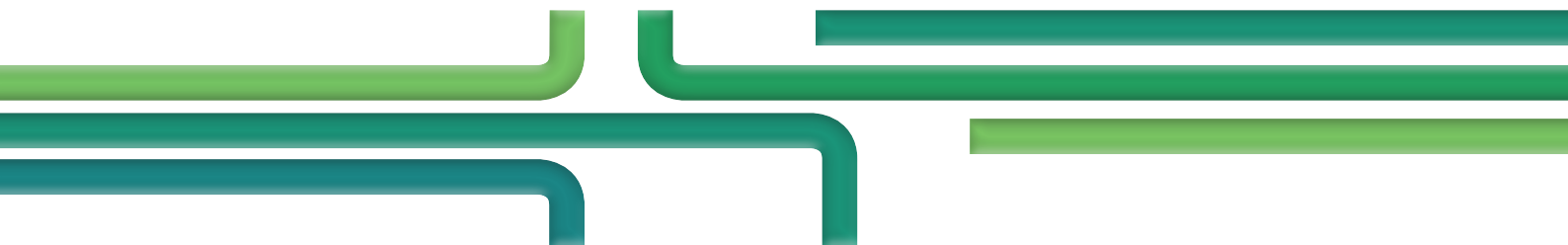




Tehnični pogoji za zagotavljanje kakovosti pri izvajanju
objektov stanovanjske gradnje – TPSG

INŠTALACIJSKA DELA



STRELOVOD

modul III - 8



Razvojni raziskovalni projekt

TEHNIČNI POGOJI ZA ZAGOTAVLJANJE KAKOVOSTI PRI IZVAJANJU OBJEKTOV STANOVANJSKE GRADNJE – TPSG

Inštalacijska dela: strelovod (modul III - 8)

Naročnik:	Stanovanjski sklad Republike Slovenije, Javni sklad Poljanska cesta 31, 1000 Ljubljana
Naročilo/pogodba:	pogodba, št. 3760/07 z dne 15. 2. 2007
Vodilni izvajalec:	Zavod za gradbeništvo Slovenije, Dimičeva 12, 1000 Ljubljana
Izvajalec – partner:	IMOS, d. d. Ljubljana Fajfarjeva 33, 1000 Ljubljana
Avtorji:	Simon Pikovnik, univ. dipl. inž. el. (IMOS)

Ljubljana, 2010

VSEBINA

UVOD	5
A OPIS DEL	6
A 1 Priprava zgradbe	6
A 2 Prezem materiala/proizvodov	6
A 3 Hranjenje materiala/proizvodov	7
A 4 Preverjanje okoljskih pogojev	7
A 5 Metode vgradnje	7
A 6 Orodja in stroji	7
A 7 Zahtevana kakovost	7
B OSNOVNI MATERIALI IN ZAHTEVE ZANJE	
(KAKOVOST MATERIALOV)	8
B 1 Osnovni materiali	11
B 2 Pomožni materiali	12
C NAČIN IN POGOJI IZVEDBE	13
C 1 Splošno	13
C 2 Lovilna mreža	14
C 3 Odvodni sistem	15
C 4 Ozemljilni sistem	16
C 5 Preverjanje konstrukcij	17
C 6 Preverjanje okoljskih pogojev	17
C 7 Posebni pogoji izvedbe	17
D KAKOVOST IZVEDBE	17
D 1 Splošni videz	17
D 2 Tolerance mer	18
D 3 Druge zahteve	18
D 4 Metode preverjanja kakovosti	18
D 5 Pregledi, preskusi in meritve	19
D 6 Merilno poročilo	19
E IZDELAVA TEHNOLOŠKEGA ELABORATA IN PLANA	
KONTROLE DEL	19
E 1 PRILOGA 1: Splošni primer izjave o skladnosti	20
E 2 PRILOGA 2: Predlog izvajalca za zamenjavo opreme	21
E 3 PRILOGA 3: Zapisnik o prevzemu inštalacije strelovoda	21

UVOD

Predvideni so ukrepi za zaščito pred strelo, katerih cilj je omejiti ogrožanje ljudi, živali ter premoženja v objektih in v njihovi okolici. Z njihovim upoštevanjem se doseže bistveno zagotavljanje varnosti pri uporabi in varstva pred požarom. To bi bilo lahko ogroženo zaradi delovanja strele.

V tem modulu so navedeni tehnični pogoji za izvajanje, vgradnjo in prevzem strelovodne napeljave v stanovanjskih objektih.

Sistem zaščite pred delovanjem strele sestavljajo:

- zunanji sistem zaščite pred delovanjem strele, ki vključuje lovilni sistem, odvodni sistem, ozemljitveni sistem;
- notranji sistem zaščite pred delovanjem strele, ki vključuje izravnalno povezovanje (ekvipotencialna izenačitve) z upoštevanjem varnostne razdalje.

1. Pomen izrazov in kratic:

- LPL – zaščitna raven,
- LPZ – zaščitna cona,
- LEMP – elektromagnetni udar toka strele,
- SPD – prenapetostna zaščitna naprava.

2. strela – atmosferska električna razelektritev med oblakom in zemljo, sestavljena iz enega ali več posameznih udarov;
3. posamezni udar – posamezna električna praznitev atmosferskega naboja v zemljo;
4. direkten udar – direkten udar strele v objekt;
5. posreden udar – udar strele poleg ščitenega objekta, ali v oskrbovalni vod, priključen na objekt;
6. oskrbovalni vod – kabel, nadzemni vod ali cevovod, ki od zunaj prihajata v objekt in služita oskrbi z energijo, vodo, plinom, informacijo itd;
7. sistem zaščite pred strelo (LPS – med seboj povezan sistem, s katerim se zmanjšuje verjetnost škodnega nastanka zaradi udara strele; sestavljen je iz zunanjega in notranjega LPS);
8. notranji LPS – del LPS v objektu, ki ga tvorijo izenačitve potencialov (onemogočanje visoke napetosti dotika in koraka) in usklajene ločilne razdalje med deli strelovodne inštalacije med seboj in med deli objekta (onemogočanje pojava iskrenja v objektu);
9. zunanji LPS – del LPS zunaj objekta, ki ga tvorijo lovilci, odvodi in sistem ozemljil;
10. lovilni sistem – del zunanjega LPS, ki ga sestavljajo kovinske palice ali mreža vodnikov, katerih namen je prestrežanje strele;
11. odvodni sistem – del zunanjega LPS, ki ga sestavljajo povezave med lovilnim in ozemljilnim sistemom, katerih namen je odvajanje električnega toka strele do sistema ozemljil;
12. ozemljilni sistem – del zunanjega LPS, ki ga sestavlja eno ali več med seboj povezanih ozemljil (kombinacije trakov, palic itd.), katerih namen je električni tok strele speljati v zemljo;
13. ozemljitveni sistem – del LPS, ki med seboj enkrat ali večkrat namensko povezuje kovinske dele notranjega in zunanjega zaščitnega sklopa z ozemljilnim sistemom po zastavljenem konceptu povezav;
14. ozemljilo – v zemljo položen vodnik z namenom odvajanja in razpršitve toka strele v zemljo (palično ozemljilo, horizontalno ozemljilo, ploščato ozemljilo, ozemljilni obroč itd.);



15. tveganje – verjetna letna izguba (ljudi in dobrin) zaradi udara strele v razmerju na vrednost (ljudi in dobrin) v objektu, ki ga je treba ščititi;
16. sprejemljivo tveganje – največja vrednost tveganja, ki se ga lahko sprejme za ščiteni objekt (ljudi, dobrine, kulturni spomeniki itd.);
17. zaščitna raven – sklop zaščitnih ukrepov, določenih s parametri toka strele za določene vrste tveganja;
18. zaščitna cona – območje, na katerem lahko nastajajo le določeni elektromagnetni učinki ob delovanju strele;
19. LEMP – učinek toka strele zaradi prehoda udarnega tokovnega ali napetostnega vala na podlagi vodljive povezave ali zaradi induktivnega nastanka elektromagnetnega polja;
20. metoda kotaleče se krogle – pripomoček pri projektiranju LPS, ki določa ščiteni prostor objekta pri direktnih udarih strele;
21. metoda zaščitnega kota – definiranje kota, znotraj katerega je majhna verjetnost direktnega udara strele;
22. metoda mreže – metoda določanja ščitenega prostora LPS, ki se približuje kovinski kletki;
23. prenapetostni odvodnik – zaščitna naprava, ki nad določeno velikostjo omejuje prehodne prenapetostne vplive;
24. odvodnik toka strele – zaščitna naprava, ki naj bi zaščitila električno inštalacijo in opremo pred udarnim razelektritvenim tokom strele;
25. SPD – naprava za zaščito pred udarnim razelektritvenim tokom strele ali udarnim prenapetostnim valom;
26. naravni sestavni deli LPS – kovinski deli objekta, ki prevajajo električni tok (betonska armatura, metalne obloge, ograje itd.).

A OPIS DEL

Lovilni in odvodni del strelovodne inštalacije je izveden z zunanjimi prevodnimi materiali na izoliranih distančnikih, inštaliranih na fasado in streho objekta. Ozemljitveni del pa je prevoden vodnik z določenim presekom, položenim v zemljinu v okolici zaščitnega objekta in v temelje objekta.

A 1 Priprava zgradbe

Del sistema ozemljitev se izvede kot temeljna ozemljitev med betoniranjem oziroma pripravo armature temeljev objekta, del pa se izvede v zunanji ureditvi po končani izvedbi objekta okoli objekta pod koto 0 in pred izvedbo zunanje ureditve.

Pred izvedbo strelovodne inštalacije na objektu morajo biti končana dela na gradbeni konstrukciji objekta, fasadi (če ni strelovod vgrajen v fasado) in strehi objekta in vgrajeni prevodni deli na zunanosti objekta (recimo kovinska okna).

A 2 Prevzem materiala/proizvodov

Pred dobavo in vgradnjo opreme inštalacij na objektu mora izvajalec predložiti v potrditev projektantu, nadzoru in investitorju katalog opreme strelovoda in ozemljitev, ki mora zajemati opremo, določeno v pogodbenem predračunu.

Sestavljajo ga:

- tehnična dokumentacija opreme;
- izjava o skladnosti po ZGPro in, če je osnova za izjave STS ali ETA, tudi kopije STS ali ETA;
- navodila za vgradnjo in hranjenje proizvodov;
- navodila za uporabo in vzdrževanje proizvodov.

Pri zamenjavi opreme iz pogodbenega predračuna z enakovredno mora izvajalec prej, pridobiti potrditev investitorja, projektanta in nadzora. Izvajalec pripravi predlog za zamenjavo opreme na obrazcu iz Priloge 1.

A 3 Hranjenje materiala/proizvodov

Material za izvedbo hrani izvajalec na gradbišču ali drugje – skladno z navodili proizvajalca in v ločenem skladiščnem prostoru. Dostop v skladiščni prostor imajo samo pooblašcene osebe. Drobní material se hrani do vgradnje v dostavni embalaži proizvajalca opreme.

A 4 Preverjanje okoljskih pogojev

V zunanosti objekta se dela ne izvajajo ob padavinah in pri temperaturah pod 0 °C.

A 5 Metode vgradnje

Pri izvajanju inštalacijskih del se uporabljajo metode vgradnje po navodilih za vgradnjo opreme po katalogu opreme električnih inštalacij.

A 6 Orodja in stroji

Za izvajanje inštalacijski del se uporabljajo:

- standardno montažno orodje,
- merilni instrument za preizkušanje in meritve,
- lestve, montažni podesti, dvigala, delovni višinski fiksni in raztegljivi premični odri.

A 7 Zahtevana kakovost

Zahtevana kakovost izvajanja del je podrobno določena v točki D.

Dela morajo biti izvedena kakovostno, vestno in v skladu z navodili za montažo. Vgrajevati se sme samo potrjena oprema iz kataloga.



B OSNOVNI MATERIALI IN ZAHTEVE ZANJE (KAKOVOST MATERIALOV)

Za strelovodne vodnike se lahko uporabljajo v tabeli navedeni materiali pod temi pogoji:

Material	Uporaba			Korozija		
	V zraku	V zemlji	V betonu	Odpornost	Povečana v	Lahko je uničen z galvanskimi spoji z
Baker	Masiven Pleten	Masiven Pleten Oplaščen	Masiven Pleten Oplaščen	Dober v mnogih okoljih	Žveplene sestavine Organski materiali	-
Vroč činkano jeklo	Masiven Pleten	Masiven	Masiven Pleten	Sprejemljiv v zraku, betonu in nevtralni zemlji	Velika vsebnost kloridov	Baker
Nerjaveče jeklo	Masiven Pleten	Masiven Pleten	Masiven Pleten	Dober v mnogih okoljih	Velika vsebnost kloridov	-
Aluminij	Masiven Pleten	Neprimeren	Neprimeren	Dober na zraku, vsebujoč nizko koncentracijo žvepla in kloridov	Alkaličnih raztopin	Baker
Svinec	Masiven Oplaščen	Masiven Oplaščen	Neprimeren	Dober na zraku z veliko koncentracijo sulfatov	Kisli zemlji	Baker Nerjaveče jeklo

Opomba 1 Tabela daje splošni okvir. V specialnih okoliščinah pri bolj korozijsko zahtevnih okoliščinah se zahteva dodatno proučevanje.

Opomba 2 Pleteni vodniki so bolj občutljivi na korozijo kot masivni materiali in tudi niso primerni na prehodih zemlja- beton, zato pleteno pocinkano jeklo za take primere ni priporočljivo.

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

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

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

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

2. Vrste materialov in oblike ter minimalni preseki strelovodnih vodnikov lovilne mreže in odvodov so prikazani v tabeli.

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

¹ Vroče pobakreno ali z bakrom galvanizirano s prevleko z debelino 1 µm.

² Prevlaka mora biti gladka, enakomerna in brez peg ter minimalne debeline 50 µm.

³ Uporabno za lovilno mrežo v obliki palic. Ko mehanske obremenitve niso kritične, so tudi primerni premer 10 mm in dolžina do 1 m z dodatnimi ojačitvami.

⁴ Uporabno na priključnih paličnih ozemljilih.

⁵ Nerjavno jeklo z vsebnostjo več kot 16 % kroma in več kot 8 % niklja ter manj kot 0,07 % ogljika.

⁶ Pri vgradnji nerjavnega jekla v beton ali v stiku 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.

⁷ 50 mm² (8 mm premera) se lahko zmanjša na 28 mm² (6 mm premera), ko mehanska odpornost ni bistvena zahteva. Temu primerno je treba prilagoditi tudi sponke.

⁸ Ko 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.

⁹ Minimalni preseki, ki onemogočajo taljenje, so 16 mm² (baker), mm² (aluminij), 50 mm² (jeklo) in 50 mm² (nerjavno jeklo) za specifično energijo 10.000 kJ/Ω.

¹⁰ Debeline, širine in premeri so določeni z +/- 10 % natančnostjo.



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

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

¹ Prekritje mora biti gladko, enakomerno in brez peg z minimalno debelino 50 µm za okrogle in 70 µm za ravne vodnike.

² Vodnik mora biti pred cinkanjem razmaščen.

³ Lahko je tudi tanko oplasčen.

⁴ Baker naj bo dobro vezan na jeklo.

⁵ Dopustno samo, če je v celoti potopljeno v beton.

⁶ Dopustno samo, če je najmanj vsakih 5 m spojeno z armaturo temeljev.

⁷ Sestava materiala mora vsebovati najmanj 16 % kroma in več kot 5 % niklja ter več kot 2 % molibdena, ogljika pa manj kot 0,08 %.

⁸ V nekaterih primerih je dopustno 12 mm.

⁹ Ozemljilne palice iz svinca se ponekod uporabljajo na prehodih v zemljo.

B 1 Osnovni materiali

Št.	Material/izdelek	TS	Predvideni sistem AoC	Status
	1	2	3	4
1	Elementi za zaščito pred strelo (LPC) Zahteve za povezovalne elemente	SIST EN 50164-1: 2000/A1: 2006	3	Obvezna uporaba
2	Zahteve za vodnike in ozemljitvene elektrode	SIST EN 50164-2: 2002/A1: 2006	3	Obvezna uporaba
3	Zahteve za iskrišča	SIST EN 50164-3: 2002	2	Obvezna uporaba
4	Kovinski prevodni materiali	SIST EN 61663-2: 2002	2	Obvezna uporaba
5	Zahteve za prenapetostne naprave (SPD)	SIST TS IEC/TS 61312-3: 2004	3	Obvezna uporaba
6	Zahteve za spojke in prevodnike	SIST EN 50164-4	3	Obvezna uporaba

Za strelovodne vodnike se lahko uporabljajo v tabeli navedeni materiali in pogoji.

Material	Uporaba		
	V zraku	V zemlji	V betonu
Baker	Masiven Pleten	Masiven Pleten Oplaščen	Masiven Pleten Oplaščen
Vroče cinkano jeklo	Masiven Pleten	Masiven	Masiven Pleten
Nerjaveče jeklo	Masiven Pleten	Masiven Pleten	Masiven Pleten
Aluminij	Masiven Pleten	Neprimeren	Neprimeren
Svinec	Masiven Oplaščen	Masiven Oplaščen	Neprimeren

- Opomba 1 Tabela daje splošni okvir. V specialnih okoliščinah pod bolj korozivno zahtevnimi pogoji se zahteva dodatno proučevanje.
- Opomba 2 Pleteni vodniki so bolj občutljivi za korozijo kot masivni materiali, pa tudi neprimerni na prehodih zemlja-beton, zato pleteno pocinkano jeklo za take primere ni priporočljivo.
- Opomba 3 Pocinkano jeklo lahko v glinasti zemlji ali vlažni zemlji korodira.
- Opomba 4 Pocinkano jeklo se v betonu ne razteza enako kot v zemlji zunaj njega.
- Opomba 5 Pocinkano jeklo v stiku z armaturo v betonu lahko v določenih okoliščinah poškoduje beton.
- Opomba 6 Uporaba svinca v zemlji je zaradi okoljskih zahtev običajno prepovedana.



Dokazila, predpisana z ZGPro, so odvisna od sistema potrjevanja skladnosti (sistem AoC), navedenega v tabeli v stolpcu 3.

Sistem AoC	Vrsta dokazila in zahteve za dokazilo
1+	Certifikat o skladnosti proizvoda, ki ga izda priglašeni certifikacijski organ. Na njem mora biti navedena oznaka certifikacijskega organa.
1	
2+	Izjava o skladnosti, ki jo da proizvajalec na osnovi certifikata za kontrolo proizvodnje. Na njej morata biti poleg tehnične specifikacije in podatkov o proizvodu in proizvajalcu navedeni številka certifikata in oznaka ter številka priglašene certifikacijskega organa, ki je certifikat izdal.
2	
3	Izjava o skladnosti, ki jo da proizvajalec na osnovi izvedenih začetnih tipskih preskušanj, ki jih izvede priglašeni laboratorij. Na njej morata biti poleg tehnične specifikacije in podatkov o proizvodu in proizvajalcu navedeni oznaka in številka priglašene laboratorija, ki je izvedel začetna tipska preskušanja.
4	Izjava o skladnosti, ki jo da proizvajalec brez vključitve priglašeni organov.

Izjavo o skladnosti izda proizvajalec oziroma njegov zakoniti zastopnik v EU in praviloma vključuje:

- ime in naslov proizvajalca oziroma njegovega zastopnika in kraj proizvodnje;
- opis proizvoda (tip, identifikacija, namen uporabe ...) in kopijo informacij, navedenih v oznaki CE;
- zahteve, s katerimi je proizvod skladen (navedba tehnične specifikacije), posebne pogoje, povezane z uporabo proizvoda;
- ime osebe, pooblaščen za podpis v imenu proizvajalca oziroma zastopnika;
- ime in naslov priglašene organa, ko je to bistveno, v primeru sistema potrjevanja skladnosti 4, 3, 2, 2+, 1 in 1+.

Izjava o skladnosti mora biti izdana v uradnem jeziku države članice, ki bo uporabljala proizvod.

B 2 Pomožni materiali

Pomožni materiali/proizvodi in standardi, ki se uporabljajo pri izvedbi del, so navedeni v tabeli.

Št.	Material/izdelek	TS	Predvideni sistem AoC	Status
	1	2	3	4
1	Pritrdilni material	SIST EN 50164-2: 2002/A1: 2006	3	Obvezna uporaba
2	Izolacijski in zaščitni material	SIST EN 50164-2: 2002/A1: 2006	3	Obvezna uporaba

C NAČIN IN POGOJI IZVEDBE

C 1 Splošno

Za vodenju izvedbe del strelovodne zaščite je treba na gradbišču zagotoviti:

- projektno dokumentacijo PZI;
- izjave o skladnosti proizvodov s podatki in prilogami;
- navodila za vgradnjo in ravnanje s proizvodi;
- imenovanje nadzornega inženirja za kontrolo izvedbe, skladno z zahtevami projektne dokumentacije in pravili stroke;
- imenovanje vodje gradbišča, ki zagotavlja organizacijo del ter pravilno in varno uporabo opreme in mehanizacije, uporabo materialov ustrezne kakovosti, izvedbo del glede na zahteve projektne dokumentacije do predaje objekta naročniku oziroma uporabniku.

Pri izvedbi je treba upoštevati standarde in smernice s področja strelovodne zaščite:

- SIST EN 50164-1: 2000/A1: 2006 Elementi za zaščito pred strelo (LPC) – 1. del: Zahteve za povezovalne elemente;
- SIST EN 50164-2: 2002/A1: 2006 Elementi za zaščito pred strelo (LPC) – 2. del: Zahteve za vodnike in ozemljitvene elektrode;
- SIST EN 50164-3: 2002 Elementi za zaščito pred strelo (LPC) – 3. del: Zahteve za iskrišča;
- *SIST EN 61663-1: 2000 Lightning protection – Telecommunication lines – Part 1: Fibre optic installations;*
- *SIST EN 61663-2: 2002 Lightning protection – Telecommunication lines – Part 1: Lines using metallic conductors;*
- SIST EN 62305-1: 2006 Zaščita pred delovanjem strele – 1. del: Splošna načela SIST EN 62305-2: 2006 Zaščita pred delovanjem strele – 2. del: Vodenje tveganja (vključuje program za oceno tveganja);
- SIST EN 62305-3: 2006 Zaščita pred delovanjem strele – 3. del: Fizična škoda na zgradbah in nevarnost za živa bitja;
- SIST EN 62305-4: 2006 Zaščita pred delovanjem strele – 4. del: Električni in elektronski sistemi v zgradbah;
- SIST IEC 61024-1: 1996 Zaščita objektov pred delovanjem strele – I. del: Splošna načela;
- SIST IEC 61024-1-1: 1998 Zaščita objektov pred delovanjem strele – I. del: Splošna načela – I. oddelek: Vodilo A – izbira zaščitnih nivojev za sisteme pred delovanjem strele;
- SIST IEC 61024-1-2: 1998 Zaščita objektov pred delovanjem strele – 1. do 2. del: Splošna načela – Vodilo B – Načrtovanje, namestitve, vzdrževanje in pregledovanje sistemov zaščite pred delovanjem strele;
- SIST IEC 61312-1: 1998 Zaščita pred elektromagnetnim udarom strele – I. del: Splošna načela;
- SIST IEC TR 61312-4: 2000 *Protection against lightning electromagnetic impulse (LEMP) Part 4: Protection of equipment in existing structures;*
- SIST IEC 61312-2: 2000 Zaščita pred elektromagnetnim udarom strele – 2. del: Oklopljanje objektov, povezovanje znotraj objektov in ozemljevanje;
- SIST IEC/TR 61662: 1998 *Assesment of the risk of damages due to the lightning;*
- *SIST IEC/TR 61662: 1998/A1: 1998 Assesment of the risk of damages due to the lightning – Amendment 1;*
- SIST-TP CIC/TR 50469: 2006 Sistemi zaščite pred delovanjem strele – Simboli;
- SIST TS IEC/TS 61312-3: 2004 Zaščita pred elektromagnetnim udarom impulzom strele – 3. del: Zahteve za prenapetostne naprave (SPO).



C 2 Lovilna mreža

Lovilna mreža je lahko kombinirana s kovinskimi palicami in kovinskimi strešnimi deli. Pri tem morajo biti med seboj dobro galvansko povezani, ker to zagotavlja enakomernejšo razporeditev toka strele pri njegovem odvajanju.

1. Če je streha zgrajena iz negorljivega materiala, se lahko prevodniki lovilne mreže polagajo na površino negorljive strešne kritine.
2. Če je streha iz gorljivih materialov, je treba poskrbeti za primerno razdaljo med vodniki in strešnimi konstrukcijskimi deli. Priporoča se vsaj razdalja 0,1 m do 0,4 m, odvisno od stopnje vnetljivosti strehe.
3. Gorljivi in kovinski deli objekta ne smejo priti v direktni stik z deli strelovodne napeljave.
4. V LPS se, kot deli sistema, vključujejo:
 - a) kovinske obloge objektov pod temi pogoji:
 - električna neprekinjenost med posameznimi deli mora biti trajna (spajkanje, varjenje, stiskanje, šivanje, vijachenje ali kovičenje);
 - debelina metalnih oblog ne sme biti manjša od r , navedenega v tabeli 6, ko je dopustno taljenje materiala na mestu udara in zaradi taljenja kovine ne more priti do vžiga pod njimi;
 - debelina metalnih oblog ne sme biti manjša od t^1 , navedenega v tabeli 6, ko ni dopustno taljenje materiala na mestu udara oziroma so pod njimi vnetljivi materiali, ki bi se zaradi taljenja kovine ali toplotnih učinkov, lahko vneli;
 - ko niso prevlečeni z izolacijskimi materiali.

Vrsta LPS	Material	Debelina t^1 [mm]	Debelina t^2 [mm]
I do IV	Svinec	3	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, pri katerih ni pomembno preprečiti taljenja, toplotnih poškodb ali vžiga.			

- b) kovinski deli strešne konstrukcije (recimo nosilci, povezave z armaturo itd.);
- c) kovinski deli, kot so dekoracije, tračnice, cevi, pokritja itd. s premerom, ne manjšim od dimenzij materialov, uporabljenih za zunanji LPS;
- d) kovinske cevi in rezervoarji na strehah z debelino in premerom, ki ustrezata dimenzijam zunanjega LPS;
- e) kovinske cevi in rezervoarji, ki vsebujejo vnetljive ali eksplozivne mešanice, morajo imeti dimenzije, ki ustrezajo debelini t iz tabele 4.

5. Ko zahtevane dimenzije niso zagotovljene, je treba cevi in rezervoarje vključiti v del, ki ga je treba ščititi.
6. Cevovodi, ki prevajajo vnetljive ali eksplozivne mešanice in ki so spojeni s plastičnimi vložki ali prirobnicami, morajo biti vključeni v LPS.
7. Tanko prekrit z barvo, 1 mm asfalta ali 0,5 mm PVC ni ustrezna izolacija.
8. Če sta 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.
9. Na stikih bakrenih in aluminijastih vodnikov je treba vstaviti vložek iz obeh materialov (Al-Cu). Pocinkano jeklo in aluminij lahko spojimo neposredno (gl. tabelo 8).

C 3 Odvodni sistem

1. Strelovodni odvodi odvajajo tok strele od točke udara do zemlje. Omogočajo:
 - več paralelnih tokovnih poti,
 - minimalno dolžino paralelnih poti,
 - izenačitev potencialov s prevodnimi deli objekta, ki morajo biti skladni z dimenzijami vodnikov iz tabele 11 in 12.
2. Razdalje med posameznimi navpičnimi odvodi in horizontalnimi krožnimi povezavami so prikazane v tabeli 7.

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

3. Odvodi morajo ustvariti čim krajšo povezavo z ozemljilom, če je mogoče navpično, brez spremembe smeri. Odvodi morajo biti čim krajši, treba jih je namestiti blizu robov objekta, in čim bolj oddaljeni od oken, vrat, električnih napeljav in kovinskih mas, ki iz posebnih razlogov niso priključeni na strelovodno napeljavo.
4. Posamezni navpični odvodi so vsakih 10 m do 20 m med seboj povezani s krožno horizontalno povezavo. Krožne povezave se začnejo z osnovno povezavo s potencialnim obročem v zemlji.
5. Lovilna mreža na strehi in sistem odvodov LPS so včasih lahko izdelani izolirano od kovinskih delov objekta, ko je omogočena ločilna razdalja do drugih kovinskih delov v objektu. Ločilna razdalja mora biti večja od varnostne razdalje. Odvodi morajo biti pri prehodu v zemljo med seboj povezani z osnovnim potencialnim obročem, ki pomeni sočasno temeljno zbiralko za izenačitev potencialov (gl. 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 strelovodne odvode in sočasno kot zaščito pred vplivi elektromagnetnih polj. Pri tem je treba upoštevati tudi neprekinjenost galvanskih spojev in minimalne dimenzije, skladno s standardom SIST EN 62305-3.
8. Pri neizoliranem LPS so lahko strelovodni odvodi nameščeni: na površini stene ali v samo steno, če je stena izdelana iz negorljivega materiala, najmanj 0,15 m oddaljeni od stene na zi dne 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. Zanje se ne smejo uporabljati plinovodi.
11. Na priključku 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 merilno točko, ki se zaradi večkratne paralelne povezanosti ne ločuje. Ločilno merilno mesto se tedaj izvede tam, kjer je odvod mogoče ločiti.
12. Vodniki, ki se med seboj povezujejo, in spojke morajo biti, po možnosti, iz enakega materiala. Primernost povezave različnih materialov je prikazana v tabeli 8. Pri spajanju nezdružljivih materialov (tabela) je treba uporabiti vložek iz nevtralnega materiala z debelino vsaj 2 mm.

	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

C 4 Ozemljilni sistem

1. Pri razpršitvi toka strele v zemljo se zmanjšujejo prenapetosti s primernim razporejanjem ozemljil. Na splošno je najprimernejša nizka ozemljilna upornost, manjša od 10 Ω .
2. S stališča zaščite pred strelo, pa tudi elektroenergetskih in telekomunikacijskih naprav, je enoten in združen ozemljitveni sistem povezanih ozemljil na objektih najprimernejši. Temu delu napeljave je treba zaradi pravilnega delovanja 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 najmanj 0,5 m (priporočljivo pa je 0,8 m). Na ta krožni obroč se na več mestih naveže tudi temeljsko ozemljilo objekta, skladno s tabelo 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. Povečanje dolžine vodoravnih ozemljil za več kot 60 m, da bi se zmanjšala ozemljilna upornost, ni smiselno.

7. Mere in materiali ozemljilnih vodnikov so prikazani v tabeli 11.
8. Ozemljilna upornost med seboj povezanih ozemljil naj bo manjša od 10Ω , merjeno pri frekvenci, drugačni od omrežne, ali njenem mnogokratniku, da bi se izognili 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 strelovodnih vodnikov v zemlji je treba spojiti kovinske mase v zemlji, oddaljene manj kot 20 m, razen tistih, za katere je z drugimi predpisi prepovedano (recimo kovinske mase v sistemu katodne zaščite).
11. Če ima objekt več ozemljil, jih je treba povezati z vodnikom, načeloma položenim v zemljo. Pri tem je treba v povezavi dati prednost krožnemu vodniku.
12. Če so z ozemljili strelovodnih vodnikov povezane cevi vodovodne inštalacije, je treba premostiti vodne števec in podobne naprave, vgrajene med mesti, na katerih so na različnih kovinskih delih lahko različni potenciali. Preseki vodnikov teh povezav so navedeni v tabeli 12.

C 5 Preverjanje konstrukcij

Pravočasno, pred izvedbo betonskih del, je treba vključiti izvajalce strelovoda (električnih inštalacij) zaradi polaganja ozemljitvenih v temelje in pod njih.

C 6 Preverjanje okoljskih pogojev

Temperaturo pri izvajanju del po potrebi preverimo s priročnim merilnikom temperature, namenjenim preverjanja razmer na gradbišču. Posebna kalibracija ni potrebna.

Dela se ne izvajajo ob meteornih padavinah zunaj objekta.

C 7 Posebni pogoji izvedbe

Ni posebnih pogojev.

D KAKOVOST IZVEDBE

Izvedena dela morajo biti kakovostna, tako da je možno inštalacije ob normalnih razmerah v okolju uporabljati vso življenjsko dobo objekta oziroma življenjsko dobo kritine na strehi.

D 1 Splošni videz

Dela pri izvedbi strelovoda morajo biti izvedena v skladu s projektom za izvedbo, z zadnjimi tehničnimi dosežki in pravili dobre stroke.

Treba je:

- zagotoviti raven in obseg kontrole izvedbe del, kot je to predpostavljeno in upoštevano v projektni dokumentaciji – v projektu za izvedbo;
- zagotoviti raven in obseg kontrole izvedbe del, kot je to predpostavljeno in upoštevano v tehnološki mapi;
- dosledno upoštevati navodila proizvajalcev gradbenih proizvodov za vgradnjo iz pripadajočih tehničnih specifikacij.



Vgrajena napeljava strelovoda mora biti vizualno urejena in usklajena z fasado objekta in ne sme povzročati nevarnosti ali ovir za ljudi.

D 2 Tolerance mer

Se ne merijo.

D 3 Druge zahteve

Ni zahtev.

D 4 Metode preverjanja kakovosti

Vizualno s pregledi, funkcionalnimi preizkusi, električnimi meritvami.

Za izvedbo preverjanja kakovosti je odgovoren izvajalec del, kontrolira in potrjuje pa jih nadzornik.

Vrsta preverjanja	Metoda	Kontrola kakovosti izvedbe	
		Predmet	Pogostost
1	2	3	4
Tehnološka mapa (katalog opreme)	Vizualno	Vsak dokument pred dostavo na objekt in vgradnjo	Vsak dokument pred dostavo na objekt in vgradnjo, občasno
Potek tras	Vizualno	Vsak element	Pred izvedbo del in po njej
Potek vodnikov	Vizualno	Vsak element	Pred izvedbo del in po njej
Vodniki	Meritve	Vsak element	Občasno
Meritve napeljave	Vizualno, meritve	Vsak element	Občasno
Popolnost tehnične dokumentacije	Vizualno	Vsak dokument	Občasno in po končanih inštalacijskih delih
Popolnost dokazila o zanesljivosti objekta	Vizualno	Vsak dokument	Občasno in po končanih inštalacijskih delih
Šolanje upravnika	Praktična	Celotni sklop	Pred prevzemom inštalacijskih del
Šolanje uporabnika	Praktična	Celotni sklop	Ob prevzemu objekta
Prevzem inštalacij strelovoda	Priloga 3	Celotni sklop	Ob prevzemu objekta

D 5 Pregledi, preskusi in meritve

Pregled, preskus in meritve (v nadaljnjem besedilu: pregled) strelovoda je treba izvesti po njegovi izvedbi ali po njegovih spremembah, rekonstrukcijah in popravilih, pa tudi občasno.

Pregled je treba izvesti skladno z dodatkom E7-standarda SIST EN 62305-3. Pri tem je treba upoštevati prejšnje preglede in ugotovitve prejšnjih poročil ter ugotoviti odstopanja.

Pregled mora potekati skladno z načrtom, ki mora vključevati osnovne podlage za posamezne rešitve, opis zunanjega in notranjega strelovoda, razporeditev, koordinacijo in nameščanje opreme, tehnične načrte, všteti načrte povezav izenačitve potencialov.

O vsakem pregledu je treba sestaviti poročilo in vanj vpisati ugotovljene vrednosti. Iz njega mora biti razvidno, da je inštalacija strelovoda brezhibna oziroma to, kakšna popravila so potrebna, da bo brezhibna. V njem mora biti skica oštevilčenih odvodov tako, da je meritev mogoče kadarkoli ponoviti. Navedene morajo biti kovinske mase, katerih galvanska povezanost je bila preskušana. V poročilu morajo biti natančno navedeni uporabljeni merilni instrumenti. Zajemati mora vse aktivnosti, navedene v točkah 7.1, 7.2 in 7.3 dodatka E7, standarda SIST EN 62305-3.

D 6 Merilno poročilo

Merilna poročila morajo vključevati podatke, iz katerih je razvidno, da so bili opravljeni pregledi, preskusi in meritve, kot jih določajo 3., 4. in 5. odstavek, ter podatke o merilcih, inštrumentih in merilnih metodah.

Merilna poročila morajo imeti predpisano vsebino.

E IZDELAVA TEHNOLOŠKEGA ELABORATA IN PLANA KONTROLE DEL

V tehnološkem elaboratu mora izvajalec upoštevati določila te smernice. Izdelati mora načrt kontrole izvedenih del, pri čemer mora zajeti zahteve točke D 4. V tehnološkem elaboratu mora priložiti dokazila iz točke B 1.

Pred začetkom izvajanja posamezne vrste del mora izvajalec del pripraviti tehnološko mapo in jo dati v potrditev nadzornemu inženirju, ki je lahko posameznik ali institucija, ki opravlja naloge nadzora v imenu investitorja.



E 1 PRILOGA 1: Splošni primer izjave o skladnosti

EC – IZJAVA O SKLADNOSTI

Na podlagi Zakona o gradbenih proizvodih, Seznama harmoniziranih standardov ter Pravilnika o potrjevanju skladnosti in označevanju gradbenih proizvodov
podpisani v imenu proizvajalca

IME IN NASLOV PROIZVAJALCA

(ime in naslov proizvajalca ali njegovega zakonitega zastopnika in kraj proizvodnje)

IZJAVLJAM

na osnovi opravljenega začetnega preskusa proizvoda in stalnega izvajanja kontrole proizvodnje
(št. certifikata, če je smiselno),

da je proizvod

IME PROIZVODA in NAMERAVANA UPORABA

(opis proizvoda, vrsta, identifikacija, nameravana uporaba, posebni pogoji, ki se nanašajo na njegovo uporabo, idr.)

DEKLARIRANIH LASTNOSTI

(kopija informacij, ki spremljajo oznako CE)

skladen z zahtevami tehnične specifikacije XXXXX

Kraj in datum:
Mesto, XX, YY, ZZZZ

Pooblaščen podpisnik:
(ime in položaj osebe, odgovorne za podpis izjave)

E 2 PRILOGA 2: Predlog izvajalca za zamenjavo opreme

Objekt: _____ Pogodba, št.: _____

Izvajalec: _____

Predlog, št. ____, za zamenjavo se nanaša na postavko _____ iz poglavja ____ popisa materiala in del iz pogodbenega predračuna, št. _____, pri čemer je predvidena oprema:

opis opreme

proizvod _____

tip _____

ki bi jo nadomestili z:

proizvod _____

tip _____

skupaj z naštetimi dodatno opremo (priloga, št. _____, št. listov ____).

Razlog(i) za predlog po zamenjavi opreme:

Za ugotavljanje skladnosti predlagane opreme s pogodbeno prilagamo dokazno tehnično dokumentacijo, ¹ ki zajema:

1. tehnične podatke pri:
 - projektiranih pogojih (priloga št. ____, št. listov ____)
 - nazivnih pogojih (priloga št. ____, št. listov ____)
2. tovarniške/delavniške risbe postavitve oziroma namestitve z navedbo mer: (priloga št. ____, št. listov ____)
3. predpisana potrdila ustreznosti – certifikati:
 - povezana z električnimi varnostnimi predpisi (priloga št. ____, št. listov ____)
 - povezana s požarno varnostjo (priloga št. ____, št. listov ____)

Predlog z dokazno tehnično dokumentacijo je pripravil odgovorni predstavnik izvajalca:

ime in priimek: _____ podpis: _____

Predlog z dokazno tehnično dokumentacijo po pooblastilu investitorja je prevzel:

ime in priimek: _____ podpis: _____

Datum predaje/prevzema: _____

Projektant ☐ potrjuje ☐ ne potrjuje enakovrednost predloga za zamenjavo opreme.

Nadzor ☐ potrjuje ☐ ne potrjuje enakovrednost predloga za zamenjavo opreme.

Investitor se s predlogom izvajalca za zamenjavo opreme ☐ strinja ☐ ne strinja.

¹ Splošne kopije iz katalogov proizvajalcev opreme in materiala za potrjevanja ne pridejo v poštev. Vsak list iz prilog mora potrditi izvajalec s podpisom in pečatom.



E 3 PRILOGA 3: Zapisnik o prevzemu inštalacije strelovoda

Objekt z lokacijo:

Predajnik (izvajalec in pooblaščen vodja del):

Prevzemnik (upravnik, pooblaščenec za vzdrževanje in uporabo objekta):

Nadzornik za električne inštalacije:

Namen izdelave tega zapisnika o primopredaji sta preverba in zagotovitev, da je izvedena inštalacija strelovoda izvedena v celoti in skladno z obsegom pogodbe.

Prva faza: PREVERBA CELOVITOSTI

1. Primerjava vgrajene opreme iz pogodbenega predračuna

Ugotovitve:

2. Skladnost s tehničnimi predpisi, pravilniki in pogodbenimi določili

Ugotovitve:

3. Dostopnost za uporabo in vzdrževanje vgrajenih delov

Ugotovitve

4. Primopredajna dokumentacija, nujna za vzdrževanje in obratovanje (navodila, garancijski listi)

Ugotovitve:

Druga faza: PREVERBA FUNKCIONALNOSTI

1. Pregled merilnih zapisnikov

Ugotovitve:

Tretja faza: ŠOLANJE UPRAVNIKA IN UPORABNIKA

1. Šolanje upravnika in uporabnika s predajo projektne tehnične dokumentacije, navodili za uporabo in vzdrževanje

Ugotovitve:

ZAKLJUČEK

Uspešnost/neuspešnost primopredaje:

Kraj in datum primopredaje:

Zapisnik potrjujejo s podpisom:

Predajnik (izvajalec in pooblaščen vodja del):

Prezemnik (investitorjev pooblaščenec):

Nadzornik za električne inštalacije:



Beleške:

Handwriting practice area consisting of 20 horizontal dotted lines.

