

מחוז



ירושלים

מתחם תכנון ה', מתחם הרכבת, ירושלים

תב"ע מס' 101-0901140



נספח ניקוז



ינואר 2021

ערוך ע"י סוטובסקי מערכות אזרחיות בע"מ

טל: 077-5447501 פקס: 077-5447502

E-mail: office@civil-systems.co.il

Web site: www.civil-systems.co.il





ירושלים

מתחם תכנון ה', מתחם הרכבת, ירושלים

תב"ע מס' 101-0901140

1. מבוא

התכנית חלה במתחם ה' בתכנית אב מתחם התחנה הישנה, דרך חברון 42, ירושלים, גוש 30188, חלקה 10.

בהתאם לעקרונות תכנית האב, התכנית מציעה מבנה מגורים עם חזית מסחרית, מגרש למבנים ומוסדות ציבור ושטח ציבורי פתוח קטן. התכנית ממוקמת על ציר הרכבת הקלה, הקו הכחול, בדרך חברון.



מתוכנן מבנה המגורים, 5 קומות בנייה מרקמית לאורך דרך חברון (6 קומות לאורך הכביש הפנימי המוצע) ומעליו בנסיגה מבנה גבוה ב-4 קומות נוספות, סה"כ 10 קומות מעל דרך חברון. מתוכננת חזית מסחרית בדרך חברון ובדרך הפנימית המוצעת ומעבר ציבורי בין שני הרחובות. התוכנית כוללת כ-60 יח"ד וכ-3,690 מ"ר מסחר ותעסוקה.

2. כללי

העיקרון בבניה משמרת מים מכוון להשהיה ואצירה, ובעטיו הקטנת כמויות הנגר העילי הכוללות על-ידי תכנון החדרה ושמירתן בהיקף שלא יעלה על זה שלפני הבינוי והפיתוח.



בשנים האחרונות ניכרת הנטייה הגוברת לאיטום השטח המפותח, המכוסה לא רק בבניינים אלא גם במגרשי חניה נרחבים ובשטחי ציבור. ניתן להניח כי מגמות הפיתוח לא יונחו בעיקרן על ידי שיקולים של ניקוז והגנה על מי התהום אלא על ידי שיקולים כלכליים. התוכנית מבקשת להנחות את הפיתוח ותכנון מערכות הניקוז להשהיה ואצירה של הנגר העילי ואף להקטין את ספיקות הנגר היוצאות מהמתחם כמו כן -כך שהפגיעה בכמות ואיכות מי התהום תהיה קטנה ככל האפשר ובקנה אחד עם עקרונות תמ"א 1. הגישה, העקרונות והכלים המפותחים במסגרת נספח זה (אשר תפורט בהמשך) אמורים להיות ישימים ולאפשר את האמור לעיל ואת ראית הפיתוח הנדרש כפיתוח בר קיימא, כזה שאינו פוגע בסך הנכסים שיישארו לדורות הבאים בראיה ארוכת טווח.

3. הגישה התכנונית

3.1 מצב קיים ומתוכנן

לאור האמור לעיל וע"פ העיקרון כי כמות הנגר לא תעלה על זאת שלפני הבינוי והפיתוח ככל שניתן, בוחנת התוכנית את המצב הקיים מול המתוכנן ברמה האגנית הראשית ע"מ לזהות את הבעיות המשמעותיות במוצאים כחלק ממערך הניקוז הראשי (החישובים יפורטו בהמשך). זאת מתוך הנחה כי ברמה המבנית תתוכנן מערכת הניקוז הראשית כחלק מהרמה האגנית הראשית, ע"פ הגישה, העקרונות והכלים המפותחים במסגרת תוכנית זו בעיקר ע"י איגום והשהיה עליהם ניתן להסתמך כתכנון איכותי ובר קיימא. המערכת האגנית תיבחן לתקופות חזרה של 50 שנה (הסתברות 2%).



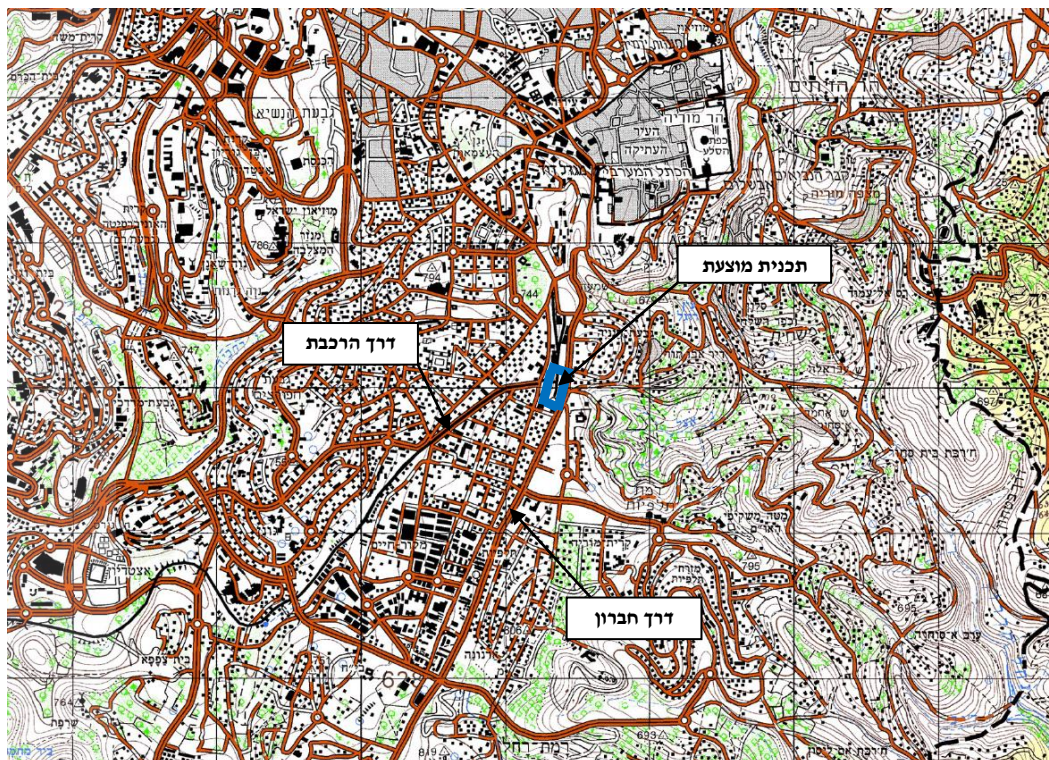
3.2. מקדמי הנגר

לצורך חישוב כמויות הנגר מבחינה התוכנית בין יחידות שטח אוטומות היוצרות נגר עירוני לבין יחידות שטח מחלחות. לשטח התב"ע הקיים נקבע מקדם משוכלל של 0.70 היות ושטח התוכנית כיום משמש ברובו כחניה והקרקה בכל האזור מכוסה ברובה באספלט קיים וריצופים שונים בנוסף לגגות מבנים קיימים למבן המתוכנן נקבע מקדם משוכלל של 0.90 עקב היות בנוי מעל מרתף תת-קרקעי אטום ברובו.

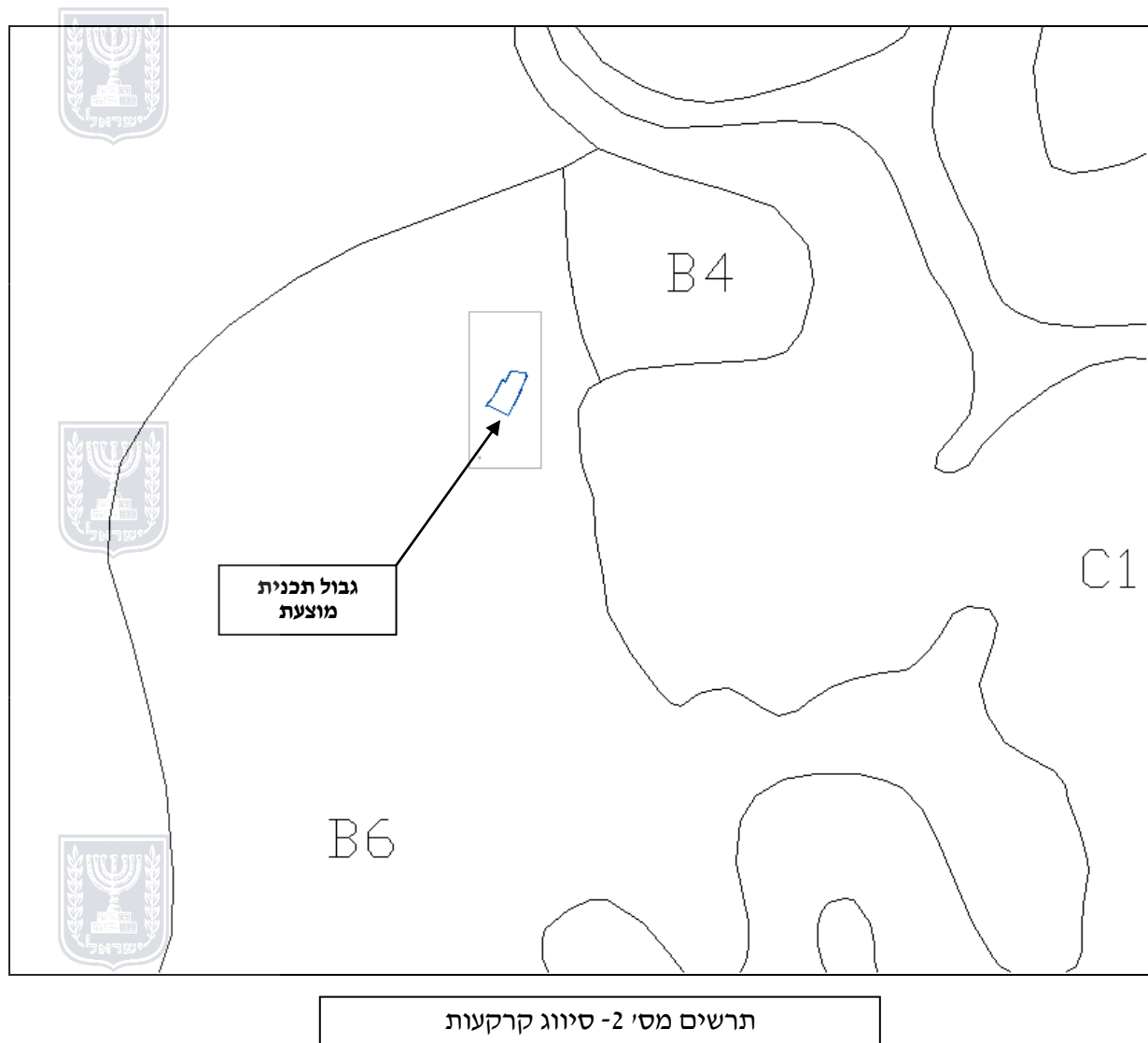
4. טופוגרפיה וחלוקה לאגני היקוות

תוכנית הבינוי אליה מתייחס נספח זה משתרעת על שטח של כ- 4.96 דונם. המתחם ברח' דרך חברון ממזרח המתנשא לרום כ-758.60 +, מתחם מבונה קיים מדרום ומתחם מבונה קיים מצפון וברח' מתוכנן ממערב המתנשא לרום כ-755.25+. מבחינה טופוגרפית מחולק שטח התוכנית לאגן ראשי יחיד בגבול התוכנית אשר מתנקז מערבה, כאשר רום השטח הגבוה בצפון מתנשא ל-758.60+ לאורך דרך חברון והנמוך ביותר בגבול הצפון מערבי ל-753.60+ במורד הדרך העתידית המתוכננת.

שטח התוכנית מתנקז ברובו באופן טבעי לכיוון מערב בשיפוע של כ- 9.0%. השטח מתנקז באופן טבעי מערבה אל מערכת התיעול ברח' בית לחם מערבה. לאורך רח' דרך הרכבת קיים קו ניקוז בקוטר 80 ס"מ, קו זה זורם מערבה לאורך רח' דרך הרכבת ובהמשכו לאורך רח' פארק המסילה במובל סגור אל מעלה נחל רפאים משם מערבה. במורדו מתנקז נחל רפאים לנחל שורק המתנקז אל הים.



תרשים מס' 1-תרשים המקום



5. המערכת האיזורית

התוכנית המוצעת משתרעת מערבה לאפיק זרימה אשר ממשיך מערבה וצפון מערב לכיוון מעלה נחל רפאים כאמור, דרך רחוב רח' דרך הרכבת ובהמשכו לאורך רח' פארק המסילה במובל סגור אל מעלה נחל רפאים משם מערבה. במורדו מתנקז נחל רפאים לנחל שורק המתנקז אל הים.

6. קרקע

התוכנית משתרעת על קרקע חולית ברובה מסוג B6 (גרומוסול חום ורנדזינה חומה על מדרונות מתונים עד תלולים יחסית עד שפוע 20%). ראה תרשים מס' 2 (סיווג קרקעות).

7. עקרונות התוכנית המוצעת

כמויות הנגר משטח התוכנית לא תגדלנה באופן משמעותי היות ושטח התוכנית כיום משמש כחניה והקרקע בכל האזור מכוסה ברובה באספלט קיים ומבנים קיימים כפי שיוראה בחישובים להלן. למרות זאת התוכנית מציעה תכנון רגיש למים שיכלול ויסות והשהיית הנגר בתחום גבולות התוכנית לפני התנקזות למערכות הניקוז הראשיות הקיימות בשטח ובסביבת



התוכנית. הוויסות וההשהיה ישען על מילוי בטופ בשטחים הציבוריים תחת הריצוף ושטחי הגינון הירוקים מעל תקרת חניון קומת הקרקע ובגגות המבנה כפי שיוצג בהמשך.

8. אגן התוכנית המוצעת

שטח גבול התוכנית הינו כאמור כ-4.96 דונם אשר מפותח היום ברובו בחניה ובינוי קיים, בפועל בתחום התוכנית מתוכננים שני מתחמי בינוי עיקריים: במגרש 100 בשטח של 3.01 דונם הכולל מגורים (כ-60 יח"ד) ומשרדים ובמגרש 101 בשטח של 1.83 דונם הכולל מבנים לצורכי ציבור. מתחמי הבינוי המוצעים יבנו מעל חניונים תת קרקעיים בשטח זה. מגרש 102 הינו שצ"פ מגונן ולמעשה מקטין את כמות הנגר כיום.



לצורך חישוב שטחים תורמי נגר יחושבו המתחמים המבונים 100 ו-101 ששטחם הכולל הינו 4.84 דונם.

9. חישוב ספיקות תכן

חישוב ספיקות התכן המרביות עפ"י הנוסחה הרציונאלית: $Q_n = C \times I \times A_n$

Q_n - ספיקת התכן מ"ק/שניה.

C - מקדם נגר עילי.

I - עצמת הגשם מ"מ/שעה לזמן ריכוז ותדירות נתונים.

A - שטח האגן (דונם).

נוסחה זו מבוססת על ההנחה שעוצמת הגשם הינה אחידה על פני כל אגן ההיקוות וערכה נקבע עפ"י משך גשם השווה לזמן הריכוז.



עוצמות הגשם לחישוב הנגר העילי מתבססות על עוצמת עובי גשם – משך – הסתברות

של תחנת ירושלים ע"ס 46 שנות רישום ע"פ רגרסיה בין כמות הגשם לבין שכיחותה.

ראה נתוני עצמות הגשם לתחנת ירושלים בטבלה מס' 1.





טבלה מס' 1 – נתוני עוצמות גשם לתחנת ירושלים

הסתברות (%)																פרק זמן דקות
99%	95%	90%	80%	70%	60%	50%	40%	30%	20%	10%	5%	3%	2%	1%	0.5%	
16.5	23.0	26.8	34.0	39.6	45.0	50.7	57.4	65.4	75.4	92.4	109.3	121.9	131.8	149.7	167.6	5
14.4	17.9	20.0	24.1	27.3	30.5	34.0	37.9	43.0	49.3	60.6	71.8	80.7	87.7	100.0	113.4	10
12.5	14.6	16.1	18.8	21.2	23.7	26.4	29.7	33.9	39.5	49.8	60.8	69.7	77.1	90.3	104.8	15
9.3	11.1	12.9	15.9	18.1	20.3	22.7	25.5	29.2	33.7	42.0	50.3	57.0	62.3	71.6	81.9	20
8.0	9.4	10.3	12.1	13.7	15.3	17.1	19.3	22.2	26.0	33.1	40.8	46.9	52.1	61.4	71.7	30
7.2	8.1	8.7	10.0	11.2	12.5	13.9	15.7	18.1	21.4	27.7	35.0	40.9	46.0	55.6	66.3	45
6.0	7.0	7.6	8.8	9.9	11.0	12.2	13.6	15.5	18.0	22.6	27.5	31.4	34.7	40.6	47.1	60
5.6	6.2	6.7	7.5	8.2	9.0	9.8	10.9	12.2	14.0	17.3	20.9	23.8	26.2	30.5	35.3	90
4.7	5.3	5.7	6.4	7.0	7.6	8.3	9.1	10.2	11.5	14.0	16.6	18.8	20.5	23.6	26.9	120
0.0	2.5	3.2	4.3	5.0	5.7	6.3	7.0	7.9	8.9	10.6	12.2	13.5	14.4	16.1	17.8	180
0.0	0.0	0.0	2.3	3.1	3.9	4.6	5.3	6.2	7.3	9.2	11.2	12.8	14.0	16.2	18.5	240





עוצמת הגשם מחושבת עפ"י משך זמן ריכוז לכל אפיק.

זמן הריכוז חושב ע"פ נוסחת קירפיד אשר תלויה בפרמטרים מורפולוגיים של האגן

$$T_c = 4.0 (L/S^{1/2})^{0.75}$$

T_c - זמן הריכוז (דקות)

L - אורך מסלול הזרימה (ק"מ)

S - שיפוע ממוצע של האפיק (מ"מ/מ')

10. תכנון המערכת והשוואת מצב קיים ומתוכנן

לאור האמור וע"פ העיקרון כי כמות הנגר לא תעלה על זאת שלפני הבינוי והפיתוח, בוחנת

התוכנית את המצב הקיים מול המתוכנן ברמה האגנית ע"מ לזהות את הבעיות המשמעותיות



במוצא כחלק ממערך הניקוז הראשי. המערכת האגנית תיבחן לתקופות חזרה של 50 שנה

(הסתברות 2%) החישובים מפורטים להלן.

10.1. נתונים מורפולוגיים טבלה מס' 2

מוצא אגן	שטח האגן דונם	אורך ק"מ	שיפוע כללי	זמן ריכוז דקות (Kirpich)	סוג הקרקע
מתחם בינוי מתוכנן	4.8	0.08	0.09	10 (2)	B6

זמן הריכוז ע"פ החישובים הינו כ-2 דק' למרות זאת לצורך החישובים התייחסו עצמות

הגשם לזמן ריכוז מינימאלי של 10 דק'.



10.2. נתוני זרימה – טבלה מס' 3

ספיקות בהסבריות שונות (מ"ק לשניה)				זמן ריכוז דקות (Kirpich)	מקדם נגר	שיפוע כללי	אורך ק"מ	שטח האגן דונם	מוצא אגן
1:10	1:20	1:50	1:100						
10%	5%	2%	1%	10 (2)	0.7	0.09	0.08	4.8	מצב קיים
0.057	0.068	0.083	0.094	10 (2)	0.9	0.09	0.08	4.8	מצב מתוכנן
0.073	0.086	0.105	0.120	10 (2)					



10.3. נתוח החישוב

ע"ס החישובים ניתן לראות כי שיעור תוספת הספיקות הינו כ-25%, תוספת ספיקות הנגר

במצב המתוכנן בתוכנית הינה 0.022 מ"ק/שנ', כל זאת נכון להסתברות של 2% (1:50 שנה).

שינוי זה הינו קטן כפי שנאמר, למרות זאת הושם דגש עיקרי בתוכנית הינו על התקנת

מתקנים ושטחים להשהיית הנגר הלכה למעשה ועקרון זה הוא אשר צריך להיות לנגד עיני

מתכנני הניקוז והנוף במהלך התכנון הכללי והמפורט.





10.4. חישוב והערכת הנפח הדרוש להשהייה

תהליך חישוב זה יתבסס על דגם סופה המבוטאת ע"י הידרוגרף משולשי כאשר משך זמן הסופה (בסיס המשולש בציר הזמן) מוערך בכשלוש פעמים זמן הריכוז. בספיקת שיא בזמן הריכוז (גובה המשולש) לזמן הריכוז המחושב לאגן, במקרה דנן להסתברות 2% ראה נתוני חישוב בטבלה מס' 3.

א. חישוב שטח נדרש להשהייה לשטח התוכנית

- זמן ריכוז (ע"פ חישובים) = 10 דקות
- משך הסופה = 30 דקות
- ספיקת שיא במצב מתוכנן במוצא התוכנית להסתברות $2\% = 0.105 = \text{מ"ק/שני}$
- נפח הנגר הכולל: $94.5 = 2/60 \times 0.105 \times 30$ מ"ק
- ע"פ טבלה מס' 3 הספיקה השארית לאגן הינה 0.022 מ"ק/שני, ע"פ יחסי משולשים נפח שארי של כ- **4.14 מ"ק** אותן נדרש לאגום ולהשהות.



10.5. חישוב נפח האיגום הזמין להשהייה בתוכנית

בהתייעצות עם אדריכלי ויועצי הנוף של התוכנית נבחן השטח הזמין להשהייה בתוכנית אשר מאפשר זאת, הנחת התכנון כי בגגות המבנה בעיקר וערוגות מצע מנותקות בכיכר העירונית מעל תקרת החניון ניתן יהיה לבצע איגום והשהייה. מוצע מילוי בשכבת טופ בשטחי ההשהייה בגגות ותחת הכיכר העירונית מעל תקרת החניון, מקדם הפורוזיביות של הטופ הינו 0.35 (35% נפח חללים) לפיכך נדרש כ-12 מ"ק נפח טופ.

שטח הגגות הכולל בתחום התוכנית הינו כ-2,400 מ"ר מתוך הנחה כי ינוצלו לאיגום והשהייה כ-40% מהשטח עקב שימושים אחרים למתקנים שונים יותר שטח זמין של כ-1,440 מ"ר לפיכך יהיה עובי שכבת הטופ הנדרש כ-3 ס"מ.



פתרון זה הינו הצעה, ניתן יהיה עת התכנון המפורט להציע שיטות וטכנולוגיות אחרות לאיגום כגון שימוש בארגזי DRAINBOX, מערכת אריחים אוגרי מי גשם מותקנים ע"ג גגות שטוחים ואף תכנון שטחי הגינון הכיכר מעל המרתף עם שקעים לאגירת נגר ע"מ להגיע ליד הנגר המתוכנן.

11. השפעות צפויות על הסביבה

מהאמור לעיל בסעיף 10.3 קודם לנו לא צופים שינויים לרעה במערכות הניקוז האזוריות שאליהם מתחברים יציאות הניקוז מהמתחם וזאת לאור השינוי הקטן בכמויות הנגר וזאת ללא התחשבות באמצעי השהייה הנגר במתחם.



12. החדרה למי תהום

האפשרות להחדרת נגר למי התהום נבחנה אולם נמצאה לא ישימה מאחר וסוג תת הקרקע אינו מאפשר זאת.

עודפי נגר עילי במידה ויהיו יגלשו אל קו הניקוז המוצע בדרך המתוכננת ממערב לתוכנית.

13. אמצעים למניעת נגר לחניון התת קרקעי

ע"מ למנוע ככל שניתן כניסת נגר אל החניון התת קרקע תוכננה לרוחב רמפת הכניסה הגבוהה מקומית גבוהה כל הניתן ותמנע כניסת נגר הזורם בשולי הרחוב מחד ואשר תתואם עם יועץ התנועה למניעת נזקים לרכבים נכנסים מאידך.





כאמצעי נוסף תוכננה תעלת ניקוז לרוחב רמפת הירידה לחניון תקלוט ככל הניתן את הנגר שעבר בכל זאת את ההגבהה לעיל.

מצורף תשריט נספח הניקוז בקנ"מ 1:500

