ochrany před úrazem elektrickým proudem spočívá v tom, že: nebezpečné **živé části** nesmějí být volně přístupné a přístupné **vodivé části** se nesmějí stát nebezpečnými živými částmi.

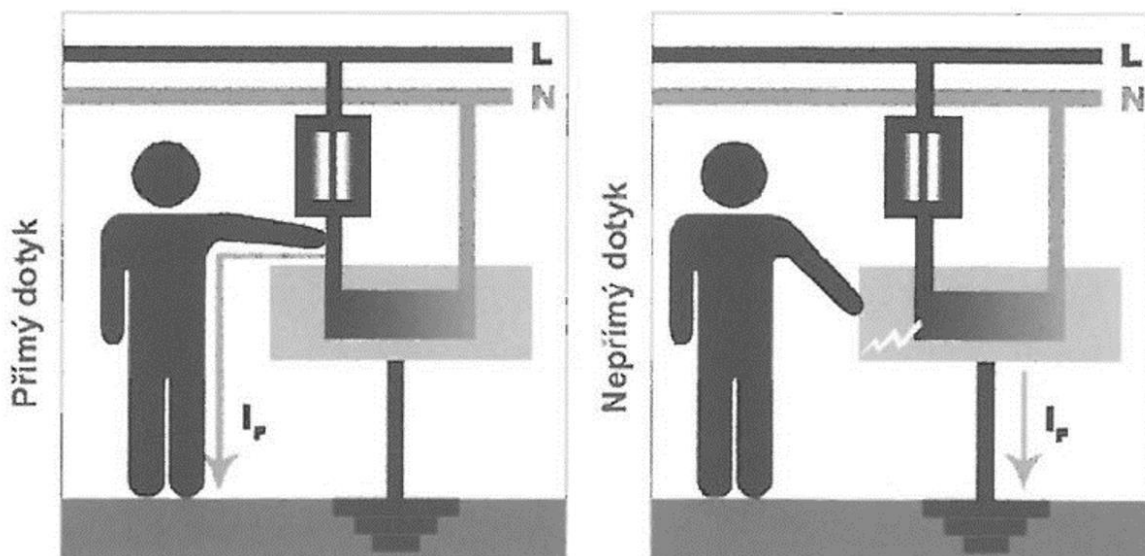
Základní pojmy:

•**živé části** - vodivé části (obvykle přímo vodiče) určené k tomu, aby při obvyklém užívání byly pod napětím

•**neživé části** - vodivé části elektrického zařízení, které však na rozdíl od živých částí k tomu, aby při obvyklém užívání byly pod napětím, určeny nejsou – nejsou tedy obvykle živé a je možno se jich dotknout (nejsou zakryty izolací či jiným způsobem), tyto části se však mohou stát živými, jestliže dojde k poruše

•**nebezpečná živá část** - živá část, která za stanovených podmínek může způsobit úraz elektrickým proudem.

Obr. 1: Přímý a nepřímý dotyk (dotyk na živou a neživou část)



K tomu nesmí dojít:

- ani za normálních podmínek provozu elektrického zařízení
- ani za podmínek jedné poruchy.

Znamená to:

- **nebezpečné živé části** musí být vždy uzavřeny krytem nebo pokryty izolací tak, aby se jich nemohl nikdo dotknout
- **neživé části**, ale nejen ty, ale vůbec všechny vodivé části, kterých je možno se dotýkat, se nikdy nesmějí dostat pod napětí.

Pro ochranu při normálním provozním stavu je užíván termín ochrana před nebezpečným dotykem živých částí, pro ochranu při poruše se užívá termín ochrana před dotykem neživých částí. Oba dva tyto doposud používané termíny nevyjadřují plně a ve všech případech význam a míru provedených ochranných opatření. Proto nová mezinárodní norma uvádí namísto těchto tradičních, stále ještě používaných termínů, termíny nové.

Jsou to:

- **základní ochrana**, což je ochrana před úrazem elektrickým proudem, když je zařízení v bezporuchovém stavu
- **ochrana při poruše**, což je ochrana před úrazem elektrickým proudem v případě, když na zařízení došlo k jedné poruše.

Normální podmínky – základní ochrana

Normální podmínky jsou takové podmínky provozu elektrického zařízení, instalace a napájecí sítě, pro které je celé zařízení určeno, vyrobeno a instalováno.

Při normálních podmínkách používání, údržbě musí být všechny ochranné prostředky (*způsoby ochrany před dotykem živých částí*) účinné po celou očekávanou dobu života instalace.

Při určování podmínek provozu zařízení se berou v úvahu vnější vlivy v místě instalace.

Pozornost se musí věnovat zvláště teplotě okolí, klimatickým podmínkám, přítomnosti vody, mechanickému namáhání a možnostem osob a hospodářských zvířat dosáhnout v daném prostoru kontaktu s potenciálem země.

Ochrana, která musí být pro tyto normální podmínky vždy zajištěna tak, aby nebezpečné živé části nebyly přístupné dotyku, se nazývá **základní ochrana** (*doposud byla označovaná jako ochrana před dotykem živých částí*).

Základní ochrana (*ochrana před dotykem živých částí*) je určena pro provoz zařízení a je zaměřena na to, aby části, které jsou při provozu pod napětím, nebyly lidem přístupné.

Zařízení musí být provedeno tak, aby se člověk nemohl živých částí přímo dotknout - (*člověk musí být před dotykem živých částí chráněn*).

Ochrana je provedena např. **základní izolací**

Obr. 1: Základní ochrana



Při normálních provozních podmínkách i v případě, že se izolace někdo dotkne, nesmí protékat do lidského těla žádný proud.

Pro základní ochranu jsou v technických normách stanovena pravidla, která musí dodržet výrobce elektrických zařízení a předmětů.

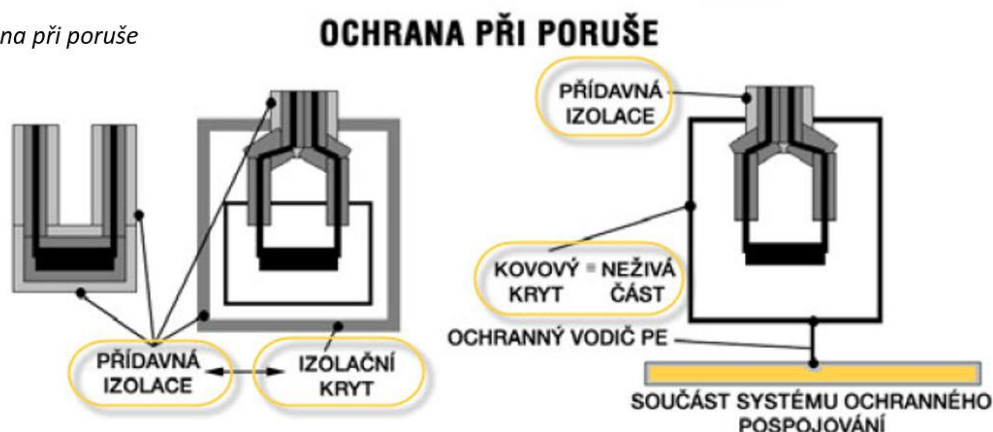
Elektrotechnik, který provádí montáž těchto zařízení nebo i laik, který si koupil spotřebič, zařízení, aby jej používal, už nemá na této základní ochraně představované především izolací (**základní izolací**) a uzavřením živých částí do pevného krytu co zkazit.

Podmínky jedné poruchy – ochrana při poruše

Pokud je základní ochrana (*ochrana před dotykem živých částí*) narušena (izolace např. již neplní svou funkci), musí chránit druhý způsob ochrany - **ochrana při poruše** (*ochrana před dotykem neživých částí*).

Princip této ochrany je na příkladu spotřebiče, kolem jehož izolace, která zajišťuje základní ochranu, je kovový kryt. Ten je přístupný dotyku. Při poruše izolace se napětí dostane na tento kryt, který je neživou částí spotřebiče.

Obr. 1: Ochrana při poruše



V tomto případě dojde při dotyku neživé části vlastně k dotyku části, na níž je napětí. Ochrana je v tomto případě poruchy zajištěna spojením neživé části

s ochranným vodičem, který je spojen se zemí, a to buď přímo, nebo je spojen s uzemněným uzlem zdroje.

Prostředky pro zajištění ochrany při poruše jsou:

- ochranné pospojování (kterým se propojují neživé části, ochranné vodiče, uzemněný uzel zdroje a zemnice)
- elektrické oddělení
- přídatná izolace
- ochranné stínění
- nevodivé okolí.

Ve vysokonapěťových sítích se používá:

- Indikace poruchy a odpojení (buď ruční, nebo automatické)
- řízení potenciálu.

Zvláštní případy – doplňková ochrana

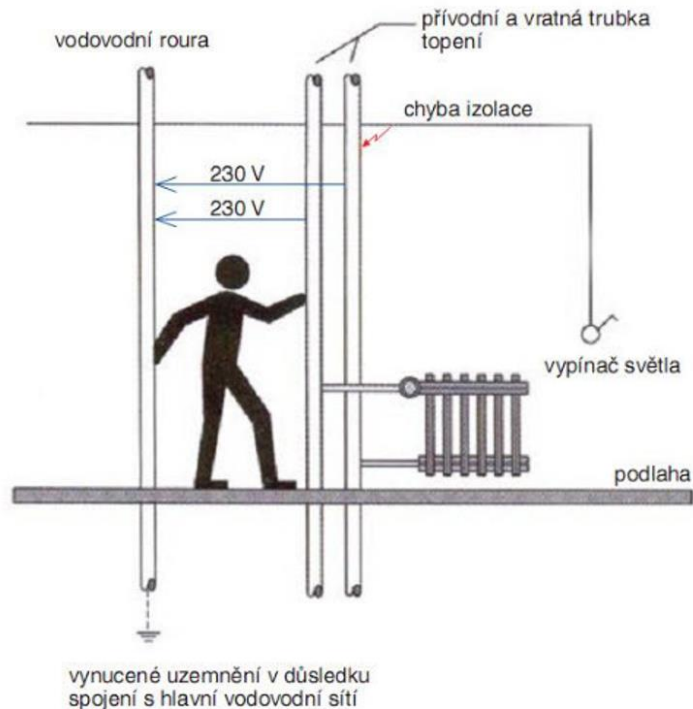
Za určitých okolností, kdy je elektrické zařízení používáno, nemusí působit jenom běžné vlivy, ale mohou působit i vlivy další.

Ty mohou nebezpečí úrazu elektrickým proudem zvyšovat. Takovým vlivem může být např. dotyk osoby s potenciálem země v prostorech s nízkou impedancí vůči zemi. V těchto případech je třeba provést další doplňující opatření.

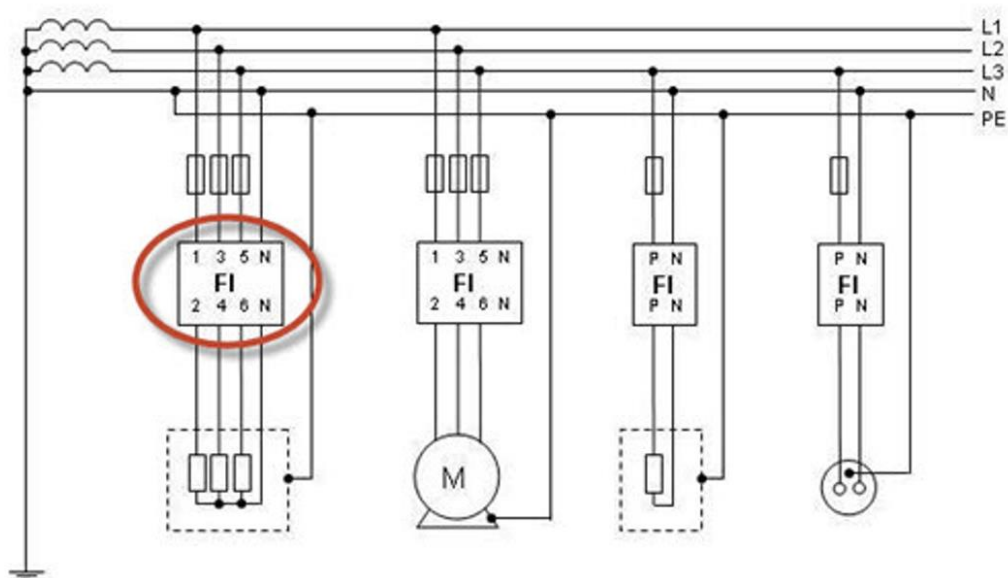
Taková doplňková ochrana může být umístěna v instalaci, v síti nebo v zařízení.

Mezi doplňující opatření patří tzv. **doplňující pospojování a ochrana pomocí citlivého proudového chrániče**.

Obr. 1: Doplnující pospojování



Obr. 2: Zapojení proudových chráničů



Používání proudových chráničů se jmenovitým reziduálním proudem nepřevyšujícím 30 mA je uznáno jako **doplňková ochrana** k základní ochraně i k ochraně při poruše před úrazem elektrickým proudem tam, kde jiné ochranné prostředky nejsou účinné nebo v případech, kdy je možno očekávat nepečlivou obsluhu uživatele (např. u zásuvek do 20 A užívaných laicky).