

Přepět'ové ochrany elektrických zařízení a datových vedení



Obsah

- Přepětí – vznik, četnost, následky
- Systém přepět'ových ochran sítě NN
- Legislativa
- Jiskřiště, bleskojistky
- Varistorové ochrany
- Ochranné diody
- Ochrana datových linek, antén a dalších vodivých přívodů do objektu

Hlavní část přednášky se zabývá pulzním přepětím

Dlouhotrvající přepětí řeší přepět'ové relé vypínající hlavní stykač

Přepětí

Přepětí - jakékoli napětí s vyšší špičkovou hodnotou než je špičková hodnota nejvyššího ustáleného napětí při normálních podmínkách

Podle doby trvání:

- Trvalé přepětí
 - Dočasné (0,03 s – 1 h)
 - Přechodné přepětí (tisíciny s) – kmitavé nebo nekmitavé
 - Kombinované – kombinace dvou předchozích
- } Řeší přepěťová relé

Pulzní (přechodné) přepětí vzniká při:

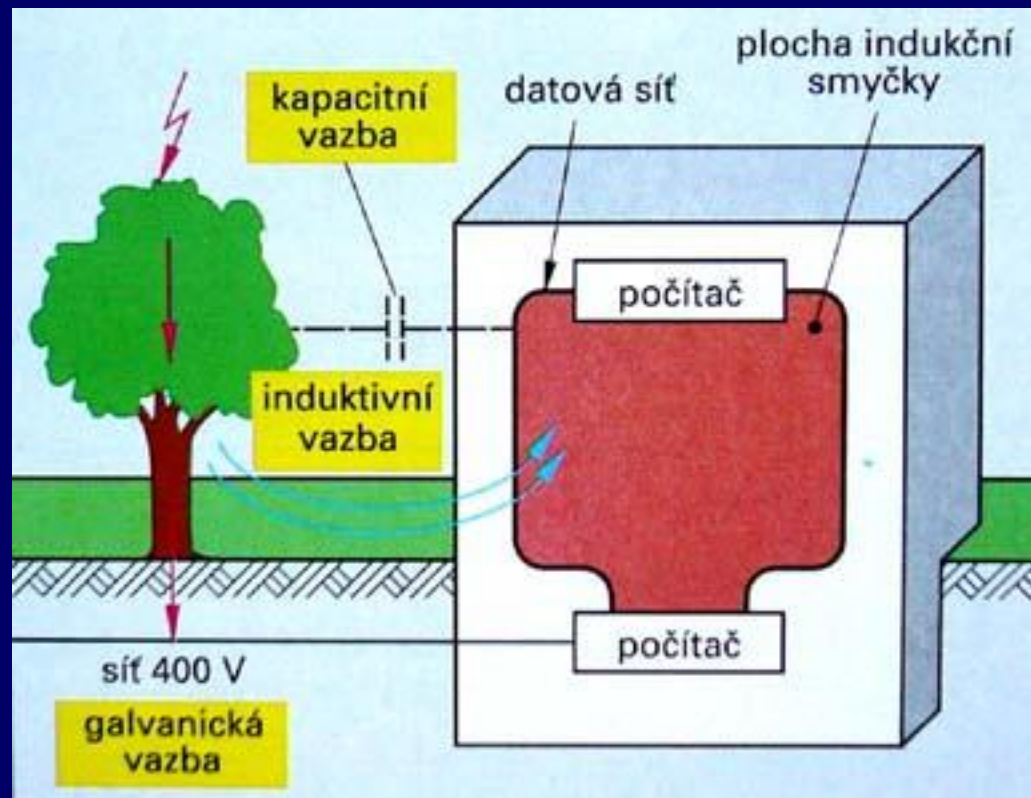
- Atmosférických jevech (blesk) LEMP
- Spínacích jevech SEMP
- Elektrostatickém výboji ESD
- Nukleárním elmag. impulzu NEMP

Rozdělení podle umístění zdroje:

- Příčné (symetrické)
mezi pracovními vodiči
- Podélné (nesymetrické)
mezi pracovním vodičem a zemí

Průnik přepětí do el. obvodu

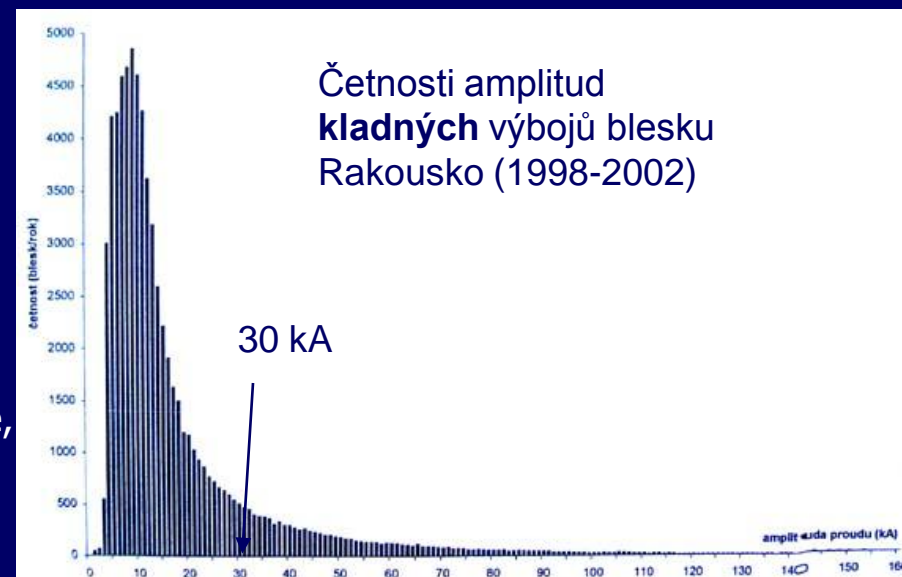
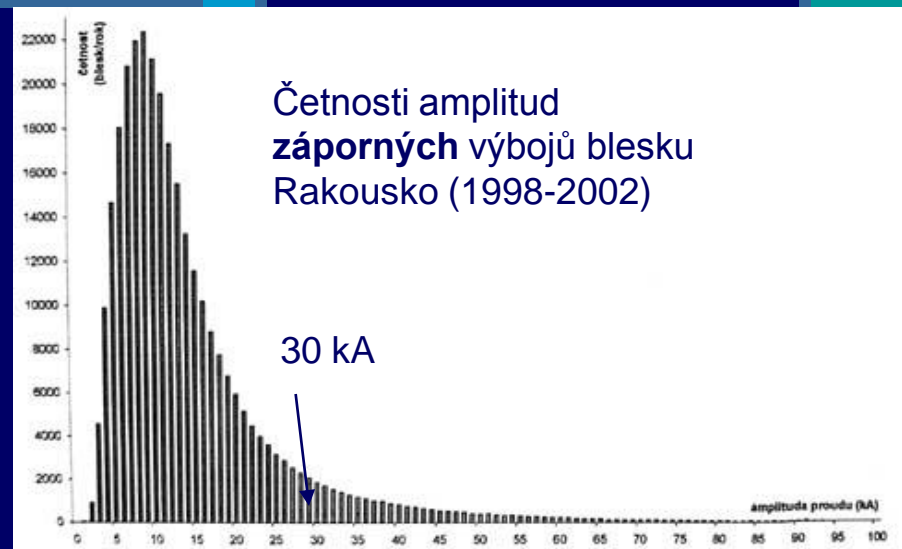
1. Vedením – přívod napájení, antény, čidla, kryty
2. Vyzařováním = kapacitní a induktivní vazby



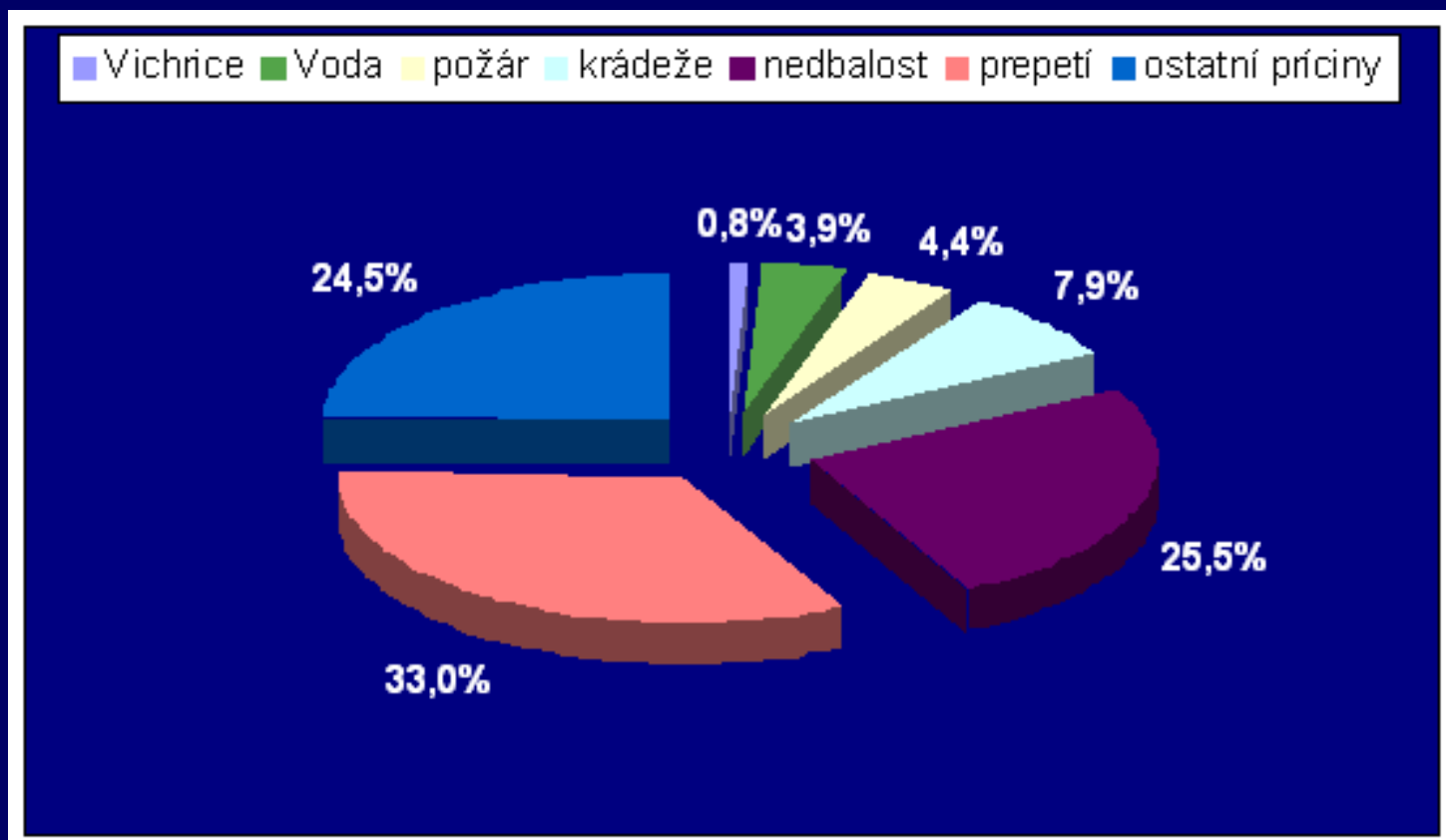
Atmosférické přepětí

Vzniká úderem blesku:

- Přímý úder i přes 200 kA, průměrná hodnota v ČR 30-50 kA
- Úder do rozvodu nn
šíří se vedením rychlostí světla
proud se rozdělí na polovinu do každého směru
- Úder do rozvodu vn, vvn
signál částečně omezen, prochází distribučním transformátorem
- Nepřímý úder – zařízení ohrožují vazby (indukované napětí)
- Výboj mrak-mrak
vyvolá průchod zrcadlového náboje na povrchu země, obdobné příznaky jako při úderu do rozvodu nn



Poruchy způsobené bleskem a přepětím



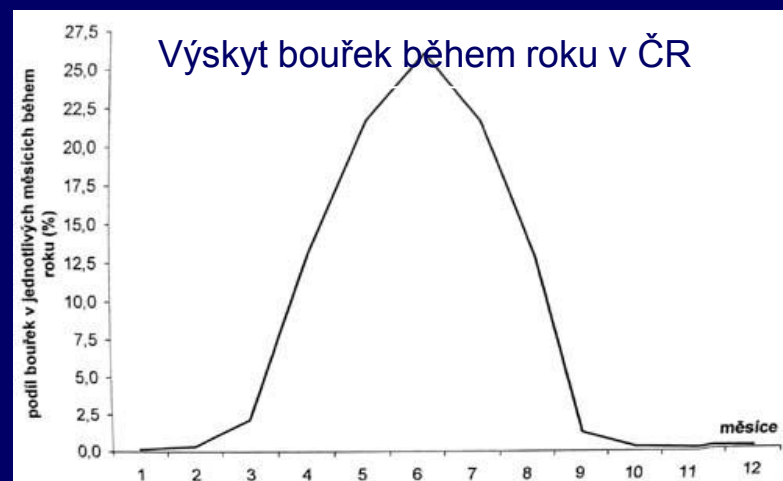
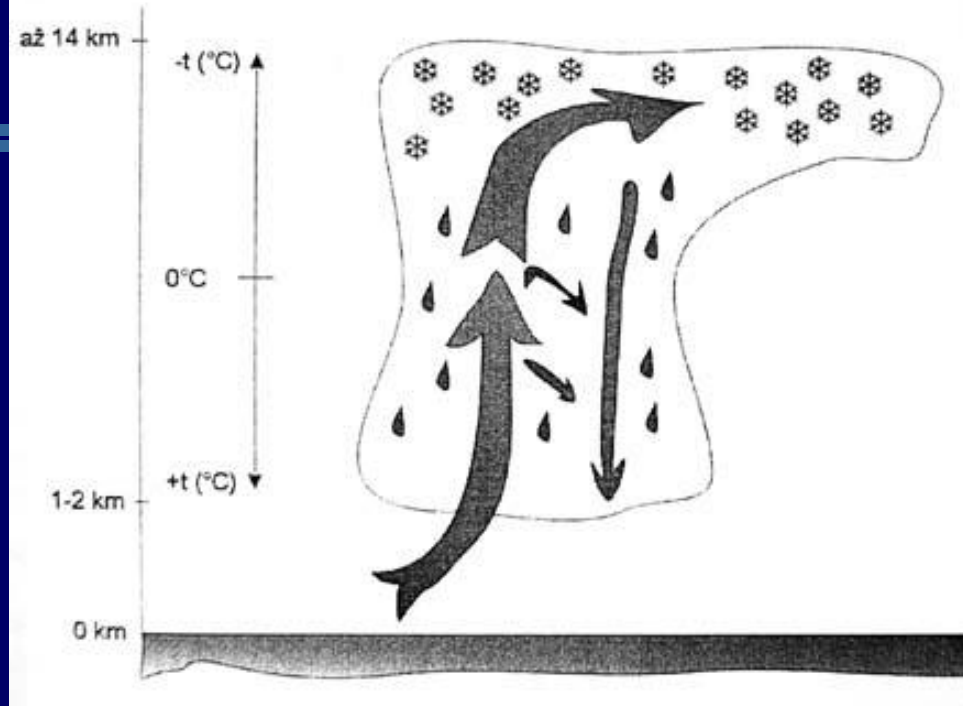
Zdroj: Německá pojišťovna Württembergische Feuerversicherung
Škody na elektronice – rok 1995, analýza z cca 11 000 škodných událostí

Vznik blesku

Proud teplého vzduchu stoupá bouřkovým mrakem nahoru, proud studeného vzduchu dolů a třením nabíjí zkondenzované částičky vody a krystalky ledu

Druhy bouřek:

- Z tepla
- Frontální bouřky
studená fronta vytlačí teplý vzduch nahoru
- Bouřky v horách
proudění přes hory způsobí vzestup teplého vzduchu



Blesk

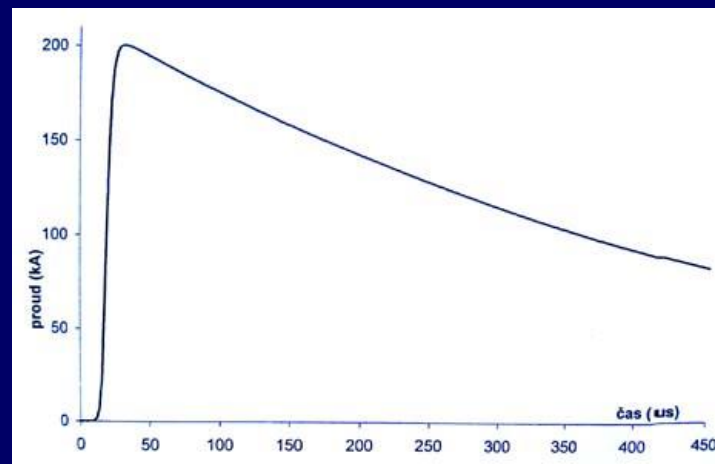
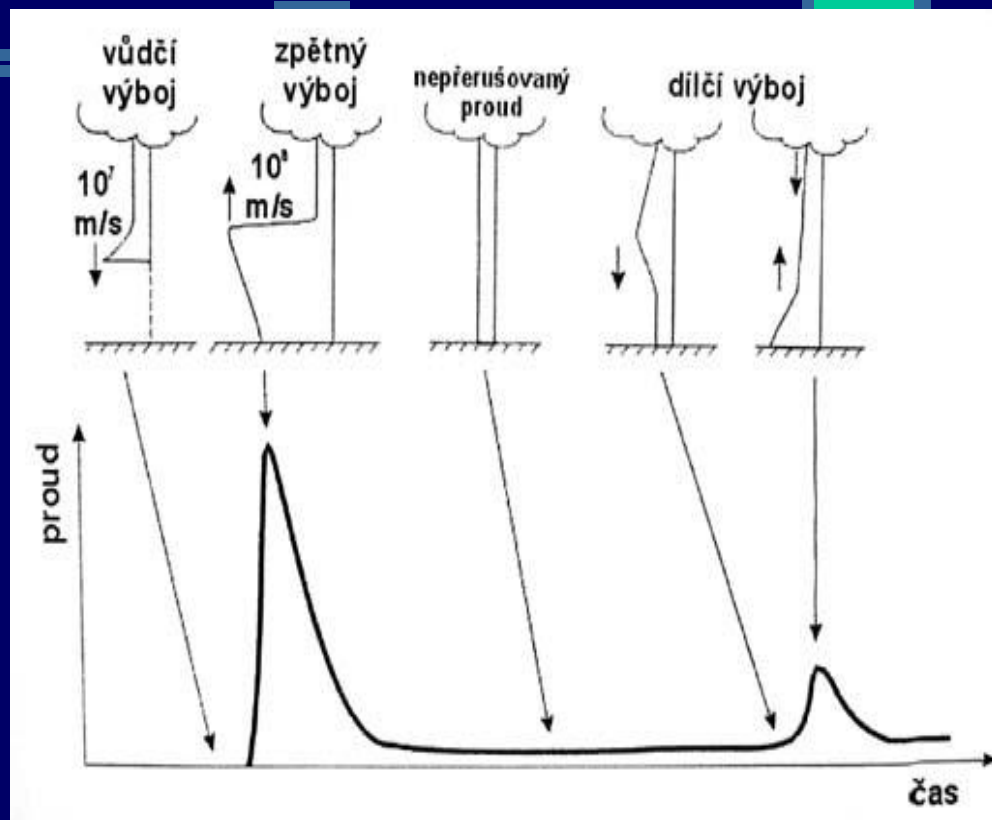
Parametry přímého úderu blesku

- Vrcholový proud v kA (200 kA)
- Maximální strmost v čele/týlu proudového impulsu ($10/350 \mu\text{s}/\mu\text{s}$)
- Náboj (cca 100 As)

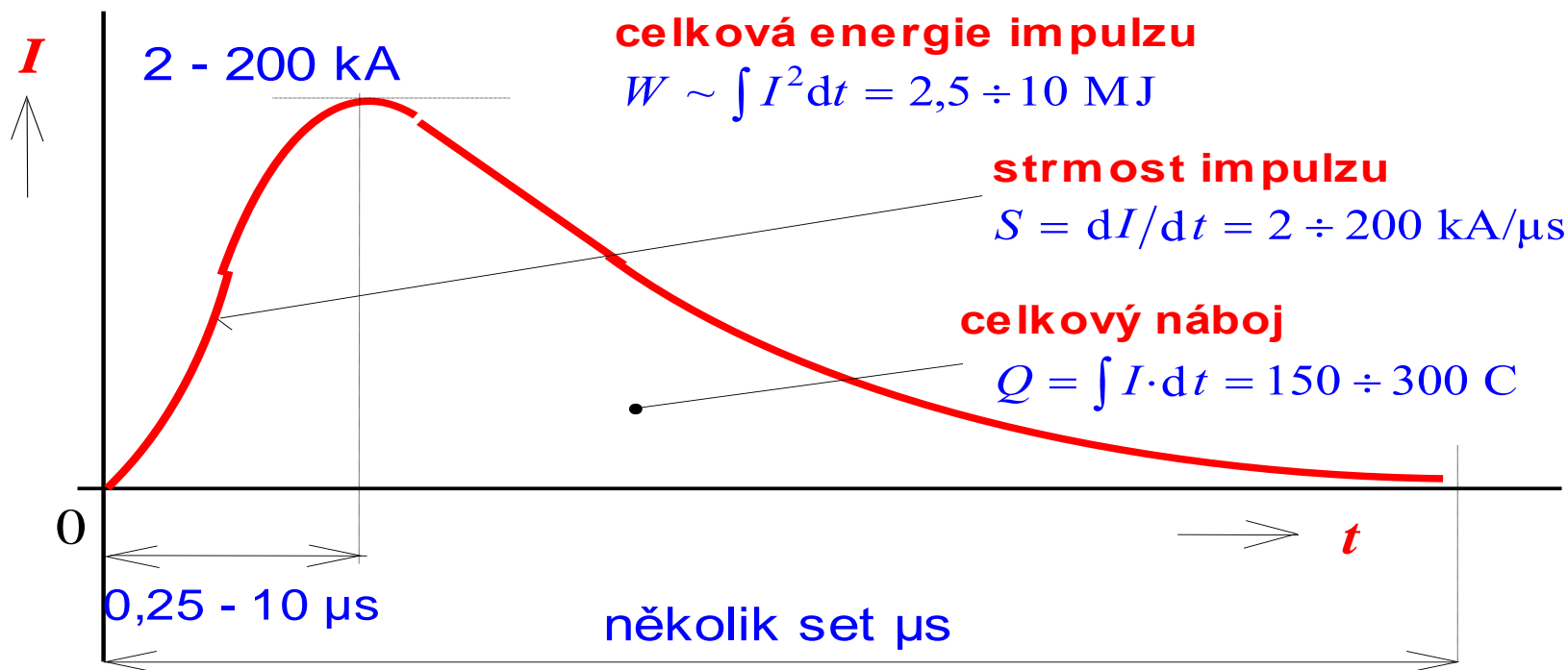
Ochrana rozdělena do 4 úrovní

Částečný proud blesku nebo indukovaný proud po úderu

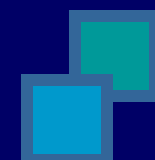
- 5 kA venkovní vedení; 3 kA podzemní vedení
- $8/20 \mu\text{s}/\mu\text{s}$



Blesk



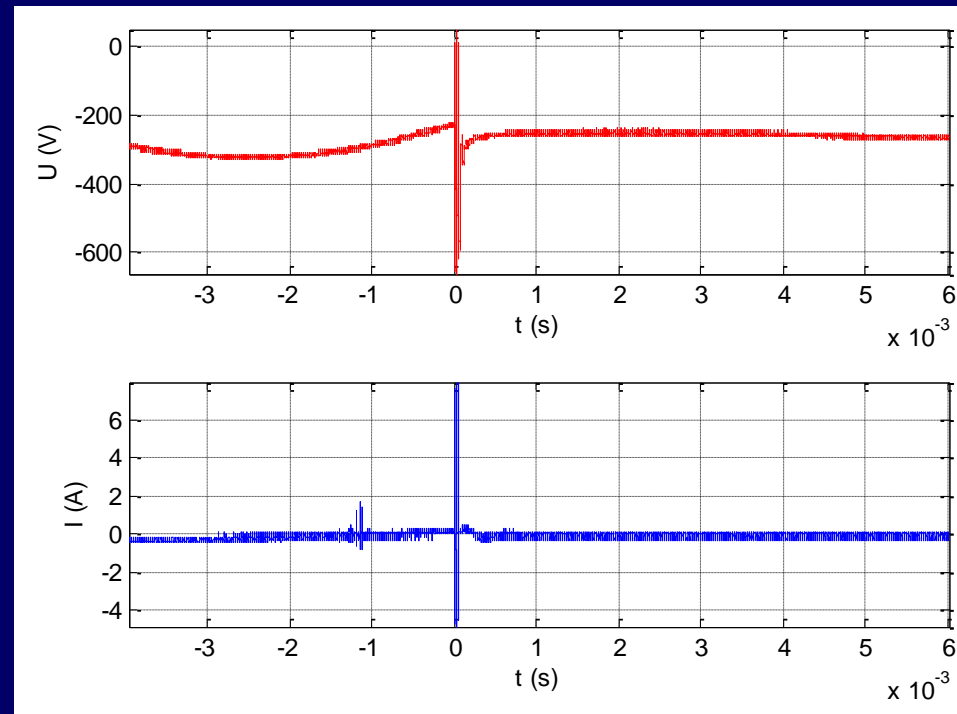
Indukované přepětí

- Všude tam kde můžeme zachytit televizní a rádiové vysílání uvnitř budovy lokální anténou jsou ohrožená místa
 - Příklad: Do smyčky tvaru čtverce s hranou 10 cm se při nedalekém úderu může naindukovat až 40 V = zničení i nezapojených elektronických obvodů
- 

Spínací jevy SEMP

- Zapínání a vypínání induktní, někdy kapacitní zátěže
- Rezonanční jevy ve spojení se spínacími prvky (mechanické, tyristory, tranzistory)
- Zkraty a zemní spojení způsobující oblouk na uzemňovací systém
- Spínání a přepínání v síti vn a vvn přenáší se kapacitními vazbami do sítě nn

Příčinou je rezonance parazitních kapacit a indukčností



Rozepnutí 1f asynchronního motoru

Elektrostatický výboj ESD

- Vzniká třením dvou izolantů nebo elektrickou indukcí
- Působí lokálně
- Má nízký energetický obsah
- Nebezpečný pro elektronické součástky (zpravidla vstupy přístrojů)

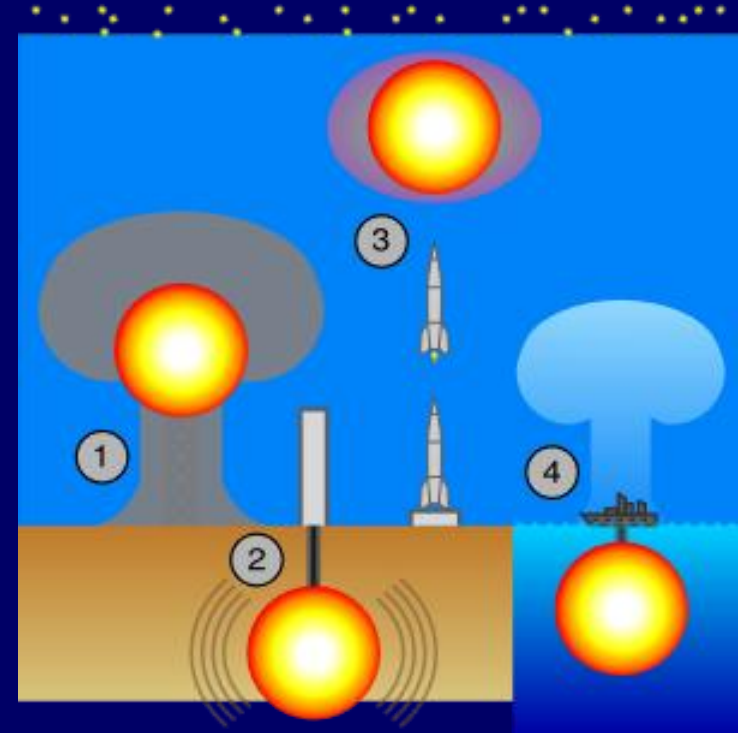
Řeší se:

- Úpravou povrchů
- Vodivými povlaky
při manipulaci s citlivými součástkami – uzemňovací pásy na zápěstí spojené s vodivou podložkou na stole
- Zvýšením vodivosti
Ionizací, Zvětšením vlhkosti
- Přepět'ovými ochranami na vstupech



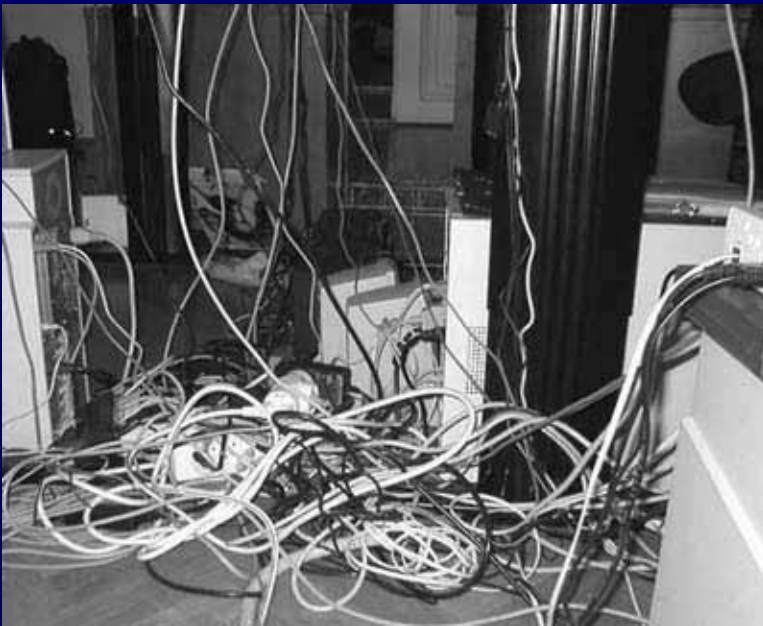
Nukleární el-mag. výboj

- Důsledek jaderného výbuchu ve velkých výškách 3, 1
zasaženy celé kontinenty nebo polokoule
- Řadí se sem i erupční aktivita slunce
- Vzniká zasažením atmosféry ve výšce 20-40 km nad povrchem γ zářením
- Doba trvání impulsu s velkou amplitudou 100 ns



Indukce při souběhu

- Při souběhu vedení (kabely v jednom kabelovém žlabu)
- Častý problém je indukce rušení a přepětí do datových linek ze silového rozvodu = zásadně neukládáme společně, vedeme jinou trasou



Následky pulzního přepětí

Zničení

- Dochází k průrazu, k přeskokům jisker, hoření oblouku viditelná destrukce celého nebo části zařízení
- Průrazy PN přechodů (jednotky až stovky voltů) zpravidla není viditelné
- Přepětí může vyvolat náhodné sepnutí tranzistoru, tyristoru = katastrofální následky

Nesprávná činnost

- Náhodné selhání činnosti tranzistorů, tyristorů
- Částečné zničení datových souborů
- Chyba v programu, chyba v datech
- Chyba přenosu dat

Rychlé stárnutí

- Přepětí snižuje životnost součástek



Principy ochrany proti pulznímu přepětí

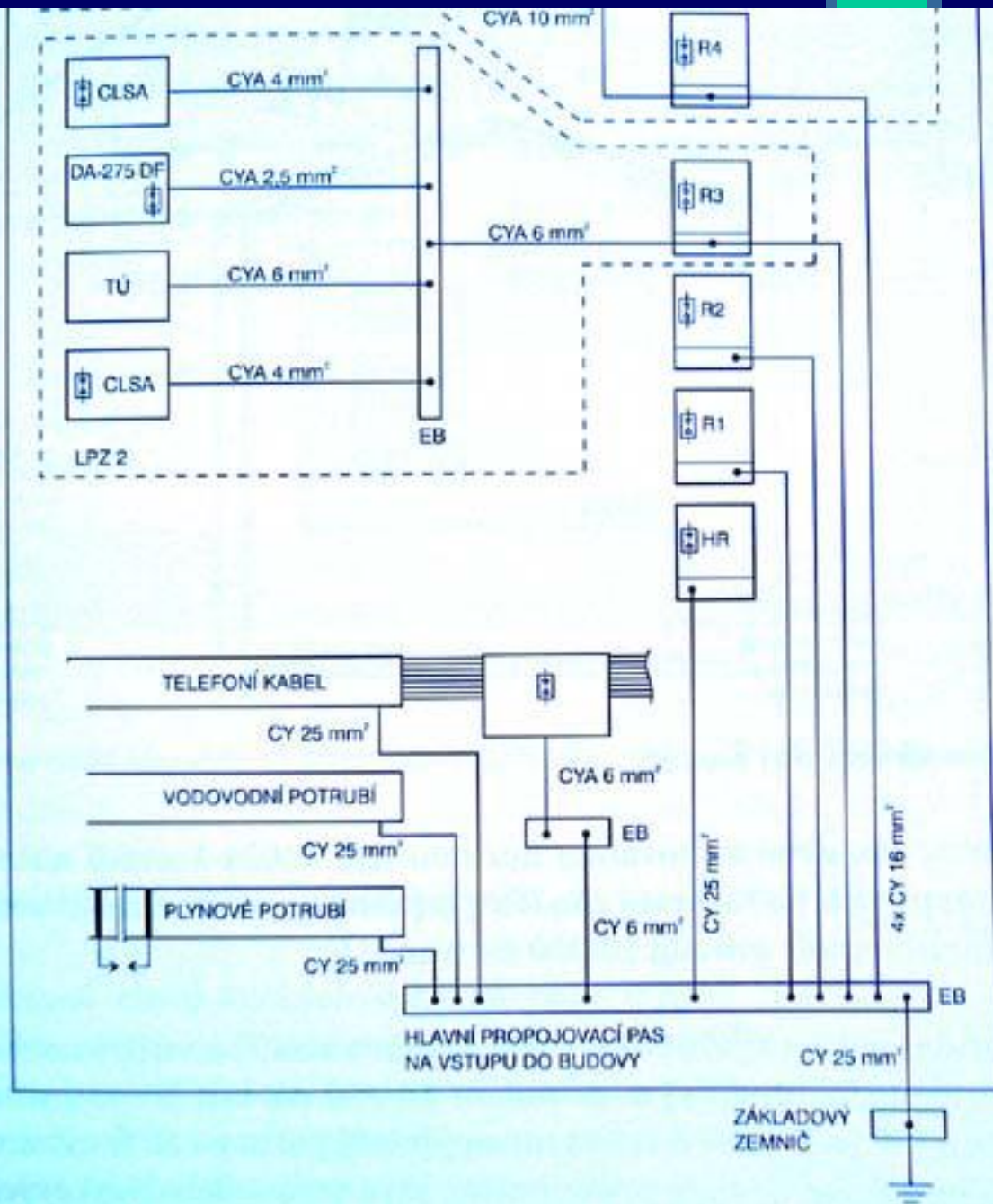
- Možnosti: odpojit zařízení, **zkratovat vstup** (jednodušší, nezpůsobí přerušení provozu, proto se používá v praxi)
- Principem je pospojování = uvedení na stejný potenciál
 - Neživé části pospojujeme přímo
 - Živé části přes svodiče (svodič má při normálním napětí velmi velký odpor, při přepětí odpor prudce klesne = krátkodobý řízený zkrat)
- Základem je kvalitně provedené pospojování
ČSN 33 2000-5-54, potenciál, kam se odvádí bleskový proud
Minimální průřez pospojování pro vedení bleskových proudů Cu 16 mm²; Al 25 mm²; Fe 50 mm²
- Typy pospojování:
 - Sériové – nedoporučuje se
 - Do hvězdy – obtížně realizovatelné, nedoporučuje se
 - **Sít'** (mříž nebo kubicky) – doporučují normy, náhrada ekvipotenciální plochy, účinné a při tom relativně ekonomické

Příklad pospojování

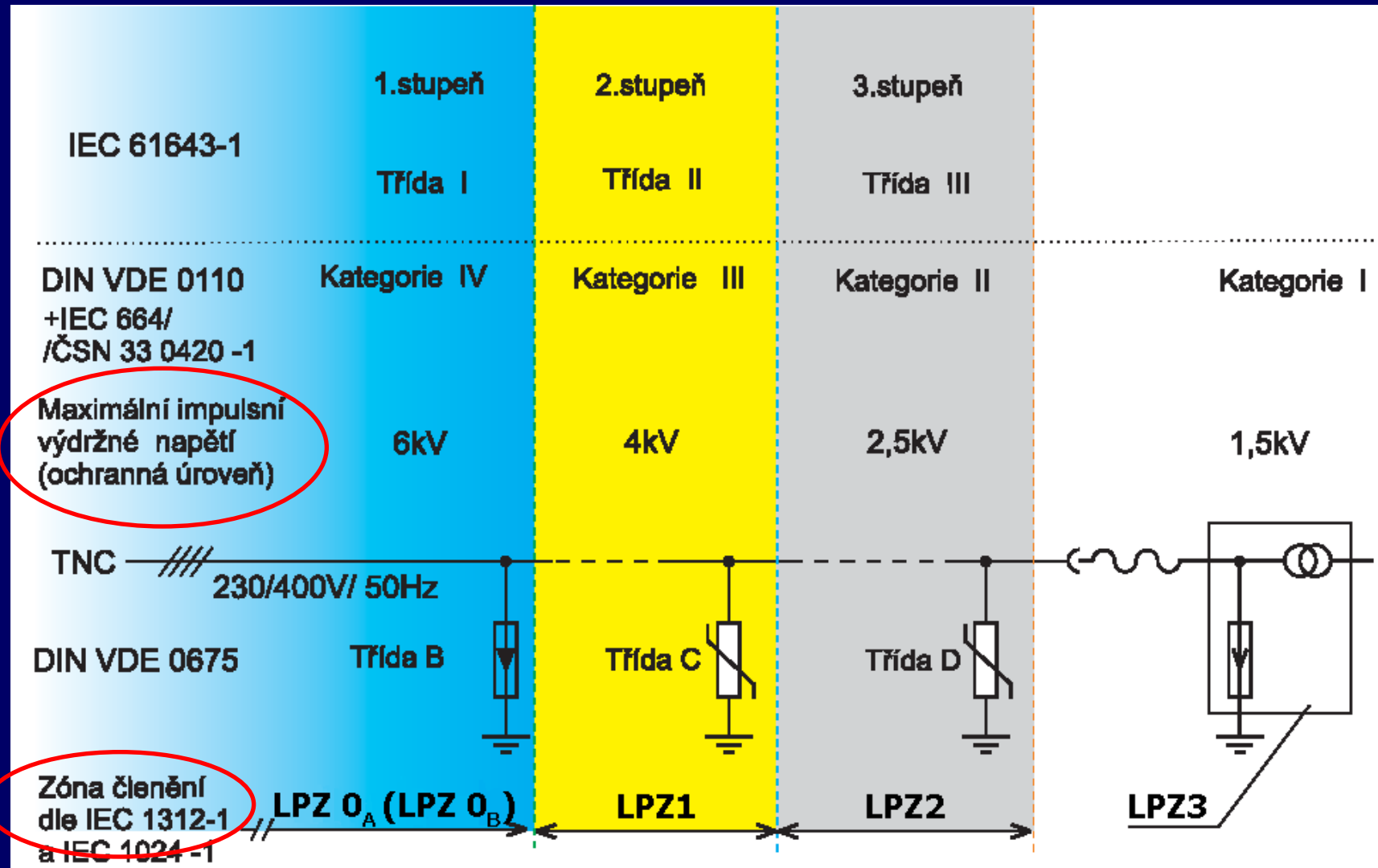
Svodiče zapojujeme přímo k propojovacímu pásu pospojování

Co nejkratší vodiče
= minimální impedance
(představte si úbytek napětí od bleskového proudu na 1 Ω)

Nekvalitní pospojování,
dlouhé přívody
= svodič je zbytečný



Obecné zásady pro návrh a instalaci přepět'ových ochran



Zóny ochrany před bleskem

LPZ0a – volné prostranství

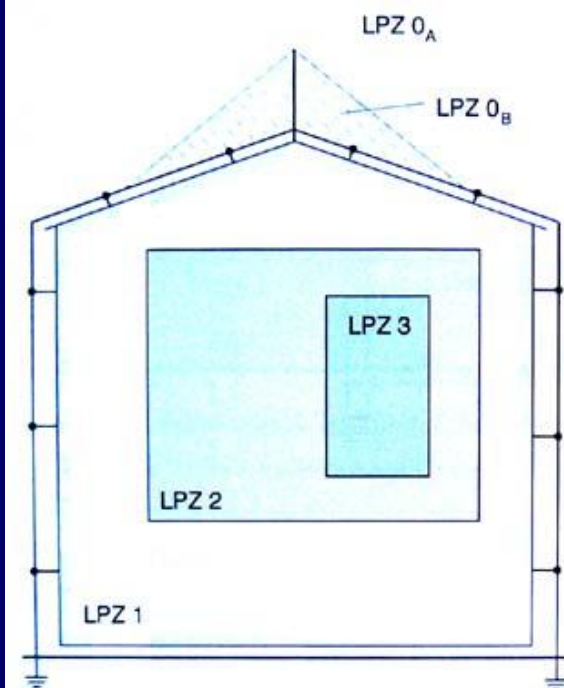
LPZ0b – ochranný prostor jímáče hromosvodu

LPZ1 – vnitřek objektu

LPZ2 – vnitřek místnosti s vodivou podlahou a obklady zdí

LPZ3 – vnitřek kovové skříně

- Na rozhraní zón se na vstupující vodiče instalují svodiče



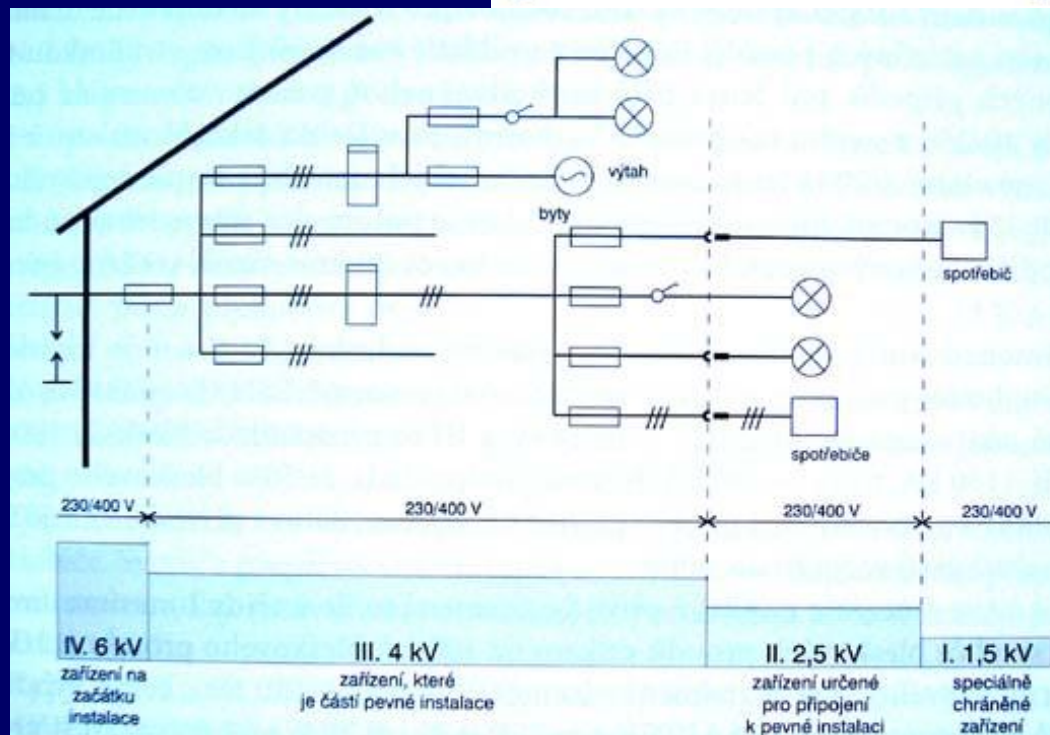
Zonální koncepce ochran

ČSN EN 61643-11 dělí svodiče na typ 1, 2 a 3

Německá DIN VDE 0675-6 na třídy A, B, C a D

ČSN 330420-1 člení rozvody nn do 4 výdržných kategorií

Značení je odlišné, záleží podle které normy se postupuje!



Dimenzování

Zóna 0 – vně budovy, úkol distributora

Mezi zónou 0/1 – vstup do budovy

- Předpokládá bleskový proud 200 kA s vlnou 10/350 μ s
 - Předpokládá se, že proud se rozdělí a vedením teče $\frac{1}{2}$
 - Při třífázovém přívodu teče jednou fází cca 33 kA = svodič B 3x35 kA (zpravidla jiskřiště)
 - Jednofázový přívod potřebuje větší svodič!
- Při připojení budovy kabelem menší nároky
- Cílem je upravit na vlnu 8/20 μ s přizpůsobenou pro svodiče třídy C

Před zónou 2 nebo do podružných rozvaděčů svodiče třídy C

- Dimenzované na proudovou vlnu 15 kA; 8/20 μ s (varistory)
- Součástí ochrany je i vedení mezi svodičem třídy B a C (15 m)
Při kratším vedení je nutná hradící tlumivka
- Omezení na přepětí 2,5 kV na výstupu

Třída D – těsně před spotřebiči

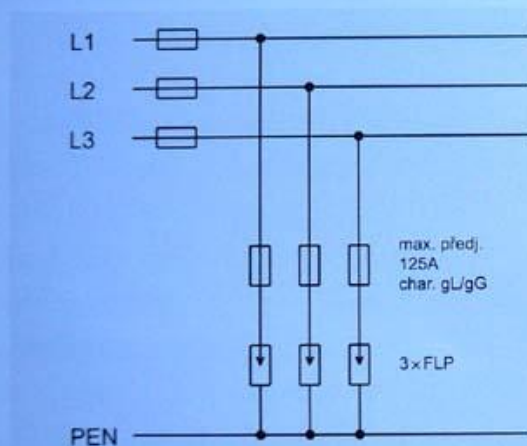
- Dimenzované na 10 kA; 8/20 μ s (varistory)
- Na výstupu přepětí stovky voltů



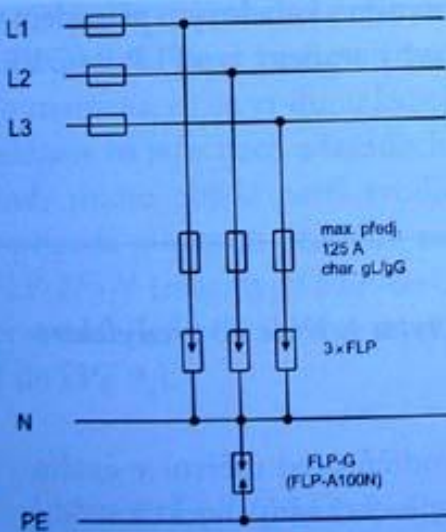
Zapojení

- Pokud je vedení jištěno na větší proud než je dovolený proud svodiče = nutné předjištění
- Propojovací vodiče co nejkratší bez ostrých ohybů = 2x větší impedance
- nad 20 cm délky uchycení! – velké síly
- Vyvarovat se souběhu s chráněnými vodiči

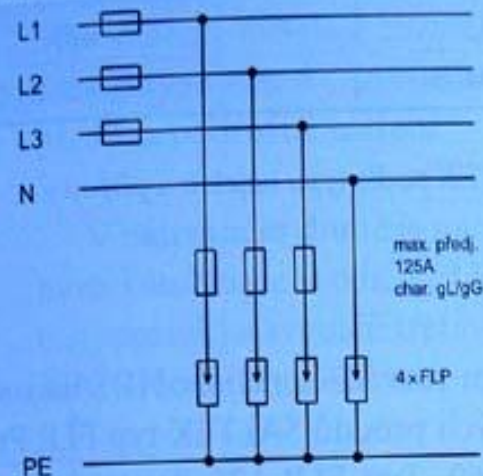
1. TN-C



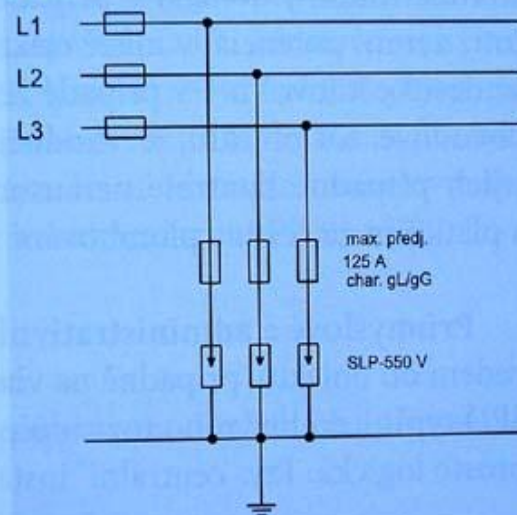
4. TT (tyto zapojení se používají také i p



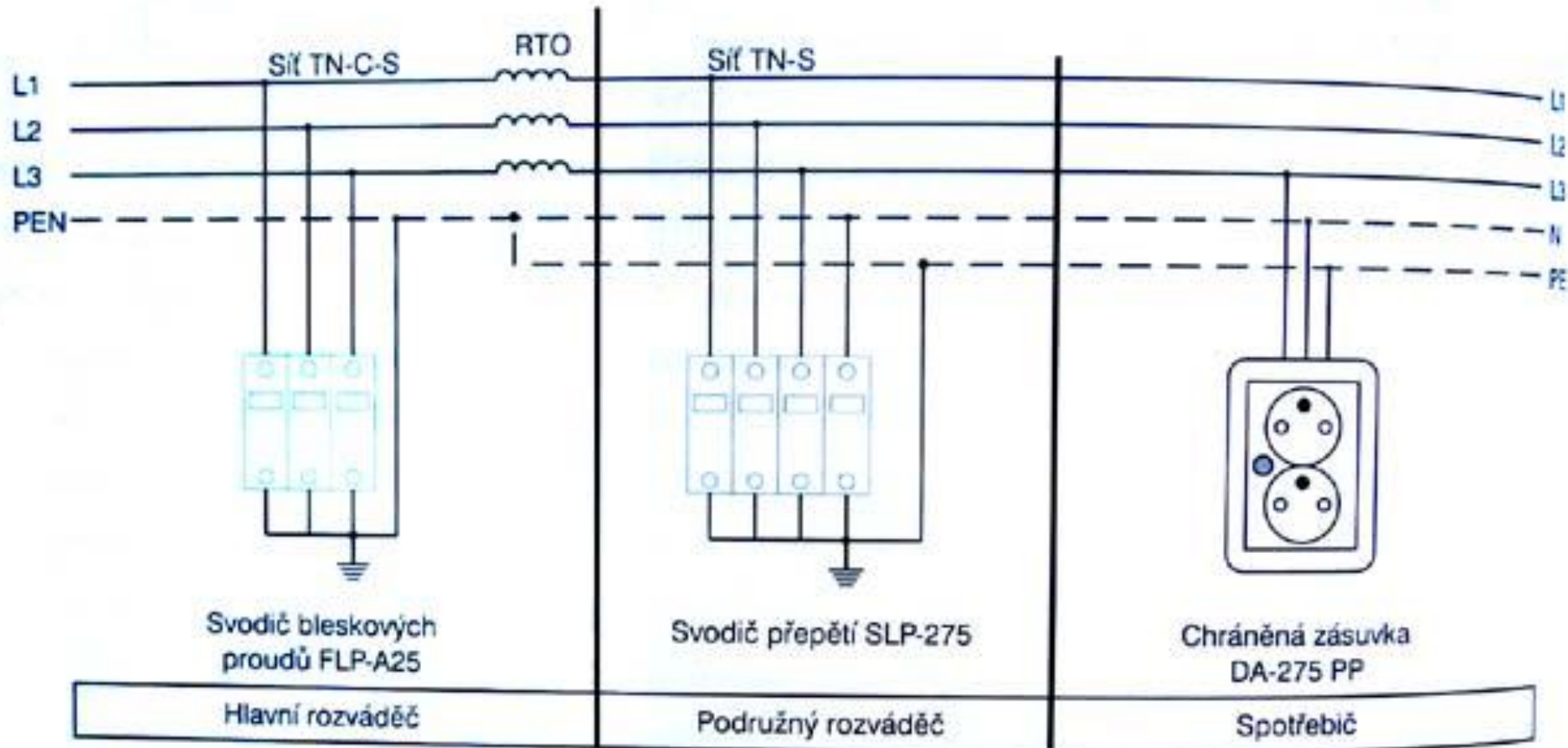
3. TN-S



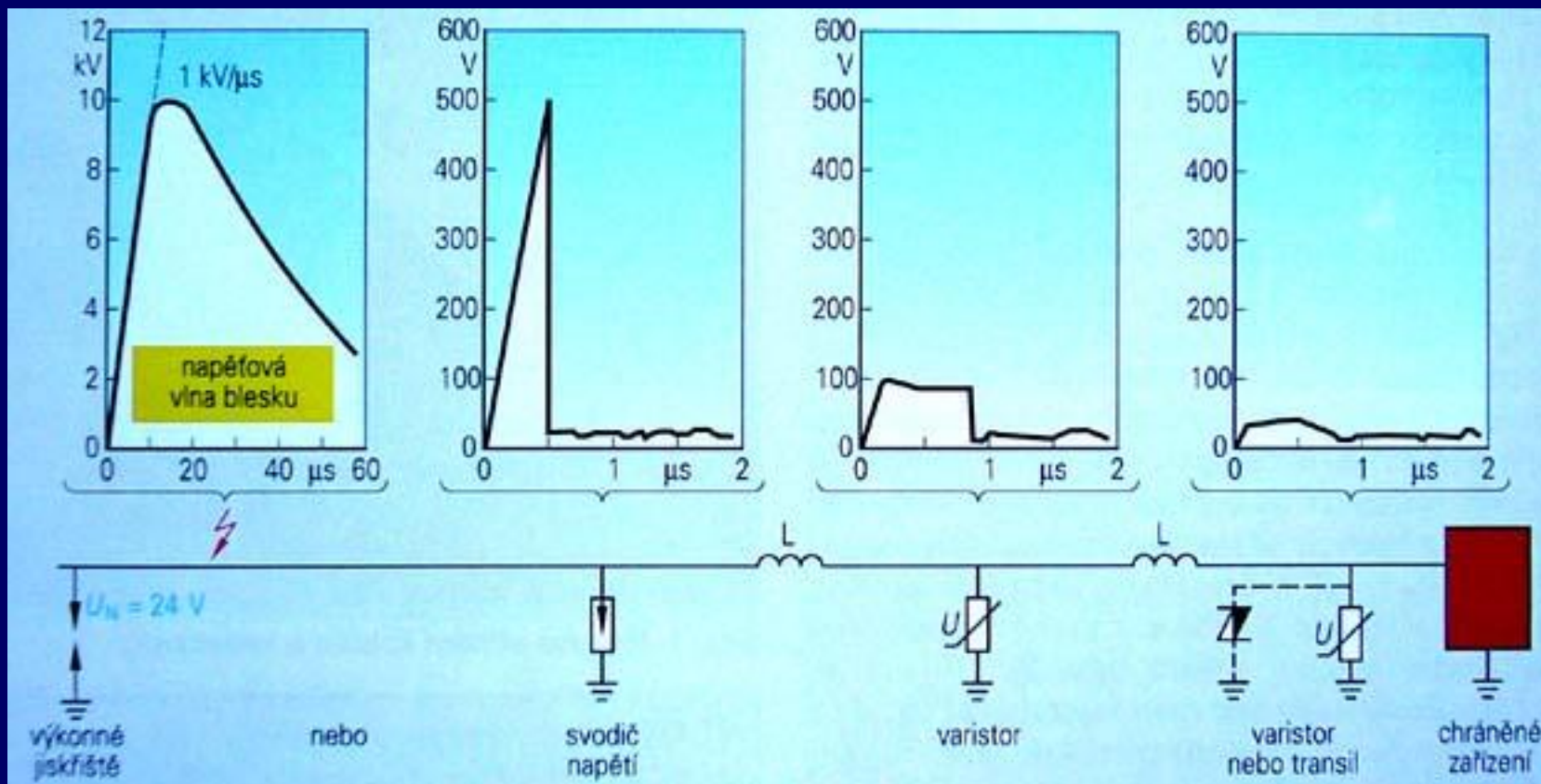
IT



Doporučené 3 stupňové zapojení podle ČSN 33 0420-1



Koordinace svodičů přepětí




Postupný útlum energie přepětového pulzu

Legislativa

- Zákon č. 22:1997 Sb. O elektromagnetické kompatibilitě zařízení musí odolat rušivým signálům
- ČSN 33 2000-1 Elektrická instalace budovy - ukládá povinnost provozovatele chránit zařízení a rozvody proti přepětí
- ČSN 34 1390, ČSN IEC 61312-3 Předpisy pro ochranu před bleskem
- ČSN 33 2000-4-443 Ochrana před přepětím...
- ČSN 33 0420-1 Koordinace izolace elektrických zařízení nn
- ČSN 61643-11 Ochrany před přepětím nn

Některé pojišťovny podmiňují plnění při poškození elektroniky instalací přepětiových ochran



Typy svodičů

- Spínající napětí – jiskřiště, plynové bleskojistky, tyristory,
- Omezující napětí – varistory, supresorové diody...
- Kombinované – obsahují spínací a omezující prvky



Jiskřiště



- Otevřená – vyfukující (okolní prostor zasažen obloukem)
- Uzavřená – obsahují části, které při vysoké teplotě uvolňují plyn, který vytěsní a uhasí oblouk
- Řízená jiskřiště – elektronika napomáhá zažehnutí oblouku při nižším napětí = lepší charakteristika
- Tvar elektrod, jejich materiál a vzduchová mezera určují charakteristiku
- Po zapálení dojde v podstatě ke zkratu v místě zapojení
- Při rozpínání musí uhasit oblouk způsobený jmenovitým napětím (síťovým napětím)
- Použití u třídy 0 a 1
- Výhody: velmi vysoké svodové proudy

Plynem plněné bleskojistky

- Elektrody v keramickém pouzdru plněném argonem nebo neonem pod nízkým tlakem
- Doba odezvy řádově 100 ns
- Použití pro svodiče třídy 2 a 3, jako hrubá ochrana u datových vedení



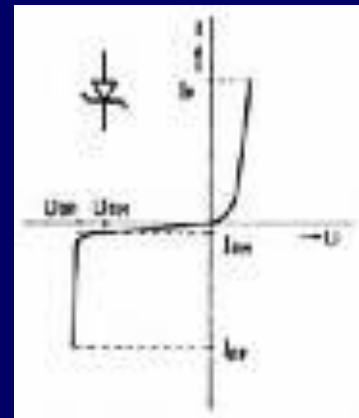
Varistory



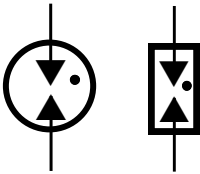
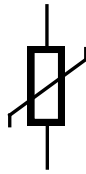


- Napěťové závislé polovodičové odpory („objemové“ Zenerovy diody – vznikají na hranici zrn)
- Vyráběny sintrováním z oxidů kovů
- Při aktivaci omezují napětí na hodnotu jmenovitého nap. varistoru = nedojde ke zkratu
- Použití pro svodiče třídy 2 a 3, ochrana u datových vedení
- Nevýhody: menší svodový proud
při delší zátěži roste svodový proud = stárnutí
značná vlastní kapacita
- Výhody: kratší doba odezvy cca 25 ns

Supresorové diody

- Speciální typ Zenerovy diody
- Doba odezvy v ps
- Svod impulsních proudů do 100 A
- Často antisériové zapojení = symetrická charakteristika
- ochrana u datových vedení

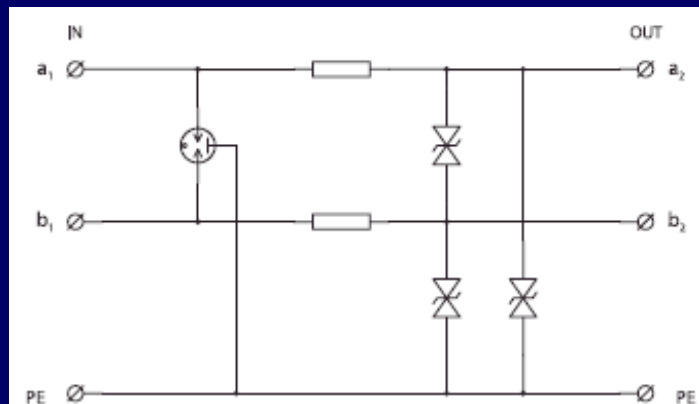
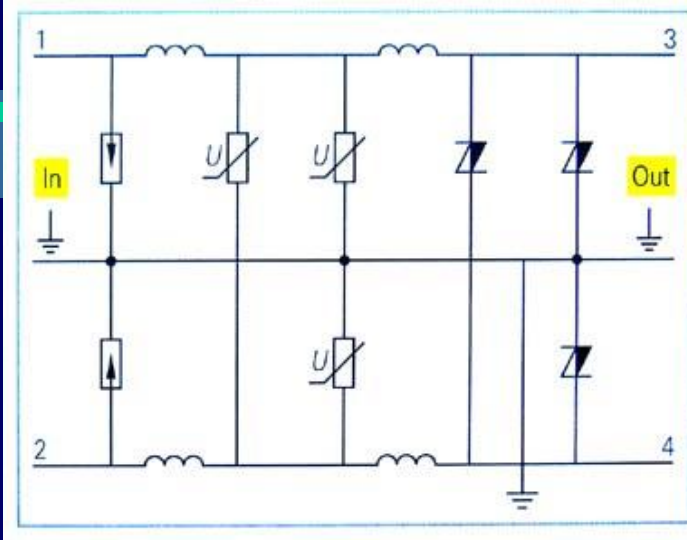


Přepět'ové ochranné prvky

Název	Plynem plněné bleskojistky (výbojky)	Varistory (Voltage Dependent Resistors – VDR)	Klasické Zenerovy diody	Supresorové diody (Transient Absorbing Zener – TAZ diody)
Schematická značka				
Ochranné napětí [V]	100 ÷ 12 000	6 ÷ 2 000	2,4 ÷ 200	6 ÷ 440
Maximální proud po dobu 1 ms [A]	500	120	10	200
Maximální absorbovaná energie [J]	60	2 000	0,1	1
Přípustné výkonové zatížení [W]	800	2	50	5
Vlastní kapacita [pF]	0,5 ÷ 10	40 ÷ 40 000	5 ÷ 15 000	300 ÷ 15 000
Doba reakce [ns]	> 1 000	25	1	0,01
Druh ochrany	hrubá	hrubá, jemná	jemná	jemná

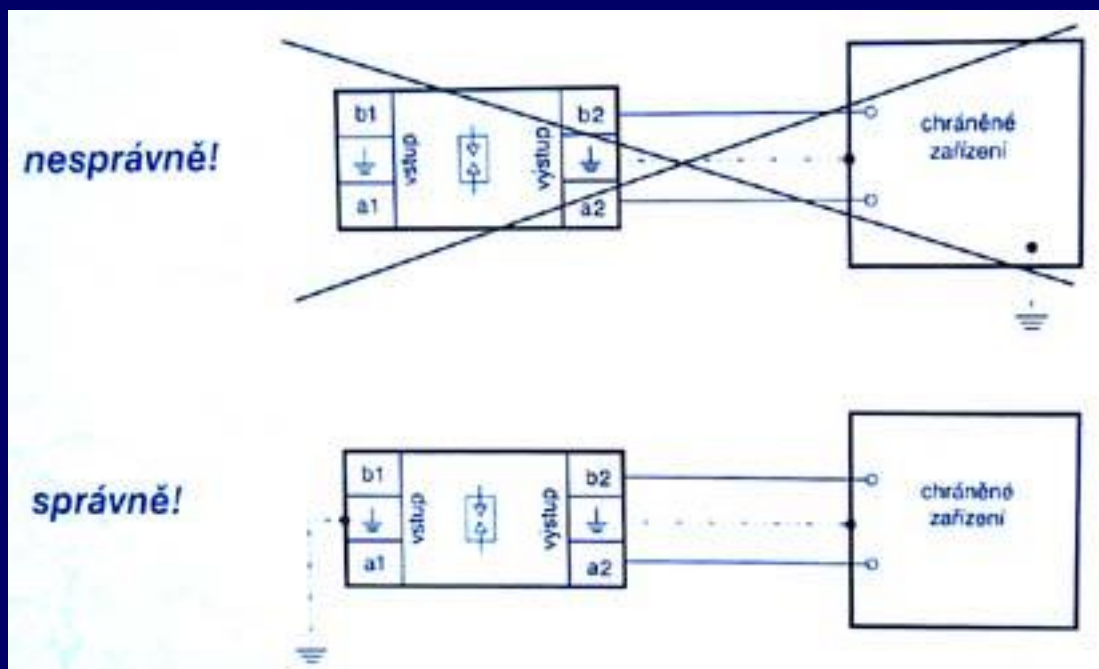
Ochrana datový linek, senzorů a vstupů

- Musí potlačit stejné proudy jako svodiče pro napájení (blesk si nevybírá)
V praxi se navrhuje na proud 10 kA (20 kA)
- Hrubá a jemná ochrana ve více stupních vzájemně oddělena ohmickou ($6,8 \Omega$) nebo induktivní vazbou
- Je nutno vyřešit minimalizaci zkreslení signálu datové linky, výstupu senzoru ...
=> speciální požadavky na svodiče (malá parazitní kapacita...)
- Důsledkem je aplikace specializovaných svodičů pro různé aplikace, např: linka RS232, RS485, proudová smyčka 0-20 mA, 100BaseT ethernet, telefonní linka, videopřenos, anténní systém, bezdrátové připojení k internetu

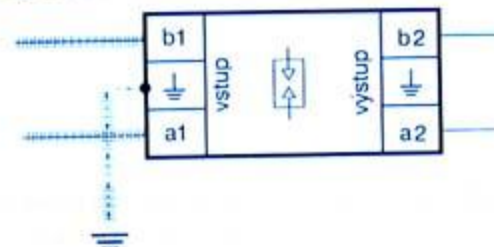


Zásady správné instalace

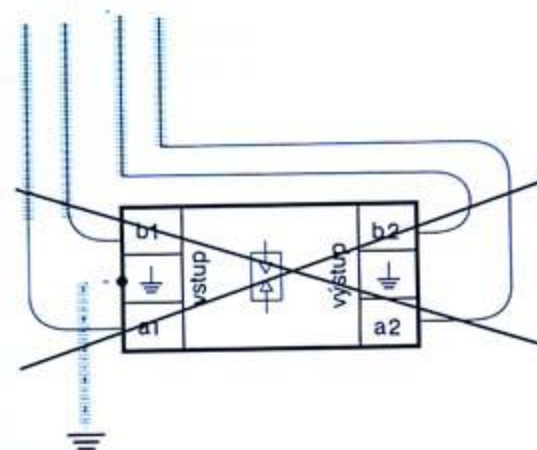
- U datových ochran uzemnění prochází vždy ochranou
- Pozor na souběh chráněných a nechráněných vedení
- Chyby v instalaci = nefunkčnost!



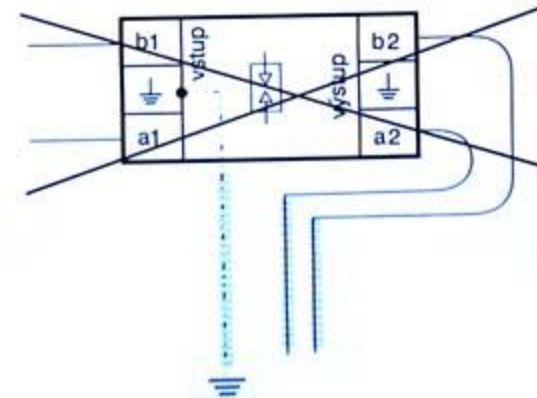
správně!



nesprávně!

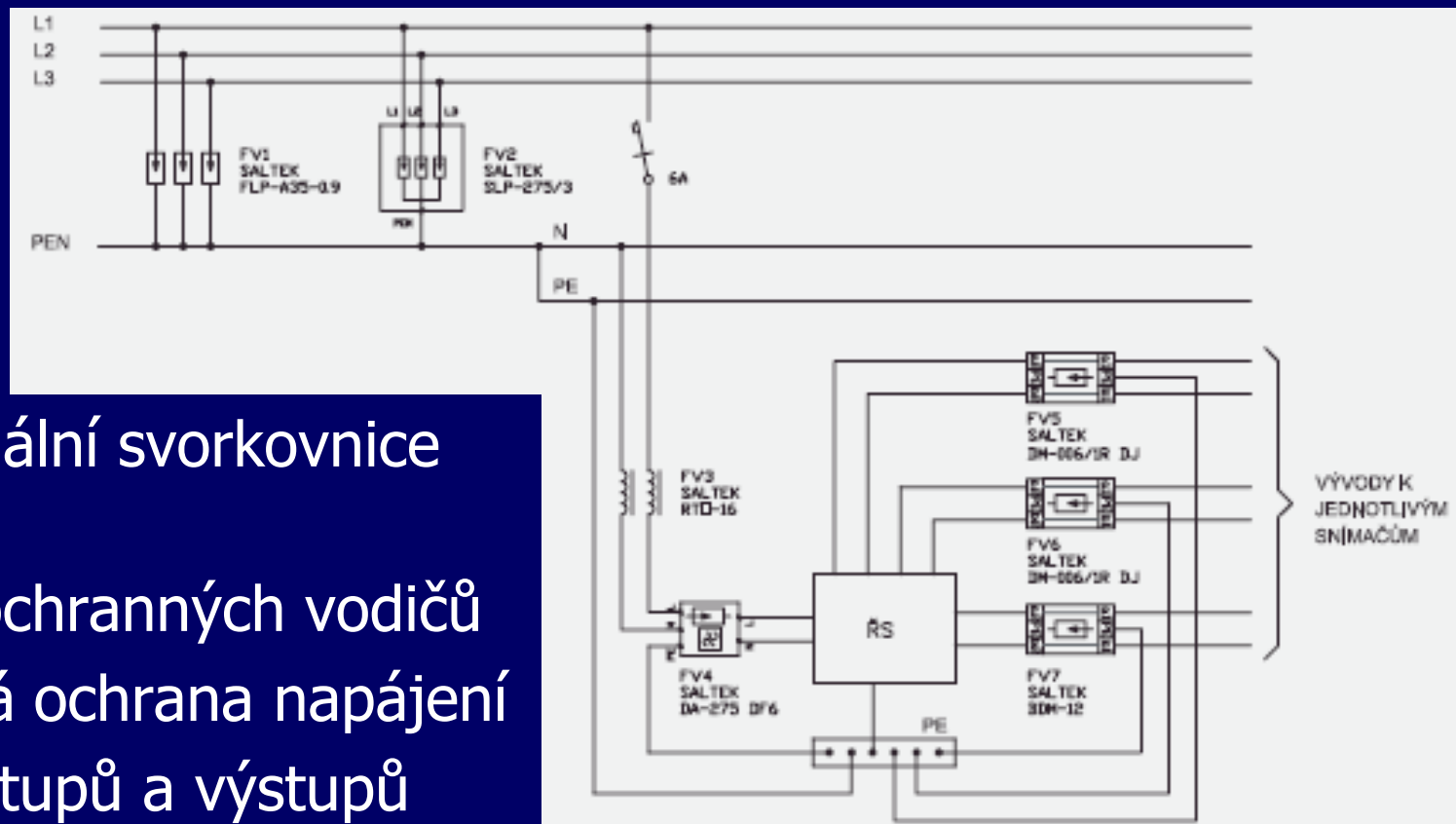


nesprávně!



Příklad ochrany řídicího systému (ŘS)

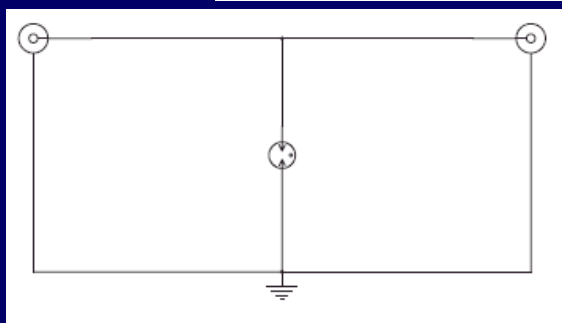
- Ekvipotenciální svorkovnice
ŘS
- Propojení ochranných vodičů
- Třístupňová ochrana napájení
- Ochrany vstupů a výstupů



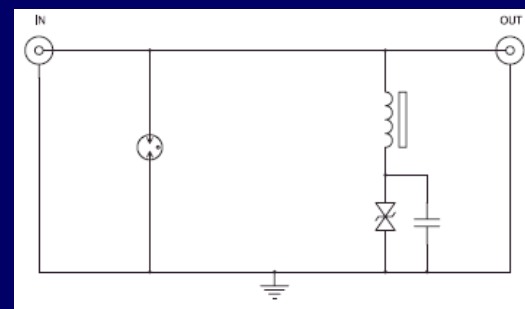
Koaxiální přepět'ové ochrany – antény

- Antény, videosignál, BNC vstupy (vysokofrekvenční)
- Speciální svodiče s definovaným útlumem pro signál, frekvenční charakteristikou (rozsahem), průchozí napětí
- Instaluje se ve dvou stupních:
na vstupu do objektu (hrubé)
na vstupu do zařízení (jemné)

Rozhraní
LPZ0 - 1




Rozhraní
LPZ2 - 3



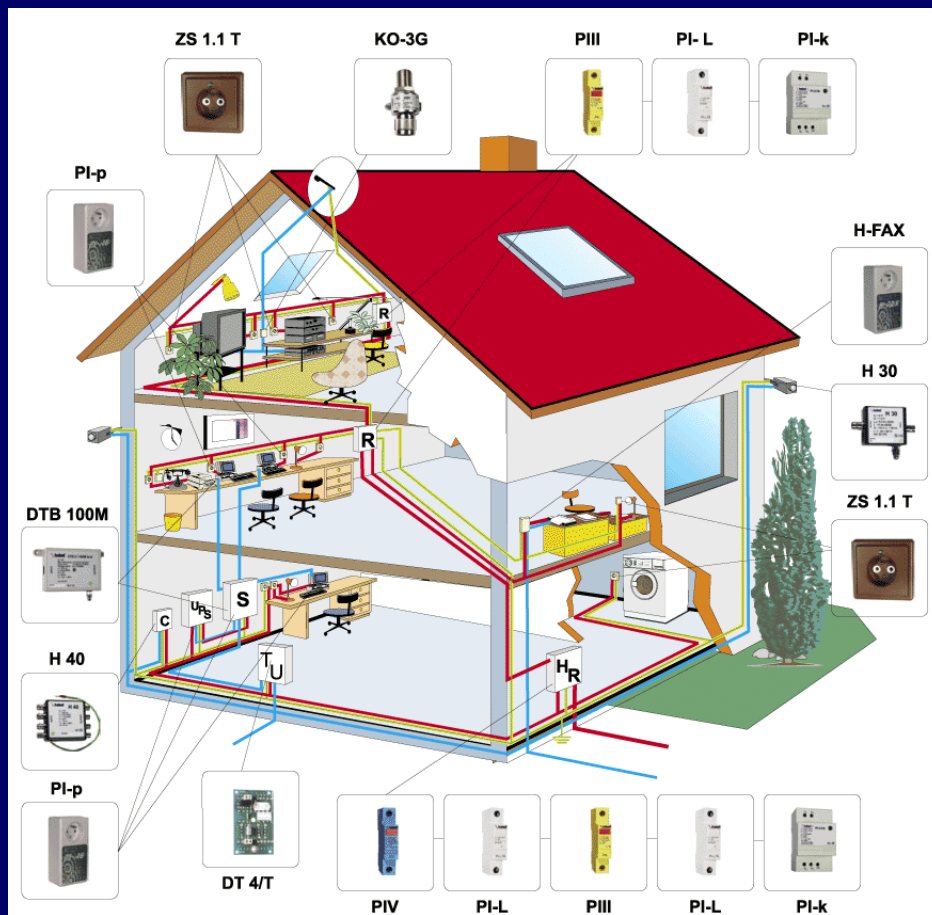
Literatura

Rozvody:

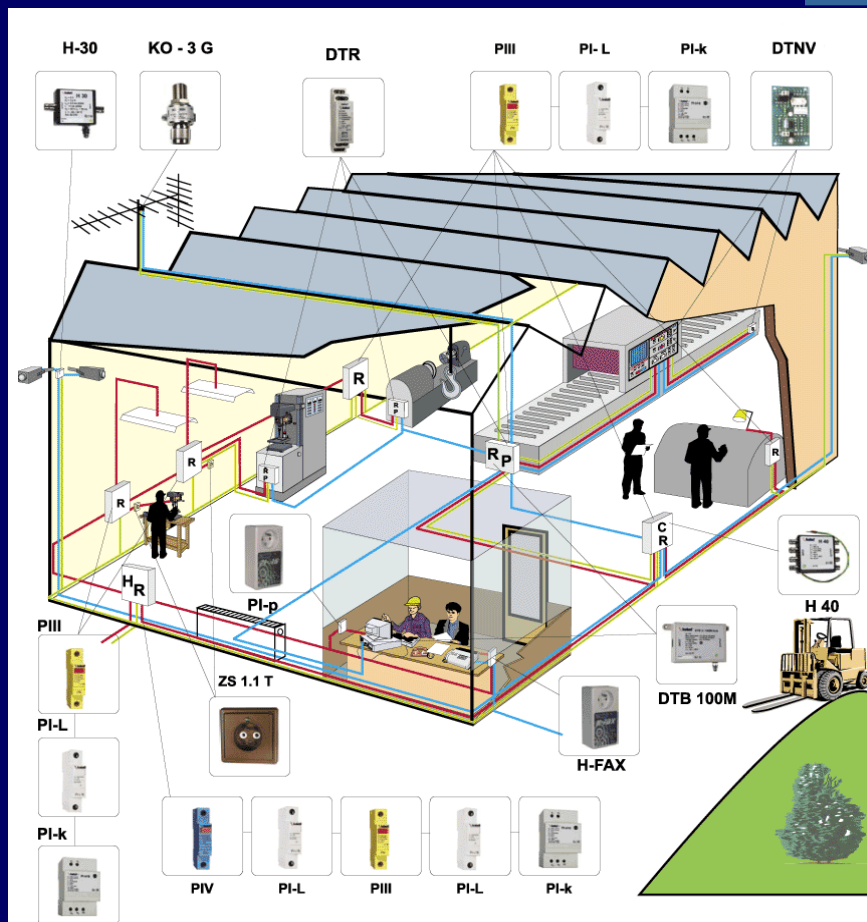
- Příručka pro projektování, montáže a revize přepětových ochran. Saltek s.r.o. 2004
 - Přepětové ochrany. Katalog 2005. Saltek s.r.o.
 - <http://www.saltek.cz/> výrobce svodičů
 - <http://www.hakel.cz> výrobce svodičů
- 

Domácnosti a kanceláře

Průmyslové haly



HR - Hlavní rozvaděč
 R - Podružný rozvaděč
 TU - Tel. ústředna
 C - Zabezpečení objektu
 S - Počítačový server



HR - Hlavní rozvaděč
 R - Podružný rozvaděč
 RP - Řídicí počítač
 C - Zabezpečovací systém
 S - Čidlo