

01/07/2019

להפקיד את התכנית

10/06/2020

קשת מ.כ. ניהול פרויקטים בע"מ

תאריך

יו"ר הוועדה המחוזית

המרכז הרפואי שמיר-אסף הרופא

תכנית מפורטת מס' 455-0631754



נספח ניקוז

נספח 5.2 – ניקוז מי נגר, מים וביוב

יוזמת ומגישת התכנית : רשות מקרקעי ישראל

עורך התכנית : אדר' אמיר קולקר, קולקר-קולקר-אפשטיין אדריכלים



עורך/ת הנספח : אינג' פ. נדיב

תאריך עריכה : 24.11.2019

מס' הגרסה : 7



MALIN

CONSULTING ENGINEERS מהנדסים יועצים

מלין



תוכן עניינים



1. כללי 3

1.1. תיאור הסביבה 4

1.2. טופוגרפיה 4

1.3. קרקעות 5

1.4. תמ"א 34/ב' 3 נחלים וניקוז 6

1.5. תמ"א 34/ב' 4 איגום מים עיליים החדרה, העשרה והגנה על מי תיהום 6



1.6. השתלבות ניקוז בית חולים אסף הרופא במערכת הניקוז האזורית 8

1.7. ייעודי קרקע 12

2. מערכת הניקוז 13

2.1. מערכת קיימת 13

2.2. חישוב ספיקת תכן 13

2.3. עוצמת גשם לתוכנית המתוכננת 14

2.4. זמן הריכוז 14



2.5. מקדמי נגר עילי 16

2.6. חישוב תקופת חזרה עפ"י הנחיות תמ"א 34/ב' 3 17

2.7. חישובי ספיקות תכן 18

3. המערכת המתוכננת 18

3.1. נפחי השהייה ואגירה בשטח התוכנית 18

3.2. בארות חלחול 23

3.3. מערכת איסוף והולכת נגר עילי 24



4. המלצות להוראות התוכנית שיבטיחו מניעת נזקי הצפות, שיטפונות וסחף, טיפול בנגר

שמקורו בתחום התוכנית 25





1. כללי

התוכנית המפורטת למרכז הרפואי שמיר-אסף הרופא נועדה לתכנן את בית החולים להיקף האוכלוסייה הצפוי בישראל לשנה 2045 כ- 13 מיליון איש ולאפשר הרחבת הבינוי במרכז הרפואי גם מעבר לשנת יעד זו.

היקף צרכי בית החולים נגזר גם מהגידול הצפוי באוכלוסיית האזור שבית החולים מגיש לו שירותי רפואה, וגם מצורכי בית החולים בהיבט שיפור השירותים הרפואיים הכלולים בו, וצפויים למשוך אליו משתמשים ברמה הארצית.



התוכנית מאפשרת ריכוז כמה שירותי הרפואה על ידי יצירת קמפוס רפואי אחד, הכולל את בית החולים אסף הרופא, בית החולים הגריאטרי שמואל הרופא, בית החולים לבריאות הנפש באר יעקב, המעבדות הלאומיות והמכון לרפואה משפטית. להבטחת יישום התוכנית צורפו לשטח בית החולים כ- 150 דונם, כך שסך שטח הקמפוס הרפואי ישתרע על כ- 420 דונם, כשהיקף הבנייה המקסימאלי לשנת היעד (2045) יהיה כ-750,000 מ"ר. כאמור, התוכנית מקצה שטחים לרזרבה, שתאפשר הרחבת הבינוי עד ל כ- 1.1 מיליון מ"ר בשנים שאחרי שנת היעד.





1.1. תיאור הסביבה

המרכז הרפואי ממוקם מצפון-מערב לבאר יעקב וממזרח לראשון לציון. השטח תחום ע"י כביש 44 מצד מזרח, ושטחי מחנה צריפין (המיועדים לפינוי) משאר צדדיו. בשנים הקרובות שטח מחנה צריפין יועבר לידי הרשויות המקומיות באר יעקב וראשון לציון. עם השלמת פינוי שטח המחנה, צפויות לקום עליו שכונות חדשות שיכללו מגורים, מבני ציבור, שטחים פתוחים ושטחי מסחר ותעסוקה.

איור 1.1- מפה כללית של בית החולים על רקע קו כחול מתוכנן



1.2. טופוגרפיה

טופוגרפית בית החולים משתפלת מכיוון צפון מערב לכיוון דרום מזרח. את בית החולים חוצה קו רכס המחלק את בית החולים לשתי אגני ניקוז –

- אגן דרום מערבי (A) – בשטח כולל של 0.105 קמ"ר
- אגן צפון מזרחי (B) – בשטח כולל של 0.315 קמ"ר

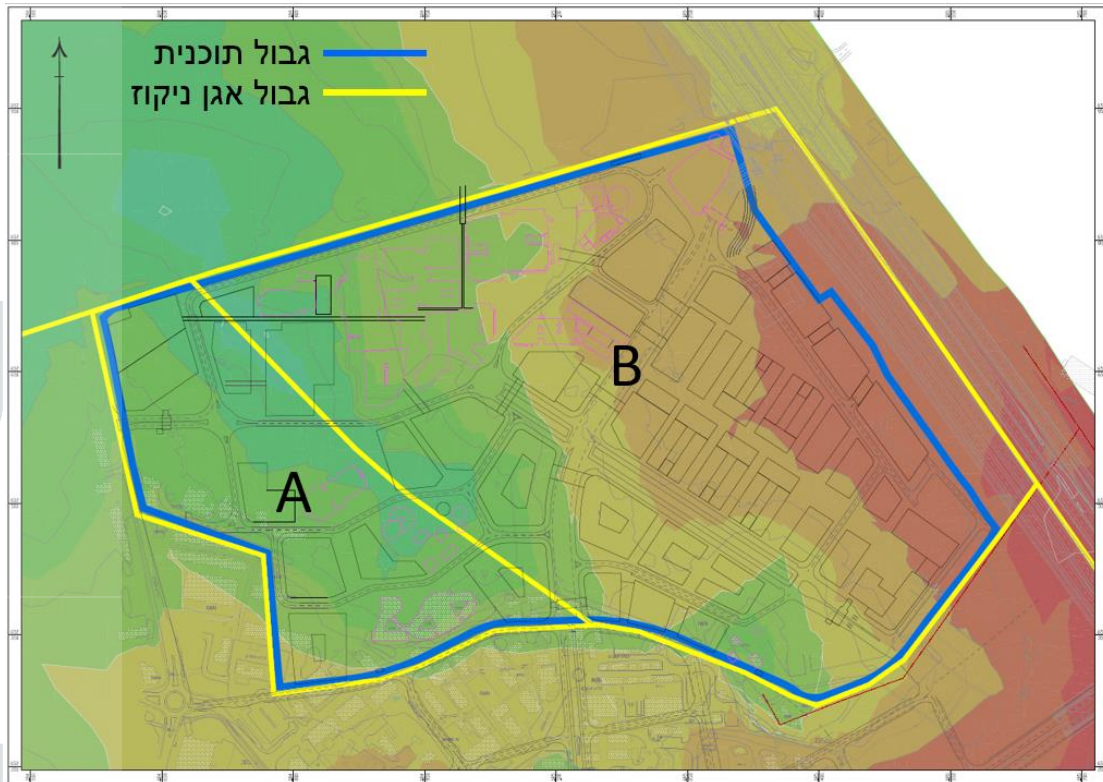
הנקודה הגבוה ביותר בבית החולים הינה ברום של +70.0 מטר והנקודה הנמוכה ביותר ברום של +52.0.

גובה מפלס מי התאום מתחת לבית החולים הינו +10.0 מטר.





איור 1.2- מפה טופוגרפית אסף הרופא (עתידי) וחלוקה לאגני ניקוז



Elevations Table			
Number	Minimum Elevation	Maximum Elevation	Color
1	45.00	48.00	Red
2	48.00	51.00	Dark Red
3	51.00	54.00	Brown
4	54.00	57.00	Light Brown
5	57.00	60.00	Yellow
6	60.00	63.00	Light Green
7	63.00	66.00	Green
8	66.00	69.00	Dark Green
9	69.00	72.00	Dark Green



1.3. קרקעות

חבורות הקרקע השולטות בשטח בית החולים הינם מסוג:

- E1 - קרקעות אלוביות חמריות וגלי.

- E3 – קרקעות חמרה.

חבורות הקרקע הנ"ל מאופיינות בחדירות גבוהה למדי למים, מקדמי הנגר שלהם 0.28 לקרקע מסוג E1 ו- 0.38 עבור החבורה E3 (לפי הדירוג של התחנה לחקר הסחף).

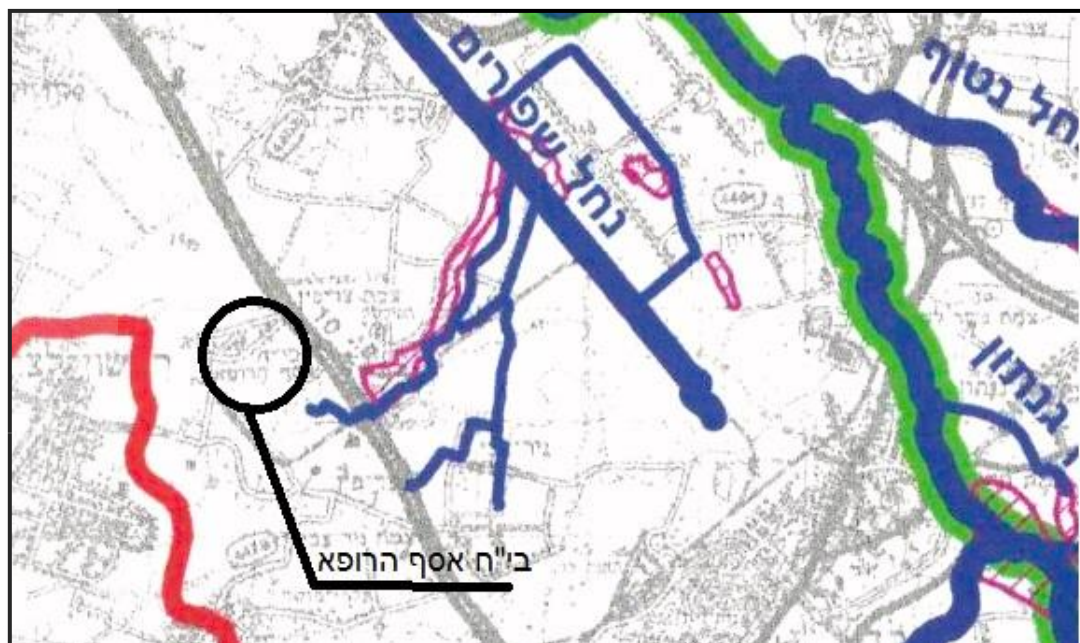




1.4. תמ"א 3/ב'34 נחלים וניקוז

עפ"י תמ"א 3/ב'34 בית חולים אסף הרופא אינו ממוקם על ערוצי נחלים או בשטחי פשט הצפה.

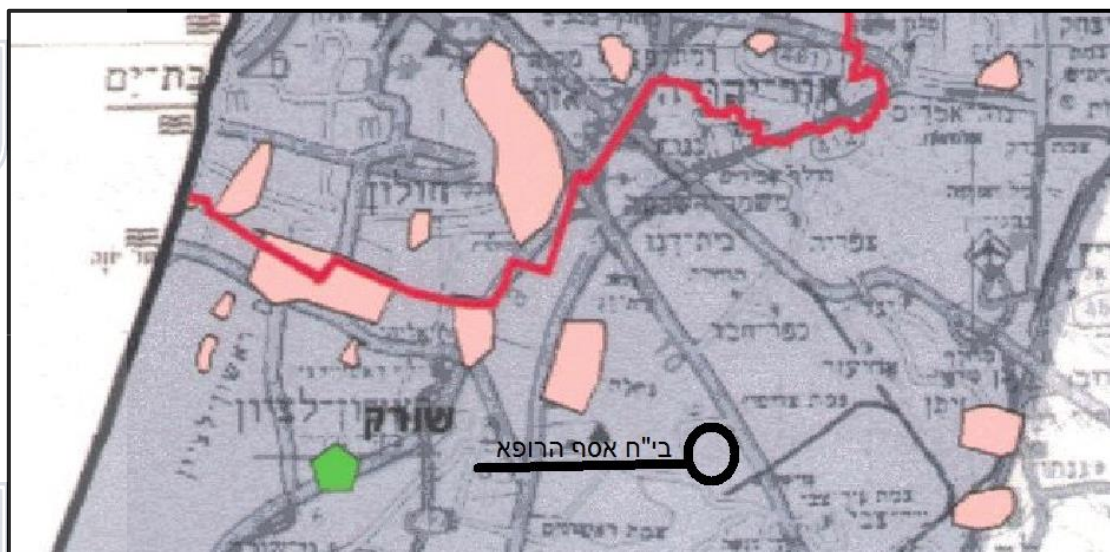
איור 1.4- בית חולים אסף הרופא על רקע תמ"א 3/ב'34



1.5. תמ"א 4/ב'34 איגום מים עיליים החדרה, העשרה והגנה על מי תיהום

עפ"י תמ"א 4/ב'34 שטח בית החולים ממוקם על שטח א' – פגיעות מי תהום גבוהה.

איור 1.5- שטח בית החולים על רקע תמ"א 4/ב'34





להלן הגדרת שטח א' עפ"י תמ"א 4/ב'34

23. הוראות בדבר העשרת מי תהום בתכנית מפורטת

23.1 תכנית מפורטת, שאינה תכנית להרחבה ניכרת כאמור בסעיף 22, בתחום אזורי א' ו-א'1 המסומנים במפה מס' 2, הכוללת שינוי ייעוד משטח פתוח לשטחי בינוי ופיתוח, לרבות דרכים, או תכנית מפורטת המשנה את מערך השטחים הפתוחים והתכנית הבנויה בתחומה, או תכנית שחלות בה הנסיבות של סעיף 22.3, תכלול הוראות בדבר שימור וניצול מי נגר עילי, השחייתם והחדרתם לתת הקרקע להעשרת מי תהום.

23.2 הוראות התכנית בדבר שימור וניצול מי הנגר העילי ייקבעו תוך התחשבות במגמת התכנון הכולל של התכנית הנדונה ואופי הבינוי המוצע לפיה, אל מול המאפיינים הפיסיים של המקום עליו חלה התכנית, הכוללים בין השאר את המערכת ההידרולוגית הטבעית, כמויות ועוצמות הגשמים, יכולת החידור של הקרקע והמיסלע, המבנה הטופוגרפי, שיקולים של מניעת זיהום מי תהום ומניעת הצפות.

23.3 התכנית תתייחס, בין השאר, להנחיות הבאות:

23.3.1 באזור א', כמסומן במפה מס' 2, יוותרו לפחות 15% שטחים חדירי מים מתוך שטח המגרש הכולל, במגמה לאפשר קליטת כמות גדולה ככל הניתן של מי נגר עילי וחלחולם לתת הקרקע בתחומי המגרש. השטחים חדירי מים אפשר שיהיו מגוננים או מצופים בחומר חדיר (כגון: חצץ, חלוקים וכד').

ניתן יהיה להותיר פחות מ- 15% שטחים חדירי מים משטח המגרש, אם יותקנו בתחומי המגרש מתקני החדרה כגון: בורות חלחול, תעלות חלחול, קידוחי החדרה, אשר יאפשרו קליטת מי הנגר העילי בתחומי המגרש בהיקף הנדרש.

23.3.2 באזור א'1, כמסומן במפה מס' 2, תקבע התכנית הוראות להעברת מי הנגר העילי מתחומי המגרשים והמבנים לשטחים ציבוריים פתוחים או למתקני החדרה סמוכים לצרכי השהייה, החדרה והעשרת מי תהום.

23.3.3 תכנון שטחים ציבוריים פתוחים, לרבות שטחים מיוערים, בתחום התכנית, בכל האזורים, יבטיח, בין השאר, קליטה, השהייה והחדרה של מי נגר עילי באמצעות שטחי חלחול ישירים, או מתקני החדרה. השטחים הקולטים את מי הנגר העילי בתחום שטחים ציבוריים

פתוחים יהיו נמוכים מסביבתם. כל זאת ללא פגיעה בתפקוד ובשימושים של שטחים אלה כשטחים ציבוריים פתוחים.

23.3.4 בתכנון דרכים וחניות ישולבו רצועות של שטחים מגוננים סופגי מים וחדירים ויעשה שימוש בחומרים נקבוביים וחדירים.

עפ"י סעיף 23.3.1 בהוראות התמ"א שטח מינימלי להחדרת מי נגר יהיה לפחות 15% משטח המגרש הכולל. בכדי לאפשר ניצול אופטימלי של שטחי ההחדרה, יבוצעו מגינון וציפוי של חצץ, חלוקים וכו'.

במידה ולא ניתן יהיה להשאיר 15% שטחים פנויים להחדרה, יוכלו בתחומי המגרש לבצע מתקני החדרה כגון בורות חלחול. יכולת ההחדרה של הבורות תהיה שוות ערך ל-15% שטחים פתוחים להשהייה וחלחול.





1.6. השתלבות ניקוז בית חולים אסף הרופא במערכת הניקוז האזורית

בית החולים אסף הרופא הינו חלק מאגן היקוות גדול בשטח של 3.5 קמ"ר. אגן ההיקוות כולל בתוכו את שטחי בית החולים, חלקים נרחבים משטח בסיס צריפין המיועד לפינוי ושיטחים חקלאים המיועדים לבינוי עתידי. כיום כלל אגן הניקוז מסלק את הנגר לנחל שפירים ממזרח חציית כביש מס' 44 מתבצעת בעזרת מעביר מים מסוג בוקס.

איור 1.6- בית החולים על שטח גבול אגן הניקוז האזורי



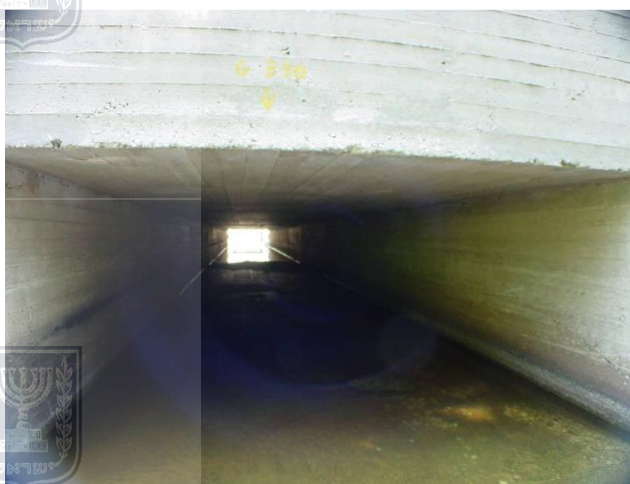
1.6.1. מעביר המים הקיים

נתוני מעביר המים הקיים החוצים את כביש מס' 44 התקבלו מתוך סקר הידרולוגי מס' 932 של נת"י משנת 2011 שנערך ע"י "נ.ו.א.ג. מהנדסים יועצים בע"מ".

מעביר המים הקיים הינו מסוג בוקס במידות 3.0/1.5 מטר כאשר IL הכניסה ברום של כ- +48.0, מעביר המים במצב סביר כאשר מתקן הכניסה הרום חלקית. מעל תקרת המובל ניתן לראות סימני זרימה בגובה של 0.2 מטר. ספיקת השיא שהבוקס מסוגל להעביר הינה 7.5 מ"ק/שניה.



איור 1.6.1-תמונות של מעביר המים



מבט לתוך מ"מ ממעלה למורד



מעביר המים



מתקן יציאת מ"מ



הערוץ במעלה כניסה למ"מ



מבט לתוך מ"מ ממורד למעלה





1.6.2. ספיקות נגר עילי לאגן הניקוז – מצב קיים

מתוך הדוח ההידרולוגי של נת"י, נמצאה שספיקת השיא בהסתברות של 2% לפי שיטת אנלוגית אגנים הינה 23.6 מ"ק/שניה. יש לציין שכיום אין תכנון של נת"י להרחבת מעביר המים.

הערות: הדוח ההידרולוגי התייחס לכלל תכסית שטח אגן הניקוז כשטח מעבוד (97%). ניתן לראות מתרשים מס' 1.6 שתכסית זו אינה מייצגת את המצב בשטח כאשר מרבית השטח תפוס ע"י בסיס צריפין שניתן להניח שהוא בעל תכסית של בינוי כפרי.



1.6.3. ספיקות נגר עילי לאגן הניקוז – מצב עתידי

שטח אגן הניקוז צפוי לעבור בשנים הקרובות פיתוח אינטנסיבי של תוכניות בינוי ומגורים שיבנו על גבי שטח בסיס צריפין הצפוי להתפנות מהאזור.

איור 1.6.3-בינוי מתוכנן על גבי בסיס צריפין



ספיקות השיא שהתקבלו בשטח האגן לאחר השלמת הבינוי העתידי לתקופת חזרה של 50:1 שנה הינם: **54.4 מ"ק/שניה** (חישובים מובאים בהמשך הדוח בפרק חישוב ספיקות התכן).



[illegible]

יש לציין שעפ"י הנחיית רשות ניקוז נדרש לתכנן יחס של 20.0 מ"ק וויסות ואגירה לכל דונם מתוכנן בשטח התוכנית.



1.7. ייעודי קרקע

כפי שנרשם דלעיל שטח אגן הניקוז צפוי לעבור בשנים הקרובות בינוי אינטנסיבי שיכלול הקמת שכונות מגורים, מסחר ומבני ציבור על כלל שטח אגן הניקוז. שטח בית החולים צפוי לעבור שינוי דומה עם תוספת בניה על חשבון שטחים חקלאיים.

להלן טבלת ייעודי הקרקע לשטח בית החולים אסף הרופא מתוך תקנון התוכנית:

טבלה 1.7.1 - ייעודי קרקע בית חולים אסף הרופא – מצב קיים

תכנית	ייעוד קרקע מתוך התב"ע	שטח (מ"ר)	חלק יחסי (%)
אסף הרופא	דרך מוצעת	530	0%
	קרקע חקלאית	193,590	46%
	מוסדות בית חולים	221,747	53%
	שטח מוסד	4,262	1%
	סה"כ	420,129	100%

טבלה 1.7.1 - ייעודי קרקע בית חולים אסף הרופא – מצב מתוכנן

תכנית	ייעוד קרקע מתוך התב"ע	שטח (מ"ר)	חלק יחסי (%)
אסף הרופא	דרך מוצעת	47,247	11%
	מבנים ומוסדות	368,745	89%
	סה"כ	415,992	100%

הערה: בתוכנית בית החולים שטחי מבנים ומוסדות כוללים בתוכם שטחים פתוחים וירוקים.



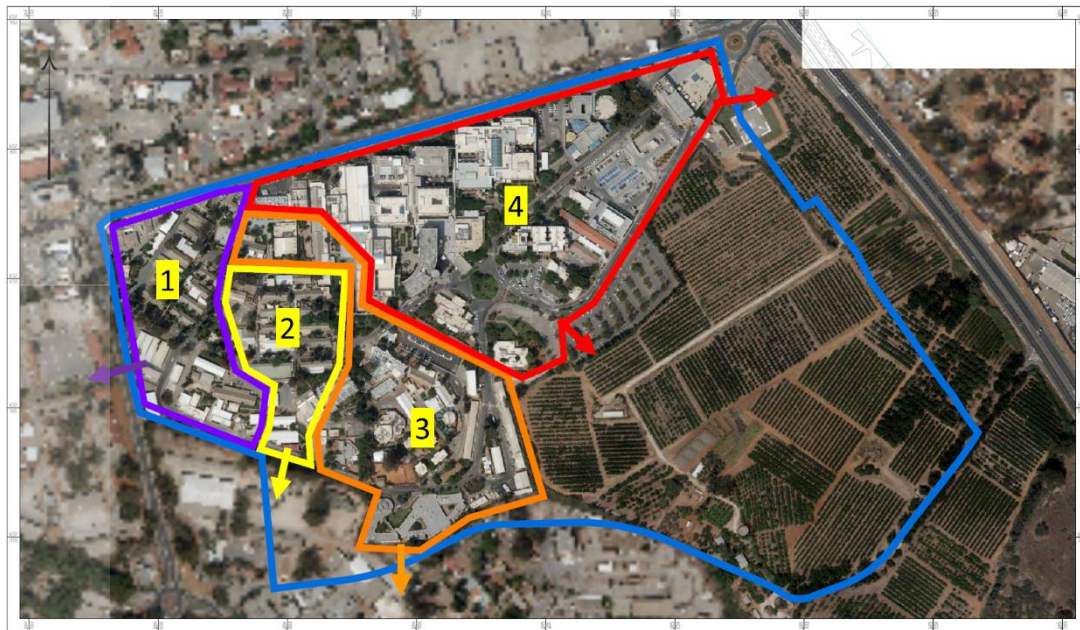


2. מערכת הניקוז

2.1. מערכת קיימת

לבית החולים ישנה מערכת ניקוז תת קרקעית מסודרת המסלקת את נגר העודף. בית החולים מחולק כיום לארבע תתי אגנים - אגנים 1, 2 ו 3 מסלקים את הנגר לכיוון דרום מערב לשטח הבסיס הצבאי צריפין ואגן מספר 1, המסלק את הנגר לכיוון תעלת המים של כביש מספר 44 היורדת דרומה עד למעביר המים הראשי.

איור 2.1- חלוקה לאגי ניקוז במצב הקיים



2.2. חישוב ספיקת תכן

רשת התיעול של בית החולים מתוכננת להבטיח את העברת חלקו הארי של הנגר העילי בעת סופת גשם, כאשר כל יתר המים בזמן אירועים חריגים יוזרמו בכבישים או בתעלות עד הגעתם אל השטחים הפתוחים.

בגלל גודל שטח התוכנית – 3.5 קמ"ר ותכסית השטח האורבנית, ספיקת הנגר הצפויה לצאת מאגן הניקוז, חושבה באמצעות הנוסחה הרציונאלית עם מקדמי התאמה. הנוסחה הרציונלית מבוססת על הקשר בין עוצמת הגשם מאגן היקוות, לשטחו, לתכונותיו הפיזיות. הקשר בין גורמים אלה מבוסס בנוסחה:

$$Q = \frac{C \cdot I \cdot A}{3.6}$$



כאשר :

I [מ"מ/שעה] - עוצמת הגשם הממוצעת המתאימה לזמן T_c ולתקופת חזרה T.

A [קמ"ר] - גודל שטח אגן ההיקוות המתנקז אל נקודת הריכוז.

C [-] - מקדם הנגר העילי הוא מוגדר כיחס בין הנגר העילי לבין עובי הגשם היורד על

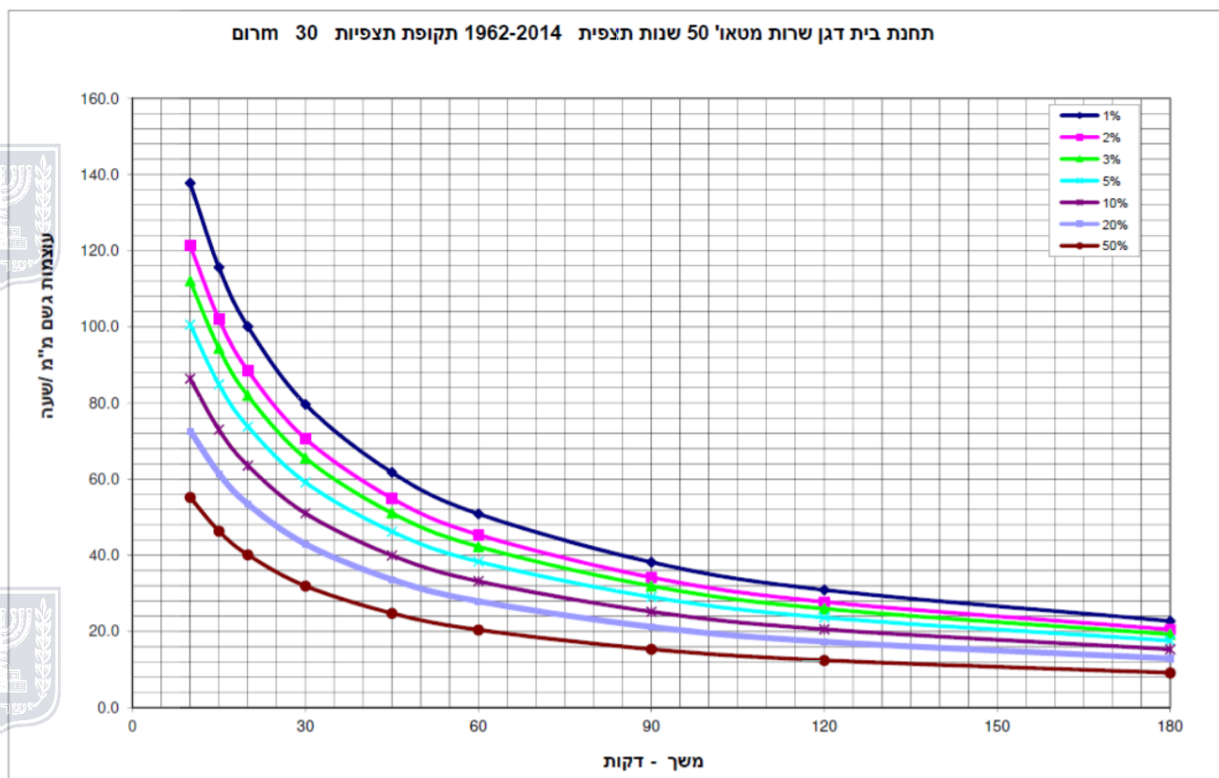
פני אגן ההיקוות.

Q [מ"מ/שנייה] - ספיקת נגר עילי במורד האגן.

2.3. עוצמת גשם לתוכנית המתוכננת

עוצמות הגשם לפרויקט נלקחו מתוך הדוח המסכם של נת"י ל"עוצמות הגשם בישראל וקביעת עוצמות גשם תכן כפרמטר בסיסי לתכנון ניקוז מערכות תחבורה" ממרץ 2016. תחנת המדידה בדוח הקרובה ביותר לשטח התכנון הינה תחנת בית דגן הממוקמת כ- 3.9 ק"מ צפונית לבית החולים

איור 2.3 – ההסתברות של עוצמת גשם מקסמאלית (מ"מ/שעה) למשכי זמן נתונים



2.4. זמן הריכוז

זמן הריכוז מוגדר כזמן הדרוש להתנקזות המים מהנקודה הרחוקה ביותר בשטח אגן הניקוז לנקודת המוצא. נקודת הריכוז היא הנקודה הנמוכה ביותר בכל שטח ההיקוות שאליה מתרכזים המים. לפי השיטה הרציונאלית מניחים כי שיא זרימת הנגר קורה בזמן הריכוז. כלומר – סופת התכנון היא הסופה הנמשכת בזמן השווה לזמן הריכוז – T_c .



זמן הריכוז משולב מזרימה ב – 3 מצבים :

1. משך זרימת המים לאורך הדרך הארוכה ביותר בשטח הטבעי של אגן ההיקוות עד לתואי הנקז המתוכנן.
2. זרימה על פני שטח האגן עד לכניסה לקולטנים.
3. המשך הזרימה בתוך מערכת התיעול עד לנקודת הבקרה (בנוסחאות הידראוליות מקובלות).

זמן הריכוז חושב על פי נוסחת קירפיד המתוקנת לפי מחקר נת"י "פיתוח הנחיות לחישוב ספיקות תכן מאגנים קטנים לצורך קביעת ממידי מערכת ניקוז בכבישי החברה הלאומית לדרכים" משנת 2012 :

$$T_c = K \times 5.4 \times L^{0.75} \times S^{-0.375}$$

T_c = זמן ריכוז בדקות.

K = מקדם תיקון להתאמת זמן הריכוז לישראל.

L = אורך המסלול הארוך ביותר בק"מ.

S = שיפוע ממוצע של האגן (מ"/מ').

איור 2.4.1 – מקדמי הכפלה לזמני ריכוז מתוך פיתוח הנחיות לחישוב ספיקות תכן מאגנים קטנים לצורך קביעת ממידי מערכת ניקוז בכבישי החברה הלאומית לדרכים

מקדם הכפלה לזמן ריכוז לפי קירפיד	חבורת קרקע שולטת (מיון לפי יואל דן)	שיפוע ממוצע של האפיק	צפיפות רשת ניקוז ורמת הסדרה	שימושי קרקע
0.4	H _{9,11,D} , E, K, B	גדול מ-1%	מפותחת	גידולי שדה, כרמים, מטעים ופרדסים צעירים, קרקעות חשופות ללא אמצעי שימור קרקע
(0.6)	H _{1,5} , E, K	קטן מ-1%	לא מפותחת	גידולי שדה, כרמים, מטעים ופרדסים צעירים, קרקעות חשופות ללא אמצעי שימור קרקע
1.0	B, H, K, E	כל השיפועים	לא מפותחת כלל	קרקעות מחופות היטב, מטעים מבוגרים עם חיפוי נוף נרחב, קרקעות עם אמצעי שימור קרקע
1.2	M, B, A, D	גדול מ-1%	מפותחת	שדות בור וחורש ים תיכוני בקרקעות הרריות
-	M, B, A	-	-	יערות ותיקים וקצירי נגר
1.1	H _{1,5}	קטן מ-0.5%	לא מפותחת	שטחים חקלאים במישורים
0.25	-	גדול מ-0.5%	מע' ניקוז משופרת	עירוני
(0.4)	-	קטן מ-0.5%	מע' ניקוז ישנה	כפרי ועירוני
(0.5)	-	גדול מ-0.5%	מע' ניקוז ישנה	כפרי ועירוני
0.4	R, X, Y, M, N, S	גדול מ-2%	מפותח מאד טבעי	קרקעות מדבריות חשופות



$$S = \frac{H_2 - H_1}{0.75L}$$

S = שיפוע ממוצע של האגן (מ"/מ').

H_2 = רום ראש האגן ב 0.1L.

H_1 = רום תחתית האגן ב 0.85L.

L = אורך האפיק (מ').



על פי הנוסחה הרציונלית, הספיקה נמצאת ביחס ישר לעוצמת הגשם שמתאימה לזמן ריכוז מסוים.

ככל שזמן הריכוז יהיה ממושך יותר עוצמת הסופה בתקופת חזרה נתונה – תקטן.

בטבלה שלהלן מרוכזים זמני הריכוז לאגני הניקוז השונים בשטח הפרויקט החלוקה לאגנים חושבה

לפי תתי האגנים ראה איור מס' 1.2. בנוסף ישנו חישוב לזמן הריכוז לכלל האגן המגיע למעביר

המים בכביש מס' 44 ראה איור 1.6.3 :

טבלה 2.4 – חישוב זמן ריכוז

אגן	שטח (קמ"ר)	אורך ערוץ ראשי L (מטר)	גובה ראש אגן L0.1 ב H2 (מ')	גובה תחתית אגן H1 ב L0.85 (מ')	שיפוע S (מ"/מ')	K מקדם תיקון	זמן ריכוז Tc מחושב (דקות)	זמן ריכוז נבחר Tc (דקות)
אספן הרופא A	0.105	510	67	60	0.0183	0.25	3.7	15
אספן הרופא B	0.315	1,080	62	52	0.0123	0.25	7.4	15
כלל האגן המגיע למעביר המים	3.50	3,015	63	50	0.0057	0.25	21.4	22



הערה: זמני ריכוז מינימליים המתאימים לשטחים בנויים עירוניים בשיפועים נמוכים מ 3% הינם

15 דקות עפ"י הנחיות לתכנון של נת"י.

2.5. מקדמי נגר עילי

מקדם הנגר העילי C, מייצג את החלק היחסי של הנגר העילי, מעובי גשם, המתנקז משטח נתון.

יש להביא בחשבון השתנות הערכים עם הזמן לאור פיתוח השטח. הערכים של המקדם יגדלו ככל

שאחוז השטח הבנוי יגדל, ויקטנו ככל שאחוז השטחים החדירים למים יגדלו.

ייעודי הקרקע השונים בשטח התוכנית הן של בית החולים והן של אגן הניקוז הראשי באזור, צפויים

לעבור תהליך של אורבניזציה על חשבון שטחים פתוחים ועל חשבון בניה במרקם כפרי (בסיס

צריפין)





טבלה 2.51 – חישוב מקדם נגר עילי למצב קיים

תכנית	יעוד קרקע מתוך התב"ע	שטח (מ"ר)	חלק יחסי (%)	מקדם נגר	מקדם נגר יחסי
אספ הרופא	דרך מוצעת	530	0.1%	0.9	0.00
	קרקע חקלאית	193,590	46%	0.3	0.14
	מוסדות בית חולים	221,747	53%	0.7	0.37
	שטח מוסד	4,262	1%	0.7	0.01
	סה"כ	420,129	100%		0.52

טבלה 2.52 – חישוב מקדם נגר עילי למצב מתוכנן

תכנית	יעוד קרקע מתוך התב"ע	שטח (מ"ר)	חלק יחסי (%)	מקדם נגר	מקדם נגר יחסי
אספ הרופא	דרך מוצעת	47,247	11%	0.9	0.10
	מבנים ומוסדות	368,745	89%	0.7	0.62
	סה"כ	415,992	100%		0.72

מקדם הנגר המשוקלל לכלל אגן הניקוז חושב לפי $C=0.65$ לאחר השלמת הפיתוח בשכונות הצפויות לקום על שטח בסיס צריפין.



2.6. חישוב תקופת חזרה עפ"י הנחיות תמ"א 3/ב'34

תקופת החזרה לתוכנית בית החולים אספ הרופא, נקבע עפ"י הנחיות רשות הניקוז ירקון ובהתאם לצורך לשמור על רציפות תפעולית של בית החולים גם באירועי גשם של 10% (1:10). תקופת החזרה לכלל אגן הניקוז נלקחה לפי הנחיות התמ"א לניקוז מעבירי מים ראשיים בכבישים בית עירוניים וארציים – 2% (1:50).

טבלה 2.6 – זמני חזרה עפ"י תמ"א 3/ב'34 - טבלת זמנים מבונים מעודכנת מיום 14.11.07

מס'	מאפייני השטח העירוני	גודל אגן ההתנקזות, דונם	גודל שקע מוחלט, דונם	תקופת חזרה בשנים
1	ניקוז מקומי בשכונות מגורים וכבישים משניים	עד 1,000	עד 5	5
2	ניקוז מקומי (בינוני) באזורי תעשייה ומסחר ומרכזים עירוניים	עד 500	עד 5	10
3	ניקוז ראשי (בינוני) בשכונות מגורים וכבישים משניים	מעל 500 עד 2,000	מ-5 עד 10	10
4	ניקוז ראשי באזורי תעשייה ומסחר ומרכזים עירוניים	מעל 500	מעל 5	20
5	ניקוז ראשי (נרחב) בשכונות מגורים וכבישים משניים	מעל 2,000	מעל 10	20
6	ניקוז עירוני ראשי ומעברי כבישים בין עירוניים וארציים	מעל 5,000		50



2.7. חישובי ספיקות תכן

להלן טבלה עם ריכוז הספיקות באגנים השונים עפ"י הנוסחה הרציונלית:

טבלה 2.7 – ספיקות תכן מצב קיים

Q (m ³ /sec)	I (mm/hr)	C (-)	A (km ²)	Tc (min)	תקופת חזרה	אגן
1.55	74	0.72	0.105	15	10%	אסף הרופא A
4.66	74	0.72	0.315	15	10%	אסף הרופא B
54.35	86	0.65	3.5	22	2%	כלל האגן המגיע למעביר המים



3. המערכת המתוכננת

3.1. נפחי השהייה ואגירה בשטח התוכנית

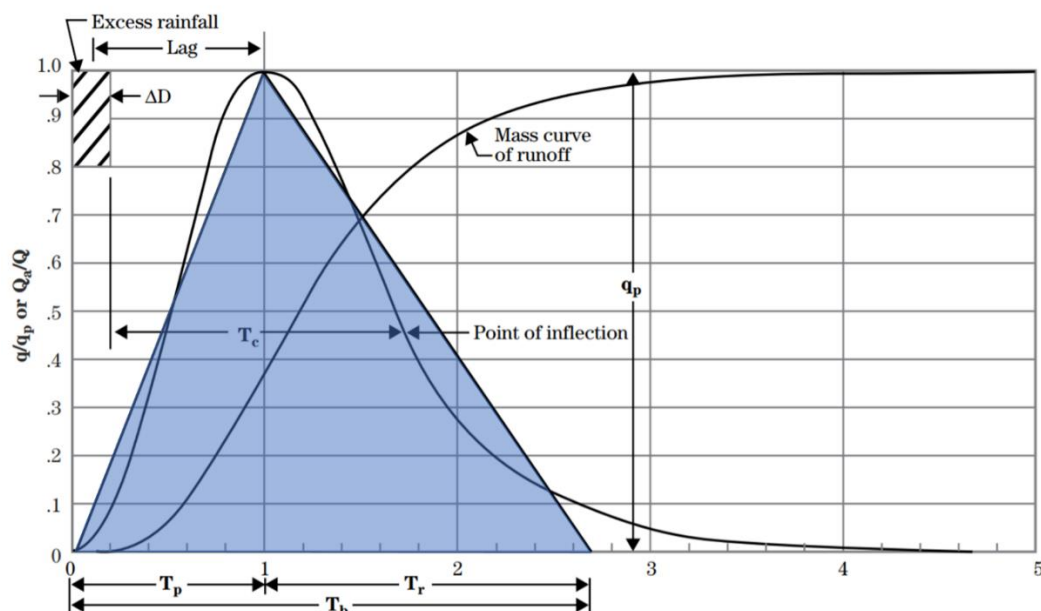
3.1.1. נפחי אגירה במעלה מעביר המים

כפי שתואר בפרק מספר 1.6 – "השתלבות ניקוז בית חולים אסף הרופא במערכת הניקוז האזורית", מעביר המים הקיים החוצה את כביש מס' 44 מסוגל כיום להעביר ספיקה מקסימלית של 7.5 מ"ק/שניה בלבד, בעוד שספיקות התכן הצפויות להתקבל במורד האגן, לאחר השלמת הפיתוח האזורי צפויות להגיע ל כ 54 מ"ק/ש/שניה.

בכדי לחפות על פערי הספיקות היוצאות ממתחם בית החולים יש צורך באיגום וריסון הספיקות במעלה. חישוב נפח האיגום הנדרש חושב עפ"י הידרוגרף משולש. בהידרוגרף, אנו מניחים שספיקת השיא מתקבלת בזמן הריכוז (Tp) וזמן הבסיס (Tb) הינו 2.67 מזמן הריכוז (Tp)



איור 3.1.1 – הידרוגרף משולש





טבלה 3.1.1 – נפח אגירה נדרש בשטח אגן הניקוז

אגן	תקופת חזרה	Tc (min)	Q _{in} (m ³ /sec)	Q _{out} (m ³ /sec)	ΔQ (m ³ /sec)	V (m ³)
כלל האגן המגיע למעביר המים	2%	22	54.35	7.50	46.85	82,554

כאשר:

Tc – זמן ריכוז מכלל האגן למעביר המים בכביש 44.

Q_{in} – הספיקה לתקופת חזרה של 2% הצפויה במורד האגן.

Q_{out} – ספיקת התכן של מעביר המים הקיים החוצה את כביש מס' 44.

ΔQ – ספיקת התכן העודפת שאינה יכולה להיות מסולקת ע"י מעביר המים.

V – נפח האגירה הנדרש בכלל האגן להורדת הספיקות במורד, לספיקת התכן של מעביר המים.

כפי שנרשם בפרק מספר 1.6.4 – "איגום מתוכנן בכניסה למעביר המים" בשטח תב"ע מספר 455-

0595330 – צריפין מתחם 7 ב' צפוי להיבנות איגום בנפח כולל של 35.0 אלמ"ק. גם לאחר הקמת

האיגום ישנו מחסור בנפח איגום של 47.5 אלמ"ק.



3.1.2. נפחי אגירה נדרשים בשטח תוכנית אסף הרופא

בגלל ששטח אגן הניקוז כולל בתחומו מספר תוכניות תב"ע שונות (ארבע במספר) השייכות

למספר רשויות מוניציפליות שונות, ישנו קושי רב בתכנון כוללני של מערכות הניקוז והאיגום.

לצורך מציאת חלקה היחסי של בית החולים באיגום האזורי הנדרש, חושב יחס שטח תוכנית בית

החולים לשטח הכולל של אגן הניקוז.

$$\frac{A_1}{A_2} = \frac{420}{3,500} = 0.12$$

כאשר:

A₁ – שטח תוכנית בית החולים (דונם)

A₂ – שטח כלל אגן הניקוז (דונם)



$$V_H = V_t * 0.12 = 47,500 * 0.12 = 5,700 m^3$$

כאשר:

V_H – נפח אגירה נדרש בשטח בית החולים (מ"ק)

V_t – נפח אגירה נדרש בכלל שטח האגן (מ"ק)



עפ"י דרישת רשות ניקוז יש לתכנן כ 20 מ"ק/דונם נפח אגירה והשהייה לכלל שטח התוכנית.



$$V_H = A_1 * 20 = 420 * 20 = 8,400m^3$$

כפי שניתן לראות דרישת רשות ניקוז מחמירה מהדרישה לנפח איגום מינימלי מחושב. לכן, נבחר לתכנן בשטח התוכנית, נפח איגום והשהייה של 8,400 מ"ק.

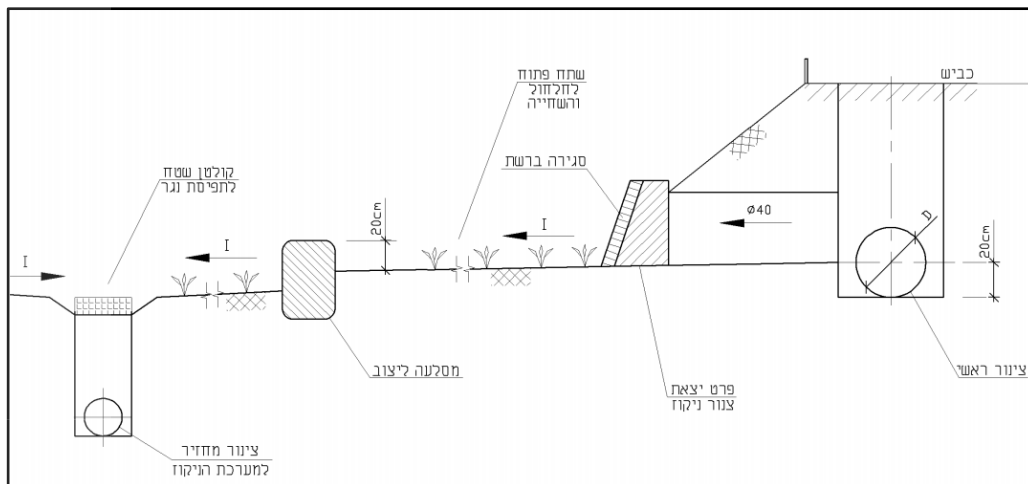
3.1.3. מערכות איגום, השהייה והחדרה בשטח התוכנית

תוכנית זו בוחנת מספר אמצעים לאיגום, השהייה והחדרת נגר עילי לצורך הקטנת הספיקות במורד.



* השהייה בשטחים פתוחים – בתחום התוכנית אותרו שטחי גינון פתוחים הניתנים להצפה באירועי גשם בגובה מים ממוצע של 20 ס"מ. שטחי הגינון יתוכנן במבנה של טרסות עם מסלעות או קירות עם מעברי מים, כאשר במורד השטח תמוקם שוחת שטח לקליטת עודפי הנגר המושהים. לאחר סיום אירוע הגשם יתנקז השטח באיטיות לכיוון שוחת השטח. במורד השטח וביציאה משוחת השטח ישולבו בארות החדרה.

איור 3.1.3 – פרט שטח השהייה בשצ"פ

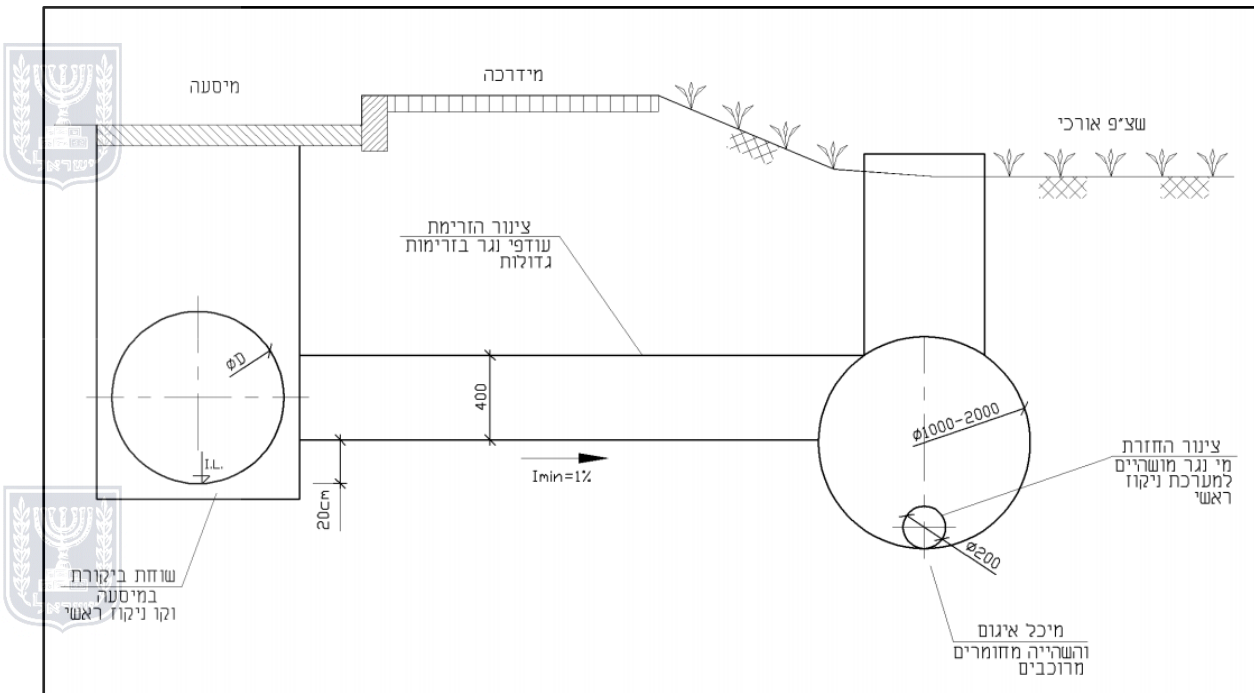




* השהייה במכלים לאגירת נגר – בשטח התוכנית ישנם שטחים פתוחים צרים, משעולים ושבילים בהם ניתן להתקין מכלי אגירה תת קרקעיים. מכלי האגירה מסוגלים לאגור נפח מים גדול בטביעת שטח קטנה. לדוגמא: ע"י שימוש במכלי אגירה בקוטר 100 ס"מ בלבד ניתן לאגור כ 0.8 מ"ק לכל 1.1 מ"ר של שצ"פ.

מכלי האגירה יחוברו למערכת התיעול הראשית, בעת אירועי גשם חלק ממי הנגר יוזרמו למאגרים וישוחרר חזרה למערכת התיעול באיטיות.

איור 3.1.4 – פרט השהייה במכלי אגירה תת קרקעיים



* השהייה על גגות וגגות ירוקים – שטח בית החולים הקיים והמתוכנן בעל תכנית גדולה של גגות שטוחים, מרבית שטח הגגות, הינו שטח פנוי למעט מספר מערכות הנדסיות הממוקמות על הגגות, ראה תצלום אוויר מצורף של שטח בית החולים הקיים באיור מס' 3.1.5. שטחי גגות גדולים יכולים לשמש בתור מערכות יעילות להשהיית נגר. כיום ישנם מספר חלופות מקובלות, נספח זה יסקור שתיים מהם, הראשונה - גגות עם התקנת מצע נקבובי היכולות לאגור נפח מים קטן ולהעביר אותו למערכת המרזבים של המבנה בהזרמה איטית. כיום ישנם מערכות המשלבות משטחים סופחים המסוגלות לקלוט עד כ 10 מ"מ/שעה של גשם לכל מ"ר גג. החלופה השנייה – התקנת מערכת גג ירוק, גגות ירוקים הינם חלופה אקולוגית בעלת שילוב שימושים, השטחים הירוקים מורידים את צריכת האנרגיה של המבנה, מוסיפים שטחים שימושיים למבנים ע"י פתיחת השטחים לציבור, וכמובן מקטינים את כמויות הנגר העודף. גג ירוק מסוגל לקלוט עד כ 45 מ"מ/שעה של גשם לכל מ"ר גג.

יש לקחת בחשבון ששימוש בגגות סופחים או בגגות ירוקים מגדיל את העומס על תקרת המבנים ויש לשלב פתרונות אלו כבר בשלב התכנון ולהתאים את התקרה לעומסים הנוספים.



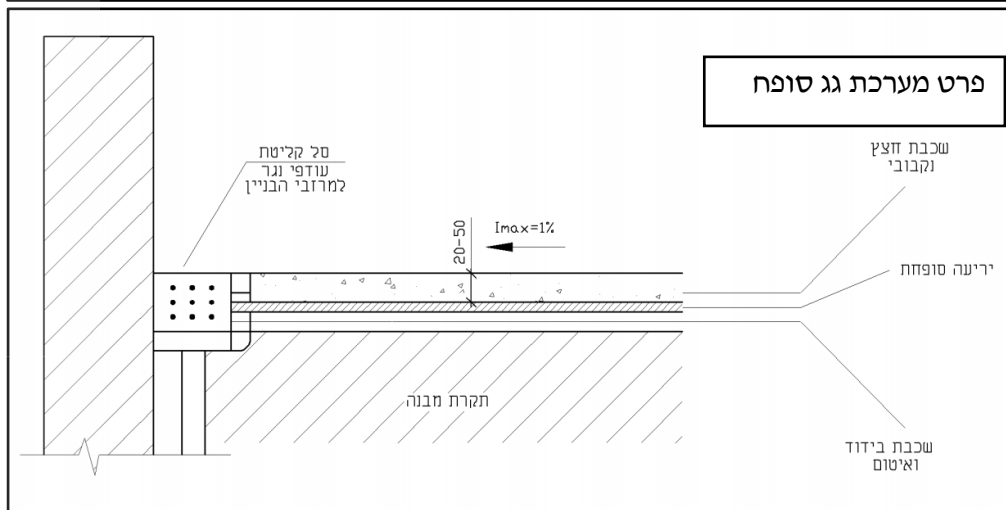


בשטח התוכנית העתידית צפויה תוספת של 130,000 מ"ר של שטח גגות, שטח זה יכול לווסת כמויות גדולות של נגר עודף.

איור 3.1.5 – פרט השהייה על גגות



תצלום אוויר בית החולים אסף הרופא



פרט מערכת גג ירוק



טבלה 3.1.3-נפחי השהייה בשטח התוכנית

נפח השהייה (מ"ק)	שטח מיועד בתוכנית (מ"ר)	סוג אלמנט
2,000	10,000	השהייה בשטחים פתוחים
4,600	8,200	השהייה במאגרים תת קרקעיים
1,800	12,000	השהייה על גגות*
8,400		סה"כ

* בתוכנית העתידית של בית החולים אסף הרופא מתוכננים כ 130,000 מ"ר של גגות.

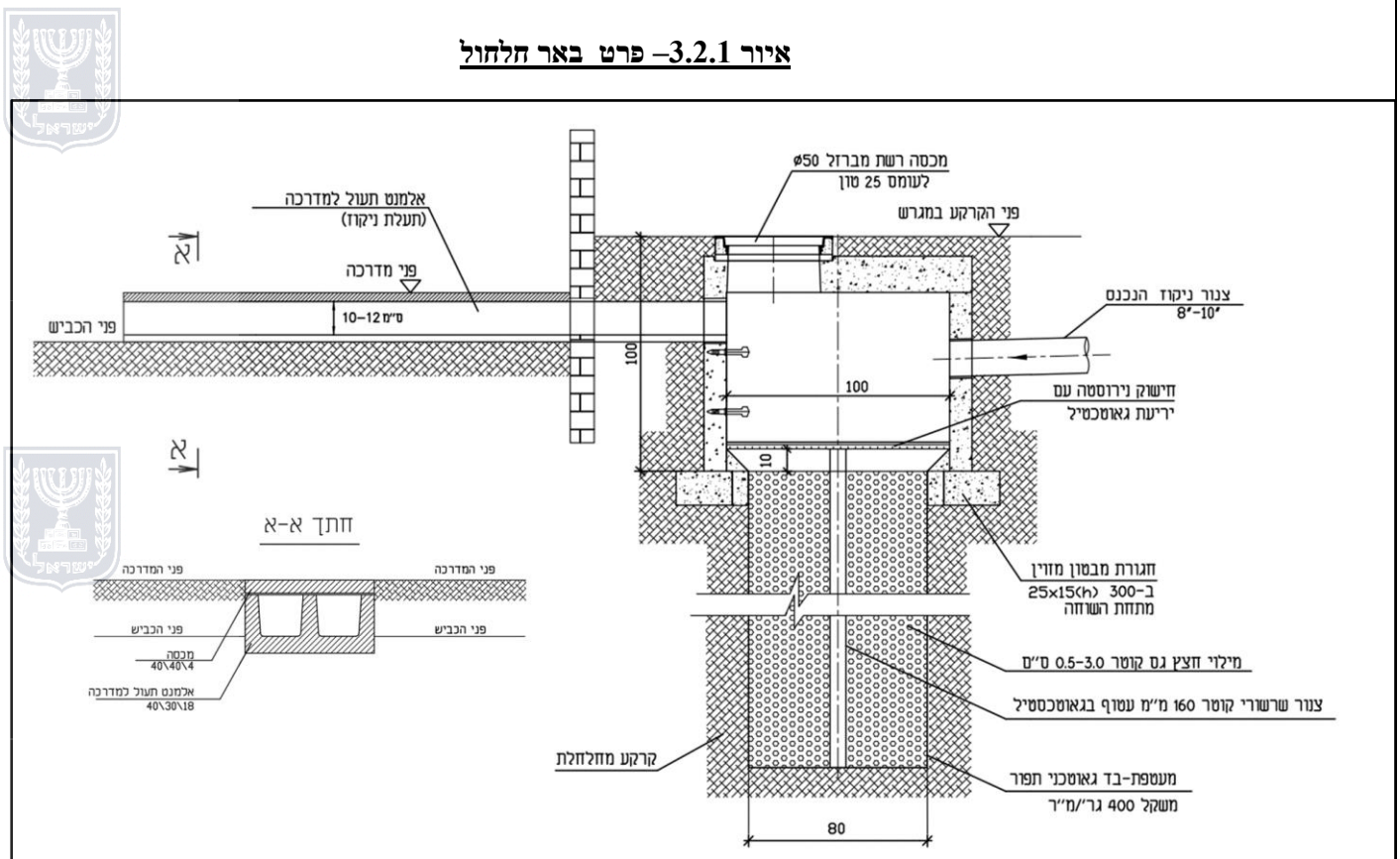
בשטח זה ניתן לתכנן נפחי השהייה גדולים, בסמכות יועץ הניקוז ואדריכל התוכניות המפורטות להגדיל את נפחי ההשהייה על גגות המבנים על חשבון השהייה במערכות אחרות. אם זאת, אין להקטין את נפחי ההשהייה הכוללים בשטח התוכנית של 8,400 מ"ק.



3.2. בארות חלחול

כפי שנרשם בסעיף 1.5 תמ"א 4/ב/34 איגום מים עיליים החדרה, העשרה והגנה על מי תיהום. שטח התוכנית ממוקם על אזור א' – פגיעות מי תהום גבוה. בכדי להגדיל את נפח המים המגיע לתת הקרקע יתוכננו בארות חלחול בשטחים הפתוחים, לפני כניסת מי נגר עילי למערכת סילוק הנגר, ובמורד מערכות איגום והשהיית נגר. בנוסף להעשרת האקוויפר, בארות חלחול מורידות את ספיקות הנגר העילי במורד האגן.

איור 3.2.1- פרט באר חלחול

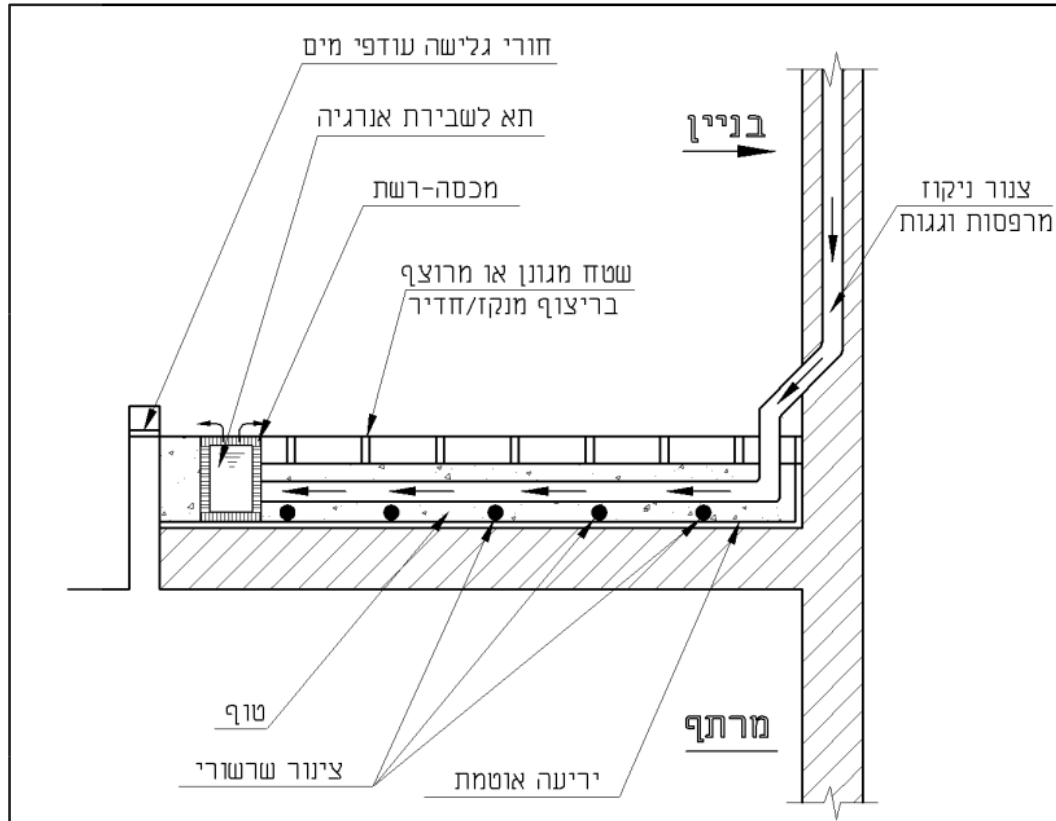




3.3. מערכת איסוף והולכת נגר עילי

מערכת האיסוף והולכת הנגר העילי בפרויקט תוכננה לאורך הכבישים הראשיים בתחום המיסעה. המערכת תאסוף את כלל הנגר המגיע מהכבישים, חצרות והגגות (לאחר השהייה) ותפנה אותם לכיוון דרום מזרח. לאורך מערכת ההולכה יבוצעו חיבורים על מערכות השהייה כפי שהוצגו דלעיל - מערכות השהייה בשטחים פתוחים ומערכות השהייה במכלי אגירה. האוגר העודף המגיע מהאלמנטים השונים יוזרמו על מעביר המים הקיים, החוצה את כביש מס' 44.

איור 3.3.1 – פרט איסוף נגר עודף ממרזבים



- קוטר קו ניקוז מינימלי לתכנון הינו 60 ס"מ.
- קוטר הקווים היוצאים מהמתחם לכיוון מתחם צריפין 7 א' חושב עפ"י נוסחת מאנינג:

$$Q = \frac{A \times R^{2/3} \times J^{1/2}}{n}$$

Q – ספיקה בתעלה/צינור (מטר/שניה)

A – שטח זרימה (מ"ר)

R – רדיוס הידראולי (מטר)

J – גראדיינט הידראולי

n – מקדם מאנינג (-)

לצורך חישוב הספיקות בקווי הניקוז נלקח מקדם מאנינג של 0.013 המתאים לצינורות בטון.



4. המלצות להוראות התוכנית שיבטיחו מניעת נזקי הצפות, שיטפונות וסחף, טיפול בנגר שמקורו בתחום התוכנית

יש לבצע את תכנון מערכות הניקוז בבניינים ובשטחים הציבוריים בשיתוף פעולה בין אדריכל הפרויקט, אדריכל הנוף ומהנדס הניקוז.

- יש לתכנן מערכות השהייה הן בשטחים הציבוריים והן בשטח המבנים:
 - תכנון גגות ירוקים.
 - הפניית מרזבים לשטחים מחלחלים.
 - תכנון חניות, רחבות וחצרות עם ריצוף מנקז וחדיר.



נפי האיגום שהוגדרו בתשריט נספח 5.2 בשטח השצ"פים מחייבים.

- מבנים בעלי צורך ברציפות תפעולית נמוכה יתוכננו עם מפלס +0.00 נמוך בכ-20 ס"מ ממפלס הקירות התוחמים אותם.
- מבנים בעלי צורך ברציפות תפעולית גבוהה, יתוכננו עם מפלס +0.00 גבוה ממפלס הכבישים, שיבטיח בזמן אירועי גשם חריגים יכולת גישה ותפעול.
- שטחי גינון, נטיעות וערוגות פרחים יתוכננו במפלס נמוך מהשטחים המרוצפים על מנת לאפשר ניקוז וחלחול טבעי מקסימלי.
- מרתפי חניה: ניקוז גג מרתפים ישופעו ב 1.5%-2.0% לכיוון שטח מחלחל לכל עומק. מעל תקרת המרתפים תונח שכבת טוף בעובי של לפחות 60 ס"מ. חישוב נפח האיגום יחושב ע"י יועץ להידרולוגיה וניקוז של התוכנית המפורטת. בתחתית השכבה המנקזת תותקן מערכת צינורות שרשוריים לאיסוף מי הגשם והעברתם לשטחי חלחול והשהייה או למערכת הניקוז הציבורית.
 - בסמכות יועץ ההידרולוגיה וניקוז של התוכנית המפורטת להציע חלופות וטכנולוגיות שונות לצורך השהיית הנגר.
- **צירי התנועה הראשיים** בבית החולים, יתוכננו כך, שגם בזמן אירועי גשם חריגים, בית החולים יוכל להמשיך ולשמור על רציפות תפעולית.
 - תכנון קולטנים במרחק מקסימלי של 60 מטר מקולטן לקולטן.
 - תכנון שיפועי אורך ושיפועי רוחב שיבטיחו סילוק מהיר של הנגר הזורם על פני הכביש.
 - תכנון תעלות צד בכבישים עם שיפועים אורכיים קטנים מ 0.6%.

