



היבטים תחזוקתיים ומצבי כשל בציוד במסדרים סגורים GIS

Gas insulated switchgear

כנס אילת 2018

מציגים: חיים דוד
טארק עטאללה



מסדרי GIS – Gas Insulated Switchgear יתרונות וחסרונות

➤ שטח

יחס 1 ל 2.5 ביחס למסדרים פתוחים.

➤ בטיחות

➤ איכות הסביבה

➤ תחזוקה

במסדרים פתוחים מבוצעת יותר תחזוקה.

➤ עלויות

עלות לאורך חיי הציוד

עלות תחמ"ש עם מסדר סגור כמעט זהה לעלות תחמ"ש עם מסדר פתוח.

➤ אמינות ותקלות

מספר הימים של אי זמינות ומשך זמן תיקון לשנה גדול יותר במסדרים פתוחים
לעומת סגורים

הוראות תחזוקה

במסדרי GIS מבוצעת תחזוקה תקופתית על פי הוראות יצרני הציוד,

- 3Y – ביקורת תלת שנת
ביקורת חזותית, רישום מספר פעולות.
- 6Y – טיפול שש שנתי
חוזרים על ביקורת תלת שנתית, בודקים טיב גז בתאי המסדר.
- 12Y – טיפול למפסק
חוזרים על ביקורת שש שנתית, ביקורת מורחבת במפסק הזרם, בדיקות לחצים במערכות ההפעלה של המסדר.
- 18/20Y – שיפוץ אמצע אורך חיים Half Life Cycle Maintenance
ביקורת מקיפה למפסק הזרם, טיפול במנגנוני ההפעלה ומפסקי הזרם.
- 36Y – שיפוץ/חידוש אורך חיים Life Cycle Maintenance
- **בנוסף לתחזוקה התקופתית מבוצעת תחזוקה חזויה SPDM**

Half Life Cycle Maintenance – תחזוקה חצי אורך חיים 18/20Y – GIS

בניית תוכנית שיפוץ יש לקחת בחשבון:

1. התארגנות לוגיסטית – חלפים, מומחה וכלי עבודה
2. טכנולוגיה, לו"ז ועלויות
3. תחזוקה נדרשת לפי הוראות יצרן:
 - ✓ טיפול למנגנוני ההפעלה במסדר.
 - ✓ טיפול מפסקי הזרם.
 - ✓ מגעים.
4. בדיקות מקדימות בכל שדה
 - ✓ התנגדות מגעים.
 - ✓ בדיקות טיב גז.
 - ✓ זמני מיתוג.
5. כח אדם לתחזוקה בחח"י
 - ✓ מומחים של ספקי ציוד ואנשי חח"י – 2 שדות בליווי מומחה.
 - ✓ לומדים, מתעדים.
 - ✓ תחזוקה מבוצעת ע"י אנשים מיומנים.

שלבים לתחזוקה חצי אורך חיים – Half Life Cycle Maintenance – המשך

קריטריונים לתחזוקה וסדר עדיפויות

- ✓ עפ"י הוראות היצרנים, תחזוקה תקופתית
- ✓ מצב הצידוד - על סמך בדיקות מקדימות
- ✓ חשיבות מערכתית וקריטיות
- ✓ סקירת המצב בעולם.
- ✓ מספר פעולות בשגרה
- ✓ מספר פעולות בקצר
- ✓ הספק קצר מצטבר

"כל הצידוד מתוחזק בסדר עדיפות עפ"י הקריטריונים"

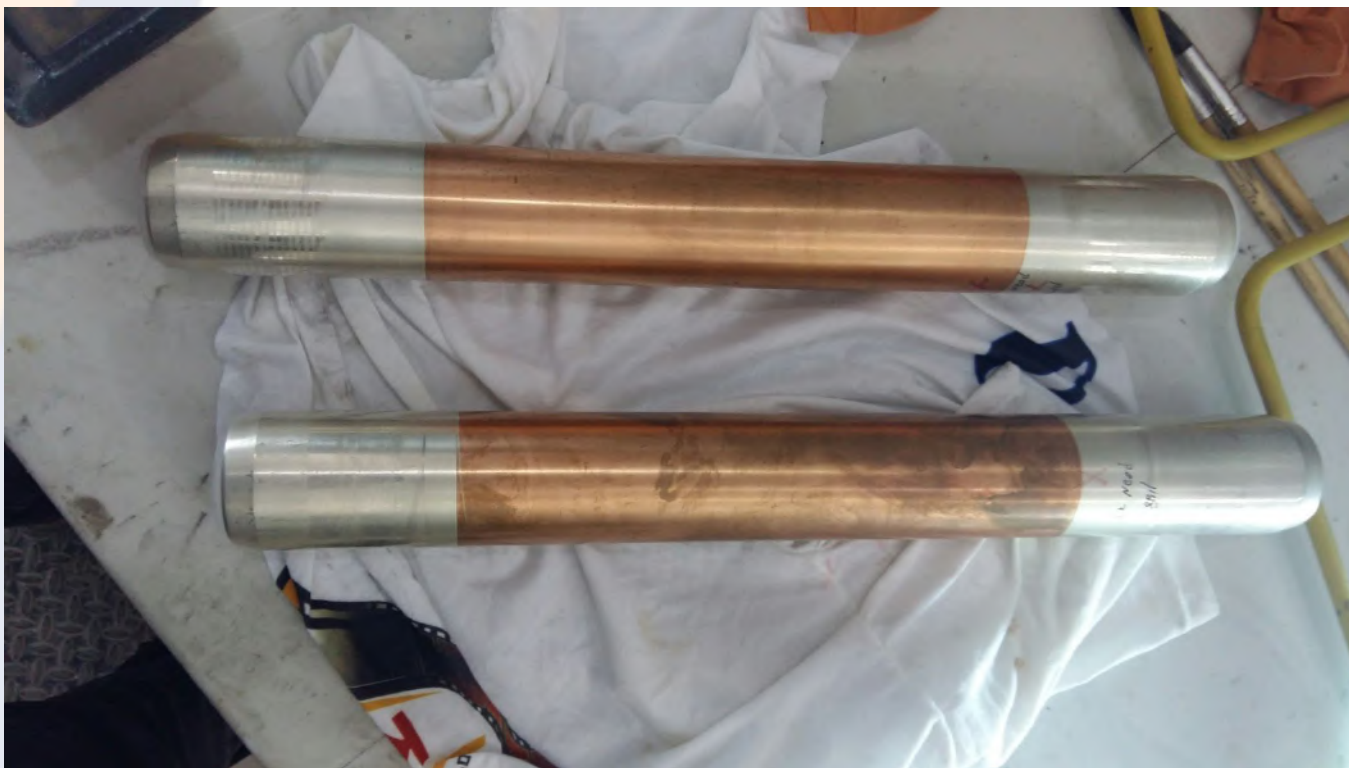
תחמ"ש קיסריה 170 ק"ו - יחידת הפסקה במפ"ז



תחמ"ש קיסריה 170 ק"ו - יחידת הפסקה במפ"ז - מגעים

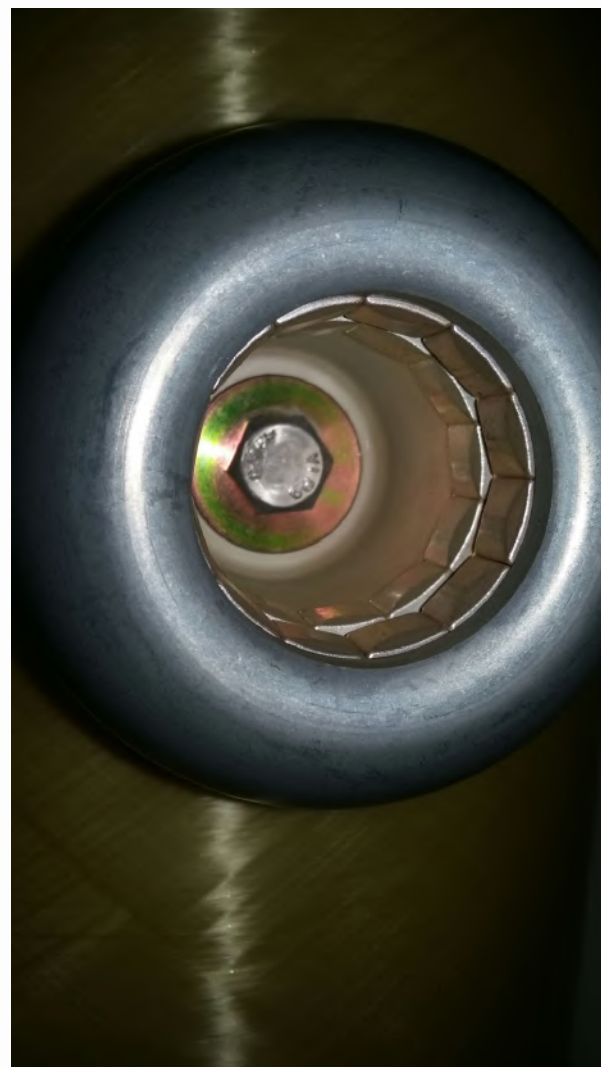


תחמש 170 ק"ו – מגעים לאחר פתיחה



תחמ"ש 170 ק"ו - יחידת הפסקה + מגע ראשי

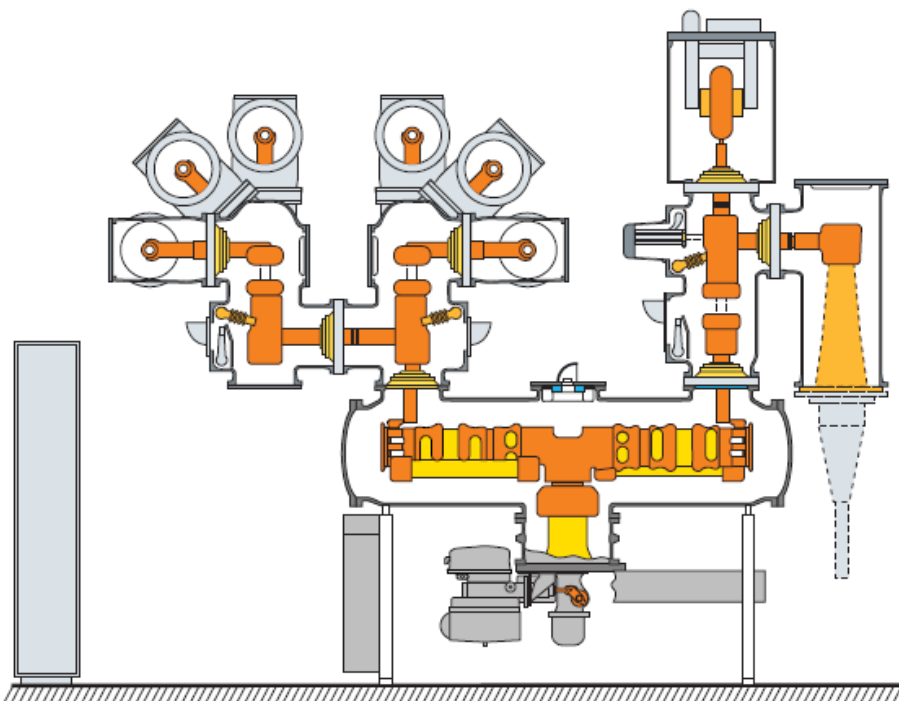
תחמ"ש 170 ק"ו - מגע ראשי



תקלות במסדרי GIS

התארגנות לתקלות צריכה לקחת בחשבון את הקריטריונים הבאים:

- חלקי חילוף – רכישה מראש, משך זמן ייצור ע"י ספק הציוד
- אפשרות לשימוש בשדות רזרביים
- משך זמן תיקון
- התארגנות, צורך בהפסקות, עיתוי
- בדיקות לאחר שיפוץ/תיקון
- עלות אי זמינות ייצור חשמל



תקלות שאירעו לאחרונה במסדרי GIS בחח"י

- **תקלה במנתק במסדר 170 ק"ו .**
זיהוי מוקדי חום ע"י צוות תחזוקה חזויה שהוביל להחלפת המנתק במנתק חדש.
- **קצר במקשר מסדר 170 ק"ו, מסדר חדש יחסית.**
- **קצר במשנה זרם במסדר 400 ק"ו.**
- **נזילות שמן ממנגנוני הפעלה במסדרי 170 ו 400 ק"ו.**

בבחירת מסדרים סגורים יש לקחת בחשבון:

- טכנולוגיה.
- מחיר עפ"י מחזור חיים.
- יכולת אספקת חלפים בזמן תקלה, זמן יצור ואספקה
- עלות אי ייצור חשמל או אי זמינות

תודה

חישוב הספק קצר במפסק זרם

זרמי קצר במפסק מסוים

Fault Current interrupted
BY pahse T on BKR line 5

kA	kA ²
7	49
5	25
25	625
3.8	14
3.7	14
7	49
23.8	566
4.2	18
21.2	449
25	625
9	81
7	49
4	16

2,581 >>>> 12%

נתוני יצרן לדגם מסוים של ציוד

Electrical Wear Calculation

No of Op.	% if nlcc	lcc kA	kA ²
1	100%	50	2,500
2	80%	40	1,600
4	50%	25 KA	2,500
11	30%	12.5	2,475
25	20%	10	2,500
45	15%	7.5	2,531
100	10%	5	2,500
500	100%	3.15	4,961

21,567

Nominal Current

Maximum admissbile cumulated kA²



בידוד פנימי – גז SF6

גופרית שש פלואורית (SF6) לא מופיעה כחומר בטבע והיא נוצרת בתהליכים כימיים.

Chemical properties

- $S_2 + 6 F_2 \Rightarrow 2SF_6 + 524 \text{ kcal}$
- 524 kcal are necessary for molecular breakdown



Sulphur hexafluoride = SF₆

- A chemical compound containing Sulphur and Fluorine
- Chemical formula: SF₆



גופרית שש פלואורית משמשת בעיקר לבידוד חשמלי במערכת אספקת החשמל.

המקורות התעשייתיים העיקריים לפליטת SF6: תחנות אספקת חשמל, ייצור מגנזיום ומוצרי צריכה שונים וייצור מוליכים למחצה.

השפעות בריאותיות

ריכוזי גופרית שש פלואורית האופייניים באוויר אינם מסוכנים לבני אדם.

חשיפה נשימתית רבה לריכוזי גופרית שש פלואורית עלולה לפגוע במוח.

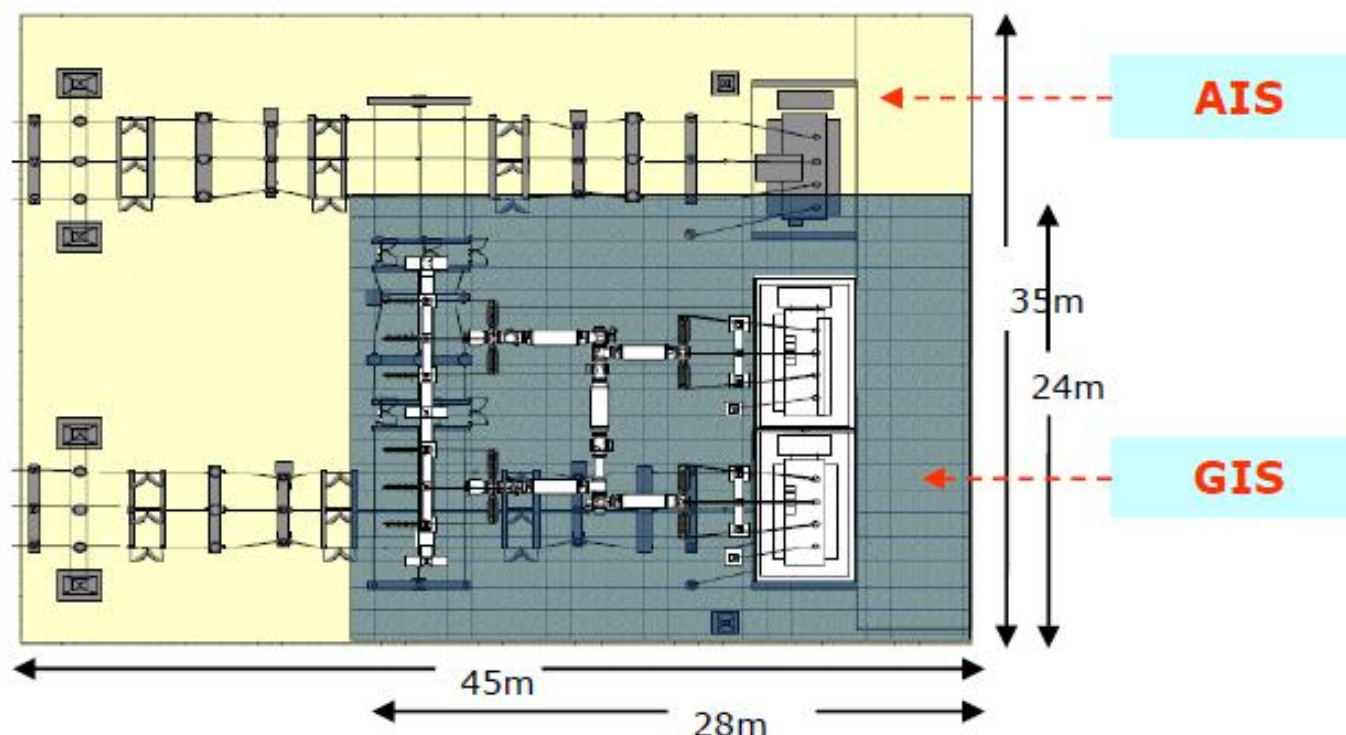
גז SF6 העובר קצר הופך לחומר רעיל (חומ"ס) ויש לנקוט באמצעי מיגון מתאימים לעובדים

מסדרי GIS – Gas Insulated Switchgear

יתרונות וחסרונות

שטח ➤

יחס 1 ל 2.5 ביחס למסדרים פתוחים .



GIS&AIS-קונפיגורציית H

עלות לאורך חיי הצידוד

Comparison Summary	Cost
AIS Double Busbar	€12,284,470
GIS Double Busbar	€13,715,855

עלות ציוד +
הקמה ותחזוקה

Table 5.1: Development costs associated with switchgear materials, installation and maintenance only (Ratio GIS : AIS = 1:0.9)

Table 5.2 shows the costs for the substation development. However, in association with switchgear materials, installation and maintenance costs; the comparison has been extended to include civil and common costs also.

Comparison Summary	Cost
AIS Double Busbar	€25,288,970
GIS Double Busbar	€25,385,355

עלות ציוד +
הקמה ותחזוקה
+ עלות אזרחית
וכללי

Table 5.2: Development costs including civil & common costs in addition to costs associated with switchgear materials, installation and maintenance (Ratio GIS : AIS = 1:0.996)

עלות לאורך חיי הציווד

$$LCC = IC + [FC + VC] * \left[\frac{(1 + p)^n - 1}{p * (1 + p)^n} \right]$$

Where:

LCC = Life Cycle Cost

IC = Investment Cost

FC = O&M Cost, i.e., fixed annual cost

VC = Interruption Cost, i.e., variable cost

n = substation planned life time

p = Interest rate

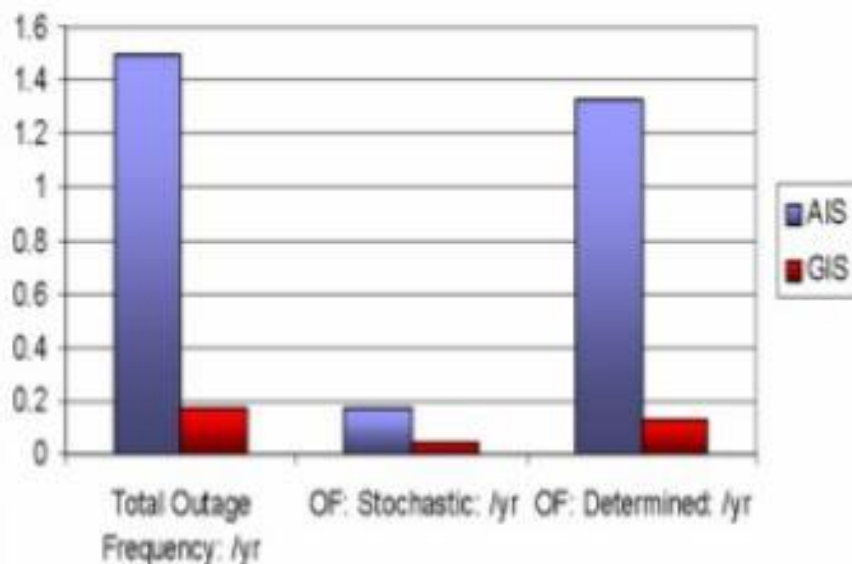
To calculate the LCC we are assuming a 7% discount rate and a 30 year substation life. The investment costs are \$5,000,000 and \$7,000,000 respectively. O&M costs are \$37,000 per year for the AIS substation alternative and \$1,200 for the GIS substation alternative.



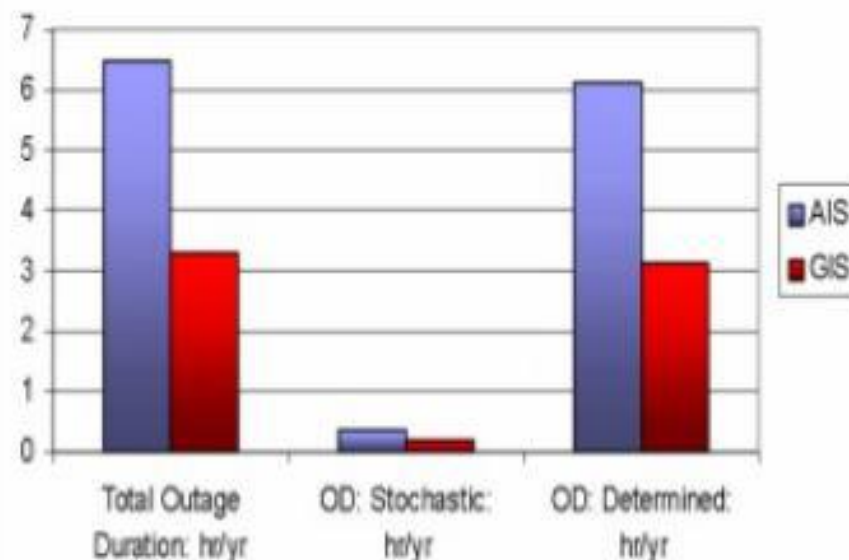
כמות תקלות ומשך זמן תיקון

GIS – Benefits over AIS

Outage frequency



Outage duration



תקלה במקשר פסי צבירה תחמ"ש 170 ק"ו



תקלה במשנה זרם במסדר 400 ק"ו

