

Dragutin Jordanić dipl.ing.
ELKA d.o.o.
dragutin.jordanic@elka.hr

Ivan Crnov mag.ing.
ELKA d.o.o.
ivan.crnov@elka.hr

KATEGORIJE KABELA OVISNO O SVOJSTVIMA U POŽARU PREMA UREDBI (EU) BR. 305/2011

SAŽETAK

Projekt od strane CEMAC-a koji je uspio ujediniti proizvođače kabela i testne laboratorije definira tehnička pravila za proširenu primjenu rezultata testiranja (EXAP – *Extended Application of Test Results*). Postoje opći i specijalni EXAP postupci. Specijalni EXAP postupci koriste sigurnosne razmake i parametre kabela te se primjenjuju samo za najčešće korištene energetske kabele na europskom tržištu. Opći EXAP postupci se koriste za ostale energetske kabele. Neki od parametara koji se mjere kako bi se odredila klasa kojoj pripada određeni kabel su: HRR, THR, SPR, TSP. Uredba europske unije broj 305, koja je na snazi od 2011., služi kako bi se osiguralo bolje i efikasnije tržište definirajući pravila i zahtjeve za određene proizvode. U rujnu 2016. godine izašle su novosti o regulaciji konstrukcije proizvoda koje ponajviše zahvaćaju EXAP pravila i proces certificiranja.

Ključne riječi: EXAP, klasa, specifikacija, kategorije, požar, rezultati ispitivanja

CABLE CATEGORIES DEPENDING ON PROPERTIES IN FIRE ACCORDING TO EU REGULATION NO. 305/2011

SUMMARY

The CEMAC's project which brought together cable manufacturers and testing laboratories in creating technical rules for extended application of test results (EXAP). There is specific and general EXAP rules. Specific EXAP rules use safety margins and cable parameters. They are used for the most common generic power cable families on European market. General EXAP rules has been developed for other power cables families. Some of the parameters that are being measured to determine the class in which particular cable belongs are : HRR, THR, SPR, TSP. EU regulation 305 ensures an effective and efficient market by definition of performance rules and requirements for particular products. In September 2016., new product design regulation news came out. Those news are mostly related to EXAP rules and certification process.

Key words: EXAP, class, specification, category, fire, test results

1. UVOD

Cilj norme EN 13501-6 [3] je definirati točne postupke za određivanje klase kabela u požaru. Pojedinačne klase su objašnjene i definirane u sljedećem poglavlju. Uredba europske unije 305 [4] koja je na snazi od 2011. služi kako bi se osiguralo bolje i efikasnije tržište definirajući pravila i zahtjeve za određene proizvode. U rujnu 2016. godine izašle su novosti o regulaciji konstrukcije proizvoda koje ponajviše zahvaćaju EXAP pravila i proces certificiranja.

2. PROŠIRENE PRIMJENE REZULTATA ISPITIVANJA PREMA CLC/TS 50576:2014

Dokument CLC/TS 50576:2014 [1] izrađen prema CLC/TC 20 „Electric cables“. CEMAC-ov projekt o CE označavanju kabela bio je u izradi tri godine. Ujedinio je proizvođače kabela, istraživačke i testne laboratorije u stvaranju tehničke pozadine i pravila za proširenu primjenu rezultata testiranja (EXAP – extended application of test results). Konačno izvješće sastoji se od 200 testova na 100 različitih kabela te je objavljeno 2010. godine. U izradi CLC 50576 tehničke specifikacije korištena su EXAP pravila i postupci razvijena od strane CEMAC-a (CE Marking of Cables).

Specijalni EXAP postupci i pravila bazirana su na korištenju sigurnosnih razmaka i parametara kabela izvedenih iz CEMAC testova. Razvijeni su za najčešće tipove energetske kabele korištenih na europskom tržištu.

2.1. Definicije parametara za određivanje klase

Kako bi se lakše razumio daljnji tekst, prvo je potrebno definirati neke pojmove. Za svaki od dolje navedenih parametara definirane su sigurnosne granice za određenu klasu. Neki od bitnih pojmova za određivanje klasa su:

- 1) HRR (heat release rate)
Toplinska energija oslobođena u jedinici vremena od strane nekog predmeta tijekom izgaranja u specijalnim uvjetima.
- 2) THR (total heat release)
Suma HRR u nekom definiranom vremenskom periodu.
- 3) SPR (smoke production rate)
Emitiran dim u jedinici vremena.
- 4) TSP (total smoke production)
Suma SPR u nekom definiranom vremenskom periodu.
- 5) FS (flame spread)
Širenje plamena
- 6) FIGRA (fire growth rate index)
Najveća vrijednost količnika HRR i vremena.

2.2. Podjela po kategorijama i klasama

CLC 50576 tehnička specifikacija definira postupke i pravila EXAP testova provedenih prema metodama opisanih u EN 50399 [5] i/ili EN 60332-1-2. EXAP pravila opisana u EN 50399 koriste se za klasifikaciju u klasama B2ca, Cca, Dca i dodatnim (pod)klasama s1, s2, s3.

EXAP pravila ne vrijede za kabele koji nisu okrugli (npr. sektorski) te za optičke i komunikacijske kabele. Opća EXAP pravila su propisana za sve energetske kabele dok su specijalna EXAP pravila propisana za najčešće upotrebljavane energetske kabele.

Klase električnih kabela vezane za ponašanje u požaru prikazane su u tablici I..

Tablica I. Klase materijala u požaru

Klasa	Testne metode	Kriteriji klasifikacije	Dodatne klasifikacije
A _{ca}	EN ISO 1716	PCS ≤2,0 MJ/kg	
B1 _{ca}	EN 50399 (30 kW izvor plamena)	FS ≤ 1,75 m , THR _{1200s} ≤ 10MJ , Vršni HRR ≤ 20 kW i FIGRA ≤ 120 Ws ⁻¹	Proizvodnja dima ^(2, 5) , plamteće čestice/ kapljice ⁽³⁾ i kiselost ⁽⁴⁾
	EN 60332-1-2	H ≤ 425 mm	
B2 _{ca}	EN 50399 (20,5 kW izvor plamena)	FS ≤ 1,75 m , THR _{1200s} ≤ 10MJ , Vršni HRR ≤ 30 kW i FIGRA ≤ 150 Ws ⁻¹	Proizvodnja dima ^(2, 6) , plamteće čestice/ kapljice ⁽³⁾ i kiselost ⁽⁴⁾
	EN 60332-1-2	H ≤ 425 mm	
C _{ca}	EN 50399 (20,5 kW izvor plamena)	FS ≤ 2,0 m , THR _{1200s} ≤ 30MJ , Vršni HRR ≤ 60 kW i FIGRA ≤ 300 Ws ⁻¹	Proizvodnja dima ^(2, 6) , plamteće čestice/ kapljice ⁽³⁾ i kiselost ⁽⁴⁾
	EN 60332-1-2	H ≤ 425 mm	
D _{ca}	EN 50399 (20,5 kW izvor plamena)	THR _{1200s} ≤ 70MJ , Vršni HRR ≤ 400 kW i FIGRA ≤ 1300 Ws ⁻¹	Proizvodnja dima ^(2, 6) , plamteće čestice/ kapljice ⁽³⁾ i kiselost ⁽⁴⁾
	EN 60332-1-2	H ≤ 425 mm	
E _{ca}	EN 60332-1-2	H ≤ 425 mm	
F _{ca}	Kriteriji nisu određeni		

(1) Za proizvod u cjelini, isključujući metalne dijelove, i za bilo koju vanjsku komponentu proizvoda (tj. plašt).

(2) s1 = TSP_{1200s} ≤ 50m² i vršni SPR ≤ 0,25 m²/s
s1a = s1 uz transmisiju u skladu s EN 61034-2
s1b = s1 uz transmisiju u skladu s EN 61034-2
s2 = TSP_{1200s} ≤ 400m² i vršni SPR ≤ 1,5 m²/s
s3 = nije s1 niti s2

(3) d0 = nema plamtećih čestica/kapljica unutar 1200s
d1 = nema plamtećih kapljica/čestica duže od 10s
d2 = nije d0 niti d1

(4) a1 = vodljivost < 2,5μS/mm i pH>4,3
a2 = vodljivost < 10μS/mm i pH>4,3
a3 = nije a1 niti a2

(5) za B1_{ca} prema EN 50399 (izvor vatre: 30 kW)

(6) za B2_{ca} , C_{ca} i D_{ca} prema EN 50399 (izvora vatre: 20,5 kW)

Za klase B2_{ca} , C_{ca} , D_{ca} , E_{ca} i F_{ca} proizvod treba zadovoljiti uvjet prema EN 60332-1-2 da se plamen (H) ne smije proširiti više od 425 mm prije gašenja testnog plamena. Značenje pojedinih klasa materijala prikazano je u tablici II.

Tablica II. Značenja pojedinih klasa gorenja

Klasa	Značenje
A _{ca}	Proizvodi koji praktički ne mogu izgorjeti, npr. keramički proizvodi
B1 _{ca}	Gorivi proizvodi koji ne pokazuju ili pokazuju jako malu gorivost kada se izlože testu prema EN 50399 (izvor plamena: 30 kW)
B2 _{ca} i C _{ca}	Proizvodi koji ne pokazuju zapaljivost kada su izloženi jačini plamena u horizontalnom položaju (izvor plamena: 40-100 kW); pokazuje ograničeno širenje vatre prema EN 50399
D _{ca}	Proizvodi koji imaju gorivost sličnu kao drvo.

2.3. Kategorije za EXAP

EXAP se može primjenjivati samo kada se kabel nalazi u definiranoj kategoriji. Za primjenu tih pravila i procedura, kabela kategorije trebaju biti definirane kao posebne kategorije proizvoda jednake opće konstrukcije i naponske razine. Razlike jedino mogu biti u površini presjeka vodiča i broju žila. Ako se promjeni klasa ili oblik vodiča (okrugli ili sektorski) to zahtjeva i novu kategoriju. Npr. armirani kabel ne može biti u istoj kategoriji kao i nearmirani kabel.

Ako se kabel nalazi u nekoj od dolje navedenih kategorija, može se primijeniti specijalni EXAP sa sigurnosnim granicama. U tom slučaju kategorije kabela su: jednožilni bez plašta, jednožilni s plaštem i bez armature, višezilni s plaštem i bez armaturom, jednožilni i višezilni armirani kabel. Kao što je već navedeno, specijalni EXAP je razvijen za najčešće upotrebljavane energetske kabele, dok se opći EXAP koristi za sve ostale energetske kabele.

2.3.1. Specijalni EXAP sa sigurnosnim granicama

Parametar χ je parametar definiran prema formuli:

$$\chi = \frac{c}{d^2} V_{combust} \quad (1)$$

gdje je: d - promjer kabela

$V_{combust}$ - nemetalni volumen po metru

c - broj vodiča u kabelu

Tablica sigurnosnih granica za svaku klasu nalazi se u tablici III.

Tablica III. Sigurnosne granice v_{sm}

	Klasifikacijski parametar	Jedinica	Klasa				
			B2 _{ca}	C _{ca}	D _{ca}	S1 _{ca}	S2 _{ca}
v_{sm}	Vršni HRR	kW	3	6	40	-	-
	THR	MJ	1,5	3	7	-	-
	FIGRA	Ws ⁻¹	15	30	130	-	-
	FS	m	0,15	0,2	-	-	-
	Vršni SPR	m ² s ⁻¹	-	-	-	0,05	0,3
	TSP	m ²	-	-	-	10	80

Parametri iz tablice III. se mogu upotrijebiti samo za kabele unutar granica propisanih u tablici IV.

Tablica IV. Dopušteni promjeri i parametri kabela

	$d_{min}[mm]$	$d_{max}[mm]$	χ_{min}	χ_{max}
Armirani	10,0 (>5,0)	62	2	82
Nearmirani višežilni	9,0(>5,0)	52	4	73
Jednožilni s plaštem	6,0(>5,0)	29	2	20
Jednožilni bez plašta	>5,0	25	2	115

Vrijednosti u zagradama (>5,0) se mogu primijeniti jedino ako u FS testu kabel nije potpuno izgorio. Rezultati FS testa mora biti manji od 3,3 m.

Kabeli promjera jednakog ili manjeg od 5,0 mm trebaju biti tretirani prema EN 50399.

Iako u tablici nije predviđeno, većim promjerom kabela se zapravo poboljšava ponašanje u vatri. Prema tablici IV. ako kabel promjera d u rangu prikazanom u tablici V. spada u klasu B2 ili C tada svi kabeli većeg promjera mogu biti klasificirani kao testirani kabel.

Tablica V. Dozvoljeni promjeri d_{max} za kabele promjera većih nego u tablici IV.-

Armirani	$d_{max} = 56,0$ do $62,0$ mm
Nearmirani višežilni	$d_{max} = 47,0$ do $52,0$ mm
Jednožilni s plaštom	$d_{max} = 26,0$ do $29,0$ mm
Jednožilni bez plašta	$d_{max} = 22,0$ do $25,0$ mm

2.3.2. Opći EXAP

Za kabele koji ne pripadaju niti u jednu kategoriju iz tablice IV., sigurnosne granice nisu određene. Za te kabele sigurnosne granice se mogu odrediti iz rezultata testiranja. U tom slučaju bi se trebalo testirati minimalno tri kabela.

Opći EXAP je također uvjetovan parametrom χ . Zato kabeli moraju imati dobro definirani promjer što znači da presjek vodiča mora biti okrugao. Za sve ostale kabelaške kategorije nije moguće provesti EXAP testiranje.

Sigurnosna granica vsm se :

- povećava u slučaju veće disperzije mjerenih vrijednosti
- povećava većim opsegom parametra χ
- smanjuje povećanim brojem testova.

Sigurnosna granica se računa prema:

$$v_{sm} = \frac{\sigma(\chi_{max} - \chi_{min})}{(n-1)\chi_{min}(1+m)} \quad (2)$$

gdje je : σ - standardna devijacija mjerenih vrijednosti

χ_{max} i χ_{min} - limitirajući parametri

n - broj testiranih kabela, $n > 2$

m - mjera monotonosti mjerene varijable.

$$\sigma = \sqrt{\frac{1}{n} \sum_{i=1}^n (v_i - \bar{v})^2} \quad (3)$$

$$m = 1 - \frac{(\sum_{i=1}^{n-1} |v_{i+1} - v_i|) - |v_n - v_1|}{\sum_{i=1}^{n-1} |v_{i+1} - v_i|} \quad (4)$$

gdje je v_i -ti rezultat mjerenja, a $\bar{v}$ srednja vrijednost n kabela. Ako je $m=1$ to znači da su sve variable jednake.

Ako su testirana 3 kabela, parametar trećeg mora biti u rasponu od χ_{3min} do χ_{3max} :

$$\chi_{3min} = \frac{1}{2}(\chi_{max} + \chi_{min}) - 0,1(\chi_{max} - \chi_{min}) \quad (5)$$

$$\chi_{3max} = \frac{1}{2}(\chi_{max} + \chi_{min}) + 0,1(\chi_{max} - \chi_{min}) \quad (6)$$

Kada su testirana više od tri kabela, parametar se treba nalaziti u opsegu :

$$\chi_{ni,min} = \frac{i-1}{n-1} \left[\chi_{max} + (n-2)\chi_{min} - \frac{n-3}{2} \left(\frac{\chi_{max}-\chi_{min}}{n-2} \right) \left(1 - \frac{0,8}{2^{n-3}} \right) \right] + \chi_{min}(2-i) + \frac{1}{2} \left(\frac{\chi_{max}-\chi_{min}}{n-2} \right) \left(1 - \frac{0,8}{2^{n-3}} \right) (i-3) \quad (7)$$

$$\chi_{ni,max} = \frac{i-1}{n-1} \left[\chi_{max} + (n-2)\chi_{min} - \frac{n-3}{2} \left(\frac{\chi_{max}-\chi_{min}}{n-2} \right) \left(1 - \frac{0,8}{2^{n-3}} \right) \right] + \chi_{min}(2-i) + \frac{1}{2} \left(\frac{\chi_{max}-\chi_{min}}{n-2} \right) \left(1 - \frac{0,8}{2^{n-3}} \right) (i-1) \quad (8)$$

gdje je : n - ukupan broj testiranih kabela

$\chi_{ni,min}$ - minimalni parametar i-tog kabela

$\chi_{ni,max}$ - maksimalni parametar i-tog kabela.

3. PRAVILA ZA PROIZVODNJU

U rujnu 2016. predstavljene su novosti o CPR-u (Construction Products Regulation) koje su se odnosile na: zahtjeve tržišta, EXAP pravila i proces certificiranja za B klasu certifikata.

Svrha uredbe 305/2011 je osigurati bolje i efikasnije tržište definirajući pravila i zahtjeve za određene proizvode. Ona je na snazi od travnja 2011., koja je zamijenila CPD (Construction products directive) uredbu iz srpnja 2013. godine.

Obveze proizvođača prema CPR:

- 1) Osiguravanje izvještaja o ponašanju (DoP) za proizvod
Nije dovoljno imati : certifikat, izvještaj o klasifikaciji, izvještaj o testiranju
- 2) CE oznaka

Postupak zadovoljavanja CPR-a sadrži ključne stavke:

- 1) Zahvaćeni proizvodi / Zahtjevi tržišta
- 2) Ovlaštena tijela
- 3) Vremenski raspored
- 4) Testiranje u laboratoriju proizvođača
- 5) EXAP pravila
- 6) Proces certificiranja / B tip certifikata
- 7) Nadzor
- 8) Round robin test

Stavke pod točkama 1,5,6,7 su izmijenjene dok su ostale stavke ostale nepromijenjene.

3.1. Test otpornosti na vatru

Određuje se prema standardima : EN 50399, EN 60332-1-2, EN 61034-2, EN 50267-2-3. EN 13501-6 definira dodatne klase koje se odnose na proizvodnju dima (s1,s1a,s1b,s2,s3).

Tablica VI. Podklasa s

	FIPEC ₂₀ Scenarij 2	FIPEC ₂₀ Scenarij 1	EN 60332-1-2	EN 61034-2	EN 50267-2-3
	30kW-plamen	20,5kW-plamen			
s1	TSP ₁₂₀₀ ≤50 m ²		-	-	-
	Vršni SPR ≤0,25 m ² /s				
s1 _a	TSP ₁₂₀₀ ≤50 m ²		-	Transmisija ≥ 80%	-
	Vršni SPR ≤0,25 m ² /s				
s1 _b	TSP ₁₂₀₀ ≤50 m ²		-	Transmisija ≥ 60 < 80%	-
	Vršni SPR ≤0,25 m ² /s				
s2	TSP ₁₂₀₀ ≤400 m ²		-	-	-
	Vršni SPR ≤1,5 m ² /s				
s3	nije s1/s2 ili bez izvedbe				

Tablica VII. se odnosi na kiselost materijala (a1, a2, a3).

Tablica VII. Podklasa a

	FIPEC ₂₀ Scenarij 2, 30kW-plamen	FIPEC ₂₀ Scenarij 1 20,5kW-plamen	EN 60332-1-2	EN 61034-2	EN 50267-2-3
a0			-	-	vodljivost < 2,5μS/mm pH>4,3
a1			-	-	vodljivost < 10μS/mm pH>4,3
a2	nije s1/s2 ili bez izvedbe				

Izmjene prema normi EN 50399 između općih i specijalnih EXAP pravila su: specijalna imaju 2 testna uzorka, sigurnosne granice se pridodaju prema tablici III te je limitiran izbor prema promjeru kabela. Opći EXAP imaju 3 ili više uzoraka te se sigurnosne granice ne računaju.

3.2. Postupak certificiranja

Kako bi postupak certificiranja bio uspješno proveden potrebno je prikupiti više dokumenata: tehničke specifikacije, dokumentaciju o testnim uzorcima (pregled materijala i izračun parametara kabela), izvješća o provedenim testovima te evaluacija istih prema EXAP izvješću i izvješće o klasifikaciji.

Primjer klasifikacijskog izvještaja prikazan je u nastavku referata. To je samo dio izvještaja dok potpuni izvještaj sadrži cca 5 stranica. Ovaj klasifikacijski izvještaj pokazuju rezultate testiranja za N2XH kabel.

Test method and test number	Parameter	No. tests ²	Results ³	
			Continuous parameter – mean m	Compliance with parameters
Test for vertical flame propagation for a single insulated wire or cable (EN 60332-1-2)	Charring length H	1	N/A	Compliant
Heat release and smoke production measurement on cables during flame spread test (EN 50399)	Flame spread	1	1,2 m	N/A
	HRR _{av}		10 MJ	N/A
	THR ₁₂₀₀		20 kW	N/A
	FIGRA		100 W/s	N/A
	SPR _{av}		20 m ²	N/A
	TSP ₁₂₀₀		0,10 m ² /s	N/A
	Flaming drop-lets / particles		N/A	Compliant d0
Measurement of smoke density of cables burning under defined conditions (EN 61034-2)	Minimum value of transmission	1	90 %	N/A
Determination of acidity (by pH measurement) and conductivity (EN 60754-2)	Conductivity	1	0,5 μS/mm	N/A
	pH		5,0	N/A

Slika 1. Prikaz rezultata testa, 1. dio

4 Classification and field of application											
4.1 Reference of classification											
This classification has been carried out in accordance with EN 13501-6.											
4.2 Classification											
The product <i>N2XH mehradrig rund</i> in relation to its reaction to fire behaviour is classified:											
B2_{ca}											
The additional classification in relation to smoke production is:											
s1a											
The additional classification in relation to flaming droplets / particles is:											
d0											
The additional classification in relation to acidity is:											
a1											
The format of the reaction to fire classification for electric cables is:											
Fire behaviour			Smoke production			Flaming droplets			Acidity		
B2_{ca}	-	s	1a	-	d	0	-	a	1		
i.e. B2 _{ca} -s1a-d0-a1											

Slika 2. Prikaz rezultata testa, 2. dio

4. ZAKLJUČAK

U referatu su objašnjene kategorije kabela u ovisnosti o svojstvima u požaru. Nisu razmatrane sve klase nego samo one koje su primjenjive za kabele. Kategorije označene od Aca koja je negoriva do Fca koja je apsolutno goriva. Postoje i dodatne s, d i a podklase. Proizvođač mora zadovoljiti vrijednosti nekoliko parametara kako bi njegov kabel bio u određenoj kategoriji. EXAP se može primjenjivati samo kada se kabel nalazi u definiranoj kategoriji. Za primjenu tih pravila i procedura, kabelske kategorije trebaju biti definirane kao posebne kategorije proizvoda jednake opće konstrukcije i naponske razine. Razlike jedino mogu biti u površini presjeka vodiča i broju žila. Ako se promjeni klasa vodiča ili oblik to zahtjeva i novu kategoriju. Specijalni EXAP razvijen je za najčešće upotrebljavane energetske kabele dok se opći koristi za sve ostale energetske kabele. Svrha uredbe 305/2011 je osigurati bolje i efikasnije tržište materijala u uvjetima požara definirajući pravila i zahtjeve za određene proizvode.

5. LITERATURA

- [1] HRS CEN/TS 50576, *Electric cables, extended application of test results*, 2014
- [2] Dr. Christian Cornelissen, Opening VDE TESTLAB Fire Performance : News about CPR, Offenbach, Germany, 2016.
- [3] HRN EN 13501-6, *Fire classification of construction products and building elements – Part 6: Classification using data from reaction to fire tests on electric cables*, 2014.
- [4] REGULATION (EU) No 305/2011 OF THE EUROPEAN PARLIAMENT AND OF THE COUNCIL, *Laying down harmonised conditions for the marketing of construction products and repealing Council Directive 89/106/EEC*, 2011.
- [5] EN 50399, *Common test methods for cables under fire conditions*, 2016.