Zaštita od udara kamena na prometnim pravcima u planinskom području – Iskustva iz Švicarske

Vjekoslav Budimir^a, Eberhard Gröner^b*

^a Geobrugg AG Predstavništvo u RH, Zagreb, Hrvatska

^b Geobrugg AG, Romanshorn, Switzerland

PODACI O RADU

DOI: 10.31075/PIS.67.01.06

Stručni rad

Primljen: 05/11/2020

Prihvaćen: 24/02/2021

Koresponding autor: e-mail

Vjekoslav.Budimir@geobrugg.com

Ključne reči:

Zaštitne mjere

Barijere za zaštitu

Sustavi zaštite od udara kamena

REZIME

Bila digitalna ili stvarna – mobilnost je osnovna ljudska potreba svakodnevnog života u svim segmentima. Stoga važnost cesta i željezničkih linija i dalje dobiva na značaju čak i u vrijeme digitalnih autocesta. Mnogi prometni pravci imaju stoljetnu tradiciju. Smješteni su u dolinama i usjecima za prevladavanje planina i planinskih lanaca. Projektiranje i održavanje ovih prometnih ruta posebno su složeni. Važan dio ove zadaće je zaštita od udara kamena u planinskom, ali i u brdovitom području. Čak i ako desetljećima nije postojala opasnost od padanja kamenja ili nije bila poznata: zbog klimatskih promjena, utjecaja vode, procesa smrzavanja i otapanja i rasta korijena drveća, može postojati znatan rizik.

1. Uvod

Bila digitalna ili stvarna – mobilnost je osnovna ljudska potreba svakodnevnog života u svim segmentima. Stoga važnost cesta i željezničkih linija i dalje dobiva na značaju čak i u vrijeme digitalnih autocesta. Mnogi prometni pravci imaju stoljetnu tradiciju. Smješteni su u dolinama i usjecima za prevladavanje planina i planinskih lanaca (slika 1). Projektiranje i održavanje ovih prometnih ruta posebno su složeni. Važan dio ove zadaće je zaštita od udara kamena u planinskom, ali i u brdovitom području. Čak i ako desetljećima nije postojala opasnost od padanja kamenja ili nije bila poznata: zbog klimatskih promjena, utjecaja vode, procesa smrzavanja i otapanja i rasta korijena drveća, može postojati znatan rizik. Općenito, takva područja moraju se procijeniti potencijalno opasnim područjima od padanja stijena.

2. Zaštita prometnica u prošlosti

Tijekom izgradnje prometnih pravaca takve su opasnosti obično bile već poznate i zaštićene, na primjer zemljanim branama i kamenim zidovima (slika 2). Takve zaštitne mjere danas su obično neekonomične i neprikladne zbog skupe izrade i velikih zahtjeva za prostorom. Jednostavnije konstrukcije poput ograda od drvenih trupaca (slika 3) dijelom su ugrađene kako bi se smanjile opasnosti.

Slika 1. Sustav za zaštitu od udara kamena u Sustav za zaštitu od udara kamena u Höllental pored Freiburga im Breisgau (Njemačka), Izvor: (Geobrugg AG)

Međutim, one apsorbiraju vrlo malo energije i imaju kratak vijek trajanja, zbog čega obično ne udovoljavaju sigurnosnim zahtjevima današnjice. Uz to, ove strukture nisu niti testirane niti atestirane, pa stoga ne nude pouzdanu zaštitu.

Zbog tih razloga, već poznate barijere za zaštitu od snježnih lavina na inicijalnom području, bile su u fokusu 1970-ih. Primijećeno je da je princip fleksibilnih mreža za snijeg vrlo pogodan za zadržavanje odronjenog kamenja. Stoga su na toj osnovi razvijeni posebni sustavi zaštite od udara kamena.

Slika 2. Zemljana brana kao zaštita od udara kamena, zauzima veliku površinu
Izvor: (Geobrugg AG)

Slika 3. Ograda od drvenih trupaca, s malim kapacitetom apsorpcije energije i kratkim vijekom upotrebe
Izvor: (Geobrugg AG)

2. Testiranje i atestiranje

Zbog sve većih zahtjeva za zaštitnim sustavima u planinskom području, prve primjene na terenu s barijerama protiv udara kamena provedene su 1989. godine u SAD-u u suradnji s Geobrugg AG iz švicarskog Romanshorna. U to vrijeme nisu postojale standardizirane metode ispitivanja ili posebni zahtjevi koje bi ispunjavale takve barijere. Ti su eksperimenti bili kamen temeljac razvoja sve snažnijih sustava koji mogu apsorbirati više energije, a istovremeno funkcionirati pouzdanije. Devedesetih je u Švicarskoj pokrenut glavni razvoj barijere, te je izvedeno testiranje barijere pod kutem. Međutim, brzo je postalo očito da je najpouzdanije testiranje, s mogućnošću ponavljanja testa, moguće jedino sa testiranjem pomoću vertikalnog testa bacanjem testnog bloka u barijeru. Na primjer, 2001. godine u Švicarskoj je na snagu stupila prva svjetska direktiva o testiranju tipa zaštitnih mreža od udara kamena. Direktiva dopušta samo vertikalno testiranje s najvećom mogućom preostalom sigurnošću nakon apsorpcije energije udara (slika 4). Ovim su definirani uvjeti testiranja i zahtjevi za sustave zaštite od udara kamena kako bi se osigurala funkcionalnost i omogućila ujednačena usporedivost sustava. Danas to služi kao pouzdana osnova za projektiranje. Konačno, 2008. godine ETAG 027 (Europska direktiva o tehničkom odobrenju) uspostavila je sličnu osnovu za Europsku uniju. Odobreni sustavi sada su dostupni u rasponu energije od 00 do 10 000 kJ.

3. Što čini fleksibilne sustave zaštite od udara kamena tako učinkovitima?

Fleksibilni sustavi zaštite od udara kamena izrađeni su od čeličnih stupova, žičanih užadi, kočnih elemenata i prstenastih ili romboidnih nosivih mreža kao zaštitne površine (slika 5). Kada kamen izleti iz stijenske padine, iznad prometnice i padne s visine od 25m/s (100km/h), stvara se ekstremna kinetička energija. Kako bi se smanjila ta visoka energija, "zaštitni sustav igra veliku ulogu": kočioni elementi reagiraju na određenu silu, smanjujući tako snagu procesa i produžuju postupak kočenja.

Slika 4. Testiranje najjače na svijetu, barijere za zaštitu od udara kamena, energetskog kapaciteta od 10.000 kJ, Walenstadt (Švicarska)
Izvor: (Geobrugg AG)

Slika 5. Geobruggov sustav s prstenastom mrežom za zaštitu od udara kamena na lokaciji pored Reutte (Austrija)
Izvor: (Geobrug AG)

To stvara povoljniju geometriju kako bi se moglo apsorbirati opterećenje, što zauzvrat dovodi do oklona zaštitne površine – takozvane deflekcije barijere. Ova deflekcija sustava može biti presudan detalj u projektiranju barijere, odabiru lokacije instalacije u provedbi mjera zaštite. Ovisno o energetske razredu, deflekcija je između 2,7 i oko 9 metara.

Najnovija dostignuća zadovoljavaju rastuću potražnju za sustavima s malom deflekcijom. Na primjer, Geobrugova serija RXE ima otprilike 20-30% manju deflekciju u odnosu na starije sustave, što je čini svjetskim liderom. Testni blokovi koji se koriste za testiranja su u rasponu od 320 - 25.000 kg, što odgovara volumenu kamena od cca. 0,2 - 9,3 m³.

Slika 6. Brza i jednostavna instalacija Geobruggovog sustava s prstenastom mrežom za zaštitu od udara kamena
Izvor: (Geobrug AG)

Slika 7. Uspješno zaustavljeni kameni blokovi uz cestu
Izvor: (Geobrug AG)

3. Zaključak

Unatoč svim performansama, isplativost se ne smije zanemariti: sustavi koji se lako i brzo instaliraju, a istovremeno nude prednosti u pogledu održavanja, ovdje imaju očitu prednost. (slika 6.) Uz to, glavnu ulogu igra očekivani vijek trajanja. Stoga se u svakoj mjeri moraju uzeti u obzir potreba za zaštitom i isplativost.

Tijekom posljednja tri desetljeća, Geobrug AG implementirao je brojna učinkovita rješenja za zaštitu od udara kamena. (Slika 7.) Zbog širokog raspona energija od 100 do 10 000 kJ, postoji bezbroj projekata (slika 1, slika 5) u kojima su sustavi dokazali svoju učinkovitost i isplativost.

Sustavi zaštite, izrađeni od čelične žice visoke čvrstoće, uz područje zaštite od udara kamena pokrivaju i druga područja primjene:

- Zaštita i stabilizacija kosina
- Zaštita od bujica i plitkih klizišta
- Sprječavanje snježnih lavina

Protection against stone impact on traffic routes in a mountainous area - Experiences from Switzerland

Vjekoslav Budimir, B.Sc.CE

Geobrugg AG Representative office in the Republic of Croatia

Eberhard Gröner

Geobrugg AG, Romanshorn, Switzerland

Abstract: Whether digital or real - mobility is a basic human need of everyday life in all segments. Therefore, the importance of roads and railways continues to gain in importance even in the age of digital highways. Many traffic routes have a century-old tradition. They are located in valleys and notches for overcoming mountains and mountain ranges. The design and maintenance of these traffic routes are particularly complex. An important part of this task is protection against stone impact in the mountains, but also in hilly areas. Even if there was no danger of rocks falling for decades or it was not known: due to climate change, the impact of water, the process of freezing and thawing and the growth of tree roots, there can be a significant risk.

Keywords: Protective measures, protection barriers, stone impact protection systems

Literatura

- [1] Gerber W. (2001). Directive on type testing of protective nets against rockfall, Federal Office for the Environment and WSL, Berne, Switzerland.
- [2] Bolliger W., Spang R. (2001). From the wooden fence to the high-energy grid – the development of rockfall protection from the beginning to the present day, Geobrugg AG, Romanshorn, Switzerland.
- [3] ETAG 027 (2008). Guideline for European technical approval of falling rock protection kits, EOTA 2008, Brussels, Belgium.
- [4] Volkwein, A. (2013). Influence of various test procedures according to ETAG 027, final report, WSL report on behalf of the Federal Office for the Environment FOEN, Switzerland.
- [5] Volkwein, A., Baumann, R. (2014). Vertical versus inclined impact into flexible barriers – influence of different testing procedures acc. to ETAG 027, Rocexs Conference, Lecco, Italy.