

Realizováno v rámci projektu

**"Přeshraniční vzdělávání v oblasti práce na elektrických
zařízeních",**

reg. č. CZ.11.3.119/0.0/0.0/16_013/0002972,

který byl spolufinancován z prostředků

**Evropského fondu pro regionální rozvoj z Programu
INTERREG V-A Česká republika – Polsko prostřednictvím
Fondu mikroprojektů 2014-2020 v Euroregionu Silesia.**

Realizátoři:

Vysoká škola báňská - Technická univerzita Ostrava.

Politechnika Śląska v Gliwicach.

Ochrana před úrazem elektrickým proudem - Základní pojmy

- 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 (např. v důsledku mechanického poškození krytu, izolace apod.),
- Základní izolace: izolace nebezpečných živých částí, která zajišťuje základní ochranu,
- Přídavná izolace: nezávislá izolace použitá navíc k základní izolaci, aby byla zajištěna ochrana při poruše,
- Dvojitá izolace: izolace zahrnující jak základní tak i přídavnou izolaci,
- Ochranné uzemnění: uzemnění bodu nebo několika bodů v elektrické síti nebo instalaci nebo v zařízení za účelem elektrické bezpečnosti.



PŘEKRAČUJEME HRANICE
PRZEKRACZAMY GRANICE
2014—2020



EVROPSKÁ UNIE / UNIA EUROPEJSKA
EVROPSKÝ FOND PRO REGIONÁLNÍ ROZVOJ
EUROPEJSKI FUNDUSZ ROZWOJU REGIONALNEGO

Ochrana před úrazem elektrickým proudem - Základní pojmy

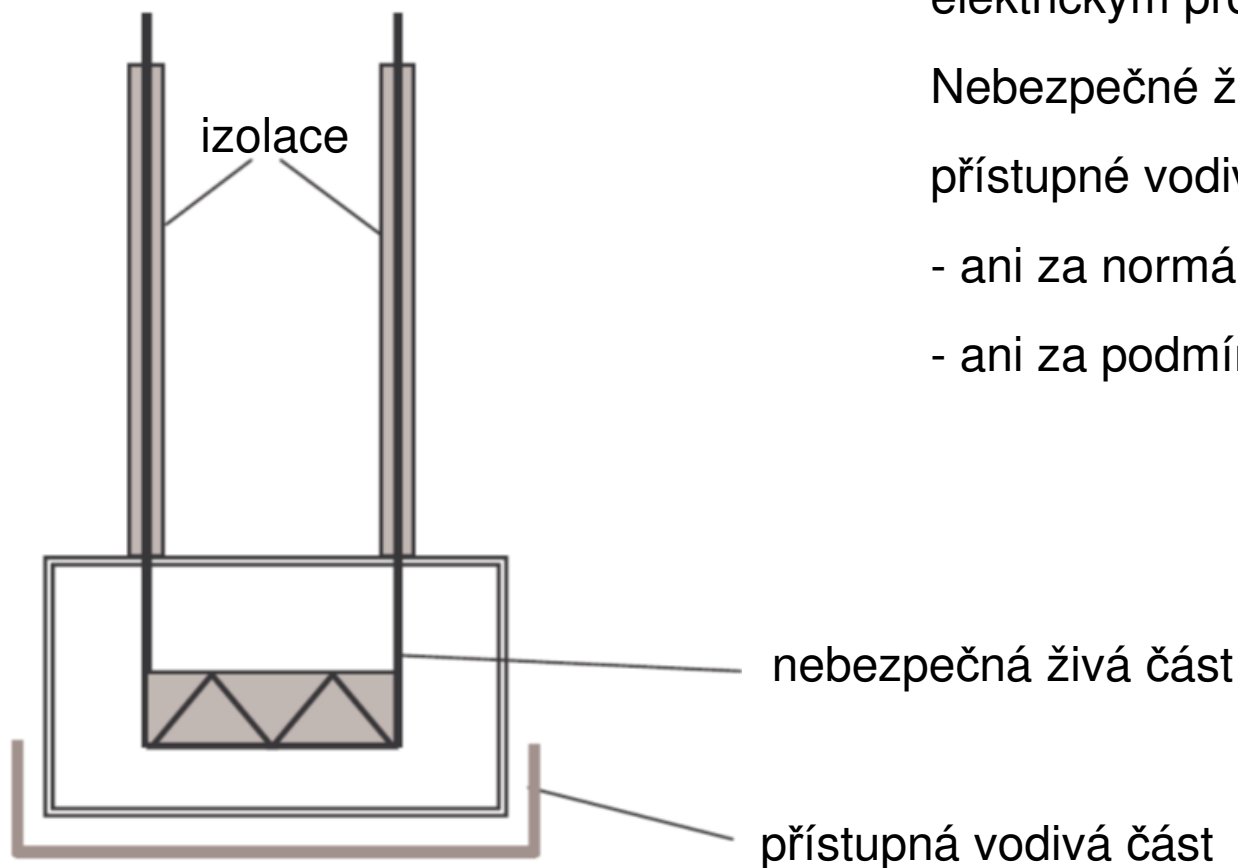
Pospojování: zajištění elektrických spojení mezi vodivými částmi za účelem dosažení ekvipotenciality (snížení rozdílu potenciálů mezi těmito částmi),

Ochranné pospojování: pospojování neživých částí za účelem bezpečnosti.

Pracovní pospojování: pospojování z provozních důvodů, ne však z důvodu bezpečnosti (uzel trafa, kapacit. děličů, měřidel apod.)

Základní principy ochrany před úrazem el. proudem

(ČSN 33 2000 – 4 – 41ed.3, ČSN EN 61140 ed.2)



Základní pravidlo ochrany před úrazem elektrickým proudem

Nebezpečné živé části **přístupné**

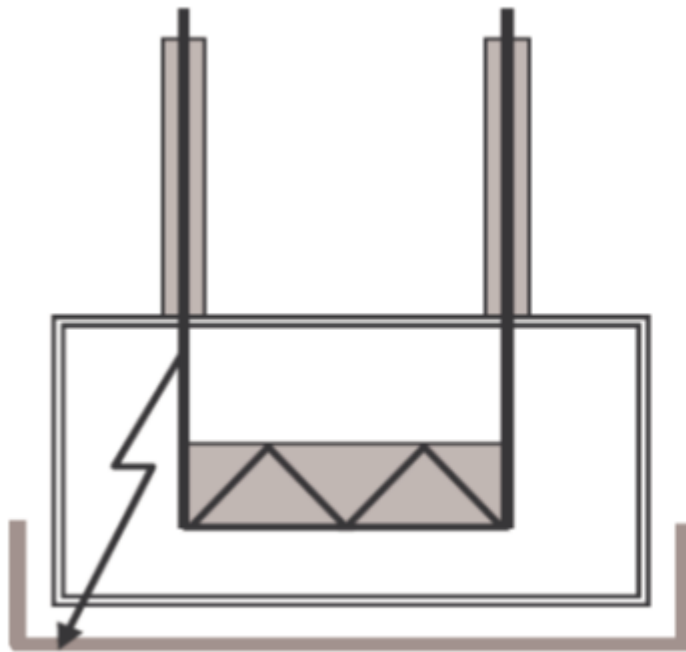
přístupné vodivé části **nebezpečně živé**

- ani za normálních podmínek

- ani za podmínek jedné poruchy.

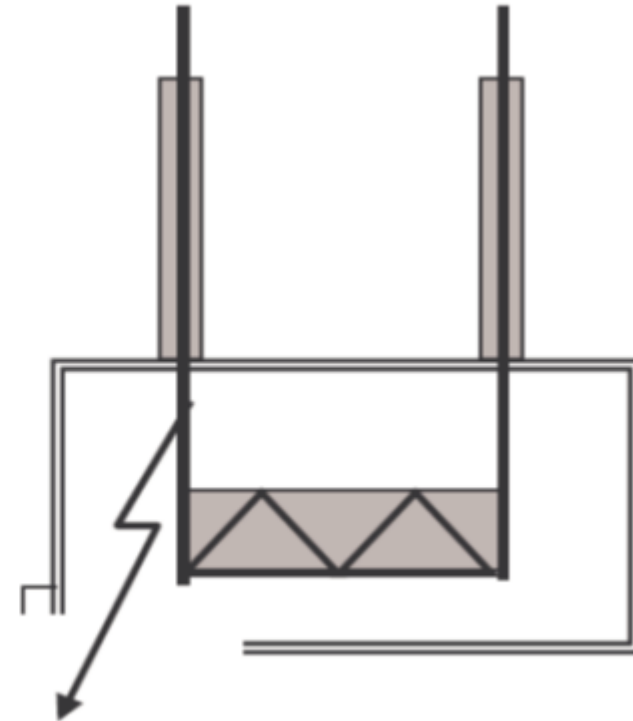
Základní principy ochran před úrazem el. proudem

Poruchy při provozu elektrických zařízení.



Přístupná vodivá část se stala
nebezpečně živou

(v důsledku poruchy základní izolace)



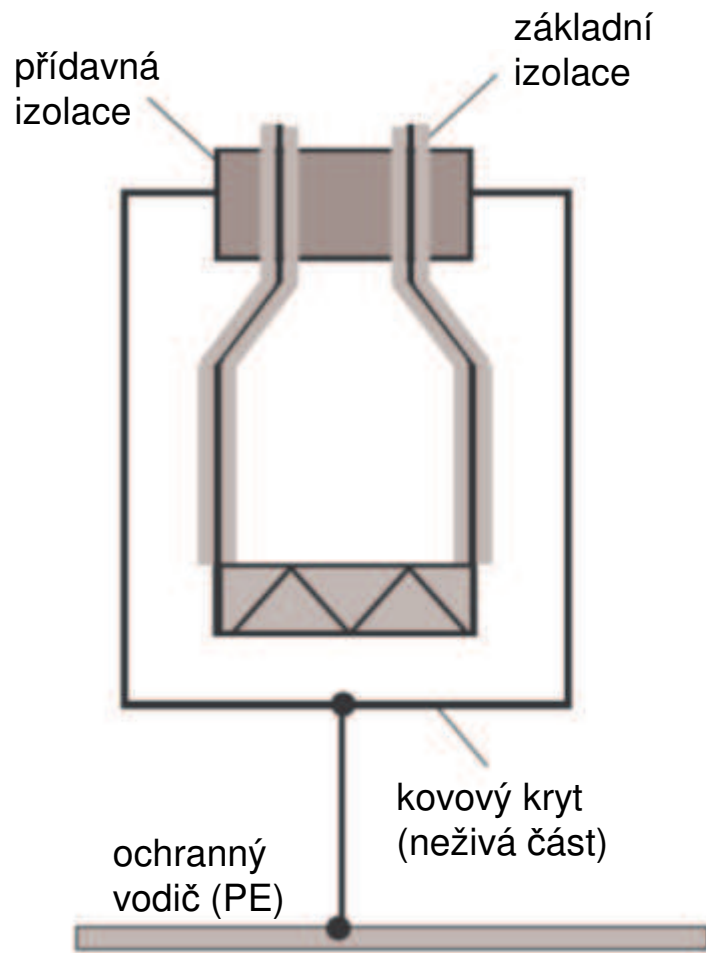
Nebezpečná živá část se stala
přístupnou

(například v důsledku poškození
krytu)

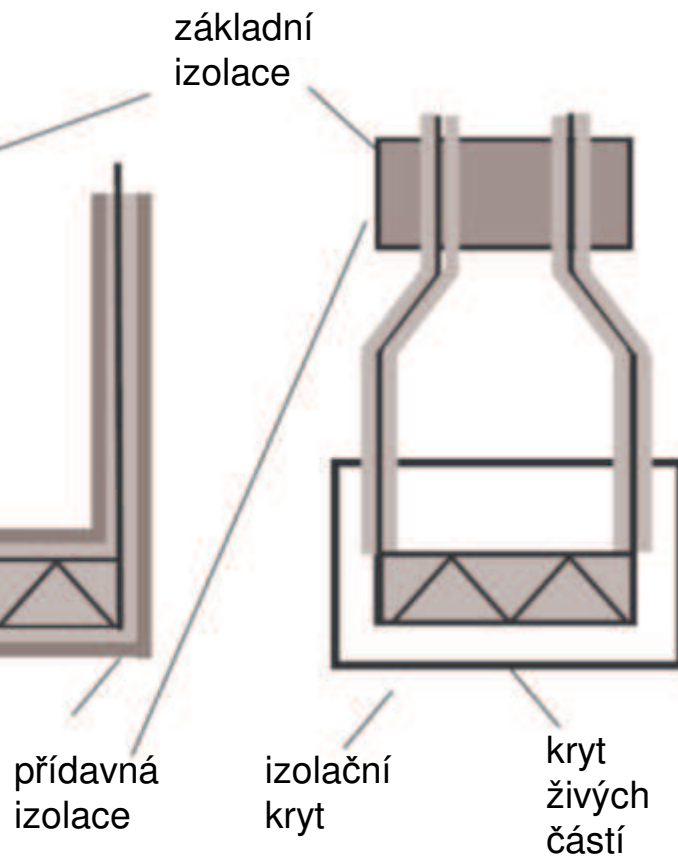
Základní principy ochrany před úrazem el. proudem

Příklady zajištění ochrany při poruše.

a) ochranným pospojováním



b) přídavnou izolací



Základní principy ochran před úrazem el. proudem

Ochranu před úrazem el. proudem lze v síti nn realizovat:

- Zamezením dotyku se živou částí,
- Omezení proudu / náboje na bezpečnou hodnotu,
- Včasným automatickým odpojením od zdroje.
- Snížením dotykového napětí pod konvenční mez.

Za bezpečná napětí se považují napětí nepřevyšující hodnotu				
	střídavá		stejnoseměrná	
	působící			
v prostorech	trvale (živé části)	krátkodobě (neživé části při poruše)	trvale (živé části)	krátkodobě (neživé části při poruše)
normálních a nebezpečných	25	50	60	120
zvláště nebezpečných		12		25

Základní principy ochran před úrazem el. proudem

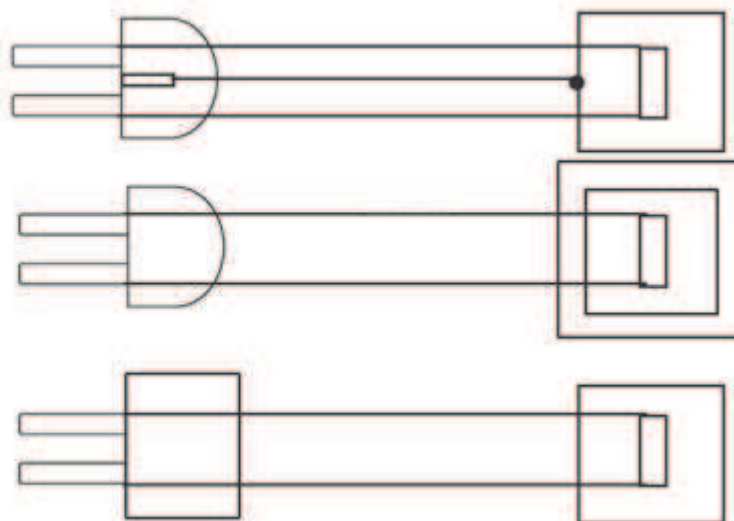
Třídy ochran elektrických zařízení

Třída I: pouze základní izolace, musí být vyvedena a připojena ochranná svorka (žehlička, počítač, motor),

Třída II: základní a ochranná izolace, netřeba další ochrany,

Třída III: napájení bezpečným malým napětím, netřeba další ochrany.

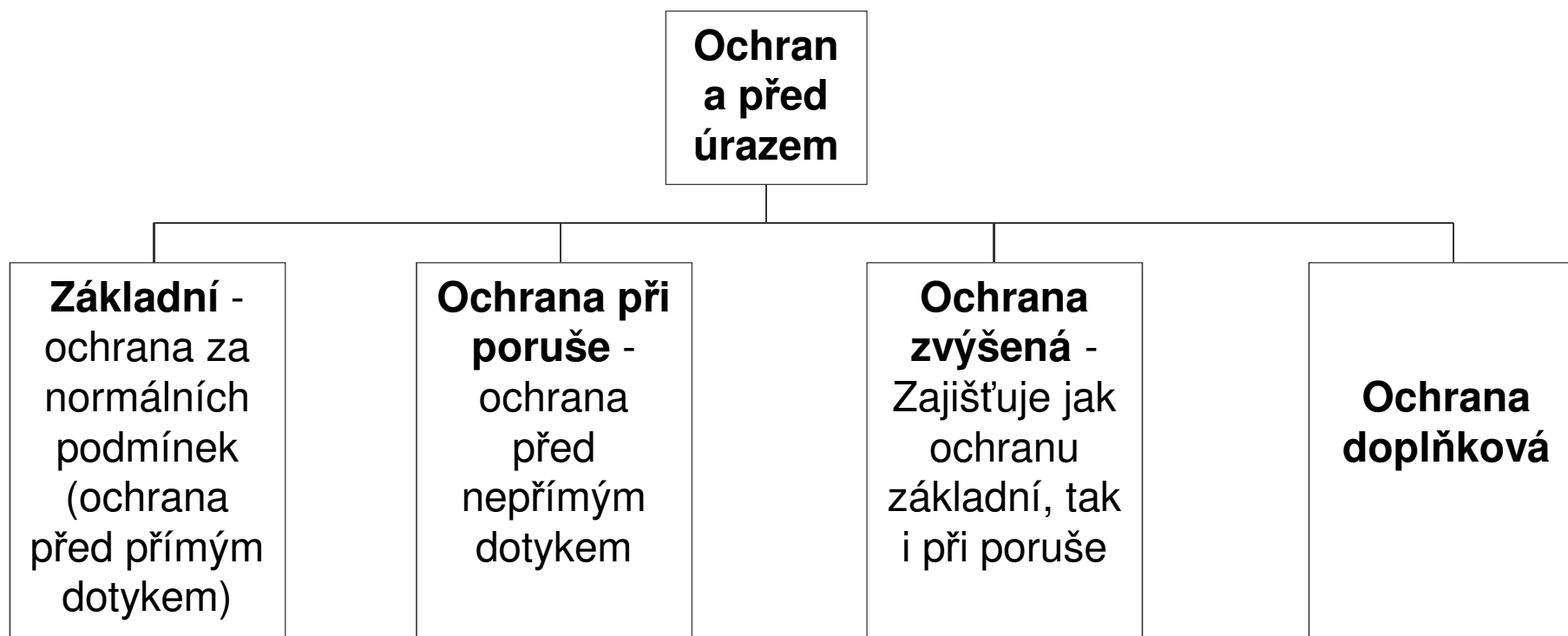
třída	značka
I	
II	
III	



Základní principy ochrany před úrazem el. proudem

Pro splnění požadavku základního pravidla je ochrana rozdělena na:

Pro splnění požadavku základního pravidla je ochrana rozdělena na:



Celkově se ochrana zajistí kombinací ochrany základní a ochrany při poruše, nebo použitím ochrany zvýšené.

Ve zvlášť stanovených případech se použije ochrana doplňková (RCD,DOP)



Základní ochrana

(ČSN 33 2000 – 4 – 41 ed.3, ČSN EN 61140 ed.2)

(dříve ochrana před dotykem živých částí)

- Základní izolací,
- Přepážkami,
- Kryty,

V prostorách přístupných pouze osobám znalým nebo poučeným a osobám pod jejich dozorem navíc:

- Zábranou,
- Polohou,

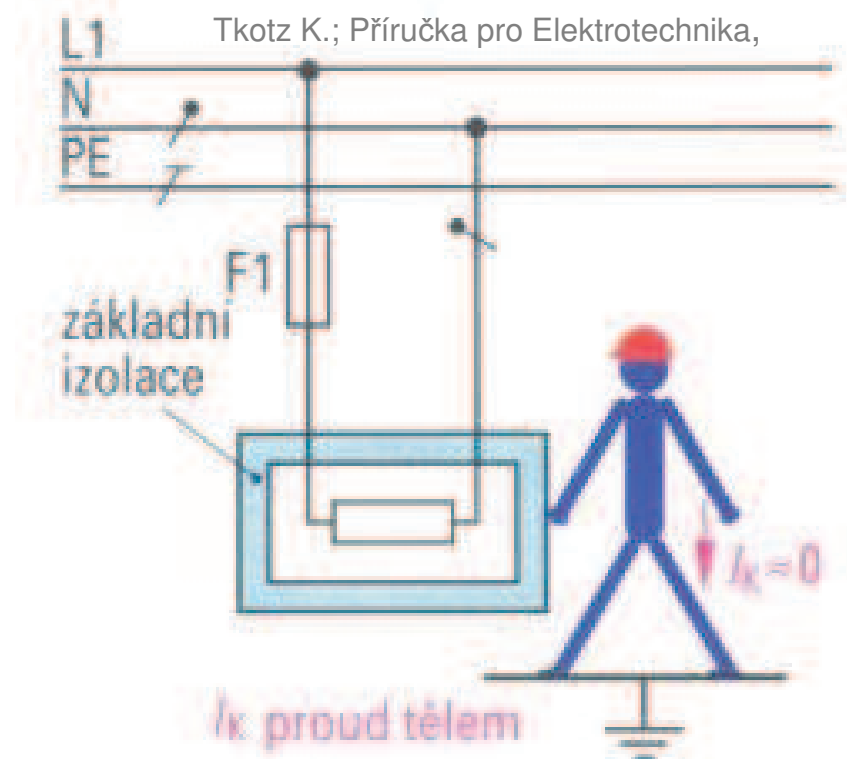
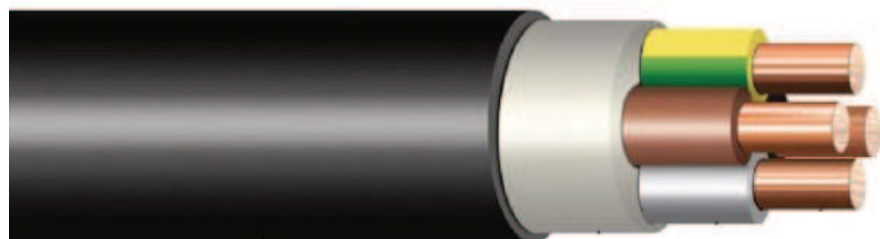
Doplnění podle ČSN EN 61140 ed.2 základní ochrana

- Omezení napětí,
- Omezení ustáleného dotykového proudu a náboje (doporučuje se 0,5mA AC, 2mA DC, náboj - práh vnímání 0,5μC, bolesti 50μC)
- Řízení potenciálu - VN.

II. Základní ochrana

Ochrana izolací živých částí elektrického zařízení

- Požaduje se úplné pokrytí živých částí izolací, kterou lze odstranit pouze jejím zničením.
- Elektrické vlastnosti izolace musí odpovídat výši jmenovitého napětí živých částí. (Například izolace vodičů).



II. Základní ochrana

Ochrana kryty nebo přepážkami

Kryt je část zajišťující ochranu zařízení **před** určitými **vnějšími vlivy** a ve všech směrech ochranu před **dotykem živých částí**. Minimální krytá musí být IP 2X (ochrana před vniknutím těles větších než 12 mm).

Přepážka je část zajišťující ochranu **před dotykem živých částí** z každého obvyklého směru přístupu.

Odstranění krytů nebo přepážek lze pouze pomocí klíče nebo nástroje.



II. Základní ochrana

Ochrana kryty nebo přepážkami

Podle způsobu a místa **použití** elektrického předmětu je vyžadována odpovídající **ochrana** krytím před **dotykem**, **vniknutím** cizího předmětu, prachu a vody.

Příklad – motor s krytím
stupně **IP 44**

IPXXM - zkoušeny škodlivé účinky
vniklé vody, jsou-li pohyblivé
části zařízení v pohybu -
příkladem může být rotor motoru

IPXXS – viz předchozí, jsou-li
pohyblivé části zařízení v klidu



II. Základní ochrana

Ochrana zábranou

Zábrana je část, **bránící nahodilému dotyku** živých částí, avšak nebrání dotyku živých částí záměrnou činností (např. zabránění přístupu k těmto částem a pod.).



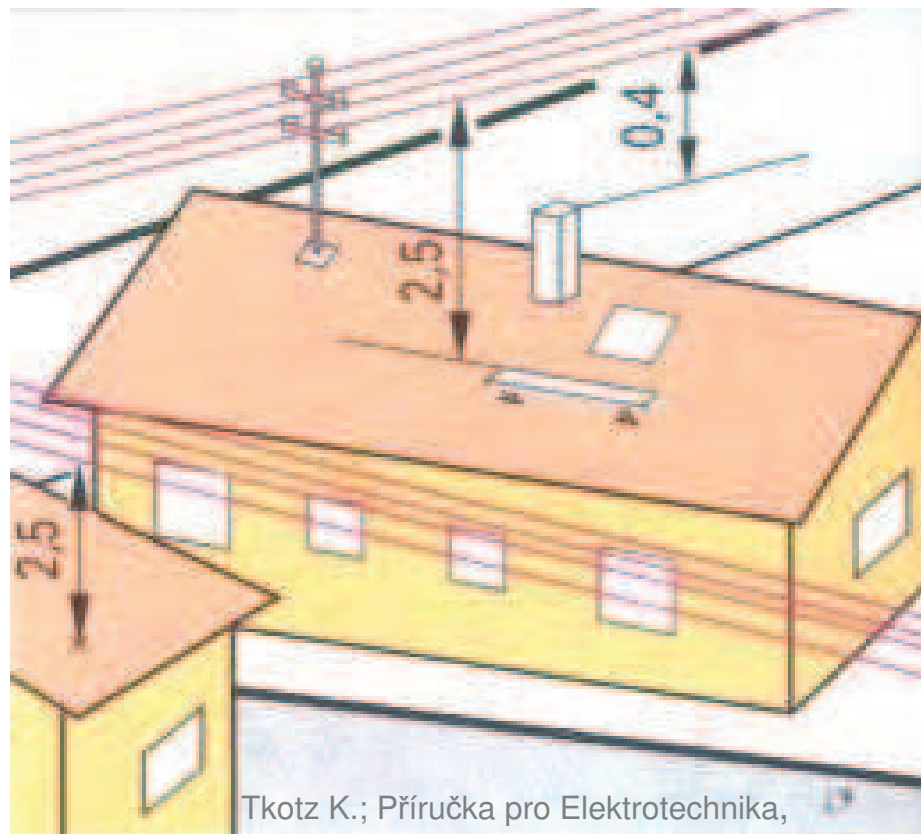
II. Základní ochrana

Ochrana polohou

Při ochraně **polohou** jsou nebezpečné živé části **umístěny mimo dosah** a brání pouze nahodilému dotyku např. volné vedení.

Účelem je zabránění:

- u nn instalací, systémů, sítí a EZ nahodilému **současnému dotyku** vodivých částí, mezi nimiž může být nebezpečné napětí,
- u vn instalací, systémů, sítí a EZ nahodilému **vniknutí do zóny** nebezpečí.



II. Prostředky základní ochrany

dle ČSN EN 61 140 ed.2

Omezení ustáleného dotykového proudu a náboje

musí **chránit** osoby nebo hospodářská zvířata, aby nebyly vystaveny působení ustáleného dotykového proudu a náboje o takových hodnotách, že by mohly být **nebezpečné nebo citelné**.

Ochranné opatření, při kterém je ochrana zajištěna

I. napájením obvodu:

- a) ze zdroje omezeného proudu (doporučen ustálený proud **0,5mA**(AC), **2mA**(DC), možno zvýšit na **3,5mA**(AC), **10mA**(DC)),
- b) přes ochrannou impedanci (práh bolesti **50μC**, jinak náboj **5μC**, práh vnímání **0,5μC**),
(zdravotnické elektrické přístroje mohou vyžadovat jiné meze).

II. Ochrana při poruše

(Ochrana před nebezpečným dotykem neživých částí)

Ochrana při poruše musí být tvořena jedním nebo více prostředky, které na základní ochraně nezávisí ani ji nedoplňují:

- přídatná izolace,
- ochranné pospojování,
- ochranné stínění,
- ochrana automatickým odpojením od zdroje,
- jednoduché oddělení (obvodů),
- řízení potenciálu.

Tam, kde je provoz instalace řízen osobou znalou nebo pod jejím dozorem se používá navíc:

- ochrana nevodivým okolím,
- ochrana elektrickým oddělením pro napájení více než 1 spotřebiče,
- ochrana neuzemněným místním pospojováním.

Tam, kde je to určeno se navíc použije: proudový chránič s rozdílovým (reziduálním) proudem $I_{\Delta n} \leq 30 \text{ mA}$.

II.

Ochrana při poruše

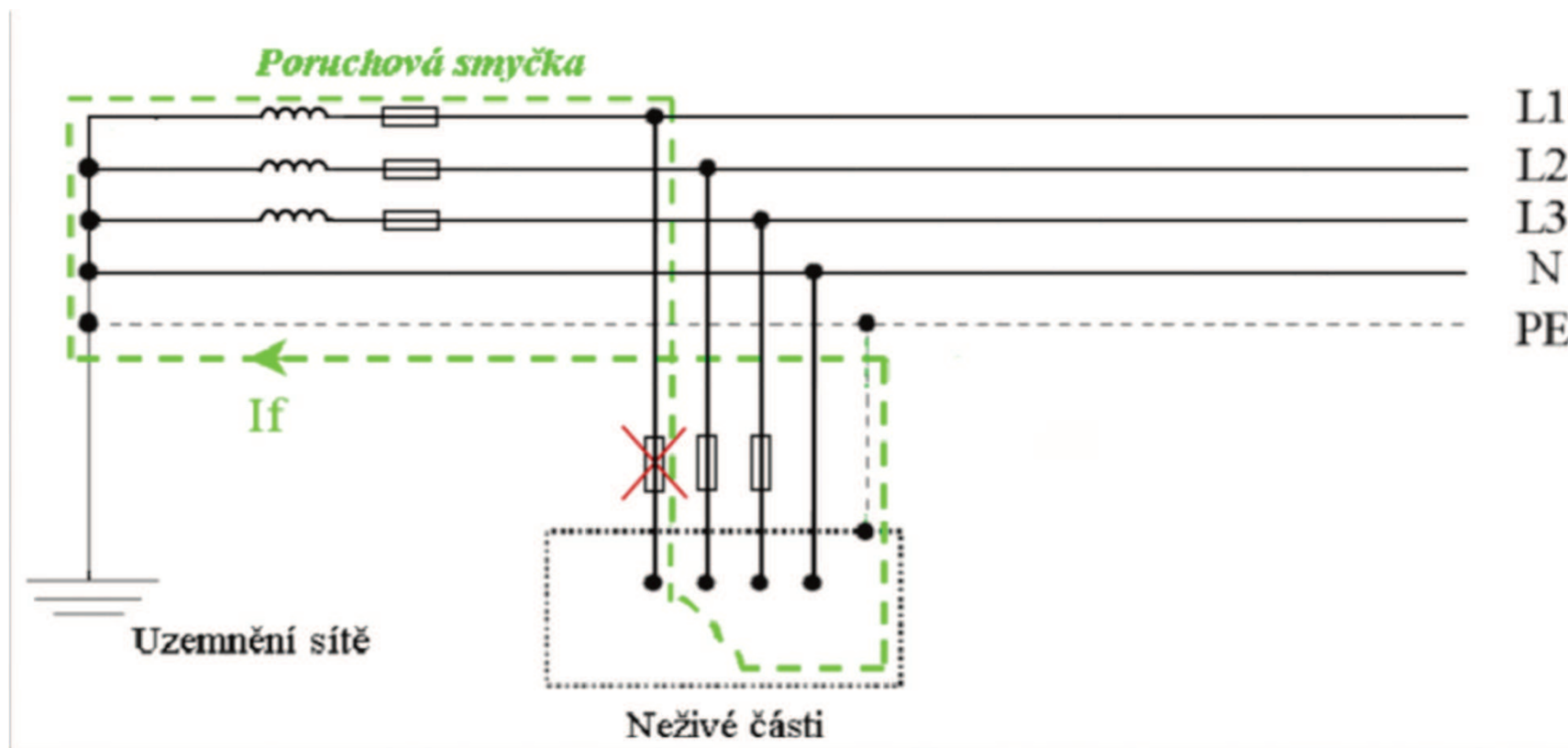
Ochrana automatickým odpojením od zdroje

Pro automatické (samočinné) odpojení od zdroje:

- je zajišťována jistíci prvky – pojistka, jistič,
- musí být zaveden systém ochranného pospojování, a
- ochranný přístroj uváděný do činnosti poruchovým proudem musí v případě poruchy základní izolace odpojovat jeden nebo více fázových vodičů napájejících zařízení, síť nebo instalaci.

II. Ochrana při poruše

Ochrana automatickým odpojením od zdroje



Porucha se projeví vysokým proudem omezeným jen malou impedancí ochranné smyčky, ochranný přístroj (pojistka, popř. jistič) reaguje prakticky okamžitě – automatické odpojení od zdroje.

II. Ochrana při poruše

Ochrana automatickým odpojením od zdroje

- Ochranný přístroj musí přerušit poruchový proud v době stanovené na základě ČSN IEC 60479-1.
- Pro nízkonapěťové instalace závisí doba, která má být stanovena, na předpokládaném dotykovém napětí vzniklém na ochranném pospojování.

Tabulka 41.1 – Maximální doby odpojení

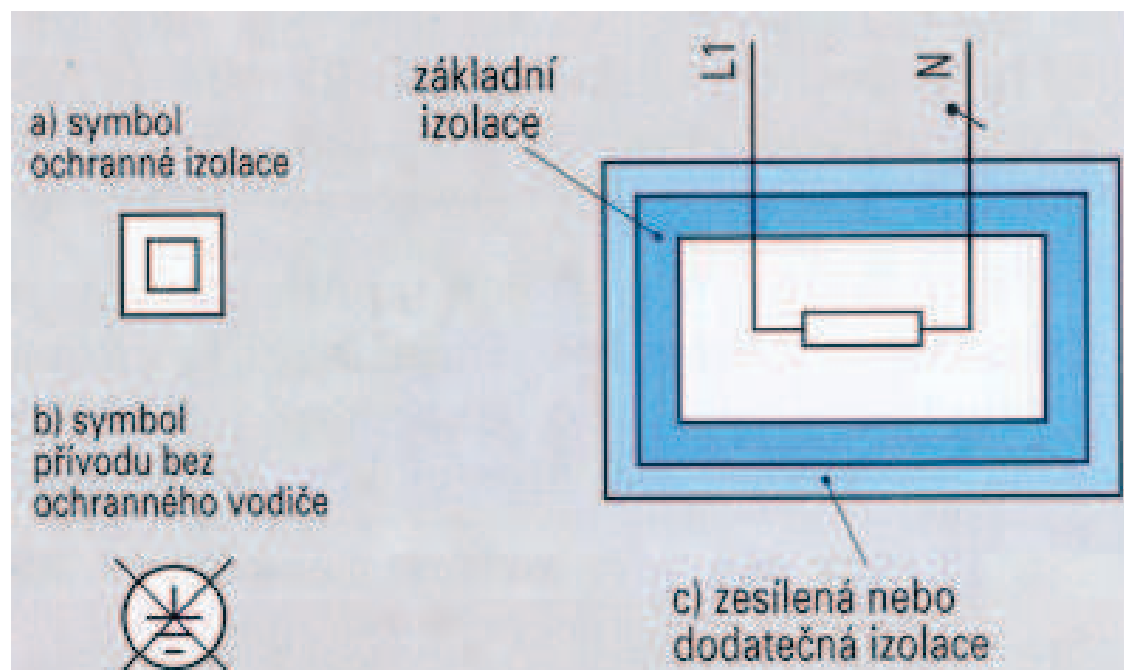
Síť	$50 \text{ V} < U_o \leq 120 \text{ V}$		$120 \text{ V} < U_o \leq 230 \text{ V}$		$230 \text{ V} < U_o \leq 400 \text{ V}$		$U_o > 400 \text{ V}$	
	s		s		s		s	
	AC	DC	AC	DC	AC	DC	AC	DC
TN	0,8	Poznámka 1	0,4	5	0,2	0,4	0,1	0,1
TT	0,3	Poznámka 1	0,2	0,4	0,07	0,2	0,04	0,1

II. Ochrana při poruše

Přídavná izolace

Použití zařízení tř. II nebo s rovnocennou izolací

Ochranná izolace (dvojitá) **zabrání** při poškození základní izolace **proniknutí nebezpečného napětí** na vodivé části spotřebiče, kterých je možné se dotknout. izolace základní (1250V zkušební napětí) je doplněna izolací přídavnou (stejná nebo lepší než základní izolace 2500V zkušební napětí).



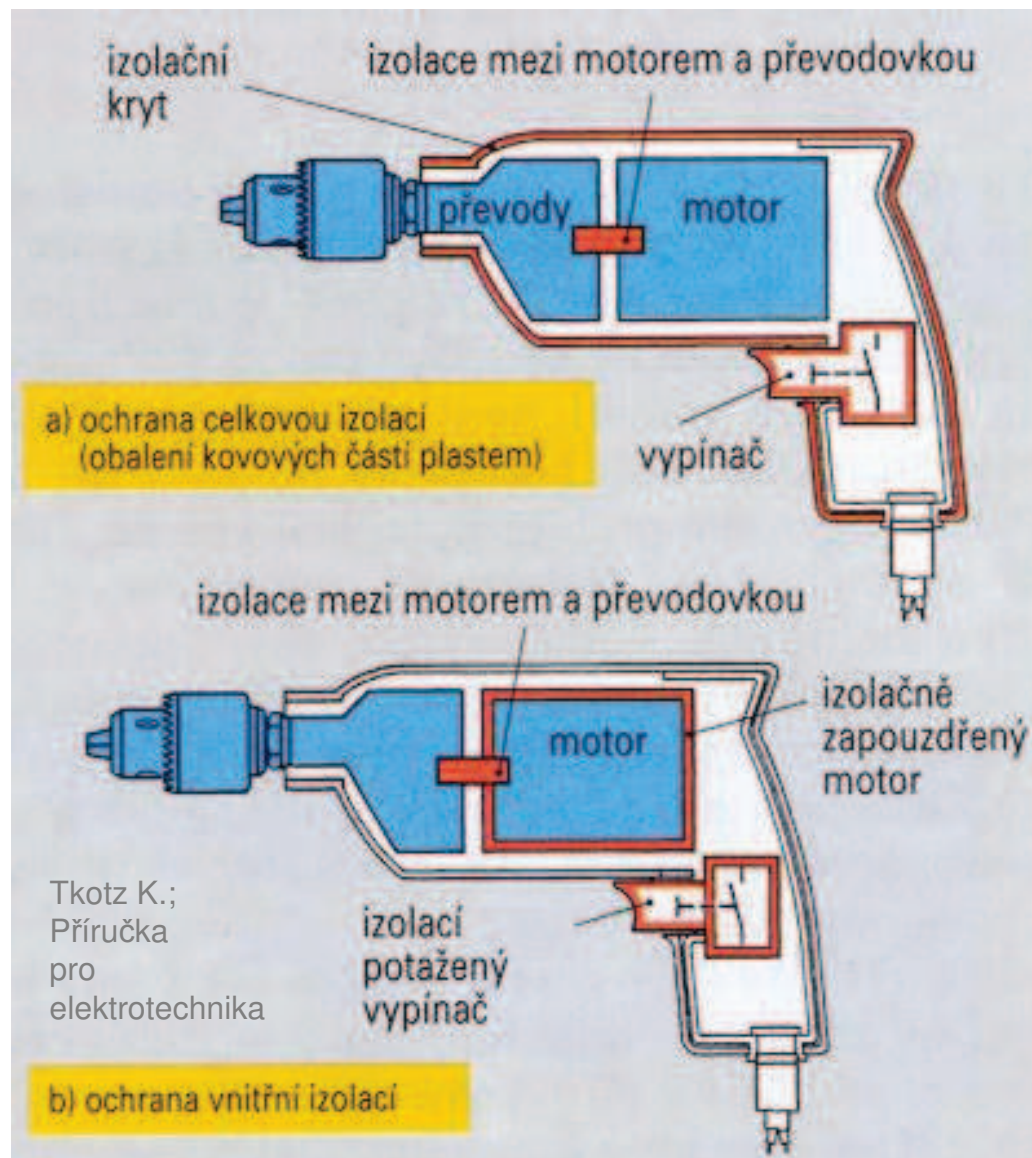
II. Ochrana při poruše

Ochrana dvojitou nebo zesílenou izolací

Použití zařízení tř. II nebo s rovnocennou izolací

Při ochranné izolaci (ochranná třída II) jsou všechny části přístupné dotyku, které by mohly při poruše vést proud, opatřeny základní izolací a přídatnou izolací.

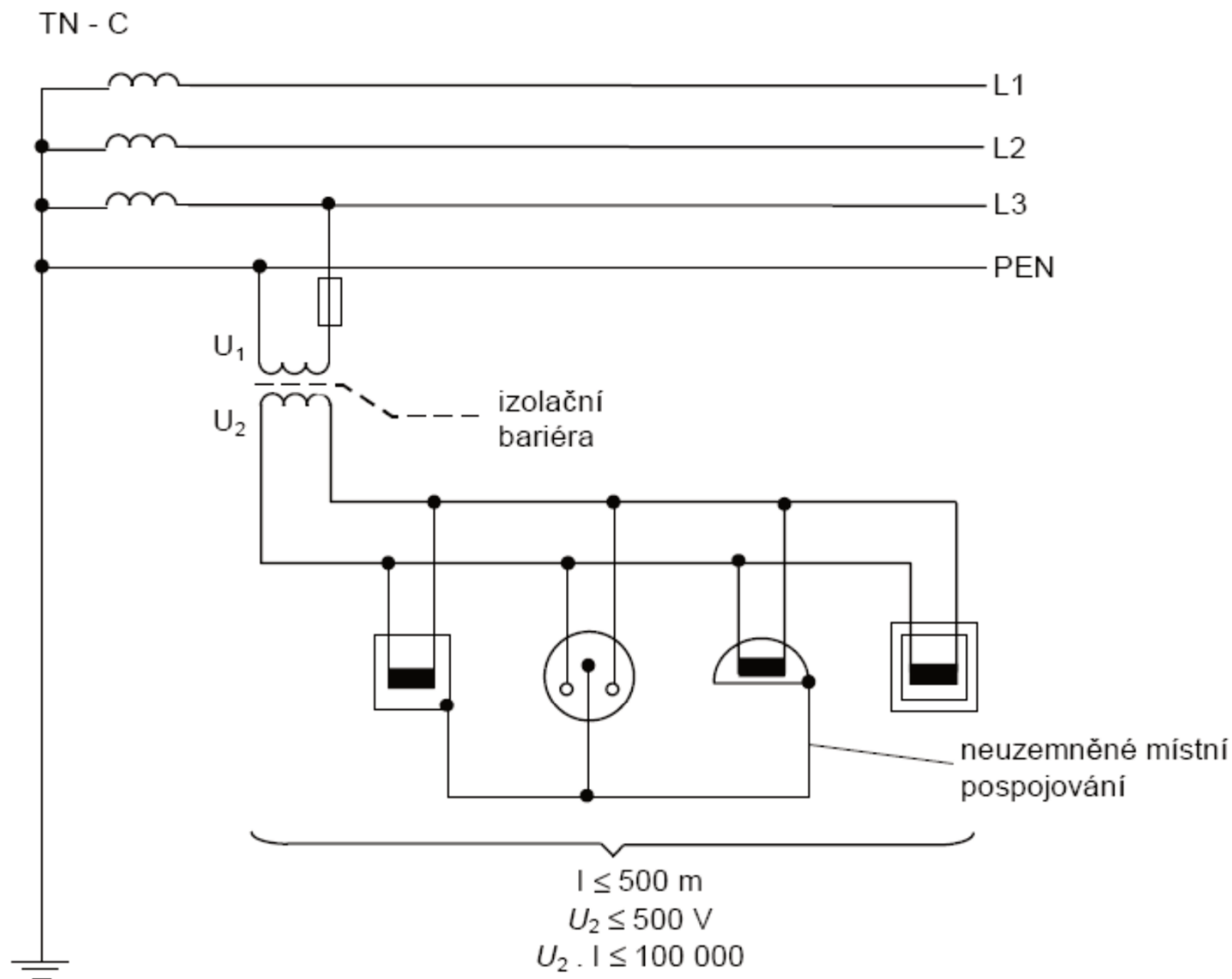
Provedení ochranné izolace vrtačky.



II.

Ochrana při poruše

Ochrana elektrickým oddělením



Obr.č.7 Schéma a podmínky ochrany elektrickým oddělením

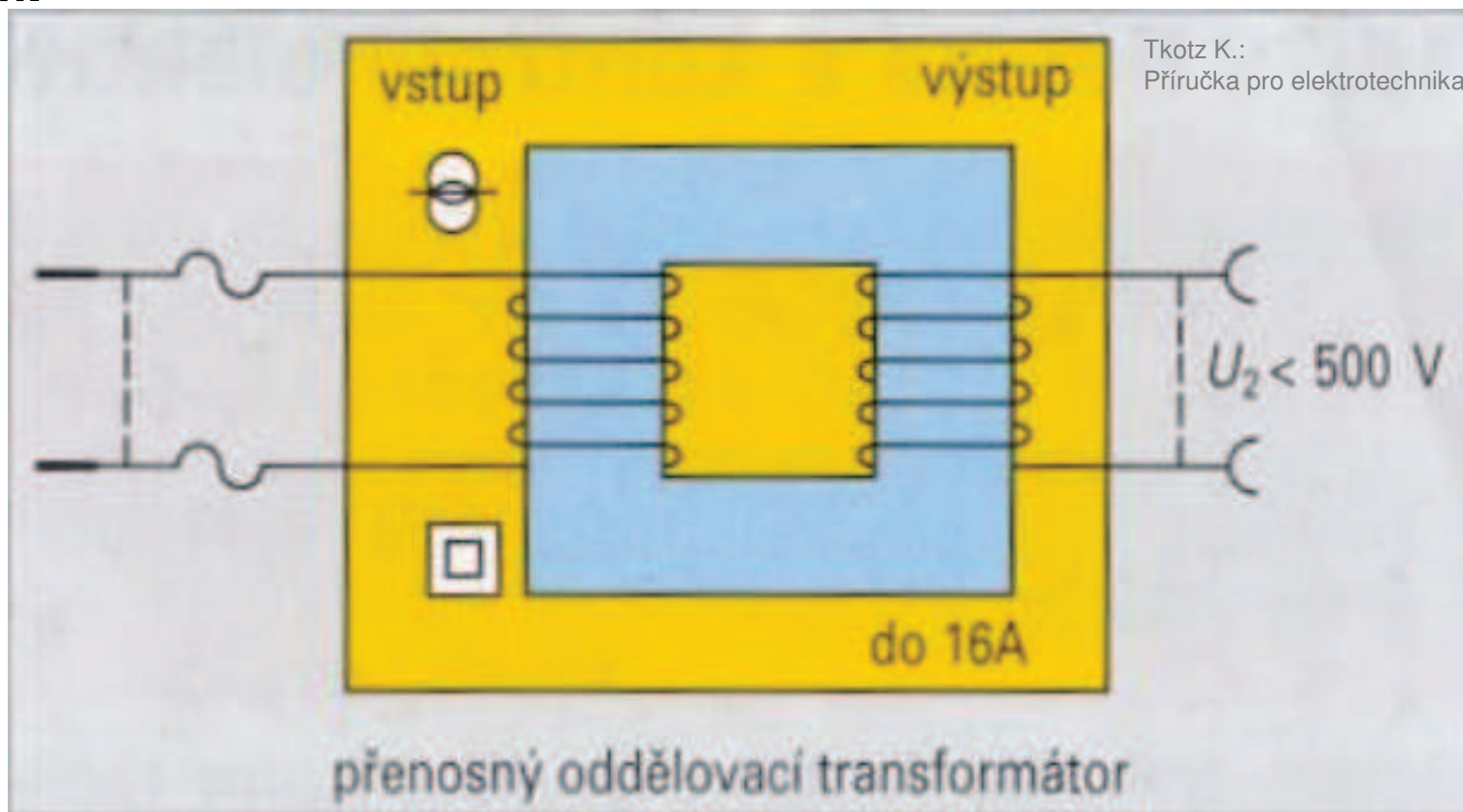
II.

Ochrana při poruše Ochrana elektrickým oddělením

Při použití laickou obsluhou pro napájení 1 spotřebiče.

Při použití osobou znalou i k napájení více než 1 spotřebiče.

Doporučuje se součin napětí a délky < 100.000 V.m, délka rozvodu do 500 m.

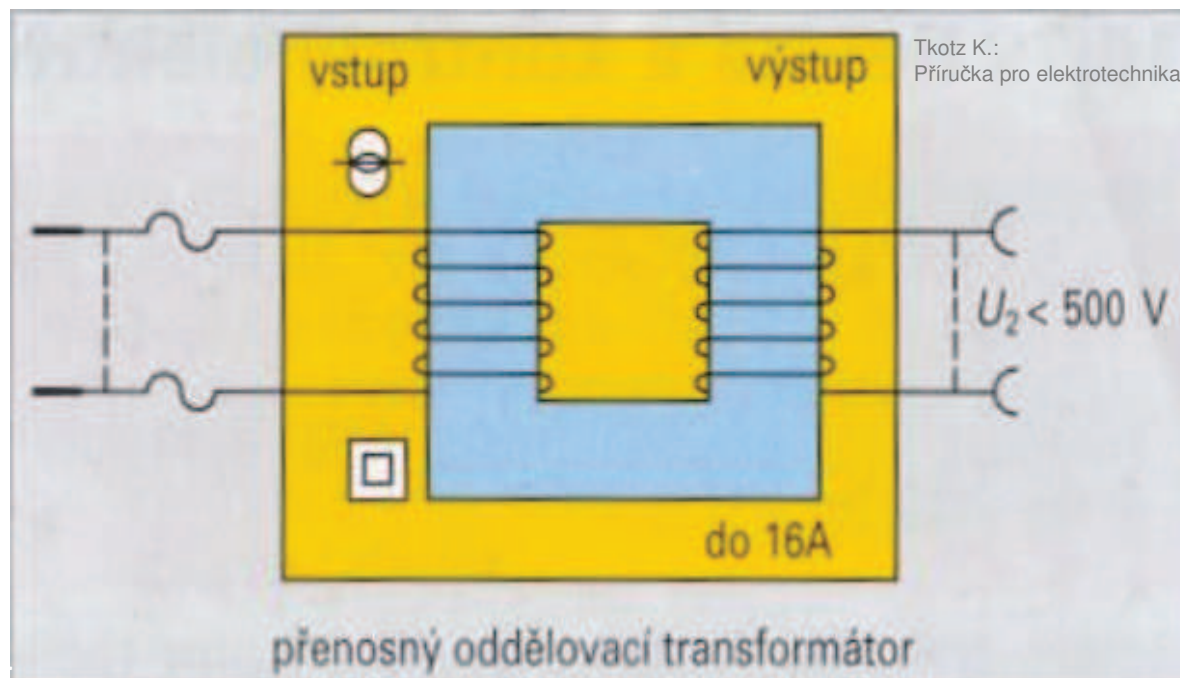


II.

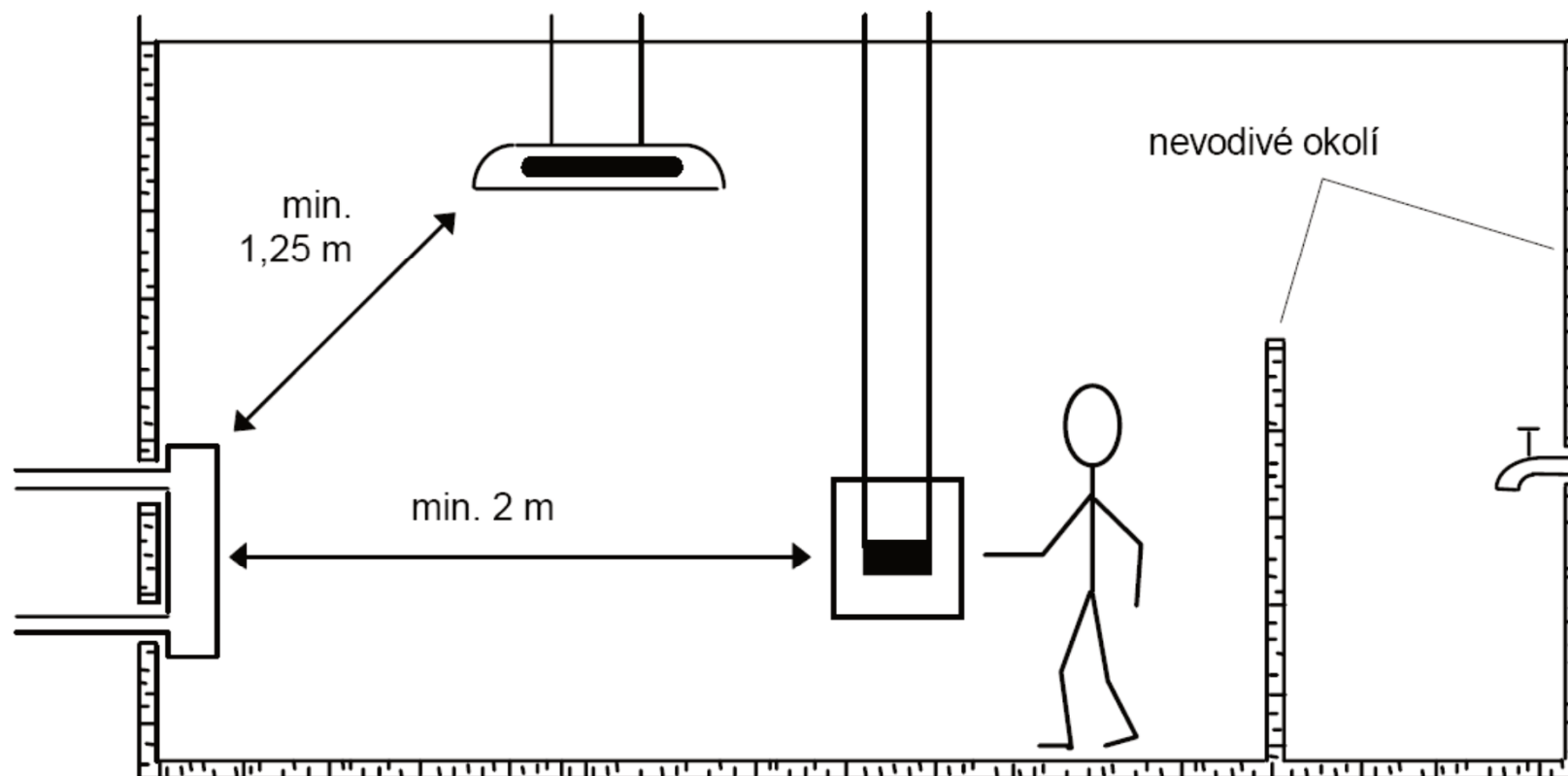
Ochrana při poruše Ochrana elektrickým oddělením

Podmínky:

- zvlášť kladen důraz na kvalitu základní izolace,
- napájení ze zdroje napětí do 500 V,
- živé části nesmí být přímo nebo nepřímo spojeny se zemí a ochranným vodičem,
- neživé části nesmí být spojeny s ochranným vodičem, resp. zemí,
- při napájení více spotřebičů – nutné neuzemněné pospojování izolovanými vodiči.



II. Ochrana nevodivým okolím (Tř.0)



Obr.č.6 Ochrana nevodivým okolím, znázornění podmínek

Nesmí být v blízkosti PE vodič, zařízení třídy I., kovové uzemněné části (radiátor). Musí být splněny odpory podlah, stěn. (impedance proti zemi alespoň – 50 k Ω , do 500V (AC nebo DC); – 100 k Ω nad 500V (AC nebo DC) do 1000V AC nebo 1500V DC (AC hodnoty jsou pro kmitočty do 100 Hz).)

Jen pro řízení nebo obsluhu osoby znalé, jinak v ČR zakázáno.

II.

Zvýšená ochrana

Prostředky zvýšené ochrany musí zajišťovat jak základní ochranu, tak ochranu při poruše:

- Zesílená izolace - jako dvojitá izolace (základní izolace a přídavná izolace).
- Ochranné oddělení obvodů.
- Zdroj omezeného proudu.
- Ochranná impedance.

II. Doplňková ochrana proudovým chráničem

Technické parametry proudových chráničů

Počet pólů : 2 nebo 4,

Jmenovitý proud kontaktů:

$I_n = 16, 25, 40, 63, 80, 100A,$

Jmenovitý reziduální proud:

$I_{\Delta n} = 10, 30, 100, 300, 500mA,$

Jmenovité napětí: $U_n = 230/400V,$

Vypínací doba:

jednotky až stovky ms.

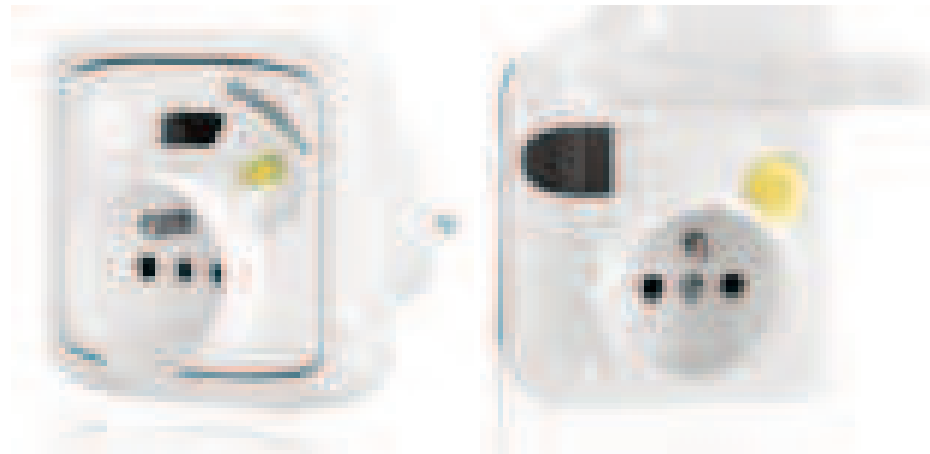
Proudový chránič s rozdílovým
(reziduálním) proudem

$I_{\Delta n} = 30 \text{ mA}$ chrání uživatele

před přímým dotykem

živých částí a před nepřímým

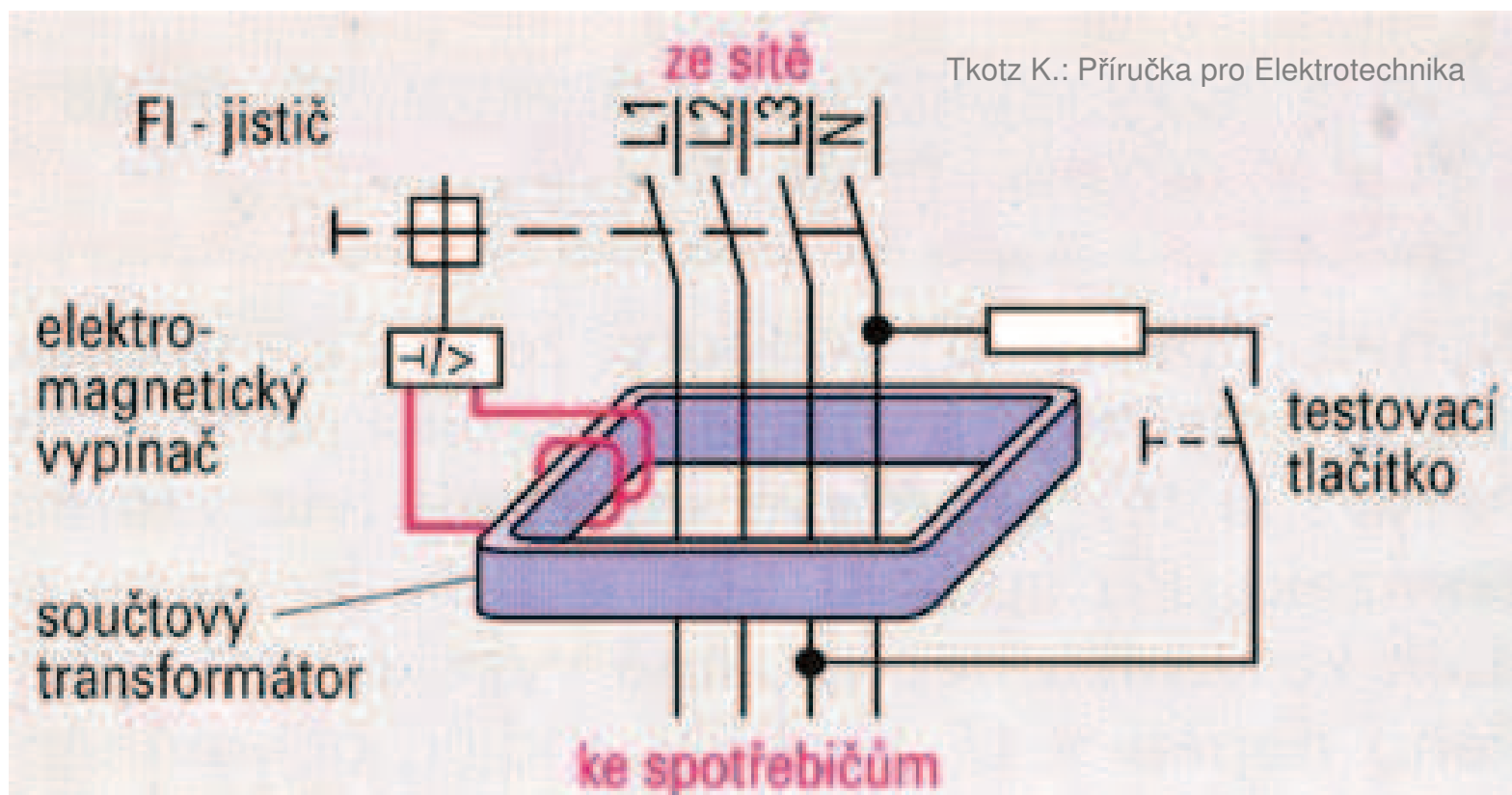
dotykem, tj. dotykem neživých
částí.



II. Doplnková ochrana proudovým chráničem

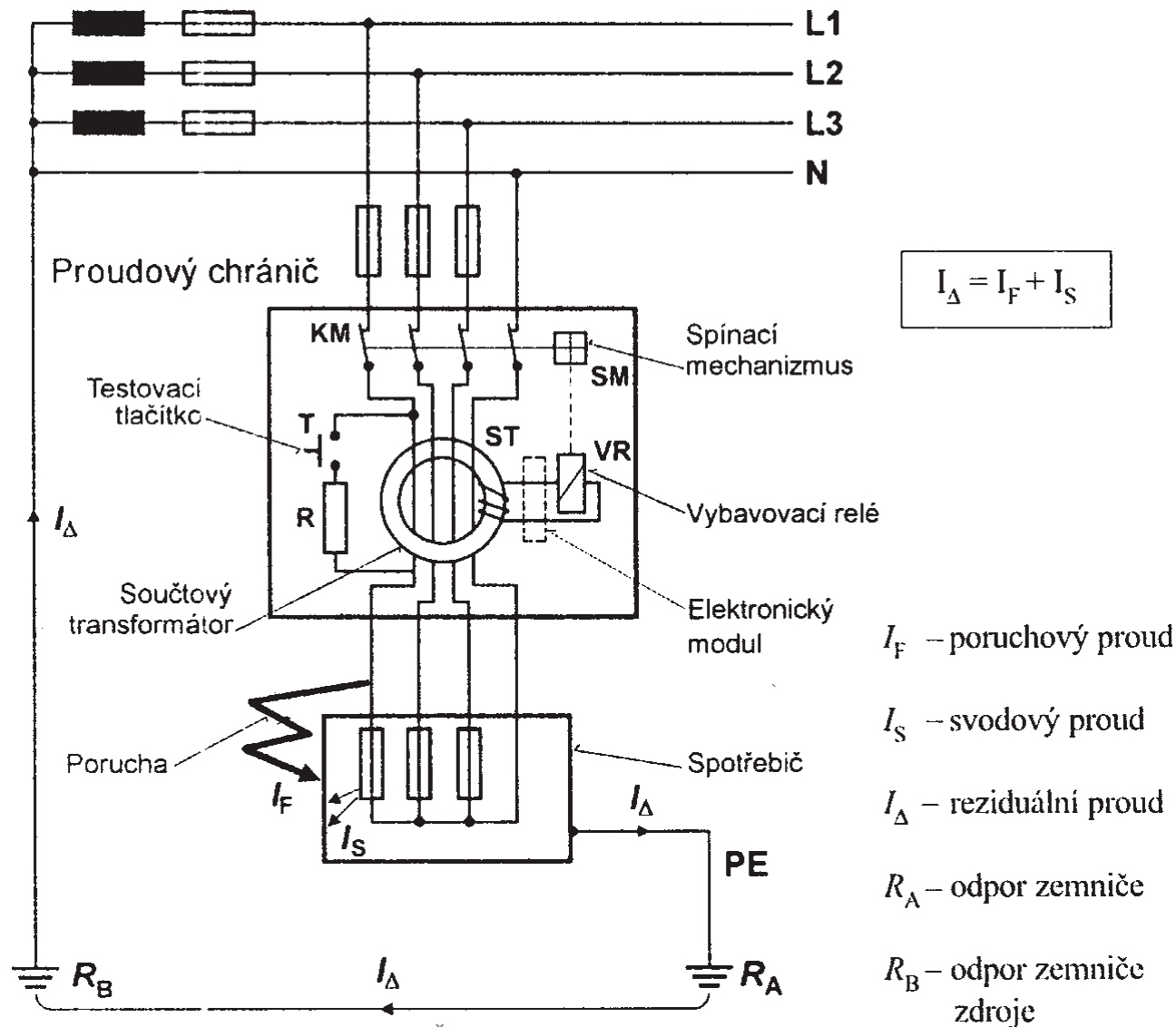
Hlavní části

- součtový proudový transformátor,
- citlivé relé,
- spínací mechanismus.



II. Doplnková ochrana proudovým chráničem

Zapojení a princip činnosti proudového chrániče v síti TT, TN a IT

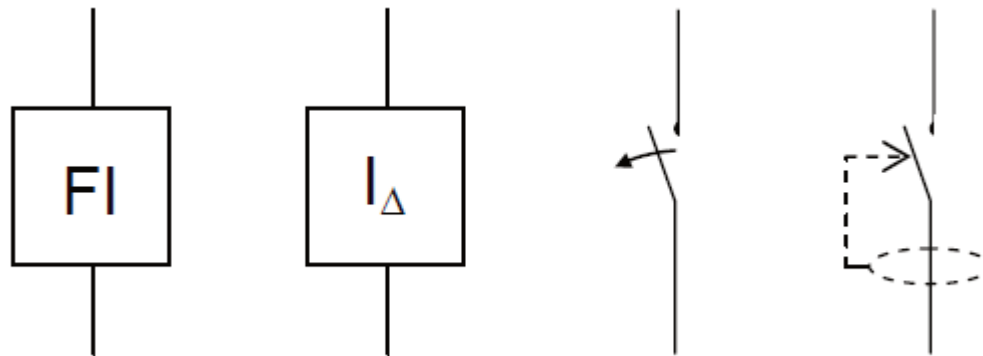


Štěpán F.; Proudové chrániče.

II. Doplnková ochrana proudovým chráničem

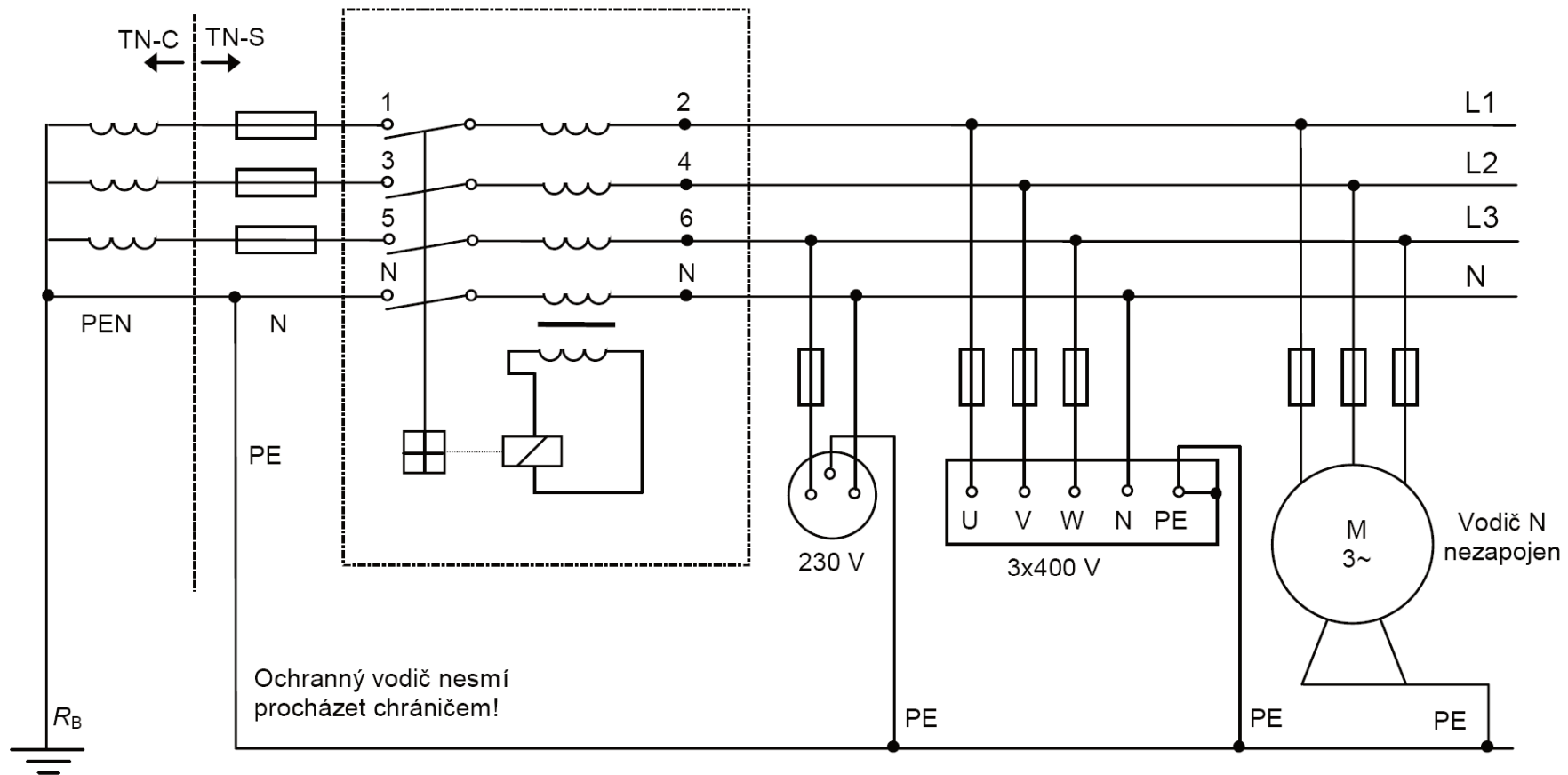
Proudový chránič:

- z podstaty **nejistí** před zkratem a přetížením,
- **nelze** použít v síti **TN-C**. (PEN vodič),
- **musí odpínat všechny** pracovní vodiče (i vodič N), obvodem proudového chrániče musí procházet všechny pracovní vodiče
- **nelze použít jako samostatnou ochranu** před úrazem el. proudem, je nutné uplatnit ochranné opatření "automatické odpojení od zdroje" nebo "dvojitá nebo zesílená izolace" nebo "elektrické oddělení,,,"
- s rozdílovým proudem $I_{\Delta n} = 30 \text{ mA}$ chrání uživatele před přímým dotykem živých částí a před nepřímým dotykem tj. dotykem neživých částí,
- Obvodem proudového chrániče nesmí procházet ochranný vodič PE.



Používané schematické značky pro proudové chrániče.

II. Doplnková ochrana proudovým chráničem



Obr.č.4 Příklad zapojení proudového chrániče v síti TN-C - S

II. Doplnková ochrana proudovým chráničem

Proudový chránič 30 mA:

- Všechny zásuvky ovládané laiky.
- Venkovní instalace (mobilní zařízení i zásuvky) s proudem do 32 A.
- Umývací prostory a prostory s výskytem vody.
- Světelné obvody pro samostatnou domácnost (v bytech a objektech určených k ubytování osob - všechny formy trvalého nebo dočasného ubytování osob)

Proudový chránič 100 mA:

- Trojfázové zásuvky připojené na obvod s jištěním 32 A a více doplňkovou ochranu tvořenou proudovým chráničem s vybavovacím reziduálním proudem 100 mA.

Proudový chránič 300 mA:

- Je-li konstrukce rodinného domu či bytu zcela či částečně z hořlavého materiálu - pak přívod musí mít doplňkovou ochranu tvořenou proudovým chráničem s vybavovacím reziduálním proudem nepřekračujícím 300mA

II. Doplňková ochrana ochranným pospojováním

Ochranný vodič – PE (ČSN 33 2000 5 – 54 ed.2)

Samozřejmostí je správný průřez ochranného vodiče a jeho řádné spojení se zemí a to nejen pro funkci proudového chrániče:

- Pro průřezy pracovních vodičů **do 16mm²** je průřez ochranného vodiče **PE stejný** jako fázový vodič.
- Pro průřezy pracovních vodičů **od 16mm² do 35mm²** má ochranný vodič **PE průřez 16mm²**.
- Pro průřezy pracovních vodičů **od 35mm²** má ochranný vodič **PE** hodnotu průřezu **polovinu** hodnoty průřezu fázového vodiče.
- Ochranné vodiče PE nesmějí mít průřez menší než **2,5 mm²** (chráněn před mechanickým poškozením) resp. **4mm²** (není chráněn před mechanickým poškozením).

II. Ochranná opatření

jsou kombinacemi ochranných prostředků základní ochrany a ochrany při poruše, které zajišťují kompletní ochranu zařízení.

Jsou to především:

- ochrana automatickým odpojením od zdroje,
- ochrana dvojitou nebo zesílenou izolací,
- ochrana pospojováním,
- ochrana elektrickým oddělením,
- ochrana nevodivým okolím,
- ochrana SELV,
- ochrana PELV,
- ochrana omezením ustáleného proudu a náboje.

II. 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

NA.4 Meze bezpečných malých napětí

Meze bezpečných malých napětí závisí na prostoru, ve kterém je elektrické zařízení umístěno a ve kterém vykonává svou funkci. Tyto meze jsou uvedeny v tabulce NA.3.

Tabulka NA.3 – Bezpečná jmenovitá napětí s ohledem na členění prostorů a na způsob dotyku

Prostory	Dochází-li při obsluze k dotyku částí zařízení	Nejvyšší bezpečná malá napětí živých částí	
		Střídavá ¹⁾	Stejnoseměrná ²⁾
Normální i nebezpečné	živých	25	60
	krytů ³⁾	50	120
Zvlášť nebezpečné	živých	–	–
	krytů ³⁾	12	25 (30)

¹⁾ Jmenovitá efektivní napětí se volí v daném rozsahu tak, aby nebyla překročena uvedená hodnota. Maximální hodnoty pro nesinusový průběh zatím nejsou stanoveny.

²⁾ Stejnoseměrná napětí jsou bez zvlnění. Pojem „bez zvlnění“ se zpravidla definuje jako efektivní hodnota zvlněného napětí nepřesahující 10 % stejnoseměrné složky.

³⁾ Rozumí se krytů izolovaných od živých částí.

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

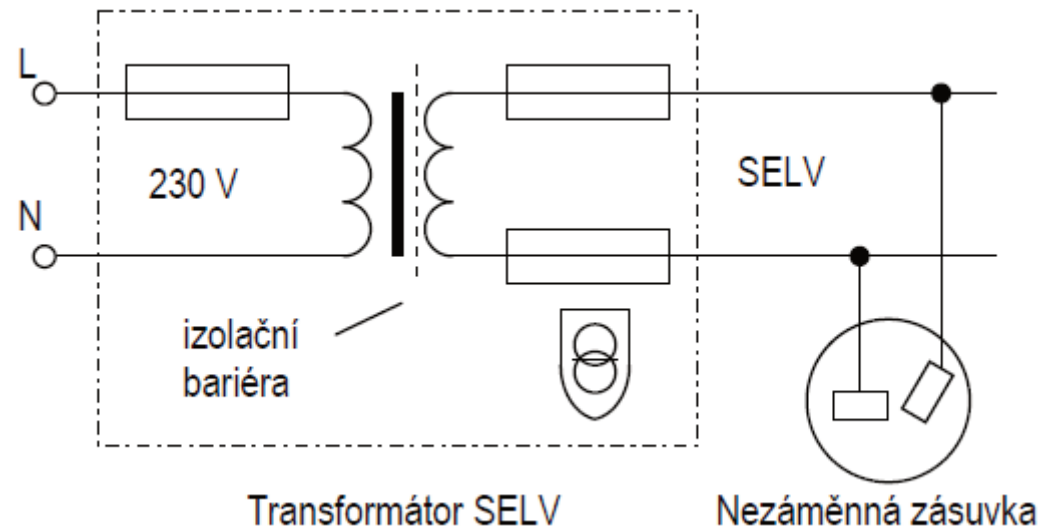
Obvod SELV - musí mít bezpečné malé napětí (dle druhu prostoru) a živé části musí být odděleny spolehlivě elektricky od jiných obvodů

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

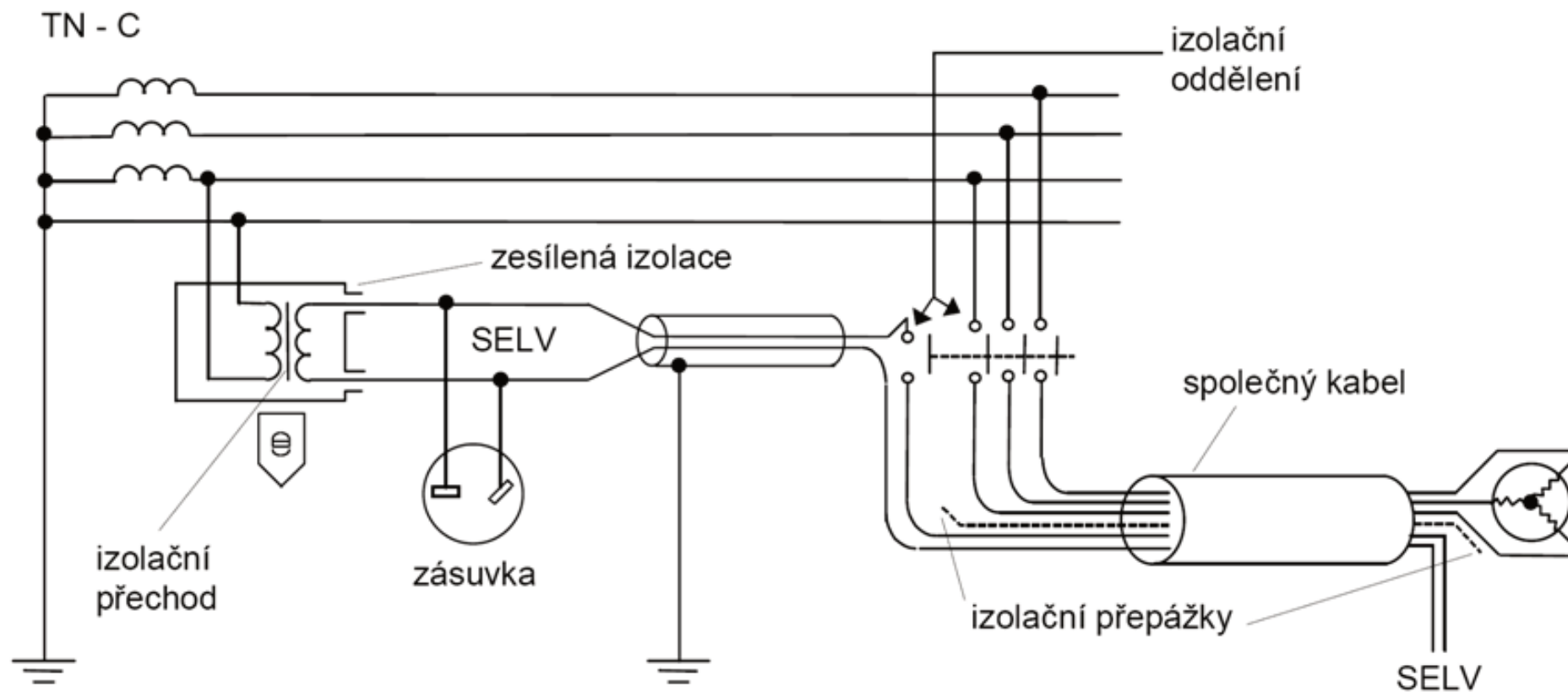
II. Ochranná opatření (ochrana SELV)

Ochranné opatření (SELV – Safety Extra Low Voltage) vyžaduje:

- Jako zdroje pro sítě SELV se mohou použít **bezpečnostní ochranné transformátory**, proudový zdroj, elektrochemický zdroj (např. baterie) nebo jiný zdroj nezávislý na obvodu, mobilní zdroje napájené nízkým napětím.
- **Vidlice nesmí** být možné zasunout do **zásuvek** sítí o **jiném napětí**.
- **Zásuvky** musí **vylučovat** použití **vidlice** pro **jiné napětí**.
- Vidlice a zásuvky v sítích SELV **nesmějí** mít **kontakt** pro ochranný vodič PE.
- **Vodiče** obvodů SELV musí být **prostorově odděleny** od ostatních obvodů.
- **Neživé části** obvodu SELV **nesmí být spojeny se zemí** nebo ochrannými vodiči PE ani s jinými částmi jiných obvodů.



II. Ochranná opatření (ochrana SELV)



Napětí obvodů SELV, PELV v prostorách normálních nesmí přesáhnout hodnotu 50 V střídavé, 120 V stejnosměrné.

II. Ochranná opatření (ochrana PELV)

Ochranné opatření (PELV - Protective Extra Low Voltage) vyžaduje:

- Rozdíl mezi SELV a PELV je v tom, že u obvodů **PELV je jeden pól obvodu (živé části) uzemněný**,
- vidlice PELV se nesmí zasunout do zásuvek SELV anebo do zásuvek s jiným napětím,
- zásuvky a vidlice pro PELV mohou mít kontakt na ochranný vodič PE,
- použití: ovládací a regulační obvody s polovodiči,
- obvody PELV jsou nevhodné tam, kde se EZ dostává do styku s lidským tělem (zdravotnictví).

