בחינת ריכוזי הרקע של בנזן בתחנות הניטור מול אסדת לוייתן

לתקופה 1/11/2019 – 22/12/2019

ותוצאות המדידות בזמני הנישוב הראשון והשני באסדה

06 ינואר 2020
הוכן ע"י צוות מנ"א במשרד להגנת הסביבה
(ד"ר לבנה קורדובה-ביז'ונר, ד"ר אילן לוי, איתן מאזה, ד"ר אסנת יוסף)

1. כללי

בחינת ריכוזי רקע של הבנזן נערכה בתחנות הניטור מול אסדת לויתן. מתוך שמונה תחנות הניטור המודדות בנזן באזור, שתיים החלו למדוד ימים ספורים לפני תקופת הנישוב ולכן אינן נכללות בדוח זה לצורך חישוב ריכוזי הרקע אולם תוצאות ריכוזיהן ביום הנישוב נכללות (ניידת 7 – זיכרון יעקב וניידת 1 - נווה ים). מדובר בתחנות החופיות נחשולים (קרון א.ע.שרון כרמל 2), דור, תחנת קיסריה ראלי וקיסריה קרון 3 (קרון א.ע.שרון כרמל) ובתחנות הניטור הפנימיות על צלע ההר במעיין צבי (מעין צבי – איגוד ומעין צבי – נובל).

הבחינה נערכה לכל תחנה בנפרד מאחר ולכל תחנה מאפיינים שונים בהתאם למקורות הפליטה המשפיעים עליה. עבור כל תחנה נאמדו הערכים הממוצעים והערכים המזעריים והמרביים הן היממתיים והן השעתיים.

במסמך זה נבחר פרק הזמן בין ה- 1.11.19 – 22.12.19 כיון שתקופה זו של השנה (סתיו – תחילת חורף) מאופיינת בשילוב של לילות ארוכים ובהירים ומצבים סינופטים הכרוכים ברוחות חלשות (רמה, רכס, אפיק ים סוף), ולעיתים קרובות מתפתחות בה בשעות הלילה והבוקר המוקדמות אינברסיות קרקעיות מפותחות. אינברסיות קרקעיות מפותחות הינן מצב בו טמפרטורות האוויר עולה עם הגובה, מפני הקרקע ועד לגובה של 150 – 300 מטר ולעיתים אף ליותר מכך. במצבים אלו פוטנציאל פיזור המזהמים ירוד וכפועל יוצא עולה הפוטנציאל לזיהום אוויר ממקורות נמוכים.

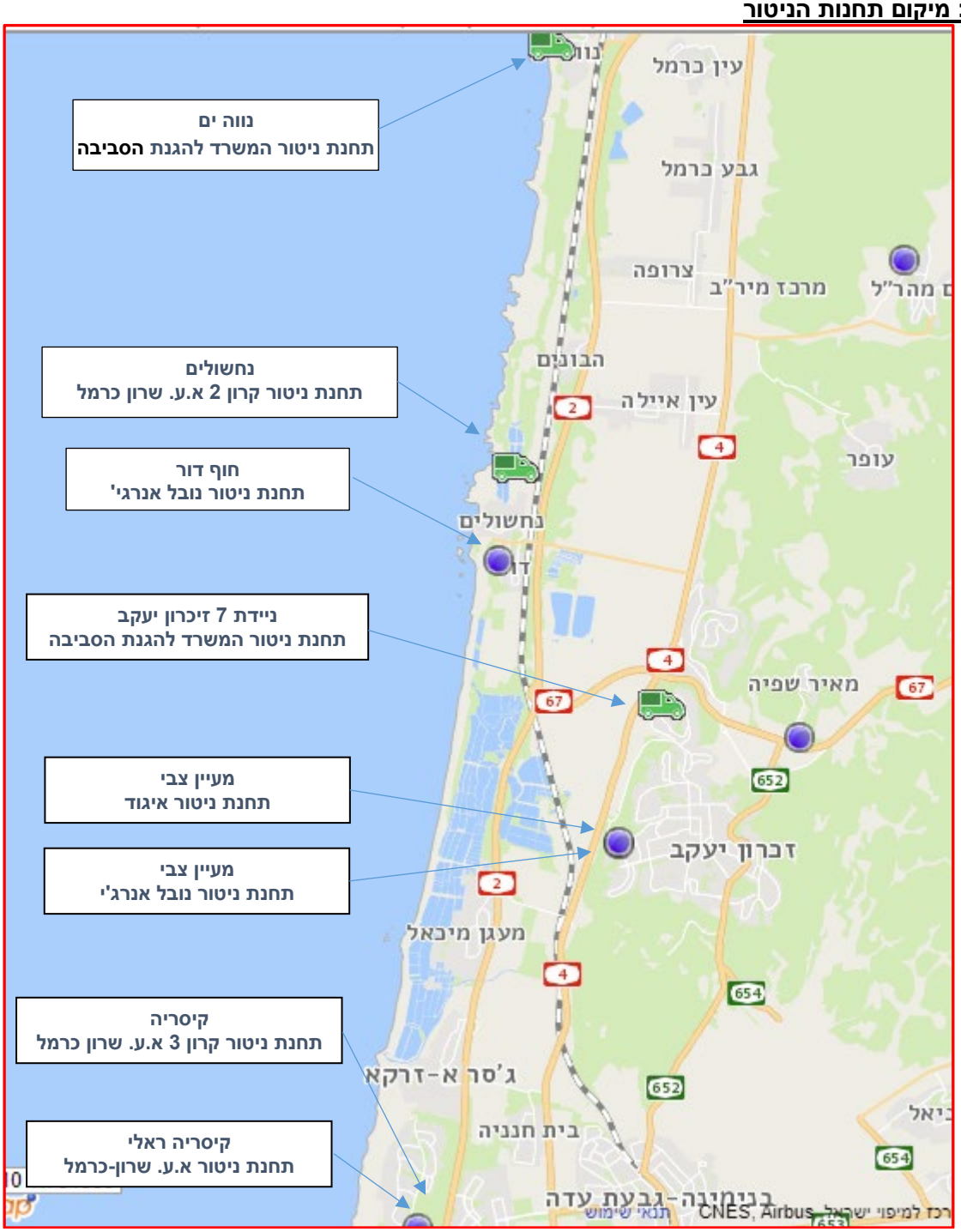
נציין כי לא כל התחנות מדדו באופן רציף במשך כל התקופה. תחנת הניטור קיסריה – ראלי עברה מבדקי כיול בין התאריכים 9-19 מדצמבר 2019. קרון 3 של איגוד ערים שרון כרמל הוצב בקיסריה והחל לנטר רק בתאריך 21 בנובמבר 2019.

תוצאות הניטור במהלך הנישוב הראשון והשני:

בסוף המסמך מוצגת השוואה בין הריכוזים בתקופת הייחוס לריכוזי הבנזן אשר נמדדו בפועל במהלך הנישוב הראשון בתאריך 31/12/2019 והנישוב השני בתאריך 6/1/2020.

על פי נתוני תחנות הניטור המוצבות מול אסדת לוויתן, גם במהלך הנישוב הראשון (בתאריך 31/12/2019) וגם במהלך הנישוב השני (בתאריך 6/1/2020) **באף אחת מתחנות הניטור לא נמדדה עלייה בריכוזי הבנזן**. כל הערכים אשר נמדדו בתקופות הנישוב היו בטווח הערכים אשר נמדדו בתקופת הייחוס.

תמונה 1: מיקום תחנות הניטור



2. תוצאות – ריכוזי רקע

ריכוזי הבנזן המדודים בתקופה האמורה בתחנות הניטור מול אסדת לוייתן מוצגים בטבלה. לפי תוצאות הניטור נמצא כי הערכים המרביים השעתיים התקבלו כאשר נשבה רוח בעלת רכיב מזרחי (טבלה 1). מכאן שהמקור לריכוזי הבנזן הוא ממקור פליטה יבשתי (וככל הנראה תחבורתי).

הממוצע התקופתי של ריכוזי הבנזן בכל תחנות הניטור נע בין 0.29 – 0.80 מק"ג/מ"ק, שהם 7.4% - 20.5% מערך הסביבה והיעד היממתי. ערכי הבנזן היממתיים המרביים נעים בין 0.64 – 1.75 מק"ג/מ"ק שהם 16.4% - 45% מערך הסביבה והיעד היממתי.

ערכי הבנזן היממתיים והשעתיים המרביים נמדדו בתחנת מעין צבי – נובל. בתחנות הניטור מעיין צבי ניכרים הבדלים בין שתי תחנות הניטור איגוד ונובל, למרות הקירבה הרבה בינהן. יתכן שהסיבה לכך קשורה בשיטות האנליזה השונות של המכשירים. נציין כי כל מכשירי ניטור הבנזן ובכללם המכשירים במעין צבי כוילו בשבוע האחרון ונמצאו תקינים. בכל מקרה, הערך אשר נבחן הוא הערך הגבוה מבין המדידות.

בנוסף, ניתן לראות שונות בריכוזי הבנזן בין תחנות הניטור באזור למרות המרחק המצומצם ביניהם. הסיבות לכך נובעות ממיקום התחנות ביחס למקורות הפליטה (מעלה/מורד הרוח מהמקורות) והמרחק השונה ממקורות הפליטה (כגון: תחבורה, תחנות דלק) ומקו חוף הים המשפיע על כיווני הרוחות ופיזור מזהמי האוויר.

מהשוואה בין ההשתנות השעתית של ריכוזי הבנזן בכל כיווני הרוחות באיור 2 לבין הריכוזים ברוחות מערביות בלבד באיור 3 ניתן לראות שברוחות מערביות השיא היממתי הוא דווקא בשעות הצהרים ולא בלילה.

טבלה 1: ריכוזי בנזן מדודים בתקופה שבין 1.11.19 – 22.12.19

תחנת ניטור	שעות מדידה תקינות בתקופה	ממוצע תקופתי (מק"ג/מ"ק)	מרבי יממתי (מק"ג/מ"ק)	מזערי יממתי (מק"ג/מ"ק)	מרבי שעתי (מק"ג/מ"ק)	כיוון רוח בזמן ריכוז שעתי מרבי (מעלות)	מזערי שעתי (מק"ג/מ"ק)
נחשולים	1188	0.57	1.02	0.38	1.47	87 (מזרח מזרח צפון)	0.13
דור	1131	0.29	0.64	0.13	1.31	145 (דרום דרום מזרח)	0.03
מעין צבי – נובל	1176	0.80	1.75	0.35	2.93	94 (מזרח מזרח דרום)	0.13
מעין צבי – איגוד	1192	0.54	0.96	0.26	1.56	94 (מזרח מזרח דרום)	0.16
קיסריה ראלי	731*	0.70	1.02	0.35	2.14	138 (דרום דרום מזרח)	0.00
קיסריה (קרון 3 א.ע.שרון כרמל)	735**	0.61	1.05	0.22	1.88	138 (דרום דרום מזרח)	0.06

* תחנת הניטור קיסריה – ראלי עברה מבדקי כיול בין התאריכים 19-9 מדצמבר 2019.
** קרון 3 של איגוד ערים שרון כרמל הוצב בקיסריה והחל לנטר רק בתאריך 21 בנובמבר 2019.

טבלה 2: ממוצע של ריכוזים שעתיים ומרביים לתקופה 1/11/2019 – 22/12/2019 (מק"ג/מ"ק). ערכים מודגשים בצהוב הם ערכים מרביים ביממה.

תחנה	נחשולים		מעיין צבי - נובל		מעיין צבי - איגוד		קיסריה ראלי		קיסריה קרון 3		דור	
שעה	ריכוז מרבי	ריכוז ממוצע	ריכוז מרבי	ריכוז ממוצע	ריכוז מרבי	ריכוז ממוצע	ריכוז מרבי	ריכוז ממוצע	ריכוז מרבי	ריכוז ממוצע	ריכוז מרבי	ריכוז ממוצע
1	1.21	0.67	1.95	0.93	1.05	0.64	1.91	0.86	1.53	0.77	0.77	0.35
2	1.18	0.70	1.95	0.93	1.05	0.61	1.98	0.83	1.40	0.70	0.64	0.35
3	1.12	0.64	1.75	0.86	0.93	0.57	1.82	0.80	1.18	0.67	0.70	0.32
4	1.12	0.64	1.72	0.83	1.15	0.57	1.47	0.77	1.24	0.67	0.70	0.32
5	1.15	0.64	1.91	0.83	1.28	0.57	1.34	0.73	1.08	0.61	0.70	0.32
6	1.21	0.64	2.11	0.80	1.18	0.57	1.47	0.70	1.18	0.64	0.80	0.29
7	1.21	0.67	2.01	0.83	1.12	0.57	1.34	0.73	1.24	0.67	0.80	0.32
8	1.21	0.67	2.07	0.89	1.24	0.61	1.50	0.73	1.24	0.73	1.31	0.35
9	1.28	0.64	2.39	0.96	1.28	0.64	1.72	0.80	1.44	0.80	1.02	0.35
10	1.21	0.61	1.88	0.83	1.02	0.54	1.21	0.64	1.31	0.67	0.83	0.29
11	1.12	0.54	1.66	0.77	0.89	0.51	0.86	0.51	0.86	0.51	0.64	0.26
12	0.99	0.51	1.40	0.70	0.83	0.48	0.83	0.48	0.73	0.45	0.54	0.22
13	0.89	0.51	1.37	0.67	0.77	0.45	0.73	0.45	0.64	0.38	0.41	0.19
14	0.77	0.48	1.15	0.61	0.70	0.41	0.77	0.45	0.57	0.35	0.35	0.19
15	0.80	0.48	1.12	0.61	0.70	0.41	0.73	0.45	0.57	0.32	0.38	0.16
16	0.89	0.48	1.34	0.57	0.86	0.41	0.86	0.41	0.67	0.32	0.51	0.19
17	0.96	0.48	1.53	0.64	0.99	0.45	0.99	0.48	0.80	0.32	0.54	0.19
18	1.05	0.48	1.72	0.67	1.05	0.48	1.28	0.51	1.05	0.38	0.61	0.22
19	1.02	0.54	1.91	0.70	1.15	0.48	1.66	0.67	1.34	0.54	0.70	0.26
20	1.15	0.57	2.11	0.77	1.18	0.51	1.79	0.73	1.56	0.64	1.12	0.32
21	1.44	0.64	2.33	0.83	1.24	0.54	1.88	0.83	1.69	0.73	1.05	0.35
22	1.47	0.67	2.93	0.89	1.56	0.61	2.01	0.93	1.75	0.83	1.02	0.38
23	1.31	0.67	2.42	0.96	1.24	0.64	2.14	0.99	1.88	0.89	1.08	0.35
24	1.28	0.70	2.20	0.99	1.21	0.67	1.98	0.96	1.72	0.89	0.89	0.35

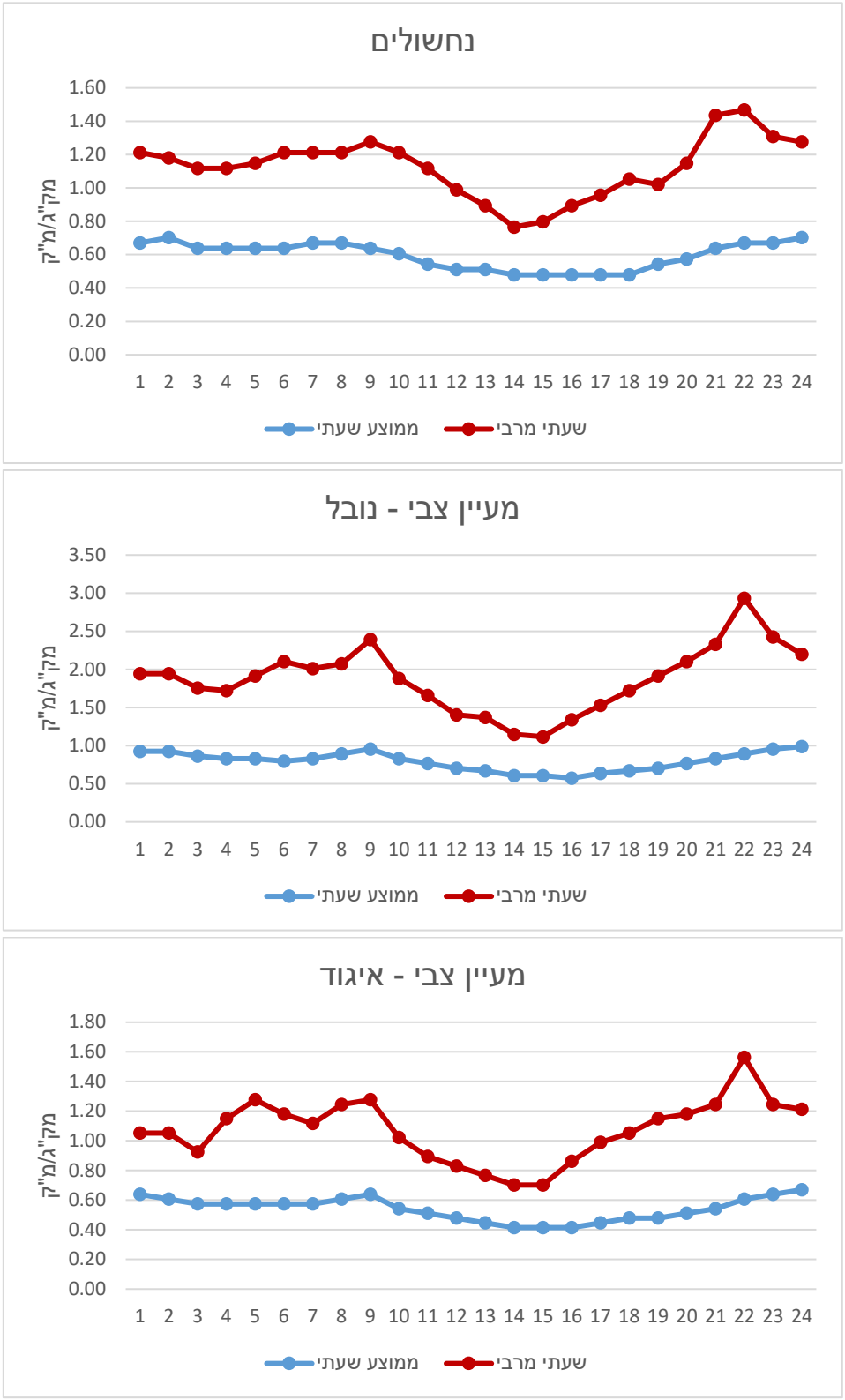
כפי שניתן לראות הריכוזים המרביים נמדדים בשעות הלילה.

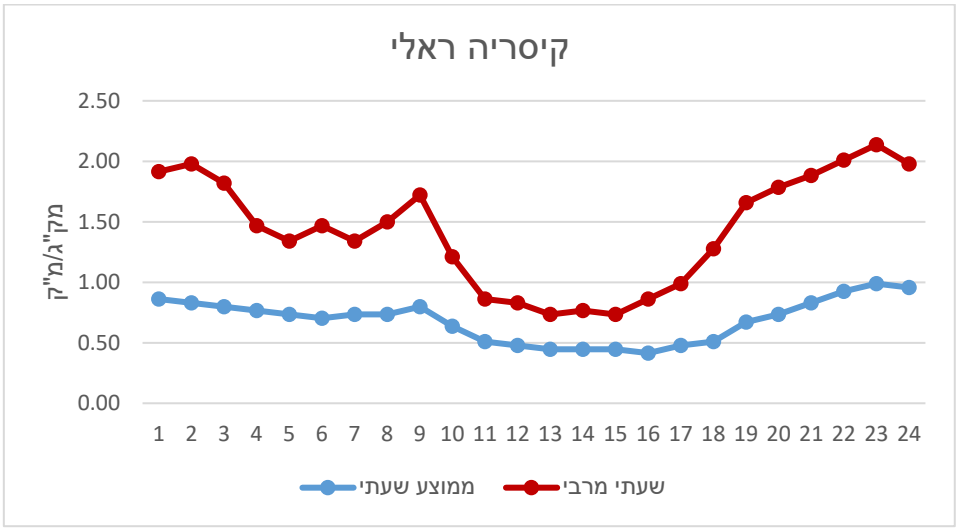
טבלה 3: ריכוזי בנזן שעתיים מרביים שהתקבלו <u>ברוחות מערביות</u> (בתחום גזרת הרוח 195 – 360, בהתייחס לנטיית קו החוף) (מק"ג/מ"ק)

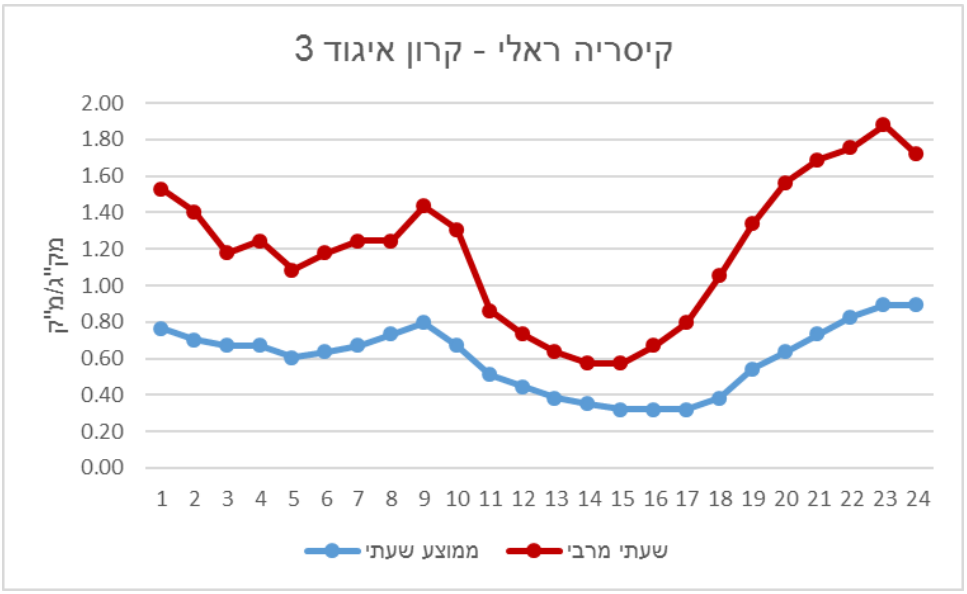
	נחשולים	מעיין צבי נובל	מעיין צבי - איגוד	קיסריה ראלי	קיסריה קרון 3	דור
ריכוז שעתי המרבי (מק"ג/מ"ק)	0.96	1.53	0.96	1.21	1.02	0.67
כיוון רוח בזמן הריכוזי המרבי	358	239	197	240	207	212

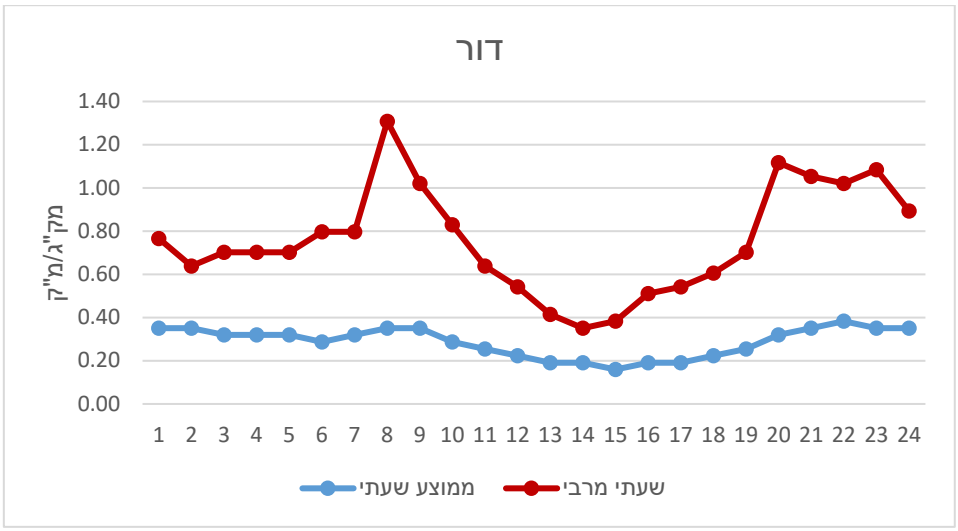
נתוני הרוח במעיין צבי הם מה 8/12/19. בשל כך נבחנו הנתונים מתחילת התקופה עם נתוני זכרון יעקב הסמוכה. לפי נתונים אלה הריכוז המרבי במעיין צבי-איגוד 0.96 מק"ג/מ"ק וכיוון רוח 197. ובמעיין צבי - נובל ריכוז מרבי 1.53 מק"ג/מ"ק וכיוון רוח 239.

איור 1: השתנות הריכוזים הממוצעים (כחול) והשעתיים המרביים (אדום) בשעות היממה

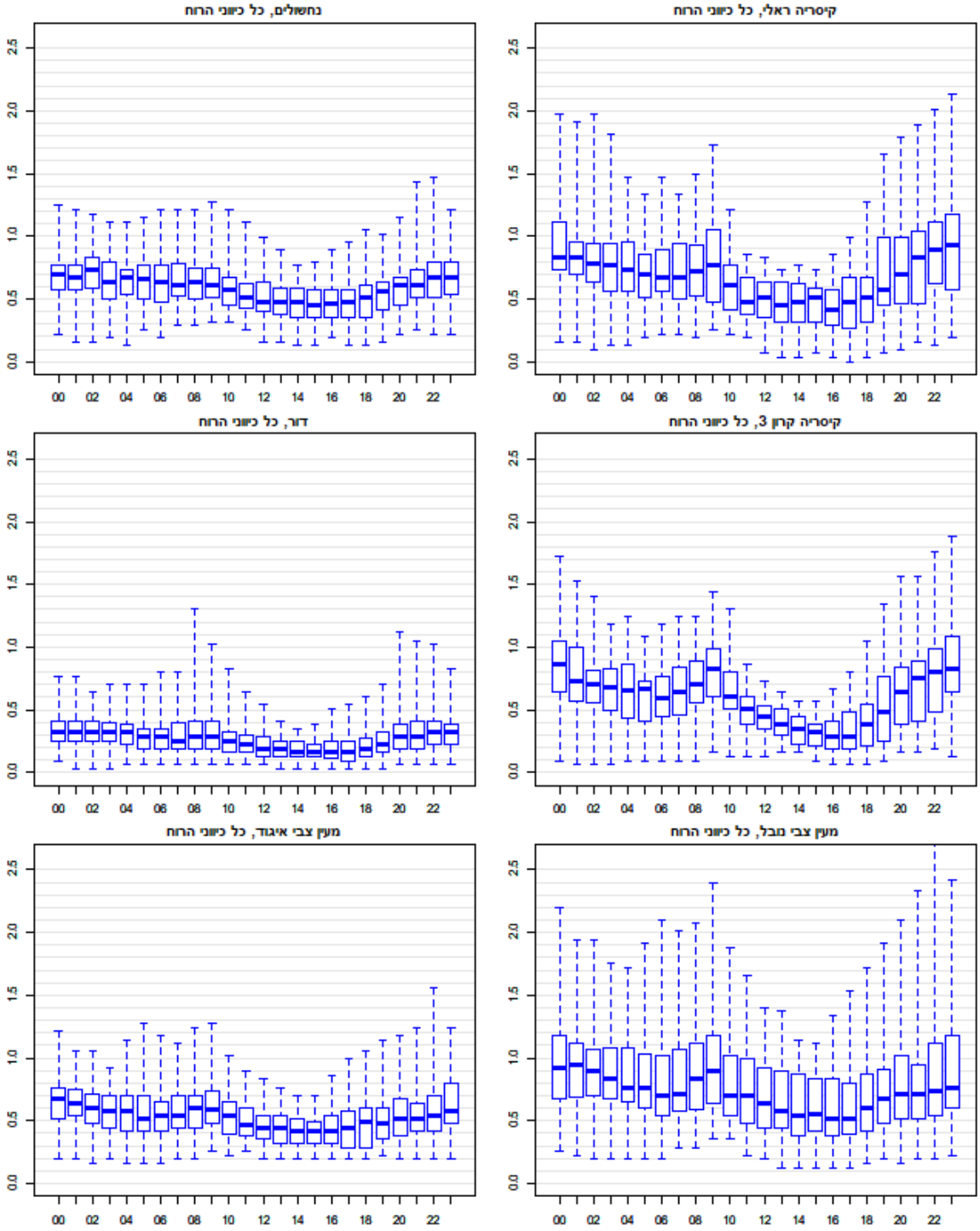



קיסריה ראלי
מק"ג/מ"ק
2.50
2.00
1.50
1.00
0.50
0.00
1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11 12 13 14 15 16 17 18 19 20 21 22 23 24
ממוצע שעתי
שעתי מרבי

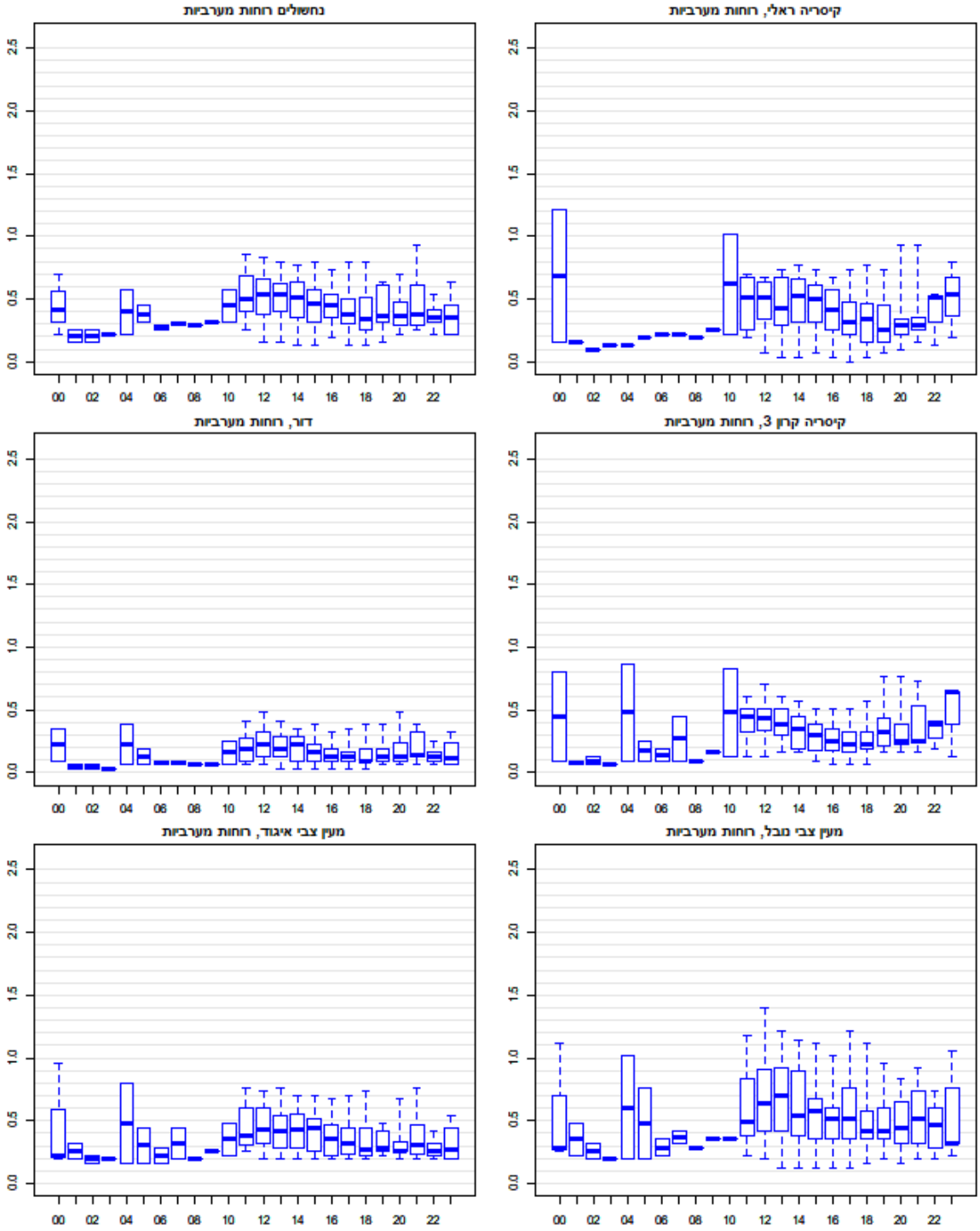

קיסריה ראלי - קרון איגוד 3
מק"ג/מ"ק
2.00
1.80
1.60
1.40
1.20
1.00
0.80
0.60
0.40
0.20
0.00
1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11 12 13 14 15 16 17 18 19 20 21 22 23 24
ממוצע שעתי
שעתי מרבי


דור
מק"ג/מ"ק
1.40
1.20
1.00
0.80
0.60
0.40
0.20
0.00
1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11 12 13 14 15 16 17 18 19 20 21 22 23 24
ממוצע שעתי
שעתי מרבי

איור 2: התפלגות ריכוזי הבנזן בתחנות הניטור השונות על פי שעות היממה, עבור כל כיווני הרוחות (ריכוזים ביחידות מק"ג/מ"ק). קו אמצעי מציין חציון, קופסה מציינת רבעונים 25% ו-75%, קווים מקווקוים מציינים ערכים מרביים ומזעריים בכל שעה בנפרד.



איור 3: התפלגות ריכוזי הבנזן בתחנות הניטור השונות על פי שעות היממה, עבור **<u>רוחות מערביות בלבד</u>** (195-360) (ריכוזים ביחידות מק"ג/מ"ק). קו אמצעי מציין חציון, קופסה מציינת רבעונים 25% ו-75%, קווים מקווקוים מציינים ערכים מרביים ומזעריים בכל שעה בנפרד.



3. ריכוזי בנזן כפי שנמדדו במהלך הנישוב הראשון (31/12/2019):

תהליך הנישוב התבצע בתאריך 31/12/2019 ובמהלכו נפלטו גזים מהאסדה החל משעה 07:30 בבוקר ועד השעה 16:30. החל משעה 07:30 ועד השעה 15:20 נפלט רק גז חנקן. החל משעה 15:30 לערך הרכב הגזים כלל למעלה מ-95% מתאן וכמות קטנה של תרכובות אורגניות ובנזן. בשעה 16:23 הסתיים תהליך הנישוב והגז הוזרם לחוף.

התנאים המטאורולוגים במהלך היום: במהלך הבוקר בתחום השעות 7:30 – 11:00 נשבו באזור האסדה רוחות דרומיות מזרחיות עד דרומיות (כיוונים 150-180 מעלות) בעוצמה של 18-25 קמ"ש (כפי שנמדדו בתחנה המטאורולוגית בנמל חדרה), אשר הסיעו את המזהמים מהאסדה לכיוון צפון צפון מערב. לקראת הצהרים ובמהלך אחה"צ בתחום השעות 11:00 – 16:30, הרוח נשבה מכיוון דרום מזרח – דרום מערב (כיוונים 205 - 160 מעלות) בעוצמה של 20 - 10 קמ"ש. במהלך שעות הערב והלילה לאחר הנישוב היו כיווני הרוח דרום מזרחיים והסיעו את המזהמים לכיוון צפון מערב.

לקראת הנישוב באסדת לוויתן תיגבר המשרד להגנת הסביבה את מערך הניטור באופן זמני והוסיף שתי ניידות המנטרות בנזן: ניידת 7 הממוקמת בזכרון יעקוב וניידת 1 הממוקמת בנווה ים. נתוני תחנות אלו לא שימשו לצורך הערכת ריכוזי הרקע אשר הוצג לעיל.

להלן בטבלה 4 ובאיור 4 מופיעים באדום הערכים אשר נמדדו בתחנות הניטור השונות בזמן הנישוב ביחס לטווח הערכים אשר נמדדו בתקופת הייחוס 1.11.2-19-22.12.2019. **ניתן לראות כי בזמן הנישוב (ובפרט בין השעות 15:20-16:20 בהן הייתה פליטת פחמימנים) לא היתה עלייה מהריכוזים השגרתיים והם נמצאים בתוך הטווח אשר נמדד בתקופת הייחוס**. הריכוזים השעתיים המרביים בתחנות השונות לאורך החוף נעו בין 0.41-1.40 מק"ג/מ"ק, לעומת ריכוזים שעתיים מרביים של 1.47-2.93 מק"ג/מ"ק בתקופת הייחוס.

4. ריכוזי בנזן כפי שנמדדו במהלך הנישוב השני (06/01/2020):

הנישוב השני התבצע בתאריך 6/01/2020 ובמהלכו נפלטו גזים מהאסדה החל מהשעה 06:45 בבוקר ועד לשעה 17:00 לערך. בין השעות 06:45 ועד השעה 15:40 נפלט רק גז חנקן. החל מהשעה 15:40 לערך החלו להיפלט גם פחמימנים בהרכב שכלל 95% מתאן וכמות קטנה של תרכובות אורגניות אחרות ובנזן. בשעה 17:00 הסתיים תהליך הנישוב והגז הוזרם לחוף.

התנאים המטאורולוגים במהלך היום: בשעות הבוקר בין השעות 7:00 – 11:00 נשבו לאורך החוף רוחות דרומיות מזרחיות בעוצמה של 18 – 22 קמ"ש. רוחות אלו הסיעו את המזהמים מהאסדה לכיוון צפון-מערב.
החל מהשעה 11:00 לערך חגה הרוח לכיוון דרום - דרום מערב בעוצמה של 18 – 25 קמ"ש. בזמן הנישוב בין השעות 15:40-17:00 היה כיוון הרוח דרום דרום-מערבי עד דרום דרום-מזרחי והפחמימנים מהאסדה הוסעו לכיוון צפון מזרח. על פי התחזית המטאורולוגית, בשעות הערב ובמהלך הלילה של 7/1/2020 צפויה רוח דרומית מזרחית עד דרומית אשר תסיע את המזהמים לכיוון צפון.

להלן בטבלה 5 ובאיור 5 מופיעים באדום הערכים אשר נמדדו בתחנות הניטור השונות בזמן הנישוב השני ביחס לטווח הערכים אשר נמדדו בתקופת הייחוס 1.11.2-19-22.12.2019 והמדידות בזמן הנישוב הראשון והשני. **גם בזמן הנישוב השני (ובפרט בין השעות 15:40-17:00 בהן הייתה פליטת פחמימנים) לא היתה עלייה מהריכוזים השגרתיים והם נמצאים בתוך הטווח אשר נמדד בתקופת הייחוס**. הריכוזים השעתיים המרביים בתחנות השונות לאורך החוף נעו בין 0.32-0.96 מק"ג/מ"ק, לעומת ריכוזים שעתיים מרביים של 1.47-2.93 מק"ג/מ"ק בתקופת הייחוס.

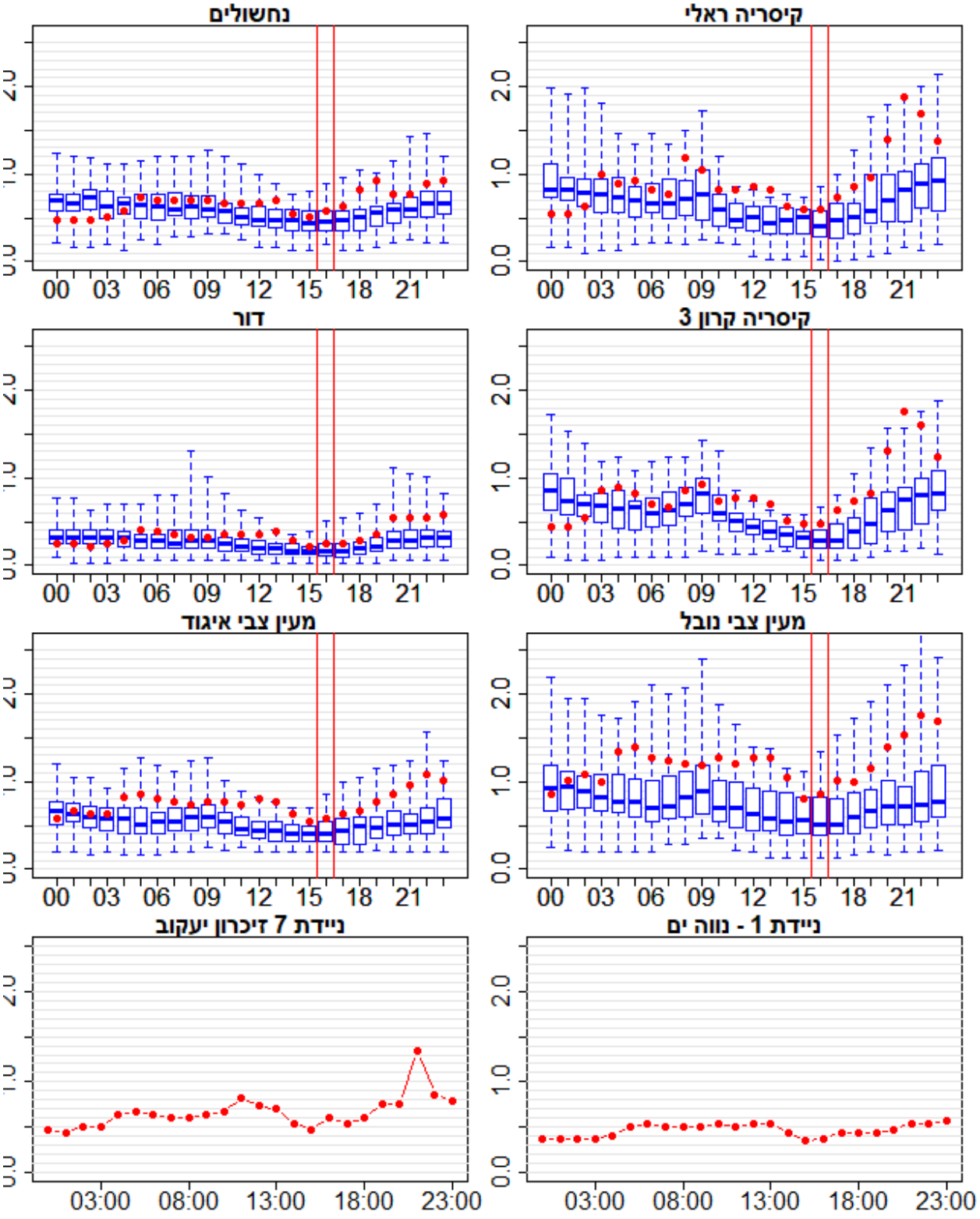
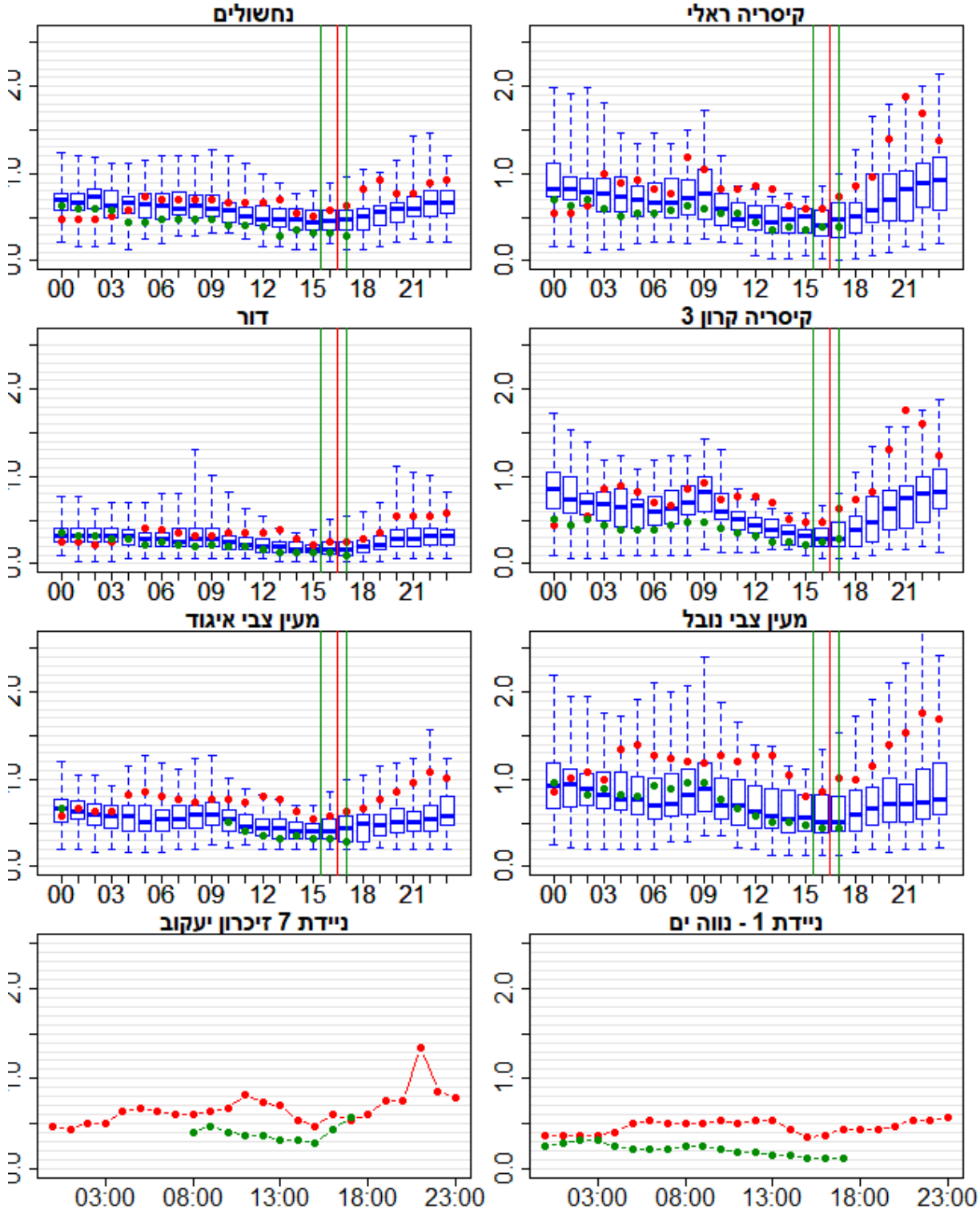
טבלה 4: ריכוזי בנזן מדודים בזמני הנישוב הראשון (31/12/2019) בהשוואה לריכוזים אשר נמדדו בתקופת הייחוס שבין 1.11.19 – 22.12.19

תחנת ניטור	ריכוז שעתי מרבי בתאריך 31 דצמבר 2019	ריכוז שעתי מזערי בתאריך 31 דצמבר 2019	ממוצע תקופתי (מק"ג/מ"ק)	שעתי מרבי בתקופה (מק"ג/מ"ק)	כיוון רוח בזמן ריכוז שעתי מרבי (מעלות)	שעתי מזערי בתקופה (מק"ג/מ"ק)
נחשולים	0.73	0.48	0.57	1.47	87 (מזרח מזרח צפון)	0.13
דור	0.41	0.22	0.29	1.31	145 (דרום דרום מזרח)	0.03
מעין צבי - נובל	1.40	0.80	0.80	2.93	94 (מזרח מזרח דרום)	0.13
מעין צבי - איגוד	0.86	0.54	0.54	1.56	94 (מזרח מזרח דרום)	0.16
קיסריה ראלי	1.18	0.54	0.70	2.14	138 (דרום דרום מזרח)	0.00
קיסריה (קרון 3 א.ע.שרון כרמל)	0.93	0.45	0.61	1.88	138 (דרום דרום מזרח)	0.06
ניידת 7 (זכרון יעקוב)	0.83	0.45	--	--	--	--
ניידת 1 (נווה ים)	0.54	0.35	--	--	--	--

טבלה 5: ריכוזי בנזן מדודים בזמני הנישוב השני (6/1/2020 בשעות 00:00-17:00) בהשוואה לריכוזים אשר נמדדו בתקופת הייחוס שבין 1.11.19 – 22.12.19

תחנת ניטור	ריכוז שעתי מרבי בתאריך 6 ינואר 2020	ריכוז שעתי מזערי בתאריך 6 ינואר 2020	ממוצע תקופתי (מק"ג/מ"ק)	שעתי מרבי בתקופה (מק"ג/מ"ק)	כיוון רוח בזמן ריכוז שעתי מרבי (מעלות)	שעתי מזערי בתקופה (מק"ג/מ"ק)
נחשולים	0.61	0.29	0.57	1.47	87 (מזרח מזרח צפון)	0.13
דור	0.32	0.10	0.29	1.31	145 (דרום דרום מזרח)	0.03
מעין צבי - נובל	0.96	0.45	0.80	2.93	94 (מזרח מזרח דרום)	0.13
מעין צבי - איגוד	0.51	0.29	0.54	1.56	94 (מזרח מזרח דרום)	0.16
קיסריה ראלי	0.70	0.35	0.70	2.14	138 (דרום דרום מזרח)	0.00
קיסריה (קרון 3 א.ע.שרון כרמל)	0.51	0.22	0.61	1.88	138 (דרום דרום מזרח)	0.06
ניידת 7 (זכרון יעקוב)	0.57	0.29	--	--	--	--
ניידת 1 (נווה ים)	0.32	0.13	--	--	--	--

איור 4: התפלגות ריכוזי הבנזן בתחנות הניטור השונות על פי שעות היממה, עם ציון הערכים אשר נמדדו במהלך תקופת הנישוב (נקודות אדומות) (ריכוזים ביחידות מק״ג/מ״ק). קו אמצעי מציין חציון, קופסה מציינת רבעונים 25% ו-75%, קווים מקווקוים מציינים ערכים מרביים ומזעריים בכל שעה בנפרד. קווים אדומים אנכיים מציינים את הזמן בו נפלט בנזן בתהליך הנישוב



איור 5: התפלגות ריכוזי הבנזן בתחנות הניטור השונות על פי שעות היממה, עם ציון הערכים אשר נמדדו במהלך **הנישוב הראשון (נקודות אדומות) והנישוב השני (נקודות ירוקות)** (ריכוזים ביחידות מק״ג/מ״ק). קו אמצעי מציין חציון, קופסה מציינת רבעונים 25% ו-75%, קווים מקווקוים מציינים ערכים מרביים ומזעריים בכל שעה בנפרד. קווים אדומים אנכיים מציינים את הזמן בו נפלט בנזן בתהליך הנישוב הראשון. קווים ירוקים את זמן פליטת הבנזן בנישוב השני.