



Josip Bošnjak, dipl.ing.
ENCRON d.o.o. Zastupstvo tvrtke Tyco Electronics Energy Division u Hrvatskoj, Zagreb
Norbert Schad, dipl.ing.
Tyco Electronics Energy Division, Ottobrunn, Njemačka

B1 – 08

EKRANIZIRANI I NEEKRANIZIRANI SUSTAV PRIKLJUČIVANJA KABELA NA SN POSTROJENJA IZOLIRANA PLINOM

SAŽETAK

Porast popularnosti srednjonaponskih postrojenja u metalom oklopljenom i SF6 plinom izoliranom kućištu, zahtijevao je paralelno i razvoj odgovarajućih sustava priključivanja za sve tipove kabela na standardizirane provodne izolatore s vanjskim konusom. Tijekom razvoja ovih postrojenja, veličina i prostor unutar priključnih kutija, postajali su sve manji i manji.

S ciljem da udovolji ovim zahtjevima, razvijen je univerzalni sustav priključivanja kabela na SN postrojenja izolirana plinom.

U referatu se opisuju prednosti i ograničenja u korištenju oba sustava priključivanja kabela: neekranizirani i novi ekranizirani sustav priključaka za nazivne napone do 42 kV i struje do 1250 A te pregled najčešće korištenih kombinacija priključaka kabela i metaloksidnih odvodnika prenapona.

Ključne riječi: postrojenja izolirana plinom, tip kabela, priključna kutija na postrojenju, ekranizirani i neekranizirani sustav priključivanja, odvodnici prenapona, provodni izolatori s vanjskim konusom

SCREENED AND UNSCREENED CONNECTION SYSTEMS FOR GAS INSULATED MEDIUM VOLTAGE SWITCHGEAR

SUMMARY

The increasing popularity of gas insulated switchgear called for the development of appropriate systems to connect all common cable types to standardized equipment bushings. During the evolution of these switchgears, the size and the space requirements for the terminal boxes included became smaller and smaller. To meet this need, a universal connection system has been developed.

This paper describes the advantages and constraints in the usage of both connection systems: unscreened and new screened separable connectors for nominal voltage up to 42 kV and nominal current up to 1250 A. There is also an overview of the most frequently used cable and metal-oxide surge arresters configurations.

Keywords: gas insulated switchgear, cable types, switchgear terminal box, screened and unscreened connection systems, metal-oxide surge arresters and equipment bushings with outer cone

1. UVOD

Dinamična izgradnja modernih kabljskih mreža mijenjala je i zahtjeve za kabljskim priborom kod priključivanja kabela na srednjenaponska plinom izolirana postrojenja. Uobičajeni sustav završetaka za unutarnju ugradnju, korišten kod zrakom izoliranih postrojenja, postupno je zamijenjen sustavom oklopljenih i potpuno izoliranih priključaka. Ovaj novi sustav priključivanja razvijao se paralelno s promjenama provodnih izolatora na postrojenjima.

Danas u primjeni prevladavaju uglavnom metalom oklopljena i SF₆ plinom izolirana SN postrojenja, opremljena standardiziranim provodnim izolatorima s vanjskim konusom, u skladu s normom [L1]. Na samom početku razvoja tehnologije plinom izoliranih postrojenja korišten je sustav neekraniziranih priključaka jednak do tada poznatom i korištenom sustavu završetaka u zrakom izoliranim postrojenjima. Godinama nakon toga, prostor u pripadajućim priključnim kutijama postajao je sve manji i manji te je učinio neophodnim prijelaz na ekranizirani sustav priključaka koji će između ostaloga zahtijevati i manje prostora.

2. SUSTAV IZOLIRANIH PRIKLJUČNIH ADAPTERA DO 24 KV

Prvi pristup bio je baziran na konceptu adaptera koji će se moći koristiti sa svim tipovima toploskupljajućih kabljskih završetaka. Kao tehnički elegantno rješenje, poslužilo je jedno neekranizirano izolacijsko tijelo, izvedeno u skladu s oblikom provodnog izolatora.

Ovaj sustav neekraniziranih adaptera omogućio je priključivanje bilo kojeg tipa kabela, bez obzira da li se radilo o izolaciji od papira ili od umjetne mase, odnosno o 1-žilnim ili 3-žilnim kabelima s okruglim ili sektorski oblikovanim vodičima.

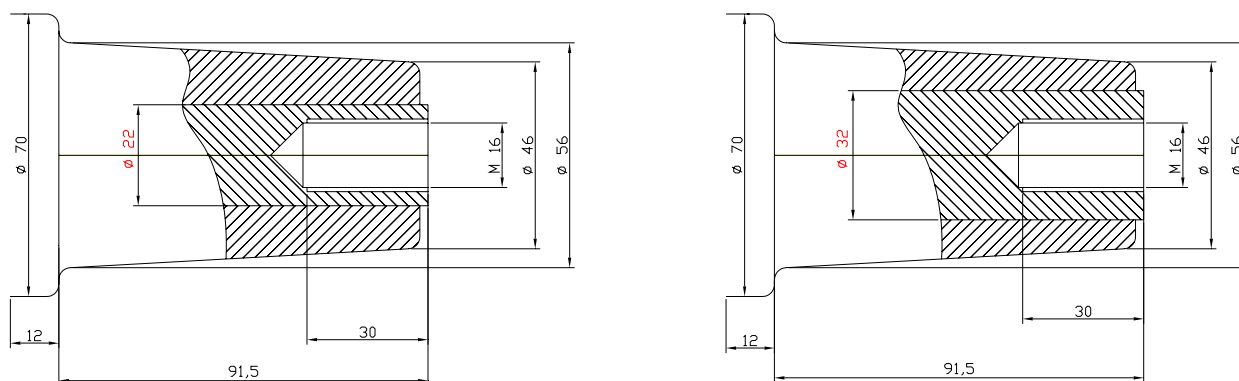
Kompaktna izvedba adaptera i njihov jasan vizualni oblik, u cijelosti udovoljavaju zahtjevima za neekranizirani sustav priključivanja do 24 kV i do danas su pokazali izvanredna svojstva i u najtežim uvjetima pogona.

Prednja strana adaptera dizajnirana je za provodne izolatore s vanjskim konusom, u skladu s [L1] i to za tipove "B" i "C". Izolator tipa "B" standardiziran je za nazivnu struju 400 A, dok je izolator tipa "C" standardiziran za nazivnu struju 630 A. U SN elektroenergetskim mrežama Hrvatske standardizirano je korištenje provodnih izolatora tipa "C" za 630 A, dok je korištenje izolatora tipa "B" za 400 A vrlo rijedak slučaj (najčešće se koristi u Francuskoj).

Ovdje je vrlo bitno naglasiti da se električni kontakt između kabljske stopice i provodnog izolatora ostvaruje pomoću dva različita postupka i to:

- za tip "B" pomoću kontaktnog pina (bez navoja) promjera $\varnothing 14^{+0,00}_{-0,04}$ mm i dužine 40 mm
- za tip "C" pomoću kontaktnog vijka (s navojem) M16x2-6H i dužine 30 mm

Ostale dimenzije provodnih izolatora tipa "B" i tipa "C" u potpunosti su iste. Na slici 1a prikazan je jedan standardni provodni izolator tipa "C" za 24 kV i 42 kV, nazivne struje 630 A, dok je na slici 1b prikazan modificirani provodni izolator tipa "C" za 24 kV i 42 kV, ali za nazivnu struju 1250 A.



Slika 1. a) Standardni tip "C" za 630 A, 24 kV i 42 kV; b) Modificirani tip "C" za 1250 A, 24 kV i 42 kV

Vijak kojim se ostvaruje električni kontakt dovoljan je i za mehaničku čvrstoću adaptera u gornjem dijelu, dok je donji dio navučen na kabelski završetak pa zbog toga nije potrebno dodatno učvršćenje na samom adapteru ili uz pomoć vanjskih držača (slika 2).

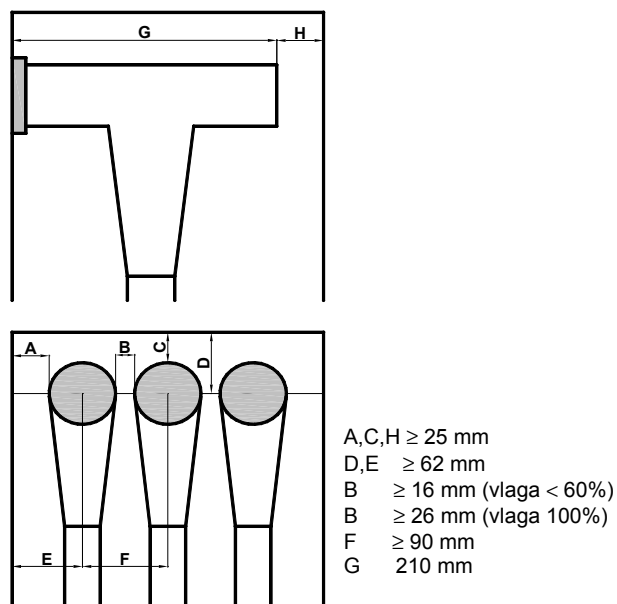
Zahvaljujući dugogodišnjem iskustvu s hermetički izoliranim kabelskim završecima, i ovi neekranizirani adapteri su vodonepropusni i omogućuju neprekidni pogon, čak i u teškim uvjetima okoliša kod vanjske ugradnje, kako je to dokazano i tipskim ispitivanjima u skladu s [L5].

2.1. Zahtjev za jednostruko priključivanje na izolatore 630 A tipa "C" do 24 kV

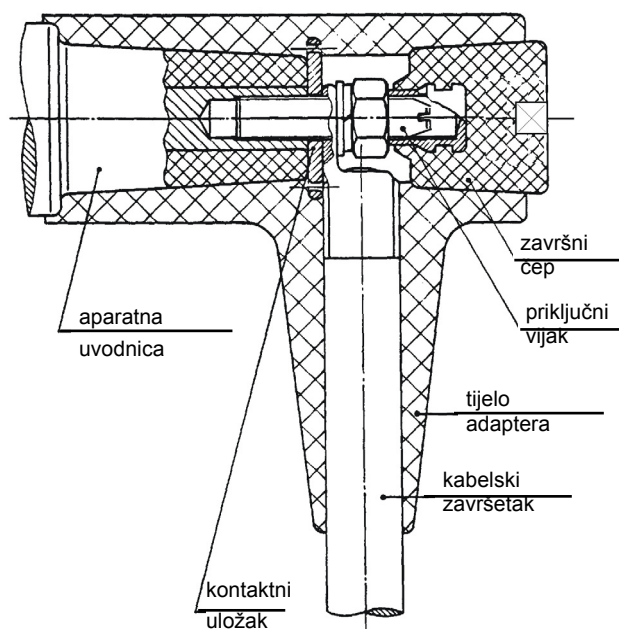
Dizajn neekraniziranih priključnih adaptera (tipa RICS) bio je namijenjen za pogon unutar priključnih kutija s mogućnošću zaključavanja prednjih vrata te sa malim razmacima između provodnih izolatora i metalnih stranica. Zbog toga su dimenzije adaptera morale zadovoljiti određene kriterije kako bi oni bili primjenjivi za različite konstrukcije priključnih kutija. Minimalni razmaci koji se moraju uvažavati kod smještaja izoliranih adaptera u priključnu kutiju prikazani su na slici 2.

Nivo vlage u zraku postaje važan kada se postrojenje locira u male, kompaktne jedinice gdje uvjeti okoliša omogućuju ulaz vlažnog zraka ili nagli pad temperature za više od 10 C.

U slučajevima kada na bloku nema priključne kutije ili kada prednja vrata priključne kutije nisu blokirana od slučajnog otvaranja, mora se primijeniti sustav upozoravanja, kako bi se pogonsko osoblje zaštitilo od slučajnog dodira.



Slika 2: Prikaz minimalnih razmaka za neekranizirane adaptere u priključnoj kutiji za 24 kV



Slika 3: Prikaz neekraniziranog adaptera na provodnom izolatoru 630 A tipa "C" do 24 kV

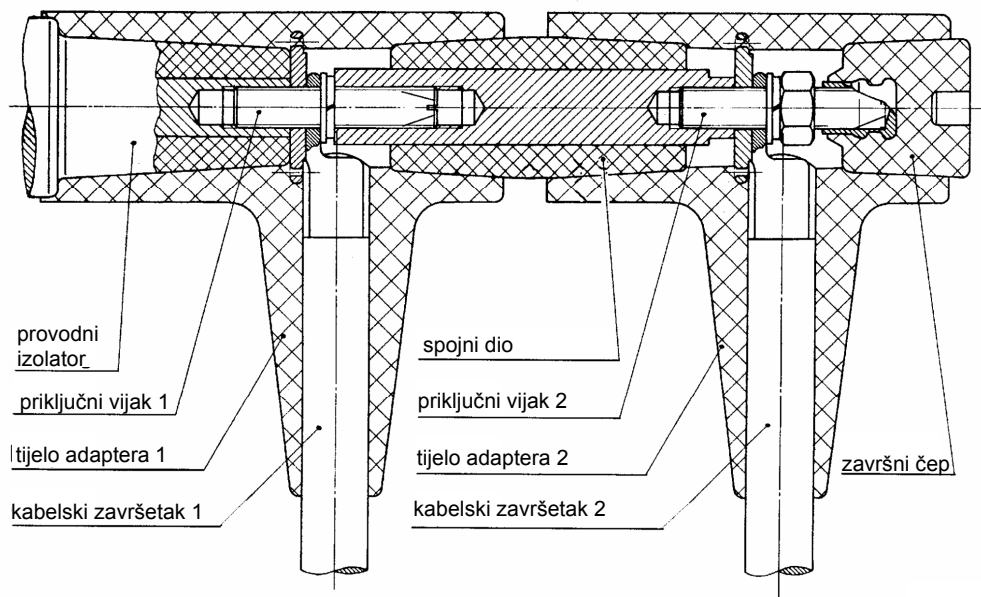
2.2. Zahtjev za dvostruko priključivanje na izolatore 630 A tipa "C" do 24 kV

Određena rješenja i tehnički zahtjevi u mreži, mogu zahtijevati dvostruko priključivanje kabela na iste provodne izolatore (slika 4). U tom slučaju, priključna kutija i držači kabela moraju biti dovoljno duboki kako bi omogućili ovakvu aplikaciju.

Sustav dvostrukih neekraniziranih priključnih adaptera (tipa RICS-double) zahtijeva priključnu kutiju min. dubine 410 mm. U slučaju da ova dubina nije ostvariva, potrebno je po završenoj montaži, na licu mjesta, izraditi nova vrata koja će omogućiti potrebnu dubinu od 410 mm ili naručiti od proizvođača postrojenja odgovarajuća nova vrata.

Potreba za sve većim nivoom distribucije električne energije (snage) i uz što manje troškove postrojenja, dovela je do modifikacije standardnog 630 A provodnog izolatora tipa "C" prema [L1]. Pojedini proizvođači postrojenja (i provodnih izolatora) jednostavno su provodni vijak od mesinga promjera Ø22 mm, promijenili u bakreni vijak promjera Ø32 mm (slika 1b). Na taj način je nazivno strujno opterećenje za provodni izolator tipa "C" umjesto 630 A, povećano na 1250 A dok su sve ostale dimenzije zadržane.

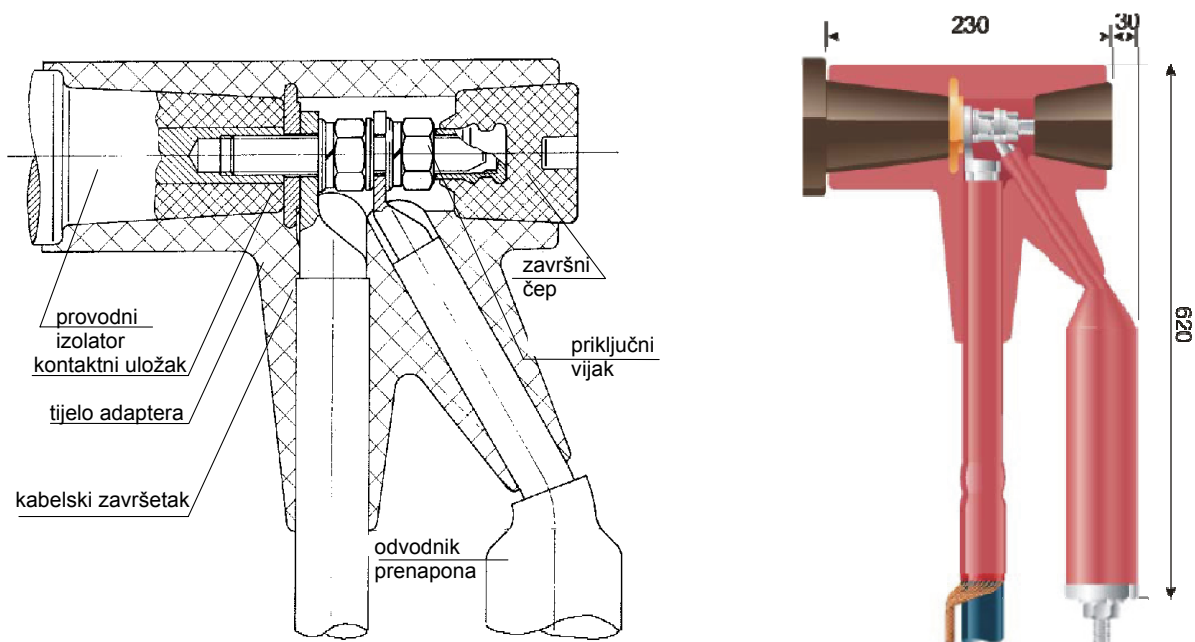
Ovo novo konstrukcijsko rješenje zahtijevalo je dvostruki priključni sustav gdje oba adaptera u paraleli mogu prenositi ukupno 1250 A (2x630 A). Rješenje je vrlo brzo postignuto uz neznatnu modifikaciju standardnog dvostrukog priključivanja, tako da se umjesto priključnih vijaka od inoxa, koriste bakreni pokositreni priključni vijci M16.



Slika 4. Dvostruki spoj neekraniziranih adaptera na jedan provodni izolator 630 A, tipa "C"

2.3. Zahtjev za jednostruko priključivanje u kombinaciji s odvodnikom prenapona na izolatore 630 A tipa "C" do 24 kV

Jednom kada je ostvaren visoki nivo pouzdanosti u isporuci el. energije, posebna pažnja posvećena je sigurnosti mreže u pogonu. Zbog toga, ispadi u pogonu uzrokovani atmosferskim ili sklopnim prenaponima moraju biti spriječeni. Kao idealno rješenje ovog problema, nametnula se je upotreba metaloksidnih odvodnika prenapona.



Slika 5. Neekranizirani priključni adapter u kombinaciji s MO odvodnikom prenapona spojen na provodni izolator 630 A, tipa "C"

Pored njihovih nedvojbenih tehničkih prednosti u usporedbi s tradicionalno korištenim odvodnicima prenapona, prostor potreban za njihov smještaj postao je puno manji pa su na taj način metaloksidni odvodnici prenapona postali idealno rješenje za uske priključne kutije.

U međuvremenu, rasprostranjena upotreba metaloksidnih odvodnika u mrežama dovela je do već uobičajene ugradnje odvodnika na dolazećem kraju napojnog kabela.

Ovo su bili razlozi koji su doveli do kompaktnog dizajna prilagođenog kabelskim završecima. Potreban prostor za ovu kombinaciju odvodnika i kabelskih završetaka bio je čak manji od zahtijevanog prostora za dvostruko priključivanje kabela na iste provodne izolatore. U stvari, ova kombinacija odvodnik – kabelski završetak, pristaje unutar priključnih kutija sa dubinom ne manjom od 300 mm, što je čini komercijalno i tehnički atraktivnim rješenjem za sva plinom izolirana kompaktna postrojenja.

3. SUSTAV EKRAKIZIRANIH RASTAVLJIVIH PRIKLJUČAKA 24 KV I 42 KV

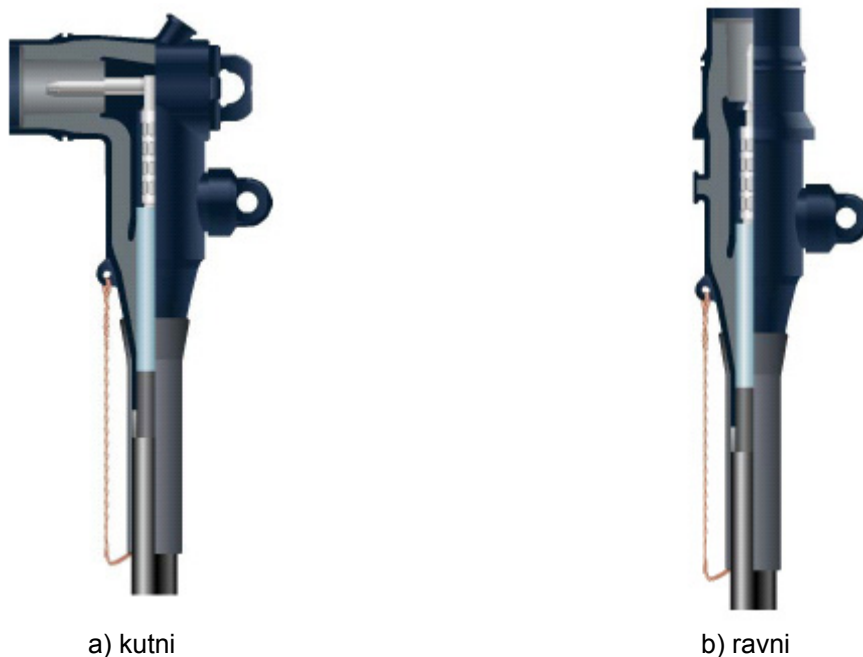
3.1. Zahtjev za priključke na izolatore 250 A tipa "A" do 24 kV

Gusto naseljena područja s relativno velikom potrošnjom el. energije po jedinici površine, opremljena su sa manjim transformatorskim jedinicama u kompaktnim tvornički predgotovljenim transformatorskim stanicama (1x630 kVA do 2x1000 kVA). U ovakvim objektima, svaki centimetar prostora je dragocjen pa je upotreba komponenti sa visokim stupnjem tehničkih karakteristika nužna radi osiguranja ukupne pouzdanosti ugrađene jedinice. Unutarnje kabelske veze između transformatora i kompaktnog sklopnog bloka su relativno kratke, a svi spojevi u cijelosti potpuno izolirani. Za priključivanje 20 kV-tne kabelske veze na transformatoru (nova rješenja) i sklopnom bloku (rješenje od ranije), standardno se koriste ekranizirani rastavljivi priključci (kutni tipa RSES, slika 6.a ili ravni tipa RSSS, slika 6.b), a za provodne izolatore tipa "A" (prema [L1]) i nazivnu struju 250 A.

Zahvaljujući svojoj osnovnoj konstrukciji od umreženog EPDM-a i vanjskom ekranom sloju (s minimalnom debljinom od 3 mm) koji je čvrsto povezan sa uzemljenjem, ovi priključci su idealno rješenje i za vanjsku ugradnju (priključci transformatora, kondenzatorskih baterija, prigušnica i sl.).

Za dodatnu provjeru prisutnosti napona u strujnom krugu, priključci su opremljeni dodatnom kapacitivnom ispitnom točkom koja je u normalnom pogonu zaštićena vodljivom kapom. Kod ispitivanja, kapa se skida, a na elektrodama spojenim s ispitnom točkom, inducira se naboj koji možemo provjeriti standardnim visokoomskim ispitivačem.

Upotreba pokositrenih bimetalnih stopica, univerzalnih za Al i Cu vodiče, čine ekranizirane priključke 250 A, vrlo prihvaćene komponente u modernim SN energetske mrežama.



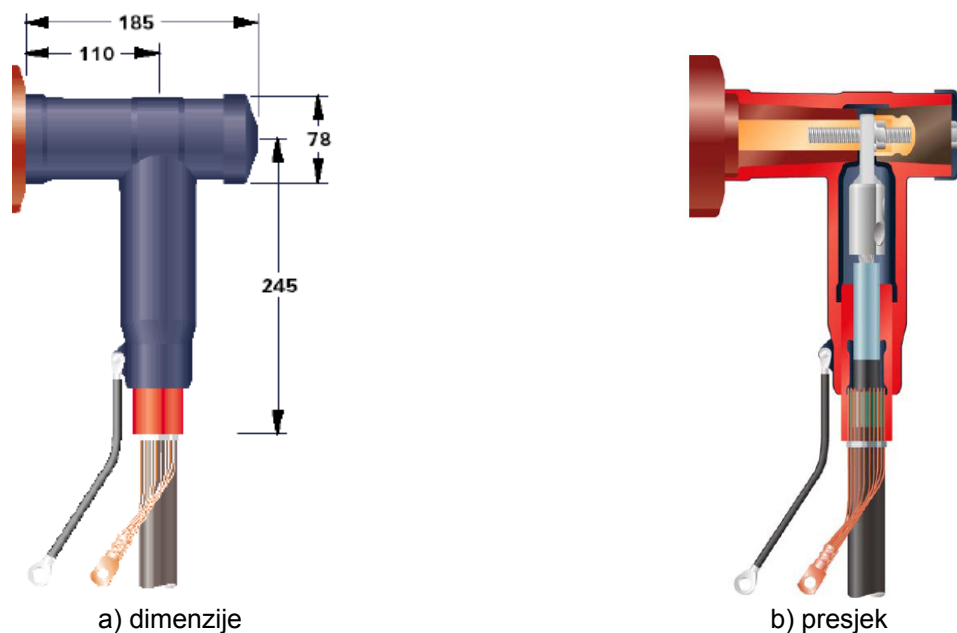
Slika 6. Ekranizirani rastavljivi priključci za provodni izolator 250 A tipa "A" do 24 kV

3.2. Zahtjevi za jednostruko priključivanje na izolatore 630 A tipa "C" do 24 kV

U skladu s rastom popularnosti ekraniziranih priključnih sustava, razvijena je i proizvedena kompletna paleta ekraniziranih rastavljivih T - priključaka za plinom izolirana rasklopna postrojenja do 42 kV i sa provodnim izolatorom 630 A tipa "C" u skladu s [L1].

Ekranizirani rastavljivi priključci tipa RSTI sadrže jedan 2-komponentni koncept u kojem jedna komponenta osigurava kontrolu i razdiobu el. polja te geometrijsku prilagodljivost različitim dimenzijama kabela, dok druga komponenta osigurava izolaciju priključnog područja te vanjsko ekranizirano kućište adaptera (slika 7). Ovaj koncept, zajedno s izborom tekuće silikonske gume (eng. *liquid silicone rubber*) kao osnovnog izolacijskog materijala, daju maksimum dizajnerske fleksibilnosti.

Tekuća silikonska guma nudi pored nadmoćnih izolacijskih svojstava također i izvanrednu otpornost na stvaranje tragova u izolaciji (eng. *tracking resistance*), visoku elongaciju do prekida te negorivost.



Slika 7. Prikaz ekraniziranog rastavljivog T- priključka na provodnom izolatoru 630 A tipa "C" do 24 kV

U kombinaciji s vijčanom stopicom primjenjivom za široki raspon presjeka te za priključivanje Al ili Cu vodiča, ovaj pribor postao je još atraktivniji za poduzeća ili firme gdje nabava i skladištenje većeg broja pojedinačnih (manjih) komponenti postaje problem. Oblik vijčane stopice je za ovu primjenu posebno dizajniran tako da je priključna usna stopice uvijek pozicionirana centralno u odnosu na otvor za vodič, čime je omogućena primjena stopice na širokom rasponu presjeka vodiča (npr. komplet za presjek 95-240 mm² se najčešće koristi).

Pored kompleta s vijčanim stopicama, na raspolaganju su i kompleti sa standardnim stopicama za DIN tehnologiju prešanja ili za tehnologiju prešanja s dubokim utiskivanjem, a za presjeka vodiča od 25 do 300 mm².

Dizajn ekraniziranih priključaka sadrži mogućnost naponskog ispitivanja vanjskog plašta kabela i za vrijeme dok je priključak spojen na postrojenje (bez odspajanja). Otvoreni kraj tijela priključka zatvara se i brtvi završnim čepom koji u sebi sadrži integrirano kapacitivno dijelilo. Ovo dijelilo izvedeno je u obliku ispitne točke, za provjeru da li je strujni krug pod naponom ili ne.

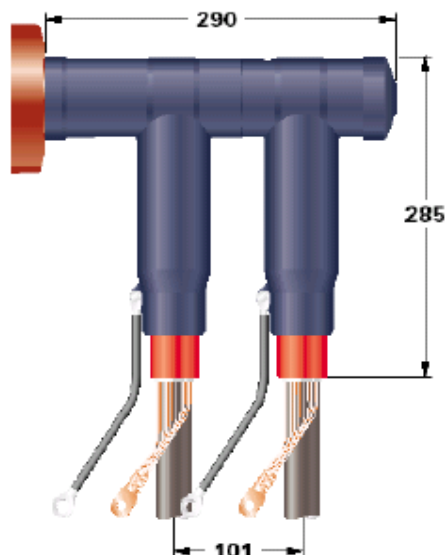
Moderna postrojenja ne zahtijevaju izvedbu priključka s kapacitivnom ispitnom točkom na završnom čepu (jer su sama postrojenja opremljena s ovom metodom naponske provjere). Međutim, ugradnja priključka bez odgovarajuće kutije (npr. na transformatoru, kondenzatorskoj bateriji i sl.) morala bi uključivati izvedbu s kapacitivnom točkom na završnom čepu. Radi sigurnosti u pogonu, završni čep i ispitna točka zaštićeni su jednom vodljivom kapom, koja štiti od slučajnog dodira i ispitnu točku "drži" cijelo vrijeme na potencijalu zemlje (ekran adaptera).

3.3. Zahtjevi za dvostruko priključivanje na izolatore 630 A tipa "C" do 24 kV

Asimetričan i kompaktan dizajn samog tijela ekraniziranog rastavljivog priključka, omogućuje dvostruko priključivanje kabela unutar standardne priključne kutije. Za ostvarivanje dvostrukog spoja kod ekraniziranih priključaka postoje dvije koncepcije i to:

- upotreba spojnog komada (eng. *connecting plug*) koji međusobno povezuje dva priključka (slično kao i kod koncepta neekraniziranih adaptera) i
- izvedba drugog priključka u spoju s tvornički ugrađenim natičnim elementom (eng. *coupling connector*) koji se jednostavno dodaje prvom priključku

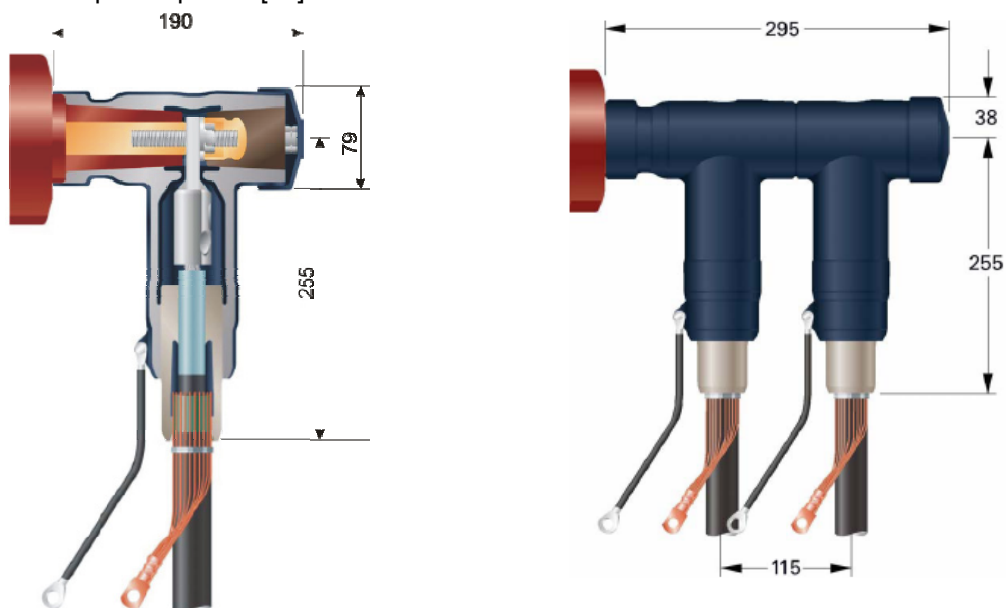
Koncept dvostrukog spoja u kojem drugi priključak ima ujedno i natični element, zahtijeva manje prostora (potrebna dubina 300 mm) i njegova upotreba je u stalnom porastu za razliku od koncepta dvostrukog spoja uz korištenje odvojenog spojnog komada, koristi se još samo u slučajevima dodatnog spajanje na već ugrađeni osnovni priključak (naknadno proširenje mreže).



Slika 8. Dvostruki spoj ekraniziranih priključaka na jedan provodni izolator 630 A tipa "C" do 24 kV

3.4. Zahtjevi za jednostruko i dvostruko priključivanje na izolatore 630 A tipa "C" do 42 kV

Kao nastavak dobro prihvaćenog osnovnog koncepta 24 kV ekraniziranih priključaka, proširena je porodica RSTI priključaka za područje do 42 kV. Isto tako je i ova linija proizvoda dizajnirana za provodne izolatore 630 A tipa "C" prema [L1].



Slika 9. Jednostruki i dvostruki spoj ekraniziranih priključaka na izolatore 630 A tipa "C" do 42 kV

Osnovni dizajnerski koncept dvije komponente zadržan je i ovdje, jednako kao i prednosti korištenja vijčanih stopica (korištenje stopica za prešanje zadržano je kao alternativno rješenje).

Glavna razlika u odnosu na priključke nazivnog napona 24 kV je u debljini stijenke koja se zahtijeva za 42 kV napon. Uzimajući u obzir prednosti ovog koncepta, da bi se pokrilo cijelo područje korištenja 35 do 300 mm² potrebno je samo nekoliko kompleta.

Kao dodatak jednostrukom priključku, dizajniran je i natični priključak za dvostruko spajanje. Ovaj priključak jednostavno se dodaje prvom, a potrebna dubina za ugradnju u priključnoj kutiji ne prelazi 300 mm (slika 9).

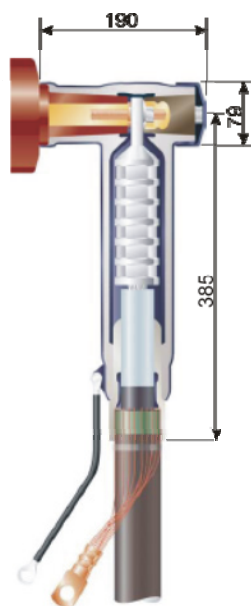
3.5. Zahtjevi za priključivanje na izolatore 1250 A tipa "C" do 42 kV

Moderni dizajn mreže za vjetroelektrane i druge primjene s visokim energetske zahtjevima u 24 kV i 42 kV mreži, zahtijevali su priključke za kabale s većim presjekom vodiča (od 400 do 630 mm²). Ovaj zahtjev postao je očit kada su proizvođači postrojenja započeli modificirati strujnu podnosivost provodnih izolatora tipa "C" (prema [L1]) da bi dobili kapacitet od 1250 A. Ova modifikacija opisana je već u točki 2.2 za neekranizirane adaptere, a izgled jednog modificiranog provodnog izolatora za 24 kV i 42 kV prikazan je na slici 1b.

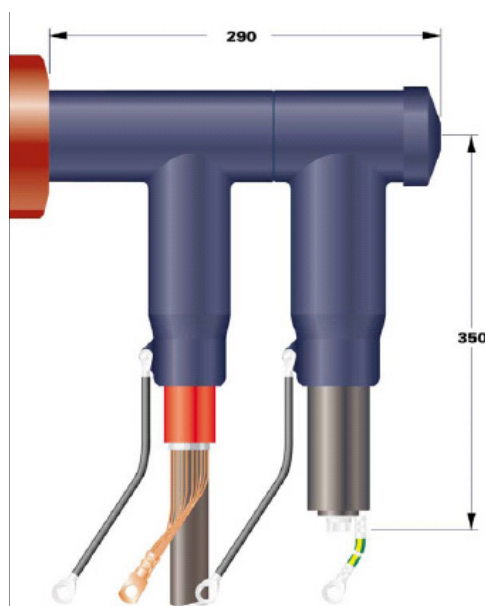
Ovime je postignuta univerzalnost korištenja provodnog izolatora tipa "C" za dvije nazivne vrijednosti struje: 630 A i 1250 A te istovremeno korištenje samo jednog tipa priključka.

Dizajn priključka za veće presjeke (400 do 630 mm²) temeljen je na istom konceptu dvije komponente s time da je izolacijsko tijelo dizajnirano da pokrije sve el. zahtjeve za naponske klase do 42 kV. Stopice koje se standardno isporučuju s priključkom za ove povećane presjeke, zadržane su za DIN tehnologiju prešanja, dok se vijčane stopice isporučuju na poseban zahtjev.

Zahtjev za konstrukcijom priključka od 1250 A uvjetovao je i modifikaciju priključnog vijka na izolator tako da se umjesto inox vijka koristi bakreni pokositreni vijak M16.



Slika 10. Jednostruki priključak na izolator 1250 A tipa "C" do 42 kV i za kabale presjeka 400 do 630 mm²



Slika 11. Jednostruki priključak u kombinaciji s MO odvodnikom prenapona na izolator 630 A tipa "C" do 42 kV

3.6. Zahtjevi za jednostruko priključivanje u kombinaciji s odvodnikom prenapona na izolatore 630 A tipa "C" do 42 kV

Upotreba odvodnika u kombinaciji s ekraniziranim priključkom zahtijevala je također i ekranizirano kućište metaloksidnog odvodnika prenapona. Ovaj zahtjev je elegantno riješen upotrebom dodatnog natičnog priključka čime je potrebni prostor u priključnoj kutiji ostao isti kao i kod dvostrukog priključivanja kabala (min. 300 mm).

Na raspolaganju stoje za sada metaloksidni odvodnici prenapona trajnog radnog napona $U_c=10, 12, 21, 24, 36$ i 41 kV te nazivne struje odvoda 5 kA (za $U_c=10$ i 12 kV) te 10 kA (za $U_c=21$ do 41 kV).

Na slici 11 prikazana je kombinacija priključka kabala i MO odvodnika prenapona ostvarena pomoću ekraniziranih T - priključaka.

4. ZAKLJUČAK

Svi naprijed opisani proizvodi dizajnirani su kako bi udovoljili zahtjevima pogona u modernim distributivnim mrežama. Neekranizirani sustav priključnih adaptera usklađen je sa zahtjevima priključivanja papirom i umjetnom masom izoliranih kabela do 24 kV, dok je sustav ekraniziranih priključaka usklađen sa zahtjevima priključivanja samo umjetnom masom izoliranih kabela do 42 kV. Dodatne kombinacije kao što su dvostruko ili trostruko priključivanje kabela na isti provodni izolator, paralelno priključivanje odvodnika prenapona, izvedba otcijepa u SN kabelskoj mreži i sl., moguće je izvesti ovdje opisanim sustavom priključivanja.

Upotreba provodnog izolatora s vanjskim konusom tipa "C" za nazivne struje 630 A pokazala se kao optimalno tipsko rješenje za SN distributivne mreže 24 ili 42 kV.

Posebne zahtjeve za struje od 1250 A moguće je sada riješiti sa modificiranim izolatorom tipa "C" što daje pozitivan doprinos ukupnom sniženju troškova izgradnje i održavanja distributivnih mreža te tipizaciji ugradnje SN postrojenja izoliranih plinom.

LITERATURA

- [1] EN 50181 Plug-in type bushings above 1 kV up to 36 kV and from 250 A to 1,25 kA for equipment other than liquid filled transformers, CENELEC TC 36A, svibanj 1997.
- [2] KONČAR, Metalom oklopljeni, plinom SF₆ izolirani kompaktni sklopni moduli serije KSMA, Upute za konstrukciju, način rada, korištenja i održavanja, Zagreb, 2001.
- [3] HEP-Bilten br. 130: "TEHNIČKI UVJETI ZA IZBOR I POLAGANJE EE KABELA NAZIVNOG NAPONA 1 kV DO 35 kV", Prve izmjene i dopune; Zagreb, studeni 2003.
- [4] HEP-Bilten br. 138: "TEHNIČKI UVJETI ZA SKLOPNE APARATURE U METALNOM KUĆIŠTU (RMU) ZA NAZIVNE NAPONE DO 24 kV"
- [5] HRN HD 629.1 S1:2001: Metode ispitivanja pribora energetskih kabela nazivnog napona od 3,6/6(7,2) kV do 20,8/36(42) kV-Kabeli s brizganom izolacijom
- [6] Josip Bošnjak dipl. ing.el. "UNIVERZALNI I EKONOMIČNI SUSTAV KABELSKIH PRIKLJUČNIH ADAPTERA ZA SF₆ - IZOLIRANA POSTROJENJA", HK CIGRE Drugi simpozij o energetskim kabelima PULA 6. - 8. listopada 1996.
- [7] PPR 1445- "Qualification of Screened Separable Connector for Single Core Polymeric Insulated Cable 24 kV, Type: RSTI - 56xx", Type Test Report made by IPH-Institut Berlin: Berlin, 20.06. 2000.
- [8] PPR 1701- "Double connection RSTI-5647 with connection plug RSTI-56CP for modified bushing 1250 A with interface C", Type Test Report TYCO ELECTRONICS Raychem GmbH; Ottobrunn, 3.lipnja 2003.
- [9] PPR 1702- "Double connection system RICS 5733-Cu with coupling adapter RICS 5137 for modified bushing 1250 A with interface C", Type Test Report TYCO ELECTRONICS Raychem GmbH; Ottobrunn, 3.lipnja 2003.
- [10] Hrvoje Rubčić, dipl.ing.; Željko Bago, dipl.ing.: "VAKUUMSKA DISTRIBUCIJSKA SKLOPNA APARATURA TIP VDA ZA UNUTARNJU UGRADNJU", HK CIGRÉ – Šesto savjetovanje, Cavtat 2003.
- [11] Hrvoje Rubčić, dipl.ing.; Darko Huzanić, dipl.ing.; Željko Bago, dipl.ing.: "KOMPAKTNI SKLOPNI MODULI SERIJE VDA ZA UNUTARNJU UGRADNJU", HK CIGRÉ – Šesto savjetovanje, Cavtat 2003.
- [12] Darko Huzanić, dipl.ing.; dr. sc. Radovan Milošević, dipl.ing.; Hrvoje Rubčić, dipl.ing.: "KOMPAKTNI SKLOPNI MODULI SERIJE KSMA ZA UNUTARNJU UGRADNJU", HK CIGRÉ – Šesto savjetovanje, Cavtat 2003.
- [13] Katalozi, ispitna izvješća i tvorničke informacije firme Tyco Electronics Energy Division
- [14] www.energy.tycoelectronics.com