

ZAŠČITA PRED DELOVANJEM STRELE

MINISTRSTVO ZA OKOLJE IN PROSTOR

Tehnična smernica

TSG-N-003:2009

ZAŠČITA PRED DELOVANJEM

STRELE

izdaja

1

MINISTRSTVO ZA OKOLJE IN PROSTOR

Tehnična smernica

TSG-N-003:2009

**■ ZAŠČITA PRED DELOVANJEM
STRELE**



REPUBLIKA SLOVENIJA
MINISTRSTVO ZA OKOLJE IN PROSTOR

TEHNIČNA SMERNICA TSG-N-003:2009

Minister za okolje in prostor izdaja na podlagi prvega odstavka 11. člena Zakona o graditvi objektov (Uradni list RS, št. 102/04 – uradno prečiščeno besedilo, 14/05 – popr., 92/05-ZJC-B, 93/05-ZVMS, 111/05 - odl. US in 126/07) tehnično smernico

ZAŠČITA PRED DELOVANJEM STRELE

Minister za okolje in prostor

KARL ERJAVEC

Številka: 0071-68/2006
V Ljubljani, dne 5. 6. 2009

K tej tehnični smernici je pridobljeno soglasje ministra za gospodarstvo, kot pristojnega ministra za dajanje gradbenih proizvodov v promet, številka 007-69/2005-4, z dne 26. 3. 2008.

Ta tehnična smernica je vključena v seznam tehničnih smernic Ministrstva za okolje in prostor, ki je bil objavljen v Uradnem listu Republike Slovenije.

V postopku izdaje te tehnične smernice so bile upoštevane vse zahteve Uredbe o postopkih notificiranja na področju standardov, tehničnih predpisov in postopkov ugotavljanja skladnosti (Uradni list RS, št. 66/00 in 35/05) v tistem delu, ki predstavlja prevzem Direktive 98/34/ES Evropskega parlamenta in Sveta z dne 22. junija 1998 o določitvi postopka za zbiranje informacij na področju tehničnih standardov in tehničnih predpisov (UL L št. 204 z dne 21. 6. 1998, str. 37), zadnjič spremenjeno z Direktivo 98/48/ES Evropskega parlamenta in Sveta z dne 20. julija 1998 o spremembi Direktive 98/34/ES o določitvi postopka za zbiranje informacij na področju tehničnih standardov in tehničnih predpisov (UL L št. 217 z dne 5. 8. 1998, str. 18).

Oblikovanje in prelom: **IDFL d.o.o.**

V sodelovanju z Elektrotehniško zvezo Slovenije je pripravo strokovnih vsebin izvedla in financirala Inženirska Zbornica 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	7
0.2.1	Predpisi	7
0.2.2	Standardi	8
0.2.3	Smernice in drugi dokumenti	8
0.3	POMEN IZRAZOV	8
■ 1	NAMEN IN PODROČJE UPORABE	10
■ 2	TEMELJNE ZAHTEVE ZA PROJEKTIRANJE	11
2.1	SPLOŠNO	11
2.2	PARAMETRI TOKA STRELE	11
2.3	POŠKODBE ZARADI UDAROV STRELE	11
2.3.1	Vzroki škod	11
2.3.2	Vrste škod	11
2.3.3	Vrste izgub	11
2.4	RIZIKO IN NJEGOVE KOMPONENTE	12
2.4.1	Riziko	12
2.4.2	Rizične komponente	12
2.4.3	Vrednotenje rizikov	12
2.4.4	Vrednotenje rizičnih komponent	12
2.4.5	Tolerančni riziko R_T	13
2.4.6	Postopek vrednotenja rizikov	13
2.5	GOSTOTA ATMOSFERSKIH RAZELEKTRITEV V ZEMLJO	13
2.6	VRSTA LPS	14
2.7	ZUNANJI LPS	14
2.8	ODVODNI SISTEM	15
2.9	OZEMLJILNI SISTEM	16
2.10	IZVEDBA LPS V EKSPLOZIJSKO OGROŽENIH PROSTORIH	17
■ 3	MATERIALI ZA VODNIKE	18
■ 4	PREPREČITEV ISKRENJA IN PREBOJEV	20
4.1	SPLOŠNO	20
4.2	IZENAČITEV POTENCIALOV	20
4.2.1	Splošno	20
4.2.2	Izenačitev potencialov kovinskih napeljav	20
4.2.3	Izenačitev potencialov zunanjih prevodnih delov zunanjega LPS	20
4.2.4	Izenačitev potencialov v notranjem delu LPS	20
4.2.5	Izenačitev potencialov v sistemih oskrbovalnih vodov	21
4.3	LOČILNA RAZDALJA MED KOVINSKIMI DELI IN LPS	22
■ 5	ZAŠČITA PRED NEVARNOSTMI ZARADI NAPETOSTI DOTIKA IN KORAKA	22
5.1	ZAŠČITNI UKREPI PRED NAPETOSTJO DOTIKA	22
5.2	ZAŠČITNI UKREPI PRED NEVARNO NAPETOSTJO KORAKA	22
■ 6	ZAŠČITA ELEKTRIČNIH IN ELEKTRONSKIH SISTEMOV V OBJEKTIH	23
6.1	SPLOŠNO	23
6.2	ZAŠČITNE CONE	23
6.3	OZEMLJEVANJE IN POVEZOVANJE	23

6.4	MAGNETNO OKLOPLJANJE IN PREPLETANJE	23
6.5	KOORDINIRANA SPD-ZAŠČITA	23
6.6	NAČRTOVANJE, IZBIRA IN PREGLEDNI POSTOPEK ZAŠČITE PRED LEMP	23
7	PREGLED, PRESKUS IN MERITVE LPS	24

0 UVOD

0.1 POMEN IN VLOGA TEHNIČNE SMERNICE "ZAŠČITA PRED DELOVANJEM STRELE"

0.1.1

Zakonska podlaga za izdajo tehnične smernice

To tehnično smernico izdaja minister za okolje in prostor v soglasju z ministrom za gospodarstvo na podlagi prvega odstavka 11. člena Zakona o graditvi objektov (Uradni list RS, št. 102/04 - uradno prečiščeno besedilo, 14/05 - popr. in 126/07 - ZGO-1B).

V Zakonu o graditvi objektov je tehnična smernica opredeljena kot "dokument, s katerim se za določeno vrsto objekta uredi natančnejša opredelitev bistvenih zahtev, pogoji za projektiranje, izbrane ravni oziroma razredi gradbenih proizvodov oziroma materialov, ki se smejo vgrajevati ter načini njihove vgradnje in način izvajanja gradnje z namenom zagotoviti zanesljivost objekta ves čas njegove življenjske dobe, kadar je to primerno, pa tudi postopke, po katerih je mogoče ugotoviti, ali so takšne zahteve izpolnjene" (točka 3.2 prvega odstavka 2. člena).

Pravna narava in uporaba tehničnih smernic je podrobneje obravnavana v 9. členu zakona, kjer je določeno, da se z gradbenimi predpisi (to je vrsta izvršilnih predpisov, izdanih na podlagi zakona) za posamezne vrste objektov določijo njihove tehnične značilnosti tako, da ti objekti glede na svoj namen izpolnjujejo eno, več ali vse naslednje bistvene zahteve:

- mehanska odpornost in stabilnost,
- varnost pred požarom,
- higienska in zdravstvena zaščita ter zaščita okolice,
- varnost pri uporabi,
- zaščita pred hrupom in
- varčevanje z energijo in ohranjanje toplote.

V navedeni zakonski določbi je nadalje določeno, da se gradbeni predpisi lahko sklicujejo na standarde oziroma tehnične smernice, ki se nanašajo na določeno vrsto objekta in določijo njihovo obvezno uporabo oziroma določijo, da velja domneva, da je določen element skladen z zahtevami gradbenega predpisa, če ustreza zahtevam standardov oziroma tehničnih smernic. Če je v gradbenih predpisih določena domneva o skladnosti, morajo gradbeni predpisi opredeliti tudi pristojne organe za odločanje in postopek, v katerem se dokaže, da projekt, v katerem niso bili uporabljeni standardi oziroma tehnične smernice, temveč je projektant pri svojem delu uporabil rešitve iz zadnjega stanja gradbene tehnike, zagotavlja vsaj enako stopnjo varnosti kakor projekt, pripravljen z uporabo standardov ali tehničnih smernic.

Zadnje stanje gradbene tehnike je stanje, ki v danem trenutku, ko se izdeluje projektna dokumentacija ali izvaja gradnja, predstavlja določeno stopnjo razvoja tehnične zmogljivosti gradbenih proizvodov, procesov

in storitev, ki temeljijo na priznanih izsledkih znanosti, tehnike in izkušenj s področja graditve objektov, ob hkratnem upoštevanju razumnih stroškov (točka 3.1 prvega odstavka 2. člena zakona).

0.1.2

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

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. V tem pravilniku so določene naslednje zahteve za sistem zaščite pred delovanjem strele (v nadaljnjem besedilu: zaščita pred strelo), ki mora:

- odvesti atmosfersko razelektritev v zemljo brez škodljivih posledic in pri tem ne nastanejo nevarna iskrenja in električni preskoki, ki bi lahko poškodovali ljudi ali povzročili požar,
- kar najbolj omejiti okvare električnih, telekomunikacijskih in drugih oskrbovalnih sistemov,
- kar najbolj omejiti okvare električnih in elektronskih naprav,
- zagotavljati dovolj nizke napetosti dotika in koraka z ustrezno izenačitvijo potencialov.

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, če predpisi, ki urejajo njihove bistvene zahteve, ne vsebujejo enakovrednih določb glede zaščite pred strelo.

4. člen

(zagotovitev zaščite pred strelo)

- (1) Vse manj zahtevne in 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 razelektrenje v zemljo brez škodljivih posledic ter pri tem ne povzroča iskrenja in električnih preskokov, ki bi lahko povzročili požar,
- omeji okvare električnih, telekomunikacijskih in drugih oskrbovalnih sistemov na najmanjšo možno mero,
- omeji okvare električnih in elektronskih naprav na

najmanjšo možno mero in

- zagotavlja dovolj nizke napetosti dotika in koraka z ustrezno izenačitvijo potenciala.

- (2) Ne glede na prejšnji odstavek ni treba opremiti s sistemom za zaščito pred strelo tistih enostanovanjskih in dvostanovanjskih stavb, ki po predpisih, ki urejajo vrste objektov, glede na zahtevnost sodijo med manj zahtevne ali zahtevne objekte.
- (3) Ne glede na prvi odstavek tega člena je treba za stavbe iz priloge 1, ki je sestavni del tega pravilnika, 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 se na njeni podlagi odločiti za ustrezen višji nivo zaščite pred strelo. Pri oceni tveganja je treba uporabiti metodologijo ocene tveganja pred udarom strele iz tehnične smernice iz 5. člena tega pravilnika. Pri tem se lahko uporabi tudi natančnejši podatek o gostoti strel za lokacijo nameravane gradnje, ki jo investitorju oziroma projektantu posreduje pravna oseba, ki spremlja in obdeluje podatke te vrste ter je navedena v prilogi 2 tega pravilnika.
- (4) V stavbah z električno napeljavo 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 kar zadeva skupne elemente izenačitve potencialov, zunanje lovilne mreže z odvodi in izvedbo notranjega sistema zaščite pred strelo.

V poglavju pravilnika, ki določa način izpolnjevanja predpisanih zahtev, so za uporabo te tehnične smernice najpomembnejše naslednje določbe:

5. člen

(uporaba tehnične smernice)

- (1) Minister, pristojen za gradbene zadeve, izda tehnično smernico TSG-N-003 Zaščita pred delovanjem strele (v nadaljnjem besedilu: tehnična smernica), ki določa metodologijo analize tveganja pred udarom strele iz 4. člena tega pravilnika in priporočene gradbene ukrepe za doseg zahtev tega pravilnika.
- (2) Če so pri projektiranju, izvedbi in vzdrževanju sistema zaščite pred strelo v stavbah v celoti uporabljeni ukrepi, navedeni v tehnični smernici oziroma v dokumentih, na katere se le-ta sklicuje, velja domneva o skladnosti z zahtevami iz tega pravilnika.

6. člen

(uporaba drugih ukrepov)

- (1) Pri projektiranju, izvedbi in vzdrževanju sistema zaščite pred strelo se smejo namesto ukrepov, navedenih v

tehnični smernici, uporabiti rešitve iz zadnjega stanja gradbene tehnike, ki zagotavlja vsaj enako stopnjo varnosti, kot projekt pripravljen z uporabo tehnične smernice.

- (2) Ukrepi iz prejšnjega odstavka pomenijo uporabo zadnjega stanja gradbene tehnike v skladu s predpisi, ki urejajo graditev. Izpolnjenost zahtev po tem pravilniku se v takem primeru zagotovi v skladu z 12. členom tega pravilnika.
- (3) Ne glede na prvi odstavek tega člena je treba v vseh primerih uporabiti metodologijo analize tveganja pred udarom strele iz tehnične smernice in ukrepe iz tehnične smernice, navedene v 7. in 10. členu tega pravilnika.

V poglavju pravilnika, ki določa vsebino projektne dokumentacije, so najpomembnejše naslednje določbe:

11. člen

(navedba podlage za projektiranje)

- (1) Odgovorni projektant mora v tehničnem poročilu načrta električnih inštalacij in električne opreme projekta za pridobitev gradbenega dovoljenja in v njegovi vodilni mapi (v prilogi 1, v obrazcu 0.4, v točki »Druge klasifikacije«) izrecno navesti, ali je načrt izdelan na podlagi tehnične smernice ali na podlagi 6. člena tega pravilnika.
- (2) Načrt iz prejšnjega odstavka mora glede sistema zaščite pred strelo obsegati:
- zaščitni nivo stavbe,
 - varnostne in ločilne razdalje kovinskih mas,
 - tloris streh in videze stavb z glavnimi mrežami,
 - zunanji sistem zaščite pred strelo – lovilno mrežo, odvode in sistem ozemljil,
 - notranji sistem zaščite pred strelo – neposredne galvanske povezave s preseki in predvidene namestitve SPD,
 - velikost ozemljilne 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, varovanje),
 - sistem zaščite pred previsokimi napetostmi dotika in koraka in
 - ostale podatke, ki so pomembni za inštalacijo LPS (npr. izoliran sistem).

12. člen

(obveznost revizije)

- (1) Revizija projekta za pridobitev gradbenega dovoljenja je, poleg v primerih, navedenih v Zakonu o gra-

ditvi objektov (Uradni list RS, št. 102/04 – uradno prečiščeno besedilo, 14/05-popr., 92/05-ZJC-B, 111/05 – odl. US, 93/05-ZVMS, 120/06 – odl. US in 126/07), obvezna tudi takrat, kadar projektant sistem zaščite pred strelo v manj zahtevni stavbi projektira v skladu s 6. členom tega pravilnika in se opravi po postopku in z udeleženci, ki so določeni v zakonu, ki ureja graditev objektov.

- (2) Predmet revizije iz prejšnjega odstavka je izključno kontrola brezhibnosti tistih delov načrta električnih instalacij in električne opreme v projektu za pridobitev gradbenega dovoljenja, s katerimi se dokazuje, da predloženi projekt glede sistema zaščite pred strelo izpolnjuje zahteve tega pravilnika z najmanj enakovredno ravno, kot če bi bila uporabljena tehnična smernica in v njej navedeni dokumenti.
- (3) V povzetek revizijskega poročila v smislu predpisa, ki ureja projektno dokumentacijo, odgovorni revident vnese le tiste podatke, ki so bistveni za obseg revizije iz prejšnjega odstavka. S podpisom revizijskega poročila potrdi le to, da iz njegove revizije izhaja, da projekt izpolnjuje zahteve tega pravilnika.

0.1.3

Pravne posledice (ne)uporabe tehnične smernice

- a) Uporaba tehnične smernice - domneva o skladnosti

Kakor je razvidno iz prejšnjih točk tega uvoda so v tej tehnični smernici navedeni ukrepi oziroma rešitve zgolj priporočen način za izpolnitev v pravilniku predpisanih zahtev o zaščiti stavb pred strelo. Upoštevanje priporočenih gradbenih ukrepov je podlaga za domnevo o izpolnjenosti zahtev pravilnika. Pri tem je treba izhajati iz dejstva, da so ukrepi o zaščiti 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 izbranega koncepta varstva. 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.

Dokazno breme o neizpolnjenosti zahtev iz pravilnika je pri uporabi te tehnične smernice na strani pristojnih državnih organov oziroma z zakonodajo določenih udeležencev pri graditvi, katerih vloga je nadzor nad pravilnostjo projektiranja (inšpektorji in revidenti - glej tretji odstavek 5. člena pravilnika). Kadar je projektiranje sledilo 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

Če se odgovorni projektant v skladu s pravilnikom odloči

za uporabo (delno ali v celoti) gradbenih ukrepov iz zadnjega stanja gradbene tehnike, kakor je to opredeljeno v 6. členu pravilnika, pa se mora zagotovljenost vsaj enake stopnje varnosti sistema zaščite pred strelo izkazati z obvezno revizijo projektne dokumentacije, kar predstavlja predpisani način dokazovanja odgovornega projektanta, da je izpolnil predpisano zahtevo.

Tudi pri projektiranju po zadnjem stanju gradbene tehnike je treba izhajati iz dejstva, 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 zaščite.

- c) Razmerje do zahtev predpisov, ki obravnavajo zaščito pred strelo

Vsebina te tehnične smernice priporoča ukrepe, ki so izjemoma lahko tudi predmet urejanja nekaterih prisilnih predpisov. V razmerju do veljavnih predpisov je tehnična smernica napisana tako, da predlagani ukrepi niso v nasprotju z zahtevami predmetnih predpisov. Če pa se pri njeni uporabi kljub temu ugotovi, da bi izvedba nekega predlaganega ukrepa pomenila kršitev določb veljavnega predpisa, je treba v celoti upoštevati obvezne zahteve zakonodaje.

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 v Uradnem listu Republike Slovenije in Uradnem listu Evropske unije.

0.2 REFERENČNI DOKUMENTI*

- 0.2.1 Predpisi
 - 0.2.1.1 Zakon o graditvi objektov (Uradni list RS, št. 102/04 - uradno prečiščeno besedilo, 14/05 - popr. in 126/07 - ZGO-1B),
 - 0.2.1.2 Energetski zakon (Uradni list RS, št. 27/07 EZ uradno prečiščeno besedilo in 70/08),
 - 0.2.1.3. Zakon o gradbenih proizvodih (Uradni list RS, št. 52/00),
 - 0.2.1.4 Zakon o tehničnih zahtevah za proizvode in o ugotavljanju skladnosti, (Uradni list RS, št. 99/04),
 - 0.2.1.5 Uredba o uvedbi in uporabi enotne klasifikacije vrst objektov in o določitvi objektov državnega pomena (Uradni list RS, št. 33/03 in 78/05 - popr.),
 - 0.2.1.6 Uredba o vrstah objektov glede na zahtevnost (Uradni list RS, št. 37/08),
 - 0.2.1.7 Pravilnik o zaščiti stavb pred delovanjem strele (Uradni list RS, št. 28/09)
 - 0.2.1.8 Pravilnik o zahtevah za nizkonapetostne električne

* Referenčni dokumenti, navedeni v:

- točki 0.2.1 so dosegljivi na spletni strani: <http://zakonodaja.gov.si/>,
- točki 0.2.2 so dosegljivi na Slovenskem inštitutu za standardizacijo,
- točki 0.2.3 so dosegljivi spletni strani Ministrstva za okolje in prostor.

- inštalacije v stavbah (Uradni list RS, št. 41/09),
- 0.2.1.9 Pravilnik o požarni varnosti v stavbah (Uradni list RS, št. 31/04, 10/05, 83/05 in 14/07),
- 0.2.1.10 Pravilnik o električni opremi, ki je namenjena za uporabo znotraj določenih napetostnih mej (Uradni list RS, št. 27/04),
- 0.2.1.11 Pravilnik o elektromagnetni združljivosti - EMC (Uradni list RS, št. 132/06),
- 0.2.1.12 Pravilnik o tehniških normativih za zaščito nizkonapetostnih omrežij in pripadajočih transformatorskih postaj (Uradni list SFRJ, št. 13/78),
- 0.2.1.13 Pravilnik o protiekspluzijski zaščiti (Uradni list RS, št. 102/00, 91/02 in 18/08),
- 0.2.1.14 Pravilnik o projektni dokumentaciji (Uradni list RS, št. 55/08).

0.2.2. Standardi

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

- 0.2.2.1 SIST EN 62305-1 Zaščita pred delovanjem strele – 1. del: Splošna načela,
- 0.2.2.2 SIST EN 62305-2 Zaščita pred delovanjem strele – 2. del: Vodenje tveganja (vključuje program za oceno tveganja),
- 0.2.2.3 SIST EN 62305-3 Zaščita pred delovanjem strele – 3. del: Fizična škoda na objektih in nevarnost za živa bitja,
- 0.2.2.4 SIST EN 62305-4 Zaščita pred delovanjem strele – 4. del: Električni in elektronski sistemi v objektih,
- 0.2.2.5 SIST EN 50164-1 Elementi za zaščito pred strelo (LPC) – 1. del: Zahteve za povezovalne elemente,
- 0.2.2.6 SIST EN 50164-1:2000/A1 Elementi za zaščito pred strelo (LPC) – 1. del: Zahteve za povezovalne elemente,
- 0.2.2.7 SIST EN 50164-2:2002/A1 Elementi za zaščito pred strelo (LPC) – 2. del: Zahteve za vodnike in ozemljilne elektrode,
- 0.2.2.8 SIST EN 50164-2 Elementi za zaščito pred strelo (LPC) – 2. del: Zahteve za vodnike in ozemljilne elektrode,
- 0.2.2.9 SIST EN 50164-3 Elementi za zaščito pred strelo (LPC) – 3. del: Zahteve za iskrišča,
- 0.2.2.10 SIST EN 50164-4 Elementi za zaščito pred strelo (LPC) – 4. del: Zahteve za objemke.
- 0.2.3 Smernice in drugi dokumenti
- 0.2.3.1 Tehnična smernica TSG-1-001:2007 Požarna varnost v stavbah,
- 0.2.3.2 Tehnična smernica TSG-N-002:2009 Nizkonapetostne električne inštalacije.

0.3 POMEN IZRAZOV

- (1) Izrazi s področja graditve stavb, ki niso opredeljeni v tej tehnični smernici, imajo pomen, kakor je opredeljen v Zakonu o graditvi objektov, Pravilniku o zaščiti stavb pred delovanjem strele oziroma v standardu SIST ISO 6707-1.
- (2) Izrazi s področja zaščite pred strelo, ki niso opredeljeni v tej tehnični smernici, imajo pomen, kakor je opredeljen v Pravilniku o zaščiti stavb pred delovanjem strele oziroma v seriji standardov SIST EN 62305.
- (3) Kratice pomenijo:
 - LPL - zaščitni nivo,
 - LPZ - zaščitna cona,
 - LEMP - elektromagnetni udar toka strele,
 - SPD - prenapetostna zaščitna naprava.
- (4) Strela - atmosferska električna razelektritev med oblakom in zemljo, ki je sestavljena iz enega ali več posameznih udarov;
- (5) Posamezen udar - posamezna električna praznitev atmosferskega naboja v zemljo;
- (6) Direktni udar - direktni udar strele v objekt;
- (7) Posreden udar - udar strele poleg ščitenege objekta, ali v oskrbovalni vod, priključen na objekt;
- (8) Oskrbovalni vod - kabel, nadzemni vod ali cevovod, ki od zunaj prihaja v objekt in služi za oskrbo z energijo, vodo, plinom, informacijo, itd;
- (9) Sistem zaščite pred strelo (LPS) - medsebojno povezan sistem s katerim se zmanjšuje verjetnost nastanka škode zaradi udara strele. Sestavljen je iz zunanjega in notranjega LPS;
- (10) Notranji LPS - del LPS znotraj objekta, ki ga tvorijo izenačitve potencialov (onemogočanje visoke napetosti dotika in koraka) in usklajene ločilne razdalje med deli strelovodne napeljave, med seboj in med deli objekta (onemogočanje iskrenja znotraj objekta);
- (11) Zunanji LPS - del LPS zunaj objekta, ki ga tvorijo lovilniki, odvodi in sistem ozemljil;
- (12) Lovilni sistem - del zunanjega LPS, ki ga sestavljajo povezane kovinske palice ali mreža vodnikov za prestrezanje strele;
- (13) Odvodni sistem - del zunanjega LPS, ki ga sestavljajo povezave med lovilnim in ozemljilnim sistemom za odvajanje električnega toka strele do sistema ozemljil;
- (14) Ozemljilni sistem - del zunanjega LPS, ki ga sestavlja eno ali več medsebojno povezanih ozemljil (kombinacije trakov, palic, itd), ki električni tok strele speljejo v zemljo;
- (15) Ozemljitveni sistem - del LPS, ki medsebojno

- enkrat ali večkrat namensko povezuje kovinske dele notranjega in zunanjega LPS z ozemljilnim sistemom po zastavljenem konceptu povezav;
- (16) Ozemljilo - v zemljo položen vodnik za odvajanje in razpršitev toka strele v zemljo (npr. palično ozemljilo, horizontalno ozemljilo, ploščato ozemljilo, ozemljilni obroč);
 - (17) Riziko - verjetna letna izguba (ljudi in dobrin) zaradi udara strele v razmerju na vrednost (ljudi in dobrin) v objektu, ki ga je treba ščititi;
 - (18) Tolerančni riziko (sprejemljiv riziko) - največja vrednost rizika, ki se ga lahko sprejme za ščiteni objekt (ljudi, dobrine, kulturni spomeniki, itd.);
 - (19) Zaščitni nivo - celoten sklop zaščitnih ukrepov, ki so določeni s parametri toka strele za določene vrste rizika;
 - (20) Zaščitna cona - območje v katerem lahko nastajajo samo določeni elektromagnetni učinki ob delovanju strele;
 - (21) LEMP - učinek toka strele zaradi prehoda udarnega tokovnega ali napetostnega vala preko vodljive povezave ali zaradi induktivnega vpliva elektromagnetnega polja;
 - (22) Metoda kotaleče krogle - pripomoček pri projektiranju LPS, ki določa ščiteni prostor objekta pri direktnih udarih strele;
 - (23) Metoda zaščitnega kota - določitev kota znotraj katerega obstaja minimalna verjetnost direktnega udara strele;
 - (24) Metoda mreže - metoda določanja ščitene prostora LPS, ki se približuje kovinski kletki;
 - (25) Prenapetostni odvodnik - zaščitna naprava, ki nad določeno velikostjo omejuje prehodne prenapetostne vplive;
 - (26) Odvodnik toka strele - zaščitna naprava, ki zaščiti električno napeljavo in opremo pred udarnim razelektritvenim tokom strele;
 - (27) SPD - naprava za zaščito pred udarnim razelektritvenim tokom strele ali udarnim prenapetostnim valom;
 - (28) Naravni sestavni deli LPS - kovinski deli objekta, ki prevajajo električni tok (betonska armatura, kovinske obloge, ograje, itd.).

■ 1. NAMEN IN PODROČJE UPORABE

- (1) Ta tehnična smernica priporoča gradbene ukrepe za zaščito pred strelo. Cilj teh ukrepov je omejiti ogrožanje ljudi, živali in premoženja v objektih (glej točko 0.1.2) ter njihovi neposredni okolici. Upoštevanje te smernice omogoča bistveno zagotavljanje varnosti pri uporabi in varstvo pred požarom, ki bi lahko bilo ogroženo zaradi delovanja strele.
- (2) Ta tehnična smernica pojasnjuje način izpolnjevanja zahtev za:
- tehnične lastnosti za LPS na in v objektih, njihove napeljave in oskrbovalne vode, priključene na te objekte,
 - tehnične lastnosti in druge zahteve za proizvode, namenjene vgradnji in povezavam v LPS,
 - uporabnost LPS med življenjsko dobo objektov,
 - projektiranje, izvajanje del in preglede LPS.
- (3) Ta tehnična smernica se ne uporablja za:
- železniške sisteme zunaj stavb,
 - vozila, ladje, letala in morske ploščadi,
 - podzemne visokotlačne cevovode,
 - cevovode, elektroenergetske in telekomunikacijske vode, ki niso povezani z drugimi objekti.

2. TEMELJNE ZAHTEVE ZA PROJEKTIRANJE

2.1 SPLOŠNO

- (1) LPS je sestavni del objekta in mora biti združljiv ter smiselno povezan z vsemi drugimi napeljavami v objektu. Odločitev o izbiri primerne zaščite temelji na izbiri zaščitnega nivoja na osnovi sprejemljivega rizika za objekt, ki ga je treba zaščititi, pred posledicami delovanja strele.
- (2) Glede na vrednotenje rizika in določen sprejemljiv riziko se za objekte 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 in kvadratično za W/R)
- (3) LPS mora biti izdelan tako, da lahko odvede atmosfersko razelektritev v zemljo brez škodljivih posledic in da pri tem ne pride do poškodb živih bitij, električnih preskokov in hkratnih iskrenj.
- (4) Vrsta in mesto postavitve LPS morata biti ustrezno izbrana že med projektiranjem novih objektov, da se čimbolj izkoristijo njihovi električni prevodni deli in da se z najmanjšimi stroški izdelava učinkovit LPS, ki se tudi estetsko vključuje v objekt in okolico.
- (5) Tehnične lastnosti LPS morajo med uporabo objekta zagotavljati vse projektirane zahteve, upoštevajoč primerno vzdrževanje, skladno s to smernico.
- (6) LPS mora po rekonstrukciji izpolnjevati vse tehnične lastnosti, ki jih je imel pred rekonstrukcijo.
- (7) Glede na položaj v objektih je LPS sestavljen iz zunanjšega in notranjšega LPS.
- (8) V posameznih primerih, ko ni potreben zunanji LPS, je treba izdelati samo notranji LPS.

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

Tabela 1: Vrednosti maksimalnih parametrov toka strele glede na zaščitne nivoje (glej tudi Tabelo 5, standarda SIST EN 62305-1

Parameter toka strele	Zaščitni nivo (LPL)		
	I	II	III-IV
temenska vrednost toka I (kA)	200	150	100
celotni naboj celotni Q (C)	300	225	150
udarni naboj Q_{udar} (C)	100	75	50
specifična energija W/R (MJ/ Ω)	10	5,6	2,5
povprečna strmina di/dt _{30/90%} (kA/ μ s)	200	150	100

dolgotrajni udarni naboj) in specifično energijo(W/R).

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

2.3. POŠKODBE ZARADI UDAROV STRELE

2.3.1

Vzroki škode

Tok strele je osnovni povzročitelj nastanka škode. Škoda lahko nastane zaradi (glej Tabelo 2):

- S1: razelektritve v objektu,
- S2: razelektritve v bližini objekta,
- S3: razelektritve v oskrbovalne vode,
- S4: razelektritve v bližino oskrbovalnih vodov.

2.3.2

Vrste škode

- (1) Tok strele lahko povzročata več vrst škode, ki je odvisna od značilnosti posameznih objektov (npr. konstrukcija, vsebina in uporaba, vrste oskrbovalnih vodov in uporabljeni zaščitni ukrepi pred strelo).
- (2) Tri vrste značilne škode ob udaru strele, ki se lahko posledično pojavi, so (glej Tabelo 2):
 - D1: poškodbe živih bitij,
 - D2: fizične škode,
 - D3: škoda na električnih in elektronskih sistemih.
- (3) Posamezne škode so lahko omejene na sam objekt, del objekta, notranjost objekta, sosednje objekte in okolje (npr. kemične ali radioaktivne emisije). Udar strele lahko povzroči škodo na oskrbovalnih vodih v objektu (cevovodi, električni in elektronski sistemi), ki se lahko posredno prenesejo tudi v objekt.

2.3.3.

Vrste izgub

Vsaka posamezna škoda ali v medsebojni povezanosti lahko na objektih in oskrbovalnih vodih povzroči različne vrste izgub in sicer:

- L1: izgubo človeškega življenja,
- L2: izgubo javne oskrbe,
- L3: izgubo kulturne dediščine,
- L4: izgubo gospodarskih vrednosti (objekta in njene vsebine, prenehanje oskrbe),
- L'2: izgubo javne oskrbe (voda, elektrika),
- L'4: izgubo gospodarskih vrednosti (prekinitve delovanja).

Tabela 2: Vzroki poškodb, vrste poškodb in vrste izgub glede na točko udara strele

Točka udara	Vzrok škode	Objekt		Oskrbovalni vod	
		Vrsta škode	Vrsta izgube	Vrsta škode	Vrsta izgube
Razelektritve v objekt	S1	D1 D2 D3	L1, L4** L1, L2, L3, L4 L1*, L2, L4	D2 D3	L'2, L'4 L'2, L'4
Razelektritve v bližino objekta	S2	D3	L1*, L2, L4		
Razelektritve v oskrbovalne vode	S3	D1 D2 D3	L1, L4** L1, L2, L3, L4 L1*, L2, L4	D2 D3	L'2, L'4 L'2, L'4
Razelektritve v bližino oskrbovalnih vodov	S4	D3	L1*, L2, L4	D3	L'2, L'4

* Samo za objekte z rizikom eksplozije in bolnišnice ter druge objekte, kjer okvara notranjih sistemov lahko nenadoma ogrozi človeško življenje.
** Samo za primere, kjer lahko poginejo živali

2.4 RIZIKO IN NJEGOVE KOMPONENTE

2.4.1

Riziko

- (1) Riziko je vrednost povprečnih in verjetnih letnih izgub. Za vsako vrsto škode je za objekt in oskrbovalne vode značilna vrednost.
- (2) Riziki, ki se ovrednotijo za objekt, so:
R₁: riziko izgube človeškega življenja,
R₂: riziko izgube javne oskrbe,
R₃: riziko izgube kulturne dediščine,
R₄: riziko izgube gospodarskih vrednosti,

Riziki, ovrednoteni za oskrbovalne vode so:
R'₂: riziko izgube javne oskrbe (voda, elektrika),
R'₄: riziko izgube gospodarskih vrednosti (prekinitev delovanja).
- (3) Posamezni riziki se morajo ovrednotiti skladno z vzroki in vrstami škod ter vrstami izgub. Posamezne skupine so navedene v standardih SIST EN 62305-1 in SIST EN 62305-2.

2.4.2

Rizične komponente

Vsak riziko je vsota posameznih rizičnih komponent. Ob izračunu rizika se posamezne rizične komponente seštevajo glede na vzroke in vrste škod ter vrste izgub:

- upoštevajoč udare neposredno v objekt,
- upoštevajoč udare v bližini objekta,
- upoštevajoč udar v oskrbovalne vode objekta,
- upoštevajoč udar v bližino oskrbovalnih vodov objekta,
- upoštevajoč udar v oskrbovalne vode,
- upoštevajoč udar v bližino oskrbovalnih vodov,
- upoštevajoč udar v objekte s katerimi so oskrbovalni vodi povezani.

2.4.3

Vrednotenje rizikov

Odločitev o izbiri zaščitnega nivoja stavb za zaščito pred strelo poteka skladno s standardoma SIST EN 62305-1 in SIST EN 62305-2. Postopek vrednotenja rizikov in ovrednotenja stroškov izvedbe zaščite poteka v naslednjem zaporedju:

- zbiranje podatkov o stavbi, ki jo je treba zaščititi,
- ugotovitev vseh vrst možne škode na objektu in oskrbovalnih povezavah,
- ocenjevanje rizika za vse vrste škode,
- ocenjevanje potrebe po zaščiti pred strelo s primerjavo posameznih rizikov s tolerančnim rizikom R_T,
- ovrednotenje stroškov izvedbe zaščite pred strelo glede na stroške brez zaščitnih ukrepov (glej standard SIST EN 62305-2).

2.4.4

Vrednotenje rizičnih komponent

V obravnavo rizičnih komponent sodijo:

- sam objekt,
- napeljave v objektu,
- vsebina v objektu,
- osebe v objektu in tiste osebe, ki so oddaljene 3 m od zunanjih zidov objekta,
- okolica objekta, ki je lahko ogrožena,
- povezovalni telekomunikacijski vodi s sosednjimi objekti,
- visokonapetostne transformatorske postaje z objekti,
- električni razdelilniki in energetske povezave,
- električne in elektronske naprave (stikala, pretočkovne zaščitne naprave, števeci električne energije, nadzorni sistemi, varnostni sistemi, itd).

2.4.5

Tolerančni riziko R_T

- (1) Tolerančni riziko določa največjo vrednost sprejemljivega rizika ščitene objekta.
- (2) Tolerančni riziko je za nekatere vrste izgub splošno ovrednoten in prikazan v Tabeli 3.

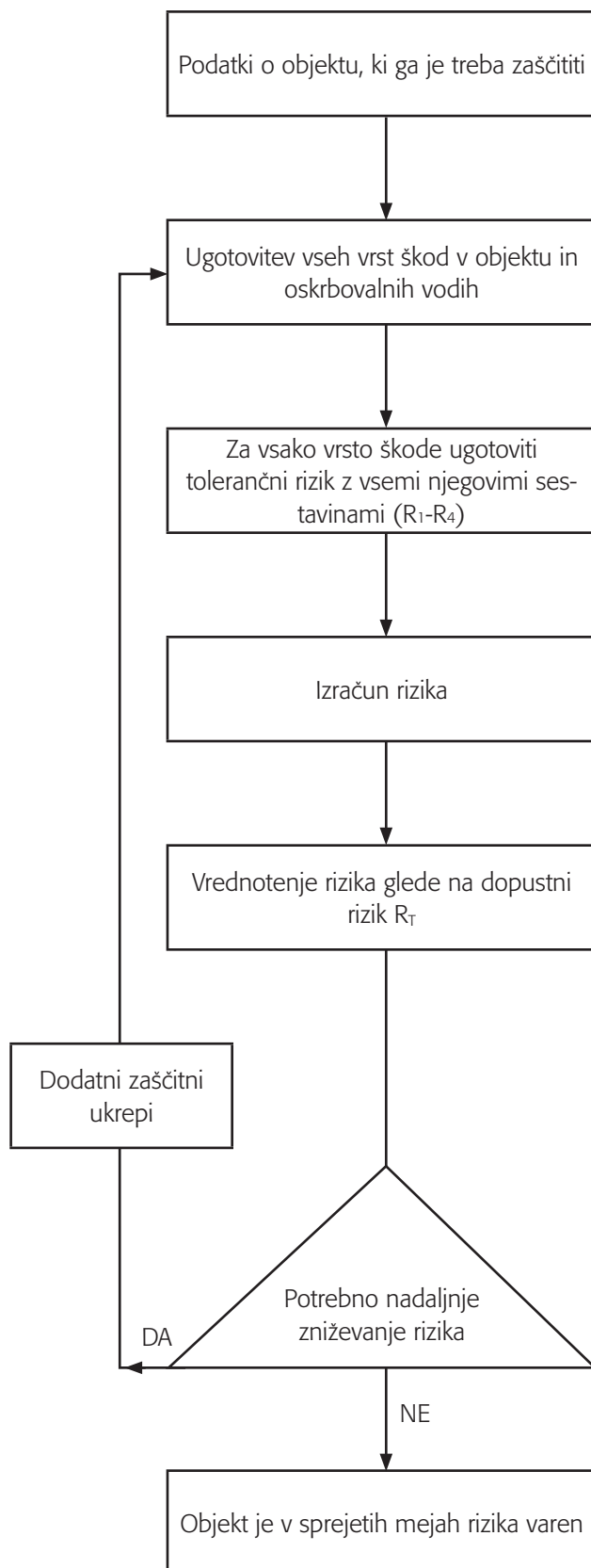
Tabela 3 - Tolerančni (še sprejemljiv) riziko R_T

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

2.4.6

Postopek vrednotenja rizikov

- (1) Specifični postopek vrednotenja rizikov poteka skladno s standardoma SIST EN 62305-1 in SIST EN 62305-2 in je prikazan na Sliki 1., iz česar je razvidno vrednotenje potrebe po zaščiti pred strelo, in sicer:
 - riziko R_1 , R_2 , R_3 in R_4 za objekt,
 - riziko R'_2 in R'_4 za oskrbovalne vode.
- (2) Za vsakega teh rizikov je treba ugotoviti naslednje:
 - identifikacija posameznih sestavin R_x , ki sestavljajo riziko,
 - ovrednotenje identificiranih rizičnih sestavin R_x ,
 - ovrednotenje celotnega rizika R ,
 - identifikacija tolerančnega rizika R_T ,
 - primerjava celotnega rizika R s tolerančnim rizikom R_T .
- (3) Kadar je $R \leq R_T$ zaščita pred strelo ni potrebna.
- (4) Kadar je $R > R_T$ je treba toliko upoštevati vrsto zaščitnih ukrepov pred strelo, da bo dejanski riziko R manjši od tolerančnega R_T .
- (5) Vrste zaščitnih ukrepov in izbira zaščitnih nivojev, ki omogočajo zmanjševanje škodnega rizika R , so razvidne iz standardov SIST EN 62305 (3-4), in sicer:
 - SIST EN 62305-3 za zaščito pred poškodbami živih bitij in fizične škode v objektih,
 - SIST EN 62305-4 za poškodbe notranjih naprav in elektronskih sistemov v objektu.
- (6) Izbiro najprimernejše izvedbe zaščite pred strelo opravi projektant, po ovrednotenju vseh delnih rizikov (posameznih rizičnih komponent) in vseh upoštevanih rizikov v skupni riziko, ki mora biti manjši od dopustnega (tolerančnega) R_T . Pri tem morajo biti upoštevani vsi tehnični in ekonomski učinki različnih zaščitnih ukrepov (glej standard SIST EN 62305-2).



Slika 1: Postopek vrednotenja rizikov glede na potrebe zaščite pred strelo

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. Število največjih vrednosti

gostote strel je navedeno v prilogi 2 Pravilnika o zaščiti stavb pred delovanjem strele.

(3) Kategorija LPS se izbere na temelju vrednotenja rizika po standardu SIST EN 62305-2.

2.6 Vrsta LPS

(1) Glede na izbrani zaščitni nivo so izbrane štiri kategorije (I-IV) izvedb LPS, kakor je prikazano v Tabeli 4.

Tabela 4: Odnos med zaščitnimi nivoji in kategorijami LPS

Zaščitni nivo	Vrsta LPS
I	I
II	II
III	III
IV	IV

(2) Kategorije LPS se med seboj razlikujejo po:

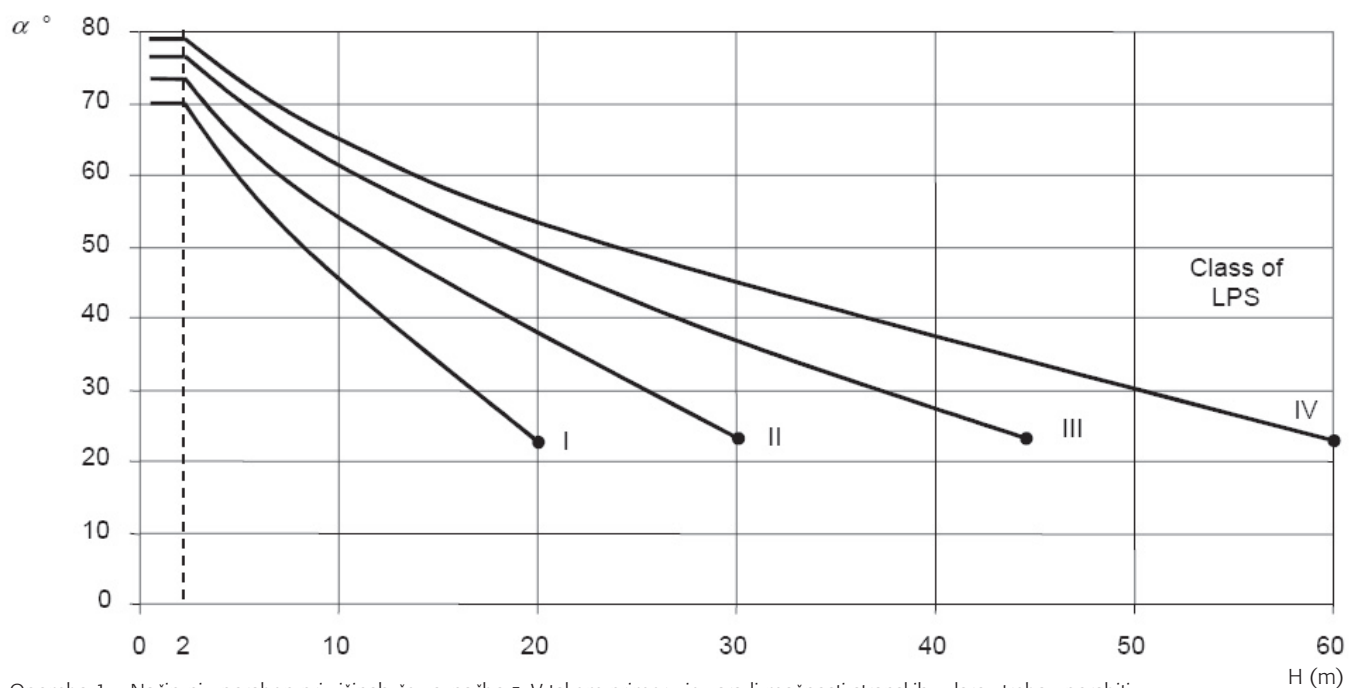
- parametrov toka strele,
- polmeru končne prebojne razdalje, velikosti lovilne zanke in zaščitnem kotu,
- značilnih razdaljah med odvodi in krožnem ozemljilnem obroču,
- ločilnih razdaljah med posameznimi deli, med katerimi lahko nastane preskok,
- minimalni dolžini ozemljilnih elektrod.

2.7 ZUNANJI LPS

- Zunanji LPS je namenjen prestrezanju, odvajanju in porazdelitvi toka strele v zemljo. Pri tem se na ščitnem objektu ne smejo pojaviti škode.
- Zunanji LPS je sestavljen iz lovilne mreže, odvodov in sistema ozemljil, ki skupno tvorijo varno pot toka strele med točko udara in zemljo.
- Za vzpostavitev lovilne mreže se uporabljajo:
 - metoda zaščitnega kota (angl. protection angle method),
 - metoda kotaleče krogle (angl. rolling sphere method),
 - metoda mreže (angl. mesh method).
- Vse tri metode se v medsebojni kombinaciji prilagajajo geometrijskim meram objektov, ki jih ščitijo. Prikazane so v Tabeli 5 in na sliki 2.

Tabela 5: Maksimalne vrednosti polmera kotaleče krogle strele in velikosti mreže, glede na vrsto LPS

Vrsta LPS	Zaščitna metoda		
	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: Način ni uporaben pri višinah čez označbo \blacksquare . V takem primeru je zaradi možnosti stranskih udarov treba uporabiti metodo kotaleče krogle in metodo lovilne mreže.

Opomba 2: H je višina namestitve posameznega lovilca nad prostorom, ki je ščitjen.

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

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

- (5) Lovilna mreža je lahko kombinirana s kovinskimi palicami in obstoječimi kovinskimi strešnimi deli. Pri tem pa morajo biti medsebojno dobro galvansko povezani, kar zagotavlja enakomernejšo razporeditev toka strele pri njegovem odvajanju.
- (6) Kjer je streha zgrajena iz negorljivega materiala, se lahko prevodniki lovilne mreže polagajo kar na površino strešne kritine z odzivom na ogenj razreda A1 ali A2.
- (7) Kjer je streha iz gorljivih materialov, je treba poskrbeti za primerno medsebojno razdaljo med vodniki in strešnimi konstrukcijskimi deli. Priporoča se minimalna razdalja od 0.1 m do 0.4 m, odvisno od odziva na ogenj strehe.
- (8) Gorljivi in kovinski deli objekta ne smejo priti v neposreden stik z deli strelovodne napeljave.
- (9) V LPS se, kot deli tega sistema, vključujejo:
- kovinske obloge objektov pod naslednji pogoji:
 - električna neprekinjenost med posameznimi deli mora biti trajna (spajkanje, varjenje, stiskanje, šivanje, vijachenje ali kovičenje),
 - debelina kovinskih oblog ne sme biti manjša od t_2 , navedenem v Tabeli 6, kadar je dovoljeno taljenje materiala na mestu udara, in zaradi taljenja kovine ne more priti do vžiga pod njimi,
 - debelina kovinskih oblog ne sme biti manjša od t_1 , navedenem v Tabeli 6, kadar ni dovoljeno taljenje materiala na mestu udara oziroma so pod njimi nahajajo materiali, ki bi zaradi taljenja kovine ali toplotnih učinkov lahko zagoreli,
 - kadar niso prevlečeni z izolacijskimi materiali.
 - kovinski deli strešne konstrukcije (npr. nosilci, povezave z armaturo),
 - kovinski deli, kot so dekoracije, tračnice, cevi, pokritja, itd. s premeri, ki niso manjši od dimenzij materialov uporabljenih za zunanji LPS,
 - kovinske cevi in rezervoarji na strehah z debelinami in premeri, ki ustrezajo dimenzijam zunanjega LPS,
 - kovinske cevi in rezervoarji, ki vsebujejo vnetljive ali eksplozivne mešanice, morajo imeti dimenzije, ki ustrezajo debelini t_1 iz Tabele 6.
- (10) Kadar 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.
- (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 položiti 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). Pocinkano jeklo in aluminij lahko spojimo neposredno (glej Tabelo 8).

2.8 ODVODNI SISTEM

- (1) Strelovodni odvodi odvajajo tok strele od točke udara do zemlje skladno z dimenzijami vodnikov iz Tabel 11 in 12. Omogočajo:
- več paralelnih tokovnih poti,
 - minimalna dolžina paralelnih poti,
 - izenačitev potencialov s prevodnimi deli objekta.
- (2) Razdalje med posameznimi navpičnimi odvodi in med posameznimi horizontalnimi krožnimi povezavami so prikazane v Tabeli 7.

Tabela 7: Razdalje med navpičnimi odvodi in med posameznimi horizontalnimi krožnimi povezavami glede na vrsto LPS

Vrste LPS	Razdalje med odvodi (m)
I	10
II	10
III	15
IV	20

Tabela 6: Minimalne debeline kovinskih oblog ali kovinskih cevi zunanjega LPS

Vrsta LPS	Material	Debelina t_1 (mm)	Debelina t_2 (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_1 , prepreči taljenje, toplotne poškodbe ali vžige
 t_2 , samo za kovinske obloge, kjer ni pomembno preprečiti taljenja, toplotnih poškodb ali vžiga

- (3) Odvodi morajo vzpostavljati najkrajšo možno povezavo z ozemljilom, če je mogoče navpično, brez spremembe smeri. Odvodi morajo biti čim krajši, namestiti jih je treba predvsem blizu robov objekta. Odvodi morajo biti čim bolj oddaljeni od oken, vrat, električnih napeljav in tistih kovinskih mas, ki iz posebnih razlogov niso priključene na strelvodno napeljavo.
- (4) Posamezni navpični odvodi so vsakih 10 m do 20 m povezani s krožno horizontalno povezavo med seboj. Krožne povezave se pričnejo z osnovno povezavo s potencialnim obročem v zemlji.
- (5) Lovilna mreža na strehi in sistem odvodov LPS so v nekaterih primerih lahko izdelani izolirano od kovinskih delov objekta, kadar je omogočena ločilna razdalja do vseh drugih kovinskih delov v objektu. Ločilna razdalja mora biti večja od varnostne razdalje. Vsi odvodi morajo biti pri prehodu v zemljo medsebojno povezani z osnovnim potencialnim obročem, ki hkrati predstavlja temeljno zbiralko za izenačitev potencialov (glej standarda SIST EN 62305-3 in SIST EN 62305-4).
- (6) Kadar v objektu ni mogoče zagotoviti zadostne ločilne razdalje med lovilno mrežo z odvodi do vseh kovinskih delov je treba izdelati neizolirani LPS.
- (7) V objektih, grajenih iz armiranega betona, je treba uporabiti armaturo kot strelvodne odvode in hkrati kot zaščito pred vplivi elektromagnetnih polj. Pri tem je treba upoštevati neprekinjenost galvanskih spojev in minimalne dimenzije skladno s standardom SIST EN 62305-3.
- (8) Pri neizoliranem LPS so lahko strelvodni odvodi nameščeni:
- na površini stene ali v samo steno, če je stena izdelana iz negorljivega materiala,
 - najmanj 0,15 m oddaljeni od stene na zidne podpore, ki so med seboj narazen 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 gorljivega materiala.
- (9) Za odvode se uporabijo tudi kovinske mase, ki prehajajo skozi objekt in imajo dovolj velik presek, skladno z minimalnimi dimenzijami vodnikov za LPS.
- (10) Odvodi se ne smejo polagati v žlebove. Za odvode se ne smejo uporabljati plinovodi.
- (11) Na priključku vseh odvodov na ozemljilni sistem je treba izdelati merilni stik, 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 merilno točko, ki se je zaradi večkratne paralelne povezanosti ne ločuje. Ločilno merilno mesto se v takih primerih izvede tam, kjer je odvod mogoče ločiti.
- (12) Vodniki, ki se medsebojno povezujejo, in spojke morajo biti, če je le mogoče, iz enakega materiala. Primernost

povezave različnih materialov je prikazana v Tabeli 8. Pri spajanju nezdržljivih materialov po Tabeli 8 je treba uporabiti vložek iz nevtralnega materiala, debel vsaj 2mm.

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

	Baker	Vroč cinkano jeklo	Nerjavno jeklo	Aluminij
baker	da	ne	da	ne
vroč cinkano jeklo	ne	da	da	da
nerjavno jeklo	da	da	da	da
aluminij	ne	da	da	da

2.9 OZEMLJILNI SISTEM

- (1) Pri razpršitvi 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, ozemljilna upornost ne sme biti večja od 8% izmerjene specifične upornosti tal (Ω m).
- (2) S stališča zaščite pred strelo, elektroenergetskih ter telekomunikacijskih naprav, je enoten in združen ozemljitveni sistem vseh povezanih ozemljil na objektih najprimernejši. Temu delu napeljave 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.
- (4) Ozemljila iz prejšnjega odstavka se povežejo s krožnim ozemljilnim vodnikom, položenim v globino vsaj 0,5 m (priporočljivo pa je 0,8 m). Na ta krožni obroč se na več mestih poveže tudi temeljsko ozemljilo objekta, skladno s Tabelama 9 in 10. Po potrebi se lahko položi več krožnih obročev.
- (5) Globina vkopa ozemljil iz tretjega odstavka mora biti najmanj 0,5 m, priporočljivo pa je 0,8 m.
- (6) Večanje dolžine vodoravnih ozemljil čez 60 m, da bi se zmanjšala ozemljilna upornost, ni smiselno.
- (7) Mere in materiali ozemljilnih vodnikov so prikazani v Tabeli 11.
- (8) Ozemljilna upornost medsebojno povezanih ozemljil naj bo merjena pri frekvenci, ki je drugačna od

omrežne ali njenem mnogokratniku, da bi se izognili možnim interferencam.

- (9) 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 °.
- (10) Z ozemljilom v zemlji je treba spojiti vse kovinske mase v zemlji, ki so oddaljene manj kot 20 m, razen tistih, za katere je to z drugimi predpisi prepovedano (npr. kovinske mase v sistemu katodne zaščite).
- (11) Če ima posamezen objekt več ozemljil, jih je treba povezati z vodnikom, položenim načeloma v zemljo. Pri tem je treba dati v povezavi prednost krožnemu vodniku.
- (12) Če so z ozemljili povezane cevi vodovodne napeljave, je treba premostiti vse vodne števce in podobne naprave, ki so vgrajene med mesti, na katerih so na različnih kovinskih delih lahko različni potenciali. Preseki vodnikov teh povezav so navedeni v Tabeli 12.

2.10 IZVEDBA LPS V EKSPLOZIJSKO OGROŽENIH PROSTORIH

Skladno s standardom SIST EN 62305-2 se na podlagi izračuna rizika izbere ustrezen zaščitni nivo zaščite pred strelo. Zaščitna nivoja I in II ustrezata vsem primerom, kjer je v objektih vsebina, ki je posebno občutljiva za učinke delovanja strele. Zaradi posledic udara strele se lahko v okolico sprostijo nevarne snovi za življenje ljudi in živali. Izbira zaščitnega nivoja je odvisna tudi od eksplozijskih in vnetljivih mešanic, ki so nameščene v objektu ali njegovem delu. Projektant mora, glede na podatke o gostoti strel v danem okolju, vsebino v objektu in dejavnost v njej izbrati zaščitni nivo zaščite pred strelo, ki je izjemoma lahko tudi II.

Obširnejši postopek izbire je prikazan v aneksu D, standarda SIST EN 62305-3.

3. MATERIALI ZA VODNIKE

(1) Za strelovodne vodnike se lahko uporabljajo v Tabeli 9 navedeni materiali pod naslednjimi pogoji:

Tabela 9: Materiali za strelovodne vodnike in pogoji rabe

Material	Uporaba			Korozija		
	V zraku	V zemlji	V betonu	Odpornost	Povečana v	Laško je uničen z galvanskimi spoji z
Baker	Masiven Pleten	Masiven Pleten Oplaščen	Masiven Pleten Oplaščen	Dober v mnogih okoljih	Žveplene sestavine Organski materiali	-
Vročje cinkano jeklo	Masiven Pleten	Masiven	Masiven Pleten	Sprejemljiv v zraku, betonu in nevtralni zemlji	Visoka vsebnost kloridov	Baker
Nerjavno jeklo	Masiven Pleten	Masiven Pleten	Masiven Pleten	Dober v mnogih okoljih	Visoka vsebnosti kloridov	-
Aluminij	Masiven Pleten	Nepriprimeren	Nepriprimeren	Dober na zraku vsebujoč nizko koncentracijo žvepla in kloridov	Alkaličnih raztopinah	Baker
Svinec	Masiven Oplaščen	Masiven plaščen	Nepriprimeren	Dober na zraku z veliko koncentracijo sulfatov	Kisli zemlji	Baker Nerjavno jeklo

Opomba 1 Tabela daje splošni okvir. V posebnih okoliščinah pri bolj korozivno zahtevnih pogojih je treba razmere dodatno pretehtati.

Opomba 2 Pleteni vodniki so bolj občutljivi za korozijo kot masivni materiali. Pleteni vodniki prav tako niso primerni na prehodih zemlja-beton. To je razlog, zakaj pleteno pocinkano jeklo za take primere ni priporočljivo.

Opomba 3 Pocinkano jeklo lahko korodira v glinasti ali vlažni zemlji.

Opomba 4 Pocinkano jeklo v betonu se ne razteza enako kakor v zemlji zunaj njega.

Opomba 5 Pocinkano jeklo v stiku z armaturo v betonu lahko v določenih pogojih poškoduje beton.

Opomba 6 Uporaba svinca v zemlji je praviloma prepovedana zaradi okoljskih zahtev.

(2) Vrste materialov in oblike ter minimalni preseki strelovodnih vodnikov lovilne mreže in odvodov so prikazani v Tabeli 10.

Tabela 10: Materiali, oblike in minimalni preseki strelovodnih vodnikov, ki se uporabljajo v lovilni mreži in odvodih

Material	Oblika	Minimalni presek (mm ²)	Razlaga ¹⁾
Baker	Masiven trak Masiven okrogel ³⁾ Pleten Masiven okrogel ^{4), 5)}	50 ²⁾ 50 ²⁾ 50 ²⁾ 200 ²⁾	2 mm min. debelina 8 mm premer 1,7 mm min. premer vsake žice 16 mm premer
Tanka pobakritev ⁶⁾	Masiven trak Masiven okrogel ³⁾ Pleten	50 ²⁾ 50 ²⁾ 50 ²⁾	2 mm min. debeline 8 mm premer 1,7 mm min. premer vsake žice
Aluminij	Masiven trak Masiven okrogel Pleten	70 50 ²⁾ 50 ²⁾	3 mm debeline 8 mm premer 1,7 mm min premer vsake žice
Aluminijeva zlitina	Masiven trak Masiven okrogel Pleten Masiven okrogel ⁴⁾	50 ²⁾ 50 50 ²⁾ 200 ²⁾	2,5 mm debeline 8 mm premer 1,7 mm min premer vsake žice 16 mm premer
Vročje cinkano jeklo ⁷⁾	Masiven trak Masiven okrogel ⁸⁾ Pleten Masiven okrogel ^{4), 5), 8)}	50 ²⁾ 50 50 ²⁾ 200 ²⁾	2,5 mm debelina 8 mm premer 1,7 mm min. premer vsake žice 16 mm premer
Nerjavno jeklo ⁹⁾	Masiven trak ¹⁰⁾ Masiven okrogel ¹⁰⁾ Pleten Masiven okrogel ^{4), 5)}	50 ²⁾ 50 70 ²⁾ 200 ²⁾	2 mm debeline 8 mm premer 1,7 mm min. premer vsake žice 16 mm premer

- 1) Debeline, širine in premeri so definirani z +/- 10 % natančnostjo.
- 2) Kadar so termične in mehanske lastnosti zelo pomembne, se lahko te dimenzije povečajo do 60 mm² za masivne trakaste vodnike in 78 mm² za masivne okrogle vodnike.
- 3) 50 mm² (8 mm premera) se lahko zmanjša na 28 mm² (6 mm premera) v posebnih primerih, kjer mehanska odpornost ni bistvena zahteva. Temu primerno je treba prilagoditi tudi sponke.
- 4) Uporabno za lovilno mrežo v obliki palic. V primerih, ko mehanske obremenitve niso kritične, je premer 10 mm in dolžina do 1 m z dodatnimi ojačitvami tudi primerna.
- 5) Uporabno na priključnih paličnih ozemljilih.
- 6) Vročje pobakreno ali z bakrom galvanizirano s prevleko debeline 1 µm.
- 7) Prevleka mora biti gladka, enakomerna in brez peg ter minimalne debeline 50 µm.
- 8) Minimalni preseki, ki onemogočajo taljenje so 16 mm² (baker), 25 mm² (aluminij), 50 mm² (jeklo) in 50 mm² (nerjavno jeklo) za specifično energijo 10.000 kJ/Ω.
- 9) Nerjavno jeklo z vsebnostjo več kot 16 % kroma in več kot 8 % nikla ter manj kot 0,07 % ogljika.
- 10) Pri vgradnji nerjavnega jekla v beton, ali v kontaktu z vnetljivimi materiali je treba povečati minimalni presek na 78 mm² (10 mm premer) za masivne vodnike in 75 mm² (3 mm minimalna debelina) za masivne trakove.

(3) Mere strelvodnih vodnikov, ki se uporabljajo za ozemljilni sistem so prikazane v tabeli 11.

Tabela 11: Material, oblike in minimalne mere ozemljilnih vodnikov

Material	Oblika	Minimalne mere			Razlaga
		Ozemljilna palica Ø (mm)	Ozemljilni vodnik	Ozemljilna plošča (mm)	
Baker	Pleten ¹⁾ Masivni okrogli ¹⁾ Masivni trak ¹⁾ Masivni okrogel Cev Masivna plošča Mrežasta plošča	15 ²⁾ 20	50 mm ² 50 mm ² 50 mm ²	500 x 500 600 x 600	1,7 mm min. premer vsake žice 8 mm premera 2 mm debelina 2 mm min. debeline stene 2 mm min debeline 25 mm x 2 mm odprtina minimalna dolžina mreže 4,8 m
Jeklo	Masivno pocinkano okroglo ^{3) 4)} Pocinkana cev ^{3) 4)} Pocinkan masivni trak ³⁾ Pocinkana masivna plošča ³⁾ Pocinkana mreža ³⁾ Z bakrom oplaščeno masivno okroglo ⁶⁾ Golo masivno okroglo ⁷⁾ Goli ali pocinkani masivni trak ^{7) 8)} Pocinkan pleten ^{7) 8)} Pocinkan križni profil ³⁾	16 ⁵⁾ 25 14 50 x 50 x 3	10 mm premer 90 mm ² 10 mm premer 75 mm ² 70 mm ²	500 x 500 600 x 600	2 mm debelina stene 3 mm min. debeline 3 mm min. debeline 30 mm x 3 mm odprtina 250 µm min. radialno, bakreni plašč vsebuje 99,9 % bakra 3 mm debeline 1,7 mm min. premer vsake žice
Nerjavno jeklo ⁹⁾	Masivno okroglo Masivni trak	15	10 mm Ø 100 mm ²		2 mm min. debeline

- 1) Lahko je tudi tanko oplaščen.
- 2) V nekaterih primerih je dovoljeno 12 mm.
- 3) Prekritje mora biti gladko, enakomerno in brez peg z minimalno debelino 50 µm za okrogle in 70 µm za ravne vodnike.
- 4) Vodnik mora biti pred cinkanjem razmaščen.
- 5) Ozemljilne palice iz svinca se ponekod uporabljajo na prehodih v zemljo.
- 6) Baker naj bo dobro vezan na jeklo.
- 7) Dovoljeno samo, če je v celoti potopljeno v beton.
- 8) Dovoljeno samo, če je najmanj vsakih 5 m spojeno z armaturo temeljev.
- 9) Sestava materiala mora vsebovati najmanj 16 % kroma in več kot 5 % nikla ter več kot 2 % molibdena. Vsebovati pa mora manj kot 0,08 % ogljika.

4. PREPREČITEV ISKRENJA IN PREBOJEV

4.1 SPLOŠNO

- (1) Pri prevajanju toka strele od lovilne mreže, prek odvodov v ozemljilni sistem se v notranjosti objekta po kovinskih povezavah in elektromagnetnem polju prenašajo vplivi, ki lahko povzročijo nevarna iskrenja in preboje med:
 - kovinskimi konstrukcijami,
 - notranjimi povezavami raznih napeljav,
 - zunanji prevodnimi deli in povezavami objekta z okolico.
- (2) Iskrenje znotraj objekta je nevarno za nastanek požarov, eksplozij in uničenje naprav, ki delujejo v objektu, zato je treba izvesti dodatne zaščitne ukrepe.
- (3) Nevarno iskrenje med različnimi deli notranjih naprav in napeljav se prepreči z:
 - izenačitvijo potencialov,
 - električno izolacijo.

4.2 IZENAČITEV POTENCIALOV

4.2.1

Splošno

- (1) Izenačitev potencialov se doseže s povezovanjem:
 - kovinskih delov v objektu,
 - kovinskih napeljav,
 - notranjih oskrbovalnih inštalacijskih sistemov,
 - zunanjih prevodnih delov in inštalacijskih povezav objekta.

Ob vzpostavitvi povezav za izenačitev potencialov je treba upoštevati, da se del toka strele lahko zaključuje tudi prek teh povezav.

- (2) Izenačitev potencialov se izvede s:
 - povezovalnimi vodniki,
 - prenapetostnimi zaščitnimi napravami (SPD), kjer neposredna povezava z vodniki ni izvedljiva.

Izbira načina je odvisna od lastnosti drugih napeljav v objektu (npr. električne, telekomunikacijske, požarne, varnostne).

4.2.2.

Izenačitev potencialov kovinskih napeljav

- (1) Ko je zunanji LPS izveden v izolirani izvedbi, se izenačitev potencialov izdela samo na nivoju povezave ozemljilnega in ozemljitvenega sistema (povezan potencialni obroč v okolici objekta). Pri taki izvedbi je glede presekov 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 izdelane tako, da jih je mogoče enostavno preverjati,

- kjer izolacijske zahteve niso izpolnjene (točka 6.3).

- (3) Povezave za izenačitev potencialov morajo biti izdelane direktno in po najkrajši poti.
- (4) Minimalni preseki povezav za izenačitev potencialov, ki povezujejo posamezne kovinske dele LPS in, ki lahko prevajajo znaten del toka strele, so prikazani v Tabeli 12.

Tabela 12: Minimalni preseki povezav, ki lahko prevajajo znaten del toka strele

Vrste LPS	Material	Presek (mm ²)
I do IV	Baker	16
	Aluminij	25
	Jeklo	50

- (5) Minimalni preseki povezav izenačitev potencialov med notranjimi kovinskimi deli ali povezave kovinskih delov na zbiralke za izenačitev potencialov so prikazani v Tabeli 13.

Tabela 13: Minimalni preseki povezav, ki ne prevajajo znatnega toka strele

Vrste LPS	Material	Presek (mm ²)
I do IV	Baker	6
	Aluminij	10
	Jeklo	16

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

4.2.3

Izenačitev potencialov zunanjih prevodnih delov zunanjega LPS

- (1) Povezovanje zunanjih kovinskih delov je treba po možnosti izvesti čim bližje ob vstopu v ščiteni objekt.
- (2) Povezovalni vodnik mora imeti zadosten presek in mora biti sposoben prevajati predvideni del toka strele.
- (3) Če se direktna povezava ne more izdelati, se le-ta vzpostavi s pravilno dimenzionirano SPD.
- (4) Če je treba izdelati izenačitev potencialov kadar ni zunanjega LPS, se za ozemljilni sistem uporabi ozemljitev električne napeljave.

4.2.4

Izenačitev potencialov v notranjem delu LPS

- (1) 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 objekta.
- (2) Kadar električni kabli in drugi vodniki v objektu nimajo kovinskih okloпов 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.
- (3) Pri izvedbi zaščite pred prenapetostmi v notranjosti objektov je treba uskladiti zaščito s pravilno izbranimi karakteristikami prenapetostnih zaščitnih naprav SPD po standardu SIST EN 62305-4.

4.2.5

Izenačitev potencialov v sistemih oskrbovalnih vodov

- (1) Izenačitev potencialov električnih in telekomunikacijskih vodnikov se izdelava skladno s točko 4.2.4.
- (2) Vsi vodniki vsakega oskrbovalnega voda naj bodo povezani direktno ali prek SPD na ozemljitveni sistem objekta. Živi vodniki naj bodo povezani na zbiralko za izenačitev potencialov prek SPD. V TN-sistemih naj bodo PE- in N-vodniki direktno povezani z zbiralkami za izenačitev potencialov.
- (3) Če so vodi oklopljeni ali položeni v kovinskih ceveh, je treba plašče ali kovinske cevi povezati z ozemljitvenim sistemom. Preseki kovinskih plaščev oklopljenih kablov in njihovo število ter povezovanje na obeh koncih kabljskih kovinskih plaščev se določi na osnovi opravljenega izračuna.
- (4) Povezave kabljskih opletov in kovinskih zaščit naj bodo izdelane ob vstopu povezav v objekt. Pri tem naj bodo karakteristike SPD skladne s točko 4.2.3 in tretjim odstavkom točke 4.2.4.

4.3 LOČILNA RAZDALJA MED KOVINSKIMI DELI IN LPS

- (1) Električna izolacija med lovilno mrežo, odvodi in kovinskimi deli se lahko v danih primerih doseže z vzpostavitev ločilne razdalje med kovinskimi deli v objektu in sistemom LPS. Ločilna razdalja mora biti večja kot varnostna razdalja s in sicer:

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

kjer je:

- k_i koeficient odvisen od izbrane vrste LPS (glej Tabelo 14)
- k_c koeficient odvisen od toka strele, ki teče po odvodu (glej Tabelo 15)
- k_m koeficient odvisen od električnega izolacijskega material (glej Tabelo 16)
- l koeficient dolžina vodnika LPS na katerem je ločilno razdaljo treba vzpostaviti donajbližje točke izenačitve potencialov

Tabela 14: Izolacija zunanjega LPS - vrednost koeficienta k_i

Vrsta LPS	k_i
I	0,08
II	0,06
III in IV	0,04

Tabela 15: Izolacija zunanjega LPS - vrednost koeficienta k_c

Število odvodov n	k_c^*
1	1
2	1....0,5
4 ali več	1....1/n

* (več glej v SIST EN 62305-3)

Tabela 16: Izolacija zunanjega LPS - vrednost koeficienta k_m

Material	k_m
zrak	1
beton, opeka	0,5

- 1) V primeru zaporedja več izolacijskih materialov se upošteva nižji k_m .
- 2) Uporaba drugih materialov je določena v aneksih skupine standardov SIST EN 62305.

- (2) V primeru vključevanja vodov ali zunanjih prevodnih delov v objektu je treba zagotoviti direktno izenačitev potencialov ali povezavo prek SPD.
- (3) V objektih s kontinuirano povezavo kovinskih mas, povezano armaturno mrežo, kovinsko konstrukcijo, ločilne razdalje ni mogoče doseči, kar zahteva galvansko povezavo vseh kovinskih delov v enotni ozemljitveni sistem.

■ 5. ZAŠČITA PRED NEVARNOSTMI ZARADI NAPETOSTI DOTIKA IN KORAKA

5.1 ZAŠČITNI UKREPI PRED NAPETOSTJO DOTIKA

- (1) Pri odvajanju toka strele v zemljo lahko zunaj objekta nastanejo previsoke napetosti dotika. Te nevarnosti se zmanjšujejo na sprejemljivo raven, če je:
 - verjetnost gibanja oseb ali njihovo zadrževanje v bližini odvodov zelo majhna,
 - naravni sistem kovinskih mas sestavljen iz številnih povezanih paralelnih poti in povezan z armaturo in konstrukcijo objekta z zagotovljeno dobro električno prevodnostjo,
 - specifična upornost zemlje v oddaljenosti 3 m od odvoda najmanj 5 k Ω m.
- (2) Če ni izpolnjena nobena izmed zahtev iz prejšnjega odstavka te točke, je treba zaradi zaščite oseb pred previsoko napetostjo dotika:
 - izolirati odvode LPS,
 - namestiti fizične ovire in opozorila za zmanjšanje možnosti dotika LPS odvodov.
- (3) V primeru pričakovanih nevarnosti previsokih napetosti dotika in neizpoljenih pogojev iz prvega odstavka se določi potrebne dodatne ukrepe in po potrebi preveri nastanek nevarnih potencialnih razlik.

5.2 ZAŠČITNI UKREPI PRED NAPETOSTJO KORAKA

- (1) Previsoka napetost koraka se zmanjša na sprejemljivo raven, če je:
 - verjetnost gibanja ali zadrževanja oseb ob strelovodnih odvodih v razdalji manj kakor 3 m zelo majhna,
 - specifična upornost zemlje v območju 3 m od odvoda LPS vsaj 5 k Ω m.
- (2) Plast izolacijskega materiala, npr. 0,05 m asfalta ali 0,15 m gramoza načeloma zmanjšuje nevarnost napetosti koraka na sprejemljivo mejo.
- (3) Če ni izpolnjena nobena izmed zahtev iz prvega odstavka, je treba zaradi previsoke napetosti koraka:
 - izdelati potencialne izenačitve z oblikovanjem gostote mrež ozemljilnega sistema,
 - namestiti fizične ovire in opozorila za zmanjševanje možnosti dotika odvodov LPS znotraj 3 metrskega območja okoli njih.
- (4) V primeru pričakovanih nevarnosti previsokih napetosti koraka in neizpoljenih pogojev iz prvega odstavka je treba določiti potrebne dodatne ukrepe in po potrebi preveriti nastanek nevarnih potencialnih razlik.

■ 6. ZAŠČITA ELEKTRIČNIH IN ELEKTRONSKIH SISTEMOV V OBJEKTIH

6.1 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:
 - prek 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 prek elektromagnetnega polja (npr. zanke ožičenja in induktivnost povezovalnih vodnikov),
 - elektromagnetnih sklopov (npr. prek oddajnikov, anten).
- (4) Prenapetostni vplivi lahko nastajajo zunaj in znotraj objekta:
 - zunanji vplivi na objekt nastajajo ob atmosferskih razelektritvah v priključene oskrbovalne vode ali v njihovo bližino. Lahko pa se prenesejo tudi prek električnih in elektronskih povezovalnih sistemov,
 - notranje prenapetosti v objektu lahko nastanejo ob direktnih udarih strele v objekt ali v njegovo bližino.
- (5) Udar strele lahko povzroči različne vrste škode (D 1, D 2, D 3), kakor je opredeljeno v standardu SIST EN 62305-2. Zaščitne ukrepe pred vplivi LEMP obravnava standard SIST EN 62305-4, njihovo upoštevanje pa zmanjšuje škodo na električnih in elektronskih sistemih.

6.2 ZAŠČITNE CONE

Zaščita pred LEMP temelji na namensko izbranih zaščitnih conah, namenjenih obvladovanju elektromagnetnega vpliva, ki nastane v objektu ob odaru strele. Posamezne zaščitne cone zaporedoma omejujejo elektromagnetne vplive udarnega toka strele. V območju posamezne cone je vpliv LEMP zmanjšan na enakovredn 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 zmanjšan elektromagnetni vpliv udarnega ali delnega

toka strele. Načeloma velja, da višja številka zaščitne cone pomeni ugodnejše parametre elektromagnetnega okolja. Projektiranje in način nameščanja je treba izvesti skladno s 4. poglavjem standarda SIST EN 62305-4.

6.3 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 hkrati zmanjšuje vplivajoče magnetno polje.
- (2) Različni načini ozemljevanja in povezovanja so prikazani v 5. poglavju standarda SIST EN 62305-4.

6.4 MAGNETNO OKLOPLJANJE IN PREPLETANJE

Magnetno oklopljanje zmanjšuje prodirajoče elektromagnetno polje in različne notranje prenapetostne vplive. Primerno prepletanje posameznih notranjih vodnikov v povezovalnih poteh prav tako zmanjšuje amplitudo notranjih prenapetostnih impulzov. Oba načina sta zelo učinkovita pri zmanjševanju posledic notranjih poškodb naprav. Magnetno oklopljanje in prepletanje je podrobneje prikazano v 6. poglavju standarda SIST EN 62305-4.

6.5 KOORDINIRANA SPD-ZAŠČITA

Zaščita notranjih električnih in elektronskih naprav zahteva sistematično in usklajeno nameščanje prenapetostnih zaščitnih naprav (SPD) za močnostne in signalne povezave. Posamezne karakteristike zaščitnih naprav so odvisne od namena naprav, ki jih ščitimo (analogne, digitalne, enosmerne ali izmenične, nizko ali visokofrekvenčne). Osnovni princip in postopek je prikazan v 7. poglavju standarda SIST EN 62305-4 in v njegovih dodatkih C in D.

6.6 NAČRTOVANJE, IZBIRA IN PREGLEDNI POSTOPEK ZAŠČITE PRED LEMP

Načrtovanje in izbira zaščitnih naprav pred LEMP mora potekati hkrati s projektiranjem celotnega objekta in pred njegovo gradnjo. Tako je treba koristno uporabiti naravne sestavine drugih projektiranih sistemov objekta in najti najustreznejšo rešitev za kabliranje in lokacijo posamezne opreme. Opisani postopek je podrobneje prikazan v 8. poglavju standarda SIST EN 62305-4.

■ 7. PREGLED, PRESKUS IN MERITVE LPS

- (1) Pregled, preskus in meritve (v nadaljnjem besedilu: pregled) LPS je treba izvesti po njegovi končani izvedbi ali po njegovih spremembah, rekonstrukcijah in popravilih ter tudi periodično (glej 7. in 9. člen Pravilnika o zaščiti stavb pred delovanjem strele).
- (2) Pregled je treba izvesti skladno z dodatkom E7 standarda SIST EN 62305-3. Ob pregledu je treba upoštevati predhodne preglede in ugotovitve prejšnjih poročil ter ugotoviti morebitna odstopanja.
- (3) Pregled mora potekati skladno z dokumentacijo, ki mora vsebovati osnovne podlage za posamezne rešitve, opis zunanjega in notranjega LPS, razporeditev, uskleditve in nameščanje SPD, tehnične načrte, skupaj z načrti za povezave izenačitve potencialov.
- (4) O vsakem pregledu je treba sestaviti zapisnik in vanj vnesti ugotovljene in izmerjene vrednosti. Iz zapisnika mora biti razvidno, da je vgradnja LPS brezhibna, oziroma katera popravila so potrebna, da bo brezhibna. V zapisniku mora biti skica oštevilčenih odvodov, ki omogoča, da je meritev mogoče kadarkoli ponoviti. Navedene morajo biti kovinske mase, katerih galvanska povezanost je bila preskušana. V zapisniku morajo biti natančno navedeni uporabljeni merilni instrumenti. Zapisnik mora zajemati vse dejavnosti, navedene v točkah 7.1, 7.2 in 7.3 dodatka E7, standarda SIST EN 62305-3 in ga mora izvajalec pregleda podpisati. Podan mora biti tudi rok naslednjega pregleda.

