



ZAŠČITA PRED DELOVANJEM STRELE

MINISTRSTVO ZA OKOLJE IN PROSTOR

Tehnična smernica

TSG-N-003: 2021

ZAŠČITA PRED DELOVANJEM STRELE

izdaja

3

MINISTRSTVO ZA OKOLJE IN PROSTOR

Tehnična smernica

TSG-N-003:2021

**■ ZAŠČITA PRED DELOVANJEM
STRELE**



REPUBLIKA SLOVENIJA
MINISTRSTVO ZA OKOLJE IN PROSTOR

TEHNIČNA SMERNICA TSG-N-003: 2021

Minister za okolje in prostor na podlagi tretjega odstavka 26. člena Gradbenega zakona (Uradni list RS, št. 61/17, 72/17 – popr. in 15/21 – ZDUOP) izdaja tehnično smernico

ZAŠČITA PRED DELOVANJEM STRELE

Minister za okolje in prostor

ANDREJ VIZJAK

Številka: 007-134/2019
V Ljubljani, 1. septembra 2021

Ta smernica se izda ob upoštevanju postopka informiranja v skladu z Direktivo (EU) 2015/1535 Evropskega parlamenta in Sveta z dne 9. septembra 2015 o določitvi postopka za zbiranje informacij na področju tehničnih predpisov in pravil za storitve informacijske družbe (UL L št. 241, z dne 17. 9. 2015, str. 1).

Tretja izdaja tehnične smernice TSG-N-003:2021 v celoti nadomešča drugo izdajo tehnične smernice TSG-N-003:2013.

Pripravo strokovnih vsebin je v sodelovanju s strokovno javnostjo in z Inženirsko zbornico Slovenije izvedla Elektrotehniška zveza Slovenije.

■	KAZALO	
■ 0	UVOD	5
0.1	POMEN IN VLOGA TEHNIČNE SMERNICE »ZAŠČITA PRED DELOVANJEM STRELE«	5
0.1.1	Zakonska podlaga za izdajo tehnične smernice	5
0.1.2	Pravilnik o zaščiti stavb pred delovanjem strele – pravni okvir delovanja smernice	5
0.1.3	Pravne posledice (ne)uporabe tehnične smernice	7
0.2	REFERENČNI DOKUMENTI	8
0.2.1	Predpisi	8
0.2.2	Standardi	8
0.2.3	Smernice	10
0.3	POMEN IZRAZOV	10
0.3.1	Izrazi	10
■ 1	NAMEN IN PODROČJE UPORABE	14
■ 2	TEMELJNE ZAHTEVE ZA PROJEKTIRANJE IN IZVEDBO	15
2.1	SPLOŠNO	15
2.2	PARAMETRI TOKA STRELE	15
2.3	POSLEDIČNE POŠKODBE ZARADI UDAROV STRELE	15
2.3.1	Vzroki škod	15
2.3.2	Vrste škod	16
2.3.3	Vrste izgub	16
2.4	OCENA TVEGANJA	18
2.4.1	Tveganje	18
2.4.2	Komponente tveganja	18
2.4.3	Vrednotenje tveganj	18
2.4.4	Vrednotenje komponent tveganja	18
2.4.5	Tolerančno tveganje RT	18
2.4.6	Postopek vrednotenja tveganj	18
2.5	GOSTOTA ATMOSFERSKIH RAZELEKTRITEV V ZEMLJO	19
2.6	RAZREDI LPS	19
■ 3	NAČRTOVANJE IN IZVEDBA SISTEMA ZAŠČITE PRED STRELO	20
3.1	ZUNANJI LPS	20
3.1.1	Izbira zunanjega LPS.	20
3.1.2	Lovilni sistem LPS	20
3.2	ODVODNI SISTEM	22
3.2.1	Odvodni sistem za neizolirani sistem zaščite pred strelo	22
3.2.2	Odvodni sistem za izolirani sistem zaščite pred strelo	23
3.2.3	Ločilna razdalja med kovinskimi deli in LPS	24
3.3	OZEMLJITEV	24
3.3.1	Ozemljilni sistem	24
3.4	IZVEDBA LPS V STAVBAH Z EKSPLOZIJSKO OGROŽENIMI PROSTORI	25
■ 4	MATERIALI ZA VODNIKE	26
■ 5	PREPREČITEV ISKRENJA IN PREBOJEV	29
5.1	SPLOŠNO	29
5.2	IZENAČITEV POTENCIALOV	29
5.2.1	Splošno	29
5.2.2	Izenačitev potencialov kovinskih inštalacij	29
5.2.3	Izenačitev potencialov zunanjih prevodnih delov	29
5.2.4	Izenačitev potencialov v notranjem delu LPS	30
5.2.5	Izenačitev potencialov v sistemih oskrbovalnih vodov	30
■ 6	ZAŠČITA PRED NEVARNOSTMI ZARADI NAPETOSTI DOTIKA IN KORAKA	31
6.1	ZAŠČITNI UKREPI PRED NAPETOSTJO DOTIKA	31
6.2	ZAŠČITNI UKREPI PRED NAPETOSTJO KORAKA	31

■ 7	ZAŠČITA ELEKTRIČNIH IN ELEKTRONSKIH SISTEMOV V STAVBAH	32
7.1	SPLOŠNO	32
7.2	ZAŠČITNE CONE	32
7.3	OZEMLJEVANJE IN POVEZOVANJE	32
7.4	MAGNETNO OKLOPLJANJE IN PREPLETANJE	32
7.5	KOORDINIRANA SPD ZAŠČITA	32
7.6	NAČRTOVANJE, IZBIRA IN PREGLEDNI POSTOPEK ZAŠČITE PRED LEMP	32
7.7	NAPRAVE ZA PROIZVODNJO ELEKTRIČNE ENERGIJE NA STAVBAH	32
■ 8	PREVERJANJE LPS	33
8.1	SPLOŠNO	33
8.1.1	Pristojnosti preglednika	33
8.1.2	Odgovornosti preglednika	33
8.2	VIZUALNI PREGLED	34
8.3	PRESKUSI	34
8.4	MERITVE	34
8.5	VZDRŽEVALNI PREGLED	35
8.6	OBDOBJA ZA PREVERJANJE	35
8.7	ZAPISNIK O PREVERJANJU	35
■ 9	DODATEK A: Primer zapisnika o preverjanju sistema zaščite pred delovanjem strele	37

0 UVOD

0.1 POMEN IN VLOGA TEHNIČNE SMERNICE »ZAŠČITA PRED DELOVANJEM STRELE«

0.1.1

Zakonska podlaga za izdajo tehnične smernice

- (1) To tehnično smernico je izdal minister za okolje in prostor na podlagi tretjega odstavka 26. člena Gradbenega zakona (Uradni list RS, št. 61/17 in 72/17 – popr. in 15/21 - ZDOUP).
- (2) V Gradbenem zakonu je določeno, da se s »tehničnimi smernicami za graditev objektov (v nadaljnjem besedilu: tehnične smernice) za določene vrste objektov natančno opredelijo:
 - priporočene tehnične rešitve, s katerimi se doseže izpolnjevanje bistvenih zahtev za projektiranje, gradnjo in vzdrževanje objektov,
 - izbrane ravni oziroma razredi gradbenih proizvodov in materialov, ki se smejo vgrajevati, in način njihove vgradnje
 ter, da se s tehničnimi smernicami se za določene vrste objektov natančno opredelijo tudi priporočene tehnične rešitve, ki se nanašajo na izpolnjevanje drugih zahtev.”
- (3) Pravna narava in uporaba tehničnih smernic je obravnavana v 24. in 26. členu zakona. V prvem je določeno, da predpise o bistvenih zahtevah izdaja minister, pristojen za graditev, če pa gre za posebne vrste objektov ali dele bistvenih zahtev pa jih smejo določiti tudi ministri, v katerih delovno področje spadajo takšne vrste takšnih objektov ali bistvene zahteve. Isti člen določa tudi razmerje med predpisi in smernicami, ko določa, da se smejo gradbeni tehnični in drugi predpisi sklicevati na standarde ali tehnične smernice oziroma določijo, da velja domneva skladnosti z zahtevami predpisa, če ustreza zahtevam v njem navedenih standardov ali tehničnih smernic. Če je v gradbenem tehničnem predpisu določena domneva skladnosti iz prejšnjega odstavka, se s temi predpisi opredelijo tudi metode in postopek, v katerem se dokaže, da projekt, v katerem je projektant uporabil rešitve zadnjega stanja gradbene tehnike, zagotavlja vsaj enako stopnjo zanesljivosti kot projekt, pripravljen z uporabo tehničnih smernic in obveznih ali priporočenih standardov.
- (4) Druge zahteve podrobneje določi minister, v čigar delovno področje spada vrsta objektov ali te zahteve.
- (5) V 15. členu zakona je določeno, da morajo objekti izpolnjevati bistvene zahteve glede na namen, vrsto, velikost, zmogljivost, predvidene vplive in druge značilnosti objekta. Bistvene zahteve za objekte so:
 1. mehanska odpornost in stabilnost,
 2. varnost pred požarom,
 3. higienska in zdravstvena zaščita ter zaščita okolja,
 4. varnost pri uporabi,
 5. zaščita pred hrupom,
 6. varčevanje z energijo in ohranjanje toplote,
 7. univerzalna graditev in raba objektov,
 8. trajnostna raba naravnih virov.
- (6) Če mora določena rešitev ustrezati zahtevam različnih predpisov, se zanjo izberejo najneugodnejše vrednosti – najstrožje zahteve, kot so podane v predpisih, ki jih je treba upoštevati.

0.1.2

Pravilnik o zaščiti stavb pred delovanjem strele – pravni okvir delovanja smernice

- (1) Gradbeni predpis, ki za stavbe podrobneje opredeljuje del bistvenih zahtev “varnost pred požarom” in “varnost pri uporabi”, je Pravilnik o zaščiti stavb pred delovanjem strele (Uradni list RS, št. 140/21). V tem pravilniku so določene zahteve za sistem zaščite pred delovanjem strele (v nadaljnjem besedilu: zaščita pred strelo).

5. člen

(zagotovitev zaščite pred strelo)

- (1) Vse zahtevne in manj zahtevne stavbe morajo biti opremljene s sistemom zaščite pred strelo z zaščitnim nivojem najmanj IV, ki mora biti projektiran, izveden in vzdrževan tako, da:
 - odvede atmosfersko razelektritev v zemljo brez škodljivih posledic in pri tem ne povzroča iskrenja in električnih preskokov, ki bi lahko povzročili požar,
 - prepreči okvare električnih, telekomunikacijskih in drugih oskrbovalnih sistemov ali jih omeji na najmanjšo možno mero,
 - prepreči okvare električnih in elektronskih naprav ali jih omeji na najmanjšo možno mero in
 - zagotavlja dovolj nizke napetosti dotika in koraka z ustrezno izenačitvijo potencialov.
- (2) Ne glede na prejšnji odstavek s sistemom za zaščito pred strelo ni treba opremiti tistih enostanovanjskih in dvostanovanjskih stavb, ki v skladu s predpisi, ki urejajo razvrščanje objektov, glede na zahtevnost sodijo med manj zahtevne ali nezahtevne objekte.
- (3) Ne glede na prvi odstavek tega člena mora projektant za stavbe iz Priloge 1 in za enostanovanjske ter dvostanovanjske stavbe z vgrajeno napravo za proizvodnjo električne energije na izpostavljenem mestu, na podlagi karte ali tabele največjih vrednosti

gostote strel iz Priloge 2, ki je sestavni del tega pravilnika, izdelati oceno tveganja pred udarom strele in na njeni podlagi določiti za ustrezen nivo zaščite pred strelo. Pri oceni tveganja je treba uporabiti metodologijo ocene tveganja pred udarom strele iz tehnične smernice iz 6. člena tega pravilnika. Pri tem se lahko uporabi tudi točnejši podatek o gostoti strel za lokacijo nameravane gradnje, ki jo investitorju oziroma projektantu posreduje pravna oseba, ki spremlja in obdeluje podatke te vrste in je navedena v Prilogi 2 tega pravilnika.

- (4) V stavbah z električno inštalacijo je treba izvesti skupno ozemljilo, ki mora omogočati tudi delovanje sistema zaščite pred strelo. Načrt električnih inštalacij in električne opreme mora zagotoviti usklajenost vseh uporabljenih ukrepov oziroma rešitev (v nadaljnjem besedilu: ukrepi) v zvezi z električno napeljavo in zaščito pred strelo, predvsem glede skupnih elementov izenačitve potencialov, zunanega lovilnega sistema z odvodi in izvedbe notranjega sistema zaščite pred strelo.

POZOR:

Področje uporabe te tehnične smernice je znatno širše kot področje pravne veljave pravilnika. Kot izhaja iz tretjega odstavka 1. člena pravilnika, se ob določenih pogojih njegove zahteve lahko smiselno uporabijo ne le za stavbe, pač pa tudi za druge objekte – gradbeno inženirske objekte.

1. člen (vsebina in uporaba pravilnika)

- (3) Zahteve tega pravilnika se smiselno uporabijo tudi za gradbene inženirske objekte in druge gradbene posege.
- (2) V poglavju pravilnika, ki določa način izpolnjevanja predpisanih zahtev, so za uporabo te tehnične smernice najbolj pomembne naslednje določbe:

6. člen (tehnična smernica)

- (1) Tehnična smernica za graditev, ki določa priporočene gradbene ukrepe oziroma rešitve za doseg zahtev tega pravilnika, je tehnična smernica za graditev TSG N 003 Zaščita pred delovanjem strele (v nadaljnjem besedilu: tehnična smernica).
- (2) Če so pri projektiranju, izvedbi in vzdrževanju sistema zaščite pred strelo v stavbah v celoti uporabljeni ukrepi, navedeni v tehnični smernici ali v dokumentih, na katere se ta sklicuje, velja domneva o skladnosti z zahtevami iz tega pravilnika.

7. člen (uporaba drugih ukrepov)

- (1) Pri projektiranju, izvedbi in vzdrževanju sistema zaščite pred strelo se smejo namesto ukrepov, navedenih v tehnični smernici, uporabiti rešitve v skladu z zadnjim stanjem gradbene tehnike, ki zagotavljajo izpolnitev zahtev tega pravilnika in vsaj enako stopnjo varnosti kot projekt, pripravljen z upoštevanjem tehnične smernice.
- (2) Ukrepi iz prejšnjega odstavka pomenijo upoštevanje zadnjega stanja gradbene tehnike v skladu z zakonom, ki ureja graditev. Izpolnjenost zahtev za zaščito stavb pred delovanjem strele po tem pravilniku se v takem primeru zagotovi v skladu z 14. členom tega pravilnika.
- (3) Ne glede na prvi odstavek tega člena je treba v vseh primerih uporabiti metodologijo analize tveganja pred udarom strele iz 2. točke tehnične smernice in ukrepe, navedene v 9. in 11. členu tega pravilnika.

- (3) V poglavju pravilnika, ki določa vsebino projektne dokumentacije, so najbolj pomembne naslednje določbe:

13. člen (navedba podlage za projektiranje)

- (1) Projektant mora v projektni dokumentaciji izrecno navesti, ali je dokumentacija za izvedbo gradnje izdelana na podlagi tehnične smernice ali na podlagi 7. člena tega pravilnika.
- (2) Načrt iz prejšnjega odstavka mora glede sistema zaščite pred strelo obsegati:
- zaščitni nivo stavbe,
 - ločilne razdalje med kovinskimi masami,
 - tlorise streh in fasade stavb z glavnimi karakteristikami lovilnega sistema,
 - zunanji sistem zaščite pred strelo – lovilni sistem, odvode in sistem ozemljil,
 - notranji sistem zaščite pred strelo – neposredne galvanske povezave s prerezi in predvidene namestitve prenapetostnih zaščitnih naprav,
 - vrednost ozemljitvene upornosti s potrebnimi izračuni,
 - vrste ozemljil in merilnih stikov (npr. trak, obroč, temeljsko ozemljilo),
 - vse priključke kovinskih mas z definiranimi zbiralkami za izenačitev potencialov,
 - vrsto in položaj povezav s sosednjimi objekti (npr. voda, plin, elektrika, informatika, zaščita),
 - sistem zaščite pred previsokimi napetostmi dotika in koraka in
 - druge podatke, ki so pomembni za inštalacijo oziroma sistem zaščite pred strelo (npr. izoliran sistem).

Če projektant izbral projektiranje v skladu s 7. členom pravilnika (uporaba drugih ukrepov) je važen še prvi odstavek 14. člena pravilnika:

- (1) Če projektant projektira zaščito pred strelo v skladu s 7. členom tega pravilnika, je treba opraviti preverjanje tistega dela dokumentacije za izvedbo gradnje, ki se nanaša na nadzor brezhibnosti in računske pravilnosti tistih sestavin načrta, ki določajo sistem zaščite pred strelo, s katerimi se dokazuje, da predložena dokumentacija izpolnjuje zahteve tega pravilnika z najmanj enakovredno ravno, kot če bi bila uporabljena tehnična smernica.

0.1.3

Pravne posledice (ne)uporabe tehnične smernice

a) Uporaba tehnične smernice - domneva o skladnosti

- (1) Kot je razvidno iz prejšnjih točk uvoda, so v tej tehnični smernici zapisani gradbeni ukrepi oziroma rešitve zgolj priporočen način za izpolnitev v pravilniku predpisanih zahtev. Upoštevanje priporočenih tehničnih ukrepov je podlaga za ustvaritev domneve o izpolnjenosti zahtev pravilnika. Pri tem je treba izhajati iz dejstva, da so ukrepi za zaščito stavb pred strelo praviloma medsebojno povezani in njihovega končnega učinka ni mogoče obravnavati izključno na podlagi analize vsakega ukrepa posebej, torej brez upoštevanja rezultatov celotnega izbrane zasnove zagotavljanja varnosti.
- (2) Zato mora odgovorni projektant pri izbiri ukrepov po tej tehnični smernici in njihovem kombiniranju z ukrepi, navedenimi v različnih referenčnih (podpornih) dokumentih, vedno poskrbeti za njihovo medsebojno usklajenost.
- (3) Dokazno breme o neizpolnjenosti zahtev iz pravilnika je pri uporabi te tehnične smernice na strani pristojnih državnih organov oziroma zakonsko določenih udeležencev pri graditvi, katerih vloga je nadzor nad pravilnostjo projektiranja (inšpektorji in stanovski zbornici). Kadar je projektiranje sledilo gradbenim ukrepom iz te tehnične smernice, med gradnjo in pri pridobitvi potrebnih upravnih odločb, ni treba dokazovati skladnosti z ustreznimi predpisi, ker se ta samodejno domneva na podlagi določb pravilnika.

b) Projektiranje po zadnjem stanju gradbene tehnike

- (1) Če se odgovorni projektant v skladu s pravilnikom odloči za uporabo (delno ali v celoti) gradbenih ukrepov iz zadnjega stanja gradbene tehnike, kot je to opredeljeno v 7. členu pravilnika, pa se mora zagotovljenost vsaj enake stopnje varnosti sistema zaščite pred strelo izkazovati z obveznim preverjanjem tistega dela dokumentacije za izvedbo gradnje, ki se nanaša na nadzor brezhibnosti in

računske pravilnosti tistih sestavin načrta, ki določajo električne inštalacije stavbe, kar je predpisani način dokazovanja projektanta, da je izpolnil predpisano zahtevo.

- (2) Tudi pri projektiranju po zadnjem stanju gradbene tehnike velja, da so ukrepi zaščite pred strelo praviloma medsebojno povezani in njihovega končnega učinka ni mogoče obravnavati izključno na podlagi analize vsakega ukrepa posebej, torej brez upoštevanja rezultatov celotnega izbranega koncepta zagotavljanja varnosti.
- c) Razmerje do zahtev pravnih predpisov s področja zaščite pred strelo
- (1) Vsebina te tehnične smernice priporoča gradbene ukrepe, ki so izjemoma lahko tudi predmet urejanja nekaterih pravnih predpisov. V razmerju do veljavnih predpisov je tehnična smernica napisana tako, da predlagani gradbeni ukrepi niso v nasprotju z zahtevami predmetnih predpisov. Če pa se pri njeni uporabi kljub temu ugotovi, da bi izvedba določenega predlaganega ukrepa pomenila kršitev določb veljavnega predpisa, je treba v celoti upoštevati obvezne zahteve zakonodaje.
- (2) V točki 0.2.1 je upoštevano stanje veljavnosti predpisov na dan izdaje te tehnične smernice. Spremembe, povezane z izdajo novih predpisov in s tem povezanimi razveljavitvami morajo uporabniki spremljati preko Uradnega lista Republike Slovenije oziroma Uradnega lista Evropskih skupnosti za pravne akte ES.

0.2 REFERENČNI DOKUMENTI¹

0.2.1

Predpisi

- | | | | |
|----------|---|----------|--|
| 0.2.1.1 | Gradbeni zakon (Uradni list RS, št. 61/17 in 72/17 – popr. in 15/21 - ZDOUP), | 0.2.1.12 | Pravilnik o zaščiti nizkonapetostnih omrežij in pripadajočih transformatorskih postaj (Uradni list RS, št. 90/15), |
| 0.2.1.2 | Energetski zakon (Uradni list RS, št. 17/14 in 81/15), | 0.2.1.13 | Pravilnik o protieksplzijski zaščiti (Uradni list RS, št. 41/16), |
| 0.2.1.3 | Zakon o gradbenih proizvodih (Uradni list RS, št. 82/13), | 0.2.1.14 | Pravilnik o podrobnejši vsebini dokumentacije in obrazcih, povezanih z graditvijo objektov (Uradni list RS, št. 36/18), |
| 0.2.1.4 | Zakon o tehničnih zahtevah za proizvode in o ugotavljanju skladnosti, (Uradni list RS, št. 99/04, 17/2011-ZTZPUS-1), | 0.2.1.15 | Pravilnik o vzdrževanju elektroenergetskih postrojev (Uradni list RS, št. 98/15), |
| 0.2.1.5 | Uredba o razvrščanju objektov (Uradni list RS, št. 37/18), | 0.2.1.16 | Pravilnik o elektroenergetskih postrojih izmenične napetosti nad 1 kV (Uradni list RS, št. 63/16), |
| 0.2.1.6 | Uredba o samooskrbi z električno energijo iz obnovljivih virov energije (Uradni list RS, št. 17/19), | 0.2.1.17 | Pravilnik o tehničnih zahtevah naprav za samooskrbo z električno energijo iz obnovljivih virov energije (Uradni list RS, št. 1/16 in 46/18), |
| 0.2.1.7 | Pravilnik o zaščiti stavb pred delovanjem strele (Uradni list RS, št. 140/21), | | |
| 0.2.1.8 | Pravilnik o omogočanju dostopnosti električne opreme na trgu, ki je načrtovana za uporabo znotraj določenih napetostnih mej (Uradni list RS, št. 39/16), | | |
| 0.2.1.9 | Pravilnik o požarni varnosti v stavbah (Uradni list RS, št. 31/04, 10/05, 83/05 in 14/07, 12/13 in 61/17 – GZ), | | |
| 0.2.1.10 | Uredba o manjših napravah za proizvodnjo električne energije iz obnovljivih virov energije ali s soproizvodnjo z visokim izkoristkom (Uradni list RS, št. 14/20), | | |
| 0.2.1.11 | Pravilnik o elektromagnetni združljivosti (Uradni list RS, št. 39/16), | | |

0.2.2

Standardi

Projektiranje, nameščanje, delovanje in vzdrževanje sistema zaščite pred strelo (v nadaljnjem besedilu LPS) temelji na naslednjih standardih in v njih navedenih standardih in drugih dokumentih:

0.2.2.1	SIST ISO 6707-1	Stavbe in gradbeni inženirski objekti - Slovar - 1. del: Slovar
0.2.2.2	SIST EN IEC 60664-1	Koordinacija izolacije za opremo v okviru nizkonapetostnih sistemov - 1. del: Načela, zahteve in preskusi
0.2.2.3	SIST EN 61557-1	Električna varnost v nizkonapetostnih razdelilnih sistemih izmenične napetosti do 1 kV in enosmerne napetosti do 1,5 kV - Oprema za preskušanje, merjenje ali nadzorovanje zaščitnih ukrepov - 1. del: Splošne zahteve
0.2.2.4	SIST EN 61557-2	Električna varnost v nizkonapetostnih razdelilnih sistemih izmenične napetosti do 1 kV in enosmerne napetosti do 1,5 kV - Oprema za preskušanje, merjenje ali nadzorovanje zaščitnih ukrepov - 2. del: Izolacijska upornost

¹ Referenčni dokumenti, navedeni v:
točki 0.2.1 so dosegljivi na spletni strani: <http://www.pisrs.si/Pis.web/>
točki 0.2.2 so dosegljivi na Slovenskem inštitutu za standardizacijo (SIST),
točki 0.2.3 so dosegljivi na spletni strani ministrstva, pristojnega za graditev.

0.2.2.5	SIST EN 61557-4	Električna varnost v nizkonapetostnih razdelilnih sistemih izmenične napetosti do 1 kV in enosmerne napetosti do 1,5 kV - Oprema za preskušanje, merjenje ali nadzorovanje zaščitnih ukrepov - 4. del: Upornost ozemljitvenega priključka in izenačitev potencialov
0.2.2.6	SIST EN 61557-5	Električna varnost v nizkonapetostnih razdelilnih sistemih izmenične napetosti do 1 kV in enosmerne napetosti do 1,5 kV - Oprema za preskušanje, merjenje ali nadzorovanje zaščitnih ukrepov - 5. del: Ozemljitvena upornost
0.2.2.7	SIST EN 61557-10	Električna varnost v nizkonapetostnih razdelilnih sistemih za izmenične napetosti do 1 kV in enosmerne napetosti do 1,5 kV - Oprema za preskušanje, merjenje ali nadzorovanje zaščitnih ukrepov - 10. del: Kombinirana merilna oprema za preskušanje, merjenje ali nadzorovanje zaščitnih ukrepov
0.2.2.8	SIST EN 62305-1	Zaščita pred delovanjem strele – 1. del: Splošna načela
0.2.2.9	SIST EN 62305-2	Zaščita pred delovanjem strele – 2 del: Vodenje rizika
0.2.2.10	SIST EN 62305-3	Zaščita pred delovanjem strele – 3. del: Fizična škoda na zgradbah in nevarnost za živa bitja
0.2.2.11	SIST EN 62305-4	Zaščita pred delovanjem strele – 4. del: Električni in elektronski sistemi v zgradbah
0.2.2.12	SIST EN 62561-1	Elementi sistema za zaščito pred strelo (LPSC) - 1. del: Zahteve za spojne komponente
0.2.2.13	SIST EN 62561-2	Elementi sistema za zaščito pred strelo (LPSC) - 2. del: Zahteve za vodnike in ozemljila
0.2.2.14	SIST EN 62561-3	Elementi sistema za zaščito pred strelo (LPSC) - 3. del: Zahteve za izolacijska iskrišča
0.2.2.15	SIST EN 62561-4	Elementi sistema za zaščito pred strelo (LPSC) - 4. del: Zahteve za pritr-dilne elemente
0.2.2.16	SIST EN 62561-5	Elementi sistema za zaščito pred strelo (LPSC) - 5. del: Zahteve za merilne omarice ozemljil in tesnjenje izolacije pri ozemljilih
0.2.2.17	SIST EN 62561-6	Elementi sistema za zaščito pred strelo (LPSC) - 6. del: Zahteve za števec udarov strele (LSC)
0.2.2.18	SIST EN 62561-7	Elementi sistema za zaščito pred strelo (LPSC) - 7. del: Zahteve za spojine, ki izboljšajo ozemljitev
0.2.2.19	SIST EN 61643-11	Nizkonapetostne naprave za zaščito pred prenapetostnimi udari - 11. del: Naprave za zaščito pred prenapetostnimi udari za nizkonapetostne napajalne sisteme - Zahteve in preskusi
0.2.2.20	SIST TS CLC/TS 61643-12	Nizkonapetostne naprave za zaščito pred prenapetostnimi udari - 12. del: Naprave za zaščito pred prenapetostnimi udari za nizkonapetostne napajalne sisteme - Izbira in načela za uporabo
0.2.2.21	SIST EN 61643-21	Nizkonapetostne naprave za zaščito pred prenapetostnimi udari - 21. del: Naprave priključene na telekomunikacijska in signalna omrežja - Zahtevane lastnosti in preskusne metode
0.2.2.22	SIST-TS CLC/TS 61643-22	Nizkonapetostne naprave za zaščito pred prenapetostnimi udari - 22. del: Naprave za zaščito pred prenapetostnimi udari, priključene na telekomunikacijska in signalna omrežja - Izbira in načela za uporabo
0.2.2.23	IEEE 81	IEEE vodilo za merjenje ozemljitvene upornosti, impedance tal in zemeljskih površinskih potencialov ozemljitvenega sistema

0.2.3**Smernice**

- 0.2.3.1 Tehnična smernica TSG-1-001 Požarna varnost v stavbah,
- 0.2.3.2 Tehnična smernica TSG-N-002 Nizkonapetostne električne inštalacije.

0.3 POMEN IZRAZOV

- (1) Izrazi s področja graditve stavb, ki niso opredeljeni v tej tehnični smernici, imajo pomen, kot so opredeljeni v Gradbenem zakonu in Pravilniku o zaščiti stavb pred delovanjem strele.
- (2) Izrazi s področja zaščite pred strelo, ki niso opredeljeni v tej tehnični smernici, imajo pomen, kot so opredeljeni v Pravilniku o zaščiti stavb pred delovanjem strele oziroma v seriji standardov SIST EN 62305.
- (3) Kratice imajo naslednji pomen:
 LPS – sistem zaščite pred strelo,
 LPL – strelovodni zaščitni nivo,
 LPZ – strelovodna zaščitna cona,
 LEMP – elektromagnetni impulz električnega toka strele,
 SPD – prenapetostna zaščitna naprava,
 SPM – zaščitni ukrepi.

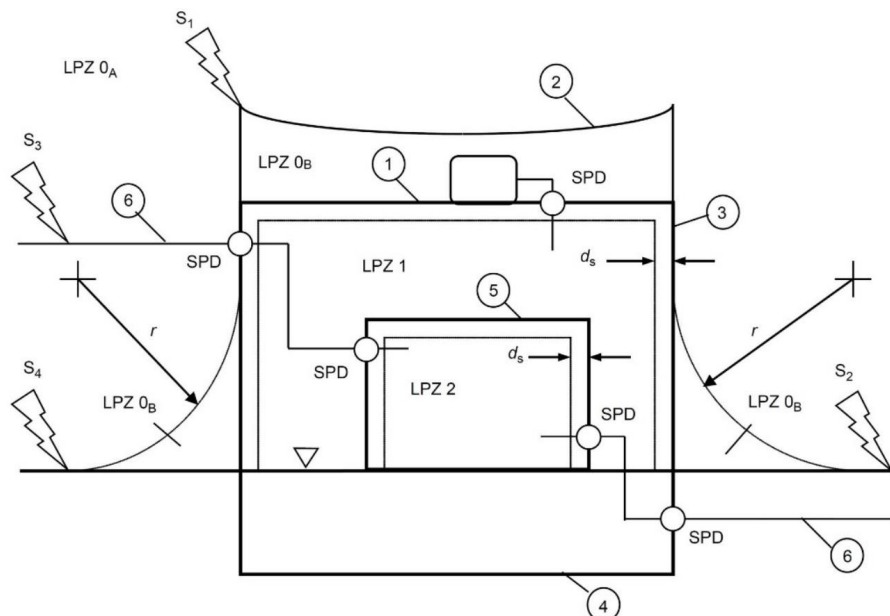
0.3.1**Izrazi**

- 0.3.1.1 Čas čela udarnega toka strele T_1 – navidezni parameter, ki je definiran kot 1,25 kratnik časovnega intervala med trenutkoma, ko sta doseženi 10 % in 90 % temenska vrednost.
- 0.3.1.2 Čas polovične vrednosti toka strele na hrbtu udarnega vala T_2 – navidezni parameter, definiran kot časovni interval med navideznim začetkom O1 in trenutkom v katerem tok pade na polovico temenske vrednosti.
- 0.3.1.3 Direktni udar je neposredni udar strele v stavbo ali na stavbo priključene vode.
- 0.3.1.4 Dolgotrajni udar strele – razelektritveni tok strele, ki je odvisen od nadaljevalnega toka strele. Čas trajanja T_{DOLGI} (tj. čas od 10 % na čelu do 10 % vrednosti na hrbtu) stalnega nepretrganega toka, je tipično daljši od 2 ms in krajši kot 1 s.
- 0.3.1.5 Električni inštalacijski sistem – je sestav nizkonapetostnih električnih inštalacij, ki se napaja z električno energijo iz enega priključnega mesta (merilnega mesta za obračunske meritve) in poteka od glavnih varovalk na priključku, do končnih priključkov električnih naprav. V primeru stalnega priključka naprave poteka inštalacijski sistem do priključnih sponk v napravi. V njem so uporabljeni usklajeni ukrepi za zaščito pred električnim udarom, nad-tokom ter prekomernim segrevanjem.

- 0.3.1.6 Električni sistem – sistem, ki vsebuje NN močnostne naprave.
- 0.3.1.7 Elektromagnetni udar strele, LEMP – elektromagnetni učinki toka strele. LEMP vključuje prevodne učinke udara in tudi sevalne učinke impulznega elektromagnetnega polja.
- 0.3.1.8 Elektromagnetni impulz električnega toka strele (LEMP) – vsi elektromagnetni učinki električnega toka strele preko uporovnega, induktivnega in kapacitivnega sklopa, ki povzročijo prenapetosti in sevalna elektromagnetna polja.
- 0.3.1.9 Elektronski sistem – sistem, ki vključuje občutljivo elektronsko opremo kot so: telefonska oprema, računalniki kontrolni, krmilni in regulacijski sistemi, radio sistemi, močnostne elektronske inštalacije.
- 0.3.1.10 Energetski vodi – distribucijski vodi, ki oskrbujejo z energijo stavbe in v njih nameščeno elektronsko opremo, kot so NN in VN namenske naprave.
- 0.3.1.11 Fizična poškodba – poškodba stavbe (ali njegove vsebine) zaradi mehanskih, termičnih, kemičnih in eksplozijskih učinkov ob udaru strele.
- 0.3.1.12 Izoliran zunanji sistem zaščite pred strelo – zunanji lovilni sistem strelovodne zaščite je izdelan ločeno, odmaknjen od kovinskih delov stavbe za varnostno razdaljo in združen v ozemljilnem sistemu v temeljni ekvipotencialni ploskvi.
- 0.3.1.13 Izolacijski vmesniki – naprave, ki so sposobne zmanjšati prenos prenapetosti na vodih, ki vstopajo v zaščitne cone LPZ. To vključuje izolacijske transformatorje z ozemljenim kovinskim zaslonom med navitji. Izolacijske vzdržne karakteristike teh naprav so lahko samostojne ali skupne s SPD.
- 0.3.1.14 Kratkotrajni udar strele – razelektritveni tok strele, ki ustreza udarnemu toku. Trajanje polvala T_2 tega toka je krajše od 2 ms.
- 0.3.1.15 Koordinirani sistem prenapetostne zaščite (SPD) – Prenapetostne zaščitne naprave, primerno izbrane, medsebojno koordinirane in nameščene zmanjšujejo okvare električnih in elektronskih sistemov.
- 0.3.1.16 LEMP zaščitni ukrepi SPM – Zaščitni ukrepi, ki ščitijo notranje električne in elektronske sisteme pred vplivi elektromagnetnega impulza električnega toka strele (LEMP). To je del celotne zaščite pred strelo.
- 0.3.1.17 Ločilna razdalja je potrebna razdalja med vodnikom, ki prenaša del toka strele in drugimi prevodnimi deli, da se prepreči nevarna iskrenja.
- 0.3.1.18 Lovilni sistem – del celotnega sistema zaščite pred strelo, ki je sestavljen iz kovinskih elementov, kot so kovinske palice, kovinske mreže ali žične vrvi, namenjenih za prestrezanje električnega toka udara strele.

- 0.3.1.19 Magnetna zaščita – zaključen kovinski oklep, iz mreže ali masivne kovinske pločevine, ki objema stavbo ali njegov del, z namenom, da bi se zmanjšale okvare električnih in elektronskih naprav.
- 0.3.1.20 Merilni spoj – merilni spoj, namenjen za preverjanje povezanosti odvoda z ozemljilnim sistemom, izdelan v vseh glavnih strelovodnih odvodih v višini do 1,6 m od tal. V primeru armiranobetonske stene je ta izdelan na prehodu iz armiranobetonske stene na streho stavbe.
- 0.3.1.21 Merilni stik – izdelan na mestih glavnih odvodov, kadar so zidovi stavbe iz armiranega betona, v obliki privarjenega kovinskega priključka iz nerjavečega okroglega jekla na armaturno mrežo, enakega prereza, kot so glavni strelovodni odvodi, nameščenega 60 cm do 80 cm od tal.
- 0.3.1.22 Metoda mreže – metoda določanja zaščitene prostora LPS, ki se približuje kovinski kletki.
- 0.3.1.23 Metoda kotaleče krogle – pripomoček pri projektiranju LPS, ki določa zaščiteni prostor stavbe pri direktnih udarih strele.
- 0.3.1.24 Metoda zaščitnega kota – definiranje zaščitene prostora znotraj ovojne površine, ki nastane med izpostavljenimi točkami na lovilnih vodnikih in referenčno ravnino pod zaščitnim kotom proti navpičnici, in to v vseh smereh.
- 0.3.1.25 Naravni sestavni deli LPS – kovinski deli stavbe, ki prevajajo električni tok (betonska armatura, metalne obloge, ograje, itd.).
- 0.3.1.26 Naznačena zdržna udarna napetost, U_w – zdržna udarna napetost, ki jo določi proizvajalec opreme ali njenega dela in označuje zdržno zmožnost njene izolacije pred prenapetostmi V tem standardu je upoštevana le zdržna napetost med vodnikom pod napetostjo in zemljo.
- 0.3.1.27 Naboj dolgotrajnega udara strele Q_{DOLGI} je časovni integral toka strele dolgotrajnega udara strele.
- 0.3.1.28 Naboj kratkotrajnega udara strele Q_{KRATKI} je časovni integral toka strele kratkotrajnega udara strele.
- 0.3.1.29 Naboj udara strele Q_{STRELE} – časovni integral toka strele v času celotnega trajanja udara strele.
- 0.3.1.30 Navidezna izvorna jakost toka udara strele O_1 – točka presečišča časovne osi in premice, ki poteka skozi referenčni točki 10 % in 90 % na čelu toka strele; točka za $0,1 T_1$ prehiteva trenutek, ko tok doseže 10 % temenske vrednosti.
- 0.3.1.31 Notranji LPS – del LPS znotraj stavbe, ki ga tvorijo izenačitve potencialov (onemogočanje visoke napetosti dotika in koraka) in usklajene ločilne razdalje med deli strelovodne inštalacije med seboj in med deli stavbe (onemogočanje pojava iskrenja znotraj stavbe).
- 0.3.1.32 Notranji sistemi – električni in elektronski sistemi v stavbi.
- 0.3.1.33 Objekti, ki jih je treba ščititi pred delovanjem strele – stavbe za katere se zahteva zaščita pred delovanjem stavbe v skladu s predpisom.
- 0.3.1.34 Odvodni sistem – del celotnega sistema zaščite pred strelo, ki je namenjen prevajanju električnega toka strele v ozemljilni sistem.
- 0.3.1.35 Odvodnik toka strele – zaščitna naprava, ki ima namen zaščititi električno inštalacijo in opremo pred udarnim razelektritvenim tokom strele.
- 0.3.1.36 Oskrbovalni vod – kabel, nadzemni vod ali cevovod, ki od zunaj prihaja v stavbo in služi za oskrbo z energijo, vodo, plinom, informacijo, itd.
- 0.3.1.37 Ozemljilna impedanca – je razmerje maksimalne vrednosti napetosti na ozemljilnem sistemu in ozemljilnim električnim tokom, ki se običajno ne pojavita v istem trenutku.
- 0.3.1.38 Ozemljilni sistem – del celotnega sistema zaščite pred strelo, ki je namenjen prevajanju in razpršitvi električnega toka strele v zemljo.
- 0.3.1.39 Ozemljilni sistem LPS in ozemljilna upornost R_E – del celotnega sistema zaščite pred strelo, ki je namenjen prevajanju in razpršitvi električnega toka strele v zemljo in zmanjšanju potencialno nevarnih prenapetosti.
- 0.3.1.40 Ozemljilni sistem LPS in ozemljitvena upornost R_C je sistem sestavljen iz ozemljilne upornosti R_E temeljnega ozemljilnega sistema in iz dodatnih upornosti do posameznih različnih priključkov po stavbi.
- 0.3.1.41 Ozemljilo – v zemljo položen vodnik z namenom odvajanja in razpršitve toka strele v zemljo (npr. palično ozemljilo, horizontalno ozemljilo, ploščato ozemljilo, ozemljilni obroč, itd.).
- 0.3.1.42 Posamezen udar strele je enkratna električna razelektritev v zemljo.

0.3.1.43 Posredni udar – udar strele v bližini ščitene stavbe, ali bližino voda priključenega na stavbo.



Legenda

- 1 - stavba (oklop LPZ 1)
- 2 - sistem zračne zaključitve
- 3 - odvodni sistem
- 4 - ozemljitveni sistem
- 5 - soba (oklop LPZ 2)
- 6 - na stavbo priključeni vodi

- S_1 - strela v stavbo
- S_2 - strela v bližino stavbe
- S_3 - strela v vode priključene na stavbo
- S_4 - strela v bližino vodov na stavbi
- r - radij kotaleče krogle
- d_s - varna razdalja do previsokega magnetnega polja

- ▽ - nivo zemlje
 - - strelovodne izenačevalne povezave s stališča SPD
 - LPZ 0_A - neposreden udar strele, celoten tok strele, celotno magnetno polje
 - LPZ 0_B - posredni udar strele, delni tok strele ali inducirani tok, celotno magnetno polje
 - LPZ 1 - posredni udar strele, omejen tok strele ali inducirani tok, dušeno magnetno polje
 - LPZ 2 - posredni udar strele, inducirani tok, še bolj dušeno magnetno polje
- Zaščiteni prostori znotraj LPZ 1 in LPZ 2 morajo ustrezati varni razdalji d_s .

0.3.1.44 Povprečna strmina udarnega toka strele – povprečna hitrost spremembe toka strele v časovnem intervalu $\Delta t = (t_2 - t_1)$. Izražena je s spremembo udarnega toka strele na začetku in koncu tega intervala $i = i(t_2) - i(t_1)$, deljeno z časovnim intervalom $\Delta t = t_2 - t_1$.

0.3.1.45 Poškodbe živih bitij – trajne poškodbe izguba življenj ljudi ali živali, zaradi udara strele, napetosti dotika in koraka ob udaru strele. Živa bitja so lahko poškodovana tudi na druge načine. V tem standardu je izraz »poškodba živih bitij« obravnavan kot posledica električnega udara (tip poškodbe D1).

0.3.1.46 Prenapetost – prehodne prenapetosti kot posledica elektromagnetnega impulza električnega toka strele (LEMP), ki povzroči prenapetosti in nadtoke ali istočasno oboje.

0.3.1.47 Prenapetostne zaščitne naprave, SPD – Naprave, namenjene omejitvi prehodnih prenapetosti in prevajanju udarnih tokov. Vsebuje najmanj eno nelinearno komponento.

0.3.1.48 Prenapetostni odvodnik – zaščitna naprava, ki nad določeno velikostjo omejuje prehodne prenapetostne vplive.

0.3.1.49 Referenčna zemlja – (nevtralna zemlja) je del zemlje, predvsem površina zemlje, zunaj vplivnega področja ozemljil v stavbi v katerem ni zaznavnega napetostnega vpliva zaradi nastanka električnega toka med primerjanima točkama.

0.3.1.50 Sistem zaščite pred strelo LPS – celotni sistem zaščite pred delovanjem strele, uporabljen za zmanjšanje fizične ogroženosti stavb in zmanjšuje fizične poškodbe zaradi udara strele v stavbo. Sestoji se iz notranjega in zunanega sistema zaščite pred strelo.

0.3.1.51 Skupno ozemljilo – v stavbah z električno napeljavo je treba izvesti skupno ozemljilo, ki mora omogočati varno delovanje električne inštalacije in sistema zaščite pred strelo.

0.3.1.52 Specifična energija udarnega toka strele – časovni integral kvadrata udarnega toka strele v času trajanja udarnega toka. Specifična energija dolgotrajnega udara je tu zanemarljiva.

0.3.1.53 Specifična energija W/R – časovni integral kvadrata toka strele v času celotnega udara strele. Sproščena energija, ki jo tok udara strele sprosti na enoto upornosti.

0.3.1.54 Specifična upornost zemlje ρ_E je električna prevodnost zemlje.

- 0.3.1.55 Sprejemljivo tveganje (RT) – največja vrednost tveganja, ki je še sprejemljiva za zaščiteno stavbo.
- 0.3.1.56 Strelovodna zaščitna cona LPZ – področje, kjer je definirano elektromagnetno okolje, kot posledica udara strele. Meje LPZ niso običajno fizične meje na stavbi (npr. stene, stropi, tla).
- 0.3.1.57 Strelovodno izenačevanje potencialov (EB) – povezava ločenih kovinskih delov z LPS na podlagi direktnega prevodnega stika ali preko prenapetostne zaščitne naprave, da se doseže zmanjšanje potencialnih razlik, ki jih povzroči tok strele.
- 0.3.1.58 Škoda na električnih in elektronskih sistemih – trajne poškodbe električnih in elektronskih sistemov zaradi elektromagnetnega impulza električnega toka strele (LEMP).
- 0.3.1.59 Telekomunikacijski vodi – vodi namenjeni za komunikacijo med napravami, ki so lahko nameščeni v ločenih delih stavbe, kot so telefonski in informacijski vodi.
- 0.3.1.60 Temenska vrednost toka strele I – največja vrednost toka strele.
- 0.3.1.61 Točka udara je točka, kjer strela udari v zemljo ali izpostavljen objekt (npr. stavba, LPS, vod, drevo ipd.). Udar strele ima lahko več točk udara.
- 0.3.1.62 Tok strele i – tok, ki steče skozi točko udara.
- 0.3.1.63 Trajanje razelektritvenega procesa T_{DOLGI} – čas, ko tok strele teče skozi točko udara.
- 0.3.1.64 Trajanje toka dolgotrajnega udara strele je čas trajanja razelektritvenega toka, ko tok med točkama dolgotrajnega udara strele doseže vrednost od 10 % temenske vrednosti v naraščanju do 10 % temenske vrednosti v upadanju.
- 0.3.1.65 Tveganje, R – vrednost verjetnih letnih izgub (ljudi in blaga) kot posledica udara strele, relativno na celotno vrednost (ljudi in blaga) v zaščiteni stavbi.
- 0.3.1.66 Udar strele, ki udari v bližini ščitene stavbe – udar strele, ki udari v bližini ščitene stavbe lahko povzroči nevarne prenapetosti.
- 0.3.1.67 Udar strele proti zemlji – atmosferska električna razelektritev med oblakom in zemljo, sestavljena iz enega ali več zaporednih udarov. Udar strele, ki je z vodiknim udarom usmerjena od oblaka proti zemlji. Strela navzdol je sestavljena iz prvega udara, ki mu lahko sledijo kratkotrajni udari. Enemu ali več kratkotrajnim udarom lahko sledi dolgotrajni.
- 0.3.1.68 Udar strele proti oblaku – udar strele, ki je z vodiknim udarom usmerjena od objekta proti oblaku. Strela navzgor je sestavljena iz prvega udara z/ brez nadaljevalnih kratkotrajnih udarov. Enemu ali več kratkotrajnim udarom lahko sledi dolgotrajni udar. Udar strele, ki je z vodiknim udarom usmerjen od objekta proti oblaku.
- 0.3.1.69 Večkratni udar je udar strele, ki je navadno sestavljen iz treh do štirih udarov s tipičnim intervalnim trajanjem okoli 50 ms. Ugotovljeni so večkratni udari z nekaj desetimi intervali s trajanjem od 10 ms do 250 ms.
- 0.3.1.70 Udar strele v stavbo – udar strele v ščiten stavbo.
- 0.3.1.71 Varnostna razdalja je potrebna razdalja med notranjim sistemom in oklopom strelovodne zaščitne cone, pri kateri še velja učinek oklopa strelovodne zaščitne cone proti vplivu magnetnega polja.
- 0.3.1.72 Vodi – energetski vodi ali telekomunikacijski vodi, ki so priključeni na stavbe.
- 0.3.1.73 Vzdrževalni pregledi – vizualni pregledi, ki jih lahko izvaja druga usposobljena oseba v obdobju med rednimi preverjanje po drugi zakonodaji.
- 0.3.1.74 Vzdrževanje – kombinacija tehničnih, administrativnih in vodstvenih ukrepov v življenjski dobi naprave s ciljem obdržati napravo v stanju ali napravo vrniti v stanje, v katerem lahko opravlja svojo funkcijo.
- 0.3.1.75 Zaščita pred strelo LP – celotni sistem zaščite pred delovanjem strele stavb, vključno z notranjimi sistemi, vsebino in osebjem in je v splošnem sestavljen iz zaščite pred strelo in prenapetostnimi zaščitnimi ukrepi (LPS in SPM).
- 0.3.1.76 Zaščitna cona – področje v katerem lahko nastajajo samo določeni elektromagnetni učinki ob delovanju strele.
- 0.3.1.77 Zaščitna vrv – kovinske žice, ki se uporabljajo za zmanjšanje fizične škode, zaradi udara strele v oskrbovalne vode.
- 0.3.1.78 Zaščitni nivo – celotni sklop zaščitnih ukrepov, določenih s parametri toka strele za določene vrste tveganja.
- 0.3.1.79 Zaščitni nivo LPL – številka povezana z izbiro parametrov strelnega električnega toka, ki se nanašajo na verjetnosti da za projektirane maksimalne in minimalne konstrukcijske rešitve ne bodo ogrožene v normalnih okoliščinah izbranih parametrov ob udaru strele v stavbo. Zaščitni nivo zaščite pred strelo se uporablja za projektiranje v skladu z relevantno skupino parametrov strelnega električnega toka.
- 0.3.1.80 Zaščitni ukrepi – ukrepi izvedeni na zaščiteni stavbi, da se zmanjša tveganje.
- 0.3.1.81 Zunanji LPS – del LPS zunaj stavbe, ki ga tvorijo lovilniki, odvodi in sistem ozemljil.
- 0.3.1.82 Zunanji prevodni deli – del celotnega sistema zaščite pred strelo, ki je namenjen prevajanju in razpršitvi električnega toka strele v zemljo.

■ 1 NAMEN IN PODROČJE UPORABE

- (1) Ta tehnična smernica na osnovi evropskih standardov navedenih v točki 0.2.2 priporoča gradbene ukrepe za zaščito pred strelo, katerih cilj je omejiti ogrožanje ljudi, živali in premoženja v stavbah (glej tč. 0.1.2) ter v njihovi neposredni okolici na najmanjšo možno mero. Z upoštevanjem te smernice se bistveno poveča varnost pri uporabi stavbe in tudi varstvo pred požarom, ki bi lahko bilo ogroženo zaradi delovanja strele.
- (2) S to tehnično smernico se določa način izpolnjevanja zahtev za:
 - tehnične lastnosti za LPS na in v stavbah in njihove inštalacije,
 - tehnične lastnosti in druge zahteve za proizvode, ki so namenjeni vgradnji in povezavam v LPS,
 - uporabnost LPS v času življenjske dobe stavb,
 - projektiranje, izvajanje del in preverjanja LPS.
- (3) To tehnično smernico se smiselno lahko uporabi tudi za druge objekte, pri katerih udar strele lahko povzroči škodo.
- (4) Ta tehnična smernica se ne uporablja za:
 - železniške sisteme,
 - vozila, ladje, letala in morske ploščadi,
 - podzemne visokotlačne cevovode,
 - cevovode, elektroenergetske in telekomunikacijske vode, ki niso povezani s stavbami.

2 TEMELJNE ZAHTEVE ZA PROJEKTIRANJE IN IZVEDBO

2.1 SPLOŠNO

- (1) LPS je sestavni del stavbe in mora biti združljiv ter smiselno povezan z vsemi drugimi inštalacijami stavbe. Odločitev o izbiri primerne zaščite temelji na izbiri zaščitnega nivoja na osnovi sprejemljivega tveganja, za stavbo, ki jo je treba zaščititi pred posledicami delovanja strele.
- (2) Glede na vrednotenje tveganja in določeno sprejemljivo tveganje se za stavbo določi zaščitni nivo zaščite pred strelo LPL (od I do IV). Za vsak zaščitni nivo so definirani največji in najmanjši parametri toka strele (glej tabelo 1). Verjetnost nastanka tokov strele, kjer največje vrednosti parametrov, za zaščitni nivo I, ne bodo prekoračene, znaša 99 %. Največje vrednosti toka strele, ki se nanaša na zaščitni nivo I, se za zaščitni nivo II zmanjšujejo na 75 % in za zaščitna nivoja III in IV na 50% (linearno za I, Q in di/dt , toda kvadratično za W/R).
- (3) LPS mora biti izdelan tako, da lahko odvede atmosfersko razelektritev v zemljo brez škodljivih posledic in pri tem ne pride do poškodb živih bitij, električnih preskokov in nevarnih iskrenj.
- (4) Vrsta in mesto postavitve LPS morata biti ustrezno izbrana že v fazi projektiranja, da se čim bolj izkoristijo njihovi električni prevodni deli in z najmanjšimi stroški izdelava učinkovit LPS, ki se tudi estetsko vključuje v stavbo in okolico.
- (5) Tehnične lastnosti LPS morajo v času uporabe stavbe zagotavljati vse projektirane zahteve, upoštevajoč primerno vzdrževanje, skladno s to smernico.
- (6) LPS mora tudi po spremembi stavbe ali sistema zaščite pred strelo izpolnjevati vse predpisane tehnične lastnosti.
- (7) Za stavbe zgrajene pred veljavnostjo Pravilnika o zaščiti stavb pred delovanjem strele, veljajo tehnične rešitve, ki so zahtevane v dokumentih za takratno pridobitev gradbenega dovoljenja in veljajo do konca življenjske dobe stavbe ali do rekonstrukcije.
- (8) Glede na položaj v stavbah je LPS sestavljen iz zunanjega in notranjega LPS.
- (9) V posameznih primerih, ko zunanji LPS ni potreben, je priporočljivo izdelati samo notranji LPS.
- (10) Sestavni del stavbe so tudi vgrajene inštalacije, kot npr. električna, vodovodna, plinska, informacijske inštalacije, sistemi ogrevanja, vgrajene fotonapetostne naprave in sprejemniki sončne energije.

2.2 PARAMETRI TOKA STRELE

- (1) Mehanski, termični in elektromagnetni učinki strele so odvisni od temenske vrednosti toka strele (I), celotnega razelektritvenega naboja (zajema kratkotrajni in dolgotrajni udarni naboj) in specifične energije (W/R).

Tabela 1: Najvišje vrednosti parametrov toka strele glede na zaščitne nivoje LPL

Parameter toka strele	Zaščitni nivo (LPL)		
Prvi pozitivni udar	I	II	III-IV
Temenska vrednost toka I [kA]	200	150	100
Udarni naboj Q_{strele} [C]	300	225	150
Specifična energija W/R [MJ/Ω]	10	5,6	2,5

- (2) Škodljivi učinki, ki jih povzroča sprememba elektromagnetnega polja, so odvisni od strmine toka strele. Za namene načrtovanja se uporablja povprečna strmina med 30 % in 90 % temenske vrednosti porasta toka strele.

2.3 POSLEDIČNE POŠKODBE ZARADI UDAROV STRELE

Zaradi učinkov delovanja strele so ogrožene:

- konstrukcije stavbe (npr. les, opeka, beton, armirani beton, železne konstrukcije),
- namembnost stavbe (npr. stanovanjske stavbe, uradi, kmetijska gospodarstva, gledališča, hoteli, šole, bolnice, muzeji, cerkve, zapori, trgovske hiše, banke, tovarne, industrijski postroji, športna igrišča),
- uporabniki stavb (predvsem ljudje, a tudi živali),
- vnetljivi in nevnetljivi materiali, eksplozivni in ne eksplozivni materiali, električne in elektronske naprave),
- oskrbovalni vodi (npr. elektroenergetski vodi, telekomunikacijski vodi, cevovodi).

2.3.1

Vzroki škod

- (1) Tok strele je osnovni povzročitelj nastanka škod. Škode lahko nastanejo zaradi (glej tabelo 2):
S 1: razelektritve v stavbo,
S 2: razelektritve v bližino stavbe,
S 3: razelektritve v oskrbovalne vode stavbe,
S 4: razelektritve v bližino oskrbovalnih vodov stavbe.
- (2) Razelektritve v stavbo lahko povzročijo:
 - neposredne mehanske škode, požar in/ali eksplozije zaradi vročega električnega loka pri ohmskem zagrevanju zaradi prehoda električnega toka, električna erozija zaradi električnega naboja (taljenje kovine),
 - požar in/ali eksplozija povzročena z iskranjem zaradi galvanske in induktivne povezave in prehoda dela toka strele,

- poškodbe ljudi zaradi napetosti dotika in koraka zaradi galvanske in induktivne povezave,
 - okvare ali nepravilno delovanje notranje opreme zaradi LEMP.
- (3) Razelektritve v bližino stavbe lahko povzročijo okvare in napačno delovanje notranje opreme v stavbi zaradi LEMP.
- (4) Razelektritve v oskrbovalne vode stavbe lahko povzročijo:
- požar in/ali eksplozijo povzročeno z iskrenjem zaradi prenapetosti in toka strele, ki se prenese po oskrbovalnem vodu,
 - poškodbe ljudi zaradi napetosti dotika in koraka kot posledica toka strele preko oskrbovalnega voda,
 - okvare in napačno delovanje notranje opreme zaradi prenapetosti na oskrbovalnih vodih, ki jih prenesejo v stavbo.
- (5) Razelektritve v bližino oskrbovalnih vodov stavbe lahko povzročijo okvare in napačno delovanje notranje opreme zaradi prenapetosti na oskrbovalnih vodih, ki jih prenesejo v stavbo.

2.3.2

Vrste škod

- (1) Tok strele lahko povzroča škode, ki so odvisne od karakterističnih značilnosti posameznih stavb (npr. konstrukcija, vsebina in uporaba, vrste oskrbovalnih vodov in uporabljeni zaščitni ukrepi pred strelo).
- (2) Tri vrste značilnih škod ob udaru strele, ki se lahko posledično pojavijo, so (glej tabelo 2):
- D 1: poškodbe živih bitij,
 - D 2: fizične škode,
 - D 3: škode na električnih in elektronskih sistemih.
- (3) Posamezne škode so lahko omejene na samo stavbo, del stavbe, notranjost stavbe, sosednje stavbe in okolje (npr. kemične ali radioaktivne emisije). Udar strele lahko povzroči škode na oskrbovalnih vodih v stavbi (cefovodi, električni in elektronski sistemi), ki se lahko posredno prenesejo tudi v samo stavbo.

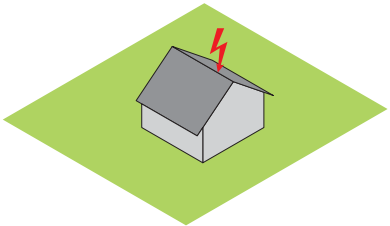
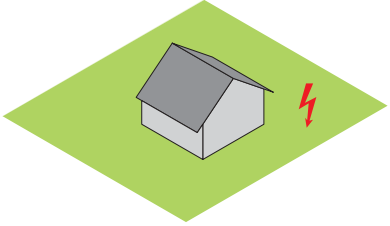
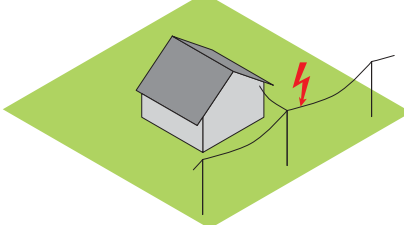
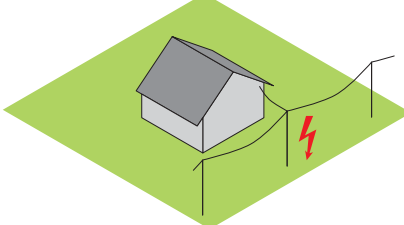
2.3.3

Vrste izgub

Vsaka izmed posameznih škod ali v medsebojni povezanosti lahko povzroči na stavbah različne vrste izgub in sicer:

- L 1: izguba človeškega življenja,
- L 2: izguba javne oskrbe,
- L 3: izguba kulturne dediščine,
- L 4: izguba gospodarskih vrednosti (stavbe in njene vsebine, prenehanje oskrbe).

Tabela 2: Škoda in izguba v stavbi glede na različne točke udara strele

MESTO UDARA STRELE		VIR ŠKODE	VRSTA ŠKODE	VRSTA IZGUBE	VRSTA TVEGANJA
Stavba		S1	D1	L1, L4 ¹	RA
			D2	L1, L2, L3, L4	RB
			D3	L1 ² , L2, L4	RC
Bližina stavbe		S2	D3	L1 ² , L2, L4	RM
Vod priključen na stavbo		S3	D1	L1, L4 ¹	RU
			D2	L1, L2, L3, L4	RV
			D3	L1 ² , L2, L4	RW
Bližina voda, priključenega na stavbo		S4	D3	L1 ² , L2, L4	RZ
1. Samo za lastnino, kjer lahko poginejo živali 2. Samo za stavbe s tveganjem eksplozije in bolnišnice ter druge stavbe, kjer okvare notranjih sistemov neposredno ogrozijo človeško življenje.					
RA	tveganje poškodbe izpostavljenih ljudi ali zaradi električnega udara napetosti dotika ali koraka pri udaru strele v stavbo				
RB	tveganja poškodbe stavbe pri udaru strele v stavbo				
RC	tveganje okvare notranjih sistemov pri udaru strele v stavbo				
RM	tveganje okvare notranjih sistemov pri udaru strele v bližino stavbe				
RU	tveganje poškodbe ljudi pri udaru strele v priključne vode				
RV	tveganja poškodbe stavbe pri udaru strele v priključne vode				
RW	tveganje okvare notranjih sistemov pri udaru strele v priključne vode				
RZ	tveganje okvare notranjih sistemov pri udaru strele v bližino priključnih vodov				

2.4 OCENA TVEGANJA

2.4.1

Tveganje

- (1) Tveganje je vrednost povprečnih in verjetnih letnih izgub. Za vsako vrsto škode je za stavbo značilna vrednost.
- (2) Tveganja, ki se ovrednotijo za stavbe, so naslednja:
 R_1 : tveganje izgube človeškega življenja,
 R_2 : tveganje izgube javne oskrbe,
 R_3 : tveganje izgube kulturne dediščine,
 R_4 : tveganje izgube gospodarskih vrednosti.
- (3) Posamezna tveganja se morajo ovrednotiti skladno z vzroki škod, vrstami škod in vrstami izgub.

2.4.2

Komponente tveganja

Vsako tveganje je vsota posameznih komponent tveganja. Ob izračunu tveganja se posamezne komponente tveganja upoštevajo glede na vzroke in vrste škod ter vrste izgub v stavbah in sicer:

- upoštevajoč udare neposredno v stavbo,
- upoštevajoč udare v bližini stavbe,
- upoštevajoč udare v oskrbovalne vode stavbe,
- upoštevajoč udare v bližino oskrbovalnih vodov stavbe.

2.4.3

Vrednotenje tveganj

Odločitev o izbiri zaščitnega nivoja stavb v smislu zaščite pred strelo poteka skladno z vrednotenjem tveganja in ovrednotenja stroškov v naslednjem zaporedju:

- zbiranje podatkov o stavbi, ki jo je treba zaščititi,
- ugotovitev vseh vrst mogočih škod na stavbi in na oskrbovalnih vodih,
- ocenitev tveganj za vse vrste škod,
- ocenjevanje potrebe po zaščiti pred strelo s primerjavo posameznih tveganj s tolerančnim tveganjem R_T ,
- ovrednotenje stroškov izvedbe zaščite pred strelo glede na stroške brez zaščite.

2.4.4

Vrednotenje komponent tveganja

V obravnavo komponent tveganja spadajo:

- sama stavba,
- inštalacije v stavbi,
- vsebina v stavbi,
- osebe v stavbi in tiste osebe, ki se nahajajo v razdalji 3 m od zunanjih zidov stavbe,
- okolica stavbe, ki je lahko ogrožena.

2.4.5

Tolerančno tveganje RT

- (1) Tolerančno tveganje določa največjo vrednost sprejemljivega tveganja ščitene stavbe.
- (2) Tolerančno tveganje je za nekatere vrste izgub splošno ovrednoteno in prikazano v tabeli 3.

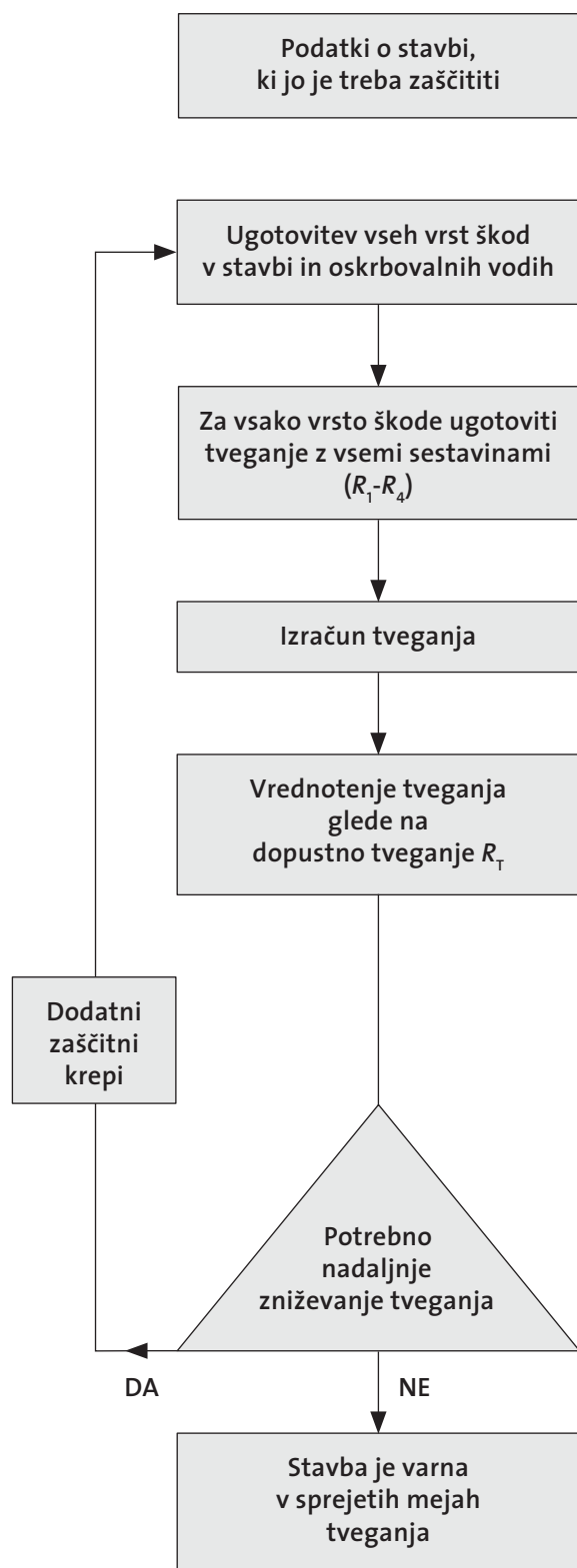
Tabela 3 – Tolerančno (še sprejemljivo) tveganje RT

Vrsta izgube		R_T /leto
L1	Izguba človeškega življenja ali trajne poškodbe	10^{-5}
L2	Izguba oskrbovalnih sistemov namenjenih ljudem	10^{-3}
L3	Izguba kulturnih dobrin	10^{-4}

2.4.6

Postopek vrednotenja tveganj

- (1) Postopek vrednotenja tveganj je smiselno prikazan na sliki 1, iz katere je razvidno vrednotenje potreb po zaščiti pred strelo in sicer:
 - tveganje R_1, R_2, R_3 in R_4 za stavbo.
- (2) Za vsako teh tveganj je treba ugotoviti naslednje:
 - identifikacija posameznih sestavin R_x , ki sestavljajo tveganje,
 - ovrednotenje identificiranih komponent tveganja R_x ,
 - ovrednotenje celotnega tveganja R ,
 - identifikacija tolerančnega tveganja R_T ,
 - primerjava celotnega tveganja R s tolerančnim tveganjem R_T .
- (3) Kadar je $R \leq R_T$, zaščita pred strelo ni potrebna.
- (4) Kadar je $R > R_T$, je treba upoštevati vrsto zaščitnih ukrepov pred strelo do te mere, da bo dejansko tveganje R manjše od tolerančnega R_T .
- (5) Izbiro najprimernejše izvedbe zaščite pred strelo opravi projektant, po ovrednotenju vseh delnih tveganj (posameznih komponent tveganja) in upoštevati skupno tveganje, ki mora biti manjše od dopustnega (tolerančnega) R_T . Pri tem morajo biti upoštevani vsi tehnični in ekonomski učinki različnih zaščitnih ukrepov.
- (6) Koristno je izračunati gospodarsko utemeljitev predvidenih zaščitnih ukrepov s ciljem zmanjševanja izgub L4. V ta namen je treba izračunati tveganje izgub gospodarskih vrednosti s pomočjo ocene tveganja R_4 z izračunom stroškov z in brez zaščitnih ukrepov. Zaščitni ukrepi so stroškovno upravičeni, če je seštevek skupnih stroškov izgub brez zaščitnih ukrepov večji od stroškov zaščitnih ukrepov.



Slika 1: Postopek vrednotenja tveganj glede na potrebo zaščite pred delovanjem strele

2.5 GOSTOTA ATMOSFERSKIH RAZELEKTRITEV V ZEMLJO

Gostota atmosferskih razelektritev v zemljo, izražena kot število udarov v zemljo na kvadratni kilometer na leto, je določena z meritvami. Upoštevati je treba vsaj število največjih vrednosti gostote strel, ki je določeno v prilogi 2 pravilnika.

2.6 RAZREDI LPS

- (1) Glede na izbrani zaščitni nivo zaščite pred strelo so določeni štiri razredi (I-IV) izvedb LPS, kot je prikazano v tabeli 4.

Tabela 4: Povezava med zaščitnimi nivoji in razredi LPS

Zaščitni nivo LPL	Razred LPS
I	I
II	II
III	III
IV	IV

- (2) Razredi LPS se med seboj razlikujejo po:
- parametrih toka strele,
 - polmeru končne prebojne razdalje, velikosti lovilne zanke in zaščitnem kotu,
 - značilnih razdaljah med odvodi,
 - ločilnih razdaljah med posameznimi deli, med katerimi lahko nastane preskok,
 - minimalni dolžini ozemljil.
- (3) Razred LPS se izbere na temelju vrednotenja tveganja.

■ 3 NAČRTOVANJE IN IZVEDBA SISTEMA ZAŠČITE PRED STRELO

3.1 ZUNANJI LPS

Zunanji LPS je namenjen prestrezanju direktnih udarov strele v stavbo in prenosu toka strele od točke udara v zemljo. Namenjen je tudi čim bolj enakomerni razpršitvi tega toka v zemljo, brez povzročitve toplotnih in mehanskih poškodb oziroma nevarnega iskrenja, ki bi lahko povzročilo požar ali eksplozije

3.1.1

Izbira zunanjega LPS.

- (1) V primeru, da ni mogoče vzpostaviti varnostnih razdalj v stavbah je treba medsebojno povezati vse ozemljitve (galvansko povezovanje, povezovanje z iskrišči in odvodniki).
- (2) Izolirani LPS naj se uporabi, kadar lahko toplotni učinki in učinki eksplozije v točki udara ali na vodnikih, ki vodijo tok strele, povzročijo škodo na stavbi ali v njeni vsebini (gorljiva kritina, nameščene občutljive električne naprave na strehi, območja s tveganjem eksplozije in požara). Izoliran sistem LPS se lahko tudi uporablja, kadar občutljiva vsebina v stavbi zahteva zmanjšanje sevanja elektromagnetnega polja zaradi udarnega toka strele v odvodih.
- (3) Pomožni sestavni deli v stavbi izdelani iz prevodnih materialov, ki bodo trajno ostali v stavbi ali na njej in ne bodo spreminjani se lahko uporabijo kot del LPS (npr. povezana jeklena armatura, kovinski okvir stavbi ipd.) v kolikor njihove dimenzije omogočajo varno pot toku strele, ki ga prevajajo.

3.1.2

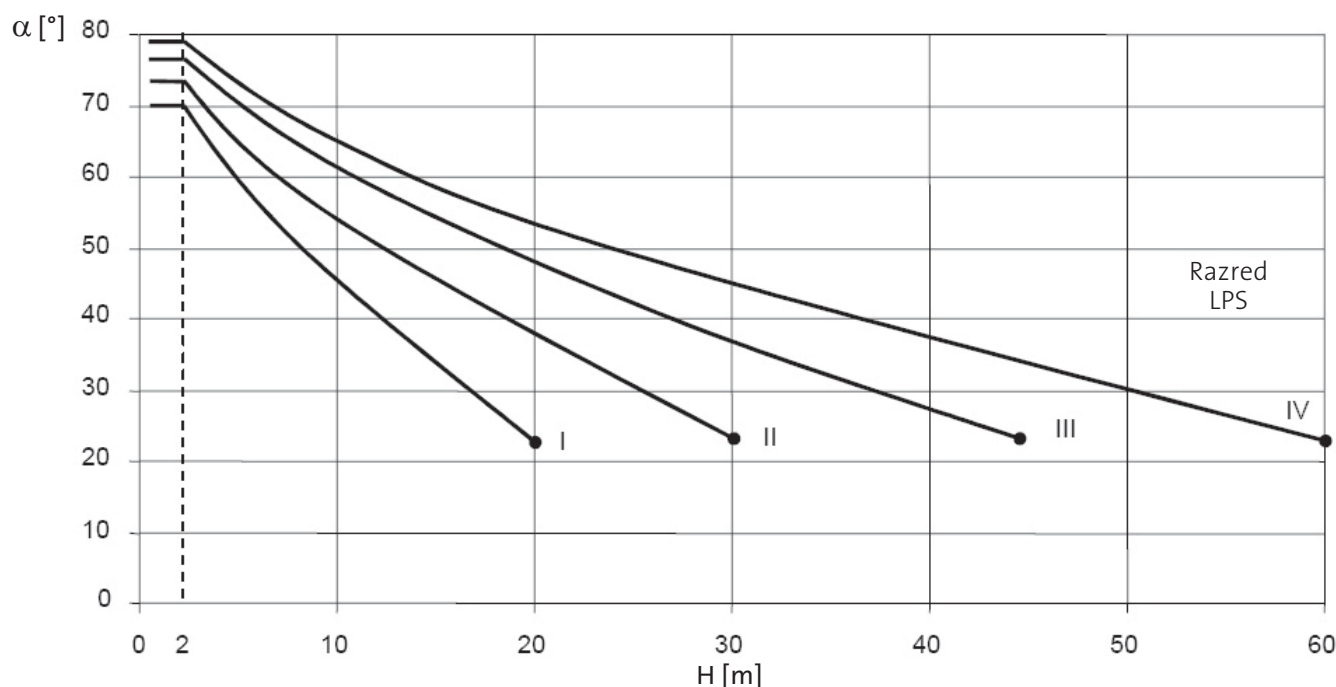
Lovilni sistem LPS

- (1) Verjetnost vdora toka strele v stavbo se bistveno zmanjša ob namestitvi ustrezno načrtovanega lovilnega sistema.
- (2) Lovilni sistem je lahko sestavljen iz različnih kombinacij naslednjih elementov:
 - kovinskih palic (vključno s prostostoječimi kovinskimi stebri, povezovalnimi prečkami, kovinskimi portali ipd.),
 - napetih vrvi,
 - vodnikov v obliki mreže.
- (3) Pri vseh vrstah lovilnikov se morajo za določitev zaščitnega prostora upoštevati samo dejanske fizične dimenzije kovinskih lovilnih sistemov.

- (4) Posamezne kovinske palice naj bodo galvansko povezane skupaj na nivoju strehe, da se zagotovi razdelitev toka strele.
- (5) Radioaktivni lovilniki niso dovoljeni.
- (6) Elemente lovilnikov na stavbi je treba namestiti na vogalih ter na izpostavljenih točkah in robovih, skladno z eno ali več naslednjimi sprejemljivimi metodami:
 - metoda zaščitnega kota,
 - metoda kotaleče krogle,
 - metoda mreže.
- (7) Metoda kotaleče krogle je ustrezna v vseh primerih. Metoda zaščitnega kota je ustrezna za stavbe enostavnih oblik, vendar veljajo omejitve glede višine lovilnika, kot je prikazano na sliki 2. Metoda mreže je primerna oblika zaščite, kadar se ščitijo ravne površine.

Tabela 5: Največje vrednosti polmera kotaleče krogle strele in velikosti mreže, glede na razred LPS

Razred LPS (zaščitni nivo)	Sprejemljive metode lovilnikov		
	Polmer kotaleče krogle r [m]	Velikost mrežne zanke w [m]	Zaščitni kot α [°]
I	20	5 x 5	glej sliko 2
II	30	10 x 10	
III	45	15 x 15	
IV	60	20 x 20	



Opomba 1: Metoda zaščitnega kota ni uporabna pri višinah preko označb •. V takem primeru je zaradi možnosti stranskih udarov treba uporabiti metodo kotaleče krogle in metodo lovilne mreže.

Opomba 2: H je višina namestitve posameznega lovilnika nad prostorom, ki se ščiti.

Opomba 3: Zaščitni kot se ne spreminja za H pod 2 m.

Slika 2: Zaščitni kot lovilnikov z višino H , glede na razred LPS

(8) Lovilniki LPS, ki niso izolirani od ščitene stavbe, so lahko nameščeni kot sledi:

- če je streha narejena iz nevnetljivega materiala, so lovilni vodniki lahko nameščeni na površini strehe,
- če je streha narejena iz lahko vnetljivega materiala, je treba posvetiti pozornost razdalji med lovilnimi vodniki in materialom. Za slamnate strehe, kjer za povezavo slame niso uporabljene jeklene palice, je primerna razdalja 0,15 m. Za druge vnetljive materiale se šteje za primerno razdalja, ki ni manjša od 0,10 m,
- lahko vnetljivi deli ščitene stavbe (npr. lesene plošče) ne smejo biti v neposrednem stiku z deli zunanega LPS in ne neposredno pod nobeno kovinsko strešno kritino, ki bi bila lahko preluknjana zaradi strele (glej tabelo 6).

(9) Kot pomožni sestavni deli lovilnega sistema LPS se lahko uporabljajo:

- kovinske obloge, ki prekrivajo ščiteno stavbo, kadar je električna neprekinjenost med različnimi deli trajno izdelana (npr. s spajkanjem, varjenjem, stiskanjem, šivanjem, vijačenjem ali kovičenjem) in pri tem:

- debelina kovinskih oblog ne sme biti manjša od t , podanem v tabeli 6, kadar je dovoljeno taljenje materiala na mestu udara, zaradi taljenja kovine ne more priti do vžiga pod njimi, ter
- debelina metalnih oblog ne sme biti manjša od t , podanem v tabeli 6, kadar ni dovoljeno taljenje materiala na mestu udara, ker se pod njimi nahajajo vnetljivi materiali, ki bi se zaradi taljenja kovine ali toplotnih učinkov, lahko vneli,
- kovinske obloge, ki niso prevlečene z električnim izolacijskim materialom,
- kovinski elementi strešne konstrukcije (nosilci, jeklena armatura itd.) pod nekovinsko kritino, če je sprejemljiva škoda na tej nekovinski strehi,
- kovinski deli, kot so dekoracije, tračnice, cevi, pokritja, itd. s preseki, ki niso manjši od predpisanega za standardne lovilne elemente,
- kovinske cevi in cisterne na strehi, če so narejene iz materiala z debelino in preseki navedenimi v tabeli 6,
- kovinske cevi in rezervoarji, ki vsebujejo vnetljive ali eksplozivne mešanice, morajo imeti dimenzije, ki ustrezajo debelini t iz tabele 6.

Tabela 6: Najmanjše debeline kovinskih kritin ali kovinskih cevi zunanega LPS

Razred LPS	Material	Debelina t [mm]	Debelina t' [mm]
I do IV	svinec	-	2,0
	jeklo/cinkano, nerjavno	4	0,5
	titan	4	0,5
	baker	5	0,5
	aluminij	7	0,65
	cink	-	0,7
t - prepreči preluknjanje t' - samo za kovinske plošče, kjer ni pomembno, da se preprečijo preluknjanje, vroča mesta ali vžig			

- (10) Če zahtevane dimenzije niso zagotovljene, je treba cevi in rezervoarje vključiti v del, ki ga je treba ščititi.
- (11) Cevovodi, ki prevajajo vnetljive ali eksplozivne mešanice in so spojeni s plastičnimi vložki ali prirobnicami, morajo biti vključeni v LPS, prirobnice in plastični vložki pa premoščeni z dimenzijami iz podanih mer materialov LPS.
- (12) Tanko prekritje z barvo, 1 mm asfalta ali 0,5 mm PVC ni ustrezna izolacija.
- (13) Če je streha, strešna obloga ali žleb iz bakra, je treba jeklene ali aluminijaste vodnike polagati tako, da deževnica ne teče z bakrenih delov na jeklene ali aluminijaste vodnike. Če to ni možno, je treba uporabiti bakrene vodnike.
- (14) Na stikih bakrenih in aluminijastih vodnikov je treba vstaviti vložek iz obeh materialov (Al - Cu) ali nerjavno jeklo. Pocinkano jeklo in aluminij se lahko spoji neposredno (glej tabelo 8).
- (15) Na strehah iz pocinkane pločevine ali aluminija ni dovoljeno uporabljati za lovilno mrežo gole bakrene žice.
- (16) Višina namestitve kovinskih vodnikov lovilne mreže nad streho, upoštevajoč vse vremenske razmere, mora biti vedno večja, kot je geometrijsko posedanje lovilne mreže krogelnega loka kotaleče se krogle izbranega zaščitnega nivoja. To se doseže z strešnimi podporami nameščenimi na ustrezni razdalji.
- (17) Pri stavbah višjih od 60 m lahko pride do stranskih udarov, še posebej v vrhove, kote in robove površin. Uporabi se ravne lovilne mreže (glej tabelo 7). Tudi strele z majhnimi temenskimi vrednostmi toka strele lahko uničijo električno in elektronsko opremo na stenah zunaj stavb.

3.2 ODVODNI SISTEM

Potek strelovodnih odvodov je v izvedbi odvisen od izvedbe strelovodne lovilne mreže oziroma možnosti vzdrževanja varnostnih razdalj na in v stavbi do drugih kovinskih delov, kovinskih ohišij in drugih kovinskih konstrukcij do katerih lahko nastane električni preboj ob udaru strele v stavbo ali njegovo bližino. Zaradi tega je treba strelovodne odvode prilagoditi danim okoliščinam in jih obravnavati povezane z drugimi pomožnimi odvodi oziroma jih namestiti v popolnoma izolirani izvedbi. Odvodi morajo biti nameščeni ravno in navpično tako, da zagotavljajo najkrajšo in direktno pot do zemlje. Najmanjši prerezi strelovodnih odvodov so podani v tabeli 13.

3.2.1

Odvodni sistem za neizolirani sistem zaščite pred strelo

- Odvodi odvajajo tok strele od točke udara do zemlje. Omogočajo:
 - več vzporednih tokovnih poti,
 - najkrajšo dolžino vzporednih poti,
 - izenačitev potencialov s prevodnimi deli stavbe.
- Razdalje med posameznimi navpičnimi odvodi in med posameznimi vodoravnimi krožnimi povezavami so prikazane v tabeli 7.

Tabela 7: Razdalje med odvodi glede na razred LPS

Razred LPS	Razdalje med odvodi [m]
I	10
II	10
III	15
IV	20

- Odvodi morajo vzpostavljati najkrajšo možno povezavo z ozemljilnim sistemom stavbe, če je mogoče navpično, brez spremembe smeri. Odvodi morajo biti čim krajši. Treba jih je namestiti predvsem blizu robov stavbe in čim bolj proč od oken, vrat, električnih napeljav in tistih kovinskih mas, ki iz posebnih razlogov niso priključene na napeljavo zaščite pred strelo.
- Število odvodov za vsak neizoliran sistem ne sme biti manjše kot dva. Porazdeljeni naj bodo okoli oboda zaščitene stavbe upoštevajoč arhitekturne in praktične omejitve.
- Lovilna mreža na strehi in sistem odvodov LPS so v nekaterih primerih lahko izdelani tudi delno izolirano od kovinskih delov stavbe, kadar ni omogočena ustrezna varnostna razdalja s do vseh drugih kovinskih delov v stavbi. Vsi odvodi morajo biti po prehodu v zemljo medsebojno povezani z osnovnim potencialnim obročem,

oddaljenim en meter od temelja stavbe in istočasno povezani z ozemljilom v temelju stavbe.

- (6) Kadar v stavbi ni mogoče zagotoviti zadostne varnostne razdalje s med lovilno mrežo z odvodi do vseh kovinskih delov je treba izdelati izoliran LPS. Za primerno izolacijo strel vodnih odvodov se zato lahko uporabljajo visokonapetostni uporovno izolirani strel vodni odvodi, ki direktno in po najkrajši poti povezujejo strel vodno lovilno mrežo z ozemljilnim sistemom stavbe. Sistem strel vodne zaščite bo tako varno prenesel razelektritveni tok strele v zemljo, brez nevarnosti električnih prebojev do drugih kovinskih delov in to brez potrebnih težav pri vzpostavljanju medsebojne varnostne razdalje
- (7) V stavbah, grajenih iz armiranega betona, je mogoče uporabiti armaturo kot strel vodne odvode in istočasno kot zaščito pred vplivi elektromagnetnih polj. Pri tem pa je treba upoštevati neprekinjenost galvanskih spojev in minimalne dimenzije okroglih armaturnih palic najmanjšega premera od 8 mm do 10 mm. Električno neprekinjenost armaturnih palic je treba preveriti s sprotnimi meritvami električne upornosti med najvišjim delom in nivojem tal. Celotna električna upornost naj ne bo večja kot $0,2 \Omega$. Če je ta vrednost presežena, se armatura ne more uporabiti kot strel vodni odvod.
- (8) Pri neizoliranem LPS od stavbe so lahko strel vodni odvodi nameščeni:
 - na površini stene ali v samo steno, če je stena izdelana iz nevnjetljivega materiala,
 - najmanj 0,10 m oddaljeni od stene na zidne podpore, ki so med seboj oddaljene največ 2 m, na strešne podpore oddaljene med seboj 1,5 m in na slemenske podpore med seboj oddaljene 1 m, če je stena izdelana iz lahko vnetljivega materiala in je povišanje temperature odvodov lahko nevarno.
- (9) Za odvode se uporabijo tudi kovinske mase, ki prehajajo skozi stavbo in imajo dovolj velik prerez, skladno z dimenzijami vodnikov za LPS in je njihova električna neprekinjenost med različnimi deli trajno zagotovljena (armiranobetonska ogrodja dobro povezana med seboj, jekleni okvir stavbe, fasadni elementi, profilne ograje in kovinske konstrukcije fasad). Pri tem pa je vsekakor treba upoštevati varnostno razdaljo s do drugih kovinskih delov v stavbi.
- (10) Odvodi se ne smejo polagati v žlebove. Za odvode se ne sme uporabljati plinovodov.
- (11) Pred priključkom odvodov na združen ozemljilni sistem je treba izdelati merilni spoj, ki ga je mogoče zaradi merilnih namenov galvansko ločiti. Ob uporabi naravnih kovinskih mas in armature, kot naravnih odvodov, v kombinaciji z drugimi odvodi je prav tako treba izdelati v merilne namene merilni spoj ali pa če to ni mogoče, merilni stik, če se je zaradi večkratne vzporedne povezanosti ne da ločiti. Merilni spoj se v takih primerih izvede tam, kjer je odvod mogoče gal-

vansko ločiti (npr. na prehodu iz armature na streho stavbe). Merilni stik se izvede z varjenjem nerjavnega priključka na kovinsko armaturo stavbe premera najmanj 8 mm, na višini približno 60 cm do 80 cm od tal, ki je namenjen merjenju potencialnih razlik dotika in koraka. Iz armaturnega zidu naj gleda približno 7 cm.

- (12) Vodniki, ki se medsebojno povezujejo in spojke morajo biti, po možnosti, iz enakega materiala. Primernost povezave različnih materialov je prikazana v tabeli 8. V primeru spajanja nezdružljivih materialov po tabeli 8, je treba uporabiti vložek iz nevtralnega materiala, najmanjše debeline 2 mm.
- (13) Kovinski žlebovi za zbiranje in kovinske cevi za odvod vode se lahko uporabljajo kot pomožni odvodi, če so njihovi spoji dobro spajkani. Vsekakor pa jih je treba povezati po najkrajši poti s strel vodno inštalacijo.
- (14) Za strel vodne odvode lahko uporabimo tudi aluminijaste vodnike ustrezne dimenzije, preseka najmanj 50 mm^2 . V primeru polaganja v agresivne materiale (beton) jih moramo zaščititi s plastično cevjo. Aluminija v zemljo ne smemo polagati.

Tabela 8: Možnosti spajanja različnih materialov, glede na elektrokemični potencial

	Baker	Vroče cinkano jeklo	Nerjavno jeklo	Aluminij
Baker	da	ne	da	ne
Vroče cinkano jeklo	ne	da	da	da
Nerjavno jeklo	da	da	da	da
Aluminij	ne	da	da	da

3.2.2

Odvodni sistem za izolirani sistem zaščite pred strelo

Namestitev izoliranega sistema mora izpolnjevati naslednje pogoje:

- če je lovilnik sestavljen iz kovinskih palic na ločenih drogih (ali na enem drogu), ki niso kovinski ali iz povezanih jeklenih konstrukcij, je potreben vsaj en odvod za vsak drog. Za droge, ki so kovinski ali iz povezanih jeklenih konstrukcij, dodatni odvodi niso potrebni;
- če je lovilnik sestavljen iz napetih vrvi (ali ene vrvi) je potreben vsaj en odvod na vsaki podporni konstrukciji;
- če je lovilnik sestavljen iz mreže vodnikov je potreben en odvod najmanj na vsakem koncu podporne vrvi.

3.2.3

Ločilna razdalja med kovinskimi deli in LPS

- (1) Električno izolacijo med lovilno mrežo, odvodi in kovinskimi deli se lahko v danih primerih doseže z vzpostavitev ločilne razdalje med kovinskimi deli v stavbi in LPS. Ločilna razdalja mora biti večja od varnostne razdalje. Varnostna razdalja se v splošnem določi s pomočjo naslednje enačbe:

$$s = k_i \frac{k_c}{k_m} l$$

kjer so,

- k_i - koeficient odvisen od izbrane razreda LPS (glej tabelo 9),
 k_c - koeficient odvisen od toka strele, ki teče po lovilniku in odvodu (glej tabelo 10),
 k_m - koeficient odvisen od električnega izolacijskega materiala (glej tabelo 11),
 l - dolžina vodnika LPS v m, na katerem je ločilno razdaljo treba vzpostaviti do najbližje točke ize načitve potencialov.

Tabela 9: Izolacija zunanjega LPS – vrednost koeficienta k_i

Razred LPS(zaščitni nivo)	k_i
I	0,08
II	0,06
III in IV	0,04

Tabela 10: Izolacija zunanjega LPS - vrednost koeficienta k_c

Število odvodov n	k_c
1 (samo pri izoliranem LPS)	1
2	0,66
3 in več	0,44
OPOMBA: Vrednosti veljajo za vse razporeditve ozemljil tipa B in za razporeditve ozemljil tipa A pod pogojem, da se ozemljilna upornost sosednjih ozemljil ne razlikuje za več kot faktor 2. Če se ozemljilne upornosti posameznih ozemljil razlikujejo za več kot faktor 2, potem se privzame $k_c = 1$.	

Tabela 11: Izolacija zunanjega LPS -vrednost koeficienta k_m

Material	k_m
Zrak	1
Beton, opeka, les	0,5
OPOMBA 1 Pri zaporedju več izolacijskih materialov se po dobri praksi upošteva nižji k_m . OPOMBA 2 Kadar se uporabljajo drugi izolacijski materiali naj proizvajalec poda navodila za vgradnjo in vrednost koeficienta k_m . Za izolator, ki ga sestavlja s steklenimi vlakni ojačana plastika, PE ali PVC z najmanjšo dolžino 0,5 m, se lahko uporabi $k_m = 0,7$.	

- (2) V primeru vključevanja vodov ali zunanjih prevodnih delov v stavbi je treba zagotoviti direktno izenačitev potencialov ali povezavo preko iskrišč ali SPD.

- (3) Kadar ločilne razdalje nikakor ni mogoče doseči v stavbah z večkratnimi medsebojnimi povezavami vseh kovinskih mas, povezanimi z armaturno mrežo, kovinskimi konstrukcijami, je treba med njimi zagotoviti ustrezno izenačevanje potencialov z neposrednimi povezavami, skladno z navedenimi preseki vodnikov v tabelah 15 in 16. Med kovinske dele, ki zaradi različnih vzrokov (npr. korozija) ne smejo biti neposredno povezani z združenim sistemom ozemljil, je treba namestiti ustrezna iskrišča. Energijsko ustrezna iskrišča je treba namestiti med vodniki električne inštalacije in združenim sistemom ozemljil s strelovodno inštalacijo, z zaščitno ozemljitvijo PE, oziroma PEN v primeru skupne povezave z obratovalno ozemljitvijo električnega omrežja.

3.3 OZEMLJITEV

- (1) Razpršitev električnega toka strele v zemljo je pomembna naloga sistema zaščite pred strelo. Razelektritveni tok strele ne sme povzročati nevarnih prenapetosti na svoji poti do končne razelektritve strelnega naboja. Zato je pomembno oblikovanje ozemljil, saj so njihove oblike in dimenzije celo pomembnejše kot sama specifična upornost zemlje v katero so ozemljila položena.
- (2) S stališča zaščite pred strelo je najboljšo projektirati in vgraditi en sam integrirani ozemljilni sistem, ki je uporaben za vse namene, ki jih v stavbi potrebujemo (zaščita pred strelo, ozemljitev za obratovalne zahteve, zaščitna ozemljitev ohišij in kovinskih delov, zaščita pred električnim udarom v električni inštalaciji, telekomunikacijske in informacijske naprave, vzdrževanje nivojev elektromagnetne združljivosti, itd.).

3.3.1

Ozemljilni sistem

- (1) Pri razprstitvi toka strele v zemljo se zmanjšujejo prenapetosti s primernim razporejanjem ozemljil. V splošnem je nizka ozemljilna upornost, manjša od 10 Ω najprimernejša. Pri specifični upornosti tal, ki je večja od 250 Ω m, naj ozemljilna upornost ne bo večja kot 4 % od izmerjene specifične upornosti tal v Ω m.
- (2) S stališča zaščite pred strelo, kakor tudi elektroenergetskih in telekomunikacijskih naprav, je enoten in združen ozemljitveni sistem vseh povezanih ozemljil na stavbah najprimernejši. V stavbah z izdelano električno inštalacijo je ozemljitev strelovodne inštalacije vedno povezana z zaščitno ozemljitvijo PE. Z obratovalno ozemljitvijo v električni inštalaciji pa le takrat v PEN, ko to dovoljujejo obratovalni pogoji v napajalnem omrežju oziroma, ko to v soglasju o priključitvi in ob izvedbi priključitve dovoli distribucijski operater. Temu delu napeljuje je zaradi pravilnega delovanja treba posvetiti posebno pozornost.
- (3) Za ozemljila se lahko uporabijo posebej v ta namen v zemljo položeni vodniki v obliki:
- vodoravno položenih žic in trakov (tračna ozemljila),

- navpičnih cevi ali profilov (palična ozemljila),
 - navpičnih plošč (ploščna ozemljila),
 - kovinske konstrukcije in mreže ter cevi v zemlji, razen tistih za katere obstajajo posebni razlogi za njihovo ločenost (katodna zaščita).
- (4) Če ima posamezna stavba več ozemljil jih je treba zvezati med seboj z vodnikom, položenim v zemljo. Pri tem je treba dati prednost krožnemu obroču okoli stavbe položenega v zemlji v razdalji 1m od zunanjih sten stavbe v globini najmanj 0,5 m (priporočljivo 0,8 m). Krožni obroč tako pomaga znižati ozemljilno upornost in istočasno znižati potencialno razliko med steno stavbe in stojiščem osebe, ki se slučajno stene dotika v trenutku udara strele v stavbo. Na krožni obroč se na več mestih poveže tudi temeljsko ozemljilo stavbe, najmanj na enakih medsebojnih razdaljah, kot jih za strelovodne odvode definira zaščitni nivo zaščite pred strelo. Po potrebi se lahko položi več krožnih vodnikov čemer se še izboljša ozemljilne razmere in razporeditev električnega potenciala ob dotiku in koraku.
- (5) Vodoravna ali navpična ozemljila nameščena zunaj ščitene stavbe in povezana z vsakim strelovodnim odvodom ali temeljskim ozemljilom, ki ne tvorijo zaprte zanke označujemo skladno s standardom SIST EN 62305-3 s tipom razporeditve ozemljil A. Pri tem skupno število ozemljil ne sme biti manjše od dva. Večanje dolžine vodoravnih ozemljil preko 60 m, s ciljem zmanjševanja ozemljilne upornosti, ni smiselno.
- (6) Pri polaganju vodoravnih zvezdastih ozemljil, pri katerih iz ene točke v raznih smereh izhaja več posameznih vodnikov, naj bo medsebojni kot med dvema sosednjima ozemljiloma večji od 60° .
- (7) Obročasta ozemljila zunaj stavbe, ki tvorijo zaprto zanko (vsaj 80 % celotne dolžine) in so povezana v mrežo, označujemo s tipom ozemljil B. Ta izvedba je priporočljiva v golih skalnatih tleh in pri stavbah z obsežnejšimi elektronskimi sistemi ali velikim tveganjem požara.
- (8) Mere in materiali ozemljilnih vodnikov so prikazani v tabeli 14.
- (9) Ozemljilna upornost medsebojno povezanih ozemljil naj bo zaradi zmanjšanja vpliva možnih interferenc merjena pri čim večjem merilnem električnem toku in pri nizki frekvenci, ki je drugačna od omrežne ali njenem mnogokratniku.
- (10) Z ozemljilom v zemlji, kot pomožno ozemljilo, je treba spojiti vse kovinske mase, ki so od ozemljila oddaljene manj kot 20 m, razen tistih, za katere z drugimi predpisi to ni dovoljeno (npr. kovinske mase v sistemu katodne zaščite).
- (11) Če so z ozemljili povezane cevi vodovodne inštalacije, je treba premostiti vse vodne števec in podobne naprave, ki so vgrajene med mesti, na katerih so na različnih kovinskih delih lahko različni potenciali. Prerezi vodnikov teh povezav so podani v tabeli 15.
- (12) Palična ozemljila morajo biti medsebojno povezana v potencialni kovinski obroč v okolici stavbe. Med seboj morajo biti oddaljena vsaj za dolžino ozemljila.
- (13) Razdalja med ozemljilom oziroma odvodom in podzemnimi električnimi kablji mora znašati najmanj 3 m, križanje pa je treba izvesti v pravem kotu. Če pri križanju ni mogoče ohraniti te razdalje, jo je dovoljeno zmanjšati, če je dovod do ozemljila izoliran z zaščitno cevjo iz neprevodnega in vlago-odbojnega materiala. Zaščitne cevi morajo biti tako dolge, da ostane med kablom, ki ga je treba zaščititi, in neizoliranim dovodom oziroma ozemljilom z razdaljo vsaj 3 m. Za križanje ozemljil s cevovodi veljajo enaka določila.
- (14) Vodovodnih in plinovodnih omrežij ni dovoljeno uporabljati za ozemljila.
- (15) Posameznih ozemljil načeloma ne smemo polagati pod mesta na katerih se med nevihto zbirajo ljudje ali živali. Če se temu ni mogoče izogniti je treba z ustreznimi ukrepi preprečiti nevarnost zaradi napetosti koraka, ki nastane ob udaru strele.
- (16) Na ozemljila strelovodov je treba priključiti ozemljila sosednjih strelovodov in ozemljene kovinske mase, če je mogoče, vse do razdalje 20 m.
- (17) Ozemljila železniških tirov in strelovodna ozemljila v isti referenčni zemlji lahko povežemo z iskrišči ali izoliranimi vmesniki (električna korozija).
- (18) Vodila dvigal, ki segajo do vrha stavbe (zadnjega nadstropja), morajo biti na njihovem zgornjem in spodnjem koncu po najkrajši poti priključena na strelovodno inštalacijo. Na spodnjem koncu morajo biti povezana z ozemljilno mrežo v temelju stavbe, na zgornjem koncu pa povezana na strelovodno inštalacijo kot pomožni strelovodni odvod v kolikor to dopušča izvedba strelovodne inštalacije (izolirana ali neizolirana).

3.4 IZVEDBA LPS V STAVBAH Z EKSPLOZIJSKO OGROŽENIMI PROSTORI

Na osnovi ocene tveganja se izbere ustrezen zaščitni nivo zaščite pred strelo. Zaščitna nivoja I in II ustrezata za vse primere, kjer se v stavbah nahaja vsebina, ki je posebej občutljiva na učinke delovanja strele. Izbira zaščitnega nivoja mora upoštevati tudi eksplozijske in vnetljive mešanice, ki so nameščene v stavbi.

4 MATERIALI ZA VODNIKE

(1) Za strelovodne vodnike se lahko uporabljajo v tabeli 12 navedeni materiali pod naslednjimi pogoji:

Tabela 12: Materiali LPS in pogoji rabe^a

Material	Uporaba			Korozija		
	V zraku	V zemlji	V betonu	Odpornost	Povečana z	Lahko je uničen z galvanskimi spoji z
Baker	Masiven Pleten	Masiven Pleten Oplaščen	Masiven Pleten Oplaščen	Dober v mnogih okoljih	Žveplove spojine Organski materiali	–
Vroče cinkano jeklo ^{c, d, e}	Masiven Pleten ^b	Masiven	Masiven Pleten ^b	Sprejemljiv v zraku, betonu in nevtralni zemlji	Visoka vsebnost kloridov	Baker
Pobakreno jeklo	Masiven	Masiven	Masiven	Dober v mnogih okoljih	Žveplove spojine	
Nerjavno jeklo	Masiven Pleten	Masiven Pleten	Masiven Pleten	Dober v mnogih okoljih	Visoka vsebnost kloridov	–
Aluminij	Masiven Pleten	Neprimeren	Neprimeren	Dober na zraku z nizko koncentracijo žvepla in kloridov	Alkalne raztopine	Baker
Svinec ^f	Masiven Oplaščen	Masiven Oplaščen	Neprimeren	Dober na zraku z visoko koncentracijo sulfatov	Kisla zemlja	Baker Nerjavno jeklo

^a Tabela daje le splošni okvir. V posebnih okoliščinah pri korozijsko zahtevnejših pogojih je zahtevano dodatno proučevanje (glej dodatek E standarda SIST EN 62305-3).

^b Pleteni vodniki so občutljivejši na korozijo kot masivni materiali. Pleteni vodniki so prav tako manj odporni na prehodih zemlja-beton. To je razlog, zakaj pleteno pocinkano jeklo ni priporočljivo v zemlji.

^c Pocinkano jeklo lahko korodira v glineni ali vlažni zemlji.

^d Pocinkano jeklo v betonu naj se ne nadaljuje v zemljo zaradi nevarnosti korozije jekla na mestu prehoda iz betona.

^e Pocinkano jeklo v stiku z armaturo v betonu naj se ne uporablja v priobalnih območjih kjer je lahko prisotna sol v talni vodi.

^f Uporaba svinca v zemlji je običajno prepovedana zaradi okoljevarstvenih zahtev.

- (2) Vrste materialov in oblike ter najmanjši prerezi vodnikov
lovilne mreže in odvodov so prikazani v tabeli 13.

Tabela 13: Material, oblika in najmanjši prerez lovilnih vodnikov, lovilnih palic, paličnih zemljevodov in odvodov^a

Material	Oblika	Prerez [mm ²]
Baker Pokositren baker	Masiven trak	50
	Masiven okrogel ^b	50
	Pleten ^b	50
	Masiven okrogel ^c	176
Aluminij	Masiven trak	70
	Masiven okrogel	50
	Pleten	50
Aluminijeva zlitina	Masiven trak	50
	Masiven okrogel	50
	Pleten	50
	Masiven okrogel ^c	176
Pobakrena aluminijeva zlitina	Masiven okrogel	50
Vroče cinkano jeklo	Masiven trak	50
	Masiven okrogel	50
	Pleten	50
	Masiven okrogel ^c	176
Pobakreno jeklo	Masiven okrogel	50
	Masiven trak	50
Nerjavno jeklo	Masiven trak ^d	50
	Masiven okrogel ^d	50
	Pleten	70
	Masiven okrogel ^c	176

^a Mehanske in električne lastnosti kakor tudi odpornost proti koroziji morajo ustrezati zahtevam iz skupine standardov SIST EN 62561.

^b 50 mm² (premer 8 mm) se lahko zmanjša na 25 mm² (premer 6 mm) v posebnih primerih, kadar mehanska odpornost ni bistvena zahteva. Temu primerno naj se prilagodijo tudi razdalje med nosilci.

^c Primerno za lovilne palice in palične zemljevode. Če mehanska obremenitev, npr. obtežba vetra, ni kritična se lahko kot lovilne palice upora-bijo palice premera 9,5 mm dolžine 1 m.

^d Kadar so toplotne in mehanske lastnosti bistvene, naj se te vrednosti povečajo na 75 mm².

- (3) Mere strelovodnih vodnikov, ki se uporabljajo za ozemljilni sistem so prikazane v tabeli 14.

Tabela 14: Material, oblika in najmanjše mere ozemljil^{a, e}

Material	Oblika	Mere		
		Ozemljilna palica premer [mm]	Ozemljilni vodnik [mm ²]	Ozemljilna plošča [mm]
Baker Pokositren baker	Pleten		50	
	Masiven okrogel	15	50	
	Masiven trak		50	
	Cev	20		
	Masivna plošča			500 x 500
	Mrežasta plošča ^c			600 x 600
Vroče galvanizirano jeklo	Masivno okroglo	14	78	
	Cev	25		
	Masiven trak		90	
	Masivna plošča			500 x 500
	Mrežasta plošča ^c			600 x 600
	Profil	^d		
Golo jeklo ^b	Pleteno		70	
	Masivno okroglo		78	
	Masiven trak		75	
Pobakreno jeklo	Masivno okroglo	14 ^f	50	
	Masiven trak		90	
Nerjavno jeklo	Masivno okroglo	15	78	
	Masiven trak		100	

^a Mehanske in električne lastnosti kakor tudi odpornost proti koroziji morajo ustrezati zahtevam iz skupine standardov SIST EN 62561.

^b Zalito mora biti v betonu vsaj na globini 50 mm.

^c Mrežasta plošča, izdelana iz najmanj 4,8 m skupne dolžine vodnika.

^d Dovoljeni so različni profili s prerezom 290 mm² in najmanjšo debelino 3 mm, npr. križni profil.

^e Pri temeljskem ozemljilnem sistemu razporeditve morajo biti ozemljila pravilno povezana vsaj na vsakih 5 m na armaturno jeklo.

5 PREPREČITEV ISKRENJA IN PREBOJEV

5.1 SPLOŠNO

- (1) Pri prevajanju toka strele od lovilne mreže, preko odvodov v ozemljilni sistem se v notranjosti stavbe preko kovinskih povezav in elektromagnetnega polja prenašajo vplivi, ki lahko povzročijo nevarna iskrenja in preboje med:
 - kovinskimi konstrukcijami,
 - notranjimi povezavami različnih inštalacij,
 - zunanjimi prevodnimi deli in povezavami stavbe z okolico.
- (2) Iskrenja znotraj stavbe so nevarna za nastanek požarov, eksplozij in uničenje v stavbi delujočih naprav. Zato je treba izvesti dodatne zaščitne ukrepe.
- (3) Nevarno iskrenje med različnimi deli notranjih naprav in inštalacij se prepreči z izenačitvijo potencialov in električno izolacijo.

5.2 IZENAČITEV POTENCIALOV

5.2.1

Splošno

- (1) Izenačitev potencialov se doseže s povezovanjem:
 - kovinskih delov v stavbi,
 - kovinskih inštalacij,
 - notranjih oskrbovalnih inštalacijskih sistemov,
 - zunanjih prevodnih delov in inštalacijskih povezav stavbe.
 Ob vzpostavitvi povezav izenačitve potencialov je treba upoštevati, da se del toka strele lahko zaključuje tudi preko teh povezav.

- (2) Izenačitev potencialov se izvede s:
 - povezovalnimi vodniki,
 - prenapetostnimi zaščitnimi napravami (SPD), kjer neposredna povezava z vodniki ni izvedljiva,
 - iskriščji, kjer ni dovoljena direktna povezava s povezovalnimi vodniki.
 Izbira načina je odvisna od lastnosti drugih inštalacij v stavbi (električne, telekomunikacijske, požarne, varnostne itd.).

5.2.2

Izenačitev potencialov kovinskih inštalacij

- (1) V primerih, ko je zunanji LPS izveden v izolirani izvedbi, se izenačitev potencialov izdela samo na nivoju ozemljilnega sistema (povezan potencialni obroč v okolici stavbe). V primeru takšne izvedbe je glede prereзов povezovalnih vodnikov treba upoštevati še četrti in peti odstavek te točke.
- (2) Za zunanji LPS, ki ni izoliran od notranjih kovinskih mas, se izenačitev potencialov izvede na naslednjih mestih:
 - v pritličju na nivoju priključkov ozemljitvenega sistema in izdelano tako, da jih je mogoče enostavno preverjati,
 - kjer izolacijske zahteve niso izpolnjene.

- (3) Povezave za izenačitev potencialov morajo biti izdelane direktno in po najkrajši poti.
- (4) Najmanjši prerezi povezav za izenačitev potencialov, ki povezujejo posamezne kovinske dele LPS, različne zbiranke za izenačitev potencialov ali povezujejo zbiranke za izenačitev potencialov na ozemljitveni sistem in, ki lahko prevajajo znaten del toka strele, so prikazani v tabeli 15.

Tabela 15: Najmanjše mere vodnikov, ki povezujejo različne zbiranke za izenačitev potencialov ali povezujejo zbiranke za izenačitev potencialov na ozemljitveni sistem

Razred LPS	Material	Prerez [mm ²]
I do IV	Baker	16
	Aluminij	25
	Jeklo	50

- (5) Najmanjši prerezi povezav izenačitev potencialov med notranjimi kovinskimi deli ali povezave kovinskih delov na zbiranke za izenačitev potencialov in, ki ne prevajajo znatnega toka strele so prikazani v tabeli 16.

Tabela 16: Najmanjše mere vodnikov, ki povezujejo notranje kovinske inštalacije na zbiranke za izenačitev potencialov

Razred LPS	Material	Prerez [mm ²]
I do IV	Baker	6
	Aluminij	10
	Jeklo	16

- (6) Če so v plinske ali vodovodne cevi znotraj stavbe vstavljeni izolacijski vložki, se ti premostijo s SPD, ki so dimenzionirane za tako namestitve. Enako velja za druge kovinske dele, ki običajno niso povezani z združenim ozemljitvenim sistemom v stavbi (npr. deli zaščiteni s katodno zaščito).

5.2.3

Izenačitev potencialov zunanjih prevodnih delov

- (1) Povezovanje zunanjih kovinskih delov je treba po možnosti izvesti čim bližje ob vstopu v zaščiteni stavbo.
- (2) Povezovalni vodnik mora imeti zadosten prerez in mora biti sposoben prevajati predvideni del toka strele.
- (3) Če se direktna povezava ne more izdelati, se le-ta vzpostavi s pravilno dimenzioniranim iskriščjem.
- (4) Če je treba izdelati izenačitev potencialov, če zunanje LPS ni, se za ozemljilni sistem uporabi ozemljitev električne inštalacije.

5.2.4

Izenačitev potencialov v notranjem delu LPS

- (1) V sistemu notranje zaščite pred delovanjem strele predstavljata najboljši zaščitni ukrep ozemljevanje in povezovanje za nameščene naprave in opremo v okviru istega ozemljitvenega sistema. Vmesne, dosledno izvedene, direktne galvanske povezave in povezave z napravami SPD zagotavljajo zadovoljive zaščitne rešitve pred poškodbami živih bitij in naprav. Ozemljitveni sistem znotraj stavbe je treba izbrati glede na zahteve vgrajene opreme (radialni, mrežni ali sistem drevesa).
- (2) Oklopljanje je temeljni ukrep za reduciranje elektromagnetnih vplivov. Vključuje naprave in prevodnike in se lahko izvede prostorsko v posameznih zaščitnih conah ali v celotni stavbi (gostota armaturnih palic v betonskih stenah).
- (3) Kadar so notranji vodniki v obliki oklopljenih kablov ali so položeni v kovinske kanale ter cevi, je treba oklope in kovinske kanale ter cevi povezati z ozemljitvenim sistemom stavbe. Pred tem je treba preveriti preseke posameznih kabelskih kovinskim plaščev in ugotoviti njihovo zmožnost prevajanja električnega toka, ki bo tekel po izenačitveni povezavi oziroma kovinskem kabelskem plašču. Načeloma je pri tem treba upoštevati tabeli 15 in 16. V kolikor je presek kovinskega kabelskega plašča nezadosten je treba kovinski plašč ozemljiti enostransko in na drugem koncu kabla med kovinskim plaščem in žilami kabla namestiti ustrezne prenapetostne odvodnike ali iskrišča. Obstaja pa tudi možnost uporabe kovinskega plašča kabla ozemljenega na obeh koncih kabla z dodatno in preseku ustrezno galvansko povezavo, položeno paralelno s kablom. Rešitev je primerna pri daljših kabelskih povezavah ko na enem koncu kabla pride do delovanja prenapetostnega odvodnika v eni fazi in prenosa potenciala po kablom, ki lahko pripelje do previsokih vzdolžnih induciranih napetosti.
- (4) Kadar električni kabli in drugi vodniki v stavbi nimajo kovinskih oklopov oziroma niso položeni v kovinske kanale ali cevi, morajo biti povezani s SPD. V TN sistemih električne inštalacije morajo biti PE in N vodniki galvansko povezani na LPS. V TT sistemih električne inštalacije morajo biti PE vodniki galvansko povezani na LPS.
- (5) V primerih izvedbe zaščite pred prenapetostmi v notranjosti stavb je treba izdelati koordinirano zaščito s pravilno izbranimi karakteristikami prenapetostnih zaščitnih naprav SPD.
- (2) Vsi vodniki vsakega oskrbovalnega voda naj bodo povezani direktno ali preko iskrišč oziroma SPD na ozemljitveni sistem stavbe v katero se vključujejo. Vodniki pod napetostjo naj bodo povezani na zbiralko za izenačitev potencialov preko SPD. V TN sistemih naj bodo PE in N vodniki direktno povezani z zbiralkami za izenačitev potencialov skupaj s strelvodno inštalacijo.
- (3) SPD je obvezno montirati ob vhodu priključnih napajalnih vodov v omaro tako, da skupna dolžina posameznih povezav SPD ne presega 50 cm in se ne križa z ostalimi povezovalnimi vodniki omar. Odvodnik toka strele je priporočljivo namestiti v prvi možni točki vhoda glavnega napajalnega voda v stavbo tako, da se vodnik do mesta priklopa ne križa oziroma vodi vzporedno z notranjimi inštalacijami.
- (4) Če so vključevani vodi oklopljeni ali položeni v kovinskih ceveh, je treba plašče ali kovinske cevi povezati z ozemljitvenim sistemom v stavbi. O prerezi kovinskih plaščev oklopljenih kablov in o njihovem številu ter o možnosti povezovanja na obeh koncih kabelskih kovinskih plaščev, na osnovi opravljenega izračuna odloča projektant.
- (5) Povezave kabelskih opletov in kovinskih zaščit naj bodo izdelane ob vstopu povezav v stavbo. Pri tem naj bodo karakteristike SPD v skladu s točko 5.2.3 in koordinirane skladno s tretjim odstavkom točke 5.2.4 in prilagojene možnosti odvajanja nevarne vstopajoče energijske vsebine (koncept stopnjevanja prenapetostne zaščite).
- (6) Druga stran iskrišč oziroma SPD ne sme biti vezana na tokokroge funkcionalne ozemljitve FE.
- (7) V primeru vključevanja vodov ali zunanjih prevodnih delov v stavbi je treba zagotoviti direktno izenačitev potencialov ali povezavo preko iskrišč ali SPD.
- (8) V stavbah s kontinuirano povezavo kovinskih mas, povezano armaturno mrežo, kovinsko konstrukcijo, ločilne razdalje ni mogoče doseči, kar zahteva galvansko povezavo vseh kovinskih delov v enotni in združeni ozemljitveni sistem.

5.2.5

Izenačitev potencialov v sistemih oskrbovalnih vodov

- (1) Izenačitev potencialov električnih in telekomunikacijskih vodnikov se izdelava skladno s točko 5.2.4.

■ 6 ZAŠČITA PRED NEVARNOSTMI ZARADI NAPETOSTI DOTIKA IN KORAKA

6.1 ZAŠČITNI UKREPI PRED NAPETOSTJO DOTIKA

- (1) Pri odvajanju toka strele v zemljo lahko zunaj stavbe nastanejo previsoke napetosti dotika. Te nevarnosti se zmanjšujejo na sprejemljivo raven, če:
 - v normalnih pogojih delovanja ni v razdalji 3 m od odvodov nobene osebe,
 - naravni sistem kovinskih mas sestavljen iz številnih povezanih paralelnih poti in povezan z armaturo in konstrukcijo stavbe z zagotovljeno dobro električno prevodnostjo (sistem z najmanj 10 odvodi),
 - prehodna upornost površinske plasti tal znotraj 3 m od odvoda ni manjša od 100 k Ω .
- (2) Če ni izpolnjen nobeden izmed pogojev iz prejšnjega odstavka te točke, je treba zaradi zaščite oseb pred previsoko napetostjo dotika, storiti naslednje:
 - izolirati odvode LPS,
 - namestiti fizične ovire in opozorila za zmanjšanje možnosti dotika LPS odvodov.
- (3) V primeru pričakovanih nevarnosti previsokih napetosti dotika in ob neizpolnjenih pogojih prvega odstavka projektant določi potrebne dodatne ukrepe in po potrebi preverjanje nastankov nevarnih potencialnih razlik.

6.2 ZAŠČITNI UKREPI PRED NAPETOSTJO KORAKA

- (1) Previsoka napetost koraka se zmanjša na sprejemljivo raven, če:
 - v normalnih pogojih delovanja ni v razdalji 3 m od odvodov nobene osebe,
 - je nameščen sistem z najmanj 10 odvodi,
 - prehodna upornost površinske plasti tal znotraj 3 m od odvoda ni manjša od 100 k Ω .
- (2) Plast izolacijskega materiala, kot npr. 5 cm asfalta ali 15 cm gramoza, načeloma zmanjšuje nevarnost napetosti koraka na sprejemljivo mejo.
- (3) Če ni izpolnjen nobeden izmed pogojev iz prvega odstavka, je treba zaradi previsoke napetosti koraka storiti naslednje:
 - izdelati potencialne izenačitve z oblikovanjem gostote mrež ozemljilnega sistema,
 - namestiti fizične ovire in opozorila za zmanjševanje možnosti dotika odvodov LPS znotraj tri metrskega območja okoli njih.
- (4) V primeru pričakovanih oziroma ugotovljenih nevarnosti previsokih napetosti koraka in ob neizpolnjenih pogojih iz prvega odstavka te točke določi projektant potrebne dodatne ukrepe in po potrebi preverjanje izvorov nevarnih potencialnih razlik.

7 ZAŠČITA ELEKTRIČNIH IN ELEKTRONSKIH SISTEMOV V STAVBAH

7.1 SPLOŠNO

- (1) Atmosferske razelektritve ob njihovem praznjenju v točko udara in posredno okolico predstavljajo visoko-energijski pojav. Razelektritveni udar sprosti stotine mega-joulov energije, zato je smiselna vgradnja dodatne zaščite nekaterih pomembnejših delov električne in elektronske opreme.
- (2) Stalno nevarnost za električno in elektronsko opremo predstavlja LEMP, ki deluje:
 - preko prenesenih ohmskih in induciranih prenapetosti na električne in elektronske naprave in njihove povezave,
 - z učinki sevalnih elektromagnetnih polj direktno na same naprave.
- (3) Povezovalni mehanizmi so lahko različni in sicer:
 - uporovne povezave (npr. galvanska povezanost ozemljilnega sistema z različnimi povezovalnimi vodi),
 - povezave preko elektromagnetnega polja (npr. zanke ožičenj), ali
 - elektromagnetni sklopi (npr. preko oddajnikov, anten).
- (4) Prenapetostni vplivi lahko nastajajo zunaj in znotraj stavbe:
 - zunanji vplivi na stavbe nastajajo ob atmosferskih razelektritvah v priključene oskrbovalne vode ali v njihovo bližino. Lahko pa se prenesejo tudi preko električnih in elektronskih povezovalnih sistemov;
 - notranje prenapetosti v stavbi lahko nastajajo ob direktnih udarih strele v stavbo ali v njeno bližino.

7.2 ZAŠČITNE CONE

Zaščita pred LEMP temelji na namensko izbranih zaščitnih conah, namenjenih za obvladovanje elektromagnetnega vpliva, ki nastane v stavbi ob udaru strele. Posamezne zaščitne cone zaporedoma omejujejo elektromagnetne vplive udarnega toka strele. V območju posamezne cone je vpliv LEMP zmanjšan na dovolj nizek nivo, kar omogoča nemoteno delovanje naprav, ki v tej coni delujejo in so zanjo namensko dimenzionirane. Na mejah med posameznimi zaščitnimi conami so nameščene SPD, ki za njimi omogočajo zmanjšani elektromagnetni vpliv udarnega ali delnega toka strele. Načeloma velja, da višja številka zaščitne cone, pomeni ugodnejše parametre elektromagnetnega okolja.

7.3 OZEMLJEVANJE IN POVEZOVANJE

- (1) Uspešnost ozemljevanja in povezovanja temelji na združenem ozemljitvenem sistemu za katerega je pomembno, da ga sestavlja:

- ustrezen ozemljilni sistem, ki razprši razelektritveni tok strele v zemljo, in
- ustrezno galvansko povezovanje, ki zmanjšuje potencialne razlike in obenem zmanjšuje vplivajoče magnetno polje.

- (2) Različne načine ozemljevanja in povezovanja izbere projektant z metodami radialnega ozemljevanja, metodami zanke in metodami drevesa.

7.4 MAGNETNO OKLOPLJANJE IN PREPLETANJE

Magnetno oklopljanje zmanjšuje prodirajoče elektromagnetno polje, kakor tudi različne notranje prenapetostne vplive. Primerno prepletanje posameznih notranjih vodnikov v povezovalnih poteh prav tako zmanjšuje, na najmanjšo mero, amplitude notranjih prenapetostnih udarov. Oba načina sta tudi zelo učinkovita pri zmanjševanju posledic notranjih poškodb na napravah. Magnetno oklopljanje in prepletanje je bolj podrobno prikazano v 6. poglavju standarda SIST EN 62305-4.

7.5 KOORDINIRANA SPD ZAŠČITA

Zaščita notranjih električnih in elektronskih naprav zahteva sistematičen pristop s koordiniranim nameščanjem prenapetostnih zaščitnih naprav (SPD) tako za močnostne, kakor tudi za signalne povezave. Posamezne karakteristike zaščitnih naprav so odvisne od namena naprav, ki jih ščitimo (analogne, digitalne, enosmerne ali izmenične, nizko ali visokofrekvenčne).

7.6 NAČRTOVANJE, IZBIRA IN PREGLEDNI POSTOPEK ZAŠČITE PRED LEMP

Načrtovanje in izbira zaščitnih naprav pred LEMP mora potekati istočasno s projektiranjem celotne stavbe in pred njegovo gradnjo. Na tak način je treba koristno uporabiti naravne sestavine drugih projektiranih sistemov stavbe in najti najbolj ustrezen rešitev za polaganje kablov in lokacijo posamezne opreme.

7.7 NAPRAVE ZA PROIZVODNJO ELEKTRIČNE ENERGIJE NA STAVBAH

Pred namestitvijo naprav za proizvodnjo električne energije, ne glede na vrsto stavbe, je treba izdelati oceno tveganja in na njeni podlagi zagotoviti ustrezno zaščito pred strelo ter izvesti ukrepe in jih preveriti, kot določajo druge točke te smernice.

8 PREVERJANJE LPS

8.1 SPLOŠNO

- (1) Preverjanja, kot del zagotavljanja varnega delovanja sistema zaščite pred strelo, obsegajo vizualni pregled, preskuse in meritve zaključene celote.
- (2) Pri vgradnji in preverjanju strelovodne inštalacije ta vedno predstavlja zaključeno celoto: lovilni sistem, odvodni sistem, ozemljilni sistem in sistem zaščite pred prenapetostmi.
- (3) Strelovodna inštalacija predstavlja vedno zaključeno celoto, tako za vgradnjo, kot preverjanje in zajema naslednje: lovilni sistem, odvodni sistem, ozemljilni sistem in sistem zaščite pred prenapetostmi.
- (4) Preglednik mora ugotoviti povezanost strelovodnih ozemljil s PE ali PEN sistemom električne inštalacije.
- (5) Preveriti je treba izvedbo zunanje strelovodne inštalacije (izolirana ali neizolirana izvedba).

8.1.1

Pristojnosti preglednika

- (1) Ob začetku gradnje mora biti izbrani preglednik prisoten, da preveri namestitev ozemljila/ozemljitve pred zalivanjem v beton oziroma pred zasutjem. Prisoten naj bo ob vseh nadaljnjih fazah gradnje stavbe, ki bi lahko vplivale na pozneje nepreverljivo pravilnost izvedbe sistema nizkonapetostnih električnih inštalacij in zaščite pred delovanjem strele. Informacije o izvedenih posameznih gradbenih fazah, ki vplivajo na LPS, so sestavni del zapisnika o prvem preverjanju sistema zaščite pred strelo.
- (2) Po končani izvedbi sistema za zaščito pred delovanjem strele, po spremembah, obnovah, popravilih in občasno je treba opraviti preverjanje ustreznosti in kakovosti tega sistema za zaščito pred delovanjem strele, njegovih lastnosti, varnosti, zanesljivosti in funkcionalnosti ter uporabe predpisanih (gradbenih) proizvodov. Preverja se sistem zaščite pred delovanjem strele v celoti. Po spremembah, rekonstrukcijah in popravilih sistema za zaščito pred delovanjem strele, je treba opraviti preverjanje celotnega sistema za zaščito pred delovanjem strele.
- (3) Preglednik se mora seznaniti in upoštevati rezultate in priporočila predhodnih preverjanj.
- (4) Preverjanja LPS zgrajene v zaščitnem nivoju I in II lahko opravlja le posameznik, ki si je pridobil poklicno kvalifikacijo NPK za preglednika zahtevnih električnih inštalacij in inštalacij zaščite pred delovanjem strele.
- (5) Preverjanja LPS zgrajene v zaščitnem nivoju III in IV lahko opravlja posameznik, ki si je pridobil poklicno

kvalifikacijo NPK za preglednika manj zahtevnih električnih inštalacij in inštalacij zaščite pred delovanjem strele.

- (6) Pri prvem preverjanju se istočasno preveri nizkonapetostne električne inštalacije in sistem zaščite pred delovanjem strele, če je vgrajen. Če bi pregledovana stavba morala imeti sistem zaščite pred delovanjem strele, pa je nima, preverjanja ni uspešno opravila.
- (7) Kadar ima stavba vgrajeno zaščito pred udarom strele, je treba preverjanje električnih inštalacij opraviti v rokih, določenih za preverjanje in preskus zaščite pred udarom strele, razen meritev zaščite pred električnim udarom, ki jih vključujejo samo preverjanja, predpisana s pravilnikom, na podlagi katerega je izdana ta tehnična smernica.
- (8) Po opravljenem preverjanju lahko preglednik na vidnem mestu strelovodne inštalacije namesti svojo številko potrdila o usposobljenosti in datum opravljenega preverjanja, kar omogoča hitrejši inšpekcijski nadzor zakonsko določenih preverjanj in potrjeni varnosti sistema za zaščito pred delovanjem strele.

8.1.2

Odgovornosti preglednika

- (1) Preglednik je odgovoren za pravilno izvajanje svojega področja dela.
- (2) Preglednik s poklicno kvalifikacijo NPK za manj zahtevne električne inštalacije in inštalacije zaščite pred delovanjem strele ne sme samostojno izvajati preverjanj zahtevnih električnih in strelovodnih inštalacij.
- (3) Preglednik odgovarja za neustrezne ali potvorjene zapisnike o preverjanjih. Odgovornost preglednika temelji na določilih prvega odstavka 12. člena pravilnika.

12. člen (obseg preverjanj in zapisnik)

- (1) Pri preverjanjih, navedenih v prejšnjem členu, se preveri varnost vgrajenega sistema in sestavi zapisnik, kot je to določeno v tehnični smernici. Zapisnik mora podati jasno in nedvoumno oceno ugotovljenega stanja preverjanega sistema. Če izvajalec preverjanja ugotovi nepravilnosti na sistemu zaščite pred strelo, ki predstavljajo ali bi lahko predstavljale nevarnost, vnese v zapisnik seznam nepravilnosti in doda predlog potrebnih ukrepov za sanacijo stanja.

8.2 VIZUALNI PREGLED

(1) Pri vizualnem pregledu je treba preveriti:

1. da obstaja projekt (in načrti) o zaščiti stavb pred delovanjem strele, oziroma pisne in grafične informacije, ki opisujejo izvedeno stanje,
2. da obstajajo dokumenti o skladnosti (izjave o skladnosti, atesti) vgrajenih materialov,
3. da je izvedba zaščite pred strelo v izolirani ali neizolirani izvedbi skladna s projektno dokumentacijo,
4. da je LPS v dobrem stanju in na pogled ne kaže vidnih poškodb,
5. da ni zrahljanih spojev in naključnih prekinitev vodnikov, spojev in povezav,
6. da strelovodna inštalacija (merilni spoj, merilni stik, oštevilčeni odvodi na tlorisu stavbe, gostota lovilne mreže in odvodov) ustrezajo izbranemu (projektiranemu) zaščitnemu nivoju strelovodne inštalacije,
7. da zaradi korozije ni oslabljenih delov LPS, zlasti ne v stikih s tlemi,
8. da so vsi vidni ozemljitveni in ozemljilni priključki nepoškodovani,
9. da so vsi vidni vodniki in sestavni deli sistema pritrjeni na ustrezne podlage in da niso deli mehanske zaščite poškodovani,
10. da so izvedeni zaščitni ukrepi pred nevarnostmi zaradi previsokih napetosti dotika in koraka na mestih, kjer se zadržujejo ali gibljejo ljudje,
11. da na zaščiteni stavbi ni prišlo do dodatnih sprememb, ki bi zahtevale dodatne zaščitne ukrepe,
12. da ni znakov poškodb LPS in vključenih prenapetostnih zaščitnih naprav ali varovalk, ki ščitijo prenapetostne zaščitne naprave,
13. da so povezovalni vodniki in spoji v stavbi primerno nameščeni,
14. da je pravilno izdelana izenačitev potencialov za katerokoli novo napeljavo ali dodatek, ki sta bila izvedena v stavbi od zadnjega preverjanja in da so bili izdelani preskusi neprekinjenosti za te nove dodatke,
15. da so ustrezno izvedene galvanске povezave s sosednjimi stavbami in povezanost njihovih inštalacij,
16. da so primerno izbrane in ohranjene ločilne razdalje, dimenzije vodnikov lovilne mreže, odvodov in ozemljil,
17. da so povezovalni vodniki, spoji in naprave za zaslavljanje, mesto položitve kablov in prenapetostne zaščitne naprave pravilno nameščene, pravilno povezane z ozemljitvenim sistemom,
18. da je dosežena in ohranjena združljivost naprav električne in strelovodne inštalacije glede na sistem ozemljitve v električni inštalaciji (TN, TT, IT),
19. da je dosežena in ohranjena združljivost naprav električne in strelovodne inštalacije glede na načrtovane zaščitne cone sistema LPS,

20. da so prehodi vodnika iz temelja v zemljo in iz zemlje v nadzemni del izvedeni iz nerjavečega materiala in z ustrezno izolacijo (bitumenski trak, izoliran vodnik,...),
21. da je temeljno ozemljilo galvansko povezano z armaturo stavbe z varjenimi spoji ali ustreznimi spojnimi elementi.

(2) Pri rednih pregledih se opusti dejanja iz točk 1, 2, 3, 6, in 19, do 21 prejšnjega odstavka.

8.3 PRESKUSI

Po opravljenem vizualnem pregledu je treba opraviti naslednje preskuse:

- ugotoviti ali medsebojne razdalje v lovilni mreži in med posameznimi odvodi ustrezajo projektiranemu zaščitnemu nivoju strelovodne inštalacije,
- ugotoviti ali medsebojne razdalje med različnimi kovinskimi deli ali deli drugih inštalacij ustrezajo v projektu izračunani ločilni razdalji,
- preskusiti izolacijsko ustreznost izolacijskih vložkov in iskrišč, ki namensko ločujejo različne kovinske inštalacije (plin, inštalacije s katodno zaščito itd.),
- preskusiti delovanje prenapetostnih zaščitnih naprav,
- opraviti poskusni izkop ozemljila v primeru opazovanja znatnejših korozijskih vplivov ali nenavadnega povečanja ozemljilne upornosti ozemljil, ki so pred preverjanjem kazale precej višje vrednosti,

8.4 MERITVE

- (1) Po opravljenem vizualnem pregledu in preskusih se preverjanje nadaljuje z meritvami. Glede na ugotovitve obeh predhodnih delov preverjanja (izvedba LPS, okolje, posebne zahteve) se izbere ustrezna merilna metoda, ki zagotavlja zahtevano merilno točnost posameznega merjenja. Treba je opraviti naslednje meritve:
 - meritev neprekinjenosti oziroma povezanosti kovinskih delov v enoten ozemljitveni sistem. Pri tem je pomembno da so te meritve, že med gradnjo, opravljene za tiste kovinske dele, ki v kasnejših preverjanjih več ne bodo vidni ali dostopni. Pri teh meritvah je treba upoštevati dejstvo, da so pri TN sistemu ozemljitve električne inštalacije v ščiteni stavbi vse ozemljitve povezane v enoten oziroma združen sistem ozemljil (PEN). Pri sistemu ozemljitve električne inštalacije v sistemu TT pa so skupno s strelovodno inštalacijo vsi kovinski deli povezani z zaščitno ozemljitvijo PE. V IT sistemih električne inštalacije pa je strelovodna inštalacija povezana z vsemi kovinskimi deli in skupnim zaščitnim vodnikom v IT sistemu;
 - meritev ozemljitvene upornosti združenega sistema ozemljil (upornost ozemljilnega sistema povečana za upornost od ozemljilnega sistema do točke merjenja v stavbi); za meritev ozemljitvene upornosti je treba upoštevati referenčno točko zunaj potencialnega

- vpliva strel vodne inštalacije stavbe (merilni stik-referenčna zemlja);
 - merjenje ozemljitvene upornosti posameznega ozemljila (ločeno merjenje). Meritev ozemljitvene upornosti se opravi med razklenjenim merilnim spojem in ozemljilom. Meritev je, v primeru več paralelnih odvodov mogoče opraviti tudi pri sklenjenem merilnem stiku po znančni merilni metodi;
 - meritev neprekinjenosti galvanskih povezav in spojev, s čemer se dokaže njihovo majhno električno upornost med točkama povezave;
 - merjenje napetosti reagiranja prenapetostnih zaščitnih naprav ali toka praznega teka (uhajavi tok) zaščitne naprave;
 - meritev napetosti dotika in koraka na posebej izpostavljenih mestih, kjer se pričakuje nevarne potencialne razlike.
- (2) Merilniki za omenjene zahtevane meritve morajo ustrezati standardom serije SIST EN 61557.

8.5 VZDRŽEVALNI PREGLED

- (1) Vzdrževalni pregled lahko izvaja lastnik oziroma ustrezno kvalificirana pooblaščen oseba. Ta pregled se po navadi izvaja zaradi drugih zahtev, med rednimi preverjanji.
- (2) Pri vzdrževalnem pregledu je treba vizualno pregledati:
1. da je LPS v dobrem stanju in na pogled ne kaže vidnih poškodb,
 2. da ni zrahljanih spojev in naključnih prekinitev vodnikov, spojev in povezav,
 3. da strel vodna inštalacija (merilni spoj, merilni stik, oštevilčeni odvodi na tlorisu stavbe, gostota lovilne mreže in odvodov) ustrežajo izbranemu (projektiranemu) zaščitnemu nivoju strel vodne inštalacije,
 4. da zaradi korozije ni oslavljenih delov LPS, zlasti ne v stikih s tlemi,
 5. da so vsi vidni ozemljitveni in ozemljilni priključki nepoškodovani,
 6. da so vsi vidni vodniki in sestavni deli sistema pritrjeni na ustrezne podlage in da niso deli mehanske zaščite poškodovani,
 7. da so pravilni indikatorji vgrajenih zaščitnih naprav,
 8. da ni znakov poškodb LPS in vključenih prenapetostnih zaščitnih naprav ali varovalk, ki ščitijo prenapetostne zaščitne naprave,
 9. da so ustrezno izvedene galvanske povezave s sosednjimi stavbami in povezanost njihovih inštalacij,
 10. da so povezovalni vodniki, spoji in naprave za zaslavljanje, mesto položitve kablov in prenapetostne zaščitne naprave pravilno nameščene, pravilno povezane z ozemljitvenim sistemom,
 11. da so prehodi vodnika iz temelja v zemljo in iz zemlje v nadzemni del z ustrezno izolacijo (bitumenski trak, izoliran vodnik,...),

12. da je temeljno ozemljilo galvansko povezano z armaturo stavbe z varjenimi spoji ali ustreznimi spojnimi elementi,
13. izvesti preglede ali posege skladno z navodilom proizvajalca vgrajene ali uporabljene opreme oz. izvajalca.

- (3) O vzdrževalnih pregledih lastnik vodi evidenco.

8.6 OBDOBJA ZA PREVERJANJE

- (1) Če stavba združuje različno zahtevne električne inštalacije, elektroenergetske postroje in/ali sistem zaščite pred strelo se obdobje za redna preverjanja, kot tudi vzdrževalne preglede določi glede na njihovo zahtevnost.
- (2) Obdobja obveznih vizualnih pregledov in preverjanj zunanjega sistema LPS naj bodo usklajena z obdobji obveznih pregledov in preverjanj najzahtevnejših nizkonapetostnih električnih inštalacij ali postroja v stavbi in se izvajata hkrati.
- (3) Vizualni pregled in preverjanje notranjega sistema zaščite pred strelo in električnih inštalacij v stavbi se, če ocena tveganja ne določi drugače, izvaja v obdobjih, ki so zahtevani za to vrsto električne inštalacije.

8.7 ZAPISNIK O PREVERJANJU

- (1) Preglednik mora o opravljenem preverjanju LPS sestaviti zapisnik. Meritev mora biti opravljena z upoštevanjem izvedbe električne inštalacije skladno z združenim sistemom ozemljil na stavbi.
- (2) Zapisnik mora podati oceno o ustreznosti sistema zaščite pred strelo za celotno stavbo. Za pozitivno se šteje le ocena, ki z rezultati dokazuje ustreznost vseh preverjanj. Negativna ocena mora v zapisniku vsebovati prilogo s seznamom odkritih neustreznosti, neobvezno pa lahko tudi predloge potrebnih popravilnih ukrepov.
- (3) Navesti je treba, ali gre za samostojno stavbo s sistemom ozemljil, ki niso povezani z drugimi objekti ali za stavbo v urbani sredini s povezanimi ozemljili z drugimi objekti.
- (4) Zapisnik o preverjanju mora vsebovati naslednje informacije:
- splošno stanje lovilnih vodnikov in drugih sestavnih delov lovilnega sistema;
 - stopnjo korozije in učinkovitost korozijske zaščite;
 - zanesljivost povezav in drugih sestavnih delov LPS, kovinskih elementov in ohišij naprav;
 - izmerjene vrednosti ozemljilne upornosti ozemljilnega sistema kot celote upornost galvanskih povezav s sosednjimi objekti;

- izmerjene vrednosti upornosti ozemljil posameznih strel vodnih odvodov in povezav preko lovilne mreže in ozemljil. Posamezni strel vodni odvodi morajo biti označeni (tlorisna skica, načrt) tako, da so opravljene meritve vselej identično ponovljive. V primeru še drugih inštalacij morajo biti te razvidne v skupni skici;
 - izmerjene vrednosti upornosti galvanskih povezav strel vodne inštalacije z drugimi kovinskimi deli in kovinskimi deli drugih inštalacij glede na povezanost z LPS (el. inštalacija, vodovod, centralna kurjava itd.);
 - enoumno morajo biti podani rezultati vseh opravljenih meritev in narejena primerjava z dopustnimi oziroma mejnimi vrednostmi in sicer vse zahtevane vrednosti preverjanja za vsak del sistema zaščite pred delovanjem strele in je iz zapisnika možno ugotoviti za kateri del gre, kje se nahaja ter ponoviti preverjanje na isti način;
 - ugotovljene pomanjkljivosti je treba slikovno dokazati;
 - podatki iz katerih je razvidno, da so bili opravljeni pregledi, preskusi in meritve iz točk 7.2, 7.3 in 7.4 ter podatke o preglednikih, inštrumentih in dejansko uporabljenih merilnih metodah;
 - v zapisniku je treba navesti oznako, številko in datum veljavnega potrdila, ki dokazuje podatke o umerjanju uporabljenih merilnih inštrumentov;
 - pri prvem preverjanju, v zapisniku je treba navesti, da je izvedba notranje in zunanje zaščite pred delovanjem strele skladna s projektom izvedenih del ali drugo primerljivo dokumentacijo.
- (8) V primeru negativne ocene oziroma neustreznega sistema zaščite pred strelo je treba po odkritih neustreznosti te odpraviti in s pregledom oziroma preizkusi in meritvami preveriti rezultate. To je treba ponavljati vse dokler neustreznosti niso odpravljene in preverjanje da pozitivno oceno.
- (9) Lastnika/upravljavca se pisno seznani z možnimi nevarnostmi zaradi odkritih neustreznosti. Pisna seznaniitev je priloga zapisnika.
- (10) Če je negativna ocena ugotovljenega stanja posledica morebitnega neustreznega projekta strel vodne oziroma električne inštalacije ali pisne in grafične informacije, ki opisuje izvedeno stanje električnih inštalacij, mora preglednik lastnika stavbe na to opozoriti in mu predlagati, da od projektanta zahteva uskladitev projekta oziroma informacije tako, da bo ustrezala dejanskemu namenu sistema zaščite pred delovanjem strele.
- (11) V primeru, da je ocena ugotovljenega stanja negativna zaradi morebitne nepravilne izvedbe projekta sistema zaščite pred strelo, mora preglednik lastnika stavbe na to opozoriti in mu predlagati, da od izvajalca zahteva ureditev na stanje, kot ga določa projekt.

9 DODATEK A:

Primer zapisnika o preverjanju sistema zaščite pred delovanjem strele

ZAPISNIK O PREVERJANJU SISTEMA ZAŠČITE PRED DELOVANJEM STRELE

SPLOŠNI PODATKI			
Stranka:		Izvajalec:	
Naslov objekta s strelovodnima sistemom:			
Zapisnik se nanaša na:			
☐ Prvo preverjanje	☐ Popravilo	☐ Spremembo	
☐ Redno preverjanje	☐ Dopolnitev	☐	
Preizkus ustrezno z:			Začetek Konec
☐ Prav. ZPS url RS ...	☐ SIST HD 60364-6	☐	
☐ SIST EN 62305-3	☐	☐	
Uporabljeni merilni instrumenti:			
Model:	Model:	Model:	
Serijska št.:	Serijska št.:	Serijska št.:	
Predstavniki stranke:		Preglednik:	
Zaščitni nivo	☐ I	☐ II	☐ III
			☐ IV
			☐
Notranji sistem zaščite pred delovanjem strele		☐	Zunanji sistem zaščite pred delovanjem strele
		☐	

REZULTAT PREVERJANJA			
Preverjen sistem zaščite pred delovanjem strele	☐ Ustreza	☐ Ne ustreza	☐ Priložen seznam pomanjkljivosti

PODPIS IN ŽIG			
	Datum naslednjega preverjanja:		
	Pritrjena preglednikova nalepka:	☐ DA	☐ NE
Stranka:	Merilec:		
Lokacija:	Lokacija:		
Datum:	Datum:		
Podpis:	Podpis:		

Opombe:

Vidni pregled	☐ Ustreza	☐ Ne ustreza	U-Ustreza	N-Ne ustreza
Strelovodna inštalacija			U	N
Projekt in načrti strelovodne inštalacije ustrezajo zahtevam veljavnih tehničnih prepisov	☐	☐	☐	☐
Obstajajo dokumenti o skladnosti (izjave o skladnosti, atesti) izbranih materialov	☐	☐	☐	☐
Izvedba zaščite pred strelo je v izolirani ali neizolirani izvedbi	☐	☐	☐	☐
Sistem zaščite pred delovanjem strele je v dobrem stanju in nima vidnih poškodb	☐	☐	☐	☐
V sistemu zaščite pred delovanjem strele ni zrahljanih spojev in naključnih prekinitev vodnikov, spojev in povezav	☐	☐	☐	☐
Strelovodna inštalacija (merilni spoj, merilni stik, oštevilčeni odvodi na tlorisu stavbe, gostota lovilne mreže in odvodov) ustrezajo načrtovanemu zaščitnemu nivoju	☐	☐	☐	☐
Zaradi korozije ni oslavljenih delov sistema zaščite pred delovanjem strele	☐	☐	☐	☐
Vsi vidni ozemljitveni in ozemljilni priključki so nepoškodovani	☐	☐	☐	☐
Vsi vidni vodniki in sestavni deli sistema so pritrjeni na ustrezne podlage in deli mehanske zaščite niso poškodovani	☐	☐	☐	☐
Na ščiteni stavbi ni prišlo zaradi dodatnih sprememb, ki bi zahtevale dodatne zaščitne ukrepe	☐	☐	☐	☐
Povezovalni vodniki in spoji v stavbi so primerno nameščeni	☐	☐	☐	☐
Izenačevanje potencialov je pravilno izvedeno za katerokoli novo napeljavo ali dodatek, ki sta bila izvedena v stavbi od zadnjega pregleda in da so bili izdelani preskusi neprekinjenosti za te nove dodatke	☐	☐	☐	☐
Ustrezno so izvedene galvanske povezave s sosednjimi stavbami in povezanost njihovih inštalacij	☐	☐	☐	☐
Primerno so izbrane in vzdrževane ločilne razdalje	☐	☐	☐	☐
Povezovalni vodniki, spoji in naprave za zaslanjanje, mesto položitve kablov in prenapetostne zaščitne naprave so pravilno v nameščene, pravilno povezane z ozemljitvenim sistemom:	☐	☐	☐	☐
Medsebojne razdalje med različnimi kovinskimi deli ali deli drugih inštalacij ustrezajo v projektu izračunani ločilni razdalji	☐	☐	☐	☐
Prenapetostna zaščita			U	N
Prenapetostni odvodniki so pravilno nameščeni in priključeni	☐	☐	☐	☐
Zaščite pred prenapetostmi, glede na koordinacijo zaščitnih elementov je pravilno izvedena	☐	☐	☐	☐
Povezovalni vodniki in spoji v stavbah tvorijo združen sistem so primerno nameščeni	☐	☐	☐	☐
Delovanje prenapetostnih zaščitnih naprav, ki se preverjajo s pritiskom na tipko	☐	☐	☐	☐
Ni znakov poškodb LPS in vključenih prenapetostnih zaščitnih naprav ali varovalk, ki ščitijo prenapetostne zaščitne naprave:	☐	☐	☐	☐
V stavbi je uporabljen conski princip zaščite pred prenapetostmi	☐	☐	☐	☐
Napetost korak in dotika			U	N
Izvedeni so zaščitni ukrepi pred nevarnostmi zaradi previsokih nap. dotika in koraka na mestih, kjer se zadržujejo ali gibljejo ljudje	☐	☐	☐	☐
Drugo			U	N
Dosežena in ohranjena je združljivost naprav el. in strelovodne inštalacije glede na sistem ozemljitve v el. inštalaciji (TN, TT, IT)	☐	☐	☐	☐
Dosežena in ohranjena je združljivost naprav električne in strelovodne inštalacije glede na načrtovane zaščitne cone sistema LPS	☐	☐	☐	☐
Povezovalni vodniki in spoji v stavbi so primerno nameščeni	☐	☐	☐	☐
Medsebojne razdalje v lovilni mreži in med posameznimi odvodi ustrezajo projektiranemu zaščitnemu nivoju strelovodne inštalacije:	☐	☐	☐	☐
Izolacijska ustreznost izolacijskih vložkov in iskrišč, ki namensko ločujejo različne kovinske inštalacije (plin, inštalacije s katodno zaščito itd.):	☐	☐	☐	☐
Poskusni izkop ozemljila v primeru opaženja znatnejših korozijskih vplivov ali nenavadnega povečanja ozemljitvene upornosti ozemljil, ki so pred pregledom kazale precej višje vrednosti	☐	☐	☐	☐
Dimenzije vodnikov lovilne mreže, odvodov in ozemljil ustrezajo	☐	☐	☐	☐
	☐	☐	☐	☐
	☐	☐	☐	☐

MERITVE NEPREKINJENOSTI OZEMLJITVENIH VODNIKOV, IZENAČEVALNIH POVEZAV IN OZEMLJITEV

Neprekinjenost ozemljitvenih vodnikov izenačevalnih povezav in ozemljitev	☐ Ustreza	☐ Ne ustreza	U-Ustreza N-Ne ustreza	
			U	N
Meritev neprekinjenosti oziroma povezanosti kovinskih delov v enoten ozemljitveni sistem - je ustrezno	☐	☐	☐	☐
Meritev ozemljitvene upornosti združenega sistema ozemljil (za meritev je treba upoštevati ref. točko zunaj potenc. vpliva strelovodne inštalacije stavbe (merilni stik - referenčna zemlja)) - Merilni list A	☐	☐	☐	☐
Meritev ozemljitvene upornosti posameznega ozemljila (ločeno merjenje) - Merilni list B	☐	☐	☐	☐
Meritev upornosti povezav izenačenja potencialov (če meritev ni opravljena v sklopu pregleda stavbe) - Merilni list C	☐	☐	☐	☐
Meritev neprekinjenosti galvanskih povezav in spojev (dokaz majhne električne upornosti med točkama povezave) - Merilni list D	☐	☐	☐	☐
Meritev napetosti reagiranja prenapetostnih zaščitnih naprav ali toka praznega teka (uhajavi tok) zaščitne naprave - Merilni list E	☐	☐	☐	☐
Meritev napetosti dotika in koraka na posebej izpostavljenih mestih, kjer se pričakuje nevarne potencialne razlike	☐	☐	☐	☐
	☐	☐	☐	☐

MERILNI LIST A - zunanji LPS

Priloga: skica merilnih mest

MS	Opis	$Z [\Omega]$	$Z_L [\Omega]$	$Z_o [\Omega]$	Ustreza
1	Glavni dovod				
2	...				
...					
IP	Stik na ozemljilo				

Legenda:

 $Z [\Omega]$ - izmerjena prehodna impedanca v zanki preko ozemljila in lovilnega sistema $Z_L [\Omega]$ - izmerjena prehodna impedanca v zanki preko lovilnega sistema $Z_o [\Omega]$ - izmerjena prehodna impedanca v zanki preko ozemljila**MERILNI LIST B - zunanji LPS - posamezno ozemljilo**

(meritev po potrebi)

MS	Opis			$Z_o [\Omega]$	Ustreza
1					
2					
...					

Legenda:

 $Z_o [\Omega]$ - izmerjena prehodna impedanca preko ozemljila

MERILNI LIST C - NOTRANJI LPS - povezave za izenačevanje potencialov

Podatki vodnikov za izenačitev potencialov:

--

Referenca	Opis prevodnega dela	$R_g[\Omega]$	Ustreza
zbiralke izenačitve potencialov	Razdelilniki		
	Kabelske police		
	Parapetni kanali		
	Talne razvodnice		
	Cevne instalacije		
	Prezračevalni in klima kanali		
	Konstrukcija dvigala		
	Kovinski okvirji vrat, oken		
	Kovinske ograje		

Legenda:

 $R_g[\Omega]$ največja izmerjena električna upornost galvanskih povezav

Opombe in posebnosti (vremenski in okoliški pogoji v času pregleda, prisotne osebe, prostorske omejitve pregleda, druge posebnosti):

MERILNI LIST D - neprekinjenost galvanskih povezav in spojev

Št.	Opis	$R_s[\Omega]$	Ustreza
1	Vodovodne cevi		
2	Cevi ogrevalnega sistema		
...	...		

Legenda:

 $Z_s[\Omega]$ izmerjena impedanca spoja

MERILNI LIST E - Kontrola SPD

Uporabljena merilna metoda:	
-----------------------------	--

Opombe in posebnosti:

Električni razdelilnik: En1

Poz.	Faza	Proizvajalec	Tip	U_n [V]	U_{C-} [V]	$U_{C=}$ [V]	I_{pE} [mA]	Indikator
	L1							
	L2							
	L3							
	N							

Električni razdelilnik: En2

Poz.	Faza	Proizvajalec	Tip	U_n [V]	U_{C-} [V]	$U_{C=}$ [V]	I_{pE} [mA]	Indikator
	L1							
	L2							
	L3							
	N							

Legenda:

- U_n - nazivna napetost ščitene linije
- U_{C-} - najvišja stalna delovna napetost OVP
- $U_{C=}$ - izmerjena vrednost kolena OVP
- I_{pE} - odvodni tok ob meritvah kolena U_c
- Indikacija - optična indikacija stanja zaščite OVP

