

Zdravko Pamić, dipl.ing.el.

zdravko.pamic@gmail.com

DOSADAŠNJA ISKUSTVA S UPOTREBOM MODULARNIH BRTVEĆIH SUSTAVA

SAŽETAK

Brtvećim sustavima osigurava se, kao osnovno, brtvljenje i zaštita od vode, vatre, plina, prašine, prljavštine, sitnih glodavaca i drugih nepoželjnih stvari u objektima koji se ovim sustavima štite. Pored dosadašnjih sustava, sve više se koriste modularni brtveći sustavi kojima se ostvaruje potpuna i trajna zaštita objekata u koji se ugrađuju. Od njih se zahtijeva i da su jednostavni za montažu i funkcionalni u svim prilikama brtvljenja što i je razlogom njihove sve veće upotrebe u raznim energetske postrojenjima, brodogradnji, rudarstvu, visokogradnji te također na području bežične i TV komunikacije, tunelima i drugdje.

U referatu će se opisati jedan od modularnih brtvećih sustava koji je dominantan u Hrvatskoj, a sve više i u raznim elektroenergetskim objektima HEP-a, dosadašnja iskustva s njihovom primjenom te novosti kojima dominiraju na području brtvljenja raznih objekata.

Ključne riječi: modularni brtveći sustav

EXPERIENCES WITH THE USE OF MODULAR SEALING SYSTEMS

SUMMARY

Sealing systems provide, as a basic, sealing and protection against water, fire, gas, dust, dirt, small rodents and other unwanted things in buildings that are protected by these systems. In addition to the existing systems, more and more modular sealing systems are being used to achieve complete and permanent protection of the objects to be incorporated. They are also required to be easy to install and functional in all sealing situations, which is why they are increasingly used in various power plants, shipbuilding, mining, building construction and also in wireless and TV communications, tunnels and elsewhere.

In this paper will describe one of the modular sealing systems that is dominant in Croatia, more and more in various electrical power plants in HEP, their experience with their application and the news that dominate the field of sealing of various objects.

Key words: modular sealing system

1. UVOD

Kod ulaza energetskih kabela, i/ili cijevi (u daljnjem tekstu: kabela) u razna energetska postrojenja i druge objekte ugrađuju se odgovarajući brtveći sustavi [4]. Osnovna funkcija ovih sustava je brtvljenje i zaštita od vode, vatre, plina, prašine, prljavštine, sitnih glodavaca i drugih nepoželjnih stvari u objektima koji se ovim sustavima štite. Osim osnovne funkcije, a to je potpuna i trajna zaštita objekta u koji se ugrađuju, od njih se zahtijeva i da su jednostavni za montažu i funkcionalni u svim prilikama brtvljenja. Kvalitetno, pouzdano, sigurno i trajno brtvljenje kabela u tim objektima, kao i unutar istih, postizemo odabirom jednog od brtvećih sustava, ili kombinacijom više njih [3]. To je danas tehnološki razvijeno i prilagodljivo rješenje s konceptom kojim se prati razvoj situacije na terenu i omogućava naknadnu zamjenu ili dodavanje kabela uz minimalne napore i troškove.

Najznačajnija funkcije modularnih brtvećih sustava [2] je brtvljenje i zaštita od vode, zbog poplave ili pojave same vlage, posebno njezinog konstantnog pritiska na kabele koji ulaze kroz temelje objekata, kako bi se spriječila oštećenja samog objekta i opreme u njemu. Njihova instalacija je jednostavna, prvenstveno zbog uklonjivih listića prilagodljivih svakoj debljini kabela položenih pod zemljom i u vodi. Idealni su i za polaganje na platformama raznih tipova bušotina gdje se zahtijeva velika otpornost na ekstremne vremenske uvjete koji tamo vladaju (niske i visoke temperature, vjetar, kiša, snijeg, led ...) kako bi se ostvarila sigurnost i pouzdanost tog objekta ili pripadajuće opreme. Cjelokupan sustav je ključni element sigurnosti u mnogim projektima i primjenama a upotrebljavaju se u raznim sustavima zidnih prodora i podnih ulaza, na mjestima gdje se zahtijeva provlačenje višestrukih kabela kroz zid ili pod, a objekt mora udovoljiti određenim sigurnosnim normama. Ovakvi sustavi pojednostavljuju projektiranje i samu instalaciju te omogućavaju dodatne kapacitete širenja ugradnjom novih modula.

Kod podzemne primjene ovih sustava potrebno je brtvljenje radi zaštite od konstantnog pritiska vode, što je posebno idealno rješenje za kabele koji ulaze kroz temelje objekata, koji moraju biti otporni na stalni pritisak vode čime se spriječavaju oštećenja opreme uslijed poplave ili vlage.

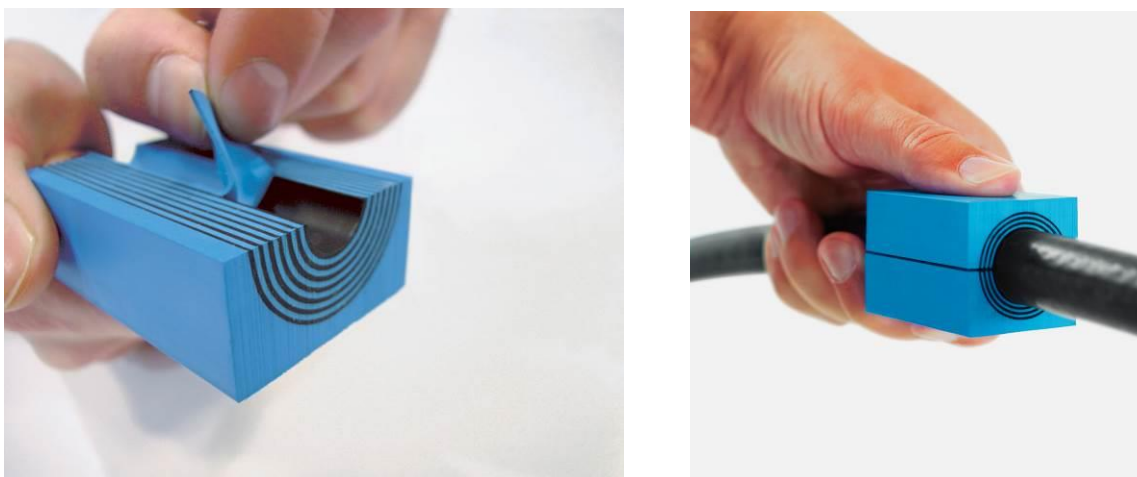
2. OSNOVNI DJELOVI SVAKOG MODULARNOG SUSTAVA

Osnovni dijelovi svakog modularnog sustava [5] čine:

- modul (izrađen iz EPDM gume),
- okvir,
- nivelacijske pločice (neki koriste i izraz: sidrene pločice) i
- kompresijski klin

2.1. Modul

Moduli se izrađuju iz EPDM gumene mješavine – koje, to je poslovna tajna svakog proizvođača modula obzirom da još nije izrađena norma za ove ustave, tako niti za module. Veličine modula se prilagođavaju kabelima različitih veličina, što je temelj ovakvih sustava gdje se brtvećim modulima i gumenim umetcima s uklonjivim listićima postiže prilagodba svakom promjeru kabela koji se ugrađuje u ovaj sustav (Slika 1.).



Slika 1. Prilagodba modula dimenziji kabela

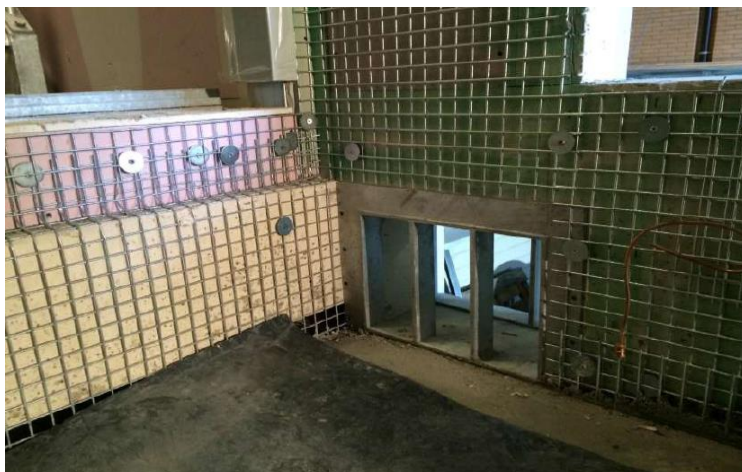
Potrebno je skinuti slojeve listića toliko dok se ne postigne idealna izolacija oko bilo kojeg tipa vanjskog zaštitnog vanjskog plašta kabela. Razlika između dviju polovica ne smije iznositi više od jednog sloja listića na način da se ostvari zračnost od 0,1 do 1,0 mm između dviju polovica dok ih se drži na kabelu. Prije same montaže postavljanja modula na kabel, temeljito se moraju podmazati svi moduli za okvir, sve unutarnje i vanjske površine modula.

Svi proizvođači modularnih sustava preporučuju da se kod montaže zabrtve kabeli pri dnu okvira te se započne s ugradnjom većih prema manjim modulima, a da se rezervne module ostavi na vrhu ruba okvira. Vijci na kompresijskom klinu zatežu se dijagonalno, pri čemu će se brtva raširiti i zabrtviti otvor, a pravilno brtvljenje je postignuto kada gume ekspandiraju preko prednje ploče i kada se listići šire prema van. Time ovo rješenje pojednostavljuje projektiranje čime se znatno štedi vrijeme prilikom instaliranja ovog sustava.

Ugrađeni modularni sustavi imaju dodatni rezervni kapacitet za dogradnju. Naime, neiskorišteni moduli sustava spremni su za ugradnju svakog novog kabela kad god zatreba. Naravno, ovo rješenje se temelji na uklonjivim slojevima i omogućava idealnu prilagodbu bilo kojoj dimenziji kabela, što pomaže većoj konkurentnosti, jer možemo dodavati više kabela bez ikakvih dodatnih troškova materijala. Kada nam je potrebno, jednostavno otvaramo i ponovno brtvimo, čime se štedi na vremenu, radu i troškovima održavanja te postiže ekonomičnost od početka do kraja projekta.

2.2. Okvir

Okviri su izrađeni od metala (inox, čelik ...) ili plastike, četvrtastog i oblog oblika, prilagođenog broju kabela i modulima koji se ugrađuju. Rupe u zidovima moraju biti u skladu s dimenzijama otvora okvira i u skladu s kombinacijama rupa na odgovarajućim okvirima koji će se pričvrstiti na zid.



Slika 2. Neke od izvedbi okvira

Okviri mogu biti zavareni na podlogu u građevinama, zaliveni u betonu, umetnuti u otvore izrađene krunskim bušenjem ili pričvršćeni maticama i vijcima na površinu bilo kojeg objekta (Slika 2.). Mogu se variti ili umetnuti u raznim vrstama zidova: gotovi (izolirani), betonski, čelični, gips ploče, cigle ili blok opeke, odnosno u razne tipove podova: čelični (modularne ili gotove građevine), povišeni (podatkovni ili komunikacijski centri), betonski (građevine s fiksnom lokacijom) ili zaštitni (objekti za obradu). Isti oblik okvira moguće je ugraditi okomito ili vodoravno, čime se postiže veća funkcionalnost.

Od posebnog interesa je upotreba okruglih brtvi (Slika 3.). Pri tome se takve brtve jednostavno instaliraju i prilagođavaju raznim primjenama kabela. Moguća je njihova upotreba za plastične i metalne cijevi i vodove kao i za kabele. Razvijene su za upotrebu u zahtjevnim okruženjima, ne zauzimaju puno prostora i savršena su rješenja za brtvljenje zidnih i podnih prolaza kabela.



Slika 3. Okrugla izvedba okvira

2.3. Nivelacijske pločice i kompenzacijski klin

Na vrhu svakog završenog reda modula umeću se nivelacijske pločice dok se na vrh svih modula, uz sam gornji rub okvira, postavlja kompenzacijski klin. U kompenzacijskom klinu nalaze se dva vijka koji se zatežu do kraja navoja. Po završetku montaže spojnica kompenzacijskog klina pričvršćuje se na vijke kompenzacijskog klina kako bi provjerili pravilnu zategnutost samog kompenzacijskog klina (Slika 4.). Demontaža se obavlja obrnutim redoslijedom od instalacije.



Slika 4. Nivelacijske pločice i kompenzacijski klin

Za optimalnu pouzdanost ugradnje potrebno je pričekati 24 sata nakon instalacije a prije izlaganja kabela naprezanju ili tlaku.

3. ZAŠTITA OD ELEKTRIČNE INTERFERENCIJE

3.1. Općenito

Za sigurno i učinkovito povezivanje ili uzemljenje kabela s mehaničkom ili električnom zaštitom koristi se posebna grupa proizvoda unutar modularnih brtvećih sustava kojima se osigurava još i elektromagnetska kompatibilnost te zaštita od eksplozije [1]. Njima se osigurava - pored brtvljenje i zaštita od vode, vatre, plina, prašine, prljavštine, sitnih glodavaca i drugih nepoželjnih stvari u objektima koji se ovim sustavima štite - još i elektromagnetska kompatibilnost te zaštita od eksplozije. Takvi sustavi moraju zaštititi ostalu ugrađenu opremu od električne interferencije tj. moraju osigurati brtvljenje i uzemljenje veće količine kabela s električnom i/ili mehaničkom zaštitom. Svaka polovica modula oko svoje rubne površine ima aluminijsku traku ili pokositrenu pletenu bakrenu traku za uzemljenje koji su direktno ili kroz susjedne module u kontaktu s okvirom modularnog sustava, a čime se ostvaruju višestruke uzemljivačke veze. Sve to osigurava visoko vodljiva i fleksibilna elastomerna barijera ugrađena unutar modula kao zaštita za radijacijsku interferenciju.

Na mjestu prolaska kabela kroz modul ugrađen u okvir skida se vanjski zaštitni plašt s kabela te se električni ili mehanički dio kabela dovodi u kontakt s aluminijskom trakom ili pokositrenom pletenom bakrenom trakom u sredini modula te se na taj način povezuje s metalnim okvirom i ostalim modulima u okviru. Neke od prednosti ovakvog načina uzemljenja su manja duljina sistema za uzemljenje, čime se smanjuje impedancija odnosno vrijeme odvoda struje kvara, kontinuirani kontakt trake za uzemljenje oko električne ili mehaničke zaštite kabela te ušteda u sistemu uzemljenja.

3.2. Izvedbe modula za zaštitu od električne interferencije

Moguće su 3 izvedbe modula (Slika 5.):

- a) BG B modul je namijenjen za završetke i prolaze gdje je zaštita okruženja zahtijevana samo s jedne strane, i to za regularne okvire
- b) BG modul je namijenjen za prolaze gdje je zaštita okruženja zahtijevana na obje strane, i to za regularne okvire
- c) CM BG B modul je namijenjen za završetke i prolaze gdje je zaštita okruženja zahtijevana samo s jedne strane, i to za kompaktne okvire

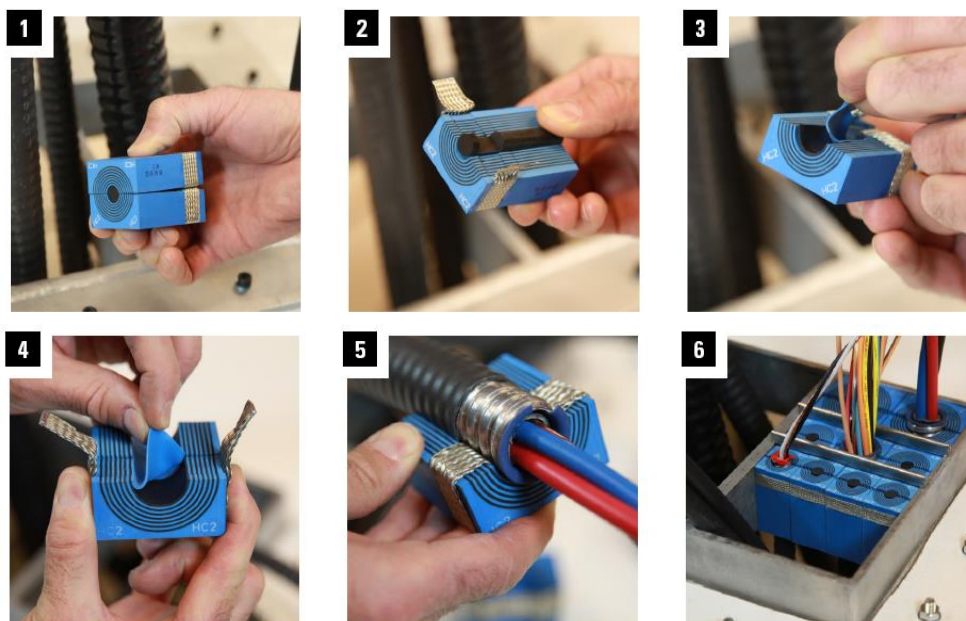
Označavanje se razlikuje u tekstu i linijama na pojedinoj izvedbi modula kako bi se pojednostavio vizualni pregled nakon instalacije istih.



Slika 5. Izvedbe modula za zaštitu od električne interferencije

3.3. Pripremanje kabela za montažu u modul

Prvo se odstrani vanjski zaštitni plašt kabela do električne ili mehaničke zaštite kabela (Slika 6.) na način da električna ili mehanička zaštita kabela ostane viriti 0,5 - 3 cm izvan modula (ovisno o vanjskim dimenzijama kabela). Kako neki kabeli imaju prozirnu ili u boji plastičnu traku između vanjskog zaštitnog plašta kabela i navedenih zaštita kabela, ova traka treba jednako biti odstranjena kao i vanjski zaštitni plašt kabela.



Slika 6. Pripremanje kabela za montažu modula na kabele s električnom ili mehaničkom zaštitom

4. Dosadašnja iskustva upotrebom samo modularnih brtvećih sustava

4.1. Općenito

Iskustva o kojima će se detaljnije pisati u nastavku ovog referatu nastala su na temelju do sada korištenih modularnih brtvećih sustava u raznim objektima HEP-a i HOPS-a, a među najznačajnije, gdje su ugrađeni dijelovi modularnih sustava, ubrajaju se TS Ferenščica, TS Plat, TE Plomin i TS Kutina, ništa manje značajno upotrebljeni i u TS Rijeka, TS Pehlin, TS Turnić, TS Cvjetno i TS u HE Ozalj, a u fazi nuđenja su u ovom trenutku razni tipovi modularnih sustava za TS Melina, TS Sesvete, TS Zadar Stari, TS Osijek 1 i 2, TS Kraljevac TS Zamet te još mnogi drugi gdje se isto očekuje da će u konačnosti investitor odabrati jedan od nuđenih modularnih sustava.

4.2. TS 110/10(20) kV Ferenščica

Kod izgradnje TS 110/10(20) kV Ferenščica (Slika 7.) korišteno je 40 okruglih brtvi te 6 kvadratnih okvira za ugradnju većeg broja modula raznih dimenzija.



Slika 7. TS 110/10(20) kV Ferenščica

4.3. TS Plat 220/110/35/20(10) kV

Kod izgradnje TS Plat 220/110/35/20(10) kV (Slika 8.) korišteno je 127 specijalnih okruglih brtvi kod ulaza VN i NN kabela, koji su bili, prema zahtjevu projektanta, još i dodatno premazani vatrootpornim premazom kao dodatnom zaštitom.



Slika 8: TS Plat 220/110/35/20(10) kV

4.4. TE Plomin

Kod rekonstrukcije upravljačkog sustava turbina u TE Plomin (Slika 9.) korištena je instalacija fleksibilnog sistema brtvljenja u relejnom i kabelskom prostoru, 13 pozicija (ormara).



(prije sanacije)



(nakon sanacije)

Slika 9. TE Plomin

4.5. TS 110/10(20) kV Kutina

Kod rekonstrukcija TS 110/10(20) kV postrojenja (Slika 10.) tijekom 2017. godine korišteno je 25 kvadratnih okvira ubetoniranih u oplatu, uključujući EMC module ispod GIS-a, za razne izvedbe NN kabela s dodatnom električnom zaštitom te 85 okruglih brtvi za razne druge kabele.



Slika 10. TS 110/10(20) kV Kutina

5. ZAKLJUČAK

Zahvaljujući modularnim sustavima, kabele su uredno razmješteni kod prolaza u objektu, a mali i pravilan razmak između svakog kabela omogućava dobru iskoristivost prostora uz bolji pregled i lakše održavanje. Fleksibilnost, kao i činjenica da su zalihe modularnih brtvećih sustava dostupne na licu mjesta, omogućava bržu preinaku instalacije i naknadno dodavanje kabela različitih dimenzija. Korištenjem ovih sustava mala je investicija u odnosu na uložene velike iznose novaca pri izgradnji objekata u kojima se koriste modularni sustavi, ali istovremeno se otvara velika mogućnost za udovoljavanje budućim propisima kao i nadogradnja. Upotrebom ovih sustava može se značajno smanjiti broj artikala na zalihama, što svakako omogućava jednostavno i sigurno ugrađivanje i održavanje električnih instalacija.

Visoka sigurnost modularnih brtvećih sustava zahtijeva također i ispravno instalirane sve dijelove ovih sustava kao i provjeru kvalitete instalacije. Zbog toga se od proizvođača ovih sustava očekuje pružanje usluge (besplatno) instalacijskog treninga i provjere instalacije. U tom smislu, potrebno je koristiti ispravan alat za montažu kao i video instrukcije koje daju proizvođača modularnih sustava, neki od njih i online.

6. LITERATURA

- [1] Zdravko Pamić dipl.ing.el., "MODULARNI BRTVEĆI SUSTAV KAO ZAŠTITA OD ELEKTRIČNE INTERFERENCIJE", 13. savjetovanje HRO CIGRÉ, Šibenik, studeni 2017., referat broj B1-10
- [2] Zdravko Pamić, dipl.ing el., „MODULARNI BRTVEĆI SUSTAV“, 9. Dani inženjera elektrotehnike Hrvatske, Pula, Hrvatska, rujan 2016.
- [3] Zdravko Pamić dipl.ing.el., "KABELSKI BRTVEĆI SUSTAVI", 12. savjetovanje HRO CIGRÉ, Šibenik, studeni 2015., referat broj B1-09
- [4] Zdravko Pamić, dipl.ing.el., "BRTVLJENJE KABELSKIH SUSTAVA“, 18. Međunarodni simpozij EIS 2009, Šibenik, Hrvatska, svibanj 2009., referat broj EI-3
- [5] Proizvodni katalozi tvrtke Roxtec International AB