

דרישות טכניות ליחידות ייצור סינכרוניות המתחברות למערכת ההולכה

דרישות טכניות ליחידות ייצור סינכרוניות המתחברות למערכת ההולכה

מטרת המסמך הנוכחי הינה לרכז את התנאים שכל יחידת ייצור חדשה צריכה למלא על מנת שיאושר חיבורה למערכת מתח עליון / על.

להלן מספר כללים שעמדו בבסיס כתיבת המסמך:

- התנאים הם תנאים ספציפיים ליחידות ייצור; תנאים רלוונטיים לאתרים צוינו בהתאם.
- התנאים ליחידות ייצור שפועלות על בסיס אנרגיות מתחדשות (פוטו-וולטאי, רוח, אגירה בסוללות) מפורטים במסמכים אחרים. התנאים הספציפיים ליחידות ייצור בטכנולוגית אגירה שאובה וליחידות ייצור במתקנים תרמו סולאריים יפורטו בנפרד.
- ההספק המזערי של יחידת ייצור שצריכה למלא את התנאים הוא 8 MW.
- כאשר התנאים הטכניים נדרשים ע"י תקנים בין-לאומיים, במסמך צוינו רק התקנים ולא התנאים.
- הדרישות הספציפיות למסדרי מתח עליון/על של מתקני הייצור (כגון הגנות, מערכות זרם ישר וזרם חילופין, זרמי קצר וכד') מופיעות בנהל חיבור לקוחות.
- נדרש אישור מראש של מנהל המערכת לכל חריגה מהדרישות המפורטות במסמך זה בטרם התחייבות לרכישת הציוד.
- "האמור במסמך זה כפוף לאמות המידה, חוק משק החשמל, התשנ"ו – 1996 והתקנות מכוחו ולכל דין. בכל מקרה של סתירה בין האמור במסמך זה לבין הדין, יגבר האמור בדין".

1. מאפייני רשת ההולכה

בנקודות החיבור של מתקני הייצור לרשת מתח עליון/על הערכים של הפרמטרים החשמליים העיקריים הם כדלקמן:

1.1 תדר :

- א. תדר נקוב: 50Hz
 - ב. גבולות תדר במצב רגיל: 49.8-50.1Hz
 - ג. גבולות תדר בזמן הפרעה (מצב יציב): 49.6-50.2Hz
 - ד. גבולות תדר בזמן הפרעה (מצבי מעבר, ערכים רגועים): 47-53Hz
 - ה. קצב שינוי תדר מרבי בזמן תנודות: 3.0 Hz/sec
- 1.2 מתח :

- א. מתח נקוב: 161KV (מתח עליון) ו-400KV (מתח על)
- ב. גבולות מתח בשגרה: 160-169KV (מתח עליון) ו-400-418KV (מתח על)
- ג. גבולות מתח במצב חריג: 155-170KV (מתח עליון) ו-380-420KV (מתח על)

סקיעות מתח: עד 1000 אירועים בשנה בממוצע בכל המערכת; מנהל המערכת יספק ליוזם, במידת האפשר, נתונים סטטיסטיים המתייחסים לנקודת החיבור המשווערת.

הפרעות חולפות: עד 300 אירועים בשנה בממוצע בכל המערכת; מנהל המערכת יספק ליזם, במידת האפשר, נתונים סטטיסטיים המתייחסים לנקודת החיבור המשוערת.

2. דרישות טכניות מיחידות הייצור

כל יחידת ייצור חדשה צריכה לעמוד לפחות בדרישות הבאות:

2.1 בתחום העמידה בתדרים שונים:

א. להישאר מחוברת למערכת (בסנכרון) ולפעול בתחומי תדר לפרקי הזמן (לפחות) הרשומים בטבלה 1. כל חריגה מהערכים בטבלה חייבת אישור מראש של מנהל המערכת כולל נימוק והסבר.

טבלה 1: פרקי זמן מינימליים עבורם יחידות הייצור נדרשות להישאר מחוברות למערכת בהתאם לתחומי התדר השונים.

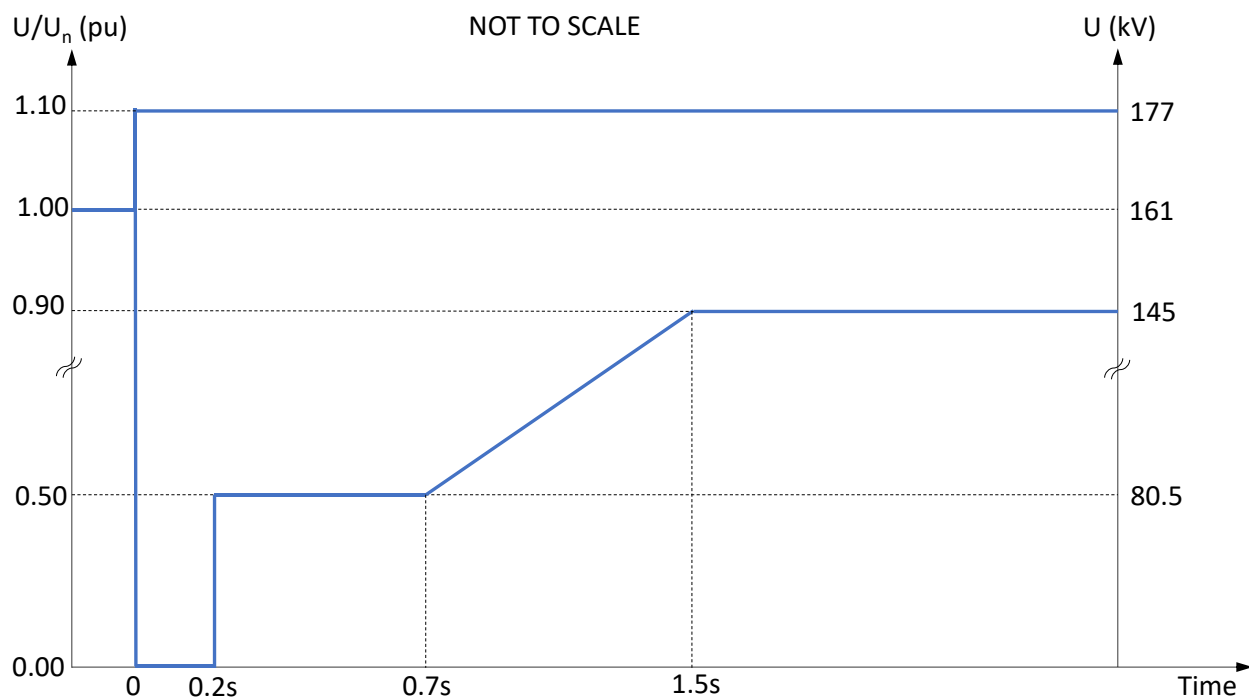
תחום תדר*	זמן (לפחות)
47.1 Hz – 47.5 Hz	20 שניות
47.5 Hz – 49.0 Hz	90 דקות
49.0 Hz – 51.0 Hz	ללא הגבלת זמן
51.0 Hz – 51.5 Hz	90 דקות
51.5 Hz – 52.0 Hz	15 דקות
52.0 Hz – 52.9 Hz	30 שניות

* ערך התדר העליון בכל תחום אינו נכלל לתחום.

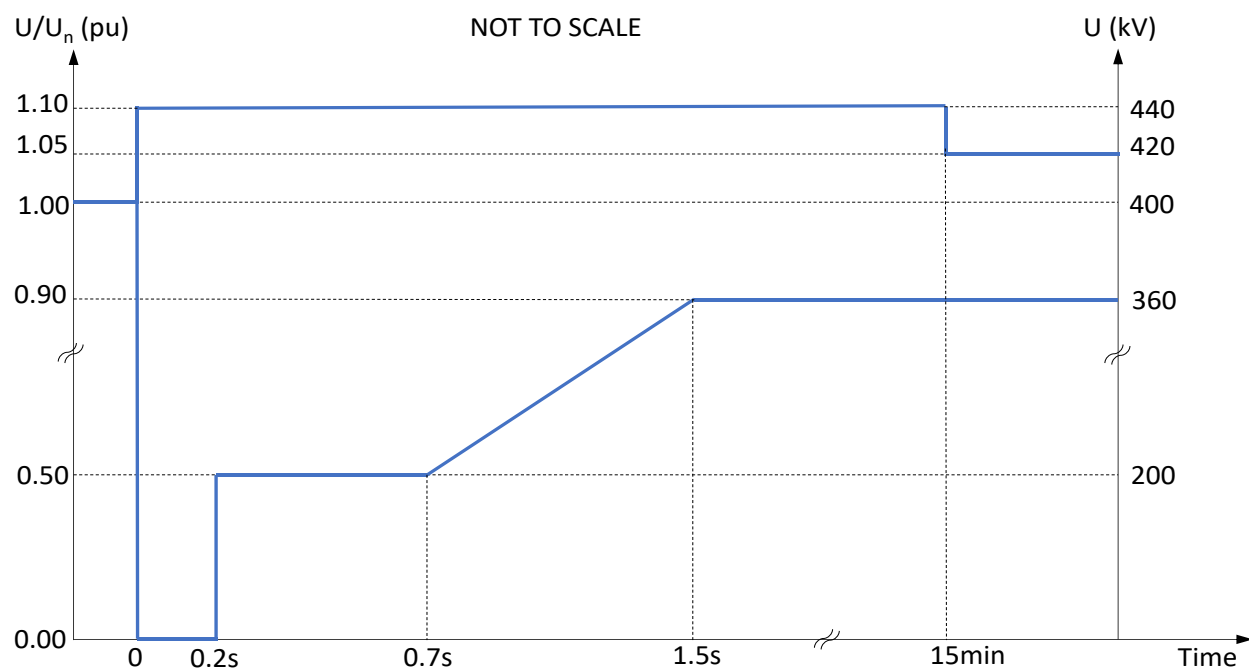
- רשאית להיפסק אחרי **שנייה אחת** כאשר התדר מגיע ל- 47 Hz או ל- 53 Hz.
- להישאר מחוברת למערכת כל זמן שקצב השינוי של תדר המערכת לא יעלה מעל ± 1 הרץ לשנייה, כאשר הערך של קצב השינוי של התדר מוגדר כערך הממוצע על פני חלון זמן של 500 מילישניות. למען הסר ספק, דרישה זו מתייחסת ליכולת היחידה ואינה מגדירה את הכיוונונים של ההגנות מכל סוג.

2.2 בתחום העמידה במתחים שונים:

- להישאר מחוברת למערכת (בסנכרון) ולפעול בהספק נומינלי כאשר המתחים במערכת הינם בתחום המותר (ראה סעיפים 1.2 ב-1.2 ג לעיל).
- להישאר מחוברת למערכת (בסנכרון) לאחר קצר במערכת המסירה קרוב לגנרטור, בעת שינויי המתח בנקודת החיבור למערכת המסירה בהתאם לזמנים ולמתחים (דרישות סף) המפורטים בעקומות FRT (Fault Ride Through) באיורים 1 (עבור מערכת 161 ק"ו) ו- 2 (עבור מערכת 400 ק"ו).



איור 1: עקומות FRT עבור יחידות ייצור סינכרוניות המחוברות ל- 161 kV



איור 2: עקומות FRT עבור יחידות ייצור סינכרוניות המחוברות ל- 400 kV

למען הסר ספק, דרישה זו מתייחסת ליכולת של יחידת הייצור לעבור את תנאי ההפרעה בלי להתנתק מהרשת, ואינה מגדירה את הכיוונונים של ההגנות מכל סוג.

2.3 לעמוד בדרישות המוגדרות בתקנים IEC 60034-1 , IEC 60034-3 , IEEE C50.13 במה שנוגע להתנהגות היחידה במצבים שונים (עומס לא מאוזן בעל סידרה שלילית, THD, V/Hz, גבולות תרמיים).

2.4 מקדם הקצר של הגנרטור (Short Circuit Ratio) יהיה לא פחות מ-0.5 וערכו ייקבע כך שיבטיח תגובה דינמית נאותה של היחידה במצב מתמיד והפרעתי (ראה גם סעיף 2.11). נדרש אישור מראש של מנהל המערכת להחריגה מהערך הנ"ל.

2.5 להבטיח יכולת להסתנכרן לרשת בתנאים הבאים:

א. התדר במערכת בתחום 48.0-52.0 Hz

ב. המתח בנקודת החיבור לרשת בהתאם לסעיפים 1.2.ב. ו-1.2.ג.

2.6 להבטיח את מקדמי ההספק הבאים בהדקי הגנרטור בעומס מרבי רציף:

א. עירור יתר (overexcited) - 0.85

ב. תת עירור (underexcited) – 0.95

ג. בנוסף, התיכנון נדרש להבטיח שמקדמי ההספק בנקודת החיבור למערכת יהיו בתחום בין 0.9 (overexcited) לבין 0.9 (underexcited).

2.7 לאפשר ביצוע חיבור חוזר חד-פאזי.

2.8 להבטיח גמישות תפעולית.

שילוב רחב של מתקני אנרגיה מתחדשת גורם לשינוי משמעותי באופן ההפעלה של מערכת הייצור. לפיכך, הדרישות לגמישות תפעולית עולות מדרגה, וכוללות בין היתר:

- יכולת עבודה במתכונת של התנעות מרובות,

- הספק מינימלי נמוך (תוך עמידה בתנאי הסביבה),

- קצב גבוה של עלייה/ירידה של העומס (תוך שמירה על אורך החיים של יחידת הייצור).

- זמני התנעה קצרים (תוך שמירה על אורך החיים של יחידת הייצור),

- פרקי זמן גמישים של עבודה/הפסקה שיהיו ניתנים להתאמה לצורכי המערכת.

חשוב להבטיח גמישות תפעולית תוך התחשבות במכלול שלם של כל הפרמטרים הנ"ל.

הערכים של פרמטרי הגמישות התפעולית הנדרשים ליחידת ייצור עתידית יהיו בהתאם לערכים המפורטים בנספח בהתאם לטכנולוגיה. מצורף נספח א' עבור יחידות מסוג מחז"ם.

2.9 להבטיח תגובה לשינויי תדר ועתודות כדלקמן:

א. כל יחידת ייצור תצויד בווסת הספק-תדר, המאפשר יכולת ויסות של ההספק המיוצר בתגובה לשינוי תדר (Primary Frequency Response), בהתאם לדיוק מדידה של $\pm 0.01 \text{ Hz}$ או פחות.

ב. ערך הייחוס של התדר f_{setpoint} יקבע בהתאם לדרישת מנהל המערכת. ערך ברירת המחדל: $f_{\text{setpoint}} = 50 \text{ Hz}$. מנהל המערכת יוכל להעביר דרישה לשינוי ערך זה לחדר הפיקוד של היחידה בהתאם לצרכי המערכת.

ג. בתחום התדרים $(f_{\text{setpoint}} - DB_{UF}) < f < (f_{\text{setpoint}} + DB_{OF})$ היחידה תייצר הספק בהתאם ל- P_{setpoint} שייקבע ע"י מנהל המערכת. (DB – deadband, OF – Over-Frequency, UF – Under-Frequency)

ד. בעליית תדר מעל $f_{\text{setpoint}} + DB_{OF}$ יחידת הייצור תוריד את ההספק המיוצר בהתאם לנוסחה הבאה:

$$P = \max \left\{ P_{\min}, P_{\text{pre}} + \min \left(0, \frac{f_{\text{setpoint}} - f + DB_{OF}}{f_{\text{nom}} \times R_{OF}} \right) \right\}$$

ה. בירידת תדר מתחת ל- $f_{\text{setpoint}} - DB_{UF}$ יחידת הייצור תעלה את ההספק המיוצר בהתאם לנוסחה הבאה:

$$P = \min \left\{ P_{\max}, P_{\text{pre}} + \max \left(0, \frac{f_{\text{setpoint}} - f - DB_{UF}}{f_{\text{nom}} \times R_{UF}} \right) \right\}$$

כאשר:

f – תדר המערכת בפועל (Hz)

f_{nom} – תדר נומינלי (50 Hz)

P – הספק פעיל שנדרש להעביר לרשת, ביחידות יחסיות (p.u.) על בסיס P_{nom} של יחידת הייצור

P_{nom} – הספק נומינלי של יחידת הייצור בעבודה עם דלק ראשי מותאם לטמפרטורת הסביבה (MW)

P_{pre} – הספק פעיל של יחידת הייצור לפני הפרעה, ב-p.u. על בסיס P_{nom}

$P_{\min}$ – הספק מינימלי לוויסות שעומד בדרישות איכות הסביבה (MECL - Minimum Emission Compliance Load), ב-p.u. על בסיס P_{nom}

$P_{\max}$ – הספק מרבי של יחידת הייצור, מוגדר כהספק הפעיל שיחידת הייצור יכולה להעביר לרשת, בכפוף להסכם בין היצרן למנהל המערכת, בהתאם ליכולת הטורבינה, לתנאי הסביבה, ולמצב התפעולי של הצידוד, ב-p.u. על בסיס P_{nom}

DB_{OF}, DB_{UF} – ערכים של deadband עבור תדר יתר ותדר בהתאמה (Hz)

R_{OF}, R_{UF} – קבועי וויסות (frequency droop) עבור תדר יתר ותדר בהתאמה (p.u.).

ו. הערך של deadband (DB_{OF}, DB_{UF}) הינו בין 0 ל-0.5 Hz וייקבע ע"י מנהל המערכת בשלב התיאום הטכני. ערך deadband כברירת מחדל נקבע ל:

$$DB_{OF} = 0.015 \text{ Hz}$$

$$DB_{UF} = 0.015 \text{ Hz}$$

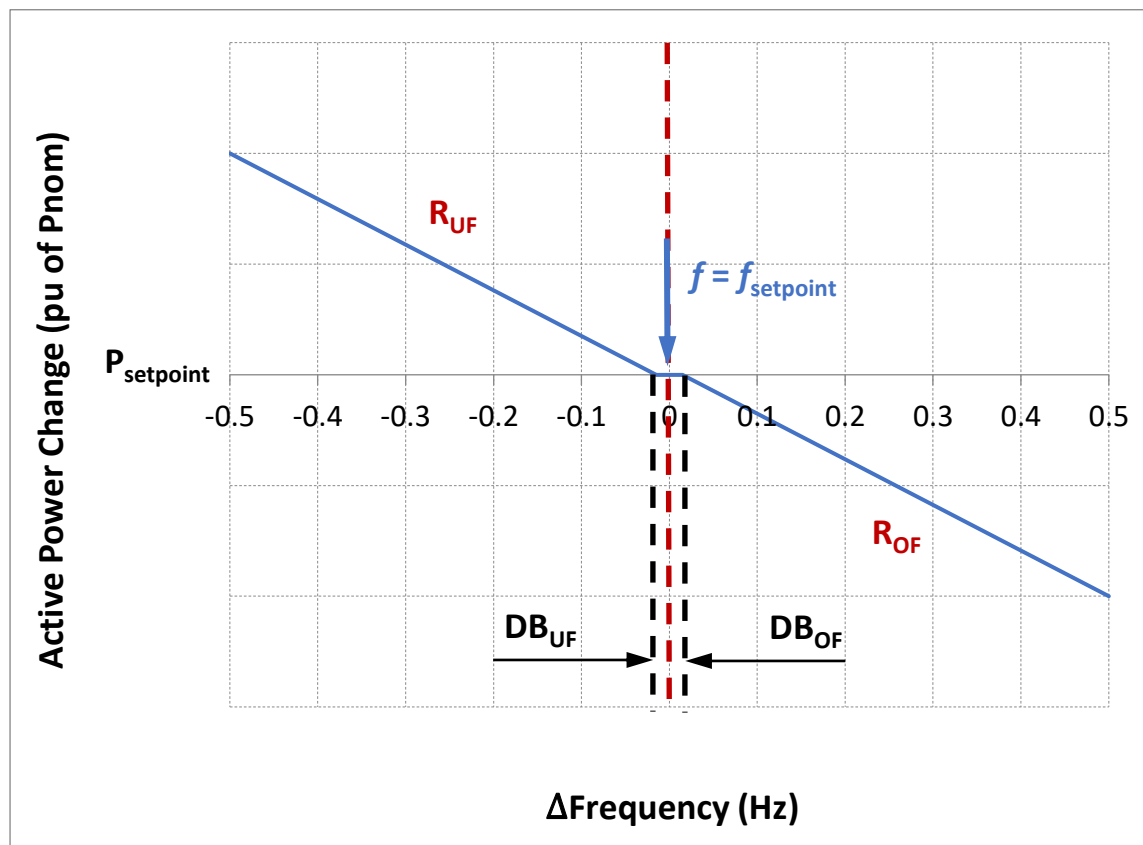
ז. הערך של קבוע הוויסות הראשוני frequency droop הינו בין 3% ל-5% וייקבע ע"י מנהל המערכת בשלב התיאום הטכני. הערך frequency droop כברירת מחדל נקבע ל-5%:

$$R_{UF} = 0.05$$

$$R_{OF} = 0.05$$

ח. הערכים של frequency droop ו-deadband יהיו ניתנים לכיוונון.

ט. אופיין וויסות הספק-תדר מופיע באיור 3.



איור 3: אופיין וויסות הספק-תדר עבור יחידות סינכרוניות המחוברות למערכת המסירה

הערך: רמות ההספק, קבועי הוויסות וסטיית התדר ייקבעו על ידי מנהל המערכת בשלב התיאום הטכני של המתקן, הערכים המסומנים באיור 3 משמשים לדוגמה בלבד.

י. בקרת התדר של יחידת הייצור נדרשת לפעול באופן רציף ומידי

זמן התגובה להפרעת תדר מסוג מדרגה T_{response} , המוגדר כזמן שנדרש להגיע לערך המתוכנן, כולל את זמן מדידת התדר, לא יעלה על 10 שניות (כולל את זמן T_{delay}), עבור תגובה עד $0.1 \times P_{\text{nom}}$. ערך מלא של התגובה הנדרשת חייב להיות מסופק מהר ככל האפשר, בהתאם ליכולת הטכנית.

סעיף זה יתעדכן מידי פעם לפי בדיקות קבלה של היחידות.

במידה והזמן T_{response} ו/או היקף התגובה אינם עומדים בדרישה הנ"ל (עקב אילוצים טכניים בלבד), היצרן נדרש להגיש הוכחה לקיום אילוף טכני ולספק ערכים עדכניים.

זמן התחלת התגובה T_{delay} (הכולל את זמן מדידת התדר) יהיה קצר ככל האפשר, ללא השהיה מאולצת. במידה והזמן T_{delay} עולה על 2 שניות, היצרן נדרש להגיש הוכחה לאילוף טכני זה ולספק ערך של T_{delay} העדכני.

יא. נדרשת יכולת לספק תגובה מלאה לשינוי תדר בצורת מדרגה למשך פרק זמן של 15 דקות.

יב. במצב וויסות תדר נדרש להבטיח פעולה יציבה של יחידת הייצור.

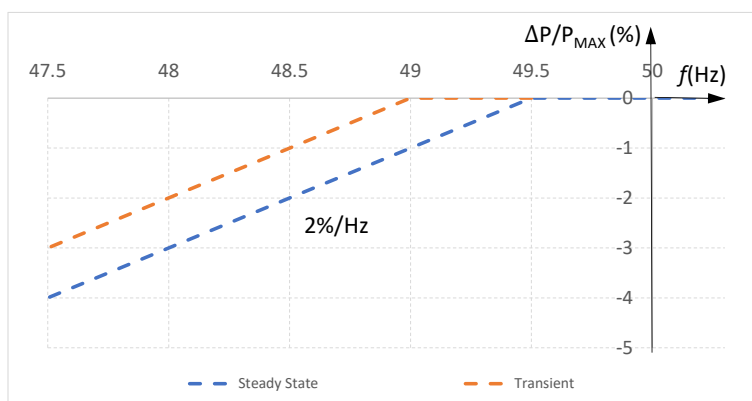
יג. למען הסר ספק, שינוי בהספק כתגובה לשינוי התדר חייב להיות יחסי לסטיית התדר כל הזמן: כאשר סטיית התדר הולכת ומצטמצמת, התגובה חייבת להצטמצם בהתאם.

יד. כל יחידת יצור תהיה מחויבת להפעיל בשגרה מערכת לוויסות הספק-תדר (FREQUENCY BIAS או FREQUENCY RESPONSE) בהתאם להנחיות של מנהל המערכת. הפעלת מערכות עזר לתגבור הספק לא תגביל את יכולת היחידה לוויסות ראשוני או משני.

טו. ירידה מותרת בהספק פעיל במצבי תת-תדר בהתאם לאופיין המופיע באיור 4 הערך המרבי המותר לירידת הספק פעיל מהערך הנקוב בעקבות ירידת תדר:

- במצב מתמיד: צריך להיות קטן מ-2% (מההספק הנקוב ב-50 Hz) להרץ אחד בירידת תדר מתחת ל-49.5 הרץ

- במהלך תופעת מעבר: צריך להיות קטן מ-2% (מההספק הנקוב ב-50 Hz) להרץ אחד בירידת תדר מתחת ל-49.0 הרץ



איור 4: דרישה להספק פעיל של יחידת ייצור בתנאי תת-תדר

יש להציג עקומות התאמה של תנאי הסביבה, כפי שמסופק על ידי היצרן של יחידת הייצור.

טז. כל יחידת ייצור תהיה בעלת יכולת וויסות משני של התדר. היחידה תגיב בקצב של 15 Mw/min , או לפחות בקצב המקסימלי שנקבע בבדיקות הקבלה של היחידה, הגבוה מביניהם, כל עוד היא פועלת בתחום של בין העומס המינימלי עד קרוב לעומס המקסימלי של היחידה.

יז. כל יחידת ייצור תהיה בעלת יכולת וויסות שלישונית של התדר. יחידת הייצור תספק את העתודה השלישונית לעליה וירידה: לא פחות מ-15% מההספק הנומינלי תוך 30 דקות, כל עוד היא פועלת בתחום של בין העומס המינימלי עד קרוב לעומס המקסימלי של היחידה.

2.10 להיות מסוגלת להשתתף בוויסות המתח במערכת ע"י שינוי מתח היחידה באמצעות פעולה רציפה של ווסת מתח אוטומטי (AVR). הווסת חייב להיות בעל התכונות הבאות, לפחות:

- יכולת ביצוע אוטומטי של הפונקציות: וויסות המתח, קיזוז עומס, הגבלת זרם הסטטור
- יכולת שמירה על מתח הגנרטור בין הגבולות $\pm 0.5\%$ לעומת המתח הרצוי
- יכולת עבודה במצב אוטומטי – בקרת מתח (שגרה) וידני – בקרת שדה (חריג, הכנסה לניצול, בדיקות)
- יתירות פונקציונאלית – שני ערוצים עצמאיים, עם העברה אוטומטית במקרה של תקלה
- יחידות מעל 100MW צריכות להיות מצוידות ב – Power System Stabilizer

2.11 בתחום היציבות בזמן ההפרעות:

א. המאפיינים העיקריים של יחידת הייצור המוצעת, כמו: אינרציה של היחידה, ריאקטנסים של הגנרטור (סינכרוני, מעבר ותת מעבר), מערכת העירור וכו', יהיו מתואמים היטב כך שיבטיחו תגובה דינמית נאותה במצב מתמיד ובמצב הפרעות.

ב. יחידת הייצור צריכה להישאר מחוברת ומסונכרנת למערכת גם לאחר קצר תלת פאזי, בקרבת נקודת החיבור של היחידה לרשת, המסולק בזמן של 250 מילישניות, או בזמן אחר שיוגדר ע"י מנהל המערכת בהתאם למיקום יחידת הייצור במערכת ולמאפייניה.

ג. היזם צריך להציג בהתאם לנתונים שיתקבלו מיצרן היחידה תוצאות של הדמיות ממוחשבות שיוכיחו את יכולת יחידת הייצור להישאר יציבה ומסונכרנת אחרי קצר תלת פאזי מתכתי, בקרבת נקודת החיבור של היחידה לרשת, המסולק:

- לאחר 100 מילישניות (סילוק תקין של הקצר התלת פאזי).
- לאחר 250 מילישניות (סילוק מאוחר של הקצר התלת פאזי).

ההדמיות יכללו מודל מפורט של יחידת הייצור, כולל מערכות הבקרה שלה (AVR, PSS, Governor וכו'). מערכת המסירה בנקודת החיבור של יחידת הייצור לרשת תיוצג ע"י מודל מפורט של גנרטור בעל אינרציה אינסופית וריאקטנס המבוסס על הספק הקצר המינימלי בנקודת החיבור לרשת.

יחד עם דו"ח תוצאות ההדמיה יסופקו גם המודלים הדינמיים והפרמטרים ששימשו לביצוע ההדמיות הממוחשבות בהתאם לתרחישים שיוגדרו בשלב התאום הטכני

2.12 בתחום הגנות היחידה:

- א. להיות מצוידת בהגנות בהתאם לתקן IEEE C37.102
- ב. להיות מצוידת בהגנות שפעולתן תהיה מתואמת עם כל מערכות הבקרה והאוטומציה של היחידה, עם ההגנות הקיימות במסדר ועם ההגנות הקיימות ברשת
- ג. להבטיח את הגנת היחידה נגד תקלות בתחום היחידה
- ד. להבטיח את הגנת היחידה נגד תקלות בתחום מתקן הייצור
- ה. להבטיח את הגנת היחידה נגד תקלות ברשת, שלא סולקו ע"י ההגנות המותקנות במסדר מתח עליון או מתח על של מתקן הייצור
- ו. לכלול לפחות הגנות נגד תת-תדר/תדר יתר, תת-מתח/מתח יתר, זרם יתר והגנת Out-of-Step

2.13 דרישות ליחידות ייצור של מתקני אגירה שאובה

- א. היחידה צריכה להיות מסוגלת לעבוד כמפצה (compensator) סינכרוני בכל תחום הדיאגרמה P-Q של הגנרטור ללא הגבלת זמן.
- ב. היחידה צריכה להיות מסוגלת לעבוד באי חשמלי ללא הזנה מהרשת, ולשמור על פרמטרים תקינים בהתאם לאמור בסעיפים 1.1 ו-1.2 לעיל.

2.14 השנאי הראשי של היחידה

- א. להיות מתוכנן, מיוצר ונבדק בהתאם לתקנים IEC 60076 או IEEE C57.12.00
- ב. להיות מוגדר כשנאי גנרטור, בעל תכונות כמו "Load rejection capability" ו-"Overexcitation capability"
- ג. לעמוד בזרמי קצר המוגדרים בהתאם למיקום מתקן הייצור ברשת

- ד. להיות בעל קבוצת חיבורים כוכב בצד הרשת, עם אפשרות הארקה של נקודת האפס; משטר נקודת האפס יקבע על ידי מנהל המערכת בהתאם למיקום המתקן במערכת (בדרך כלל מוארקה בצורה יעילה – Effectively Grounded).
- ה. להיות בעל קבוצת חיבורים שתבטיח את מניעת ההעברה של הרמוניה שלישית לרשת
- ו. להיות בעל רמת בידוד בצד הרשת המתואמת עם רמת הבידוד של רשת מתח עליון או מתח על
- ז. להיות מצויד עם מחליף דרגות; הגודל המרבי של דרגה לא יעלה מעל 2.5% מהמתח הנקוב של הליפוף
- ח. להיות בעל עכבה (impedance) מתאימה לדרישות המערכת לגבי יציבות היחידה במצבי מעבר ולגבי זרמי קצר
- ט. להיות מצויד בהגנות בהתאם לתקן IEEE C37.91 שיכללו לפחות הגנה נגד עירור יתר (overexcitation), יתרת זרם והגנת פחת.

2.15 טמפרטורת הסביבה

- יחידת הייצור תתוכנן לעבוד בטווח טמפרטורות סביבה ממינוס 4 מעלות עד פלוס 50 מעלות צלזיוס. הדרישה לעמידה ב 50 מעלות הינה בכל הארץ מלבד אילת, ים המלח והערבה, באזורים אלו יתואם פרטנית. נדרש אישור מראש של מנהל המערכת לחריגה מהערכים הנ"ל.
- יש לספק עקומות השתנות ההספק המיוצר כפונקציה של טמפרטורת הסביבה בגבולות הנ"ל עבור האתר המיועד.

3. דרישות טכניות מהאתר

מתקני הייצור בכללותם, צריכים לענות לדרישות המתוארות בסעיף זה, למעט התנאים הספציפיים למסדרי מתח עליון או מתח על, שמוגדרים בנוהל חיבור לקוחות.

3.1 התנעה שחורה

אתרי ייצור אשר חייבים להיות מצוידים באמצעי התנעה שחורה, ללא עזרה מרשת מתח עליון או מתח על שהמתקן מחובר אליה:

כל אתר ייצור בעל יכולת מותקנת מעל 500 MW

כל אתר ייצור בטכנולוגיית אגירה-שאובה בעל יכולת מותקנת מעל 100 MW

כל אתר ייצור בטכנולוגיה סובבת, הכולל גם אגירה בסוללות, בעל יכולת מותקנת מעל 100 MW

כל יחידת ייצור מסוג ט"ג מחזור פתוח תעשייתית/סילונית תהיה בעלת יכולת התנעה שחורה מקומית.

3.2 עבודה דו-דלקית

יחידת הייצור נדרשת להיות בעלת יכולת לעבודה דו-דלקית, בכפוף לאמות המידה ולמנהל המערכת, כאשר הדלק הראשי הוא בגז והדלק המשני הוא בסולר. כמו כן נדרשת יכולת התנעה רגילה והתנעה שחורה הן בדלק הראשי והן בדלק המשני.

3.3 מתקן PRMS

על מנת לאפשר הפעלת היחידה/ות גם במקרים של הספקת גז off-spec לאתר, יש להבטיח את חימום הגז בכניסה ל-PRMS או בכניסה ליחידות טורבינות גז ל-50 מעלות צלסיוס. לצורך שרידות מערכת החשמל באתרי ייצור בהספק מעל 600 MW נדרשת יתירות מלאה לכל האביזרים עבור כל יחידת ייצור בנפרד. הזנות חשמל של מתקני PRMS יוגדרו ויתואמו מול נתג"ז בצורה הבאה:

- הזנה ראשית מאספקת בית של תחנת הכוח
- אספקה משנית מרשת חיצונית חח"י
- אספקה שלישית – דיזל גנרטור גיבוי ליחידות ייצור מעל 300 MW (כולל מיכל סולר לאותו דיזל גנרטור ל-72 שעות).

3.4 דיזל גנרטור גיבוי באתר

לצורך הפעלה רציפה של מתקנים חיוניים באתר תחנת הכוח, כולל בין היתר לצורך התנעה שחורה או הפעלה בחירום נדרש מלאי דלק נוזלי באתר ל-72 שעות לפחות.

כל דיזל גנרטור נדרש להיות בעל יכולת:

- (1) הפעלה במקביל לרשת
- (2) יכולת העברה שקטה.

3.5 מים נטולי מלחים

לצורך הפעלת יחידות ייצור באתר, יוקמו באתר מתקנים לייצור מים נטולי מלחים בספיקה שתאפשר הפעלה רציפה של כל יחידות הייצור שבאתר בהספק מלא בדלק גיבוי.
בנוסף יוקם באתר מלאי מיכלי מנ"מ שיספיק להפעלת כל יחידות הייצור שבאתר בדלק משני בהספק מלא ל-50 ש"ע לפחות (גם בעת תקלה במתקני ייצור מנ"מ).

3.6 בקרת עומס-תדר (LFC/AGC)

- א. אתר ייצור בעלי יכולת מותקנת מעל 60 MW חייב להיות מצויד במערכת בקרה שתאפשר הפעלה של מערכת בקרת עומס-תדר מרכזית (LFC - Load Frequency Control) או (AGC – Automatic Generation Control).
- ב. יחידת ייצור מעל 60 MW תאפשר הפעלה באמצעות מערכת בקרת עומס-תדר מרכזית (LFC/AGC) בצורה רציפה בכל תחום ההספקים בין עומס מינימלי למקסימאלי. הפעלת מערכות עזר לתגבור הספק לא תגביל את יכולת היחידה לוויסות בעזרת מערכת ה LFC/AGC.
- ג. פירוט הדרישות להפעלת מערכת LFC/AGC ייקבע על ידי מנהל המערכת בשלב התיאום הטכני.

3.7 רושם הפרעות

במתקן הייצור יותקן רושם הפרעות. רישום הנתונים (איזה נתונים, אפיון דגימתן וכו') יתבצע בהתאם לדרישות מנהל המערכת.

3.8 העברת מידע

ניהול מערכת החשמל הארצית מבוצע באמצעות המערכת לשליטה ובקרה של מנהל המערכת. כחלק ממערכת החשמל הארצית, מתקני הייצור צריכים להעביר ולקבל נתונים בזמן אמת, אל וממערכת EMS. העברת הנתונים בשני הכיוונים מתבצעת באמצעות יחידת קצה של מערכת EMS שתותקן במתקן הייצור ושתהיה מחוברת למערכת EMS דרך שתי דרכי קשר. הדרישות העיקריות לגבי העברת המידע הן כדלקמן:

- א. מתקן הייצור צריך להיות מתוכנן, מוקם ומתוחזק בצורה שתבטיח את ההעברה והקבלה של הנתונים הנדרשים לצורך ניהול ותפעול של מערכת החשמל בהתאם לנהלים המאפשרים ע"י גורמים מוסמכים.
- ב. הנתונים יכללו לפחות, אבל לא מוגבל בזה:

1. חיוויים: מצב היחידות, מצב אמצעי המיתוג במתח על/עליון במסדר, פעולות של הגנות במסדר וביחידות הייצור, מצבי אוטומציה ומערכות בקרה רלוונטיות
2. מדידות: הספקים אקטיביים וראקטיביים בגנרטורים, שדות קווים ושנאים ראשיים במסדר, מתחים בהדקי הגנרטורים ובפסי הצבירה של המסדר, תדר בהדקי הגנרטורים

3.3. הפעלות : אמצעי מיתוג במסדר, וויסות העמסת היחידות (במקרה של LFC/AGC). במתקני אגירה שאובה, ביחידות טורבינות גז במחזור פתוח, בטורבינות גז סילוניות תתאפשר הפעלה מרחוק של התנעת היחידות והפסקתן בכל המצבים, שליטה בהספק פעיל ובהספק עיוור. עבור אגירה שאובה - ייצור, שאיבה, מפצה (compensator) סינכרוני.

ג. יחידת הקצה תותקן בחדר נפרד בתוך המתקן, ובתוכו יותקנו גם ארונות התקשורת; במקרים מסוימים, בהתאם לסידור הכללי של מתקן הייצור. בהתאם לנוהל חיבור לקוחות ובמה שיקבע בתאום הטכני.

3.9 אבטחת מידע

בהיותו חלק ממערכת החשמל הארצית, על מתקן הייצור חלים כל ההנחיות של רשות הסייבר הלאומית (רס"ל) לגבי מתקני מערכת החשמל ולגבי מערכת EMS.

לאור הנחיות אלה, יש לנקוט בצעדים הדרושים כדי להבטיח את המידע ל-EMS ברמה פיזית וברמה לוגית. ברמה הפיזית, החדר שבו תהיה מותקנת יחידת הקצה של ה-EMS יהיה נגיש רק לאנשים המוסמכים ע"י מנהל המערכת.

ברמה הלוגית, במקרה וחלק מהמידע המגיע ליחידת הקצה יגיע בצורה סריאלית מבקרים שונים של מתקן הייצור יש לנקוט בכל האמצעים הדרושים ע"י מנהל המערכת, חומרה ותוכנה כאחד, על מנת למנוע אפשרות חדירה למערכת לשליטה ובקרה של הפיקוח.

4. הנחיות מנהלתיות

4.1 מסירת נתונים

היזם ו/או בעל מתקן הייצור חייב למסור נתונים למנהל המערכת. נתונים אלה משמשים לתכנון הקליטה של מתקן הייצור במערכת החשמל ובמערכת לשליטה ובקרה של הפיקוח וכן להפעלת המתקן לאורך חייו.

חברת ניהול המערכת תגדיר את הנתונים שיש למסור בכל שלב (סקר התכנות, סקר חיבור, תאום טכני, הקמה, הכנסה לניצול, הפעלה) ותגדיר את הרמה הנדרשת להיקף ודיוק הנתונים בכל שלב.

בנוסף למסירת הנתונים לחברת ניהול המערכת לפי דרישתה בכל שלב, בעל המתקן (או מפעילו) אחראי למסור למנהל המערכת כל שינוי בנתונים אלה ברגע התרחשות השינוי.

4.2 חובות היזם/בעל המתקן

חובות בעל המתקן כלפי חברת ניהול המערכת מתוארות לרוב בהסכם המסחרי בין שני הגופים. במסמך הנוכחי מודגשות חובות היזם/בעל המתקן בשלבי התכנון, ההקמה וההפעלה מנקודת המבט של ניהול ותפעול המערכת:

א. הנתונים הטכניים המשוערים של יחידות הייצור יועברו למנהל המערכת בשלבים המוקדמים ביותר האפשריים של הפרויקט לצורך בדיקת התאמת יחידות הייצור לדרישות המערכת; למנהל המערכת יש זכות לדרוש שינויים

בפרמטרים שלהם יכולה להיות השפעה שלילית על התנהגות המערכת. ציוד המתקן יוזמן בהתאם לדרישות שבנוהל חיבור לקוחות (ציוד המסדר) ובמסמך הנוכחי (יחידות הייצור, שנאי, הגנות). התכנון ורשימות הציוד של המסדר יובאו לאישור מנהל המערכת.

ב. יחידת הקצה של ה-EMS תסופק ע"י חברת ניהול המערכת; התכנון והביצוע של חיבור יחידת הקצה למתקן הוא באחריות היזם. התכנון יובא לאישור מנהל המערכת והיזם חייב ליישם את השינויים שמנהל המערכת ידרוש (במקרה ויהיו).

ג. התכנון והביצוע של חיבור יחידת הקצה למערכת התקשורת של מנהל המערכת הינם באחריות היזם. עם זאת התכנון יובא לאישור מנהל המערכת והיזם חייב ליישם את השינויים שמנהל המערכת ידרוש (במקרה ויהיו).

ד. כיול מערכות ההגנה של המסדר ושל יחידת הייצור יתואמו עם מנהל המערכת; חובת היזם (או המפעיל) ליישם את דרישות מנהל המערכת, כל זמן שדרישות אלה לא פוגעות בזמינות ואמינות היחידה.

נספח א: מאפיינים תפעוליים הנדרשים מיחידת ייצור בטכנולוגיית מחז"ם

נדרש אישור מראש של מנהל המערכת לחריגה מהערכים הנ"ל ובטרם התחייבות לרכישת הציוד

	נושא	יחידות מידה	תנאי סף	הערות
	ביצועים:			
1	טכנולוגיה		מחז"ם	
2	ההספק הנומינלי של היחידה ISO בתנאי	MW	(*)	(*) מחז"ם עם הספק מעל 670 מגוואט יוגבל להוצאת אנרגיה עד 670 מגוואט, עד לשנת 2035.
3	ההספק המינימלי העומד בתנאי סף לפליטות בכל תנאי מזג אוויר (MECL)	% מההספק הנומינלי	40% או פחות	
	נצילות:			
4	נצילות	%	לפחות 55%	בתנאי המערכת העתידיים יש חשיבות גדולה יותר להעלאת רמת הגמישות מאשר להעלאת מידת הנצילות.
	גמישות:			
5	Max Ramp Rate	% לדקה (ביחס להספק נומינלי, מותאם לטמפרטורת הסביבה)	more than 4%	
6	Min Ramp Rate	% לדקה (ביחס להספק נומינלי, מותאם לטמפרטורת הסביבה)	less than 1%	
7	קצב שינוי מהיר של ההספק (Fast Ramp Rate)	% לדקה (ביחס להספק נומינלי, מותאם לטמפרטורת הסביבה)	נדרש לקבל את הנתון	טווח צר של שינוי בהספק, לטווח זמן של שניות – עתודה מהירה לסטיית תדר
8	משך הזמן של אוורור מסלול אוויר גזי פליטה	דקות	לא יותר מ- 15 דקות	ללא תלות בסוג התנעה (חמה, פושרת או קרה)

9	משך זמן של התנעה חמה עד לסנכרון (מ-START עד לסנכרון)	מחז"ם F	דקות	לא יותר מ: 6	התנעה חמה : משך זמן הפסקת היחידה טרם ההתנעה עד 12 שעות. הגעה למצב שבו יש יכולת תגובה להשתתפות בוויסות התדר ולפקודות מנהל המערכת
		מחז"ם H		לא יותר מ: 30	
10	משך זמן של התנעה חמה מסנכרון עד לעומס מינימלי MECL	מחז"ם F	דקות	לא יותר מ: 40	
		מחז"ם H		לא יותר מ: 60	
11	משך זמן של התנעה חמה מעומס מינימלי עד להספק מלא	מחז"ם F	דקות	לא יותר מ: 80	נדרש לספק דיאגרמות זמני התנעה הכוללים את כל השלבים
		מחז"ם H		לא יותר מ: 120	
12	משך זמן של התנעה פושרת עד לסנכרון (מ-START עד לסנכרון)	מחז"ם F	דקות	לא יותר מ: 6	התנעה פושרת : משך זמן הפסקת היחידה טרם ההתנעה מ-12 עד 48 שעות.
		מחז"ם H		לא יותר מ: 30	
13	משך זמן של התנעה פושרת מסנכרון עד לעומס מינימלי MECL	מחז"ם F	דקות	לא יותר מ: 60	
		מחז"ם H		לא יותר מ: 90	
14	משך זמן של התנעה פושרת מעומס מינימלי עד להספק מלא	מחז"ם F	דקות	לא יותר מ: 120	
		מחז"ם H		לא יותר מ: 220	
15	זמן ההמתנה הנדרש לפני התנעה	שעות	לא יותר מ- 2 שעות הפסקה לפני התנעה	זמן המתנה : מרגע ההשבתה היזומה הקודמת	
16	מומלץ להכין אפשרות לתגבור עתידי של טורבינת גז לעבודה בטמפרטורות סביבתיות גבוהות (בהתאם לתנאים המוגדרים בסעיף 2.15) במידה שהתגבור אינו אפשרי – יש לציין זאת בהצעה.	% מההספק הנומינלי של ט"ג	לפחות 5%	ההכנה צריכה לכלול לפחות מיקום להתקנה עתידית של מתקני קירור אוויר בכניסה לט"ג ואת יכולת הגנרטור לספק אנרגיה נוספת. עדיפות לטכנולוגיות תגבור שפחות מושפעות מהלחות של האוויר הסביבתי.	
17	מומלץ להכין אפשרות לתגבור המחזור הקיטורי במידה שהתגבור אינו אפשרי – יש לציין זאת בהצעה.	% מההספק הנומינלי של טורבינת הקיטור (ט"ק)	לפחות 5%	לדוגמא : מערכת duct firing. ההכנה הנדרשת צריכה לכלול לפחות מיקום להתקנה עתידית של מבערים בכניסה למחולל הקיטורי, תכנון מתאים של מחולל הקיטור וט"ק, ואת יכולת הגנרטור לספק אנרגיה נוספת.	

18	מומלצת יכולת התנעה ועבודה ממושכת של טורבינת גז ללא הפעלת טורבינה קיטורית			
19	יכולת התנעה ועבודה ממושכת ויציבה של היחידה כמפצה (compensator) סינכרוני, מומלץ גלגל תנופה להגברת הספקת האינרציה למערכת			
21	יכולת התנעה בדלק ראשי ובדלק משני (ראה שורות 27, 28 בהמשך)	נדרש	גם בהתנעה רגילה וגם בהתנעה שחורה	
	מספר מתוכנן של התנעות בשנה:			
22	התנעות קרות מאוד	לפחות 5		
23	התנעות קרות	לפחות 10		
24	התנעות פושרות	לפחות 50		
25	התנעות חמות	לפחות 250		
	פליטות:			
26	המלצה לתכנון/להכנת מקום ויכולת להוספת אמצעים להפחתת פליטות CO ו-NOx בכל טווח העומסים עד לרמה נמוכה יותר	רמת פליטות ב- ppm(vd)	לא יותר מ- 9	למשל, התקנה עתידית של מתקנים קטליטיים, כולל כל ציוד העוזר ואגירת חומרים באתר
	דלקים:			
27	דלק ראשי	גז טבעי		
28	דלק משני	סולר	נדרשת יכולת לעבודה דו-דלקית	
29	משך הזמן הדרוש להעברה מדלק ראשי לדלק משני	דקות	לא יותר מ- 30 דקות (לא כולל זמני שינוי ההספק לצורך ביצוע המעבר)	המעבר יתבצע ככל האפשר בהספק שאינו קטן מההספק המינימלי (MECL) או מ-40% מההספק הנומינלי, מותאם לטמפרטורת הסביבה, הקטן מביניהם
30	משך הזמן הדרוש להעברה מדלק משני לדלק ראשי	דקות	לא יותר מ- 45 דקות (לא כולל זמני שינוי ההספק לצורך ביצוע המעבר)	המעבר יתבצע ככל האפשר בהספק שאינו קטן מההספק המינימלי (MECL) או מ-40% מההספק הנומינלי, מותאם לטמפרטורת הסביבה, הקטן מביניהם

עדיפות ליכולת עבודה דו-דלקית ללא צורך בבדיקות תקופתיות של מערכת הדלק המשני על-ידי העברה בפועל לשריפת הדלק המשני			צורך בבדיקות תקופתיות של מערכת הדלק המשני	31
ייתכן שבעתיד תידרש הסבה להפעלה בגז טבעי שיהיה בתערובת עם מימן, עד לאפשרות של 100% מימן. נדרש לפרט את ההכנות המומלצות על ידי המציע, אשר יאפשרו בעתיד עלויות נמוכות יותר בזמן ההסבה	נדרש לפרט את ההכנה		המלצה להכנה של תכנון היחידה להסבה עתידית לשריפת מימן, כולל שמירת מקום במידת הנדרש	32