



## תכנית ניהול נגר עירוני בקופנהגן

### נקודות מרכזיות

- כדי להתמודד עם אירועי גשם חריגים בעוצמתם, פיתחה עיריית קופנהגן בשנת 2012 את 'תוכנית ניהול שבר הענן של קופנהגן' (Copenhagen Cloudburst Management Plan). התוכנית פותחה בעקבות אירוע גשם חריג בעוצמתו שפקד את העיר ביולי 2011. מטרת התוכנית לשפר את מערכת הניקוז העירונית בשימוש מופחת ככל האפשר בפתרונות ניקוז תת-קרקעיים, כך שגובה ההצפה המקסימלי ברחבי העיר באירוע של אחד למאה שנה יהיה 10 ס"מ.
- אחד האמצעים המוצעים בתוכנית הוא שינוי בתכסית ובפתרונות הניקוז של שטחים פרטיים כדי להפחית מהעומס על מערכת הניקוז ובמקביל לשפר את המרחב הפתוח באופן נקודתי. דוגמה לכך היא כיכר הותרס (Hothers Plads): חצר פנימית שהפכה מחניון לגינה משותפת ומשהת נגר, כפי שניתן לראות בתמונת השער.

### רקע

פרטים כלליים

|               |                                       |
|---------------|---------------------------------------|
| שם הפרויקט    | Copenhagen Cloudburst Management Plan |
| מיקום גאוגרפי | קופנהגן, דנמרק (Copenhagen, Denmark)  |
| משך התוכנית   | 2012-2035                             |
| עלות משוערת   | 3.8 מיליארד כתר דני (1.8 מיליארד ש"ח) |
| יזמים         | עיריית קופנהגן                        |

## תיאור תהליך ותוצאות

קופנהגן, בירת דנמרק, היא העיר הגדולה במדינה – בעיר מתגוררים כ-805 אלף תושבים, ובמטרופולין שלה כ-2.5 מיליון תושבים. העיר משמשת המרכז הכלכלי של דנמרק ושל כלל האזור הסקנדינבי-בלטי. העיר שוכנת על החופים המזרחיים של האי זילנד (Zealand), על האי אמגאר (Amager) ועל מספר איים מלאכותיים ביניהם. העיר מאופיינת באקלים ממוזג ובמשקעים לאורך כל ימות השנה. שכמות המשקעים השנתית הממוצעת היא 590 מ"מ. גובהה הממוצע של העיר מעל פני הים הוא נמוך יחסית – עד 91 מטר, והנגר שלה מתנקז לים הבלטי.

משנת 2005, בעקבות פרויקטים מחקריים שונים, הלכה וגברה המודעות לצורך להתאים את מערכות הניקוז העירוניות לאירועי אקלים קיצוניים שמקורם בשינויי אקלים. בדוח של ממשלת דנמרק משנת 2008 נכתב כי באחריות הרשויות המקומיות להבטיח זאת, וכחלק מכך להציג תוכניות התאמה. במענה לדרישה זו הציגה עיריית קופנהגן את תוכניתה בשנת 2011 ([Copenhagen Climate Adaptation Plan](#)). התוכנית השאפתנית ניסתה להעניק חזון המבוסס על המלצות ועידת COP15 הבינלאומית לשינויי אקלים. אלא שהתנאים למימושה עדיין לא הבשילו אז.

שבר ענן חריג בעוצמתו שפקד את העיר ביולי 2011 גרם להצפות נרחבות והרסניות ([תמונה 1](#)). כתוצאה מכך רחובות נחסמו, מרתפים הוצפו ואספקת החשמל לבית החולים הראשי בעיר שובשה. כמו כן, עובדי עירייה רבים נפגעו מחשיפה למי הגשם אשר נמהלו עם מי בויב במערכת הניקוז העירונית, ואחד מהם אף מצא את מותו. עיריית קופנהגן העריכה את הנזק הפיזי בכ-3 מיליארד ש"ח, ונתבעה בתביעות נזיקין בהיקף של 2.44 מיליארד ש"ח. האירוע הותיר רושם עצום ועורר מודעות בקרב התושבים ובעלי המשרה בעיר לצורך הדחוף להתאים את התשתיות העירוניות לאתגרי ניהול הנגר הנוכחיים והעתידיים. בעקבות כך החלה העירייה בתכנון מהיר של 'תוכנית ניהול שבר הענן של קופנהגן' ([Copenhagen Cloudburst Management Plan](#)), אשר פורסמה בשנת 2012. בניגוד לתוכנית ההתאמה הראשונית שפורסמה שנה לפני כן, תוכנית זו זכתה לתמיכה פוליטית רבה. מאז כבר יושמו חלקים ממנה ואחרים נמצאים בשלבי תכנון וביצוע. כמו כן, עקרונותיה של התוכנית מוטמעים בתוכניות נוספות של העירייה מאז, דוגמת 'התוכנית לטבע עירוני בקופנהגן' ([Urban Nature in Copenhagen](#)) ועוד.

## תוכנית ניהול שבר הענן של קופנהגן

התוכנית מתמקדת בהגנה על העיר מפני הצפות החורגות מאירוע של 1:10, כך שגובה מי ההצפה ברחבי העיר במקרה של אירוע גשם של 1:100 לא יעלה על 10 ס"מ. מימוש מטרה זו ייעשה באמצעות 350 פרויקטים של התאמה מחדש של רחובות וכיכרות עירוניות ברחבי העיר עד לשנת 2035.

מתודת התוכנית מחולקת לשני שלבים:

1. הסרת כל החסמים הפיזיים המפריעים לזרימת הנגר העילי לכיוון הנמל.
2. בניית מערכת ניקוז המאפשרת זרימה בטוחה של נגר עילי ברחובות עצמם ובמובילים פתוחים עד לשחרורם בנמל ([איור 1](#)). הכלי המרכזי למימוש התוכנית יהיה שימוש בפרויקטים של התחדשות עירונית. על פי הצפי, בניית המערכת תושלם עד לשנת 2035.

לצורך התכנון של מערכת הניקוז המחודשת חולקה העיר חולקה לשבעה אגני ניקוז, המרכזים יחד 60 ערוצי ניקוז עילי (בהתבסס על מבנה של ערוצים ראשיים וערוצים משניים). נוסף על כך, ארבע תעלות ניקוז תת-קרקעיות יחברו אזורים שאי אפשר לחברם לנמל בחיבור עילי. סך הכול כוללת התוכנית 350 פרויקטים של התאמה מחדש (reprofiling) של כיכרות ורחובות קיימים.

תקציב התוכנית מגיע מהעירייה, מהיטלים של חברת הניקוז ומגורמים פרטיים ([איור 2](#)). בעלי נכסים פרטיים אחראים למניעת הצפות בשטח הפרטי, לרבות מניעת הצפתם של מחסנים. חברת הניקוז אחראית למערכת הניקוז העירונית ולמניעת הצפות במרחב הציבורי. העירייה, כבעלת חברת הניקוז ותחת אגף התכנון העירוני, אחראית לתיאום ולמימון המהלכים הנדרשים כחלק מתוכניות עירוניות וארציות רלוונטיות אחרות.

התוכנית מתמקדת בניקוז מהיר של הנגר העילי לנמל באמצעים הנדסיים, ואין בה התייחסות להיבטים של מגוון ביולוגי ולשיפור המרחב העירוני. לפיכך עולה ביקורת כי ישנה החמצה של הזדמנות למהלך רחב יותר וסביבתי יותר. עם זאת, ניתן ללמוד מהעשייה על שילוב של בעלי עניין שונים ליצירת פתרון התורם לכל המעורבים. אחת הדוגמאות לכך היא הפרויקט של כיכר הות'רס.

## כיכר הות'רס (Hothers Plads Karré) - ניהול נגר בתחום מתחם מגורים באמצעות שינוי התכנית ופני השטח של חצר פנימית קיימת

כיכר הות'רס היא חצר פנימית בגודל שישה דונמים של בניין מגורים בשכונת נורברו, שכונת מהגרים הנמצאת בסמוך למרכז העיר שעוברת בשנים האחרונות תהליכים של התחדשות עירונית. לפני הפרויקט שימשה החצר בעיקר כחניון לכלי רכב ולאופניים (תמונה 2). הפרויקט הוא חלק מתוכנית ניהול שבר הענן העירונית ומומן מתקציבה בעלות כוללת של 10 מיליון כתר דני (4.75 מיליון ש"ח).

מתכנני הפרויקט ביקשו לאפשר השהיה וחלחול של כ-30% ממי הנגר העילי שהמתחם מייצר בשטחו באירוע גשם בהסתברות של 1:10. שטחי האספלט שבחצר פנו ובמקומם הוקמו שטחים ירוקים ומחלחלים (איור 3). סך הכול גדל השטח המגונן בחצר הפנימית פי 6, והוקמו בו 25 ערוגות גשם (תמונה 3). נוסף על כך, גגות חניוני האופניים הוסבו לגגות ירוקים (תמונה 4). מתחת לשטחי הגינון מוקם מיכל אגירה תת-קרקעי בנפח של 5 מ"ק, והמים הנאגרים בו משמשים להשקיית הצמחייה בחצר. כחלק מהתוכנית נותקו צינורות הניקוז הקיימים של הגגות והחצר הפנימית ממערכת הניקוז העירונית.

רובד נוסף של התכנון כולל אזורי משחק ופיקניק לתושבי הבלוק (תמונה 5), לול תרנגולות משותף ועוד. בזכות כך החצר הפנימית המוזנחת והלא פעילה הפכה למקום מפגש קהילתי.

## מידע נוסף וקישורים

- [Copenhagen Climate Adaptation Plan, 2011](#)
- [Cloudburst Management Plan, 2012, The city of Copenhagen](#)
- [Urban nature in Copenhagen, Strategy 2015-2025](#)
- [How to manage cloudburst and rain water- Action plan for climate-proof Demark, 2012, The Government of Denmark](#)
- [An SDG-based framework for assessing urban stormwater management systems. Blue-green Systems, 2019, Sørup, H. J. D., Fryd, O., Liu, L., Arnbjerg-Nielsen, K., & Jensen, M. B.](#)
- [Rethinking urban water for new value in cities- Sustainable solutions for integrated urban water management, 2013, The Rethink Water Network & Danish Water Forum](#)

## קישורים

## קבצים להורדה

[Copenhagen adaption plan, 2011](#)

[Cloudburst Management Plan, 2012, The city of Copenhagen](#)

[How to manage cloudburst and rain water- Action plan for climate-proof Demark](#)

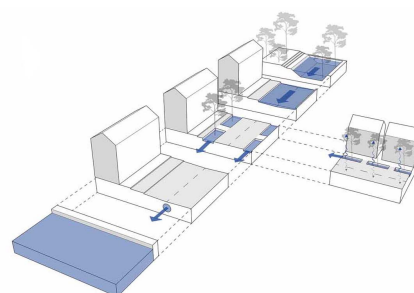
[Rethinking urban water for new value in cities](#)

[An SDG-based framework for assessing urban stormwater management systems. Blue-green Systems, 2019, Sørup, H. J. D., Fryd, O., Liu, L., Arnbjerg-Nielsen, K., & Jensen, M. B](#)

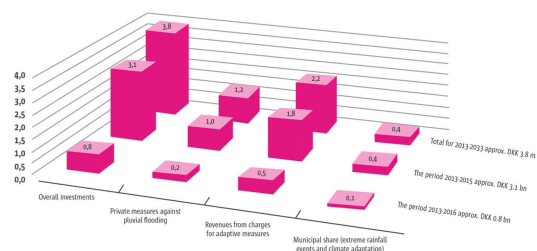
## תמונות



הצפות בקופנהגן, יולי 2011 (מקור: Copenhagen Cloudburst Management Plan)



מערכת הניקוז המתוכננת: הרחוב עצמו והכיכרות העירוניות כערץ ניקוז יחד עם ערוגות גשם, שימוש בצנרת תת-קרקעית במקומות הנדרשים לכך וניקוז מהיר לנמל. (באדיבות: פרופ' מרק רנדול, אוניברסיטת קופנהגן)



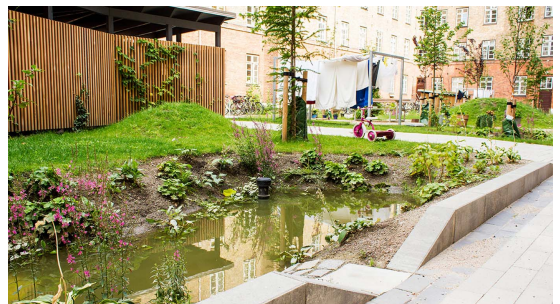
תחזית חלוקת תקציב התוכנית בחלוקה לשלוש פעימות (מקור: Copenhagen Cloudburst Management Plan)



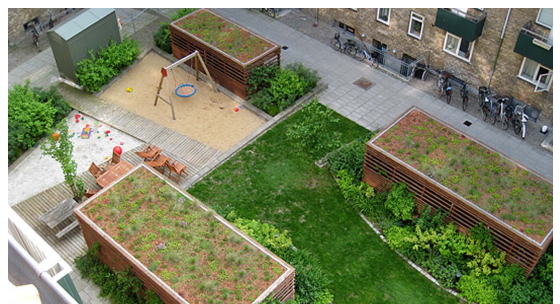
תוכנית אדריכלות נוף של כיכר הות'רס (באדיבות משרד תכנון Niels Lützen)



החצר הפנימית לפני הפרויקט (באדיבות משרד תכנון Niels Lützen)



ערוגת גשם (באדיבות משרד תכנון Niels Lützen)



חניות אופניים עם גג ירוק (באדיבות משרד תכנון Niels Lützen)



מפגש קהילתי בחצר שהפכה מחניון לחצר קהילתית (באדיבות משרד תכנון (Niels Lützen)