

גנרטורים - נתונים ודרישות כלליות

גנרטורים הם אחד המקורות העיקריים, ולעתים גם היחיד, להספקת אנרגיה חשמלית למיתקנים שונים.

הגנרטור מיועד לספק חשמל במקום שאין בו תשתיות של חברת החשמל, שם הוא מהווה מקור ל"אספקה עצמאית" (כהגדרת התקנות); במקומות שיש בהם הספקת חשמל מרשת סדירה - הגנרטור יכול לשמש כגיבוי להספקת כוח במקרים של הפסקות חשמל בדרך של "אספקה חלופית", באופן מלא או חלקי; הגנרטור גם יכול לספק חשמל במקביל ליצרן חשמל אחר, בעל רשת חשמל ("אספקה מקבילה" כהגדרת התקנות) או להבטחת אספקת חשמל במקרים של תקלה במקור האספקה הרגילה ("אספקת אל-פסק" בתקנות).

קיימים גנרטורים לזרם ישר (DC) ולזרם חילופין (AC). הגנרטור מאפשר להפיק חשמל בכמויות הנדרשות להפעלת הציוד ומיתקני החשמל, ולהשתמש בו ברשת מקומית.

הפסקות באספקה הרצופה של חשמל עלולות להוביל לנזקי גוף (בבתי חולים לדוגמה), ולנזקים במערכי ייצור בתעשייה (לדוגמה: במפעלים המבוססים על תהליכים כימיים המצריכים רציפות). הגנרטורים מיועדים למנוע את ההפסקות ע"י הפעלתם האוטומטית במקרים של תקלה באספקה מהרשת.

הגנרטורים יכולים להיות חד-מופעיים או תלת-מופעיים, למתח נמוך, בהספקים שונים; להפקת חשמל באתרי בנייה - שם נעשה בהם שימוש נרחב בגלל היעדר תשתית חשמלית, גנרטורים תעשייתיים - לגיבוי והספקת חשמל במצבי חירום, וגנרטורים ניידים המשמשים בעבודות ריתוך ולהזנת ציוד אחר.*

תקנות החשמל (התקנת גנרטורים למתח נמוך), התשמ"ז-1987, מגדירות 2 סוגי גנרטורים:

"גנרטור ארעי - גנרטור הניתן להעברה בנקל ומובא אל מיתקן חשמל לשם אספקה ארעית במקרים כגון: הפסקת האספקה הסדירה או במקום שאין בו אספקת חשמל ציבורית;"

"גנרטור קבוע - גנרטור שאינו ניתן להעברה או להעתקה אלא על ידי שימוש בכלים, ומיועד לשרת את המיתקן לאורך ימים;"

* קיימים גם גנרטורים להפקת חשמל הפועלים עפ"י עקרונות אחרים, והם אינם מוזכרים בחוברת זו. כמו כן אין בחוברת התייחסות לגנרטורים המשמשים לייצור חשמל בתחנות הכוח.

גנרטור ארעי יכול להיות נייד - שניתן להעבירו בקלות יחסית ממקום למקום או
נייח - שטלטולו איננו פשוט (תמונות 1 ו-2)



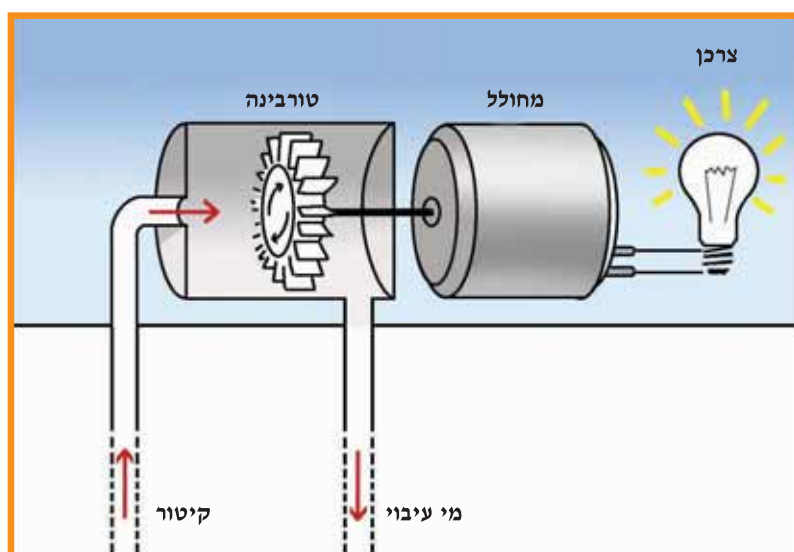
תמונה 1:
גנרטור ארעי המיועד לאספקת חשמל סדירה ומיכל הדלק שלו



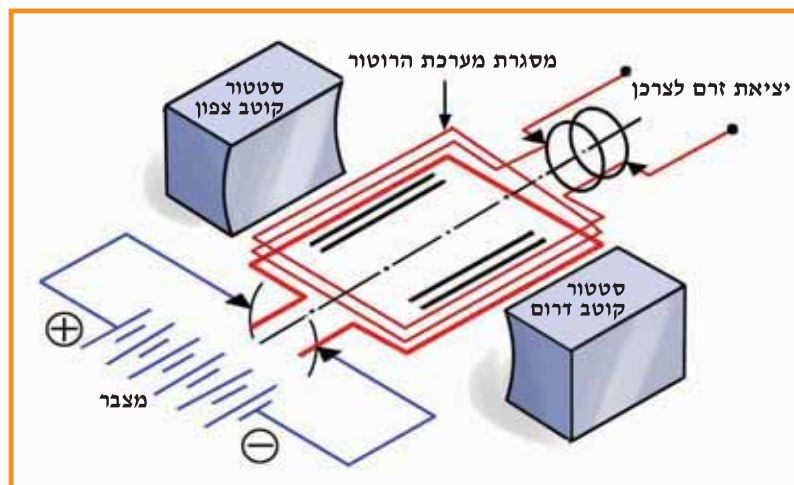
תמונה 2:
גנרטור ארעי נייד המיועד להספקת חשמל ארעי לציד חשמלי,
כולל ציד ריתוך חשמלי

גנרטור - מיתקן לייצור חשמל

הגנרטור הוא מיתקן המחולל חשמל (מייצר מתח חשמלי) ע"י הפיכת אנרגיה כלשהי לאנרגיה מכנית, וממנה - לאנרגיה חשמלית (איור 3). המיתקן המפיק את הזרם החשמלי (הגנרטור) בנוי ממנוע ראשוני וממחולל חשמל. הפעלת המנוע הראשוני נעשית, בד"כ, באמצעות בנזין או סולר (קיימים גם מקורות אנרגיה אחרים, כמו: גפ"מ, מפלי מים, קיטור, רוח וכד', וכן הנעה ידנית). המנוע מסובב מחולל (סליל נחושת = רוטור) מבודד בתוך מגנט (סטטור), יוצר שדה מגנטי וגורם ליצירת זרם חשמלי ע"י הנעת המיטענים החשמליים שבמוליכי הרוטור, תוך כדי תנועתם בשדה המגנטי הסטטי של הסטטור. בגנרטור הכולל מצבר - המצבר גורם לייצור השדה המגנטי הראשוני שבתוכו מסתובב הרוטור בתחילת ההפעלה (איור 4). זרם החשמל המופק מועבר לצרכנים.



איור 3:
עקרון פעולת הגנרטור.
העברת האנרגיה:
קיטור ← גנרטור ← חשמל.
בדוגמה:
סכימה של מנוע ראשוני
המופעל בקיטור



איור 4:
עקרון פעולת הגנרטור

בנוסף, קיימות בגנרטור מערכת איזורור, מערכות שמן ודלק, מערכת הידראולית, מערכת פליטת גזים ("אגוזזטים") ולוח פיקוד ובקרה, המיועדים להסדיר את פעילותו הרצופה והתקינה של הגנרטור.

הגנרטורים מיוצרים בטווחי הספק שונים, מקילוואטים בודדים ועד לעשרות אלפי קילוואט.

סיכונים בהפעלה ובטיפול בגנרטורים

- השימוש בגנרטורים מציב בפני המשתמשים מספר גורמי סיכון:
- שריפות בסביבת הגנרטור - עקב הצתת הדלק הנוזלי או אדי הדלק או חומרים דליקים אחרים;
 - התפוצצות של מצברים;
 - כוויות מחומצה בעת הטיפול במצברים;
 - פגיעה מחלקים מכניים מסתובבים;
 - חישמול ממערכת החשמל;
 - נזקים לרשת החשמל, למערכת החשמל וסיכוני חישמול של בני אדם בגלל חיבור/ ניתוק הגנרטור (הפעלה או הפסקת פעולתו) באופן לא נכון;
 - תנועת חלקים, בהפעלה אוטומטית או פתאומית של הגנרטור (עפ"י מצב הרשת שאותה הוא מגבה), עלולה לסכן את הנמצאים בקירבת המיתקן;
 - כוויות ושריפות ממגע בצנרת פליטת גזים חמה;
 - החלקה עקב דליפות דלק ושמן מהגנרטור ו/או ממיכלי ההזנה שלו;
 - זיהום אוויר עקב שריפת דלק ופליטת גזים;
 - סיכוני דליקה והתפוצצות עקב נוכחות גזים דליקים ונפיצים;
 - מיטרדי רעש סביבתיים מגנרטורים הממוקמים ללא מיגון אקוסטי בקירבת עובדים/אוכלוסיה (תמונה 5);



תמונה 5:

שיכתב בידוד אקוסטי המרפדת את הדפנות הפנימיות של תא הגנרטור עשויה למנוע מיטרדי רעש סביבתיים

החוקים, התקנות והתקנים העוסקים בגנרטורים:

- החוקים והתקנות העיקריים העוסקים בגנרטורים:
- **חוק התכנון והבנייה, תשכ"ה-1965**, פרק א, סימון י"ד: "גנרטור חשמלי".
- **תקנות החשמל:**
- התקנת גנרטורים למתח נמוך, התשמ"ז-1987.
- מיתקן חשמל ארעי באתר בנייה במתח שאינו עולה על מתח נמוך, התשס"ג-2002.
- **נוהל רישוי אירועים המוניים:** תוספת 3 (1.1.2000), משטרת ישראל.
- **ת"י 5668 חלק 1-** בטיחות באירועים המוניים: מערכת ניהול בטיחות (טיוטה).
- **ת"י 5668 חלק 2-** בטיחות באירועים המוניים: דרישות (טיוטה).

סיווג גנרטורים

מיון לפי סוג הדלק המשמש להפעלת הגנרטור: סולר; בנזין; גפ"מ.

מיון לפי סוג המערכת החשמלית:

- **גנרטור סינכרוני** - מאופיין בסיבובי רוטור, השווים למהירות השדה המגנטי של הסטטור. הגנרטור כולל סליל השראה על הרוטור ופחמים להולכת הזרם הנוצר. איכות הפקת המתח שלו נמוכה מזו של גנרטור א-סינכרוני. הגנרטור הסינכרוני מוגן פחות מהשפעות חיצוניות כמו מים ואבק. רוב הגנרטורים הסינכרוניים בנויים ברמת הגנה 23 קו. (ראו **נספח 2**). כיום כבר קיימים גנרטורים כאלה ברמות הגנה 54 קו. סיכוני הדליקה בגנרטורים סינכרוניים נמוכים יחסית. אך כאשר פורצת בהם אש - יש קושי לכבות אותה מכיוון שקיימים בהם פחמי הולכה, אבק פחם (דליק, נפיץ), ניצוצות, כניסת אוויר וגם זרם קצר, אם מתרחש, נמשך זמן ארוך יחסית.
- **גנרטור א-סינכרוני** - מאופיין באי-התאמה של מהירות הרוטור עם השדה המגנטי שלו. הגנרטור מסוג זה מתאים להזנת מכשירים אלקטרוניים רגישים ומכשירים רפואיים, הודות לרמת המתח המדויקת שהוא מייצר. הוא מוגן מחדירת מים ואבק ורמות ההגנה שלו גבוהות (54/55 קו). סיכוני השריפה בו פחותים מכיוון שאין בו פחמים וזרם הקצר שלו מסתיים מהר.

מיון לפי שימושים (מטרות):

- **גנרטורים קבועים.** מיועדים לשימוש תעשייתי, לשימוש בבתי חולים ובמקומות אחרים - להספקת מתח בשעת חירום ולהספקה מקבילה. כושר הייצור עד 3000 קו ויותר.
- **גנרטורים ארעיים נייזים.** מיועדים לאתרי בנייה, לעבודות שטח ולהזנת מיכשור ומיתקני ריתוך. כושר הייצור נע בעוצמות בין 0.5 קו עד 12 קו ויותר (הגנרטורים הארעיים הקטנים מכונים בסלנג "פק-פקים").

מיון לפי סוגי ההתענה: התענה ידנית; התענה אוטומטית.

מיון לפי מערכת ההגנה מחישמול (ראו **נספח 1**):

- גנרטור מוגן בהארקת שיטה;
 - גנרטור מוגן בשיטת האיפוס;
 - גנרטור מוגן בהארקת הגנה.
- (רוב הגנרטורים פועלים עם הגנה נגד זליגת זרם לאדמה).
- אפשר לאפיין גנרטורים גם לפי עוצמת הרעש המזיק, פליטת גזים וצריכת דלק.**

דרישות בהתקנה

- מתכנני גנרטורים והאחראים למיקומו נדרשים להתייחס למספר נושאים:
- סוג הגנרטור שיתאים לדרישות הספקת החשמל ממנו;
 - המיקום המיועד למיתקן: מקום סגור; מקום פתוח; קירבה לאזורי הצריכה; וכו';
 - מערכות ההגנה (כולל על מערכות הדלק) וההארקה;
 - מערכות הספקת החשמל לצרכנים;
 - התנאים הסביבתיים שבהם יעמוד המיתקן;
 - השפעתו של הגנרטור על סביבתו.

"לא יתכנן אדם, לא יתקין, לא יבדוק ולא יתקן מיתקן גנרטור אלא אם כן הוא חשלאי מורשה, כחוק"

מיקום הגנרטור ותנאי הסביבה

ערכת גנרטור כוללת את הרכיבים הבאים: מנוע ראשוני המופעל באמצעות אנרגיה כלשהי (לדוגמה: שריפת דלק); צנרת להספקת נוזל קירור; שמנים ודלק; מיכלים לאחסנת דלק וצנרת להעברתו; מערכת הפעלה הכוללת מצברים ולוח בקרה; מערכת רוטור/סטטור להמרת אנרגיה סיבובית לאנרגיה חשמלית; לוח חיבורי אספקה; מערכת הארקה; מערכת פליטת גזים וכו'.

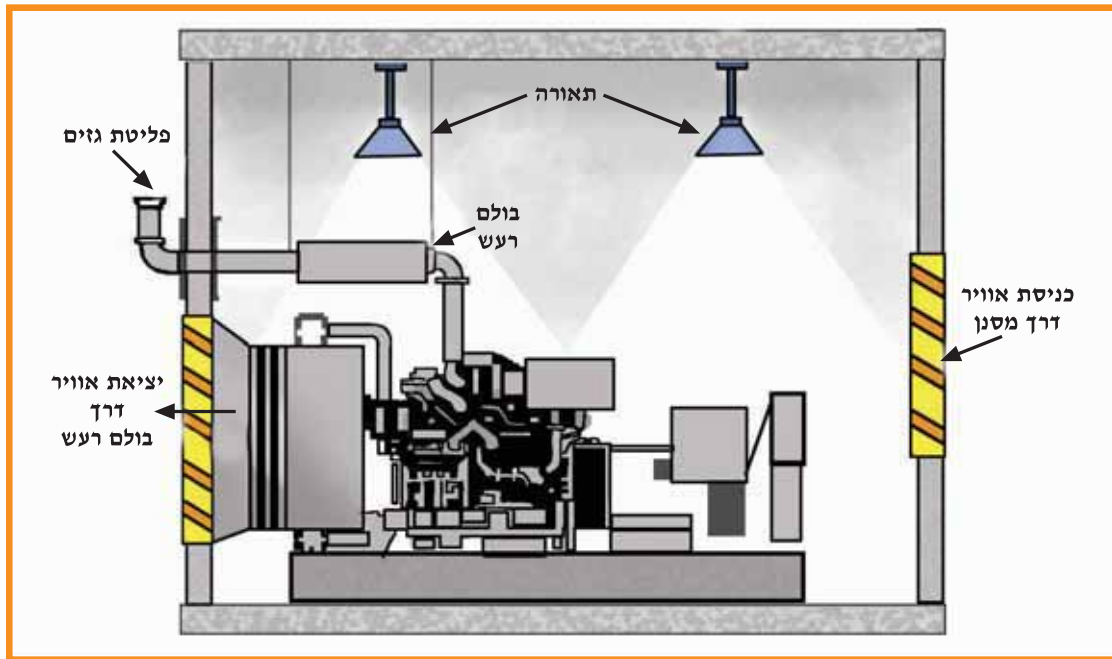
"ערכת גנרטור, אחת או יותר, תותקן בחדר גנרטור הבנוי במיוחד עבורה או בחדר המיועד למטרות טכניות נוספות כגון אולם מכונות או חדר חשמל" (תמונות 6 ו-7)

יש לוודא שמקום התקנת הגנרטור לא יהווה מקור לרעש מזיק או למיטרדי רעש סביבתיים. לכן, יש לבחור מיקום מרוחק מאזורי פעילות או להנחית את רמות הרעש באמצעים אקוסטיים מתאימים.



תמונה 6:

גנרטורים קבועים מוצבים בחדרי גנרטור



תמונה 7:
תרשים עקרוני לתכנון חדר גנרטור

מעברים סביב הגנרטור

על פי התקנות - בין ערכת גנרטור לחלקי מבנה או ציוד אחר יש להשאיר מעברים ברוחב של 1 מ' לפחות. הדרישה כוללת גם גנרטורים המותקנים בתוך מכולה. כאשר הגנרטור מותקן בתוך מכולה - פותחים בדפנות המכולה פתחים, המאפשרים לבצע טיפולים בגנרטור שבתוכה. יש לשמור על מעבר פנוי ברוחב של 1 מ' לפחות סביב המכולה. כאשר הספק הגנרטור נמוך מ- 50 KVA - מותר להשאיר מצד אחד מעבר צר יותר (לפחות 0.6 מ'). בכל מקרה - יש להבטיח שהמירווחים סביב כל גנרטור יאפשרו תחזוקה נוחה, גם אם יש צורך להגדיל את רוחב המעברים.

דלת חדר הגנרטור

"דלת חדר הגנרטור תהיה ממתכת. ופתיחתה מבפנים כלפי חוץ, תהיה אפשרית, בכל עת, ללא צורך במפתח."
אסור להתקין דלת הזזה לחדר הגנרטור.

מניעת זרימת נוזלים

"חדר הגנרטור ייבנה כך שתימנע זרימה בלתי מבוקרת של נוזלים, כמו שמן ודלק אל מחוץ לחדר."
אסור להתקין דלת הזזה לחדר הגנרטור.

איוורור חדר הגנרטור

"בחדר הגנרטור יובטח האיוורור הדרוש לאספקת אוויר למנוע הראשוני ולמניעת הצטברות גזים רעילים, נפיצים או דליקים" (הן כתוצאה מפעולת המנוע וגם עקב התאדות דליפות דלק).

את הגזים מוציאים מחלל החדר אל מחוץ למבנה באמצעות צינור פליטת הגזים של מנוע השריפה הפנימית (המפעיל את הגנרטור). הצינור החם צריך להיות מוגן מפני מגע אקראי בו, עד לגובה של 2 מטרים לפחות מהרצפה.

מערכת החשמל

תאורה ובתי תקע

רק לחשמלאי (מורשה כחוק) מותר לתכנן, להתקין, לתקן ולבדוק מיתקן גנרטור. "בחדר הגנרטור יותקנו נקודת מאור קבועה אחת ושני בתי תקע לפחות; כמו כן תותקן בו תאורת חירום שאינה ניזונה מהמצבר המשמש להתנעת הגנרטור." הגנרטור יצויד במפסק ראשי. אם קיים למפסק התקן נעילה, נעילתו תתאפשר במצב מופסק בלבד.

מפסקים וחיבור גנרטור

בכל מבנה שבו קיים גנרטור לאספקה חלופית, יש לקיים את דרישות פרק ג' של תקנות החשמל (התקנת גנרטורים למתח נמוך), התשמ"ז-1987, וביניהן:

- לוח החשמל של הגנרטור יצויד במפסק ראשי (תמונות 8 ו-9);



תמונה 9:

לוח הפעלה ומפסק ראשי של גנרטור



תמונה 8:

מפסק ראשי בלוח החשמל של הגנרטור

- כאשר המפסק מצויד בהתקן נעילה - נעילתו תתאפשר רק במצב "מופסק".
- בכל מבנה אשר קיים בו גנרטור להספקה חלופית, יותקן התקן להדממת הגנרטור במקום נוח לגישה שיהיה מאושר ע"י שירותי הכיבוי המקומיים.
- כאשר הגנרטור משמש לאספקה חלופית למיתקן חשמל - מיתקן החשמל צריך להיות מצויד במפסק-מחלף, שיבטיח את ניתוק המיתקן מרשת החשמל לפני החיבור לגנרטור. במפסק המחלף יותקנו מימסרי השהיית זמן גם לחיבור וגם לניתוק.

המפסק הראשי



לוח החשמל הראשי



תמונה 10 :

מפסק ראשי (מחלף) של גנרטור בלוח החשמל הראשי

- במפסק-מחלף ידני - על מיתקן עם חיבור לגנרטור ארעי לאספקה חלופית - המשמש גם כמפסק ראשי של המיתקן, יהיה גם מצב ביניים "מופסק".
- אם לפי שיטת הגנת המיתקן יש צורך לנתק את מוליך האפס - חייבים להתקין גישור זמני לשמירת רציפות המוליך, עפ"י פירוט הדרישות לחיבור מוליכי אפס והגנה הקיים בתקנות הנ"ל.

לוחיות זיהוי ושילוט

"ערכת הגרטור תהיה מצוידת בשילוט המקורי של היצרן, שיכלול את הפרטים הטכניים של הרכיבים החשמליים והמכניים; השילוט יהיה ניתן לקריאה בנקל." השילוט יישמר במצב תקין.

"בלוח הראשי של מיתקן הגרטור ייקבע שלט בולט לעין ובר קיימא בו יצוין עובדת קיום גרטור במערכת."

ליד התקן להדממת הגרטור (אשר נדרש בכל מבנה שבו קיים גרטור להספקה חלופית) יותקן שלט בר-קיימא ובולט לעין, אשר בו יירשם: "גרטור" באותיות לבנות על רקע אדום.

גרטור

שלט ליד התקן הדממת
גרטור לאספקה חלופית

ליד כל גרטור הניתן להפעלה גם באופן אוטומטי - יותקן שלט בר-קיימא, בולט לעין ובו יירשם: "הגרטור מופעל באופן אוטומטי"; שלט כזה יותקן גם בלוח הראשי וגם בלוח הגרטור.

הגרטור מופעל באופן אוטומטי

שלט ליד גרטור
עם הפעלה אוטומטית

במיתקן החיבור של גרטור ארעי לאספקה חלופית קיים תקע קבוע (עם 5 פינים) או תיבה לחיבור הגרטור. לידם יותקן שלט בר-קיימא, בולט לעין אשר בו יירשם: "חיבור לגרטור".

חיבור לגרטור

שלט ליד חיבור גרטור
ארעי לאספקה חלופית

כאשר משתמשים במפסק-מחלף תלת-קוטבי לחיבור גרטור תלת-מופעי (במקום מפסק ארבע-קוטבי שהוא עדיף במקרה כזה)* והגנת המיתקן היא בשיטת "איפוס" (TN-S) והארקת השיטה של הגרטור (ראו נספח 1) מחוברת דרך נקודת הכוכב של השנאי או דרך "פס האפסים" שהותקן בתחנת הטרנספורמציה המפעלית - יש להבטיח את רציפות הארקת השיטה של הגרטור עם מערכת החשמל המפעלית. הדרישה מיועדת להבטיח את בטיחות העובדים בתחנת הטרנספורמציה גם כאשר המיתקן מוזן ע"י הגרטור. במקרה כזה צריך גם לבצע חיבור איפוס יחיד של הגרטור לפס האפסים של המיתקן ולהתקין לידו, ובסמוך למערכת ההנעה של הגרטור, שלט שבו יירשם: "זהירות! גרטור מחובר עם מפסק-מחלף תלת-קוטבי".

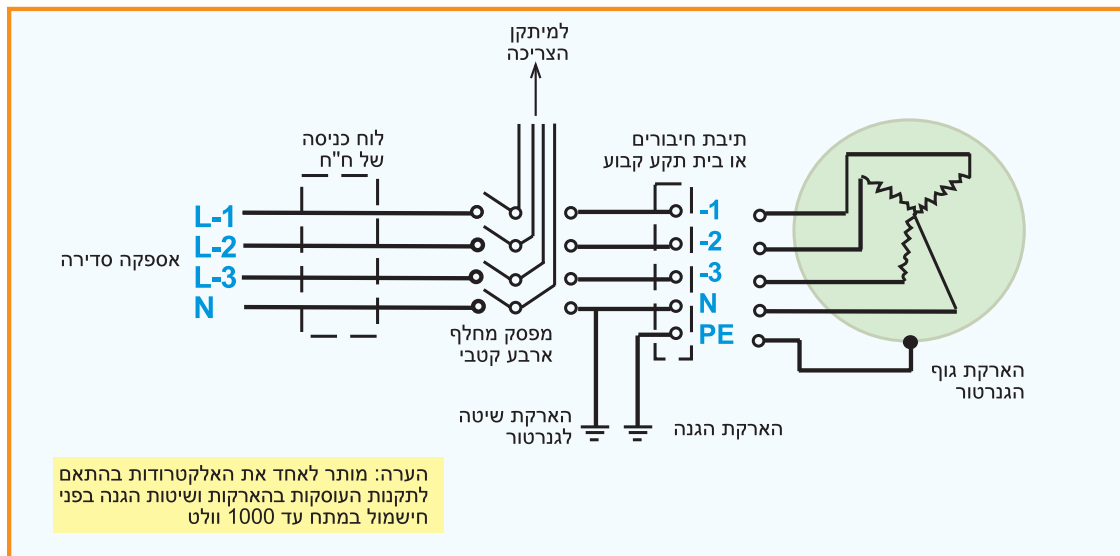
זהירות! גרטור מחובר עם מפסק - מחלף תלת-קוטבי

שלט ליד גרטור המחובר עם מפסק -
מחלף תלת-קוטבי וליד חיבור האיפוס

* "פאזה אחרת", פירושים לתקנות החשמל (02-15)

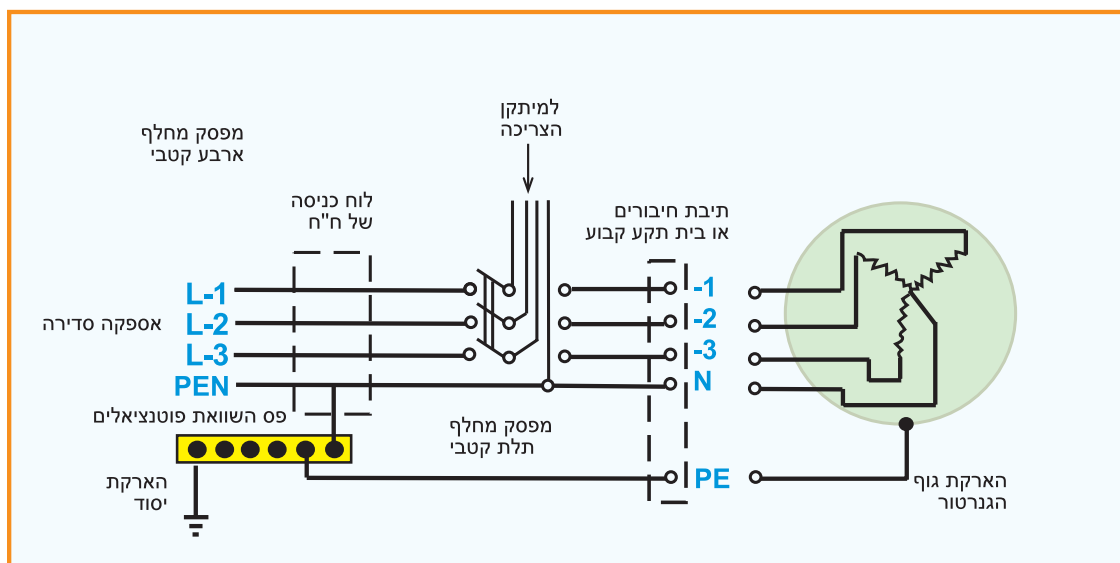
הארקה

כל השיטות להארקת גנרטורים מפורטות בתקנות החשמל (הארקות ואמצעי הגנה בפני חישמול במתח עד 1000 וולט), התשנ"א-1991. בהמשך נציג שיטות להארקת גנרטורים ארעיים. גנרטורים אלה פועלים, במקרים רבים, בתנאי עבודה קשים והטיפול בהם לא תמיד קבוע ומוסדר.



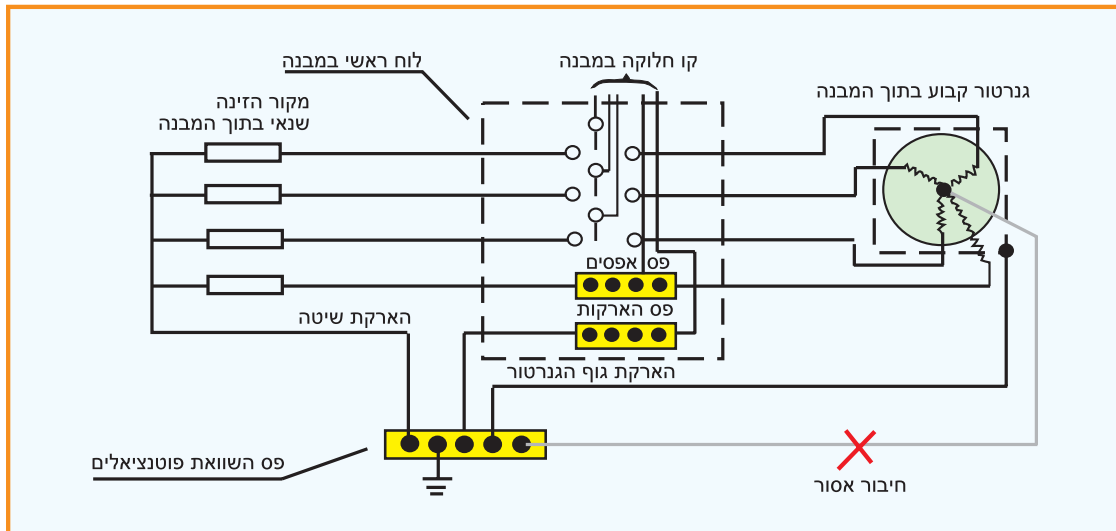
איור 11:

חיבור של גנרטור ארעי לאספקה חלופית במיתקן המוגן בהארקת הגנה (TT)



איור 12:

חיבור של גנרטור ארעי לאספקה חלופית במיתקן המוגן בשיטת האיפוס



איור 13 :

שיטה לחיבור מוליך הארקה מגוף הגנרטור לאדמה
(פאזה אחרת, פירושים לתקנות החשמל, 28-03)

תמונה 14 :

שיטה לחיבור מוליך הארקה מגוף הגנרטור לאדמה



אלקטרודת הארקה טמונה בקרקע ליד הגנרטור



אלקטרודת ההארקה במלוא אורכה (כ- 1.5 מ')

גם מיתקן חשמלי ארעי הניזון מגנרטור בשיטה בלתי מוארקת, ללא הארקה מוליך אפס, צריך לעמוד בדרישות המפורטות בתקנות. לפיכך, המיתקן יוארק באחת מהשיטות - זינה צפה, הפרד מגן או מפסק מגן (ראו נספח 1), או שתתקיימנה בו הדרישות המפורטות בתקנה 15 של קובץ התקנות: התקנת גנרטורים למתח נמוך, התשמ"ז-1987 הקובעות ש:

- כל הגופים המתכתיים, החייבים בהארקה הגנה - כולל גוף הגנרטור - יחוברו להארקה הגנה הכלולה בתוך כבלי הזינה. מותר שמוליכי ההגנה יהיו מוארקים בנפרד. מוליכי ההגנה יהיו בעלי אותו שטח חתך כמו מוליך הארקה ההגנה הנ"ל.
- תתקיים בקרה חזותית וקולית (ע"י צג וצופר) כאשר התנגדות הבידוד בין מוליך ההגנה לבין המיתקן החשמלי יורדת מתחת ל-22KΩ.
- אם מתח התקלה לאורך מוליך ההגנה לא עולה על 50 וולט, למשך יותר מ-5 שניות, לא תידרש התראה על ירידת התנגדות הבידוד של הכבלים. לפיכך, האורך הכולל של כל הכבלים להזנת ציוד ומיתקן ארעי לא יעלה על 250 מ'.

כדי להבטיח את תקינות ההארקה - יש להקפיד על ביצוע נכון של החיבורים



**תמונה 15 :
הארקה גישור גוף הגנרטור למינשא**



**תמונה 16 :
פס הארקה מותקן על המינשא של הגנרטור**



**תמונה 17 :
איך לא לחבר את מוליך ההארקה של הגנרטור**

הגנה מפני חישמול בשיטת האיפוס (TN-S) במיתקן הכולל גנרטור*

כאשר המיתקן החשמלי כולל שנאי המוזן ע"י רשת החשמל וגנרטור המשמש כמקור זינה לאספקה חלופית, ואמצעי ההגנה מפני חישמול במיתקן הוא איפוס (TN-S) (ראו נספח 1), והמפסק המחלף (בין האספקה מהשנאי לבין האספקה מהגנרטור) הוא תלת-קוטבי - אזי כל מערכת האיפוס תבוצע ע"י הארקת השיטה של השנאי, כשמוליך ההארקה הראשי של המיתקן יחובר אל פס השוואת הפוטנציאלים (פה"פ) (תמונה 18).



תמונה 18 :

פס השוואת פוטנציאלים של מפעל בחדר חשמל ('אלכס אוריגניל')

במקרה כזה, אילו היה חיבור בין נקודת הכוכב של הגנרטור לבין פה"פ (כאשר המפסק המחלף הוא, כאמור, תלת-קוטבי ללא מיתוג מוליך האפס), היה נוצר איפוס כפול (איור 13). איפוס כזה אסור עפ"י תקנה 40 בתקנות העוסקות בהארקות ואמצעי ההגנה בפני חישמול במתח עד 1000 וולט. התקנות אוסרות על קיום חיבור, בנוסף למוליך PEN, בין מוליך האפס לבין מוליך ההארקה, בתוך המבנה.

כל השיטות להארקת גנרטורים מפורטות בתקנות החשמל (הארקות ואמצעי הגנה בפני חישמול במתח עד 1000 וולט), התשנ"א-1991

*"פאזה אחרת", פירושים לתקנות החשמל (15-02), מרץ 2003

מיכלי דלק ומאצרות

הגנרטורים מצוידים, בד"כ, במיכלי דלק צמודים, לאספקה מיידית, הנמצאים בקירבת הגנרטור ובמיכל דלק להספקה לטווח ארוך, המותקן במרחק מהגנרטור או בהתקנה תת-קרקעית (כדי להקטין את סיכוני השריפה וגם כדי לחסוך מקום).

מיכלי דלק המכילים בד"כ סולר יש לחבר להארקה (תמונות 1 ו-19). אסור להתקין מוליך הארקה במישרין על החומר הדליק (מבפנים). מוליך ההארקה יחובר בצד החיצוני של המיכל, ויוגן בצורה נאותה בכל מקום שבו קיימת סכנה לפגיעה מכנית בו. סוג ההארקה תלוי במערכת הקיימת.

לפי תקנות רישוי עסקים (אחסנת נפט), פרק ב' חוות המכלים: לא ימלא אדם מיכל ולא ירשה למלא מיכל נפט (דלק) בטרם הושווה הפוטנציאל החשמלי בין המיכל למיכלית שממנה פורקים.



תמונה 19 :

הארקת מיכל הדלק של הגנרטור בחדר גנרטור

כדי למנוע שפיכה/דליפה של דלק במקרה של תקלה ופיזורו - יש להתקין סביב המיכלים מאצרות מתאימות.

המאצרה מיועדת לאיסוף הנוזלים המסוכנים ולמנוע זיהום סביבתי עקב פיזורם. זהו מישטח אחסון מגודר, עם שיפועים ברצפה המיועד לניקוז הנוזלים לצורך סילוקם. המאצרה יכולה להיות מבנה מחומר יציב, אטום ועמיד בפני חומרי הדלק, כמו: בטון, פלסטיק, מתכת וכו'.

הנפח הפנוי של המאצרה, לקליטת הנוזלים, יהיה 110% מהנפח המירבי של ה"צובר" שבתוכה. כל שפך של נוזל ייאסף במאצרה, וישאב ממנה לצורך סילוקו. אין לנקז את הנוזלים המסוכנים למערכת הביוב הכללית.

פתח המילוי של המיכל (ה"צובר") צריך להימצא בתוך תחום המאצרה.

בדיקות

קיימים 2 סוגי בדיקות שאותן נדרש לערוך בגנרטורים:

בדיקות

נערכות על ידי חשמלאי בודק.

ניהול רישומי בדיקות מחייב לגבי כל גנרטור תלת-מופעי בהספק של יותר מ-5KVA.

- בדיקה לפני הפעלה ראשונה של גנרטור. הבדיקה תבוצע ע"י חשמלאי בודק, שימלא טופס בקשת היתר (ראו דוגמת טופס באיור 20). הטופס המלא ישלח למנהל לענייני החשמל במשרד לתשתיות לאומיות. כאשר הגנרטור מיועד לאספקה חלופית - לוח החיבורים שלו צריך להיבדק לפני ההפעלה הראשונה גם בידי נציג חברת החשמל.
- בדיקה לאחר ביצוע שינויים כלשהם בגנרטור.
- בדיקה תקופתית, אחת ל-5 שנים לפחות.

בדיקות תקופתיות

נערכות ע"י חשמלאי מטעם האחראי והמחזיק בגנרטור.

הבדיקות מבוצעות ע"י חשמלאים בעלי רשיון חשמלאי מעשי, לפחות (מקומיים, או עובדי חברת תחזוקה), לפי הוראות היצרן ובהתאם לנוהלי מקום העבודה (דוגמאות למיפרטי בדיקה בטבלאות 1 ו-2. טפסים יכולים לכלול פרטים שונים, נוספים, בהתאם להוראות היצרן).

יש להבטיח סביבה נקייה וגישה נוחה למיתקן הגנרטור, רצפה יציבה, ניקוד תקין וקיום שילוט וסימון הנדרשים לפיקוד ולהפעלה

חוק החשמל תשי"ד-1954
 תקנות החשמל והתקנת גנרטורים למתח נמוך, התשמ"ז-1987 *
כרטיס הגנרטור / טופס בדיקת המיתקן *



1. לשימוש המשרד		2. מחזיק ומפעיל המיתקן		3. מען המיתקן		4. עות' האספקה	
מספר	תאריך הוצאה	שם בעל המיתקן	שם הישוב	רחוב ושכונה	מס' הבית	טלפון	מלאה חילונית מקבילה

5. המנוע הראשוני								6. הגנרטור								
שנת יצור	שם היצרן	מס' סידורי	דגם	קו 5/0 ס' הספק	סיבובים לדקה	שם היצרן	מס' סידורי	דגם	הספק קו"א	מתח	זרם	תדירות	קיבולת של מיכל הדלק (ליטר)	מילי נוסף	על היחידה	מילי נוסף

8. אביזרי עזר חשמליים	
סוג מכשירי הבקרה של המנוע	מכשירי מדידה
מיקום	סוג

9. פרטים כלליים	
מימדים פיזיים	מיקום התקנת הגנרטור
רוחב	אופן התקנת הגנרטור (קבוע, ארעי)
גובה	
משקל	
ק"ג	
ס"מ	

10. תוצאות בדיקת המיתקן							
תאריך בדיקה	שעת עבודה	מספר רישוי	סוג הרישוי	מס' תעודת זהות	שם משפחה	שם פרטי	מען (מול מיקוד)
	של הגנרטור	בדק					

* מיתקן לפי הגדרה במקנות חשמל
 ** חוק - חוק החשמל, ותשי"ד - 1954
 *** במקרה של אי התאמה לחוק, יש למצוא אותה בשורה הבאה

איור 20:
"כרטיס גנרטור" / טופס בדיקת מיתקן גנרטור.
 כאשר הגנרטור מיועד לאספקה חלופית - לוח החיבורים שלו ייבדק לפני הפעלה הראשונה גם בידי חברת החשמל

טבלה 1 : טופס בדיקה וטיפול בדיזל-גנרטור (דוגמה)

מס'	הבדיקה/הטיפול	יומי	שבועי	חודשי	שנתי	רב שנתי
1	בדיקת כמות שמן המנוע. הוספה לפי הצורך	+	+			
2	בדיקת מים ברדיאטור. הוספה לפי הצורך	+	+			
3	בדיקת כמות הדלק במיכל צמוד - לוודא שהוא מלא	+	+			
4	בדיקת כמות הדלק במיכל לטווח ארוך - לוודא שהוא מלא. ניקוז מים לפי הצורך			+	+	+
5	בדיקת מערכת טעינת המצברים	+	+			
6	בדיקת גובה ומשקל סגולי של האלקטרוליט במצבר	+	+	+		
7	בדיקת החיבורים	+	+	+		
8	בדיקת מצברים לוודא קיום טעינה (באמצעות מד זרם) וקיום מתח מצברים (מד מתח, ראו: בדיקת מצברים)	+				
9	בדיקה חזותית לאיתור דליפות, מגינים על המנוע, חיזוק מפלט וכי	+	+	+	+	
10	בדיקת קדם-חימום של מים לוודא פעילות בגבול המותר	+	+			
11	בדיקת לוח הגנרטור כדי לוודא שלא דולקת שום נורית אזהרה+בדיקת המפסק הראשי והבקרים כדי לוודא שהם במצב אוטומטי (בגנרטור המופעל אוטומטית)	+				
12	בדיקת מצב המסנן (עפ"י נתוני בקרה שהוגדרו ע"י היצרן)	+				
13	בדיקה בלוח הבקרה כדי לוודא שלא דולקת שום נורית אזהרה (הפעלת הגנרטור ללא עומס ל-5 דקות)+בדיקת המחווניס+לוודא שאין רעשים לא מקובלים+לוודא שאין רעידות+בדיקת חדר הגנרטור לוודא שאין דליפת גזים, דלק, שמן ומי קירור	+	+	+	+	
14	בדיקת הצופר (הפעלה וכיבוי)	+	+	+		
15	בדיקת עומס (הפעלת הגנרטור בעומס 50% מהעומס הנורמלי). נדרשת מיד לאחר הפעלה, לאחר שהמיתקן הגיע לטמפי העבודה (כ-70°C, או לפי דרישות היצרן)	+	+	+		
16	בדיקת רצועות המניפה ומשאבות המים לרדיאטור כדי לוודא שלמות ותקינות	+	+	+		
17	בדיקת פתחי האוויר של הגנרטור ושל חדר הגנרטור כדי לוודא תקינות זרימת האויר. ניקוי בהתאם לצורך	+	+	+		
18	החלפת שמן, מסנני שמן, דלק, מים ואוויר (טיפול תקופתי)	+	+			
19	בדיקת תקינות משאבת הדלק	+	+			
20	בדיקת הארקות לוודא שלמות ותקינות. חיזוק ברגים לפי הצורך	+	+			
21	בדיקת תאורה ותאורת חירום בחדר הגנרטור	+	+	+		
22	בדיקת לוחות הגנרטור לוודא ניקיון ותקינות מגעים. טיפול וחיזוק ברגים לפי הצורך	+	+			
23	כיוון השסתומים	+				
24	החלפת רצועות	+				
25	החלפת מצברים	+				
26	נושאים נוספים לפי הצורך, כגון: שילוט, הגנה מרעש, בקרת פליטות מהגנרטור ועוד	+	+	+	+	

טבלה 2: טופס תיוג בטיחות לערכת גנרטור למתח נמוך (דוגמה).

למילוי ע"י חשמלאי מורשה בתיאום עם הממונה על הבטיחות במקום

מפעל/אתר _____ ייעוד הגנרטור _____
 ביצוע ע"י _____ תאריך _____

הערות	הנושא והדרישות
	התקנת גנרטור והפעלתו - טפסים ואישורים
	טופס התקנה והפעלה ע"י חשמלאי
	אישור של חב' החשמל לגבי גנרטור לאספקה מקבילה
	טופס הודעה לחב' החשמל לגבי גנרטור לאספקה חלופית
	מפסק ראשי
	קיום מפסק ראשי לגנרטור
	קיום נעילה של המפסק הראשי (רק במצב מופסק)
	קיום מפסק להדממת גנרטור לאספקה חלופית
	הגנה על חלקים נעים מפני נגיעה מקרית
	קיום מיגון מעל המאוורר
	קיום מיגון מעל המצמד
	קיום מיגון מעל יתר חלקים הנעים
	לוחיות זיהוי ושילוט
	קיום לוחית זיהוי מקורית ברורה של היצרן, הכוללת את כל הפרטים הטכניים הדרושים, וניתנת לקריאה בנקל
	קיום שילוט בולט בלוח הראשי של מיתקן הגנרטור המודיע על קיומו של הגנרטור
	קיום שילוט בולט על הגנרטור המופעל באופן אוטומטי
	קיום שילוט ליד המפסק המשמש להדממת גנרטור (לבן על רקע אדום: "גנרטור")
	קיום שילוט בולט ליד בית תקע קבוע לחיבור גנרטור "חיבור לגנרטור"
	חדר גנרטור
	קיום מעברים סביב מיתקן הגנרטור ברוחב 1 מ' לפחות
	דלת החדר עשויה מתכת, נפתחת מבפנים החוצה בכל עת (לא דלת הזזה)
	נמנע ניקוז נוזלים אל מחוץ לחדר
	קיום תאורה. קיימים 2 בתי תקע, לפחות
	קיום תאורת חירום שאיננה תלויה במצבר הגנרטור
	קיום צינור פליטת גזים החוצה, מוגן מפני מגע אקראי עד גובה 2 מ'
	קיום בידוד וסימון של צנרת "זרה" העוברת בחדר
	קיום איורור נאות
	הארקות
	קיום הארקה תקינה (נבדקה) לגופים מתכתיים של מיתקן הגנרטור
	קיום הארקות תקינות (נבדקו) לגוף המתכתי של מיכלי הדלק
	בדיקות ע"י חשמלאי בודק
	טופס בדיקה שמולא ע"י הבודק לפני הפעלה ראשונה או כל שינוי מהותי
	טופס בדיקה תקופתית, פעם ב-5 שנים, לפחות
	חתימות: החשמלאי: _____ תאריך: _____
	ממונה בטיחות: _____ תאריך: _____