

שילוב צ'ילרים לשיפור יעילות ייצור החשמל בתחנות כוח



מהנדס יוני מלאכי

כנס אימקם - 22.7.2014



שילוב צ'ילרים לשיפור יעילות ייצור החשמל בתחנות כוח





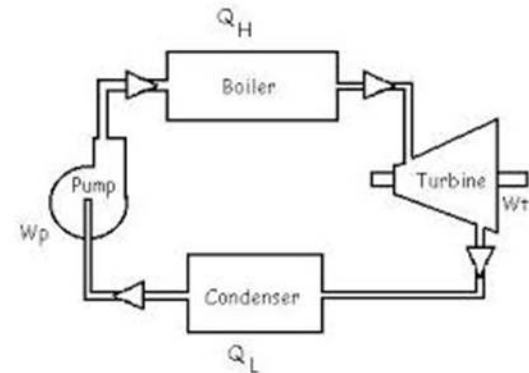
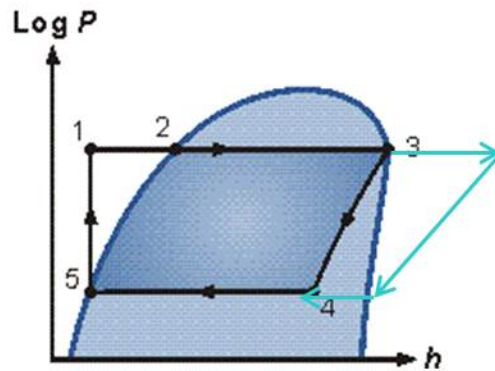
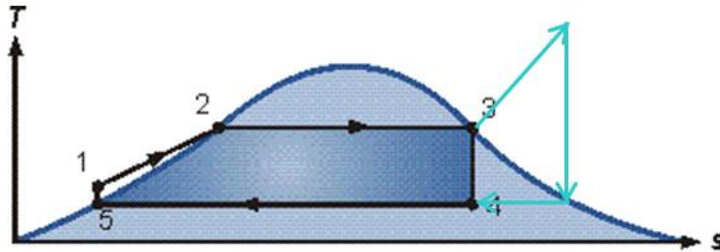
שילוב צ'ילרים לשיפור יעילות ייצור החשמל בתחנות כוח

ראשי פרקים -

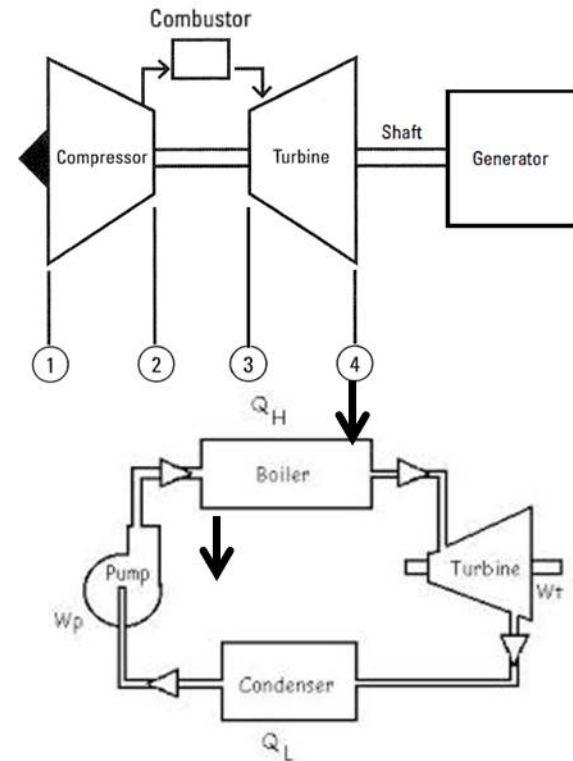
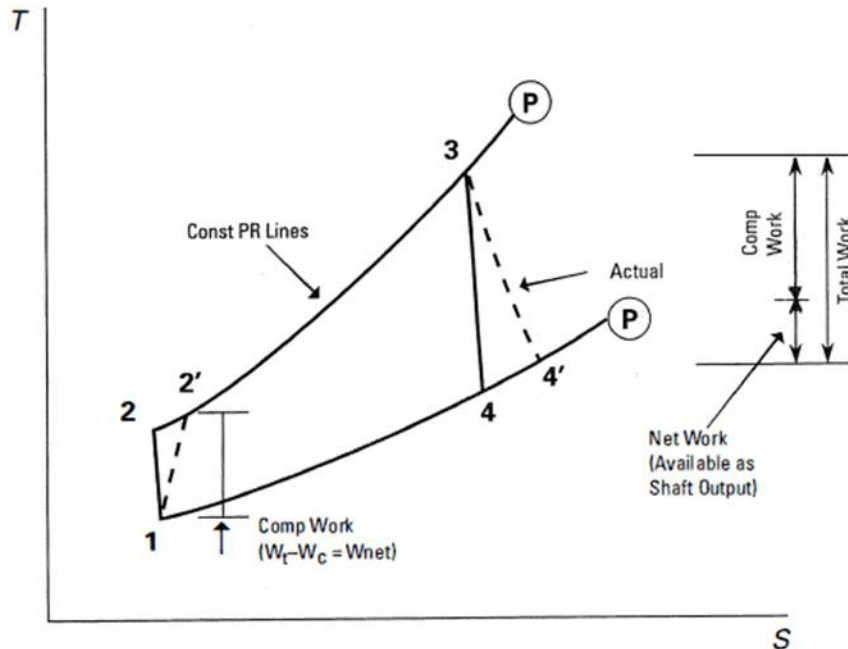
תרמו-דינאמיקה בסיסית של תחנות כוח במחזור רנקין וברייטון והשילוב ביניהם

- עיקרון פעולת טורבינת גז לייצור חשמל
- ניתוח תרמו-דינאמי של השפעת טמפ' סביבה על יעילות מחזור ברייטון
- הגדרת הבעיה - אובדן תפוקת טורבינת גז בטמפ' סביבה גבוהה דווקא בשיא הביקוש וכשתעריף החשמל נמצא בפסגה
- פתרון הבעיה - CTIAC - Combustion Turbine Inlet Air Cooling
- פסיכרומטריה בסיסית של פתרונות - אידוי מים מול מערכת צ'ילרים
- הצגת ניתוח ביצועים באמצעות מחשבון און-ליין
- סקירת פרויקט ייחודי שביצענו לאחרונה -
- שילוב מתקן צ'ילרים בתפוקה של 5000 טון קירור לשיפור יעילות ייצור החשמל בתחנת כוח בעלת הספק ייצור כולל של 110 מגה-וואט.

מחזור תחנת כוח בסיסי - טורבינת קיטור - Rankine Cycle



מחזור תחנת כוח בסיסי - טורבינת גז - Brayton Cycle



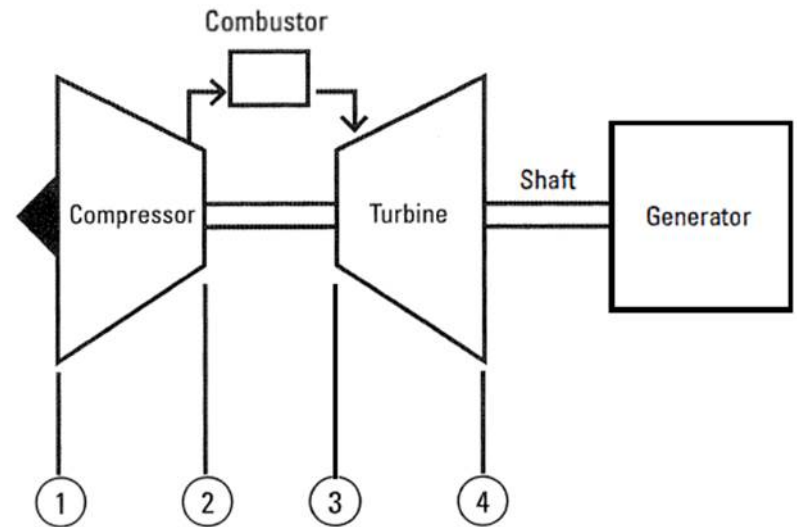
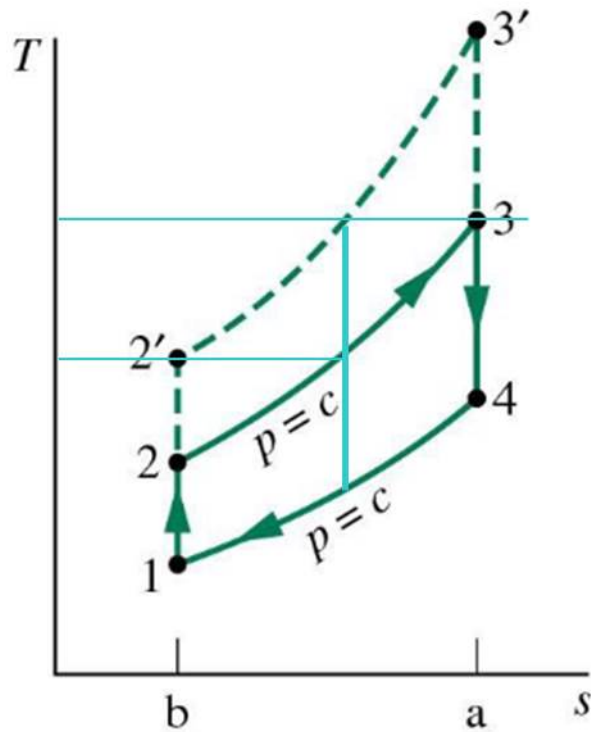


שילוב צ'ילרים לשיפור יעילות ייצור החשמל בתחנות כוח

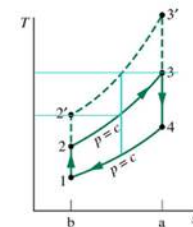
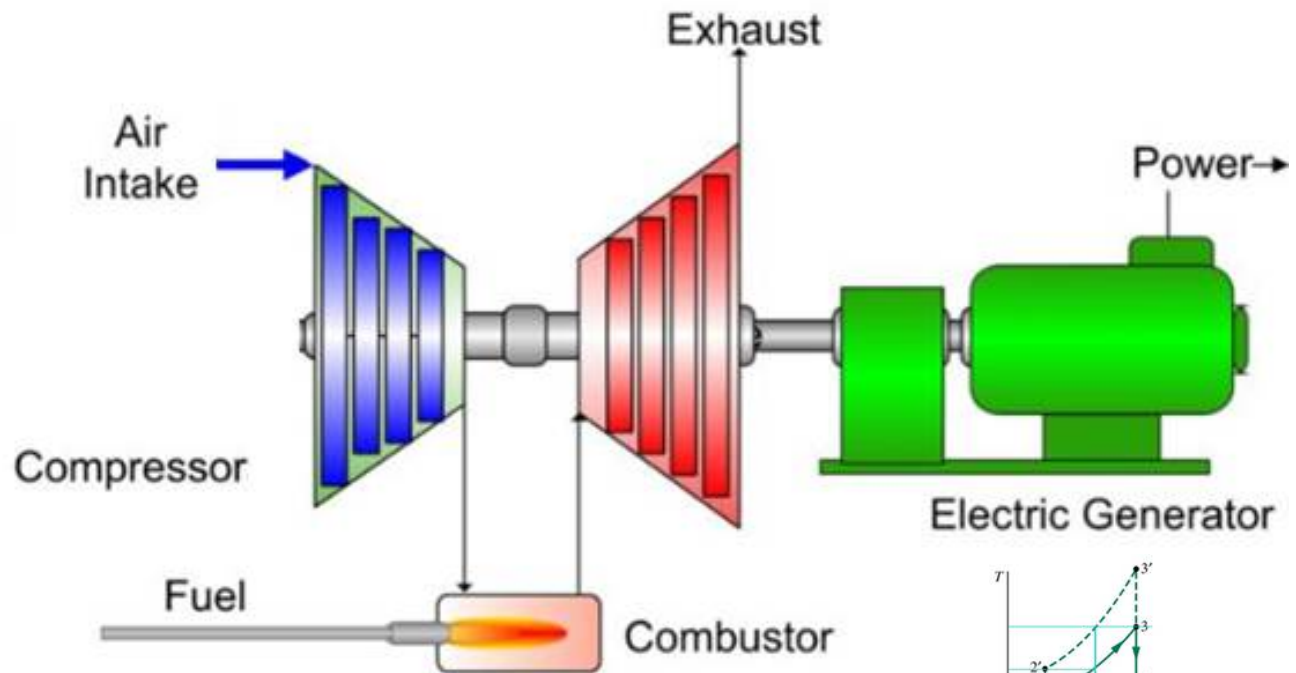
ראשי פרקים -

- תרמו-דינאמיקה בסיסית של תחנות כוח במחזור רנקין וברייטון והשילוב ביניהם
- **עיקרון פעולת טורבינת גז לייצור חשמל**
- ניתוח תרמו-דינאמי של השפעת טמפ' סביבה על יעילות מחזור ברייטון
- הגדרת הבעיה - אובדן תפוקת טורבינת גז בטמפ' סביבה גבוהה דווקא בשיא הביקוש וכשתעריף החשמל נמצא בפסגה
- פתרון הבעיה - CTIAC - Combustion Turbine Inlet Air Cooling
- פסיכרומטריה בסיסית של פתרונות - אידוי מים מול מערכת צ'ילרים
- הצגת ניתוח ביצועים באמצעות מחשבון און-ליין
- סקירת פרויקט ייחודי שביצענו לאחרונה -
- שילוב מתקן צ'ילרים בתפוקה של 5000 טון קירור לשיפור יעילות ייצור החשמל בתחנת כוח בעלת הספק ייצור כולל של 110 מגה-וואט.

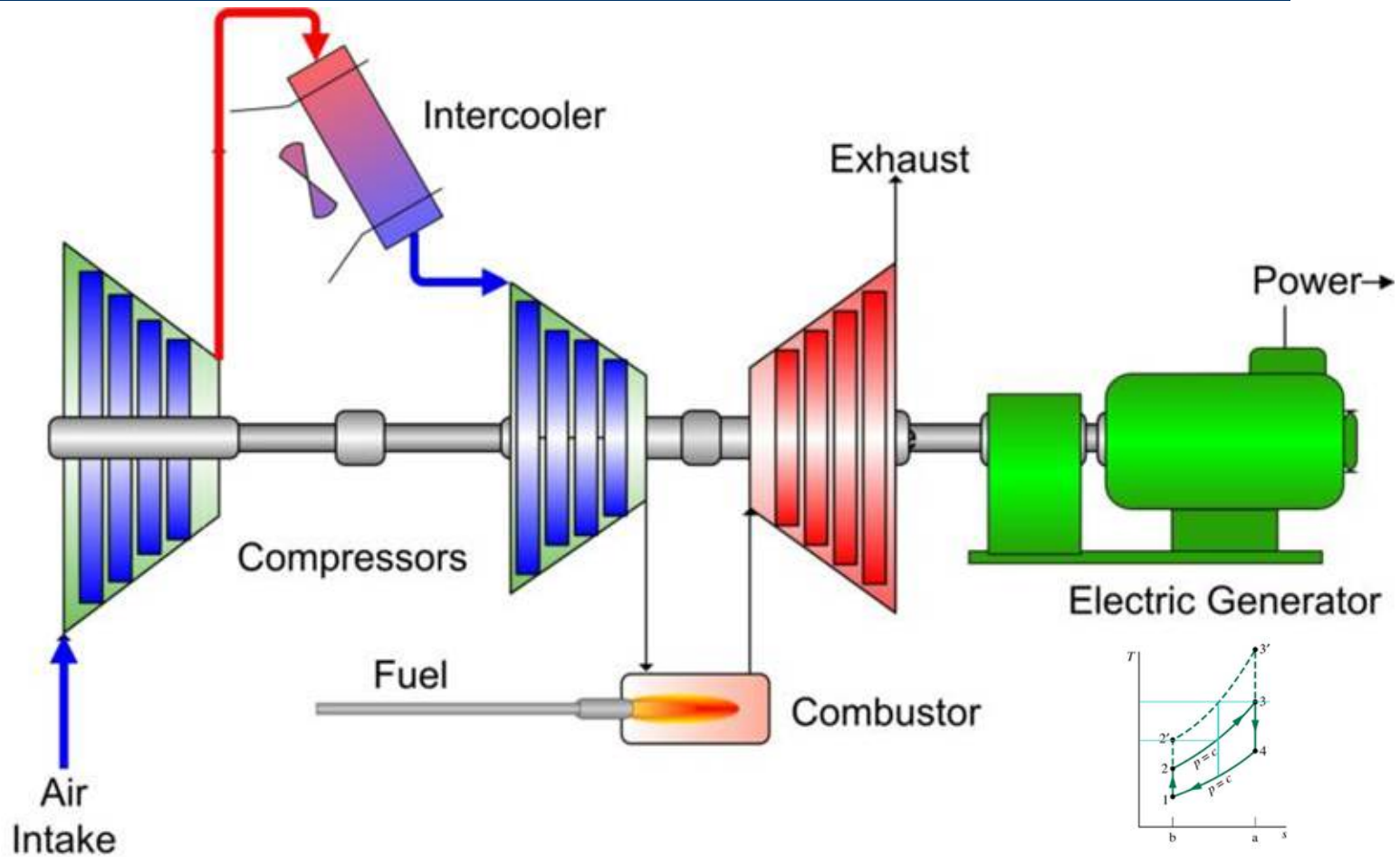
עיקרון פעולת טורבינת גז לייצור חשמל



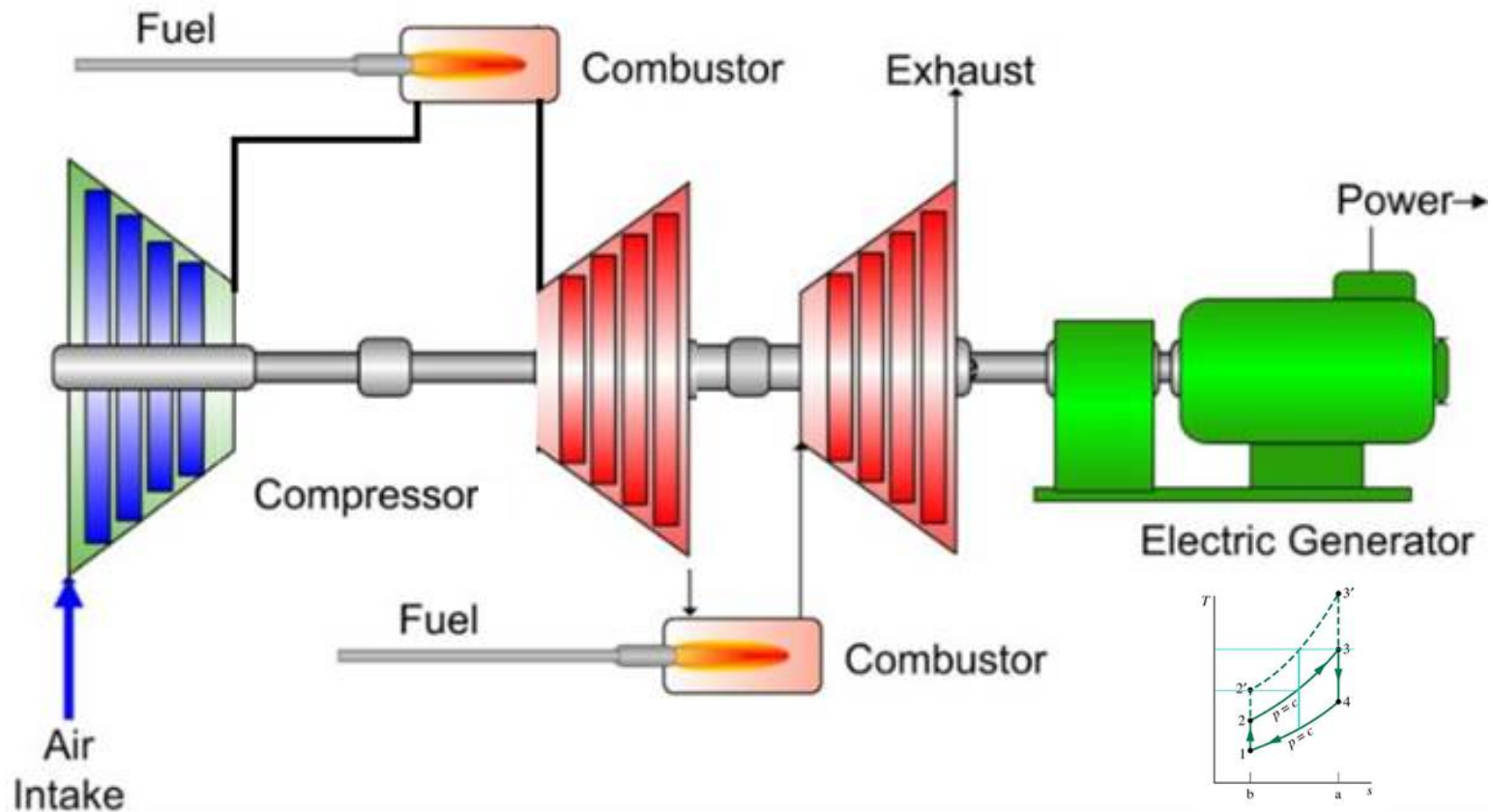
עיקרון פעולת טורבינת גז לייצור חשמל - טורבינה בסיסית - ציר יחיד - Single Spool



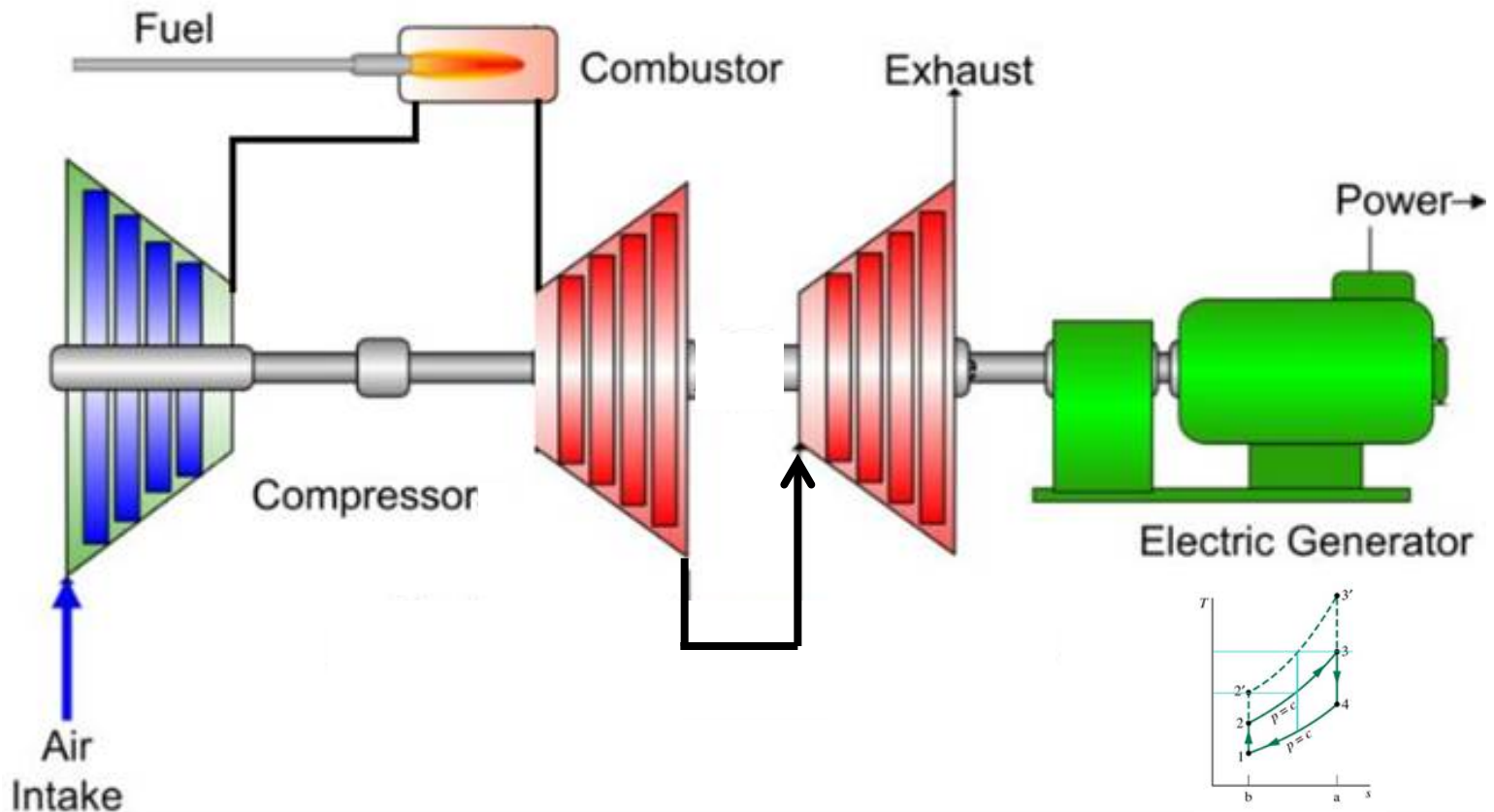
עיקרון פעולת טורבינת גז לייצור חשמל - טורבינה עם קירור ביניים



עיקרון פעולת טורבינת גז לייצור חשמל - טורבינה עם חימום חוזר

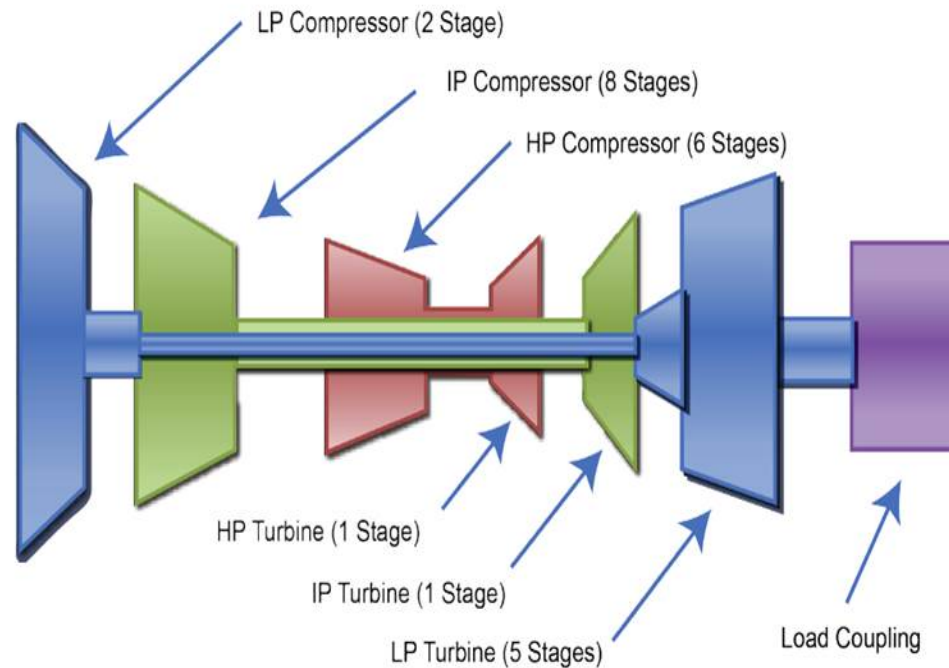


עיקרון פעולת טורבינת גז לייצור חשמל - טורבינה בעלת שני צירים - Double Spool

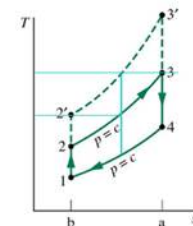


עיקרון פעולת טורבינת גז לייצור חשמל - טורבינה בעלת שלושה צירים - 3 Spool

Trent 60 Gas Turbine



Trent 60 - 3 Spool Rotor Arrangement





שילוב צ'ילרים לשיפור יעילות ייצור החשמל בתחנות כוח

ראשי פרקים -

תרמו-דינאמיקה בסיסית של תחנות כוח במחזור רנקין וברייטון והשילוב ביניהם עיקרון פעולת טורבינת גז לייצור חשמל

ניתוח תרמו-דינאמי של השפעת טמפ' סביבה על יעילות מחזור ברייטון

הגדרת הבעיה - אובדן תפוקת טורבינת גז בטמפ' סביבה גבוהה דווקא בשיא הביקוש וכשתעריף החשמל נמצא בפסגה

פתרון הבעיה – CTIAC - Combustion Turbine Inlet Air Cooling
פסיכרומטריה בסיסית של פתרונות - אידוי מים מול מערכת צ'ילרים
הצגת ניתוח ביצועים באמצעות מחשבון און-ליין

סקירת פרויקט ייחודי שביצענו לאחרונה -

שילוב מתקן צ'ילרים בתפוקה של 5000 טון קירור לשיפור יעילות ייצור החשמל בתחנת כוח בעלת הספק ייצור כולל של 110 מגה-וואט.

ניתוח תרמו-דינאמי של השפעת טמפ' סביבה על יעילות מחזור ברייטון -

$m_1 = P v_1 / R T_1$ - לפי חוקי הגז האידיאלי -
 $\eta = 1 - (T_1 / T_2)$ - דחיסה איזו-אנטרופית -

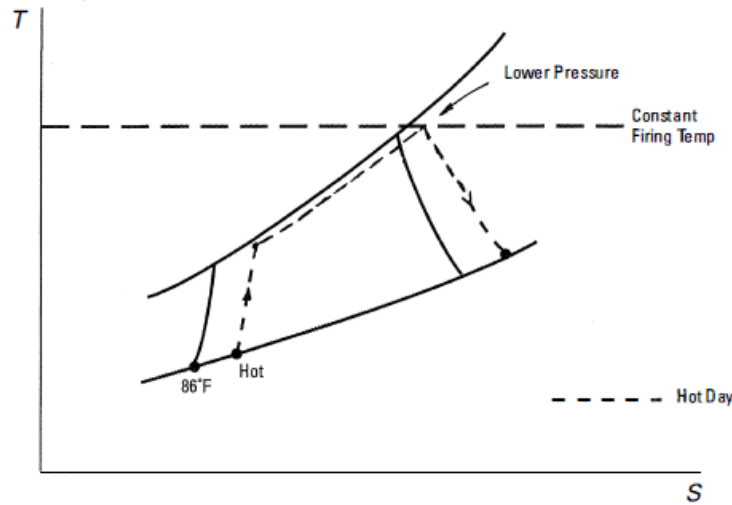


Figure 6. **T-S Diagram on a Hot Day.** (Note that the starting point is to the right and, because of the diverging pressure lines, work/lb is therefore more.)

High ambient temperature causes a drop in density of the air as shown in Figure 9, and this causes a drop in the mass flow rate through the gas turbine.

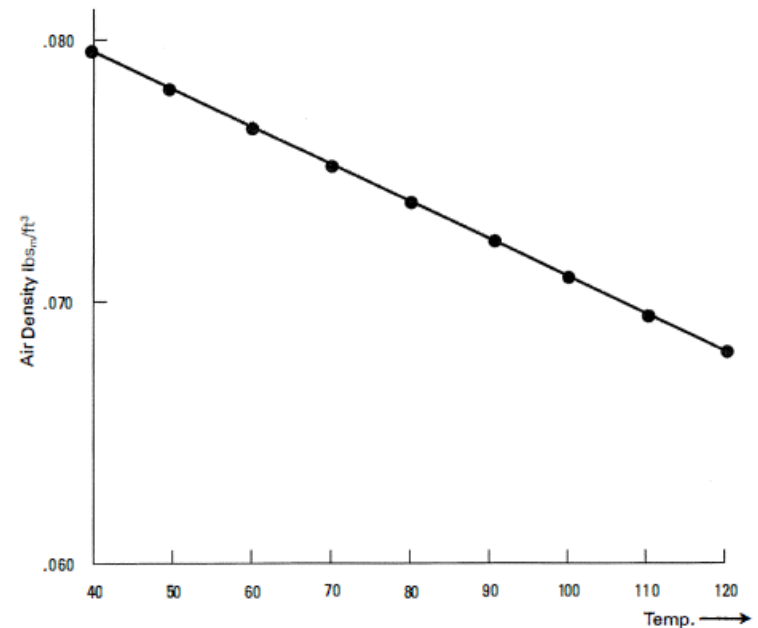


Figure 9. **Effect of Ambient Temperature on Density.**



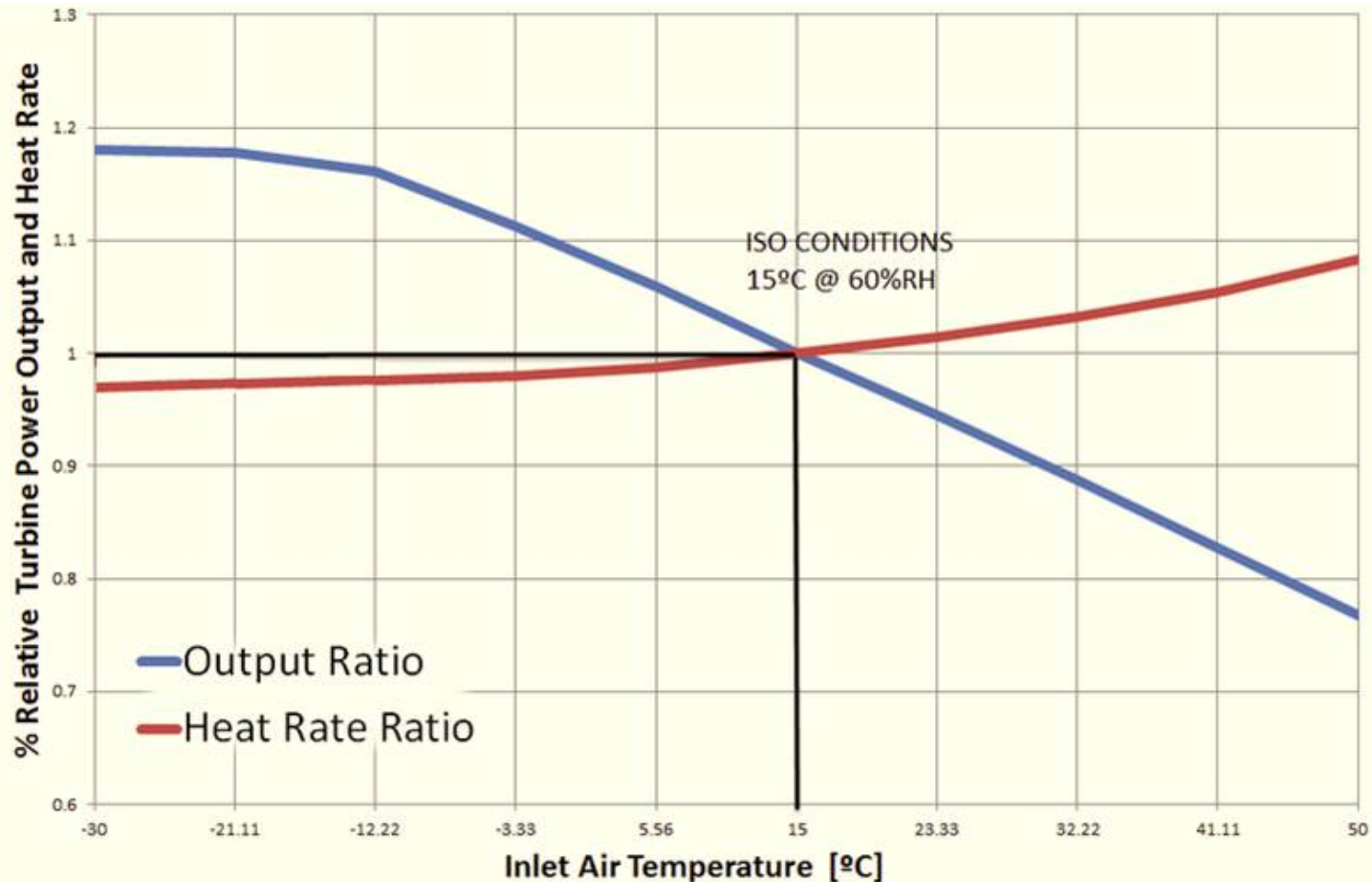
שילוב צ'ילרים לשיפור יעילות ייצור החשמל בתחנות כוח

ראשי פרקים -

- תרמו-דינאמיקה בסיסית של תחנות כוח במחזור רנקין וברייטון והשילוב ביניהם
- עיקרון פעולת טורבינת גז לייצור חשמל
- ניתוח תרמו-דינאמי של השפעת טמפ' סביבה על יעילות מחזור ברייטון
- **הגדרת הבעיה - אובדן תפוקת טורבינת גז בטמפ' סביבה גבוהה דווקא בשיא הביקוש וכשתעריך החשמל נמצא בפסגה**
- פתרון הבעיה - CTIAC - Combustion Turbine Inlet Air Cooling
- פסיכרומטריה בסיסית של פתרונות - אידוי מים מול מערכת צ'ילרים
- הצגת ניתוח ביצועים באמצעות מחשבון און-ליין
- סקירת פרויקט ייחודי שביצענו לאחרונה -
- שילוב מתקן צ'ילרים בתפוקה של 5000 טון קירור לשיפור יעילות ייצור החשמל בתחנת כוח בעלת הספק ייצור כולל של 110 מגה-וואט.

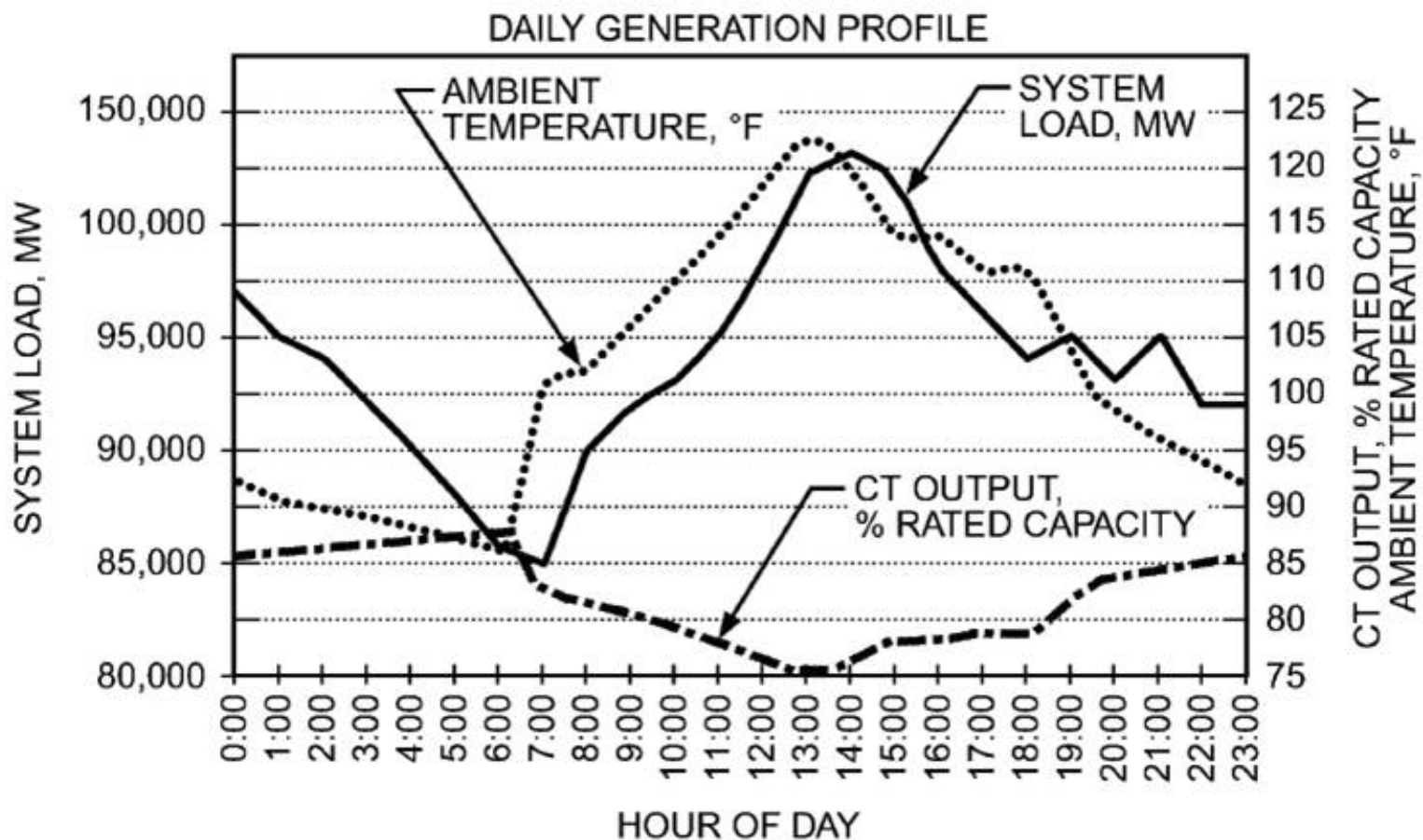


הגדרת הבעיה - אובדן תפוקה בטמפ' סביבה גבוהה דווקא בשיא הביקוש וכשתעריך החשמל בפסגה





הגדרת הבעיה - אובדן תפוקה בטמפ' סביבה גבוהה דווקא בשיא הביקוש וכשתעריך החשמל בפסגה





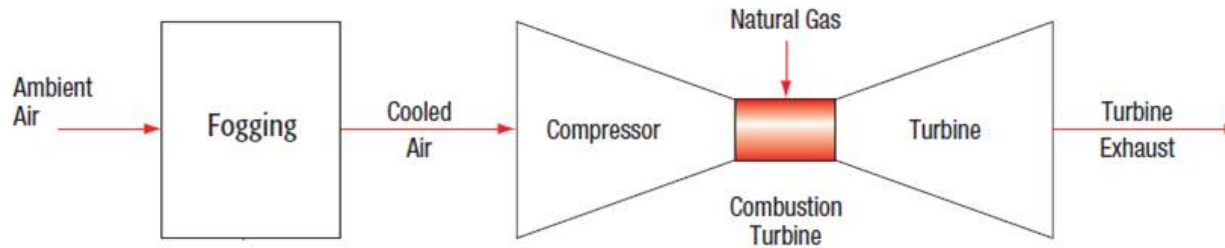
שילוב צ'ילרים לשיפור יעילות ייצור החשמל בתחנות כוח

ראשי פרקים -

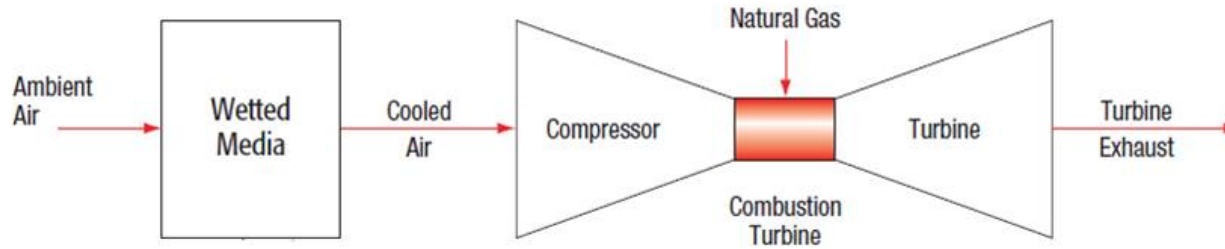
- תרמו-דינאמיקה בסיסית של תחנות כוח במחזור רנקין וברייטון והשילוב ביניהם
- עיקרון פעולת טורבינת גז לייצור חשמל
- ניתוח תרמו-דינאמי של השפעת טמפ' סביבה על יעילות מחזור ברייטון
- הגדרת הבעיה - אובדן תפוקת טורבינת גז בטמפ' סביבה גבוהה דווקא בשיא הביקוש וכשתעריף החשמל נמצא בפסגה
- **פתרון הבעיה - CTIAC - Combustion Turbine Inlet Air Cooling**
- פסיכרומטריה בסיסית של פתרונות - אידוי מים מול מערכת צ'ילרים
- הצגת ניתוח ביצועים באמצעות מחשבון און-ליין
- סקירת פרויקט ייחודי שביצענו לאחרונה -
- שילוב מתקן צ'ילרים בתפוקה של 5000 טון קירור לשיפור יעילות ייצור החשמל בתחנת כוח בעלת הספק ייצור כולל של 110 מגה-וואט.

פתרון הבעיה - CTIAC - Combustion Turbine Inlet Air Cooling

1. אידוי מים ע"י ערפול Fogging או מצע רטוב Wetted Media
2. קירור ע"י מערכת צ'ילרים



פתרון הבעיה - CTIAC - Combustion Turbine Inlet Air Cooling - 1. אידוי מים ע"י ערפול Fogging או מצע רטוב Wetted Media 2. קירור ע"י מערכת צ'ילרים

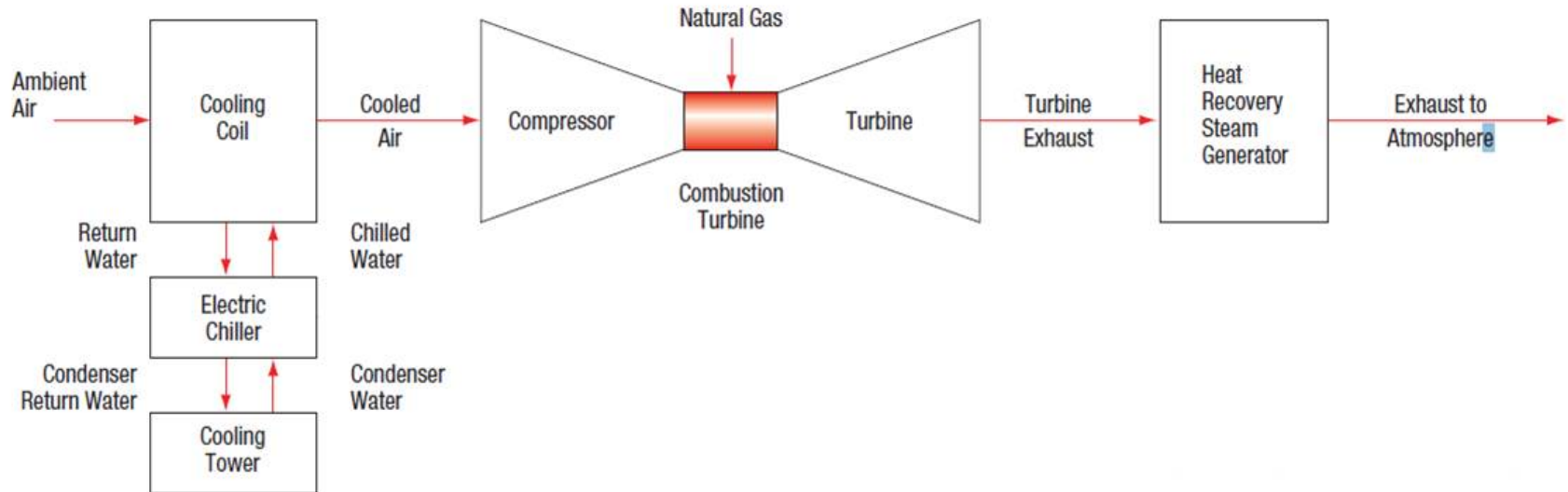




פתרון הבעיה - CTIAC - Combustion Turbine Inlet Air Cooling

1. אידוי מים ע"י ערפול Fogging או מצע רטוב Wetted Media

2. קירור ע"י מערכת צ'ילרים



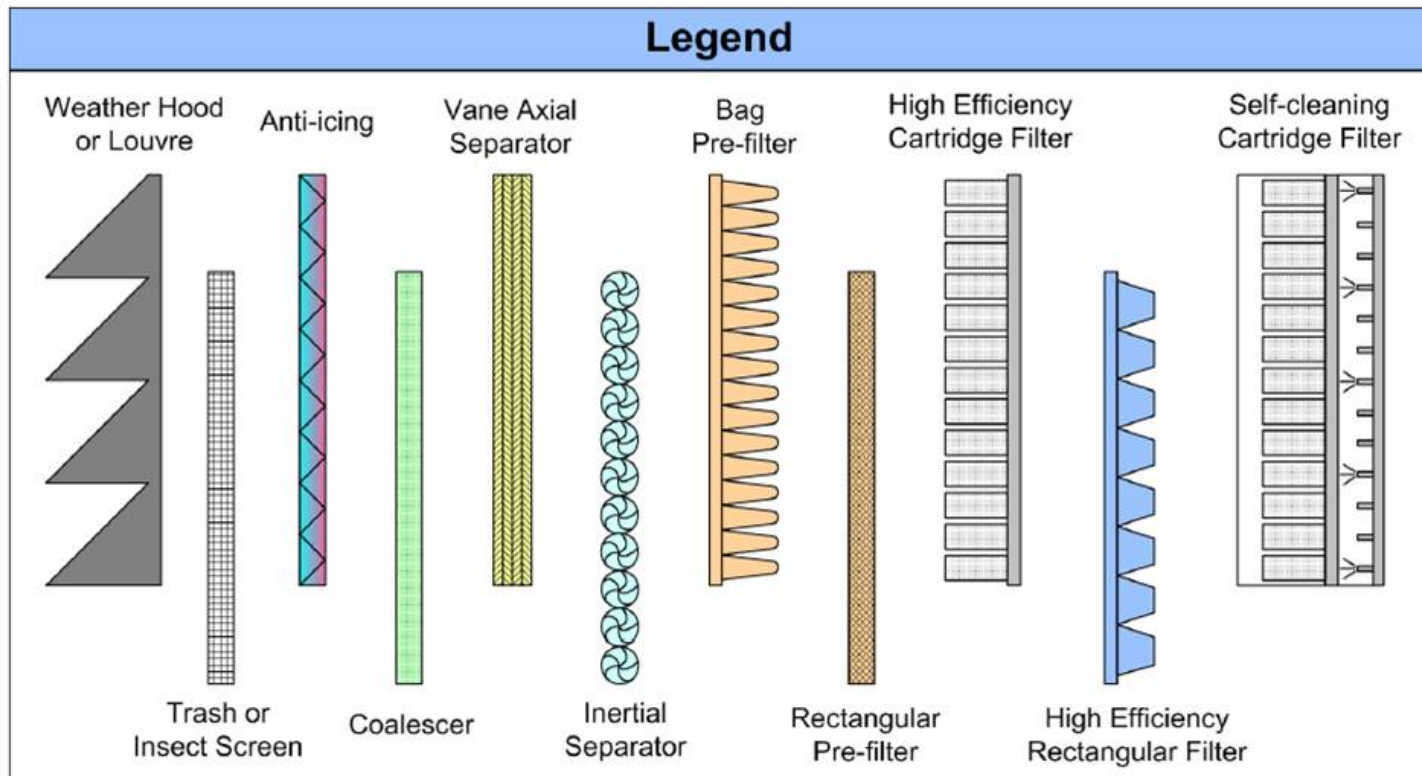
אידוי מים ע"י ערפול



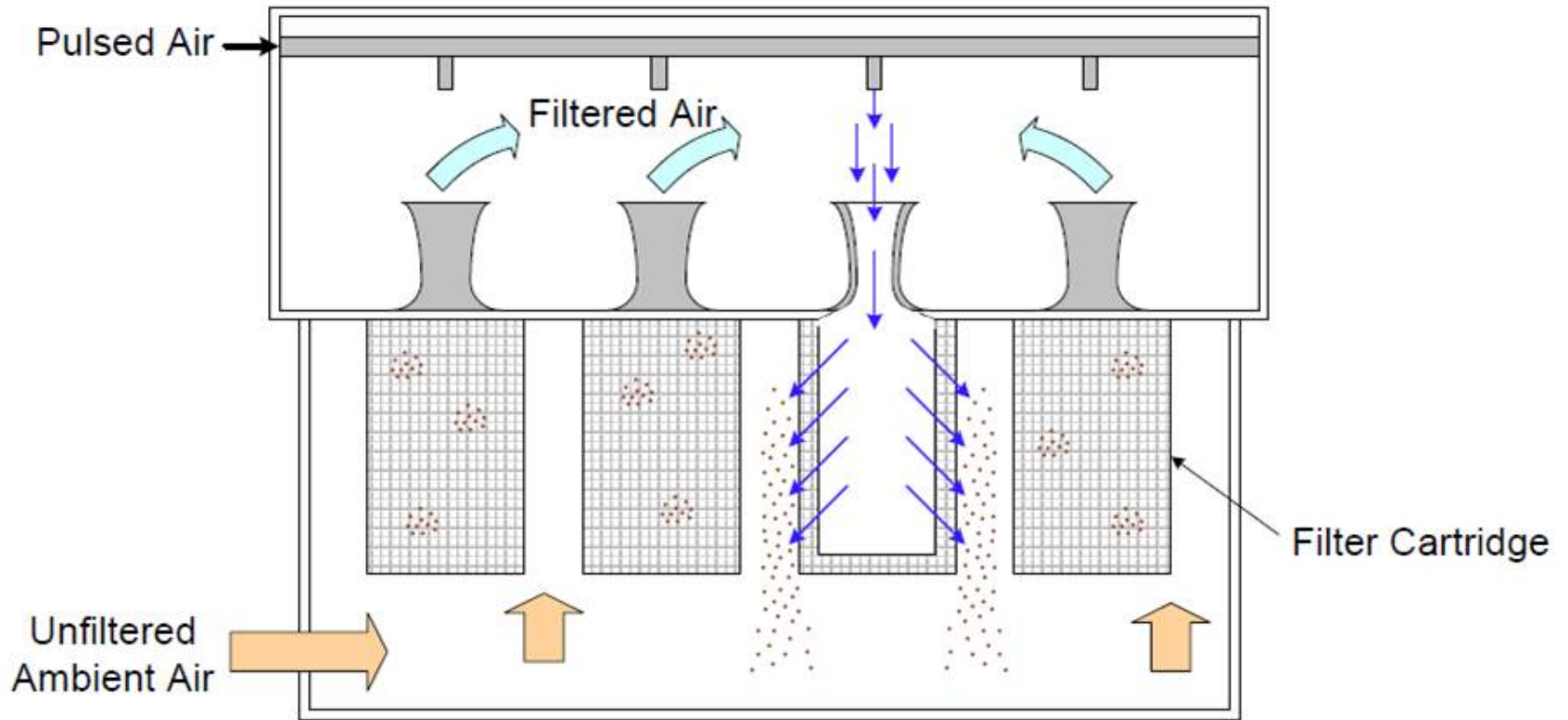
אידוי מים ע"י מצע רטוב



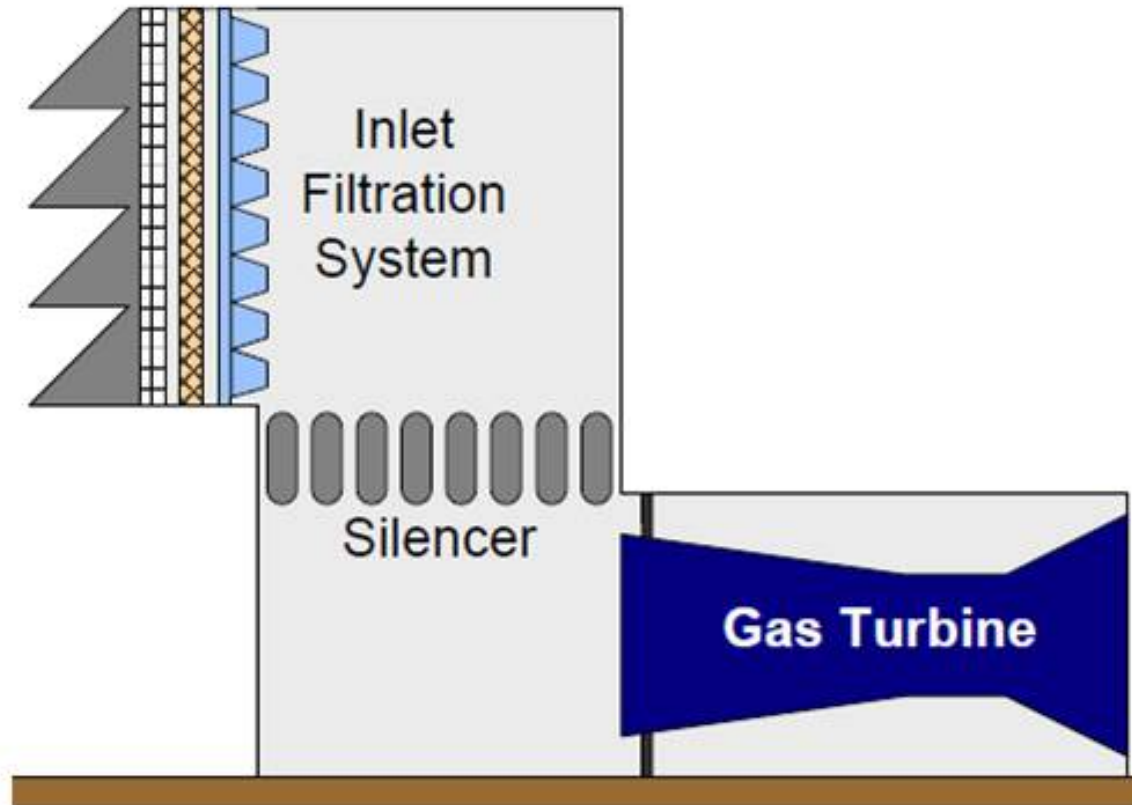
שיטות סינון



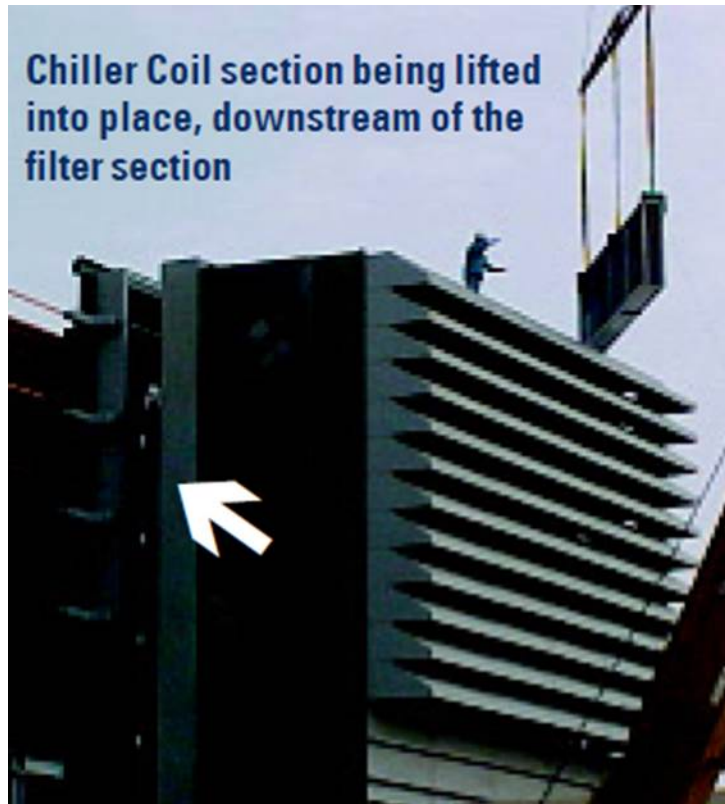
שיטות סינון - Pulse Cleaning Filter



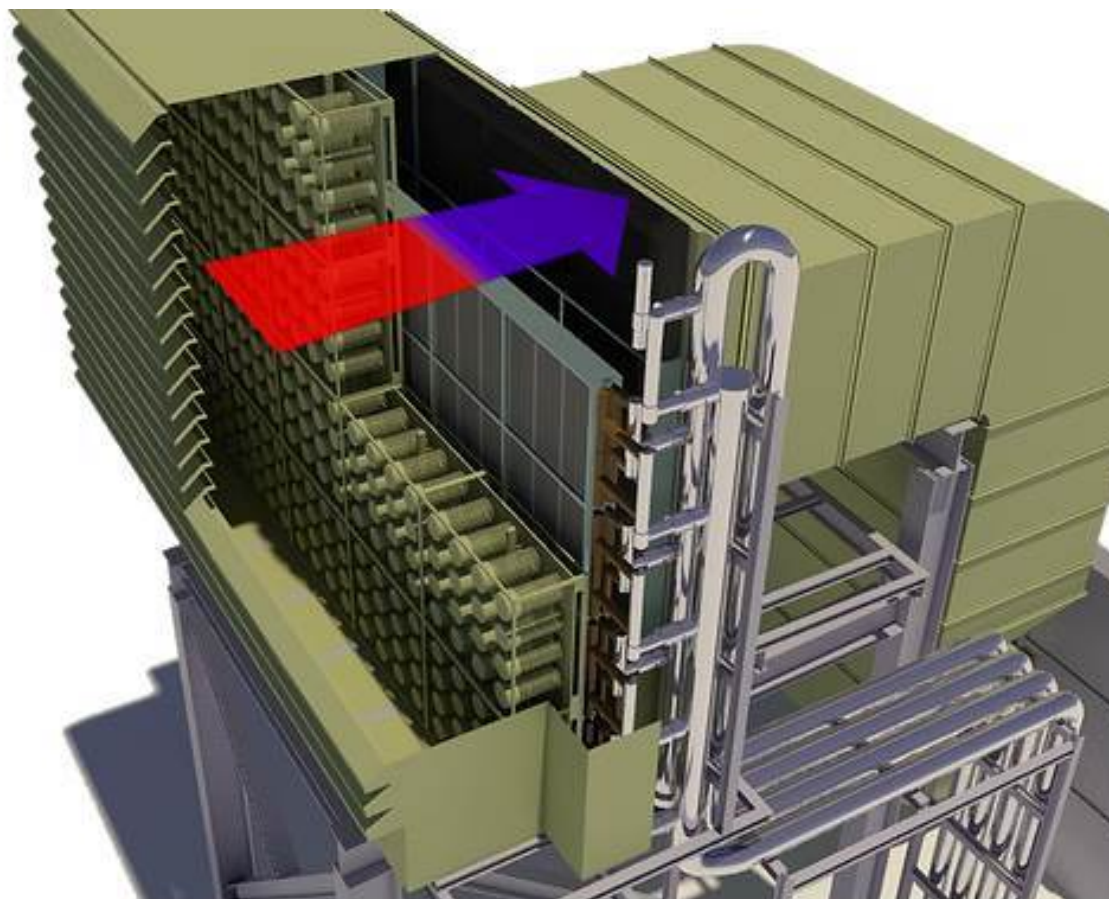
אם כן, היכן הסוללה?



הנה הסוללה!

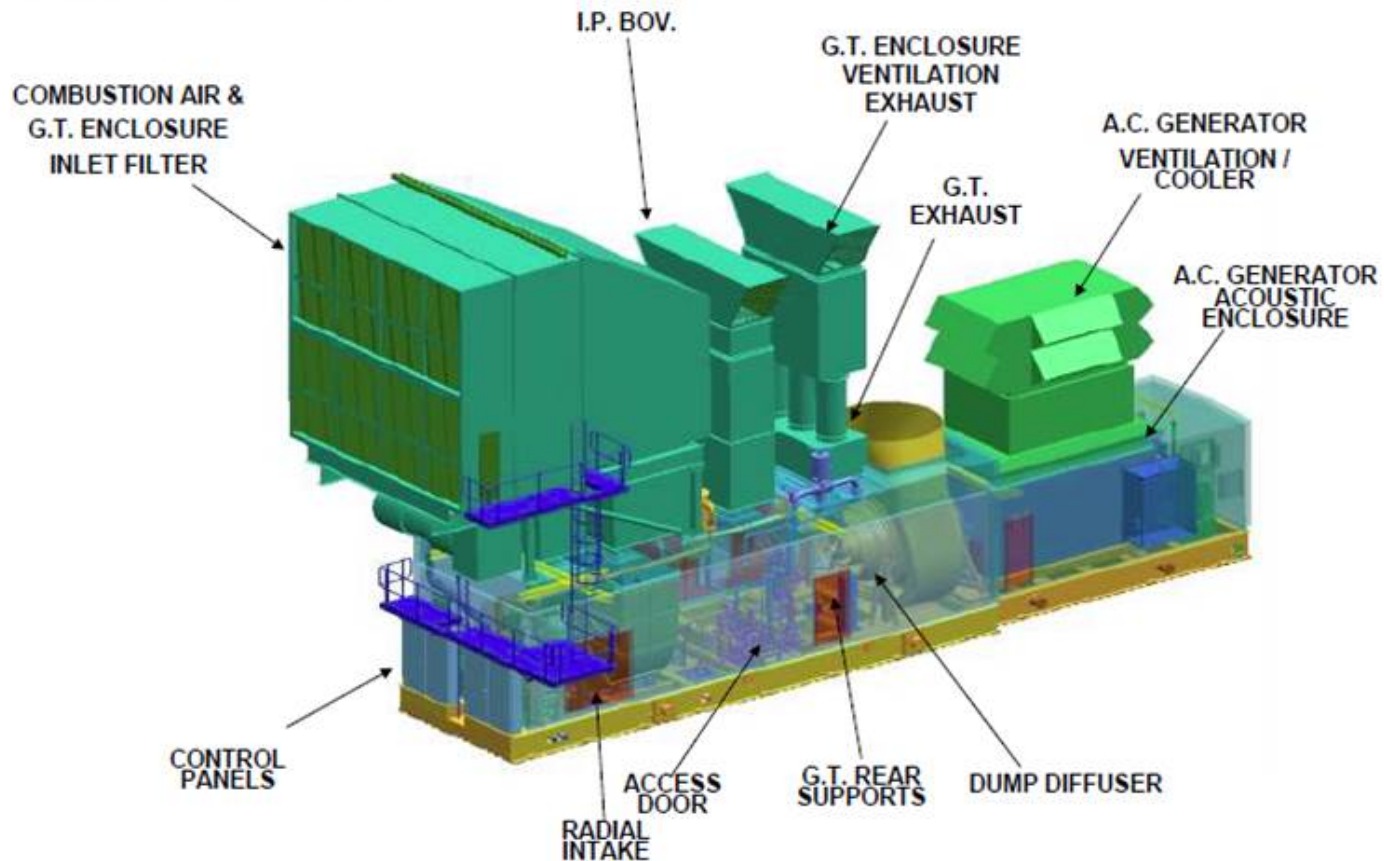


מערך כניסת האוויר לטורבינה



מערך כניסת האוויר לטורבינה

Trent 60 GenSet - Package



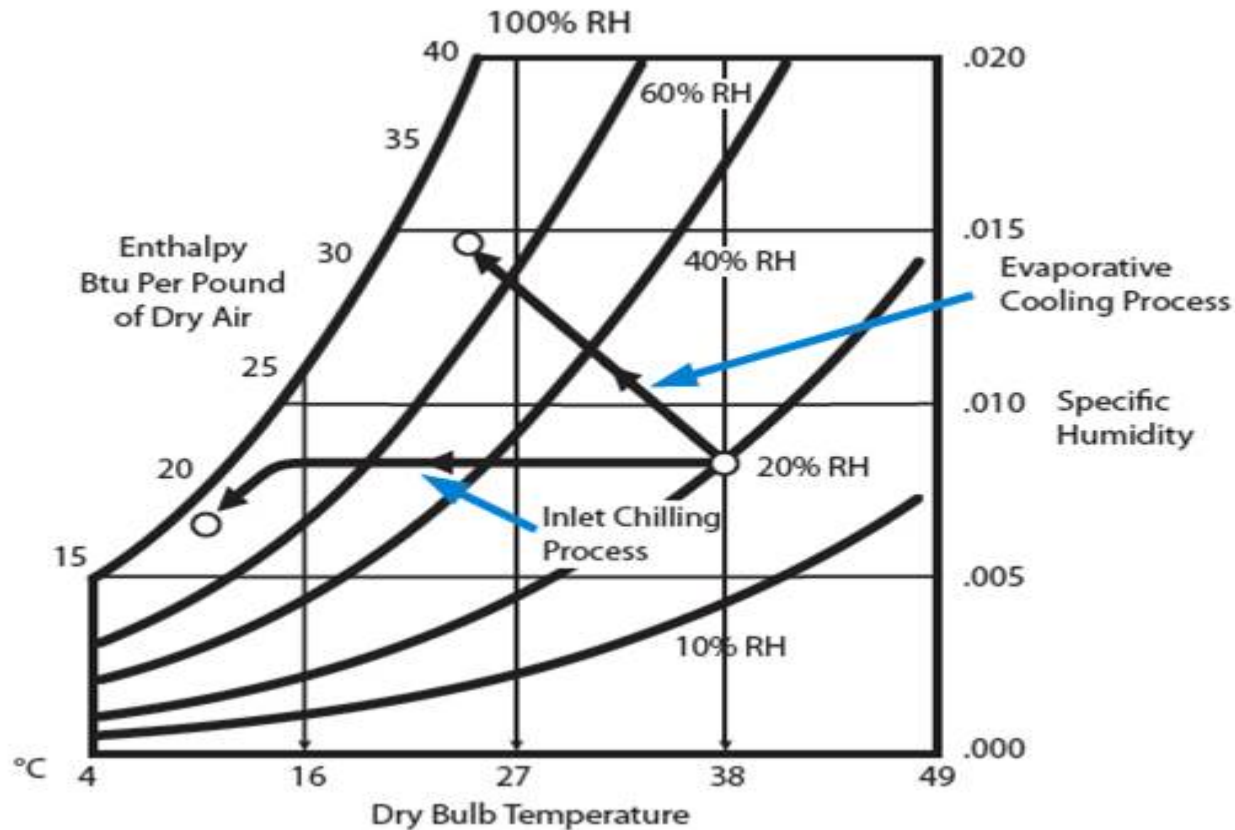


שילוב צ'ילרים לשיפור יעילות ייצור החשמל בתחנות כוח

ראשי פרקים -

- תרמו-דינאמיקה בסיסית של תחנות כוח במחזור רנקין וברייטון והשילוב ביניהם
- עיקרון פעולת טורבינת גז לייצור חשמל
- ניתוח תרמו-דינאמי של השפעת טמפ' סביבה על יעילות מחזור ברייטון
- הגדרת הבעיה - אובדן תפוקת טורבינת גז בטמפ' סביבה גבוהה דווקא בשיא הביקוש וכשתעריך החשמל נמצא בפסגה
- פתרון הבעיה - CTIAC - Combustion Turbine Inlet Air Cooling
- **פסיכרומטריה בסיסית של פתרונות - אידוי מים מול מערכת צ'ילרים**
- הצגת ניתוח ביצועים באמצעות מחשבון און-ליין
- סקירת פרויקט ייחודי שביצענו לאחרונה -
- שילוב מתקן צ'ילרים בתפוקה של 5000 טון קירור לשיפור יעילות ייצור החשמל בתחנת כוח בעלת הספק ייצור כולל של 110 מגה-וואט.

פסיכרומטריה בסיסית של פתרונות - אידוי מים מול מערכת צ'ילרים



פסיכרומטריה בסיסית של פתרונות -

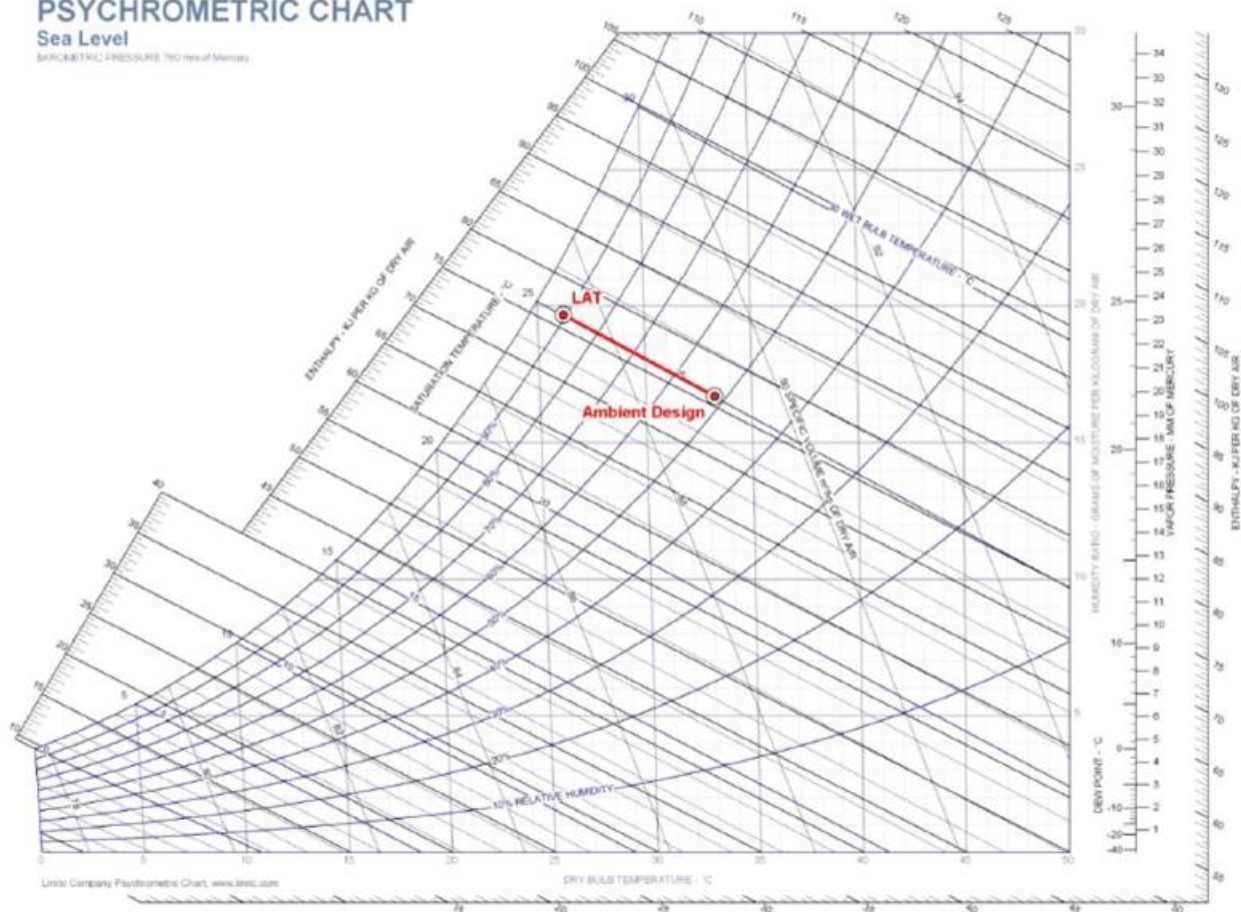
1. אידוי מים ע"י ערפול Fogging או מצע רטוב Wetted Media

2. קירור ע"י מערכת צ'ילרים

PSYCHROMETRIC CHART

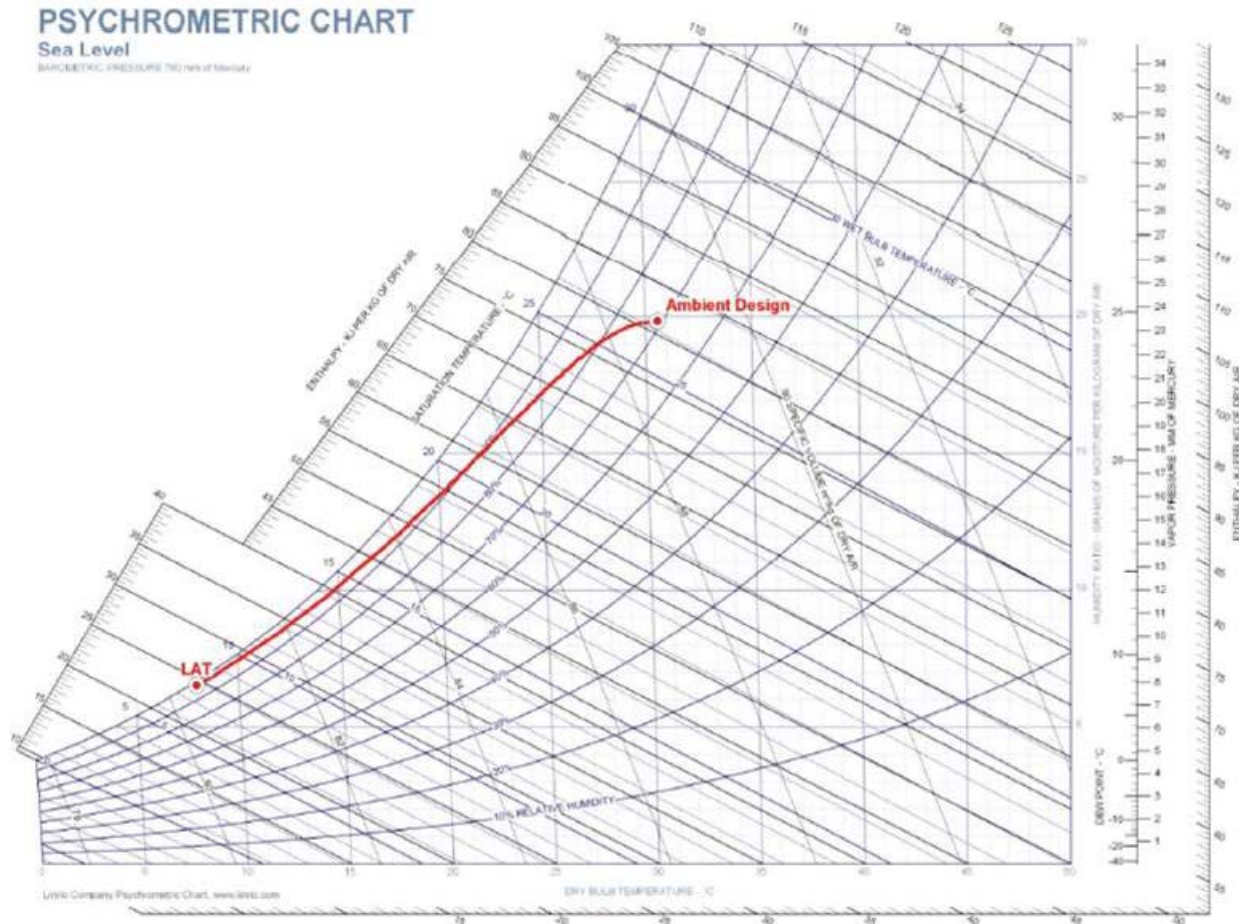
Sea Level

BAROMETRIC PRESSURE: 760 mm of Mercury



פסיכרומטריה בסיסית של פתרונות -

1. אידוי מים ע"י ערפול Fogging או מצע רטוב Wetted Media
2. קירור ע"י מערכת צ'ילרים





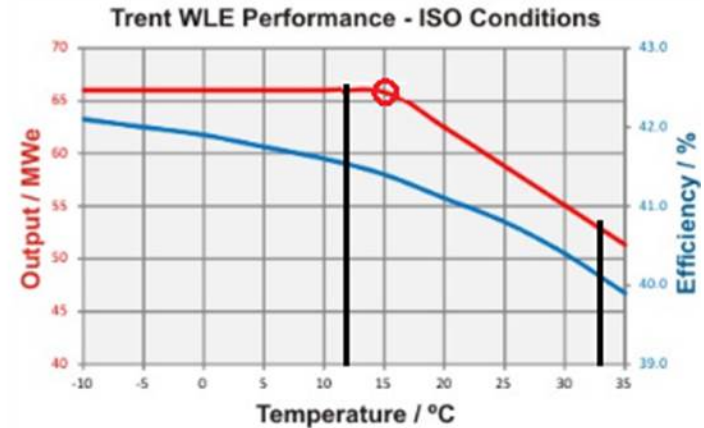
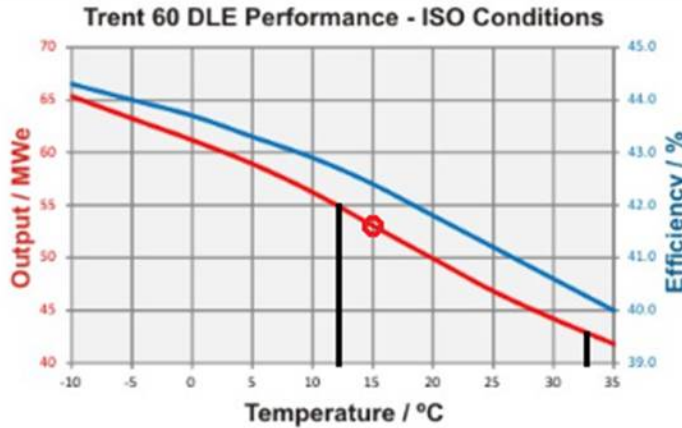
שילוב צ'ילרים לשיפור יעילות ייצור החשמל בתחנות כוח

ראשי פרקים -

- תרמו-דינאמיקה בסיסית של תחנות כוח במחזור רנקין וברייטון והשילוב ביניהם
- עיקרון פעולת טורבינת גז לייצור חשמל
- ניתוח תרמו-דינאמי של השפעת טמפ' סביבה על יעילות מחזור ברייטון
- הגדרת הבעיה - אובדן תפוקת טורבינת גז בטמפ' סביבה גבוהה דווקא בשיא הביקוש וכשתעריך החשמל נמצא בפסגה
- פתרון הבעיה - CTIAC - Combustion Turbine Inlet Air Cooling
- פסיכרומטריה בסיסית של פתרונות - אידוי מים מול מערכת צ'ילרים
- **הצגת ניתוח ביצועים באמצעות מחשבון און-ליין**
- סקירת פרויקט ייחודי שביצענו לאחרונה -
- שילוב מתקן צ'ילרים בתפוקה של 5000 טון קירור לשיפור יעילות ייצור החשמל בתחנת כוח בעלת הספק ייצור כולל של 110 מגה-וואט.

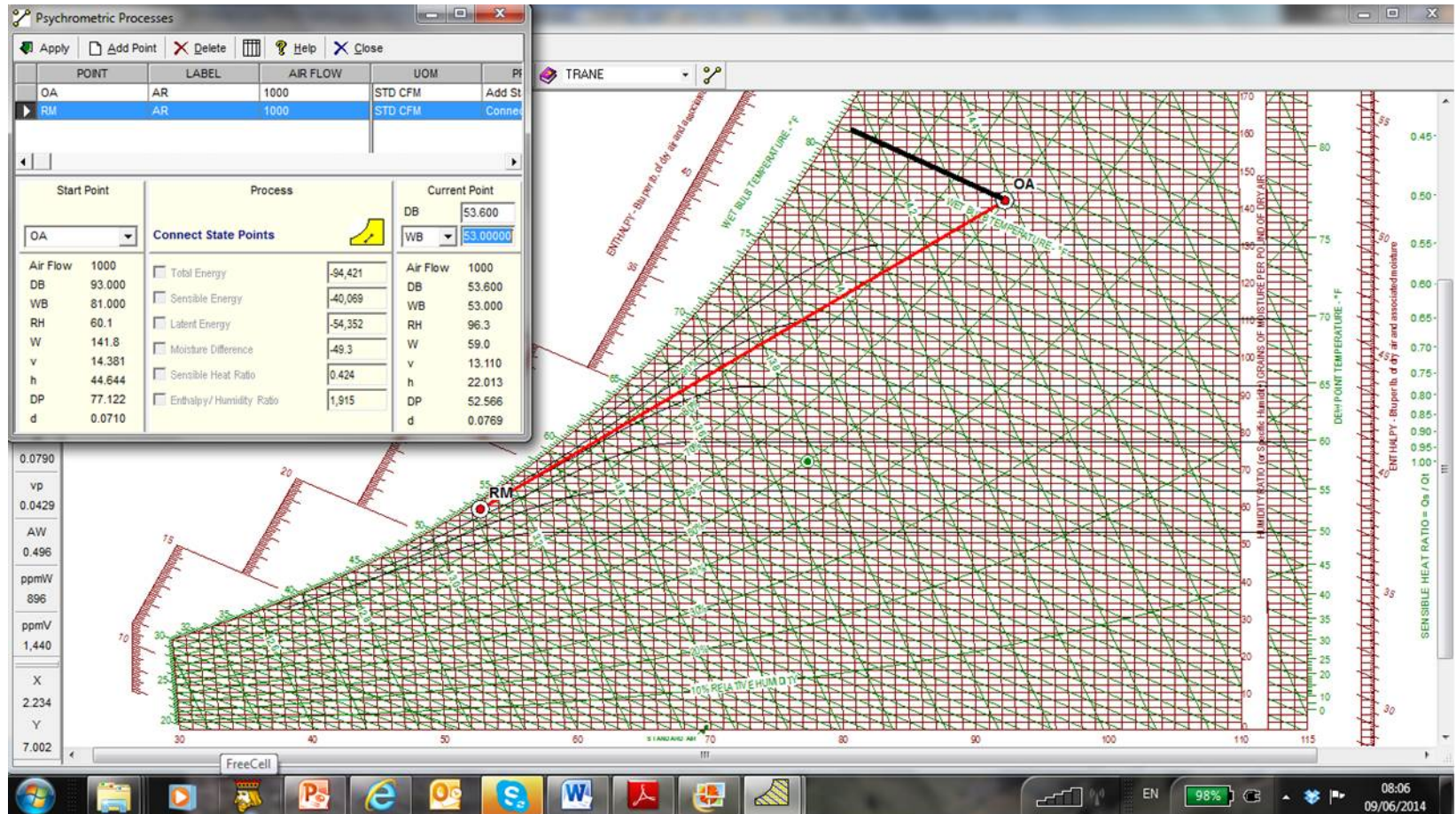


הצגת ניתוח ביצועים באמצעות מחשבון - Online

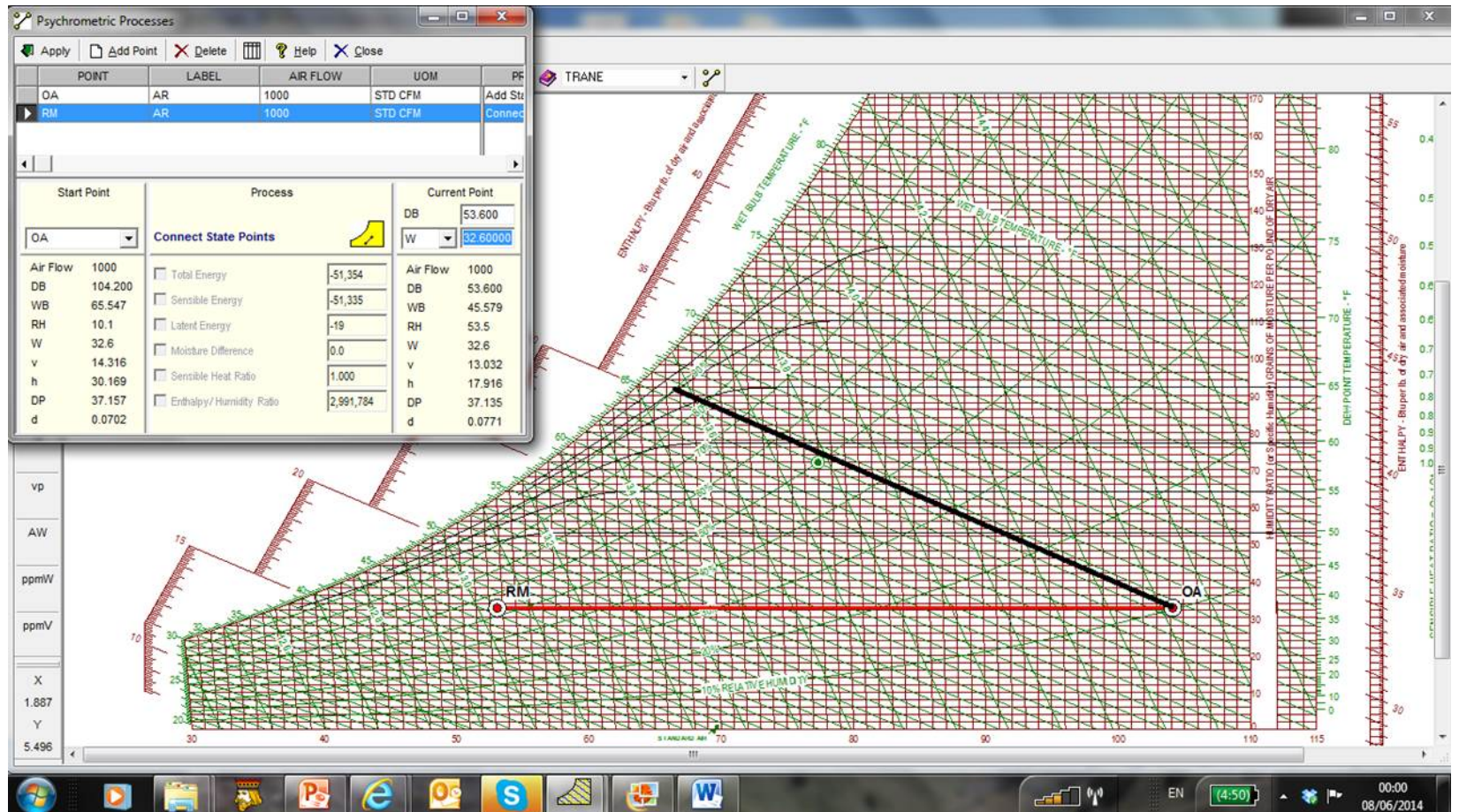


	Trent 60 (D)	Trent 60 (W)
Power (kWe)	53,049	66,000
Efficiency (%)	42.36	41.30
Heat Rate (kJ/kWh)	8,499	8,715
Mass Flow (kg/s)	155.1	178.1
Exhaust Temp. (°C)	433	425

השוואת הטכנולוגיות - בתנאי אקלים לח - Coastal Weather



השוואת הטכנולוגיות - בתנאי אקלים מדברי - Desert Weather





שילוב צ'ילרים לשיפור יעילות ייצור החשמל בתחנות כוח

ראשי פרקים -

- תרמו-דינאמיקה בסיסית של תחנות כוח במחזור רנקין וברייטון והשילוב ביניהם
- עיקרון פעולת טורבינת גז לייצור חשמל
- ניתוח תרמו-דינאמי של השפעת טמפ' סביבה על יעילות מחזור ברייטון
- הגדרת הבעיה - אובדן תפוקת טורבינת גז בטמפ' סביבה גבוהה דווקא בשיא הביקוש וכשתעריך החשמל נמצא בפסגה
- פתרון הבעיה - CTIAC - Combustion Turbine Inlet Air Cooling
- פסיכרומטריה בסיסית של פתרונות - אידוי מים מול מערכת צ'ילרים
- הצגת ניתוח ביצועים באמצעות מחשבון און-ליין

סקירת פרויקט ייחודי שביצענו לאחרונה -

שילוב מתקן צ'ילרים בתפוקה של 5000 טון קירור לשיפור יעילות ייצור החשמל בתחנת כוח בעלת הספק ייצור כולל של 110 מגה-וואט.



סקירת פרויקט ייחודי - שילוב מתקן צילרים בתפוקה של 5000 טון קירור לשיפור יעילות ייצור החשמל בתחנת כוח בעלת הספק ייצור כולל של 110 מגה-וואט





סקירת פרויקט ייחודי - שילוב מתקן צ'ילרים בתפוקה של 5000 טון קירור לשיפור יעילות ייצור החשמל בתחנת כוח בעלת הספק ייצור כולל של 110 מגה-וואט





סקירת פרויקט ייחודי - שילוב מתקן צילרים בתפוקה של 5000 טון קירור לשיפור יעילות ייצור החשמל בתחנת כוח בעלת הספק ייצור כולל של 110 מגה-וואט





סקירת פרויקט ייחודי - שילוב מתקן צ'ילרים בתפוקה של 5000 טון קירור לשיפור יעילות ייצור החשמל בתחנת כוח בעלת הספק ייצור כולל של 110 מגה-וואט



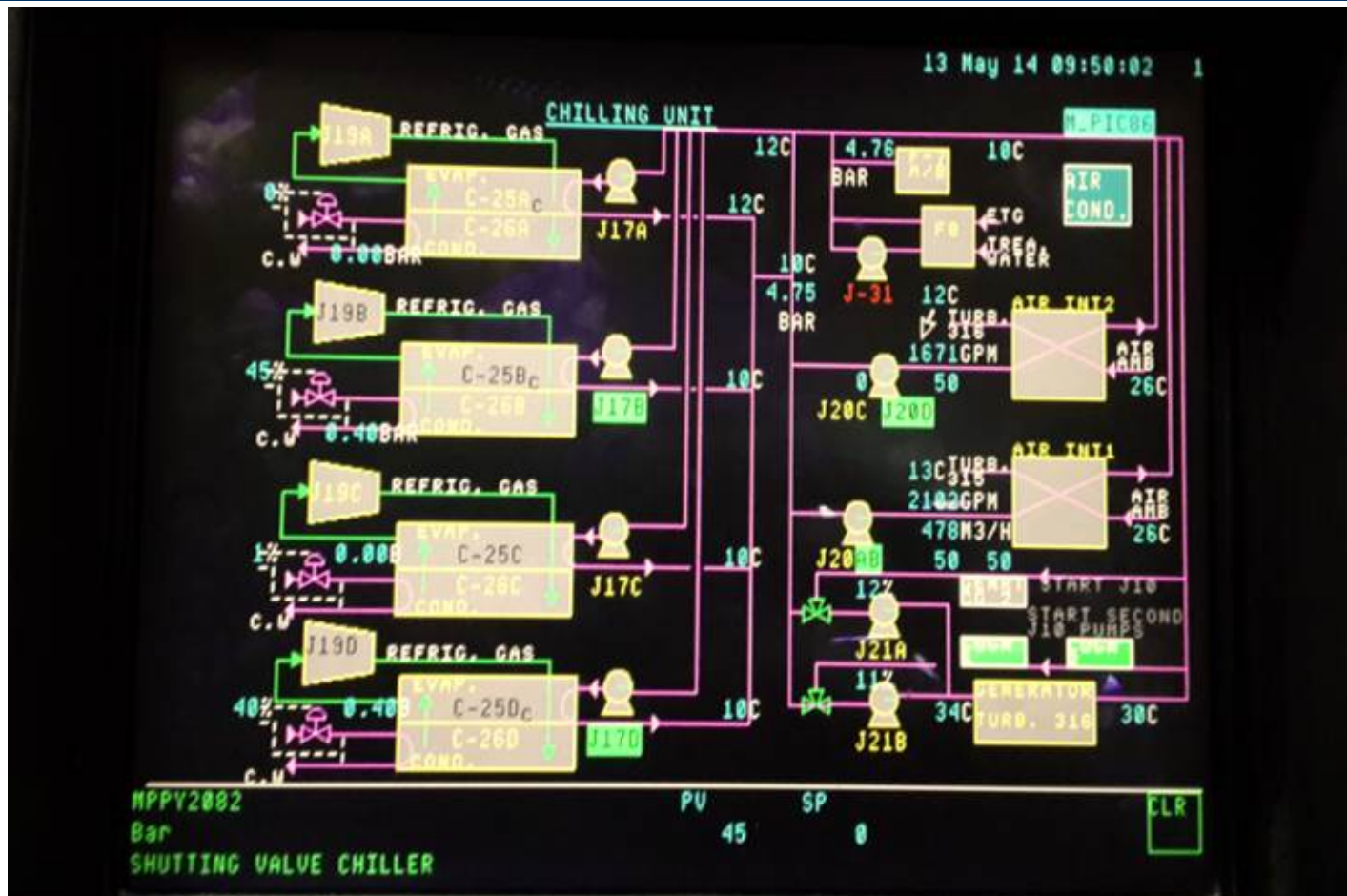


סקירת פרויקט ייחודי - שילוב מתקן צילרים בתפוקה של 5000 טון קירור לשיפור יעילות ייצור החשמל בתחנת כוח בעלת הספק ייצור כולל של 110 מגה-וואט



סקירת פרויקט ייחודי -

שילוב מתקן צ'ילרים בתפוקה של 5000 טון קירור לשיפור יעילות ייצור החשמל בתחנת כוח בעלת הספק ייצור כולל של 110 מגה-וואט





סקירת פרויקט ייחודי - שילוב מתקן צילרים בתפוקה של 5000 טון קירור לשיפור יעילות ייצור החשמל בתחנת כוח בעלת הספק ייצור כולל של 110 מגה-וואט



שילוב צ'ילרים לשיפור יעילות ייצור החשמל בתחנות כוח



תודה רבה!

כנס אימקם - 22.7.2014