

ELEKTROINVENT

Elkraftkonsult i Frosta

Mikael Malmgren

Senior Principal Engineer – Power systems

Mobil: 0727-226502

Hörbyvägen 23, 24334 HÖÖR

www.elektroinvent.se

www.elkraftkonsult.se (CV)

www.mmalab.se

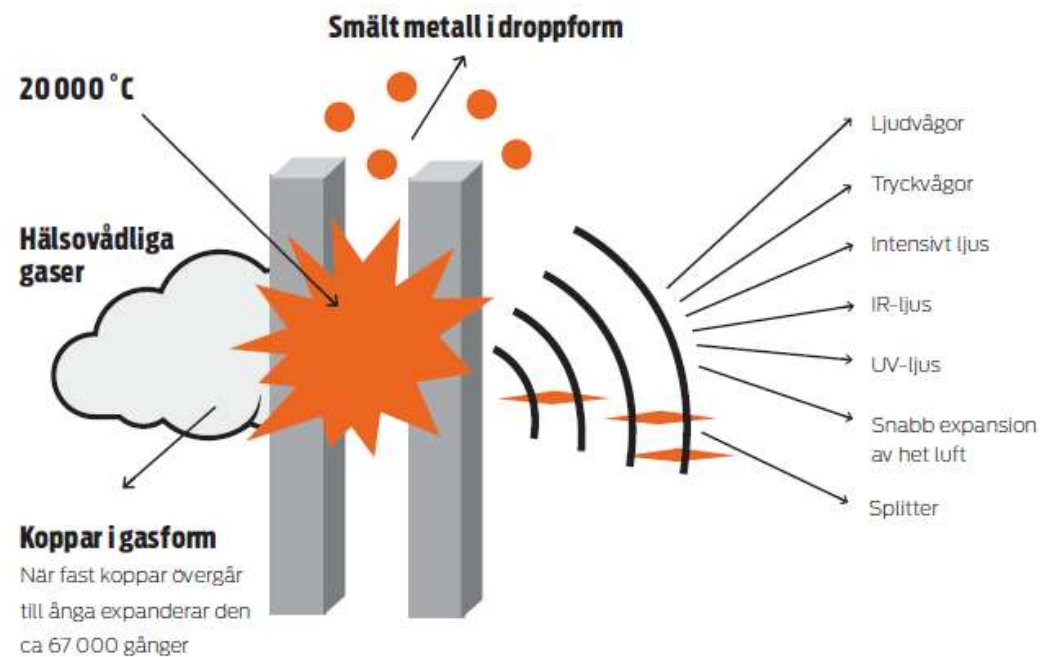


Fig. 1 Ljusbågen och dess konsekvenser.

Från SSG 4510
HANTERING AV LJUSBÅGRISKER I ELANLÄGGNINGAR

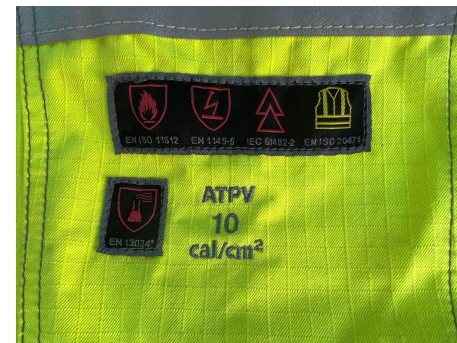
IEC-nummer	Engelska	Svenska
651-27-10	tröskelenergi för öppet genombrott	breakopen threshold energy
651-27-11	händelseenergi	incident energy
651-27-12	gränsvärde för termisk ljusbågsenergi	incident energy limit
651-27-13	ljusbåge	electric arc
651-27-14	ljusbågsfara	electric arc hazard
651-27-15	skiktavlossning	ablation
651-27-16	plagg	garment
651-27-17	plaggkombination	garment assembly

IEC-nummer	Engelska	Svenska
651-27-10	tröskelenergi för öppet genombrott	breakopen threshold energy
651-27-11	termisk ljusbågsenergi	incident energy
651-27-12	gränsvärde för termisk ljusbågsenergi	incident energy limit
651-27-13	ljusbåge	electric arc
651-27-14	ljusbågsfara	electric arc hazard
651-27-15	skiktavlossning	ablation
651-27-16	plagg	garment
651-27-17	plaggkombination	garment assembly

Termisk ljusbågsenergi mäts i

Joule/cm² (SI-enhet)

MEN vi använder cal/cm² (kalorier/cm²)



$1,2 \text{ cal/cm}^2 - 5,0 \text{ J / cm}^2$





ELEKTROINVENT

Elkraftkonsult i Frosta



En mulen dag: ca 1000 lux



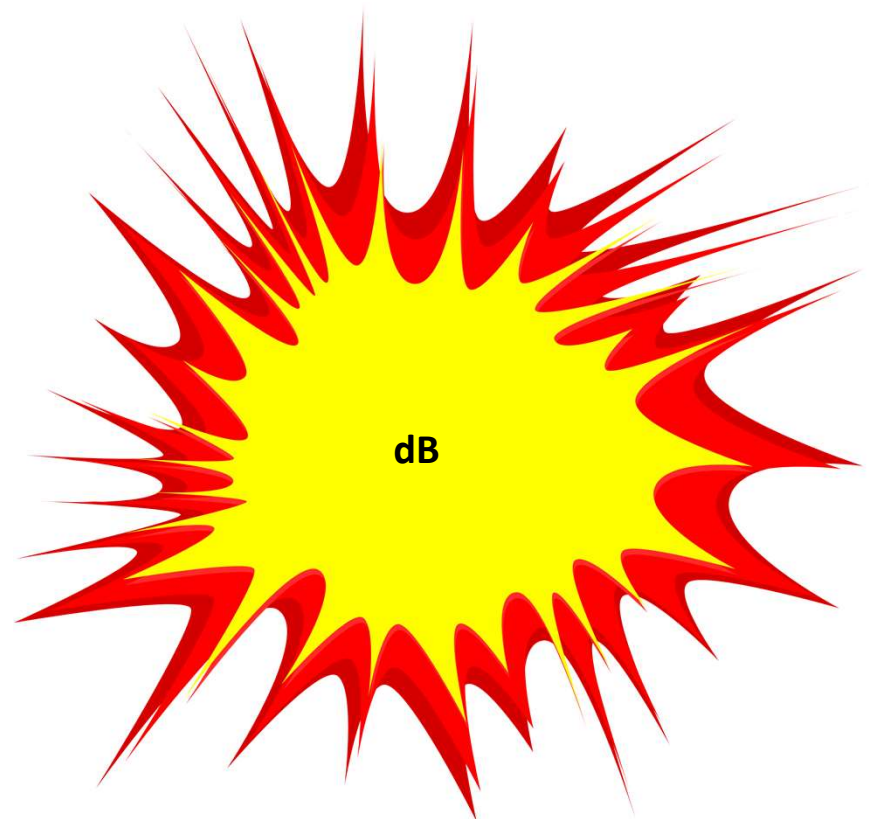
Direkt solljus är uppåt 100 000 lux



En ljusbåge på ca 3 meters avstånd kan vara över **1 miljon lux**



IEEE mätte i ett test upp **13,1 miljoner lux**



I de flesta fall beror **termisk ljusbågsenergi** på tre faktorer:

1. Intensitet
2. Avstånd
3. Varaktighet

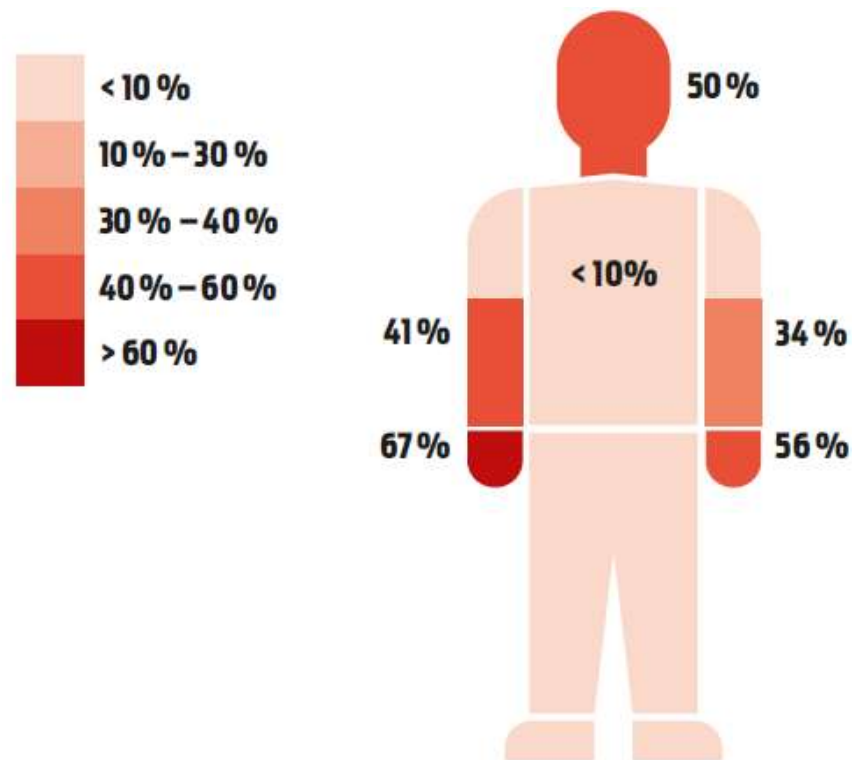


Fig. 4 Principbild som visar fördelning av termiska kroppsskador vid elolyckor.

Från SSG 4510
HANTERING AV LJUSBÅGSRISKER I ELANLÄGGNINGAR

GUIDE SSG 4510

HANTERING AV LJUSBÅGSRISKER I ELANLÄGGNINGAR

Guiden SSG 4510 ger vägledning i hur risken för ljusbågar i elanläggningar kan hanteras. Med hjälp av rutiner, utbildning, tekniska lösningar och skyddsutrustning kan man förebygga att en ljusbåge uppstår och minska konsekvenserna om olyckan ändå skulle vara framme.



SSG STANDARD SOLUTIONS GROUP

ELEKTROINVENT

Elkraftkonsult i Frosta



Ljusbågsberäkning

enligt IEEE 1584-2002

(SSG ansvarar inte för några beräkningsresultat)

rev 1.0

Taggnamn:

K50

Modell:

ABB MNS

År:

2008

Anläggningsdata

Systemspänning

0,53

[kV]

Anmärkning
(0,05 - 132 kV)

3-fasig kortslutning (Ik3)

40

[kA]

(0,7 - 106 kA)

Jordningssystem

Grounded

Utrustningstyp

Utrustningstyp

Switchgear

Utrustning

Isolationsavstånd

32

[mm]

Avståndet mellan oisolerade ledarelskenor. (1 - 2000 mm)

Avstånd till ljusbåge

900

[mm]

Normalt framför dörr (skydd). (150 - 10 000 mm)

Händelseenergi

1,2

[cal/cm²]

1,195 cal/cm² = 5,1 (0,478 - 191,2 cal/cm²)

Barriär (kapsling)

50

%

100% barriär=högsta skydd, 0% barriär=inget skydd

Ljusbågstid

Frånkopplingstid utan barriärer

0,30

[s]

(0,016-2 sek)

Mekanisk bryttid

0,05

[s]

Mekanisk rörelse (helst uppmätt under test)

Tid från Tid-Ström-kurva

0,25

[s]

Längsta tid för 3-fasig kortslutning eller ljusbågsströmmen

Ljusbågsdetektering

Nej / No

Om Ja, fyll i tid för ljusbågsdetektering nedan

Tid: detektering och frånkoppling

65

[ms]

Anm.: Tid i ms. (16 - 2000 ms)

Beräkningsresultat

Ljusbågsström (Iarc)

22,1

[kA]

Beräknad ljusbågsström (Iarc)

Tryckvåg vid: 900 mm

4 634

[N/m²]

(Se Ralph Lees IEEE-publikation)

Utan barriärer

Med barriärer

		Ljusbågs- detektering	Kapsling Ljusbågs- detektering	
Avstånd vid: 1,195 cal/cm ²	3,4	3,4	2,2	[m]
Händelseenergi vid: 900 mm	8,4	8,4	4,4	[cal/cm ²]
PPE Cat NFPA 70E vid: 900 mm	3	3	2	

ELEKTROINVENT

Elkraftkonsult i Frosta

IEEE 1584 – 2002, IEEEs guide för beräkning av ljusbågsrisk

Ekvation 1

$$\lg E_n = K_1 + K_2 + 1.081 * \lg I_a + 0.0011 * G$$

Ekvation 2 a (upp till 1000 V)

$$\lg I_a = K + 0.662 * \lg I_{bf} + 0.0966 * V + 0.000526 * G + 0.5588 * V * \lg I_{bf} - 0.00304 * G * \lg I_{bf}$$

Ekvation 2 b (1 kV till 15 kV)

$$\lg I_a = 0.00402 + 0.983 * \lg I_{bf}$$

Ekvation 3

$$E = 4.184 * C_f * E_n * (t / 0.2) * (610^x / D^x)$$

Ekvation 5

$$D_B = [4.184 * C_f * E_n * (t / 0.2) * (610_x / E_B)]^{1/x}$$

IEEE 1584 – 2002, IEEEs guide för beräkning av ljusbågsrisk

Ekvation 1

$$\lg E_n = K_1 + K_2 + 1.081 * \lg I_a + 0.0011 * G$$

Ekvation 2 a (upp till 1000 V)

$$\lg I_a = K + 0.662 * \lg I_{bf} + 0.0966 * V + 0.000526 * G + 0.5588 * V * \lg I_{bf} - 0.00304 * G * \lg I_{bf}$$

Ekvation 2 b (1 kV till 15 kV)

$$\lg I_a = 0.00402 + 0.983 * \lg I_{bf}$$

Ekvation 3

$$E = 4.184 * C_f * E_n * (t / 0.2) * (610^x / D^x)$$

Ekvation 5

$$D_B = [4.184 * C_f * E_n * (t / 0.2) * (610_x / E_B)]^{1/x}$$

IEEE 1584 – 2002, IEEEs guide för beräkning av ljusbågsrisk

Ekvation 1

$$\lg E_n = K_1 + K_2 + 1.081 * \lg I_a + 0.0011 * G$$

Ekvation 2 a (upp till 1000 V)

$$\lg I_a = K + 0.662 * \lg I_{bf} + 0.0966 * V + 0.000526 * G + 0.5588 * V * \lg I_{bf} - 0.00304 * G * \lg I_{bf}$$

Ekvation 2 b (1 kV till 15 kV)

$$\lg I_a = 0.00402 + 0.983 * \lg I_{bf}$$

Ekvation 3

$$E = 4.184 * C_f * E_n * (t / 0.2) * (610^x / D^x)$$

Ekvation 5

$$D_B = [4.184 * C_f * E_n * (t / 0.2) * (610_x / E_B)]^{1/x}$$

IEEE 1584 – 2002, IEEEs guide för beräkning av ljusbågsrisk

Ekvation 1

$$\lg E_n = K_1 + K_2 + 1.081 * \lg I_a + 0.0011 * G$$

Ekvation 2 a (upp till 1000 V)

$$\lg I_a = K + 0.662 * \lg I_{bf} + 0.0966 * V + 0.000526 * G + 0.5588 * V * \lg I_{bf} - 0.00304 * G * \lg I_{bf}$$

Ekvation 2 b (1 kV till 15 kV)

$$\lg I_a = 0.00402 + 0.983 * \lg I_{bf}$$

Ekvation 3

$$E = 4.184 * C_f * E_n * (t / 0.2) * (610^x / D^x)$$

Ekvation 5

$$D_B = [4.184 * C_f * E_n * (t / 0.2) * (610_x / E_B)]^{1/x}$$

IEEE 1584 – 2002, IEEEs guide för beräkning av ljusbågsrisk

Ekvation 1

$$\lg E_n = K_1 + K_2 + 1.081 * \lg I_a + 0.0011 * G$$

Ekvation 2 a (upp till 1000 V)

$$\lg I_a = K + 0.662 * \lg I_{bf} + 0.0966 * V + 0.000526 * G + 0.5588 * V * \lg I_{bf} - 0.00304 * G * \lg I_{bf}$$

Ekvation 2 b (1 kV till 15 kV)

$$\lg I_a = 0.00402 + 0.983 * \lg I_{bf}$$

Ekvation 3

$$E = 4.184 * C_f * E_n * (t / 0.2) * (610^x / D^x)$$

Ekvation 5

$$D_B = [4.184 * C_f * E_n * (t / 0.2) * (610_x / E_B)]^{1/x}$$

Ljusbågsberäkningar 0,208 kV - < 1 kV

K	-0,097 K = -0.153 for open-air arcs and -0.097 for enclosed arcs
I _{bf}	40 3-fas stum felström i kA (0,7 kA - 106 kA)
V	0,53 spänning i kV
G	32 avstånd mellan ledande delar i mm

LJUSBÅGENS FELSTRÖM	22,4 kA
85%	19,04 kA

K1	-0,555 -0,792 open configurations, -0,555 box configuration
K2	-0,133 0 ojodade eller högomigt, -0,133 för jordade system
G	32 gap between conductors
C _f	1,5 beräkningsfaktor. 1,0 över 1kV 1,5 under 1kV
t	0,3 feltid
t _{85%}	0,5 feltid vid 85 %
D	900 avstånd från ljusbågspunkt till person
x	1,473 avståndsexponent

Energi vid fel

En	6,41 J/cm ²	1,5 cal/cm ²	
E	34,02 J/cm²	8,1 cal/cm²	Kat 3
En (85 %)	5,38 J/cm ²	1,3 cal/cm ²	
E (85 %)	47,57 J/cm²	11,4 cal/cm²	Kat 3

Gräns för farligt område, 2.a gradens bränskador

EB	5,00 J/cm ²
DB	3308 mm
DB (85 %)	4154 mm

Utrustningstyp - avståndsexponent

Voltage (kV)	Equipment Type	Typical gap between conductors (mm)	Distance factor, x
0.208–1	Open Air	10–40	2.000
	Switchgear	32	1.473
	MCC and Panels	25	1.641
	Cable	13	2.000
>1–5	Open Air	102	2.000
	Switchgear	13-102	0.973
	Cables	13	2.000
>5–15	Open Air	13–152	2.000
	Switchgear	152	0.973
	Cables	13	2.000

Ljusbågsberäkningar 0,208 kV - < 1 kV

K	-0,097 K = -0.153 for open-air arcs and -0.097 for enclosed arcs
Ik	40 3-fas stum felström i kA (0,7 kA - 106 kA)
U	0,53 spänning i kV
A	32 avstånd mellan ledande delar i mm

LJUSBÅGENS FELSTRÖM	22,4 kA
85%	19,04 kA

K1	-0,555 -0,792 open configurations, -0,555 box configuration
K2	-0,133 0 oöjodade eller högomigt, -0,133 för jordade system
G	32 gap between conductors
Cf	1,5 beräkningsfaktor. 1,0 över 1kV 1,5 under 1kV
t	0,3 feltid
t 85%	0,5 feltid vid 85 %
D	900 avstånd från ljusbågs punkt till person
x	1,473 avståndsexponent

Energi vid fel			
En	6,41 J/cm ²	1,5 cal/cm ²	
E	34,02 J/cm ²	8,1 cal/cm ²	Kat 3
En (85 %)	5,38 J/cm ²	1,3 cal/cm ²	
E (85 %)	47,57 J/cm ²	11,4 cal/cm ²	Kat 3

Gräns för farligt område, 2.a gradens bränskador	
EB	5,00 J/cm ²
DB	3308 mm
DB (85 %)	4154 mm



Ljusbågsberäkning

enligt IEEE 1584-2002

(SSG ansvarar inte för några beräkningsresultat) rev 1.0

Taggnamn:	K50	
Modell:	ABB MNS	År: 2008

Anläggningsdata

Systemspänning	0,53 [kV]	<i>Anmärkning</i> (0,05 - 132 kV)
3-fasig kortslutning (Ik3)	40 [kA]	(0,7 - 106 kA)
Jordningssystem	Grounded	

Utrustningstyp

Utrustningstyp	Switchgear	<i>Utrustning</i>
Isolationsavstånd	32 [mm]	Avståndet mellan isolerade ledare/skenor. (1 - 2000 mm)
Avstånd till ljusbåge	900 [mm]	Normalt framför dörr (skydd). (150 - 10 000 mm)
Händelseenergi	1,2 [cal/cm ²]	1.195 cal/cm ² = 5 J (0.478 - 191,2 cal/cm ²)
Barriär (kapsling)	50 %	100% barriär=högsta skydd, 0% barriär=inget skydd

Ljusbågstad

Frånkopplingstid utan barriärer	0,30 [s]	(0,016 - 2 sek)
Mekanisk bryttid	0,05 [s]	Mekanisk rörelse (helst uppmätt under test)
Tid från Tid-Ström-kurva	0,25 [s]	Längsta tid för 3-fasig kortslutning eller ljusbågsströmmen
Ljusbågsdetektering	Nej / No	Om Ja, fyll i tid för ljusbågsdetektering nedan
Tid: detektering och frånkoppling	65 [ms]	Anm.: Tid i ms. (16 - 2000 ms)

Beräkningsresultat

Ljusbågsström (Iarc)	22,1 [kA]	Beräknad ljusbågsström (Iarc)
Tryckvåg vid: 900 mm	4 634 [N/m ²]	(Se Ralph Lees IEEE-publikation)

	Utan barriärer	Med barriärer	
		Ljusbågs- detektering	Kapsling Ljusbågs- detektering
Avstånd vid: 1,195 cal/cm ²	3,4	3,4	2,2 [m]
Händelseenergi vid: 900 mm	8,4	8,4	4,4 [cal/cm ²]
PPE Cat NFPA 70E vid: 900 mm	3	3	2

Ljusbågsberäkningar 0,208 kV - < 1 kV

K	-0,097 K = -0.153 for open-air arcs and -0.097 for enclosed arcs
Ik	40 3-fas stum felström i kA (0,7 kA - 106 kA)
U	0,53 spänning i kV
A	32 avstånd mellan ledande delar i mm

LJUSBÅGENS FELSTRÖM	22,4 kA
85%	19,04 kA

K1	-0,555 -0,792 open configurations, -0,555 box configuration
K2	-0,133 0 oöjodade eller högomigt, -0,133 för jordade system
G	32 gap between conductors
Cf	1,5 beräkningsfaktor. 1,0 över 1kV 1,5 under 1kV
t	0,3 feltid
t 85%	0,5 feltid vid 85 %
D	900 avstånd från ljusbågs punkt till person
x	1,473 avståndsexponent

Energi vid fel			
En	6,41 J/cm ²	1,5 cal/cm ²	
E	34,02 J/cm ²	8,1 cal/cm ²	Kat 3
En (85 %)	5,38 J/cm ²	1,3 cal/cm ²	
E (85 %)	47,57 J/cm ²	11,4 cal/cm ²	Kat 3

Gräns för farligt område, 2.a gradens bränskador

EB	5,00 J/cm ²
DB	3308 mm
DB (85 %)	4154 mm



Ljusbågsberäkning

enligt IEEE 1584-2002

(SSG ansvarar inte för några beräkningsresultat) rev 1.0

Taggnamn:	K50		
Modell:	ABB MNS	År:	2008

Anläggningsdata

Systemspänning [kV] *Anmärkning (0,05 - 132 kV)*

3-fasig kortslutning (Ik3) [kA] *(0,7 - 106 kA)*

Jordningssystem

Utrustningstyp

Utrustningstyp *Utrustning*

Isolationsavstånd [mm] *Avståndet mellan isolerade ledare/skenor. (1 - 2000 mm)*

Avstånd till ljusbåge [mm] *Normalt framför dörr (skydd). (150 - 10000 mm)*

Händelseenergi [cal/cm²] *1.195 cal/cm² = 5/(0.478 - 191.2 cal/cm²)*

Barriär (kapsling) % *100% barriär=högsta skydd, 0% barriär=inget skydd*

Ljusbågstid

Frånkopplingstid utan barriärer [s] *(0,016-2 sek)*

Mekanisk brytartid [s] *Mekanisk rörelse (helst uppmätt under test)*

Tid från Tid-Ström-kurva [s] *Längsta tid för 3-fasig kortslutning eller ljusbågsströmmen*

Ljusbågsdetektering *Om Ja, fyll i tid för ljusbågsdetektering nedan*

Tid: detektering och frånkoppling [ms] *Anm.: Tid i ms. (16 - 2000 ms)*

Beräkningsresultat

Ljusbågsström (Iarc) [kA] *Beräknad ljusbågsström (Iarc)*

Tryckvåg vid: 900 mm [N/m²] *(Se Ralph Lees IEEE-publikation)*

	Utan barriärer	Med barriärer	
		Ljusbågs- detektering	Kapsling Ljusbågs- detektering
Avstånd vid: 1,195 cal/cm ²	3,4	3,4	2,2 [m]
Händelseenergi vid: 900 mm	8,4	8,4	4,4 [cal/cm ²]
PPE Cat NFPA 70E vid: 900 mm	3	3	2

Ljusbågsberäkningar 0,208 kV - < 1 kV

K	-0,097 K = -0.153 for open-air arcs and -0.097 for enclosed arcs
Ik	40 3-fas stum felström i kA (0,7 kA - 106 kA)
U	0,53 spänning i kV
A	32 avstånd mellan ledande delar i mm

LJUSBÅGENS FELSTRÖM	22,4 kA
85%	19,04 kA

K1	-0,555 -0,792 open configurations, -0,555 box configuration
K2	-0,133 0 oöjodade eller högomigt, -0,133 för jordade system
G	32 gap between conductors
Cf	1,5 beräkningsfaktor. 1,0 över 1kV 1,5 under 1kV
t	0,3 feltid
t 85%	0,5 feltid vid 85 %
D	900 avstånd från ljusbågs punkt till person
x	1,473 avståndsexponent

Energi vid fel			
En	6,41 J/cm ²	1,5 cal/cm ²	
E	34,02 J/cm ²	8,1 cal/cm ²	Kat 3
En (85 %)	5,38 J/cm ²	1,3 cal/cm ²	
E (85 %)	47,57 J/cm ²	11,4 cal/cm ²	Kat 3

Gräns för farligt område, 2.a gradens bränskador

EB	5,00 J/cm ²
DB	3308 mm
DB (85 %)	4154 mm



Ljusbågsberäkning

enligt IEEE 1584-2002

(SSG ansvarar inte för några beräkningsresultat) rev 1.0

Taggnamn:	K50		
Modell:	ABB MNS	År:	2008

Anläggningsdata

Systemspänning	0,53 [kV]	<i>Anmärkning</i> (0,05 - 132 kV)
3-fasig kortslutning (Ik3)	40 [kA]	(0,7 - 106 kA)
Jordningssystem	Grounded	

Utrustningstyp

Utrustningstyp	Switchgear	<i>Utrustning</i>
Isolationsavstånd	32 [mm]	Avståndet mellan isolerade ledare/skenor. (1 - 2000 mm)
Avstånd till ljusbåge	900 [mm]	Normalt framför dörr (skydd). (150 - 10 000 mm)
Händelseenergi	1,2 [cal/cm ²]	1.195 cal/cm ² = 5/(0,478 - 191,2 cal/cm ²)
Barriär (kapsling)	50 %	100% barriär=högsta skydd, 0% barriär=inget skydd

Ljusbågstad

Frånkopplingstid utan barriärer	0,30 [s]	(0,016 - 2 sek)
Mekanisk bryttid	0,05 [s]	Mekanisk rörelse (helst uppmätt under test)
Tid från Tid-Ström-kurva	0,25 [s]	Längsta tid för 3-fasig kortslutning eller ljusbågsströmmen
Ljusbågsdetektering	Nej / No	Om Ja, fyll i tid för ljusbågsdetektering nedan
Tid: detektering och frånkoppling	65 [ms]	Anm.: Tid i ms. (16 - 2000 ms)

Beräkningsresultat

Ljusbågsström (Iarc)	22,1 [kA]	Beräknad ljusbågsström (Iarc)
Tryckvåg vid: 900 mm	4 634 [N/m ²]	(Se Ralph Lees IEEE-publikation)

	Utan barriärer	Med barriärer	
		Ljusbågs- detektering	Kapsling Ljusbågs- detektering
Avstånd vid: 1,195 cal/cm ²	3,4	3,4	2,2 [m]
Händelseenergi vid: 900 mm	8,4	8,4	4,4 [cal/cm ²]
PPE Cat NFPA 70E vid: 900 mm	3	3	2

Ljusbågsberäkningar 0,208 kV - < 1 kV

K	-0,097 K = -0.153 for open-air arcs and -0.097 for enclosed arcs
Ik	40 3-fas stum felström i kA (0,7 kA - 106 kA)
U	0,53 spänning i kV
A	32 avstånd mellan ledande delar i mm

LJUSBÅGENS FELSTRÖM	22,4 kA
85%	19,04 kA

K1	-0,555 -0,792 open configurations, -0,555 box configuration
K2	-0,133 0 oöadade eller högomigt, -0,133 för jordade system
G	32 gap between conductors
Cf	1,5 beräkningsfaktor. 1,0 över 1kV 1,5 under 1kV
t	0,3 feltid
t 85%	0,5 feltid vid 85 %
D	900 avstånd från ljusbågs punkt till person
x	1,473 avståndsexponent

Energi vid fel			
En	6,41 J/cm ²	1,5 cal/cm ²	
E	34,02 J/cm²	8,1 cal/cm²	Kat 3
En (85 %)	5,38 J/cm ²	1,3 cal/cm ²	
E (85 %)	47,57 J/cm²	11,4 cal/cm²	Kat 3

Gräns för farligt område, 2.a gradens brännskador	
EB	5,00 J/cm ²
DB	3308 mm
DB (85 %)	4154 mm



Ljusbågsberäkning

enligt IEEE 1584-2002

(SSG ansvarar inte för några beräkningsresultat) rev 1.0

Taggnamn:	K50		
Modell:	ABB MNS	År:	2008

Anläggningsdata

Systemspänning	0,53 [kV]	<i>Anmärkning</i> (0,05 - 132 kV)
3-fasig kortslutning (Ik3)	40 [kA]	(0,7 - 106 kA)
Jordningssystem	Grounded	

Utrustningstyp

Utrustningstyp	Switchgear	<i>Utrustning</i>
Isolationsavstånd	32 [mm]	Avståndet mellan isolerade ledare/skenor. (1 - 2000 mm)
Avstånd till ljusbåge	900 [mm]	Normalt framför dörr (skydd). (150 - 10 000 mm)
Händelseenergi	1,2 [cal/cm ²]	1.195 cal/cm ² = 5/(0,478 - 191,2 cal/cm ²)
Barriär (kapsling)	50 %	100% barriär=högsta skydd, 0% barriär=inget skydd

Ljusbågstad

Frånkopplingstid utan barriärer	0,30 [s]	(0,016-2 sek)
Mekanisk bryttid	0,05 [s]	Mekanisk rörelse (helst uppmätt under test)
Tid från Tid-Ström-kurva	0,25 [s]	Längsta tid för 3-fasig kortslutning eller ljusbågsströmmen
Ljusbågsdetektering	Nej / No	Om Ja, fyll i tid för ljusbågsdetektering nedan
Tid: detektering och frånkoppling	65 [ms]	Anm.: Tid i ms. (16 - 2000 ms)

Beräkningsresultat

Ljusbågsström (Iarc)	22,1 [kA]	Beräknad ljusbågsström (Iarc)
Tryckvåg vid: 900 mm	4 634 [N/m ²]	(Se Ralph Lees IEEE-publikation)

	Utan barriärer	Med barriärer	
		Ljusbågs- detektering	Kapsling Ljusbågs- detektering
Avstånd vid: 1,195 cal/cm ²	3,4	3,4	2,2 [m]
Händelseenergi vid: 900 mm	8,4	8,4	4,4 [cal/cm ²]
PPE Cat NFPA 70E vid: 900 mm	3	3	2

Ljusbågsberäkningar 0,208 kV - < 1 kV

K	-0,097 K = -0.153 for open-air arcs and -0.097 for enclosed arcs
Ik	40 3-fas stum felström i kA (0,7 kA - 106 kA)
U	0,53 spänning i kV
A	32 avstånd mellan ledande delar i mm

LJUSBÅGENS FELSTRÖM	22,4 kA
85%	19,04 kA

K1	-0,555 -0,792 open configurations, -0,555 box configuration
K2	-0,133 0 oöjodade eller högomigt, -0,133 för jordade system
G	32 gap between conductors
Cf	1,5 beräkningsfaktor. 1,0 över 1kV 1,5 under 1kV
t	0,3 feltid
t 85%	0,5 feltid vid 85 %
D	900 avstånd från ljusbågs punkt till person
x	1,473 avståndsexponent

Energi vid fel			
En	6,41 J/cm ²	1,5 cal/cm ²	
E	34,02 J/cm²	8,1 cal/cm²	Kat 3
En (85 %)	5,38 J/cm ²	1,3 cal/cm ²	
E (85 %)	47,57 J/cm²	11,4 cal/cm²	Kat 3

Gräns för farligt område, 2.a gradens bränskador

EB	5,00 J/cm ²
DB	3308 mm
DB (85 %)	4154 mm



Ljusbågsberäkning

enligt IEEE 1584-2002

(SSG ansvarar inte för några beräkningsresultat) rev 1.0

Taggnamn:	K50		
Modell:	ABB MNS	År:	2008

Anläggningsdata

Systemspänning	0,53 [kV]	<i>Anmärkning</i> (0,05 - 132 kV)
3-fasig kortslutning (Ik3)	40 [kA]	(0,7 - 106 kA)
Jordningssystem	Grounded	

Utrustningstyp

Utrustningstyp	Switchgear	<i>Utrustning</i>
Isolationsavstånd	32 [mm]	Avståndet mellan isolerade ledare/skenor. (1 - 2000 mm)
Avstånd till ljusbåge	900 [mm]	Normalt framför dörr (skydd). (150 - 10 000 mm)
Händelseenergi	1,2 [cal/cm ²]	$1,195 \text{ cal/cm}^2 = 5 / (0,478 - 191,2 \text{ cal/cm}^2)$
Barriär (kapsling)	50 %	100% barriär=högsta skydd, 0% barriär=inget skydd

Ljusbågstid

Frånkopplingstid utan barriärer	0,30 [s]	(0,016 - 2 sek)
Mekanisk bryttid	0,05 [s]	Mekanisk rörelse (helst uppmätt under test)
Tid från Tid-Ström-kurva	0,25 [s]	Längsta tid för 3-fasig kortslutning eller ljusbågsströmmen
Ljusbågsdetektering	Nej / No	Om Ja, fyll i tid för ljusbågsdetektering nedan
Tid: detektering och frånkoppling	65 [ms]	Anm.: Tid i ms. (16 - 2000 ms)

Beräkningsresultat

Ljusbågsström (Iarc)	22,1 [kA]	Beräknad ljusbågsström (Iarc)
Tryckvåg vid: 900 mm	4 634 [N/m ²]	(Se Ralph Lees IEEE-publikation)

	Utan barriärer	Med barriärer	
		Ljusbågs- detektering	Kapsling Ljusbågs- detektering
Avstånd vid: 1,195 cal/cm ²	3,4	3,4	2,2 [m]
Händelseenergi vid: 900 mm	8,4	8,4	4,4 [cal/cm ²]
PPE Cat NFPA 70E vid: 900 mm	3	3	2

Ljusbågsberäkningar 0,208 kV - < 1 kV

K	-0,097 K = -0,153 for open-air arcs and -0,097 for enclosed arcs
Ik	40 3-fas stum felström i kA (0,7 kA - 106 kA)
U	0,53 spänning i kV
A	32 avstånd mellan ledande delar i mm

LJUSBÅGENS FELSTRÖM	22,4 kA
85%	19,04 kA

K1	-0,555 -0,792 open configurations, -0,555 box configuration
K2	-0,133 0 oöjodade eller högomigt, -0,133 för jordade system
G	32 gap between conductors
Cf	1,5 beräkningsfaktor. 1,0 över 1kV 1,5 under 1kV
t	0,3 feltid
t 85%	0,5 feltid vid 85 %
D	900 avstånd från ljusbågs punkt till person
x	1,473 avståndsexponent

Energi vid fel			
En	6,41 J/cm ²	1,5 cal/cm ²	
E	34,02 J/cm²	8,1 cal/cm²	Kat 3
En (85 %)	5,38 J/cm ²	1,3 cal/cm ²	
E (85 %)	47,57 J/cm²	11,4 cal/cm²	Kat 3

Gräns för farligt område, 2.a gradens bränskador

EB	5,00 J/cm ²
DB	3308 mm
DB (85 %)	4154 mm



Ljusbågsberäkning

enligt IEEE 1584-2002

(SSG ansvarar inte för några beräkningsresultat) rev 1.0

Taggnamn:	K50		
Modell:	ABB MNS	År:	2008

Anläggningsdata

Systemspänning	0,53 [kV]	<i>Anmärkning</i> (0,05 - 132 kV)
3-fasig kortslutning (Ik3)	40 [kA]	(0,7 - 106 kA)
Jordningssystem	Grounded	

Utrustningstyp

Utrustningstyp	Switchgear	<i>Utrustning</i>
Isolationsavstånd	32 [mm]	Avståndet mellan isolerade ledare/skenor. (1 - 2000 mm)
Avstånd till ljusbåge	900 [mm]	Normalt framför dörr (skydd). (150 - 10 000 mm)
Händelseenergi	1,2 [cal/cm ²]	1.195 cal/cm ² = 5/(0,478 - 191,2 cal/cm ²)
Barriär (kapsling)	50 %	100% barriär=högsta skydd, 0% barriär=inget skydd

Ljusbågstid

Frånkopplingstid utan barriärer	0,30 [s]	(0,016 - 2 sek)
Mekanisk bryttid	0,05 [s]	Mekanisk rörelse (helst uppmätt under test)
Tid från Tid-Ström-kurva	0,25 [s]	Längsta tid för 3-fasig kortslutning eller ljusbågsströmmen
Ljusbågsdetektering	Nej / No	Om Ja, fyll i tid för ljusbågsdetektering nedan
Tid: detektering och frånkoppling	65 [ms]	Anm.: Tid i ms. (16 - 2000 ms)

Beräkningsresultat

Ljusbågsström (Iarc)	22,1 [kA]	Beräknad ljusbågsström (Iarc)
Tryckvåg vid: 900 mm	4 634 [N/m ²]	(Se Ralph Lees IEEE-publikation)

	Utan barriärer	Med barriärer	
		Ljusbågs- detektering	Kapsling Ljusbågs- detektering
Avstånd vid: 1,195 cal/cm ²	3,4	3,4	2,2 [m]
Händelseenergi vid: 900 mm	8,4	8,4	4,4 [cal/cm ²]
PPE Cat NFPA 70E vid: 900 mm	3	3	2

Ljusbågsberäkningar 0,208 kV - < 1 kV

K	-0,097 K = -0.153 for open-air arcs and -0.097 for enclosed arcs
Ik	40 3-fas stum felström i kA (0,7 kA - 106 kA)
U	0,53 spänning i kV
A	32 avstånd mellan ledande delar i mm

LJUSBÅGENS FELSTRÖM	22,4 kA
85%	19,04 kA

K1	-0,555 -0,792 open configurations, -0,555 box configuration
K2	-0,133 0 oöjodade eller högomigt, -0,133 för jordade system
G	32 gap between conductors
Cf	1,5 beräkningsfaktor. 1,0 över 1kV 1,5 under 1kV
t	0,3 feltid
t 85%	0,5 feltid vid 85 %
D	900 avstånd från ljusbågs punkt till person
x	1,473 avståndsexponent

Energi vid fel			
En	6,41 J/cm ²	1,5 cal/cm ²	
E	34,02 J/cm²	8,1 cal/cm²	Kat 3
En (85 %)	5,38 J/cm ²	1,3 cal/cm ²	
E (85 %)	47,57 J/cm²	11,4 cal/cm²	Kat 3

Gräns för farligt område, 2.a gradens bränskador	
EB	5,00 J/cm ²
DB	3308 mm
DB (85 %)	4154 mm



Ljusbågsberäkning

enligt IEEE 1584-2002

(SSG ansvarar inte för några beräkningsresultat) rev 1.0

Taggnamn:	K50	
Modell:	ABB MNS	År: 2008

Anläggningsdata

Systemspänning	0,53 [kV]	<i>Anmärkning</i> (0,05 - 132 kV)
3-fasig kortslutning (Ik3)	40 [kA]	(0,7 - 106 kA)
Jordningssystem	Grounded	

Utrustningstyp

Utrustningstyp	Switchgear	<i>Utrustning</i>
Isolationsavstånd	32 [mm]	Avståndet mellan isolerade ledare/skenor. (1 - 2000 mm)
Avstånd till ljusbåge	900 [mm]	Normalt framför dörr (skydd). (150 - 10 000 mm)
Händelseenergi	1,2 [cal/cm ²]	1,195 cal/cm ² = 5 / (0,473 - 191,2 cal/cm ²)
Barriär (kapsling)	50 %	100% barriär=högsta skydd, 0% barriär=inget skydd

Ljusbågstid

Frånkopplingstid utan barriärer	0,30 [s]	(0,016 - 2 sek)
Mekanisk bryttid	0,05 [s]	Mekanisk rörelse (helst uppmätt under test)
Tid från Tid-Ström-kurva	0,25 [s]	Längsta tid för 3-fasig kortslutning eller ljusbågsströmmen
Ljusbågsdetektering	Nej / No	Om Ja, fyll i tid för ljusbågsdetektering nedan
Tid: detektering och frånkoppling	65 [ms]	Anm.: Tid i ms. (16 - 2000 ms)

Beräkningsresultat

Ljusbågsström (Iarc)	22,1 [kA]	Beräknad ljusbågsström (Iarc)
Tryckvåg vid: 900 mm	4 634 [N/m ²]	(Se Ralph Lees IEEE-publikation)

	Utan barriärer	Med barriärer	
		Ljusbågs- detektering	Kapsling Ljusbågs- detektering
Avstånd vid: 1,195 cal/cm ²	3,4	3,4	2,2 [m]
Händelseenergi vid: 900 mm	8,4	8,4	4,4 [cal/cm ²]
PPE Cat NFPA 70E vid: 900 mm	3	3	2

Ljusbågsberäkningar 0,208 kV - < 1 kV

K	-0,097 K = -0.153 for open-air arcs and -0.097 for enclosed arcs
Ik	40 3-fas stum felström i kA (0,7 kA - 106 kA)
U	0,53 spänning i kV
A	32 avstånd mellan ledande delar i mm

LJUSBÅGENS FELSTRÖM	22,4 kA
85%	19,04 kA

K1	-0,555 -0,792 open configurations, -0,555 box configuration
K2	-0,133 0 oöjodade eller högomigt, -0,133 för jordade system
G	32 gap between conductors
Cf	1,5 beräkningsfaktor. 1,0 över 1kV 1,5 under 1kV
t	0,3 feltid
t 85%	0,5 feltid vid 85 %
D	900 avstånd från ljusbågs punkt till person
x	1,473 avståndsexponent

Energi vid fel		
En	6,41 J/cm ²	1,5 cal/cm ²
E	34,02 J/cm²	8,1 cal/cm²
En (85 %)	5,38 J/cm ²	1,3 cal/cm ²
E (85 %)	47,57 J/cm²	11,4 cal/cm²

Gräns för farligt område, 2.a gradens bränskador	
EB	5,00 J/cm ²
DB	3308 mm
DB (85 %)	4154 mm

Kat 3

Kat 3



Ljusbågsberäkning

enligt IEEE 1584-2002

(SSG ansvarar inte för några beräkningsresultat) rev 1.0

Taggnamn:	K50	
Modell:	ABB MNS	År: 2008

Anläggningsdata

Systemspänning	0,53 [kV]	<i>Anmärkning (0,05 - 132 kV)</i>
3-fasig kortslutning (Ik3)	40 [kA]	<i>(0,7 - 106 kA)</i>
Jordningssystem	Grounded	

Utrustningstyp

Utrustningstyp	Switchgear	<i>Utrustning</i>
Isolationsavstånd	32 [mm]	<i>Avståndet mellan isolerade ledare/skenor. (1 - 2000 mm)</i>
Avstånd till ljusbåge	900 [mm]	<i>Normalt framför dörr (skydd). (150 - 10 000 mm)</i>
Händelseenergi	1,2 [cal/cm ²]	<i>1.195 cal/cm² = 5/(0.478 - 191.2 cal/cm²)</i>
Barriär (kapsling)	50 %	<i>100% barriär=högsta skydd, 0% barriär=inget skydd</i>

Ljusbågstid

Frånkopplingstid utan barriärer	0,30 [s]	<i>(0,016-2 sek)</i>
Mekanisk bryttid	0,05 [s]	<i>Mekanisk rörelse (helst uppmätt under test)</i>
Tid från Tid-Ström-kurva	0,25 [s]	<i>Längsta tid för 3-fasig kortslutning eller ljusbågsströmmen</i>
Ljusbågsdetektering	Nej / No	<i>Om Ja, fyll i tid för ljusbågsdetektering nedan</i>
Tid: detektering och frånkoppling	65 [ms]	<i>Anm.: Tid i ms. (16 - 2000 ms)</i>

Beräkningsresultat

Ljusbågsström (Iarc)	22,1 [kA]	<i>Beräknad ljusbågsström (Iarc)</i>
Tryckvåg vid: 900 mm	4 634 [N/m ²]	<i>(Se Ralph Lees IEEE-publikation)</i>

	Utan barriärer	Med barriärer	
		Ljusbågs- detektering	Kapsling Ljusbågs- detektering
Avstånd vid: 1,195 cal/cm ²	3,4	3,4	2,2 [m]
Händelseenergi vid: 900 mm	8,4	8,4	4,4 [cal/cm ²]
PPE Cat NFPA 70E vid: 900 mm	3	3	2

Ljusbågsberäkningar 0,208 kV - < 1 kV

K	-0,097 K = -0.153 for open-air arcs and -0.097 for enclosed arcs
Ik	40 3-fas stum felström i kA (0,7 kA - 106 kA)
U	0,53 spänning i kV
A	32 avstånd mellan ledande delar i mm

LJUSBÅGENS FELSTRÖM	22,4 kA
85%	19,04 kA

K1	-0,555 -0,792 open configurations, -0,555 box configuration
K2	-0,133 0 ojordade eller högomigt, -0,133 för jordade system
G	32 gap between conductors
Cf	1,5 beräkningsfaktor. 1,0 över 1kV 1,5 under 1kV
t	0,3 feltid
t 85%	0,5 feltid vid 85 %
D	900 avstånd från ljusbågs punkt till person
x	1,473 avståndsexponent

Energi vid fel			
En	6,41 J/cm ²	1,5 cal/cm ²	
E	34,02 J/cm ²	8,1 cal/cm ²	Kat 3
En (85 %)	5,38 J/cm ²	1,3 cal/cm ²	
E (85 %)	47,57 J/cm ²	11,4 cal/cm ²	Kat 3

Gräns för farligt område, 2.a gradens bränskador

EB	5,00 J/cm ²
DB	3308 mm
DB (85 %)	4154 mm



Ljusbågsberäkning

enligt IEEE 1584-2002

(SSG ansvarar inte för några beräkningsresultat) rev 1.0

Taggnamn:	K50		
Modell:	ABB MNS	År:	2008

Anläggningsdata

Systemspänning	0,53 [kV]	<i>Anmärkning</i> (0,05 - 132 kV)
3-fasig kortslutning (Ik3)	40 [kA]	(0,7 - 106 kA)
Jordningssystem	Grounded	

Utrustningstyp

Utrustningstyp	Switchgear	<i>Utrustning</i>
Isolationsavstånd	32 [mm]	Avståndet mellan isolerade ledare/skenor. (1 - 2000 mm)
Avstånd till ljusbåge	900 [mm]	Normalt framför dörr (skydd). (150 - 10 000 mm)
Händelseenergi	1,2 [cal/cm ²]	$1,195 \text{ cal/cm}^2 = 5 / (0,478 - 191,2 \text{ cal/cm}^2)$
Barriär (kapsling)	50 %	100% barriär=högsta skydd, 0% barriär=inget skydd

Ljusbågstid

Frånkopplingstid utan barriärer	0,30 [s]	(0,016-2 sek)
Mekanisk brytartid	0,05 [s]	Mekanisk rörelse (helst uppmätt under test)
Tid från Tid-Ström-kurva	0,25 [s]	Längsta tid för 3-fasig kortslutning eller ljusbågsströmmen
Ljusbågsdetektering	Nej / No	Om Ja, fyll i tid för ljusbågsdetektering nedan
Tid: detektering och frånkoppling	65 [ms]	Anm.: Tid i ms. (16 - 2000 ms)

Beräkningsresultat

Ljusbågsström (Iarc)	22,1 [kA]	Beräknad ljusbågsström (Iarc)
Tryckvåg vid: 900 mm	4 634 [N/m ²]	(Se Ralph Lees IEEE-publikation)

	Utan barriärer	Med barriärer	
		Ljusbågs- detektering	Kapsling Ljusbågs- detektering
Avstånd vid: 1,195 cal/cm ²	3,4	3,4	2,2 [m]
Händelseenergi vid: 900 mm	8,4	8,4	4,4 [cal/cm ²]
PPE Cat NFPA 70E vid: 900 mm	3	3	2

Arc Flash PPE Categories from NFPA 70E (2015)

PPE CATEGORY 1	PPE CATEGORY 2	PPE CATEGORY 3	PPE CATEGORY 4
Minimum Arc Rating of 4 cal/cm² Arc Rated Clothing: • AR long-sleeve shirt and pants, or AR coverall • AR face shield, or AR flash suit hood • AR jacket, parka, rainwear, or hard hat liner (as needed) Protective Equipment: • Hard hat • Safety glasses or safety goggles • Hearing protection (with inserts) • Heavy-duty leather gloves • Leather footwear (as needed) 	Minimum Arc Rating of 8 cal/cm² Arc Rated Clothing: • AR long-sleeve shirt and pants, or AR coverall • AR flash suit hood, or AR face shield and AR balaclava • AR jacket, parka, rainwear, or hard hat liner (as needed) Protective Equipment: • Hard hat • Safety glasses or safety goggles • Hearing protection (with inserts) • Heavy-duty leather gloves • Leather footwear 	Minimum Arc Rating of 25 cal/cm² Arc Rated Clothing: • As required: AR long-sleeve shirt, AR pants, AR coverall, AR flash suit jacket, and/or AR flash suit pants • AR flash suit hood • AR gloves • AR jacket, parka, rainwear, or hard hat liner (as needed) Protective Equipment: • Hard hat • Safety glasses or safety goggles • Hearing protection (with inserts) • Leather footwear (as needed) 	Minimum Arc Rating of 40 cal/cm² Arc Rated Clothing: • As required: AR long-sleeve shirt, AR pants, AR coverall, AR flash suit jacket, and/or AR flash suit pants • AR flash suit hood • AR gloves • AR jacket, parka, rainwear, or hard hat liner (as needed) Protective Equipment: • Hard hat • Safety glasses or safety goggles • Hearing protection (with inserts) • Leather footwear (as needed) 

This guide is for general information purposes only. It is not a substitute for review of applicable standards.

1,2 – 4

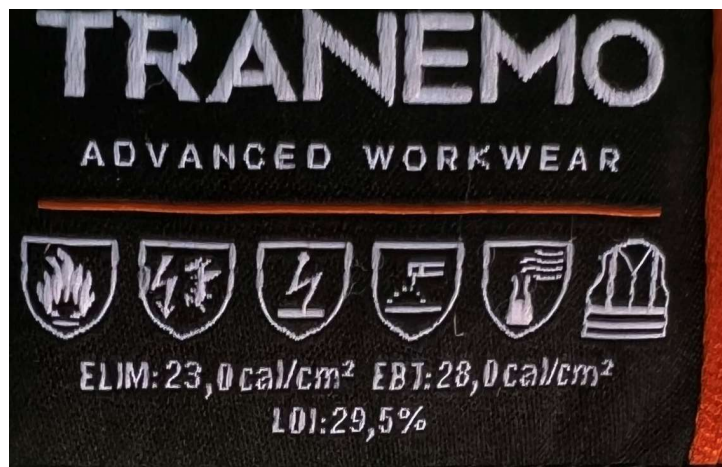
4-8

8-25

>40



ATPV - Den ljusbågeenergi som arbetskläderna skyddar mot när sannolikheten är **50% för en andra gradens brännskada.**



ELIM - Den ljusbågeenergi som arbetskläderna skyddar mot vid **0% risk för en andra gradens brännskada.**

EBT - Den ljusbågeenergi som arbetskläderna skyddar mot när sannolikheten är **50% att tyget går sönder och kan orsaka en andra gradens brännskada.**

**Elektrisk spänning**

480 V Nominell spänning

0,3 m närområde

0 m riskområde

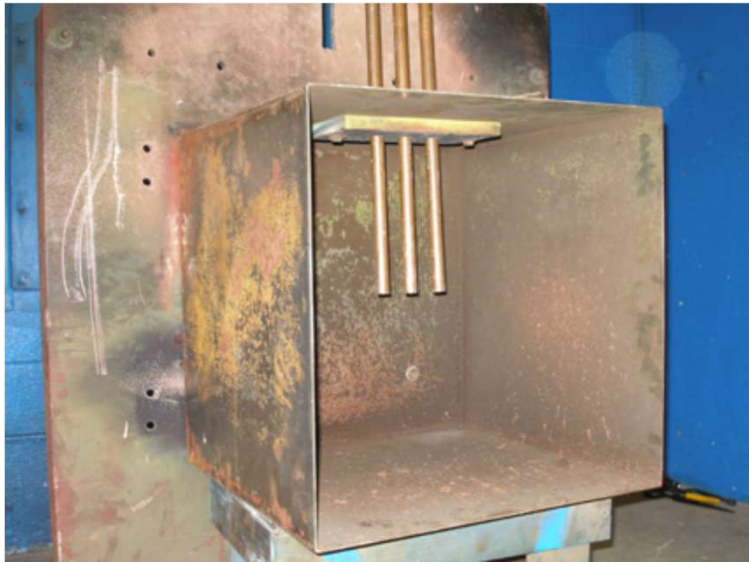
**Ljusbåge**

Händelseenergi

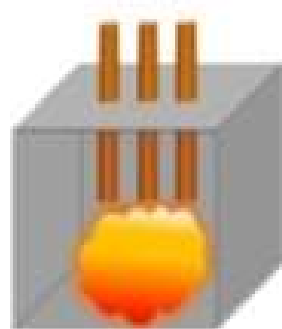
1 m 1,2 cal/cm²0,4 m 4 cal/cm²0,2 m 8 cal/cm²0,1 m 25 cal/cm²0 m 40 cal/cm²

IEEE 1584 – 2018, IEEEs guide för beräkning av ljusbågsrisk
Nästan allt har förändrats - förutom titeln!

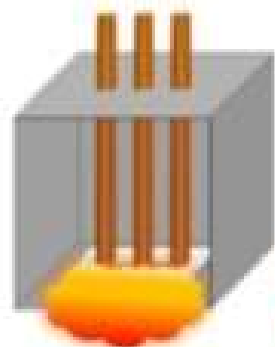




20 tum x 20 tum x 20 tum



VCB



VCBB



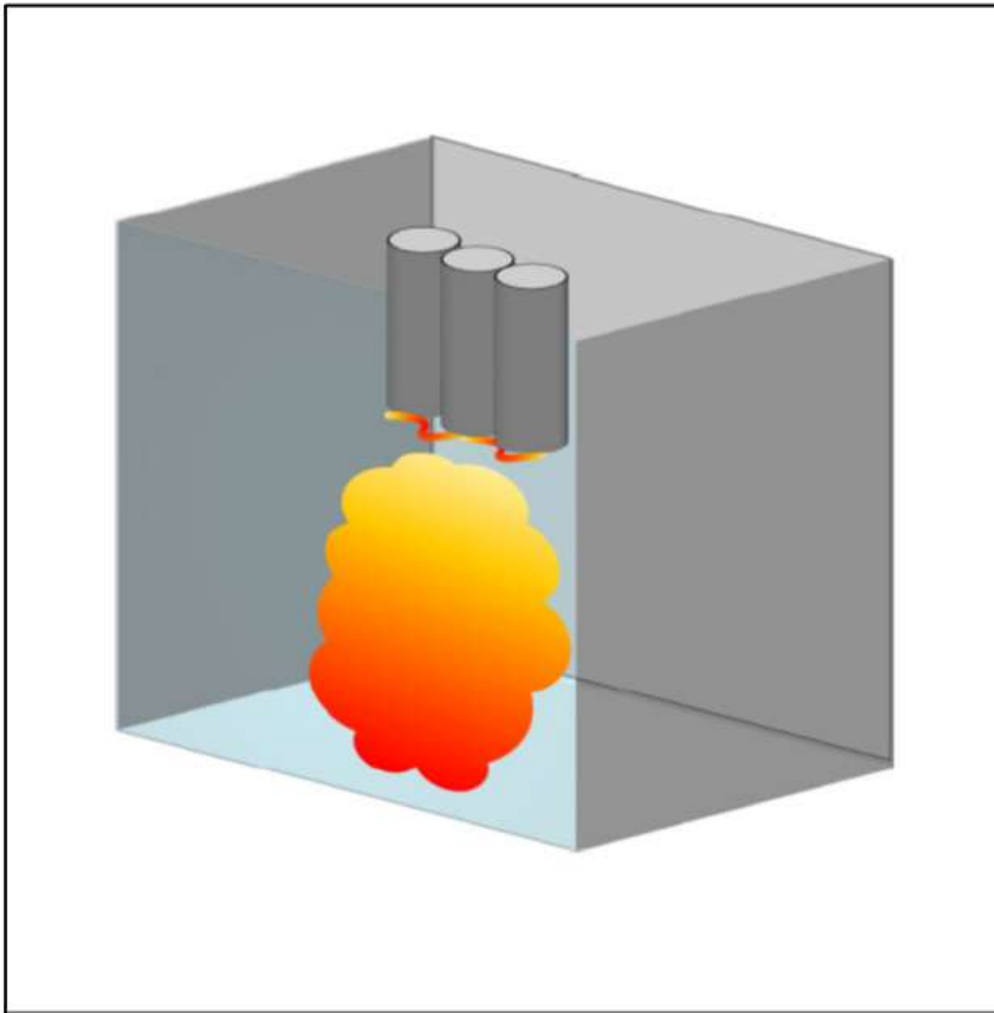
HCB

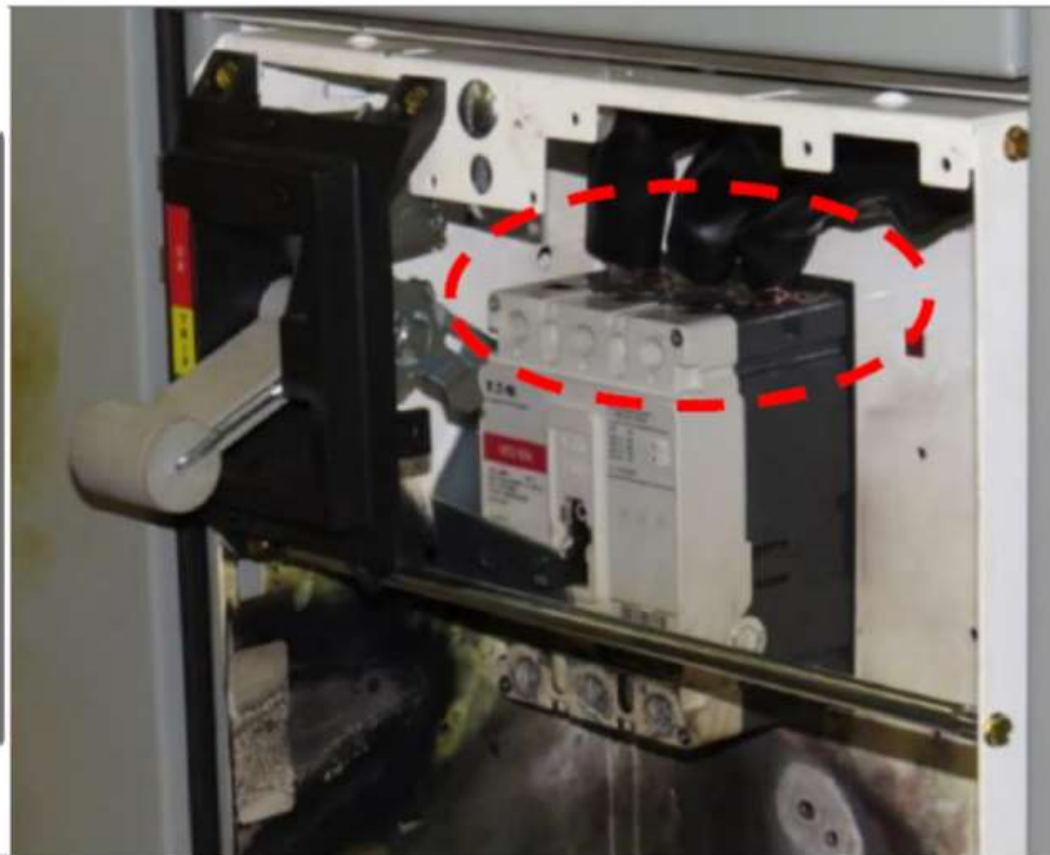
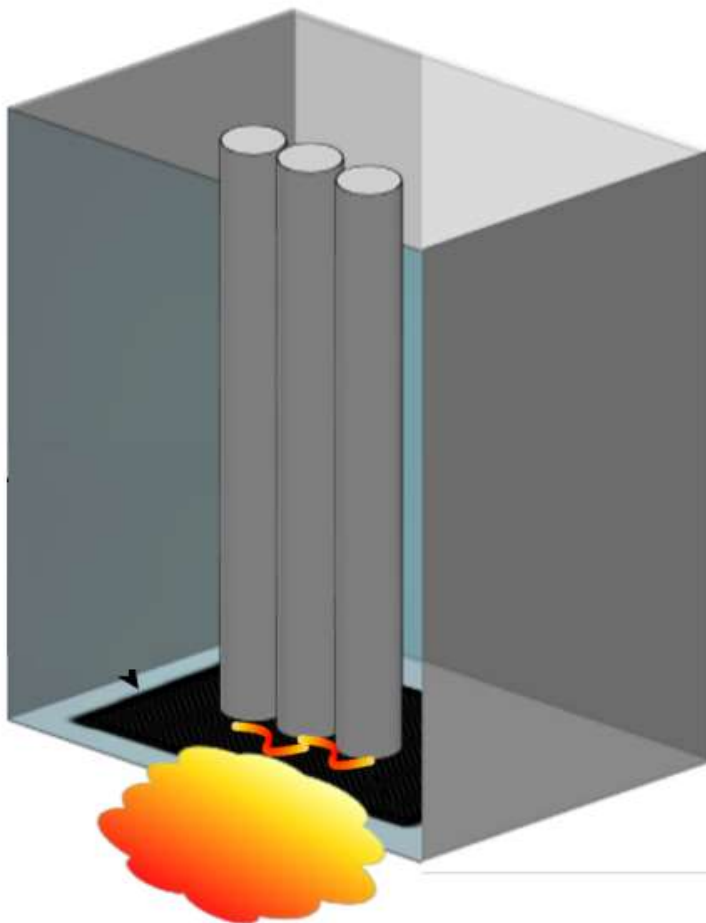


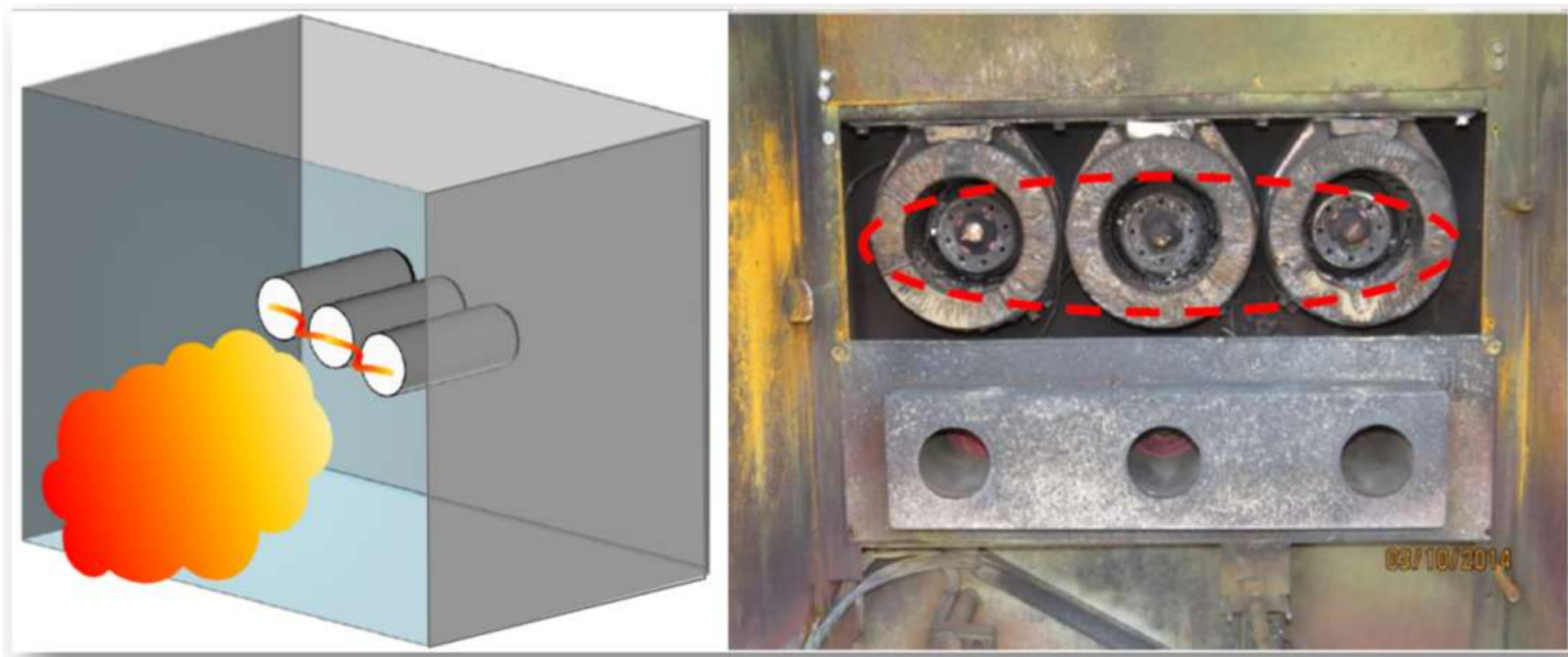
VOA

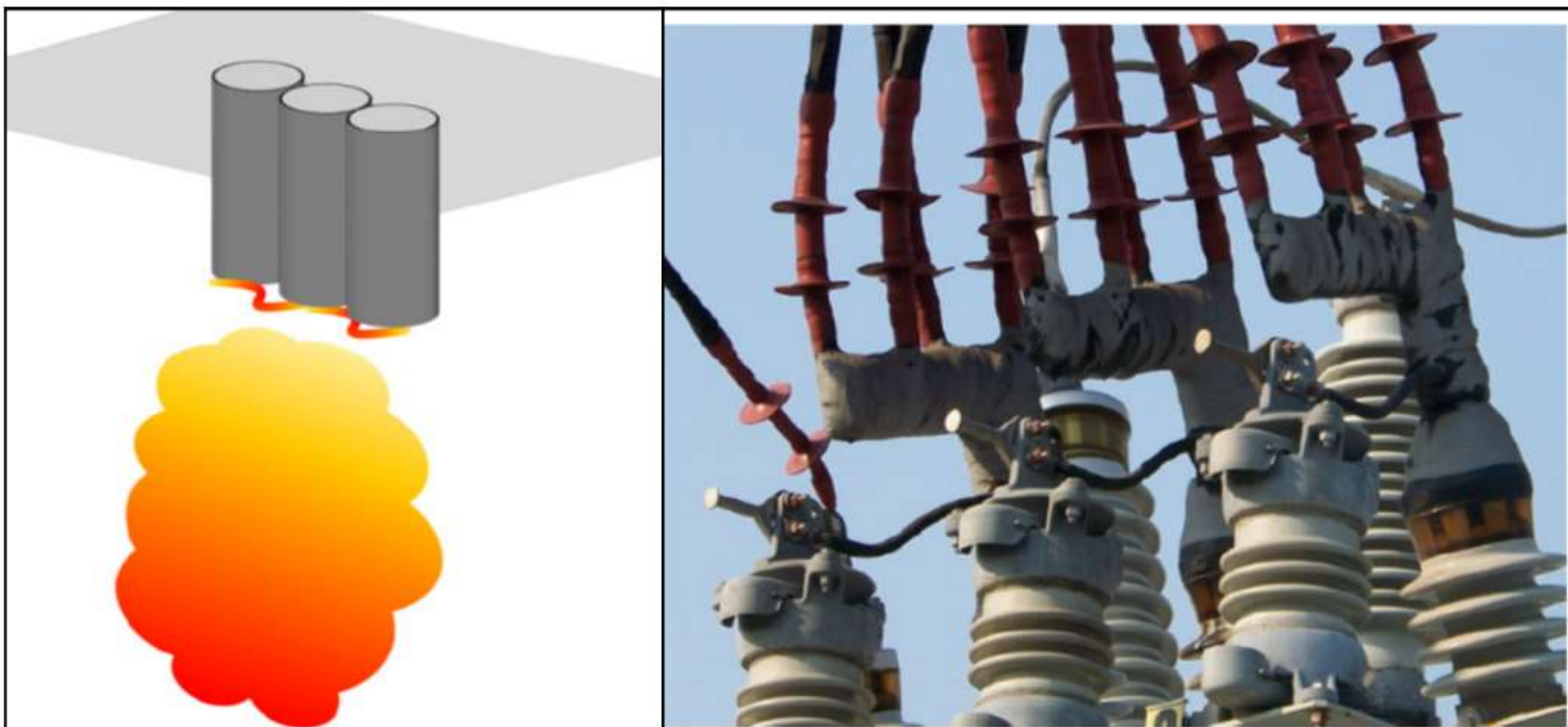


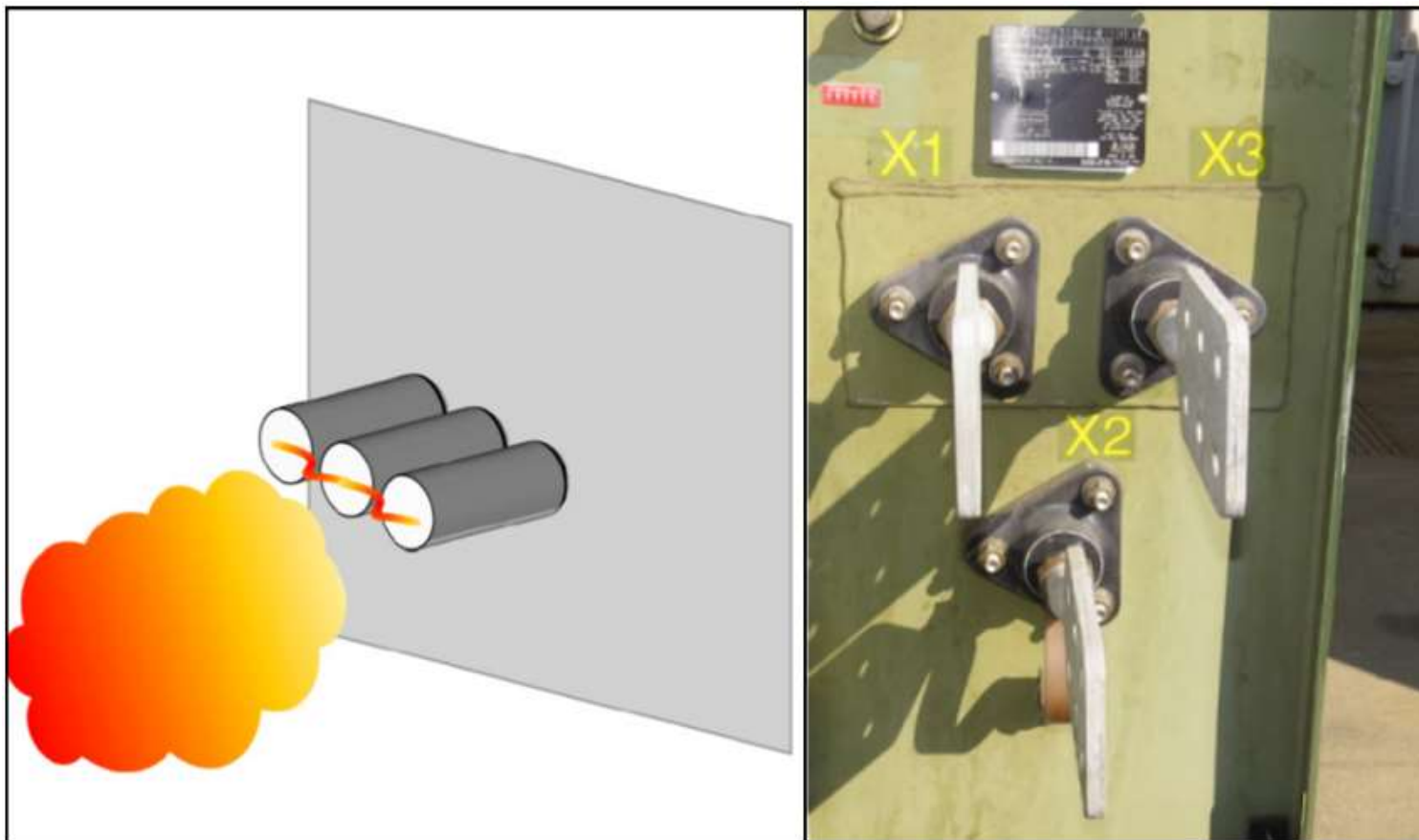
HOA

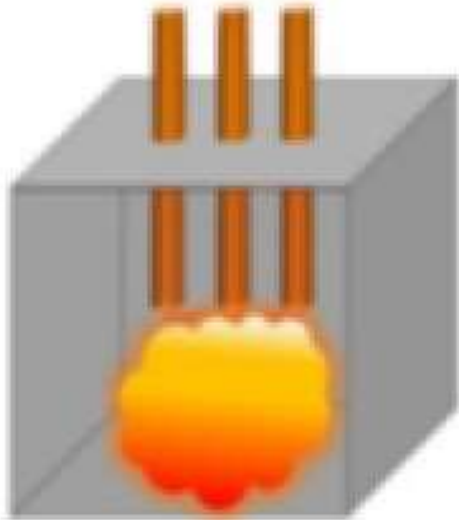












VCB

Spänning: 10,7 kV

Trefasig kortslutningsström: 10 kA

Avstånd till ljusbåge: 914 mm

HxBxD: 660x660x660 mm

2002: 2.4 cal/cm²

2018; 1,9 cal/cm²

Begränsningar för beräkningsmodellen:

* Spänning:

- 208 V - 15 kV, trefas

* Frekvens:

- 50 / 60 Hz

* Trefas stum kortslutningsström:

- 208V - 600V: 500A - 106kA

- 601V - 15kV: 200A - 65kA

* Avstånd mellan ledare:

- 208V - 600V: 6,33 - 76,2 mm

- 601V - 15kV: 19,05 - 254 mm

* Arbetsavstånd:

- Minsta arbetsavstånd: 305 mm

* Ljusbågsgräns:

- Ingen övre gräns över arbetsavståndet

* Felbortkopplingstid:

- Ingen gräns

* Utrustningskapslingar:

- allmänt tillgängliga storlekar

Sida 1 | Sida 2 |

Indata

Konfiguration: Vertikala ledare i en kubisk box (VCB) ▼

Tomgångsspänning: 0,48 kV

Trefasig stum kortslutningsström: 45 kA

Avstånd mellan ledare: 32 mm

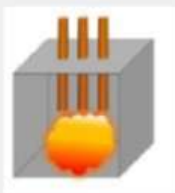
Arbetsavstånd: 609,6 mm

Låda bredd: 610 mm

Låda Höjd: 610 mm

Låda Djup: 610 mm Typical

Cf 1,085
1/Cf 0,922



Beräkning

Utdata Iarc

Ljusbågsström, Iarc: 28,79 kA

Ljusbågstid (frånkopplingstid): 61 ms

Händelseenergi: 2,76 cal/cm2
11,53 J/cm2

Ljusbågsskyddsgräns: 1026 mm inch

PPE:

Utdata Iarc min

Ljusbågsström, Iarc: 25,24 kA

Ljusbågstid (frånkopplingstid): 319 ms

Händelseenergi: 12,7 cal/cm2
53,16 J/cm2

Ljusbågsskyddsgräns: 2669 mm inch

PPE:

Mikael Malmgren
mikael.malmgren@elkraftkonsult.se

ELEKTROINVENT
Elkraftkonsult i Frosta

$$I_{arc_Voc} = 10^{(k1+k2lg I_{bf}+k3lg G)} (k4I_{bf}^6 + k5I_{bf}^5 + k6I_{bf}^4 + k7I_{bf}^3 + k8I_{bf}^2 + k9I_{bf} + k10) \quad (1)$$

Where

I_{bf} is bolted fault current for three-phase faults (symmetrical rms) (kA)
 I_{arc_600} is average rms arcing current at $V_{oc} = 600$ Volts (kA).
 I_{arc_2700} is average rms arcing current at $V_{oc} = 2700$ Volts (kA).
 I_{arc_14300} is average rms arcing current at $V_{oc} = 14300$ Volts (kA).
 G is the gap distance between electrodes (mm)
 $k1$ to $k10$ are the coefficients provided in Table 1.
 lg is $\log_{10}$

$k1$ to $k10$ are the coefficients provided in Table 1.
 lg is $\log_{10}$

$$6I_{bf}^4 + k7I_{bf}^3 + k8I_{bf}^2 + k9I_{bf} + k10) \quad (1)$$

faults (symmetrical rms) (kA)
600 Volts (kA).
2700 Volts (kA).
14300 Volts (kA).
(mm)
 $k1$ to $k10$ are the coefficients provided in Table 1.
 lg is $\log_{10}$

$k1$ to $k10$ are the coefficients provided in Table 1.
 lg is $\log_{10}$

40 cal/cm²



Variation i ljusbågsströmmen

Utdata Iarc			
Ljusbågsström, Iarc:	28,79	kA	
Ljusbågstid (frånkopplingstid):	61	ms	
Händelseendenergi:	2,76	cal/cm2	
	11,53	J/cm2	
Ljusbågsskyddsgräns:	1026	mm	inch
PPE:			

Utdata Iarc min			
Ljusbågsström, Iarc:	25,24	kA	
Ljusbågstid (frånkopplingstid):	319	ms	
Händelseendenergi:	12,7	cal/cm2	
	53,16	J/cm2	
Ljusbågsskyddsgräns:	2669	mm	inch
PPE:			

"125 kVA TRANSFORMER EXCEPTION"

Utesluta beräkningar för kretsar

~~$\leq 240\text{ V}$ och som matas~~

~~Transformatorer med märkeffekt på $\leq 125\text{ kVA}$~~

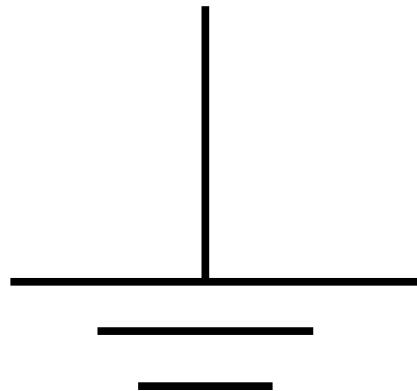
"125 kVA TRANSFORMER EXCEPTION"

”Hållbara ljusbågar är möjliga men mindre sannolika i trefasystem med 240 V nominell spänning eller lägre med en tillgänglig kortslutningsström under 2000 A”

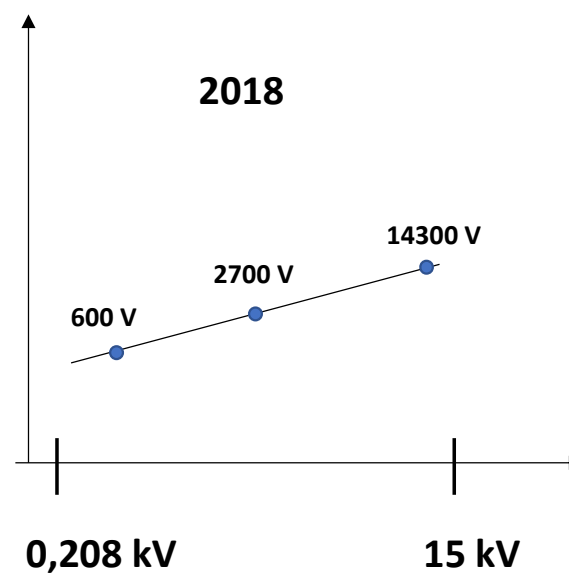
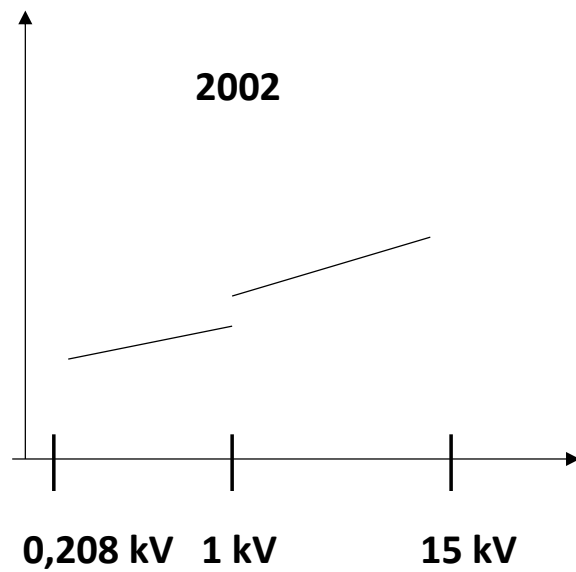
Tvåsekundersregeln



Jordade vs. ojordade system



Kontinuerligt spänningsområde



Öppen-Stängd dörr/kapsling



Öppen-Stängd dörr/kapsling



ELEKTROINVENT

Elkraftkonsult i Frosta

Öppen-Stängd dörr/kapsling



ELEKTROINVENT

Elkraftkonsult i Frosta

Typ USN-10SI-14/150x065

Serienummer: 84222/H12 Standard: IEC 62271-200

Strömtr. Oms. 150-300/5/5 A

Konstruktionsspänning 12 kV

Isolationsnivå 75kV

Isolationsnivå 50Hz 1 min. 28kV

Kortslutningsström 1 s 25kA

Kortslutningsström korttid 50kA

Märkström skenor 2500A

Märkström skåp 630A

Frekvens 50Hz

Faser 3

~~PM/LSC 2B~~

IAC: AFLR/25kA/1s

Typ **USN-10SI-14/150x065**

Serienummer: 84222/H12 Standard: IEC 62271-200

Strömtr. Oms. 150-300/5/5 A

Konstruktionsspänning 12 kV PM/LSC 2B

Isolationsnivå 75kV IAC: AFLR/25kA/1s

Isolationsnivå 50Hz 1 min. 28kV

Kortslutningsström 1 s 25kA

Kortslutningsström korttid 50kA

Märkström skenor 2500A Märkström skåp 630A

Frekvens 50Hz Faser 3

Ljusbågsprov som resulterar i en ljusbågsklassificering (IAC)

Fem kriterier definieras i IEC 62271-200 för godkänt ljusbågsprov:

1. Korrekt stängda dörrar och plåtar får ej öppnas
2. Tryckstegringen i ställverket orsakar inga hål i kapslingen
3. Ljusbågen bränner inte hål i kapslingen på åtkomliga sidor upp till en höjd av 2 meter
4. Tygindikatorer antänds ej till följd av påverkan från heta gaser
5. Jordströmbanan är intakt efter provet.

Typ **USN-10SI-14/150x065**

Serienummer: 84222/H12 Standard: IEC 62271-200

Strömtr. Oms. 150-300/5/5 A

Konstruktionsspänning 12 kV PM/LSC 2B

Isolationsnivå 75kV IAC: AFLR/25kA/1s

Isolationsnivå 50Hz 1 min. 28kV

Kortslutningsström 1 s 25kA

Kortslutningsström korttid 50kA

Märkström skenor 2500A Märkström skåp 630A

Frekvens 50Hz Faser 3

Ljusbågsprov som resulterar i en ljusbågsklassificering (IAC)

Fem kriterier definieras i IEC 62271-200 för godkänt ljusbågsprov:

1. Korrekt stängda dörrar och plåtar får ej öppnas
2. Tryckstegringen i ställverket orsakar inga hål i kapslingen
3. Ljusbågen bränner inte hål i kapslingen på åtkomliga sidor upp till en höjd av 2 meter
4. Tygindikatorer antänds ej till följd av påverkan från heta gaser
5. Jordströmbanan är intakt efter provet.

Typ **USN-10SI-14/150x065**

Serienummer: 84222/H12 Standard: IEC 62271-200

Strömtr. Oms. 150-300/5/5 A

Konstruktionsspänning 12 kV PM/LSC 2B

Isolationsnivå 75kV IAC: AFLR/25kA/1s

Isolationsnivå 50Hz 1 min. 28kV

Kortslutningsström 1 s 25kA

Kortslutningsström korttid 50kA

Märkström skenor 2500A Märkström skåp 630A

Frekvens 50Hz Faser 3

Ljusbågsprov som resulterar i en ljusbågsklassificering (IAC)

Fem kriterier definieras i IEC 62271-200 för godkänt ljusbågsprov:

1. Korrekt stängda dörrar och plåtar får ej öppnas
2. Tryckstegringen i ställverket orsakar inga hål i kapslingen
3. Ljusbågen bränner inte hål i kapslingen på åtkomliga sidor upp till en höjd av 2 meter
4. Tygindikatorer antänds ej till följd av påverkan från heta gaser
5. Jordströmbanan är intakt efter provet.

Typ **USN-10SI-14/150x065**

Serienummer: 84222/H12 Standard: IEC 62271-200

Strömtr. Oms. 150-300/5/5 A

Konstruktionsspänning 12 kV PM/LSC 2B

Isolationsnivå 75kV IAC: AFLR/25kA/1s

Isolationsnivå 50Hz 1 min. 28kV

Kortslutningsström 1 s 25kA

Kortslutningsström korttid 50kA

Märkström skenor 2500A Märkström skåp 630A

Frekvens 50Hz Faser 3

Ljusbågsprov som resulterar i en ljusbågsklassificering (IAC)

Fem kriterier definieras i IEC 62271-200 för godkänt ljusbågsprov:

1. Korrekt stängda dörrar och plåtar får ej öppnas
2. Tryckstegringen i ställverket orsakar inga hål i kapslingen
3. Ljusbågen bränner inte hål i kapslingen på åtkomliga sidor upp till en höjd av 2 meter
4. Tygindikatorer antänds ej till följd av påverkan från heta gaser
5. Jordströmbanan är intakt efter provet.

Typ **USN-10SI-14/150x065**

Serienummer: 84222/H12 Standard: IEC 62271-200

Strömtr. Oms. 150-300/5/5 A

Konstruktionsspänning 12 kV PM/LSC 2B

Isolationsnivå 75kV IAC: AFLR/25kA/1s

Isolationsnivå 50Hz 1 min. 28kV

Kortslutningsström 1 s 25kA

Kortslutningsström korttid 50kA

Märkström skenor 2500A Märkström skåp 630A

Frekvens 50Hz Faser 3

Ljusbågsprov som resulterar i en ljusbågsklassificering (IAC)

Fem kriterier definieras i IEC 62271-200 för godkänt ljusbågsprov:

1. Korrekt stängda dörrar och plåtar får ej öppnas
2. Tryckstegringen i ställverket orsakar inga hål i kapslingen
3. Ljusbågen bränner inte hål i kapslingen på åtkomliga sidor upp till en höjd av 2 meter
4. Tygindikatorer antänds ej till följd av påverkan från heta gaser
5. Jordströmbanan är intakt efter provet.











Framtida arbete hos IEEE

- enfas ljusbågar
- högre spänningar 30 – 40 kV
- DC-ljusbågar
- tester och mätningar på faktiska utrustningar.

Referenser

IEEE 1584-2002 - IEEE Guide for Performing Arc-Flash Hazard Calculations

IEEE 1584-2018 - IEEE Guide for Performing Arc-Flash Hazard Calculations

SSG 4510 - HANTERING AV LJUSBÅGRISKER I ELANLÄGGNINGAR

www.brainfiller.com

www.electropedia.org

[Arcing Short-Circuit Current: 2018 IEEE 1584, Part 2 | Electrical Contractor Magazine \(ecmag.com\)](#)

[IEEE 1584 Arc Flash Standard | Arc Flash Hazard Calculations \(powerandcables.com\)](#)

ABB IEEE-1584-2.0-and-NFPA-70-2018-Changes-Boston-presentation.pdf

<https://new.abb.com/medium-voltage/sv/mellanspanningsstallverk/krav-sakerhet-stallverk>

<https://mmalab.se/Elkraftteknik/ljusb%C3%A5gar.html>