

מפרט טכני

”הצטלבויות והתקרבויות
בין קווי חשמל לבין רכבת ישראל”

תוכן עניינים:

1. כללי

2. הגדרות

3. רשת חשמל במתח נמוך

- 3.1 התקרבויות בין קווי חשמל עיליים במתח נמוך לבין מסילה.
- 3.2 הצטלבויות בין קווי חשמל במתח נמוך לבין מסילה.
- 3.3 התקרבות בין כבל תת-קרקעי במתח נמוך לבין מסילה.

4. רשת חשמל במתח גבוה

- 4.1 התקרבויות בין קווי חשמל עיליים במתח גבוה לבין מסילה.
- 4.2 הצטלבויות בין קווי חשמל עיליים במתח גבוה לבין מסילה.
- 4.3 התקרבויות והצטלבויות בין כבלי חשמל תת-קרקעיים במתח גבוה לבין מסילה.

5. רשת חשמל במתח עליון ועל

- 5.1 התקרבויות בין קווי חשמל עיליים במתח עליון ועל לבין מסילה.
- 5.2 הצטלבויות בין קווי חשמל עיליים במתח עליון ועל לבין מסילה.
- 5.3 הצטלבויות בין כבל תת-קרקעי במתח עליון ועל לבין מסילה.
- 5.4 התקרבות בין כבל תת-קרקעי במתח עליון ועל עליון לבין מסילה.

6. התקרבות בין עמודי חשמל לבין כבל תת-קרקעי של ר"י

7. סקיצות

1. כללי

במסגרת תוכנית "רכבת ישראל" (להלן ר"י) לחשמול הרכבת, נוצר הצורך לטפל בהתאמת תשתיות חשמל קיימות ומתוכננות ע"י חברת חשמל (חח"י) ור"י. חשמול הרכבת הוא פרויקט חדש, לכן בחוק החשמל ותקנותיו אין התייחסות לנושא. המפרט שבהמשך מתאם דרישות משותפות בנושא להצטלבויות והתקרבויות בין רשתות חשמל של חח"י לבין מסילת רכבת מחושמלת של ר"י.

2. הגדרות

"אביזר" – פריט של ציוד חשמלי המשמש לחלוקה (Distribution) של אנרגיה חשמלית;

"כבל תת-קרקעי של ר"י" – כבל תקשורת וחשמל השייך לר"י;

"מבטח" – אבזר לניתוק אוטומטי של זרם חשמלי במיתקן, כאשר עצמתו גדולה מעצמת הזרם הנקוב שלו; מבטח יכול להיות משני סוגים: נתיך או מפסק אוטומטי;

"מסילה" או "מסילת רכבת" – זוג פסים מתכתיים עליו רכבת יכולה לנסוע;

"מרחק אופקי" – מרחק הנמדד בין השלכות אנכיות של גופים;

"מרחק אנכי" – מרחק הנמדד בין השלכות אופקיות של גופים;

"מרווח הצטלבות" או "שדה הצטלבות" – מרווח בין 2 עמודים הכולל בתוכו את נקודת הצטלבות;

"מתח גבוה" – מתח בין שני מוליכים כלשהם באותו מעגל העולה על 1000 וולט בזרם חילופין או 1500 וולט בזרם ישר, ואינו עולה על 52000 וולט בזרם חילופין או 74000 וולט בזרם ישר;

"מתח על" – מתח אפקטיבי העולה על 245000 וולט;

"מתח עליון" – מתח בין שני מוליכים העולה על 52000 וולט נומינלי ואינו עולה על 245000 וולט;

"מתח נמוך" – מתח בין שני מוליכים כלשהם באותו מעגל העולה על 50 וולט בזרם חילופין או 120 וולט בזרם ישר, ואינו עולה על 1000 וולט בזרם חילופין או 1500 וולט בזרם ישר;

"מתלה" – המרחק האנכי בין מוליך תלוי ברשת לבין הקו הדמיוני המחבר בין נקודות החיזוק של המוליך בקצותיו;

"עמוד" או "עמוד חשמל" – תומך המיועד לחיזוק מוליכים;

"עמוד רשת מגע" – מבנה או מסבך המיועד לשאת רשת מגע;

- "ציר קו חשמל" – קו דמיוני המחבר מרכזים של שני עמודים סמוכים;
- "קו" – מכלול של רשת, אבזרי רשת ועמודים;
- "קו חשמל" – מעגל חשמל המחבר מקור אספקה או מקור זינה, ישירות או דרך מבטח, עם לוח חלוקה אחד או יותר;
- "קו חשמל תת-קרקעי" או "כבל חשמל" – מוליך יחיד מתכתי מבודד בעל עטיפה, או מספר מוליכים מבודדים, מאוגדים תוך ייצורם כשהם בעלי עטיפה משותפת;
- "קו מ"ג מחוזק" – קו מ"ג בנוי על עמודי מתכת או בטון עם מוליכים שלמים, ללא מחברים. מותר להכניס חיבור אחד לכל מוליך פאזה, ע"י שני מחברים, לצרכי תיקון תקלה בלבד.
- מוליך הפאזה יהיה מחוזק לעמוד חשמל באחד מהאופנים הבאים:
- ע"י שני מבדדי משען שיהיו ניצבים לציר קו חשמל,
 - ע"י שתי שרשרות מאותו סוג או 2 מבדדי מתיחה, המחוברים במקביל
- "רצועת הרכבת" – רצועת קרקע שבבעלות ר"י או שטח שיועד לשימוש הרכבת בתכנית מיתאר שניתן לה תוקף, בתוכם קיימת או מתוכננת מסילת רכבת;
- "רשת חשמל" – מערכת המורכבת מכבלי חשמל תת-קרקעי, ממוליכים חשופים, מצופים או כבלים אוויריים מבודדים (כא"מ) המשמשת להעברת אנרגיה חשמלית; רשת יכול שתהיה עילית או תת-קרקעית;
- "רשת מגע" – קו חשמל עילי הנמצא מעל או ליד גג של קרון רכבת ומספק אנרגיה חשמלית בעזרת ציוד מגע המיועד לכך;
- "רשת עילית" או "קו חשמל עילי" – רשת חשמל עשויה מעמודים ומוליכים חשופים, מצופים או כא"מ;
- "תייל" – מוליך יחיד או שזור, ללא בידוד, המיועד להתקנה ברשת עילית;
- "תייל נושא" – תייל יחיד או שזור, עשוי מתכת או חומר אחר שווה ערך מבחינה מכנית למתכת, המיועד לשאת כבל;
- "CCITT" – (Consultative Committee for International Telegraph and Telephone) הועדה המייעצת הבין-לאומית לטלגרף וטלפון שליד איגוד הבזק הבין-לאומי (ITU);
- "Top of rail" – נקודה עליונה על ראש הפס.

3. רשת חשמל במתח נמוך

3.1. התקרבויות בין קווי חשמל עיליים במתח נמוך לבין מסילה

- (א) המרחק האופקי בין ציר קו חשמל עילי במתח נמוך לבין הפס הקרוב של המסילה הקרובה או קצה עמוד רשת מגע הקרוב אליו, יהיה גובה עמוד החשמל ועוד 3 מטר.
- (ב) ניתן להקטין מרחק זה עד ל- 4 מטר, בתאום הנדסי מפורט בין שני הגופים, ובלבד שקו החשמל בקטע זה יהיה בנוי על עמוד בטון או פלדה.
- (ג) חח"י תנקוט באמצעיים ההנדסיים המקובלים כדי למנוע ככל הניתן את האפשרות לנפילת עמודים הנמצאים בתוואי מקביל לרכבת, על פסי הרכבת וזאת במקרים שלא נשמר המרחק של גובה העמוד ועוד 3 מ' בין העמוד לבין הפס הקרוב אליו.

3.2. הצטלבויות בין קווי חשמל במתח נמוך לבין מסילה

- א. הצטלבות בין קווי חשמל עיליים במתח נמוך לבין מסילה אסורה.
- ב. במקום ההצטלבות, קו החשמל יהיה כבל תת-קרקעי.
- ב.1 מתחת למסילה, כבל חשמל במתח נמוך יושחל בתוך צינור באורך מספיק כך שיבלוט מחוץ לרצועת הרכבת, לכל צד, באורך של 1 מ' לפחות.
- ב.2 חלק עליון של הצינור יהיה בעומק של 2.8 מ' הנמדד מראש פס המסילה (Top of rail).
- ב.3 בהצטלבות בין כבל של חח"י לבין כבל השייך לרכבת, כבל של חח"י יהיה במפלס התחתון כאשר המרחק האנכי ביניהם יהיה 0.5 מ' לפחות. למרות האמור לעיל, אפשר להקטין את המרחק עד 0.2 מ' כאשר קיימת הפרדה מכנית בין שני הכבלים באמצעות לוחות בטון או צינורות לאורך ההצטלבות.
- ג. התקנת עמודי רשת מגע בתוואי של כבל חשמל בשדה הצטלבות, אסורה. המרחק האופקי בין עמוד רשת מגע של רכבת לבין כבל תת-קרקעי של חח"י יהיה 2 מ' לפחות.
- ד. המרחק האופקי בין עמוד חשמל למתח נמוך לבין פס המסילה הקרוב, במרווח ההצטלבות, יהיה גובה העמוד ועוד 3 מ', אולם ניתן

להקטין מרחק זה עד ל- 4 מטרים ובלבד שעמוד החשמל בשדה ההצטלבות יהיה מחוזק כך שתימנע נפילתו לכיוון המסילה. לענין תת-סעיף זה, תחשב התקנתו של עמוד העומד בכוח מתיחה, כעמוד מחוזק.

ה. המרחק האופקי בין עמוד חשמל לבין החלק החיצוני ביותר של רשת המגע יהיה 4 מ' לפחות. אפשר להקטין את המרחק בתאום בין ר"י לבין חח"י.

3.3. התקרבות בין כבל תת-קרקעי במתח נמוך לבין מסילה

- א. כבל של חח"י במקביל למסילה יונח מחוץ לרצועת הרכבת. המרחק האופקי בין כבל לבין פס המסילה הקרוב יהיה 4.4 מ' לפחות.
- ב. אפשר להקטין מרחק זה ולהתקין כבל בתוך רצועת הרכבת בתאום בין ר"י לבין חח"י.
- ג. בנוסף לסעיפים המפורטים לעיל, המרחק האופקי בין כבל לבין קצה עמוד רשת מגע יהיה 2 מ' לפחות.

4. רשת חשמל במתח גבוה

4.1 התקרבויות בין קווי חשמל עיליים במתח גבוה לבין מסילה

- (א) המרחק האופקי בין ציר קו חשמל במתח גבוה לבין פס המסילה הקרוב יהיה גובה העמוד ועוד 3 מ'.
- (ב) ניתן להקטין מרחק זה עד ל- 6 מ' ובלבד שקו החשמל בקטע זה יהיה קו מ"ג מחוזק.
- (ג) חח"י תנקוט באמצעים ההנדסיים המקובלים כדי למנוע ככל הניתן את האפשרות לנפילת עמודים הנמצאים בתוואי מקביל לרכבת, על פסי הרכבת וזאת במקרים שלא נשמר המרחק של גובה העמוד ועוד 3 מ' בין העמוד לבין הפס הקרוב אליו.
- (ד) המרחק האופקי בין ציר קו חשמל לבין העמוד או החלק החיצוני ביותר של רשת מגע יהיה 5 מ' לפחות. המרחק בין תייל הפאזה של קו חשמל הקרוב לרשת מגע, בנטיה מירבית, לא יפחת מ-1.5 מ'.

- (ה) במקרה של מסילה בודדת מומלץ שקו חשמל עילי במתח גבוה ימצא בצד אחד של המסילה ורשת המגע של הרכבת בצד השני של המסילה.
- (ו) במסגרת שילוב תשתיות, קווי חשמל במתח גבוה המתוכננים לאורך מסילות, יתוכננו בתחום הרצועה בסמוך לקצותיה, תוך שמירת ההגבלות הנזכרות במפרט ובתאום עם ר"י.

4.2 הצטלבויות בין קווי חשמל עיליים במתח גבוה לבין מסילה.

- מומלץ שההצטלבות בין קו חשמל עילי לבין מסילת הרכבת תהיה תת-קרקעית. קו חשמל עילי בשדה הצטלבות יעמוד בדרישות הבאות:
- (א) קו החשמל יהיה מעל רשת המגע של הרכבת.
- (ב) עבור קווים חדשים, זווית הצטלבות תהיה קרובה ל-90 מעלות.
- (ג) קו החשמל יהיה מחוזק.
- (ד) המרחק האנכי בין התייל התחתון של קו חשמל במתלה מרבי לבין ראש הפס של המסילה (Top of rail) יהיה 11.5 מ' לפחות.
- (ה) המרחק האנכי בין התייל התחתון של קו חשמל במתלה מרבי לבין תייל נושא של רשת מגע יהיה 3.5 מ' לפחות.
- (ו) אין להקים עמודים של רשת מגע מתחת לשדה הצטלבות עם קו חשמל עילי.
- (ז) למרות האמור בסעיף ו', במקרים מיוחדים, ניתן להקים עמוד רשת מגע מתחת לקו חשמל בשדה הצטלבות בתנאי שהמרחק האנכי בין האביזר הגבוה ביותר של רשת מגע לבין תייל תחתון של קו חשמל במתלה מרבי לא יקטן מ-3.5 מ'.
- (ט) המרחק האופקי בין עמוד קו החשמל בשדה הצטלבות לבין פס המסילה הקרוב אליו יהיה גובה העמוד ועוד 3 מטר, אולם ניתן להקטין את המרחק הזה עד ל-6 מ' בתנאי שעמוד החשמל יהיה מחוזק כך שתימנע נפילתו לכיוון המסילה. לענין תת-סעיף זה, תחשב התקנתו של עמוד העומד בכוח מתיחה, כעמוד מחוזק.

4.3. התקרבויות והצטלבויות בין כבלי חשמל תת-קרקעיים במתח גבוה

לבין מסילה

4.3.1. התקרבויות בין כבלי חשמל תת-קרקעיים לבין מסילה

- א. ככלל, כבל חשמל של חח"י יהיה מונח מחוץ לרצועת הרכבת. למרות האמור, במקרים מסוימים ובתאום עם ר"י, מותר לעבור עם כבל חח"י בתוך רצועת הרכבת.
- ב. המרחק האופקי בין כבל חשמל תת-קרקעי לבין מסילה קרובה יהיה 4.4 מ' לפחות. אפשר להקטין את מרחק זה בתאום עם ר"י.
- ג. בנוסף לסעיפים המפורטים לעיל, המרחק האופקי בין כבל חשמל של חח"י לבין קצה עמוד רשת מגע יהיה 2 מ' לפחות.

4.3.2. הצטלבות בין כבלי חשמל במתח גבוה לבין מסילה:

תבוצע לפי סעיף 3.2, תת סעיפים ב-ג.

5. רשת חשמל במתח עליון ועל

5.1. התקרבויות בין קווי חשמל עיליים במתח עליון ועל לבין מסילה

- א. במקרה של מקבילות במרחק אופקי קטן מ-50 מ' שאורכה גדול מ-1 ק"מ בין קו חשמל במתח עליון או על לבין מסילת רכבת, יבוצע חישוב של השפעות שדות אלקטרו-מגנטיים על כבל תת-קרקעי של ר"י. החישובים יבוצעו לפי CCITT.
- ב. המרחק האופקי בין השלכה אנכית של תייל הפאזה הקיצוני או הקרוב ביותר ללא סטייה לבין חלק חיצוני של רשת מגע לא יפחת מ:
 - 7 מ' עבור קווי מתח עליון (עד 161 ק"ו)
 - 15 מ' עבור קווי מתח על (400 ק"ו)
- ג. המרחק המזערי בין תייל הפאזה הקרוב ביותר בסטייה מירבית לבין חלק כלשהו של רשת מגע של ר"י לא יפחת מ:
 - 2 מ' עבור מתח עליון (161 ק"ו),
 - 4 מ' עבור מתח על (400 ק"ו).

- ד. המרחק האופקי בין עמוד מתח עליון או על, בנוי עם זרוע חד-צדדית לכיוון נגדי למסילה, לבין המסילה הקרובה לא יפחת מ-5 מ'. בתאום בין חח"י לבין ר"י במקרים מיוחדים, אפשר להקטין את המרחק.
- ה. חח"י תנקוט באמצעיים ההנדסיים המקובלים כדי למנוע ככל הניתן את האפשרות לנפילת עמודים הנמצאים בתוואי מקביל לרכבת, על פסי הרכבת וזאת במקרים שלא נשמר המרחק של גובה העמוד ועוד 3 מ' בין העמוד לבין הפס הקרוב אליו.

5.2. הצטלבויות בין קווי חשמל עיליים במתח עליון ועל לבין מסילה

- א. קווי חשמל חדשים ו/או פסי רכבת חדשים יוקמו כאשר המרחק האנכי בין תייל תחתון של קו חשמל במתח עליון או על במתלה מרבי לבין חלק העליון של המסילה (Top of rail) לא יפחת מ-
- 12.5 מ' עבור קווי מתח עליון (עד 161 ק"ו);
 - 13.5 מ' עבור קווי מתח על (עד 400 ק"ו).
- במקרים חריגים, אפשר להקטין את המרחק באישור של הרכבת, בתנאי שנשמרים מרחקים שבסעיף 5.2 ב'.
- ב. לא תוקם רשת מגע מתחת לקווי חשמל קיימים, אלא אם המרחק האנכי בין תייל תחתון של קו חשמל במתח עליון ועל בהתחשב במתלה מרבי לבין החלק הגבוה ביותר של רשת המגע במקום ההצטלבות עולה על -
- 4.5 מ' עבור קווי מתח עליון (עד 161 ק"ו).
 - 6.5 מ' עבור קווי מתח על (עד 400 ק"ו).
- ג. עמודי החשמל בשדה ההצטלבות יהיו ממוקמים במרחק של 10 מ' לפחות מפס המסילה הקרוב. אפשר להקטין את המרחק בתיאום בין ר"י לבין חח"י.
- ד. בחציית מסילת ברזל יהיו עמודים שאינם מנוצלים במלואם לפי הנתונים הטכניים.
- ה. נדרשות שרשראות כפולות באזור החצייה. בהקמת קווים חדשים במפתח החצייה המוליכים יהיו ללא מחברי לחץ. בקווים מעל החצייה שבהם אירע כשל במוליך, מותר לתקן את הכשל בעזרת מחבר לחץ עם אבטחה מכנית. יש להבטיח הימצאות בולמי תנודות בשדה הצטלבות.
- ו. באזור ההצטלבות יש להאריק כל החלקים שאינם נושאים מתח.

5.3. הצטלבות בין כבל חשמל תת-קרקעי במתח עליון לבין מסילה

- א. ההצטלבות תבצע כדלקמן:
- כבל חשמל מתח עליון יושחל בתוך צינור שאורכו הינו אורך ההצטלבות ועוד 10 מ' בכל צד לפחות.
- עומק הטמנת הכבל יהיה 2.8 מ' לפחות מתחת למסילה.
ב. התקנת עמודי רשת מגע בתוואי של כבל חשמל בשדה הצטלבות אסורה.
המרחק בין עמוד רשת מגע לבין כבל תת-קרקעי של חח"י יהיה 4 מ' לפחות.

5.4. התקרבות בין כבל חשמל במתח עליון ועל לבין מסילה

התקרבות בין כבל חשמל תת-קרקעי במתח עליון לבין המסילה מותרת בתאום עם ר"י ובהתאם לחישובים של השפעת השדות על כבלי רכבת (הנחיות CCITT).
בכל מקרה, המרחק בין פס המסילה הקרוב לבין כבל חשמל לא יפחת מ-10 מ'.
בתיאום עם ר"י במקרים מיוחדים, מותר להקטין את המרחקים הנ"ל רק בתנאי שכבלי חשמל מונחים בתוך צינורות מבודדים או תעלות.

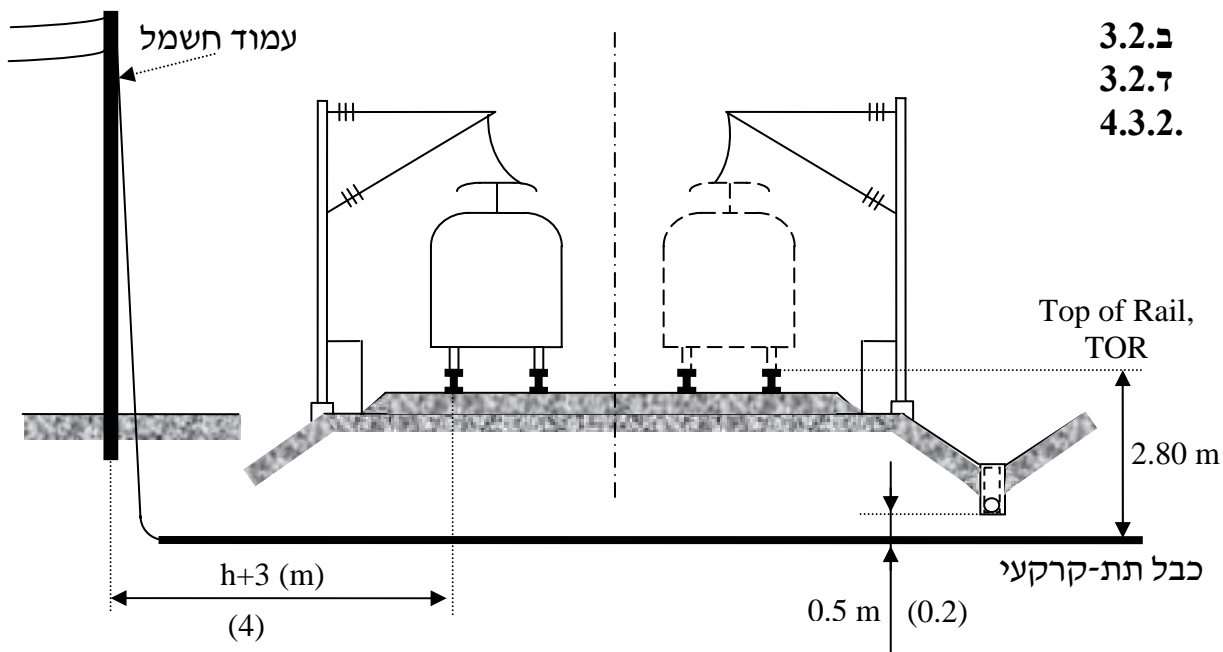
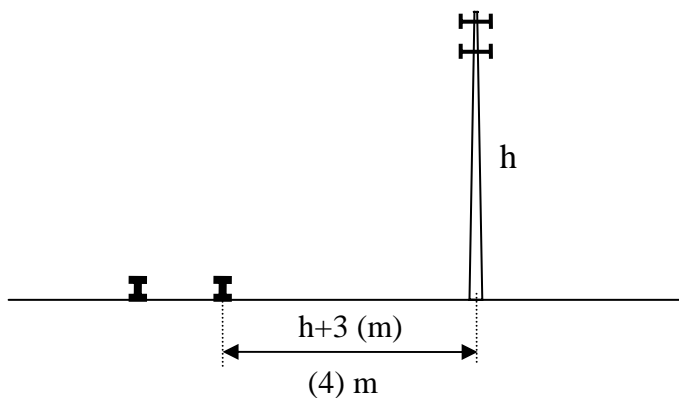
6. התקרבות בין עמודי חשמל לבין כבל תת-קרקעי של ר"י

א. המרחק האופקי בין עמוד חשמל מתח גבוה לבין כבל תקשורת תת-קרקעי של ר"י, יהיה 0.50 מ' לפחות, אלא אם כן ננקטו אמצעים מכניים להגנת כבלי ר"י.
אם עמוד חשמל מוארק הוא חלק מקו חשמל עילי במתח גבוה עם נקודת אפס מוארקות ישירות, יהיה המרחק האמור 2 מ' לפחות; ניתן להקטין את המרחק האמור עד ל-0.50 מ' ובלבד שכבל של ר"י באורך ההתקרבות ועוד 10 מ' בכל צד יהיה בצינור בעל תכונות בידוד חשמליות המתאימות לעליה הצפויה של הפוטנציאל החשמלי של הקרקע במקרה של הפרעה בקו החשמל (קצר, ברק).

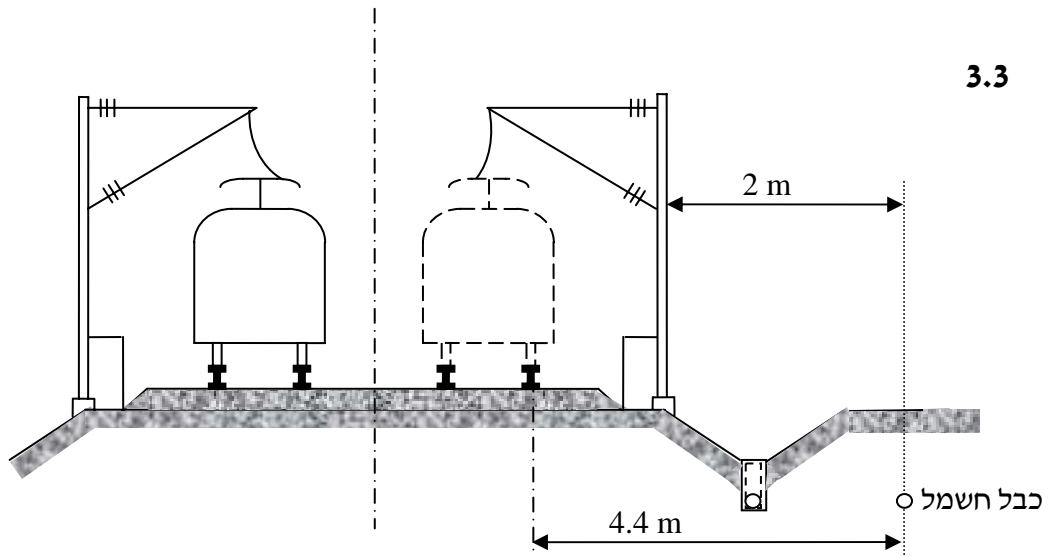
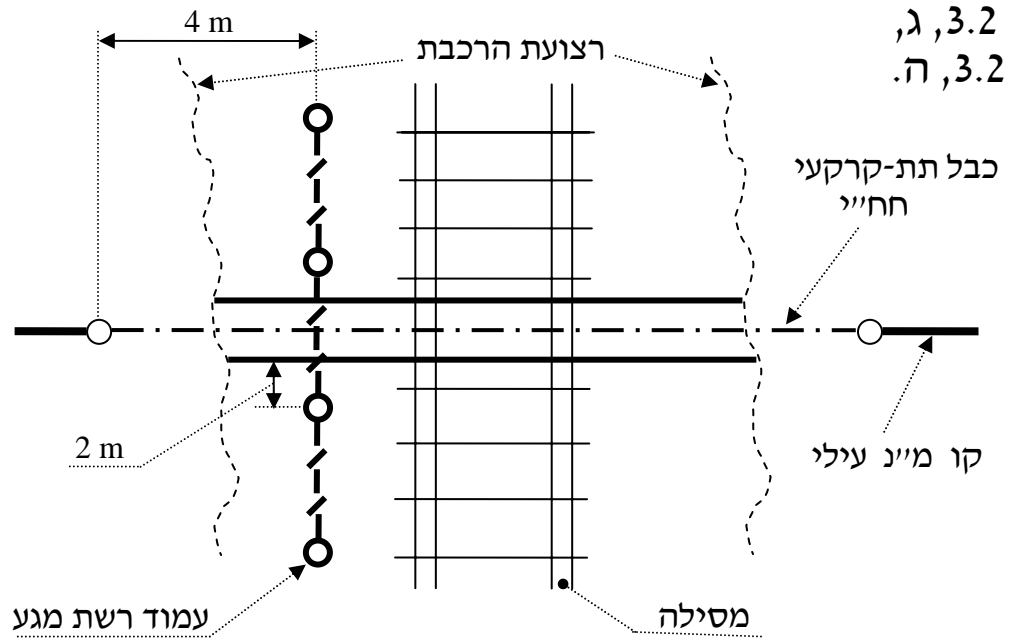
ב. המרחק האופקי בין חלקים תת-קרקעיים של קו חשמל במתח עליון (יסודות או אלקטרודות הארקה) השייך לחח"י לבין כבל של ר"י יהיה לפחות 10 מ'. ניתן להקטין את המרחקים הנ"ל עד ל-5 מ' בתנאי שכבל של ר"י באורך ההתקרבות ועוד 10 מ' בכל צד יהיה מונח בתוך צינור בעל תכונות בידוד חשמליות מתאימות לעלית פוטנציאל חשמלי של הקרקע בקרבת העמוד חשמל במקרים של הפרעות (קצר, ברק) בקו החשמל.

3. רשת חשמל במתח נמוך

3.1.

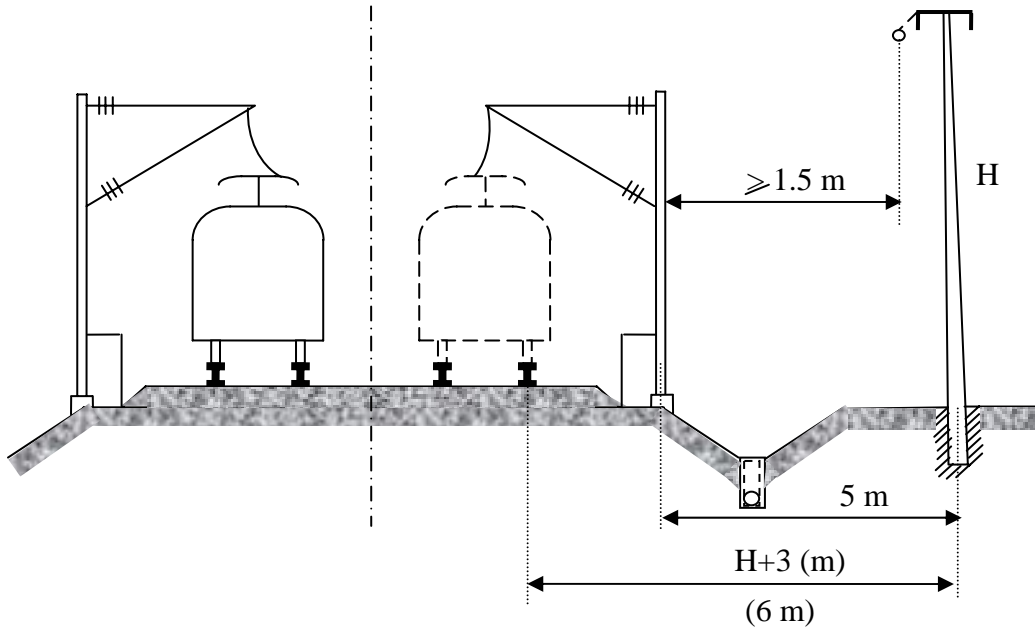


מפרט מאושר

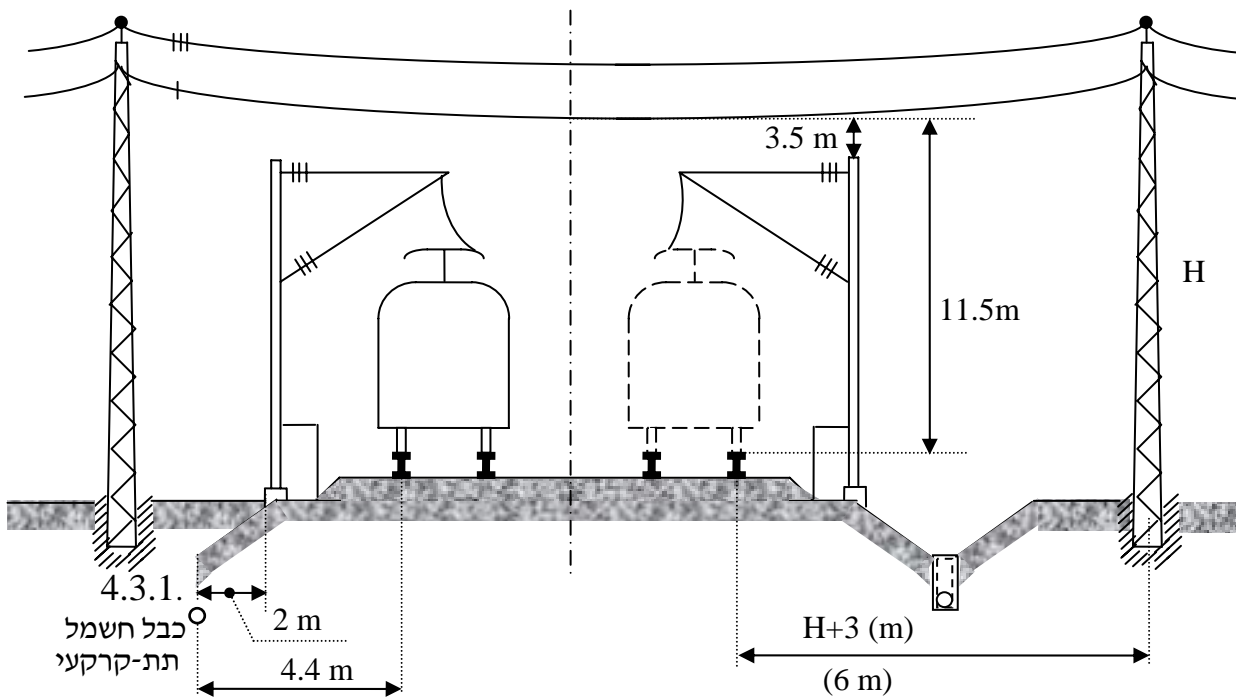


4. רשת מתח גבוה

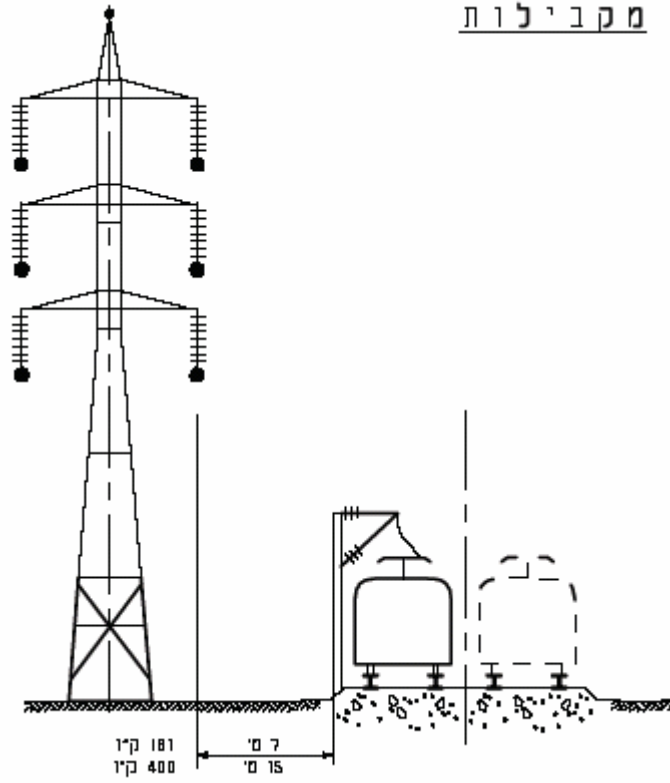
4.1.



3.3,
4.2,
4.3.1.

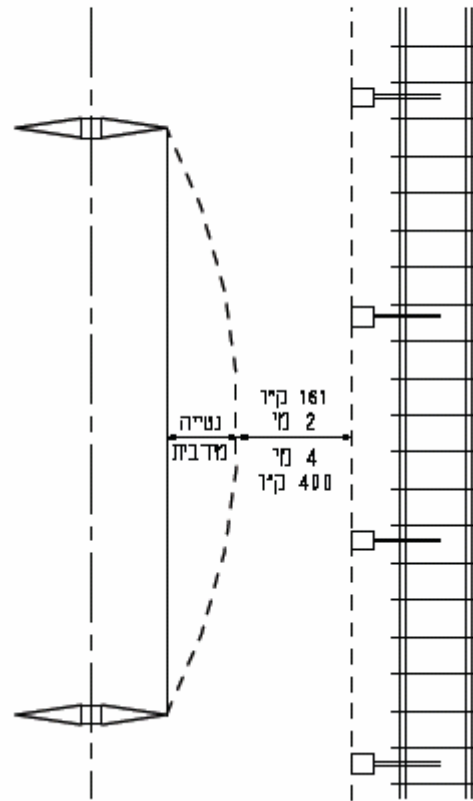


מקבילות



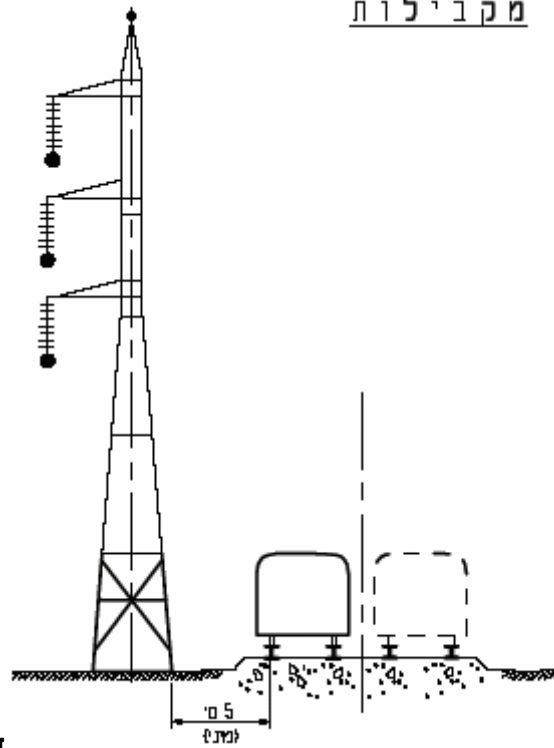
5.1. ב.

מ ק ב י ל ו ת



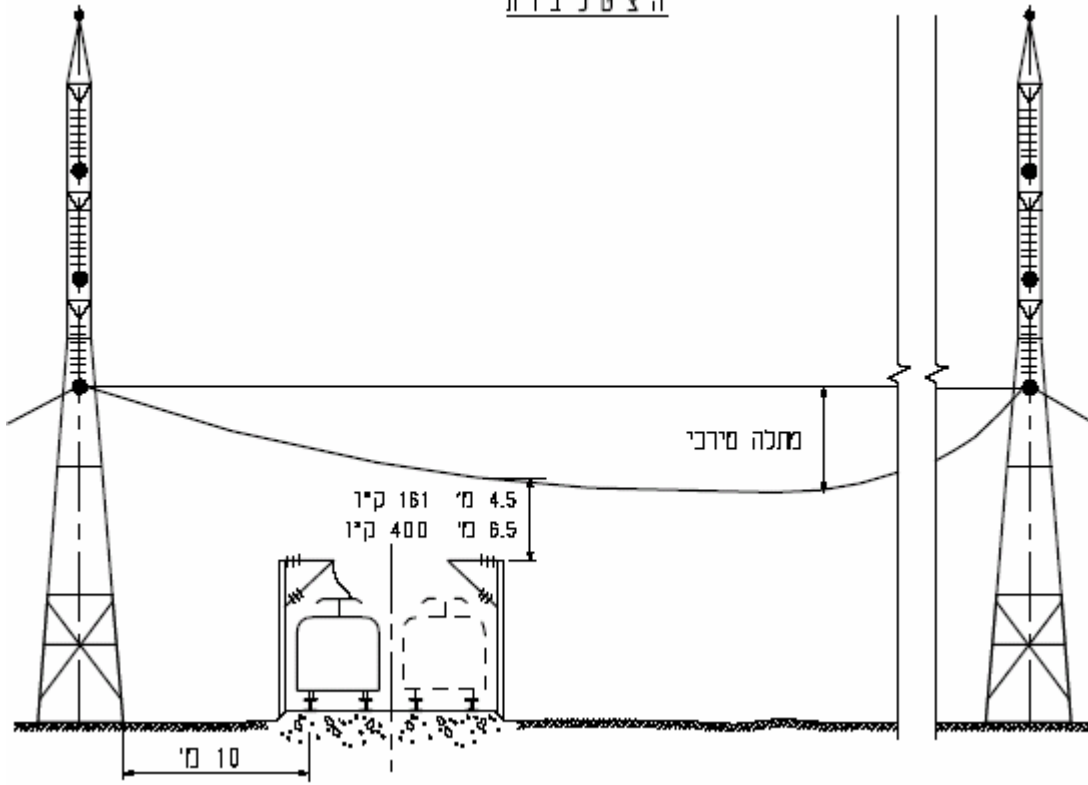
.5.1.ג.

מ ק ב י ל ו ת



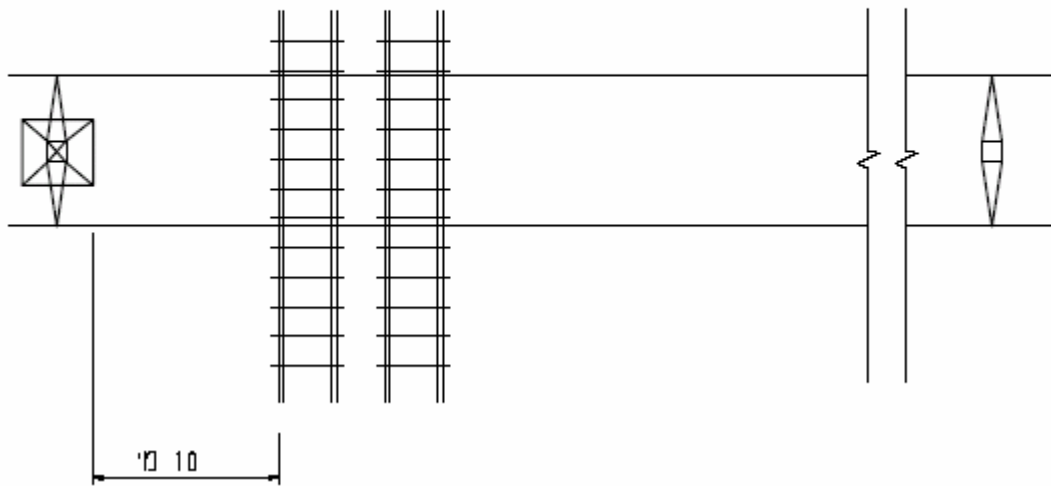
.5.1.ד.

ה צ ט ל ב ו ת



ב.2.5

ה צ ט ל ב ו ת



ג.2.5