

Zaštita pred toplotnim efektima kod električnog luka,
procjena rizika i neophodni nivo zaštite

Ljubica.cesnik @ svn.dupont.com

+386 41 78 14 78



The miracles of science™



Šta se dešava kod električnog luka ?



Udar luka

1,200 km/h

Shock Wave

Copper Particles

12,000°C

1,000 °C

< 1,200 km/h

1 kg/cm²

Blijesak luka

300,000 km/s

Radiation Wave

Visible

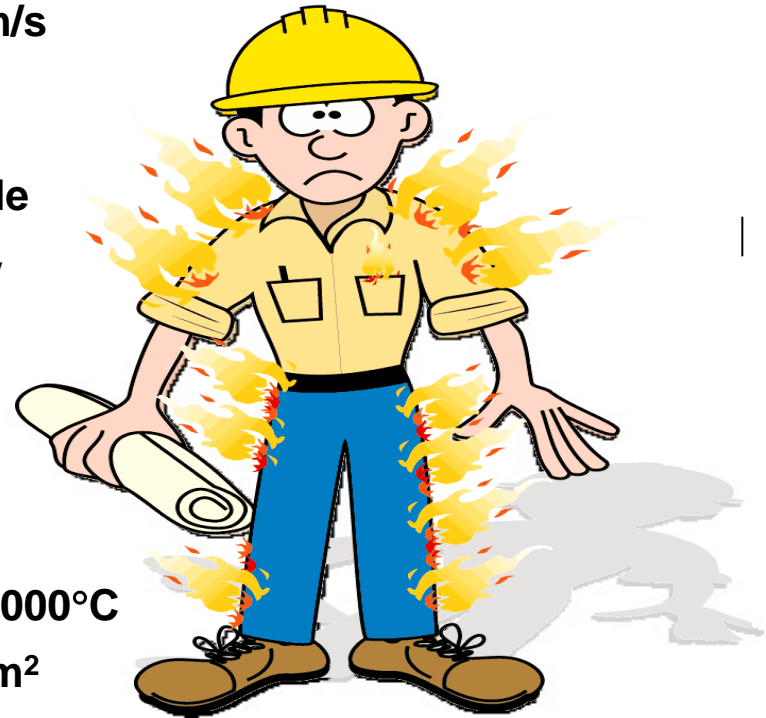
UV

165 db

IR

< 1,000°C

50 cal/cm²



Dodatni rizici prouzrokovani od električnog luka:

- ⇒ Opekotine od toplotnog efekta ili od prskanja otopine metala
- ⇒ Buka & ozljede od pritiska udarnih vala - eksplozije
- ⇒ Inhalacijske ozljede



Zašto se desi električni luk ?

Većinom zato jer ljudi rade u blizini aparata za koje :

- **misle, da su izključeni**
- **ili nešto ne ide po planu ...**
 - Greškom kontakt sa kablama ili drugim djelovima aparata
 - Kontaminacija sa prahom na izolacijskoj površini
 - Greške na vodovima
 - Korozija djelova ili kontakata kod aparata
 - Nedovoljno izrađena procedura rada
 - Zaštitna sredstva koja prouzrokuju statičnu struju



Karakteristike električnog luka

	ELEKTRIČNI LUK	POŽAR
VRIJEME IZLAGANJA	0.01 do > 1 sec.	1 do 15 sec.
CJELOKUPNA ENERGIJA TOPLOTNOG UDARA KOD ELEKTRIČNOG LUKA <i>(obično na površini odjela)</i>	1 do > 100 cal/cm² (42 do 4200 kWs/m²) <i>(30 cm udaljenosti od luka)</i>	1 do 20 cal/cm² (42 do 1260 kWs/m²)
ENERGIJA : RADIACIJE CONVEKCIJE	90% 10%	50% 50%



2. Procjena rizika

- Je zahtjev u EU Pravilniku za osobna zaštitna sredstva na radu iz 1992 (Directive 89/686/EEC)
- Odgovornost je krajnjeg korisnika
- Je specifična za svaku pojedinačnu električnu instalaciju i radno mjesto

Ključne informacije za analizu električnog luka su :

- ⇒ Struja < (kA)
- ⇒ Trajanje luka (seconds)
- ⇒ Napon (V)
- ⇒ Broj konduktora & faze
- ⇒ Rastojanje od Luka (cm)
- ⇒ Razmak elektroda (cm)
- ⇒ Okolina (otvorena, zatvorena)

Izračun :

Energija toplotnog udara kot elektricnog luka (cal/cm2 or kJs/m2)



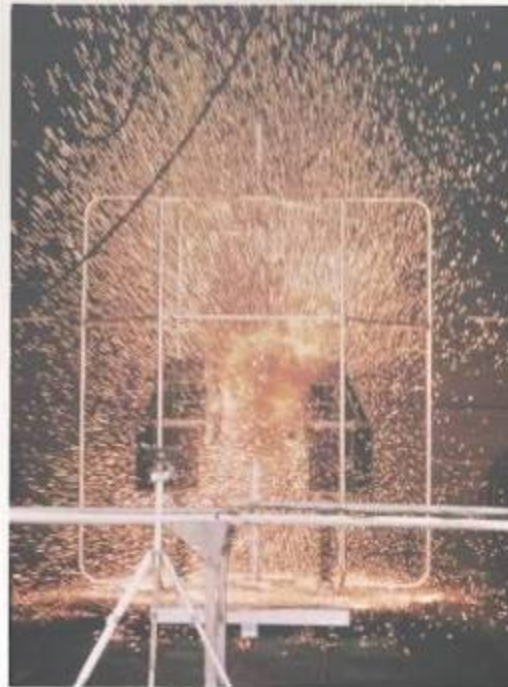
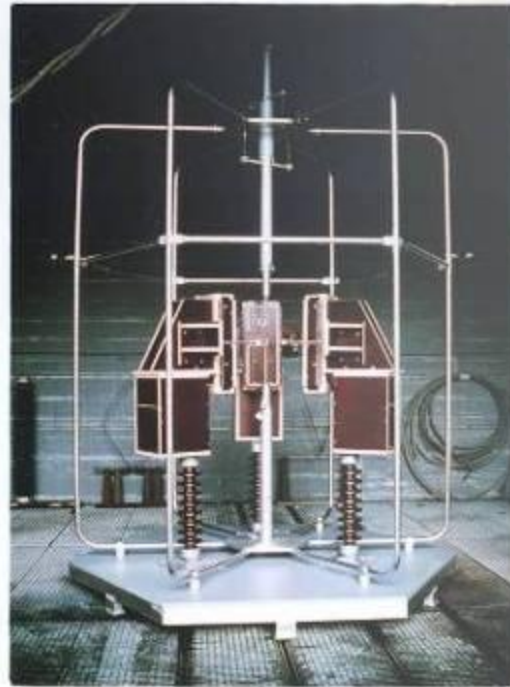
Energija toplotnog udara kod udesa električnog luka (cal/cm² ili kW_s/m²)

Primjeri sa ključnim karakteristikama su uzeti iz procjena rizika: napetost = 600V, jednofazna struja, luk na otvorenom mestu, razmak elektroda = 10cm, udaljenost od luka = 30cm

Struja kA	Trajanje seconds	Procjenjena energije Luka cal/cm²	Procjenjena energije luka Ws/m²
1.8	0.5	2.7	113
1.8	1.0	5.4	225
4.0	0.5	6.1	255
4.0	1.0	12.3	513
6.0	0.5	9.3	388
6.0	1.0	18.7	781
7.0	0.5	11.0	459
7.0	1.0	22.0	918
10.0	0.5	16.1	672
10.0	1.0	32.1	1340
15.0	0.5	25.1	1048
15.0	1.0	50.2	2096



DuPont™ Arc-Man®



- **Test se radi u Švici**
- 3 fazni generatot sa 500 MVA, 60 MJ
- **Struja:** do 20 kA
- **Trajanje:** do 1 sec
- **Material elektroda:** čelik, bakar ili aluminij
- **Razmak elektroda:** do 30 cm
- **Rastojanje od luka:** 10 - 50 cm
- podatci se skupjaju do 16 kalorimetara istovremeno



Mogućnost testiranja:

- **Otvoren luk** sa energijom električnog luka do **70 cal/cm²**
- **Luk u zatvorenom prostoru :** sa energijom električnog luka do **40 cal/cm²**





Primjer odjela :

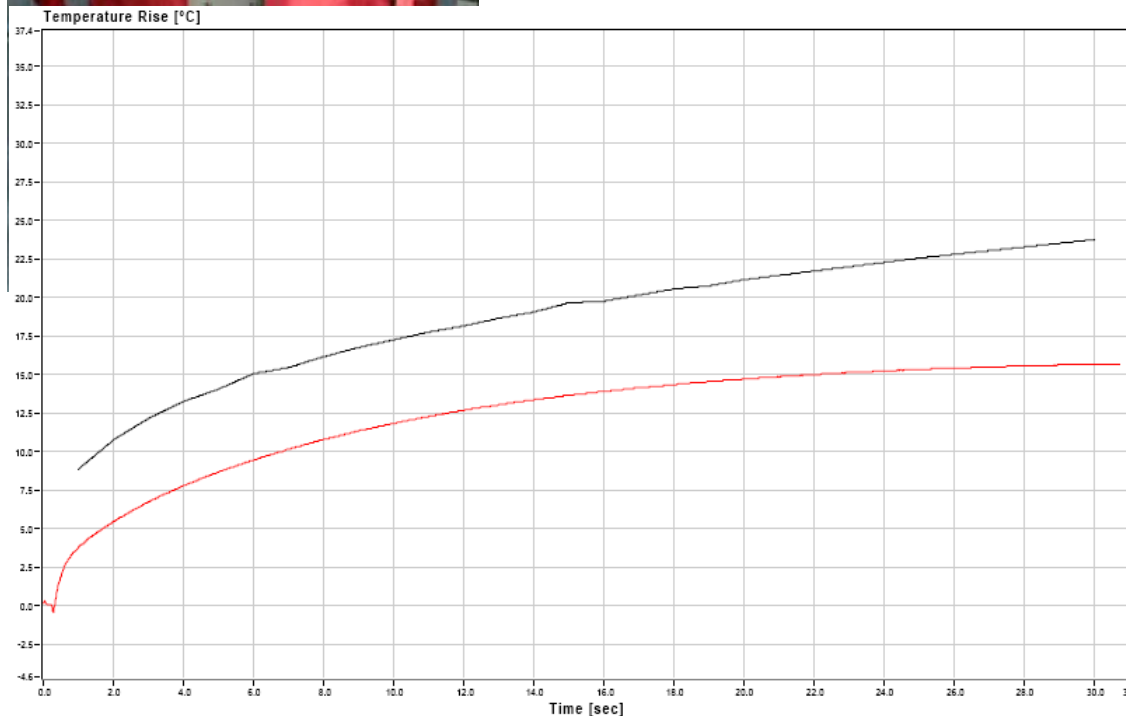
- NOMEX® Comfort Coverall 265g + NOMEX® košulja 175 g/m² = 440g

Uslovi testa :

- struja 8 kA
 - 30 cm razmak elektroda,
 - 30 cm udaljenost od luka
 - Čelične elektrode
 - 320 ms trajanje
- Energija toplotnog udara kot elektricnog luka
13.6 cal/cm²

Prednji dio kombinezona je karbonizirao, dok košulja ostaje netaknuta i nije izgorjela.

Kalorimeter je detektirao temperaturu pod nivoom crne linije, koja označava granicu ozljeda - radnik neće biti ozljedjen od 2nd i 3rd stupnja opekotine.



Simulirani Električni luk na Odjelu od Pamuka



Prije električnog luka



Za vrijeme električnog luka



Nakon električnog luka

Odjelo od pamuka : se zapalilo i nadalje gorilo !



Simulacija Električnog luka: na NOMEX® odjelu



Prije električnog luka



Za vrijeme električnog luka



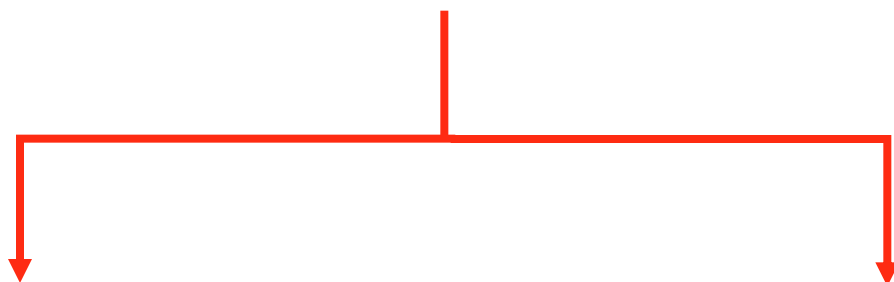
Nakon električnog luka

Odjelo od NOMEX® nije se zapalio i nije se raspalo !



Zahtjeve Standarda i Kvaliteta za zaštitnu odjeću od toplinskih učinaka električnog luka:

IEC 61482-2



Test bazira na električnom luku stvorenom u otvorenom mjestu	Test bazira na električnom luku stvorenom u zatvorenom mjestu
IEC 61482-1-1 <ul style="list-style-type: none">▪ ATPV veći od 4 cal/cm²	IEC 61482-1- 2 <ul style="list-style-type: none">• Klasa 1 = 4 kA (8-24.9 cal/cm²)• Klasa 2 = 7 kA (25-30 cal/cm²)

ATPV – Arc thermal Performance Value : maksimalna Energija toplotnog udara kod udesa električnog luka (cal/cm²), koju tkanina može da primi, a da čovjek ne zadobije opekotinu drugog stupnja. (veći ATPV je, bolja je tkanina)



Biranje prave zaštite

Višeslojni sistem za zaštitu 1 + 1 > 2

Nivo zaštite, dobiven sa više slojeva, je veći nego nivo zaštite od jednog sloja iste težine.

Mogućnosti višeslojne zaštite uključuju:

- **Nezapaljiv donji veš** *
- **Košulja/jakna/hlače/kombinezoni**
- **Polo majice**
- **Višeslojne jakne i hlače**
- **Odjeća za svako vrijeme**
- **Višeslojni sistemi za kratko nošenje za vrlo visoke rizike**



* DuPont recommends to only include appropriate FR underwear into the protection system.



Smjernice za izbor osobne zaštitne odjeće

Toplotna Energija cal/cm ²	Klasa odjeće	Opis zaštitne odjeće od električnog luka (broj slojeva)	Ukupna težina g/m ²	Izmjereni nivo zaštitnog odjela cal/cm ²
0 - 2	0	Svakodnevna odjeća (1)	150-240	N/A
2 - 5	1	Nomex® majica & hlače (1)	150-270	5-7
5 - 8	2A	Pamučni donji veš Nomex® košulja i hlače(2)	300-400	8-18
5 - 16	2B	Nomex® donji veš Nomex® košulja i hlače (2)	340-480	16-22
8 - 25	3	Pamučni donji veš Nomex® košulja i hlače Nomex® Kombinezon(3)	540-680	25-50
25 - 40	4	Nomex® donji veš Nomex® košulja i hlače Dvoslojna Nomex® jakna (4)	800-1000	40->60



Category 1



Category 2



Category 2 +



Category 3



Category 4

Nekoliko primjera za izradu odjeće od NOMEX®






Tkanine & Sistemi sa višeslojevima	Slojevi	Težina	IEC 61482-1:2002 Otvoreno mjesto	ENV 50354:2001 Zatvoreno mjesto
			ATPV (cal/cm ²)	Klasa
Nomex® Comfort N.307 205 g/m ² (polo knit)	1	205g/m ²	≥ 3,6	1
Nomex® Comfort N.307 150 g/m ²	1	150g/m ²	≥ 4,0	1
Nomex® Comfort N.307 220 g/m ²	1	220g/m ²	≥ 6,2	1
Nomex® Comfort N.307 220 g/m ² + Nomex® Comfort E.502 110 g/m ²	2	330g/m ²	≥ 18,5	2
Nomex® Comfort N.307 220 g/m ² + Nomex® Comfort E.502 110 g/m ² + Nomex® Comfort N.307 150 g/m ²	3	480g/m ²	≥ 33,9	2
Nomex® Comfort N.307 220 g/m ² + Nomex® Comfort E.502 110 g/m ² + Nomex® Comfort N.307 205 g/m ² (polo knit)	3	535g/m ²	≥ 38,0	2
Nomex® Comfort N.307 220 g/m ² (with breathable membrane of 30 g/m ²) + Non-woven 100% aramid 100 g/m ² + Nomex® Comfort E.502 110 g/m ²	4	460g/m ²	≥ 42,6	2



Proshield® FR

Novo!

**Idealno rešenje za vašu zaštitu, kao
i za zaštitu vašeg NOMEX odela
ispod kombinezona**

				
Type 5	Type 6	EN 1073-2-2002 Class 1	EN 1149-5-2008	EN ISO 14116-2008 Index 1

Najčešća primena u:

Ključne prednosti

Aдекватna upotreba



Petrokemiji



Komunalne delatnosti



Zavarivanje



Na željeznicama



- ✓ Proizvod već dokazanih svojstava NOMEX®-a u zaštiti od vatre i TYVEK®-a u kemijskoj zaštiti
- ✓ Uspješno prolazi **NOVU EN 14116-1 FR normu**
- ✓ Proizveden od **ne halogenizovanog vatrootpornog netkanog materijala** (za razliku od većine ekvivalentnih proizvoda na tržištu)
- ✓ **Antistatički tretiran** sa obje strane odjela
- ✓ **Prostran model** omogućava slobodu kretanja u toku rada
- ✓ **Smanjen je toplotni stres:** zahvaljujući otvorenoj strukturi njegovog visoko propustljivog netkanog SMMMS materijala

U skladu sa normom EN 14116, odijelo za zaštitu od ograničenog širenja plamena, **nikada ne smije biti u direktnom kontaktu sa kožom.**



Limited flame spread coverall - Index 1

Zaključak

Opasnost od električnog luka je realna, posljedice su fatalne i skupe

Procjena rizika je obaveza krajnjeg korisnika

Vrijednost toplotne izolacije je mjerljiva

Izbor zaštitnog sredstva temelji se na stepenu toplotnog udara pri najvećoj mogućoj vjerojatnoj energiji, i ponudi odjela koja su atraktivna za nošenje.

Zaštitno sredstvo mora : biti nezapaljivo, ne smije se topiti, ne smije pucati sve vrijeme dok je izloženo udaru, mora izolirati čovjeka od vučine, dati mu vrijeme da može pobjeći od nesreće

Sa time ćemo povećati šansu preživljavanja i za one koji se nađu u situaciji električnog luka

