

SUVREMENE ZABLUEDE PO PITANJU UČINKOVITOST AKTIVNIH GROMOBRANSKIH HVATALJKI

Prof. dr. sc. Slavko Vujević, dipl. ing., Prof. dr. sc. Rino Lucić, dipl. ing.
FESB Split, R. Boškovića b.b., HR-21000 Split

Sažetak: U novije vrijeme, diljem svijeta, sve je veći pritisak proizvođača i prodavatelja neklasičnih (aktivnih) sustava zaštite od munje da se njihovi sustavi masovno primijene. To su, prije svega, CTS / DAS sustavi čiji se princip rada zasniva na sprječavanju nastanka munje i ESE sustavi čiji je princip rada prethodno uzlazno izbijanje. Ovi sustavi, pogotovo ESE sustav, sve se više nude i na domaćem tržištu, a pri oglašavanju njihovih značajki ističe se da su superiorniji u odnosu na klasični Franklinov sustav zaštite od munje. U radu su ukratko opisane značajke pojedinog sustava te je zaključeno da ne postoji eksperimentalni dokaz da su aktivne gromobranske hvataljke učinkovitije od klasične Franklinove štapne hvataljke iste visine. Razmotren je i problem zamjene radioaktivnih gromobranksih hvataljki.

Ključne riječi: Aktivne gromobranske hvataljke, vanjski LPS, CTS / DAS tehnologije, ESE tehnologije, radioaktivne gromobranske hvataljke

1. UVOD

Mnoštvo IEC normi iz područja zaštite od munje, uključujući i normu HRN IEC 61024-1 prevedenu na hrvatski jezik (1), nedavno je zamijenjeno novim skupom normi objedinjenim pod zajedničkom oznakom IEC 62305. Prva četiri dijela ove norme (2) - (5) objavljena su u siječnju 2006. godine, a očekuje se i skoro objavljanje preostalog petog dijela ove norme (6). Prema HRN IEC 61024-1 normi, gromobraska instalacija ili, drukčije rečeno, instalacija za zaštitu od munje naziva se: vanjski sustav zaštite od munje, odnosno vanjski LPS (external Lightning Protection System). Uloga vanjskog LPS-a je prihvaćanje izravnog udara munje u objekat, uključujući udare u bok objekta, te odvođenje struje munje u tlo bez termičkih ili mehaničkih oštećenja te bez pojave opasnih iskrenja koja mogu izazvati požar ili eksploziju. Vanjski LPS se sastoji od sustava hvataljki, sustava odvoda i sustava uzemljenja. Uloga gromobranske hvataljke je prihvaćanje udara munje. Prema IEC 62305-3 normi, sustav hvataljki može biti izведен od bilo koje kombinacije: a) štapova, b) razvučenih žica i c) mreže vodiča. Ustvari, IEC normama je predviđen tzv. klasični sustav zaštite od munje, što je koncepcijski Franklinov sustav zaštite od munje, izumljen davne 1753. godine. Takav klasični sustav zaštite od munje predviđa i većina međunarodnih i nacionalnih normi, npr. NFPA 780 američka norma za zaštitu od munje (7).

Od samog Franklinovog izuma sustava zaštite od munje, mnogi istraživači su nastojali postići što djelotvorniji sustav zaštite od munje, rukovodeći se tehnico-ekonomskim kriterijima. Posljednjih desetljeća tržište je preplavljenovo novim neklasičnim (aktivnim) sustavima zaštite od munje, a dominantna su dva takva neklasična sustava. Prvi od njih je sustav za sprječavanje nastanka munje, koji je poznat kao CTS sustav (Charge Transfer System) ili pak kao DAS sustav (Dissipation Array System). Drugi neklasični sustavi su ESE sustavi (Early Streamer Emission), odnosno sustavi s prethodnim uzlaznim izbijanjem.

Vodeći svjetski znanstvenici i nezavisni stručnjaci iz područja zaštite od munje, koji su zagovornici Franklinovog sustava zaštite od munje, i proizvođači i prodavatelji neklasičnih sustava zaštite od munje, diljem svijeta, oštro se sukobljavaju oko učinkovitosti neklasičnih sustava zaštite od munje (8). Stoga će u ovom radu biti ukratko predstavljeni svi ti sustavi te će, na osnovi dostupnih spoznaja, biti izvedeni i zaključci o njihovoj učinkovitosti.

2. KLASIČNI LPS

Prema normi IEC 62305, klasični LPS se sastoji od vanjskog LPS-a i unutarnjeg LPS-a. Vanjski LPS se sastoji od sustava hvataljki na vrhu objekta, niskootpornog uzemljivačkog sustava i sustava odvoda od niskootpornog materijala. Kod objekata viših od 20 m, svakih 20 m se odvodi povezuju horizontalnim vodičima. S obzirom na učinkovitost vanjskog LPS-a, razlikujemo četiri razine zaštite.

Unutarnji LPS obuhvaća sve postupke koji doprinose smanjenju učinaka struje munje unutar zaštićenog prostora. Osnovne mjere unutarnjeg LPS-a su ekvipotencijalizacija te postizanje sigurnosnog razmaka između vodljivih dijelova u zaštićenom prostoru radi sprječavanja opasnog iskrenja. Nadalje, električni i elektronički sustavi unutar objekta štite se pomoću uređaja prenaponske zaštite.

Kod vanjskog LPS-a, važan je razmještaj hvataljki. Pri projektiranju sustava hvataljki mogu se primijeniti metode: a) metoda zaštitnog kuta, b) metoda kotrljajuće kugle i c) metoda veličine oka mreže. Naravno, može se koristiti i kombinacija ovih metoda.

Provođači i prodavatelji ESE hvataljki i CTS / DAS uređaja vrlo često osporavaju učinkovitost klasičnog vanjskog LPS-a. Međutim, niz podataka o učinkovitosti klasičnog vanjskog LPS-a može se naći npr. u radovima (9) i (10), koji su pisani na traženje NFPA (National Fire Protection Association) radi dokumentiranja valjanosti klasičnih gromobranksih hvataljki.

3. SUSTAVI ZA SPRJEČAVANJE NASTANKA MUNJE

Iako je koncept mnogo stariji, komercijalizaciju CTS / DAS sustava je započela tvrtka LEA (danasm LEC) ranih 1970-ih godina. Zamisao o sprječavanju nastanka munje se zasniva na tvorbi uređaja koji imaju hvataljke (ionizatore) s mnoštvom šiljaka koji bi trebali odaslati dovoljnu količinu naboja koja će stići do oblaka i neutralizirati nabolj u oblacima. Ionizator u obliku kišobrana prikazan je na Slici 1, a ionizator u obliku ježa na Slici 2. Ubrzo je američka vlada zatražila provjeru učinkovitosti CTS / DAS sustava, a rezultati provjere se nalaze u izvještaju objavljenom 1977. godine (11). Zaključak je bio da nastanak munje ne može biti spriječen. To su potom potvrđile i druge studije, npr. (12) - (14). Nakon višekratnih udara munje u CTS / DAS uređaje, tvorci tih uređaja su revidirali svoju teoriju prestavši tvrditi da se pomoću CTS / DAS uređaja može neutralizirati nabolj u oblacima. Umjesto toga, počeli su govoriti da postoji razlog vjerovati da CTS / DAS uređaji mogu smanjiti učestalost udara munje. Koncept CTS / DAS sustava tvrtke LEC prikazan je na Slici 3.

Slika 1. Ionizator u obliku kišobrana

Slika 2. Ionizator u obliku ježa

Slika 3. Koncept CTS / DAS sustava tvrtke LEC

Proizvođači CTS / DAS uređaju su, zahvaljujući agresivnom marketingu, uspjeli prodati tisuće takvih uređaja. To ih je ohrabriло да поčnu tvrditi da je mnoštvo njihovih zadovoljnih kupaca najbolji dokaz da CTS / DAS uređaji sprječavaju nastanak munje. Osim toga, jedan takav masovno rabljeni uređaj treba i odgovarajuću normu. S tim ciljem LEC je čak u pet

navrata bezuspješno predlagao NFPA normu, a posljednji put prijedlog norme je odbačen u siječnju 2005. godine. Prethodno je prijedlog norme odbačen 1989., 1991., 2000. i 2002. godine. Osim toga, LEC je bezuspješno pokušavao ishoditi i IEEE normu. U tom nastojanju je uveden i naziv CTS umjesto prvobitnog naziva proizvoda DAS pod kojim je proizvod bio registriran. U svom dopisu od 24. studenog 2000. godine, upućenom Odboru za norme PES sekcije IEEE-a, uvaženi je professor emeritus C. A. Moore iz Novog Meksika konstatirao da je predloženi CTS / DAS sustav, opisan u prijedlogu IEEE norme, popis želja, a ne znanost (15).

Sveobuhvatna se prosudba CTS / DAS sustava nalazi u radu Umana i Rakova (16). I u tom radu je zaključeno da CTS / DAS uređaji ne mogu sprječiti nastanak munje. Ovaj rad je od posebne važnosti jer je bio općepodržan od znanstvenika, uključujući ICLP (International Conference on Lightning Protection), American Geophysical Union i American Meteorological Society.

Učinkovitost CTS / DAS uređaja osporili su i ruski znanstvenici. Oni su eksperimentalno utvrdili da količina naboja kojeg ispušta CTS / DAS uređaj nije značajno veća od količine naboja koju ispušta klasična štapna hvataljka. Osim toga, ruski znanstvenici su utvrdili da munje udaraju u CTS / DAS uređaje i u pomoću njih štićeni objekat.

4. RADIOAKTIVNE ESE HVATALJKE

Prvi uređaji s prethodnim uzlaznim izbijanjem (ESE) bile su radioaktivne gromobranske hvataljke, koje sadrže radioaktivno punjenje postavljeno pri vrhu hvataljke. Ideja je bila da će radioaktivno zračenje ionizirati zrak i na taj način trasirati put za naboј iz oblaka. Kad bi to bila istina, onda bi radioaktivne ESE hvataljke imale mnogo veći zaštićeni prostor od klasične štapne hvataljke. Međutim, vrlo brzo je utvrđeno da radioaktivna ESE hvataljka nije ništa učinkovitija od klasične Franklinove štapne hvataljke iste visine. To su prvi pokazali Müller-Hillerbrand 1962. godine (17) i Baatz 1972. godine (18). Poslije su to potvrdili i drugi istraživači (npr. Golde, 1977.) pa je vrlo brzo u većini zemalja zabranjena upotreba radioaktivnih ESE hvataljki.

Prema podacima APO agencije (www.apo.hr), koji se mogu pronaći u Novostima br. 9, u Republici Hrvatskoj je bilo postavljeno ukupno 430 radioaktivnih gromobranksih hvataljki.

Prema stavku 1. članka 143. Pravilnika o uvjetima i mjerama zaštite od ionizirajućih zračenja za obavljanje djelatnosti s radioaktivnim izvorima (NN 84/00), zabranjena je ugradnja novih radioaktivnih gromobrana, a svi radioaktivni gromobrani su morali biti uklonjeni najkasnije do 31. prosinca 2005. godine. Evidenciju o radioaktivnim gromobranima vodi Državni zavod za zaštitu od zračenja Republike Hrvatske, dok inspekcijski nadzor obavlja Ministarstvo zdravstva. Svaki radioaktivni izvor je upisan u središnji registar izvora ionizirajućih zračenja kojeg vodi Državni zavod za zaštitu od zračenja.

Autori ovog članka su u Ministarstvu zdravstva i u Državnom zavodu za zaštitu od zračenja provjerili da li je zakonska obveza o uklanjanju svih radioaktivnih gromobrana do 31. prosinca 2005. ispoštovana. I utvrdili su zapanjujuću činjenicu da je dana 14. ožujka 2006. godine bilo još 170 neuklonjenih radioaktivnih gromobrana diljem Republike Hrvatske. Od ukupno 430 radioaktivnih gromobrana ikad postavljenih, još ih je neuklonjeno čak 170? Dakle, 40 %.

U normalnom radu radioaktivno punjenje ne predstavlja neku opasnost za zdravlje ljudi. Međutim, ako ga netko nestručan demontira ili pak ako padne s krova ili sa stupa na zemlju, tada predstavlja ozbiljnu opasnost za zdravlje ljudi.

5. NERADIOAKTIVNE ESE HVATALJKE

Neradiokativne ESE hvataljke su se razvile kao zamjena za radioaktivne ESE hvataljke nakon što se pokazalo da radioaktivne hvataljke nisu učinkovitije od Franklinove štapne hvataljke. Dva su osnovna tipa neradioaktivnih ESE hvataljki. U prvi tip spadaju ESE hvataljke koje nisu spojene na vanjski izvor (Prevectron, DynaspHERE, Intercepor, itd.), dok u drugi tip spadaju ESE hvataljke koje su spojene na vanjski izvor s pulzirajućim naponom (Pulsar, Corona II, Satelit, itd.).

ESE sustavi su slični klasičnom vanjskom LPS-u. Međutim, njegovi proizvođači i prodavatelji tvrde da ESE hvataljka uslijed stvorenog prethodnog uzlaznog izbijanja značajno povećava zaštićeno područje u odnosu na Franklinovu štapnu hvataljku iste visine. Dakle, prethodno uzlazno izbijanje je, prema pretpostavci, toliko intenzivno da se na umjetan način povećava visina hvataljke i time bitno povećava hvataljkom zaštićeni prostor. Na osnovi te teorijske pretpostavke, proizvođači i prodavatelji ESE hvataljki zagovaraju tezu da se Faradayev kavez kojeg tvori vanjski LPS propisan IEC normama može bitno osiromašiti te da su za zaštitu velikih objekata dovoljne jedna do dvije ESE hvataljke s po jednim odvodom.

Najpoznatiji svjetski proizvođači i/ili prodavatelji neradioaktivnih ESE hvataljki prvog tipa, koje nisu spojene na vanjski izvor, su tvrtke:

- Indelec - Francuska,
- Heary Bros. Lightning Protection - SAD,
- National Lightning Protection Corporation - SAD,
- Lightning Preventor of America - SAD,
- Lightning Protection International of Tasmania - Australija.

Za nas je od posebnog interesa ESE hvataljka Prevectron (Slika 4) koju proizvodi i prodaje francuska tvrtka Indelec. Prevectron se nudi na evropskom i hrvatskom tržištu, a na američkom tržištu ga prodaje tvrtka National Lightning Protection Corporation.

Slika 4. Hvataljka Prevectron 2-S6.60

Prema specifikacijama proizvođača, princip rada Prevectrona je taj da se on ponaša kao kondenzator koji prikuplja naboј iz okolnog prostora kada jakost električnog polja u okolnom prostoru značajno poraste uslijed približavanja glave munje. Teorijska pretpostavka je da se s približavanjem glave munje u Prevectronu skupi dovoljno naboja da dođe do prethodnog uzlaznog izbijanja koje se spoji s kanalom munje.

Vodeći znanstvenici svijeta iz područja zaštite od udara munje dokazali su teorijski i mjerenjem da ni neradioaktivne ESE hvataljke nisu ništa učinkovitije od Franklinove štapne hvataljke iste visine (8) - (10), (16), (19) - (25). Međutim, ono što nije uspjelo tvorcima jednako (ne)učinkovitih CTS sustava, uspjelo je proizvođačima Prevectrona. Oni su uspjeli isposlovati izdavanje normi u Francuskoj (26) i u nekoliko evropskih zemalja, koje normiraju upotrebu Prevectrona, odnosno ESE hvataljki. Prema podacima tvrtke Indelec (www.indelec.com), to su norme:

- NF C 17-102 - Francuska
- UNE 21-186 - Španjolska
- I 20 - Rumunjska
- JUS N.B4.810 - Srbija i Crna Gora
- STN 3-1391 - Slovačka

Prevectron je izumljen 1986. godine, a francuska norma NF C 17-102 objavljena je 1995. godine, dok je španjolska norma UNE 21-186 objavljena 1996. godine. Prema tim normama i podacima proizvođača, zaštićeni prostor hvataljke Prevectron 2 ima oblik prikazan na Slici 5.

Slika 5. Deklarirani zaštićeni prostor hvataljke Prevectron 2

Upotrebi ESE tehnologija oštro se protive vodeći svjetski znanstvenici i stručnjaci, uključuju nezavisne znanstvenike i stručnjake iz Francuske (20). Nakon zaključka INERIS-ove studije (20) da je ESE teorija pogrešna te da nije ni na koji način potvrđena veća učinkovitost ESE hvataljki u odnosu na Franklinovu štapnu hvataljku iste visine, otpor nezavisnih pojedinaca i grupa u Francuskoj prema ESE tehnologiji se bitno povećao. Pod pritiskom protivnika ESE tehnologije, pristupilo se promjeni francuske norme NF C 17-102 u prvoj polovini 2001. godine. Međutim, novi prijedlog francuske norme za ESE hvataljke odbacili su protivnici ESE tehnologija tražeći mnogo veće promjene i povlačenje norme iz 1995. godine. To je omogućilo prodavateljima i proizvođačima ESE hvataljki da i dalje koriste diskreditiranu normu NF C 17-102 iz 1995. godine prilikom predstavljanja svojih ESE hvataljki.

6. PRAVNA DEMISTIFIKACIJA UČINKOVITOSTI ESE HVATALJKI U SAD-u

Usprkos višegodišnjem nastojanju, zagovornici ESE tehnologija nisu uspjeli u nakani da se u SAD-u usvoji NFPA norma za ESE uređaje.

Prvi Prijedlog norme NFPA 781 za ESE uređaje odbačen je 1995. godine. Zagovornici ESE tehnologija, predvođeni tvrtkom Heary Bros., tužili su NFPA i druge. Okružni sud u Arizoni je naložio da se načini novi znanstveno utemeljeni prijedlog norme NFPA 781. Prihvaćanju preinačenog prijedloga norme oštro se usprotivilo 17 vodećih svjetskih znanstvenika iz 15 zemalja koji su članovi Znanstvenog komiteta Međunarodne konferencije za zaštitu od munje (Scientific Committee of ICLP). U svom očitovanju odasланом NFPA dana 26. veljače 1999. godine (27), zaključno su istakli da je očito da koncept ESE hvataljki ne može postići nivo sigurnosti definiran prijedlogom norme te da prijedlog norme ne udovoljava minimalnim zahtjevima po pitanju sigurnosti, pa ga stoga treba po drugi put u cijelosti odbaciti. Tako je i po drugi put odbačen prijedlog norme NFPA 781. To je bio razlog da se sudske sporove između zagovornika ESE tehnologija, predvođenih tvrtkom Heary Bros., s jedne strane i NFPA i drugih s druge strane nastavi.

Vezano s odbacivanjem prijedloga norme NFPA 781, pred Okružnim sudom u Arizoni, tri ESE tvrtke predvođene tvrtkom Heary Bros. tužile su 1996. godine i jedno trgovачko društvo (Lightning Protection Institute) kao i dvije tvrtke (Thompson Lightning Protection Inc., East Coast Lightning Equipment). Međutim, tužitelji nisu uspjeli pred sudom dokazati da su ESE hvataljke učinkovitije od klasičnih Franklinovih štapnih hvataljki. Stoga je usvojena protutužba i prodavatelji ESE hvataljki su osuđeni zbog lažnog oglašavanja vezano za učinkovit ESE hvataljki u odnosu na klasične Franklinove štapne hvataljke. Ovom presudom, donesenom u listopadu 2003. godine (28), odbačena je tvrdnja prodavatelja ESE uređaja da njihove hvataljke stvaraju veći zaštićeni prostor no Franklinove štapne hvataljke iste visine. Sud je utvrdio da prodavatelji ESE hvataljki nemaju pouzdane laboratorijske dokaze za svoje tvrdnje te da su prekršili američki zakon o istinitom oglašavanju. Osim toga, sud nije uvažio sukladnost tvrdnji tužitelja s nacionalnih normama drugih zemalja kao dokaz da su ESE hvataljke učinkovitije od Franklinovih štapnih hvataljki.

Dana 7. listopada 2005., Okružni sud u Arizoni presudio je u prethodno spomenutom sporu između zagovornika ESE tehnologija, predvođenih tvrtkom Heary Bros., i NFPA i drugih (29). Tom je presudom sud prodavateljima ESE hvataljki zabranio oglašavati da ESE hvataljke imaju veći

zaštićeni prostor od Franklinovih štapnih hvataljki. Zagovornicima ESE hvataljki nije pomoglo ni pozivanje na francusku normu (26) kao ni na norme drugim zemalja koje odobravaju upotrebu ESE hvataljki i prihvaćaju teorijsku pretpostavku da ESE hvataljka ima veći zaštićeni prostor od Franklinove hvataljke. Proizvođači i prodavatelji ESE hvataljki zagovaraju da se velika zgrada može zaštiti s jednom ili dvije ESE hvataljke i to u slučaju kada IEC i NFPA norme predviđaju 20 ili više Franklinovih štapnih hvataljki i mnoštvo odvoda za takvu zgradu. Ako učinkovitost ESE hvataljke nije veća od učinkovitosti Franklinove štapne hvataljke, to znači da tisuće objekata koji su zaštićeni s ESE hvataljkama i malim brojem odvoda ima veoma neučinkovitu zaštitu od munje te je za takve objekte rizik od nastanke štete uslijed udara munje veoma velik. Mnogo veći problem je taj što su prodavatelji pomoću ESE hvataljki zaštitili mnoga otvorena sportska borilišta diljem SAD-a i drugih zemalja prethodno uvjerivši vlasnike tih sportskih borilišta da su gledatelji i natjecatelji zaštićeni od udara munje tijekom grmljavinskih oluja, pa se, u tom slučaju, sportska natjecanja ne trebaju prekidati. Suprotno tome, klasični sustav zaštite od munje s Franklinovim hvataljkama nije nikad bio predviđen za zaštitu otvorenih prostora kao što su sportska borilišta. Na osnovi presude Okružnog suda u Arizoni, vlasnici sportskih borilišta, u području nadležnosti tog suda, ubuduće će morati prekidati sportska natjecanja i evakuirati natjecatelje i gledatelje u slučaju grmljavinskog nevremena. U protivnom će morati odgovarati za nastale štete i gubitak ljudskih života, bez obzira tko im je isporučio i ugradio ESE sustave.

7. GLAVNI ARGUMENTI PROTIV UPORABE AKTIVNIH GROMOBRANSKIH HVATALJKI

Teoriju o većoj učinkovitosti aktivnih gromobranskih hvataljki osporili su vodeći svjetski znanstvenici, a to su potvrđili i rezultati eksperimenata nezavisnih institucija i pojedinaca.

Po pitanju (ne)učinkovitosti radioaktivnih ESE hvataljki već pođavno nema dvojbi. Međutim, po pitanju (ne)učinkovitosti CTS / DAS tehnologija za sprječavanje nastanka munje i neradioaktivnih ESE tehnologija, rat između zagovornika i oponenata neprekidno traje tijekom zadnjih dvadesetak godina. Poseban su problem ESE tehnologije budući da postoji nekoliko nacionalnih normi koje su zasnovane na teorijskim postavkama o nadmoćnosti ESE tehnologija u odnosu na klasični vanjski LPS s Franklinovim hvataljkama.

Neki od razloga za odbacivanje ESE teorije su:

- Kod silaznog udara munje, uzlazno izbijanje iz ESE hvataljke se može dogoditi tek kad glava munje sama od sebe dođe u blizinu hvataljke, jer je energija prikupljena u hvataljci premašena da se stvari značajno prethodno uzlazno izbijanje koje bi bitno povećalo zaštićeni prostor u odnosu na Franklinovu štapnu hvataljku iste visine.
- Ako i dođe do prethodnog uzlaznog izbijanja, njegova brzina će biti mnogo manja no što predviđa ESE teorija.
- Prema elektrogeometrijskom modelu, pretjerano povećavanje visine štapnih hvataljki ne smanjuje značajno potrebnii broj hvataljki.

Ako prihvatimo tvrdnju da ESE hvataljke imaju isti stupanj učinkovitosti kao i Franklinove štapne hvataljke iste visine, onda isпадa da izvedbom vanjskog LPS-a s jednom do dvije ESE hvataljke s po jednim odvodom platimo punu cijenu za nepotpunu zaštitu objekta.

Glavni problem je u tome što prodavatelji i proizvođači ESE sustava i pripadne norme zagovaraju da se objekat može zaštiti s bitno manjim brojem hvataljki i odvoda u odnosu na klasični vanjski LPS. Izvedbom vanjskog LPS-a s malim brojem ESE hvataljki i bitno osiromašenim Faradayevim kavezom, u konačnici imamo vrlo neučinkovitu zaštitu od munje. Poseban je problem zaštita otvorenih prostora, kao što su sportska borilišta, izvedena pomoću ESE sustava. S obzirom na prethodno navedene spoznaje, takva se zaštita može smatrati

neadekvatnom. Klasični pristup zaštiti od munje i IEC norme ne predviđaju zaštitu otvorenih prostora.

Ako ESE hvataljka stvara značajno prethodno uzlazno izbijanje, onda bi ga bilo moguće fotografirati pomoću Boysove kamere. U nemogućnosti da naprave takve fotografije, zagovornici ESE tehnologija i dalje inzistiraju na valjanosti svoje teorije. Međutim, postoje fotografije koje opovrgavaju stvaranje značajnog prethodnog izbijanja aktivnih gromobranskih hvataljki (30).

8. NEKE OD EKSPERIMENTALNIH POTVRDA NEUČINKOVITOSTI NERADIOAKTIVNIH ESE HVATALJKI

Neke od eksperimentalnih potvrda neučinkovitosti ESE hvataljki navedene su u radu (31). Prilikom laboratorijskih ispitivanja na sveučilištu u Manchesteru, Engleska (32), jedna pored druge bile su postavljene tri ESE hvataljke (Prevectron 2-S6.60, DynaspHERE 3000, Pulsar 60) i Franklinova štapna hvataljka. Od ukupno 420 ispitivanja, u 55 (13,1 %) slučajeva nije bilo izbijanja, u 200 (47,6 %) slučajeva došlo je do izbijanja u Franklinovu štapnu hvataljku, a u samo 165 (39,3 %) slučajeva došlo je do izbijanja u neku od triju ESE hvataljki. Slični rezultati su dobiveni i prilikom laboratorijskih ispitivanja na sveučilištu u Damasku, Sirija (33) i tehničkom sveučilištu u Ilmenau, Njemačka.

Od posebne je važnosti ispitivanje koje je provedeno u Novom Meksiku, SAD u prirodnim uvjetima (34). U ispitnoj stanici na nadmorskoj visini od 3287 metara (Slika 6) bile su postavljene tri hvataljke: ESE hvataljka, Franklinova štapna hvataljka sa zašiljenim vrhom te Franklinova štapna hvataljka sa zaobljenim vrhom (Slika 7). Tijekom osmogodišnjeg ispitivanja, svi izravni udari munje bili su u Franklinovu štapnu hvataljku sa zaobljenim vrhom.

Slika 6. Ispitna stanica u Novom Meksiku, SAD

Slika 7. Raspored i vrsta hvataljki - ispitna stanica u Novom Meksiku

U glavnom gradu Malezije, Kuala Lumpuru, postavljen je znatan broj različitih ESE šapnih hvataljka na mnogim zgradama, počevši od 1990-ih. U toj zoni s ekstremno velikim brojem olujnih aktivnosti (više od 200 dana godišnje), jedinstvena je prigoda za ispitivanje učinkovitosti tih hvataljka u prirodnim uvjetima. Takvo ispitivanje je provedeno, a rezultati su opisani u članku (35). Više od 80 % zgrada viših od 60 m doživjelo je barem jedan udar munje. Zabilježene su mnoge štete. Munje su ponegdje udarile sasvim blizu ESE uređaja ili ispod ESE uređaja.

Novijeg je datuma izravni udar munje u sportsku dvoranu Alcobendas (Madrid, Španjolska) koji se dogodio 8. listopada 2005. godine. Dvorana je bila zaštićena ESE hvataljkom. Ta zaštita se pokazala vrlo neučinkovitom, što svjedoči i Slika 8.

Slika 8. Posljedice udara munje u sportsku dvoranu u Madridu

9. PROBLEM ZAMJENE RADIOAKTIVNIH HVATALJKI

Mnogi su objekti u svijetu bili zaštićeni od udara munje radioaktivnim gromobranima, što je bilo propisano odgovarajućim pravilnicima i normama. Međutim, vrlo se brzo uvidjelo da takvi gromobrani nisu niti približno učinkoviti kao što se smatralo. Dapače, oni su bili veliki promašaj. Stoga je ugradnja novih radioaktivnih hvataljki bila zabranjena, a postojeći radioaktivni gromobrani su morali biti demontirani do nekog datuma propisanog zakonima pojedine države. Nažalost, mnoge države, pa i naša, nisu do današnjeg dana uklonile sve radioaktivne gromobrane.

Nakon zakonom nametnute demontaže radioaktivnih gromobrana, objekti će ostati ili su ostali bez ikakve zaštite od udara munje. To je idealna prilika za prodavatelje i proizvođače ESE hvataljki da ponude svoju hvataljku kao idealnu zamjenu za radioaktivne hvataljke.

Smatramo da je jedino ispravno rješenje objekte, koji su bili zaštićeni pomoću radioaktivnih gromobrana, zaštitići pomoću vanjskog LPS-a u skladu s normom IEC 62305. Zamjena radioaktivne hvataljke ESE hvataljkom ili nekom drugom hvataljkom kao što je npr. hvataljka s kružnim prstenom (25), uz zadržavanje istog broja hvataljki i odvoda nije dobro rješenje kad je riječ o većim objektima koji po IEC normama zahtijevaju veći broj hvataljki i odvoda, odnosno gušću mrežu vodiča (Faradayev kavez).

10. ZAKLJUČAK:

Klasični sustav zaštite od munje je dokazao svoju učinkovitost statističkom usporedbom nastalih šteta na objektima koji su zaštićeni vanjskim LPS-om i onih koji nisu zaštićeni. Elektrogeometrijski model i metoda kotrljajuće kugle su dobra teorijska podloga za projektiranje sustava zaštite od munje.

Nema eksperimentalne potvrde da su CTS / DAS sustavi teorijski zasnovani na sprječavanju nastanka munje i ESE sustavi teorijski zasnovani na prethodnom uzlaznom izbijanju učinkovitiji od klasične Franklinove ESE hvataljke iste visine.

Prema postojećim nacionalnim normama za ESE tehnologiju, veći objekti se štite s jednom ili dvije ESE hvataljke i s po jednom odvodom po hvataljci. Taj sustav predstavlja neučinkovitu zaštitu objekta od udara munje te cijelokupna gromobrandska instalacija ne udovoljava zahtjevima IEC normi.

Objekte koji su bili zaštićeni pomoću radioaktivnih gromobrana, ispravno je zaštitići pomoću vanjskog LPS-a u skladu s normom IEC 62305.

Na osnovi stečenih spoznaja, priklanjamo se mišljenju vodećih svjetskih znanstvenika i stručnjaka iz područja zaštite od munje da aktivne gromobrandske hvataljke bilo da se radi o radioaktivnim ESE hvataljkama, CTS / DAS sustavima ili pak o neradioaktivnim ESE hvataljkama nemaju veću učinkovitost od klasične Franklinove štapne hvataljke.

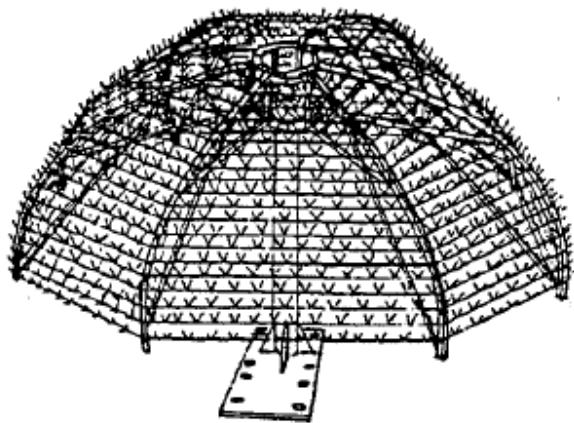
11. LITERATURA

- (1) HRN IEC 61024-1, Zaštita objekata od munje, Prvi dio: Opća načela, 1997.
- (2) IEC 62305-1, Protection Against Lightning - Part 1: General Principles, 2006.
- (3) IEC 62305-2, Protection Against Lightning - Part 2: Risk Management, 2006.
- (4) IEC 62305-3, Protection Against Lightning - Part 3: Physical Damage to Structure and Life Hazard, 2006.
- (5) IEC 62305-4, Protection Against Lightning - Part 4: Electrical and Electronic Systems within Structures, 2006.

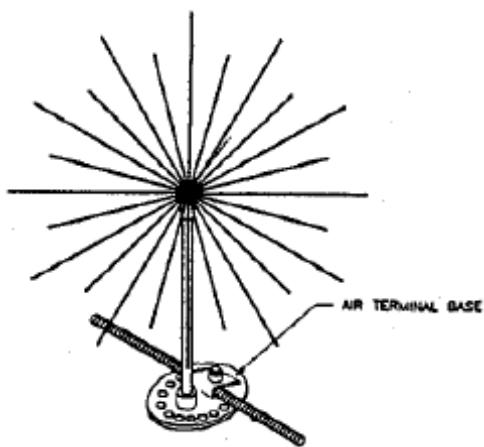
- (6) IEC 62305-5, Protection Against Lightning - Part 5: Services, (to be published)
- (7) NFPA 780, Standard for the Installation of Lightning Protection Systems, 1997.
- (8) A. M. Mousa, War of the Lightning Rods, Electricity Today, No. 2, 2004.
- (9) Federal Interagency Lightning Protection User Group, The Basis of Conventional Lightning Protection Technology: A Review of the Scientific Development of Conventional Lightning Protection Technologies and Standards, 2001.
[\(http://www.lightningsafety.com/nlsi_lhm/conventionalLPT.pdf\)](http://www.lightningsafety.com/nlsi_lhm/conventionalLPT.pdf)
- (10) Report of the Committee on Atmospheric and Space Electricity of the American Geophysical Union of the Scientific Basis for Traditional Lightning Protection Systems, 2001. (http://www.agu.org/focus_group/ASE/NFPA_report.pdf)
- (11) J. Hughes (Editor), Review of Lightning Protection Technology for Tall Structures, Office of Naval Research, Arlington, Virginia, Report No. AD-A075 449, 275 pp. 6, 1977.
- (12) A. M. Mousa, The Applicability of Lightning Elimination Devices to Substations and Power Lines, IEEE Trans. on PowerDelivery, Vol. 13, No. 4, pp. 1120-1127, 1998.
 (Included in section 5.4.5 on the web site of: www.lightningsafety.com)
- (13) A. M. Mousa, Validity of the Lightning Elimination Claim,
[\(http://www.lightningsafetyalliance.com/documents/elimination_claims.pdf\)](http://www.lightningsafetyalliance.com/documents/elimination_claims.pdf)
- (14) W. Rison, There is No Magic to Lightning Protection: Charge Transfer Systems Do Not Prevent Strikes,
 (Included in section 5.4.7 on the web site of: www.lightningsafety.com)
- (15) C. A. Moore, Charge Transfer System is Wishful Thinking, Not Science, 2000.
 (Included in section 5.4.4 on the web site of: www.lightningsafety.com)
- (16) M. A. Uman, V. A. Rakov, A Critical Review of Nonconventional Approaches to Lightning Protection, Bulletin of the American Meteorological Society, Vol. 83, No. 12, pp. 1809-1820, 2002.
 (Included in section 5.4.8 on the web site of: www.lightningsafety.com)
- (17) D. Müller-Hillerbrand, Beeinfussung der Blitzbahn durch radioaktive Strahlen und durch Raumladungen, Elektrotech. Z. Aust., Vol. 83, pp. 152–157, 1962.
- (18) H. Baatz, Radioactive Isotope verbessern nicht den Blitzschutz. Elektrotech. Z., Vol. 93, pp. 101–104, 1972.
- (20) P. Gruet, A Study on Early Streamer Emission Lightning Rods, INERIS (National Institute of Environment, Industry and Hazards), France, 2001.
 English highlights of the Report are given in message #1136 in the archives of [www.LightningProtection@yahoogroups.com](mailto:LightningProtection@yahoogroups.com)
- (21) D. Mackerras, M. Darveniza, A. C. Liew, Review of Claimed Enhanced Lightning Protection of Buildings by Early Streamer Emission Air Terminals, IEE Proceedings on Science Measurement and Technology, Vol. 144. No. 1, pp. 1-10, 1997.
- (22) W. Rison, Experimental Validation of Conventional and Non-Conventional Lightning Protection Systems, Proceedings of the IEEE PES General Meeting, Toronto, Ontario, Canada, 6 pp., 2003.
[\(http://www.lightningsafetyalliance.com/documents/ieee_panel.pdf\)](http://www.lightningsafetyalliance.com/documents/ieee_panel.pdf)
- (23) Z. A. Hartono, I. Robiah, A Long Term Study on the Performance of Early Streamer Emission Air Terminals in a High Keraunic Region,
[\(http://www.lightningsafetyalliance.com/documents/streamer_emission.pdf\)](http://www.lightningsafetyalliance.com/documents/streamer_emission.pdf)
- (24) S. C. McIvor, R. B. Carpenter, M. M. Drabkin, Evaluation of Early Streamer Emission Air Terminals,

(<http://www.ees-group.co.uk/downloads/ESE%20paper.PDF>)

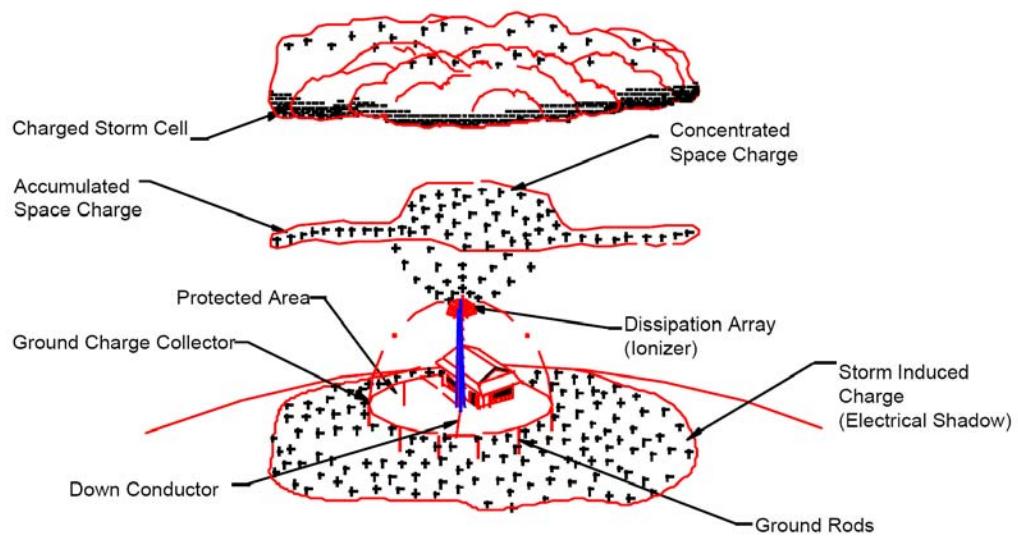
- (25) D. M. Veličković, S. S. Ilić, Đ. A. Denić, O nekim aktuelnim problemima pri ugradnji gromobrana sa uređajem za rano startovanje, I. međunarodna konferencija ELEKTRA I - JUS ISO 14000, Aranđelovac, pp. 318-320, 2000.
- (26) NF C 17-102, Lightning Protection, Protection of Structures and Open Areas Against Lightning Using Early Streamer Emission Air Terminals, 1995.
- (27) C. Mazzetti, Z. Flisowski, A. M. Mousa, The ICLP Statement's to the NFPA Draft Standard 781, 2 pp., 1999.
(Included in section 5.4.3 on the web site of: www.lightningsafety.com)
- (28) A. A. Pedersen, The Result of: A Court Case Concerning ESE Devices (The Short Version), 2004.
(Included in section 5.4.6 on the web site of: www.lightningsafety.com)
- (29) A. A. Mousa, Advertising ESE Claims is Now Illegal, 2005.
(<http://groups.yahoo.com/group/Lightning%20Protection/message/1667>)
- (30) A. A. Mousa, Photo Proves Fallacy of ESE Theory, 2006.
(<http://groups.yahoo.com/group/Lightning%20Protection/message/1697>)
- (31) F. Noack, Early Streamer Emission Devices – Verbesserung des Blitzschutzes?, ETZ, No. 3-4, pp. 2-4, 2002.
- (32) The Electrical Engineering and Power Systems Group, The Results of Tests on ESE & Franklin Terminals, Test Report No. 43427, University of Manchester, Institute of Science and Technology, (no date).
- (33) M. N. Rayes, Untersuchungen über das Blitzschutzverhalten von Early Streamer Emission Terminals (ESET). Elektric, Vol. 53, No. 11-12, pp. 401-405, 1999.
- (34) C. B. Moore, G. Aulich, W. Rison, Responses of Lightning Rods to Nearby Lightning, International Conference on Lightning and Static Electricity (ICOLSE), 2001.
- (35) Z. A. Hartono, I. Robiah, A Study of Nonconventional Air-terminals and Stricken Points in a High Thunderstorm Region, Proceedings of the 25th ICLP, pp. 357–361, 2000.
(<http://www.hvlab.ee.upatras.gr/iclp2000/proceedings/proceedings.htm>)



Slika 1. Ionizator u obliku kišobrana



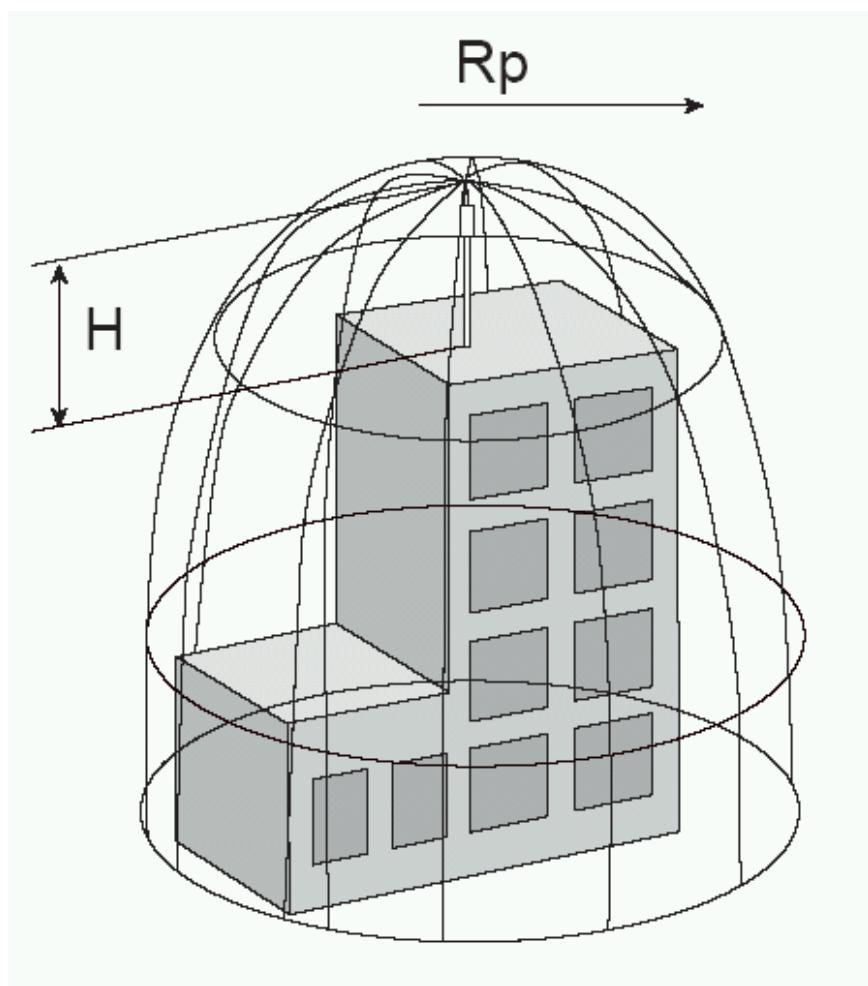
Slika 2. Ionizator u obliku ježa



Slika 3. Koncept CTS / DAS sustava tvrtke LEC



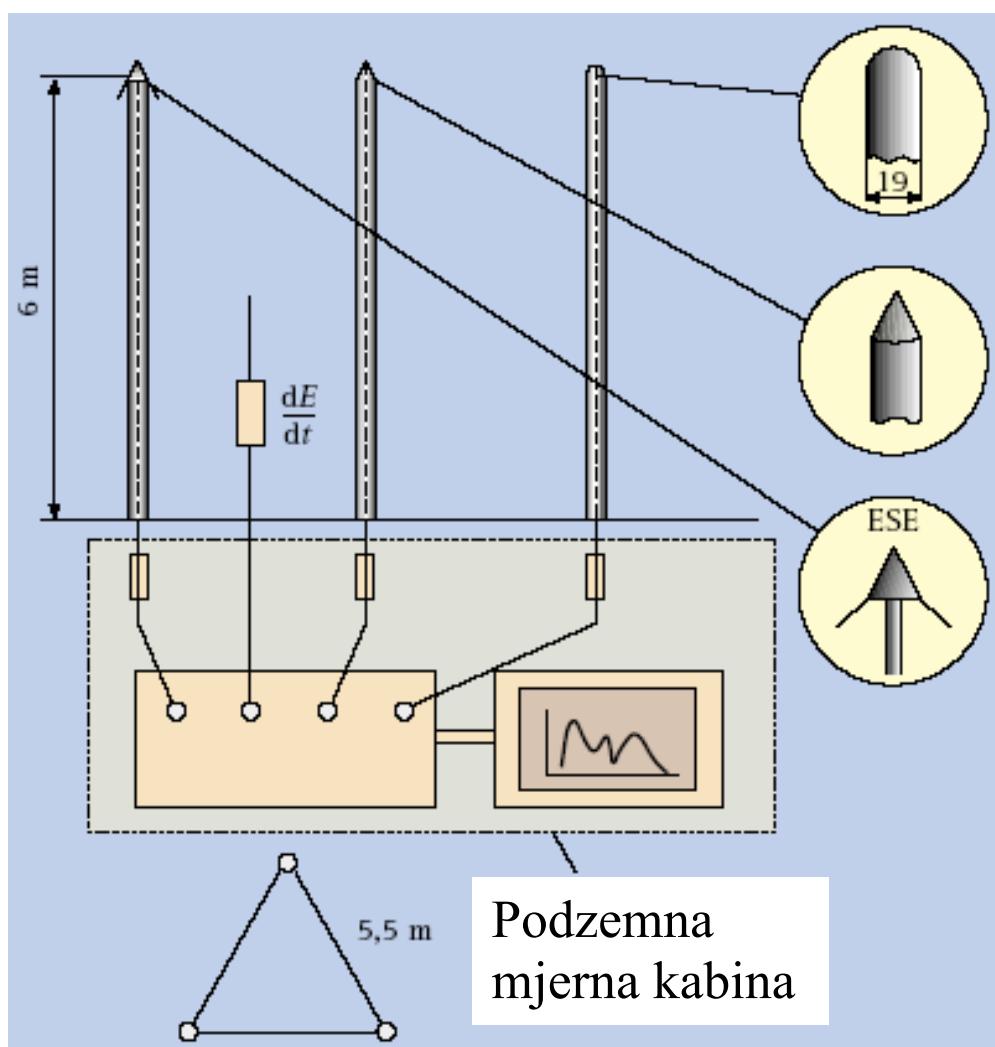
Slika 4. Hvataljka Prevectron 2-S6.60



Slika 5. Deklarirani zaštićeni prostor hvataljke Prevectron 2

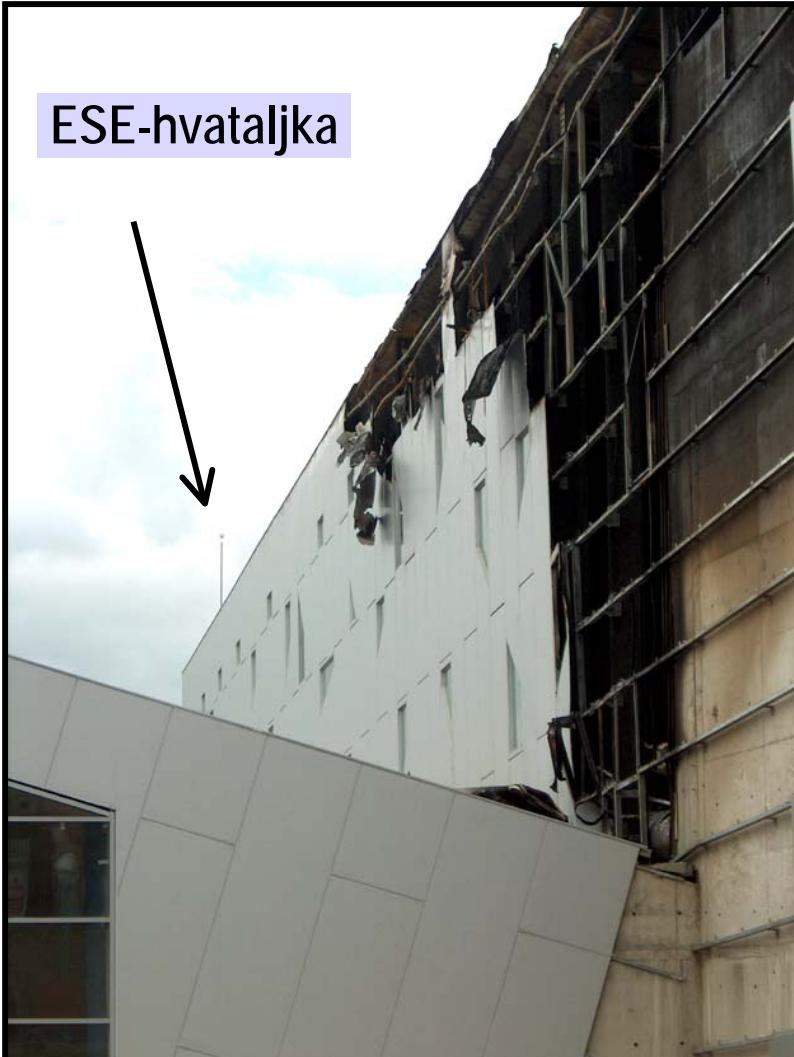


Slika 6. Ispitna stanica u Novom Meksiku, SAD



Slika 7. Raspored i vrsta hvataljki - ispitna stanica u Novom Meksiku

ESE-hvataljka



Slika 8. Posljedice udara munje u sportsku dvoranu u Madridu