Zdravko Marjanović,
potpukovnik, dipl. inž.
VP 8115 Zemun

NOVINE U ZAŠTITI OD GROMA — HVATALJKA SA UREĐAJEM ZA RANO STARTOVANJE

UDC: 621.316.932

Rezime:

U članku je dat prikaz savremenog načina zaštite od atmosferskog pražnjenja primenom hvataljke sa uređajem za rano startovanje. Dati su i rezultati ispitivanja u laboratorijama i na terenu u realnim uslovima.

Ključne reči: atmosfersko pražnjenje, udar groma, udarno rastojanje, zaštitna zona, štapna hvataljka, štapna hvataljka sa uređajem za rano startovanje.

NEWS IN LIGHTNING PROTECTION — EARLY EMISSION ROD

Summary:

In this paper the way of how an early streamer emission lightning rod works is given. Effectiveness assessment in the laboratory and on site testing, using natural lightning conditions, are also presented.

Key words: Atmospheric discharge, lightning stroke, breakdown distance, protection area air-termination rod, early streamer emission rod.

Uvod

U Vojnotehničkom glasniku 4/97 prikazani su novi tehnički propisi i standardi o gromobranskoj zaštiti objekata. Međutim, jedna mogućnost za zaštitu od atmosferskih pražnjenja, zbog svoje specifičnosti i ograničenog prostora, nije obrađena u tom članku. Radi se o hvataljci sa uređajem za rano startovanje, proizvedenoj u Francuskoj, danas vodećoj zemlji u ovoj oblasti tehnike. Hvataljka je patentirana 1986. godine i smatra se najsavremenijim načinom zaštite od atmosferskih pražnjenja.

Upotreba hvataljke sa uređajem za rano startovanje propisana je standardom JUS N.B4.810/96.

Teorijske osnove funkcionisanja i konstrukcija hvataljke sa uređajem za rano startovanje

Za konstrukciju hvataljke sa uređajem za rano startovanje iskorišćeni su poznati elementi mehanizma nastanka atmosferskog pražnjenja [1], tj. saznanje da se formiranjem olujnog oblaka, najčešće između njegove negativne baze i zemlje, influencom stvara prostorni dipol, pri čemu jačina električnog polja ambijenta narasta na vrednost 10 do 15 kV/m. Kada električno polje dostigne nivo od 50 do 100 kV/m javlja se korona efekat, pod čijim uticajem se, sa visokih objekata, obrazuje uzlazni traser, koji se kreće prema oblaku. Susret silaznog i uzlaznog trasera predstavlja atmosfersko

pražnjenje, odnosno »udar groma«, a samo mesto susreta značajno je za razmatranje sa aspekata zaštite.

Hvataljka sa uređajem za rano startovanje blagovremeno definiše mesto susreta van objekta, čime se otklanja opasnost direktnog udara u objekat. Struja pražnjenja se, preko sistema spusnih vodova i uzemljivača, bezbedno i amortizovano odvodi u teren.

Hvataljka sa uređajem za rano startovanje je, u stvari, klasičan Franklinov štap (efekat šiljka) na kojem je ugrađen poseban elektronski sklop. U njemu se elektromagnetsko zračenje, koje potiče iz glave silazećeg stepenastog ili strelastog trasera, *u pravi čas*, transformiše u visokonaponski impuls. Naime, na glavi hvataljke (čija je visina oko 40 cm, prečnik 20 cm i masa oko 3 kg) nalaze se prema zemlji uperene elektrode — sakupljači energije električnog polja, koje prate svaku olujnu aktivnost i napajaju okidački elektronski uređaj. Elektronski okidački uređaj brzo oslobađa akumuliranu

energiju električnog polja preko sistema elektroda uperenih naviše, usled čega generisani joni anticipiraju formiranje uzlaznog trasera. Na taj način ostvaruje se pretpostavka za preferencijalnu definiciju mesta pražnjenja i, što je veoma važno, ona se ostvaruje u pravi čas.

Na slici 1 predstavljena je hvataljka sa uređajem za rano startovanje, koja je poznata pod nazivom PREVECTRON 2, francuskog proizvođača »Indelec«.

Na slici 2 šematski je prikazana slična hvataljka sa uređajem za rano

Sl. 1 — Konstrukcija hvataljke sa uređajem za rano startovanje PREVECTRON 2

Sl. 2 — Šematski prikaz hvataljke sa uređajem za rano startovanje SATELIT

startovanje, pod nazivom SATELIT, francuskog proizvođača »Duval-Messien«, kod koje je napajanje okidačke naprave rešeno solarnim ćelijama u kombinaciji sa niki-kadmijumovim akumulatorom. Okidačka naprava podiže napon na 12 do 24 kV, a stvoreni joni se injektuju naviše uz pomoć Venturi efekta. Detektor promena električnog polja otvara visokonaponsko strujno kolo čim jačina električnog polja dostigne vrednost od 9 kV/m, koja predstavlja nagoveštaj olujne aktivnosti. Ispod te vrednosti uređaj se nalazi u »stand by« režimu.

Hvataljka sa uređajem za rano startovanje predstavlja tehnički unapređen deo gromobranske instalacije. Ona predstavlja efikasan prihvatni vod koji se komponuje u ostale elemente i detalje gromobranske instalacije, kao i kod klasične konstrukcije (spusni vodovi i uzemljivački sistem).

Prema katalogima proizvođača, prednosti hvataljki sa uređajem za rano startovanje su: zagarantovan viši stepen zaštite, samoaktiviranje, elektronska kontrola i distribucija naelektrisanja samo kada postoji opasnost od pražnjenja, kompaktnost konstrukcije, jednostavnost, mali instalacioni i troškovi održavanja, veliki izbor stepena zaštite i odsustvo radioaktivnosti.

Ispitivanja uređaja

Hvataljku sa uređajem za rano startovanje ispitale su renomirane institucije (French National Scientific Research Center i HV Laboratory Les Renadiers) u laboratorijskim uslovima kao i na terenima u Francuskoj i Floridi (French Atomic Energy Commission iz Grenobla). Rezultati ispitivanja mogu se dobiti od proizvođača ili u Saveznom zavodu za standardizaciju.

U laboratoriji za visoki napon, u kojoj je ispitivan PREVECTRON 2, korišćena su dva generatora (slika 3):

prečnik ploče $D=2\text{m}$
 rastojanje od podloge do ploče $H=2,05\text{m}$
 rastojanje vrha hvataljke od ploče $h=1,05\text{m}$

Sl. 3 — Šema ispitivanja u laboratoriji

— generator jednosmerne struje G_1 , namenjen za simulaciju ambijentnog polja za vreme nepogode, jačine električnog polja reda 25 kV/m,

— udarni generator G_2 , maksimalne vrednosti napona impulsa 900 kV i trajanja čela 300 μs .

Generatori su bili povezani za ploču postavljenu iznad hvataljki koje su bile testirane jedna za drugom, pri istom vertikalnom rastojanju ispod ploče.

Udarni generator G_2 povećavao je električno polje između ploče i zemlje i superponirao ga na stalno polje generatora G_1 . Prilikom proboja između ploče i vrha testirane hvataljke, generator G_2 je dolazio u kratak spoj, pri čemu je impuls električnog polja imao oblik kao na slici 4.

Sl. 4 — Impuls električnog polja

Eksperimenti su pokazali da, pri istim laboratorijskim uslovima okruženja za hvataljku sa uređajem za rano startovanje i klasičnu Franklinovu hvataljku, proboj kod hvataljke sa uređajem za rano startovanje nastaje pri manjoj vrednosti polja, kao i da se uzlazni traser ranije formira, tj. postoji prednjačenje u vremenu za iznos Δt (slika 5).

Sl. 5 — Impuls pri primeni:

a) — Franklinove hvataljke, b) — hvataljke sa uređajem za rano startovanje

Dobijena vremena prednjačenja statistički su obrađena u skladu sa francuskim nacionalnim standardom NF C 17-02, i kreću se u granicama od 25 do 60 μs . Na osnovu tih vrednosti može se proračunati povećanje udarnog rastojanja, odnosno zaštitne zone, kao i rastojanje ΔR koje je uzlazni traser iz hvataljke za rano startovanje prevaleo za vreme prednjačenja Δt .

Udarno rastojanje R je rastojanje od mesta polaska uzlaznog trasera do mesta sudara sa silaznim traserom. Standard ga je definisao kao poluprečnik fiktivne sfere silaznog trasera i koristi ga za iskaz usvojenog nivoa zaštite.

Pređeni put uzlaznog trasera za vreme prednjačenja iznosi:

$$\Delta R = v \Delta t \text{ (m)} \quad (1)$$

gde je:

v — brzina uzlaznog trasera (m/ μs);
 Δt — vreme prednjačenja (μs) — daje ga proizvođač za svaki konkretan tip hvataljke.

U laboratoriji je izmereno prosečno vreme prednjačenja $\Delta t = 13,33 \mu s$ u odnosu na Franklinovu hvataljku, dok je prosečna brzina napredovanja uzlaznog trasera u laboratoriji 0,5 do 1 m/ μs . Kako je brzina trasera u prirodnim uslovima bar 10 puta veća od izmerenih vrednosti, prema izrazu (1) dobija se da je:

$$\Delta R = 133 \text{ m}$$

Toliki put pređe uzlazni traser sa hvataljke sa uređajem za rano startovanje pre susreta sa silaznim traserom. Kod klasične Franklinove hvataljke uzlazni traser bi, eventualno, tek tada startovao.

Standardom je utvrđena minimalna vrednost za brzinu trasera od 1 m/ μs .

Za razliku od Franklinove hvataljke, za koju se poluprečnik zaštitne zone računa prema izrazu:

$$r_{\max} = \sqrt{h(2R - h)} \text{ (m)} \quad (2)$$

poluprečnik zaštitne zone za hvataljku sa uređajem za rano startovanje (slika 6), na nivou koji je za h niži od hvataljke, može se odrediti prema izrazu:

$$r_{\max} = \sqrt{h(2R - h) + \Delta R(2R + \Delta R)} \text{ (m)} \quad (3)$$

Na slici 6 prikazana je familija krivih koja pokazuje vezu poluprečnika zaštitne zone i visine hvataljke za jedan od standardnih nivoa zaštite ($R=20$ m), pri različitim vremenima prednjačenja (10 do 15 μ s).

Pored laboratorijskih izvedena su i testiranja hvataljke sa uređajem za rano startovanje u realnim uslovima

Sl. 6 — Zavisnosti poluprečnika zaštitne zone i visine hvataljke pri različitim vremenima prednjačenja

na terenu, kako bi se proverili dobijeni rezultati. Za ispitivanja na terenu korišćena su prirodna pražnjenja koja su se odigravala u blizini. U povoljnom momentu lansirana je raketa koja je prema oblaku nosila tanak bakarni provodnik presvučen kevlarom, preko koga je ostvaren »kratak spoj« oblak — zemlja (tehnika »visokog uzemljenja«). Na taj način izazvano je više upotrebljivih pražnjenja, kao i centriranje događaja oko testiranih hvataljki, koje su bile ekvidistantno raspoređene oko lansirnog sistema. Hvataljke su, optičkim kablom preko koaksijalnog priključka, bile povezane za merni sistem koji je pratio i beležio električnu aktivnost na vrhu testiranih hvataljki za vreme promena električ-

nog polja. Oscilogrami su pokazali da hvataljke sa uređajem za rano startovanje, u povoljnom momentu, emituju struju reda veličine 1 A koja prethodi glavnom pražnjenju, dok na uporednom oscilogramu, u isto vreme, Franklinova hvataljka nije pokazivala nikakvu aktivnost.

Oscilogrami su, takođe, pokazali da okidački uređaj hvataljke sa uređajem za rano startovanje reaguje u svim slučajevima povećanja električnog polja ambijenta.

Ilustracije radi, na slici 7 prikazana je gromobranska instalacija za zaštitu otvorenog prostora, gde je primenjena hvataljka sa uređajem za rano startovanje.

Sl. 7 — Primena hvataljke sa uređajem za rano startovanje za zaštitu otvorenog prostora

Zaključak

Hvataljka sa uređajem za rano startovanje mogla bi da nađe primenu u zaštiti zgrada, industrijskih objekata, otvorenog prostora, skladišta goriva, tornjeva, objekata kulture i sl. Cena hvataljke sa uređajem za rano startovanje, bez klasičnog dela gromobranske instalacije, iznosi 6000 do 8000 DM, zavisno od tipa. U Jugoslaviji postoje zastupnici pojedinih proizvođača.

Prema raspoloživim podacima u svetu je ugrađeno oko 100000 ovih uređaja, a u Jugoslaviji oko 300. Na ob-

jektima VJ nije ugrađena nijedna hvataljka sa uređajem za rano startovanje.

Teška ekonomska situacija u VJ, loše iskustvo sa nekada mnogo hvaljenim radioaktivnim gromobranima, kao i nedovoljni podaci o okidačkom sklopu hvataljke sa uređajem za rano startovanje, za sada otežavaju donošenje odluke o njenoj ugradnji. Stoga se smatra da još neko vreme, možda ne dugo, treba sačekati sa primenom hvataljke sa uređajem za rano startovanje.

Literatura:

- [1] Marjanović, Z.: Novi tehnički propisi i standardi o gromobranskoj zaštiti, VTG 4/97.
- [2] Gromobranske instalacije, Opšti uslovi, JUS IEC 1024-1.

- [3] Štapna hvataljka sa uređajem za rano startovanje, JUS N. B4. 810.
- [4] Prospekti proizvođača »Indelec paratonnerres«.
- [5] Prospekt proizvođača »Duval-Messien«.