


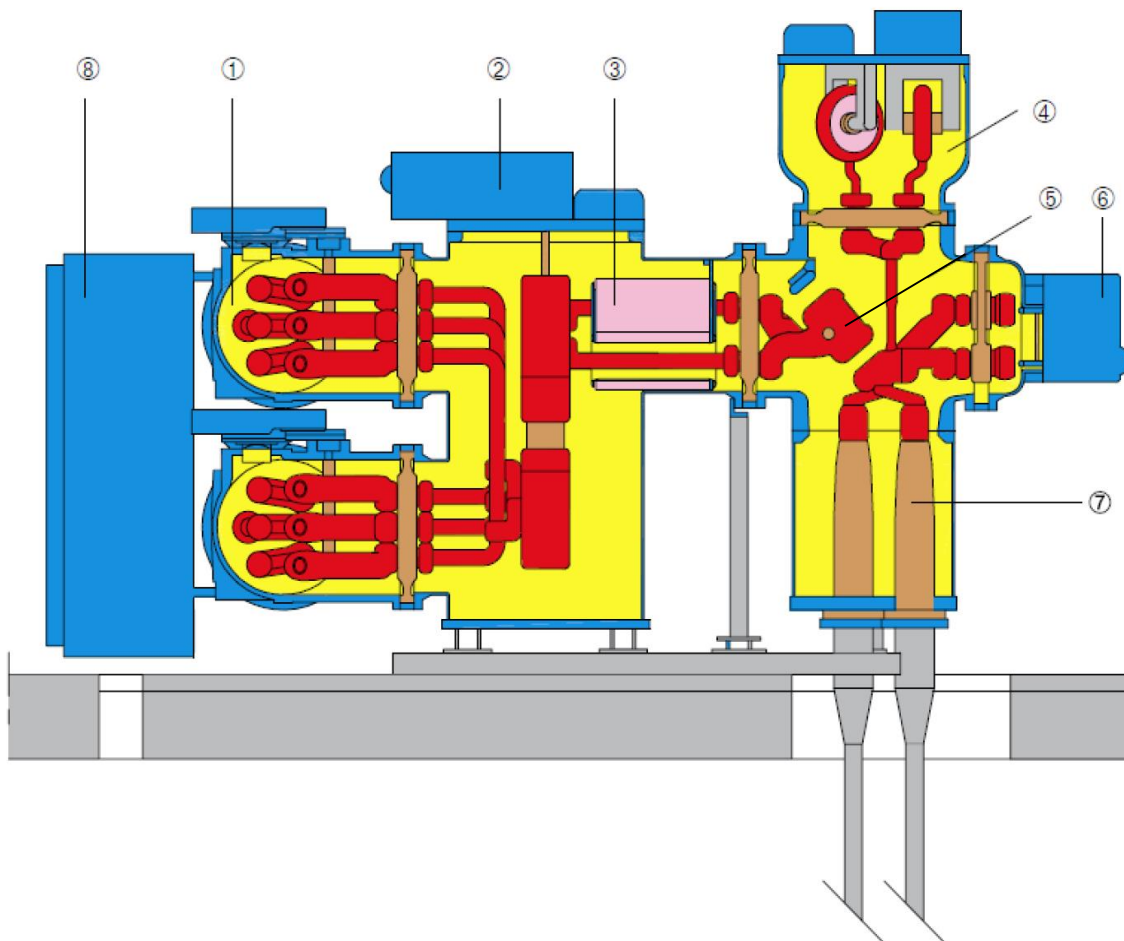


Dr inż. Aleksander Gul , ABB Sp. z o.o.

Próby laboratoryjne potwierdzające wysokie bezpieczeństwo eksploatacji oraz niezawodność GIS 110 kV typu ELK-04 , w Stacjach Energetycznych z dużymi prądami zwarciovymi

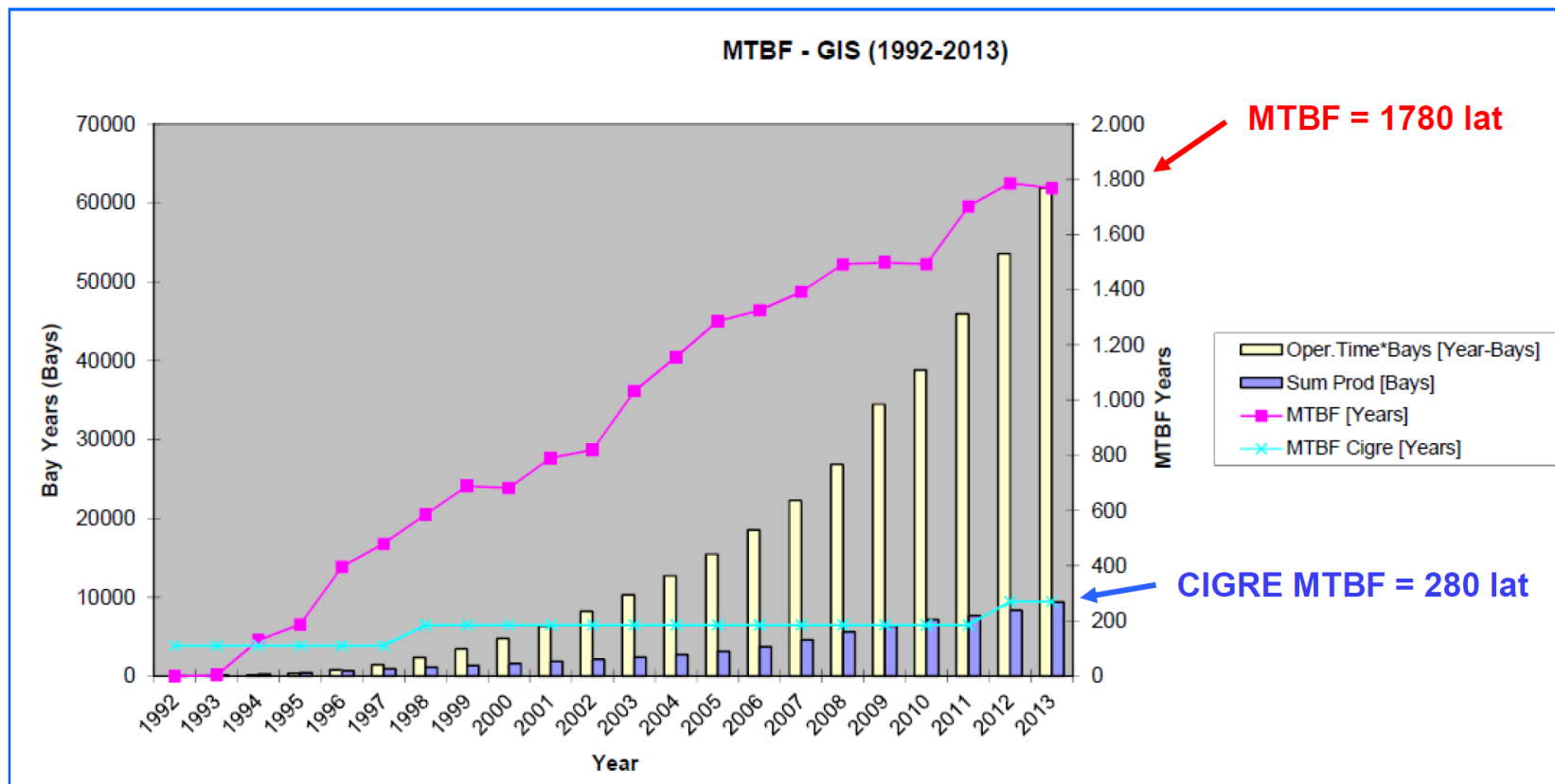
Pole rozdzielcze kompaktowego GIS (Gas Insulated Switchgear) 145 - 170 kV Typu ELK-04 , z trzema fazami w jednej - uziemionej obudowie

- 1 – Przedział szynowy z kombinowanym odłącznikiem-uziennikiem
 - 2 – Wyłącznik - 3 fazy wyłącznika wewnątrz jednej obudowy
 - 3) – Przekładnik prądowy
 - 4) – Przekładnik napięciowy
 - 5) – Kombinowany odłącznik-uziennik od strony linii
 - 6) – Szybki uziennik w przedziale kablowym
 - 7) – Przedział kablowy
 - 8) - Szafa sterowania
-  - gaz SF6 wewnątrz przedziałów



Statystyka

Doświadczenie ABB : liczba pól GIS w eksploatacji x okres eksploatacji = **65.000 lat** . Wskaźnik **MTBF** (czas do wystąpienia awarii) = **1780 lat** . Według CIGRE : MTBF= 280 lat w przypadku GIS na świecie)

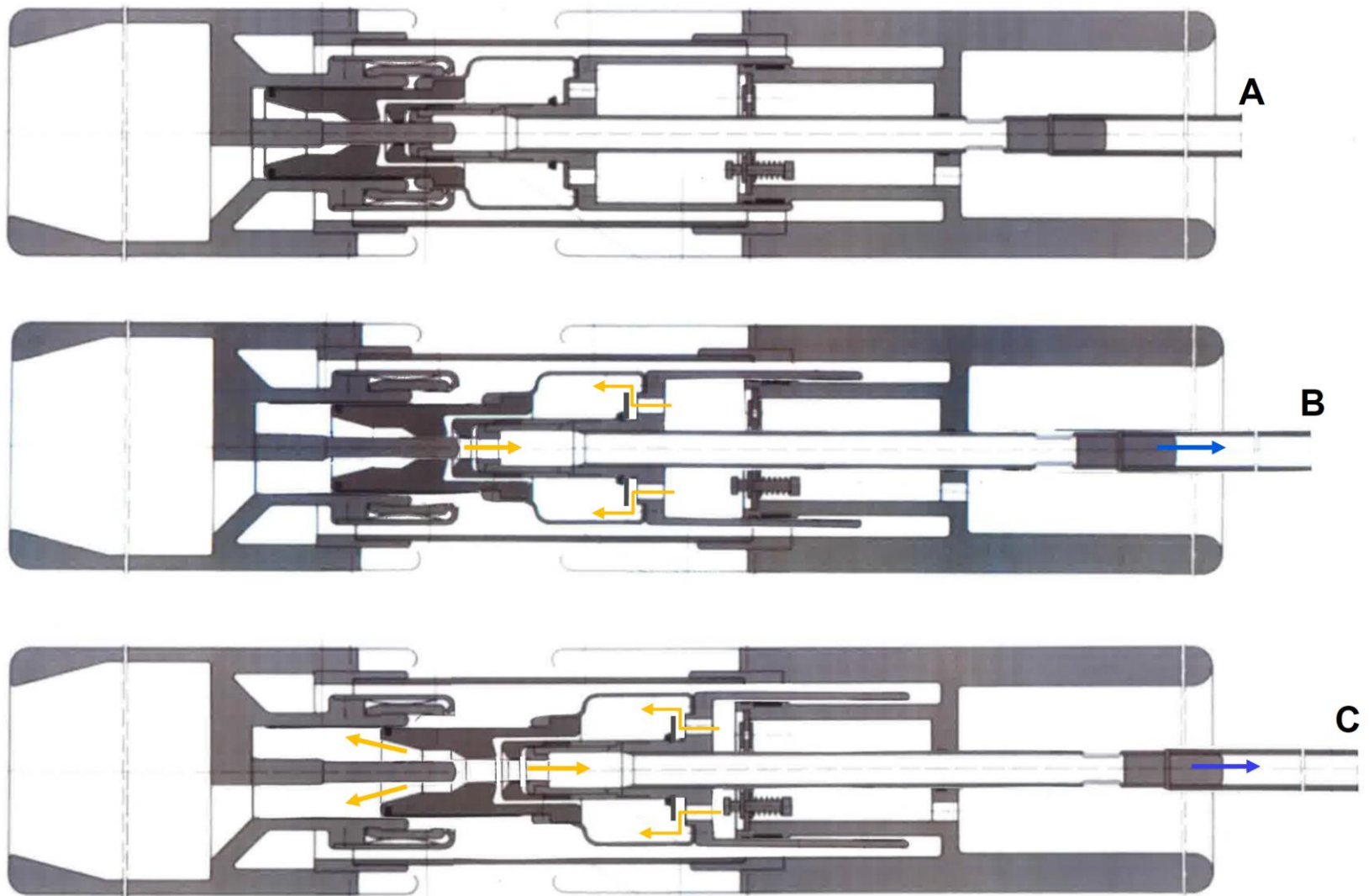


GIS Typu ELK-04 w Elektrowni Turów ze **spawaną** obudową w eksploatacji od **1997** roku w obwodzie wyprowadzenia mocy .



W okresie 19 lat eksploatacji ELK-04 w Elektrowni Turów w obwodzie wyprowadzenia mocy z względnie dużą ilością łączeń w ciągu roku , NIE stwierdzono ani jednego odstawienia urządzenia z powodu awarii .

Wszystkie wyłączniki ELK-04 pracują w tej Elektrowni **bezawaryjnie** .



Przepływ gazu SF6 w komorze gaszeniowej typu Auto-Puffer **bez** łuku elektrycznego na stykach opalnych

| | | | |
|--------------------|--|---------|-------------------------|
| APPARATUS | A three-pole GIS circuit-breaker of GIS Type ELK-04, incorporating one interrupter per pole. Common enclosure, common operated. | | |
| | TYPE | ELK-CBO | SERIAL No. 2615200004-1 |
| | 126 kV – 3150/4000 A – 50 kA – 50 Hz | | |
| CLIENT | ABB AG, Hanau-Grossauheim, Germany | | |
| MANUFACTURER | ABB AG, Hanau-Grossauheim, Germany | | |
| TESTED BY | KEMA HIGH-POWER LABORATORY Utrechtseweg 310 - 6812 AR Arnhem - The Netherlands | | |
| DATE(S) OF TESTS | 5 and 6 November 2013 | | |
| TEST SPECIFICATION | The tests have been carried out in accordance with the client's instructions. Test procedure and test parameters were based on GOST 52565-2006. | | |

This report applies only to the apparatus tested. The responsibility for conformity of any apparatus having the same designations with that tested rests with the Manufacturer.

This report consists of 114 sheets in total.

© Copyright: Only integral reproduction of this report is permitted without written permission from KEMA. Electronic copies in e.g. PDF-format or scanned version of this report may be available and have the status "for information only".
The sealed and bound version of the report is the only valid version.

KEMA Nederland B.V.



S.M. Verhoeven
Director Testing, Inspections &
Certification The Netherlands

Arnhem, 10 January 2014

**Unikalne próby zwarciove -
trójfazowe wyłącznika 126 kV
typu ELK-CB0 , stosowano w
GIS typu ELK-04 przy
parametrach :**

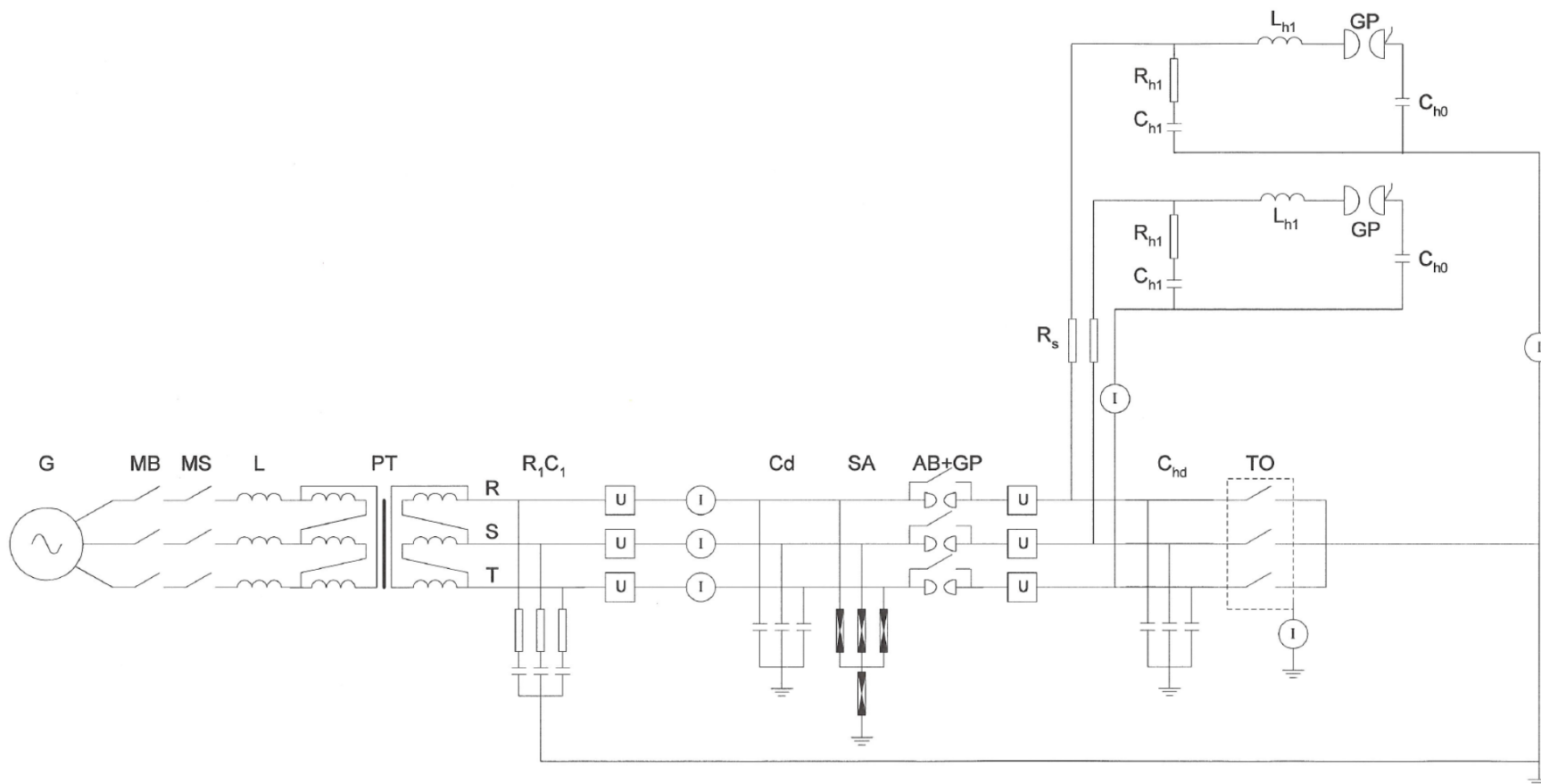
- **prąd zwarciovy 50 kA**
- **cykl łączeniowy
O - 0.3s - CO - 20s C-O**
- **dodatkowe próby zwarciove dla
potwierdzenia trwałości łączeniowej
wyłącznika przeprowadzone
w Laboratorium KEMA Holandia ,
w aspekcie bezpieczeństwa
eksploatacji GIS z trzema
biegunami wyłącznika w jednej
metalowej obudowie**

Wyłącznik GIS rozdzielnicy ELK-04 z napędem hydrauliczno-sprężynowym HMB-2 podczas prób zwarciovych



Wyłącznik 145 kV typu ELK-CBO rozdzielnicy typu ELK-04 podczas prób zwarciovych na prąd zwarciovych 50kA , w laboratorium KEMA Holandia , Listopad 2013.

Układ połączeń - próba załączania prądu zwarciego



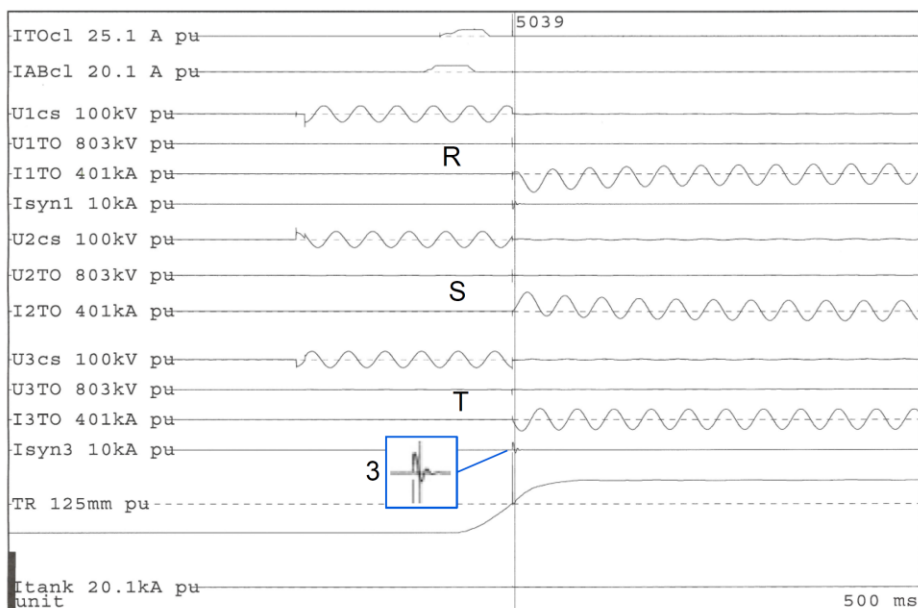
Schemat stosowany w KEMA dla syntetycznych, trójfazowych prób załączania prądu zwarciego z : wysokim napięciem na stykach ; zapłonem łuku przed zejściem się styków ; pełnym udarem prądu zwarciego.

TO - wyłącznik poddany próbom zwarciovym

AB+GB - iskierniki w obwodzie silnoprądowym, połączone równolegle ze stykami wyłącznika pomocniczego GB

GP - iskierniki obwodu syntetycznego dla prób zwarciovych złączeniowych

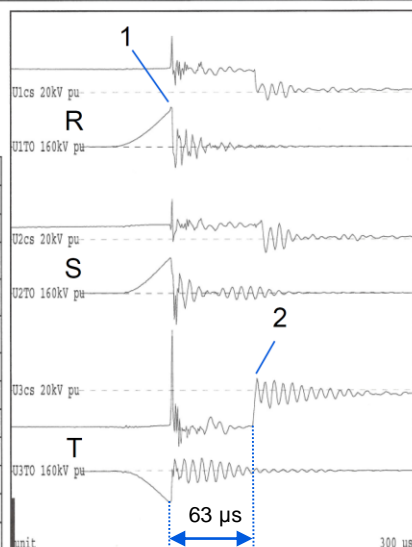
Przebiegi zarejestrowane podczas próby specjalnej załączania na zwarcie : wysokie napięcie na stykach (117 kVm) wyłącznika plus prąd udarowy (128 kAm)



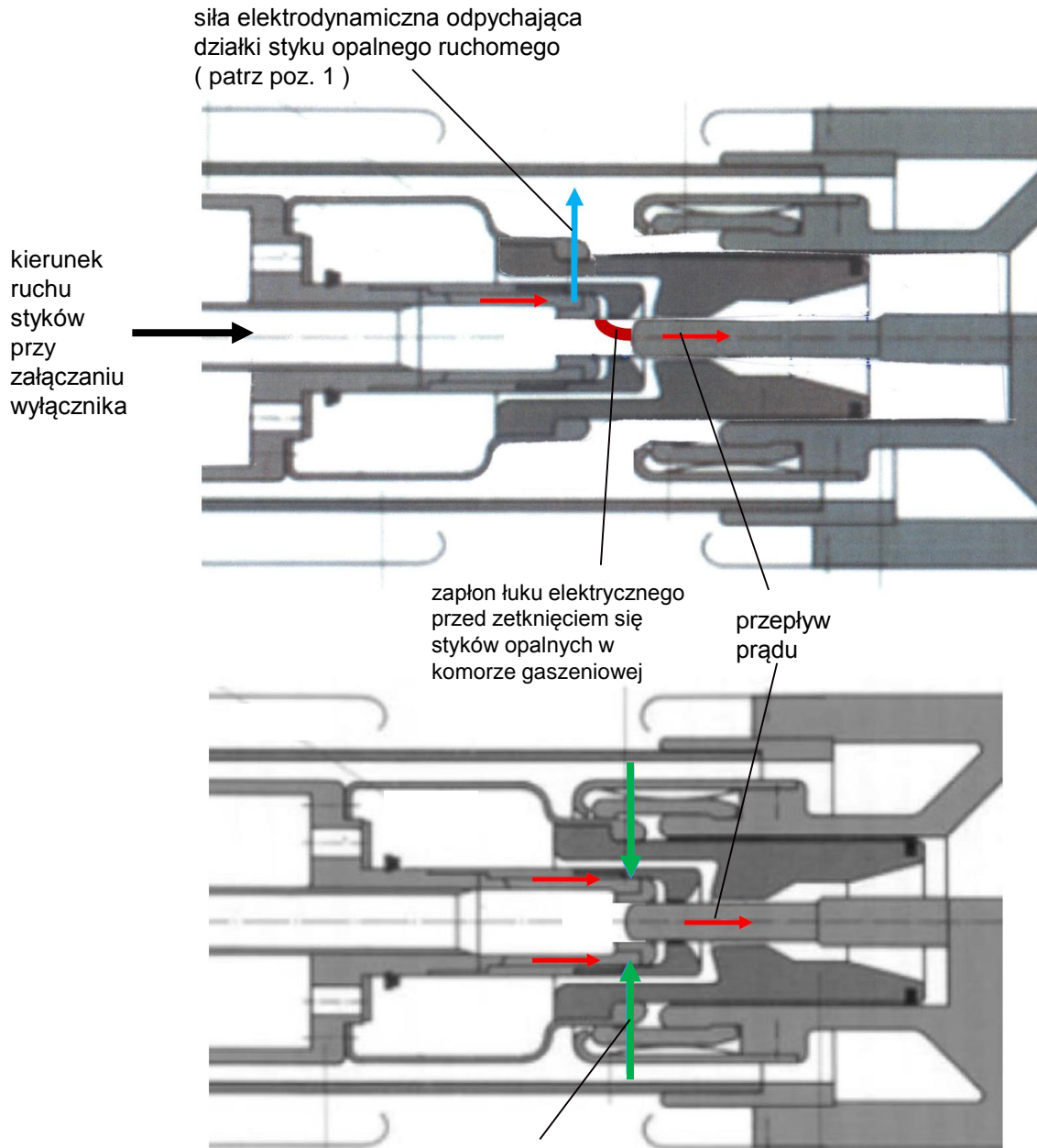
Przykład **nieuproszczonej** próby załączenia wyłącznika na zwarcie tzn. z **wysokim napięciem** na zbliżających się stykach w komorze gaszeniowej wyłącznika , prąd udarowy w fazie **S** : 128 kAm. (próba uproszczona załączenie wyłącznika z napięciem SN generatora zwarciovego)

TEST NUMBER: 131105-5039

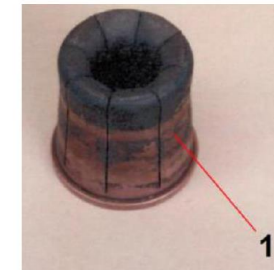
| Time interval since previous test | min | - | | |
|--|-------|------|------|-------|
| Operation | | C | | |
| Phase | | R | S | T |
| Applied voltage current circuit, phase value | kV | 9,68 | 9,65 | 9,72 |
| Charging voltage capacitor bank, DC value | kV dc | 100 | 75 | 75 |
| Applied voltage test object, phase value | kV | 117 | 104 | -94,1 |
| Making current, peak | kA | -122 | 128 | -76,7 |
| Symmetrical current, end | kA | 48,5 | 46,4 | 48,0 |
| Symmetrical current, begin | kA | 51,2 | 52,0 | 50,0 |
| Make time | ms | 39,5 | 39,5 | 39,6 |
| Transfer time | μs | 60,0 | 65,0 | 60,0 |
| Pre-arcing time | ms | 1,6 | 1,6 | 1,5 |
| Current duration | ms | 212 | 212 | 212 |



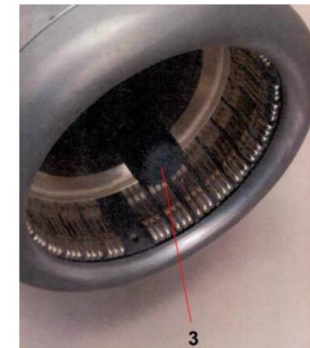
- 1 - napięcie przebicia przerwy międzystykowej wyłącznika badanego -TO (patrz schemat prób) podczas zbliżania się styków w komorach gaszeniowych
- 2 - zadziałanie iskierników w obwodzie silnoprądowym AB+GP (patrz schemat prób)
- 3 - prąd oscylacyjny z układu syntetycznego , po zadziałaniu iskiernika GP (patrz schemat prób)



siły elektrodynamiczne powodujące zaciskanie się działek styku
ruchomego 1 na styku nieruchomym 3



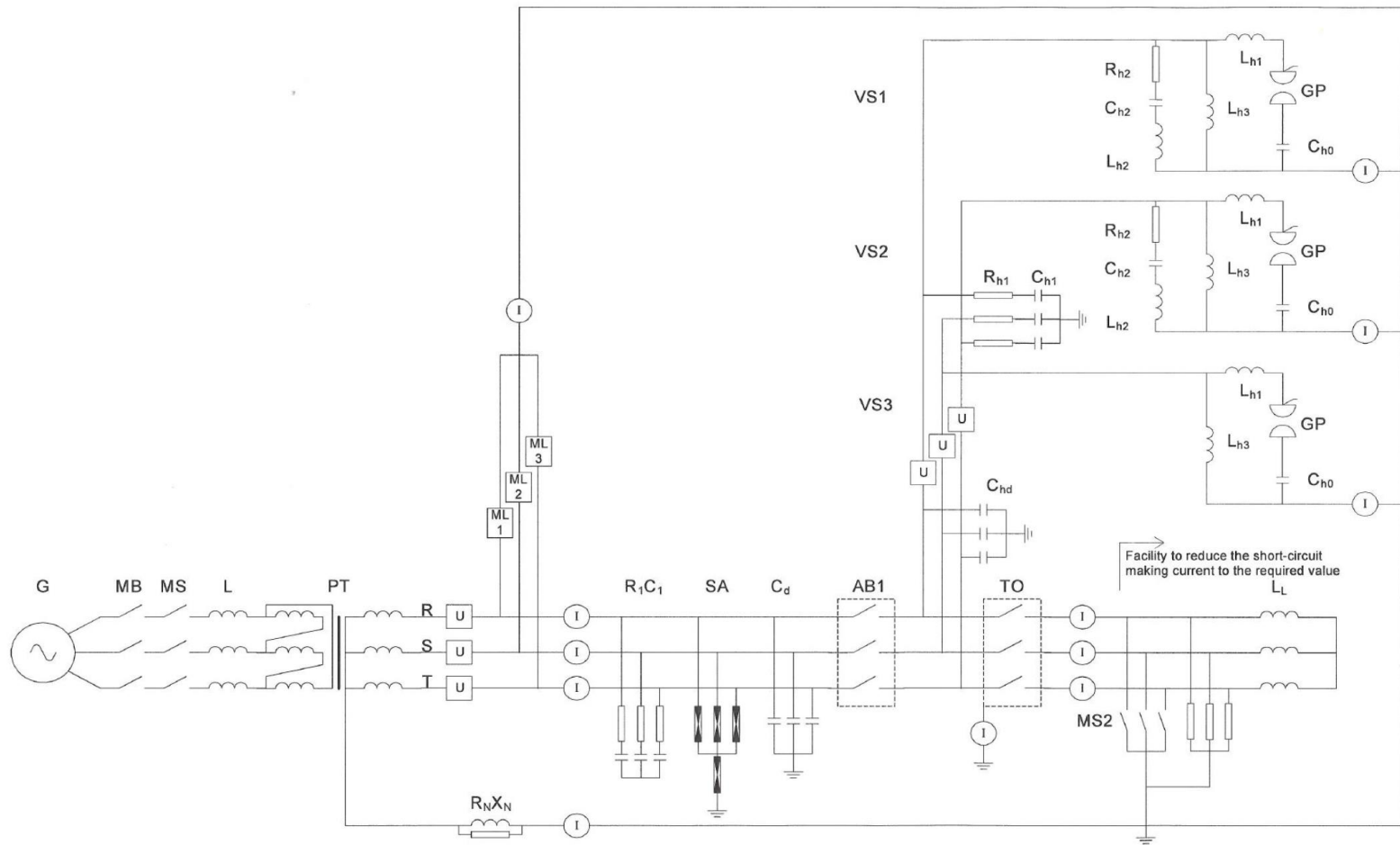
1 - styk opalny
ruchomy typu
tulipanowego
(stan po
wykonaniu prób
zwarciovych)



3 - styk opalny
"palcowy"
nieruchomy
(stan po
wykonaniu prób
zwarciovych)

**Specyfika nieuproszczonej
próby załączania prądu
zwarciovego z wysokim
napięciem na stykach komory
gaszeniowej wyłącznika .**

Układ syntetyczny – trójfazowa próba wyłączania prądu zwarciego

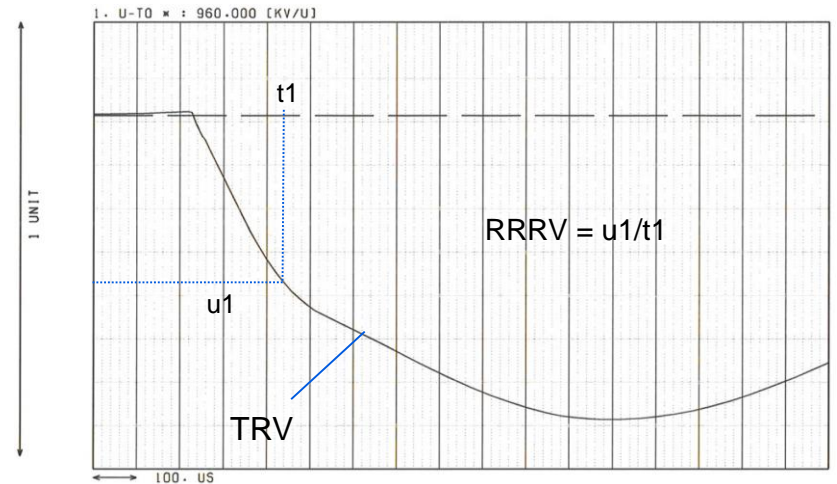
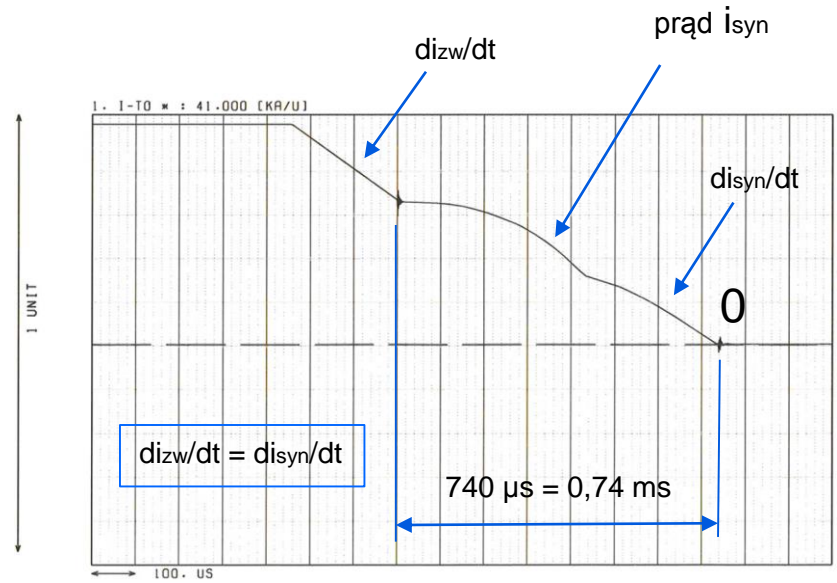
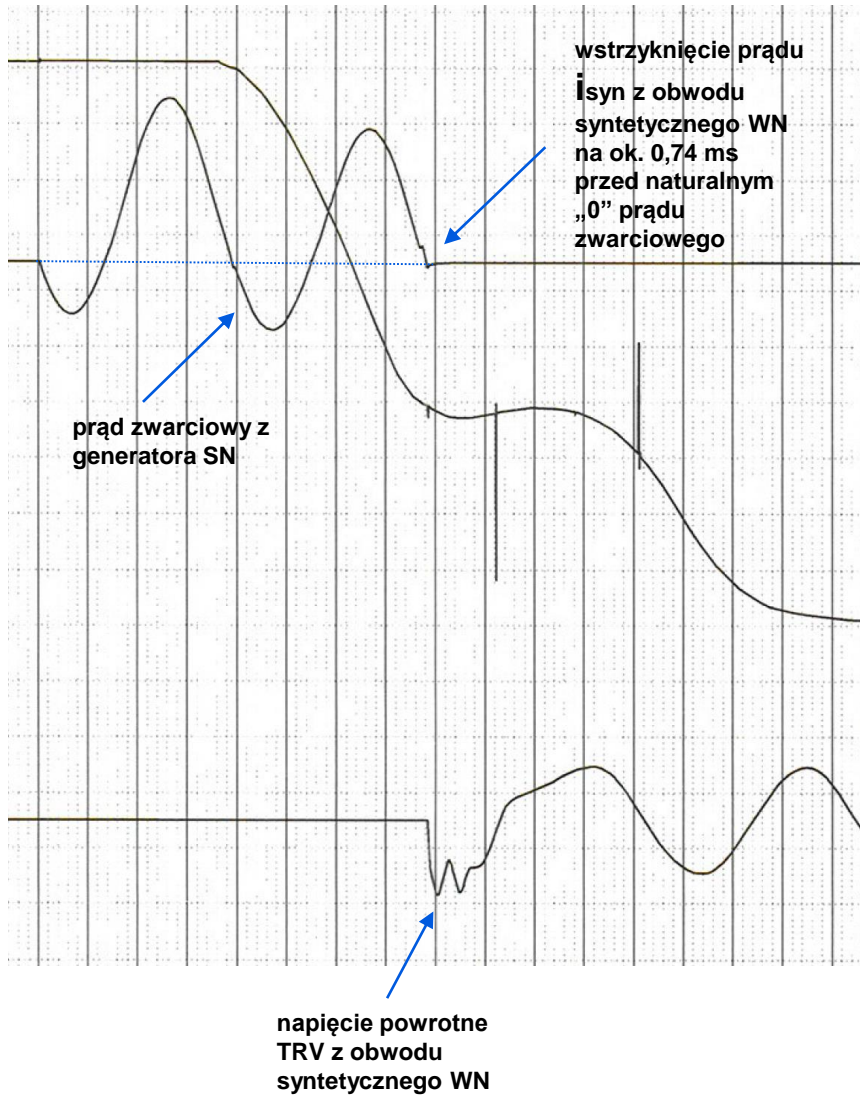


Schemat stosowany w KEMA dla trójfazowych prób wyłączania prądu zwarciego 50 kA, z **napięciem powrotnym w 3 fazach - z przesunięciem czasowym** (patrz oscylogramy z prób wyłączania prądu zwarciego 50 kA) generowanym w trójfazowym obwodzie syntetycznym.

TO - wyłącznik poddany próbom zwarciovym

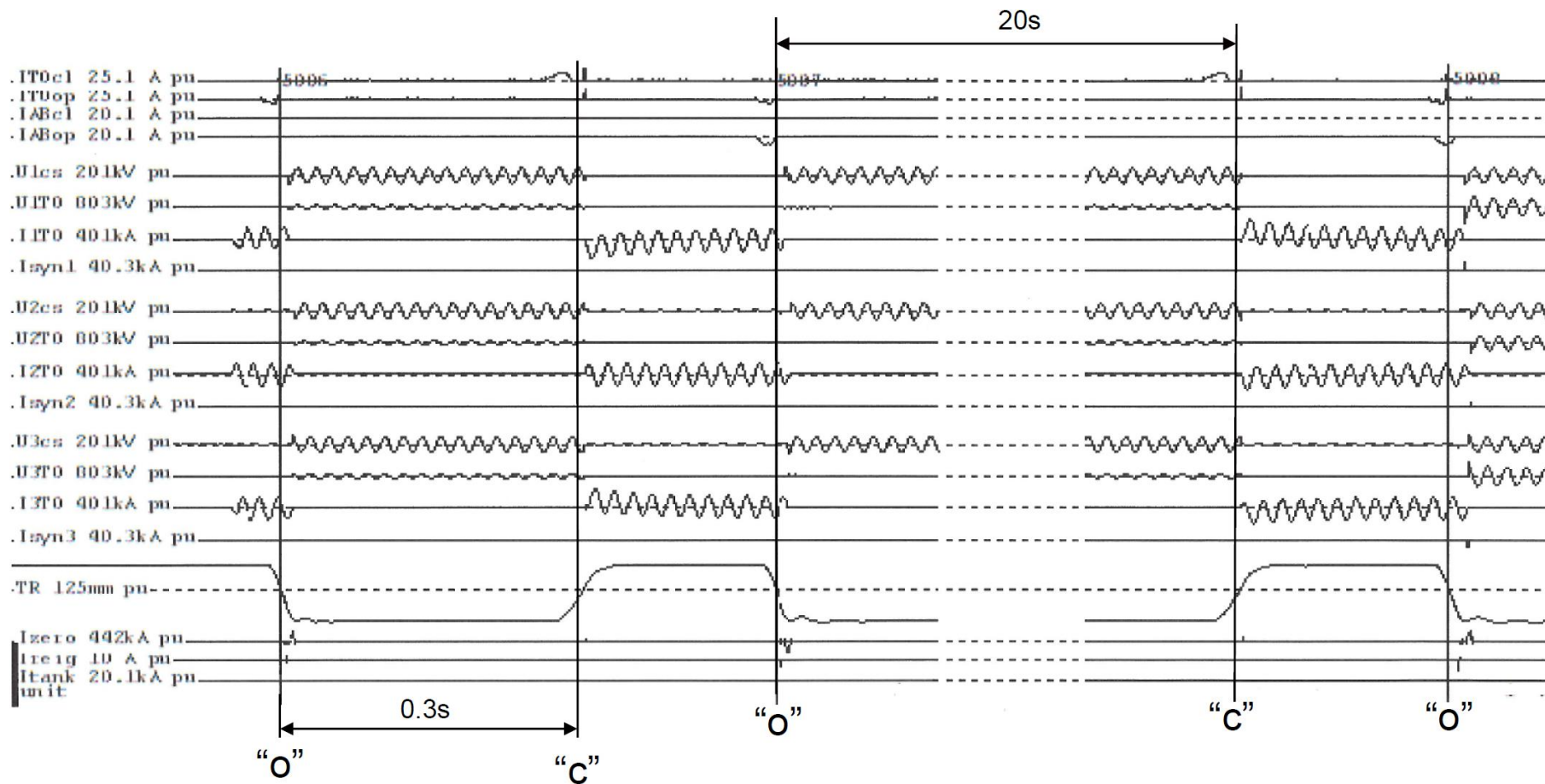
AB1 - wyłącznik pomocniczy WN (chroni transformator i generator przed podaniem napięcia WN z układu syntetycznego)

GP - iskierniki obwodu syntetycznego



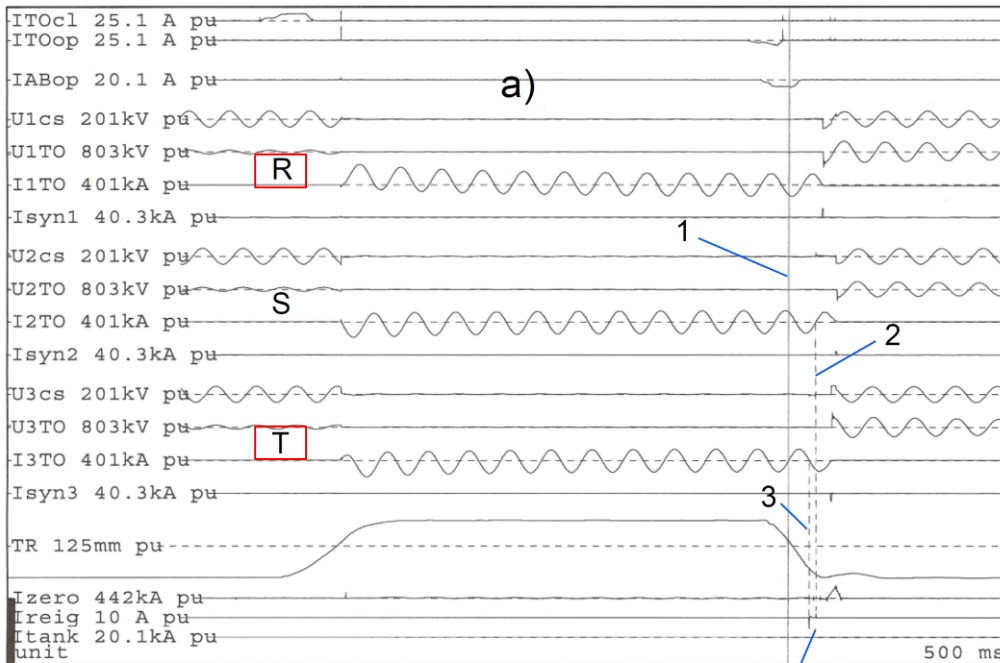
Zasada działania układu syntetycznego przy przeprowadzaniu próby włączania prądu zwarciaowego

Oscylogram próby wyłączania zwarcia



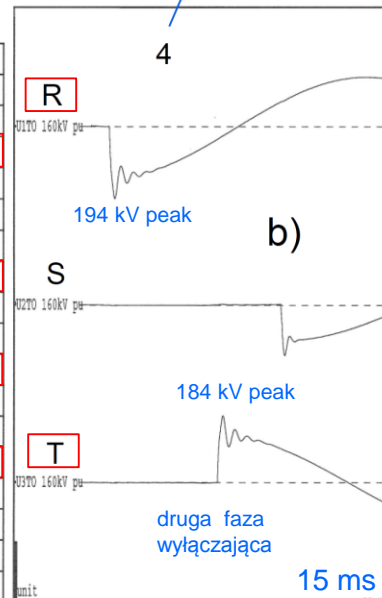
Kolejność łączy prądu zwarciego 50 kA w cyklu : O - 0.3s- CO - 20s - CO .

Oscylogram próby wyłączenia zwarcia : operacja C-O



TEST NUMBER: 131106-5008

| | | | | |
|--|-------|-------------------------------|-------|-------|
| Time interval since previous test | min | | | |
| Time interval between operations | s | 20 | | |
| Operation | | C ₀ O _s | | |
| Phase | | R | S | T |
| Applied voltage, current source, phase value | kV | 17,4 | 17,6 | 17,6 |
| Charging voltage capacitor bank, DC value | kV dc | 150 | 110 | 145 |
| Making current, peak | kA | 131 | -98,1 | -105 |
| Breaking current, symmetrical, phase value | kA | 50,2 | 50,9 | 50,5 |
| Breaking current, DC-component | % | 4 | 1 | 3 |
| di/dt at last current zero | A/μs | 23,3 | 12,7 | 19,8 |
| TRV, peak | kV | -194 | -144 | 184 |
| Recovery voltage, phase value | kV | 99,0 | 68,4 | 89,8 |
| Make time | ms | 40,6 | 40,6 | 40,6 |
| Arc duration | ms | 16,5 | 23,4 | 21,0 |
| Opening time | ms | 20,8 | | |
| Break time | ms | 37,3 | 44,2 | 41,8 |
| t _n | μs | 309 | 410 | 379 |
| Current last loop, peak | kA | 71,0 | 61,3 | -70,7 |



Wyłączenie prądu 50 kA -
ostatnie "C-O", w cyklu
O - 0.3s - CO - 20s - CO
(standardowy cykl łączy
O - 0.3s - CO - 180s - CO)

1 - moment rozejścia się styków wyłącznika podczas wyłączenia prądu zwarciego 50 kA

2 - przedłużenie czasu łukowego impulsem prądowym zewnętrznym w fazie "S"

3 - przedłużenie czasu łukowego impulsem prądowym zewnętrznym w fazie "T"

4 - impulsy prądowe zewnętrzne, "wstrzykiwane" w pobliżu zera prądu zwarciego

b) - napięcie powrotne w 3-ech fazach – przesunięte w czasie, po wyłączeniu trójfazowego prądu zwarciego patrz a)

Faza R : $t_{arc\ sr} = 9.97\ ms$ (IEC 62271-100)

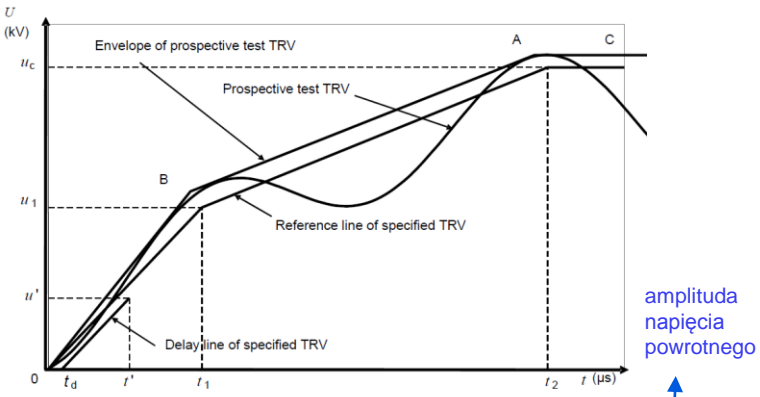
W próbie faza R : $t_{arc} = 16.5\ ms$ (**)

Faza T : $t_{arc\ sr} = 14.24\ ms$ (IEC 62271-100)

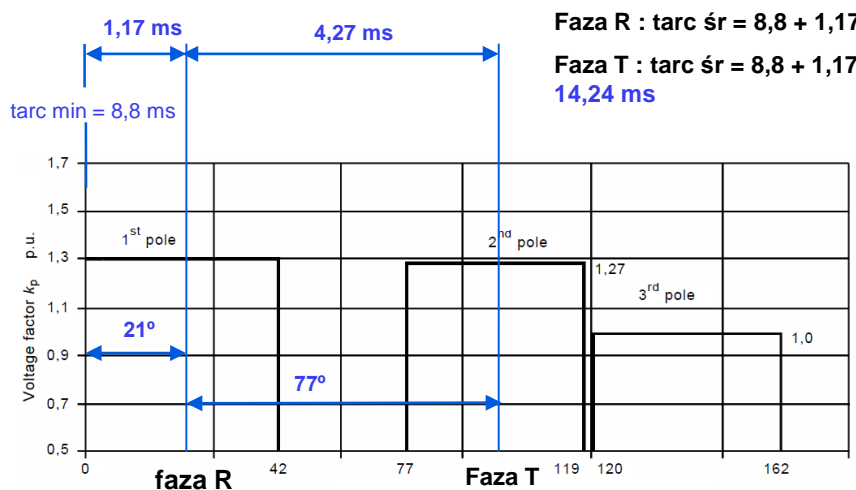
W próbie faza T : $t_{arc} = 21.0\ ms$ (**)

** "sztucznie" wydłużony czas łukowy impulsami prądowymi zewnętrznymi (patrz Poz.4) - w pobliżu zera prądów, oraz efekt utraty obrotów czterech generatorów połączonych równolegle (przyhamowanie). Zamiast 50 Hz w próbie ok. 49 Hz !

Wymagania IEC 62271-100 dla napięcia powrotnego TRV dla próby trójfazowej : **porównywalne** amplitudy napięcia powrotnego TRV dla pierwszej i drugiej wyłączającej fazy ; napięcia powrotne TRV w **trzech fazach przesunięte w czasie !**



| Rated voltage | Test-duty | First-pole-to-clear factor | Amplitude factor | First reference voltage | Time | TRV peak value | Time | Time delay | Voltage | Time | RRRV ^p |
|---------------|----------------|----------------------------|------------------|-------------------------|-------------|----------------|-------------|-------------|------------|------------|--------------------|
| U_r kV | | k_{pp} p.u. | k_{af} p.u. | u_1 kV | t_1 µs | u_c kV | t_2 µs | t_d µs | u' kV | t' µs | u_1/t_1 kV/µs |
| 23 kV | Terminal fault | 1,3 | 1,40 | 98 | 49 | 183 | 196 | 2 | 49 | 26 | 2 |



Faza R : $t_{arc \text{ } \acute{s}r} = 8,8 + 1,17 = 9,97 \text{ ms}$
 Faza T : $t_{arc \text{ } \acute{s}r} = 8,8 + 1,17 + 4,27 = 14,24 \text{ ms}$

Podczas prob zwarciovych **poprzedzajacych** cykl

O -0.3s- CO -20s- CO

zmierzone minimalny czas lukowy

t arc min = 8.8 ms

Zgodnie z IEC 62271-100 średnie czasy łukowe w pierwszej i drugiej wyłączającej fazy (podczas prób w KEMA fazy R oraz T) , powinny być na poziomie :

faza R : t arc śr = 9.97 ms

w próbie w KEMA

faza R : t arc = 16.5 ms ()**

faza T : t arc śr = 14.24 ms

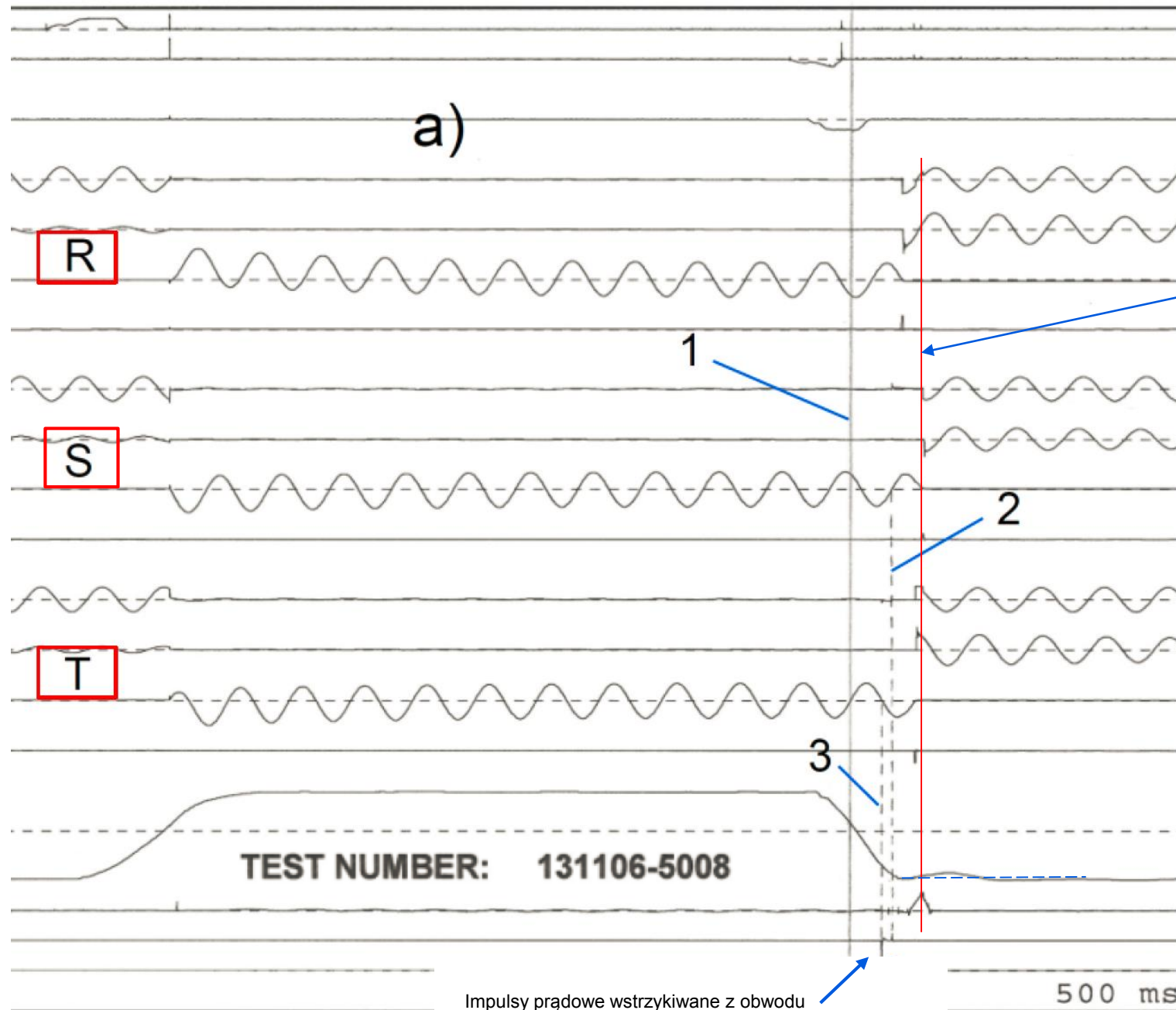
w próbie w KEMA

faza T : t arc = 21.0 ms ()**

**** "sztucznie"** wydłużony czas łukowy impulsami prądowymi zewnętrznymi w pobliżu zera prądu , oraz efekt utraty obrotów czterech generatorów połączonych równolegle (przyhamowanie) . Zamiast 50 Hz ok.49 Hz !

Okna łączeniowe w zależności od stopni kątowych sinusoidy

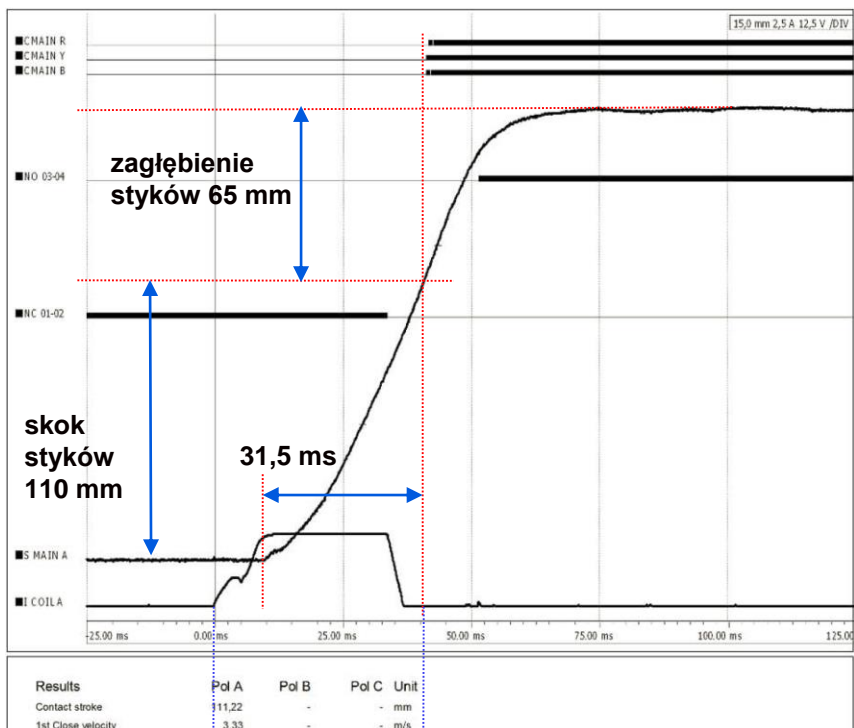




UWAGA : w fazach S (czas łukowy 23,4 ms) oraz T (czas łukowy 21,0 ms) wyłącznie prądu zwarciovego 50 kA przy "stojących" stykach w komorze gaszeniowej wyłącznika ELK-04 !

Całkowity czas wyłączenia prądu zwarciovego przez wyłącznik ELK-04 przy **maksymalnym** czasie łukowym :
 19,3 ms +
 23,4 ms =
 42,7 ms

Impulsy prądowe wstrzykiwane z obwodu zewnętrznego dla "sztucznego" wydłużenia czasu łukowego w fazach S oraz T

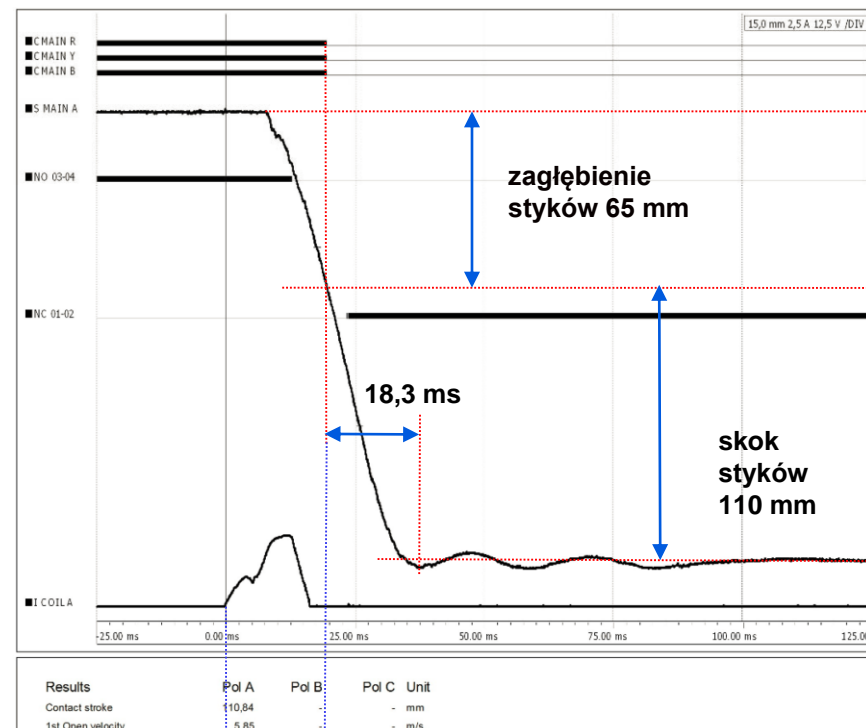


40,6 ms

Czas własny na ZAŁĄCZ

Droga styku ruchomego : operacja „ZAŁĄCZ”

Średnia prędkość styku 3,33 m/s



19,3 ms

Czas własny na WYŁĄCZ

Droga styku ruchomego : operacja „WYŁĄCZ”

Średnia prędkość styku 5,85 m/s

Wyłącznik ELK-04 na prąd zwarciový 40 kA





REPORT OF PERFORMANCE

319-07



Certification Body for High Voltage Equipment
Accredited according to EN 45011 - ISO/IEC Guide 65
Member of STLA Agreement

TEST NUMBER: 070213-7009

| | | | | |
|--|-----|-------------|------|------|
| Time interval since previous operation | min | 3 | | |
| Operation | | CO at 55 °C | | |
| Phase | | R | S | T |
| Current closing coil | A | 1,30 | | |
| Closing time | ms | 47,0 | 47,5 | 46,0 |
| Current opening coil | A | 1,25 | | |
| Opening time | ms | 21,5 | 21,0 | 21,5 |

The climate chamber was cooled down to - 30 °C and kept at that temperature for 24 hours.

| Remarks | Osc. no | Operation voltage (V) | Operation mode | Operation time (ms) | | | |
|----------|---------|-----------------------|----------------|---------------------|------|------|---------|
| | | | | A | B | C | Coil- A |
| -31.5 °C | 8 | 110 | Open | 28.0 | 27.6 | 27.6 | 28.0 |
| | 10 | 110 | Close | 51.2 | 51.2 | 50.4 | 52.8 |

Report of Performance No. 08-S08



Scandinavian Association for Testing of Electric Power Equipment RoP 08-A07

Page 11 of 71

Operating characteristics before and after test

The following operating characteristics were recorded before and after the mechanical operation test.

| Characteristics | Before operation test | | After operation test | |
|--|-----------------------|----------|----------------------|----------|
| | Measured value | Page No. | Measured value | Page No. |
| Closing time with: - minimum - rated - maximum supply voltage and operating pressure | 56,8 | 14 | 53,9 | 33 |
| | 52,9 | 16 | 50,4 | 35 |
| | 51,5 | 18 | 48,7 | 37 |
| Opening time with: - minimum - rated - maximum supply voltage and operating pressure | 32,6 | 15 | 30,3 | 34 |
| | 26,7 | 17 | 25,7 | 36 |
| | 25,7 | 19 | 24,7 | 38 |



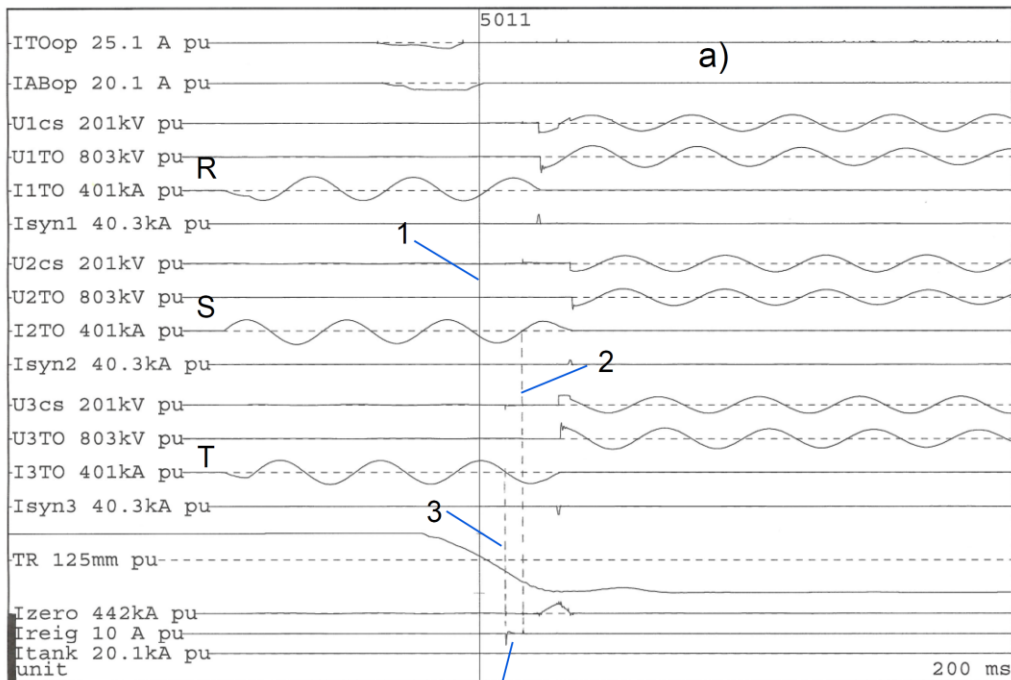
Certification Body for High Voltage Equipment
Accredited according to EN 45011 - ISO/IEC Guide 65
Member of STLA Agreement

Report of Performance No. 08-A07

Mechanical operation test at ambient air temperature on class M2 three-pole operated three-phase SF₆-gas insulated metal-enclosed circuit-breaker, type ELK-CB0 with operating mechanism type HMB-1.6 of GIS switchgear type ELK-04.

Wyłącznik ELK-04 na prąd zwarciový I_{sc} = 63 kA , zależność czasów własnych od temperatury : minus 30°C ; 20°C ; plus 55°C

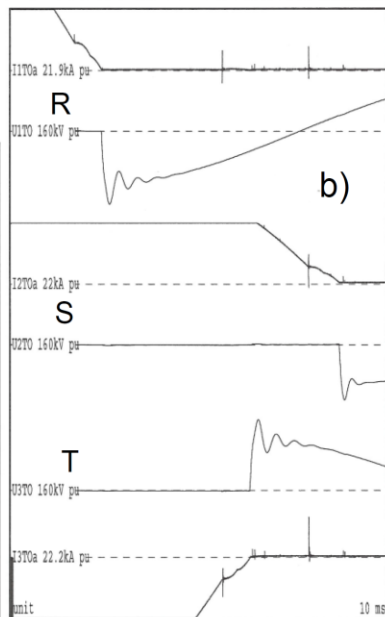




200 ms

TEST NUMBER: 131106-5011

| Time interval since previous test | min | - | | |
|--|-------|----------------|------|-------|
| Operation | | O _s | | |
| Phase | | R | S | T |
| Applied voltage, current source, phase value | kV | 17,1 | 17,3 | 17,2 |
| Charging voltage capacitor bank, DC value | kV dc | 148 | 116 | 146 |
| Breaking current, symmetrical, phase value | kA | 50,5 | 51,4 | 51,2 |
| Breaking current, DC-component | % | 9 | 8 | 2 |
| di/dt at last current zero | A/μs | 23,1 | 13,0 | 20,3 |
| TRV, peak | kV | -191 | -146 | 187 |
| Recovery voltage, phase value | kV | 96,7 | 72,8 | 94,1 |
| Arc duration | ms | 12,2 | 18,6 | 16,1 |
| Opening time | ms | 19,5 | | |
| Break time | ms | 31,7 | 38,1 | 35,6 |
| t _h | μs | 332 | 406 | 390 |
| Current last loop, peak | kA | 73,9 | 58,0 | -68,8 |



Oscylogram jednej z prób zwarciovych 3 - fazowych , wykonanych po cyklu 0.3s- CO -20s- CO !

Wykonano 3 dodatkowe próby dla potwierdzenia 12-tu wyłączeń prądu zwarciovego 50 kA .

1 - moment rozejścia się styków wyłącznika podczas wyłączania prądu zwarciovego 50 kA

2 - przedłużenie czasu łukowego impulsem prądowym zewnętrznym w fazie S

3 - przedłużenie czasu łukowego impulsem prądowym zewnętrznym w fazie T

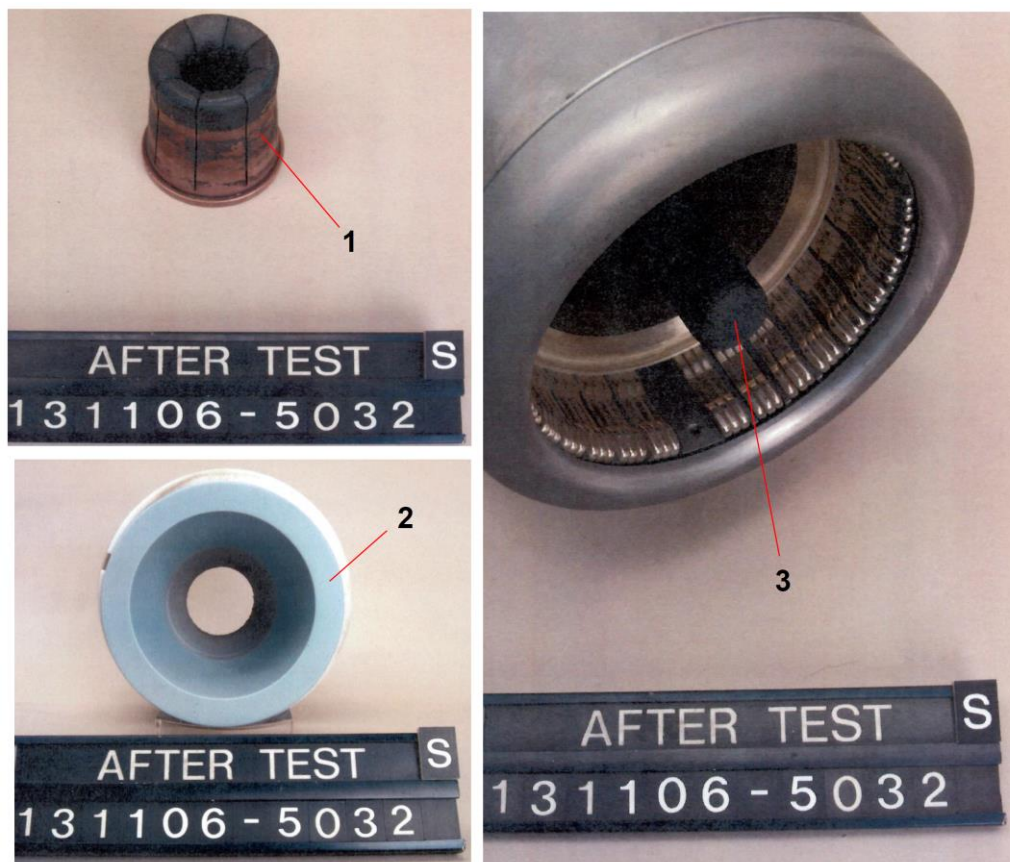
4 - impulsy prądowe zewnętrzne , "wstrzykiwane" w pobliżu zera prądu zwarciovego

Faza R : t arc = 12.2 ms

Faza T : t arc = 16.8 ms

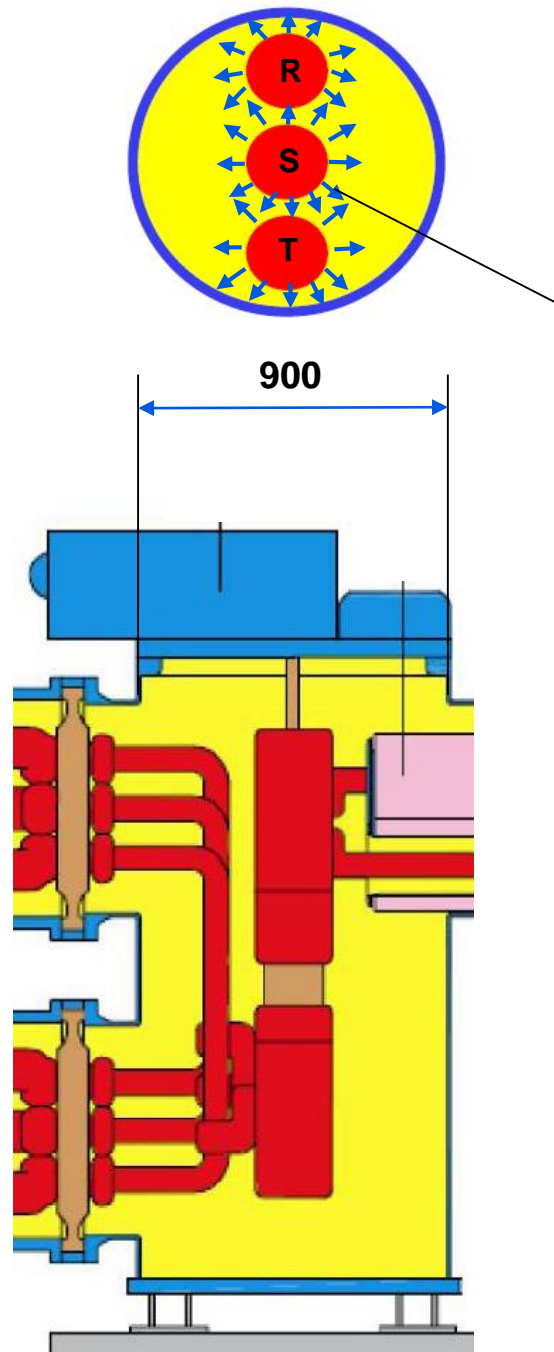


Elementy wyłącznika po próbach zwarciovych w Laboratorium KEMA



Stan styków opalnych i dyszy głównej w fazie S, po zakończeniu prób zwarciovych z prądem zwarciovym 50 kA. Sumaryczny czas łukowy: **196,9 ms** (równoważne 20 krotnemu wyłączeniu symetrycznego prądu zwarciovego 50 kA z czasem łukowym 10 ms)

- 1 - styk opalny ruchomy "tulipanowy"
- 2 - teflonowa dysza główna
- 3 - styk opalny "palcowy" nieruchomy

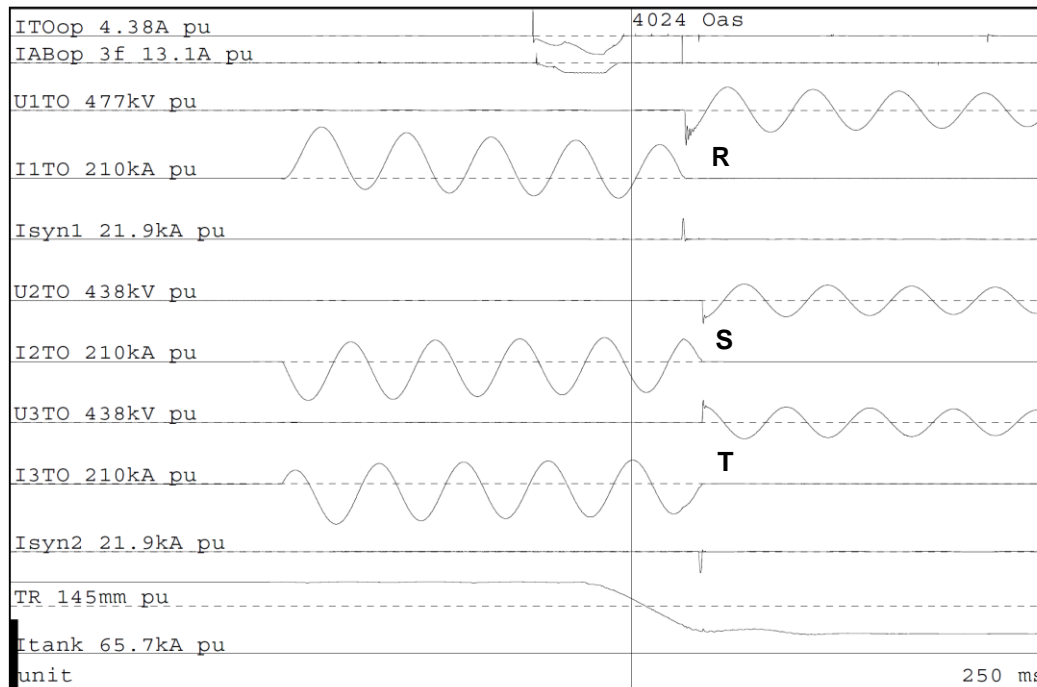


po łączeniach prądu zwarciego
o wartości 50 kA w cyklu :

O-0,3s-CO-**20s**-CO

(typowy O-0,3s-CO-180s-CO) ,

napięcie powrotne z obwodu
syntetycznego w trzech fazach
z przesunięciem czasowym , co
jednoznacznie potwierdziło
wymaganą wytrzymałość izolacji
między biegunami wyłącznika , oraz
do uziemionej obudowy,
gwarantującą bezpieczną
eksploatację GIS, także w przypadku
skumulowanego wydmuchu
gorącego gazu SF₆ z komór
gaszeniowych z względnie dużą
zawartością zjonizowanych
cząstek w objętość wspólnej
obudowy wypełnionej gazem SF₆ .



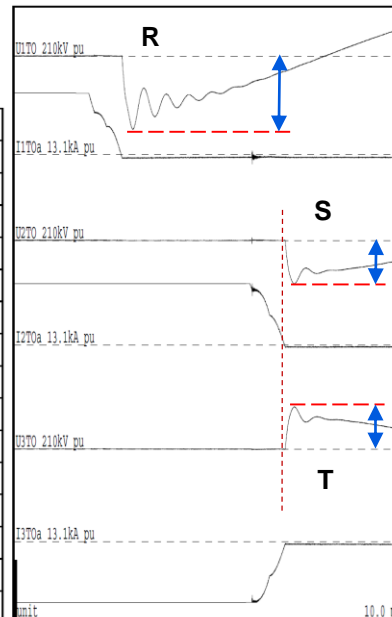
Przykład "uproszczonej" próby zwarcia trójfazowej (dopuszczonej przez IEC 62271-100)

Uproszczenie próby polega na przyłożeniu napięcia powrotnego w fazach S ; T **bez przesunięcia czasowego** , ze **znacznie zredukowaną** wartością amplitudy TRV w odniesieniu do pierwszej wyłączającej fazy (R) : **50-60% !**

W **nieuproszczonej** próbie trójfazowej napięcia w fazach S ; T napięcie powrotne TRV z przesunięciem czasowym , a amplituda napięcia powrotnego drugiej wyłączającej fazy ok. **95% !** amplitudy TRV pierwszej wyłączającej fazy .

TEST NUMBER: 070111-4024

| | | | | |
|--|-------|----------------|-------|-------|
| Time interval since previous test | min | 14 | | |
| Operation | | O _s | | |
| Phase | | R | S | T |
| Applied voltage, current source, phase value | kV | 20,4 | 20,4 | 20,4 |
| Charging voltage capacitor bank, DC value | kV dc | 200 | 125 | 125 |
| Breaking current, symmetrical, phase value | kA | 63,2 | 63,8 | 63,0 |
| Current last loop, peak | kA | 106 | 73,3 | -94,1 |
| Duration last loop | ms | 11,5 | 8,10 | 11,8 |
| Breaking current, DC-component | % | 29 | 14 | 14 |
| di/dt at last current zero | A/μs | 28,5 | 24,4 | 24,4 |
| TRV, peak | kV | -250 | -149 | 145 |
| Recovery voltage, phase value | kV | -120 | -77,7 | 76,9 |
| Arc duration | ms | 13,0 | 18,3 | 18,3 |
| Opening time | ms | 23,7 | | |
| Break time | ms | 36,7 | 42,0 | 42,0 |
| t _h | μs | 400 | 410 | 410 |



Podsumowanie

1) Unikalne próby zwarciove przeprowadzone listopadzie 2013 w laboratorium KEMA na wyłączniku 110 kV, stosowanym w GIS typu ELK-04 z trzema biegunami w jednej, wspólnej obudowie, potwierdziły niezawodność i bezpieczeństwo eksploatacji tego urządzenia , gdyż po sekwencji łączy prądu zwarciovego o wartości 50 kA w cyklu O-0,3s-CO-**20s**-CO (typowy O-0,3s-CO-**180s**-CO) , napięcie powrotne z obwodu syntetycznego przyłożono w trzech fazach z przesunięciem czasowym , co potwierdziło wymaganą wytrzymałość izolacji między biegunami wyłącznika i do uziemionej obudowy, gwarantującą bezpieczną eksploatację urządzenia , także w przypadku skumulowanego wydmuchu gorącego gazu SF₆ , z względnie dużą zawartością zjonizowanych cząstek we wspólnej przestrzeni wewnątrz obudowy GIS wypełnioną gazem SF₆.

2) Próby zwarciove potwierdziły także dużą odporność styków opalnych i dysz teflonowych komory gaszeniowej , na erozję związaną z oddziaływaniem łuku elektrycznego w przypadku dużej ilości wyłączeń prądu zwarciovego .

PRÓBY ZWARCIOWE Z PRĄDEM ASYMETRYCZNYM CZĘSTO SĄ PRZEPROWADZANE PRZY ZANIŻONEJ AMPLITUDZIE PRĄDU OSTATNIEJ PÓŁFALI, GDYŻ KORZYSTA SIĘ Z DOPUSZCZENIA PRZEZ NORMĘ IEC 62271-100 : DO **90 %** WARTOŚCI WYMAGANEGO PRĄDU.

Table 23. Current amplitude value and duration of loop before arc extinguishing

| Loop before arc extinguishing | t_0 , MS | $I_l / \sqrt{2} I_{bs}$ | Δt , MS |
|-------------------------------|--------------------------|-------------------------|-----------------|
| Major | $t_0 \leq 12,5$ | 1,51 | 13,5 |
| | $12,5 < t_0 \leq 33,0$ ← | 1,33 ← | 12,5 |
| | $33,0 < t_0 \leq 53,5$ | 1,21 | 11,5 |
| Minor | $t_0 \leq 12,5$ | 0,36 | 5,5 |
| | $12,5 < t_0 \leq 33,0$ | 0,59 | 7,0 |
| | $33,0 < t_0 \leq 53,5$ | 0,74 | 8,5 |

Wymagania dla amplitudy “dużej” półfali prądu wyłączeniowego asymetrycznego :

Czas własny na otwórz wyłącznika ELK-CBO : $t_{owyl} \sim 20 \text{ ms}$,

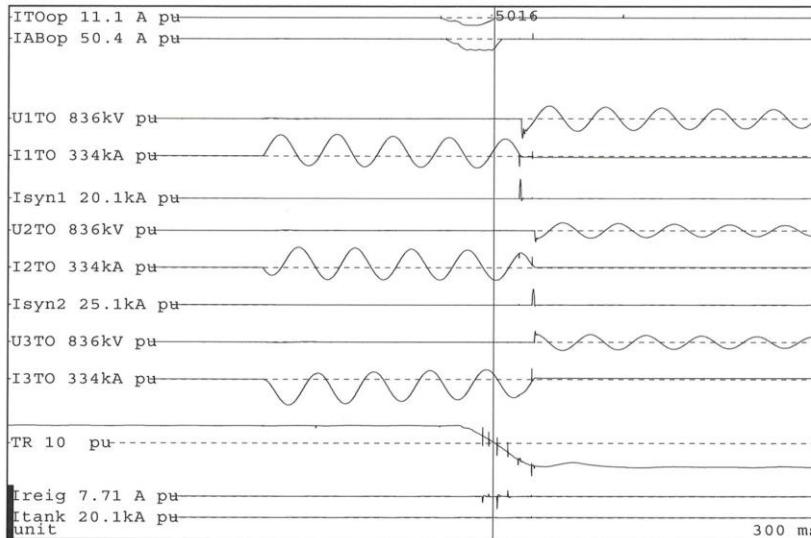
Czas własny zabezpieczenia $t_{zab} \sim 10 \text{ ms}$,

$12.5 \text{ ms} < t_{owyl} + t_{zab} = 30 \text{ ms} < 33 \text{ ms}$.

Wymagana amplituda “dużej” półfali asymetrycznego prądu wyłączeniowego :

$1.33 \times \sqrt{2} \times 63 \text{ kA} = 118.5 \text{ kAm}$ (IEC 62271-100 dopuszcza $90\% \times 118.5 \text{ kAm} = 106.7 \text{ kAm}$)

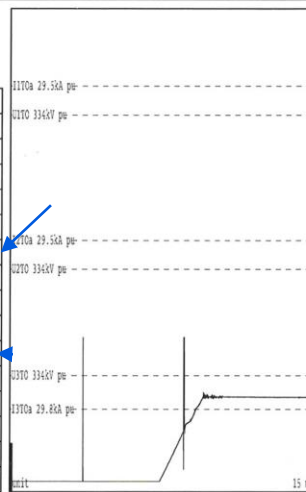
zatem $\Delta I = 118.5 \text{ kAm} - 106.7 \text{ kAm} = 11.8 \text{ kAm} !$


TEST NUMBER: 110315-5016

| Time interval since previous test | min | - | | |
|--|----------------|------|------|------|
| Operation | O _s | | | |
| Phase | R | S | T | |
| Applied voltage, current source, phase value | kV | 21,0 | 21,0 | 21,0 |
| Charging voltage capacitor bank, DC value | kV dc | 256 | 152 | 152 |
| Breaking current, symmetrical, phase value | kA | 65,9 | 67,3 | 65,4 |
| Current last loop, peak | kA | 105 | 96,3 | -116 |
| Duration last loop | ms | 11,2 | - | - |
| Breaking current, DC-component | % | 18 | 10 | 30 |
| di/dt at last current zero | A/μs | 28,4 | 24,8 | 24,2 |
| TRV, peak | kV | -299 | -176 | 180 |
| Recovery voltage, phase value | kV | 143 | 86,4 | 99,0 |
| Arc duration | ms | 10,0 | 15,2 | 15,2 |
| Opening time | ms | 19,7 | | |
| Break time | ms | 29,7 | 34,9 | 34,9 |
| t ₀ | μs | 360 | 360 | 360 |

| | | | |
|----------------------|-----------|-----------------------|----------|
| Voltage opening coil | 242 Vd.c. | Gas pressure at 20 °C | 0,63 MPa |
| | | Operating pressure | O-lock |

Remarks: Breaker cleared.
O_s = Operation in a synthetic circuit.



APPARATUS A three-phase GIS SF₆ circuit-breaker, incorporating one interrupter per pole. Common enclosure, common-operated.

TYPE ELK-CB0 **SERIAL No.** 2615200004-1

170 kV – 3150/4000 A – 63 kA – 50/60Hz

CLIENT ABB AG,
Hanau-Grossauheim, Germany

MANUFACTURER ABB AG,
Hanau-Grossauheim, Germany

TESTED BY KEMA HIGH-POWER LABORATORY
Utrechtseweg 310 - 6812 AR Arnhem - The Netherlands

DATE(S) OF TESTS 15, 17 and 18 March 2011

TEST SPECIFICATION The tests have been carried out in accordance with the client's instructions. Test procedure and test parameters were based on IEC 62271-100

This report applies only to the apparatus tested. The responsibility for conformity of any apparatus having the same designations with that tested rests with the Manufacturer.

This report consists of 146 sheets in total.

This report falls under the scope of the accreditation certificate L 020 of the Dutch Council for Accreditation. See information sheet (page 2).

© Copyright: Only integral reproduction of this report is permitted without written permission from KEMA. Electronic copies in e.g. PDF-format or scanned version of this report may be available and have the status "for information only". The sealed and bound version of the report is the only valid version.

KEMA Nederland B.V.

S. M. Verhoeven
Director Testing, Inspections &
Certification The Netherlands

Arnhem, 2 August 2011

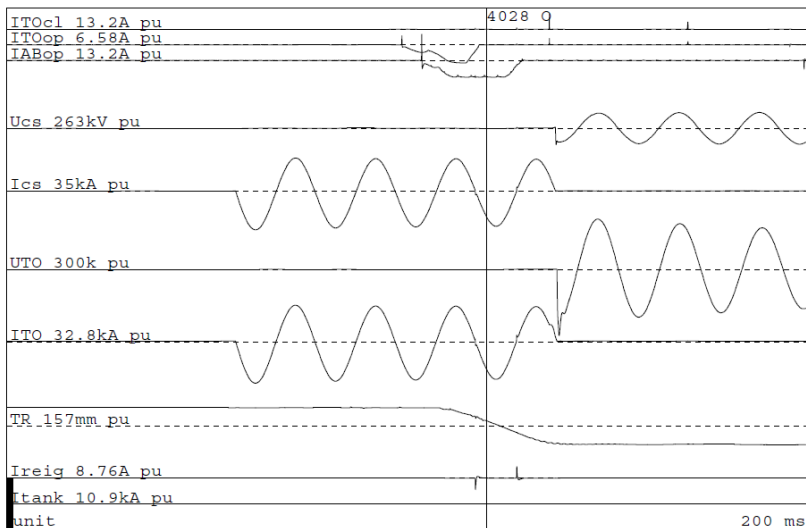
**Przykład próby wyłącznika ELK-CB0, stosowanego w GIS typu ELK-04, Raport KEMA TIC 2438-11, wyłączenie prądu zwarcowego asymetrycznego 63 kA z amplituda półfali prądu : 116 kAm
ΔI = 116 kAm – 118,5 kAm = - 2.5 kAm (- 2.1%)**

PRÓBY ŁĄCZENIOWE WYŁĄCZNIKA TYPU ELK-CB0 , STOSOWANEGO W ROZDZIELNICY ELK-04 POTWIERDZIŁY BRAK ISTNIENIA TZW. **PRĄDU KRYTYCZNEGO** , ZWIĄZANEGO Z WYŁĄCZANIEM WZGLĘDNIE NIEWIEKICH PRĄDÓW JAK :

- **10% LUB 30%** PROCENTOWY ;
- PRĄD PRZY OPOZYCJI FAZ , TEST **OP-2**
- PRĄDY POJEMNOSCIOWE W **KLASIE C2**

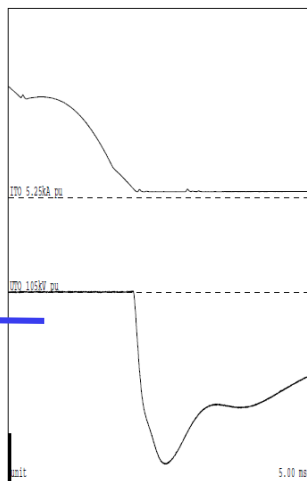
Specyfika łączenia 25% - towego prądu zwarcowego przy opozycji faz : Test OP2

- Próby wyłączania 25% - towego prądu zwarcowego (15.8 kA dla prądu wyłączeniowego wyłącznika 63 kA), przy **opozycji faz** należy przeprowadzić przy **wysokiej amplitudzie napięcia powrotnego TRV**
- W przypadku wyłącznika ELK-CB0 dla rozdzielnic ELK-04 próby łączeniowe przeprowadzono dla parametrów : prąd **16.2 kA** (ok. 25% od 63 kA) dla **3 - ech czasów łukowych** (minimalny ; średni ; maksymalny) z amplitudą napięcia powrotnego TRV **Uc = 382 kVm** (dla 100% - towego prądu zwarcowego symetrycznego wymagane : **Uc = 183 kVm / wyłącznik 126 kV**)
- Test OP2 szczególnie ważny w przypadku stosowania GIS dla wyprowadzenia mocy z elektrowni



TEST NUMBER: 070208-4028

| | | |
|--|----------|----------------|
| Time interval since previous test | min | 7 |
| Operation | | O _s |
| Phase | | S |
| Applied voltage, current source, phase value | kV | 51,0 |
| Charging voltage capacitor bank, DC value | kV dc | 344 |
| Breaking current, symmetrical, phase value | kA | 16,2 |
| Breaking current, DC-component | % | 6 |
| di/dt at last current zero | A/μs | 7,00 |
| TRV, peak | kV, peak | 382 |
| Recovery voltage, phase value | kV | 211 |
| Arc duration | ms | 17,7 |
| Opening time | ms | 21,2 |
| Break time | ms | 38,9 |
| t _b | μs | 330 |
| Current last loop, peak | kA | 21,3 |



| | | | |
|----------------------|----------|-----------------------|----------|
| Voltage opening coil | 77 Vd.c. | Gas pressure at 20 °C | 0,63 MPa |
| | | Operating pressure | O-lock |

Remarks: Breaker cleared.
O_s = Operation in a synthetic circuit.

TYPE TEST CERTIFICATE OF SHORT-CIRCUIT PERFORMANCE

| | | | |
|------------------------------------|--|-----------------------------|---------------------------|
| APPARATUS | A three-phase SF ₆ circuit-breaker (common enclosure, common-operated) of a GIS bay type ELK-04 | | |
| DESIGNATION | ELK-CB0 | SERIAL No. | 20520226-3 and 20520226-4 |
| Rated voltage | 145 kV | Rated normal current | 3150/4000 A |
| Rated short-circuit current | 63 kA | Rated frequency | 50/60 Hz (1) |
| (1) See note (1) on page 6. | | | |
| MANUFACTURER | ABB AG, Hanau-Grossauheim, Germany | | |
| TESTED FOR | ABB AG, Hanau-Grossauheim, Germany | | |
| TESTED BY | KEMA HIGH-POWER LABORATORY, Utrechtseweg 310 - 6812 AR Arnhem - The Netherlands | | |
| DATE(S) OF TESTS | 11, 26 January, 2, 6, 7, 8 February and 29, 30 March 2007 | | |

The apparatus, constructed in accordance with the description, drawings and photographs incorporated in this Certificate, has been subjected to the series of proving tests in accordance with

IEC 62271-100 subclauses 6.6 (STC), 6.102 to 6.106 (T10, T30, T60, T100), 6.108 (SP and DEF), 6.109 (SLF) and 6.110 (Out-of-phase).

This Type Test Certificate has been issued by KEMA following exclusively the STL Guides.

The results are shown in the record of Proving Tests and the oscillograms attached hereto. The values obtained and the general performance are considered to comply with the above Standard and to justify the ratings assigned by the manufacturer as listed on page 6.

The Certificate applies only to the apparatus tested. The responsibility for conformity of any apparatus having the same designations with that tested rests with the Manufacturer.

This Certificate consists of 383 sheets in total.

This Certificate falls under the scope of the accreditation certificate L 020 of the Dutch Council for Accreditation. See information sheet (page 2).

© Copyright: Only integral reproduction of this Certificate, or reproductions of this page accompanied by any page(s) on which are stated the endorsed ratings of the apparatus tested, are permitted without written permission from KEMA. Electronic copies in e.g. PDF-format or scanned version of this Certificate may be available and have the status "For information only". The sealed and bound version of the Certificate is the only valid version.

KEMA Nederland B.V.

P.G.A. Eijs
KEMA T&D Testing Services
Managing Director

Arnhem, 8 May 2007

**Przykład próby wyłączenia prądu przy opozycji faz Test OP-2 , wyłącznik ELK-CB0 stosowany w GIS typu ELK-04 , Raport KEMA 3-07 .
Amplituda napięcia powrotnego TRV : 382 kV_m (dla prądu zwarciovego 100%-towego wymagana amplituda TRV : 183 kV_m)**

Wyłączanie niewielkich prądów zwarciovych : prąd **10% - towy** oraz **30% - towy** , przeprowadza się przy wysokich stromościach RRRV napięcia powrotnego TRV : **7 kV/μs** (prąd 10% - towy) oraz **5 kV/μs** (prąd 30% - towy)
Prąd zwarciovowy 100% - towy wyłączny przy stromości napięcia powrotnego TRV : **2 kV/μs** .

TYPE TEST CERTIFICATE OF SHORT-CIRCUIT PERFORMANCE

APPARATUS A three-phase SF₆ circuit-breaker (common enclosure, common-operated) of a GIS bay type ELK-04

DESIGNATION ELK-CB0 **SERIAL No.** 20520226-3 and 20520226-4

| | | | |
|-----------------------------|--------|----------------------|--------------|
| Rated voltage | 145 kV | Rated normal current | 3150/4000 A |
| Rated short-circuit current | 63 kA | Rated frequency | 50/60 Hz (1) |

(1) See note (1) on page 6.

MANUFACTURER ABB AG,
Hanau-Grossauheim, Germany

TESTED FOR ABB AG,
Hanau-Grossauheim, Germany

TESTED BY KEMA HIGH-POWER LABORATORY
Utrechtseweg 310 - 6812 AR Arnhem - The Netherlands

DATE(S) OF TESTS 11, 26 January, 2, 6, 7, 8 February and 29, 30 March 2007

The apparatus, constructed in accordance with the description, drawings and photographs incorporated in this Certificate, has been subjected to the series of proving tests in accordance with

IEC 62271-100 subclauses 6.6 (STC), 6.102 to 6.106 (T10, T30, T60, T100), 6.108 (SP and DEF), 6.109 (SLF) and 6.110 (Out-of-phase).

This Type Test Certificate has been issued by KEMA following exclusively the STL Guides.

The results are shown in the record of Proving Tests and the oscillograms attached hereto. The values obtained and the general performance are considered to comply with the above Standard and to justify the ratings assigned by the manufacturer as listed on page 6.

The Certificate applies only to the apparatus tested. The responsibility for conformity of any apparatus having the same designations with that tested rests with the Manufacturer.

This Certificate consists of 383 sheets in total.

This Certificate falls under the scope of the accreditation certificate L 020 of the Dutch Council for Accreditation. See information sheet (page 2).

© Copyright: Only integral reproduction of this Certificate, or reproductions of this page accompanied by any page(s) on which are stated the endorsed ratings of the apparatus tested, are permitted without written permission from KEMA. Electronic copies in e.g. PDF-format or scanned version of this Certificate may be available and have the status "for information only". The sealed and bound version of the Certificate is the only valid version.

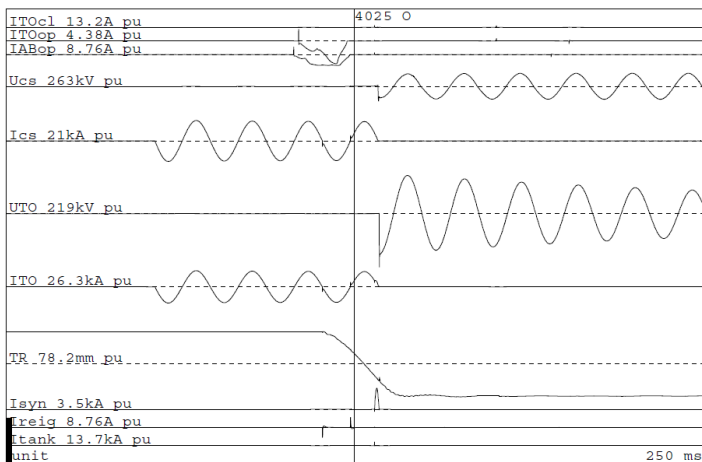
KEMA Nederland B.V.



P.G.A. Bus
KEMA T&D Testing Services
Managing Director

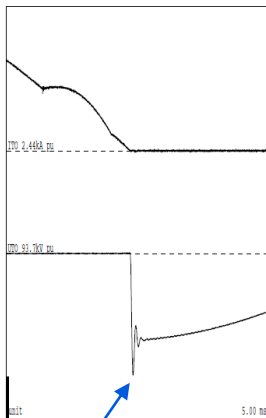
Arnhem, 8 May 2007

Raport KEMA 3 -07 z Próby Typu wyłącznika ELK-CBO potwierdzający łączenia niewielkich prądów zwarciovych (prąd 10% - towy oraz 30% - towy) z wysoką stromością napięcia powrotnego RRRV.



TEST NUMBER: 070206-4025

| | | |
|--|-------|----------------|
| Time interval since previous test | min | 5 |
| Operation | | O _s |
| Phase | | S |
| Applied voltage, current source, phase value | kV | 50,8 |
| Charging voltage capacitor bank, DC value | kV dc | 212 |
| Breaking current, symmetrical, phase value | kA | 6,44 |
| Breaking current, DC-component | % | 0 |
| di/dt at last current zero | A/μs | 2,90 |
| TRV, peak | kV | -277 |
| Recovery voltage, phase value | kV | -136 |
| Arc duration | ms | 8,8 |
| Opening time | ms | 20,2 |
| Break time | ms | 29,0 |
| t ₀ | μs | 380 |
| Current last loop, peak | kA | 8,94 |



Voltage opening coil 77 Vd.c. Gas pressure at 20 °C 0,63 MPa
Operating pressure OCO-lock

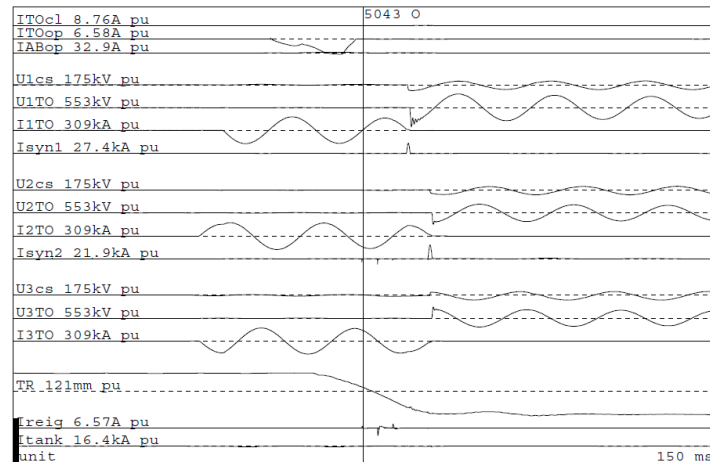
Remarks: Breaker cleared.

O_s = Operation in a synthetic circuit.

| Prospective TRV of supply | | |
|---------------------------|--------|-----|
| U _{recovery} | kVa.c. | 126 |
| u ₁ | kV | - |
| u _c | kV | 272 |
| t _d | μs | < 7 |
| t ₁ | μs | - |
| t ₂ | μs | 39 |
| t ₃ | μs | - |
| Rate of rise | kV/μs | 7,0 |

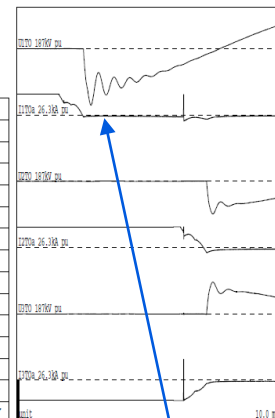
Oscylogram
wyłączenia prądu
10% - towego

Stromość
napięcia
powrotnego
RRRV : 7 kV/μs



TEST NUMBER: 070202-5043

| | | | | |
|--|-------|----------------|-------|-------|
| Time interval since previous test | min | - | | |
| Operation | | O _s | | |
| Phase | | R | S | T |
| Applied voltage, current source, phase value | kV | 11,1 | 11,1 | 11,1 |
| Charging voltage capacitor bank, DC value | kV dc | 199 | 125 | 125 |
| Breaking current, symmetrical, phase value | kA | 63,7 | 64,5 | 63,5 |
| Breaking current, DC-component | % | 4 | 5 | 2 |
| di/dt at last current zero | A/μs | 29,5 | 26,4 | 26,4 |
| TRV, peak | kV | -255 | -148 | 144 |
| Recovery voltage, phase value | kV | -123 | -75,8 | 79,9 |
| Arc duration | ms | 9,9 | 14,7 | 14,8 |
| Opening time | ms | 19,8 | | |
| Break time | ms | 29,7 | 34,5 | 34,6 |
| t ₀ | μs | 480 | 430 | 430 |
| Current last loop, peak | kA | 84,5 | 70,7 | -89,7 |



Voltage opening coil 77 Vd.c. Gas pressure at 20 °C 0,63 MPa
Operating pressure OCO-lock

Remarks: Breaker cleared.

O_s = Operation in a synthetic circuit.

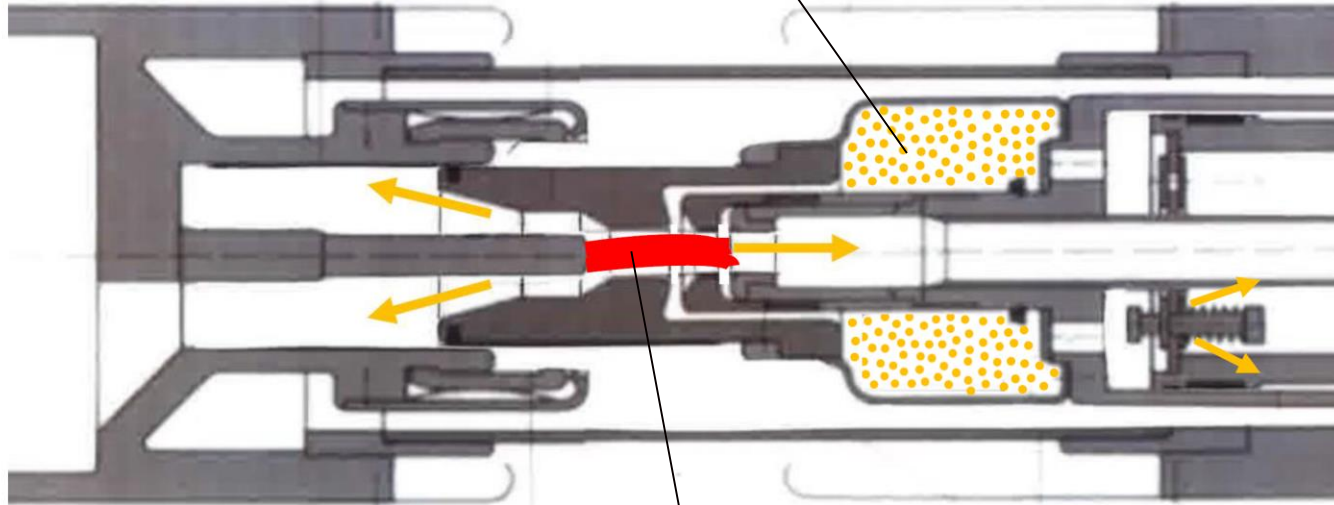
| Prospective TRV of supply | | | | |
|---------------------------|--------|---------------|----------------|---------------|
| | | First phase R | Second phase T | Third phase S |
| U _{recovery} | kVa.c. | 125,6 | 83,7 | 83,7 |
| u ₁ | kV | 133 | 77 | 77 |
| u _c | kV | 249 | 144 | 144 |
| t ₀ | μs | < 2 | < 2 | < 2 |
| t ₁ | μs | 67 | 55 | 55 |
| t ₂ | μs | 268 | 220 | 220 |
| RRRV | kV/μs | 2,0 | 1,4 | 1,4 |

Oscylogram
wyłączenia prądu
100% - towego

Stromość napięcia powrotnego
RRRV : 2 kV/μs

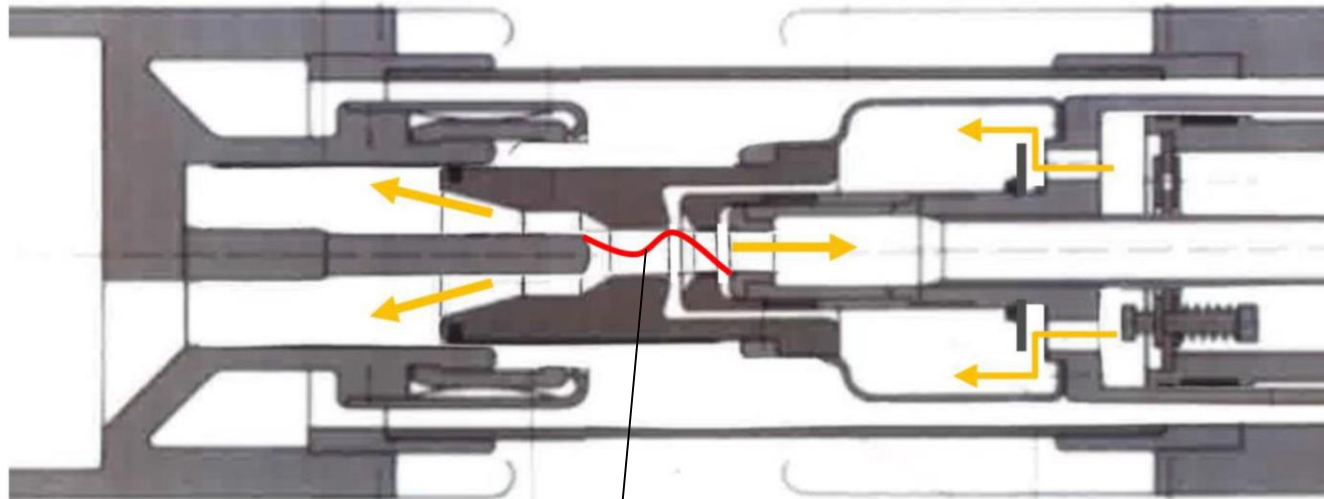


Zbiornik pod dyszą główną wypełniony gazem SF6 pod wysokim ciśnieniem



Wyłączanie dużego prądu zwarciovego (40 ; 50 ; 63 kA) w komorze typu Auto-Puffer

Stabilny łuk elektryczny ze zmienną średnicą łuku elektrycznego zatykającą otwór w dyszach , optymalny wypływ gazu SF6 pod wysokim ciśnieniem - generowanym w zbiorniku pod dyszą główną od energii łuku elektrycznego przez obie dysze, silna ablacja dysz (odparowanie materiału na powierzchni - efekt samooczyszczenia oraz dodatkowy wzrost ciśnienia gazów obrębie dysz , podwyższa wytrzymałości przerwy połukowej



Wyłączanie małego prądu (20 – 200 A) w komorze typu Auto-Puffer

Niestabilny łuk elektryczny o małej średnicy – bez wpływu wzrost ciśnienia i dynamikę przepływu gazu SF6 w dyszach , zbyt szybki wypływ gazu ze zbiornika pod dyszą główną np. w przypadku prądu zwarciovego 10% - towego (4 ; 5 ; 6 kA) , gdyż energia łuku elektrycznego minimalnie wpływa na przyrost ciśnienia SF6 w zbiorniku pod dyszą główną a zatem i optymalizację przepływu gazu , przy nieoptymalnej konstrukcji AutoPuffer mogą wystąpić problemy przy wyłączaniu 10%- towego prądu – zapłon ponowny w komorze gaszeniowej przy bardzo szybkim narastaniu napięcia TRV , co jest związane z pojęciem tzw. [prądu krytycznego](#)

Łączenia prądów pojemnościowych w **klasie C2** – trudna próba dla wyłącznika : względnie małe prądy łączeniowe - nie generujące znaczącego przyrostu ciśnienia gazu SF6 gaszeniowej wyłącznika klasy AutoPuffer (auto-kompresyjny) z wysoką amplitudą napięcia powrotnego RRRV z częstotliwością oscylacji : 50 Hz !

Specyfika wyłącznika prądu pojemnościowego , Test klasa C-2

- Próby łączeniowe prądu pojemnościowego w klasie C-2 wymagają wykonania minimum **96 łączeń** tego prądu w próbie jednofazowej lub **48 łączeń** w próbie trójfazowej , z poprzedzającymi w/w łączenia próbami wyłączenia prądu zwarciovego 60% - wego (trzy wyłączenia) .
- Norma IEC 62271-100 dopuszcza **dwa ponowne przebicia** przerwy międzystykowej w serii prób z powodu bardzo wysokiej amplitudy napęcia powrotnego TRV , ze słabo tłumionymi oscylacjami o częstotliwości 50 Hz !
- W przypadku prób wyłącznika ELK-CB0 dla rozdzielnicy ELK-04 podczas prób łączenia prądów pojemnościowych w klasie C-2 **nie zarejestrowano** powtórnego przebicia przerwy międzystykowej . Amplituda napęcia powrotnego dochodziła do **263 kVm** (dla 100% - wego prądu zwarciovego symetrycznego wymagane **Uc = 183 kVm** , wyłącznik 126 kV)

TYPE TEST CERTIFICATE OF SWITCHING PERFORMANCE

APPARATUS A three-phase SF₆ circuit-breaker (common enclosure, common-operated) of a GIS bay type ELK-04

DESIGNATION ELK-CB0 **SERIAL No.** 20520226-3

| | | | |
|------------------------------------|--------|-----------------------------|--------------|
| Rated voltage | 145 KV | Rated normal current | 3150/4000 A |
| Rated short-circuit current | 63 kA | Rated frequency | 50/60 Hz (1) |

(1) See note (1) on page 4.

MANUFACTURER ABB AG,
Hanau-Grossauheim, Germany

TESTED FOR ABB AG,
Hanau-Grossauheim, Germany

TESTED BY KEMA HIGH-POWER LABORATORY
Utrechtseweg 310 - 6812 AR Arnhem - The Netherlands

DATE(S) OF TESTS 2 April 2007

The apparatus, constructed in accordance with the description, drawings and photographs incorporated in this Certificate, has been subjected to the series of proving tests in accordance with

IEC 62271-100 subclauses 6.102 to 6.105 and 6.111 (Capacitive current).

This Type Test Certificate has been issued by KEMA following exclusively the STL Guides.

The results are shown in the record of Proving Tests and the oscillograms attached hereto. The values obtained and the general performance are considered to comply with the above Standard and to justify the ratings assigned by the manufacturer as listed on page 4.

The Certificate applies only to the apparatus tested. The responsibility for conformity of any apparatus having the same designations with that tested rests with the Manufacturer.

This Certificate consists of 129 sheets in total.

This Certificate falls under the scope of the accreditation certificate L 020 of the Dutch Council for Accreditation. See information sheet (page 2).

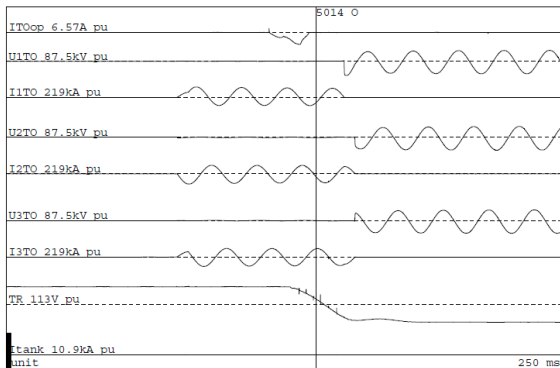
© Copyright: Only integral reproduction of this Certificate, or reproductions of this page accompanied by any page(s) on which are stated the endorsed ratings of the apparatus tested, are permitted without written permission from KEMA. Electronic copies in e.g. PDF-format or scanned version of this Certificate may be available and have the status "for information only". The sealed and bound version of the Certificate is the only valid version.

KEMA Nederland B.V.



P.G.A. Bus
KEMA T&D Testing Services
Managing Director

**Protokół z Próby Typu wyłącznika ELK-CBO
potwierdzający łączenia prądów
pojemnościowych w klasie **C2** : próba
trójfazowa 48 łączy C-O (prąd
pojemnościowy był łączyony w trzech
biegunach , zatem 3 x 48 = 144 łączy C-O)**

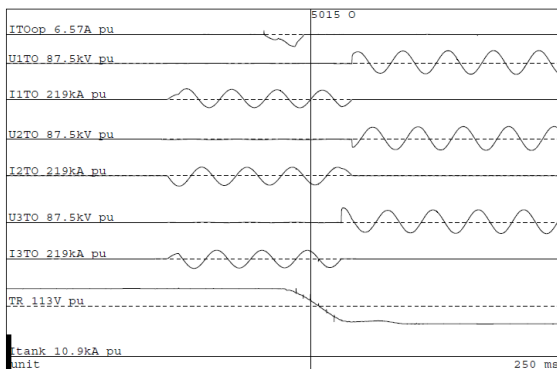


TEST NUMBER: 070402-5014

| Time interval since previous test | min | - | | |
|-----------------------------------|-----|-------|-------|------|
| Operation | | O | | |
| Phase | | R | S | T |
| Breaking current, phase value | kA | 37,7 | 37,6 | 37,7 |
| Average current, three phase | kA | 37,7 | | |
| Breaking current, DC-component | % | 8 | 7 | 1 |
| Recovery voltage, phase value | kV | 18,7 | 19,2 | 18,9 |
| Recovery voltage, between phases | kV | 32,8 | | |
| TRV, peak | kV | -43,5 | -26,0 | 23,1 |
| Arc duration | ms | 12,9 | 17,7 | 17,7 |
| Opening time | ms | 21,1 | | |
| Break time | ms | 34,0 | 38,8 | 38,8 |

Voltage opening coil 77 Vd.c. Gas pressure at 20 °C 0,63 MPa
Operating pressure O-lock

Remarks: Breaker cleared.
Arcing time artificially prolonged by means of a multi-loop device.

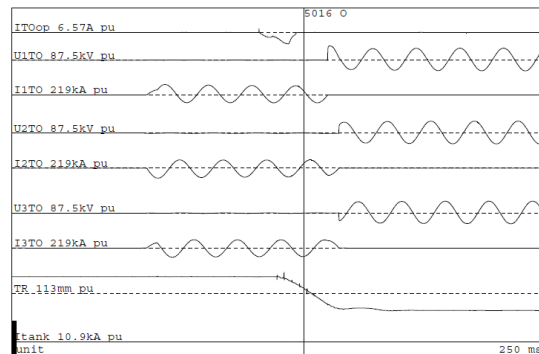


TEST NUMBER: 070402-5015

| Time interval since previous test | min | - | | |
|-----------------------------------|-----|------|-------|------|
| Operation | | O | | |
| Phase | | R | S | T |
| Breaking current, phase value | kA | 38,2 | 38,2 | 37,7 |
| Average current, three phase | kA | 38,0 | | |
| Breaking current, DC-component | % | 8 | 7 | 2 |
| Recovery voltage, phase value | kV | 19,2 | 19,3 | 19,0 |
| Recovery voltage, between phases | kV | 33,2 | | |
| TRV, peak | kV | 24,6 | -25,1 | 42,9 |
| Arc duration | ms | 18,8 | 18,7 | 14,0 |
| Opening time | ms | 21,1 | | |
| Break time | ms | 39,9 | 39,8 | 35,1 |

Voltage opening coil 77 Vd.c. Gas pressure at 20 °C 0,63 MPa
Operating pressure O-lock

Remarks: Breaker cleared.
Arcing time artificially prolonged by means of a multi-loop device.



TEST NUMBER: 070402-5016

| Time interval since previous test | min | - | | |
|-----------------------------------|-----|------|------|-------|
| Operation | | O | | |
| Phase | | R | S | T |
| Breaking current, phase value | kA | 38,1 | 38,0 | 37,5 |
| Average current, three phase | kA | 37,9 | | |
| Breaking current, DC-component | % | 6 | 5 | 4 |
| Recovery voltage, phase value | kV | 18,9 | 19,4 | 19,1 |
| Recovery voltage, between phases | kV | 33,1 | | |
| TRV, peak | kV | 42,4 | 25,4 | -24,9 |
| Arc duration | ms | 11,4 | 16,7 | 16,6 |
| Opening time | ms | 21,1 | | |
| Break time | ms | 32,5 | 37,8 | 37,7 |

Voltage opening coil 77 Vd.c. Gas pressure at 20 °C 0,63 MPa
Operating pressure O-lock

Remarks: Breaker cleared.
Arcing time artificially prolonged by means of a multi-loop device.

Przed wykonaniem **48 trójfazowych** operacji C-O w klasie **C2** wyłącznik trzeba poddać **trzykrotnej** próbie zwarciowej z 60% - towym prądem zwarciowym , z potwierdzeniem czasów lukowych : minimalny ; średni ; maksymalny !

SUMMARY (continued)

| Test no. | | 070402 5060 | 070402 5061 | 070402 5062 | 070402 5063 | 070402 5064 | 070402 5065 |
|-----------------------------------|-------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|
| Time interval since previous test | min | - | - | - | - | - | - |
| Operation | | CO | CO | CO | CO | CO | CO |
| Applied voltage, phase value | T kV | 82,8 | 82,8 | 82,9 | 82,9 | 82,8 | 82,8 |
| | S kV | 82,8 | 82,8 | 83,0 | 82,8 | 82,9 | 82,8 |
| | R kV | 82,3 | 82,3 | 82,4 | 82,3 | 82,3 | 82,3 |
| Applied voltage, between phases | | kV | 143 | 143 | 143 | 143 | 143 |
| Breaking current, phase value | T A | 162 | 162 | 163 | 163 | 162 | 162 |
| | S A | 165 | 165 | 165 | 165 | 165 | 164 |
| | R A | 164 | 164 | 164 | 164 | 164 | 164 |
| Average current, three phase | A | 164 | 164 | 164 | 164 | 164 | 163 |
| Recovery voltage, phase value | T kV | 84,3 | 84,3 | 84,4 | 84,4 | 84,3 | 84,3 |
| | S kV | 84,4 | 84,4 | 84,5 | 84,4 | 84,4 | 84,4 |
| | R kV | 83,8 | 85,0 | 83,9 | 83,7 | 83,7 | 83,7 |
| Recovery voltage, between phases | kV | 146 | 146 | 146 | 146 | 146 | 146 |
| TRV, peak | T kV | 232 | 232 | 231 | 230 | -229 | -232 |
| | S kV | -225 | -224 | -226 | -226 | 228 | 228 |
| | R kV | 261 | 261 | 260 | 260 | -261 | -262 |
| Arc duration | T ms | 7,6 | 10,0 | 9,1 | 8,6 | 10,0 | 9,2 |
| | S ms | 5,0 | 7,4 | 6,9 | 6,1 | 7,8 | 6,8 |
| | R ms | 1,1 | 3,5 | 2,7 | 2,1 | 3,7 | 2,7 |
| Opening time | ms | 19,2 | 19,2 | 19,2 | 19,0 | 19,0 | 19,1 |
| Break time | T ms | 26,8 | 29,2 | 28,3 | 27,6 | 29,0 | 28,3 |
| | S ms | 24,2 | 26,6 | 26,1 | 25,1 | 26,8 | 25,9 |
| | R ms | 20,3 | 22,7 | 21,9 | 21,1 | 22,7 | 21,8 |
| Make time | T ms | 42,4 | 42,4 | 42,2 | 42,8 | 42,5 | 42,5 |
| | S ms | 42,3 | 42,3 | 42,2 | 42,3 | 42,3 | 42,4 |
| | R ms | 42,3 | 42,3 | 42,0 | 42,4 | 42,3 | 42,5 |
| Voltage closing coil | Vd.c. | 121 | 121 | 121 | 121 | 121 | 121 |
| Voltage opening coil | Vd.c. | 121 | 121 | 121 | 121 | 121 | 121 |
| Gas pressure at 20 °C | MPa | 0,70 | 0,70 | 0,70 | 0,70 | 0,70 | 0,70 |
| Operating pressure | | CO-lock | CO-lock | CO-lock | CO-lock | CO-lock | CO-lock |

SUMMARY (continued)

| Test no. | | 070402 5066 | 070402 5067 | 070402 5068 | 070402 5069 | 070402 5070 | 070402 5071 |
|-----------------------------------|-------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|
| Time interval since previous test | min | - | - | - | - | - | - |
| Operation | | CO | CO | CO | CO | CO | CO |
| Applied voltage, phase value | T kV | 82,8 | 83,0 | 82,9 | 82,7 | 82,9 | 82,7 |
| | S kV | 82,8 | 83,0 | 82,9 | 82,7 | 82,9 | 82,8 |
| | R kV | 82,3 | 82,5 | 82,4 | 82,2 | 82,3 | 82,2 |
| Applied voltage, between phases | kV | 143 | 143 | 143 | 143 | 143 | 143 |
| Breaking current, phase value | T A | 163 | 163 | 163 | 162 | 163 | 163 |
| | S A | 165 | 165 | 165 | 164 | 165 | 165 |
| | R A | 164 | 164 | 164 | 164 | 164 | 164 |
| Average current, three phase | A | 164 | 164 | 164 | 163 | 164 | 164 |
| Recovery voltage, phase value | T kV | 84,3 | 84,4 | 84,4 | 84,1 | 84,3 | 84,3 |
| | S kV | 84,4 | 84,6 | 84,5 | 84,3 | 84,5 | 84,4 |
| | R kV | 83,8 | 83,9 | 83,8 | 83,6 | 83,8 | 83,7 |
| Recovery voltage, between phases | kV | 146 | 146 | 146 | 145 | 146 | 146 |
| TRV, peak | T kV | -234 | -233 | -233 | -225 | -234 | -232 |
| | S kV | 226 | 226 | 228 | 262 | 227 | 227 |
| | R kV | -263 | -264 | -263 | -228 | -263 | -263 |
| Arc duration | T ms | 8,4 | 7,4 | 7,2 | 7,7 | 7,5 | 7,2 |
| | S ms | 5,6 | 4,9 | 4,8 | 3,6 | 4,9 | 4,4 |
| | R ms | 1,7 | 1,1 | 0,8 | 0,9 | 1,1 | 0,6 |
| Opening time | ms | 19,3 | 19,2 | 19,2 | 19,2 | 18,9 | 19,4 |
| Break time | T ms | 27,7 | 26,6 | 26,4 | 26,9 | 26,4 | 26,6 |
| | S ms | 24,9 | 24,1 | 24,0 | 22,8 | 23,9 | 23,8 |
| | R ms | 21,0 | 20,3 | 20,0 | 20,1 | 20,0 | 20,0 |
| Make time | T ms | 42,6 | 42,4 | 42,5 | 42,5 | 42,4 | 42,3 |
| | S ms | 42,4 | 42,2 | 42,4 | 42,4 | 42,3 | 42,3 |
| | R ms | 42,5 | 42,2 | 42,5 | 42,5 | 42,3 | 42,4 |
| Voltage closing coil | Vd.c. | 121 | 121 | 121 | 121 | 121 | 121 |
| Voltage opening coil | Vd.c. | 121 | 121 | 121 | 121 | 121 | 121 |
| Gas pressure at 20 °C | MPa | 0,70 | 0,70 | 0,70 | 0,70 | 0,70 | 0,70 |
| Operating pressure | | CO-lock | CO-lock | CO-lock | CO-lock | CO-lock | CO-lock |

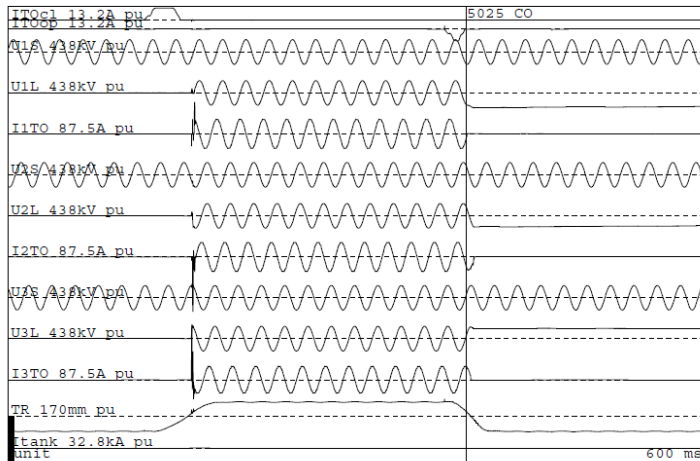
SUMMARY (continued)

| Test no. | | 070402 5072 | 070402 5073 | 070402 5074 |
|-----------------------------------|-------|----------------|----------------|----------------|
| Time interval since previous test | min | - | - | - |
| Operation | | CO | CO | CO |
| Applied voltage, phase value | T kV | 82,9 | 82,9 | 82,7 |
| | S kV | 82,9 | 83,0 | 82,8 |
| | R kV | 82,4 | 82,4 | 82,2 |
| Applied voltage, between phases | kV | 143 | 143 | 143 |
| Breaking current, phase value | T A | 163 | 163 | 162 |
| | S A | 165 | 165 | 165 |
| | R A | 164 | 164 | 164 |
| Average current, three phase | A | 164 | 164 | 164 |
| Recovery voltage, phase value | T kV | 84,4 | 84,4 | 84,3 |
| | S kV | 84,5 | 84,5 | 84,4 |
| | R kV | 83,9 | 83,9 | 83,7 |
| Recovery voltage, between phases | kV | 146 | 146 | 146 |
| TRV, peak | T kV | -234 | -234 | -233 |
| | S kV | 229 | 227 | 226 |
| | R kV | -264 | -264 | -264 |
| Arc duration | T ms | 7,3 | 7,6 | 7,3 |
| | S ms | 4,7 | 5,0 | 4,6 |
| | R ms | 0,7 | 1,2 | 0,7 |
| Opening time | ms | 19,3 | 18,9 | 19,2 |
| Break time | T ms | 26,6 | 26,4 | 26,5 |
| | S ms | 24,0 | 23,8 | 23,8 |
| | R ms | 20,0 | 20,0 | 19,9 |
| Make time | T ms | 42,9 | 42,3 | 42,5 |
| | S ms | 42,3 | 42,1 | 42,3 |
| | R ms | 42,4 | 42,1 | 42,3 |
| Voltage closing coil | Vd.c. | 121 | 121 | 121 |
| Voltage opening coil | Vd.c. | 121 | 121 | 121 |
| Gas pressure at 20 °C | MPa | 0,70 | 0,70 | 0,70 |
| Operating pressure | | CO-lock | CO-lock | CO-lock |

REMARKS

- 070402-5072 Breaker closed and cleared.
- 070402-5073 Breaker closed and cleared.
- 070402-5074 Breaker closed and cleared.

Podczas wykonywania **48 trójfazowych operacji C-O** (prądy pojemnościowe **20 A** oraz **165 A**) dla potwierdzenia klasy **C2** , **nie wystąpiły zapłony ponowne** w komorze gaszeniowej wyłącznika typu ELK-CB0 ! Norma IEC 62271-100 dopuszcza **dwa zapłony** ponowne w komorze gaszeniowej wyłącznika .

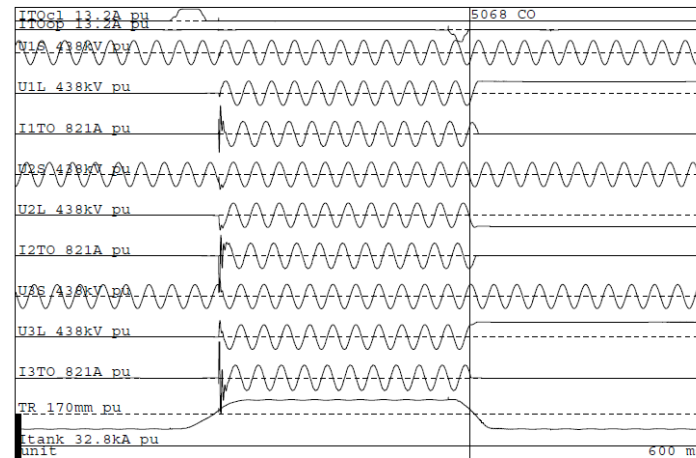


TEST NUMBER: 070402-5025

| | | | | |
|-----------------------------------|-----|-------|------|------|
| Time interval since previous test | min | - | | |
| Operation | | CO | | |
| Phase | | R | S | T |
| Applied voltage, phase value | kV | 83,9 | 84,0 | 83,4 |
| Applied voltage, between phases | kV | ▼ 145 | | |
| Breaking current, phase value | A | 20,0 | 20,0 | 18,3 |
| Average current, three phase | A | 19,4 | | |
| Recovery voltage, phase value | kV | 84,2 | 84,2 | 83,6 |
| Recovery voltage, between phases | kV | ▼ 145 | | |
| TRV, peak | kV | 260 | 228 | -221 |
| Arc duration | ms | 0,6 | 6,4 | 3,6 |
| Opening time | ms | 19,2 | | |
| Break time | ms | 19,8 | 25,6 | 22,8 |
| Make time | ms | 41,1 | 41,6 | 41,1 |

| | | | |
|----------------------|-----------|-----------------------|----------|
| Voltage closing coil | 121 Vd.c. | Gas pressure at 20 °C | 0,63 MPa |
| Voltage opening coil | 121 Vd.c. | Operating pressure | CO-lock |

Remarks: Breaker closed and cleared.



TEST NUMBER: 070402-5068

| | | | | |
|-----------------------------------|-----|-------|------|------|
| Time interval since previous test | min | - | | |
| Operation | | CO | | |
| Phase | | T | S | R |
| Applied voltage, phase value | kV | 82,9 | 82,9 | 82,4 |
| Applied voltage, between phases | kV | 143 ▼ | | |
| Breaking current, phase value | A | 163 | 165 | 164 |
| Average current, three phase | A | 164 | | |
| Recovery voltage, phase value | kV | 84,4 | 84,5 | 83,8 |
| Recovery voltage, between phases | kV | 146 ▼ | | |
| TRV, peak | kV | -233 | 228 | -263 |
| Arc duration | ms | 7,2 | 4,8 | 0,8 |
| Opening time | ms | 19,2 | | |
| Break time | ms | 26,4 | 24,0 | 20,0 |
| Make time | ms | 42,5 | 42,4 | 42,5 |

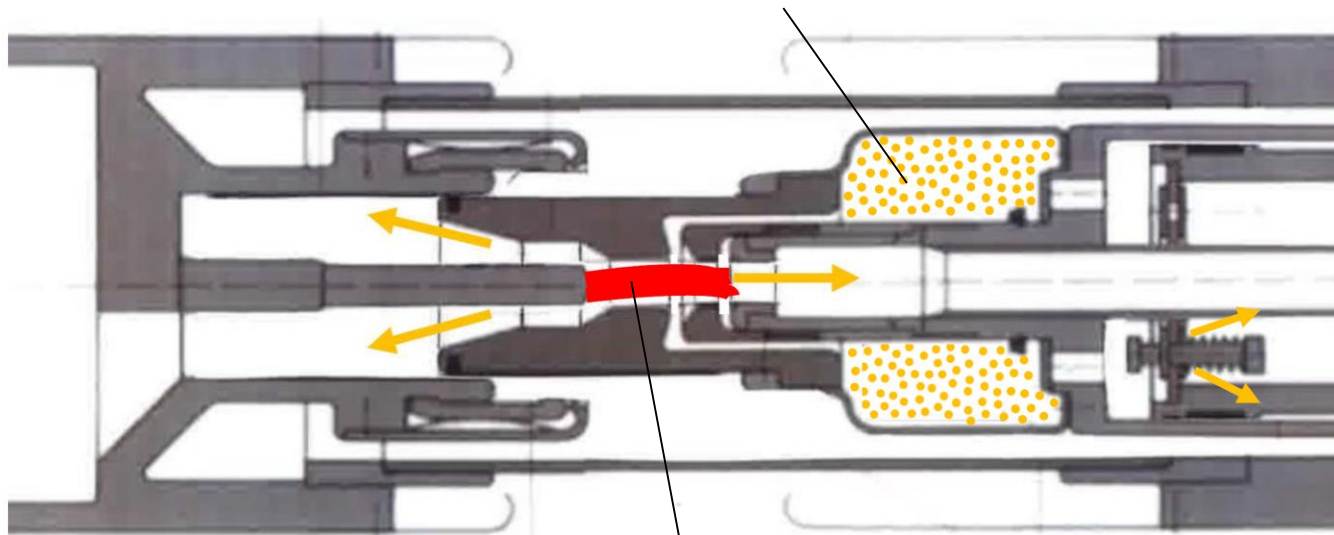
| | | | |
|----------------------|-----------|-----------------------|----------|
| Voltage closing coil | 121 Vd.c. | Gas pressure at 20 °C | 0,70 MPa |
| Voltage opening coil | 121 Vd.c. | Operating pressure | CO-lock |

Remarks: Breaker closed and cleared.

Łączenia C-O prądu pojemnościowego **20 A linia napowietrzna** (amplituda napięcia powrotnego TRV na poziomie **260 kVm** , w przypadku prądu zwarcowego 100% - wego **183 kVm**)

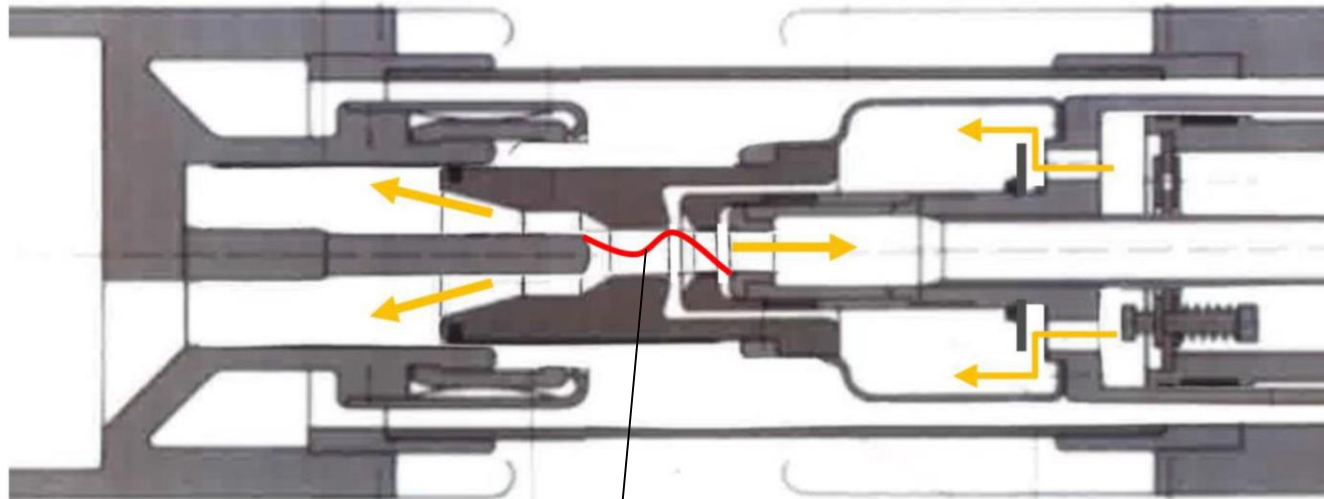
Łączenia C-O prądu pojemnościowego **165 A linia kablowa** (amplituda napięcia powrotnego TRV na poziomie **263 kVm** , a w przypadku prądu zwarcowego 100% -wego **183 kVm**)

Zbiornik pod dyszą główną wypełniony gazem SF6 pod wysokim ciśnieniem



Wyłączanie dużego prądu zwarciovego (40 ; 50 ; 63 kA) w komorze typu Auto-Puffer

Stabilny łuk elektryczny ze zmienną średnicą łuku elektrycznego zatykającą otwór w dyszach , optymalny wypływ gazu SF6 pod wysokim ciśnieniem - generowanym w zbiorniku pod dyszą główną od energii łuku elektrycznego przez obie dysze, silna ablacja dysz (odparowanie materiału na powierzchni - efekt samooczyszczenia oraz dodatkowy wzrost ciśnienia gazów obrębie dysz , podwyższa wytrzymałości przerwy połukowej



Wyłączanie małego prądu (20 – 200 A) w komorze typu Auto-Puffer

Niestabilny łuk elektryczny o małej średnicy – bez wpływu wzrost ciśnienia i dynamikę przepływu gazu SF6 w dyszach , szybki wypływ gazu SF6 ze zbiornika pod dyszą główną , minimalna ablacja dysz – ograniczony efekt samooczyszczenia powierzchni w otworach dysz – obniżenie wytrzymałości przerwy połukowej przez osadzanie się par metali na powierzchni dysz przy wielokrotnym wyłączeniu niewielkich prądów np. pojemnościowych lub prądu zwarciovego 10% -owego , energia łuku elektrycznego nie wpływa na przyrost ciśnienia SF6 w zbiorniku pod dyszą główną a zatem i optymalizację przepływu gazu przy zmieniającej się średnicy łuku elektrycznego

ABB

**Badania wyłącznika ELK-CBO stosowanego w GIS 110 kV
typu ELK-04 na trwałość mechaniczną w klasie **M-2**
(10.000 "C" oraz 10.000 "O") , zgodnie z wymaganiami
IEC 623371-100**

Protokół z próby typu na trwałość mechaniczna 10.000 "CO" wyłącznika ELK-CBO , klasa M-2 stosowanego w GIS 110 kV typu ELK-04



REPORT OF PERFORMANCE No. 08-A07

| | | | |
|---|--|---|--|
| Client | ABB AG, High Voltage Products, Dept. PTPH-E2, Brown-Boveri-Strasse 30, DE-634 57, Hanau-Grossauheim, Germany | | |
| Test object | One three-pole operated three-phase SF ₆ -gas insulated metal-enclosed circuit-breaker of GIS switchgear type. | | |
| Designation | Circuit-breaker: Type: ELK-CBO Serial No: 814904212/616 | Operating mechanism: Type: HMB-1.6 Serial No: 239109793/1 | |
| Manufacturer | ABB AG, High Power Products, DE-634 57, Hanau-Grossauheim, Germany | | |
| Ratings assigned by the manufacturer | Circuit-breaker: Voltage 123 / 145 kV Normal current 2500 / 3150 A Frequency 50 / 60 Hz Short circuit current 40 kA Peak current 104 / 108 kA Operating sequence O-0.3s-CO-3min-CO SF ₆ -gas, nominal pressure at 20°C 0.7 MPa (abs) SF ₆ -gas volume 1233 liters Operating mechanism supply voltages: Closing device 60 / 110 / 220 V d.c. Opening device 60 / 110 / 220 V d.c. Motor 60 / 110 / 220 V d.c. | | |
| Tests performed | - Mechanical operation test at ambient air temperature, 10.000 operating sequences - Measurement of resistance of the main circuit - Tightness check | | |
| Standards | IEC 62271-100, 2006, Sub-Cl. 6.101.2 and 6.4 | | |
| Testing station | High Power Laboratory, Ludvika, Sweden, a testing laboratory accredited according to SS-EN ISO/IEC 17 025 (2005) by SWEDAC | | |
| Test results | The circuit-breaker fulfilled the requirements of the standards. | | |
| Date of tests | December 13, 2007 – January 17, 2008 | | |
| The documents forming this report | Title page and 71 numbered pages | | |

Ludvika, July 03, 2008
Place and Date

Laboratory Manager: Shankar Subramany

SATS Inspector: Helge Nordli

TEST ARRANGEMENTS AND RESULTS

Mechanical operation test at ambient air temperature

The mechanical operation test, consisting of 10.000 operations, was performed in accordance with IEC 62271-100, 2006, Sub-Cl. 6.101.2. In order to obtain 10.000 operations, the operating sequences indicated in the table below were carried out five times. After each series of 2000 operations the operating characteristics were measured according to IEC 62271-100, 2006, Sub-Cl. 6.102.2.5. During the entire test series, no lubrications or adjustments were made.

| Operating Sequence | Operating voltages | | | | Number of operating sequences |
|--|--------------------|-----------------------|-----------------------|----------------|-------------------------------|
| | Voltage level | Closing coil [V d.c.] | Opening coil [V d.c.] | Motor [V d.c.] | |
| C-t _a -O-t _a | Minimum | 94 | 77 | 94 | 500 |
| | Rated | 110 | 110 | 110 | 500 |
| | Maximum | 121 | 121 | 121 | 500 |
| O-0.3s-CO-t _b -C-t _b | Rated | 110 | 110 | 110 | 250 |

Remark: C = Closing, O = Opening, CO = Close-Open, t_a = min. 60 s and t_b = min. 180 s.

Cykl z sumaryczną liczbą operacji : 2000 "C-O" wg. IEC 62271-100 musi być przeprowadzony z zachowaniem odpowiednich sekwencji łączy włączając operacje : O -0.3s- CO -180s- CO (patrz tabela wyżej) . Wykonuje się 5 takich cykli dla potwierdzenia 10.000 operacji "C-O"

Cykl 2000 operacji "C-O" BEZ wykonania 250 operacji z sekwencją O -0.3s- CO -180s- CO niedopuszczalne !

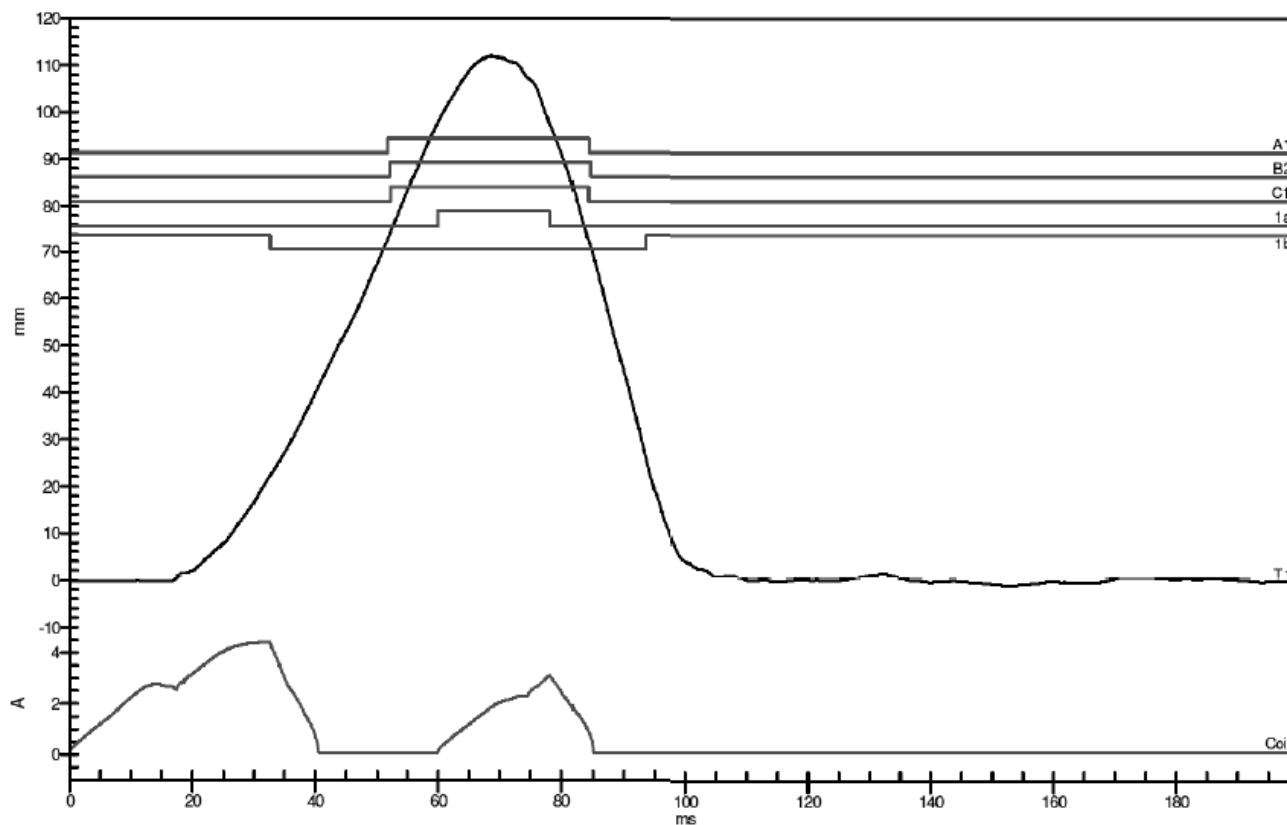
Po każdym cyklu 2000 operacji (pięć cykli) zgodnie z IEC należy wykonać pomiar przebiegu drogi styków podczas załączenia oraz wyłączenia wyłącznika . Charakterystyki drogi muszą się mieścić w tolerancji +/- 5% !



Test No: I-3077
Test Object: ELK-CB0
Mechanism: HMB-1.6

Date/Time: 2007-12-18 16:56:50
Serial No: 814904212/616
Serial No: 239109793/1

No-Load Test Before Test, Close-Open, Nom. Voltage



W każdym cyklu 2000 wykonano próby **natychmiastowego** cyklu C-O
(jednoczesne podanie napięcia na cewkę załączającą oraz wyłączającą)

Rewizja komory gaszeniowej po zakończeniu próby wyłącznika na trwałość mechaniczną w klasie **M-2** konieczna , ze względu na ocenę **stanu pokrycia** powierzchni w zestyku głównym komory !



Photo 4: Moving contact side of main contact

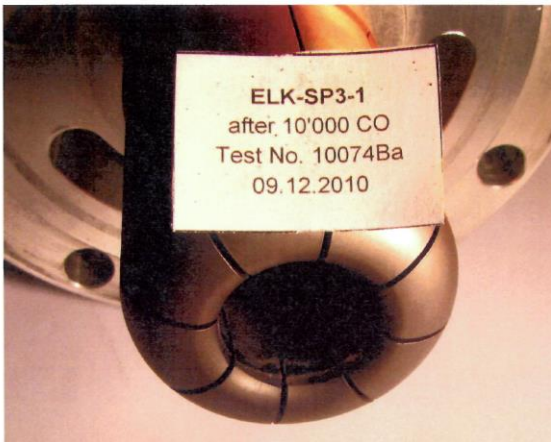


Photo 5: Moving contact side of arcing pin

Photo of dismantled contacts



Photo 2: Main contact on fixed contact side

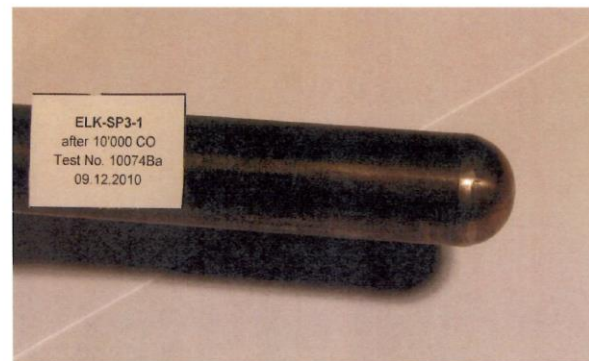


Photo 3: Arcing pin on fixed contact side

Widok elementów komory gaszeniowej po badaniach wyłącznika GIS , po przejściu próby na trwałość mechaniczna w klasie M-2 (10.000 C-O) , Próbę na klasę M-2 wyłącznika można uznać za udaną , jeśli jest **nie jest naruszona powłoka galwaniczna** (z reguły srebrzenie) elementów zestyku głównego , oraz jest zachowany pierwotny kształt styku tulipanowego opalnego (patrz zdjęcia)

**Próby funkcjonalne prawidłowego działania GIS typu ELK-04
przeprowadzono w temperaturze minus 31,5°C !**

Report of Performance No. 08-S08

High and low temperature test on a three-phase SF6-gas insulated circuit breaker type ELK-CBO of switchgear Type ELK-04

Przykład Raportu z badań funkcjonalnych przedziału wyłącznikowego GIS typu ELK-04 w zakresie temperatur : **minus 30°C** -- plus 40°C .

Pozostałe przedziały GIS typu ELK-04 również przebadano w powyższym zakresie temperatury otoczenia

Trondheim, 2008-06-10

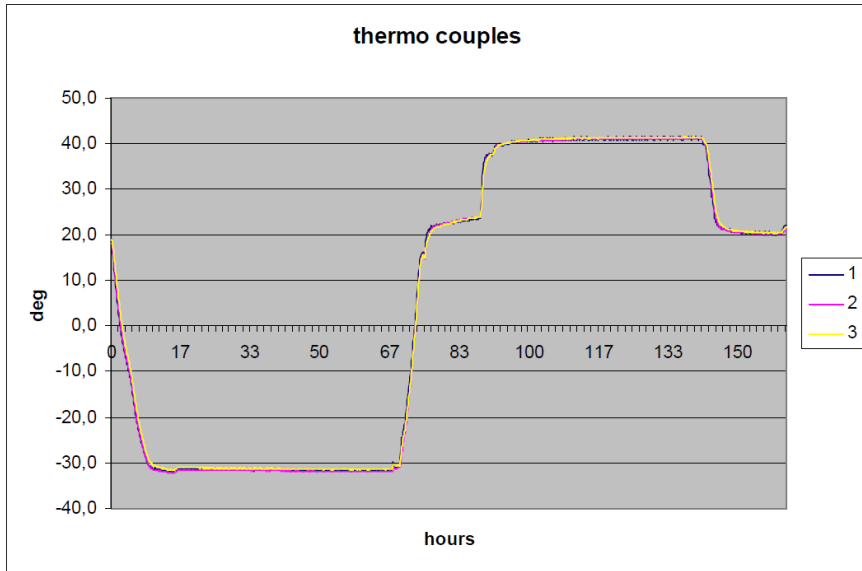
Rolf Hegerberg
SATS Certification: Rolf Hegerberg

Copyright: SATS

5 Photograph of the test object



6 Temperature plot



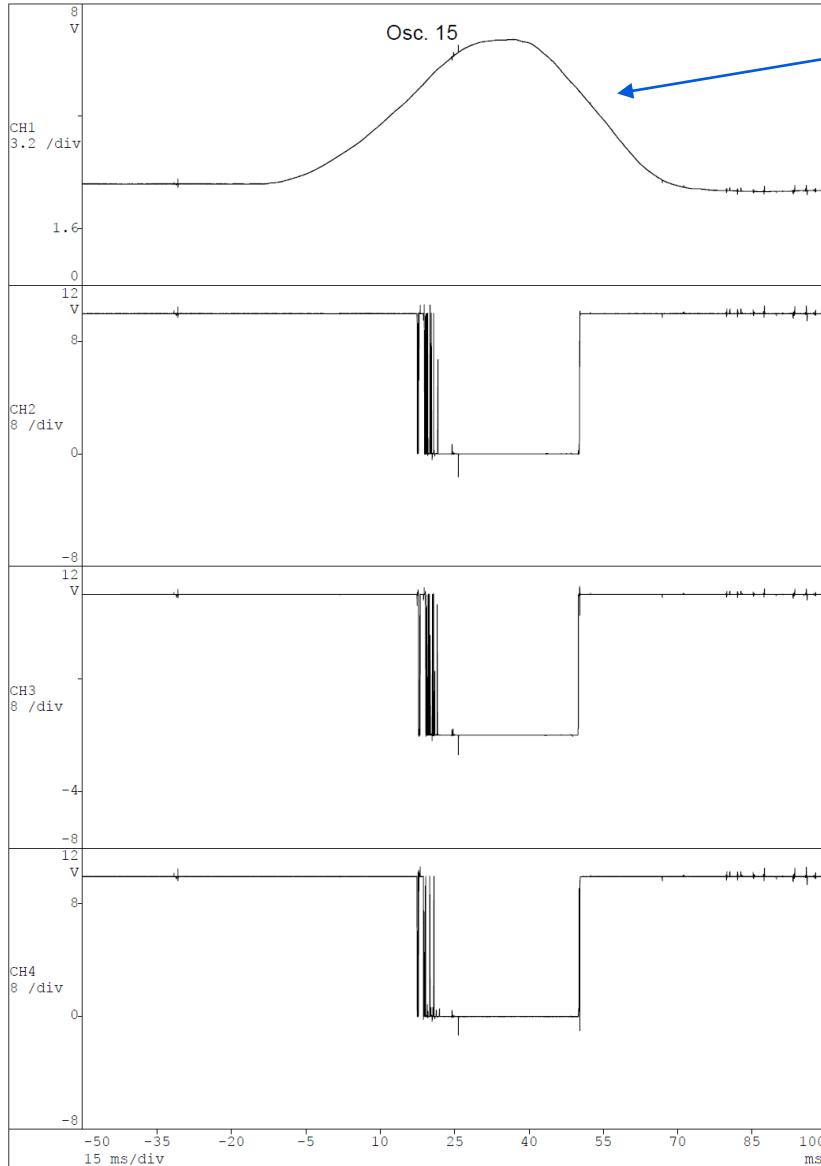
50 operacji C - O w temperaturze : minus 31,5°C

3.3.2 Low temperature test

The climate chamber was cooled down to $-30\text{ }^{\circ}\text{C}$ and kept at that temperature for 24 hours.

| Remarks | Osc. no | Operation voltage (V) | Operation mode | Operation time (ms) | | | |
|--|---------|-----------------------|----------------|---------------------|------|------|---------|
| | | | | A | B | C | Coil- A |
| -31.5 °C | 8 | 110 | Open | 28.0 | 27.6 | 27.6 | 28.0 |
| | 10 | 110 | Close | 51.2 | 51.2 | 50.4 | 52.8 |
| Heater disconnected for 2 hours | 11 | 110 | Open | 28.8 | 28.6 | 28.6 | 28.8 |
| The above operation was performed with the lock-out contact of density meter closed. The operation was successful. The heater was switched on after the operation (osc.11) | | | | | | | |
| After 24 hours in open position | 12 | 110 | Close | 52.0 | 53.2 | 53.6 | 52.0 |
| | 13 | 110 | Open | 28.8 | 28.4 | 28.4 | 28.0 |
| Close-open operation no delay | 15 | 110 | Close | 51.0 | 52.0 | 51.6 | 51.0 |
| Close-open operation no delay | | | Open | 26.0 | 26.0 | 26.4 | 25.7 |
| Close-open operation no delay | 16 | 110 | Close | 51.0 | 52.4 | 51.6 | 51.0 |
| Close-open operation no delay | | | Open | 26.0 | 25.6 | 26.0 | 25.5 |
| Close-open operation no delay | 17 | 110 | Close | 51.0 | 52.0 | 52.4 | 50.5 |
| Close-open operation no delay | | | Open | 26.0 | 25.2 | 25.6 | 25.2 |
| 46xclose-ta-open - 3 min. no 11 | 18 | 110 | Close | 51.2 | 51.2 | 50.8 | 51.2 |
| No. 21 | 19 | 110 | Open | 28.8 | 28.4 | 28.4 | 28.8 |
| | 20 | 110 | Close | 48.6 | 49.6 | 50.8 | 48.4 |
| | 21 | 110 | open | 28.0 | 28.0 | 28.0 | 27.8 |

| Remarks | Osc. no | Operation voltage (V) | Operation mode | Operation time (ms) | | | |
|---------|---------|-----------------------|----------------|---------------------|------|------|---------|
| | | | | A | B | C | Coil- A |
| No. 31 | 22 | 110 | Close | 50.4 | 50.8 | 50.4 | 50.4 |
| | 23 | 110 | Open | 28.0 | 28.0 | 28.4 | 28.2 |
| No. 41 | 24 | 110 | Close | 50.4 | 50.4 | 50.1 | 50.0 |
| | 25 | 110 | Open | 28.0 | 27.6 | 27.6 | 27.8 |
| No. 50 | 26 | 110 | Close | 50.4 | 50.4 | 50.4 | 50.1 |
| | 27 | 110 | Open | 28.4 | 28.0 | 28.0 | 27.9 |



- Oscylogram No. 15 : C – O „natychmiastowe”
- (bez opóźnienia) kumulacja sił generowanych przez napęd w spawanej obudowie przedziału wyłącznikowego , w temperaturze materiału obudowy **minus 31,5°C** , z czym wiążą się podwyższone naprężenia mechaniczne - wewnętrzne w stopie aluminium

Praktyczne wykorzystanie wykonania prób funkcjonalnych GIS typu ELK-04 w zakresie temperatur od **minus 30°C** do plus 40°C .



Obudowa przedziału wyłącznikowego ELK-04 (bezpośredni wpływ niskich temperatur oraz zmian wilgotności)

„Teleskopowy” przedział w ciągu szyn zbiorczych

GIS typu ELK-04 w wykonaniu **napowietrznym** (RWE Warszawa) , stacja : RPZ Ochota , schemat H-5 (pięć wyłączników 110 kV)



Obudowa przedziału wyłącznikowego ELK-04 (bezpośredni wpływ niskich temperatur oraz zmian wilgotności)

GIS typu ELK-04 w wykonaniu **napowietrznym** (RWE Warszawa) , stacja : RPZ Ochota

- Stacja RPZ Ochota: 5 polowa rozdzielnica 110 kV /układ H5/ w izolacji gazowej typu ELK-04 /data uruchomienia listopad 2012/
- Stacja RPZ Targówek: 5 polowa rozdzielnica 110 kV /układ H5/ w izolacji gazowej typu ELK-04 /data uruchomienia czerwiec 2013/.

Potwierdzamy ich bezawaryjną pracę od czasu uruchomienia.

STARSZY SPECJALISTA
Zarządzania Jakością

Kazimierz Chofast

MENEDŻER
Marek Gotoś
Marek Gotoś

RWE Stoen Operator Sp. z o.o.

ul. Piękna 46

00-672 Warszawa

T +48 22 821-3131

F +48 22 821-4702

I www.rwestoenoperator.pl

E operator@rwe.pl

Prezes Zarządu:

Robert Stelmaszczyk

Członkowie Zarządu:

Agnieszka Nosal

Klaus Engelbertz

ELK-04 w wykonaniu **napowietrznym (RWE Warszawa) , stacje : RPZ Ochota ; RPZ Targówek**



Moduł typu ST7 produkcji ABB Sp. z o.o. w Warszawie z pięciowłaznikowym GIS typu ELK-04 (schemat H-5) dla ALROSA – kopalnia diamentów w Jakucji Centralna Syberia w sąsiedztwie bieguna zimna na Ziemi ! Podczas transportu z Warszawy do miasta Jakuck w Jakucji na odcinku drogi - ponad 5 tysięcy kilometrów - trwale oddziaływanie wstrząsów na wyżej pokazaną strukturę GIS . Podczas transportu obniżone ciśnienie SF6 do wartości ciśnienia absolutnego 125 kPa = 0.125 MPa (25 kPa = 0.025 MPa ponad ciśnienie atmosferyczne. Po dotarciu modułów ST7 do Jakucji nie stwierdzono jakiegokolwiek ubytku gazu SF6 !