



BULGARIA

Евро Инженеринг Euro Engineering

/ЗАЩИТА ОТ МЪЛНИИ И ПРЕНАПРЕЖЕНИЯ/

1784 София, бул. "Цариградско шосе" 133 /7-ми км/ БИЦ – ИЗОТ, Офиси 306, 307 и 329

Тел/Факс: (02) 971 83 69, Тел: 80 90 441, E-mail: sunimes@ttm.bg

Web site: www.euroengineeringbg.com

СЪСТАВНИ ЧАСТИ НА ЕСТЕСТВЕНО СЪЗДАДЕНИ МЪЛНИЕПРИЕМНИ СИСТЕМИ

(Част II)

*Автори :д.т.н. инж. Христомир Николаев Иванов
доц. д-р Стефан Ангелов Гърков – р-л отдел "Администрация и маркетинг"*

1. ОБЩИ ПРОБЛЕМИ

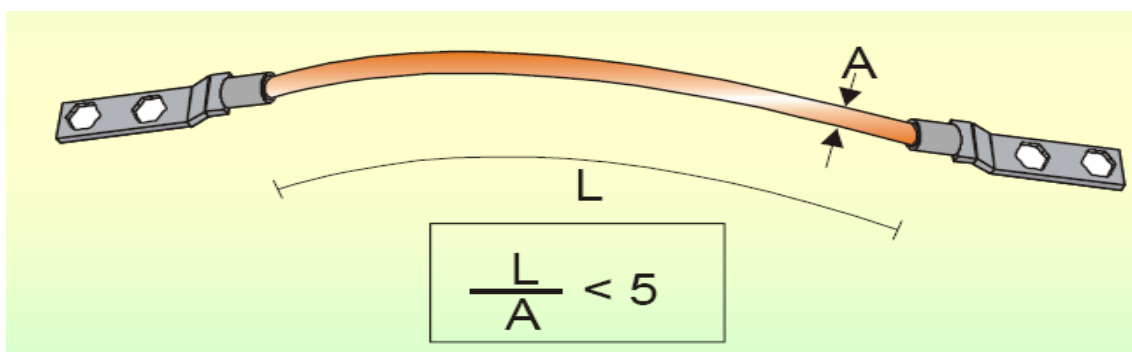
Металните елементи от конструкцията на дадената сграда (тавани, различни профилни елементи, релси, олуци и водостоци, и други детайли с метално покритие) могат да се използват, като естествени съставни части в една мълниеприемна система /докато се изгради стандартна такава/. Така например, ако конструкцията на защитаваната сграда представлява стоманен скелет с метален прокрив и фасада, направена от електропроводим материал, при някои обстоятелства тя може да се използва и като външна мълниезащитна система.

Ламаринените метални покрития на стените и покрива също могат да се използват, като временна естествена мълниеприемна система. Стига само електрическото свързване между тях да е постоянно и здраво. Такова електрическо свързване може да се направи чрез забиване на скоби, направа на заварки, съединяване с винтове или болтове, и т.н.

Ако няма сигурна електрическа връзка между металните елементи на естествено създадената мълниезащитна система, задължително трябва да се направи допълнително свързване между тези елементи - например със съединителни скоби (Фиг. 1 и Фиг. 2), свързващи кабели и т.н.



Фиг. 1. Съединителни скоби



Фиг. 2. Дължина на съединителна скоба

Минималната дебелина на ламарините или металните тръби, ако не е необходимо да се взема предвид възможното стопяване на ламарините в точката на попадение на мълнията или запалване на съхраняваните под тях горими материали, е показана в Таблица 6. Ако дебелината на ламарините е равна или по-голяма от указаната в четвъртата колонка на Таблица 6 (t' - Дебелина^b), тогава тези ламарини могат да се използват и като естествена мълниеприемна система, докато се изгради стандартна такава. Необходимо е да се посочи, че дебелината на покривния материал не е свързан с типа на мълниезащитна система.

Когато трябва да се вземат предпазни мерки срещу стопяване или прекомерно загряване на покривната ламарина в точката на попадение на мълнията, нейната дебелина не трябва да бъде по-малка по стойност от показаната в третата колонка на Таблица 1 (t - Дебелина^a).

Таблица 1: Минимална дебелина на ламарини и тръби за естествено създадени мълниеприемни системи

Ниво на мълниезащита на сградата	Материал	Дебелина ^a t (mm)	Дебелина ^b t' (mm)
I до IV	стомана	4	0.5
	меден	5	0.5
	алуминиев	7	0.6

Но при използване на метални тръби или контейнери е по-възможно да се изпълнят изискванията на посочените в *третата* колонка на Таблица 6 стойности за минимална дебелина.

Важно: Ако някои тръби или цистерни са съхранявали възпламеними или избухливи вещества, то при тяхното загряване опасността от експлозия е много голяма и те не трябва да се използват за елементи на естествено създадени мълниеприемни системи.

Ако изискването за минимална дебелина на металното покритие е изпълнено, компонентите (тръби или контейнери) трябва да се монтират в единна площ, защитена от общата мълниезащитна инсталация.

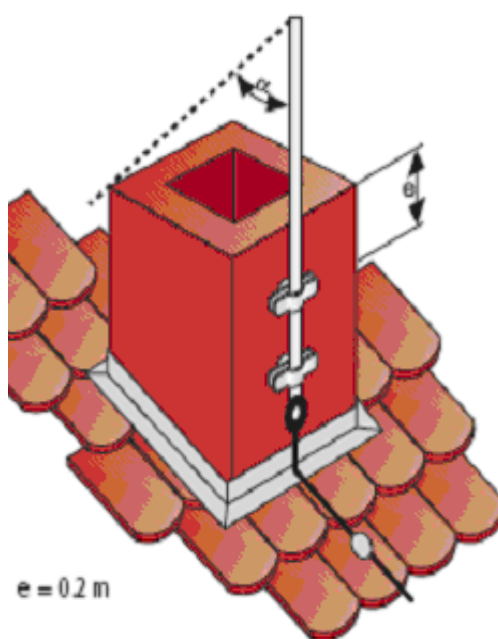
В заключение на раздела може да се посочи, че разгледаните естествени компоненти могат да служат за проводник на мълнията и следователно - като свързващ проводник или токоотводна система, в общата концепция на мълниезащитната инсталация.

2. МЪЛНИЕПРИЕМНИ СИСТЕМИ ЗА СГРАДИ СЪС СКАТЕН /КЕРЕМИДЕН ИЛИ ОТ ДРУГ МАТЕРИАЛ/ ПОКРИВ

Съгласно международните стандарти, елементите от конструкцията на сградите, върху които обикновено падат мълниите /билата на скатни покриви, комини, антени, отдушници, парапети и други монтирани върху покрива изпъкнали структури/, е задължително да се оборудват с мълниеприемни системи (Фиг. 3,4).



Фиг. 3. Мълниеприемен прът за комин /отдушник и т.н./



Фиг. 4. Мълниеприемен прът за комин

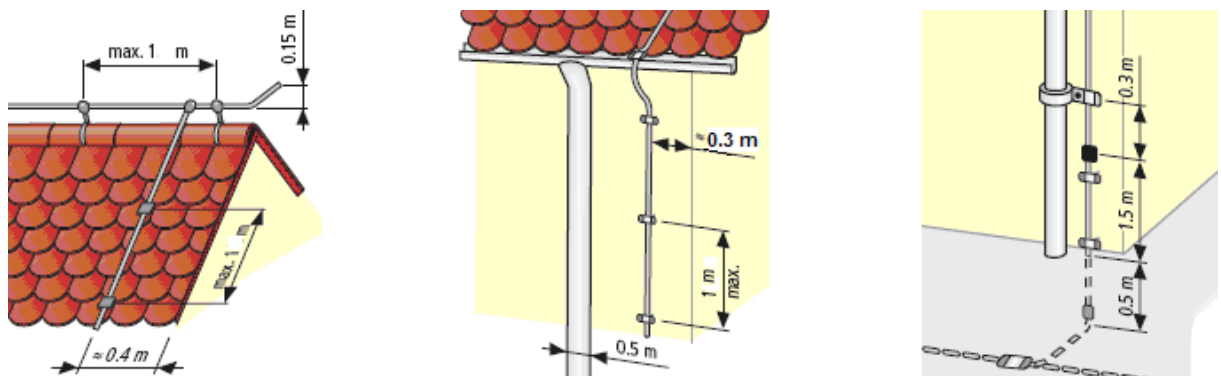
При монтиране на мълниезащитни и заземителни инсталации - тип “Фарадеев кафез” върху повърхността на скатни покриви, е необходимо размерът на мрежата да бъде съобразен с категорията на мълниезащита (МЗ) на дадената сграда (Фиг. 5). Така например, за сграда от III^{та} категория на мълниезащита, площта на клетката трябва да бъде 225 m^2 , т.е. да е с размери $15 \text{ m} \times 15 \text{ m}$.



Фиг. 5. Скатен покрив с дистанционен носач

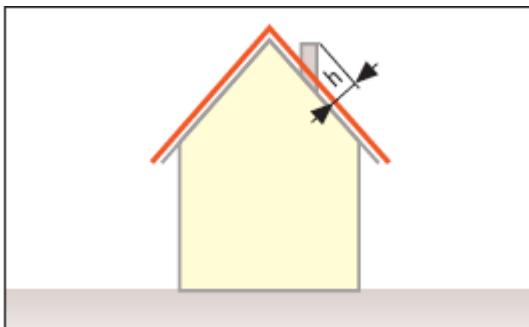
Ако за мълниезащитна система се използва билото и външния ръб на скатния покрив, както и металните части на конструкцията на сградата, за предпочитане е да се приложи *методът на мрежата*. При неговото реализиране е необходимо мълниеотводът за външния ръб на конструкцията на сградата да се монтира по възможност най-близо до ръба на покрива.

Обикновено металните олуци се използват за затваряне системата на покрива. Ако мълниеприемната мрежа или токоотводите са монтирани близо до водостоците, е наложително да се направи екипотенциално свързване между тях /Фигура 6/.



Фиг. 6. Детайли от монтирани токоотводи на сгради със скатен /керемиден и т.н./ покрив

Ако върху сграда със скатен покрив има изградено съоръжение, чието покритие е от електроизолационен материал, тя се счита за достатъчно защитена, ако покривът на това съоръжение не превишава нивото на мълниезащитната мрежа с **0.3 m** /т.е. $h \leq 0.3 \text{ m}$ (Фиг. 7/.



Фиг. 7. Височина на часта от сграда от електроизолационен материал върху покрива (например PVC) $h \leq 0.3 \text{ m}$

Ако височината на покривното съоръжение превишава нивото на мълниезащитната мрежа с повече от посочената норма от **0.3 m** / $h > 0.3 \text{ m}$ /, то това съоръжение /съоръжения/ е наложително да се оборудва с мълниеприемна система (т.е. върху него да се анкерира мълниеприемен прът, който здраво да се свърже с най-близкият част на мълниеприемната инсталация). Един от начините да се направи това е, като се използва вертикално застопорен проводник с диаметър от **8 /10/ mm**, с височина до **0.5 m** (Фиг. 8).



Фиг. 8. Мълниеприемен прът за отдушник

Важно: Метални структури, монтирани върху покрива на сградата без проводниково свързване към нейната конструкция, не се нуждаят от подвключване към общата мълниезащитна система в следните случаи:

- когато се издигат над нивото на мрежата не повече от **0.3 m**;

- когато минималната им затворена площ не надвишава $1 m^2$ (капандура, прозорец на мансарда и т.н.);
- когато максималната им дължина не превишава 2 m (метални ламаринени части на покрива и др.);

Ако са изпълнени тази три условия и се спази конкретно определеното разстояние до мълниеприемниците и токоотводите, не е необходимо изграждане на допълнителна мълниезащита на посочените структури с малниеприемни пръти и мълниеотводи.

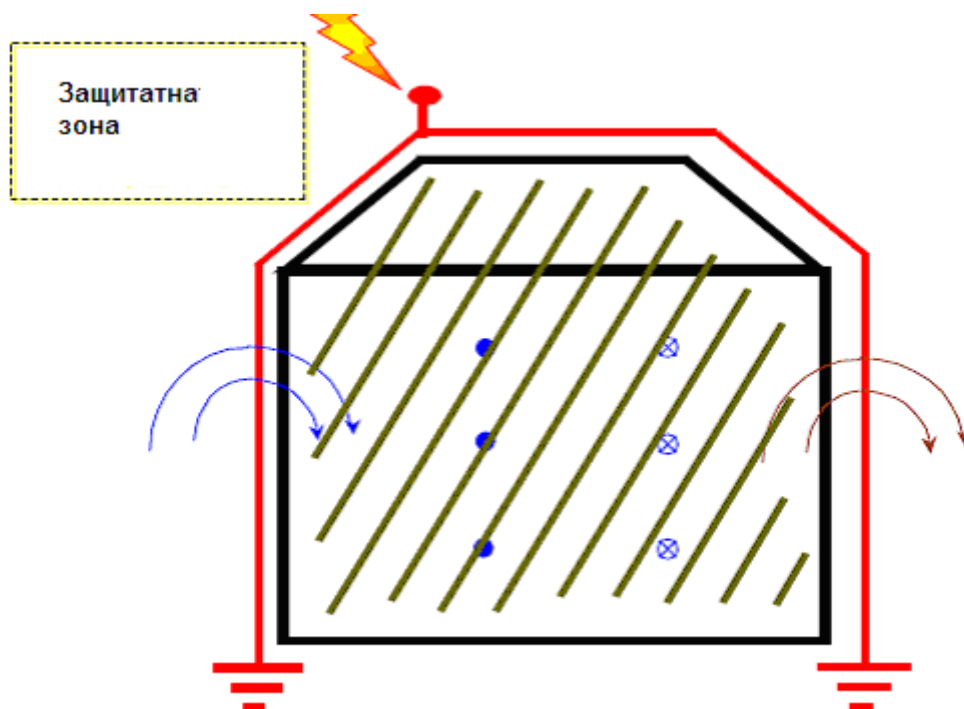
Мълниеприемният прът за комина трябва да се издигне на такава височина, че да се осигури неговата цялостна защита. За целта се използва методът на *ъгъла за осигуряване на защитата на комина*.

Ако коминът е изграден от тухли или е построен с коминни тела, мълниеприемният прът може да се монтира директно в комина.

Ако във вътрешността на комина има проводима тръба (като тези, които се откриват при ремонт на стари сгради), конкретно изчисленото разстояние на разделяне (**S**) до този елемент е абсолютно задължително да се спази.

3. ТОКОТВЕЖДАЩИ ПРОВОДНИЦИ /ТОКОТВОДИ, МЪЛНИЕОТВОДИ/

За оптималното функциониране на токоотвеждащите проводници /токоотводите/ е необходимо те да се разположат симетрично около защитената сграда /конструкция/ и да се монтират в нейната външна част, на строго определено разстояние един от друг (Таблица 2). Това разстояние между тях е в пряка зависимост от нивото на мълниезащита на съответната сграда /конструкция/. Резултатите от изследванията и практиката показват, че за всяка сграда трябва да се изградят минимално **два** токоотвода (Фиг. 9, 10).



Фиг. 9. Необходимост от минимум два токоотвода за сграда /конструкция/



Фиг. 10. Закрепване на токоотвод върху метален водосток

Таблица 2: Разстояние между токоотводите според нивото на мълниезащита (Стандарти IEC 62305-3 и БДС EN 62305 – 3:2006)

Ниво на мълниезащита на сградата	Средно разстояние между токоотводите (m)
I	10
II	10
III	15
IV	20

Необходимо е да се отбележи, че българският стандарт (Наредба № 8) определя разстоянието между токоотводите да е **25 m**. Тази стойност е различна от стойностите, дадени в стандарти IEC 62305-3 и БДС EN 62305 – 3:2006 /за сега е само с препоръчителен статут/ (Таблица 2).

Опитът показва, че дължината на токоотводите трябва да бъде възможно най-малка, като се избягва образуването на възли и огъвания в по тях. Ако такива са неизбежни, ъгълът на огъване не трябва да бъде по-малък от **90°** и радиусът на огъване не трябва да бъде по-малък от **20.3 cm (8 инча)** /Фиг. 11/.



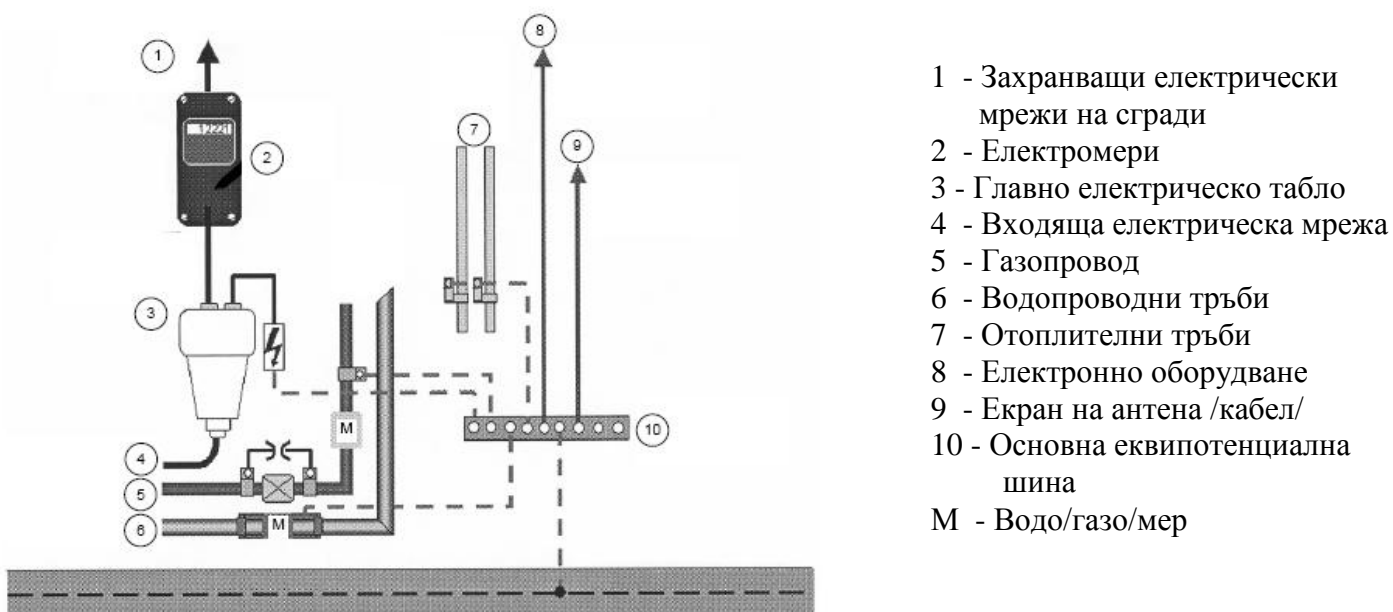
Фиг. 11. Правилен начин на огъване на токоотвеждащи проводници

4. ЗАЗЕМИТЕЛНИ СИСТЕМИ.

В последователността на поемане от земята на електрическия ток от мълниятата и разсейването му в нея (без да се създава опасно пренапрежение), конфигурацията и размерите на заземителната система са по-важен фактор, отколкото стойността на съпротивление на заземителния кол (електрод) или на заземителното огнище.

Стандартите IEC-61000-5-2, IEC-62305-3 и БДС EN 62305 – 3:2006 /за сега е само с препоръчителен статут/ изискват да се постигат ниски стойности на земното съпротивление ($< 10 \Omega$). Това условие е необходимо да се спазва винаги, особено при монтиране на мълниеприемници с изпреварващо действие.

Съгласно стандарти IEC-61000-5-2, IEC 6 1024-1, IEC-62305-3 и БДС EN 62305 – 3:2006 /за сега е само с препоръчителен статут/ е много важно да се гарантира екипотенциалност (потенциално изравняване) между различните заземителни системи (мълниезащитни инсталации, електрозахранващи инсталации за мрежи ниско напрежение, далекосъобщителни линии и т.н.). По този начин се възпрепятства появата на разлики в потенциалите, които могат да причинят злополуки и вреди на хората, съоръженията (фиг. 12, 13) и техниката.



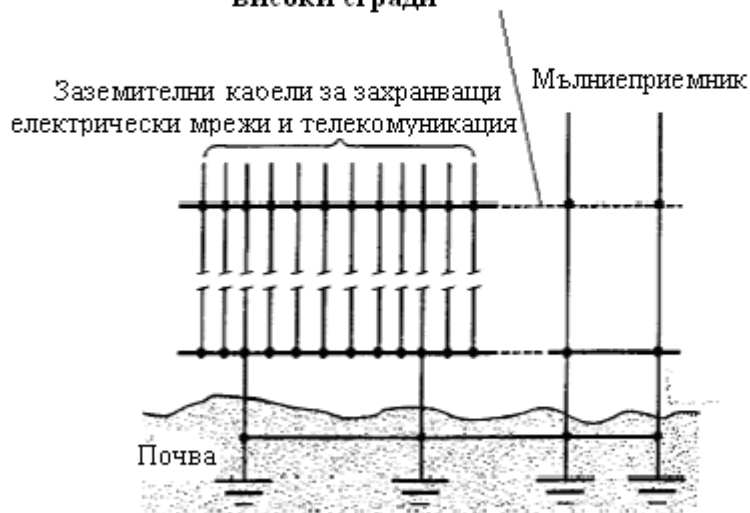
- 1 - Захранващи електрически мрежи на сгради
- 2 - Електромери
- 3 - Главно електрическо табло
- 4 - Входяща електрическа мрежа
- 5 - Газопровод
- 6 - Водопроводни тръби
- 7 - Отопителни тръби
- 8 - Електронно оборудване
- 9 - Екран на антена /кабел/
- 10 - Основна екипотенциална шина
- M - Водо/газо/мер

Фиг. 12. Екипотенциалност между металните елементи на сграда

Заземителното огнище, което трябва да бъде галванически разделено, е необходимо да е и екипотенциално свързано с другите заземителни огнища. Това може да се осъществи с помощта на арестери "Тип I", и съединителни скоби.

IEC 61000-5-2 / 1997

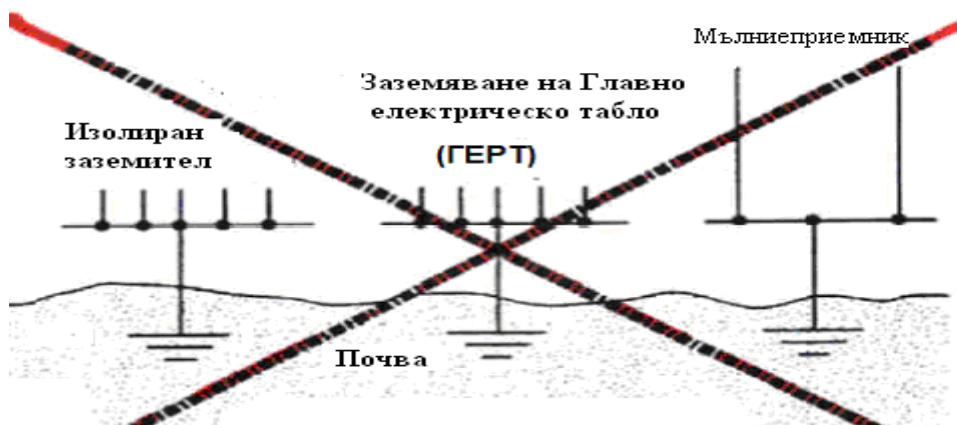
Еквипотенциалност между
металните елементи във
високи сгради



Фиг. 13. Свързване между различни заземителни огнища

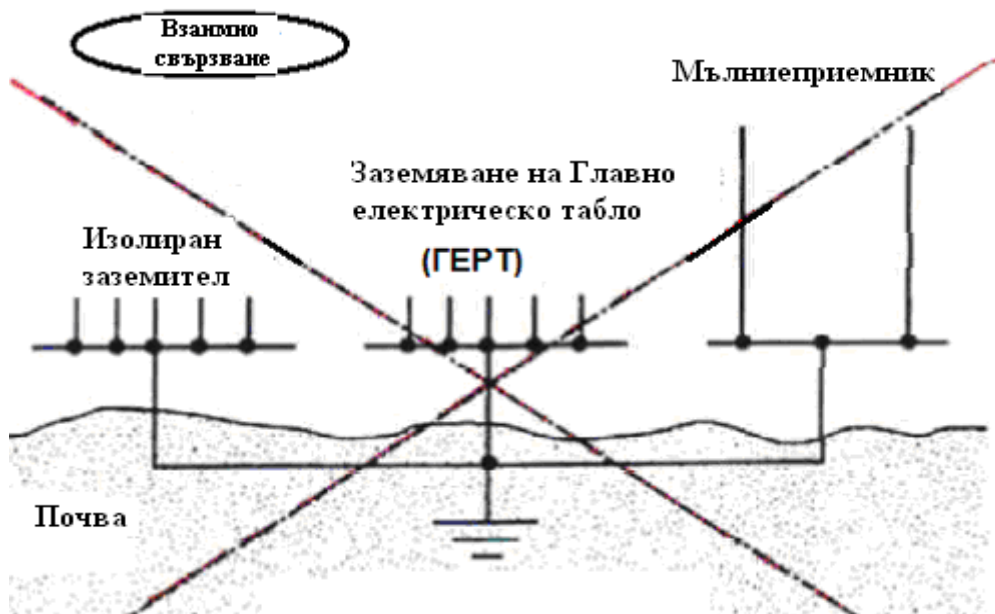
Съгласно изискванията на Стандарт IEC-61000-5-2/1997, последователните схеми за заземителни системи са забранени (Фиг. 14 и 15).

IEC 61000-5-2 / 1997



Фиг. 14. Отделни заземителни огнища

IEC 61000-5-2 / 1997

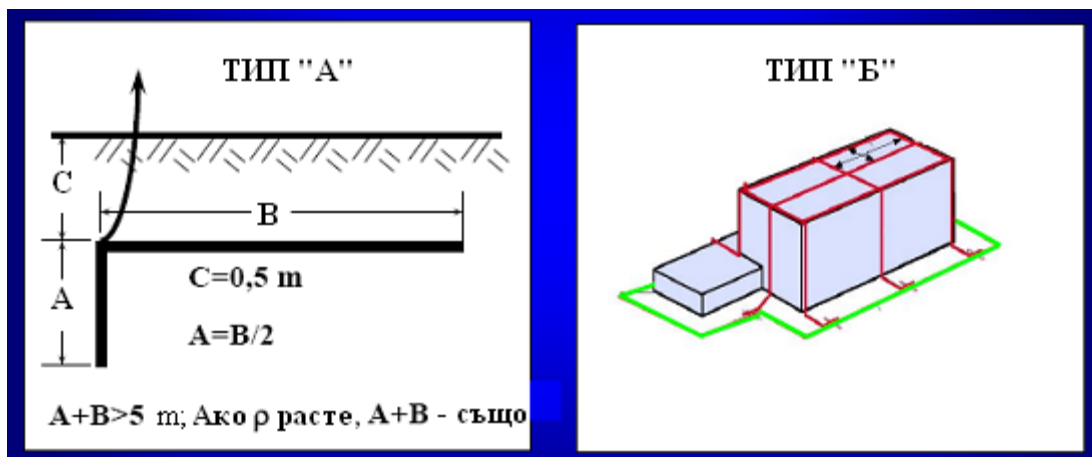


Фиг. 15. Заземително огнище

Стандартите IEC 62305-3 и БДС EN 62305 – 3:2006 /за сега е само с препоръчителен статут/ разглеждат два типа от заземителни системи, класифицирани като “А” и “Б” (Фиг. 16).

Заземителната система от тип “А” е с използване на хоризонтални електроди (противовеси), комбинирани с вертикални такива.

Заземителната система от тип “Б” по своята същност представлява пръстеновиден заземителен контур, комбиниран с вертикални електроди.

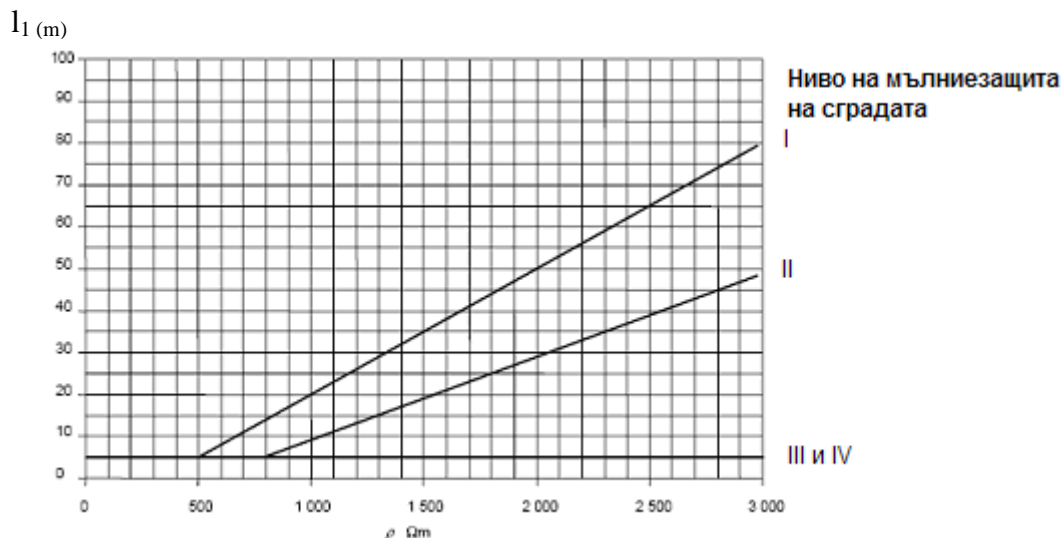


Фиг. 16. Типови решения за заземители

Стандартът IEC 62305-3 определя, че минималната дължина на всеки заземителен електрод (тип “А”) зависи от класа на избраната система (категория) на мълниезащита, оценката на риска за попадение на мълни върху сградата и измереното специфично съпротивление на почвата (ρ) в нейния район /Фигура 17/. При използване на

комбинирани електроди (хоризонтален и/или вертикален), общата им дължина (I_1), трябва да се определи сумарно /по графика, даден на Фиг. 37/.

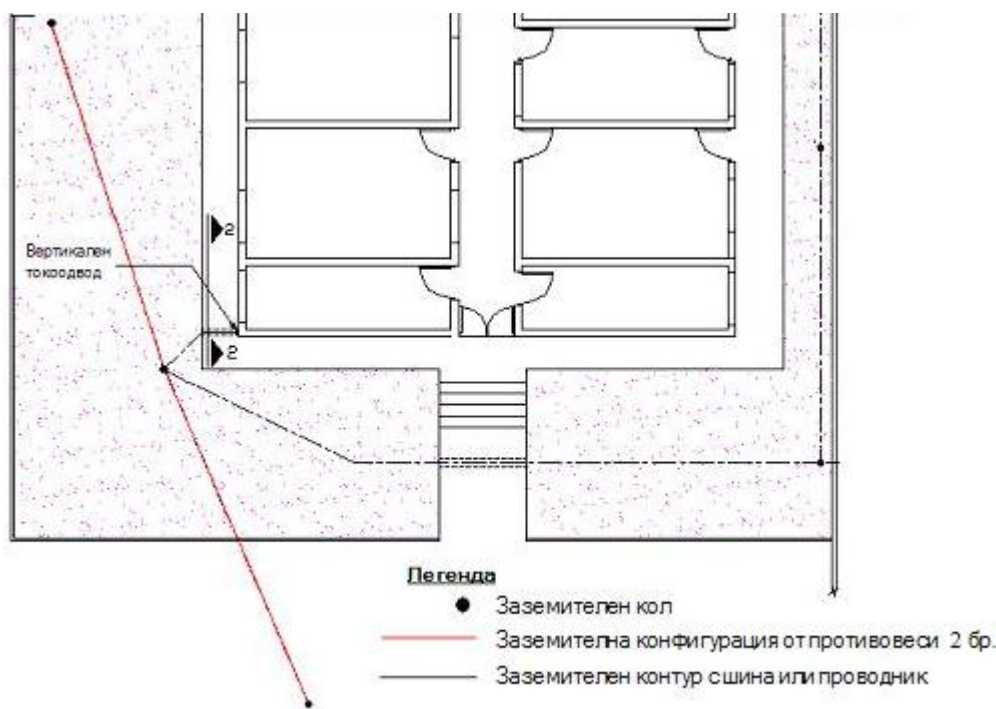
Въпреки наличието на таблици на специфично съпротивление на почвата (ρ) за различните региони, опитът показва, че преди изграждането на една система за заземяване, е необходимо да се направи пълно проучване на специфичното съпротивление на терена в района на защитаваната сграда. Според физико-географските особености на терена, стойностите на това специфично съпротивление могат да бъдат много различни. Дори и при един и същ състав на почвата, в различните региони специфичното земно съпротивление (ρ) също може да бъде коренно различно. Ето защо не се препоръчва тези стойности да се определят общо, без да се извършат конкретни измервания и изчисления.



Фиг. 17. График за определяне общата минимална дължина на заземителя /електрода/ (I_1), според вида на определената категория за мълниезащита на сградата и специфичното земно съпротивление (ρ)

Забележка: 1: За сгради от III^{та} и IV^{та} категории за мълниезащита не се изисква предварителни измерване на специфичното съпротивление на почвата.

Според стандартите IEC 62305-3 и БДС EN 62305 – 3:2006 /за сега е само с препоръчителен статут/, за получаване възможно най-ниски стойности на импулсното съпротивление на заземителната инсталация на защитаваната сграда /особено при работа в скалисти и други тежки терени/, се препоръчва изграждане на хоризонтално заземително огнище /огнища/ с противовеси (Фиг. 18). При него /тях/ заземителните електроди могат да се разполагат на отдалечение до **60 m** от точката на съприкосновение на токоотвода от защитаваната сграда или заземяваното съоръжение (трансформатор, генератор, антенно-фидерно устройство, мачтова опора и др.) със земята, като свързаният с него противовес /противовеси/ се вкопава /вкопават/ на дълбочина до **0.5 m**. За достигане минимални стойности на импулсното заземително съпротивлението на заземителните инсталации се препоръчва броят на противовесите да бъде от **два до четири**, с по-малка от указаната по-горе дължина - **15 до 60 m**. При това, заземителните електроди /според възможностите на почвата/ се забиват в земята /вертикално или под ъгъл/ на дълбочина **2.0 m** и повече. Ако заземителните инсталации на няколко съоръжения са в близост една до друга, се забранява кръстосването на противовесите и разполагането в непосредствена близост на заземителните електроди /т.е. на разстояние не по-малко от разстоянието, равно на двойната дължина на един кол/.



Фиг. 18. Конфигурация на хоризонтална заземителна инсталация с противовеси

Пръстеновидният заземителен контур (тип “Б”), комбиниран с вертикални електроди е за предпочитане да се поставя на минимална дълбочина от **0.5 m** и на отдалечение около **1 m** от външните стени на сградата.

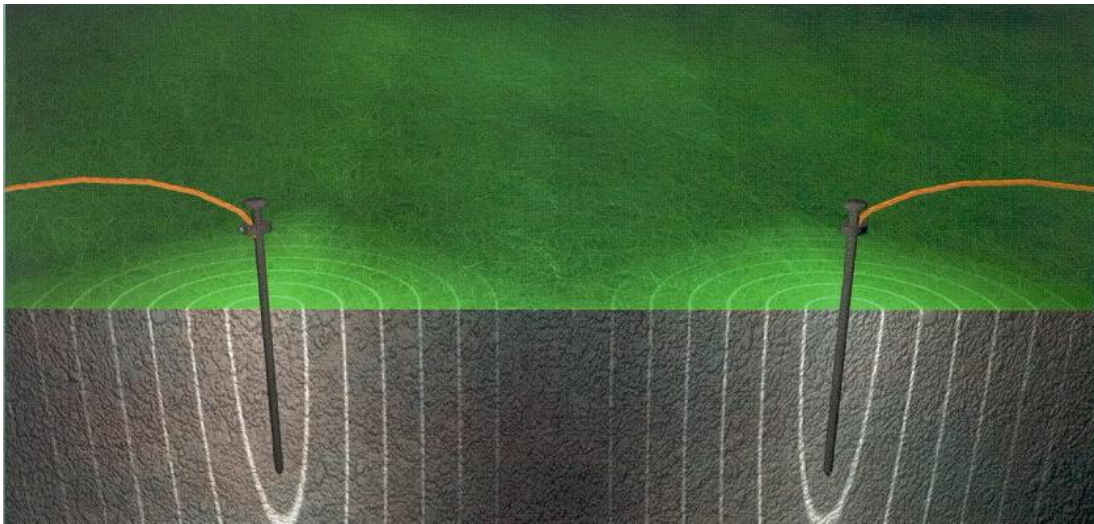
Препоръчва се броят на заземителните електроди (тип “Б”) да бъде *не по-малък от броя на токоотводите*, като минимумът е *два*. Ако за постигане на необходимите пониски стойности на импулсното съпротивление на заземителната инсталация се налага да се поставят допълнителни електроди, те трябва да се свържат с пръстеновидния заземителен контур в точките, където са свързани токоотводите. При това, електродите трябва да се забиват на равно отдалечение един от друг.

В заключение на този раздел могат да се направят следните *практически изводи*:

- за сгради, разположени върху скалиста и камениста основа /характерни с високо импулсно съпротивление на заземителните инсталации/, се препоръчва използването само на заземители от тип “Б”;

- за сгради, оборудвани с голямо количество и разнообразна електронна техника, както и такива, с висока вероятност за възникване на пожар в тях, също се препоръчва използването на заземители тип “Б”;

- заземителните електроди (конфигурация тип “А”) е целесъобразно да се инсталират на дълбочина не по-малко от **0.5 m** от повърхността на почвата. Ако се направи вертикална заземителна конфигурация със заземителни електроди /колове/, разстоянието между тях трябва да бъде *не по-малко от двойната дължина на един кол* (Фиг. 19).



Фиг. 19. Разстояние между два съседни заземителни електроди

Библиография:

- Наредба № 8 за мълниезащита на сгради, външни съоръжения и открити пространства (ДВ. бр.6/18.01.2005);
- Стандарт IEC 62305-2 Ed. 1.0: Мълниезащита, Част 2, Оценка на риска, м. окт. 2005 г.;
- БДС EN 62305-2:2006: Мълниезащита, Част 2, Оценка на риска;
- Стандарт IEC 62305-3 Ed. 1.0: Мълниезащита, Част 3, Физически повреди на сгради и риск за човешкия живот;
- БДС EN 62305-3:2006: Мълниезащита, Част 3, Физически повреди на сгради и риск за човешкия живот;
- NFPA 780, Стандарт за инсталации на системи за мълниезащита, 1995 г.