

mr. Stjepan Harča, dipl. ing. el.  
KONČAR - Sklopna postrojenja d.d.  
[stjepan.harca@koncarsp.hr](mailto:stjepan.harca@koncarsp.hr)

Velimir Ravlić, dipl. ing. el.  
RAVEL d.o.o.  
[velimir.ravlic@ravel.hr](mailto:velimir.ravlic@ravel.hr)

## SKLOPNI BLOKOVI I POSTROJENJA SREDNJEG NAPONA – ANALIZA ZAHTJEVA IEC 62271-200

### SAŽETAK

U radu su opisani novi zahtjevi norme IEC 62271-200 na sklopne blokove izolirane zrakom i/ili plinom SF<sub>6</sub> u sklopnim postrojenjima srednjeg napona, u odnosu na staru normu IEC 60298.

Uvedena je nova klasifikacija otpornosti na unutarnji lučni kvar sa stanovišta sigurnosti osoblja, i objašnjeni kriteriji prihvatljivosti za ocjenjivanje ispitivanja.

Propisana su dodatna tipska ispitivanja metalom oklopljenih sklopnih blokova, te posebno sklopnih aparata koji se nalaze u glavnom strujnom krugu, u cilju povećanja kvalitete i pouzdanosti.

U skladu s novom normom, objašnjena je kategorija gubitka pogonskog kontinuiteta metalom oklopljenih sklopnih blokova (LSC kategorija) u slučaju pristupa odjeljku glavnog strujnog kruga radi dijagnostike, održavanja, ispitivanja i popravka. Izvršena je usporedba nekoliko izvedbi sklopnih blokova.

**Ključne riječi:** metalom oklopljeni sklopni blokovi, zahtjevi na dodatna tipska ispitivanja, kategorizacija sa stanovišta gubitka kontinuiteta pogona (LSC), unutarnji lučni kvar, kategorija otpornosti na unutarnji luk (IAC)

## MEDIUM VOLTAGE SWITCHGEARS – ANALYSIS OF DEMANDS IN IEC 62271 - 200

### SUMMARY

In this paper are described new requests of IEC 62271-200 standard regarding air and SF<sub>6</sub> gas insulated switchgear assemblies of medium voltage metal-enclosed switchgear and controlgear, compared to the old standard IEC 60298.

New Internal arc classification (IAC), related to the personnel safety during the internal arc fault has been introduced, and acceptance criteria for evaluation the test results explained.

Additional type tests on the metal-enclosed switchgear assemblies and particularly on the switching device forming part of the main circuit are proscribed, in order to improve reliability and quality.

According to the new standard, the loss of service continuity category of metal-enclosed switchgear (LSC) is described, in case main circuit compartment of switchgear assemblies is open and accessible for diagnostic, maintenance, testing and repairing. Several types of switchgear assembly are compared.

**Key words:** metal-enclosed switchgear assemblies, additional type test requirements, loss of service continuity category (LSC), internal arc fault, internal arc fault classification (IAC)

## 1. UVOD

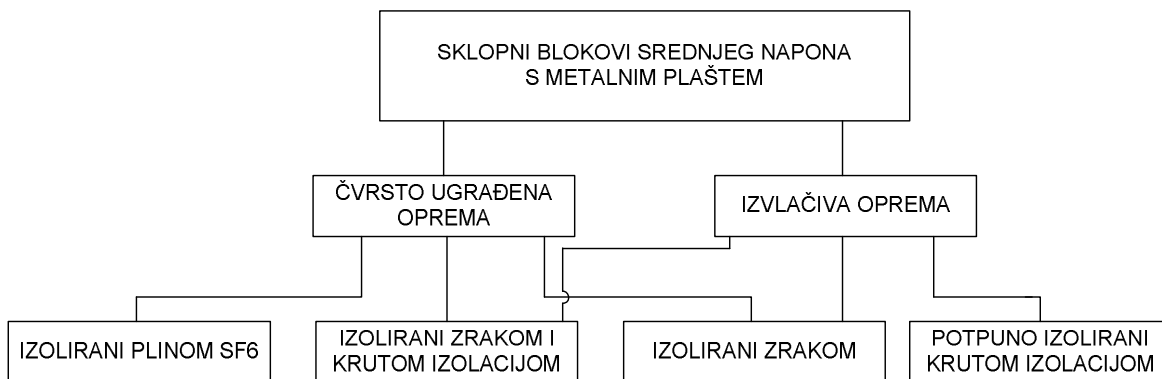
Već tridesetak godina međunarodna norma IEC 298 odnosno IEC 60298/1990 je relevantna za tipska ispitivanja sklopnih blokova s metalnim plaštem. Više tisuća sklopnih blokova tipskih ispitanih prema navedenom propisu su u pogonu dulji niz godina u sklopnim postrojenjima za proizvodnju, prijenos i distribuciju električne energije, kao i u postrojenjima za potrebe industrije, prometa i neka postrojenja specifične primjene (npr. kamenolomi, površinski kopovi itd.). Pri tome su, osim obveznih ispitivanja definiranih IEC 60298, često obavljena i specifična dodatna ispitivanja na zahtjev kupca. Posebne izvedbe za teške klimatske uvjete dodatno se ispituju visokim naponima u klimatskoj komori uz prisustvo povišene temperature, vlage i slane magle (IEC 60932).

Norma IEC 62271-200, koja od 2003. godine zamjenjuje IEC 60298, je u znatnoj mjeri promijenjena. Izmjene i dopune su izvršene u skladu sa zahtjevima korisnika:

- proširen je opseg tipskih ispitivanja, kojima se dokazuju deklarirani tehnički parametri i funkcionalnost u normalnim pogonskim uvjetima i u uvjetima kvarova;
- povećanje sigurnosti osoblja u blizini sklopnog postrojenja i u uvjetima najtežih unutarnjih lučnih kvarova, te jednoznačno dokazivanje i označavanje klase otpornosti sklopnog postrojenja u kojem se pojavio lučni kvar (IAC klasa);
- novu klasifikaciju sklopnih blokova, koja polazi od podobnosti za održavanje uz što manji gubitak kontinuiteta pogona (LSC kategorija).

## 2. OSVRT NA PODJELU SKLOPNIH BLOKOVA I APARATURA SREDNJEG NAPONA S METALNIM PLAŠTEM

Raznolikost izvedbi sklopnih blokova se može grupirati prema načinu ugradnje komponenti glavnog strujnog kruga na fiksnu i izvlačivu izvedbu. Izvedba s fiksno ugrađenom opremom se može grupirati u zrakom izoliranu izvedbu s više ili manje krute izolacije i plinom SF<sub>6</sub> izoliranu izvedbu (Sl.1). Koja od komponenti treba biti izvlačiva ili odvojiva primarno ovisi o zahtjevu za održavanje i potrebom za češćom provjerom i ispitivanjem.



Slika 1. Podjela sklopnih blokova srednjeg napona prema načinu ugradnje opreme i izolaciji glavnog strujnog kruga

Klasifikacija sklopnih blokova s metalnim plaštem prema staroj normi IEC 60298 (treće izdanje 1990) sa stanovišta broja i vrsti pregrada s metalnim plaštem je bila zasnovana uglavnom na konstrukcijskim svojstvima zrakom izoliranih sklopnih blokova:

1. **metalom pregrađeni (metal clad)**, kad metalne pregrade stupnja zaštite barem IP2x dijele blok u barem sabirnički, aparatni, kabelski (priključni) i niskonaponski odjeljak;
2. **pregrađeni (compartmented)**, kad je blok jednako podijeljen na odjeljke kao i metalom pregrađeni, ali je neka od pregrada nemetalna (zaštita barem IP2x);
3. **nepregrađeni (cubicle)**, kada je broj odjeljaka manji nego kod pregrađenih blokova, ili su pregrade nižeg stupnja zaštite od IP2x, ili nema pregrada.

Međutim, kod niza novih izvedbi sklopnih blokova izoliranih plinom SF<sub>6</sub> s fiksno ugrađenom opremom, ponekad i sa višenamjenskim sklopnim aparatima i uređajima, podjela prema staroj normi više nije održiva.

Umjesto toga uvedena je nova klasifikacija sklopnih blokova i aparatura, u kojoj se polazi od podobnosti za održanje kontinuiteta pogona, te sigurnosti osoblja tijekom pogona, održavanja i kvarova.

### **3. KRAĆI PRIKAZ PROMJENA U NOVOJ NORMI IEC 62271-200**

Zbog velikih tehnoloških promjena i povećanih zahtjeva korisnika na pouzdanost rada, sigurnost osoblja, te što kraćim vremenom za održavanje, stara norma IEC 60298 iz 1990 je od 11. 2003. zamijenjena s novim IEC 62271-200. Uvedene promjene se mogu razvrstati u više grupa:

#### **3.1. Promjena kriterija za ocjenu dielektričnih ispitivanja glavnih strujnih krugova udarnim atmosferskim naponom**

Prema IEC 60298 dva izbijanja su dopuštena u seriji od 15 naponskih impulsa kod ispitivanja nazivnim udarnim atmosferskim naponom.

Prema novom propisu, serija ispitivanja treba biti proširena dodatnim impulsima ukoliko se izbijanje dogodilo za vrijeme zadnjih 5 impulsa iz serije 15 impulsa. Također, nije dopušteno niti jedno izbijanje tijekom 5 impulsa u slijedu nakon prvog izbijanja. To dovodi do maksimalno 25 naponskih impulsa, pri čemu je broj maksimalnih izbijanja ostao dva.

#### **3.2. Povećanje zahtjeva na prekidnu i uklopnu moć sklopnih aparata**

U skladu s novom normom prekidnu i uklopnu moć sklopnih aparata treba ispitati u potpuno opremljenom sklopnom bloku, kako bi se tijekom ispitivanja obuhvatio i utjecaj ostalih komponenti koje bi mogle utjecati na karakteristike sklopnih aparata. Ako odjeljci sklopnog bloka nisu slični tipski ispitanoj s istim aparatom, za pojedinu vrstu sklopnih aparata, potrebno je ponoviti slijedeće ispitne cikluse u sklopnom bloku:

- za prekidače: ispitni slijed T100s i T100a u skladu s IEC 62271-100;
- za zemljospojnike kojima se deklarira uklopna moć (klasa E1 i E2): uklop na punu struju kratkog spoja u skladu s IEC 62271-102;
- za rastavne sklopke: 10 CO-operacija kod nazivne struje u ispitnom slijedu Duty 1 i uklop na punu struju kratkog spoja kod nazivnog napona (Duty 5), u skladu s IEC 60265-1;
- za sklopku-osigurač: ispitni slijed  $TD_{Isc}$ ,  $TD_{Iwmax}$  i  $TD_{itansfer}$  u skladu s IEC 62271-105;
- za sklopnik: provjera sa SCPDs prema IEC 60470.

#### **3.3. Nova tipska ispitivanja pomoćnih strujnih krugova**

Prema novoj normi pomoćne strujne krugove treba, pored izmjeničnim naponom kao i u staroj normi, ispitati udarnim naponom 5 kV.

Uvedeno je mjerenje zagrijavanja i otpora kontakata pomoćnih strujnih krugova klase 1, 2 i 3.

#### **3.4. Nova ispitivanja elektromagnetske kompatibilnosti**

##### **3.4.1. Nova klasifikacija sklopnih blokova sa stanovišta zaštite osoblja od unutarnjeg lučnog kvara**

Treba istaknuti da se ispitivanja otpornosti postrojenja u slučaju pojave unutarnjeg luka izvode u uvjetima umjetno izazvanog luka, tj. izgaranjem tanke žice između sve tri faze kod nazivnog napona. Nakon paljenja luka zbog povećanja temperature dolazi do skokovitog porasta tlaka unutar odjeljka u kojem je luk nastao. Ovaj tlak može rasti i iznad granice izdržljivosti oklopa. Zbog toga je svaki odjeljak opremljen poklopcima za rasterećenje. Nakon otvaranja poklopaca na vrhu sklopnog bloka, dolazi do intenzivnog istrujavanja vrućih plinova i metalnih para, koje nastaju tijekom procesa gorenja luka.

Postoji pet kriterija koje ispitivano postrojenje, sastavljeno najčešće od 3 sklopna bloka, mora zadovoljiti, kako bi se tipsko ispitivanje smatralo uspješnim:

1. Vrata i svi dijelovi plašta moraju i nakon ispitivanja ostati zatvoreni. Deformacije su dopuštene, ali moraju biti manje od razmaka do indikatora i deklariranog razmaka postrojenja od zidova.
2. Ne smije doći do pojave rasprskavanja plašta ili oklopa prilikom ispitivanja. Dozvoljeno je izbacivanja malih dijelova čija masa ne prelazi 60 g.
3. Na sklopnim blokovima se ne smiju pojaviti (prepaliti) otvori na pristupačnim stranama do visine 2 m.
4. Ne smije doći do pojave paljenja vertikalno i horizontalno montiranih indikatora uslijed djelovanja vrućih plinova.
5. Plašt ili oklop treba ostati efikasno uzemljen nakon ispitivanja. U slučaju dvojbe, kontinuitet kruga za uzemljenje se dokazuje ispitivanjem.

U novoj normi uvedena je nova klasifikacija koja omogućuje transparentnu usporedbu sklopnih blokova srednjeg napona sa stanovišta zaštite osoblja u blizini unutarnjeg lučnog kvara. IAC kategorija se dokazuje isključivo ispitivanjem sklopnog bloka, u kojem se inicira lučni kratki spoj. Oznakom IAC klase dokazuje se da, u definiranim uvjetima ugradnje bloka u prostoriji sklopnog postrojenja, za navedenu veličinu i trajanje struje lučnog kvara, definirani stupanj izloženosti postrojenja i udaljenost poslužitelja od kućišta, neće doći do ozljeđivanja osoblja.

U skladu s navedenom normom sa stanovišta dozvole ulaza i pristupa sklopnom postrojenju naznačena su dva stupnja izloženosti:

- izloženost tip A: dozvoljava se pristup samo ovlaštenom osoblju,
- izloženost tip B: nema ograničenja ulaza i pristupa.

Pored oznake stupnja izloženosti, veličine struje lučnog kratkog spoja u (kA), te dopuštenog trajanja struje kvara (s), u oznaci IAC klase navodi se i slovna oznaka strane sklopnog postrojenja kod koje se garantirana zaštita osoblja:

- F za prednju stranu,
- L za bočne strane,
- R za stražnju stranu.

Ovisno o stupnju izloženosti postrojenja i strana pristupa kućištu, propisane su i razlike u ispitnoj proceduri. Radi ilustracije navedena je slovno- brojčana oznaka IAC kategorije za sklopno postrojenje, kod kojeg je dopušten pristup samo ovlaštenom osoblju, sastavljenog od metalom oklopljenih sklopnih blokova unutar kojeg je bio lučni kratki spoj 12,5 kA (r.m.s.), trajanje kvara 0,5 s; koje je uspješno ispitano s indikatorima s prednje i bočnih strana kućišta: AFL-12,5 kA- 0,5 s.

U skladu s navedenom normom ne postoji obveza deklaracije IAC klase za sklopne blokove izolirane zrakom kao i plinom SF<sub>6</sub>. Ako se IAC kategorija ne deklarira, to znači da se ne garantira siguran rad u blizini sklopnog postrojenja. Ako se ista deklarira, dokazuje se isključivo ispitivanjem. Potrebno je naglasiti da unatoč tome većina svjetskih proizvođača deklarira IAC kategoriju za izloženost postrojenja tip A i sigurnu pristupačnost postrojenju s prednje i bočne strane (A, F). Navedeni trend je bez sumnje posljedica povećane brige za sigurnost i zaštitu osoblja ali, i internih propisa za pojedine zemlje.

### **3.5. Nova klasifikacija sklopnih blokova/aparatura sa stanovišta gubitka kontinuiteta pogona**

Niže navedena podjela je u skladu s IEC 62271-200, točka 8.2.3, "Service continuity of the switchgear" i odnosi se na sve sklopne blokove/aparature srednjeg napona. Osnova za klasifikaciju je zasnovana na svojstvu da se održi isti ili što viši stupanj kontinuiteta pogona i u slučaju kad je neki od odjeljaka glavnog strujnog kruga otvoren za pristup.

Tablica I. Kategorizacija sklopnih blokova/aparatura sa stanovišta gubitka pogonskog kontinuiteta

Kategorija sklopnih blokova/aparatura sa stanovišta gubitka kontinuiteta pogona ako je odjeljak sklopnog bloka glavnog strujnog kruga otvoren i spreman za pristup.		Opis svojstva kategorije
LSC1		Funkcionalne jedinice/sklopni blokovi na istim sabirnicama postrojenja ne smiju ostati pod naponom.
LSC2	LSC2A	Druge funkcionalne jedinice/polja u postrojenju mogu zadržati pogonsko stanje. Nema kontinuiteta pogona u funkcionalnoj jedinici koja je otvorena i spremna za pristup. Napomena 1.
	LSC2B	Druge funkcionalne jedinice/polja u postrojenju mogu zadržati pogonsko stanje. Drugi odjeljci iste funkcionalne jedinice (bloka, aparature), kod koje je jedan od odjeljaka otvoren i spreman za pristup, mogu ostati pod naponom. Napomena 2.

Napomena 1. - Ta se kategorija postiže ako postoje:

- a) pregrade između svake funkcionalne jedinice (između sklopnih blokova/aparatura),
- b) najmanje dva odjeljka i jedno mjesto razdvajanja glavnog strujnog kruga (na strani sabirnica) za svaku funkcionalnu jedinicu.

Napomena 2. – Ta se kategorija postiže ako postoje:

- c) pregrade između svake funkcionalne jedinice (između sklopnih blokova/aparatura),
- d) najmanje tri odjeljka i dva mjesta razdvajanja glavnog strujnog kruga (od sabirnica i kabela) za svaku funkcionalnu jedinicu.

Pod pojmom "odjeljak otvoren i spreman za pristup" podrazumijeva se spremnost odjeljka glavnog strujnog kruga za siguran rad na održavanju, reviziji, remontu, ili provjeri stanja aparata i druge opreme u tom odjeljku.

U praksi, se pojavljuju slijedeće kategorije: LSC1, LSC1-PM, LSC1-PI, LSC2A-PM, LSC2A-PI, LSC2B-PM i LSC2B-PI.

U skladu s novom normom, obzirom na materijal od kojeg su izrađeni pomični zakloni (shutters), kojima se po izvlačenju sklopnog aparata osigurava fizičko ograđivanje odjeljka od dijelova pod naponom, oznakama kategorija se dodaju indeksi PM ili PI, kao npr.:

- LSC2B-PM s metalnim pregradama i pomičnim metalnim uzemljenim zaklonima,
- LSC2B-PI s metalnim pregradama sa zaklonima od izolacijskog materijala.

Primjeri usporedbe definicija sklopnih blokova/aparatura sa stanovišta mogućnosti održanja kontinuiteta pogonskog stanja tijekom pristupa (radi kontrole, održavanja, popravka itd.) prema bivšoj normi IEC 60298 i ekvivalentna oznaka kategorije održanja kontinuiteta pogona prema novoj normi IEC 62271-200:

- metalom pregrađeni sklopni blok (metal clad) u metalnom kućištu, s izvlačivim prekidačem i pomičnim metalnim zaklonima na pregradama, pripada kategoriji LSC2B-PM;
- metalom pregrađeni sklopni blok (metal clad) u metalnom kućištu, s izvlačivim prekidačem i pomičnim izolacijskim zaklonima na pregradama, pripada kategoriji LSC2B-PI;
- sklopni blok u metalnom kućištu bez pregrada (cubicle) pripada kategoriji LSC1;
- sklopni blok u metalnom plaštu izoliran zrakom ili plinom SF6 s dva odjeljka (cubicle), sabirnice su smještene u jednom odjeljku, a sklopni aparati za prekidanje i razdvajanje, mjerni transformatori te priključak kabela u drugom zajedničkom odjeljku, razdvajanje samo na strani kabela; treba označiti kategorijom LSC1;
- sklopni blok u metalnom kućištu izoliran zrakom ili plinom SF6 (cubicle) s barem dva pregrađena odjeljka (npr. sabirnice su smještene u posebnoj odjeljku s tropoložajnim rastavljačem/zemljospojnikom, dok su ostale komponente i priključak kabela u drugom odjeljku), pripada kategoriji LSC2A;
- sklopni blok u metalnom kućištu izoliran zrakom ili plinom SF6 (metal clad) s barem tri pregrađena odjeljka (npr. sabirnički, aparatni i priključni) s dva mjesta razdvajanja rastavljačem/zemljospojnikom (na strani sabirnica i priključnog odjeljka); pripada kategoriji LSC2B;

- plinom SF<sub>6</sub> izolirana sklopna aparaturu tipa RMU, s dva i više polja u zajedničkom kućištu (cubicle) označava se kategorijom LSC1.

Pored gore navedenog, u novoj normi je na mnogo pregledniji način prikazan i razjašnjen pojam pristupačnosti odjeljka (Tablica II.).

Tablica II. Pregled tipova pristupačnosti odjeljcima i komponentama glavnog strujnog kruga sklopnih blokova/aparatura

Tip pristupačnosti odjeljka	Mogućnost pristupa	
Zasnovanost na blokadama	Otvaranje za normalni pogon i održavanje, kao što je npr. zamjena osigurača.	Pristup je definiran konstrukcijom postrojenja, tj. integrirane blokade su prevencija protiv nedozvoljenog otvaranja.
Zasnovanost na procedurama	Otvaranje za normalni pogon i održavanje, kao što je npr. ispitivanje kabela.	Pristup omogućen samo s alatom za otvaranje, specijalne procedure za pristup (upute korisnika).
Nepristupačnost	Otvaranje nije moguće (nije omogućeno korisniku), otvaranje može oštetiti odjeljak. Općenito se primjenjuje na odjeljke metalom oklopljenih i plinom SF <sub>6</sub> izoliranih postrojenja. Kako su takva postrojenja bez održavanja ("maintenance free") i praktično neovisna o klimatskim uvjetima okoline, pristup nije neophodan.	

#### 4. SMJERNICE ZA ODABIR SKLOPNOG BLOKA

U novoj normi proširene su smjernice za optimalni odabir sklopnog bloka/aparature. Zbog vrlo velikog broja različitih izvedbi zrakom i plinom SF<sub>6</sub> izoliranih sklopnih blokova, pažnja je posvećena smjernicama za odabir konstrukcijskog rješenja (8.2 Selection of design and construction). Uvođenjem obveza označavanja LSC kategorije i IAC klase olakšava se optimalni izbor izvedbe sklopnog bloka za pojedinu namjenu iz niza kvalitetnih rješenja koje proizvođači nude na tržištu. Potrebno je naglasiti da je do ovih promjena došlo prvenstveno na inicijativu korisnika.

Sa stanovišta primjene u svjetskoj praksi očigledna je tendencija da se u važnim energetskim objektima, kao što su vlastita potrošnja u elektranama i transformatorskim stanicama 110/x kV, zbog izuzetne važnosti kontinuiranog napajanja i za vrijeme dijagnostike, održavanja, te brze zamjene npr. prekidača u slučaju kvara, ugrađuju sklopni blokovi kategorije LSC2B.

U malim transformatorskim stanicama 10(20)/0,4 kV i manjim rasklopištima najčešće se primjenjuju sklopni blokovi/aparature kategorije LSC1 bez mogućnosti održavanja i/ili popravka pod naponom, kod kojih je materijalna šteta zbog prekida pogona i neisporučene energije mala.

S druge strane treba napomenuti da razvoj sklopnih uređaja sa smanjenom potrebom za održavanjem umanjuje potrebu učestalog pristupa dijelovima pod naponom, a time se skraćuje i trajanje prekida kontinuiranog napajanja. Pa ipak, i u ovom slučaju ostaje potreba za izmjenom istrošenih dijelova, povremenu provjeru te npr. ispitivanje kabela. Pojedini proizvođači garantiraju životnu dob opreme bez održavanja.

Da bi zadovoljili povećane zahtjeve korisnika za što kraćim vremenom prekida pogona, neki proizvođači nude sklopne aparature izolirane plinom SF<sub>6</sub> s mogućnošću brzog odvajanja kompletnog prekidačkog modula od sabirničkog i priključnog modula uz pomoć VN izvlačivih kontaktnih sklopova umjesto klasičnih provodnih izolatora s vijčanim priključnicama. U ovom se slučaju i sa stanovišta podobnosti za održavanjem približavaju visokom standardu koji nudi zrakom izolirana izvlačiva izvedba kategorije LSC2B.

IAC klasifikacijom deklarira se sigurnost osoblja u blizini sklopnih blokova i u slučaju lučnih kvarova. IAC klasa se dokazuje isključivo ispitivanjem.

Sredjenaponska sklopna postrojenja u primarnoj i sekundarnoj distribuciji općenito se klasificiraju sa stupnjem izloženosti A. To znači da su ona namijenjena za korištenje u prostorijama koje su namijenjene za rad samo ovlaštenog (stručnog) osoblja (zatvorene elektrotehničke pogonske prostorije).

Postrojenja koja su namijenjena za pristup širokoj javnosti (općoj populaciji) imaju stupanj izloženosti B, a transformatorske stanice na stupu imaju stupanj prihvatljivosti C.

## 5. ZAKLJUČAK

Kvalitetni i suvremeno koncipirani sklopni blokovi, koji su ispitani i izrađeni u skladu s važećim IEC 62271–200, omogućuju izgradnju kvalitetnih sklopnih postrojenja koje karakterizira:

- visoki stupanj pogonske pouzdanosti uz što veću mogućnost održanja kontinuiteta pogona u sklopnom postrojenju i u slučaju pristupa elementima glavnog strujnog kruga radi provjera, ispitivanja, održavanja i popravaka;
- visoka sigurnost osoblja i kod najtežih lučnih kvarova;
- jednostavno, brzo i lako montiranje na mjestu ugradnje i brzo puštanje u pogon;
- jednostavno rukovanje i održavanje.

Doprinos povećanju stupnja pogonske pouzdanosti postignut je nizom novih ispitivanja i provjera koje su uvedene novom normom.

Uvedena obveza klasifikacije sklopnih blokova sa stanovišta mogućnosti održanja kontinuiteta pogona (LSC kategorija) i klasifikacija otpornosti sklopnog bloka i kod najtežih lučnih kvarova (IAC klasa) omogućuje korisnicima transparentnost kod odabira sklopnih blokova.

## LITERATURA

- [1] IEC 62271 – 200 A. C. metal-enclosed switchgear and controlgear for rated voltages above 1 kV and up to and including 52 kV
- [2] IEC 62271 – 201 A. C. insulation-enclosed switchgear and controlgear for rated voltages above 1 kV and up to and including 38 kV
- [3] IEC 62271 – 202 High voltage/low voltage prefabricated substations
- [4] IEC 62271 – 303 High voltage switchgear and controlgear - Use and handling of sulphur hexafluoride (SF6) in high-voltage switchgear and controlgear
- [5] IEC 60298 A. C. metal-enclosed switchgear and controlgear for rated voltages above 1 kV and up to and including 52 kV
- [6] IEC 62271 – 100 High voltage alternating current circuit – breakers
- [7] ABB, Switchgear Manual, 10<sup>th</sup> edition, Mannheim, 2001.
- [8] Katalozi i prospekti materijali SIEMEENS, ABB, KONČAR