

UČINKI STRELE V PIJAVI GORICI

Renato Vidrih*, Majda Hržič**

Dne 26. februarja 1989 se je na območju Pijave Gorice zgodil nenavaden pojav. Udarac strele je povzročil potresni sunek. V observatoriju na Golovcu so seizmografi zabeležili tri sunke: ob 18. uri 16 minut 50 sekund, 18. uri 29 minut 56 sekund in ob 19. uri 7 minut 3 sekunde (svetovni čas UTC). Predvsem je pomemben zadnji, saj so ga kot potres čutili posamezni prebivalci Kota pri lgu, Pijave Gorice, Šmarja Sap in redki posamezniki iz Grosupljega. Udarac strele pa ni povzročil le šibkega potresa, temveč veliko gmotno škodo na objektih v Pijavi Gorici, predvsem na cerkvi sv. Simona in Jude.



Slika 2. Pogled na cerkev sv. Simona in Jude v Pijavi Gorici, ki jo je 26. 2. 1989 poškodovala strela (foto UNZ Ljubljana mesto).

26. februarja je območje Pijave Gorice zajela srednje močna nevihta, ki je trajala približno pol ure (med osmo in pol deveto zvečer). Najprej je začela padati sodra, potem pa je po desetminutni prekinitvi štirikrat zapored zagrmelo. Četrty udar je bil najmočnejši in je treščil v zvonik cerkve sv. Simona in Jude v Pijavi Gorici. Odtod se je po električnem omrežju prenesel v posamezne stanovanjske objekte. Prav ta udar je povzročil potresni sunek (slika 1).

Na splošno o streli

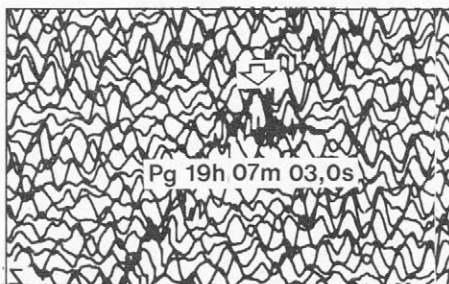
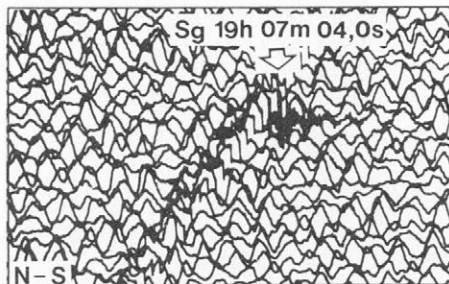
Strelo lahko definiramo kot močno električno prazenje v atmosferi. Njeno dolžino merimo v kilometrih. Nastane lahko v tistih delih atmosfere, kjer se je nabralo dovolj električnega naboja, ki je potreben za prebitje zraka. Najbolj pogost generator strele so nevihtni oblaki (kopasti deževni oblaki), nastane pa lahko tudi v snežnih in peščenih oblakih, pa tudi v oblakih nad bruhajočimi vulkani. Redkeje nastane v prosojnim zraku (od tod »strela z jasnega«) (4).

Strela lahko nastane znotraj oblaka, med oblaki, med oblaki in zemljinim površjem. Zadnja oblika je za nas najbolj zanimiva, zato jo opišimo nekoliko natančneje.

Strela oblak-zemlja je lahko črtasta ali cikcakasta. Lahko je posledica enega ali več električnih prazenj. Pri splošnem razelektrjenju je povprečno trajanje svetlobe 0,2 sekunde, sestavljeno pa je iz impluzov, katerih trajanje je nekaj deset milisekund. Strele imajo ponavadi več impluzov, ki si sledijo v časovnem razmaku 40 milisekund. Impulz je sestavljen iz vodilnega udarca (lider) in povratnega udarca. Vodilni udarec nosi navadno negativni naboj v količinah več deset coulombov (C). V kanalu liderja se pri tem razvije zelo visoka temperatura (do 30 000 stopinj K), ki traja 5 do 10 mikrosekund. To povzroča širjenje zraka z nadzvočno hitrostjo in oblikuje se udarni val, ki ga slišimo kot grom. Električni tokovi v kanalu v povprečju dosegajo do 100 kA v trajanju nekaj mikrosekund (4). Nosilec svetlobnega efekta je predvsem ionizirana valovna fronta električnega polja visoke napetosti povratnega udarca.

RAZŠIRJENOST STREL

Največ strel nastane na območjih, kjer so



Slika 1. Zapis udarca strele v observatoriju na Golovcu. Vstopni val Pg vidimo na vertikalni komponenti (Z), sekundarni val Sg pa na horizontalni komponenti (N-S). Seizmograf: Willmore MK II, električno ojačanje $1 \cdot 10^4$, dušenje 0,7, filter 0,5, hitrost registracije 120 mm/min. Zapis: registrator Günter Volk, ojačevalnik: SZ RS, SO-01, elektronska ura: SZ SRS, UK 03.

nevihte pogoste. Tam, kjer je na leto povprečno 20 do 30 neviht, udarijo 2 do 3 strele na leto na km² (3). Vsako sekundo udari v Zemljo okoli 100 strel. Vendar je celo v okviru enega območja več različnih »nevihtnih alej«, ki so krajevno pogojene z reliefom, gozdovi, vetrovi ipd. Ker gre za razelektrjenje skozi zrak (izolator), pride do razelektritve tam, kjer je plast zraka med oblakom in objektom najtanjša. Strela zato pogosto udarja v zvonike, drogove, drevesa in druge visoke objekte. Med visokimi objekti izbira boljše električne prevodnike. To dejstvo izkoriščamo pri zaščiti pred udarci strele. Čim boljši je stik objekta z zemljo, manjši je prehodni upor in večja verjetnost za usmerjen prehod električnega naboja. Pri velikem prehodnem uporu nastajajo visoke napetosti, ki ponekod povzročajo iskrenja od 1 do 2 metrov stran.

Strela lahko udari tudi v ravno površino zemlje. V tem primeru raje izbira vlažno ilovico ali blatne predele kot suh pesek ali skalo, raje vlažen breg reke kot suho, visoko drevo. Strela se torej usmerja k predmetom oziroma območjem z dobro električno prevodnostjo.

Raziskave z dolgimi iskrami so pokazale velik vpliv temperature zraka na poti atmosferskega razelektrjenja. Strela za svojo pot izbira očem neviden steber vročega zraka. Segret zrak je redkejši in nudi manjši upor.

* Mag., Seizmološki zavod Republike Slovenije, Pot na Golovec 25, Ljubljana.

** Dipl. inž., Seizmološki zavod Republike Slovenije, Pot na Golovec 25, Ljubljana.



Slika 3. Poškodovana kritina strehe. Opeke je razmetalo po vsej strehi, večina jih je padla na tla in se razbila (foto UNZ Ljubljana mesto).



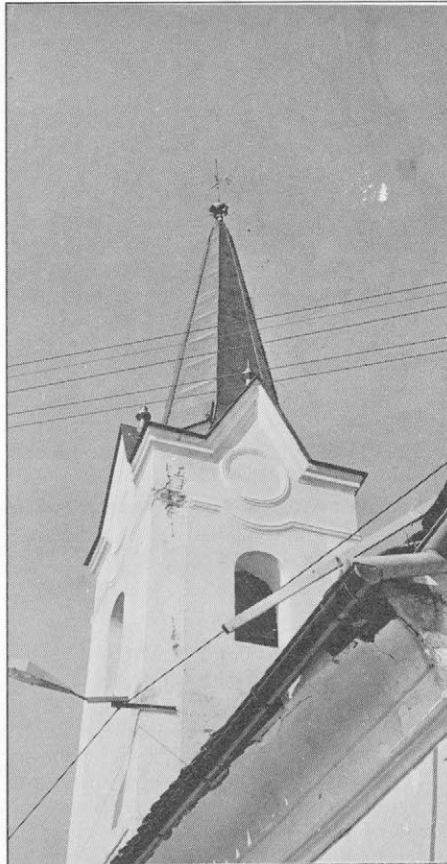
Slika 4. Poškodbe na zunanjih stenah, predvsem odpadanje ometa. Na objektu je bila pretrgana večina raznih napeljav (foto UNZ Ljubljana mesto).



Slika 5. Strela je prebila skoraj meter debel zid cerkve in razrahljala večje kamnite bloke, iz katerih je zid zgrajen (foto R. Vidrih).



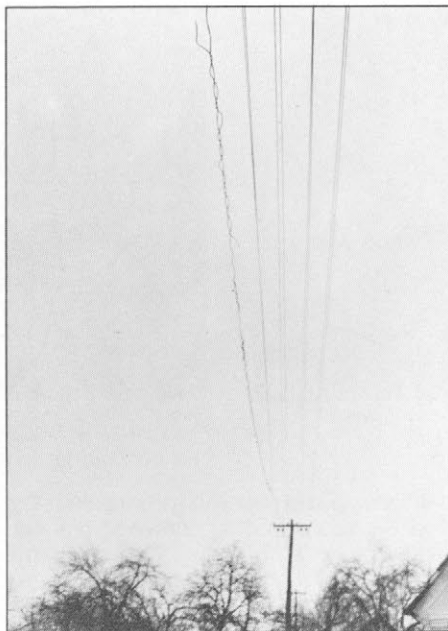
Slika 8. Poškodovana je bila tudi notranjost cerkve. Obok je počil po sredini v vsej dolžini cerkve. Razpoka je široka do 5 milimetrov (foto R. Vidrih).



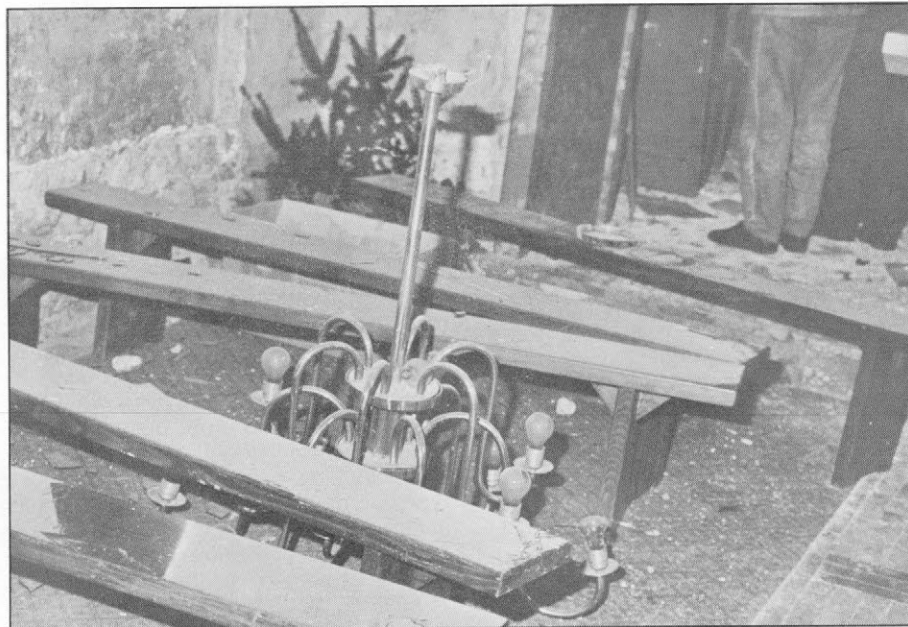
Slika 6. Strela je popolnoma razdejala križ na zvoniku in poškodovala tudi zvonik. Vidimo poškodovan omet napušča (foto R. Vidrih).



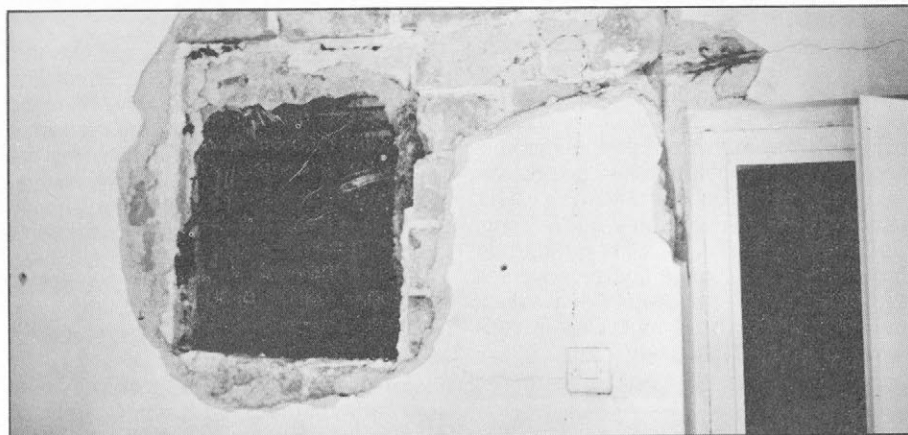
Slika 7. Na zadnjem delu cerkve je odtrgalo celotno pločevinasto kritino. Vidimo tudi navpično razpoko, ki poteka po celotni zunanji steni cerkve (foto R. Vidrih).



Slika 10. Strela ni prizanesla transformatorski postaji in električni napeljavi po daljinovodih. Številne žice električne napeljave so bile prekinjene (foto UNZ Ljubljana mesto).



Slika 9. Težak lstenec sunka ni vzdržal in se je odtrgal. Stalila ali prekinila se je večina električnih in ostalih napeljav (foto UNZ Ljubljana mesto).



Slika 12. V hiši št. 19 a, od koder je bila napeljana elektrika v cerkev, je strela popolnoma uničila razdelilno ploščo, v steni pa je nastala razpoka večja od 10 centimetrov (foto R. Vidrih).

Učinki udarcev strel

Največji učinki nastanejo pri direktnem stiku glavnega kanala vodnika strele in objekta. Učinki so odvisni od materiala iz katerega je objekt. Kljub kratkotrajnosti strele lahko pride zaradi visokih temperatur do vžiga. Strele povzročijo razmeroma velik odstotek požarov. Pri udarcu v žice se te segrevajo, lahko se tudi stopijo. Ob udarcu v zemljo prihaja do sprememb v plasti, ki jo prebije. V tleh lahko nastanejo cevaste, trobljam podobne odprtine, ki jih imenujejo fulguriti. Strele poškodujejo objekte toliko bolj, kolikor imajo slabšo električno prevodnost in slabši stik z zemljo. Na kovinskih predmetih so sledovi udarcev strele manjši ali jih sploh ni, medtem ko so izolatorji vedno močno poškodovani. Opečnati in železobetonski objekti doživljajo poškodbe in porušitve v odvisnosti od njihove električne prevodnosti. Zanimivi procesi nastajajo pri udarcih strele v drevesa. V odvisnosti od površine debela in moči naboja lahko nastane le utor vzdolž debela, lahko pride do razcepitve, zelo redko do popolnega uničenja. Poškodbe so hujše, če udari strela pred dežjem, kot če se to zgodi med dežjem ali po njem.

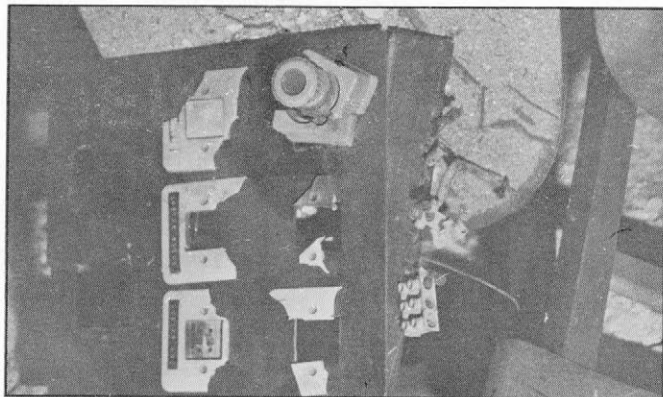
Vzporedni učinki

Nastanejo zaradi induciranih tokov, ki se pojavljajo v močnem, hitro spreminjajočem se električnem polju. Posledice so okvare elektronskih aparatov, iskenje iz vtičnic in med kovinskimi konstrukcijami, nevarno močni tokovi v telefonskih kablji in aparatih ipd. Med vzporedne učinke lahko uvrščamo tudi nastajanje »udarcev« zračnega pritiska (razbite zasteklene površine) in pa nastajanje potresnega valovanja v zemljini skorji, katerega smo s seizmografii zapisali na Golovcu ob udarcu strele v zvonik cerkve v Pijavi Gorici (1).

Posledice udarca strele

Udar strele ob 20. uri in 7 minut po srednjeevropskem času je povzročil precej gmotne škode (2), povzročil pa je tudi šibek potresni sunek. Čutili so ga prebivalci na zelo majhnem območju, ki obsega kraje med Iško vasjo na jugozahodu in Šmarjem Sap na severovzhodu. Odgovori anketiranih prebivalcev Pijave Gorice nam povedo, da so prebivalci čutili tresljaje zemlje kljub močnemu deževju in grmenju.

Zapis najmočnejšega potresnega sunka, ki je nastal zaradi udarca strele, vidimo na sliki 1. Zapis je zelo šibek in prekrit z velikim mikrosezmičnim nemirrom, ki je posledica nevihtnega vremena oziroma prihoda vremenske fronte.



Slika 11. V hišah v bližnji okolici cerkve so bile poškodovane razdelilne plošče. Nekatere je vrglo iz sten (foto UNZ Ljubljana mesto).

Udarec strele je močno poškodoval ostrešje in notranjost cerkve sv. Simona in Jude (slika 2) kljub strelovodu, ki je z enim odvodom varoval zvonik. Udar se je prenesel na električno in PTT omrežje. Ob popisu je bila ugotovljena škoda na 65 objektih v Pijavi Gorici. Potresni sunki, predvsem najmočnejši, niso k nastali škodi pripomogli popolnoma ničesar. Ob udarcu strele je bila ena oseba tudi telesno poškodovana, v tem času je namreč telefonirala.

Neposredno po nesreči so strokovnjaki ocenjevali škodo, nastalo na objektih, in napisali poročilo (2), ki ga je izdala krajevna skupnost Pijava Gorica. Ukrepi civilne zaščite in gasilske desetine so bili zelo hitri in uspešni, izvajati so jih začeli nemudoma. Najpotrebnejša je bila protipožarna varnost, zato je pripravljenost trajala vso noč. Takoj po udarcu strele so bili obveščeni vsi, ki so na tak ali drugačen način povezani z dogodkom (krajevna skupnost, župnijski urad Ig, katerega podružnična cerkev je bila prizadeta, postaja milice Vič-Rudnik). Strokovno delo je bilo opravljeno zjutraj naslednjega dne ob navzočnosti strokovnjakov iz Elektro podjetja, Podjetja za PTT promet, občinskega štaba CZ, Zavarovalne skupnosti Triglav, PM Vič-Rudnik in strokovne komisije UNZ Ljubljana mesto. Ob tem se v imenu Seizmološkega zavoda SR Slovenije zahvaljujemo UNZ Ljubljana mesto za fotografije, ki so jih kot prvi poslikali na kraju dogodka; nekatere od njih objavljamo v tem članku.

Največja gmotna škoda je nastala na cerkvi sv. Simona in Jude. Na sliki 3 vidimo poškodovano kritino. Nobena strašna opeka ni bila na svojem mestu, večina jih je popadala s strehe in se na tleh razbila. Poškodovane so bile tudi vse zunanje stene (sliki 4 in 5), predvsem je odpadel omet. Strela je prebila skoraj meter debel zid in razrahljala kamnite bloke, iz katerih je zgrajen. Udarila je v zvonik, se širila po njem in ga pri tem poškodovala (slika 6). Ta udar je povzročil preskok in indukcijo na električni in telefonski napeljavi, ki je bolj ali manj poškodovana tako v cerkvi kot v ostalih objektih (prek 50). Najhujše so bile poškodbe v bližini cerkve, z razdaljo pa sta se njihova velikost in obseg zmanjšala. Javna raz-

svetljava je bila popolnoma uničena (slika 10). Na zadnjem delu cerkve je odtrgalo pločevinasto kritino (slika 7). Strelovod s konico in enim odvodom še ni bil povezan z novimi obrobami in kritino, zato je bil učinek še večji. Poškodovana je bila tudi notranjost cerkve (slika 8). Obok v sredini cerkve je počil v vsej dolžini. Težek lestenelec tudi ni vzdržal sunka in se je odtrgal (slika 9). Celotna škoda, ki je nastala v cerkvi sv. Simona in Jude, je bila precej velika.

Poškodbe so nastale tudi na drugih objektih. Prenapetostni odvodnik v transformatorski postaji je bil zelo poškodovan, mnogo manj pa je bil poškodovan nizkonapetostni odvodnik. V večini bližnjih hiš so bile najbolj poškodovane električne priključne omarice (sliki 11 in 12). V stelah so nastale razpoke centimetrskih dimenzij (tudi 10 cm in več).

V večini od 65 objektov, kjer je bila popisana škoda, je šlo predvsem za poškodbe notranje električne napeljave, razdelilnih omaric, stikal. Poškodovanih ali uničenih je bilo veliko televizorjev, telefonskih aparatov, pralnih strojev, črpalk, termostatov in drugih električnih strojev. Poleg omenjenih poškodb so nastale tudi številne manjše, npr. poškodbe na lesenih opažih, lestencih itd. Na večini hiš v bližini cerkve so popokala zunanja stekla (slika 13).

Zaključek

Omenjeni pojav je še posebej zanimiv zaradi tega, ker je sekundarno delovanje udarcev strele povzročilo nastanek šibkejših potresnih sunkov, predvsem enega. Kolikšna je bila intenziteta najmočnejšega sunka (ob 19. uri in 7 minut po UTC) je težko reči, ker je bilo potresno nihanje, ki so ga prebivalci čutili, šibkejšo od posledic udarca strele. Ta je povzročil veliko gmotno škodo na objektih v Pijavi Gorici, predvsem na cerkvi sv. Simona in Jude. Potresni sunek, ki ga je udarec povzročil, so čutili posamezni prebivalci Kota pri Igu, Pijave Gorice, Šmarja Sap in redki posamezniki v Grosupljem.

1. Hržič, M., J. Ceci, M. Deterding, R. Vidrih, M. Živčič, M. Klebel, 1989. Preliminary seismological bulletin, No. 4. Seismological



Slika 13. Razbita okenska stekla v sobi na zadnji strani cerkve. Podobno so se razbila stekla v večini sosednjih objektov (foto UNZ Ljubljana mesto).

Survey Republic of Slovenia, Ljubljana.

2. Poročilo o naravni nesreči, analiza ukrepov neposredno po nesreči ter preventivni ukrepi za preprečevanje podobnih nesreč. Krajevna skupnost Pijava Gorica, 1989.
3. Stekolnikov, I. S., 1955. Izučenija molnii i grozozashchita. AN – Naučno populjarnaja serija SSSR, Moskva.
4. Uman, A., 1969. Lighting. McGraw – Hill Book Co., New York.

Renato Vidrih
Maja Hržič

Lightning in Pijava Gorica

On February 26, 1989, a rare and interesting phenomenon occurred in the area of Pijava Gorica. Consecutive strikes of lightning caused some very slight earthquake shocks with their secondary effects. The strongest bolt of lightning, which also caused great material damage, caused an earthquake felt by individual inhabitants of Kota pri Igu, Pijava Gorica, Šmarje Sap and a few inhabitants of Grosuplje. Among the three earthquake shocks noted by seismographs on Golovec, the strongest was the last at 19 hours 7 minutes and 3 seconds (UTC). It is difficult to state how great its intensity was, as the direct effects of the lightning itself were much more evident than the weak tremors of the earthquake.

The bolt of lightning caused most material damage to the Church of St. Simon and St. Jude in Pijava Gorica. The lightning struck the bell tower and damaged it as well as the outer walls, the roof, the glassed windows, and especially the majority of the electrical and telephone installations. In neighbouring houses mainly electrical junction boxes and electrical and telephone installations were damaged. Many telephone sets, TV sets, various switches, thermostats, pumps, washing machines, and other electrical equipment were damaged. A woman using the telephone at the time received physical injuries.