



דווח: 879-8123E

בת ים

מתחם הקוממיות ומתחם המלאכה

תכנית בי/631 – מתחמי הקוממיות והמלאכה, בת ים

"תכנית מס' 502-0444448"

נספח ניקוז וניהול נגר עילי

(על פי תמ"א 34/ב3)

(כולל התייחסות להחדרת הנגר על פי תמ"א 34/ב4)

- לאישור -

עורך המסמך: מעוז דסה, ד"ר אלעזר במברגר

ניתוח הידרולוגי: מעוז דסה

דו"ח מספר 879.1.5

ינואר 2018



www.hydomodul.co.il office@hydomodul.co.il 03-6356858 ת.ד. 895, קרית אונו



תיעוד מהדורות

הלקוח : עיריית בת ים

מנהל הפרויקט : עידו אלונים גורביץ בע"מ

שם הפרויקט : נספח ניקוז וניהול נגר עילי

קטגוריה ומספר הפרויקט : שכונות 872

סוג המסמך : נספח ניקוז וניהול נגר עילי

מהדורה : 05

עורך : מעוז דסה, ד"ר אלעזר במברגר

מאשר : ד"ר אלעזר במברגר

תיעוד מהדורות

מהדורה מס'	תאריך	פירוט עדכונים	שם קובץ	ערך	אישור
05	21.01.2018	עדכון תרשימים, עדכון טבלאות על פי הערות רשות ניקוז	879-8123E	מ. דסה	א. במברגר
04	05.09.2017	עדכון תרשים 2.3, נוספה טבלה 2.3 - נפח אגירה, נוסף סעיף 3.4.2 - הילוך גאות	879-8123D	מ. דסה	א. במברגר
03	30.08.2016	עדכון תסריטים ותרשימים, עדכון הנספח	879-8123C	מ. דסה	א. במברגר
02	05.07.2016	שינוי מספר תכנית	879-8123B	מ. דסה	א. במברגר
02	16.05.2015	עודכנו מפות : אזורי חילחול וכיווני זרימה	879-8123B	מ. דסה	א. במברגר
01	16.3.2015	עודכנה טבלה 3.1, עודכן סעיף 6, תוקנו הערות האדריכל	879-8123A	מ. דסה	א. במברגר

תכולת המסמך המאושר (אם מצורפים מסמכי משנה)

מס' סידורי	תיאור	מהדורה	תאריך	שם קובץ

תיעוד האישור

העורך : מעוז דסה חתימה : _____ תאריך : _____

המאשר : ד"ר אלעזר במברגר חתימה : _____ תאריך : _____





תוכן עניינים



4	תקציר
5	1. מבוא
7	2. נתוני רקע
17	3. תיאור התכנית המוצעת
25	4. השפעות צפויות על הסביבה
26	5. אמצעים למניעת נזקים
28	6. ניצול מיטבי של מי הנגר העילי והעשרת מי תהום (לפי תמ"א 34\ב\4)
30	7. מקורות



תכניות :

- ♦ תנוחת מערכת הניקוז על רקע תכנית הבינוי במתחם המלאכה, (קני"מ 1000:1)
- ♦ תנוחת מערכת הניקוז על רקע תכנית הבינוי במתחם הקוממיות, (קני"מ 1250:1)



תקציר

עיריית בת ים מקדמת תכנית שינוי תב"ע למגרשים שבבעלות העירייה ברחוב המלאכה פינת אורט ישראל וברחוב הקוממיות פינת דרך מנחם בגין, בשטח כולל של כ- 61 דונם. המתחם ברחוב המלאכה יעבור שינוי יעוד בתב"ע למבני ציבור, והמתחם ברחוב הקוממיות מיועד למגורים, תעסוקה, מסחר ומבני ציבור, הכולל ארבעה מגדלים גבוהים, כ- 500 יחידות מגורים ובונוסף גם מבני ציבור. לכל מגדל יש מספר קומות מרתפים \ חניונים תת-קרקעיים.

על מנת לחשב את עוצמות הגשם נבחרה תחנה מטאורולוגית "בית דגן", בתחנה זו עוצמות הגשם למשך 15 דקות תקופת חזרה של 1:20 שנה היא 87.1 מ"מ/שעה ולתקופה של 5:1 שנים היא 63.3 מ"מ/שעה.

מרחב התכנית נמצא באזור חדיר למים ובעל רגישות מי תהום גבוהה, כפי המוגדר בתמ"א 4\34, עם זאת נספח הניקוז מציע לפטור את התכנית במתחם רחוב המלאכה מחובת החדרה למי תהום לאור העובדה שהאזור מוגדר "רגיש להחדרה" על פי תמ"א 4\34 מפה 2, ובהתאמה דורש להימנע מלהחדיר את הנגר למי התהום. תכנית הניקוז המוצגת בנספח זה מציעה כתחליף להחדרה טיפול בנגר העילי על ידי השהייתו בשטח המתחם וויסות זרימתו אל מערכת הניקוז העירונית דרך מערכת תיעול שתוקם במתחם.

במתחם רחוב הקוממיות אין חשד לזיהום ולכן ממליץ נספח הניקוז על החדרת כל הנגר לתת הקרקע בשטחים הפתוחים, והגלשת עודפי הנגר למערכת הניקוז העירונית, לברכות הביו פילטר שבמורד רחוב הקוממיות.

על בסיס הניתוח ההידרולוגי ועל בסיס תכנית הטיפול בנגר העילי המוצגת בנספח זה, אנו ממליצים לאשר את תכנית הבינוי.



1. מבוא

1.1 תאור הפרויקט

עיריית בת ים מקדמת תכנית שינוי תב"ע למגרשים שבבעלות העירייה ברחוב המלאכה פינת אורט ישראל ורחוב הקוממיות פינת מנחם בגין. ברחוב המלאכה, על שטח של כ- 13.5 דונם, נמצאים כיום מבני תעשייה, מוסך ואזור מגון. המתחם מיועד לעבור שינוי בתב"ע למבני ציבור.



המתחם ברחוב הקוממיות, על שטח של כ-48 דונם, 2 מגדלי תעסוקה ו-2 מגדלי מגורים עד 3 הקומות הראשונות מיועדות למסחר. המגדלים מתוכננים להיות עד גובה של כ- 153.1 מ', כ- 500 יחידות מגורים ובנוסף גם מבני ציבור. מתחת מגדלים יש עד 5 קומות מרתפים \ חניונים תת-קרקעיים. בכל סעיף בנספח הניקוז יש התייחסות לכול מתחם בנפרד, בסעיפים בהם אין התייחסות נפרדת הכוונה לשניהם ביחד.

1.2 מיקום וגבולות

הפרויקט נמצא בחלקה הדרומי של העיר בת ים. המתחם, בצומת הרחובות המלאכה ואורט ישראל, ממוקם בצפון אזור התעשייה של בת ים. המתחם ברחוב הקוממיות ממוקם בצומת הרחובות הקוממיות ודרך דרך מנחם בגין, כאשר מערבית לאזור קיים בית הקברות האזורי. כיום המתחם משמש כקאנטרי קלאב של בת ים. תרשים 1.1 מציג את הקו הכחול של שני המתחמים על גבי תצלום אוויר עם סימון הרחובות.





תרשים 1.1: מיקומם של הפרויקטים על רקע תצלום אוויר וסימון הרחובות

מטרת נספח הניקוז

1.3

מטרת נספח הניקוז להעריך ולחשב את ספיקות הנגר העילי הצפויות בתחום השטח הבנוי ותעלות הניקוז הסמוכות לו. כמו כן קביעת קווים מנחים לטיפול בנגר העילי בהתאם להוראות תמ"א 4/34 והנחיות המדריך לתכנון ובניה משמרת נגר עילי (אנוש, 2004). תכנית הניקוז תסקור את מצב הניקוז הקיים והמתוכנן תוך התייחסות להיבטים הבאים:

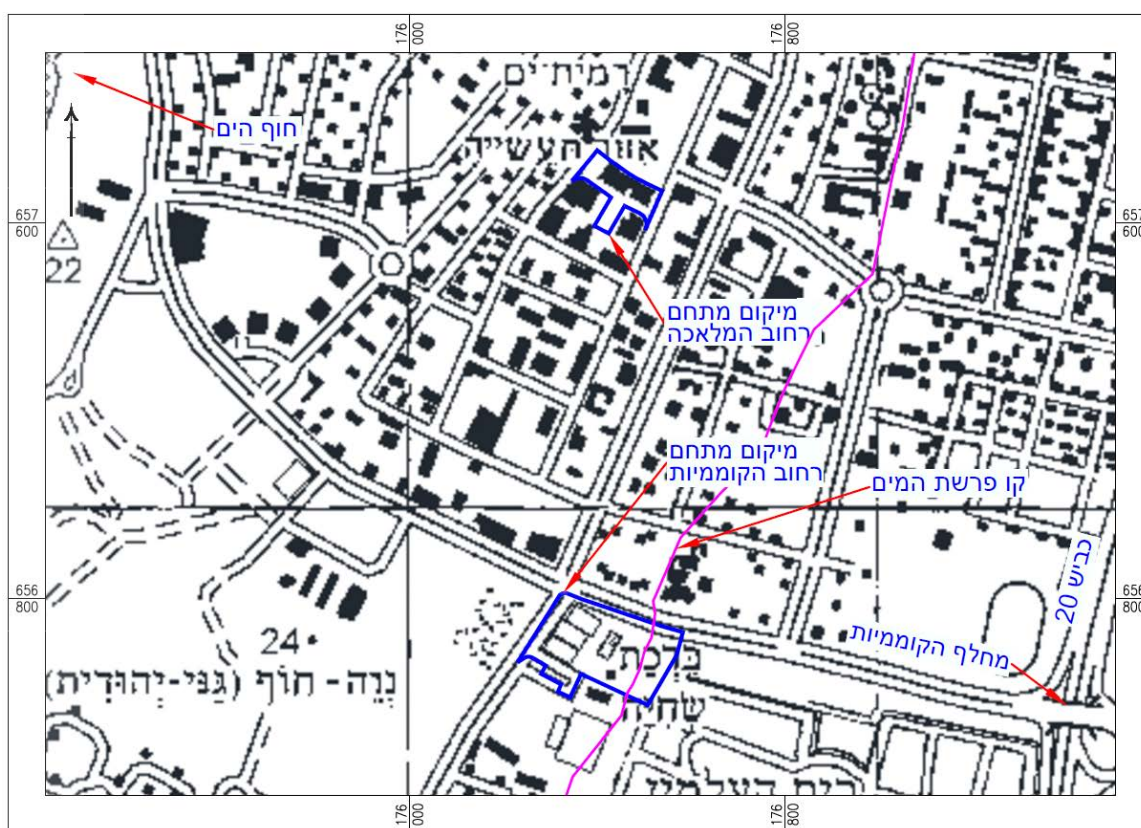
- א. חישובים הידרולוגים והידראוליים של האזור
- ב. ניהול הנגר העילי בתחום התוכנית.
- ג. הסדרת מערכות ההולכה הפנימיות.
- ד. מוצאי הניקוז מהתוכנית.



2. נתוני רקע

2.1 ניתוח אגני של הקרקע

המבנה הטופוגרפי של בת ים מתחיל מקו החוף שברובו קיים מצוק כורכר, פני השטח מתרוממים במתינות ככול שמתקדמים מזרחה, כ-2 ק"מ, עד רום של 34-35 מטר מעל פני הים. נקודה זו היא קו פרשת המים של בת ים, מכאן פני השטח יורדים לכיוון כביש 20. תרשים 2.1 מציג את הקווים הכחולים של המתחמים ביחס לקו פרשת המים המסומן בצבע וורוד. ניתן להבחין כי קו פרשת המים חוצה את שטח המתחם ברחוב הקוממיות, כך שחלקו המערבי זורם לכיוון הים וחלקו המזרחי זורם לכיוון כביש 20.



תרשים 2.1: גבולות הפרויקטים ואיתור קו פרשת המים על רקע מפה טופוגרפית

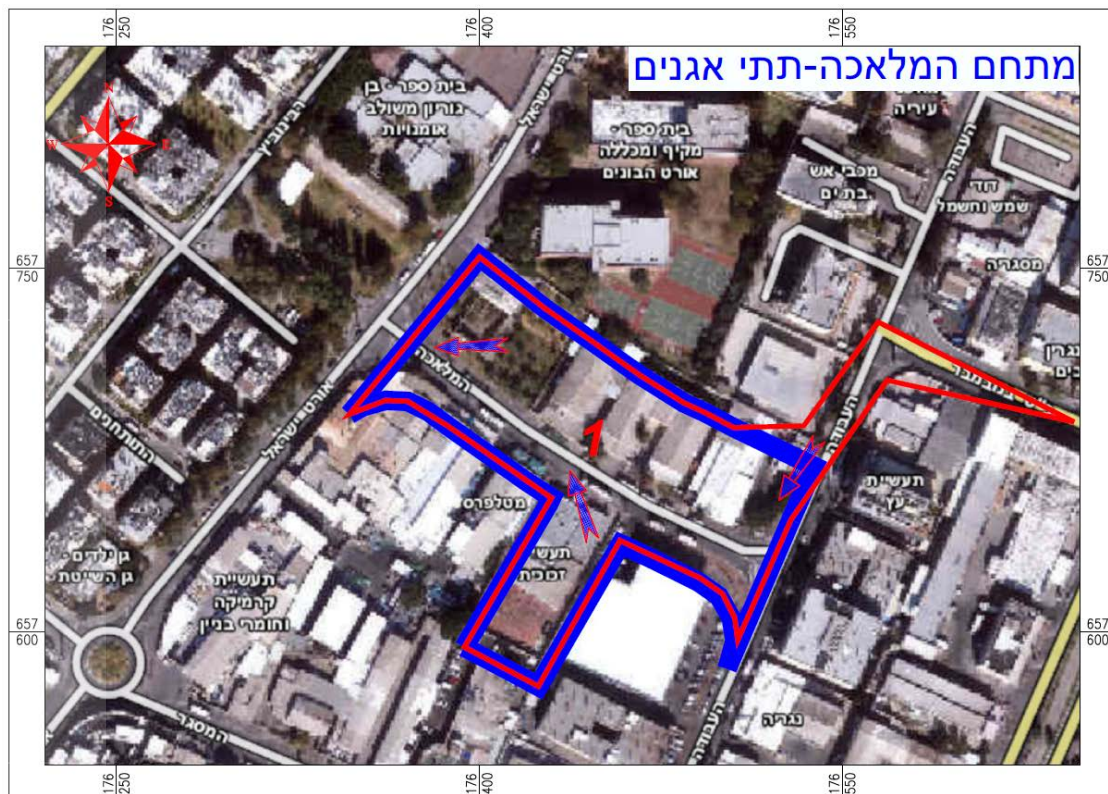




כאשר מדובר על חלוקת אזור התכנית לתתי – אגנים שאינם בהכרח טבעיים, נלקחים בחשבון פרמטרים שונים כמו מוצאי הניקוז, מערכת הניקוז העירוני וקווי גובה.

• מתחם המלאכה

שטח הקו הכחול כולל אגן אחד המתחיל מרחוב כ"ט בנובמבר, כאשר הנגר זורם על גבי הכבישים לרחוב אורט ישראל, כפי המוצג בתרשים 2.2.



תרשים 2.2: חלוקת המרחב הבנוי לתתי-אגנים וסימון מוצאי הנגר, על רקע תצלום אוויר.

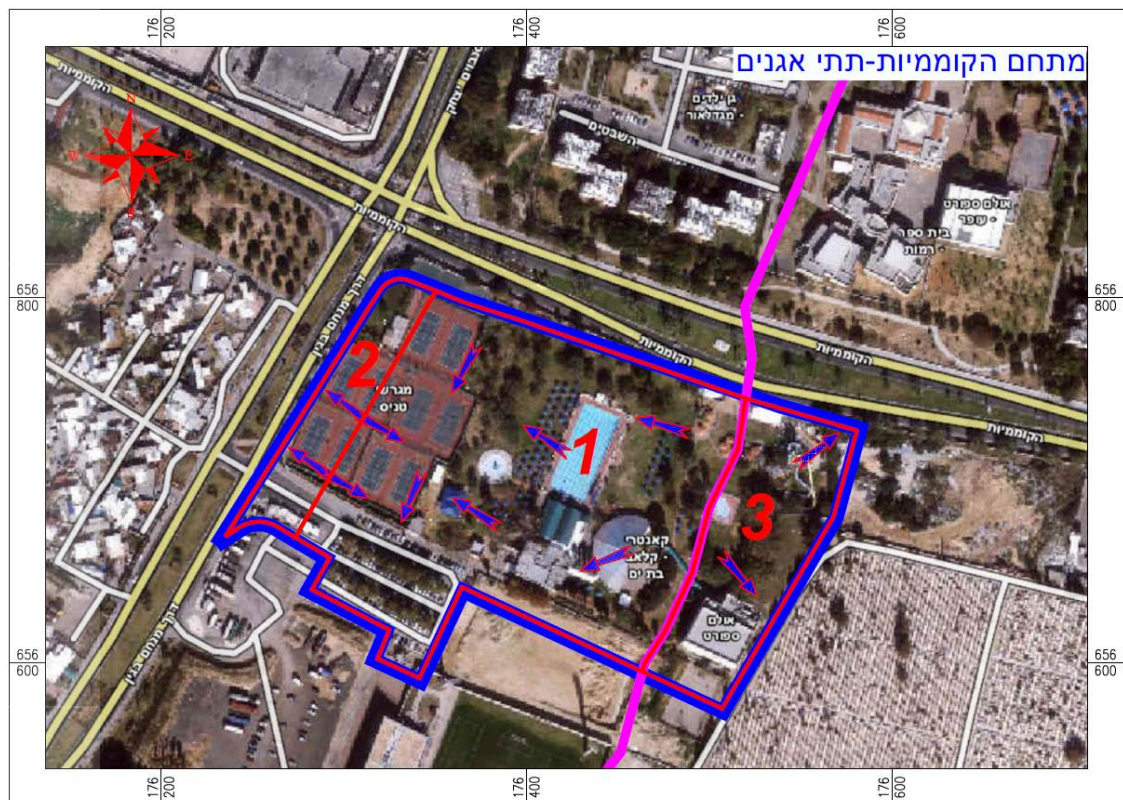




• מתחם הקוממיות

הקו הכחול במתחם רחוב הקוממיות חולק לשלושה אגנים, מזרחי, אמצעי ומערבי כפי המוצג בתרשים 2.3.

1. האזור המרכזי יזרום לשצ"פ ולאזורי השהיה וחלחול, והעודפים לכיוון דרום.
2. הצד המערבי, אגן 2, יזרום לשצ"פ ולאזורי השהיה וחלחול, והעודפים לרחוב דרך מנחם בגין.
3. הצד המזרחי, אגן 3, יזרום לכיוון בית הקברות ולרחוב הקוממיות.



תרשים 2.3: חלוקת המרחב הבנוי לתתי-אגנים וסימון מוצאי הנגר, על רקע תצלום אוויר.





שימושי הקרקע בתחום התכנית

2.2

אזורי המתחמים הם אזורים בנויים עירוניים מפותחים עם אזורי גינון:

• מתחם המלאכה

גודל המתחם ברחוב המלאכה כ- 13.5 דונם, בתחום תכנית רחוב המלאכה קיימים שלושה מבנים המשמשים למפעלי תעשייה, מבנה אחד המשמש כמוסך רכב ושטח פתוח בגודל של כ- 2.5 דונם נטוע עצים עם מבנה נטוש ללא גג שבתחומו מסודרים ספסלי ישיבה וגינון. מצפון לתכנית קיים בית ספר תיכון.



תמונה 2.1: רחוב המלאכה פינת רחוב אורט ישראל צילום לכיוון צפון





• מתחם הקוממיות:

מתחם התכנית באזור רחוב הקוממיות משמש כיום כקנטרי קלאב של בת ים. המתחם כולל מגרשי ספורט (8 דונם), ברכות שחיה, שטח מגוון גדול עם עצים רבים (21 דונם), אולם ספורט ושירותים שונים (כ-5 דונם) ואזור תפעולי. בקו פרשת המים, חוצה את המתחם קו תשתיות של השפד"ן.



תמונה 2.2: מתחם הקנטרי קלאב אזור ברכת השחיה, צילום לכיוון דרום

2.3 תאור הסביבה וציון בעיות אופייניות

2.3.1 שימור הסביבה הירוקה

אזור התכנית כיום הוא אזור אורבני פתוח ברובו ושימור הסביבה הירוקה מבוצע על בסיס תכנית נופית של משרד האדריכלות.



2.4



2.5 סקירה הידרולוגית

סקירה זו כוללת את העובדות המרכזיות לצורך הדיון ההידרולוגי בתכנית.

2.5.1 משטר הגשמים

תחנת מדידת הגשם הרלוונטית לאזור בת ים היא התחנה המטאורולוגית "בית דגן" הממוקמת בשרות המטאורולוגי בית דגן (מס' תחנה 136739) הנמצאת 8 ק"מ מזרחית למקום התוכנית. כמות המשקעים הממוצעת הרב שנתית היא 524 מ"מ. הכמות המקסימלית שנמדדה 1102 מ"מ והכמות המינימלית שנמדדה 288 מ"מ. בטבלה 2.1 להלן מפורטים עוצמות גשם למשכי זמן שונים והסתברויות שונות שחושבו עבור תחנת בית דגן.

טבלה 2.1: עוצמות גשם למשכי זמן שונים והסתברויות שונות שחושבו עבור תחנת בית דגן

הסתברות					משך זמן (דקות)
20%	10%	5%	2%	1%	
116.2	136.8	157.4	187.0	209.9	5
77.5	91.6	106.2	127.2	143.7	10
63.3	75.2	87.1	104.3	117.6	15
54.8	64.8	74.8	89.0	99.9	20
44.0	52.5	60.9	73.0	82.2	30
33.5	40.1	46.7	56.0	63.2	45
27.9	33.8	39.9	48.5	55.2	60

2.5.2 כושר החידור של הקרקע

כפי שצוין לעיל, אין משמעות לתכסית הטבעית אלא אך ורק לתכניות פיתוח ולתשתית הגאולוגית בתת הקרקע.

2.5.3 סקירת הצפות קודמות בתחום התכנית או בשטחים גובלים.

לא דווחו הצפות משמעותיות בתחום התוכנית. אך לאחר הגשם מבחינים בשלוליות גדולות במקומות הנמוכים באזור התכנית לאורך הכביש ברחוב אורט ישראל כפי המוצג בתמונה 2.3.



חישוב ספיקת הנגר עבור המצב הקיים

2.6

ספיקה מכסימלית בהסתברויות שונות מחושבת על פי הנוסחה הרציונאלית המקובלת לחישובי ספיקה באגנים קטנים (עד שטח של 1 קמ"ר).
נוסחה רציונאלית:

$$Q=C*I*A/3.6$$

C - מקדם נגר משוקלל

I - עוצמת גשם בהסתברות התכן לזמן הריכוז* - (מ"מ/שעה)

A - שטח האגן (דונם).

Q - ספיקת התכן (מ"ק/שנייה)



*הערה: מכיוון שאגן הניקוז הפנימיים הינם קטנים מאוד, זמן הריכוז המינימלי הוא 15 דקות.

החישוב מתבצע עבור נקודות החיבור של המתחם עם המערכת העירונית.
טבלה 2.2 מציגה את אומדן הספיקות במצב הנוכחי בשטח הפרויקט

טבלה 2.2: אומדן הספיקות במצב הנוכחי בשטח הפרויקט

תכנית	חישוב ספיקות {מ"ק/שנייה} על פי נוסחה רציונלית CIA						מקדם נגר	זמן ריכוז לתכנון	שטח [דונם]	1%	2%	5%	10%	20%
המלכה	0.8	15	15.5	0.41	0.36	0.30	0.26	0.22						
מתחם קוממיות אגן 1	0.4	15	32.6	0.43	0.38	0.32	0.27	0.23						
מתחם קוממיות אגן 2	0.4	15	4.6	0.06	0.05	0.04	0.04	0.03						
מתחם קוממיות אגן 3	0.4	15	9.3	0.12	0.11	0.09	0.08	0.07						



חישוב נפחי אגירה במצב הקיים חושבו לפי נתוני הספיקות בעזרת נוסחה של מודל משולשי, טבלה 2.3 מציגה את חישוב נפחי האגירה במצב הקיים בשטח הפרויקט.



טבלה 2.3: חישוב נפחי אגירה במצב הקיים בשטח הפרויקט

תכנית	חישוב נפחי אגירה - מ"ק						מקדם נגר	זמן ריכוז לתכנון
	20%	10%	5%	2%	1%	שטח [דונם]		
המלכה	294	350	405	485	547	15.5	0.8	15
מתחם הקוממיות אגן 1	310	368	426	510	575	32.6	0.4	15
מתחם הקוממיות אגן 2	44	52	60	72	81	4.6	0.4	15
מתחם הקוממיות אגן 3	88	105	122	145	164	9.3	0.4	15

2.7 תיאור מערכת הניקוז הקיימת ומגבלות אפשריות

• מתחם המלאכה

מתחם המלאכה מנותח בנספח זה כאגן אחד שבו מערכת הניקוז הראשית הקיימת היא למעשה מערכת התיעול ברחוב אורט ישראל, והנגר מנוקז לכיוון דרום. אל הנקז ברחוב אורט ישראל מתנקז שטח של כ-25 דונם. נקזי המים והצינור מלאים בחול ויש צורך לנקותם תמונה 2.3.



תמונה 2.3: פתח הניקוז בצומת רחוב המלאכה \ אורט ישראל, המים עומדים לאחר הגשם



• מתחם הקוממיות

הניקוז במתחם הקוממיות מבוסס על חילחול מקומי וכמעט שלא זורם נגר מחוץ למתחם. ברחוב הקוממיות יש מערכת ניקוז עם קולטנים כל כמה עשרות מטרים תמונה 2.4. מי הנגר מאזור זה זורמים בשיפוע טבעי מערבה לפרויקט הביו פילטר של בת ים, ומשם לחידור לתת הקרקע.



תמונה 2.4: רחוב הקוממיות לכיוון מערב





תיאור התכנית המוצעת

3.

• מתחם המלאכה

תכנית הניקוז המוצעת משמרת את משטר הניקוז הקיים במתחם, קרי, שימוש במערכת הניקוז העירונית כפתרון קצה אם בזרימה חופשית ואם דרך מערכת התיעול. הנגר מחלקו הפנימי של המתחם גולש אל המערכת העירונית ברחוב המלאכה לאחר שהייתו דרך מערכת התיעול שתוקם במתחם. תכנית הניקוז לא ממליצה על החדרת הנגר באזור רחוב המלאכה מחשש לזיהום מי התהום. מי נגר חיצוניים, ממזרח, נכנסים לתחום אזור המלאכה דרך רחוב המלאכה, כאשר הרחוב נמוך יותר משני צדדיו ובפועל מים אינם נכנסים למתחמי הבניה.

• מתחם הקוממיות

השהיית הנגר העילי מתקבלת באמצעות שימוש בטכניקות אגירה הכוללות שכבת טוף על גג המרתפים המשמשת כאוגר ארעי ומאפשרת את הורדת הספיקות במוצא, לחלול מוגבר לתת הקרקע בשטחים פתוחים והורדת העומס מהמערכת העירונית.

עקרונות תכנית הניקוז

3.1

תמ"א 4\34\134, 3\34\134 וכן ה"מדריך לתכנון ובניה משמרת נגר עילי" (אנוש, 2004) מציגים דרישה להחדרת מי הנגר ככל הניתן בגבולות התוכנית, כאשר השיקולים המרכזיים הם העשרת מי התהום וכן האטת זרימות על מנת למנוע העמסת יתר על מערכות הניקוז.

• מתחם המלאכה

על פי מפת אזורים רגישים להחדרה (מפה 2, תמ"א 4\34\134), אזור התעשייה של בת ים, ובפרט רחוב המלאכה ממוקם באזור רגיש להחדרת מי נגר למי התהום (תרשים 6.1). בהתייחס לנתונים אלה ועל פי הוראות תמ"א 4\34\134 תכנית הניקוז ממליצה לפטור את אזור התכנית ברחוב המלאכה מהחדרת נגר לתת הקרקע.

לפיכך לא תהייה החדרת נגר אינטנסיבית באזור אך יש לשמור על שטחים ירוקים כפי המתחייב בתמ"א ובהתאם למצב כיום, מינימום 15% שטח פתוח.

• מתחם הקוממיות

הנגר בשטחים הפנימיים ינותב בזרימה עילית אל השטחים המגוננים בשטח הפתוח או בשולי המגרשים. השטח המגונן יבוצע בצורה מונמכת, כך שייוצרו בשטחים המגוננים אזורי השהיה וחלחול נגר לשכבה העליונה של הקרקע עבור הצמחייה. עודפי נגר יחלחלו לשכבת הטוף התחתונה, ומשם למערכת החידור למי תהום, והעודפים יזרמו למערכת הניקוז העירונית ברחוב הקוממיות או רחוב דרך מנחם בגין. באגן 1 יגלשו



עודפי מי הנגר למערכת הניקוז העירונית ברחוב דרך מנחם בגין בספיקה נמוכה, לאחר
השהיה וחיזור באזורי השטחים פתוחים בהם אין גגות חניונים בתת הקרקע. עודפי
הנגר מאגן 2 המזרחי יזרמו באופן טבעי על פני השטח לכיוון אגן 1 ולמערב לרחוב דרך
מנחם בגין, מאגן 3 יזרמו עודפי המים לכיוון בית הקברות ודרך רחוב הקוממיות לכביש
20.

עודפי הנגר מקצה שטח החלחול יזרמו באמצעות צינורות (שוחות שטח), שיחברו את
מערכת הניקוז למערכת העירונית. הצינורות ימוקמו בקצה של שוחות ההשהיה בגובה
הרצוי (ראה פרוט בסעיף 3.3 להלן).



3.2 חתכי אורך ורוחב של העורקים

לא רלוונטי

3.3 פרטים אופייניים

התכנית ממליצה על השהיית הנגר בשטחים שונים לפני החדרה על מנת להנחית את
ספיקות השיא הזורמות אל המערכת העירונית ולאפשר מקסימום חידור למי התהום.
ביצוע השהייה יתוכנן באופן פרטני במהלך תכנון מפורט על בסיס הפרטים האופייניים
להלן:

א. ניקוז גגות

גגות המגדלים יהיו בעלי שיפוע לכיוון הכניסות לצמ"גים בשיפוע מינימאלי של 1%
לפחות. איסוף הנגר מהגגות יבוצע באמצעות צמ"גים שימוקמו בפינות של הגגות.
מהצמ"גים יזרמו המים לצנרת שתונח במפלס הקרקע, אל שטח השהייה, להשהיה
ושבירת מהירות הזרימה.
הערה: קצב כניסת הנגר לצמ"גים נמוך מקצב הצטברות הנגר על הגגות כך שבגגות
נוצר שטח השהייה וישנה הנחתה של ספיקת הנגר מהגג.



ב. ניקוז עילי של שטחי חנייה ומשטחים

ניקוז שטחים מרוצפים בשטח הפתוח יתבצע באמצעות שיפוע המשטחים פנימה כלפי
גאטר מאבן תעלה שימוקם במרכז השטח, כפי המתואר בתמונה 3.1, ויזרים את הנגר
אל שטחים מגוננים סמוכים להשהיה וריסון המהירות של הנגר.





תמונה 3.1 : גאטר בכביש פנימי לאיסוף והולכת נגר.



ג. הטיית הנגר משבילים ומדרכות אל שטחים מגוננים

חניות ומשטחים מרוצפים הסמוכים לשטחים מגוננים יפנו בשיפוע אחיד אל השטחים המגוננים. אמצעי התיחום בקצה השטחים המרוצפים יאפשרו גלישה חופשית של הנגר לשטח המגונן כפי המתואר בתמונה 3.2.



תמונה 3.2 : מדרכות משופעות לכיוון שטח הפתוח מונמד.



ד. שוחת שטח לחיבור אל המערכת העירונית

שולי השטחים המגוננים יחוברו אל מערכת הניקוז העירונית להזרמת עודפי הנגר באירועי קיצון. חיבור זה יעשה באמצעות שוחת שטח. ראה תמונה לדוגמה בתמונה 3.3.





תמונה 3.3: פרט עירוני לשוחות שטח

ה. פרט השהיית נגר בשכבת טוף על תקרת החניונים, וקידוחי החדרה

- מסביב לתקרת החניון העליונה תיבנה מעטפת בגובה של 50 ס"מ לפחות, תקרת החניון העליון והחלק הפנימי של המעטפת יצופו בחומרים אטימים למים, כך שתיווצר על גג החניון מעין "אמבטיה".
 - תקרת מפלס החנייה העליונה תחופה בשכב של טוף גרנולארי בעובי של 50 ס"מ עד ל - 70 ס"מ (לפי אדריכל הנוף). חומר גרנולארי עם רמת נקבוביות של כ-35%, קולט את מי הנגר ומשחרר אותם באופן איטי למערכת הניקוז או למערכת החלחול.
 - את הטוף יש לכסות בבד גאוטכני ועליו להניח אדמה גננית לא מהודקת לשתילת צמחייה.
 - תקרת המרתף תהיה משופעת לכיוון מרזב ניקוז משופע מבטון שיבוצע במקביל לקיר הקפי, לאורך קיר המעטפת (תעלה מאספת או צינור שרשורי). (ראה בתרשים 3.4 להלן).
 - מהצינור השרשורי יזרמו המים לצינור עיוור שיעבור דרך קיר המעטפת המקיף את המתחם מתחת לפני הקרקע אל תעלת החלחול המונמכת עם קידוחי החלחול (תרשים 3.5 להלן) והעודפים אל הניקוז העירונית.
- חישוב עובי שכבת הטוף הדרושה על גג החניון התת קרקעי על מנת להכיל את הנגר ולהשעותו בעת ספיקת השיא יחושב בשלב התכנון המפורט ויקבעו על ידי אדריכל הנוף. הצורך בקידוחי ההחדרה וכמותם יחושבו בתכנון מפורט.

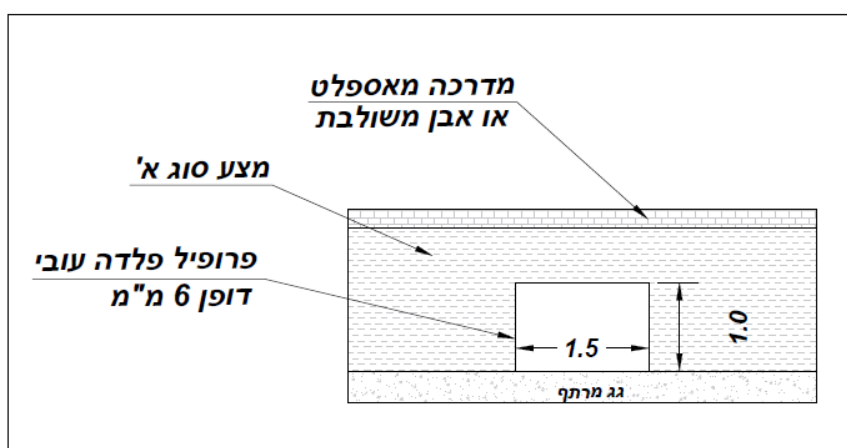






1. ביצוע מתקני מעבר מים מיוחדים מתחת לשבילים.

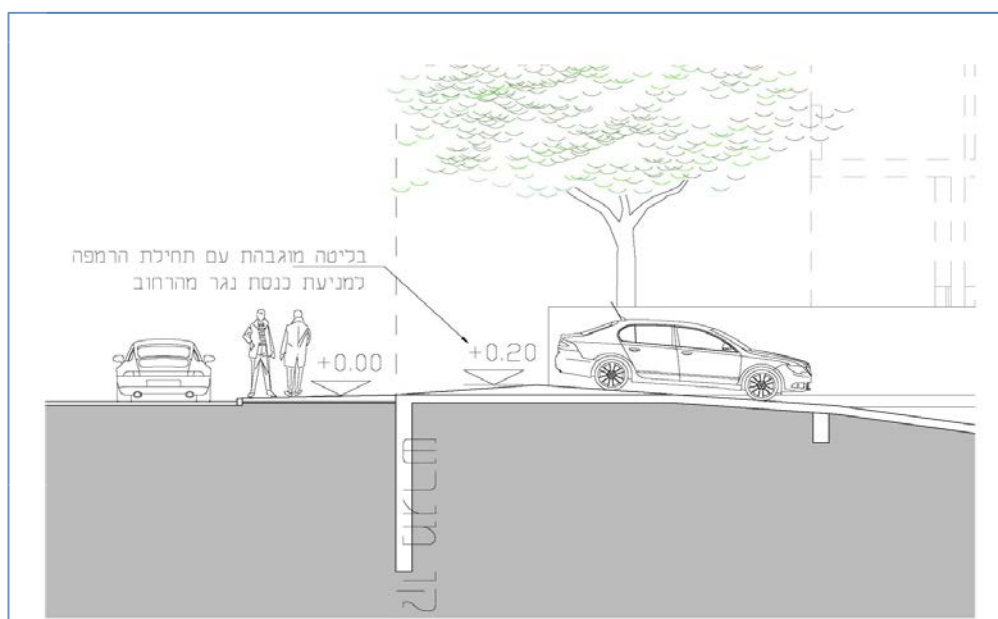
על תקרת החניון, מתחת לשבילי הליכה, יש לבנות מעברי מים בגובה השכבה של הטוף, כדי לאפשר מעבר מים חופשי תחתיהם. המעברים יהיו בנויים מיציקת בטון או פרופיל פלדה בעל עובי דופן מינימלי של 0.6 מ"מ. אנו ממליצים על שימוש בצינורות מלבניים, תוצרת הארץ בחתך 100x150 מ"מ, (פרט מתוך - פקד פלדה תעשיות בע"מ) כפי שמוצג בתרשים 3.6.



תרשים 3.6: פרט מעביר מים מתחת לשביל גישה.



2. בכבישי הגישה לחניונים התת קרקעיים בכניסה למתחם, תתבצע הגבהה מקומית של 20 ס"מ בשיפוע מתון ממפלס המדרכה והכביש, בכדי למנוע כניסת נגר אל החניונים מהכבישים הסמוכים (ראה חתך עקרוני בתרשים 3.7).



תרשים 3.7: חתך עקרוני של כניסה לחניון תת קרקעי, הכולל הגבהה המיסעה.





3.4

נתוני תכנון עורקי הניקוז

תמ"א 34\ב3 מגדירה את סטנדרטים לתכנון מערכות ניקוז בכלל ומערכות תיעול עירוניות בפרט, כפי המוצג בטבלה 3.1. על פי המוצג בטבלה זו, תקופת החזרה של מערכות התיעול במתחם הקוממיות היא 1:5 שנים (הסתברות של 20%), כאשר באירועים קיצוניים יותר יזרמו מי הנגר אל מערכת התיעול העירונית.

טבלה 3.1: תקופות חזרה לתכנון ניקוז בשטחים מבוזנים (תמ"א 34\ב3)

מאפייני השטח העירוני	גודל אגן ההתנקזות [דונם]	תקופת חזרה [שנים]
ניקוז מקומי בשכונת מגורים וכבישים משניים	עד 1000	5
ניקוז ראשי (בינוני) בשכונות מגורים וכבישים משניים	מעל 500 ועד 2000	10
ניקוז ראשי (נרחב) בשכונות מגורים וכבישים משניים	מעל 2000	20
ניקוז עירוני ראשי ומעברי כבישים בין עירוניים וארציים	מעל 5000	50



3.4.1

השוואת הספיקות לפני ואחרי הבינוי

לצורך השוואת הספיקות בשטח הפרויקט, נבחרו הספיקות של סך כל השטח. גודל השטח ברחוב המלאכה הינו 13.5 דונם וכן מקדם הגשם נגר המתאים לשטח 0.8. מכבן שלא מתוכנן בינוי בשלב זה, ומקדם הגשם נגר הוא גבוהה לא צפוי בשלב זה עליה בכמויות הנגר.

לצורך השוואת הספיקות ברחוב הקוממיות לאחר הפיתוח, נילקח בחשבון גם גובה המגדלים החדשים, שתורמים שטח פנים נוסף המתבטא בהגדלת השטח ב – 60%, למרות שהשטח בפועל נשאר אותו דבר. גם מקדם הגשם נגר עולה לאחר שקלול ל – 0.6.

הבינוי המתוכנן משנה את המצב הקיים ולפיכך צפויה עלייה של ספיקות השיא לאחר הפיתוח. טבלה 3.2 משווה בין מצב קיים למצב הצפוי לאחר הפיתוח.

טבלה 3.2 : השוואת אומדן הספיקות בין המצב נוכחי לאומדן הספיקות הצפויות לאחר הפיתוח

תת-אגן	שטח [דונם]	זמן ריכוז [דקות]	מקדם גשם נגר	ספיקת צפויה [מ"ק/שניה] בתקופת חזרה [שנים]			
				50	20	10	5
הקוממיות לפני פיתוח	48	15	0.4	0.34	0.41	0.47	0.57
הקוממיות אחרי פיתוח	76.8	15	0.6	0.83	0.98	1.14	1.54





3.4.2 הילוך גאות

שטח המתחם ברחוב הקוממיות חשוב להשתייך נגר והחדרתו לתת הקרקע. על מנת לבדוק כמה נגר באירועי קיצון יושהה באזורי השצ"פים נשתמש בנוסחה של הילוך גאות (ליניאר). הנוסחה למעשה נותנת את הספיקה היוצאת מתחום ההשהיה. הספיקה ניתנת להשוואה לספיקה הנכנסת. נוסחת הילוך גאות:

$$\frac{Q_{out}}{Q_{in}} = 1 - \frac{V_s}{V_{in}}$$

Q_{out} – ספיקה יוצאת (מ"ק/שנייה)

Q_{in} – ספיקה נכנסת (מ"ק/שנייה) (טבלה 2.2)

V_{in} – נפח הנגר מ"ק הנכנס (טבלה 2.3)

V_s – נפח שטח ההשהיה מ"ק (210 מ"ק)

על מנת למצוא את הספיקה היוצאת:

$$Q_{out} = Q_{in} \left(1 - \frac{V_s}{V_{in}} \right)$$

טבלה 3.3 מציגה את תוצאות חישוב הספיקות היוצאות בהסתברויות שונות שחושבו בעזרת נוסחת הילוך גאות, כאשר התוצאה במינוס לא יוצא נגר מתחום אזור ההשהיה אלא כל הנגר מחלחל בצורה טבעית.

טבלה 3.3: חישוב הספיקות היוצאות בהסתברויות שונות

תכנית	חישוב ספיקה יוצאת - מ"ק בהסתברויות שונות				
	20%	10%	5%	2%	1%
הקוממיות 1	0.07	0.12	0.16	0.22	0.27
הקוממיות 2	-0.12	-0.12	-0.11	-0.10	-0.10





4. השפעות צפויות על הסביבה

4.1 שינוי הנגר הצפוי כתוצאה מביצוע התכנית

התכנית המוצעת מציגה מרכיבים להשתיית נגר ששילובם בתכנית הפיתוח מנחיתה את ספיקות השיא היוצאות מהמתחם. בעקבות השתיית הנגר ושחרורו האיטי, שינוי בספיקות הנגר הצפוי לא ישפיע משמעותית על הסביבה.



4.2 השפעה סביבתית של פתרונות הניקוז המוצעים

- מתחם המלאכה

מכיוון שתכנית הניקוז מבוססת על השתיית הנגר העודף ולא על פתרונות חידור אין השפעה סביבתית עקב פתרונות הניקוז המוצעים.

- מתחם הקוממיות

כפי המופיע בטבלה 3.4 באומדן הספיקות הצפויות לאחר פיתוח, כל אזור הפיתוח יתרום 1.5 מ"ק/שניה פעם בחמישים שנים. כפי שהמלצנו בנספח זה רוב הנגר, לאחר השתייה יחלחל לתת הקרקע ויעשיר את מי התהום, ורק העודפים יזרמו למערכת הניקוז העירונית. לא צפויה השפעה שלילית באזור התוכנית.



4.3 השפעת פתרונות הניקוז המוצעים על ערוץ הנחל, גדותיו וסביבתו

לא רלוונטי

4.4 פירוט ההשפעות על תחום התכנית בשל נגר המגיע אליה ממעלה

אגן ההיקוות.

- מתחם המלאכה

ברחוב המלאכה הנגר ממעלה האגן מתנקז אל הרחוב וזורם על גבי הכביש למערכת הניקוז העירונית ברחוב אורט ישראל. הנגר זורם על הכביש ללא כניסה את המתחם המתכנן ולכן לא צפויה השפעה מהנגר המגיע מהמעלה.

- מתחם הקוממיות

המתחם ברחוב הקוממיות ממוקם על קו פרשת המים ולכן אין נגר המגיע מהמעלה, פרט לנגר עילי מקו פרשת המים דרך כביש הכניסה אל הדרך הפנימית המתוכננת, לכן מומלץ לתכנן במפר בכניסה למתחם או להגביה את הכביש הפנימי בכ- 10 ס"מ עד 15 ס"מ.





5. אמצעים למניעת נזקים

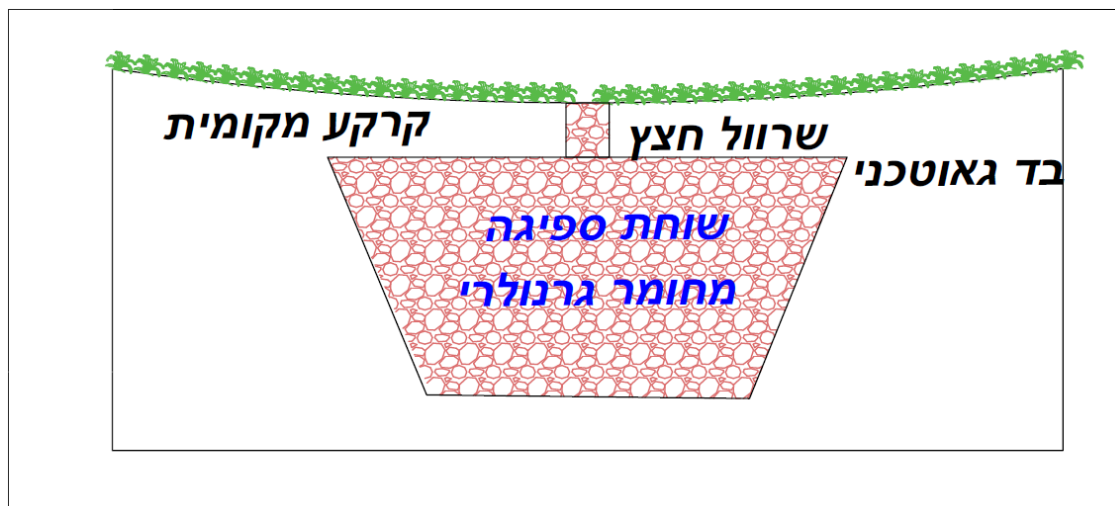
5.1 תיאור האמצעים להגברת החלחול המקומי

• מתחם המלאכה

הקרקע בתחום התכנית מוגדרת כרגישה להחדרת נגר למי התהום לפי מפת אזורים רגישים בתמ"א 434\ב ולפיכך לא יינקטו אמצעים להגברת החלחול המקומי, כפי המפורט להלן בסעיף 6.

• מתחם הקוממיות

הנגר ברחוב הקוממיות יושהה באזורים בהם אין אפשרות להחדרה לקרקע כמו למשל גגות המרתפים. מאזורי ההשהיה יזרום הנגר בספיקה נמוכה לאזורי תעלות החלחול המונמכות בשולי המגרשים. החלחול יתבצע על ידי קידוחי החדרה בשטחים פתוחים ותעלת החדרה (שוחות עם חצץ) כפי המוצג בתרשים 5.1. מתקני החידור יתוכננו בתכנון מפורט. המלצת הנספח היא להחדיר את כל הנגר המצטבר במקום למי התהום.



תרשים 5.1: חתך רחב סכמתי של שוחת חלחול בשטח השהייה מגונן



5.2 שינויים נדרשים במערכת הניקוז הקיימת כדי לקלוט את מי הנגר

הנוספים

ספיקות הנגר יעלו במקצת בשטח הפרויקט (טבלה 3.4), ולפיכך יש לתכנן אזורי חידור במיוחד עבור חידור לתת הקרקע בשטחים פתוחים ללא גגות חניונים. לכן אין צורך בשינויים במערכת הניקוז העירונית הקיימת. עודפי נגר יגלשו למערכת העירונית כדי למנוע הצפת המתחם. יתכנו כמה חיבורים בין המתחם למערכת העירונית.





5.3 הוראות התכנית שיבטיחו מניעת נזקי הצפות, שטפונות וסחף,

טיפול בנגר שמקורו בתחום התכנית

- א. ההנחיות העקרוניות לתכנון מערכת הניקוז, מפרטי המתקנים להשהיה והחדרת נגר, והשרטוטים הנלווים המוצגים בנספח הניקוז ישמשו כנספח מנחה לתכנון מערכת הניקוז.
- ב. הגדרת שטח פנוי לחלחול תהיה שטח פתוח, שאין מרתף מתחתיו.
- ג. מערכת הניקוז במתחם תתבסס על מערכת עילית בשילוב עם תהליכי השהייה והחדרה בשטחים מגוננים למעט ניקוז הכבישים שיתבסס בנקודות מסוימות על מערכת תיעול תת קרקעית.
- ד. ניקוז הגגות יתבצע באמצעות צמ"גים שיופנו במידת האפשר ישירות לשטחים מגוננים או בצינור ניקוז קצרה מתחת לשבילים עד לשטחי ההשהיה / חלחול.
- ה. נגר הנוצר בשטח הפתוח יתועל באמצעות שיפועי השטח בזרימה עילית להשהיה וחלחול טבעי בשטחי השהייה בשטחים המגוננים הפתוחים.
- ו. בכבישי הגישה לחניונים התת קרקעיים, בכניסה לחניונים, תתבצע הגבהה מקומית של 20 ס"מ בשיפוע מתון ממפלס המדרכה והכביש, בכדי למנוע כניסת נגר אל החניונים מהכבישים הסמוכים (ראה חתך עקרוני בתרשים 3.7).
- ז. עודפי הנגר מהשטח הפרטי והציבורי יאספו אל שטחי החלחול והחדור המרכזיים, משם עודפי הנגר יגלשו למערכת הניקוז העירונית.
- ח. יש להקפיד על הפרדה מלאה בין מערכות הניקוז למערכות הביוב.

מתחם המלאכה:

- ט. תהיה דרישה תקנונית להשאיר בתכנית הבינוי 15% שטח פנוי לחלחול.
- י. תהיה הערת אזהרה 'אזור חשוד בזיהום אין לבצע קידוחי החדרה.

מתחם הקוממיות:

- יא. רצועת התשתיות תוגדר כיעוד שטחים פתוחים ומתקנים הנדסיים, כאשר יוגדר ש 95% מהשטח (לא 100 על מנת לאפשר מתקן קטן במקרה הצורך) יהיה פנוי לחלחול.
- יב. בתקנון יוגדר כי בכל מגרש לבינוי (מגורים או מסחר) יהיה לפחות 15% שטח פנוי לחלחול בהתאם להגדרה בתמ"א 4\34.
- יג. באופן כללי לפחות 15% משטח המגרש יהיה חדיר למים וישמש לצרכי השהייה, חלחול והחדרה של מי נגר למי התהום.

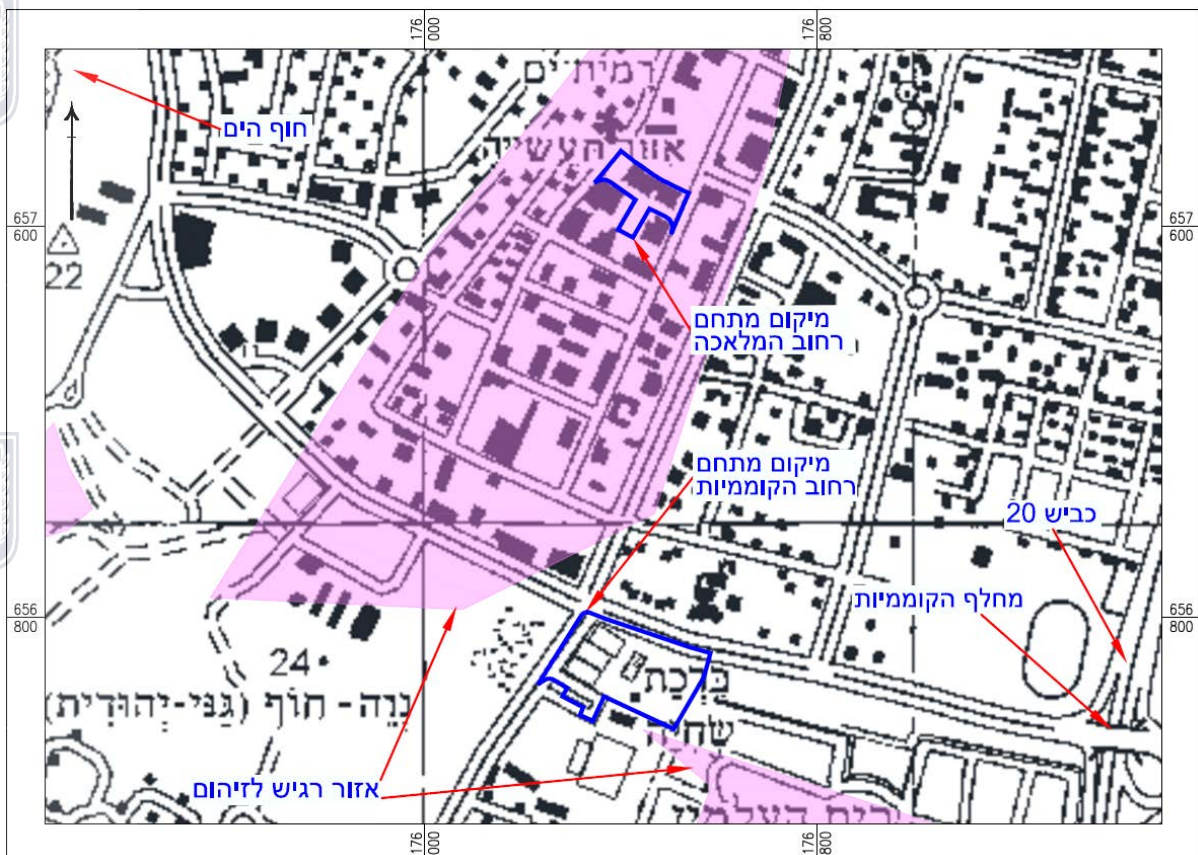




6. ניצול מיטבי של מי הנגר העילי והעשרת מי תהום (לפי תמ"א

4\34\4)

תמ"א 4\34\4 מצביעה על הצורך בניצול הנגר העילי ככל הניתן להעשרת משק המים הלאומי. על בסיס עיקרון זה נדרש בכל בנייה חדשה באזורים מסוג א' ו א'1 (על פי הגדרות התמ"א – מפה 2) להשאיר לפחות 15% משטח המגרש פנוי לחלחול נגר. וכן לבצע גינות ציבוריות ושטחים פתוחים, כך שיהיה ניתן להפנות אליהם נגר עילי מגגות, משטחים מרופפים ואספלט לצורך השהייה והחדרה טבעית של הנגר. אזור העיר בת ים מוגדר כאזור א', עדיפות גבוהה להחדרת נגר עילי, לפי מפת עדיפות להחדרת נגר עילי (תמ"א 4\34\4 – רגישות הידרולוגית). במפה מספר 2, מפת אזורי פגיעות מי תהום, מתוך תמ"א 4\34\4 גיליון 2.1, אזור התעשייה של בת ים מוגדר כאזור רגיש להחדרת נגר עילי למי התהום. לכן נספח הניקוז ממליץ להימנע מהחדרת נגר למי התהום במתחם רחוב המלאכה, בשל האפשרות הקיימת כי מהמתחם מזהם (תרשים 6.1). לאומת זאת המתחם ברוב הקוממיות אינו חשוד בזיהום ולכן נספח הניקוז ממליץ להחדיר ככול הניתן, את מי הנגר שמקורם במתחם, למי התהום. בתרשים 6.1 מוצגים בצבע ורוד האזורים הרגישים להחדרת מי נגר באזור העיר בת ים.



תרשים 6.1: אזורים רגישים להחדרת הנגר





• מתחם המלאכה

לפי תמ"א 4\ב\34, מפת אזורי פגיעות מי תהום, כל אזור המתחם ברחוב המלאכה רגיש להחדרת נגר (ראה תרשים 6.1 לעיל). לאור האמור לעיל ובהתאם לסעיפים 24.1.4 ו-24.1.5 של התמ"א אנו ממליצים לפטור את התכנית מחובת החדרה למי תהום. עם זאת מוצעת בתכנית, כחלופה להחדרה מקומית, החדרה של חלק ניכר מהנגר לשכבה העליונה של תת הקרקע בשטחים הפתוחים לצורך העשרת אוגר המים הזמין לצמחייה באמצעות מתקנים שונים, בעלי אוריינטציה נופית שיעוצבו במהלך התכנון המפורט. עודפי מי הנגר יופנו למערכת הניקוז העירונית.



• מתחם הקוממיות

מיקום הפרויקט ברחוב הקוממיות אינו רגיש להחדרת נגר כפי שמופיע בתרשים 6.1 לעיל. שטח הפרויקט נמצא באזור א' כאמור ע"פ התמ"א. קרקע השתית באזור התכנית היא קרקע בינונית עד קלה שכושר החידור שלה בינוני כ-20-50 מ"מ/שעה (40% מכושר החידור של חול) ולפיכך החדרה למי התהום באזור זה אפקטיבית. לכן התכנית ממליצה על השהיית הנגר לצורך הנחתת ספיקות השיא והורדת העומס בכניסה למתקני החלחול. בנוסף הפניית הנגר מהשטח הבנוי לשטחים פתוחים לצורך חלחול טבעי, שיכול לשמש גם כבסיס לגינון אקסטנסיבי. לכן נספח זה ממליץ להחדיר את הנגר המקומי ככול הניתן בתחום התוכנית.



האמצעים המומלצים בנספח זה להשהיית נגר ולהגדלת כמות הנגר המחלחלת לתת הקרקע הם:

1. יצירת שטחי אוגר להשהייה ומיתון ספיקות הנגר על גגות הבניינים ובשטחים המגוננים.
2. הפניית הנגר הנוצר מהשטחים המבונים לשטחי השהייה וחלחול טבעיים או מגוננים בשטח הפרטי באמצעות הפניית מרזבי הגגות לשטחים אלה. ובנוסף, יצירת שיפוע כללי של החניות והכבישים לכיוון שטחי השהייה.
3. ביצוע שוחות חלחול והחדרה מחומר גרנולארי מתחת לשטחים מגוננים בשפ"פים ובשטחי השהייה מרכזיים, לספיגת עודפי נגר והגברת החלחול הטבעי (פעולה דומה לפעולת קידוח החדרה בעלת יעילות גבוהה בהרבה) וכן קידוחי החדרה עמוקים. באמצעות פעולות אלו, היוצרות שטח מגע נרחב ולאורך זמן בין הקרקע לאזור הרווי אנו גורמים להגדלת כמות הנגר המחלחלת לתת הקרקע מסך הנגר הכללי הנוצר בשטח.





מקורות

7.

1. אנוש, 2004, **מדריך לתכנון ובנייה משמרת נגר עילי**, משרד הבינוי והשיכון.
2. פולק ש., 2007, **המלצות לתכנון עירוני** (דו"ח מחקר עבור משרד השיכון), הידרומודול - שמואל פולק בע"מ, קרית אונו.
3. טולמץ' י., 1979, **אטלס הידרו גיאולוגי של ישראל**, אגן החוף אזורים תל-אביב והרצליה, - כרכים ג'-ד', חתכי רוחב ואורך ברצועות 123-141, ירושלים.
4. תמ"א 34 ב'3, 2006, **תכנית מתאר ארצית משולבת למשק המים** – נחלים וניקוז.
5. תמ"א 34 ב'4, 2007, **תכנית מתאר ארצית משולבת למשק המים** – איגום מים עיליים, החדרה, העשרה והגנה על מי תהום.

