

РОЗРАХУНОК РИЗИКІВ
для оцінки необхідності блискавкозахисту проектованої будівлі

Розрахунок оцінки ризику і розрахунок шкоди для визначення необхідності влаштування блискавкозахисту по об'єкту: «XXX».

Розрахунок проводимо для всієї будівлі в цілому.

Для визначення необхідності, рівня і засобів блискавкозахисту першим розрахуємо ризик загибелі людей (допустиме значення ризику загрози для життя $R_T := 10^{-5}$ згідно таб. 4 IEC 62305-2:2010):

$$R_I = R_A + R_B + R_C + R_M + R_U + R_V + R_W + R_Z \quad (\text{ф. 1 IEC 62305-2:2010})$$

1.1. Визначаємо елемент ризику R_A (D1), який відноситься до ураження людей напругою дотику в разі удару блискавки в будинок:

Вихідні дані:

$T_H := 80$	- так як інструментальні дані по грозовим дням на рік відсутні, то приймаємо за тривалістю грози на рік у годинах, згідно карти середньої тривалості гроз у годинах для м. Харкова.
$L_b := 24.5$	- довжина будівлі, що захищається, на кінці «b» системи енергопостачання (споживач), м.
$W_b := 12.5$	- ширина будівлі, що захищається, на кінці «b» системи енергопостачання (споживач), м.
$H_b := 14.0$	- висота будівлі, що захищається, на кінці «b» системи енергопостачання (споживач), з врахуванням висоти вибухонебезпечної зони класу 2 над продувними трубами , м.
$C_{Db} := 0.25$	- фактор впливу місця розташування будівлі, що захищається, (таб. А.1 IEC 62305-2:2010). В нашому випадку об'єкт, оточений вищими об'єктами (димар, багатоповерхові будинки).
$r_t := 10^{-2}$	- значення фактору зменшення небезпеки людському життю в залежності від типу ґрунту або підлоги (за таб. С.3 IEC 62305-2:2010), у нашому випадку підлога з бетону.
$L_T := 10^{-2}$	- типова середня відносна кількість жертв, постраждалих від ураження електричним струмом (D1) внаслідок однієї небезпечної події (за таб. С.2 IEC 62305-2:2010).
$n_Z := 10$	- кількість людей у зоні.
$n_t := 10$	- кількість людей у будівлі.
$t_Z := 1993$	- час у годинах на рік, протягом якого особи перебувають у зоні.
$P_{TA} := 10^{-2}$	- значення ймовірності (за таб. В.1 IEC 62305-2:2010), яке відповідає за вірогідність того, що удар блискавки в будинок стане причиною ураження людей електричним струмом через небезпечну контактну та крокову напругу, в нашому випадку виконано ефективне зрівнювання потенціалів відносно землі.
$P_B := 1$	- значення ймовірності (за таб. В.2 IEC 62305-2:2010) фізичного пошкодження в результаті удару блискавки в будівлю в залежності від рівня блискавкозахисту. В нашому випадку, спочатку, будівля розглядається як не оснащена системою блискавкозахисту.

Розрахунок:

Щільність ударів блискавки в землю, шт:

$$N_G := 0.067 \cdot T_H = 5.36$$

Площа збирання будівлі, що захищається, m^2 :

$$A_{Db} := L_b \cdot W_b + 2 \cdot (3 \cdot H_b) \cdot (L_b + W_b) + \pi \cdot (3 \cdot H_b)^2 = 8956.019 \quad (\text{ф. А.2 IEC 62305-2:2010})$$

Кількість небезпечних випадків для будівлі, що захищається (кінець «b» системи енергопостачання), шт:

$$N_D := N_G \cdot A_{Db} \cdot C_{Db} \cdot 10^{-6} = 1.2 \cdot 10^{-2} \quad (\text{ф. А.4 IEC 62305-2:2010})$$

Збиток при ураженні людей внаслідок появи крокової напруги (D1):

$$L_A := \frac{r_t \cdot L_T \cdot n_Z \cdot t_Z}{n_t \cdot 8760} = 2.275 \cdot 10^{-5} \quad (\text{ф. С.1 IEC 62305-2:2010})$$

Значення ймовірності яке відповідає за вірогідність того, що удар блискавки в будинок стане причиною ураження людей електричним струмом через небезпечну контактну та крокову напругу.

$$P_A := P_{TA} \cdot P_B = 0.01 \quad (\text{ф. В.1 IEC 62305-2:2010})$$

Елемент ризику, який відноситься до поразки людей напругою дотику в разі удару блискавки в будинок (D1):

$$R_A := N_D \cdot P_A \cdot L_A = 2.73 \cdot 10^{-9} \quad (\text{ф. 6 IEC 62305-2:2010})$$

Порівняння з допустимим значенням ризику загрози для життя:

$$R_A < R_T$$
$$2.73 \cdot 10^{-9} < 10^{-5}$$

Висновок: оскільки R_A не перевищує R_T , то можна зробити попередній висновок про те, що R_A досить низький і передбачати додаткові заходи щодо його зниження поки не потрібно.

1.2. Визначаємо елемент ризику R_B (D2) фізичного пошкодження будівлі при прямому ударі блискавки:
Вихідні дані:

- $r_p := 0.5$ - фактор зменшення шкоди в результаті фізичного пошкодження, залежить від заходів, що вживаються для зменшення наслідків загоряння (за таб. С.4 IEC 62305-2:2010), у нашому випадку оснащення вогнегасниками, ручні пожежні сповіщувачі, пожежні гідранти і т.д..
- $r_f := 10^{-3}$ - фактор зменшення шкоди в результаті фізичного пошкодження, залежить від небезпеки вибуху або загоряння будівлі (за таб. С.5 IEC 62305-2:2010), у нашому випадку присутня вибухонебезпечна зона класу 2, ризик вибуху.
- $h_z := 1$ - фактор збільшення збитку в результаті фізичного пошкодження, враховують при наявності особливої небезпеки (по складності у евакуації людей) (за таб. С.5 IEC 62305-2:2010).), у нашому випадку нема особливої небезпеки пов'язаної з евакуацією людей (одноповерхова будівля і не більше 10 чол., що знаходяться в ньому.)
- $L_F := 10^{-1}$ - типова середня відносна кількість жертв від фізичного пошкодження (D2) внаслідок однієї небезпечної події (за таб. С.2 IEC 62305-2:2010), у нашому випадку присутня вибухонебезпечна зона класу 2, ризик вибуху.
- $P_B = 1$ - значення ймовірності (за таб. В.2 IEC 62305-2:2010) фізичного пошкодження в результаті удару блискавки в будівлю в залежності від рівня блискавкозахисту. В нашому випадку, спочатку, будівля розглядається як не оснащена системою блискавкозахисту.
- $n_z = 10$ - кількість людей у зоні.
- $n_t = 10$ - кількість людей у будівлі.
- $t_z = 1993$ - час у годинах на рік, протягом якого особи перебувають у зоні.

Розрахунок:

$N_D = 1.2 \cdot 10^{-2}$ - кількість небезпечних випадків для будівлі, обчислено у п.1.1.

Збиток у разі прямого удару блискавки в будинок:

$$L_B := \frac{r_p \cdot r_f \cdot h_z \cdot L_F \cdot n_z \cdot t_z}{n_t \cdot 8760} = 1.138 \cdot 10^{-5} \quad (\text{ф. С.3 IEC 62305-2:2010})$$

Елемент ризику, який відноситься до фізичного пошкодження в разі удару блискавки в будинок (D2):

$$R_B := N_D \cdot P_B \cdot L_B = 1.365 \cdot 10^{-7} \quad (\text{ф. 7 IEC 62305-2:2010})$$

Порівняння з допустимим значенням ризику загрози для життя:

$$R_B > R_T$$
$$1.365 \cdot 10^{-7} > 10^{-5}$$

Висновок: оскільки R_B не перевищує R_T , то можна зробити попередній висновок, що передбачати зовнішню систему блискавкозахисту будівлі нетреба.

1.3. Елемент ризику R_C (D3), який відповідає за пошкодження внутрішніх інженерних систем при прямому ударі блискавки у будівлю:

Вихідні дані:

- $L_O := 10^{-1}$ - типова середня відносна кількість потерпілих від несправності внутрішніх систем (D3) внаслідок однієї небезпечної події (за таб. С.2 IEC 62305-2:2010), у нашому випадку присутня вибухонебезпечна зона класу 2, ризик вибуху.
- $n_z = 10$ - кількість людей у зоні.
- $n_t = 10$ - кількість людей у будівлі.
- $t_z = 1993$ - час у годинах на рік, протягом якого особи перебувають у зоні.
- $P_{SPD} := 1$ - значення ймовірності (за таб. В.3 IEC 62305-2:2010) фізичного пошкодження внутрішніх систем в результаті удару блискавки в будинок, що залежить від застосування для захисту відповідних пристроїв від перенапруги, в нашому випадку, спочатку, будівля розглядається як не оснащена ПЗІП.
- $C_{LD} := 1$ - фактор (за таб. В.4 IEC 62305-2:2010) що залежить від стану екранування, заземлення та ізоляції, в нашому випадку згідно примітки 3 до таб. В.4 прийнято як для внутрішніх неекранованих систем.

Розрахунок:

$N_D = 1.2 \cdot 10^{-2}$ - кількість небезпечних випадків для будівлі, обчислено у п.1.1.

Збиток, який відноситься до пошкодження внутрішніх систем (D3):

$$L_C := \frac{L_O \cdot n_Z \cdot t_Z}{n_t \cdot 8760} = 2.275 \cdot 10^{-2} \quad (\text{ф. С.4 IEC 62305-2:2010})$$

Значення ймовірності фізичного пошкодження внутрішніх систем в результаті удару блискавки в будинок, що залежить від застосування для захисту відповідних пристроїв від перенапруги (ПЗІП).

$$P_C := P_{SPD} \cdot C_{LD} = 1 \quad (\text{ф. В.2 IEC 62305-2:2010})$$

Елемент ризику, що відноситься до пошкодження внутрішніх систем (D3):

$$R_C := N_D \cdot P_C \cdot L_C = 2.73 \cdot 10^{-4} \quad (\text{ф. 8 IEC 62305-2:2010})$$

Порівняння з допустимим значенням ризику загрози для життя:

$$R_C > R_T$$
$$2.73 \cdot 10^{-4} > 10^{-5}$$

Висновок: R_C перевищує R_T , з цього випливає, що для захисту внутрішніх комунікацій будівлі використання ПЗІП є обов'язковим.

1.4. Розглянемо елемент ризику R_M (D3), який буде вказувати, яким чином впливає близький удар блискавки на наведення та електромагнітні імпульси:

Вихідні дані:

$L_b = 24.5$	- довжина будівлі, що захищається, на кінці «b» системи енергопостачання (споживач), м.
$W_b = 12.5$	- ширина будівлі, що захищається, на кінці «b» системи енергопостачання (споживач), м.
$C_{Db} = 0.25$	- фактор впливу місця розташування будівлі, що захищається, (таб. А.1 IEC 62305-2:2010). В нашому випадку об'єкт, оточений вищими об'єктами (димар, багатоповерхові будинки).
$L_O = 0.1$	- типова середня відносна кількість потерпілих від несправності внутрішніх систем (D3) внаслідок однієї небезпечної події (за таб. С.2 IEC 62305-2:2010), у нашому випадку присутня вибухонебезпечна зона класу 2, ризик вибуху.
$n_Z = 10$	- кількість людей у зоні.
$n_t = 10$	- кількість людей у будівлі.
$t_Z = 1993$	- час у годинах на рік, протягом якого особи перебувають у зоні.
$U_W = 6$	- номінальна імпульсна напруга, що витримується системою енергопостачання будівлі, що захищається (визначається за паспортними даними заводу-виготовлювача або по таб. В9 IEC 62305-2:2010), кВ.
$K_{S1} := 1$	- фактор, що враховує ефективність екранування будівлі, систему захисту від блискавки або інші екрани на кордоні зони блискавкозахисту (0/1), в нашому випадку стіни будівлі - цегла, тобто екранування мінімальне (з пояснень до ф. В.4 IEC 62305-2:2010).
$K_{S2} := 1$	- фактор, що враховує ефективність екранів всередині будівлі на кордоні зони блискавкозахисту ЗБЗ X / Y ($X > 0$, $Y > 1$, в нашому випадку перегородки будівлі - цегла, тобто екранування мінімальне (з пояснень до ф. В.4 IEC 62305-2:2010).
$K_{S3} := 0.02$	- фактор, що враховує характеристики внутрішньої проводки (таб. В.5 IEC 62305-2:2010), в нашому випадку використовується неекранований кабель, розведення провідників у тому ж самому каналі, щоб запобігти великим петлям (в межах 0,5м²).

Розрахунок:

$N_G = 5.36$ - щільність ударів блискавки в землю, шт, обчислено у п.1.1.

$N_D = 1.2 \cdot 10^{-2}$ - кількість небезпечних випадків для будівлі, обчислено у п.1.1.

$A_{Db} = 8956.019$ - площа збирання будівлі, що захищається, м², обчислено у п.1.1.

Площа збирання блискавки, що вдаряє поблизу будівлі, м². Площа збирання A_M пролягає по лінії, розташованій на відстані 500 м від периметра будівлі (див. мал. А.5 IEC 62305-2:2010).

$$A_M := 2 \cdot 500 \cdot (L_b + W_b) + \pi \cdot 500^2 = 822398.163 \quad (\text{ф. А.7 IEC 62305-2:2010})$$

Середньорічна кількість небезпечних випадків, що виникають в результаті ударів блискавки поблизу будівлі, шт:

$$N_M := N_G \cdot A_M \cdot 10^{-6} = 4.408 \quad (\text{ф. А.6 IEC 62305-2:2010})$$

Збиток, який відноситься до пошкодження внутрішніх систем (D3):

$$L_M := \frac{L_O \cdot n_Z \cdot t_Z}{n_t \cdot 8760} = 2.275 \cdot 10^{-2} \quad (\text{ф. С.4 IEC 62305-2:2010})$$

Фактор, що враховує імпульсну напругу, що витримується системою, що захищається.

$$K_{S4} := \frac{1}{U_W} = 0.167 \quad (\text{ф. В.7 IEC 62305-2:2010})$$

Фактор, що відноситься до технічних характеристик захисних заходів від електромагнітних імпульсів, що виникають від грозових розрядів.

$$P_{MS} := (K_{S1} \cdot K_{S2} \cdot K_{S3} \cdot K_{S4})^2 = 1.111 \cdot 10^{-5} \quad (\text{ф. В.4 IEC 62305-2:2010})$$

Значення ймовірності пошкодження внутрішніх систем в результаті удару блискавки поблизу будівлі.

$$P_M := P_{SPD} \cdot P_{MS} = 1.111 \cdot 10^{-5} \quad (\text{ф. В.3 IEC 62305-2:2010})$$

Елемент ризику, що відноситься до ураження людей (D3):

$$R_M := N_M \cdot P_M \cdot L_M = 1.114 \cdot 10^{-6} \quad (\text{ф. 9 IEC 62305-2:2010}).$$

Порівняння з допустимим значенням ризику загрози для життя:

$$R_M < R_T$$

$$1.114 \cdot 10^{-6} < 10^{-5}$$

Висновок: R_M не перевищує R_T , з цього випливає, що додатковий захист від наведення напруги та електромагнітних імпульсів є обов'язковим.

1.5. Елемент ризику R_U (D1), пов'язаний з пошкодженням живих істот, спричиненим ураженням електричним струмом через напругу дотику всередині будівлі.

Вихідні дані:

$L_L := 1000$	- довжина ділянки системи енергопостачання від будівлі до першого з'єднувального вузла, м. Відомості відсутні, приймаємо максимальне значення - 1000 м;
$C_l := 1$	- фактор впливу засобу прокладання лінії електропостачання (таб. А.2 IEC 62305-2:2010). У нашому випадку лінія повітряна.
$C_E := 0.01$	- фактор впливу навколишнього середовища (таб. А.4 IEC 62305-2:2010). У нашому випадку міське середовище з високими будинками.
$C_T := 1$	- фактор впливу силового ВН/НН трансформатора, застосовуваного в системі енергопостачання будівлі (таб. А.3 IEC 62305-2:2010). У нашому випадку відомості відсутні, тому приймаємо найгірший варіант - наявність лише лінії електропостачання.
$C_{DJ} := 0.25$	- фактор впливу місця розташування джерела ЕП сусідньої будівлі (ТП), (таб. А.1 IEC 62305-2:2010), об'єкт, оточений вищими об'єктами або деревами.
$r_t = 0.01$	- значення фактору зменшення небезпеки людському життю в залежності від типу ґрунту або підлоги (за таб. С.3 IEC 62305-2:2010), у нашому випадку підлога з бетону.
$L_T = 0.01$	- типова середня відносна кількість жертв, постраждалих від ураження електричним струмом (D1) внаслідок однієї небезпечної події (за таб. С.2 IEC 62305-2:2010).
$n_Z = 10$	- кількість людей у зоні.
$n_t = 10$	- кількість людей у будівлі.
$t_Z = 1993$	- час у годинах на рік, протягом якого особи перебувають у зоні.
$L_J := 0$	- довжина суміжної будівлі на кінці «а» системи енергопостачання (джерело), м.
$W_J := 0$	- ширина суміжної будівлі на кінці «а» системи енергопостачання (джерело), м.
$H_J := 0$	- висота суміжної будівлі на кінці «а» системи енергопостачання (джерело), м.
$P_{TU} := 1$	- значення ймовірності (за таб. В.6 IEC 62305-2:2010) того, що удар блискавки в систему енергопостачання викличе загрозу життю людей, що залежить від заходів захисту від напруги дотику, таких як фізичні обмеження або попереджувальні повідомлення. У нашому випадку спочатку заходи відсутні.
$P_{EB} := 1$	- значення ймовірності (за таб. В.7 IEC 62305-2:2010) того, що удар блискавки в систему енергопостачання викличе загрозу життю людей, що залежить від наявності системи зрівнювання потенціалів, що відповідає IEC 62305-3, та рівня блискавкозахисту (РБЗ), для якого застосовані ПЗІП. У нашому випадку система зрівнювання потенціалів наявна, але спочатку відсутній блискавкозахист.

$P_{LD} := 1$ - значення ймовірності (за таб. В.8 IEC 62305-2:2010)) того, що удар блискавки в систему енергопостачання призведе до виходу з ладу внутрішніх систем, залежно від характеристик лінії та номінальної імпульсної напруги U_W , що витримується системою енергопостачання будівлі . У нашому випадку повітряна лінія, незахищена, неекранована.

Розрахунок:

$N_D = 1.2 \cdot 10^{-2}$ - кількість небезпечних випадків для будівлі, обчислено у п.1.1.

Площа збирання блискавки, що вдаряє в систему енергопостачання, м²:

$A_L := 40 \cdot L_L = 40000$ (ф. А.9 IEC 62305-2:2010)

Середньорічна кількість небезпечних випадків, що виникають в результаті ударів блискавки в систему енергопостачання, шт:

$N_L := N_G \cdot A_L \cdot C_I \cdot C_E \cdot C_T \cdot 10^{-6} = 2.144 \cdot 10^{-3}$ (ф. А.8 IEC 62305-2:2010)

Площа збирання сусідньої будівлі (ТП), м²:

$A_{DJ} := L_J \cdot W_J + 2 \cdot (3 \cdot H_J) \cdot (L_J + W_J) + \pi \cdot (3 \cdot H_J)^2 = 0$ (ф. А.2 IEC 62305-2:2010).

Середньорічна кількість небезпечних випадків для прилеглого будинку (кінець «а» системи енергопостачання), шт:

$N_{DJ} := N_G \cdot A_{DJ} \cdot C_{DJ} \cdot C_T \cdot 10^{-6} = 0$ (ф. А.5 IEC 62305-2:2010)

Збиток, пов'язаний із загибеллю людей, в залежності від типу підлоги (D1):

$L_U := \frac{r_i \cdot L_T \cdot n_Z \cdot t_Z}{n_i \cdot 8760} = 2.275 \cdot 10^{-5}$ (ф.С.2 IEC 62305-2:2010)

Значення ймовірності того, що удар блискавки в систему енергопостачання викличе загрозу життю людей:

$P_U := P_{TU} \cdot P_{EB} \cdot P_{LD} \cdot C_{LD} = 1$ (ф. В.8 IEC 62305-2:2010)

Елемент ризику, що відноситься до ураження людей (D1):

$R_U := (N_L + N_{DJ}) \cdot P_U \cdot L_U = 4.878 \cdot 10^{-8}$ (ф. 10 IEC 62305-2:2010)

Порівняння з допустимим значенням ризику загрози для життя:

$R_U < R_T$

$4.878 \cdot 10^{-8} < 10^{-5}$

Висновок: оскільки R_U не перевищує R_T , то можна зробити попередній висновок про те, що R_U досить низький і передбачати додаткові заходи щодо його зниження поки не потрібно. З цього випливає, що додаткові засоби захисту ЛЕП від виникнення контактної та крокової напруги (ОПН, попереджувальні написи, фізичні обмеження) не потрібні.

1.6. Елемент ризику R_V (D2), при якому удар блискавки в комунікацію викличе її пошкодження:

Вихідні дані:

$r_p = 0.5$ - фактор зменшення шкоди в результаті фізичного пошкодження, залежить від заходів, що вживаються для зменшення наслідків загоряння (за таб. С.4 IEC 62305-2:2010), **у нашому випадку оснащення вогнегасниками, ручні пожежні сповіщувачі, пожежні гідранти і т.д..**

$r_f = 1 \cdot 10^{-3}$ - фактор зменшення шкоди в результаті фізичного пошкодження, залежить від небезпеки вибуху або загоряння будівлі (за таб. С.5 IEC 62305-2:2010), **у нашому випадку присутня вибухонебезпечна зона класу 2, ризик вибуху.**

$h_Z = 1$ - фактор збільшення збитку в результаті фізичного пошкодження, враховують при наявності особливої небезпеки (за таб. С.5 IEC 62305-2:2010).), у нашому випадку низький рівень паніки (одноповерхова будівля і не більше 100 чол., що знаходяться в ньому.)

$P_{EB} = 1$ - значення ймовірності (за таб. В.7 IEC 62305-2:2010)) того, що удар блискавки в систему енергопостачання викличе загрозу життю людей, що залежить від наявності системи зрівнювання потенціалів, що відповідає IEC 62305-3, та рівня блискавкозахисту (РБЗ), для якого застосовані ПЗІП. У нашому випадку спочатку блискавкозахист відсутній.

$P_{LD} = 1$ - значення ймовірності (за таб. В.8 IEC 62305-2:2010)) того, що удар блискавки в систему енергопостачання призведе до виходу з ладу внутрішніх систем, залежно від характеристик лінії та номінальної імпульсної напруги U_W , що витримується системою енергопостачання будівлі . У нашому випадку повітряна лінія, незахищена, неекранована.

$C_{LD} = 1$ - фактор (за таб. В.4 IEC 62305-2:2010) що залежить від стану екранування, заземлення та ізоляції, в нашому випадку згідно примітки 3 до таб. В.4 прийнято як для внутрішніх неекранованих систем.

$n_Z = 10$ - кількість людей у зоні.
 $n_t = 10$ - кількість людей у будівлі.
 $t_Z = 1993$ - час у годинах на рік, протягом якого особи перебувають у зоні.

Розрахунок:

$N_D = 1.2 \cdot 10^{-2}$ - кількість небезпечних випадків для будівлі, що захищається (кінець «б» системи енергопостачання), обчислено у п.1.1.

$N_{DJ} = 0$ - кількість небезпечних випадків для прилеглого будинку (кінець «а» системи енергопостачання), обчислено у п.1.5.

Значення ймовірності того, що удар блискавки в систему енергопостачання стане причиною фізичного пошкодження:

$$P_V := P_{EB} \cdot P_{LD} \cdot C_{LD} = 1 \quad (\text{ф. В.9 IEC 62305-2:2010})$$

Збиток у разі прямого удару блискавки у комунікацію (D2):

$$L_V := \frac{r_p \cdot r_f \cdot h_Z \cdot L_F \cdot n_Z \cdot t_Z}{n_t \cdot 8760} = 1.138 \cdot 10^{-5} \quad (\text{ф. С.3 IEC 62305-2:2010})$$

Елемент ризику, що відноситься до фізичного пошкодження (D2):

$$R_V := (N_L + N_{DJ}) \cdot P_V \cdot L_V = 2.439 \cdot 10^{-8} \quad (\text{ф. 11 IEC 62305-2:2010})$$

Порівняння з допустимим значенням ризику загрози для життя:

$$R_V < R_T$$

$$2.439 \cdot 10^{-8} < 10^{-5}$$

Висновок: оскільки R_V не перевищує R_T , то можна зробити попередній висновок про те, що R_V досить низький і передбачати додаткові заходи щодо його зниження поки не потрібно. З цього випливає, що додаткових засобів захисту ЛЕП від перенапруги (ПЗІП, ОПН) внаслідок прямих ударів блискавок не потрібно.

1.7. Елемент ризику R_W (D3), при якому удар блискавки в систему енергопостачання викличе пошкодження внутрішніх систем:

Вихідні дані:

$L_O = 0.1$ - типова середня відносна кількість потерпілих від несправності внутрішніх систем (D3) внаслідок однієї небезпечної події (за таб. С.2 IEC 62305-2:2010), **у нашому присутня вибухонебезпечна зона класу 2, ризик вибуху.**

$P_{SPD} = 1$ - значення ймовірності (за таб. В.3 IEC 62305-2:2010) фізичного пошкодження внутрішніх систем в результаті удару блискавки в будинок, що залежить від застосування для захисту відповідних пристроїв від перенапруги, в нашому випадку, спочатку, будівля розглядається як не оснащена ПЗІП.

$P_{LD} = 1$ - значення ймовірності (за таб. В.8 IEC 62305-2:2010) того, що удар блискавки в систему енергопостачання призведе до виходу з ладу внутрішніх систем, залежно від характеристик лінії та номінальної імпульсної напруги U_W , що витримується системою енергопостачання будівлі. У нашому випадку повітряна лінія, незахищена, неекранована.

$C_{LD} = 1$ - фактор (за таб. В.4 IEC 62305-2:2010) що залежить від стану екранування, заземлення та ізоляції, в нашому випадку згідно примітки 3 до таб. В.4 прийнято як для внутрішніх неекранованих систем.

$n_Z = 10$ - кількість людей у зоні.
 $n_t = 10$ - кількість людей у будівлі.
 $t_Z = 1993$ - час у годинах на рік, протягом якого особи перебувають у зоні.

Розрахунок:

$N_L = 2.144 \cdot 10^{-3}$ - кількість небезпечних випадків, що виникають в результаті ударів блискавки в систему енергопостачання, обчислено у п.1.5.

$N_{DJ} = 0$ - кількість небезпечних випадків для прилеглого будинку (кінець «а» системи енергопостачання), обчислено у п.1.5.

Значення ймовірності (ф. В.10 IEC 62305-2:2010) того, що удар блискавки в систему енергопостачання викличе ушкодження внутрішніх систем:

$$P_W := P_{SPD} \cdot P_{LD} \cdot C_{LD} = 1 \quad (\text{ф. В.10 IEC 62305-2:2010})$$

Збиток, який відноситься до пошкодження комунікацій (D3):

$$L_W := \frac{L_O \cdot n_Z \cdot t_Z}{n_t \cdot 8760} = 2.275 \cdot 10^{-2} \quad (\text{ф. C.4 IEC 62305-2:2010})$$

Елемент ризику, що відноситься до пошкодження внутрішніх систем (D3):

$$R_W := (N_L + N_{DJ}) \cdot P_W \cdot L_W = 4.878 \cdot 10^{-5} \quad (\text{ф. 12 IEC 62305-2:2010})$$

Порівняння з допустимим значенням ризику загрози для життя:

$$R_W > R_T \\ 4.878 \cdot 10^{-5} > 10^{-5}$$

Висновок: R_W перевищує R_T , з цього випливає, що потрібні додаткові засоби захисту ЛЕП від перенапруги (ПЗП, ОПН) внаслідок прямих ударів блискавок.

1.8. Елемент ризику R_Z (D3), при якому, близький удар блискавки біля системи енергопостачання викличе пошкодження внутрішніх систем:

Вихідні дані:

$L_L = 1000$ - довжина ділянки системи енергопостачання від будівлі до першого з'єднувального вузла, м. Відомості відсутні, приймаємо максимальне значення - 1000 м;

$C_I := 1$ - фактор впливу засобу прокладання лінії електропостачання (таб. A.2 IEC 62305-2:2010). У нашому випадку лінія повітряна.

$C_E := 0.01$ - фактор впливу навколишнього середовища (таб. A.4 IEC 62305-2:2010). У нашому випадку міське середовище з високими будинками.

$C_T := 1$ - фактор впливу силового ВН/НН трансформатора, застосовуваного в системі енергопостачання будівлі (таб. A.3 IEC 62305-2:2010). У нашому випадку відомості відсутні, тому приймаємо найгірший варіант - наявність лише лінії електропостачання.

$L_O = 0.1$ - типова середня відносна кількість потерпілих від несправності внутрішніх систем (D3) внаслідок однієї небезпечної події (за таб. C.2 IEC 62305-2:2010), **у нашому випадку присутня вибухонебезпечна зона класу 2, ризик вибуху.**

$P_{LI} := 0.1$ - значення ймовірності (за таб. B.9 IEC 62305-2:2010) виходу з ладу внутрішніх систем через спалах поблизу лінії електропостачання залежно від характеристик лінії та номінальної імпульсної напруги U_W , що витримується системою енергопостачання будівлі. $U_W = 6$ кВ.

$C_{LI} := 1$ - фактор (за таб. B.4 IEC 62305-2:2010) що залежить від стану екранування, заземлення та ізоляції лінії електропостачання, в нашому випадку згідно примітки 3 до таб. B.4 прийнято як для повітряної неекранованої лінії.

$n_Z = 10$ - кількість людей у зоні.

$n_t = 10$ - кількість людей у будівлі.

$t_Z = 1993$ - час у годинах на рік, протягом якого особи перебувають у зоні.

Розрахунок:

$N_G = 5.36$ - щільність ударів блискавки в землю, шт, обчислено у п.1.1.

$N_D = 1.2 \cdot 10^{-2}$ - кількість небезпечних випадків для будівлі, обчислено у п.1.1.

Площа збирання блискавки, що вдарає в систему енергопостачання, м²:

$$A_I := 4000 \cdot L_L = 4000000 \quad (\text{ф. A.11 IEC 62305-2:2010})$$

Середньорічна кількість небезпечних випадків, що виникають в результаті ударів блискавки поблизу системи енергопостачання, шт:

$$N_I := N_G \cdot A_I \cdot C_I \cdot C_E \cdot C_T \cdot 10^{-6} = 2.144 \cdot 10^{-1} \quad (\text{ф. A.10 IEC 62305-2:2010})$$

Значення ймовірності того, що удар блискавки поблизу лінії системи енергопостачання викличе пошкодження внутрішніх систем.

$$P_Z := P_{SPD} \cdot P_{LI} \cdot C_{LI} = 1 \cdot 10^{-1} \quad (\text{ф. B.11 IEC 62305-2:2010})$$

Збиток, який відноситься до пошкодження комунікацій (D3):

$$L_Z := \frac{L_O \cdot n_Z \cdot t_Z}{n_t \cdot 8760} = 2.275 \cdot 10^{-2} \quad (\text{ф. C.4 IEC 62305-2:2010})$$

Елемент ризику, що відноситься до пошкодження внутрішніх систем (D3):

$$R_Z := N_I \cdot P_Z \cdot L_Z = 4.878 \cdot 10^{-4} \quad (\text{ф. 13 IEC 62305-2:2010})$$

Порівняння з допустимим значенням ризику загрози для життя:

$$R_Z > R_T$$

$$4.878 \cdot 10^{-4} > 10^{-5}$$

Висновок: R_Z перевищує R_T , з цього випливає, що потрібні додаткові засоби захисту ЛЕП від перенапруги (ПЗІП, ОПН, екранування) внаслідок прямих ударів блискавок.

1.9. Визначаємо ризик загрози людському життю:

$$R_I := R_A + R_B + R_C + R_M + R_U + R_V + R_W + R_Z = 8.109 \cdot 10^{-4}$$

(ф. 1 IEC 62305-2:2010)

Порівняння з допустимим значенням ризику загрози для життя:

$$R_I > R_T$$

$$8.109 \cdot 10^{-4} > 10^{-5}$$

Висновок: R_I перевищує R_T , з цього випливає, що ризик загрози людському життю більше допустимого.