

<p>מפרט מס': MF-08  מהדורה: 00  מתאריך: 8.11.2020</p>	<p style="text-align: right;"><b>FIBERTECH</b>  <small>GRP SOLUTIONS</small></p> <p style="text-align: center;"><b>פיברטק - יצרנית צנרת פיברגלס בע"מ</b>  <b>מערכת ניהול איכות</b></p>
<p>מחליף את: 5.7.2020  עמוד 1 מתוך 52</p>	<p style="text-align: center;"><b>מפרט לטיפול והטמנה של צינורות GRP</b></p>



מפרט מס': MF-08 מהדורה: 00 מתאריך: 8.11.2020	<div style="text-align: right;">  </div> <b>פיברטק - יצרנית צנרת פיברגלס בע"מ</b> <b>מערכת ניהול איכות</b>
מחליף את: 5.7.2020 עמוד 2 מתוך 52	<b>מפרט לטיפול והטמנה של צינורות GRP</b>

## תוכן עניינים

<b>9</b>	<b>1. מידע ומבוא</b>	
9	1.1 הקדמה	
9	1.2 מערכות קרקע / צינור והמשתמע מכך	
10	1.3 מערך שרות שדה	
10	1.4 בטיחות	
<b>10</b>	<b>2. משלוח שינוע ואחסנה</b>	
10	2.1 בדיקת צנרת	
10	2.2 תיקון צינור	
10	2.3 פריקה ושינוע צנרת	
<b>10</b>	<b>3. מארז צנרת</b>	
	3.1 מארז צנרת יטופל באופן שונה מצינור בודד, הרמת המארז תבוצע בעזרת שתי רצועות ולעולם לא עם רצועה אחת ראה <b>תרשים 2-3</b>	11
11	3.2 אחסנת צינורות	
11	3.3 שינוע צינורות	
12	3.4 שינוע מארז משולב של צנרת – אחת בתוך השנייה	
<b>12</b>	<b>4. תהליך הנחת צנרת</b>	
13	4.1 מאפייני הנחת צנרת GRP משתנה ותלוי ב:	
13	4.2 הקרקע הטבעית צריכה לספק כראוי את התמיכה לצינור	
13	4.3 חישובים סטטיים לפי תקן AWWA M45 מבוצעים בכל פרויקט, ככלי עזר הנדרש	
13	4.4 תעלה סטנדרטית	
13	4.5 תרשים 3-1	
14	4.6 תשתית הצינור	
14	4.7 סוג חומר מילוי סביב הצינור	
15	4.8 הנחת צינורות	
16	4.9 מילוי סביב הצינור	
18	4.10 הידוק מעל הצינור	
19	4.11 דפורמציה אנכית	
<b>19</b>	<b>5. חיבור הצנרת למחבר</b>	
19	5.1 צנרת GRP מסופקת עם מחבר מורכב בקצה אחד של הצינור.	
19	5.2 המחבר מסופק עם האטם מורכב עליו כאשר סרט הדבקה כחול מגן על האטם מפני פגיעה ולכלוך.	
19	5.3 לפני הכנסת צינור המחבר, יש - להסיר את הסרט הכחול, לנקות את האטם, למרוח סבון צימחי על גבי האטם יש לנקות את פני הצינור שיורכב, ואז להשחיל את הצינור הזכר, למחבר.	19

מפרט מס': MF-08 מהדורה: 00 מתאריך: 8.11.2020	<div style="text-align: right;">  </div> <b>פיברטק - יצרנית צנרת פיברגלס בע"מ</b> <b>מערכת ניהול איכות</b>
מחליף את: 5.7.2020 עמוד 3 מתוך 52	<b>מפרט לטיפול והטמנה של צינורות GRP</b>

5.4 בתשתית התעלה יש לבצע חפירה באזור המחברים על מנת להשאיר חופש מאבנים או חול. לאחר הרכבת הצינור יש צורך בכיסויי אזור המחבר בצורה מבוקרת ולהדק את חומר המילוי..... 19

5.5 שלבים בהרכבת מחבר..... 19

5.6 סטייה זוויתית..... 20

5.7 מחבר סטייה זוויתית..... 21

5.8 חוסר התאמה בקו הצינורות..... 21

5.9 מחבר נעילה..... 21

5.10 חיבור אוגנים..... 21

5.11 חיבור ע"י הדבקה..... 22

5.12 שיטות חיבור מכנית..... 22

5.13 הגנה לקורוזיה..... 23

**6. עיגוני בטון לצורך מניעת כוחות לא מאוזנים.**..... 23

6.1 בקווי לחץ כוחות לא מאוזנים פועלים על :..... 23

**6.2 מקדם חיכוך של 0.5 הקיים בין צינור ה-GRP לבין הקרקע, ערך זה חשוב בכדי לחשב האורך של הקטע הנדרש לעגן.**..... 24

**7. עיגוני בטון**..... 24

7.1 עיגוני הבטון צריכים לשמור את המיקום של האבזר, יחסית לחיבור הצינור..... 24

7.2 בלוק הבטון צריך להיות יצוק כנגד קרקע לא מופרת או כנגד קרקע שנעשו בה הידוקים עם קבוצת חומר המילוי ורמת הידוק זהה לרמת הידוק סביב הצינור, וזה על מנת להבטיח קבלת קשיחות קרקע ברמה של הקרקע הטבעית..... 24

7.3 בלוקי עיגון נדרשים עבור האבזרים הבאים, כאשר לחץ העבודה מעל 1 Bar..... 24

7.4 ברזים..... 24

7.5 מעטפת בטון..... 25

תרשים 5-2..... 25

**8. חיבור צנרת למבנה קשיח**..... 25

8.1 כוחות כפיפה וגזירה עלולים להיווצר כתוצאה מתנועות של צינור בחיבורים למבנה קשיח, כוחות אלו עלולים להיווצר כאשר צינור עובר דרך קיר בטון, שוחת בטון, בחיבור לברזים וחיבור אוגנים למשאבה או למבנה אחר..... 26

8.2 בחיבור למבנה קשיח יש לבצע פעולה המונעת אפשרות של הפעלת כוחות גזירה וכפיפה. במקומות אלו יש להימנע מסטייה זוויתית או אי התאמה בין הצינורות המחוברים..... 26

8.3 הפתרון המומלץ הוא שימוש במחבר היצוק במבנה (מחבר שוחה)..... 26

8.4 יציקת מחבר בבטון כך שהצינור היוצא מהמבנה ( צינור קצר) יש לו אפשרות לנוע בהתאם לסטיות זוויתיות מותרות במחבר. ללחצים גבוהים מ Bar 16 יש להשתמש בשיטה זו ראה **תרשים 5-3**..... 26

8.5 חיבור צינור למחבר היצוק חייב להתבצע עם צינור קצר (Rocker Pipe), האורך המינימלי של הצינור יהיה 1 מטר או 1 פעם קוטר הצינור, אורך מקסימלי יהיה 2 מטר או פעמיים קוטר צינור. אין לחבר בהמשך צינורות קצרים על מנת לשמור על יציבות הקו..... 26

מפרט מס': MF-08 מהדורה: 00 מתאריך: 8.11.2020	<div style="text-align: right;">  </div> <b>פיברטק - יצרנית צנרת פיברגלס בע"מ</b> <b>מערכת ניהול איכות</b>
מחליף את: 5.7.2020 עמוד 4 מתוך 52	<b>מפרט לטיפול והטמנה של צינורות GRP</b>

- 8.6 **תרשים 3-5** חיבור תיקני למבנה קשיח- המחבר יצוק בבטון.....26
9. **צינור בשרוול מגן** .....26
- 9.1 כאשר מניחים את צינור ה GRP בתוך שרוול יש להקפיד על ההוראות הבאות: .....26
- 9.2 **טבלה 4-5** **טבלת לחץ חומר דיס בהתאם לקשיחות צינור** .....27
10. **שיקולים בהנחת צינורות** .....27
- 10.1 צינורות בתעלה משותפת.....27
- 10.2 צינור מעל צינור .....28
- 10.3 **תרשים 3-6** מבט על הנחה מצולבת .....28
- 10.4 יסוד תעלה בלתי יציבה .....28
- 10.5 תעלה מוצפת.....28
- 10.6 תעלה בקרקע סלעית.....28
- 10.7 חפירה מוגזמת.....29
- 10.8 הנחת צינור בשיפוע.....29
- 10.9 הנחה על קרקעית.....29
- 10.10 הטמנת צינור בקרקע.....29
11. **פעולות לאחר התקנת צנרת** .....29
- 11.1 בדיקת הצינור המונח.....29
- 11.2 תהליך בדיקת דפורמציה ראשונית.....29
- 11.3 **טבלה 1-7** סטייה זוויתית מותרת.....30
- 11.4 תיקון סטייה זוויתית מוגזמת.....30
12. **בדיקת לחץ הידרוסטטי** .....30
- 12.1 תקנים לבדיקת לחץ.....30
- 12.2 AWWA C 950 ו-AWWA Manual M45 .....30
- 12.3 AWWA C950-07 תקן לצינורות פיברגלאס.....30
- 12.4 AWWA M45-05 תקן הנחיות ותכנון לצנרת פיברגלאס.....30
- 12.5 תקן אירופאי BS 8010-89 הנחיות תכנון והנחת צינורות GRP.....30
13. **שסתומי אוויר**.....30
- 13.1 יש למקם שסתומי אוויר במרחק כל 0.5 ק"מ לאורך הקו, כמו כן - בכל מקום בו שיפוע הקו משתנה.....31
- 13.2 לפני בצוע בדיקת הקו בלחץ מים, יש לבדוק את הנקודות הבאות כדי להבטיח שההתקנה / ההטמנה בוצעה כראוי: .....31
- 13.3 יש לבדוק את כי האבזרים על גבי הקו, הותקנו כראוי.....31
- 13.4 יש להדק את הברגים המורכבים באוגן, שנסגרו בהתאם לערכי המומנט הנדרשים.....31
- 13.5 יש לכסות את הצינור בחומר מילוי חוזר.....31
- 13.6 יש לכסות את כל הצינורות עד לגובה כיסוי סופי, לפני בצוע מבחן לחץ המים.....31

מפרט מס': MF-08 מהדורה: 00 מתאריך: 8.11.2020	<div style="text-align: right;">  </div> <b>פיברטק - יצרנית צנרת פיברגלס בע"מ</b> <b>מערכת ניהול איכות</b>
מחליף את: 5.7.2020 עמוד 5 מתוך 52	<b>מפרט לטיפול והטמנה של צינורות GRP</b>

- 13.7 יש לעגון משאבות ושסתומים, טרם מילוי הצינור בלחץ. 31
- 13.8 אם 31
- 13.9 יש להעלות את לחץ הבדיקה בהדרגה (שעה - 1 בר). 31
- 13.10 יש למקם שעוני הבדיקה בנקודה הנמוכה ביותר בקו. 31
- 13.11 לאחר מילוי מים והוצאת האוויר, מומלץ להמתין בין 8 שעות ל 24 שעות עד ליציאת כל האוויר וקבלת טמפרטורה אחידה בקו. 31
- 13.12 העלאת לחץ בקו - תחל לאחר המתנה של 8-24 שעות על מנת לייצב את הצינור המלא במים לקראת הבדיקה הסופית. 31
- 13.13 לחץ הבדיקה 31
14. **בדיקת מחבר** 32
- 14.1 בדיקת אטימות מחבר מתבצעות באמצעות לחץ הידרוסטטי המופעל ישירות על אזור הפנימי בין הצינורות למחבר. 32
- 14.2 ביצוע הבדיקה יעשה במהלך ההתקנה על מנת להבטיח איכות ההנחה ושלמות המחבר. 32
- 14.3 מערך הבדיקה: 32
- 14.4 פירוט שלבי הבדיקה. 33
15. **הנחה אלטרנטיבית** 33
- 15.1 במידה ותנאי הנחה כגון גובה כיסוי סוג הקרקע הטבעית וקשיחות הצינור ידרשו עמידה בתנאי הידוק שיש קושי לקבלם אזי ניתן לפתור הבעיה באלטרנטיבות הנחה שונות: 33
- 15.2 תעלה רחבה 33
- 15.3 8.21 בטון כחומר מילוי ( CLSM ) 33
16. **נספח א-** 33
- 16.1 תכנון הנחת צנרת 34
- 16.2 תכנון הנחת צינור מתבצע בהתאם ל תקן AWWA , תקן זה מוכח כבר עשרות שנים כמוביל בתחום. 34
- 16.3 עקרונות תכנון 34
- 16.4 המשתנים הבאים חשובים מאוד בתכנון הנחת צנרת GRP ראה **תרשים א-1** 34
- 16.5 התמיכה הניתנת לצינור תלויה במודול של חומר המילוי סביב הצינור *Ms* , לצורך קבלת ערך *Ms* עבור הנחת צינור יש להפריד בין ערך מודול של הקרקע הטבעית *Msn* , ומודול אלסטיות חומר מילוי ורוחב תעלה *Msb* . 34
- 16.6 הנתונים החשובים בתכנון מופיעים בטבלה א-1 34
- 16.7 הטבלה מראה דרישה מינימלית לרמת הידוק החומר כפי שמופיע ב**נספח ב**. 34
- 16.8 דפורמציה אנכית התחלתית בצינור הינה פחותה מ 2% לרב סוגי הנחת צנרת ומופיע **נספח ב**. במידה ודפורמציה התחלתית גדולה מהערך הרצוי אזי ניתן להקטין דפורמציה ע"י : הגדלת אחוז ההידוק של חומר מילוי, שינוי חומר מילוי סביב הצינור או הרחבת רוחב תעלה. 34
- 16.9 קרקע טבעית חלוקה לקבוצות 35

מפרט מס': MF-08 מהדורה: 00 מתאריך: 8.11.2020	<div style="text-align: right;">  </div> <b>פיברטק - יצרנית צנרת פיברגלס בע"מ</b> <b>מערכת ניהול איכות</b>
מחליף את: 5.7.2020- עמוד 6 מתוך 52	<b>מפרט לטיפול והטמנה של צינורות GRP</b>

- 16.10 בדיקות קרקע טבעית יעשו לעיתים תכופות לאורך התוואי ובמיוחד בקטעים שנראים חשודים עם קרקע שונה. התכונות הנבדקות חשוב שיילקחו מהעומקים של שתית הצינור ומרכז הצינור המונח. .... 35
- 16.11 מידת תמיכה של הכיסוי החוזר יבוטא בערך המודול של חומר המילוי *Msb*. בתכנון הנחת הצנרת חומר מילוי מסווג בהתאם לקשיחותו ומסווג ל 4 קבוצות ( SC1, SC2, SC3, SC4 ). 35
17. **לכל חומרי המילוי השונים הגדלת אחוז ההידוק תעלה את ערך המודול ותגדיל את התמיכה שמקבל הצינור בקרקע.** 35
- 17.1 טבלאות א-4 עד א-7 יתנו ערכים של מודול חומרי המילוי *Msb* ובהתאם לאופן הידוק ( על פי סטנדרט פרוקטור SPD ) וסוג חומרי מילוי. ערכים המופיעים בסוגריים הינם ערכי מודול המתקבלים בנוכחות מי תהום לאותה דרגה של הידוק. 36
- 17.2 טבלה א-2 ..... 36
- 17.3 בבדיקת פנטרומטר  $N=qu/4$  ..... 36
- 17.4 פרוש לסוגי קרקע ..... 36
- 17.5 **טבלה א-3** סוג חומרי מילוי ..... 36
- 17.6 **טבלה א-4 מודול *Msb* חומר מילוי מסוג SC 1** ..... 37
- 17.7 טבלה א-5 מודול *Msb* חומר מילוי מסוג SC 2 ..... 37
- 17.8 טבלה א-6 מודול *Msb* חומר מילוי מסוג SC 3 ..... 38
- 17.9 טבלה א-7 מודול *Msb* חומר מילוי מסוג SC 4 ..... 38
18. **א.4 רוחב תעלה** ..... 38
- 18.1 תמיכת צינור מונח באדמה מוגדרת כמבנה חומרים מרוכבים, מודול הקרקע *Ms* מותנה במודול חומר המילוי והידוק וסוג הקרקע הטבעית *Msb* ו *Msn* וכן ברוחב תעלה. 38
- 18.2 הנחת צינור בקרקע טבעית רכה כאשר מודול הקרקע *Msn* יהי נמוך ממודול חומר מילוי *Msb* איכות תמיכת הצינור מצריך שימוש בתעלה רחבה יותר ועשוי להגיע לרוחב של 5D . 38
- 18.3 הנחת צינור בקרקע טבעית כאשר מודול הקרקע *Msn* יהיה גבוה מ *Msb* אזי רוחב תעלה ישפיע פחות על איכות תמיכת הצינור. 38
- 18.4 רוחב תעלה צריך לקחת בחשבון רוחב מספיק שיאפשר עבודת כלי ההידוק מצידו הצינור ללא חשש של פגיעה בצינור. 38
19. **א.5 לחץ שלילי – וואקום** ..... 39
- 19.1 כאשר פועל וואקום בקו יש לדאוג לכיסוי מינימלי של אחד מטר מעל קודקוד הצינור. בהתאם לדרגות וואקום יש להתאים את קשיחות הצינור בהתאמה: וואקום עד 0.25 Bar קשיחות 2500 Pa , וואקום עד 0.5 Bar קשיחות 5000 Pa . 39
- 19.2 **לחץ וואקום מקסימלי הינו פונקציה של :** גובה כיסוי מעל הצינור, סוג הקרקע הטבעית, סוג חומר מילוי ורמת הידוק (קשיחות חומר מילוי) ורוחב תעלה. ראה **נספח ב** עבור רמת הידוק בחומר מילוי לעמידות בוואקום. 39
20. **קו גלוי**. 39
- 20.1 במקרים מסוימים חלק מהקו הטמון אינו מקבל תמיכה של קרקע לדוגמא מצב בו מורכב על הקו ברז או אבזר אחר. במקרה זה בו אין תמיכת קרקע לעמידה בוואקום. בטבלה א-8 נתונים לגבי לחץ וואקום מותר לגבי אורכי צינורות בין 3,6 ו 12 מטר. 39

מפרט מס': MF-08 מהדורה: 00 מתאריך: 8.11.2020	 <b>פיברטק - יצרנית צנרת פיברגלס בע"מ</b> <b>מערכת ניהול איכות</b>
מחליף את: 5.7.2020- עמוד 7 מתוך 52	<b>מפרט לטיפול והטמנה של צינורות GRP</b>

21. **א.6 גבולות מינימום בהנחת צנרת** ..... 40
- 21.1 גובה כיסוי מינימלי לקו בלחץ עבודה של עד 10 בר לא יהיה פחות מ 0.5 מטר , בהנחה שאין סטיות זוויתיות אנכיות במחברים. בקו צנרת שמתקיימים אחד מהתנאים הבאים: עומס חי (רכבים), וואקום, לחץ עבודה גבוה מ10 בר ו מי תהום גבוהים ראה הנחיות נוספות. .... 40
22. **עומס חי – תנועות רכב** ..... 40
- 22.1 לקו צנרת המונח במעבר כביש חומר המילוי חייב להיות מהודק, וכן יש לבצע חישובים לעמידה בתנאים אלו. בעיקרון ניתן להקטין הנחיות לגובה כיסוי כאשר סביב הצינור מניחים בטון. .... 40
- 22.2 בנספח ב טבלה מתייחסת לעומס רכב בהתאם ל AASHTO HS20 . בעיקרון ההמלצה לגובה כיסוי מינימלי של 1 מטר וחומר מילוי סביב הצינור גרנולרי מהודק כהלכה . טבלה א-9 המלצה לגובה כיסוי מינימלי עבור עומס רכבים. במקרים בהם נעשה חישוב יתכן להקטין ערכים אלו. .... 40
23. **עומסים קבוע או משתנה** ..... 40
- 23.1 במקרים בהם יש מבנה מעל הקו יש להתייחס לעומס זה כעומס נוסף על הקרקע הנושא יבוא לביטוי בחישובים הסטטיים. כמו כן במקרה של עבודות מיוחדות ליד הקו עם מנופים או ציוד אחר יש לקחת בחשבון השפעת כלים אלו. .... 40
24. **תנאי וואקום בקו צנרת.** ..... 40
- 24.1 לקו העומד בתנאי וואקום גובה כיסוי מינימלי יהיה 1 מטר. בכל מקרה תנאי הוואקום ודרגת הלחץ בכיסוי זה יהיו תלויים בקשיחות הצינור. לחץ וואקום האיננו עולה על 0.25 בר בהתאמה לצינור בקשיחות 2500 ובהתאם וואקום של עד 0.5 בר לקשיחות צינור 5000 פסקל. .... 40
25. **לחץ עבודה גבוה** ..... 40
- 25.1 בתנאי לחץ גבוה יש לקחת בחשבון כוחות הפועלים על הצינור בסטיות זוויתיות אנכיות (גורם לצינור לעלות למעלה) . בלחץ עבודה של 16 בר או יותר מינימום גובה כיסוי מעל קודקוד הצינור יהיה 1.2 מטר. .... 40
- 25.2 בבדיקת לחץ המחברים יהיו מכוסים עד קודקוד ואילו הצינור יקבל לפחות את גובה הכיסוי המינימלי של הקו. .... 40
26. **גובה מי תהום** ..... 40
- 26.1 גובה כיסוי מינימלי בקרקע יבשה במידה של 75% מקוטר צינור ימנעו ציפה של צינור ריק במקרה של מי תהום. .... 41
- 26.2 אפשרות נוספת היא לעגן הצינור עם רצועות לפי הנתונים בטבלה 5.2 . .... 41
27. **א.7 עומס רעידת אדמה** ..... 41
- 27.1 גמישות הצינור ושימוש במחברים גמישים **מציגה התנהגות טובה** לעמידה ברעידות אדמה. .... 41
28. **א.8 חומרי מילוי ונדידה** ..... 41
- 28.1 במקרה של מי תהום יתכן נדידת חומר מילוי או דקיקים לאדמה הטבעית. במצב זה הצינור מעבד חלק מהתמיכה שעשויה לגרום להגדלת הדפורמציה האנכית. .... 41
- 28.2 שימוש ביריעה גאו טקסטילית -גאו טכנית והקמת מחיצה בין הקרקע הטבעית לחומר המילוי בסיב הצינור ימנעו תופעת הנדידה. .... 41
29. **נספח ב** ..... 41

מפרט מס': MF-08 מהדורה: 00 מתאריך: 8.11.2020	<div style="text-align: right;">  </div> <b>פיברטק - יצרנית צנרת פיברגלס בע"מ</b> <b>מערכת ניהול איכות</b>
מחליף את: 5.7.2020 עמוד 8 מתוך 52	<b>מפרט לטיפול והטמנה של צינורות GRP</b>

41	29.1 טבלאות הנחת צינור
41	29.2 הטבלאות מבוססות על חישוב לפי עומסים בתקן AWWA M45 ונסמכים על פרמטרים הבאים:
41	29.3 טבלאות אופן הנחה הוכנו בהתאם לחישובים המתאימים לתנאי הנחה <b>בטבלה ב-1</b>
41	29.4 טבלה ב-2 ללא עומסי רכב – ללא וואקום – מי תהום מתחת לתחתית צינור.
42	29.5 טבלה ב-3
43	29.6 טבלה ב-4
44	29.7 טבלה ב-5
45	29.8 טבלה ב-6
46	29.9 טבלה ב-7
48	30. <b>נספח ג</b>
48	30.1 דירוג ותכונות קבוצות של קרקע טבעית.
48	30.2 שיטות בדיקת קרקע
48	30.3 טבלה ג-1 מציגה את הערכים לסוג הקרקע הטבעית לפי תקן AWWA M45
48	31. <b>נספח ד</b>
49	31.1 דירוג תכונות קבוצות של חומר מילוי
49	31.2 קשיחות קרקע מס 1 - SC 1
49	31.2.1 קבוצה קרקע SC 1 נותנת תמיכה טובה ביותר לצינור בזכות כמות קטנה של חול ודקיקים בקבוצה זו לא נדרשת השקעת מאמץ בהידוק הקרקע, ניתן לקבל קשיחות גבוהה ותמיכה לצינור. בנוכחות מי תהום יש לוודא אי נדידה של חומר ובמידת הצורך להשתמש ביריעה.
49	31.3 קשיחות קרקע מס 2 - SC 2
49	31.4 קשיחות קרקע מס 3 - SC 3
49	31.5 קשיחות קרקע מס 4 - SC 4
49	31.6 <b>טבלה ד-1</b> - קבוצות קרקעות לחומרי מילוי.
50	31.7 <b>טבלה ד-2</b> - מודול <i>Msb</i> חומר מילוי מסוג SC 1
50	31.8 <b>טבלה ד-3</b> - מודול <i>Msb</i> חומר מילוי מסוג SC 2
50	31.9 <b>טבלה ד-4</b> - מודול <i>Msb</i> חומר מילוי מסוג SC 3
51	31.10 <b>טבלה ד-5</b> - מודול <i>Msb</i> חומר מילוי מסוג SC 4
51	32. <b>נספח ה</b>
51	32.1 בדיקות בשטח לקביעת השתייכות לקבוצת קרקע טבעית.
52	33. <b>נספח ו</b>
52	33.1 הידוק חומר מילוי.
52	33.2 קבוצת קרקע SC1 SC2 שימוש בסוגי קרקעות אלו ניתן להשיג בקלות התמיכה הרצויה לצינור
52	33.3 קבוצת קרקע SC 3
52	33.4 קבוצת קרקע SC 4



מפרט מס': MF-08 מהדורה: 00 מתאריך: 8.11.2020	 <b>פיברטק - יצרנית צנרת פיברגלס בע"מ</b> <b>מערכת ניהול איכות</b>
מחליף את: 5.7.2020 עמוד 9 מתוך 52	<b>מפרט לטיפול והטמנה של צינורות GRP</b>

## 1. מידע ומבוא

### 1.1 הקדמה

- 1.1.1 המידע המועבר בחוברת זו הינו חלק ממסמכי החברה ללקוחותיה.
- 1.1.2 מסמך זה מיועד למתכנני הצנרת ויזמיה, ועוזר להם :-
  - 1.1.2.1 באופן שילובה למטרותיהם
  - 1.1.2.2 באופן הטמנתה / הקנתה לצורכיהם
- 1.1.3 מסמך זה, מטפל בנושאים כללים בעיקר
  - 1.1.3.1 אך במידה ונתקלתם בסוגיה מכול סוג שהוא, יש לפנות אלינו / ליצרן הצנרת בכול דבר ועניין
- 1.1.4 המסך, אינו מטפל בצנרת GRP להתקנה עילית או התקנה על פני הקרקע .
  - 1.1.4.1 בנושאים אלה יש באמתחתנו נהלי טיפול והתקנה שונים .
  - 1.1.4.2 יש להיוועץ בנו בנפרד – לנושאים אלה
- 1.1.5 מסמך זה לא בא להחליף את גורמי - התכנון / היזמים והתכנון ההנדסי של אלה .
  - 1.1.5.1 אך מומלץ מאוד שבכול דבר ועניין, הנזכרים יפנו אלינו – היצרן
- 1.1.6 הנחיות הנחה במסמך זה, מבוססות על **תקן AWWA M45** .

### 1.2 מערכות קרקע / צינור והמשתמע מכך

- 1.2.1 המשתנים הרבים, בהתנהגות קרקע ביחד עם תכונות חוזק של צינורת GRP, מאפשרים שילוב של מערכת, שנותנת ביצועים אופטימליים
  - 1.2.1.1 ביחסי צינור / קרקע
    - 1.2.1.1.1 במבנה דופן הצינור
    - 1.2.1.1.2 בהקניית גמישות / חוזק מתאימים
    - 1.2.1.1.3 בארגון חתך תעלה אופטימלי
    - 1.2.1.1.3.1 כול אלה, אגב שימוש במילוי מומלץ ובצוע הדוקים נדרשים להבטחת הטמנה מושלמת ותפקוד מושלם של צינור GRP
- 1.2.2 בתכלול כול התכונות, הצינור המוטמן, חשוף לשני עומסים הפועלים עליו:
  - 1.2.2.1 עומס חיצוני הנובע מעומק הטמנה, על פני השטח
  - 1.2.2.2 עומס תנועה של כלי רכב
    - 1.2.2.2.1 שני עומסים אלה, פועלים על דופן הצינור
  - 1.2.2.3 יחד עם זאת
    - 1.2.2.3.1 לחץ פנימי בצינור, גורם למאמצי מתיחה היקפיים
    - 1.2.2.3.2 בעוד שחוסר תכנון בעיגוני בטון, יגרום למאמצים בכיוון הצירי
- 1.2.3 גמישות של צנרת GRP, בשילוב עם התנהגות הקרקע
  - 1.2.3.1 יוצרת מערכת אידיאלית להעברת הכוחות האנכיים הפועלים בצינור הטמן בתעלה.
  - 1.2.3.2 בניגוד לצינורות קשיחים שעלולים להישבר תחת עומס אנכי
  - 1.2.3.3 גמישות צינורות GRP, המשולבים עם ערכי החוזק, מאפשרים חלוקת העומס הנוצר בצינור, לקרקע הנמצאת סביבו.
  - 1.2.3.4 הדפורמציה האנכית בצינור מעידה על איכות ההתקנה
- 1.2.4 עומסים הפועלים בכיוון ההיקפי נבלמים בזכות שימוש בסיבים היקפיים, הבונים את דופן הצינור.
  - 1.2.4.1 כמות סיבים אלו מגדירים את דרגת לחץ, שבו עשוי לעמוד הצינור המתוכנן .
- 1.2.5 כוחות ציריים המופעלים על מערכת הצנרת, ניתנים לבלימה
  - 1.2.5.1 ע"י בניית מערך עיגון מבטון לאבזירי צנרת, בשינויי כיוון כגון תפניות וקשתות.
  - 1.2.5.2 צנרת GRP בדרך כלל אינה צריכה להעביר כוחות ציריים, חוזקו הצירי של הצינור אינו משמש להעברת כוח צירי. המחברים בין הצינורות גם הם אינם נחשפים בכיוון צירי
- 1.2.6 במקרים מסוימים שבהם אין אפשרות להשתמש בבלוקי עיגון
  - 1.2.6.1 ניתן להשתמש בצנרת עם מחברי נעילה – מחברים בי-אקסיאליים
  - 1.2.6.2 ( BI AXIAL SYSTEM ) במקרה זה הן חוזקו הצירי של הצינור וחוזק המחבר מסוגלים להעביר כוחות ציריים.

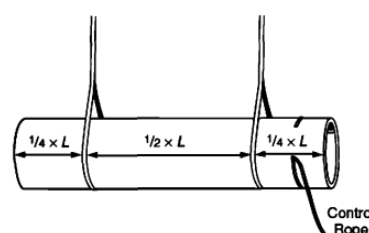
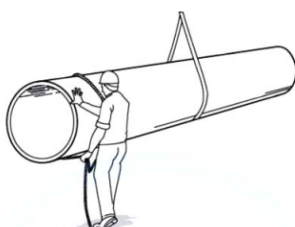
<b>מפרט מס': MF-08</b> <b>מהדורה: 00</b> <b>מתאריך: 8.11.2020</b>	 <b>פיברטק - יצרנית צנרת פיברגלס בע"מ</b> <b>מערכת ניהול איכות</b>
<b>מחליף את: 5.7.2020</b> <b>עמוד 10 מתוך 52</b>	<b>מפרט לטיפול והטמנה של צינורות GRP</b>

- 1.3 מערך שרות שדה**
- 1.3.1 לחברת פיברטק מערך שרות שדה מקיף – תקיף ומאושר ע"י מכון התקנים הישראלי
- 1.3.1.1 שרות זה, נכנס לתפקוד מלא
- 1.3.1.1.1 משלב הנעת הפרויקט, דרך הדרכת קבלן, בצוע פיילוט, וליווי הפרויקט עד סיומו
- 1.3.1.2 תפקיד מערך שירות שדה זה
- 1.3.1.2.1 להנחות / להבהיר / ללמד / איך יש לטפל בצינור GRP שלנו
- 1.3.1.2.2 מרגע הובלתו ואחסונו באתר הבצוע ועד שלב סיום הפרויקט
- 1.4 בטיחות**
- 1.4.1 ראשית, מדובר על בטיחות צוות שירות השדה של פיברטק – באתר הלקוח שעובד עפ"י מערך בטיחות מוגדר ומוטמע במפעלנו
- 1.4.2 יחד עם זאת, יש לזכור, שצינורות GRP יכולים להינזק כתוצאה מחום ואש
- 1.4.3 במהלך התקנה, יש להיזהר מחשיפת הצנרת לפעולות ריתוך באזור, או מקור אש אחר
- 1.4.4 בעת בצוע עבודות לסוגיהן, באזור התעלה, יש להיזהר ממפולות עפר וכלי עבודה בשטח.
- 1.4.4.1 החומר המוצא מחפירה יאוכסן במרחק בטוח מקצה התעלה

## 2. משלוח שינוע ואחסנה

- 2.1 בדיקת צנרת**
- 2.1.1 כל הצינורות צריכים להיבדק ע"י המזמין
- 2.1.1.1 בעת הגעת הצנרת לנמל לפני משיכתה, או
- 2.1.1.2 בעת משיכת הצנרת ע"י הקבלן מאתרנו
- 2.1.2 בדיקת הצינור ע"י המזמין, תעשה על פי ההנחיות הבאות:
- 2.1.2.1 בדיקה כללית של המשלוח, שתתאם את המוזמן
- 2.1.2.2 במידה ומתגלה פגם במוצר, יש לדווח בה בעת לנו
- 2.1.2.3 אין להשתמש במוצר הנראה פגום
- 2.2 תיקון צינור**
- 2.2.1 הצינורות ואביזריו, אם מתגלה נזק, יש לתקנו לאלתר ע"י צוות חוץ של מפעלנו
- 2.2.2 במידה ויש ספק לאיכות הצינור - אין להשתמש בו, מבלי לקבל אישור ברור מהיצרן
- 2.2.3 מערך שרות השדה, יעזור בקביעת איכות המוצר
- 2.2.4 אין לתקן שום מוצר – אלא ע"י צוות שירות השדה של מפעלנו
- 2.3 פריקה ושינוע צנרת**
- 2.3.1 פריקה ושינוע הצנרת היא באחריות בלעדית של הקבלן
- 2.3.2 יש להקפיד על יכולת שמירת כיוון של צינור הנפרק מהמשאית.
- 2.3.3 קשירת חבל בקצה ציור המורם, עם רצועות - תאפשר שליטה מלאה על פריקה
- 2.3.4 פריקה של צינור בודד תעשה ע"י רצועה סביב הצינור ולא ע"י כבלי פלדה. על מנת לשלוט על הצינור יש לחבר לולאת כבל ניילון לצידו האחד של הצינור. **תרשים 2-1**
- 2.3.5 ניתן גם לפרוק צינור כאשר מחברים שתי רצועות הרמה. **תרשים 2-2**

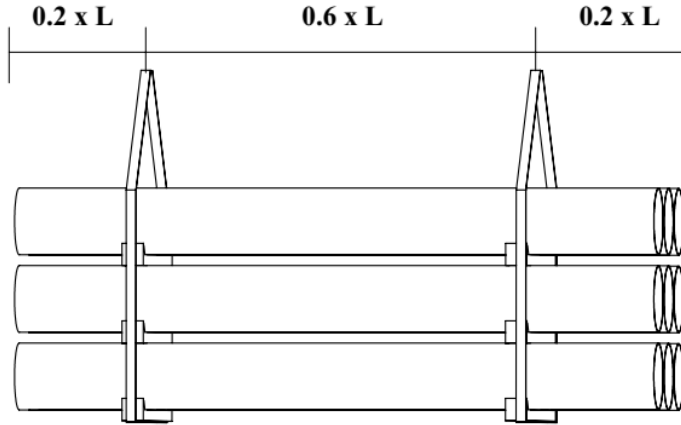
**תרשים 2-1**



## 3. מארז צנרת

מפרט מס': MF-08 מהדורה: 00 מתאריך: 8.11.2020	<div style="text-align: right;">  </div> <b>פיברטק - יצרנית צנרת פיברגלס בע"מ</b> <b>מערכת ניהול איכות</b>
מחליף את: 5.7.2020 עמוד 11 מתוך 52	<b>מפרט לטיפול והטמנה של צינורות GRP</b>

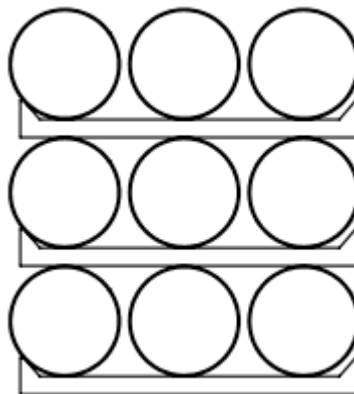
3.1 מארז צנרת יטופל באופן שונה מצינור בודד, הרמת המארז תבוצע בעזרת שתי רצועות ולעולם לא עם רצועה אחת ראה **תרשים 2-3**



תרשים 2-3

3.2 אחסנת צינורות

- 3.2.1 צינורות יש להניח על משטח ישר, כאשר הצינורות מונחים על קורות עץ.
- 3.2.2 אריזות צנרת מסופקים לפעמים במארזים של מספר צינורות, כאשר ביניהם קורות עץ
- 3.2.3 מארז שלם שכזה יש להניח על משטח ישר. תרשים 2-4
- 3.2.4 במידה ומסופקים צינורות בודדים, ניתן להניח צנרת על משטח עם תלוליות עפר.
- 3.2.5 הנחת צינורות שלא בכפוף למוסבר, עלול לגרום לנזקים בו
- 3.2.6 יש לזכור שלכול צינור – יש אף **מחבר**, שהשמירה על שלמותו והגומיות המקובעות בו בסרט כחול ייחודי ומיוחד, חייבים להתבצע במשנה זהירות



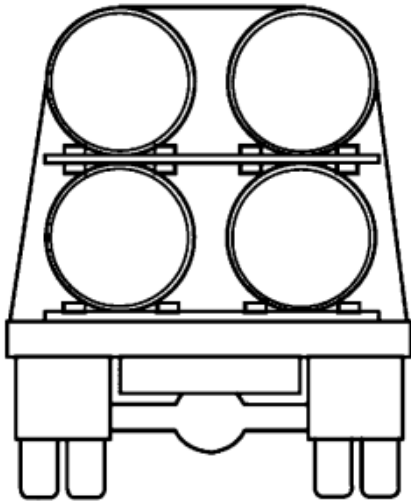
תרשים 2-4

3.3 שינוע צינורות

<b>מפרט מס': MF-08</b> <b>מהדורה: 00</b> <b>מתאריך: 8.11.2020</b>	<b>פיברטק - יצרנית צנרת פיברגלס בע"מ</b> <b>מערכת ניהול איכות</b> 
<b>מחליף את: 5.7.2020</b> <b>עמוד 12 מתוך 52</b>	<b>מפרט לטיפול והטמנה של צינורות GRP</b>

3.3.1 יש לתמוך את הצינורות עם קורות עץ, במפתחים של עד 4 מטר. ניתן לערום צינורות בגובה בהתאם לקוטרי הצנרת ותנאי הובלה מורשים

3.3.2 גובה מערום של צינורות לא יעבור 2.5 מטר. יש לקשור ולעגן את מערום הצנרת למרכב המשאית, עם רצועות בד בלבד ולמנוע אפשרות של החלקה וחיכוך של הצנרת עם משטח העגלה. הובלת צנרת ללא שמירה על תנאים אלו עלול לגרום נזק רב לצנרת. ראה **תרשים 2-5**



**תרשים 2-5**

### 3.4 שינוע מארז משולב של צנרת – אחת בתוך השנייה

3.4.1 מארז משולב של מספר קוטרים אחד בתוך השני אפשרי בצנרת GRP

3.4.2 המארז הזה אינו פוגע בצינורות, אך תהליך הפריקה יהא כמפורט:

3.4.2.1 תמיד הרם מארז משולב כאשר הוא קשור עם שתי רצועות ראה **תרשים 2-6**.

3.4.2.1.1 יש להבטיח כי כושר הרמה של הרצועות מתאים למשקל המארז.

3.4.2.2 הרמה של משלוחים מעורבים אינו מומלץ אלא אם כן יש הוראה אחרת.

3.4.2.3 משלוח צינורות במארז משולב יהיה בטוח, רק במשלוח המתאים למארז זה.

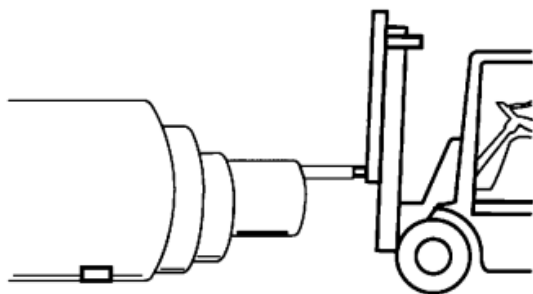
3.4.2.4 פרוק משלוח משולב יעשה ע"י מלגזה הכוללת **מאריך** מתאים באורכו וגודלו להוצאת הצינור.

3.4.2.5 יש לפרוק מארז צנרת, כאשר הצינור בעל הקוטר הקטן יותר תמיד ייצא ראשון.

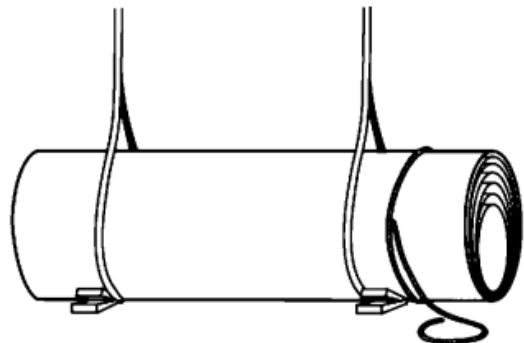
3.4.2.6 יש לבצע את הוצאת הצינור בעדינות ובמהלך אחורי ישר

3.4.2.7 יש לדאוג לרצועת הרמה רחבה וארוכה דיו, פעם וחצי מאורך צינור במארז.

### 3.4.3 ראה **תרשים 2-7**



**תרשים 2-7**



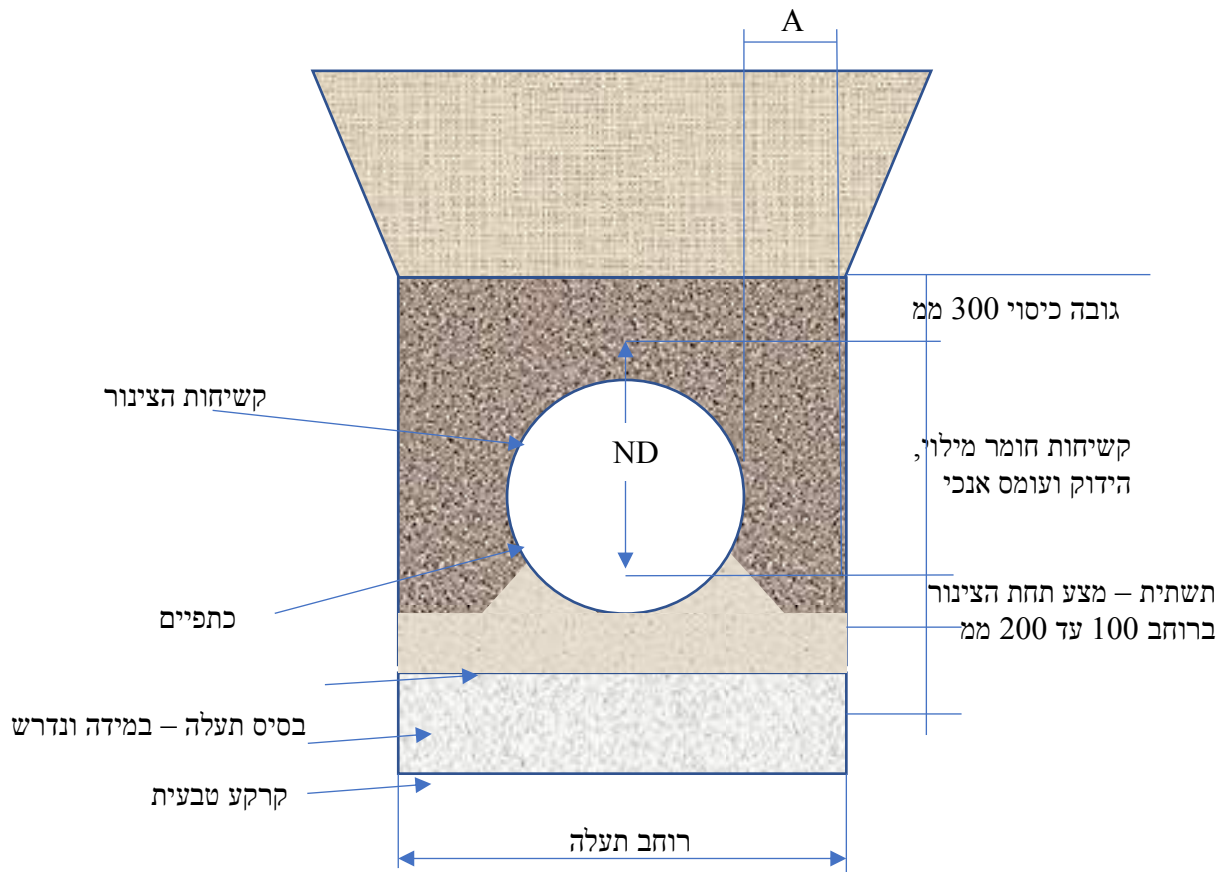
**תרשים 2-6**

## 4. תהליך הנחת צנרת

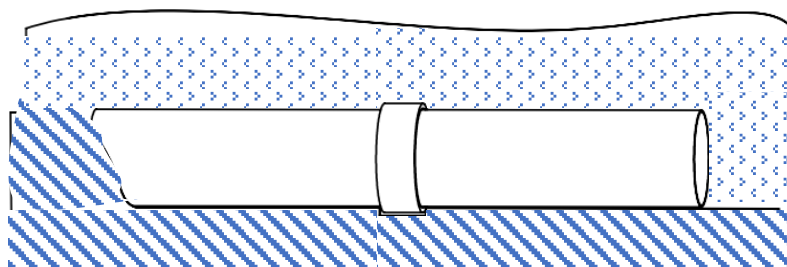
- 4.1 מאפייני הנחת צנרת GRP משתנה ותלוי ב:  
 4.1.1 קשיחות צינור, גובה כיסוי, רוחב תעלה, סוג קרקע הטבעית, עומסים חיצוניים וסוג חומר מלוי סביב הצינור
- 4.2 הקרקע הטבעית צריכה לספק כראוי את התמיכה לצינור  
 4.2.1 ההנחיות הבאות יעזרו להבטיח הנחת צינורות מושלמת
- 4.3 חישובים סטטיים לפי תקן AWWA M45 מבוצעים בכל פרויקט, ככלי עזר הנדרש  
 4.3.1 בין קשיחות קרקע של חומרי המילוי, ובין קבוצות הקרקע הטבעית.
- 4.4 תעלה סטנדרטית  
 4.4.1 תרשים 3-1 מראה נתונים ומידות של תעלה סטנדרטית.  
 4.4.2 רוחב A צריך שיהיה מספיק רחב שיאפשר טיפול בחומר המילוי בכתפיים של הצינור וכן לצורך הכנסת כלי הידוק ידני. בדרך כלל רוחב מינימלי של 0.4 מטר מאפשר פעולות אלו. מידה אופיינית לרוחב A צריכה להיות כ-0.4D.  
 4.4.3 בקטרים גדולים, ה-A יכול להיות קטן יותר, וזאת במקומות בהם חומר המילוי מקבוצות SC1 SC2 והקרקע הטבעית מקבוצה 2,1 ו 3 מכיוון שנדרשת רמת הידוק לא גבוהה אזי רוחב תעלה קטן יותר אפשרי.  
 4.4.4 ! כאשר הקרקע ביסודה אינה יציבה, יש צורך להרחיב את רוחב התעלה על מנת להבטיח תמיכה רציפה לאורך הצינור.

תרשים 3-1

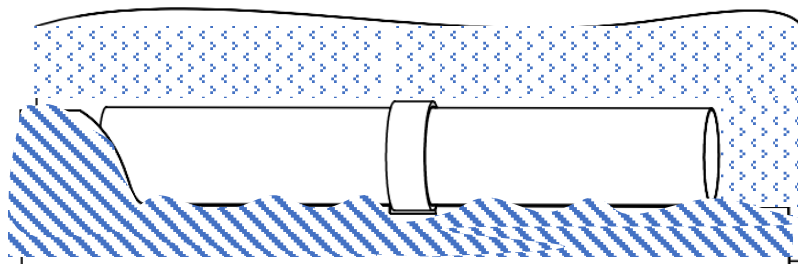
4.5



- 4.6 תשתית הצינור
- 4.6.1 תשתית הצינור צריכה להיבנות על יסודות קרקע מוצקה ולספק תמיכה טובה לצינור המוטמן.
- 4.6.2 בדרך כלל גובה תשתית של 200 מ"מ יספיק לתמיכת הצינור כאשר האזור המחבר גובה התשתית יהי כ-100 מ"מ.
- 4.6.3 כאשר יסודות התעלה אינה יציבה יש צורך לחפור וליצור תחתית יציבה לפני יישום תשתית לצינור.  
**ראה סעיף 7.3**
- 4.6.4 חומר התשתית עשוי להיות חומר מיובא על מנת להעניק תמיכה לצינור
- 4.6.5 חומרי מילוי לתשתית שייכים לקבוצה SC1 SC2
- 4.6.6 על מנת לקבוע האם הקרקע הטבעית מתאימה עבור התשתית, הקרקע צריכה לעמוד בכל הדרישות לגבי חומר מילוי סביב הצינור, ולהיות מאושר ע"י המתכנן / מעבדה מתאימה ועל ידנו
- 4.6.7 תשתית התעלה לאורך התוואי, דורשת פינוי קרע, בכל מקום בו נמצא מחבר לצינור
- 4.6.8 באזור המחבר יש לבצע מילוי והידוק מתאימים כמונחה ע"י המתכנן וצוות שירות שדה שלנו
- 4.6.9 זאת, על מנת להבטיח תמיכה רציפה לצינור והמחבר גם יחד
- 4.6.10 **ראה תרשימים 3-2 ו 3-3**



תרשימים 3-2 הנחה תקינה - תמיכת צינור ומחבר רציפה



תרשימים 3-3 הנחה אינה תקינה - תמיכה לא אחידה

- 4.7.1 טבלה 3-1 מסווגת את חומרי המילוי סביב הצינור לפי קבוצות.  
4.7.2 קבוצה SC1 ו קבוצה SC2 , מתאפיינות בקלות הביצוע  
4.7.2.1 מכיוון שדרוש הידוק פחות קפדני וע"י כך ניתן להגיע לרמת צפיפות וקשיחות קרקע גבוהים, מה שמקנה תמיכה טובה מאוד לצינור.

- 4.7.3 בהתעלם לרגע מקבוצות חומר המילוי, והאם החומר מיובא או לא, יש לשמור על הכללים הבאים:  
4.7.3.1 גודל מקסימלי של אבנים , חצץ שניתן להשתמש כחומר מילוי יש לכבד את הנזכר בטבלה 3-2  
4.7.3.2 גושי אדמה לא יהיו גדולים יותר מפעמיים גודל של אבן בטבלה 3-2.  
4.7.3.3 אין להשתמש במילוי המכיל חומרים אורגניים.  
4.7.3.4 חומר מילוי צריך להיות נקי מחלקים שונים לרבות גם אדמה.

**4.7.4 טבלה 3-1 קבוצות של חומר מילוי**

תאור	סוגי חומרים
חלוקי אבן עם כמות חול קטנה מ 15% מקסימום 25% עובר נפה של 9.5 מ"מ מקסימום 5% דקים ( נפה 0.75 מ"מ)	SC 1
קרקע גרגירית נקיה וגסה ( SW,SP,GW,GP ) עם 12% דקיקים	SC 2
קרקע גרגירית נקיה וגסה עם דקיקים ( GM,GC,SM,SC ) עם 12% דקיקים או יותר או חול עם גרגירים ודקיקים במיוחד ( CL,ML, CL-ML, CL/ML, ML/CL ) עם 30% או יותר העוברים נפה מס 200	SC 3
קרקעות עם דקיקים ( CL,ML או CL-ML,CL/ML, ML/CL )	SC 4

**4.7.5 פרוש לסוג קרקע**

G = GRAVEL חומר גרגירי חצץ	S = SAND חול	ML = SILT טין	CL - חרסית
GW - גרגירי מדורג	SW - חול מדורג היטב		
GP - גרגירי בדירוג בינוני	SM - חול עם טין		
GM - גרגירי עם דקים טין	SC - חול עם חרסית		
GC - גרגירי עם חרסית	SP - חול בדורג נמוך		

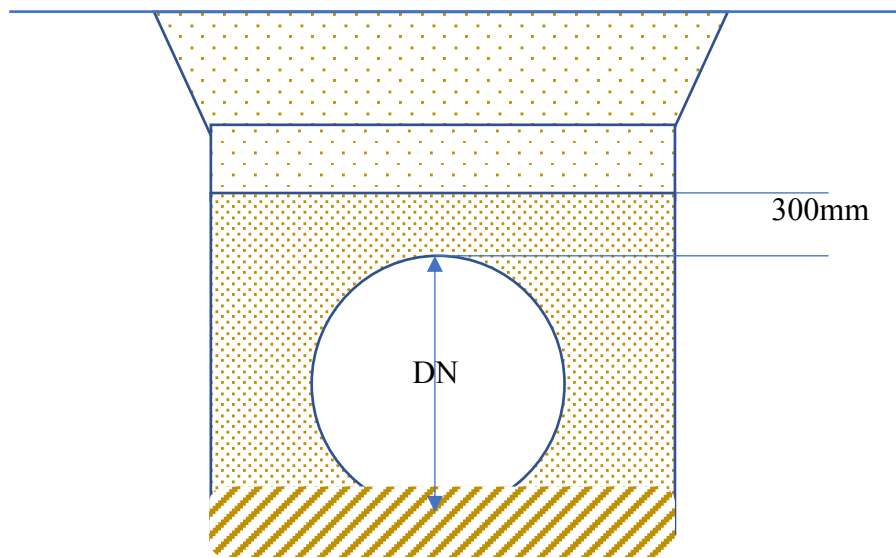
**4.7.6 טבלה 3-2 גודל חלקיקים מקסימלי.**

קוטר צינור	גודל חלקיק מקסימלי
< DN 450	13
DN 600 – DN 500	19
DN 900- DN 700	25
DN 1200 – DN 1000	32
> DN 1300	42

- 4.7.7 מקסימום גודל חלקיקים מותר בחומר מילוי עד לגובה 30 ס"מ מעל קודקוד צינור.  
4.7.8 **גודל החלקיקים יחסי לקוטר צינור.**  
4.7.9 אבנים גדולות מ 20 ס"מ אין להשתמש בכיסוי תעלה אלא כאשר גובה כיסוי עולה על 70 ס"מ.

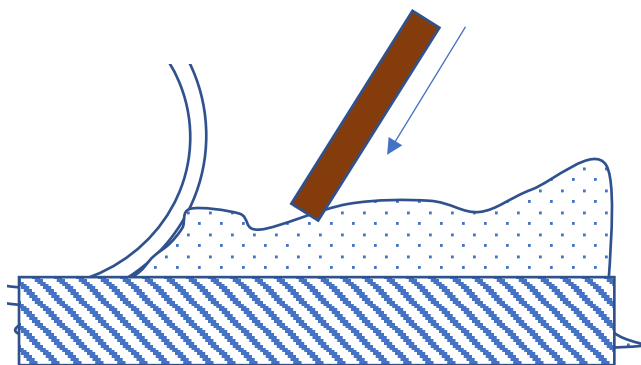
מפרט מס': MF-08 מהדורה: 00 מתאריך: 8.11.2020	<div style="text-align: right;">  </div> <b>פיברטק - יצרנית צנרת פיברגלס בע"מ</b> <b>מערכת ניהול איכות</b>
מחליף את: 5.7.2020 עמוד 16 מתוך 52	<b>מפרט לטיפול והטמנה של צינורות GRP</b>

- 4.8.1 תעלה סטנדרטית ראה **תרשים 3-4**
- 4.8.2 חתך תעלה
- 4.8.2.1 התשתית תבוצע בהתאם ל**סעיף 3.2**
- 4.8.3 יש ליישם את חומר המילוי סביב הצינור עד לגובה 30 ס"מ מעל קודקוד הצינור. שיטת ההידוק ורמת ההידוק של חומר המילוי יתבצע בהתאם לנאמר בנספח ב.
- 4.8.4 **הערה:** עבור קו העובד בלחץ נמוך מ 1 Bar ללא עומסי רכב ניתן לוותר על הידוק מעל קודקוד הצינור.
- 4.8.5 **תרשים 3-4** חתך תעלה סטנדרטית



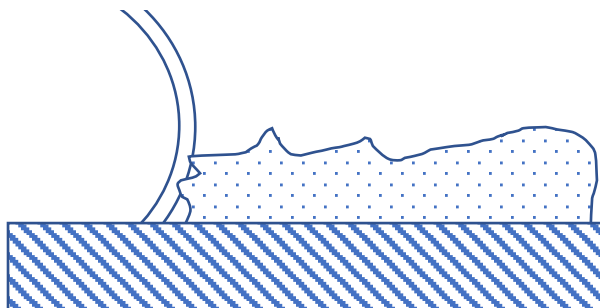


- 4.9.1 כאשר מניחים צינורות בתעלה ההמלצה היא להתחיל כיסוי סביב הצינור מיד לאחר חיבור הצינור למחבר.
- 4.9.2 כיסוי סביב הצינור מיד לאחר חיבורו, ימנע בעיה של ציפת צינור כתוצאה מגשם והיקוות מים בתעלה.
- 4.9.3 ציפה של צינור עלולה לגרום נזק לצינור והוצאות הנחה מיותרות. התארכות או התכווצות כתוצאה משינויי טמפרטורה עלולים לגרום לשינוי מרחק בתוך מחבר אחד מתוך כווצת מחברים וצנרת גלויה
- 4.9.4 כאשר מניחים מספר צינורות בתעלה ללא כיסוי
- 4.9.4.1 יש להקפיד לכסות הצינורות במרכזם עד קודקוד למניעת תזוזות
- 4.9.5 בחירת חומר המילוי והקפדה על רמת ההידוק תאפשר שליטה על הדפורמציה האנכית המתקלת לאחר כיסוי מושלם.
- 4.9.6 חומר המילוי המתאים, יהודק כמומלץ ויבדק על ידי מערך שירות השדה שלנו אקראית באופן שוטף משך הפרויקט – באמצעות הפנטרומטרים
- 4.9.7 אחוז הדפורמציה האנכית חשוב ביותר לתפקוד מושלם של הצינור. יש להיזהר ממפולות קרקע סביב הצינור ולהקפיד על שימוש בחומר מילוי נקי מגופים זרים.
- 4.9.8 לפני מילוי סביב הצינור יש להקפיד לבצע תחילה הידוק של כתפי הצינור, משני צדדו
- 4.9.9 ראה תרשים 3-6 ותרשים 3-7



תמיכה תקינה לצינור

תרשים 3-6



תמיכה גרועה לצינור

תרשים 3-7

- 4.9.10 עובי השכבות בביצוע ההדוקים חייב להיות מבוקר ואחיד לאורך שלבי הכיסוי סביב הצינור
- 4.9.11 כיסוי נכון מתבצע בשלבי כיסוי של בין 100 ל 300 מ
- 4.9.11.1 עובי השכבה תלוי בסוג חומר המילוי ושיטת ההידוק.
- 4.9.11.2 כאשר משתמשים בחצץ או סומסום שכבות של 300 מ מהחלט יתנו הידוק טוב מכיוון שחומר זה מתהדק כראוי
- 4.9.11.3 בכיסוי עם חומר המכיל דקיקים, ההידוק קשה יותר לכן מומלץ להדקו בשכבות דקות יותר.
- 4.9.12 חומרי מילוי השייך לקבוצה SC1 ו לקבוצה SC 2 מאוד נוחים לשימוש וכן מבטיחים תמיכה טובה לצינור.
- 4.9.12.1 ברב המקרים הקרקעות למילוי, מתאימות לקבוצה SC 3
- 4.9.12.2 לכן באלה, ניתן להשתמש כחומר מילוי, מהחפיר עצמו
- 4.9.12.3 אם משתמשים בסוג זה של מילוי,
- 4.9.12.3.1 יש להקפיד על לחות מתאימה וכן לבצע הידוק לשכבות מילוי לא מעבר 100ממ או 150 ממ.
- 4.9.13 חומר מילוי מקבוצה SC 4 . בחומר זה נשתמש בהקפדה על אמצעי הזהירות הבאים:
- 4.9.13.1.1 אחוז הלחות צריך להיות מבוקר בזמן הכיסוי וההידוק.
- 4.9.13.1.2 לא להשתמש בחומר זה כאשר יסודות התעלה מעוררים או יש נוכחות מים בתעלה.
- 4.9.13.1.3 יש להקפיד על רמת הידוק וצפיפות הקרקע, וקשיחות הקרקע חייבים להיות מבוקרים.
- 4.9.13.1.4 יש לבצע הידוק בשכבות של 100 עד 150 ממ .
- 4.9.13.1.5 יש לבצע בדיקות תכופות של רמת ההידוק או של צפיפות הקרקע. ראה נספח ו-
- 4.9.14 רמת הידוק טובה מוסגת בקלות בחומר מילוי זה כאשר רמת הלחות היא אופטימלית.
- 4.9.14.1 לאחר שהגיע הכיסוי עד מחצית הצינור מכאן והלאה יש לבצע ההידוקים מדופן התעלה לכיוון הצינור.
- 4.9.14.2 חומר המילוי וההדוקים עשויים לגרום לדפורמציה אנכית חיובית דהיינו שמידת הקוטר האנכי גדולה מקוטר הצינור. בכל מקרה יש להימנע מדפורמציה גדולה מ 1.5%. גודל הדפורמציה האנכית נובע מהשקעת אנרגיה בהידוק . במידה והדפורמציה האנכית עולה על 1.5% יש להשתמש בחומר כיסוי מקבוצה שונה.

4.9.15 **טבלה 3-3** מגדירה את שיטות ההידוק בהתאם לקבוצות חומר המילוי.

קבוצת חומר מילוי	מכבש דחיפה ידני עובי שכבה	מכבש ויברציה ידני עובי שכבה	המלצות הידוק
SC 1		300 ממ	הידוק בשני מחזורים אמור לספק הידוק מספיק
SC 2		200 עד 300 ממ	הידוק בשניים עד ארבע מחזורים תלוי בגובה שכבה ורמת צפיפות יחסית נדרשת
SC 3	100 עד 200 ממ		עובי שכבת כסוי ומספר המחזורים תלוי ברמת צפיפות יחסית נדרשת ורמת הלחות יש לבדוק רמת ההידוק
SC 4	100 עד 180 ממ		עשוי לדרוש הידוק ברמה גבוהה יש לדאוג לרמת לחות אופטימלית יש צורך לבדוק רמת הידוק

4.10 הידוק מעל הצינור

- 4.10.1 יש לזכור כי שכבה של 300 ממ מעל קודקוד הצינור תמיד תהיה מהודקת. חומר מילוי בתעלה במקרים בהם יש עומס חי מעל הקו (עומסי רכבים) יש להדק על מנת להקטין עומסים של הקרקע והרכב על דופן הצינור. **טבלה 3-4** מראה את גובה כיסוי מינימלי הנדרש, מעל קודקוד הצינור לפני שציוד להידוק יופעל מעל הצינור. יש להימנע מהידוק מוגזם היוצר גבעות או שקיעות יחד עם זאת השכבות מעל קודקוד הצינור חייבות להיות מהודקות ובצפיפות יחסית מתאימה.

שכבת כיסוי מינימלית מעל הצינור		משקל הציוד
מהודק בוויברציה	מהודק בכבישה	קג
-	-	<50
150	250	50-100
200	350	100-200
300	4500	200-500
450	700	500-1000
600	900	1000-2000
800	1200	2000-4000
1000	1500	4000-8000
1200	1800	8000-12000
1500	2200	12000-18000

**4.10.2 טבלה 3-4 מייצגת גובה כיסוי מעל הצינור לפני הכנסת ציוד הידוק כבד.**

**4.11 דפורמציה אנכית**

- 4.11.1 מדידת הדפורמציה האנכית מלמדת אותנו על איכות חומר המילוי ההידוקים.
- 4.11.2 הצפי עבור כל סוגי הנחת צנרת לדפורמציה אנכית עומד על 2%
- 4.11.3 ערך דפורמציה גדול יותר מצביע על העובדה, כי
  - 4.11.3.1 לא השגנו הנחה טובה של הצינור
  - 4.11.3.2 יש לבצע שיפור הנחה ע"י הגדלת רמת הידוק סביב הצינור
  - 4.11.3.3 נדרש שימוש בחומר מילוי משובח יותר ..... או שיש לבצע הרחבת התעלה
- 4.11.4 דפורמציה אנכית מקסימלית רצויה = 2%

**5. חיבור הצנרת למחבר**

- 5.1 צנרת GRP מסופקת עם מחבר מורכב בקצה אחד של הצינור.
- 5.2 המחבר מסופק עם האטם מורכב עליו כאשר סרט הדבקה כחול מגן על האטם מפני פגיעה ולכלוך.
- 5.3 לפני הכנסת צינור המחבר, יש - להסיר את הסרט הכחול, לנקות את האטם, למרוח סבון צימחי על גבי האטם יש לנקות את פני הצינור שיורכב, ואז להשחיל את הצינור הזכר, למחבר.
- 5.4 בתשתית התעלה יש לבצע חפירה באזור המחברים על מנת להשאיר חופש מאבנים או חול. לאחר הרכבת הצינור יש צורך בכיסוי אזור המחבר בצורה מבוקרת ולהדק את חומר המילוי
- 5.5 שלבים בהרכבת מחבר
  - 5.5.1 שלב מס 1
    - 5.5.1.1 יש לבצע חפירה מתחת למחבר על מנת להבטיח השענות הצינור על התשתית ולמנוע השענות המחבר על גבי התשתית. לאחר הרכבת הצינור למחבר, יש לבצע הידוקים סביב המחבר.
  - 5.5.2 שלב מס 2
    - 5.5.2.1 יש להסיר את הסרט הכחול מעל האטם ולנקות את האטם ולמרוח סבון צימחי על גביו

מפרט מס': MF-08 מהדורה: 00 מתאריך: 8.11.2020	<div style="text-align: right;">  </div> <b>פיברטק - יצרנית צנרת פיברגלס בע"מ</b> <b>מערכת ניהול איכות</b>
מחליף את: 5.7.2020 עמוד 20 מתוך 52	<b>מפרט לטיפול והטמנה של צינורות GRP</b>

5.5.3 שלב מס 3

5.5.3.1 צינור **מחבר יורד אל התעלה ויחובר** אל הצינור בתעלה. ניתן לחבר הצינור עם הרצועה המחוברת למחפרון המוריד את הצינור. הכוח הנדרש להכניס הצינור למחבר =  $2 \times (1000 / \text{קוטר צינור במ"מ})$ .

5.6 סטייה זוויתית

5.6.1 הסטייה הזוויתית המותרת בין צינור וצינור לא תעלה על הסטיות המותרות **בטבלה 4-1**.

5.6.2 הסטייה הזוויתית מתורגמת לסטייה של הצינור על פי אורכו וכן רדיוס סיבוב לניתן לקבל בהתאם לקוטר צינור ראה **טבלה 4-2 ותרשים 4-8**

5.6.3 יש לזכור שיש באמתחתנו מחבר עם סטייה זוויתית של  $3^\circ$  מעלות – **לכול קוטר צינור**


לחץ עבודה Bar				קוטר צינור
32	25	20	עד Bar 16	mm
1.5	2.0	2.5	3.0	DN < 500
1.0	1.3	1.5	2.0	500 < DN < 900
0.5	0.5	0.8	1.0	900 < DN < 1800
NA	NA	NA	0.5	DN > 1800

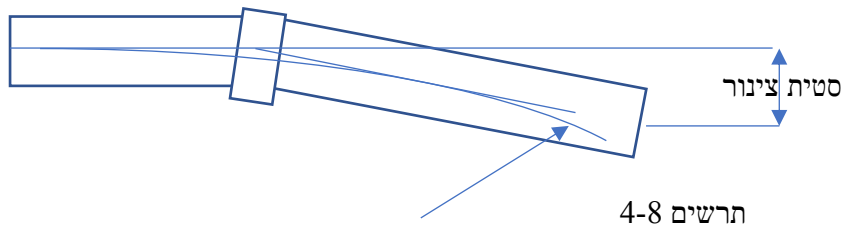
5.6.4 **טבלה מס 4-1** סטייה זוויתית מותרת בחיבור צנרת GRP

5.6.5 **בטבלה 4-2 ניתן לראות הסטייה הזוויתית מתורגמת לסטייה של הצינור על פי** אורכו וכן רדיוס סיבוב לניתן לקבל בהתאם לקוטר צינור.

רדיוס מטר מתקבל בהתאם לאורך וסטייה			מקסימום סטייה ממ לפי אורך צינור			סטייה זוויתית
12 מ	6 מ	3 מ	12 מ	6 מ	3 מ	מעלה
229	115	57	628	314	157	3.0
275	137	69	523	261	136	2.5
344	172	86	419	209	105	2.0
456	228	114	313	157	78	1.5
529	265	132	240	120	65	1.3
688	344	172	209	105	52	1.0
860	430	215	156	78	39	0.8
1376	688	344	104	52	26	0.5

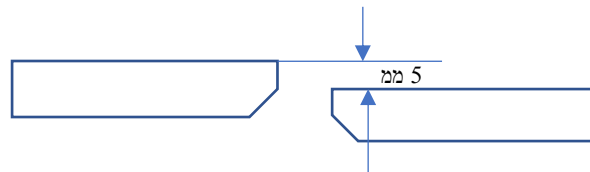
**טבלה 4-2 סטיית צינור ורדיוס תעלה**

מפרט מס': MF-08 מהדורה: 00 מתאריך: 8.11.2020	<div style="text-align: right;">  </div> <b>פיברטק - יצרנית צנרת פיברגלס בע"מ</b> <b>מערכת ניהול איכות</b>
מחליף את: 5.7.2020- עמוד 21 מתוך 52	<b>מפרט לטיפול והטמנה של צינורות GRP</b>



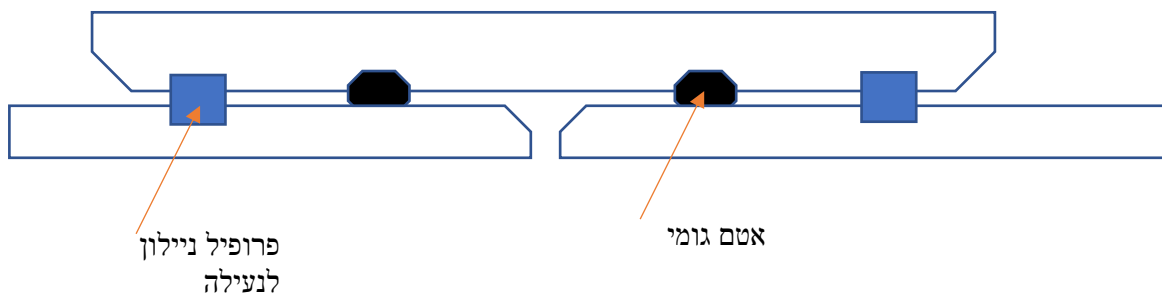
- 5.7 מחבר סטייה זוויתית 5.7
- 5.7.1 מחברים אלו חייבים לקבל תמיכת קרקע טובה, התלויה
- 5.7.1.1 בקשיחות המילוי סביב הצינור והמחבר
- 5.7.1.2 ייצוב המחבר מתבצע ע"י הידוק ברמה של 90% ... צפיפות יחסית.
- 5.7.2 **מחבר עם סטייה זוויתית אנכית מחייב** כיסוי בגובה מינימלי של 1.2 מטר מעל קודקוד הצינור עבור לחצי עבודה גדולים מ 16 Bar .

- 5.8 חוסר התאמה בקו הצינורות 5.8
- 5.8.1 חוסר התאמה מקסימלי המותר בקו צנרת, יעמוד על מקסימום 5 מ"מ ראה תרשים 4-9.
- 5.8.2 יש לוודא התאמת צנרת במיוחד באזורים הבאים:
- 5.8.2.1 חיבור למבנה בטון או קונסטרוקציה, בריז מים, כאשר יש עיגון בטון או במקום שבוצעו תיקונים.



תרשים 4-9

- 5.9 מחבר נעילה 5.9
- 5.9.1 מחברי נעילה הם מחברי שרזול בתוספת מגרעת להכנסת פרופיל פלסטיק היושב בן המחבר לצינור ונועל את המחבר לצינור כך, שמאפשר העברת כוח צירי בין הצינורות ומונע הצורך בעיגוני בטון בתפניות, וכך בהנחת צנרת עילית. מחבר זה נקרא בי אקסיאלי BI AXIALLY . המחבר מאפשר לקו להעביר עומס הלחץ בכיוון צירי
- 5.9.2 ראה **תרשים 4-10** הרכבת מחבר זה זהה להרכבת מחבר סטנדרטי.



תרשים 4-10

- 5.10 חיבור אוגנים 5.10
- 5.10.1 הרכבת אוגנים GRP תעשה בהתאם להנחיות הבאות:
- 5.10.1.1.1 נקה את פני האוגן ואת האטם.
- 5.10.1.1.2 חבר האוגן למקום המתאים

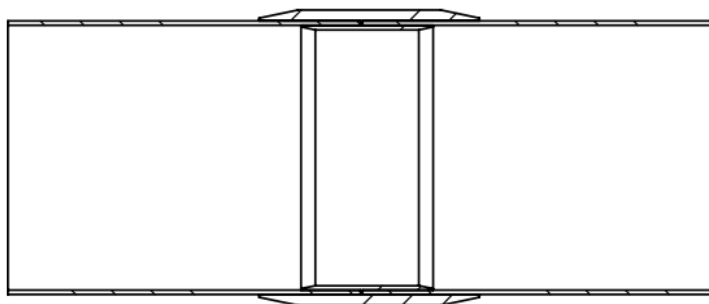
מפרט מס': MF-08 מהדורה: 00 מתאריך: 8.11.2020	<div style="text-align: right;">  </div> <b>פיברטק - יצרנית צנרת פיברגלס בע"מ</b> <b>מערכת ניהול איכות</b>
מחליף את: 5.7.2020 עמוד 22 מתוך 52	<b>מפרט לטיפול והטמנה של צינורות GRP</b>

5.10.1.1.3 הרכב ברגים דסקיות ואומים, דאג שברגים יהיו משומנים.  
 5.10.1.1.4 סגירת ברגים תבוצע באמצעות מפתח מומנטים לפי **טבלה 4-3** כאשר סגירת הברגים מבוצעת בשלבים.

פיברטק – אוגנים פיברגלאס מומנט לסגירת ברגים באוגנים Nm				קוטר נומינלי
Bar 25	Bar 16	Bar 10	6 - 3 Bar	
190	160	130	100	300-350
260	200	160	130	400-500
300	260	210	160	600-700
350	300	210	190	800-900
400	350	290	220	1000-1100
450	400	320	250	1200-1350
500	420	350	280	1400-1500
-	460	400	300	1600-1800
-	500	440	350	2000-2200
-	-	500	400	2400-2600


טבלה 4-3 מומנט  
לסגירת אוגנים

5.11 חיבור ע"י הדבקה  
 5.11.1 **חיבור בהדבקה**, מיצר מפוליאסטר משוריין בסיבי זכוכית,  
 5.11.2 מחבר זה מתוכנן לפי תקנים ASTM ותקן BS החיבור חייב להתבצע ע"י אנשי מקצוע בתחום.  
**תרשים 4-11 .**



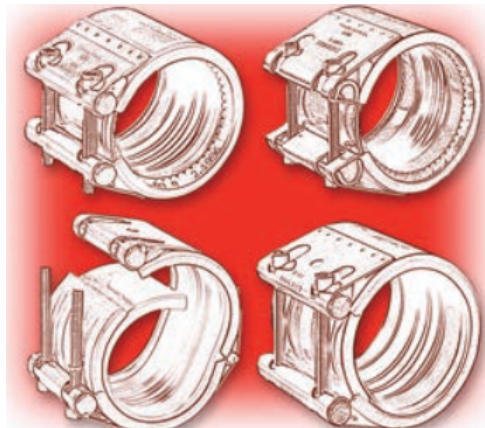
תרשים 4-11

5.12 שיטות חיבור מכנית  
 5.12.1 מחבר מכני גמיש – ראה **תרשים 4-12**

מפרט מס': MF-08 מהדורה: 00 מתאריך: 8.11.2020	<div style="text-align: right;">  </div> <b>פיברטק - יצרנית צנרת פיברגלס בע"מ</b> <b>מערכת ניהול איכות</b>
מחליף את: 5.7.2020 עמוד 23 מתוך 52	<b>מפרט לטיפול והטמנה של צינורות GRP</b>

5.12.2 ניתן להשתמש במחבר מכני (Straub, Tee-Kay, Arpol, Kraus או אחרים) מחבר זה בנוי ממעטפת חיצונית ממתכת עם אטם רוחבי, המחבר נותן פתרון מעולה בחיבורי צנרת וכן גם בחיבורים של צנרת GRP בתיקון קטעים.

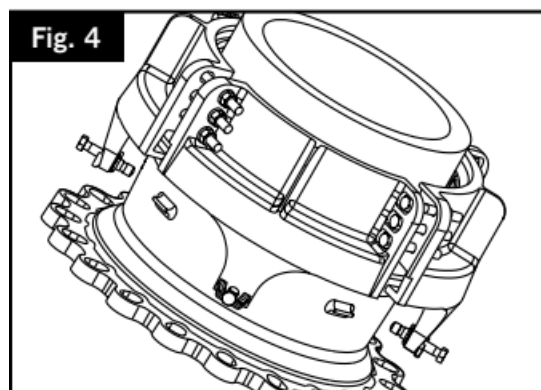
5.12.3 המחבר המכני מסופק במספר אפשרויות:  
 5.12.3.1.1 מעטפת מפלדת אל חלד – נירוסטה  
 5.12.3.1.2 גלון חם  
 5.12.3.1.3 פלדה מצופה



5.12.4 מחבר מכני מתכתי גמיש תרשים 4-12

5.12.5 מחבר מכני מתכתי כדוגמא – Viking Johnson, Helden, Kamflex  
 5.12.6 ראה תרשים 4-13

5.12.6.1.1 מחברים אלו משמשים בהצלחה לחיבורים של סוגי צנרת שונה אחד עם השני וכן אפשרי לחבר צינורות עם קוטרם שונים ביניהם.  
 5.12.6.1.2 לשימוש במחברים אלו יש להיוועץ עם היצרן.



תרשים 4-13 מחבר מכני תוצרת VIKING

5.13 הגנה לקורוזיה.  
 5.13.1 המחברים המכניים צריכים לעבור הגנה נגד קורוזיה, בדרך כלל כיסוי המחבר ביריעת פוליאאתילן מתכווץ תגן על המחבר לאורך זמן.

## 6. עיגוני בטון לצורך מניעת כוחות לא מאוזנים.

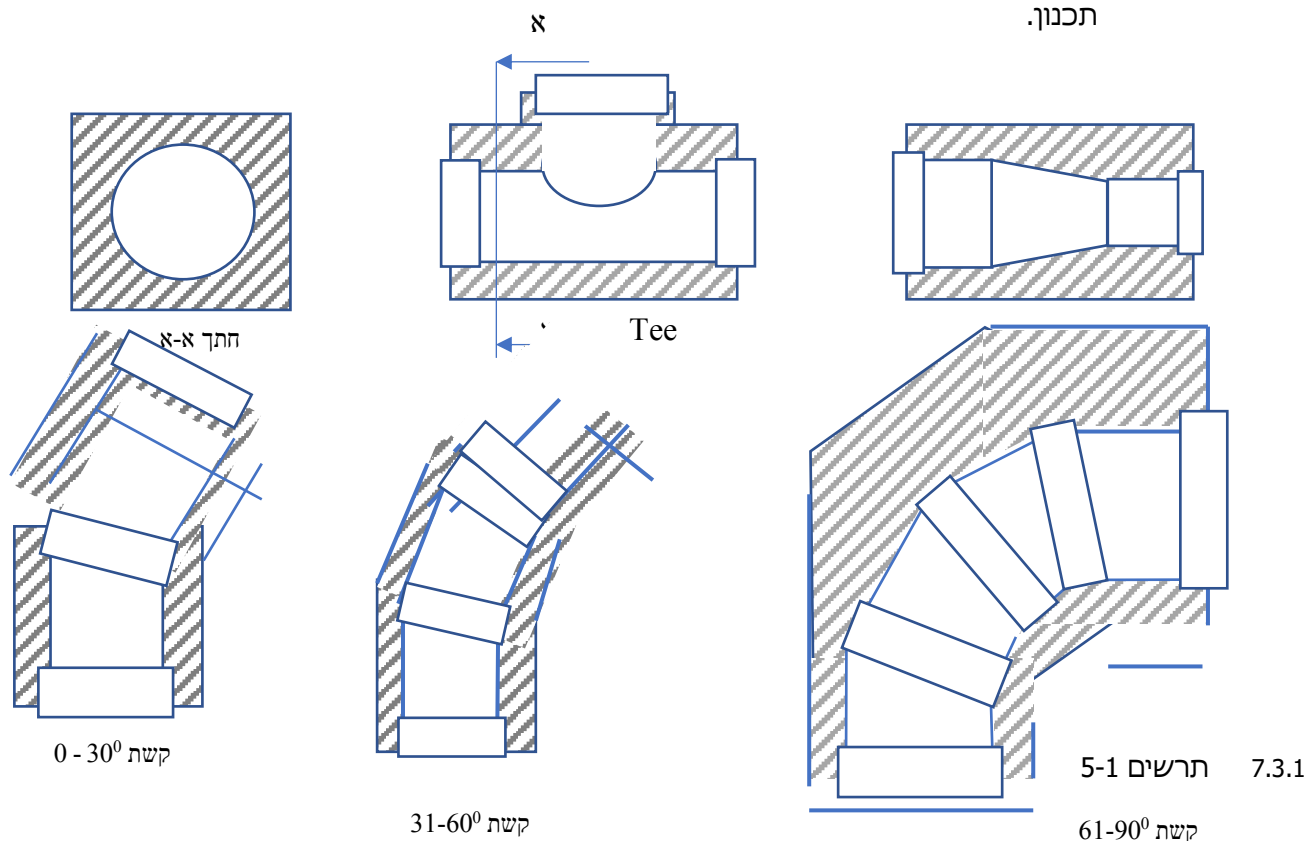
6.1 בקווי לחץ כוחות לא מאוזנים פועלים על:  
 6.1.1 קשתות ותפניות, מעברי קוטר, מוצאי T או Y, או בכל סטיה מהקו הישר

- 6.1.2 כוחות אלו חייבים לבלום על מנת למנוע התנתקות של הצינור או אביזר מהמחבר  
 6.1.3 בדרך כלל השיטה הזולה היא להשתמש בעיגוני בטון לעצירת כוחות אלו הפועלים על האביזר או הצנרת.  
 6.1.4 ניתן גם להשתמש במערכת צינורות ומחברים עם נעילה צירית (Bi-Axially).

6.2 מקדם חיכוך של 0.5 הקיים בין צינור ה-GRP לבין הקרקע, ערך זה חשוב בכדי לחשב האורך של הקטע הנדרש לעגן.

## 7. עיגוני בטון

- 7.1 עיגוני הבטון צריכים לשמור את המיקום של האביזר, יחסית לחיבור הצינור  
 7.1.1 הסטיות הזוויתיות צריכות להיות קטנות מהערכים המופיעים בטבלה 4-1. פרטים נוספים אודות ההנחה ראה בתרשים 5-1 ו 5-2  
 7.2 בלוק הבטון צריך להיות יצוק כנגד קרקע לא מופרת או כנגד קרקע שנעשו בה הידוקים עם קבוצת חומר המילוי ורמת הידוק זהה לרמת הידוק סביב הצינור, וזה על מנת להבטיח קבלת קשיחות קרקע ברמה של הקרקע הטבעית.  
 7.3 בלוקי עיגון נדרשים עבור האביזרים הבאים, כאשר לחץ העבודה מעל 1 Bar  
 7.3.1 כל סוגי התפניות וקשתות, מעברי קוטר ואוגנים עיוורים.  
 7.3.2 אביזרי T אשר אינם בקו סימטרי עם הצינור.  
 7.3.3 חיבורים שונים כגון בריזים או אוגנים עיוורים על גבי T אינם דורשים בהכרח עיגוני בטון אלא אביזרים מתאימים בולמי כוחות לא מאוזנים.  
 7.3.4 ראה תרשים 5-1 לצורות בלוקי העיגון.  
 7.3.5 הצורות המופיעות לבלוקי העיגון הינן צורות אופייניות להדגמה. הצורה הסופית תיקבע ע"י אילוצי תכנון.



## 7.4 בריזים

- 7.4.1 בריזים חייבים לעגן על מנת למנוע כוחות לא מאוזנים ראה סעיף 8



מפרט מס': MF-08 מהדורה: 00 מתאריך: 8.11.2020	<div style="text-align: right;">  </div> <b>פיברטק - יצרנית צנרת פיברגלס בע"מ</b> <b>מערכת ניהול איכות</b>
מחליף את: 5.7.2020 עמוד 25 מתוך 52	<b>מפרט לטיפול והטמנה של צינורות GRP</b>

## 7.5 מעטפת בטון

7.5.1 כאשר צינור או אביזר עטופים בבטון ( בעיגון בטון , בלימת מאמצים, לצורך החזקת עומסים אנכיים גדולים ) יש לבצע בהתאם להנחיות הבאות

### 7.5.2 עיגון צינור

7.5.2.1 בזמן יציקת בטון בתעלה על הצינור הריק או האביזר יפעלו כוחות ציפה יש לעגן את הצינור והמחבר לביטול כוחות ציפה

7.5.2.2 על הצינורות והאביזרים. עיגון הצינור מבוצע ע"י קשירת רצועות שיחבכו את הצינור, קשירה רצועות בד ברוחב מינימלי

7.5.2.3 של 50 מ"מ בעלי חוזק מספיק לבלימת הכוחות. בטבלה 5-2 רוחק מומלץ בין הרצועות על קטע צינור. בכל מקרה קטע

7.5.2.4 צינור יעוגן ע"י שתי רצועות. בכל מיקרה יש להימנע מחביקת יתר של הצינור למניעת דפורמציה אנכית.

### 7.5.3 תמיכה לצינור

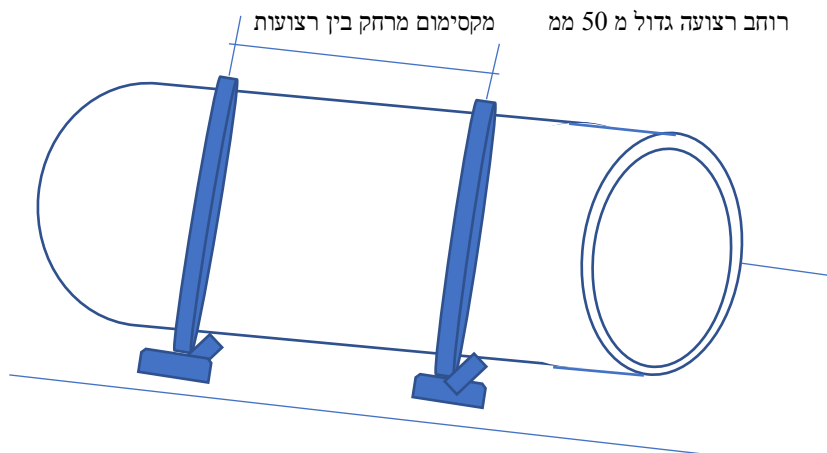
7.5.3.1 הצינור צריך להיות תמוך באופן שיאפשר זרימה חלקה של הבטון סביב הצינור. בכל מקרה בזמן עיגון הצינור הדפורמציה, האנכית לא תעלה על 1%.

### 7.5.4 יציקת הבטון

7.5.4.1 יציקת הטון חייבת להיעשות בשלבים בין כל יציקה של שכבה יש להמתין למצב שהבטון אינו יכול להציף הצינור ואז

7.5.4.2 להמשיך עם השכבה הבאה. עובי השכבות הינו פונקציה של משקל הצינור וגם תלוי בקשיחותו.

7.5.4.3 **טבלה 5-3** המלצות לשכבות מילוי הבטון סביב הצינור.



תרשים 5-2

#### טבלה 5-3 עובי יציקת שכבה בטון מקסימלית

עובי שכבה	קשיחות
0.3 מטר או DN/ 4	SN 2500
0.45 מטר או DN/ 3	SN 5000
0.6 מטר או DN/ 2	SN 10000

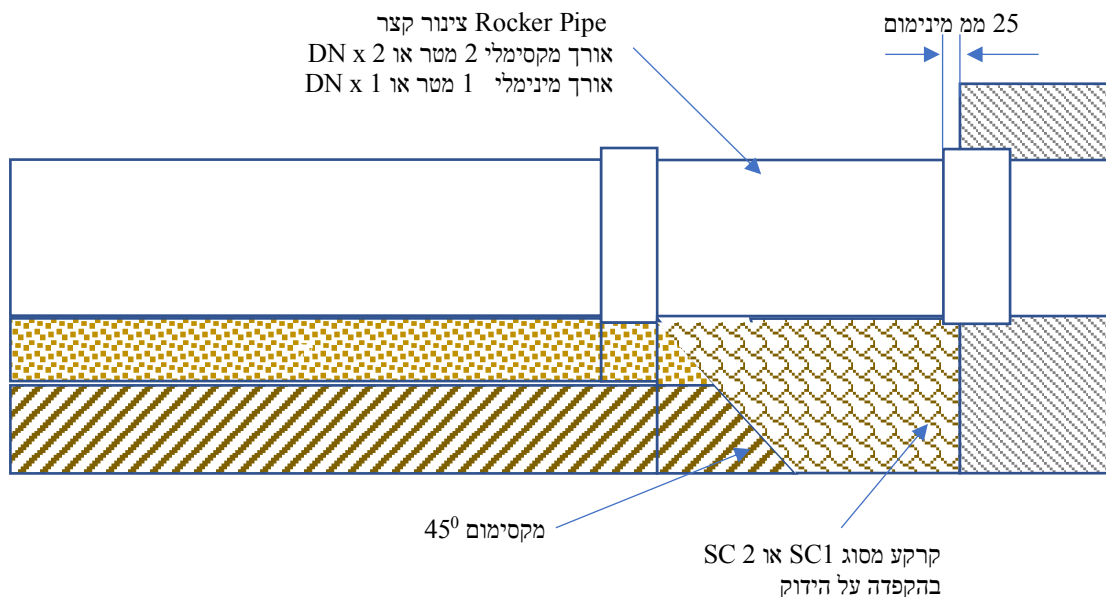
#### טבלה 5-2 מרווח מקסימלי בין רצועות

מרווח במטרים	קוטר צינור
2.5	300-400
4.0	500-600
5.0	700-900
6.0	> 1000

## 8. חיבור צנרת למבנה קשיח

<b>מפרט מס': MF-08</b> <b>מהדורה: 00</b> <b>מתאריך: 8.11.2020</b>	<b>פיברטק - יצרנית צנרת פיברגלס בע"מ</b> <b>מערכת ניהול איכות</b> <b>FIBERTECH</b> <small>GRP SOLUTIONS</small>
<b>מחליף את: 5.7.2020-</b> <b>עמוד 26 מתוך 52</b>	<b>מפרט לטיפול והטמנה של צינורות GRP</b>

- 8.1 כוחות כפיפה וגזירה עלולים להיווצר כתוצאה מתנועות של צינור בחיבורים למבנה קשיח, כוחות אלו עלולים להיווצר כאשר צינור עובר דרך קיר בטון, שוחת בטון, בחיבור לברזים וחיבור אוגנים למשאבה או למבנה אחר.
- 8.2 בחיבור למבנה קשיח יש לבצע פעולה המונעת אפשרות של הפעלת כוחות גזירה וכפיפה. במקומות אלו יש להימנע מסטייה זוויתית או אי התאמה בין הצינורות המחוברים.
- 8.3 הפתרון המומלץ הוא שימוש במחבר היצוק במבנה (מחבר שוחה).
- 8.4 יציקת מחבר בבטון כך שהצינור היוצא מהמבנה ( צינור קצר) יש לו אפשרות לנוע בהתאם לסטיות זוויתיות מותרות במחבר. ללחצים גבוהים מ Bar 16 יש להשתמש בשיטה זו ראה **תרשים 5-3**
- 8.4.1 יש להקפיד ביציקת המחבר בבטון לשמירה על העיגוליות של המחבר.
- 8.4.2 מכיוון שהמחבר יצוק בבטון יש להקפיד על חוסר דפורמציה אנכית בצינור המחובר למחבר זה.
- 8.5 חיבור צינור למחבר היצוק חייב להתבצע עם צינור קצר (Rocker Pipe), האורך המינימלי של הצינור יהיה 1 מטר או 1 פעם קוטר הצינור, אורך מקסימלי יהיה 2 מטר או פעמיים קוטר צינור. אין לחבר בהמשך צינורות קצרים על מנת לשמור על יציבות הקו.
- 8.5.1 חשיבות רבה דרושה בהידוק קרקע סביב הצינור הקצר. רק חומרי מילוי מקבוצה SC1 SC2 ישמשו כחומר מילוי לצינור הקצר בהידוק של 90% סטנדרט פרוקטור SPD



- 8.6 **תרשים 5-3** חיבור תיקני למבנה קשיח- המחבר יצוק בבטון.

## 9. צינור בשרוול מגן

- 9.1 כאשר מניחים את צינור ה GRP בתוך שרוול יש להקפיד על ההוראות הבאות:
- 9.1.1 צינור יוכנס לתוך שרוול או במשיכה או בדחיפה. התיעץ עם היצרן לצורך חישוב כוחות דחיקה.
- 9.1.2 על מנת לשמור על פני הצינור החיצוניים יש לעטוף את הצינור עם: קורות עץ, וסנדלי סמך ראה **תמונה 5-4**. צריכים לקחת בחשבון חופש נדרש מקוטר המחבר לקוטר הצינור המארח.

מפרט מס': MF-08 מהדורה: 00 מתאריך: 8.11.2020	<div style="text-align: right;">  </div> <b>פיברטק - יצרנית צנרת פיברגלס בע"מ</b> <b>מערכת ניהול איכות</b>
מחליף את: 5.7.2020 עמוד 27 מתוך 52	<b>מפרט לטיפול והטמנה של צינורות GRP</b>

9.1.3 שימון הסנדלים יקל על עבודת ההחדרה של הצינור.

9.1.4 רווח בין הצינור לצינור המגן אפשר למלא באמצעות: חול, חצץ או דיס. לחץ מקסימלי מותר של דיס ראה בטבלה 5-4.



תמונה 5-4 - סנדלי סמך

**9.2 טבלה 5-4 טבלת לחץ חומר דיס בהתאם לקשיחות צינור**

מקסימום לחץ (Bar) של דיס	קשיחות SN
0.35	2500
0.70	5000
1.35	10000

**10. שיקולים בהנחת צינורות**

**10.1 צינורות בתעלה משותפת**

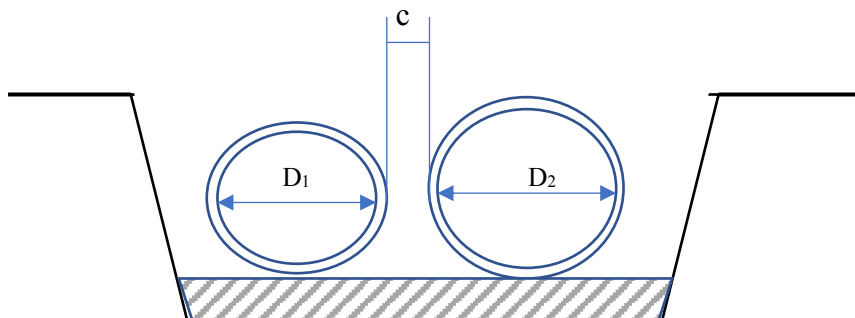
10.1.1 כאשר שני צינורות או יותר מונחים במקביל בתעלה אחת, רווח בין הצינורות יהיה בהתאם לתרשים 6-1 הרווח בין צינור לתעלה יהיה בהתאם לתרשים 3-1.

10.1.2 הנחת מס צינורות בתעלה אחת רצוי להניח את פני הצינור באותו גובה (Invert Level) כאשר פעולה זו לא ניתנת לביצוע אזי יש לבצע תשתית בהתאמה עם קבוצות קרקע SC1 או SC2 וברמת הידוק של 90% SPD.

גובה כיסוי מעל 4 מטר  
 $C \Rightarrow (D_1 + D_2) / 4$

10.1.3 **גובה כיסוי עד 4 מטר**  
 $C \Rightarrow (D_1 + D_2) / 6$

לא פחות מרוחב המספיק להידוק חומר מילוי



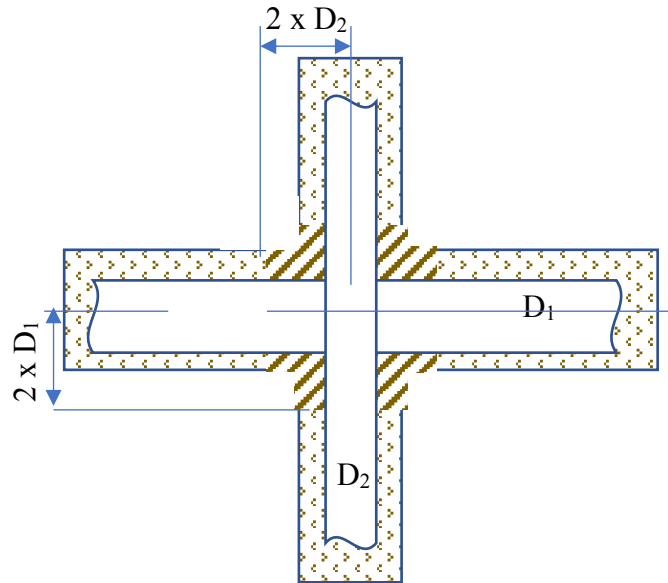
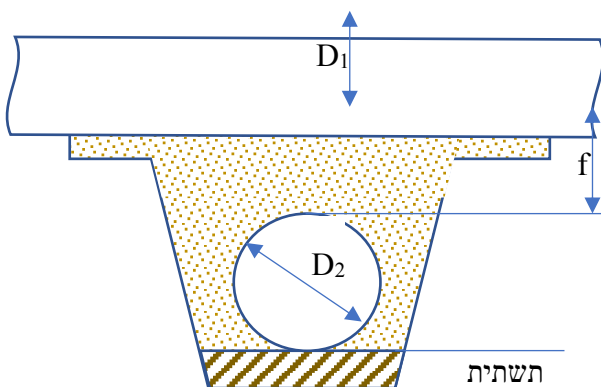
תרשים 6-1 רווח בין צינורות באותה תעלה

<b>מפרט מס': MF-08</b> <b>מהדורה: 00</b> <b>מתאריך: 8.11.2020</b>	<b>פיברטק - יצרנית צנרת פיברגלס בע"מ</b> <b>מערכת ניהול איכות</b> 
<b>מחליף את: 5.7.2020</b> <b>עמוד 28 מתוך 52</b>	<b>מפרט לטיפול והטמנה של צינורות GRP</b>

- 10.2 צינור מעל צינור
- 10.2.1 כאשר שני צינורות עוברים אחד מעל השני חייבים לשמור על מרווח אנכי בין הצינורות ראה **תרשים 6-2**
- 10.2.2 כאשר נדרש להעביר קן מתחת לקו קיים יש לבצע תמיכות לקו העליון וכך לעטוף אותו למניעת פגיעות.
- 10.2.3 כאשר מניחים 2 קווים אחד מעל השני חומר המילוי חייב להיות מקבוצה SC1 או SC2 ברמת הידוק של 90% יש להדק, ברוחב כפול מצידי התעלה ראה תרשים 6-3.

גובה כיסוי מעל 4 מטר  
 $f \geq (D_1 + D_2) / 6$

גובה כיסוי עד 4 מטר  
 $f \geq (D_1 + D_2) / 4$



יש להשתמש בחומר מילוי מקבוצות SC1 ו SC2 בלבד ברמת הידוק של SPD 90%

**תרשים 6-2**

10.3 **תרשים 6-3** מבט על הנחה מצולבת

- 10.4 יסוד תעלה בלתי יציבה
- 10.4.1 כאשר יסוד התעלה מכיל קרקע רכה וחופשיה תחתית התעלה מוגדרת בלתי יציבה. לפני הנחת חומר לתשתית צינור יש לייצב את התעלה. חול ולומר גרנולרי מהודק לרמה של 90% צפיפות יחסית או ייצוב באבנים מומלץ על מנת לייצב התעלה
- 10.4.2 עובי שכבת חומר גרנולרי או אבנים תלוי במצב הקרקע המעורערת בכל מקרה החלפת קרקע בעובי מינימלי של 150 ממ נדרש לביצוע הייצוב. במידה ומשתמשים באותו חומר מילוי לייצוב התעלה וליצור התשתית אין צורך ביריעה גאו טכנית. במקרים אלו יש להניח צינורות באורך 6 מטר.

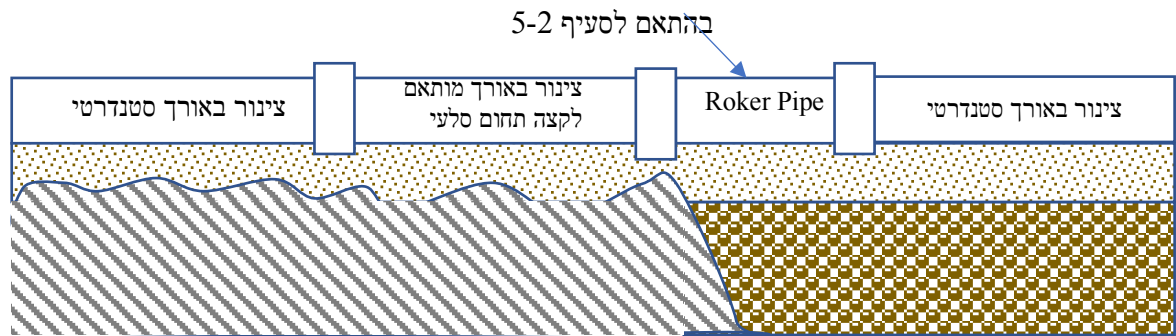
10.5 תעלה מוצפת

- 10.5.1 כאשר מי תהום גבוהים מתחתית התעלה יש לדאוג לניקוז פעיל בכל זמן הנחת הצנרת עד לכיסוי הצינור, יש להוריד את גובה מי תהום 200 ממ מתחת תחתית התעלה.
- 10.5.2 מי תהום בקרקע חרסיתית דורשת העמקת עומק התעלה וייצוב הקרקע עם אבנים "בקלש" בשכבה של כ 30 ס"מ
- 10.5.3 מעל שכבה זו יש להניח יריעה גאו טכנית לבצע את תשתית הצינור עם חומר מילוי מקבוצת SC1 או SC2

10.6 תעלה בקרקע סלעית

- 10.6.1 נתוני הנחה מינימליים בקרקע סלעית יבוצעו בהתאם לסעיף 3.1. כאשר הקרע הטבעית משתנה מ סלע ל קרקע אחרת יש להניח צינור קצר (Rocker Pipe) בהמשך הנחה לאחר מעבר סוגי קרקעות
- 10.6.2 ראה תרשים 6-4.

<b>מפרט מס': MF-08</b> <b>מהדורה: 00</b> <b>מתאריך: 8.11.2020</b>	<b>פיברטק - יצרנית צנרת פיברגלס בע"מ</b> <b>מערכת ניהול איכות</b> 
<b>מחליף את: 5.7.2020-</b> <b>עמוד 29 מתוך 52</b>	<b>מפרט לטיפול והטמנה של צינורות GRP</b>



**תרשים 4-6 תנאי הנחה בין קטע סלעי לקרקע טבעית שונה**

## 10.7 חפירה מוגזמת

10.7.1 כל חפירה מוגזמת חייבים למלא בחומר כיסוי ולהדק לצפיפות יחסית של 90%.

## 10.8 הנחת צינור בשיפוע

10.8.1 סוג הקרקע הטבעית מגדיר את השיפוע בו נאבד את יציבות הקו.  
 10.8.2 בדרך כלל אין להניח צינורות בשיפוע גדול מ 15° או בקרקעות חשודות ואזי יש להניח הצינורות עם תמיכה.

## 10.9 הנחה על קרקעית

10.9.1 הדרך הטובה להניח בשיפוע הינה הנחה על קרקעית כאשר הקו מונח על כלונסאות בהתאם.

## 10.10 הטמנת צינור בקרקע

10.10.1 לפני הטמנת צינורות בשיפוע גדול מ 15° יש להיוועץ עם מהנדס קרקע. צנרת GRP ניתן להתקין בשיפוע גדול 15° בתנאי שתבצע הקפדה על הנושאים הבאים:  
 10.10.1.1.1 "מפרט של צינור המתאים לתנאי ההנחה בשיפוע גדול."

## 11. פעולות לאחר התקנת צנרת

### 11.1 בדיקת הצינור המונח

11.1.1 דפורמציה אנכית לא תעלה על הערכים בטבלה 1-7. אין לאשר מצב של שינוי בצורת פני השטח של הצינור. במידה והצינור המונח חורג מהמגבלות אזי לא יהיה תפקוד נאות לאורך זמן. יש לבדוק דפורמציה אנכית תוך 24 שעות מרגע גמר כיסוי סופי. כאשר בדפורמציה האנכית עולה על 2% הרי הסיבה נובעת מכך שרמת ההידוק והכיסוי אינו מושלם ויש לשפר ההידוק כבר בצינור הבא ע"י (הגדלת רמת הידוק סביב הצינור, שינוי איכות חומר המילוי או הרחבת התעלה).

11.1.2 יש לבדוק כל צינור מונח ולבדוק דפורמציה אנכית בכל צינור אין לבצע בדיקת דפורמציה אנכית רק לאחר שהונחו מספר רב של צינורות. צנרת החורגת בסטייה זוויתית יש לתקן ההנחה ע"י חפירה מצידי הצינור וביצוע כיסוי חוזר בהדוקים גבוהים.


### 11.2 תהליך בדיקת דפורמציה ראשונית.

11.2.1 סיים כיסוי מעל הצינור.  
 11.2.2 הסר מחיצות במידה והיו.  
 11.2.3 הפסק שאיבת מי תהום במידה והייתה פעילות שאיבה.  
 11.2.4 בדוק ורשום את הדפורמציה האנכית. בקוטרים קטנים יש להשחיל מדיד לאורך צינור לבדיקת הדפורמציה.

### 11.2.5 חשב את הדפורמציה האנכית

קוטר פנימי צינור - קוטר פנימי אנכי לאחר ההנחה

= % דפורמציה

מפרט מס': MF-08 מהדורה: 00 מתאריך: 8.11.2020	<div style="text-align: right;">  </div> <b>פיברטק - יצרנית צנרת פיברגלס בע"מ</b> <b>מערכת ניהול איכות</b>
מחליף את: 5.7.2020 עמוד 30 מתוך 52	<b>מפרט לטיפול והטמנה של צינורות GRP</b>

קוטר פנימי

### 11.3 טבלה 7-1 סטייה זוויתית מותרת

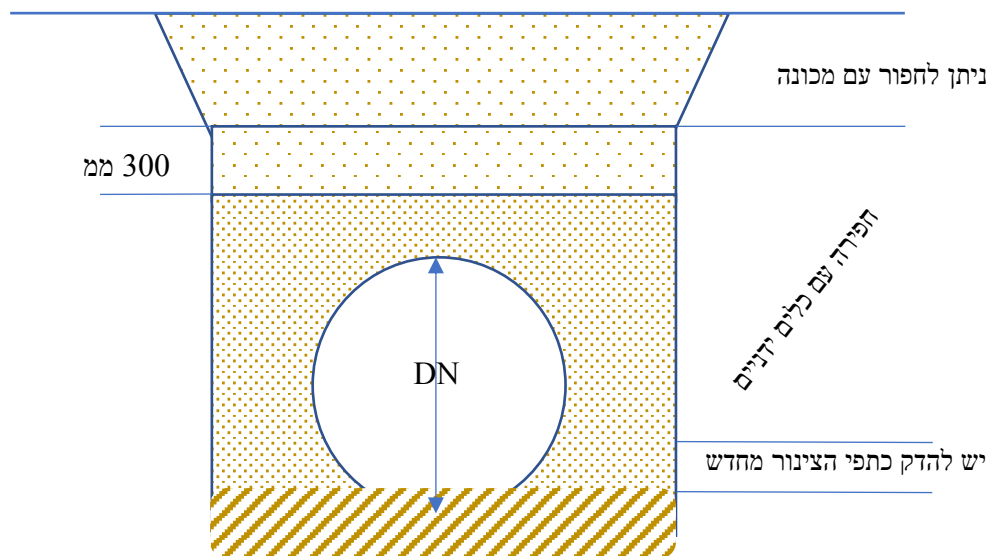
סטייה זוויתית מותרת	קוטר צינור
2.0%	קוטר צינור גדול מקוטר 300 מ"מ

### 11.4

תיקון סטייה זוויתית מוגזמת

- 11.4.1 דפורמציה זוויתית אנכית שעוברת ערכים בטבלה 7-1 דורשת תיקון של הנחת הצינור לשם אבטחת עבודה תקינה של הצינור לאורך זמן.
- 11.4.2 תהליך דרוש לתיקון דפורמציה מעל 8%
- 11.4.3 יש לחפור ולהסיר כיסוי בגובה 85% מהצינור בהתאם לתרשים 9-1
- 11.4.4 בדוק הצינור וודא שאינו ניזוק. במידה ויש נזק יש להחליף הצינור או לתקנו.
- 11.4.5 יש להדק כתפי הצינור וודא כי חומר המילוי נשאר נקי מחומרים אחרים.
- 11.4.6 המשך בכיסוי בשלבים תוך כדי הידוק וקבלת צפיפות יחסית דרושה.
- 11.4.7 המשך לכיסוי סופי ובצע בדיקה של דפורמציה אנכית.
- 11.4.8 בצינור עם דפורמציה אנכית מעל 8% יש להחליף את הצינור.

### 11.4.9 תרשים 9-1 חפירה בדפורמציה מוגזמת



## 12. בדיקת לחץ הידרוסטטי

- 12.1 תקנים לבדיקת לחץ
- 12.2 AWWA C 950 ו- AWWA Manual M45
- 12.3 AWWA C950-07 תקן לצינורות פיברגלאס
- 12.4 AWWA M45-05 תקן הנחיות ותכנון לצנרת פיברגלאס
- 12.5 תקן אירופאי BS 8010-89 הנחיות תכנון והנחת צינורות GRP

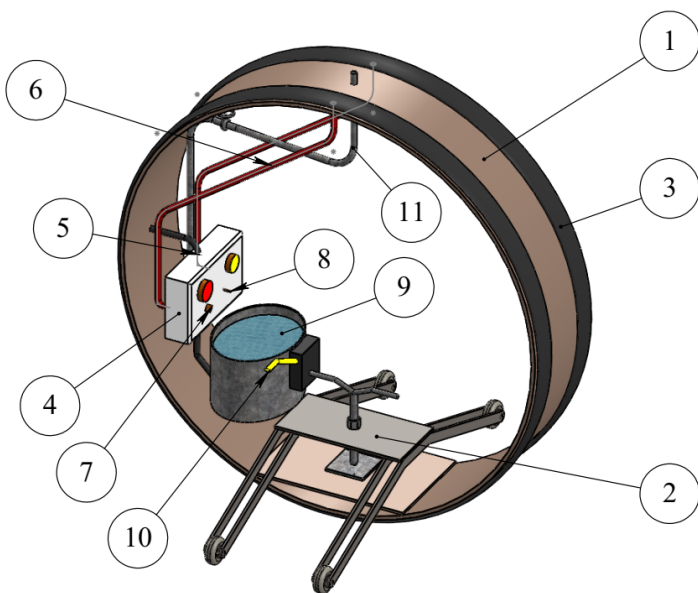
## 13. שסתומי אוויר

מפרט מס': MF-08 מהדורה: 00 מתאריך: 8.11.2020	<div style="text-align: right;">  </div> <b>פיברטק - יצרנית צנרת פיברגלס בע"מ</b> <b>מערכת ניהול איכות</b>
מחליף את: 5.7.2020 עמוד 31 מתוך 52	<b>מפרט לטיפול והטמנה של צינורות GRP</b>

- 13.1 יש למקם שסתומי אוויר במרחק כל 0.5 ק"מ לאורך הקו, כמו כן - בכל מקום בו שיפוע הקו משתנה.
- 13.2 לפני בצוע בדיקת הקו בלחץ מים, יש לבדוק את הנקודות הבאות כדי להבטיח שההתקנה / ההטמנה בוצעה כראוי:
- 13.3 יש לבדוק את כי האבזרים על גבי הקו, הותקנו כראוי
- 13.4 יש להדק את הברגים המורכבים באוגן, שנסגרו בהתאם לערכי המומנט הנדרשים
- 13.5 יש לכסות את הצינור בחומר מילוי חוזר
- 13.6 יש לכסות את כל הצינורות עד לגובה כיסוי סופי, לפני בצוע מבחן לחץ המים
- 13.7 יש לעגון משאבות ושסתומים, טרם מילוי הצינור בלחץ.
- 13.8 אם
- 13.9 או אז, יש להעלות את לחץ הבדיקה בהדרגה (שעה - 1 בר).
- 13.10 יש למקם שעוני הבדיקה בנקודה הנמוכה ביותר בקו
- 13.11 לאחר מילוי מים והוצאת האוויר, מומלץ להמתין בין 8 שעות ל 24 שעות עד ליציאת כל האוויר וקבלת טמפרטורה אחידה בקו.
- 13.12 העלאת לחץ בקו - תחל לאחר המתנה של 8-24 שעות על מנת לייצב את הצינור המלא במים לקראת הבדיקה הסופית
- 13.13 **לחץ הבדיקה**
- 13.13.1 לחץ הבדיקה = פעם וחצי מלחץ עבודה של הקו.
- 13.13.1.1 שלב 1 - מילוי הצינור במים ובמהלך המילוי הצינור, כל נקודות שסתומי האוויר, יישארו פתוחים, כדי לשחרר את כיסי האוויר לאורך הקו.
- 13.13.1.1.2 שלב 2-לאחר מילוי הצינור במים וניקוז האוויר יש להמתין כ 24 שעות להתייצבות הקו .
- 13.13.1.1.3 שלב 3-מילוי לחץ בקו יעשה בהדרגה, יש להעלות את הלחץ בשלבים, יש להמתין שעה בכל עלית לחץ באחד אטמוספירה.
- 13.13.1.1.4 שלב 4 - לאחר שהקו עומד בלחץ עבודה נדרש, יש להמתין 24 שעות בלחץ זה ולוודא כי הקו עומד בלחץ קבוע. יש לקחת בחשבון כי כתוצאה מלחץ מים הקו מתנפח קלות ויש להניח שנראה " איבוד מים " בקו.
- 13.13.1.1.5 שלב 5 - ביצוע בדיקת לחץ מקסימלי. יש להעלות לחץ בדיקה בהדרגה אטמוספירה לכל שעה. עד לחץ בדיקה נדרש. על פי תקן BS 8010 לחץ בדיקה = 1.5 פעם לחץ עבודה או לחץ עבודה + 5 Bar הקטן מבניהם. את לחץ הבדיקה יש לבדוק במשך שעה לפחות.
- 13.13.1.1.6 שלב 6 - בדרך כלל יש איבוד מים מסוים הנובע מהתפשטות והתרחבות של הצינורות ומחברים וכן שינויי טמפרטורה. ערך מותר לאיבוד מים בזמן בדיקת לחץ על פי תקן BS 8010 מחושב לפי 0.02 ליטר לכל ממ קוטר צינור (ND), למשך זמן בשעות (t) מוכפל בלחץ הבדיקה (P).
- $$V = 0.02 \cdot ND \text{ mm} \cdot P \cdot t / 24$$
- 13.13.1.1.7 שלב 7 - בגמר בדיקת הלחץ יש לשחרר הלחץ באיטיות ולדאוג לפתחי אוויר תקינים.

## 14. בדיקת מחבר

- 14.1 בדיקת אטימות מחבר מתבצעות באמצעות לחץ הידרוסטטי המופעל ישירות על אזור הפנימי בין הצינורות למחבר.
- 14.2 ביצוע הבדיקה יעשה במהלך ההתקנה על מנת להבטיח איכות ההנחה ושלמות המחבר.
- 14.3 מערך הבדיקה:
- 14.3.1 למערך זה, יש שתי מערכות, המחייבות שימוש בלחץ
- 14.3.2 מערכת אחת דורשת לחץ אוויר דחוס על מנת לייצר אטימה של שרוולי הגומי למתקן ולצינור הנבדק.
- 14.3.3 מערכת שניה דורשת לחץ הידרוסטטי המופעל בין ההתקן, למחבר של הצינור הנבדק (אפשרות נוספת היא להפעיל לחץ אוויר גם בבדיקת אטימות המחבר)



1	גליל פנימי אש עליו יושב האטם המתנפח עד לקוטר צינור פנימי
2	מערכת גלגלים מתכוננת בגובה לנשיאת המתקן בתוך הצינורות
3	שרוול גמיש מתנפח לאטימה בין גליל המתקן לצינורות הנבדקים
4	לוח פיקוד לחצים במערכת - לחץ אוויר לניפוח שרוול גומי האטם בין המתקן לפנים הצינור הנבדק - לחץ הידרוסטטי להכנסת לחץ בדיקה בין מתקן שרוולי גומי מתנפח ופנים הצינור
5	צינור כניסת לחץ בדיקה הידרוסטטי
6	צינורות לחץ אוויר לניפוח שרוול גומי
7	כפתור הפעלת לחץ אוויר לניפוח שרוול גומי לאטימה
8	כפתור הפעלת לחץ מים לבדיקת מחבר
9	מיכל מים לבדיקה הידרוסטטית
10	משאבת לחץ מים
11	צינור יציאת אוויר בומן הכנסת לחץ הידרוסטטי

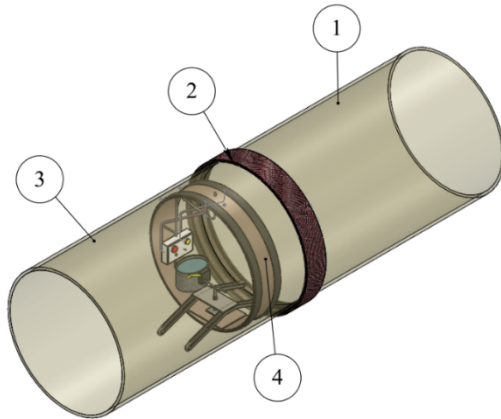


<b>מפרט מס': MF-08</b> <b>מהדורה: 00</b> <b>מתאריך: 8.11.2020</b>	<b>פיברטק - יצרנית צנרת פיברגלס בע"מ</b> <b>מערכת ניהול איכות</b> 
<b>מחליף את: 5.7.2020</b> <b>עמוד 33 מתוך 52</b>	<b>מפרט לטיפול והטמנה של צינורות GRP</b>

#### 14.4 פירוט שלבי הבדיקה

14.4.1 שלב ראשון – הכנסת מיתקן לתוך קו הצנרת

14.4.2 מערכת גלגלים של מכונת הבדיקה מאפשרת לכוון את המכונה באופן יחסי לקוטר הצינור הנבדק. המערכת נעה בתוך הצינורות באופן חופשי.



#### 15. הנחה אלטרנטיבית

15.1 במידה ותנאי הנחה כגון גובה כיסוי סוג הקרקע הטבעית וקשיחות הצינור ידרשו עמידה בתנאי הידוק שיש קושי לקבלם אזי ניתן לפתור הבעיה באלטרנטיבות הנחה שונות:

- 15.1.1 חפירת תעלה רחבה יותר.
- 15.1.2 שימוש בלוחות תמיכת קרקע.
- 15.1.3 ייצוב חומר מילוי ע"י שימוש בבטון.

#### 15.2 תעלה רחבה

15.2.1 להגדיל רוחב תעלה ועומק תעלה וכתוצאה מכך לקבל תמיכת חומר מילוי לצינור הרבה יותר טובה.

#### 15.3 8.2 בטון כחומר מילוי (CLSM)

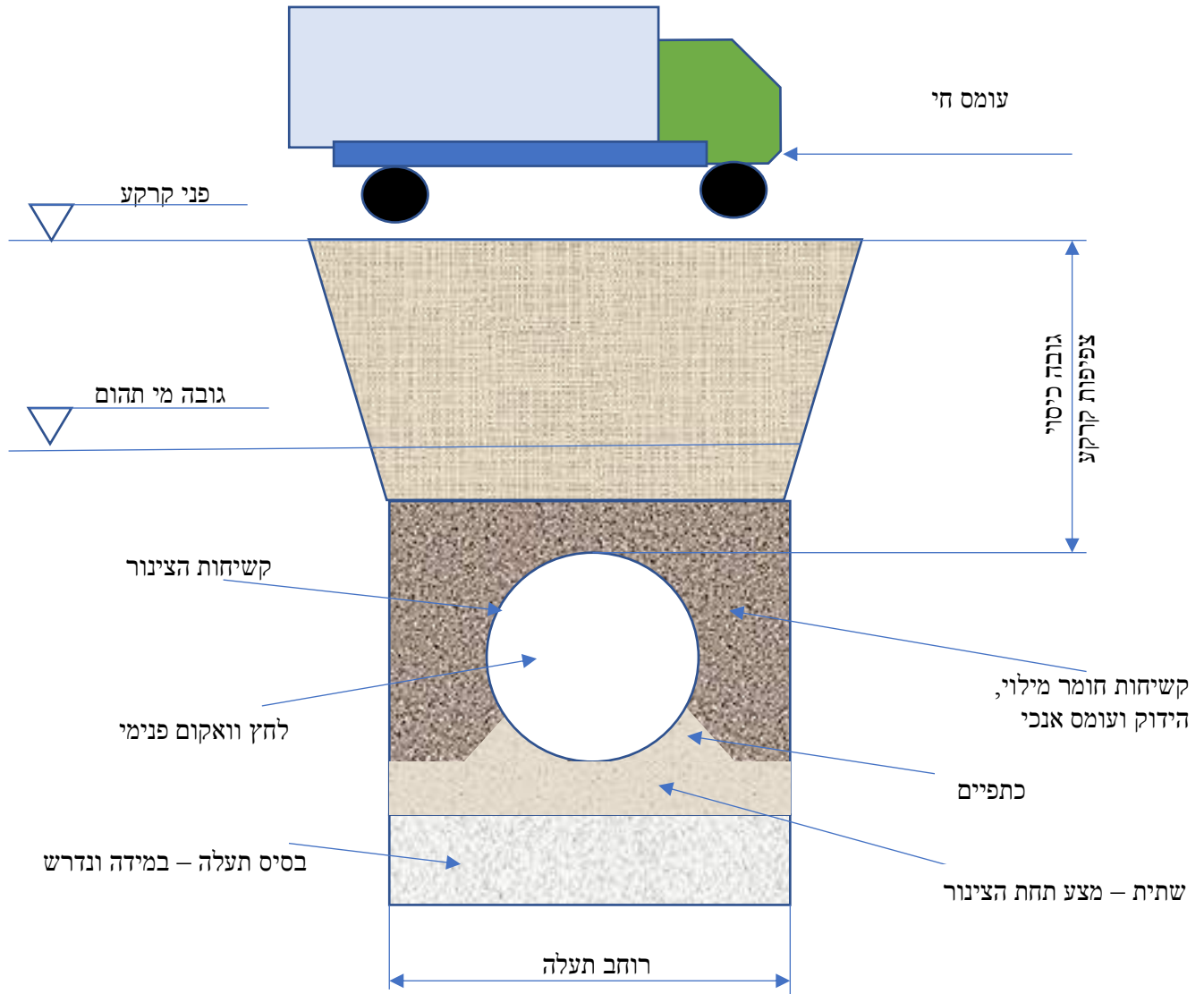
15.3.1 שימוש ב CLSM נותן פתרון אלגנטי לתמיכה טובה לצינור ללא צורך בהידוק ובפרט ללא צורך בהשקעת אנרגיה ברמות הידוק גבוהות.

#### 16. נספח - א

<p>מפרט מס': MF-08          מהדורה: 00          מתאריך: 8.11.2020</p>	<p align="center"><b>פיברטק - יצרנית צנרת פיברגלס בע"מ</b></p> <p align="center"><b>מערכת ניהול איכות</b></p> <p align="right"><b>FIBERTECH</b> GRP SOLUTIONS</p>
<p>מחליף את: 5.7.2020-          עמוד 34 מתוך 52</p>	<p align="center"><b>מפרט לטיפול והטמנה של צינורות GRP</b></p>

- 16.1 תכנון הנחת צנרת
- 16.1.1 בצינורות GRP איכות הצינור ואורך חיים ארוך של צינורות מתקבלים ע"י מילוי הנחיות של שינוע תקין והנחה מתוכננת של הצינור. צינורות GRP הם צינורות גמישים. מערך של צינור וקרקע הכולל שתית מתחת לצינור חומר מילוי סביב הצינור וצינור GRP מבטיחים תוצאות טובות לעמידות הצינור לאורך זמן וביצועים טובים.
- 16.2 תכנון הנחת צינור מתבצע בהתאם ל תקן AWWA , תקן זה מוכח כבר עשרות שנים כמוביל בתחום.
- 16.3 עקרונות תכנון
- 16.3.1 צנרת GRP יקבלו דפורמציה אנכית כאשר יהיו נתונים לעומסי קרקע ועומסים של עומס חי (רכב).
- 16.3.2 מניעת דפורמציה בקוטר אנכי של הצינור מותנית בתכונות חומר מילוי סביב הצינור ובקרקע הטבעית. קביעת אופן הנחת הצינור יקבעו את דרגת הדפורמציה המתקבלת לאחר הכיסוי. שינוי בדפורמציה יתרחש בדרך כלל רק בשנה הראשונה אחרי ההנחה , לאחר תקופה זו בדרך כלל לא יהיה שינוי בדפורמציה אנכית של הצינור.
- 16.3.3 דפורמציה אנכית התחלתית אסור שתעלה מעבר ל 2% , צינורות שיונחו בדפורמציה גדולה יותר לא בהכרח ישמרו על ביצועי הצינור לאורך זמן.
- 16.4 המשתנים הבאים חשובים מאוד בתכנון הנחת צנרת GRP ראה **תרשים א-1**
- 16.4.1 סוג הקרקע הטבעית
- 16.4.2 גובה כיסוי
- 16.4.3 עומס חי או קבוע מעל הקן
- 16.4.4 סוג חומר מילוי
- 16.4.5 וואקום
- 16.5 התמיכה הניתנת לצינור תלויה במודול של חומר המילוי סביב הצינור *Ms* , לצורך קבלת ערך *Ms* עבור הנחת צינור יש להפריד ביו ערך מודול של הקרקע הטבעית *Msn* , ומודול אלסטיות חומר מילוי ורוחב תעלה *Msb*.
- 16.6 הנתונים החשובים בתכנון מופיעים בטבלה א-1
- 16.6.1 : קשיחות הקרקע הטבעית, עומק כיסוי מעל קודקוד הצינור, עומק מי תהום, עומס חי או קבוע מעל הקרקע, לחץ שלילי וואקום בקו. כל הנתונים צריכים להילקח בחשבון בתכנון הצינור ותכנון אופן ההנחה, כאשר נלקחים בחשבון סוג חומר מילוי סביב הצינור, רמת ההידוק של חומר המילוי, רוחב תעלה וקשיחות הצינור.
- 16.7 הטבלה מראה דרישה מינימלית לרמת הידוק החומר כפי שמופיע **בנספח ב**.
- 16.7.1 בטבלאות אלו התייחסות למקרים רגילים של התנחת צינור ולוקחים בחשבון מי תהום ועומס חי ורוחב תעלה.
- 16.7.2 הטבלאות מראים המינימום הנדרש לרמת הידוק בגובה כיסוי משתנה לכל סוגי קרקע המשמשת למילוי סביב הצינור. טבלאות אלו מתאימות לתנאי לחץ עבודה מגוון.
- 16.8 דפורמציה אנכית התחלתית בצינור הינה פחותה מ 2% לרב סוגי הנחת צנרת ומופיע **בנספח ב**. במידה ודפורמציה התחלתית גדולה מהערך הרצוי אזי ניתן להקטין דפורמציה ע"י : הגדלת אחוז ההידוק של חומר מילוי, שינוי חומר מילוי סביב הצינור או הרחבת רוחב תעלה.
- 16.8.1 הנספחים הבאים מתייחסים להבהרות כדלקמן:
- 16.8.1.1.1 נספח ג - הגדרות ותכונות של קרקע טבעית
- 16.8.1.1.2 נספח ד - הגדרות ותכונות של חומר מילוי נבחר
- 16.8.1.1.3 נספח ה - בדיקות קרקע לקביעת הגדרת הקרקע הטבעית
- 16.8.1.1.4 נספח ו - רמת הידוק של חומר מילוי
- 16.8.1.1.5 נספח ז - הגדרות

16.8.2 תרשים א-1



16.9 קרקע טבעית חלוקה לקבוצות

16.9.1 קרקע טבעית מוגדרת בהתאם למודול *Msn* וקבוצות מחולקות גם בהתאם לקשיחות הקרקע. **טבלה א-2** מתארת קבוצות קרקע טבעית. נספח ג נותן הגדרות לקבוצות הקרקע.

16.10 בדיקות קרקע טבעית יעשו לעיתים תכופות לאורך התוואי ובמיוחד בקטעים שנראים חשודים עם קרקע שונה. התכונות הנבדקות חשוב שיילקחו מהעומקים של שתי הצינור ומרכז הצינור המונח.

16.10.1 בדיקות החדרה (Blow Counts) שיבוצעו במצב מי תהום הגבוהים ביותר יחשב כתוצאת מינימום.

16.11 **מידת תמיכה של הכיסוי החוזר יבוטא בערך המודול של חומר המילוי *Msb*. בתכנון הנחת**

הצנרת חומר מילוי מסווג בהתאם לקשיחותו ומסווג ל 4 קבוצות (SC1, SC2, SC3, SC4).

16.11.1 תאור תכונות חומרי מילוי מוצג **טבלה מס א-3**

17. **לכל חומרי המילוי השונים הגדלת אחוז ההידוק תעלה את ערך המודול ותגדיל את התמיכה שמקבל הצינור בקרקע.**

מפרט מס': MF-08 מהדורה: 00 מתאריך: 8.11.2020	<b>פיברטק - יצרנית צנרת פיברגלס בע"מ</b> <b>מערכת ניהול איכות</b> 
מחליף את: 5.7.2020- עמוד 36 מתוך 52	<b>מפרט לטיפול והטמנה של צינורות GRP</b>

17.1 טבלאות א-4 עד א-7 יתנו ערכים של מודול חומרי המילוי  $Msb$  ובהתאם לאופן הידוק ( על פי סטנדרט פרוקטור SPD ) וסוג חומרי מילוי. ערכים המופיעים בסוגריים הינם ערכי מודול המתקבלים בנוכחות מי תהום לאותה דרגה של הידוק

17.2 טבלה א-2  
 סוגי קרקע טבעית

מודול $Msn$	קרקע מגובשת		קרקע גרגרית		סוג הקרקע הטבעית
	תאור	צפיפות penetrometer Kpa qu	תאור	SPD מכות החזרה	
34.5	קרקע קשיחה מאוד	>200	קרקע מהודקת	>15	1
20.7	קרקע קשיחה	100-200	קרקע מהודקת למחצה	8 - 15	2
10.3	קרקע בינונית	50-100	קרקע בהידוק קל	4 - 8	3
4.8	קרקע רכה	25-50		2 - 4	4
1.4	קרקע רכה מאוד	13-25	קרקע חופשית	1 - 2	5
0.34	קרקע רכה במיוחד	0-13	קרקע מאוד חופשית	0 - 1	6

17.3 בבדיקת פנטרומטר  $N=qu/4$

17.4 פרוש לסוגי קרקע

CL - חרסית	ML = SILT טין	S = SAND חול	G = GRAVEL חומר גרגירי חצץ
		SW – חול מדורג היטב	GW - גרגירי מדורג
		SM – חול עם טין	GP - גרגירי בדירוג בינוני
		SC – חול עם חרסית	GM - גרגירי עם דקים טין
		SP – חול בדורג נמוך	GC - גרגירי עם חרסית

17.5 **טבלה א-3** סוג חומרי מילוי

תאור	סוגי חומרים
חלוקי אבן עם כמות חול קטנה מ 15% מקסימום 25% עובר נפה של 9.5 מ"מ מקסימום 5% דקים ( נפה 0.75 מ"מ)	SC 1
קרקע גרגרית נקיה וגסה ( SW,SP,GW,GP ) עם 12% דקים	SC 2
קרקע גרגרית נקיה וגסה עם דקים ( GM,GC,SM,SC ) עם 12% דקים או יותר או חול עם גרגירים ודקים במיוחד ( CL,ML, CL-ML, CL/ML, ML/CL ) עם 30% או יותר העוברים נפה מס 200	SC 3
קרקעות עם דקים ( CL,ML או CL-ML,CL/ML, ML/CL )	SC 4

מפרט מס': MF-08 מהדורה: 00 מתאריך: 8.11.2020	<div style="text-align: right;">  </div> <b>פיברטק - יצרנית צנרת פיברגלס בע"מ</b> <b>מערכת ניהול איכות</b>
מחליף את: 5.7.2020 עמוד 37 מתוך 52	<b>מפרט לטיפול והטמנה של צינורות GRP</b>

טבלה א-4 מודול *Msb* חומר מילוי מסוג SC 1 17.6

הידוק, אחוז מקסימלי לפי צפיפות יחסית SPD		עומס אנכי על הצינור	גובה כיסוי צפיפות החומר
שפיכה חופשית	מהודק		18.8 KN/m <sup>3</sup>
Mpa	Mpa	Kpa	m
13.8	16.2	6.9	0.4
17.9	23.8	34.5	1.8
20.7	29	69	3.7
23.8	37.9	138	7.3
29.3	51.7	276	14.6
34.5	64.1	414	22

טבלה א-5 מודול *Msb* חומר מילוי מסוג SC 2 17.7

הידוק, מקסימום % לפי צפיפות יחסית SPD				עומס אנכי על הצינור	גובה כיסוי צפיפות החומר
85	90	95	100		18.8 KN/m <sup>3</sup>
Mpa	Mpa	Mpa	Mpa	Kpa	m
3.2 (02.2)	8.8 (7.5)	13.8	16.2	6.9	0.4
3.6 (2.5)	10.3 (8.8)	17.9	23.8	34.5	1.8
3.9 (2.7)	11.2 (9.5)	20.7	29	69	3.7
4.5 (3.2)	12.4 (10.5)	23.8	37.9	138	7.3
5.7 (4.0)	14.5 (12.3)	29.3	51.7	276	14.6
6.9 (4.8)	17.2 (14.8)	34.5	64.1	414	22

מפרט מס': MF-08 מהדורה: 00 מתאריך: 8.11.2020	<b>פיברטק - יצרנית צנרת פיברגלס בע"מ</b> <b>מערכת ניהול איכות</b>	
מחליף את: 5.7.2020 עמוד 38 מתוך 52	<b>מפרט לטיפול והטמנה של צינורות GRP</b>	

17.8 טבלה א-6 מודול *Msb* חומר מילוי מסוג 3 SC

הידוק, מקסימום % לפי צפיפות יחסית SPD				עומס אנכי על הצינור	גובה כיסוי צפיפות החומר
85	90	95	100		18.8 KN/m <sup>3</sup>
Mpa	Mpa	Mpa	Mpa	Kpa	m
2.5 (1.3)	4.6 (2.3)	9.8 (4.9)	-	6.9	0.4
2.7 (1.4)	5.1 (2.6)	11.5 (5.8)	-	34.5	1.8
2.8 (1.4)	5.2 (2.6)	12.2 (6.1)	-	69	3.7
3.0 (1.5)	5.4 (2.7)	13.0 (6.55)	-	138	7.3
3.5 (1.8)	6.2 (3.1)	14.4 (7.2)	-	276	14.6
4.1 (2.1)	7.1 (3.6)	15.9 (8.08)	-	414	22

17.9 טבלה א-7 מודול *Msb* חומר מילוי מסוג 4 SC

הידוק, מקסימום % לפי צפיפות יחסית SPD				עומס אנכי על הצינור	גובה כיסוי צפיפות החומר
85	90	95	100		18.8 KN/m <sup>3</sup>
Mpa	Mpa	Mpa	Mpa	Kpa	m
0.9 (0.273)	1.8 (0.54)	3.7 (1.11)	-	6.9	0.4
1.2 (0.36)	2.2 (0.66)	4.3 (1.29)	-	34.5	1.8
1.4 (0.42)	2.5 (0.75)	4.8 (1.44)	-	69	3.7
1.6 (0.48)	2.7 (0.81)	5.1 (1.535)	-	138	7.3
2.0 (0.60)	3.2 (0.96)	5.6 (1.68)	-	276	14.6
42.4 (0.72)	3.6 (1.08)	6.2 (1.86)	-	414	22

## 18. א.4 רוחב תעלה

- 18.1 תמיכת צינור מונח באדמה מוגדרת כמבנה חומרים מרוכבים, מודול הקרקע *Ms* מותנה במודול חומר המילוי והידוק וסוג הקרקע הטבעית *Msb* ו *Msn* וכן ברוחב תעלה.
- 18.2 הנחת צינור בקרקע טבעית רכה כאשר מודול הקרקע *Msn* יהי נמוך ממודול חומר מילוי *Msb* איכות תמיכת הצינור מצריך שימוש בתעלה רחבה יותר ועשוי להגיע לרוחב של 5D.
- 18.3 הנחת צינור בקרקע טבעית כאשר מודול הקרקע *Msn* יהיה גבוה מ *Msb* אזי רוחב תעלה ישפיע פחות על איכות תמיכת הצינור.
- 18.4 רוחב תעלה צריך לקחת בחשבון רוחב מספיק שיאפשר עבודת כלי ההידוק מצידי הצינור ללא חשש של פגיעה בצינור.

מפרט מס': MF-08 מהדורה: 00 מתאריך: 8.11.2020	<b>פיברטק - יצרנית צנרת פיברגלס בע"מ</b> <b>מערכת ניהול איכות</b> 
מחליף את: 5.7.2020- עמוד 39 מתוך 52	<b>מפרט לטיפול והטמנה של צינורות GRP</b>

## 19. א. 5 לחץ שלילי – וואקום

- 19.1 כאשר פועל וואקום בקו יש לדאוג לכיסוי מינימלי של אחד מטר מעל קודקוד הצינור. בהתאם לדרגות וואקום יש להתאים את קשיחות הצינור בהתאמה: וואקום עד 0.25 Bar קשיחות 2500 Pa , וואקום עד 0.5 Bar קשיחות 5000 Pa .
- 19.2 **לחץ וואקום מקסימלי הינו פונקציה של** : גובה כיסוי מעל הצינור, סוג הקרקע הטבעית, סוג חומר מילוי ורמת הידוק (קשיחות חומר מילוי) ורוחב תעלה. ראה **נספח ב** עבור רמת הידוק בחומר מילוי לעמידות בוואקום.

## 20. קו גלוי.

- 20.1 במקרים מסוימים חלק מהקו הטמון אינו מקבל תמיכה של קרקע לדוגמא מצב בו מורכב על הקו ברז או אביזר אחר. במקרה זה בו אין תמיכת קרקע לעמידה בוואקום. בטבלה א-8 נתונים לגבי לחץ וואקום מותר לגבי אורכי צינורות בין 3,6 ו 12 מטר.

20.1.1 טבלה א-8

20.1.1.1 וואקום מקסימלי מותר בקו טמון כאשר קטע מסוים אינו נתמך ע"י הקרקע על פי אורך קטע גלוי.

קשיחות 10,000				קשיחות 5,000				קשיחות 2,500				קוטר צינור
12 m	6 m	3 m	1.5 m	12 m	6 m	3 m	1.5 m	12 m	6 m	3 m	1.5 m	mm
1	1	1	1	0.54	0.54	0.56	0.78	0.27	0.27	0.29	0.47	300
1	1	1	1	0.54	0.54	0.59	1	0.27	0.27	0.31	0.77	400
1	1	1	1	0.54	0.55	0.64	1	0.27	0.28	0.35	0.83	500
1	1	1	1	0.54	0.56	0.71	1	0.27	0.28	0.41	0.91	600
1	1	1	1	0.54	0.56	0.84	1	0.27	0.29	0.51	1	700
1	1	1	1	0.54	0.57	1	1	0.27	0.3	0.66	1	800
1	1	1	1	0.54	0.6	1	1	0.27	0.32	0.79	1	900
1	1	1	1	0.54	0.62	1	1	0.27	0.34	0.81	1	1000
1	1	1	1	0.54	0.7	1	1	0.28	0.4	0.88	1	1200
1	1	1	1	0.55	0.82	1	1	0.28	0.49	1	1	1400
1	1	1	1	0.57	1	1	1	0.29	0.63	1	1	1600
1	1	1	1	0.59	1	1	1	0.31	0.77	1	1	1800
1	1	1	1	0.61	1	1	1	0.33	0.79	1	1	2000
1	1	1	1	0.69	1	1	1	0.39	0.87	1	1	2400
1	1	1	1	0.81	1	1	1	0.49	0.99	1	1	2800
1	1	1	1	0.98	1	1	1	0.62	1	1	1	3200
1	1	1	1	1	1	1	1	0.76	1	1	1	3600
1	1	1	1	1	1	1	1	0.78	1	1	1	4000

מפרט מס': MF-08 מהדורה: 00 מתאריך: 8.11.2020	 <b>פיברטק - יצרנית צנרת פיברגלס בע"מ</b> <b>מערכת ניהול איכות</b>
מחליף את: 5.7.2020 עמוד 40 מתוך 52	<b>מפרט לטיפול והטמנה של צינורות GRP</b>

## 21. א.6 גבולות מינימום בהנחת צנרת

21.1 גובה כיסוי מינימלי לקו בלחץ עבודה של עד 10 בר לא יהיה פחות מ 0.5 מטר, בהנחה שאין סטיות זוויתיות אנכיות במחברים. בקו צנרת שמתקיימים אחד מהתנאים הבאים: עומס חי (רכבים), וואקום, לחץ עבודה גבוה מ 10 בר ו מי תהום גבוהים ראה הנחיות נוספות.

## 22. עומס חי – תנועות רכב

22.1 קו צנרת המונח במעבר כביש חומר המילוי חייב להיות מהודק, וכן יש לבצע חישובים לעמידה בתנאים אלו. בעיקרון ניתן להקטין הנחיות לגובה כיסוי כאשר סביב הצינור מניחים בטון.  
 22.2 בנספח ב טבלה מתייחסת לעומס רכב בהתאם ל AASHTO HS20. בעיקרון ההמלצה לגובה כיסוי מינימלי של 1 מטר וחומר מילוי סביב הצינור גרנולרי מהודק כהלכה. טבלה א-9 המלצה לגובה כיסוי מינימלי עבור עומס רכבים. במקרים בהם נעשה חישוב יתכן להקטין ערכים אלו.

22.2.1 טבלה א-9

22.2.1.1.1 המלצה לגובה כיסוי מינימלי לעומסי תנועה שונים. חישוב עומס סטטי לפי AWWA M45 יאפשר לקבל פרטים מדויקים יותר לגבי תכנון ההנחה.

המלצה לגובה כיסוי מינימלי	עומס הרכב	אפיון סוג רכב
m	KN	
0.6	40	ATV LKW 12
0.6	50	ATV SLW 30
0.8	72	AASHTO HS20
1	90	AASHTO HS25
1	90	BS153 HA
1	100	ATV SLW 60
1.5	160	MOC
3		Cooper E80 Railroad Engine

## 23. עומסים קבוע או משתנה

23.1 במקרים בהם יש מבנה מעל הקו יש להתייחס לעומס זה כעומס נוסף על הקרקע הנושא יבוא לביטוי בחישובים הסטטיים. כמו כן במקרה של עבודות מיוחדות ליד הקו עם מנופים או ציוד אחר יש לקחת בחשבון השפעת כלים אלו.

## 24. תנאי וואקום בקו צנרת.

24.1 לקו העומד בתנאי וואקום גובה כיסוי מינימלי יהיה 1 מטר. בכל מקרה תנאי הוואקום ודרגת הלחץ בכיסוי זה יהיו תלויים בקשיחות הצינור. לחץ וואקום האינרס עולה על 0.25 בר בהתאמה לצינור בקשיחות 2500 ובהתאם וואקום של עד 0.5 בר לקשיחות צינור 5000 פסקל.

## 25. לחץ עבודה גבוה

25.1 בתנאי לחץ גבוה יש לקחת בחשבון כוחות הפועלים על הצינור בסטיות זוויתיות אנכיות (גורם לצינור לעלות למעלה). בלחץ עבודה של 16 בר או יותר מינימום גובה כיסוי מעל קודקוד הצינור יהיה 1.2 מטר.  
 25.2 בבדיקת לחץ המחברים יהיו מכוסים עד קודקוד ואילו הצינור יקבל לפחות את גובה הכיסוי המינימלי של הקו.

## 26. גובה מי תהום



מפרט מס': MF-08 מהדורה: 00 מתאריך: 8.11.2020	<div style="text-align: right;">  </div> <b>פיברטק - יצרנית צנרת פיברגלס בע"מ</b> <b>מערכת ניהול איכות</b>
מחליף את: 5.7.2020 עמוד 41 מתוך 52	<b>מפרט לטיפול והטמנה של צינורות GRP</b>

- 26.1 גובה כיסוי מינימלי בקרקע יבשה במידה של 75% מקוטר צינור ימנעו ציפה של צינור ריק במקרה של מי תהום.
- 26.2 אפשרות נוספת היא לעגן הצינור עם רצועות לפי הנתונים בטבלה 5.2 .

### 27. א.7 עומס רעידת אדמה

- 27.1 גמישות הצינור ושימוש במחברים גמישים **מציגה התנהגות טובה** לעמידה ברעידות אדמה.

### 28. א.8 חומרי מילוי ונדידה

- 28.1 במקרה של מי תהום יתכן נדידת חומר מילוי או דקיקים לאדמה הטבעית. במצב זה הצינור מעבד חלק מהתמיכה שעשויה לגרום להגדלת הדפורמציה האנכית.
- 28.2 שימוש ביריעה גאו טקסטילית-גאו טכנית והקמת מחיצה בין הקרקע הטבעית לחומר המילוי בסיב הצינור ימנעו תופעת הנדידה.

## נספח ב-

### 29. נספח ב

- 29.1 טבלאות הנחת צינור
- 29.1.1 טבלאות הנחת צנרת המוצגות בהמשך מראות דרישה מינימלית לרמת הידוק חומרי מילוי סביב הצינור בעומקי הנחה שונים בהתאם לסוג חומר מילוי, קרקע טבעית וקשיחות צינור.
- 29.1.2 שני סטנדרטיים לגבי יחס רוחב תעלה (Bd) וקוטר צינור  $D$   $Bd/D=1.8$  &  $Bd/D=3.0$  . הטבלאות מכסות כל המקרים בהתייחס לנקודות הבאות:
- 29.1.3 עומק הטמנה, סוג קרקע טבעית, סוג חומר מילוי, רמת הידוק, עומס חי וקשיחות צינור.
- 29.2 **הטבלאות מבוססות על חישוב לפי** עומסים בתקן AWWA M45 ונסמכים על פרמטרים הבאים:
- 29.2.1 מקדם דפורמציה  $DL=1.5$
- 29.2.2 משקל סגולי קרקע במצב יבש  $gs,dry = 18.8 \text{ KN/m}^3$
- 29.2.3 משקל קרקע עם מי תהום  $gs,wet = 11.5 \text{ KN/m}^3$
- 29.2.4 מקדם לתשתית צינור  $Kx=0.1$

### 29.3 טבלאות אופן הנחה הוכנו בהתאם לחישובים המתאימים לתנאי הנחה **בטבלה ב-1**

#### 29.3.1 טבלה ב-1

טבלת הנחה	רוחב תעלה	מי תהום	תנאי וואקום	עומסי רכב
	Bd/D		Bar	AASTHO
ב-2	1.8 - 3	מתחת לצינור	0	0
ב-3	1.8 - 3	מתחת לצינור	0	HS 20
ב-4	1.8 - 3	מתחת לצינור	1	0
ב-5	1.8 - 3	פני קרקע	0	0
ב-6	1.8 - 3	פני קרקע	0	HS 20
ב-7	1.8 - 3	פני קרקע	1	0

- 29.4 טבלה ב-2 ללא עומסי רכב - ללא וואקום - מי תהום מתחת לתחתית צינור.

29.4.1 (מפתח C = הידוק קרקע, D = פנור חומר מילוי ללא הידוק) רוחב תעלה Bd/D=3.0 רוחב תעלה Bd/D=1.8

קרקע טבעית	רוחב תעלה Bd/D=3.0															רוחב תעלה Bd/D=1.8															חומר מילוי										
	SC4					SC3					SC2					SC1					SC4					SC3						SC2					SC1				
	10000	5000	2500	10000	5000	2500	10000	5000	2500	10000	5000	2500	10000	5000	2500	10000	5000	2500	10000	5000	2500	10000	5000	2500	10000	5000	2500	10000	5000	2500		10000	5000	2500	10000	5000	2500	קישור קנייני			
1	90	90	90	85	85	85	85	85	85	D	D	D	90	90	90	85	85	85	85	85	85	D	D	D	90	90	90	85	85	85	85	85	85	D	D	D	1.0				
2	90	90	90	85	85	85	85	85	85	D	D	D	90	90	90	85	85	85	85	85	85	D	D	D	90	90	90	85	85	85	85	85	85	D	D	D	1.5				
3	90	90	90	85	85	85	85	85	85	D	D	D	90	90	90	85	85	85	85	85	85	D	D	D	90	90	90	85	85	85	85	85	85	D	D	D	2.0				
4	90	90	90	85	85	85	85	85	85	D	D	D	90	90	90	85	85	85	85	85	85	D	D	D	90	90	90	85	85	85	85	85	85	D	D	D	3.0				
5	90	95	95	85	85	85	85	85	85	D	D	D	90	90	90	85	85	85	85	85	85	D	D	D	90	90	90	85	85	85	85	85	85	D	D	D	5.0				
6	95	95		90	90	90	90	90	90	D	D	D	95	95	95	85	85	85	85	85	85	D	D	D	95	95	95	85	85	85	85	85	85	D	D	D	8.0				
7				95	95	95	90	90	90	D	D	D				95	95	95	90	90	90	D	D	D				95	95	95	90	90	90	D	D	D	12.0				
8							95	95	95	C	C	C				95	95	95	90	90	90	D	D	D				95	95	95	90	90	90	D	D	D	20.0				
9							95	95	95	C	C	C							100	100	100	C	C	C													30.0				
10	90	90	90	85	85	85	85	85	85	D	D	D	90	90	90	85	85	85	85	85	85	D	D	D	90	90	90	85	85	85	85	85	85	D	D	D	1.0				
11	90	90	90	85	85	85	85	85	85	D	D	D	90	90	90	85	85	85	85	85	85	D	D	D	90	90	90	85	85	85	85	85	85	D	D	D	1.5				
12	90	90	90	85	85	85	85	85	85	D	D	D	90	90	90	85	85	85	85	85	85	D	D	D	90	90	90	85	85	85	85	85	85	D	D	D	2.0				
13	90	90	90	85	85	85	85	85	85	D	D	D	90	90	90	85	85	85	85	85	85	D	D	D	90	90	90	85	85	85	85	85	85	D	D	D	3.0				
14	95	95	95	85	85	85	85	85	85	D	D	D	90	90	90	85	85	85	85	85	85	D	D	D	90	95	95	85	85	85	85	85	85	D	D	D	5.0				
15				95	95	95	90	90	90	D	D	D				95	95	95	90	90	90	D	D	D				95	95	95	90	90	90	D	D	D	8.0				
16				95	95	95	90	90	90	D	D	D							95	100	100	C	C	C													12.0				
17							95	95	95	C	C	C										C	C	C														20.0			
18							100	100	100	C	C	C										C	C	C														30.0			
19	90	90	90	85	85	85	85	85	85	D	D	D	90	90	90	85	85	85	85	85	85	D	D	D	90	90	90	85	85	85	85	85	85	D	D	D	1.0				
20	90	90	90	85	85	85	85	85	85	D	D	D	90	90	90	85	85	85	85	85	85	D	D	D	90	90	90	85	85	85	85	85	85	D	D	D	1.5				
21	90	90	90	85	85	85	85	85	85	D	D	D	90	90	90	85	85	85	85	85	85	D	D	D	90	90	90	85	85	85	85	85	85	D	D	D	2.0				
22	90	90	90	85	85	85	85	85	85	D	D	D	90	95	95	85	90	95	85	90	90	D	D	D	90	95	95	85	90	95	85	90	90	D	D	D	3.0				
23	95			85	90	95	85	90	90	D	D	D				95			90	95	95	C	C	C				90	95	95	C	C	C				5.0				
24				95	95	95	90	90	90	D	D	D							100	100	100	C	C	C														8.0			
25							95	95	95	C	C	C										C	C	C														12.0			
26							95	95	95	C	C	C										C	C	C														20.0			
27							100	100	100	C	C	C										C	C	C														30.0			
28	90	90	90	85	85	85	85	85	85	D	D	D	90	90	90	85	85	85	85	85	85	D	D	D	90	90	90	85	85	85	85	85	85	D	D	D	1.0				
29	90	90	90	85	85	85	85	85	85	D	D	D	90	90	90	85	85	85	85	85	85	D	D	D	90	90	90	85	85	85	85	85	85	D	D	D	1.5				
30	90	90	90	85	85	85	85	85	85	D	D	D	90			85	90	95	85	90	90	D	D	D	90			85	90	95	85	90	90	D	D	D	2.0				
31	90	95	95	85	85	90	85	85	90	D	D	D				95			90	95	95	C	C	C														3.0			
32				95	95	95	90	90	90	D	D	D							100			C																5.0			
33				95	95		90	90	95	D	D	C										C																8.0			
34							95	95	95	C	C	C										C																	12.0		
35							100	100	100	C	C	C										C																	20.0		
36							100	100		C	C											C																	30.0		

29.5.1 עומסי רכב AASHTO HS 20 – ללא וואקום – מי תהום מתחת לתחתית צינור.

קרקע טבעית	רוחב תעלה Bd/D=3.0												רוחב תעלה Bd/D=1.8												חומר מילוי
	SC4			SC3			SC2			SC1			SC4			SC3			SC2			SC1			
	10000	5000	2500	10000	5000	2500	10000	5000	2500	10000	5000	2500	10000	5000	2500	10000	5000	2500	10000	5000	2500	10000	5000	2500	
1	90	90	90	85	85	85	85	85	85	D	D	D	90	90	90	85	85	85	85	85	D	D	D	1.0	
	90	90	90	85	85	85	85	85	85	D	D	D	90	90	90	85	85	85	85	85	D	D	D	1.5	
	90	90	90	85	85	85	85	85	85	D	D	D	90	90	90	85	85	85	85	85	D	D	D	2.0	
	90	90	90	85	85	85	85	85	85	D	D	D	90	90	90	85	85	85	85	85	D	D	D	3.0	
	95	95	95	85	85	85	85	85	85	D	D	D	90	90	90	85	85	85	85	85	D	D	D	5.0	
	95			90	90	90	90	90	90	D	D	D	95	95	95	85	85	85	85	85	D	D	D	8.0	
				95	95	95	90	90	90	D	D	D	95			85	90	90	85	90	90	D	D	D	12.0
				95			90	90	90	D	D	D				95	95	95	90	90	90	D	D	D	20.0
2							95	95	95	C	C	C							95	95	95	C	C	C	30.0
	90	90	90	85	85	85	85	85	85	D	D	D	90	90	90	85	85	85	85	85	D	D	D	1.0	
	90	90	90	85	85	85	85	85	85	D	D	D	90	90	90	85	85	85	85	85	D	D	D	1.5	
	90	90	90	85	85	85	85	85	85	D	D	D	90	90	90	85	85	85	85	85	D	D	D	2.0	
	90	90	90	85	85	85	85	85	85	D	D	D	90	90	90	85	85	85	85	85	D	D	D	3.0	
	95	95	95	85	85	85	85	85	85	D	D	D	90	90	90	85	85	85	85	85	D	D	D	5.0	
	95			90	90	95	90	90	90	D	D	D	95	95	95	85	85	85	85	85	D	D	D	8.0	
				95	95	95	90	90	90	D	D	D				90	95	95	90	90	90	D	D	D	12.0
3							95	95	95	C	C	C							90	90	95	D	D	C	20.0
							95	95	95	C	C	C							100	100	100	C	C	C	30.0
	90	90	90	85	85	85	85	85	85	D	D	D	90	90	90	85	85	85	85	85	D	D	D	1.0	
	90	90	90	85	85	85	85	85	85	D	D	D	90	90	90	85	85	85	85	85	D	D	D	1.5	
	90	90	90	85	85	85	85	85	85	D	D	D	90	90	90	85	85	85	85	85	D	D	D	2.0	
	90	90	90	85	85	85	85	85	85	D	D	D	90	90	90	85	85	85	85	85	D	D	D	3.0	
	95	95	95	85	85	85	85	85	85	D	D	D	90	90	90	85	85	85	85	85	D	D	D	5.0	
				95	95	95	90	90	90	D	D	D	95	95	95	85	90	90	90	90	90	D	D	D	8.0
4				95	95	95	90	90	90	D	D	D				95	95	95	90	90	90	D	D	D	12.0
				95	95	95	90	90	90	D	D	D							95	100	100	C	C	C	20.0
							100	100	100	C	C	C													30.0
	90	90	90	85	85	85	85	85	85	D	D	D	90	90	90	85	85	85	85	85	D	D	D	1.0	
	90	90	90	85	85	85	85	85	85	D	D	D	90	90	90	85	85	85	85	85	D	D	D	1.5	
	90	90	90	85	85	85	85	85	85	D	D	D	90	90	90	85	85	85	85	85	D	D	D	2.0	
	90	95	95	85	85	85	85	85	85	D	D	D	90			85	95	95	85	90	90	D	D	D	3.0
	95			90	90	95	90	90	90	D	D	D				95			90	95	95	C	C	C	5.0
			95	95	95	90	90	90	D	D	D							100	100	100	C	C	C	8.0	
5							95	95	95	C	C	C													12.0
							95	95	95	C	C	C													20.0
							100	100	100	C	C	C													30.0
	95	95	90	85	85	85	85	85	85	D	D	D				95			90	90	95	D	D	C	1.0
	95	95	90	85	85	85	85	85	85	D	D	D	95			90	85	90	85	90	90	D	D	D	1.5
	95	95	90	85	85	85	85	85	85	D	D	D				90	90	95	90	90	95	D	D	D	2.0
	95	95	95	85	90	90	85	85	90	D	D	D				95			90	95	95	C	C	C	3.0
				95	95	95	90	90	90	D	D	D							100			C			5.0
			95	95		90	95	95	D	C	C													8.0	
6							95	95	95	C	C	C													12.0
							100	100	100	C	C	C													20.0
							100	100		C	C														30.0
	95	95	90	85	85	85	85	85	85	D	D	D				95			90	90	95	D	D	C	1.0
	95	95	90	85	85	85	85	85	85	D	D	D	95			90	85	90	85	90	90	D	D	D	1.5
	95	95	90	85	85	85	85	85	85	D	D	D				90	90	95	90	90	95	D	D	D	2.0
	95	95	95	85	90	90	85	85	90	D	D	D				95			90	95	95	C	C	C	3.0
				95	95	95	90	90	90	D	D	D							100			C			5.0
			95	95		90	95	95	D	C	C													8.0	

טבלה 29.6

29.6.1 ללא עומסי רכב -וואקום 1 בר - מי תהום מתחת לתחתית צינור.

קרקע טבעית	רוחב תעלה Bd/D=3.0												רוחב תעלה Bd/D=1.8												חומר מילוי נופח הנדק קשיחות
	SC4			SC3			SC2			SC1			SC4			SC3			SC2			SC1			
	10000	5000	2500	10000	5000	2500	10000	5000	2500	10000	5000	2500	10000	5000	2500	10000	5000	2500	10000	5000	2500	10000	5000	2500	
קרקע מס 1	90	90	95	85	85	85	85	85	85	D	D	D	90	90	90	85	85	85	85	85	85	D	D	D	1.0
	90	90	95	85	85	85	85	85	85	D	D	D	90	90	90	85	85	85	85	85	85	D	D	D	1.5
	90	90	95	85	85	85	85	85	85	D	D	D	90	90	90	85	85	85	85	85	85	D	D	D	2.0
	90	95	95	85	85	85	85	85	85	D	D	D	90	90	90	85	85	85	85	85	85	D	D	D	3.0
	90	95	95	85	85	90	85	85	90	D	D	D	90	90	90	85	85	85	85	85	85	D	D	D	5.0
	95	95		90	90	95	90	90	90	D	D	D	95	95	95	85	85	90	85	85	85	D	D	D	8.0
				95	95	95	90	90	90	D	D	D	95			85	90	95	85	90	90	D	D	D	12.0
				95			90	90	95	D	D	C				95	95		90	90	90	D	D	D	20.0
							95	95	100	C	C	C							95	95	100	C	C	C	30.0
קרקע מס 2	90	90	95	85	85	85	85	85	85	D	D	D	90	90	90	85	85	85	85	85	85	D	D	D	1.0
	90	90	95	85	85	85	85	85	85	D	D	D	90	90	90	85	85	85	85	85	85	D	D	D	1.5
	90	90	95	85	85	85	85	85	85	D	D	D	90	90	90	85	85	85	85	85	85	D	D	D	2.0
	90	90	95	85	85	85	85	85	85	D	D	D	90	90	95	85	85	85	85	85	85	D	D	D	3.0
	90	95		85	85	90	85	85	90	C	C	C	90	90	95	85	85	85	85	85	85	D	D	D	5.0
	95			90	90	95	90	90	90	C	C	C	95	95		85	85	90	85	85	90	D	D	D	8.0
				95	95	95	90	90	90	D	D	D				90	95	95	90	90	90	D	D	D	12.0
							95	95	95	C	C	C				95			90	90	95	D	D	C	20.0
							95	95	95	C	C	C							100	100		C	C		30.0
קרקע מס 3	90	90	90	85	85	85	85	85	85	D	D	D	90	90	90	85	85	85	85	85	85	D	D	D	1.0
	90	90	90	85	85	85	85	85	85	D	D	D	90	90	90	85	85	85	85	85	85	D	D	D	1.5
	90	90	90	85	85	85	85	85	85	D	D	D	90	90	90	85	85	85	85	85	85	D	D	D	2.0
	90	90	90	85	85	85	85	85	85	D	D	D	90	90	95	85	85	85	85	85	85	D	D	D	3.0
	95	95	95	85	85	85	85	85	85	D	D	D	90	90	95	85	85	90	85	85	90	D	D	D	5.0
				95	95	95	90	90	90	D	D	D	95	95		85	90	95	85	90	90	D	D	D	8.0
				95	95	95	90	90	90	D	D	D				95	95		90	90	95	D	D	C	12.0
							95	95	95	C	C	C							100	100		C	C		20.0
							95	95	100	C	C	C													30.0
קרקע מס 4	90	90	95	85	85	90	85	85	85	D	D	D	90	90	95	85	85	85	85	85	85	D	D	D	1.0
	90	95	95	85	85	90	85	85	85	D	D	D	90	90	95	85	85	85	85	85	85	D	D	D	1.5
	90	95	95	85	85	90	85	85	90	D	D	D	90	90	95	85	85	85	85	85	85	D	D	D	2.0
	90	95	95	85	85	90	85	85	90	D	D	D	90	90	95	85	85	85	85	85	90	D	D	D	3.0
	95	95		85	90	95	85	90	90	D	D	D	90	95		85	90	95	85	90	90	D	D	D	5.0
				95	95	95	90	90	90	D	D	D				95	95		90	90	95	D	D	D	8.0
				95	95		90	90	95	D	D	D							95	100		C	C		12.0
							95	95	100	C	C	C													20.0
							100	100		C	C														30.0
קרקע מס 5	90	95	90	85	85	90	85	85	90	D	D	D	90			85	90	95	85	90	90	D	D	D	1.0
	90	95	90	85	85	90	85	85	90	D	D	D	95			85	95	95	85	90	95	D	D	C	1.5
	90	95	90	85	85	90	85	85	90	D	D	D	85			85	95		85	90	95	D	D	C	2.0
	95	95		85	90	95	85	90	90	D	D	D				90	95		90	90	95	D	D	C	3.0
	95			90	95	95	85	90	90	D	D	D				95			90	95	100	C	C	C	5.0
				95	95		90	90	95	D	D	C							100	100		C	C		8.0
							95	95	95	C	C	C													12.0
							95	95	100	C	C	C													20.0
							100	100		C	C														30.0
קרקע מס 6	95	95		85	90	95	85	90	90	D	D	D				95			90	95		D	C		1.0
	95	95		85	90	95	85	90	90	D	D	D				95			90	95		D	C		1.5
	95			85	90	95	85	90	90	D	D	D				95			95	95		C	C		2.0
	95			85	95	95	85	90	90	D	D	C							95	100		C	C		3.0
				95	95	95	90	90	95	D	D	C							100			C			5.0
				95	95		90	90	95	D	C	C													8.0
							95	95	100	C	C	C													12.0
							100	100	100	C	C	C													20.0
							100			C															30.0

29.7 טבלה ב-5

29.7.1 ללא עומסי רכב - ללא וואקום - מי תהום בגובה פני השטח.


קרקע טבעית	רוחב תעלה Bd/D=3.0												רוחב תעלה Bd/D=1.8												חומר מילוי	
	SC4			SC3			SC2			SC1			SC4			SC3			SC2			SC1				עובק הנהגה קשיחות
	10000	5000	2500	10000	5000	2500	10000	5000	2500	10000	5000	2500	10000	5000	2500	10000	5000	2500	10000	5000	2500					
1	95	95	95	85	85	85	85	85	85	D	D	D	95	95	95	85	85	85	85	85	D	D	D	1.0		
	95	95	95	85	85	85	85	85	85	D	D	D	95	95	95	85	85	85	85	85	D	D	D	1.5		
	95	95	95	85	85	85	85	85	85	D	D	D	95	95	95	85	85	85	85	85	D	D	D	2.0		
	95			85	85	85	85	85	85	D	D	D	95	95		85	85	85	85	85	D	D	D	3.0		
				85	95	95	85	90	90	D	D	D				85	85	85	85	85	D	D	D	5.0		
				95	95	95	90	90	90	D	D	D				95	95	95	90	90	D	D	D	8.0		
								90	90	90	D	D	D				95	95	95	90	90	90	D	D	D	12.0
2								95	95	95	C	C	C							90	90	95	D	D	C	20.0
								95	95	100	C	C	C							95	95	100	C	C	C	30.0
	95	95	95	85	85	85	85	85	85	D	D	D	95	95	95	85	85	85	85	85	D	D	D	1.0		
	95	95	95	85	85	85	85	85	85	D	D	D	95	95	95	85	85	85	85	85	D	D	D	1.5		
	95	95	95	85	85	85	85	85	85	D	D	D	95	95	95	85	85	85	85	85	D	D	D	2.0		
	95			85	85	85	85	85	85	D	D	D	95	95		85	85	85	85	85	D	D	D	3.0		
				85	95	95	85	90	90	C	C	C				85	85	85	85	85	D	D	D	5.0		
			95	95	95	90	90	90	C	C	C				95	95	95	90	90	D	D	D	8.0			
3								90	90	90	D	D	D				90	95	95	90	90	90	D	D	D	12.0
								95	95	95	C	C	C							95	95	95	C	C	C	20.0
								100	100	100	C	C	C							100	100		C	C		30.0
	95	95	95	85	85	85	85	85	85	D	D	D	95	95	95	85	85	85	85	85	D	D	D	1.0		
	95	95	95	85	85	85	85	85	85	D	D	D	95	95	95	85	85	85	85	85	D	D	D	1.5		
	95	95	95	85	85	85	85	85	85	D	D	D	95	95	95	85	85	85	85	85	D	D	D	2.0		
	95			85	85	85	85	85	85	D	D	D	95	95		85	85	85	85	85	D	D	D	3.0		
			85	95	95	85	90	90	D	D	D				85	85	85	85	85	90	D	D	D	5.0		
			95			90	90	90	D	D	D				95	95	95	90	90	D	D	D	8.0			
4								95	95	95	D	D	D							90	90	95	D	D	D	12.0
								95	95	100	C	C	C							100	100	100	C	C	C	20.0
								100	100	100	C	C	C													30.0
	90	90	95	85	85	85	85	85	85	D	D	D	95	95	95	85	85	85	85	85	D	D	D	1.0		
	90	95	95	85	85	85	85	85	85	D	D	D	95	95	95	85	85	85	85	85	D	D	D	1.5		
	90	95	95	85	85	85	85	85	85	D	D	D	95	95	95	85	85	85	85	85	D	D	D	2.0		
	95			85	85	85	85	85	85	D	D	D	95	95		85	85	85	85	85	D	D	D	3.0		
			95	95	95	90	90	90	D	D	D				85	95	95	85	90	90	D	D	D	5.0		
			95			90	90	90	D	D	D							90	95	95	D	D	D	8.0		
5								95	95	95	D	D	D							100	100	100	C	C	C	12.0
								95	95	100	C	C	C													20.0
								100	100	100	C	C	C													30.0
	95	95	95	85	85	85	85	85	85	D	D	D	95	95	95	85	85	95	85	85	D	D	D	1.0		
	95	95	95	85	85	85	85	85	85	D	D	D	95	95	95	85	85	95	85	85	D	D	C	1.5		
	95	95		85	85	85	85	85	85	D	D	D	95	95		85	85		85	85	D	D	C	2.0		
				85	85	85	85	85	85	D	D	D				85	95	95	85	90	90	D	D	D	3.0	
			95	95	95	90	90	90	D	D	D							95	95	95	C	C	C	5.0		
							90	90	95	D	D	C							100			C			8.0	
6								95	95	95	C	C	C													12.0
								100	100	100	C	C	C													20.0
								100	100		C	C														30.0
	95	95	95	85	85	85	85	85	85	D	D	D	95	95		85	85	90	85	85	D	D	D	1.0		
	95	95		85	85	85	85	85	85	D	D	D	95			85	85	95	85	85	90	D	D	D	1.5	
	95			85	85	85	85	85	85	D	D	D	95			85	95		85	90	90	D	D	D	2.0	
				85	95	95	85	90	90	D	D	C							90	95	95	C	C	D	3.0	
			95				90	90	D	C	C							100			C			5.0		
							95	95	95	D	C	C													8.0	
							95	95	95	C	C	C													12.0	
							100	100		C	C														20.0	
							100	100		C	C														30.0	

29.8.1 עומסי רכב AASHTO HS 20 – ללא וואקום – מי תהום בגובה פני השטח.

קרקע טבעית	רוחב תעלה Bd/D=3.0									רוחב תעלה Bd/D=1.8									חומר מילוי							
	SC4			SC3			SC2			SC1			SC4			SC3				SC2			SC1			
	10000	5000	2500	10000	5000	2500	10000	5000	2500	10000	5000	2500	10000	5000	2500	10000	5000	2500		10000	5000	2500	10000	5000	2500	קשיחות עקב תנודות
1	95			85	85	85	85	85	85	D	D	D	95	95		85	85	85	85	85	85	85	D	D	D	1.0
	95			85	85	85	85	85	85	D	D	D	90	95	95	85	85	85	85	85	85	85	D	D	D	1.5
	95			85	85	85	85	85	85	D	D	D	90	95	95	85	85	85	85	85	85	85	D	D	D	2.0
				85	85	85	85	85	85	D	D	D	95			85	85	85	85	85	85	85	D	D	D	3.0
				85	95	95	85	90	90	D	D	D				85	85	85	85	85	85	85	D	D	D	5.0
				95	95	95	90	90	90	D	D	D				95	95	95	90	90	90	90	D	D	D	8.0
2							90	90	90	D	D	D				95	95	95	90	90	90	D	D	D	12.0	
							95	95	95	C	C	C							90	90	95	D	D	C	20.0	
							95	95	100	C	C	C							95	95	100	C	C	C	30.0	
	95	95	95	85	85	85	85	85	85	D	D	D	95	95	95	85	85	85	85	85	85	85	D	D	D	1.0
	95	95	95	85	85	85	85	85	85	D	D	D	95	95	95	85	85	85	85	85	85	85	D	D	D	1.5
	95	95	95	85	85	85	85	85	85	D	D	D	95	95	95	85	85	85	85	85	85	85	D	D	D	2.0
3	95			85	85	85	85	85	85	D	D	D	95	95		85	85	85	85	85	85	85	D	D	D	3.0
				85	95	95	85	90	90	C	C	C				85	85	85	85	85	85	85	D	D	D	5.0
				95	95	95	90	90	90	C	C	C				95	95	95	90	90	90	D	D	D	8.0	
							90	90	90	D	D	D				90	95	95	90	90	90	D	D	D	12.0	
							95	95	95	C	C	C							95	95	95	C	C	C	20.0	
							95	95	100	C	C	C							100	100		C	C		30.0	
4	95			85	85	85	85	85	85	D	D	D	95			85	85	85	85	85	85	85	D	D	D	1.0
	95			85	85	85	85	85	85	D	D	D	90	95	95	85	85	85	85	85	85	85	D	D	D	1.5
	95			85	85	85	85	85	85	D	D	D	90	95	95	85	85	85	85	85	85	85	D	D	D	2.0
				85	85	85	85	85	85	D	D	D	95			85	85	85	85	85	85	85	D	D	D	3.0
				95	95	95	90	90	90	D	D	D				85	95	95	85	90	90	D	D	D	5.0	
							90	90	90	D	D	D							90	95	95	D	D	C	8.0	
5							95	95	95	D	D	C							100	100	100	C	C	C	12.0	
							95	95	100	C	C	C													20.0	
							100	100		C	C														30.0	
	95			85	85	85	85	85	85	D	D	D	95			85	85	95	85	85	90	D	D	C	1.5	
	95			85	85	85	85	85	85	D	D	D	95			85	85	95	85	85	90	D	D	C	2.0	
				85	85	95	85	85	90	D	D	D				85	95	95	85	90	90	D	D	D	3.0	
6				95	95	95	90	90	90	D	D	D							95	95	95	C	C	D	5.0	
							90	90	95	D	D	D							100			C			8.0	
							95	95	95	C	C	C													12.0	
							100	100		C	C														20.0	
							100	100		C	C														30.0	
				90	85	95	85	90	90	D	D	D							90	95	95	D	D	C	1.0	
			85	85	95	85	85	90	D	D	D				95			90	90	95	D	D	C	1.5		
			85	85	95	85	85	90	D	D	D				95			90	95	95	D	D	C	2.0		
			85	95	95	85	90	90	D	D	C							95	95	95	D	C	C	3.0		
			95			90	90	90	D	D	C							100			C			5.0		
						95	95	95	D	C	C													8.0		
						95	95	95	C	C	C													12.0		
						100	100		C	C														20.0		
																								30.0		

29.9.1 עומסי רכב AASHTO HS 20 – ללא וואקום – מי תהום בגובה פני השטח.

קרקע טבעית	רוחב תעלה Bd/D=3.0												רוחב תעלה Bd/D=1.8												חומר מילוי	
	SC4			SC3			SC2			SC1			SC4			SC3			SC2			SC1				קישורים עיקרי תחנה
	10000	5000	2500	10000	5000	2500	10000	5000	2500	10000	5000	2500	10000	5000	2500	10000	5000	2500	10000	5000	2500	10000	5000	2500		
1				85	90	95	85	85	90	D	D	D	95			85	85	85	85	85	85	D	D	D	1.0	
				85	85	95	85	85	90	D	D	D	95			85	85	85	85	85	85	D	D	D	1.5	
				85	85	95	85	85	90	D	D	D	95			85	85	85	85	85	85	D	D	D	2.0	
				85	95	95	85	90	90	D	D	D				85	85	95	85	85	90	D	D	D	3.0	
				85	95	95	85	90	90	D	D	D				85	85	95	85	85	90	D	D	D	5.0	
				95	95		90	90	90	D	D	D				95	95	95	90	90	90	D	D	D	8.0	
							90	90	95	D	D	C				95	95		90	90	90	D	D	D	12.0	
2							95	95	100	C	C	C							90	95	100	D	C	C	20.0	
							95	100		C	C	C							95	100		C	C		30.0	
				85	90	95	85	85	90	D	D	D	95	95	95	85	85	90	85	85	85	D	D	D	1.0	
				85	85	95	85	85	90	D	D	D	95	95	95	85	85	85	85	85	85	D	D	D	1.5	
				85	85	95	85	85	90	D	D	D	95	95	95	85	85	85	85	85	85	D	D	D	2.0	
				85	95	95	85	90	90	D	D	D	95	95		85	85	95	85	85	90	D	D	D	3.0	
				85	95	95	85	90	90	C	C	C				85	85	95	85	85	90	D	D	D	5.0	
3				95	95		90	90	95	C	C	C				95	95		85	90	90	D	D	D	8.0	
							90	95	95	D	D	C							90	95	100	D	C	C	12.0	
							95	95	100	C	C	C							95	95		C	C		20.0	
							95	100		C	C	C										C			30.0	
				85	90	95	85	85	90	D	D	D	95	95		85	85	85	85	85	85	D	D	D	1.0	
				85	85	95	85	85	90	D	D	D	90	95	95	85	85	85	85	85	85	D	D	D	1.5	
				85	85	95	85	85	90	D	D	D	90	95	95	85	85	85	85	85	85	D	D	D	2.0	
4				85	95	95	85	90	90	D	D	D	95			85	85	95	85	85	90	D	D	D	3.0	
				85	95		90	90	90	D	D	D	95			85	95	95	85	90	90	D	D	D	5.0	
				95			90	90	95	D	D	D	95			95	95		90	90	95	D	D	D	8.0	
							95	95	95	D	D	C							100	100		C	C		12.0	
							95	100	100	C	C	C													20.0	
							100	100		C	C														30.0	
							100			C																
5				90	95	95	85	90	90	D	D	D				90	95		85	90	95	D	D	C	1.0	
				85	95	95	85	90	90	D	D	D				95			85	90	95	D	D	C	1.5	
				85	95	95	85	90	90	D	D	D				95			90	90	95	D	D	C	2.0	
				95	95		90	90	90	D	D	D							90	95	100	D	C	C	3.0	
				95			90	90	95	D	D	D							95	100		C	C		5.0	
							90	95	95	D	D	C							100			C			8.0	
							95	95	100	C	C	C													12.0	
6							100	100		C	C														20.0	
							100			C															30.0	
				95	95		85	90	90	D	D	D							95	95		D	C		1.0	
				95	95		90	90	90	D	D	D							95	100		C	C		1.5	
				95	95		90	90	90	D	D	D							95	100		C	C		2.0	
				95			90	90	95	D	D	D										C			3.0	
							90	90	95	D	D	C													5.0	
						95	95	100	D	C	C													8.0		
						95	100	100	C	C	C													12.0		
						100			C															20.0		
																								30.0		

מפרט מס': MF-08 מהדורה: 00 מתאריך: 8.11.2020	<div style="text-align: right;">  </div> <b>פיברטק - יצרנית צנרת פיברגלס בע"מ</b> <b>מערכת ניהול איכות</b>
מחליף את: 5.7.2020 עמוד 48 מתוך 52	<b>מפרט לטיפול והטמנה של צינורות GRP</b>

### 30. נספח ג

- 30.1 דירוג ותכונות קבוצות של קרקע טבעית.
- 30.1.1 תכנון מפרט הנחת צנרת GRP דורש התייחסות לנתוני תכונות הקרקע הטבעית שמשותפת בתמיכת הצנרת.
- 30.1.2 קרקע טבעית חולקה ל שש קבוצות לפי ערכי הקשיחות של הקרקע (צפיפות ורמת הידוק) בדיקת קושי קרקע בהחדרה (Blow count), על פי תקן ASTM D1586. קרקעות טבעיות מקבוצות אלו יכולות לשמש גם כחומרי מילוי.
- 30.1.3 בדיקת החדרה (Blow count) תקן להחדרה. ASTM D1586.
- 30.1.4 ערכים גבוהים בבדיקת החדרה מעלים את מודול קרקע  $M_{sn}$  עד ערכים של 345 Mpa בקרקע סלעית.
- 30.1.5 כאשר יש שימוש ביריעה גאו טכנית אזי ערכי מודול קרקע  $M_{sn}$  יהיו גבוהים יותר מהרשום בטבלה.

### 30.2 שיטות בדיקת קרקע

- 30.2.1 ישנם מס סוגים שונים של קונוסים בבדיקת פנטרומטר. ערך המדידה במכשיר בהשוואה לטבלה לערך  $qu$  מבוטא ב  $Kg/cm^2$  מוגדר כ  $N$  ובהתאמה
- 30.2.2  $N = qu/4$  במכשיר מכני

### 30.3 טבלה ג-1 מציגה את הערכים לסוג הקרקע הטבעית לפי תקן AWWA M45

#### 30.3.1 טבלה ג-1

מודול $M_{sn}$	קרקע מגובשת		קרקע גרגרית		סוג הקרקע הטבעית
	תאור	צפיפות penetrometer Kpa qu	תאור	SPD מכות החדרה	
34.5	קרקע קשיחה מאוד	>200	קרקע מהודקת	>15	1
20.7	קרקע קשיחה	100-200	קרקע מהודקת למחצה	8 - 15	2
10.3	קרקע בינונית	50-100	קרקע בהידוק קל	4 - 8	3
4.8	קרקע רכה	25-50		2 - 4	4
1.4	קרקע רכה מאוד	13-25	קרקע חופשית	1 - 2	5
0.34	קרקע רכה במיוחד	0-13	קרקע מאוד חופשית	0 - 1	6



<b>מפרט מס': MF-08</b> <b>מהדורה: 00</b> <b>מתאריך: 8.11.2020</b>	<div style="text-align: right;">  </div> <b>פיברטק - יצרנית צנרת פיברגלס בע"מ</b> <b>מערכת ניהול איכות</b>
<b>מחליף את: 5.7.2020</b> <b>עמוד 49 מתוך 52</b>	<b>מפרט לטיפול והטמנה של צינורות GRP</b>

- 31.1 דירוג תכונות קבוצות של חומר מילוי
- 31.1.1 קרקע המשמשת כחומר מילוי דרוש שהיה לקרקע קשיחות מספקת לתת תמיכה לצינור המונח בתעלה.
- 31.1.2 קרקע זו יכולה להיות קרקע המפונה בחפירה או קרקע מיובאת מסוג שונה. איכות קרקע המשמשת למילוי תלויה ביכולת ההידוק על מנת להשיג תוצאות טובות בקשיחות הקרקע לצורך ייצוב הצינור המונח בתעלה. קרקעות אלו מסווגות ל ארבע קבוצות.
- 31.2 קשיחות קרקע מס 1 - SC 1
- 31.2.1 קבוצה קרקע SC 1 נותנת תמיכה טובה ביותר לצינור בזכות כמות קטנה של חול ודקיקים בקבוצה זו לא נדרשת השקעת מאמץ בהידוק הקרקע, ניתן לקבל קשיחות גבוהה ותמיכה לצינור. בנוכחות מי תהום יש לוודא אי נדידה של חומר ובמידת הצורך להשתמש ביריעה גאו טכנית. בהתאם לסעיף 8.א.
- 31.3 קשיחות קרקע מס 2 - SC 2
- 31.3.1 קבוצת קרקע זו נותנת תמיכה טובה לצינור כאשר מבצעים הדוקים בהתאם. כאשר יש סיכוי של נדידת חומר יש לטפל בהתאם ל סעיף 8.א.
- 31.4 קשיחות קרקע מס 3 - SC 3
- 31.4.1 קבוצת קרקע זו נותנת תמיכה פחות טובה מקרקעות SC1 SC2. יש להקפיד שרמת הלחות תהיה בגבול האופטימלי על מנת לקבל רמת הידוק גבוהה. כאשר יש סיכוי של נדידת חומר יש לטפל בהתאם ל סעיף 8.א.
- 31.5 קשיחות קרקע מס 4 - SC 4
- 31.5.1 קבוצת קרקע זו נותנת תמיכה הרבה פחות טובה מכל שאר סוגי הקבוצות וכמו כן דורשת שימוש ביריעה גאו טכנית וכן שרמת הלחות תהיה בתחום האופטימלי לקבלת צפיפות יחסית גבוהה. קבוצת חומר זה אינה מתאימה כשר גובה כיסוי גבוה וכן לעומסי רכב במקרה של מי תהום כאשר יש סיכוי של נדידת חומר יש לטפל בהתאם ל סעיף 8.א.
- 31.6 **טבלה ד-1 - קבוצות קרקעות לחומרי מילוי.**

תאור	סוגי חומרים
חלוקי אבן עם כמות חול קטנה מ 15% מקסימום 25% עובר נפה של 9.5 ממ מקסימום 5% דקים ( נפה 0.75 ממ)	SC 1
קרקע גרגירית נקיה וגסה ( SW,SP,GW,GP ) עם 12% דקיקים	SC 2
קרקע גרגירית נקיה וגסה עם דקיקים ( GM,GC,SM,SC ) עם 12% דקיקים או יותר או חול עם גרגירים ודקיקים במיוחד ( CL,ML, CL-ML, CL/ML, ML/CL ) עם 30% או יותר העוברים נפה מס 200	SC 3
קרקעות עם דקיקים ( CL,ML או CL-ML,CL/ML, ML/CL )	SC 4

מפרט מס': MF-08 מהדורה: 00 מתאריך: 8.11.2020	<b>פיברטק - יצרנית צנרת פיברגלס בע"מ</b> <b>מערכת ניהול איכות</b> 
מחליף את: 5.7.2020 עמוד 50 מתוך 52	<b>מפרט לטיפול והטמנה של צינורות GRP</b>

31.7 **טבלה ד-2** - מודול  $Msb$  חומר מילוי מסוג SC 1

הידוק, אחוז מקסימלי לפי צפיפות יחסית SPD		עומס אנכי על הצינור	גובה כיסוי צפיפות החומר 18.8 KN/m <sup>3</sup>
שפיקה חופשית	מהודק		
Mpa	Mpa	Kpa	m
13.8	16.2	6.9	0.4
17.9	23.8	34.5	1.8
20.7	29	69	3.7
23.8	37.9	138	7.3
29.3	51.7	276	14.6
34.5	64.1	414	22

31.8 **טבלה ד-3** - מודול  $Msb$  חומר מילוי מסוג SC 2

הידוק, מקסימום % לפי צפיפות יחסית SPD				עומס אנכי על הצינור	גובה כיסוי צפיפות החומר 18.8 KN/m <sup>3</sup>
85	90	95	100		
Mpa	Mpa	Mpa	Mpa	Kpa	m
3.2 (2.2)	8.8 (7.5)	13.8	16.2	6.9	0.4
3.6 (2.5)	10.3 (8.8)	17.9	23.8	34.5	1.8
3.9 (2.7)	11.2 (9.5)	20.7	29	69	3.7
4.5 (3.2)	12.4 (10.5)	23.8	37.9	138	7.3
5.7 (4.0)	14.5 (12.3)	29.3	51.7	276	14.6
6.9 (4.8)	17.2 (14.8)	34.5	64.1	414	22

( ) ערכים בסוגרים מתייחסים לקרקעות במי תהום

31.9 **טבלה ד-4** מודול  $Msb$  חומר מילוי מסוג SC 3

הידוק, מקסימום % לפי צפיפות יחסית SPD				עומס אנכי על הצינור	גובה כיסוי צפיפות החומר 18.8 KN/m <sup>3</sup>
85	90	95	100		
Mpa	Mpa	Mpa	Mpa	Kpa	m
2.5 (1.3)	4.6 (2.3)	9.8 (4.9)	-	6.9	0.4
2.7 (1.4)	5.1 (2.6)	11.5 (5.8)	-	34.5	1.8
2.8 (1.4)	5.2 (2.6)	12.2 (6.1)	-	69	3.7
3.0 (1.5)	5.4 (2.7)	13.0 (6.55)	-	138	7.3
3.5 (1.8)	6.2 (3.1)	14.4 (7.2)	-	276	14.6
4.1 (2.1)	7.1 (3.6)	15.9 (8.08)	-	414	22

מפרט מס': MF-08 מהדורה: 00 מתאריך: 8.11.2020	<b>פיברטק - יצרנית צנרת פיברגלס בע"מ</b> <b>מערכת ניהול איכות</b> 
מחליף את: 5.7.2020 עמוד 51 מתוך 52	<b>מפרט לטיפול והטמנה של צינורות GRP</b>

( ) ערכים בסוגרים מתייחסים לקרקעות במי תהום

31.10 טבלה ד-5 - מודול *Msb* חומר מילוי מסוג 4 SC

הידוק, מקסימום % לפי צפיפות יחסית SPD				עומס אנכי על הצינור	גובה כיסוי צפיפות החומר
85	90	95	100		18.8 KN/m <sup>3</sup>
Mpa	Mpa	Mpa	Mpa	Kpa	m
0.9 (0.273)	1.8 (0.54)	3.7 (1.11)	-	6.9	0.4
1.2 (0.36)	2.2 (0.66)	4.3 (1.29)	-	34.5	1.8
1.4 (0.42)	2.5 (0.75)	4.8 (1.44)	-	69	3.7
1.6 (0.48)	2.7 (0.81)	5.1 (1.535)	-	138	7.3
2.0 (0.60)	3.2 (0.96)	5.6 (1.68)	-	276	14.6
42.4 (0.72)	3.6 (1.08)	6.2 (1.86)	-	414	22

( ) ערכים בסוגרים מתייחסים לקרקעות במי תהום

### נספח ה-

### **32. נספח ה-**

32.1 בדיקות בשטח לקביעת השתייכות לקבוצת קרקע טבעית  
 32.1.1 טבלה ה-1 בדיקות לשיבוץ לקבוצת קרקע

קבוצת קרקע טבעית	מדיד לקביעה
1	כמעט לא אפשרי להחדיר את האגודל לקרקע
2	ניתן להחדיר אגודל לעומק של מקסימום 4 ממ
3	ניתן להחדיר אגודל לעומק של מקסימום 10 ממ
4	ניתן להחדיר אגודל לעומק של מקסימום 25 ממ
5	ניתן להחדיר אגודל לעומק של מקסימום 50 ממ
6	ניתן להחדיר אגרוף לעומק של מקסימום 25 ממ

<b>מפרט מס': MF-08</b> <b>מהדורה: 00</b> <b>מתאריך: 8.11.2020</b>	 <b>פיברטק - יצרנית צנרת פיברגלס בע"מ</b> <b>מערכת ניהול איכות</b>
<b>מחליף את: 5.7.2020</b> <b>עמוד 52 מתוך 52</b>	<b>מפרט לטיפול והטמנה של צינורות GRP</b>

## נספח 1

### 33. נספח 1-

33.1 הידוק חומר מילוי.

33.1.1 נספח זה מקנה כלים להבנת נושא ההידוק :

33.1.2 התייחסות למקסימום ומינימום עומקי הנחה בהתחשב בחומרי המילוי.

33.1.3 ככל שצפיפות וקשיחות הקרקע גדולה יותר אותו צינור ניתן להניח בעומקים גדולים יותר ותנאי זה אף מאפשר שמירה על רמת הדפורמציה בצינור ותנאי וואקום.

33.1.4 יש להקפיד על הידוק חומר בשוליים התחתונות של התעלה וביצוע הידוק בשלבים באופן סימטרי משני צידי הצינור.

33.1.5 יש להתחיל ההידוקים מכתפיי הצינור למטה ולהדק לכיוון צידי התעלה. בכיסוי והידוק בצידי הצינור בצע את ההידוק מצידי התעלה לכיוון הצינור. פעולה חוזרת של הידוק הלוך חוזר תגדיל את רמת

ההידוק. בדיקת הדפורמציה האנכית תיתן אינדיקציה לאיכות ההידוק. כלי הידוק רחב וכבד יגדיל את רמת ההידוק.

33.1.6 שימוש בכלי הידוק מעל קודקוד הצינור יעשו לאחר כיסוי של 30 ס"מ מעל קודקוד הצינור.

33.2 קבוצת קרקע SC1 SC2 שימוש בסוגי קרקעות אלו ניתן להשיג בקלות התמיכה הרצויה לצינור

33.2.1 ניתן לקבל בקלות רמת הידוק רצויה ותמיכה נאותה לצינור. בשכבות כיסוי של עד 30 ס"מ ניתן להשיג רמת הידוק גבוהה.

33.3 קבוצת קרקע SC 3

33.3.1 בקבוצה זו נמצאים הרבה קרקעות טבעיות ולמעשה ניתן להשתמש בקרע מקומית כחומר מילוי, הידוק קרקע זו

33.3.2 יעשה בכיסוי של עד 20 ס"מ.

33.4 קבוצת קרקע SC 4

33.4.1 שימוש בחומר מילוי זה דורש הקפדה בנושאים הבאים:

33.4.1.1.1 אחוז לחות צריכה להיות בשליטה ומבוקרת בזמן כיסוי והידוק.

33.4.1.1.2 אין לבצע מילוי בשתיית לא יציבה ובנוכחות מים.

33.4.1.1.3 הידוק בעובי שכבה של עד 15 ס"מ.

33.4.1.1.4 יש לבצע בדיקות איכות בתדירות גבוהה

33.4.2 הידוק בחומר זה עד מרכז הצינור צריך לגרום לסטייה זוויתית אנכית גדולה עד ערך מקסימלי של 1.5% מקוטר צינור.

33.4.2.1.1 לאחר כיסוי מקסימלי במידה ומתקבלת סטייה זוויתית החורגת מערך המותר יש להחליף חומר מילוי או להגדיל את קשיחות הצינור.