Životnosť bleskozvodov a nové trendy v systémoch uzemnenia. Od návrhu až k revízii

Ing. Jozef DAŇO, OBO Bettermann s.r.o., Pezinok

V prvej časti tohto príspevku sa budeme venovať všeobecným požiadavkám na revízie, kontroly a skúšky bleskozvodov. Ukážeme si čo je potrebné a nevyhnutné pri revízii uvádzať. V ďalších častiach sa pozrieme na nové trendy v systémoch uzemnenia.

1. REVÍZIE

Pri zavádzaní nového zariadenia do prevádzky, jeho opravách a úpravách, rovnako ako pri zmenách na pripojených zariadeniach je potrebné prekontrolovať vykonané práce a vytvoriť o tom zápis (správu). V súlade s STN 33 2000 – 6 sa jedná o revíziu, ktorú môže vykonávať oprávnený revízny technik (bližšia špecifikácia vyhláška 508/2009 Z.z. MPSVaR). Platí pritom, že osoba vykonávajúca revíziu neprijíma zodpovednosť za nedodržanie jednotlivých technologických postupov a kvality montáže. Tá zostáva plne na realizačnej firme, pretože revíziou nie je možné overiť napríklad skutočnú hĺbku uloženia uzemnenia alebo jeho dĺžku. Materiál použitý u už zakopaných zemničov.

Podklady pre vypracovanie revíznej správy sú projekt ochranného systému a predávací protokol realizačnej firmy. Správa by mala obsahovať tak ako systém vonkajšej ochrany pred bleskom tak aj vnútornej. Minimálne požiadavky, ktoré musí revízna správa obsahovať:

- Kto, kedy, v akom rozsahu a za akým účelom revíznu správu vypracoval
- Uvedenie predpisov, ktoré boli pri návrhu systému ochrany pred bleskom použité
- Celkový popis revidovaného systému ochrany pred bleskom
- Výsledok prehliadky posudzovaného systému, u ktorého sa posudzuje najmä zhoda s projektom, celistvosť, stupeň korózie a stav opatrení proti korózii
- Riešenie ochranného systému z hľadiska požiarnej ochrany (tento bod sa v súčasnosti pripravuje na implementáciu do národnej legislatívy)
- Hodnoty nameraných veličín a spôsob ich získania (merané by mali byť predovšetkým celistvosti vedení vyrovnania potenciálu v ochrane pred bleskom, veľkosti prechodových odporov spojov a odpor uzemnenia)
- Upozornenia na zistené nedostatky s uvedením stupňa ich závažnosti a návrhu opatrení potrebných k ich náprave

Perióda revízií:

Perióda revízií je definovaná podľa vyhlášky 508/2009 Z.z.. Prílohu 8, ktorá upravuje ich trvanie si predstavíme v ďalšom pokračovaní článku. **Obzvlášť dôležitá je vysvetlivka** 12a**, 12 b, ktorá ustanovuje spôsob revízie bleskozvodu.**

príloha č. 8 k vyhláške č. 508/2009 Z. z.

PREHLIADKY A SKÚŠKY TECHNICKÝCH ZARIADENÍ ELEKTRICKÝCH POČAS PREVÁDZKY

A. Lehoty odborných prehliadok a odborných skúšok elektrickej inštalácie a zariadenia na ochranu pred účinkami statickej elektriny a atmosférickej elektriny podľa druhu objektu a zariadení

Druh objektu a zariadenia	**Lehota (roky)**
a) Elektrická inštalácia	
1. murovaná obytná a kancelárska budova	5
2. škola, materská škola, jasle, hotel a iné ubytovacie zariadenie, rekreačné stredisko	3
3. výšková budova, ktorej výška od najvyššieho poschodia obývaného alebo inak používaného osobami po úroveň zeme je pre obytnú budovu väčšia ako 50 m a pre inú budovu väčšia ako 30 m a objekty a priestory určené na zhromažďovanie viac ako 250 osôb, napríklad kultúrne a športové zariadenie, obchodný dom, stanica hromadnej dopravy,	2
4. objekt zhotovený z horľavých materiálov so stupňom horľavosti C, D, E a F[1])	
5. pojazdný a prevozný prostriedok[2)]	2
6. dočasná elektrická inštalácia[3)]	1
	0,5
b) Zariadenie na ochranu pred účinkami statickej elektriny[12a)]	
1. objekt s priestorom s nebezpečenstvom požiaru	2
2. objekt s priestorom s nebezpečenstvom výbuchu	2[5)]
3. ostatný objekt	5
c) Zariadenie na ochranu pred účinkami atmosférickej elektriny[**12b)**]	
1. hladina ochrany I a II	2
2. hladina ochrany III a IV	4
3. objekt s priestorom s nebezpečenstvom výbuchu	1[5)]

Vysvetlivky:

1) Vyhláška Ministerstva vnútra Slovenskej republiky č. 94/2004 Z. z., ktorou sa ustanovujú technické požiadavky na protipožiarnu bezpečnosť pri výstavbe a pri užívaní stavieb v znení neskorších predpisov.

2) Pojazdný a prevozný prostriedok je zariadenie s elektrickým zariadením podľa STN 33 2000-7-754: 2006 Elektrické inštalácie budov. Časť 7: Požiadavky na osobitné inštalácie alebo priestory. Oddiel 754: Elektrické inštalácie v karavanoch a v motorových karavanoch, podľa STN 34 1330: 1976 Elektrotechnické predpisy STN. Predpisy pre elektrické silnoprúdové zariadenia v pojazdných a prevozných prostriedkoch a ďalšie mobilné prostriedky, napríklad pojazdná a prevozná miešačka, pásový dopravník.

3) Napríklad STN 33 2000-7-704: 2007 Elektrické inštalácie nízkeho napätia. Časť 7-704: Požiadavky na osobitné inštalácie alebo priestory. Inštalácie na staveniskách a búraniskách; STN 33 2000-7-711: 2004 Elektrické inštalácie budov. Časť 7-711: Požiadavky na osobitné inštalácie alebo priestory. Výstavy, prehliadky a stánky.

5) Pre prepočítavač množstva plynu s vlastným zdrojom malého napätia je lehota päť rokov.

6) Pri určovaní lehoty odbornej prehliadky a odbornej skúšky určí sa kratšia lehota z príslušných lehôt uvedených v tabuľke A a v tabuľke B.

2a) STN 33 2030 Elektrotechnické predpisy. Ochrana pred nebezpečnými účinkami statickej elektriny (33 2030).

12b) Súbor STN EN 62305 Ochrana pred bleskom (34 1390).

B. Lehoty odborných prehliadok a odborných skúšok elektrickej inštalácie a zariadenia na ochranu pred účinkami statickej elektriny a atmosférickej elektriny podľa klasifikácie vonkajších vplyvov

		Lehoty[1)] odborných prehliadok a odborných skúšok podľa vonkajších vplyvov (v rokoch)								
Kategória[13)]	Vonkajšie vplyvy[13)]	Trieda[13)]								
		1	2	3	4	5	6	7	8	9
A	AA Teplota okolia	3	3	3	5	5	3	3	3	
	AB Teplota a vlhkosť	3	3	3	5	5	3	3	3	
	AC Nadmorská výška	5	3							
	AD Voda z iného zdroja ako z dažďa	5	3	1	1	1	1	1	1	
	Dážď	4								
	AE Cudzie pevné telesá	5	5	5	5	3	3			
	AF Korózia	5	4	3	1					
	AG Nárazy, otrasy	5	5	2						
	AH Vibrácie	5	5	2						
	AJ Iné mechanické namáhania									
	AK Rastlinstvo alebo plesne	5	3							
	AL Živočíchy	5	3							
	AM Elektromagnetické, elektrostatické a ionizujúce účinky	5	5							
	AN Slnečné žiarenie	5	5	4						
	AP Seizmicita	5	5							
	AQ Blesk	5[2)]	5[2)]	5[2)]						
	AR Pohyb vzduchu	5	5	5						
	AS Vietor	5	5	4						
	AT Snehová pokrývka	5	4	4						
	AU Námraza	5	4	4	4	4	4	4	4	4
B	BA Spôsobilosť osôb	5	4	5	5	5				
	BB Odpor tela	5	5	3						
	BC Dotyk so zemou	5	5	4	1					
	BD Únik	5	4	2	2					
	BE Spracúvané/skladované látky	5	2[3)]	2[4)]	5					
C	CA Stavebné materiály	5	2							
	CB Konštrukcia stavby	5	2	2	2					

Vysvetlivky:

1) Pri určovaní lehoty odbornej prehliadky a odbornej skúšky určí sa kratšia lehota z príslušných lehôt uvedených v tabuľke A a v tabuľke B.

2) Platí pre elektrické inštalácie a zariadenia na ochranu pred účinkami statickej elektriny.

3) Platí pre triedy BE2-N1 až BE2-N3.

4) Platí pre triedy BE3-N1 až BE3-N3.

POZNÁMKY:

Triedy so zvýrazneným tmavým pozadím sa považujú za triedy normálnych vonkajších vplyvov.[13)] Lehoty odborných prehliadok a odborných skúšok existujúcich elektrických zariadení, v prípade ktorých bol protokol o určení prostredia vypracovaný do 31. januára 2009, upravuje slovenská technická norma.[14)]

2. KONŠTRUKČNÉ PRVKY VONKAJŠEJ OCHRANY PRED BLESKOM

Materiály:

Odolnosť zachytávačov, zvodov i uzemnenia proti korózii musí spĺňať dlhodobú spoľahlivosť celého systému ochrany pred bleskom. Preto je treba do navrhovaných opatrení ochrany pred bleskom zakomponovať aj koróznu odolnosť materiálov a vplyv okolia. Tieto okolnosti sú popísane v tabuľke 3.

Materiál	**Možnosť uloženia**			**Korózia**		
	Vo vzduchu	**V zemi**	**V betóne**	**odolnosť**	**Zvýšená v styku s**	**Galvanickou väzbou s**
Meď	Plné, laná	Plné, laná	Plné, laná	Dobrá vo všetkých prostrediach	Sírnymi zlúčeninami a organickými materiálmi	---
Pozinkovaná oceľ	Plné, laná	Plné	Plné, laná	Dobrá vo vzduchu, betóne a kyslých pôdach	Vysokým obsahom chloridov	Meď, betón s armovaním
Nerez	Plné, laná	Plné	Plné, laná	Dobrá vo všetkých prostrediach	Voľnými chloridmi	---
hliník	Plné, laná	Nie je možné použiť	Nie je možné použiť	Dobrá vo vzduchu bez síry a chloridov	Základnými roztokmi	meď

Tab. 3 materiály používané v ochrane pred bleskom a ich korozívne vlastnosti

Z tabuľky 3 jasne vyplýva, že laná sú oproti drôtom výrazne náchylnejšie na koróziu, takže ich nie je možné odporučiť pre miesta prechodov napr. betónom alebo zemou. Z rovnakého dôvodu sa v zemi nepoužívajú pozinkované laná. V uvedenej tabuľke taktiež uvádzame základné popisy koróznych vlastnosti materiálov. Pri špecifických prípadoch však treba každú inštaláciu posúdiť individuálne. Napríklad pozinkovaná oceľ je náchylná ku korózii v ílovitých a vlhkých pôdach. Pre možnosť korózie nie je možné ani vyvádzať priamo pozinkovanú oceľ z betónu do zeme bez ďalších ochranných opatrení. Ak je v systéme ochrany pred bleskom použitá kombinácia materiálov treba brať do úvahy ich vzájomné pôsobenie a vznik korózie. Jednoduchý prehľad uvádza tabuľka 4. V minulosti sa problém vzniku elektrochemických článkov riešil pomocou olovených pásikov, dnes sa takéto spoje spájajú bimetalickými svorkami.

materiál	**pozinkovaná oceľ**	**hliník**	**meď**	**nerez**
pozinkovaná oceľ	doporučené	môže	nie	môže
hliník	môže	doporučené	nie	môže
meď	nie	nie	doporučené	môže
nerez	môže	môže	môže	doporučené

Tab. 4 možné kombinácie materiálov

Žiarovo zinkovaná oceľ

Cenovo stále najdostupnejší a preto aj najpoužívanejší materiál. Splňuje požiadavky základnej antikoróznej ochrany vo vzduchu, v zemi aj v betóne. Montáž z tohto materiálu je ale veľmi prácna a pre dosiahnutie dlhodobej životnosti si vyžaduje antikoróznu údržbu. Pri prechodoch cez prostredia je nutné zabezpečiť dodatočné antikorózne opatrenia (náter, páska, ...) pri spájaní a rezaní je potrebné materiál ošetriť. Na ďalších obrázkoch uvedieme prípady nesprávnej montáže a následného vzniku korózie.

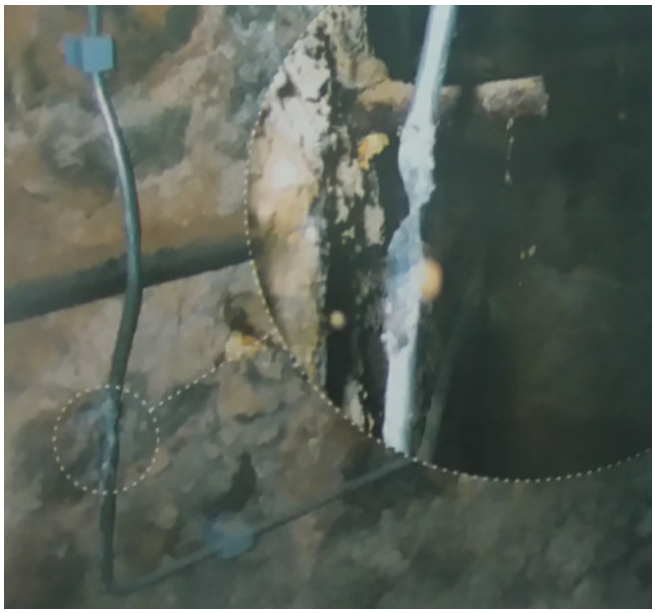
Obr. Rovnaký vývod uzemnenia u novostavby a po roku zapojenia (chýba dodatočná ochrana pri prechode prostredím)

Korózii vzdorná oceľ

Nerez je aj napriek svojej vyššej cene považovaná za perspektívny materiál. Niektoré Nemecké štandardy už dokonca uvažujú pri systéme uzemnenia s jej použitím (DIN 18014). Dokonca aj STN 33 2000-5-54 podľa, ktorej sa realizuje drvivá väčšina súčasných uzemnení predpisuje nerezové uzemnenie v niektorých prípadoch. Vyniká svojou vysokou schopnosťou odolávať korózii a taktiež je možné ju kombinovať aj s inými materiálmi bez použitia dodatočnej ochrany. Na potreby uzemnenia sa prioritne používa nerez triedy 1.4571 (V4A).

Hliník a jeho zliatiny

Hliník sa v súčasnej dobe masovo rozšíril najmä pre svoje dobré korózne, mechanické a elektrické vlastnosti. Môže sa použiť pre zachytávaciu sústavu a zvody ale nesmie sa aplikovať do zeme. **Nesmie sa ani dotýkať betónových a maltových stien.** Jeho tvárnosť je občas aj jeho nevýhodou, pri dlhých trasách treba rátať s jeho prehybom a podpery sa musia inštalovať častejšie. Taktiež vyniká aj tepelnou dilatáciou preto sa odporúča použiť každých maximálne 20 m dilatačný diel. U mnoho výrobcov nájdete dnes v sortimente predovšetkým zliatinu hliníka AlMgSi, ktorá vyniká predovšetkým lepšími mechanickými a antikoróznymi vlastnosťami.



Obr. Poškodenie hliníkového vodiča v mieste kontaktu s omietkou

Meď

Meď aj napriek svojej vysokej cene nachádza veľké množstvo uplatnení pre svoje vynikajúce vlastnosti a trvácnosť, taktiež estetickosť. Do zeme sa veľmi neodporúča pretože môže spôsobovať koróziu iných kovov, ktoré s ňou prídu do styku. Nevýhodou je, že sa nedá priamo spájať napr. s hliníkom a pozinkovanou oceľou.

3. NOVÉ TRENDY A PRIPRAVOVANÉ ZMENY V SYSTÉMOCH UZEMNENIA

Uzemňovací systém nespĺňa len funkciu rozptylu bleskového prúdu, ale tvorí aj základ takmer všetkých bezpečnostných elektrických systémov. Zabezpečuje tiež funkciu a ochranu ľudí pred zásahom elektrickým prúdom.

Na zabezpečenie ochrany ľudí a zároveň eliminovanie účinkov EMC je potrebná sieť ekvipotenciálneho vyrovnania a uzemňovací systém s nízkym odporom.

Normatívne požiadavky

Uzemňovací systém v podstate vytvára elektrické prepojenie medzi zemou a stavbou. Odpor uzemňovacej sústavy by mal byť čo najmenší (< 10 Ω, údaj pre ochranu pred bleskom v štandardných prípadoch).

Ekvipotenciálne vyrovnanie závisí na kvalitnom uzemňovacom systéme a spĺňa nasledujúce funkcie:

- Ochrana pred zásahom elektrickým prúdom (STN 33 2000-4-41, IEC 60364-4-41)
- Uzemňovacie sústavy a ochranné vodiče (STN 33 2000-5-54, IEC 60364-5-54)
- Ochrana pred bleskom (STN EN 62305)
- Ochrana elektrických inštalácií nízkeho napätia pred dočasnými prepätiami v dôsledku zemných spojení v sieťach vysokého napätia a v dôsledku porúch v sieťach nízkeho napätia (STN 33 2000-4-44, IEC 60364-4-44)
- Použitie pospájania a uzemnenia v budovách so zariadeniami informačnej techniky (STN EN 50310)
- Elektromagnetická kompatibilita – EMC direktíva 2004/108/EC (EMVG)
- Uzemnenie antén (STN EN 60728)
- Elektrické inštalácie v obytných stavbách – DIN 18015-1
- Základový uzemňovač – DIN 18014

Podľa STN EN 33 2000-5-54: „Uzemňovací systém môže byť použitý pre účely ochranné alebo funkčné separátne. Na základe požiadaviek elektrického systému môže byť použité spoločné uzemnenie. Ochranné požiadavky musia byť vždy prioritou.“

Uzemňovacie systémy: materiálne použitie

Samostatné základy

Samostatné základy, napríklad nosných pilierov, musia mať za určitých podmienok uzemňovacie vedenie v ich základoch s dĺžkou najmenej 2,5 m. Táto podmienka platí pre každý pilier ak sa nachádzajú vo vzájomnej vzdialenosti väčšej ako 5 m. Ak sú vo vzdialenosti menšej ako 5 m, stačí týmto spôsobom uzemniť každý druhý pilier. Tieto piliere by mali byť navzájom prepojené slučkou s rozmerom maximálne 20 x 20 m. Ochrana proti korózii má byť zabezpečená správnym výberom použitého materiálu.

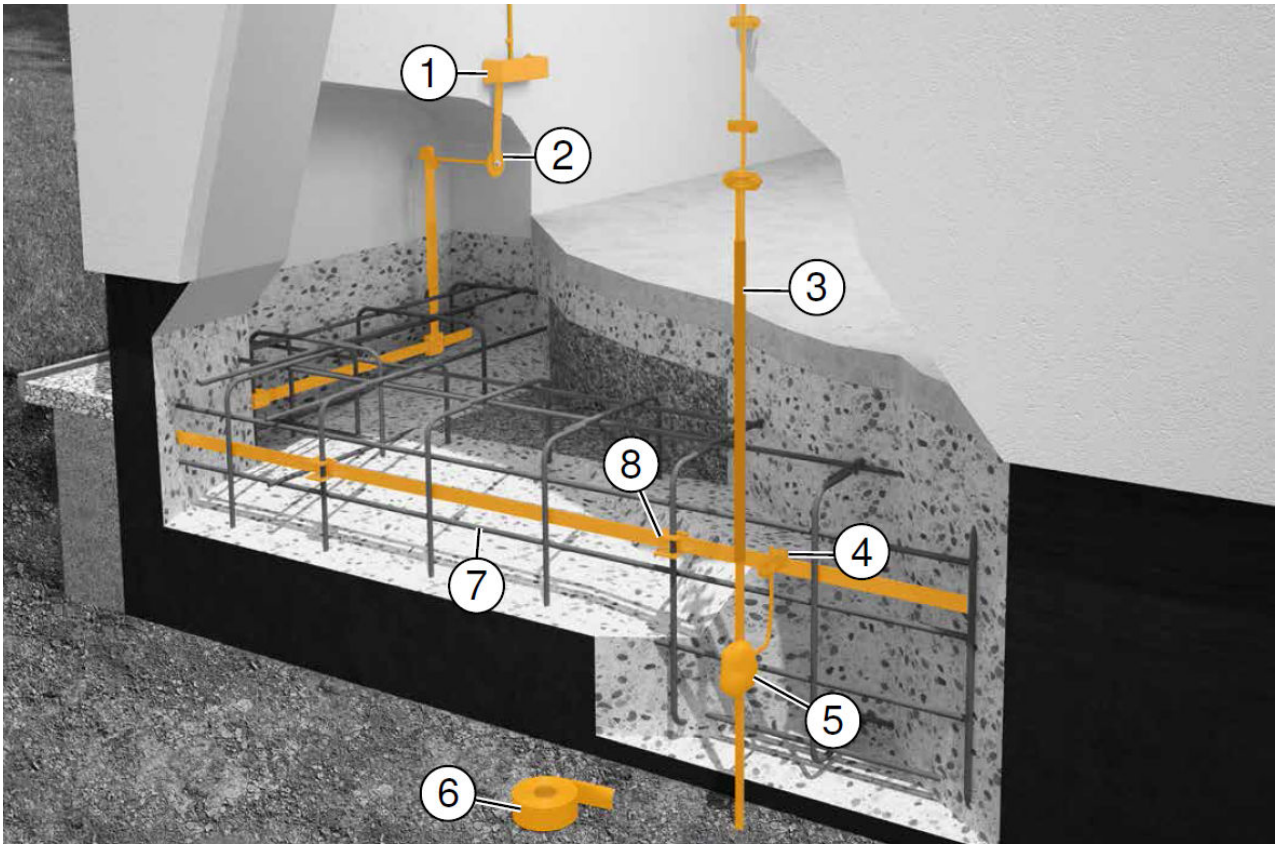
Základové uzemnenie

Základové uzemnenie je tvorené vodičom v uzavretej slučke, ideálne s použitím plochého vodiča, alternatívne sa však pripúšťa aj vodič s kruhovým prierezom s rozmerom slučky maximálne 20 x 20 m. Základový uzemňovač musí byť pripojený ku kovovým výstužiam v železobetóne svorkami alebo zvarom, s maximálnou vzájomnou vzdialenosťou 2 m. Pre mechanicky zhutňované betóny nie je dovolené použitie klinových svoriek. Na zabránenie

koróznych účinkov musí byť tento vodič pokrytý vrstvou betónu o minimálnej hrúbke 5 cm. Pri návrhu tohto uzemnenia musí projektant zohľadniť vodivosť betónovej vrstvy.

Ak je betónová vrstva od zeme odizolovaná, potom je potrebné vytvoriť elektrické prepojenie medzi základovým uzemňovačom a zemou. Izolovanou betónovou vrstvou sa myslí betón s nízkou mierou nasiaknutia vodou, alebo použitie tzv. čiernej alebo bielej vane. Elektrické prepojenie medzi základovým uzemňovačom a zemou je väčšinou vytvorené prstencovým uzemňovačom, mimo betónovú vrstvu v nemrznúcej hĺbke. V systémoch, kde sa vyžaduje vysoký stupeň elektromagnetickej kompatibility, sa používa iba základové uzemnenie. Na zníženie impedancie slučiek sa používa mreža o veľkosti 5 x 5 m, podľa STN EN 62305-4.

Podlahové dosky s oceľovými výstužami nespĺňajú vo všetkých prípadoch antikoróznu ochranu (5 cm vrstva betónu okolo vodiča). Preto je vhodné použiť vodič s nehrdzavejúcej ocele V4A (1.4404/1.4571).



Obr.1 uzemnenie typu B

(1- Hlavná ekvipotenciálna svorkovnica, 2- pripojovací bod uzemnenia, 3- zavádzacia tyč, 4- svorka diagonálna, 5, 6- antikorózna ochrana, 7- plochý vodič, 8- pripojovacia svorka napr. 1814 FT)

Vodiče vhodné pre základový uzemňovač	
Rozmer	Kruhový vodič s min. priemerom 10 mm
	Plochý vodič s min. rozmerom 30 x 3,5 mm
Materiál	Pozinkovaná alebo čierna oceľ (iba pri použití min. 5 cm krycej vrstvy betónu)
	Nehrdzavejúca oceľ kvality V4A (1.4404/1.4571) (Požitie v betóne alebo priamo v zemi)

Tab. 1 materiály pre uzemňovače

Izolované uzemňovacie systémy

Ako sme už spomenuli, ak sú základy od zeme odizolované, je potrebné vytvoriť elektrické spojenie so zemou. Príklady takejto izolácie sú:

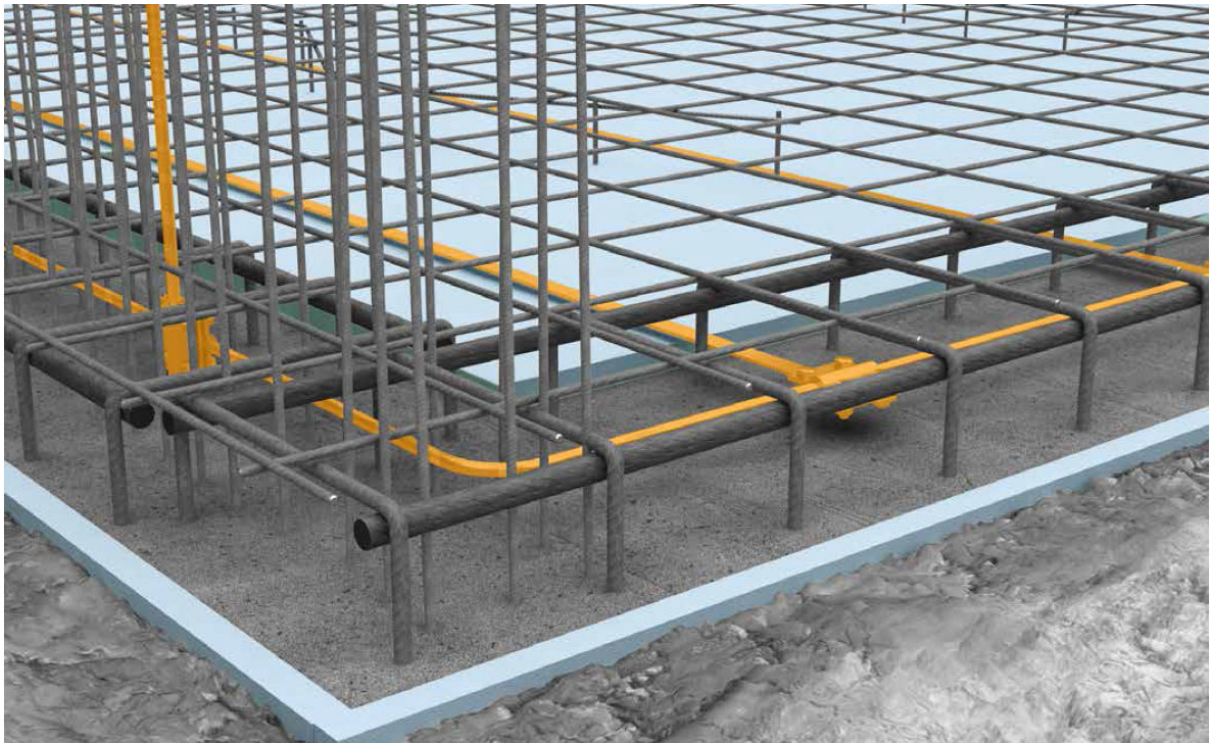
- Tepelná izolácia na vonkajšej strane základu
- Čierna vaňa: izolačná vrstva zo živice alebo polymérového materiálu, slúžiaca k zabráneniu prenikania vody
- Biela vaňa: vode odolné betóny podľa DIN 206-1 a 1045-2 kvality C25/30

V týchto prípadoch sa vyžaduje použitie prídavného prstencového uzemňovača mimo betónový základ, priamo spojeného s uzemnením v základe. Ak sú použité takéto uzemňovače mimo základovú dosku izolovaného základu, potom je potrebné dodržať nasledujúce rozmery:

- 10 x 10 m ak je potrebné dodržať požiadavky ochrany pred bleskom
- 20 x 20 m ak nie je potrebné dodržať požiadavky ochrany pred bleskom

Obvodová izolácia

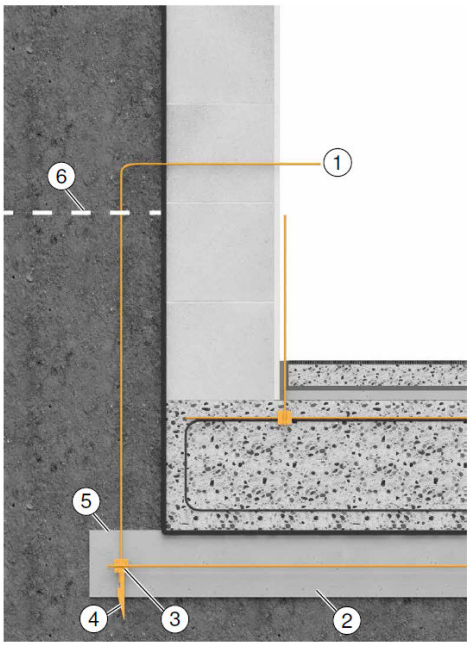
Obvodová izolácia je tvorená z tepelno-izolačných plátov použitých pod základovou doskou alebo okolo pivničných stien. Tento spôsob izolácie pôsobí nielen tepelne ale aj dokonale elektricky oddeľuje základové časti od zeme. Ak je takáto izolácia použitá zo všetkých strán základu, tak základové uzemnenie bude nefunkčné alebo v podstate neexistuje. Preto je potrebné vytvoriť prstencový uzemňovač pod základom a jeho izoláciou. Pred inštaláciou obvodovej izolácie je preto nutné nainštalovať uzemňovacie vodiče z nerezovej ocele kvality V4A (1.4404/1.4571). Ak je tento druh izolácie použitý iba na obvodové steny, základové uzemnenie môže byť použité priamo v betóne.



Obr. 2 základ s tepelnou izoláciou

Čierna vaňa

Ak je časť budovy dotýkajúca sa zeme pokrytá zo všetkých strán živicovým alebo plastickým náterom, potom rozprávame o tzv. „čiernej vani“. V tomto prípade základový uzemňovač nemá kontakt so zemou, preto je potrebné vytvoriť prstencový uzemňovač mimo základu.



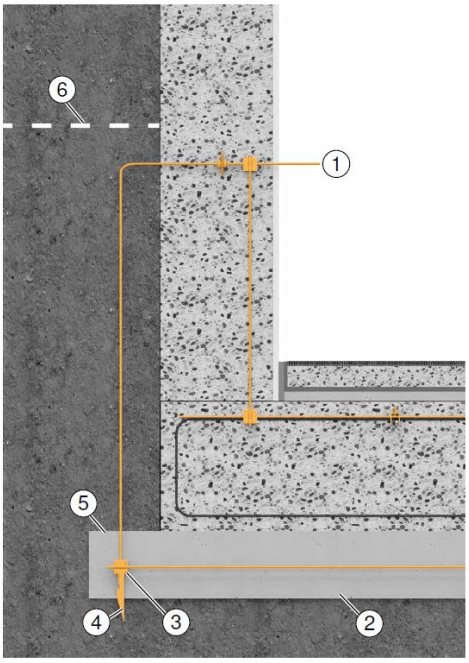
Obr. 3 „čierna vaňa“

(1- Prepojovacie vedenie, 2- podkladová vrstva: pozor nie štrková vrstva, 3- prstencový uzemňovač, 4- podpera zaisťujúca kryciu vrstvu 5 cm betónu, 5- vrstva betónu min. 5 cm, 6- maximálna hranica spodnej vody)

Biela vaňa

„Biela vaňa“ pozostáva z vode odolného betónu. Rovnako ako v prípade „čiernej vane“ je potrebné vytvoriť prstencový uzemňovač pod touto nepremokavou vrstvou. Ak je toto základové uzemnenie využité na účely ochrany pred bleskom, musia sa vytvoriť 2 systémy s nasledujúcimi rozmermi:

- V základe sa vytvorí mreža 20 x 20 m
- V zemi je potrebné vytvoriť mrežu 10 x 10 m podľa STN EN 62305-3



Obr.4 „biela vaňa“

(1- Prepojovacie vedenie, 2- podkladová vrstva: pozor nie štrková vrstva, 3- prstencový uzemňovač, 4- podpera zaisťujúca kryciu vrstvu 5 cm betónu, 5- vrstva betónu min. 5 cm, 6- maximálna hranica spodnej vody)

Produkt	**Obrázok**
Tesniaca manžeta pre kruhový vodič	
Tesniaca manžeta pre plochý vodič	

Prepojenie jednotlivých častí uzemnenia musí byť realizované nad hladinou spodnej vody. Ak to nie je z technického hľadiska možné dosiahnuť, musia sa vstupy do základov ošetriť upchávkou, ktorá je odolná voči tlakovej vode. Toto riešenie zabraňuje kapilárnemu vniknutiu vody do základov pozdĺž uzemňovacích vodičov. U rozľahlých stavieb sa odporúča v mieste dilatácii stavby vytvoriť aj dilatácie uzemnenia, ktoré bude vykonané mimo stien flexibilnou spojkou s prierezom min. 50 mm^2. Takto sa dosiahne ľahko kontrolovateľná a v prípade poruchy aj vymeniteľná dilatácia.

Obr. 5 príklad riešenia dilatácie