

Dr.sc. Radovan Milošević, dipl.inž.  
KONČAR – EASN d.d., Zagreb  
[uprava@koncar-easn.hr](mailto:uprava@koncar-easn.hr)

Sonja Ivančić Unger  
KONČAR – EASN d.d., Zagreb  
[prodaja@koncar-easn.hr](mailto:prodaja@koncar-easn.hr)

Branimir Galić, inž.  
KONČAR – EASN d.d., Zagreb  
[prodaja@koncar-easn.hr](mailto:prodaja@koncar-easn.hr)

## ODRŽAVANJE KAO ČIMBENIK RAZVOJA

### SAŽETAK

Članak ukazuje na cjelovito uključivanje mogućnosti kasnijeg održavanja već u razvoju proizvoda, te nove elemente sustavnog pristupa održavanju novijih generacija električnih aparata i kompaktnih sklopnih modula, s posebnim osvrtom na pristup održavanju kod tzv.opreme bez održavanja („maintenance free“).

U članku su također navedeni statistički podaci o održavanju prikupljeni tijekom višegodišnjeg praćenja rada modernih sklopnih aparatura i sklopnih modula srednjeg napona. Podaci potvrđuju da se primarni dio koji je zatvoren u plino-nepropusnom kućištu može smatrati sklopovima bez potrebe za održavanjem. Ostali sklopovi, npt. pogonski mehanizmi, sustavi upravljanja i zaštite, zahtijevaju trajni nadzor i primjereno održavanje.

U članku je opisan i pristup društva KONČAR – EASN d.d. održavanju starijih generacija opreme, s naglaskom na zamjenu vitalnih dijelova postrojenja, čime se na ekonomski isplativ i prihvatljiv način može produljiti vijek trajanja postrojenja, poboljšati nazivne karakteristike, povećati pouzdanost i raspoloživost, te na taj način olakšati održavanje i istovremeno dugoročno smanjiti troškove održavanja.

**Ključne riječi:** održavanje, čimbenik, motivacija, sklopni aparati, sklopna postrojenja, obnova

## MAINTENANCE - IMPORTANT FACTOR IN PRODUCT DEVELOPMENT

### SUMMARY

The article deals with the maintenance as an important factor in product development, and new elements of systematic approach to the maintenance of new generations of electrical apparatus and compact modules, with special review of maintenance of „maintenance-free“ equipment.

Statistical data relevant for maintenance of medium voltage gas-insulated modules collected during the exploitation period confirm that the primary part in SF<sub>6</sub> gas-tight container can be considered maintenance free. Other assemblies, e.g. operating mechanism, control and protection systems, require continuous monitoring and adequate maintenance.

The article also presents the approach of KONČAR – MVA Inc.to the maintenance of earlier generations of equipment. The retrofitting of vital parts/assemblies is acceptable solution in recession period and times with limited investment possibilities. The retrofitting enables extension of service life, provides improvement of nominal characteristics, increases the reliability and availability and reduces the maintenance costs.

**Key words:** maintenance, factor, motivation, module, switchgear, retrofitting

## **1. O ODRŽAVANJU I MOTIVACIJI ZA ODRŽAVANJE**

Svaki aparat, uređaj i druga naprava počinje stariti čim je proizvedena. Da bi se omogućilo u praksi nesmetano funkcioniranje raznovrsnih sustava i opreme, neophodno je voditi računa o njenom primjerenom održavanju. Cilj dobro organiziranog održavanja u širem smislu je zadržavanje niske razine troškova održavanja, u koje su uključeni troškovi rada na održavanju, troškovi rezervnih dijelova, kao i gubici i štete koje nastaju uslijed zastoja i kvarova.

Nema apsolutno pouzdane tehničke tvorevine, pa tako ni sklopnih aparata, aparatura i sklopnih modula, koje bi se moglo ugraditi i zaboraviti dok im ne istekne predviđeni rok trajanja.

Ovdje se radi o vrlo složenim dinamičkim sustavima s više stotina različitih dijelova izrađenih od različitih materijala, koji rade u vrlo specifičnim eksploatacijskim uvjetima, pa nije za očekivati da će cijeli radni vijek korektno raditi bez nadzora i održavanja bar nekih elemenata i sklopova.

Prosječni vijek trajanja opreme ugrađene u distribucijsku mrežu iznosi 20-30 godina. To je relativno dugo razdoblje, pa se u današnjim elektroenergetskim mrežama nalazi oprema različitih generacija i različitih stupnjeva složenosti, što otežava organizaciju održavanja, zajedno sa slobodnim tržišnim pristupom koji tipizaciju opreme svodi na razinu preporuke.

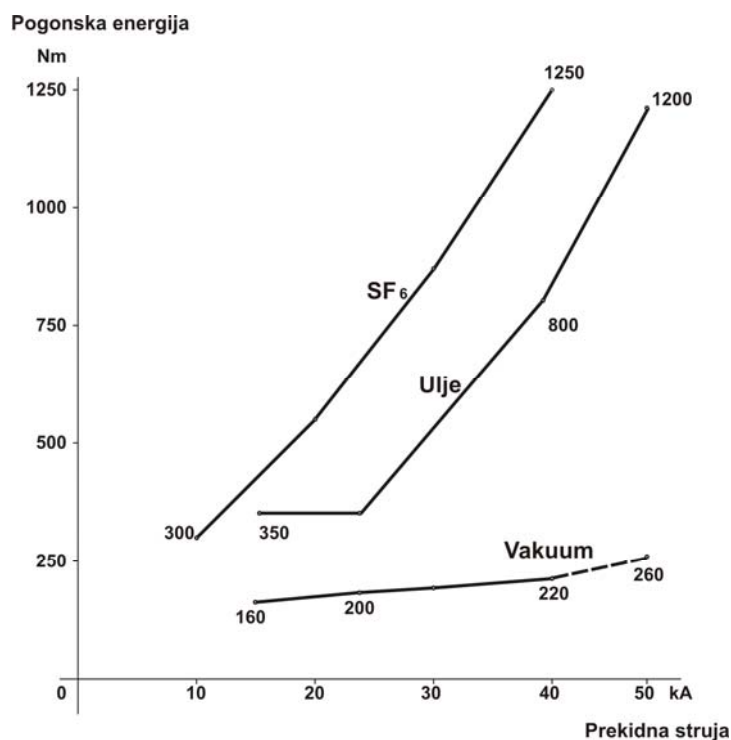
S druge strane, službe održavanja često su pod velikim pritiskom da osiguraju funkcioniranje sustava uz minimalna ulaganja i troškove tijekom cijelog životnog vijeka opreme. Njihova je uloga važna i nezaobilazna, ali ne i jedina karika u lancu održavanja. Primjereno održavanje znači sustavu/opremi osigurati maksimalnu raspoloživost i pouzdanost uz minimalan trošak. To znači da neke činjenice vezane za kasnije održavanje trebaju biti uzete u obzir već pri dizajniranju opreme.

## **2. ODRŽAVANJE KAO BITAN ČIMBENIK RAZVOJA NOVIH PROIZVODA**

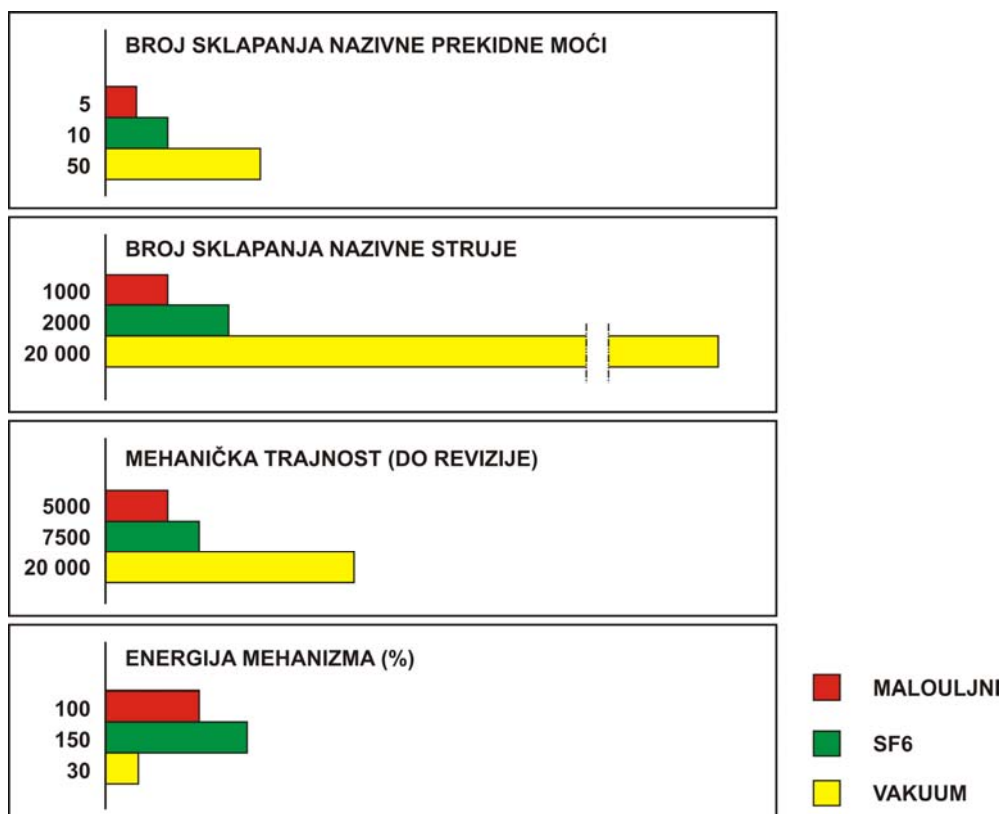
Smjernice razvoja proizvoda koje primjenjujemo mogle bi se sa stanovišta održavanja podijeliti na tehnološki razvoj u svijetu, trajno poboljšavanje opreme temeljem povrata informacija s terena (analiza kvarova) te kreiranje rješenja za poboljšanje postojeće opreme koja je u kasnijim fazama životnog vijeka uz minimum troškova.

Nove tehnološke mogućnosti koje su se pojavljivale u svijetu bile su nama kao i drugim proizvođačima srednjenaponske opreme motivacija za stvaranje novih rješenja koja olakšavaju posao održavatelja, a isto tako i s vremenom nužno mijenjaju pristup održavanju srednjenaponske opreme. Ako gledamo klasični sklopni modul u cjelini, svjetske statistike su na kraju devedesetih godina pokazivale slijedeću razdiobu uzroka kvarova [2] mehanički uzroci 69%, električni uzroci 11% i ostalo 20%. Na klasičnim zrakom izoliranim sklopnim postrojenjima gotovo trećina (29%) kvarova bila je izazvana greškama izolacije, zatim 12% uslijed atmosferskih i drugih prenapona, a zatim slijede ostali uzroci.

Kao i svjetske proizvođače, i nas je ovakva statistika kvarova usmjerila razvoju vakuumskih aparata, a zatim logično i kompaktnih sklopnih modula izoliranih plinom SF<sub>6</sub>. Vakuum kao sredstvo za gašenje luka donio je veliku novinu u održavanju aparata, budući da se održavanje glavnog strujnog puta svelo na mjerenje otpora strujnog puta i kontrolu pritegnutosti vijaka. Broj dijelova pola prekidača smanjen je na polovicu, broj pokretnih dijelova u polu na trećinu, a broj pokretnih dijelova u vakuumskoj komori na samo dva. Pogonske energije mehanizama također su jako smanjene u odnosu na malouljne prekidače. Sa stanovišta proizvođača, to je značilo novu generaciju pogonskih mehanizama, znatno veće pouzdanosti i trajnosti (slika 1.). Razvoj nove generacije mehanizama (m5) kapitaliziran je između ostalog i kroz olakšano održavanje te opreme, što je vidljivo iz usporednog prikaza elemenata bitnih za održavanje (slika 2.).



Slika 1. Usporedba medija za gašenje luka na temelju potrebne pogonske energije mehanizama



Slika 2. Usporedba medija za gašenje luka na temelju parametara bitnih za održavanje opreme

Integrirane tehnologije odvele su nas korak dalje u razvoju – kompletan strujni put kod kompaktnih sklopnih modula zatvoren je u plinonepropusnom kućištu, te su njegove komponente korisniku nedostupne pa i ne može biti riječi o eksploatacijskom održavanju. Bitno je napomenuti da je

KONČAR – EASN d.d. među prvima u svijetu iskoristio prednosti vakuuma kao sredstva za gašenje luka i plina SF<sub>6</sub> kao sredstva za izolaciju i smanjivanje sveukupnih dimenzija već od prve serije kompaktnih sklopnih aparatura VDA i kompaktnih sklopnih modula VDAP.

Održavanje energetskog dijela aparature/modula zahtijeva samo kontrolu tlaka plina SF<sub>6</sub>. No, opseg održavanja nije se umanjio - ostaje još „logistika“ – pogonski mehanizmi, te moduli upravljanja i zaštite koji su kod ove generacije opreme glavni predmet aktivnosti održavanja. Istovremeno, distribucijska mreža raste i razvija se, snage kratkog spoja u mreži rastu, a u skladu s tim norme koje su proizvođači dužni poštovati pri razvoju aparata propisuju oštrije zahtjeve na aparate. Rastu zahtjevi na brzine uklopa, mehaničku trajnost komponenata i neke druge karakteristike.

Još veći stupanj složenosti pogonskih mehanizama donio je koncept integracije više aparata u zajedničko plinonepropusno kućište. Naše kompaktne sklopne aparature (RMU) serije VDA koje su se počele koristiti paralelno sa sve većim udjelom kabelskih mreža u elektrodistribucijskom sustavu imaju prekidač u transformatorskom polju, te tropoložajne vakuumске rastavne sklopke u vodnim poljima. Za pogon tri, četiri ili čak pet aparata koristi se jedinstveni pogonski mehanizam, koji mora zadovoljiti sve zahtjeve na prekidače propisane normom IEC 62271-100 ali i postrojenja, prema normi IEC 62271-200. Jednostavno, takvi koncepti nužno dovode do pomicanja težišta održavanja aparata, aparatura i postrojenja srednjeg napona sa glavnog strujnog puta i lučne komore na pogone i pogonske mehanizme visokog stupnja složenosti.

Dinamičan razvoj proizvoda u našoj tvornici poznatoj po malim serijama i posebnim proizvodima kreiranim da zadovolje specijalne zahtjeve naručitelja ima i drugu stranu o kojoj treba voditi računa – vrlo često ne postoji dovoljno velik uzorak na kojem bi se moglo utvrditi eventualne sustavne greške. Osim toga, kontinuirani razvoj novih proizvoda znači neprestano uvođenje novih proizvoda ili novih rješenja u postojeće proizvode. Vodimo računa da nova rješenja budu primjenjiva na postojeću opremu u eksploataciji.

### **3. POVRAT INFORMACIJA S TERENA I ANALIZA KVAROVA – NAŠA ISKUSTVA**

Ono što se rijetko naglašava, a zapravo je bitna komponenta usmjeravanja razvoja, kako u svrhu poboljšavanja postojećih, tako i osmišljavanja novih proizvoda je povrat informacija s terena, odnosno od korisnika opreme.

Evidentiranje kvarova sustavno provodimo u okviru odjela Servisa već desetljećima, tj. od samih početaka vlastitog razvoja. U početku su se podaci o učestalosti kvarova koristili spontano, odnosno kad bi se primijetilo da se neki kvar pojavljuje često, prišlo bi se iznalaženju boljeg rješenja.

I danas se kontinuirano evidentiraju kvarovi (odvojeno reklamacije u garantnom roku i ostali kvarovi), ali se obavlja i analiza prikupljenih podataka sa smjernicama za daljnji razvoj. Treba napomenuti da kvaliteta prikupljenih podataka o održavanju ovisi o odzivu s terena, odnosno postoji određeni postotak kvarova koji nije evidentiran u pisanom obliku, pa ne može biti uzet u obzir pri kasnijoj obradi podataka. Povratna informacija servisa o ponašanju proizvoda prilikom korištenja naše opreme dragocjena je komponenta za usmjeravanje razvoja. Bitno je iskoristiti dobivene informacije na prikladan način.

Statistički podaci koje smo prikupili tijekom desetak godina praćenja rada ovih modula ukazuju da se primarni dio aparata i modula (elementi za prekidanje i strujni put), koji su zatvoreni u plinonepropusnim kućištima može proglasiti sklopovima bez potrebe za održavanjem, no ostali sklopovi (pogonski mehanizmi, signalni, kontrolni i priključni elementi itd.) zahtijevaju trajni nadzor, pa i određeno održavanje, jer rade u uvjetima, koji mogu dovesti do nepravilnosti u njihovom funkcioniranju

Promjene u konceptu održavanja koje donose nove tehnologije najbolje je ilustrirati odabranim primjerom. U ovom slučaju to su kompaktni sklopni moduli i aparature serija VDA i VDAP. Nakon više od 10 godina iskustva u proizvodnji kompaktnih sklopnih modula ispunjenih plinom SF<sub>6</sub> skupila se zadovoljavajuća baza podataka koja omogućuje kreiranje novih preporuka za održavanje. Bitno je naglasiti da u tom razdoblju nije zabilježen ni jedan jedini kvar na primarnom dijelu aparature/modula, pa se tako i u praksi pokazalo kako se plinonepropusno kućište zaista može smatrati dijelom opreme koji ne podliježe eksploatacijskom održavanju. Jedini učestali defekt, pogotovo u samom početku proizvodnje modula, bio je gubitak plina SF<sub>6</sub> uslijed propusnosti kućišta.

Primjer kako se u okviru razvoja može utjecati na kasnije održavanje upravo je naše vlastito rješenje ugradnje vakuumskih komora u sve aparate. Dakle, već u samom razvoju proizvoda uzeta je u obzir mogućnost gubitka plina, pa je koncept modula kreiran upravo tako da gubitak plina do atmosferskog tlaka ne utječe na funkcionalnost proizvoda. Minimalni pretlak od 0,3 bar služi sprječavanju eventualnog ulaza vlage u kućište. Čak i u slučaju poroznosti kućišta, tlak plina doći će na razinu

atmosferskog, a plin SF<sub>6</sub> i pri takvom tlaku zadržava izolacijska svojstva. Ukoliko dođe do gubitka plina, modul će i dalje biti potpuno funkcionalan jer gubitak plina ne utječe na mogućnost sklapanja. Sve što služba održavanja treba učiniti je da evidentira situaciju i obavijesti servis proizvođača, koji će u najkraćem roku identificirati mjesto propuštanja, otkloniti uzrok i dopuniti plin.

Uvidom u statistiku kvarova i grešaka izabrali smo za ovaj materijal naš tipični proizvod i nekoliko karakterističnih primjera na temelju praćenja u razdoblju proizvodnje od 10 godina (1998.-2008.). U Tablici I. navedeni su opisi kvarova i grešaka na kompaktnim sklopnim modulima serije VDA/VDAP, a u Tablici II. nalazi se prikaz učestalosti pojedinih kvarova.

Tablica I. Opis najčešćih grešaka/kvarova na kompaktnim sklopnim modulima serije VDA/VDAP

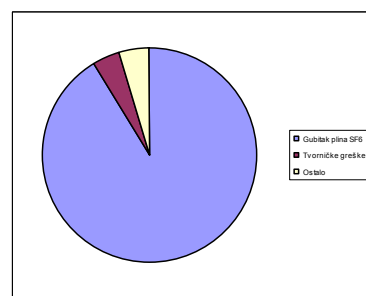
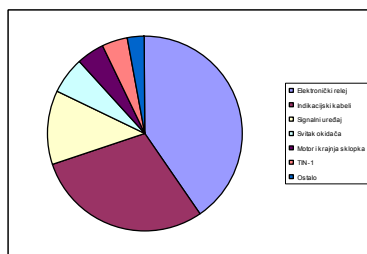
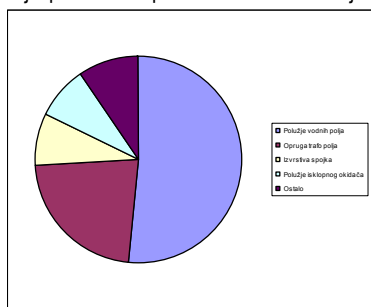
POGONSKI MEHANIZAM			
Opis greške/kvara	Mjesto	Uzroci	Način otklanjanja
Zatajenje mehanizam zbog zaglavlivanja polužja za upravljanje vodnim poljima	Pogonski mehanizam (vodna polja)	Dugo stajanje	Podmazivanje, povremeno sklapanje
		Pogrešna manipulacija	Edukacija pogonskog osoblja
		Greške u materijalu ili obradi	Nova rješenja (poboljšavanje teh.dokumentacije), poboljšavanje kontrole kod proizvođača*
Zatajenje mehanizma trafo polja pri isklupu, zbog zaglavlivanja dijelova	Pogonski mehanizam (trafo polje)	Dugo stajanje	Podmazivanje, povremeno sklapanje**
		Pogrešna manipulacija	Edukacija pogonskog osoblja
		Greške u materijalu ili obradi	Nova rješenja (poboljšavanje teh.dokumentacije), poboljšavanje kontrole kod proizvođača
Zatajenje mehanizma trafo-polja pri isklupu, zbog toga što izvrstiva spojka/zaporni klin ne ulaze u zahvat	Pogonski mehanizam (trafo polje)	Dugo stajanje, ali i tolerancija dimenzija*	Prilagodba dokumentacije (tolerancije); poboljšana ulazna kontrola dijelova i sklopova koji dolaze iz kooperacije; poboljšana međufazna kontrola
SUSTAV UPRAVLJANJA I ZAŠTITE			
Opis greške/kvara	Mjesto	Uzroci	Način otklanjanja
Zatajenje elektroničkog releja za zaštitu energetskog transformatora	Upravljački sklop	Nedovoljna osjetljivost releja, pogotovo kod malih opterećenja transformatora i praznih hodova	Uvođenje novih poboljšanih izvedbi releja
Zatajenje indikacije napona	Indikacijski kabeli	Nepouzdana komponenta	Zamjena kabela na terenu; u tvornici - promjena proizvoda ili dobavljača
Zatajenje signalnog uređaja	Signalna sklopka	Nepouzdana komponenta	Zamjena na terenu; u tvornici - promjena proizvoda ili dobavljača
Pregaranje svitka okidača	Signalna sklopka	Nepouzdana komponenta	Zamjena na terenu; u tvornici - promjena proizvoda ili dobavljača
Problemi s daljinskim upravljanjem	Nepouzdan rad transmitera indikatora napona i drugih komponenta	Razne smetnje	Uvođenje novih rješenja; ugradnja ekraniziranih komponenta
* Korekcija tolerancija na tehničkoj dokumentaciji je provedena; i dalje radi na poboljšanju kvalitete proizvoda			
**U praksi bi bilo dobro jednom do dvaput godišnje u sklopu redovnog održavanja obaviti nekoliko operacija sklapanja, ukoliko to pogonske prilike dozvoljavaju			
PRIMARNI KRUG (PLINONEPROPUSNO KUĆIŠTE S APARATIMA)			
Opis greške/kvara	Mjesto	Uzroci	Način otklanjanja
Gubitak plina SF <sub>6</sub>	Kućište – varovi, brtve, manometar, ostalo	Propusnost kućišta i/ili komponenta	Brtrljenje Kod dobavljača kućišta – uvođenje nove moderne tehnologije proizvodnje (robot)

Tablica II. Prikaz učestalosti kvarova na aparaturama / postrojenjima serije VDA i VDAp

Pogonski mehanizam		Sustav zaštite i upravljanja		Primarni strujni krugovi i kućište	
Polužje vodnih polja	55	Elektronički relej	45	Gubitak plina SF <sub>6</sub>	42
Opruga trafo polja	24	Indikacijski kabeli	33	Tvorničke greške	2
Izvrstiva spojka	9	Signalni uređaj	14	Ostalo	2
Polužje isklonog okidača	9	Svitak okidača	7		
Ostalo	10	Motor i krajnja sklopka	5		
		TIN-1	5		
		Ostalo	3		
<b>Ukupno</b>	<b>107</b>	<b>Ukupno</b>	<b>112</b>	<b>Ukupno</b>	<b>46</b>

Sveukupni broj svih vrsta kvarova: 265

Broj isporučenih aparatura u tom razdoblju: 3608



Budući da je relativno česta greška gubitak tlaka plina, smatramo da je korektno navesti nekoliko činjenica o tome. Sumporni heksafluorid SF<sub>6</sub> kod većine modula ove generacije služi samo kao izolacija između dijelova pod naponom, a za gašenje luka koriste se vakuumske komore. Ukoliko i dođe do istjecanja plina, to je greška koja ne utječe bitno na rad modula. Čak i u slučaju da se tlak plina SF<sub>6</sub> u kućištu izjednači s atmosferskim tlakom, modul u potpunosti zadržava svoju funkciju, a daljnje istjecanje plina nije moguće. Minimalni pretlak plina SF<sub>6</sub> služi isključivo prevenciji ulaska vlage kroz eventualne pukotine i kritična brtvljena mjesta (izlazi osovina i provodni izolatori).

Također, eventualni gubitak plina uslijed poroznosti kućišta ne predstavlja nikakvu ekološku opasnost. Iako se plin SF<sub>6</sub> smatra stakleničkim plinom zbog izrazito visokog potencijala globalnog zatopljanja (GWP = 22.200) za vremenski horizont od 100 godina, prema podacima u literaturi [8] i tablicama IPPC, treba napomenuti da su njegove koncentracije u atmosferi izrazito niske, pa utječe na ukupni efekt staklenika tek s 0,1%. Ovdje je riječ o količinama plina u atmosferi koje ondje dolaze većinom iz tzv. otvorenih industrijskih procesa (toplinska izolacija prozora, proizvodnja guma i drugi industrijski procesi koji zahtijevaju inertne plinove). Pri proizvodnji kompaktnih modula, punjenje plinom SF<sub>6</sub> odvija se u kontroliranim uvjetima (moduli se pune plinom u autoklavama), te prilikom punjenja ne dolazi do slučajnog istjecanja plina u atmosferu.

U sklopnim modulima i postrojenjima kakva se danas proizvode, u pravilu se plin SF<sub>6</sub> koristi u potpuno zatvorenim sustavima. Rješenja koja se proizvode na srednjem naponu koriste zabrtvljene sustave s minimalnim količinama plina (u prosjeku manje od 3 kg za konfiguracije opisane u ovom članku) pri minimalnom pretlaku od 0,3 bara. Dizajn plinonepropusnog kućišta za zabrtvljene sustave u skladu je s normom IEC 60694, a može se smatrati dijelom postrojenja koji u principu ne zahtijeva nikakvo održavanje tijekom cijelog radnog vijeka.

U ovom pregledu uzeto je u obzir sve o čemu postoje zapisi u evidenciji Društva, u pregledu su navedene i reklamacije (popravci u sklopu garantnog roka) i intervencije nakon toga. U obzir nisu uzimane intervencije temeljem Ugovora o održavanju. U promatranom razdoblju od 10 godina isporučeno je 3608 aparatura, što znači da udio od 265 kvarova i grešaka svih vrsta iznosi 7%. U tom razdoblju evidentirane su 42 greške gubitka tlaka plina (1%). Budući da se u literaturi [8] navodi podatak da je za opremu ove vrste uobičajen postotak propusnosti oko 1,5%, naši statistički podaci uklapaju se potpuno u svjetske trendove.

Već na prvi pogled vidljivo je da se primarni dio opreme može proglasiti dijelom koji ne zahtijeva interventno održavanje, a pogonski mehanizam i krugovi upravljanja i zaštite utječu na broj kvarova u podjednakom omjeru. Težište održavanja preselilo se sa glavnog strujnog puta na sustave upravljanja i

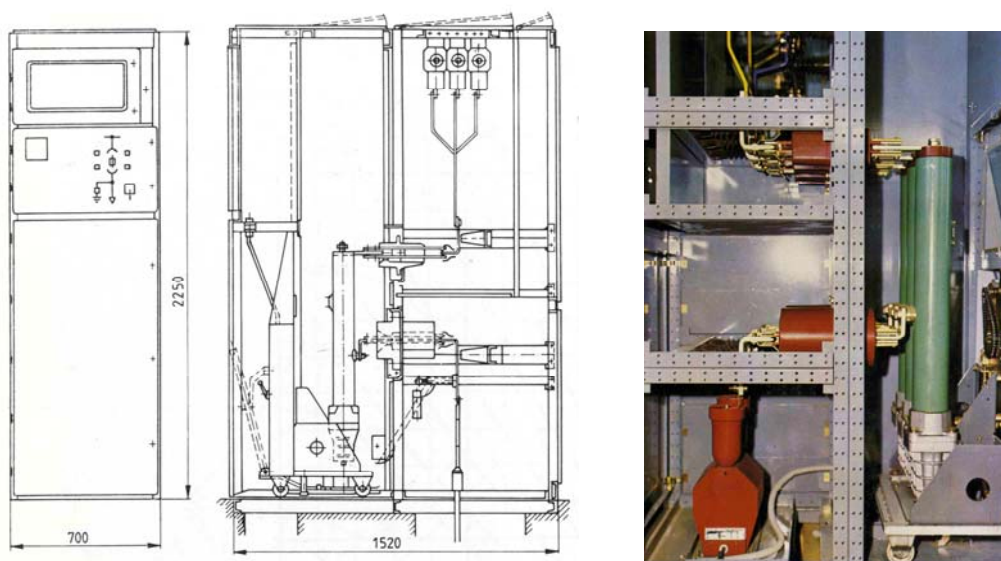
zaštite, a u skladu s tim potrebno je osoblju zaduženom za održavanje omogućiti adekvatnu edukaciju i spoznaje o tome. Naše društvo nudi mogućnost edukacije zainteresiranim korisnicima, a opseg i predmet edukacije je fleksibilan - prilagođava se potrebama korisnika prema dogovoru.

Iskustva iz održavanja ove generacije opreme također su korištena u razvoju nove generacije aparatura serije Sigma.

#### 4. RJEŠENJA ZA OBNOVU POSTOJEĆIH POSTROJENJA UGRADNJOM NOVIH VITALNIH DIJELOVA

Budući da je naša orijentacija poboljšavanje postojećih proizvoda i briga o njima za vrijeme čitavog radnog vijeka, vrijedno je spomenuti i mogućnost obnove postrojenja s malouljnim prekidačima. U skladu s potrebama naručitelja, osmišljen je koncept obnove postrojenja koji se obavlja na taj način da se postojeći malouljni prekidači zamijene vakuumskim, ostavljajući sve ostale elemente postrojenja netaknutim. Takav zahvat produljuje vijek trajanja postrojenja te povećava pogonsku sigurnost uz minimalni trošak, smanjujući potrebno održavanje primarnih komponenata (glavni strujni put) na minimum ili nulu.

Motivacija naručitelja vrlo se lako može pronaći u prednostima koje pružaju ovakva rješenja – viši stupanj pouzdanosti i raspoloživosti, niža cijena u odnosu na kompletnu zamjenu postrojenja, produljenje životnog vijeka i dugoročno smanjenje troškova održavanja. Za ilustraciju, navodimo primjer sklopnog bloka serije OR1p čiji je izvorni koncept napravljen s malouljnim prekidačima na izvlačivim kolicima. Tijekom razvoja novih generacija prekidača, razvijen je koncept zamjenskih kolica koja se uklapaju u postojeće postrojenje.

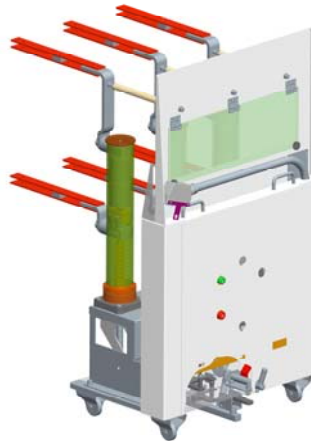


Slika 3. Malouljni prekidač u sklopnom bloku





a) Zamjenski vakuumski prekidač serije V



b) Zamjenski vakuumski prekidač serije VK

Slika 4. Zamjenski prekidači za ugradnju u sklopni blok OR1p

Zamjena maloujlnih prekidača izvlačive izvedbe (slika 3.) serijom V i VK u izvlačivim sklopnim modulima tipa OR1p (slika 4.) samo je jedan primjer kako se već pri proizvodnji opreme uzima u obzir kasnija razina održavanja i motivacija osoblja u službama zaduženim za to. Za svaku novu generaciju prekidača osmislili smo prikladno zamjensko rješenje za starije generacije postrojenja, a također korisnicima naše opreme uvijek stojimo na raspolaganju za prijedloge novih rješenja krojenih po mjeri.

## 5. ZAKLJUČAK

Budući da ne postoji apsolutno pouzdana tehnička tvorevina, problematici održavanja složenih uređaja treba poklanjati maksimalnu pažnju. U tu grupu uređaja spadaju i „maintenance-free“ električni sklopni aparati, aparature i sklopni moduli za gradnju sklopnih postrojenja. Ključni faktori za kvalitetno održavanje su optimalna tehnička rješenja, te motivacija i edukacija osoblja odgovornog za održavanje. Sa stanovišta proizvođača, bitna je i ekološka svijest o tome kako proizvod utječe na okoliš tijekom cijelog svog životnog vijeka ni nakon toga.

Najbitniji korektivni faktor za poboljšanje postojećih i razvoj novih proizvoda je povrat informacije proizvođaču od strane službe održavanja kod naručitelja. Ta iskustva, ako su iskorištena na ispravan način, efikasno usmjeravaju razvoj. Težište razvoja i dalje ostaje isto – zadovoljstvo kupca uzimajući u obzir ekonomske i ekološke komponente.

Težište edukacije za osoblje koje je neposredno u dodiru s tom opremom (pogonsko osoblje i osoblje zaduženo za održavanje) prebačeno je na pogonske mehanizme i sustave upravljanja i zaštite. Na temelju informacija dobivenih dugogodišnjim praćenjem opreme na terenu i suradnje s korisnicima naših proizvoda, društvo KONČAR –EASN d.d. nudi im dodatnu motivaciju kroz novoosmišljene programe edukacije za pogonsko osoblje, osoblje zaduženo za održavanje, ali i sve ostale razine strukture koja donosi odluke o odabiru opreme, njenom korištenju i načinu održavanja. Težište edukacije za strukturu koja donosi odluku o najboljem načinu održavanja opreme (klasično održavanje, zamjena dijelova, obnova vitalnih dijelova ili zamjena kompletnog postrojenja) sadrži ključne obavijesti o novim rješenjima i mogućnostima koje se u dogovoru s proizvođačem opreme mogu primijeniti na već postojeća rješenja. Najbolji rezultati postižu se ako sve zainteresirane strane rade zajednički na rješavanju problematike održavanja. Komponenta održavanja uključuje se također u sve projekte razvoja novih i poboljšanja postojećih proizvoda, koje svoju motivaciju za takav pristup nalazi u trajnom razvoju proizvoda koji su usklađeni sa svjetskim trendovima. Cilj nam je bolja raspoloživost sustava uz što niže troškove za vrijeme cjelokupnog životnog vijeka opreme.



## LITERATURA

- [1] Milošević R.: Mehanizmi električnih sklopnih aparata, osnove teorije i praksa, Graphis, Zagreb 2004.
- [2] Lesan, B., Orešković, D., Bistrić, M., Mladina, D.: Suvremena sklopna postrojenja srednjeg napona – održavanje i revizija (Savjetovanje Normativi za reviziju, održavanje i remont elektrodistributivnih objekata, Šibenik 11/1990)
- [3] Müttenberg A.: Motivacija za održavanje, 5. europski kongres o održavanju – EFNMS ' 80, Opatija 1980.
- [4] Schloser E, Šehović R.: Eksploatacija i održavanje male automatizacije industriji, Knjiga 1980.
- [5] Belak, S: Terotehnologija, Udžbenici Visoke škole za turistički management, 2005.
- [6] Milošević, R.: Motivacija za održavanje 9. Savjetovanje HRO Cigre, Cavtat, 11/2009
- [7] Milošević, R.: Vakuumski električni sklopni aparati (Graphis, Zagreb; u pripremi – izlazi u srpnju 2010.)
- [8] Siegfried Ruhland: Responsible use of SF<sub>6</sub> gas in electrical distribution systems (CIRED, Barcelona 2003)