



Safe, Smart & Efficient Airside Solutions



Laboratory Solutions

Reducing energy, improving operation and enhancing safety goals



Safe, Smart & Efficient Airside Solutions



תפקיד המערכת
לחסוך באנרגיה ע"י שינוי
החלפות האוויר כתלות
באיכות האוויר ללא פגיעה
בבטיחות

ראשי פרקים :

- ✓ מערכת Aircuity הצגה כללית
- ✓ תאור פעולה בבניין ביו כימיה בשילוב מערכת האוורור והמיזוג מתוצרת Phoenix
- ✓ חישובי חיסכון מבוססים על קריאות ספיקה וטמפרטורה
- ✓ צפי חיסכון באנרגיה
- ✓ דוגמאות למצב איכות האוויר בבניין מינואר 2018 ואפשרות "נבירה" בהיסטוריה המתועדת
- ✓ תיאור ניסוי ותוצאות של בדיקת המערכת בחדר 419

Who is Aircuity

- ✓ **2000: Founded by members of Phoenix Controls**
 - *World leader in lab energy savings airflow controls*
- ✓ **2002: Optima™ portable system introduced**
 - *Multi-parameter sensing & web based analysis*
- ✓ **2005: OptiNet™ sensing system introduced**
 - *R&D100 Award winner – Oscars of Innovation*



What we do: Demand side savings

- ✓ **Cut energy expenses**
 - *Optimized outside air & ventilation*
- ✓ **Reduce first cost**
 - *Downsized HVAC & mechanical systems*
- ✓ **Enhance IEQ**



Weizmann Institute

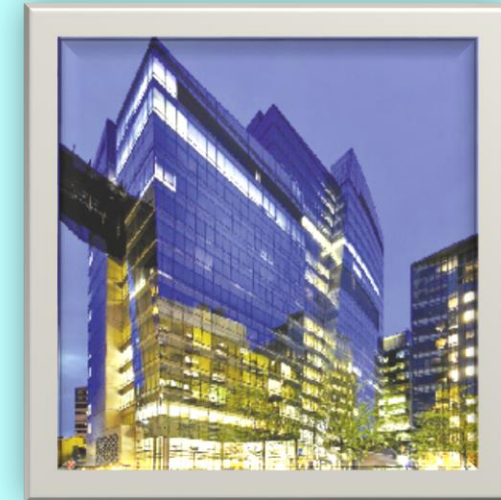
- **Bio-Chem**
- **Ulman**

Ben Gurion University

- **Biotechnology**

The Goal: Dramatically Reduce Lab Energy Use

- **Outside air use: Largest energy driver**
 - ✓ Reducing OA reduces many energy uses
 - *Supply fans, Heating, Cooling, Reheat, Exhaust fans*
- **New technologies can help:**
 - ✓ Demand Based Control of ACH
- **Additionally codes are changing:**
 - ✓ New versions of NFPA 45 & ANSI Z9.5
 - ✓ New proposed Israeli code for lab safety
 - *Changes to the fume hood min requirements*
- **Result: Labs can often run at 2 ACH**
 - ✓ May require combining multiple approaches

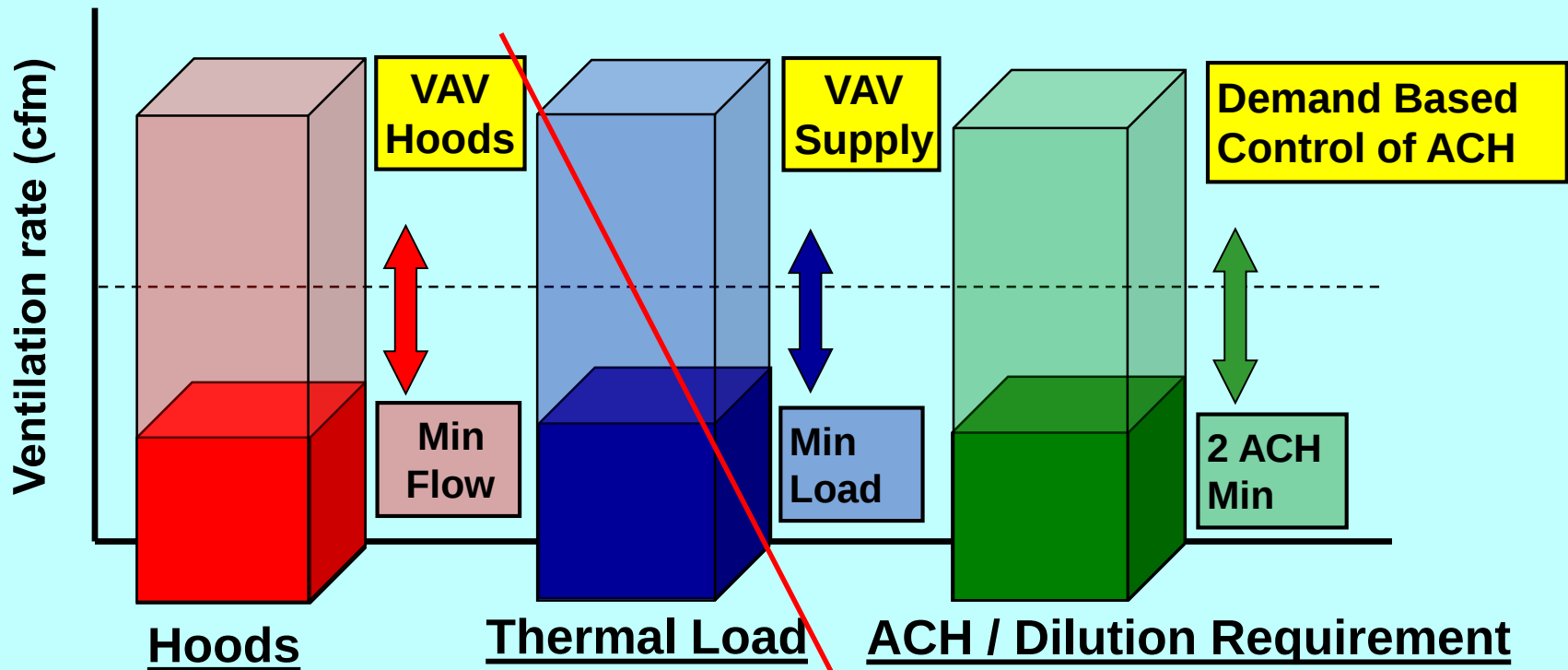


If these approaches are used even a Net Zero lab is possible, although many would still call it:

Mission Impossible!

Achieve Safe ACH Range from 6 Down to 2 ACH?

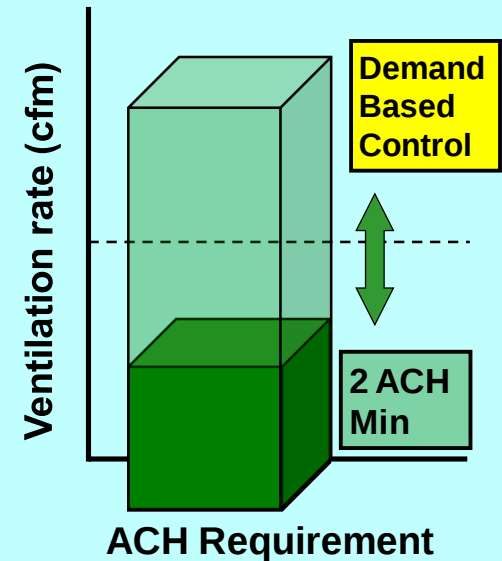
- Goal: Achieve down to 2 ACH day & 2 ACH night
- What are the drivers of lab airflow that affect this?
 - ✓ Hood flows, thermal loads & ACH rates



To achieve lab flows down to 2 ACH to reduce energy & 1st cost, all flow requirements need to be reduced

Reducing the ACH Rate Flow Drivers:

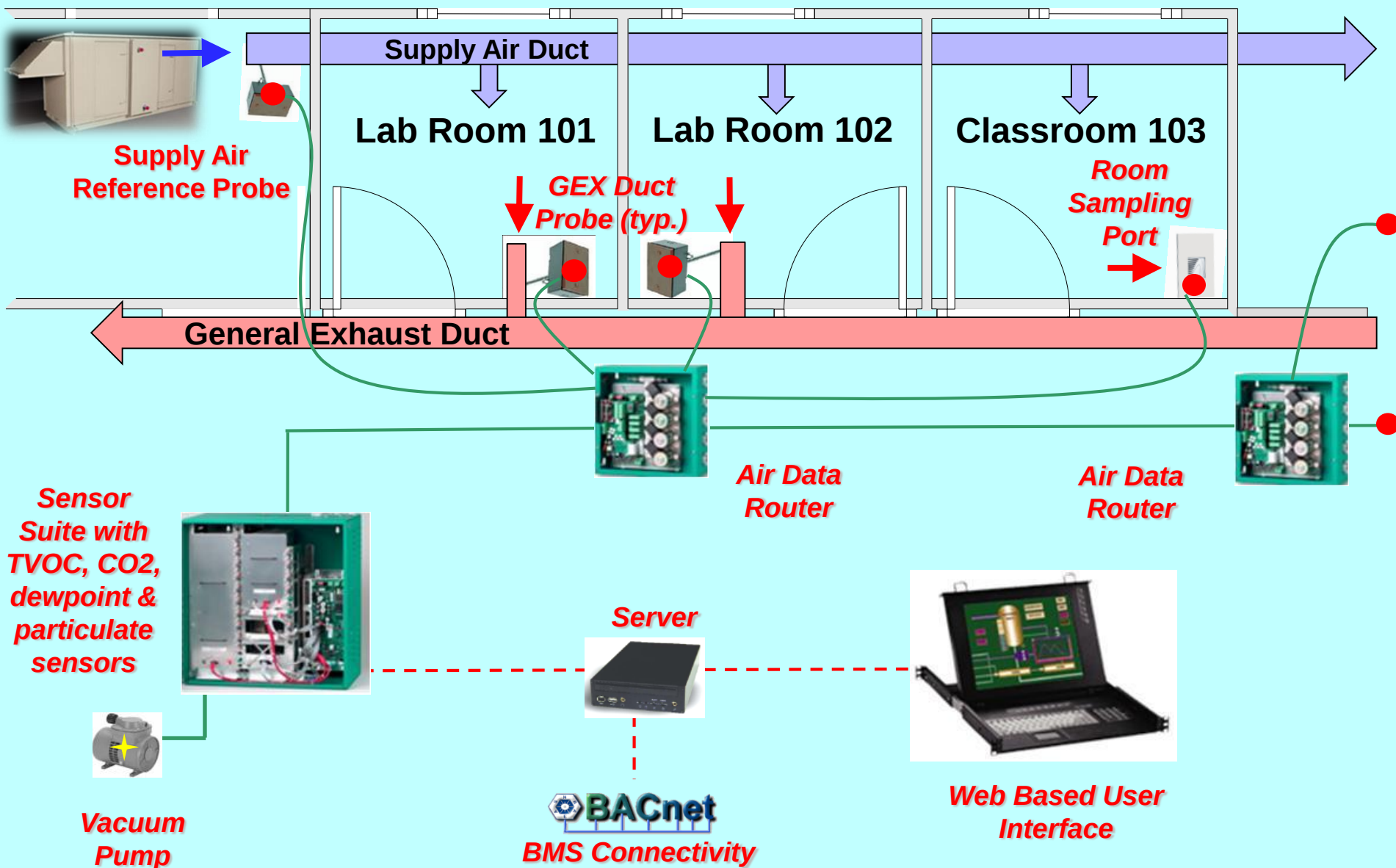
- Min lab ACH often fixed at 6-12 ACH
- However, lab air is clean > 98% time
- But, events happen requiring >6ACH
 - ✓ Dilute vapors from a spill
 - ✓ Eliminate fugitive vapors
 - ✓ Dilute vapors or particles caused by:
 - Working outside the hood, improper storage
 - No localized exhaust for instruments
 -



The “human” factor

There is no one ventilation rate that is right all the time!

A Cost Effective Approach: Multiplexed Sensing

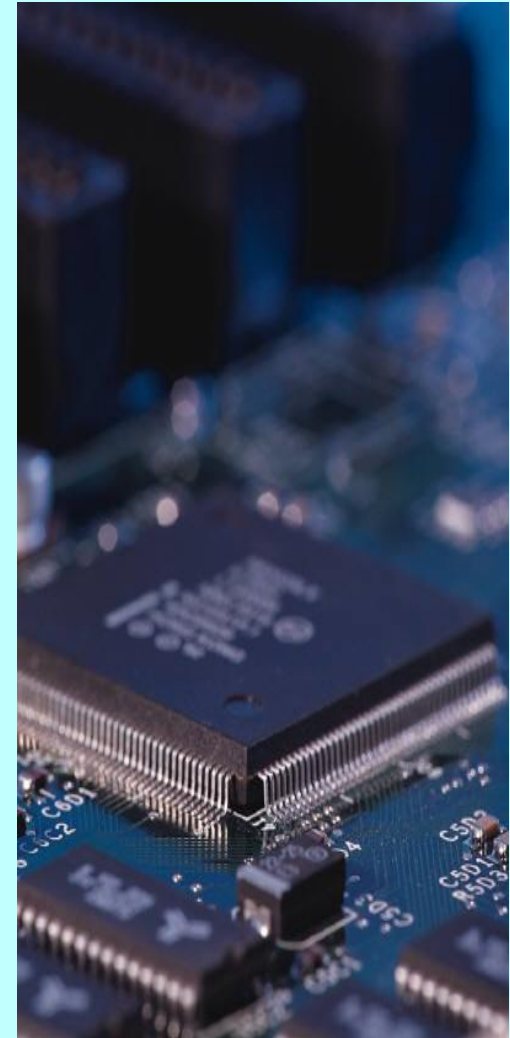


● Air Cleanliness

- ✓ **Total Volatile Organic Compounds**
 - *Photo-Ionization Detector & Metal Oxide Sensor*
- ✓ **Particles – laser based particle counter**
- (Ammonia)
- (Carbon Monoxide CO)

● Comfort & Ventilation

- ✓ **Temperature**
- ✓ **Humidity or Dewpoint**
- ✓ **Carbon Dioxide (CO₂)**



Benefits of Multiplexed Sensing Concept

Better total first cost

- ✓ Single high quality sensor cost for up to 30 locations
- ✓ Single point digital integration w/ building controls

Lower operating costs

- ✓ Drastically reduced calibration cost
 - *One high quality sensor to calibrate vs. 30 sensors*
 - *Sensors are more accessible, can be swapped out for calibration*

Continuous M&V process for long term energy savings

- ✓ Web based data analysis facilitates real time commissioning
 - *System degradation can be easily observed and corrected*

Cost effective, accurate bldg data for ventilation control

However, Demand Based Control is Not

🌐 DBC & its lab IEQ sensing is **NOT a:**

- ✓ Toxic gas sensing system
- ✓ Personal exposure monitoring system
- ✓ Replacement for fume hood use
- ✓ Replacement for emergency spill procedures

**Demand Based Control is a safe energy saving system....
that also has some additional safety benefits**



נתוני הפרויקט:

- ✓ 11 אגפים פעילים (נתונים מתייחסים לאגפים פעילים)
- ✓ ועוד אגף עתידי 5S
- ✓ סך שטח מעבדות מנוטר ע"י Aircuity = 2,760 מ"ר
- ✓ סך נפח המעבדות המנוטר ע"י Aircuity = 7,728 מ"ק
- ✓ 48 מעבדות מנוטרות, 50 מנדפים
- ✓ ספיקת מינימום 170 רמל"ד מקסימום 1230 רמל"ד
- ✓ פתיחת מנדפים ביום 40% 07:00-19:00 א-ה'
- ✓ פתיחת מנדפים בלילה 15%
- ✓ השקעת אנרגיה: קרור, חימום, Reheat ליבוש

תיאור שילוב מערכת PHOENIX & AIRCUITY:

מערכת Aircuity מפקדת על מערכת VAV של חברת Phoenix Controls לשינוי החלפות האוויר בכל מעבדה כתלות באיכות האוויר המנוטר במעבדה ביחס לאוויר החיצוני המסופק למעבדה .

מערכת Phoenix בכל מעבדה כוללת לפחות 3 שסתומים תיאור פעולה משולב של שתי המערכות :

1. שסתום מנדף , תפקידו לשנות את ספיקת האוויר דרך המנדף תוך שמירה על מהירות פנים $0.6 \text{ מ\שנ'}$ כנדרש ע"י המכון בהתאם לגובה פתיחת דלת המנדף. (במידה ואין נוכחות משתמש מהירות הפנים תרד ל $0.36 \text{ מ\שנ'}$) ספיקת האוויר המינימלית דרך המנדף לא תקטן מ 300 החלפות אוויר של נפח המנדף (בעתיד ערך זה צפוי לרדת ל 200)

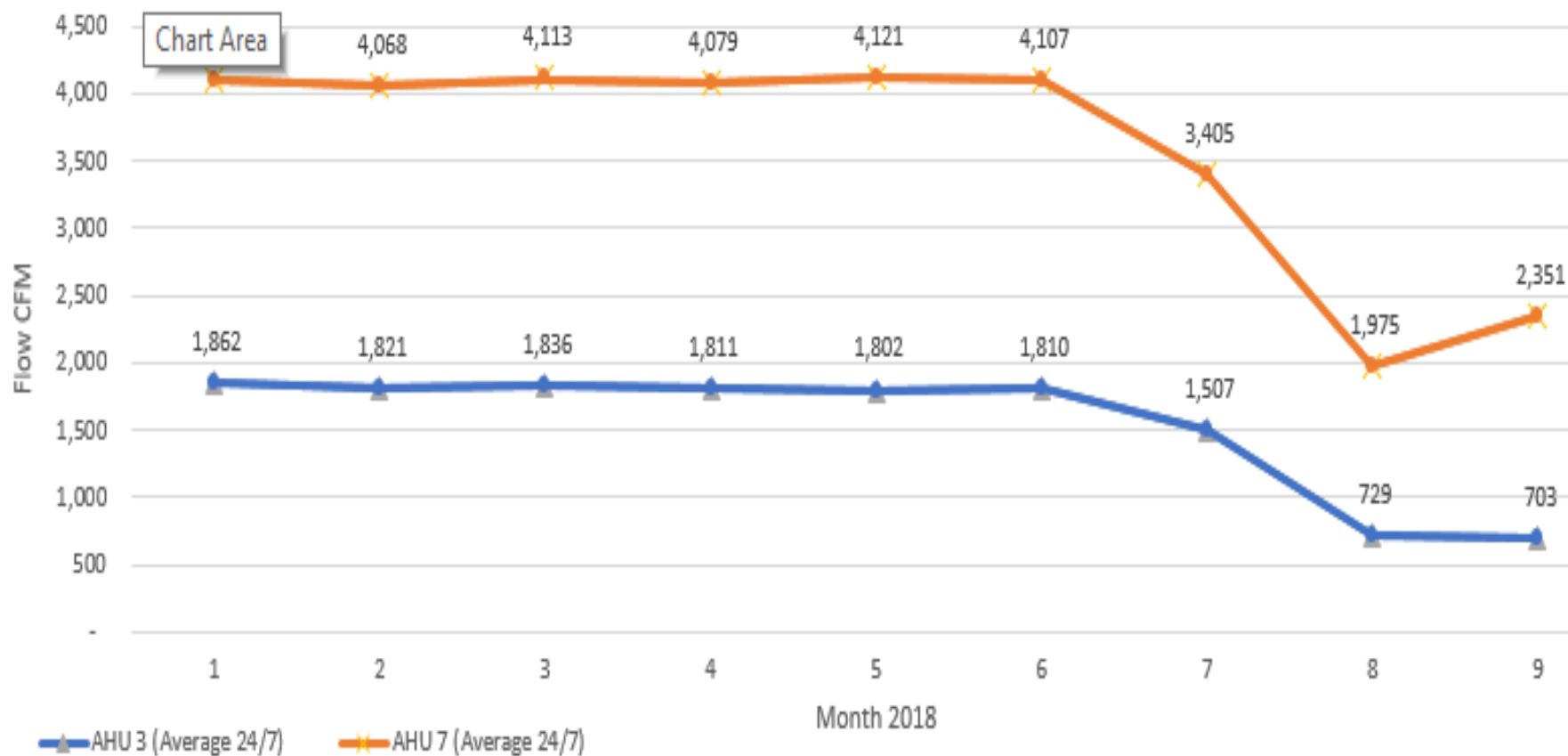
תיאור שילוב מערכת PHOENIX & AIRCUIY (המשך):

2. שסתום אספקה , תפקידו "לעקוב" אחרי שסתום המנדף ולפצות את המעבדה באוויר חוץ כתלות בכמות האוויר הנפלטת מהמעבדה תוך שמירה על כיווניות זרימת אוויר מינימלית בין המסדרון והמעבדה למניעת זליגת ריחות .
3. שסתום יניקה כללית , תפקידו לוודא שמינימום אספקת האוויר למעבדה ממלאת תנאי שהחלפות האוויר 6 (2) נשמר . במידת הצורך שסתום היניקה נפתח על מנת ששסתום האספקה לא ייסגר מתחת לערך הנדרש .
4. מערכת Aircuity מחוברת לשסתום היניקה הכללית בכל מעבדה. במידה שיש צורך להגדיל את החלפות האוויר במעבדה הפקודה מועברת לשסתומי הפניקס וללא תלות במצב חלון המנדף, רק!! שסתום היניקה הכללית והאספקה מגדילים את ספיקות האוויר במעבדה.

גרף קריאת ספיקות ממוצעות (ינואר עד ספטמבר 2018)

מערכת הועברה בקומה 2 משש החלפות לשתי החלפות מינימום ב 23/7/18

Average AHU Flow Reduction



הנחות יסוד בחיסכון נמדד ומחושב:

1. החישובים מבוססים על נתוני המכון המטאורולוגי בבית דגן
2. החישובים מבוססים על מדידות ספיקה ותנאי אוויר ביא"צ ממערכת AIRCUIITY
3. החישובים מבוססים על תעו"ז ללקוח מתח גבוה
4. החישובים מבוססים על יעילות אנרגטית COP של הצילרים המותקנים
5. החישוב אנרגטי/כלכלי מבוצע בכל שעה עגולה במהלך השנה (ממוצע שעות)
6. המערכת הופעלה בדצמבר 2017 לפי שש החלפות אוויר, בתאריך 23/7/18 קומה שתיים הועברה לשתי החלפות ומראה ירידה של כ 60% בספיקת האוויר
7. חיסכון שנתי מתקבל במצב הקיים \$121,129
8. במהלך הצגת הפרויקט צפינו חיסכון \$124,130 ו $ROI=3.3$ זאת ללא תוספת חיסכון בעלות ראשונית.
9. ניתן להגדיל את החיסכון השנתי ל \$141,936 על ידי הקפדה כל סגירת דלתות המנדפים כאשר לא עובדים במנדף.

- נלקח בחשבון כי המנדפים בשימוש 5 ימים בשבוע, וסגורים למינימום אחרי שעות העבודה ובסופי שבוע.
 - המנדפים בשימוש כ 10% משעות העבודה, סך הפיקים הצפויים כתלות מקריאות חריגות באיכות האוויר 5%.
- סה"כ ניתן לחסוך כ 85%

חסכון אנרגטי שנתי:

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K
1	Bio Chemistry Weizmann Institute										
2	Projected Energy Savings Total Building										
3	Aircuity Project										
4											
5	Based on Actual Savings 01/8/2018 to 15/9/2018										
6											
7											
8						Current Condition			Improved Hood Operation		
9						CFM Savings	Energy Savings (KWeH)	Electricity savings	CFM Savings	Electricity savings	
10				Floor 1	AHU		57,903	26,422		29,019	
11					AHU		103,564	46,804		56,786	
12				Floor 2	AHU 3	1108	57,903	26,422	1185	29,019	
13					AHU 7	1937	103,564	46,804	2296	56,786	
14				Floor 3	AHU		57,903	26,422		29,019	
15					AHU		103,564	46,804		56,786	
16				Floor 4	AHU		57,903	26,422		29,019	
17					AHU		103,564	46,804		56,786	
18				Floor 5	AHU		57,903	26,422		29,019	
19					AHU		103,564	46,804		56,786	
20				Floor 6	AHU		57,903	26,422		29,019	
21					AHU		103,564	46,804		56,786	
22	Total Energy Savings per Year					968,803		₪ 439,359		₪ 514,830	
23								\$121,129		\$141,936	
24											
25											
26											

אנרגיה, זיהום אוויר והתחממות גלובלית :

Base Design Annual Emissions									
				CO ₂			Carbon		
Annual Energy Units		Equivalent kWh	Equivalent MWh	Kg	Short Tons	Metric Tons	Kg	Short Tons	Metric Tons
Total kWh	1,370,453	1,370,855	1,371	527,138	581	527	143,765	158	144
Total Heating		1,372,928	1,373	318,723	351	319	86,925	96	87
Total Units		2,743,783	2,744	845,862	932	846	230,690	254	231

Proposed Design Annual Emissions									
			CO ₂			Carbon			
Annual Energy Units		Equivalent kWh	Equivalent MWh	Kg	Short Tons	Metric Tons	Kg	Short Tons	Metric Tons
Total kWh	851,831	852,081	852	327,653	361	328	89,360	99	89
Total Heating		617,070	617	143,252	158	143	39,069	43	39
Total Units		1,469,151	1,469	470,905	519	471	128,429	142	128

Annual Lab DCV Emissions Savings									
				CO ₂			Carbon		
Annual Energy Units Saved		Equivalent kWh	Equivalent MWh	Kg	Short Tons	Metric Tons	Kg	Short Tons	Metric Tons
Total kWh	518,622	518,774	519	199,486	220	199	54,405	60	54
Total Therms		755,858	756	175,471	193	175	47,856	53	48
Total Units		1,274,632	1,275	374,957	413	375	102,261	113	102

Saving 375 metric tons of CO₂ emissions is equivalent to:

- ✓ 78,515 liters of gasoline burned (33 average cars).
- ✓ 102 metric tons of carbon.
- ✓ The annual CO₂ emissions from 14 average American households.

צפי חיסכון :

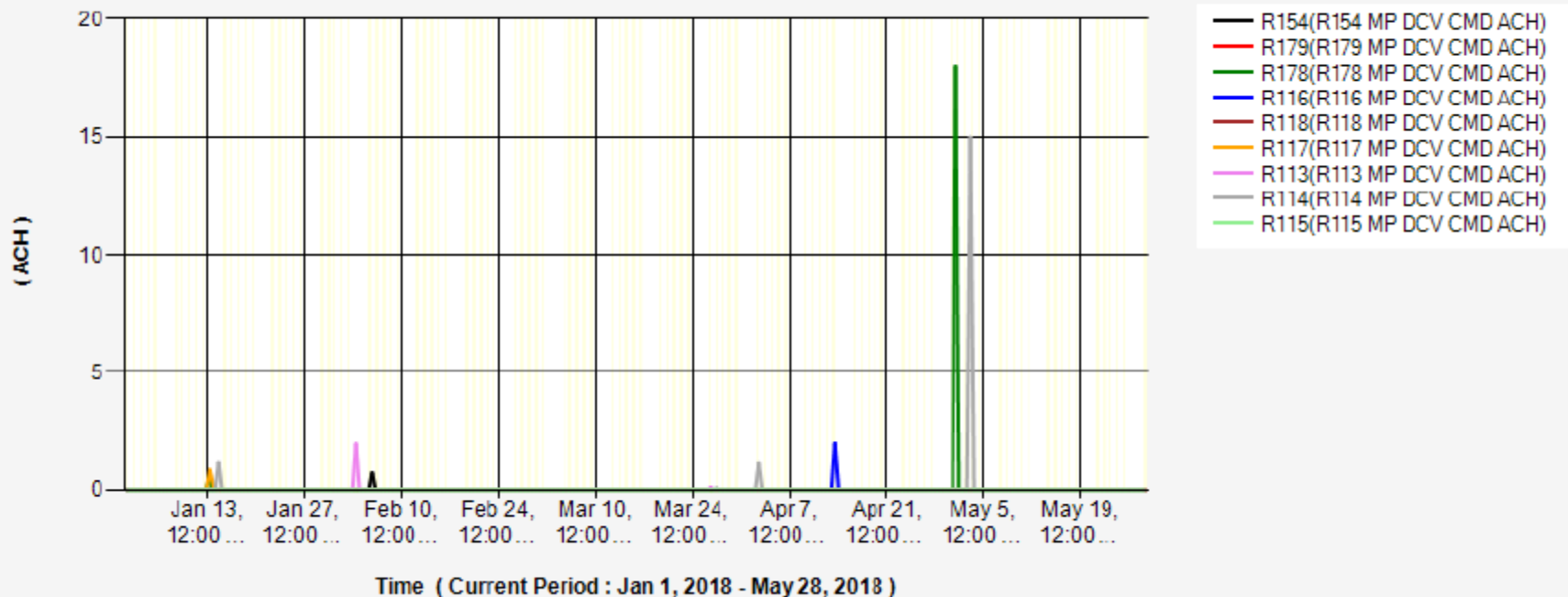
Year	Base Design Energy Costs (USD)	Proposed Design Energy Costs (USD)	Energy Savings (USD)
2018	276,881	152,750	124,130
2019	285,187	157,333	127,854
2020	293,743	162,053	131,690
2021	302,555	166,914	135,641
2022	311,632	171,922	139,710
2023	320,981	177,080	143,901
2024	330,610	182,392	148,218
2025	340,528	187,864	152,665
2026	350,744	193,500	157,245
2027	361,267	199,305	161,962
10 Yr Savings	\$ 3,174,127	\$ 1,751,112	\$ 1,423,015

נתוני הניטור:

מערכת Aircuity פועלת בבניין ביוכימיה
מסוף 2017 (כאשר מערכת האוורור
מוגדרת ל 6 החלפות מינימום) . ניתן
לראות "בהיסטוריה" של הבניין כי רוב
המעבדות נקיות ונדרשות ל- 2 החלפות
בלבד כאשר מידי פעם יש "אירוע"
והמערכת מגיבה לשינוי באיכות האוויר
ברוב המקרים ההחלפות הנדרשות אינן
עולות על 6 או 8 החלפות אוויר .

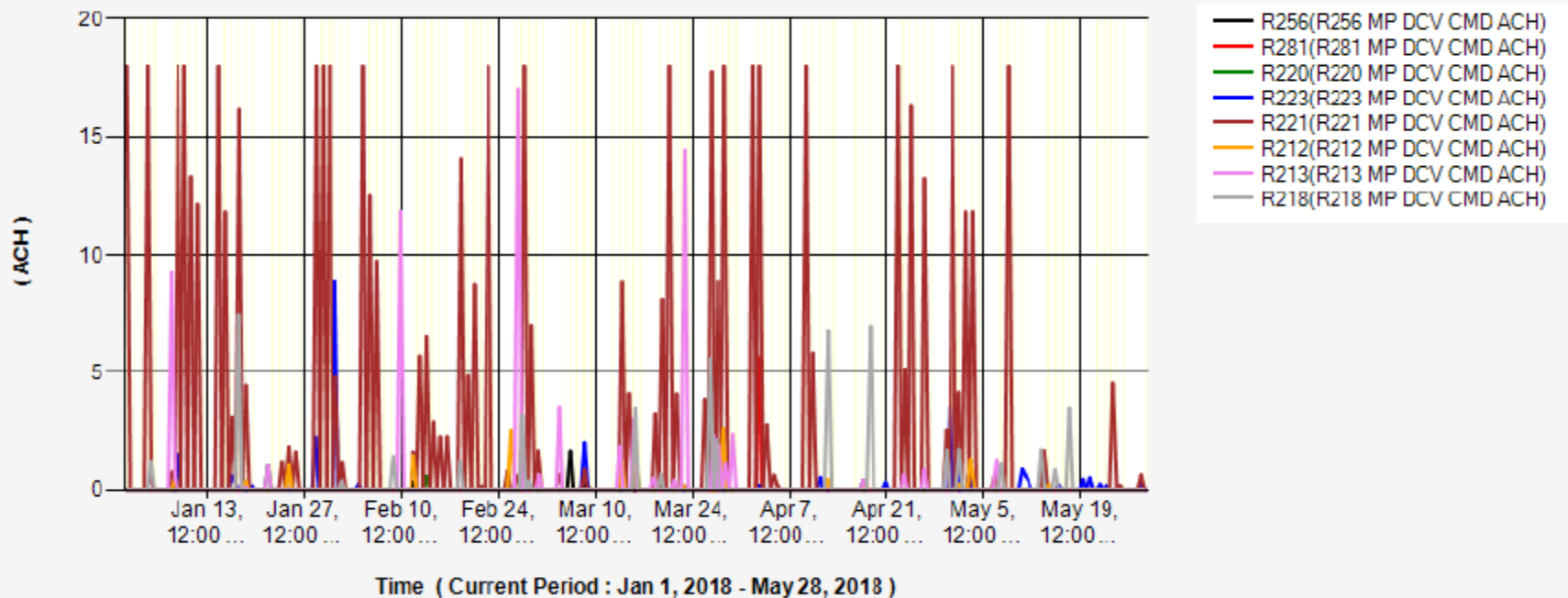
היסטורית "ניקיון" של המעבדות קומה 1 :

User defined point graph (ACH) for Weizmann Institute / Biochemistry Lab Building

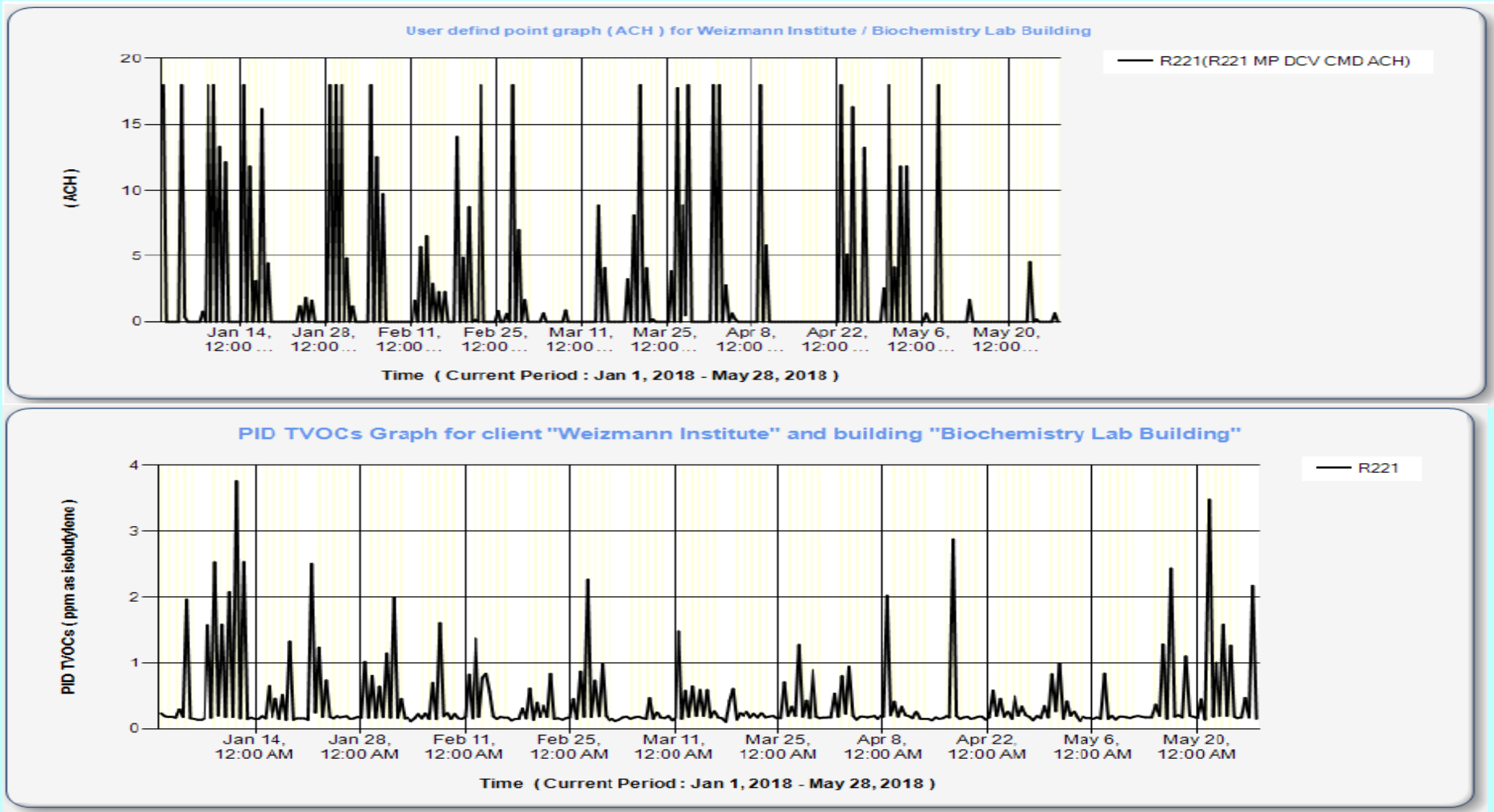


היסטורית "ניקיון" של המעבדות קומה 2 : חדר 221 "בעייתי"

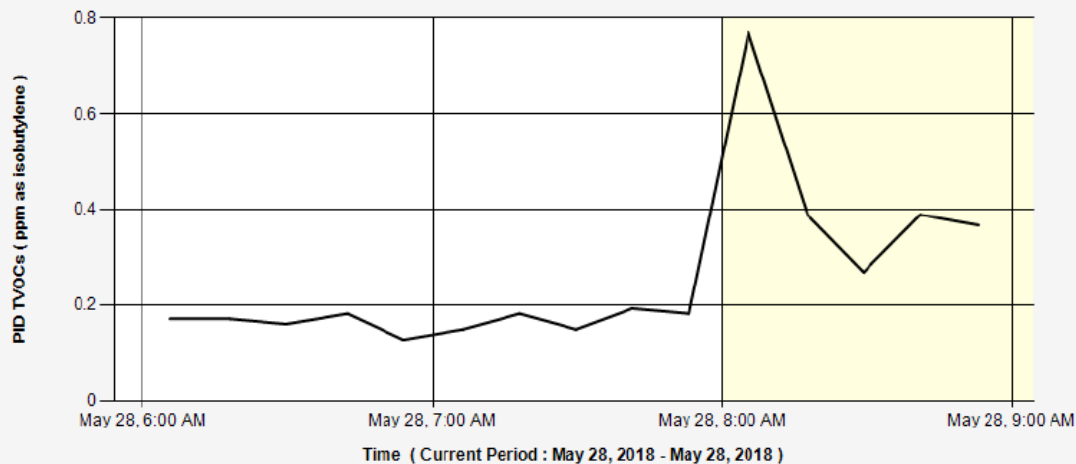
User defined point graph (ACH) for Weizmann Institute / Biochemistry Lab Building



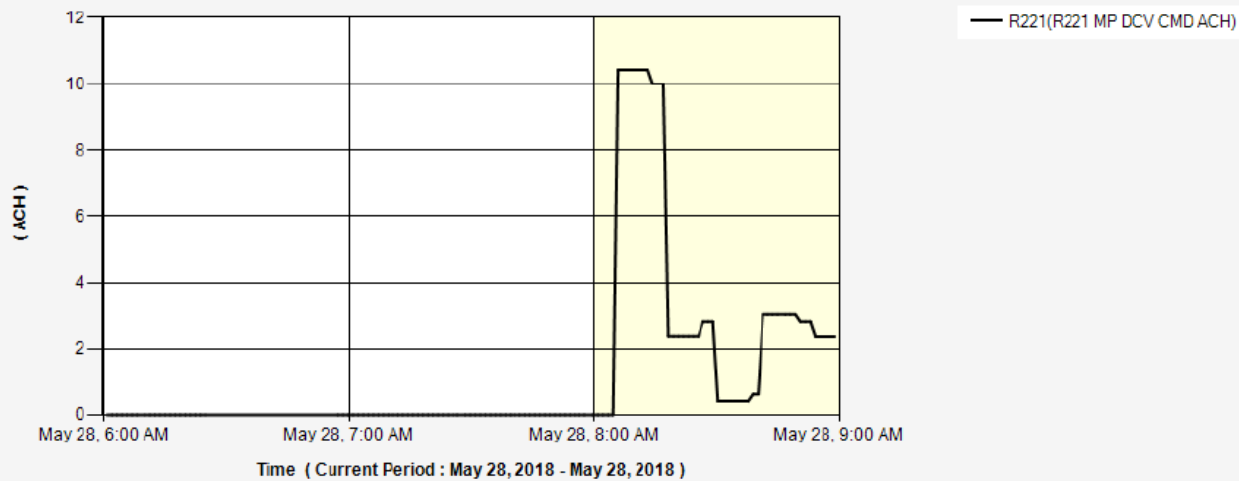
היסטורית "ניקיון" של מעבדה 221:



PID TVOCs Graph for client "Weizmann Institute" and building "Biochemistry Lab Building"



User defined point graph (ACH) for Weizmann Institute / Biochemistry Lab Building



Zoom in
לחדר 221:
שיטת עבודה
גורמת לזיהום
קבוע.
בלילה תקין!!
תחילת זיהום
רק בשעה
8 בבוקר עם
תחילת העבודה

הגדון : מכון ויצמן למדע – מבנה ביוכימיה

דו"ח בדיקה לפעולת מערכת **Aircuity** במכון ויצמן למדע בניין ביוכימיה

סימולציה ובדיקת

מערכת

: AIRCUITY

1.

רקע :

מערכת **Aircuity** הוזמנה , סופקה , הותקנה והופעלה בבניין ביוכימיה מכון ויצמן לשם חיסכון באנרגיה תוך עמידה בתנאי הבטיחות במעבדות .
מערכת **Aircuity** פועלת בכמאה וחמישים מוסדות מחקר, בריאות ותעשייה בעולם מזה כעשר שנים בהצלחה רבה המערכת מותקנת במוסדות מחקר כגון : הרוארד , פרינסטון ואוניברסיטה של קליפורניה \ משיגן \ איווה \ אריזונה \ ניו יורק \ פנסילבניה \ נברסקה ועוד .

2.

דרישות/תקנות :

תקנת משרד הכלכלה הקיימת היום מחייבת מינימום 6 החלפות אוויר בשעה לכל מעבדה . שינוי התקנה עבר את שלב הועדה , פורסם להערות הציבור וממתין לאישור הגורמים המוסמכים.
בהתאם לבקשת המכון ניתן ע"י משרד הכלכלה מכתב הרשאה פורמלי לבצע מערכת **AIRCURITY** בבניין זה ברמה של **Prototype** (כאשר בכל רגע ניתן לחזור לערכי התקנה המלאים)

3.

תאור המערכת :

מערכת **Aircuity** מבוססת על סדרת גלאים , מערכת וואקום המבצעת ניידת דוגמת אוויר מכל מעבדה/חדר ומסיעה את הדוגמאות אל מערכת הגלאים המרכזית. (נספח א' - תזרים סכמתי של המערכת)
במבנה מורכבים הגלאים הבאים :

Optical Particle Counter	SEN-PAR-1	גלאי חלקיקים
Dual Wavelength Non-Dispersive Infrared Sensor	SEN-CO2-2A	גלאי CO ₂
Captive Polymer Sensor	SEN-DPT-2	גלאי לחות
TVC1: Metal Oxide Semiconductor	SEN-TVC-1&2	גלאי TVOC
TVC2: Photoionization Detector (PID)		

(נספח ב' – רשימת גלאים ונתונים טכניים לכל גלאי)

כל מדידה של דוגמת אוויר נבדקת כנגד מדידה המבוצעת בצמוד לדוגמת אוויר חוץ המסופק לאותו החדר/מעבדה.
כך נמדד ומחושב הפרש ה"זיהום" בין האוויר המסופק למעבדה (נק' היחוס) לבין האוויר במעבדה עצמה.

מערכת הבקרה המשולבת **Aircuity – Phoenix Controls** מבצעת כלהלן :

- מצב יום יומי - שומרת על כמות אספקה מינימלית של אוויר צח 2ACH
- מצב "זיהום" - מעלה את כמות אספקת האוויר עד 18ACH כתלות בערכי המדידה, בנפח החדר וב"גודל" מערכת האיוורור של המעבדה עצמה.
- חזרה לשגרה - לאחר אוורור וניקוי המעבדה וקריאת ערכים תקינים המערכת חוזרת אוטומטית ל 2ACH

הערה: במידה ובמעבדה יש מנדף כימי , פתיחת דלת המנדף תגרום להגדלת כמות האוויר (ניידה ואספקה) עפ"י דרישת המנדף ללא כל קשר למערכת ה **Aircuity**

(נספח ג' – טבלת הבסיס לתפקוד המערכת עפ"י נתוני המדידה ההפרשית ופיקודת המערכת לכמות ההחלפות הרצויה)

סימולציה ובדיקת מערכת AIRCUITY :

4. מצב קיים :

מערכת **Aircuity** ומערכת **Phoenix Controls** מופעלות, מתפקדות, מכילות מאז סוף 2017 לספק מינימום של 6 החלפות אוויר, אבל במידת הצורך מגדילות את מספר ההחלפות כתלות במידות המעבדה ובגודל שסתומי האספקה והיניקה הכללית מהחדר.

5. נתונים על מעבדה 419:

לצורך ביצוע הסימולציה הועמדה לרשותנו מעבדה 419 (קומה 4 צד צפון) מעבדה זו בנויה משני "מודולים" נפח המעבדה (ללא משרדים) 95.7 מ"ק.

$$2ACH = 112 CFM$$

$$6 ACH = 338 CFM$$

$$18 ACH = 1014 CFM$$

כל חישובי החלפות האוויר הם בהתאם לספיקת אספקת האוויר למעבדה.

המעבדות במבנה מתוכננות ללחץ שלילי קל **Slightly negative** כך שבמצב עבודה רגיל $Offset = -100CFM$

בכל שלבי הסימולציה דלת המנדף במצב סגור קבוע, ספיקת מנדף = 163 CFM

שסתום היניקה הכללית הוא בקוטר 8" ותחום הספיקות האפשרי הוא 35 to 700 CFM

שסתום האספקה הוא בקוטר 10" ותחום הספיקות האפשרי הוא 50 to 1000 CFM

(נספח ד' – מבנה מעבדה טיפוסי 2 מודולים)

6. ציוד לבדיקה :

- מחשב בקרה ותצוגת מערכת **Phoenix Controls**
 - מחשב בקרה ותצוגת מערכת **Aircuity**
 - אתנול 95%
 - מערכת ליצור בועות אתנול ע"י משאבת אוויר
 - נר עשן מתוצרת **Drager** לקבלת עשן ע"י ראקציה בין חמצן לחומצה
- (נספח ה' – ציוד לביצוע הבדיקה)

7. שלבי ביצוע הבדיקה :

שלב 1: בדיקת התזת אתנול (ממיסים אורגנים)	
א. העברת מערכת הבקרה למינימום 2ACH	
ב. חיבור מקומי של המחשבים למערכת Phoenix ולמערכת Aircuity מבט על תצוגת Aircuity – ראה נספח ו' .	
ג. ווידוא כי החדר נקי ואין "זיהום" – תיעוד ערכים נמדדים בטבלה	
ד. הפעלת מחולל בועות אתנול	
מיקום מחולל הבועות – ראה נספח ז' .	
ה. ווידוא כי מערכת Aircuity מזהה את ה"זיהום" – תיעוד ערכים נמדדים בטבלה	
ו. ווידוא שמערכת Phoenix מגיבה לשינוי פיקוד הספיקה – תיעוד ערכים נמדדים בטבלה	
ז. ווידוא לאחר האוורור כי החדר נקי ואין "זיהום" – תיעוד ערכים נמדדים בטבלה	
שלב 2: בדיקה בעזרת נר עשן (חלקיקים)	
ח. הפעלת נר עשן "פיזור" עשן מתחת לגריל היניקה – ראה נספח ח' .	
ט. ווידוא כי מערכת Aircuity מזהה את ה"זיהום" – תיעוד ערכים נמדדים בטבלה	
י. ווידוא שמערכת Phoenix מגיבה לשינוי פיקוד הספיקה – תיעוד ערכים נמדדים בטבלה	
יא. ווידוא לאחר האוורור כי החדר נקי ואין זיהום – תיעוד ערכים נמדדים בטבלה	
יב. וודא תיעוד של כל ערכי המדידה	
יג. החזרת המערכת למצב מינימום החלפות אוויר ל 6 ACH כנדרש במצב "הרצת" המערכת	

8. הערות למהלך הביצוע :

א. בהפעלה הראשונה כתוצאה מרעידות המשאבה, המשאבה והבקבוק נפלו למרגלות הארון ונוצר שפך קטן (כ 100cc) של אתנול בחזית המנדף – ראה נספח ט' .	
ב. לא הצלחנו להכניס "מעט" עשן, המעט שהצלחנו עדיין "הקפיץ" את ערכי הקריאה.	

9. סכום תוצאות הבדיקה :

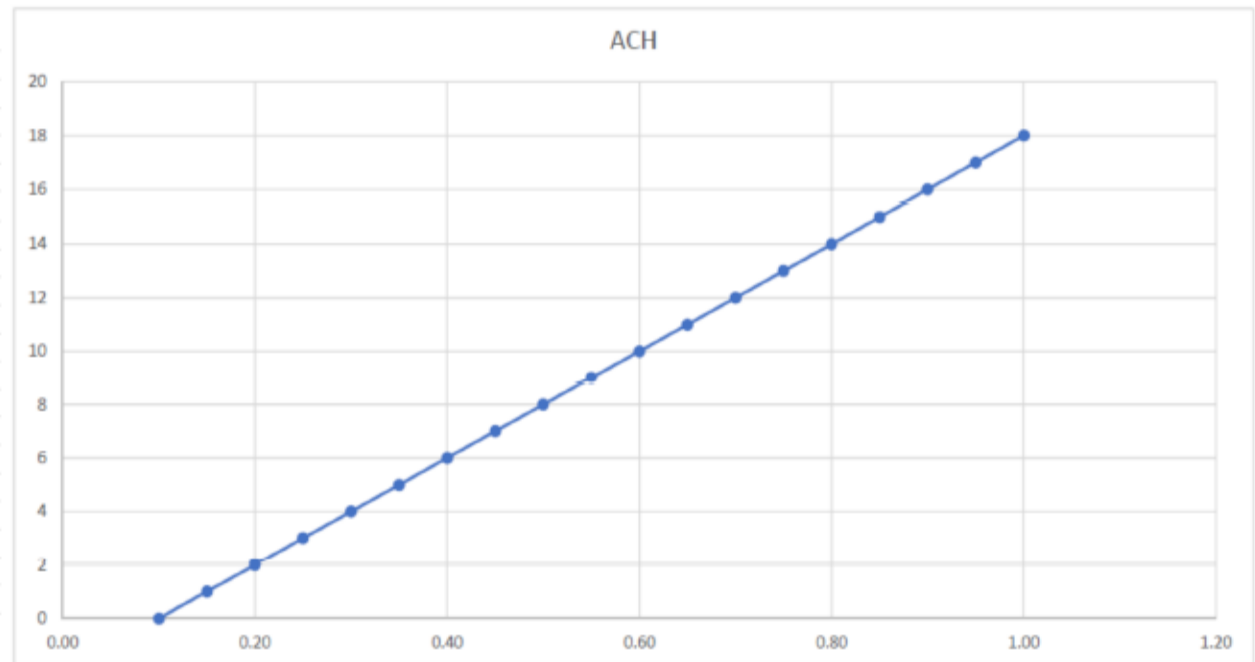
א. מערכת Aircuity מגיבה לביצוע זיהומים ומשנה את פיקוד החלפות האוויר – ראה נספח י'	
ב. מערכת Phoenix מבצעת את שינויי הפיקוד – ראה נספח י'	
ג. המערכת הוכחה במבצעית בהתאם לבדיקה	

10. המלצות :

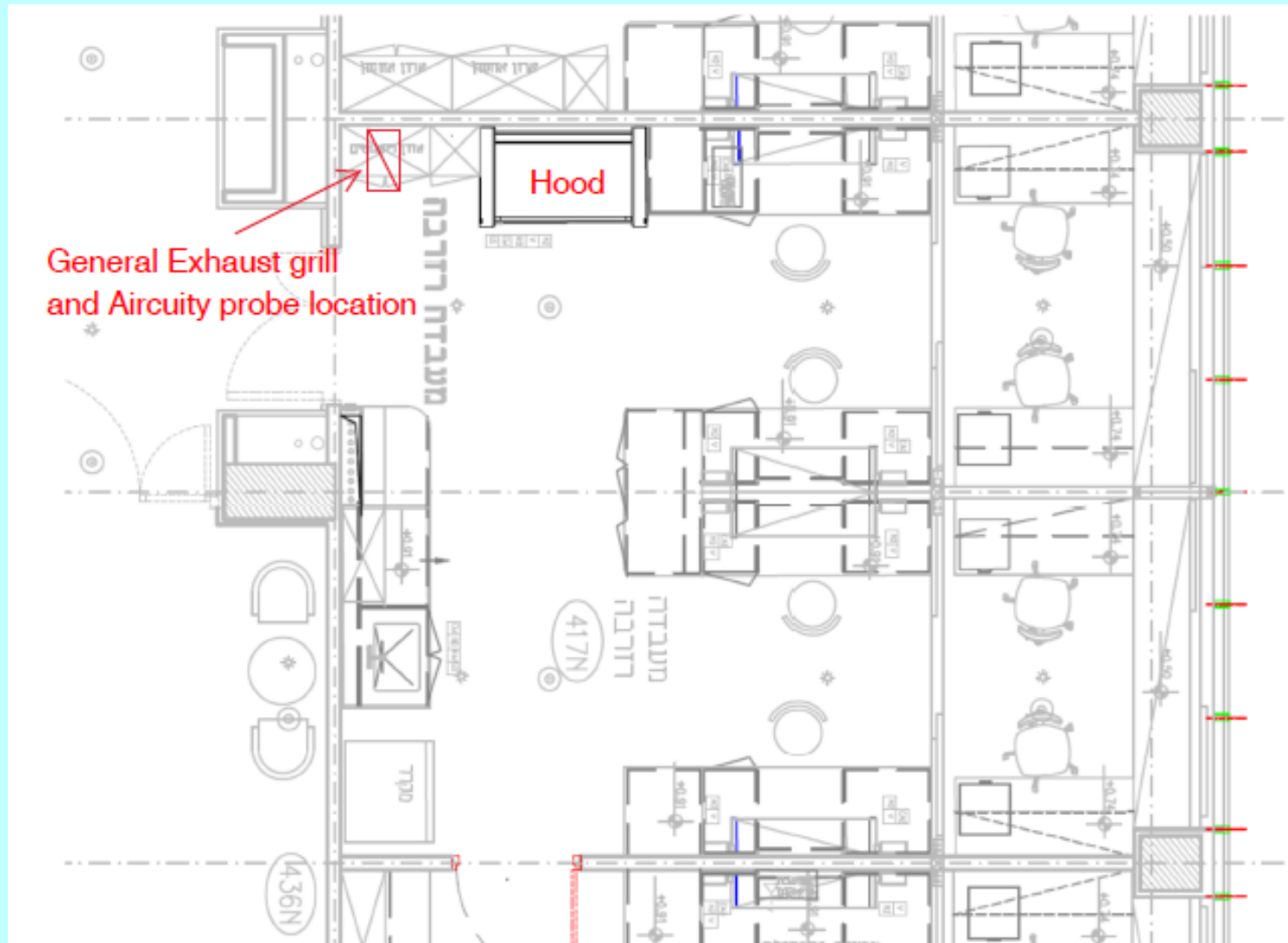
להפעיל את המערכת בהתאם לאישור משרד הכלכלה כמערכת מבצעית

: AIRCUIY מבדקת מערכת

Main Parameter					
ppm Iso	ACH	TVC-2	CO2	Par	
0.10	0	0.30	300	500,000	
0.15	1	0.45	450	750,000	
0.20	2	0.60	600	1,000,000	
0.25	3	0.75	750	1,250,000	
0.30	4	0.90	900	1,500,000	
0.35	5	1.05	1050	1,750,000	
0.40	6	1.20	1200	2,000,000	
0.45	7	1.35	1350	2,250,000	
0.50	8	1.50	1500	2,500,000	
0.55	9	1.65	1650	2,750,000	
0.60	10	1.80	1800	3,000,000	
0.65	11	1.95	1950	3,250,000	
0.70	12	2.10	2100	3,500,000	
0.75	13	2.25	2250	3,750,000	
0.80	14	2.40	2400	4,000,000	
0.85	15	2.55	2550	4,250,000	
0.90	16	2.70	2700	4,500,000	
0.95	17	2.85	2850	4,750,000	
1.00	18	3.00	3000	5,000,000	



סימולציה ובדיקת מערכת AIRCUIITY :



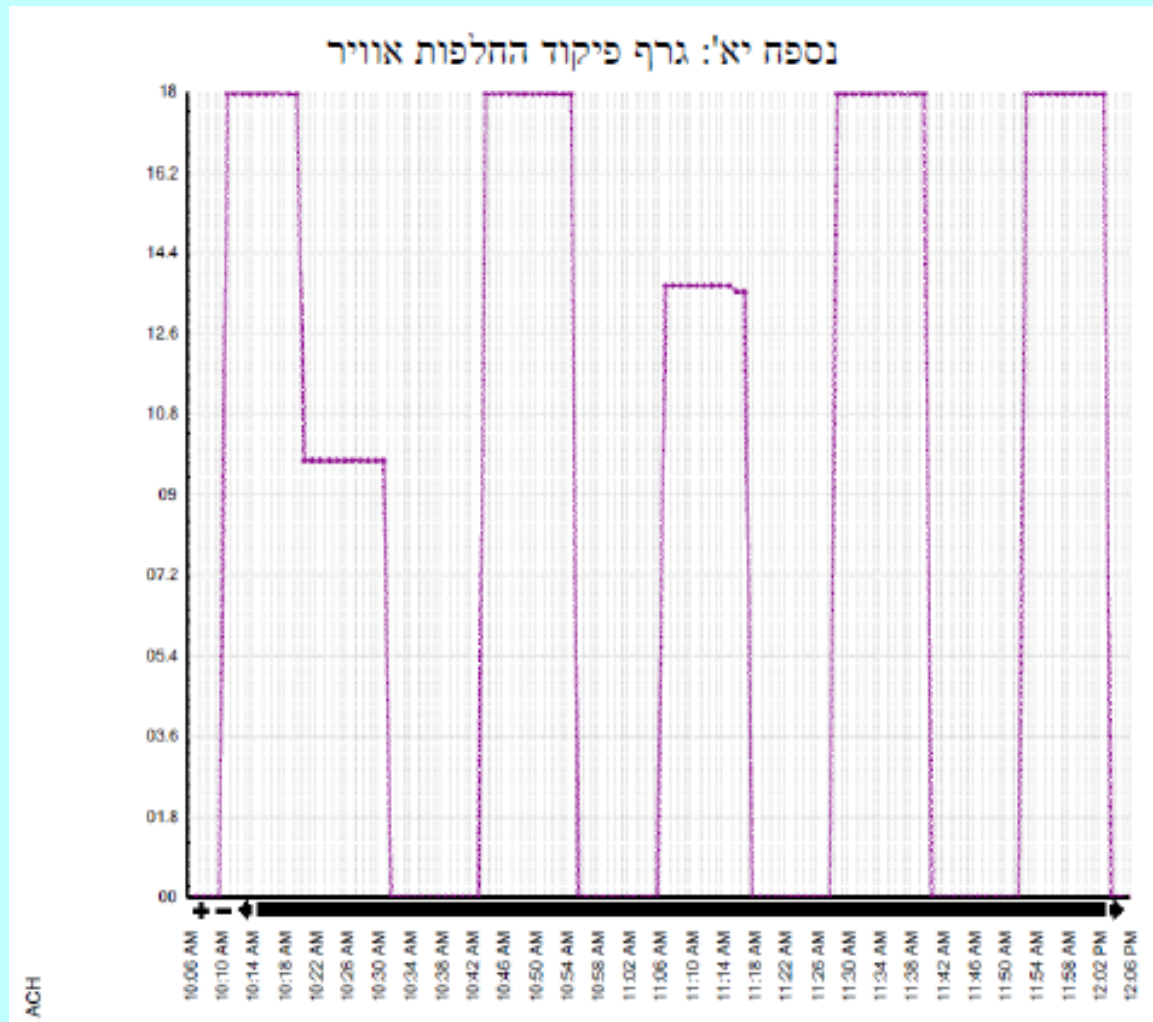
סימולציה ובדיקת מערכת AIRCULTY תמונות:



תוצאות סימולציה ובדיקת מערכת AIRCUITY :

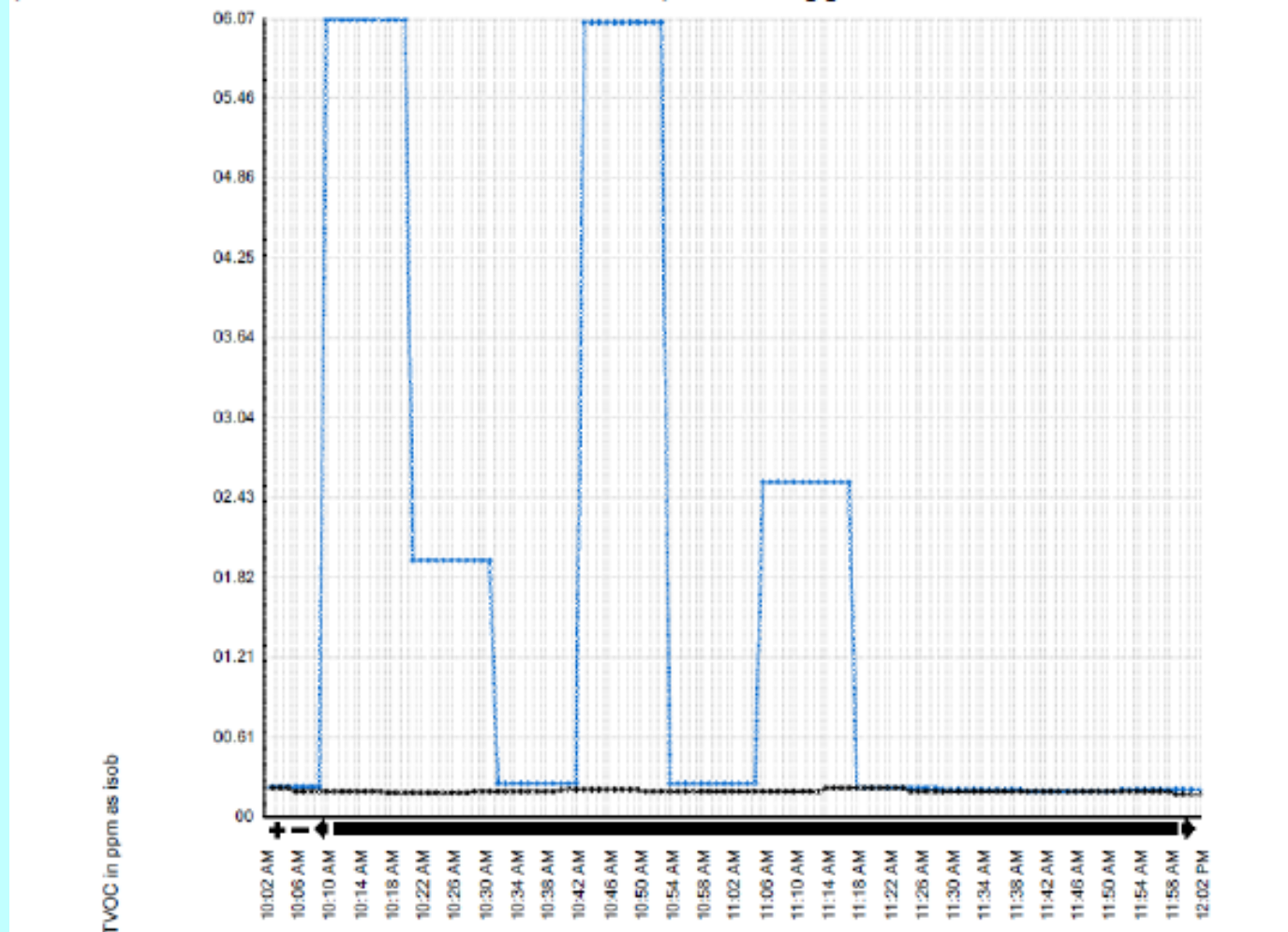
סימולצית AIRCUITY ביו כימיה 419															26.3
מק 95.7															זמן
Actual ACH sup	CMD ACH	הפרש	R419 CO2PPM	AHU9 CO2PPM	הפרש	R419 PCF	AHU9 PCF	הפרש	R419 TVOCP	AHU9 TVOCP	offset	HOOD CFM	SUP CFM	GEX CFM	
1.94	0	17	410	393	-204480	322809	527289	-0.009	0.208	0.217	-93	163	109	39	9.37
1.94	0	11	404	393	-197482	329807	527289	0.011	0.228	0.217	-93	163	109	39	9.49
0		0			0			0			0	שך בחזית המנדף + בועות			
17.8	18	114	504	390	-226734	365316	592050	5.873	6.07	0.197	137	163	1000	700	10
9.86	9.75	11	404	393	-130569	365430	495999	1.764	1.951	0.187	-94	163	555	486	10.11
2.08	0	8	395	387	-91775	363731	455506	0.06	0.248	0.188	-98	163	117	52	10.22
0		0			0			0			0	נקיון שך מתחת למנדף			
17.8	18	14	398	384	-36274	393775	430049	5.833	6.04	0.207	146	163	1003	694	10.33
2.08	0	2	395	393	-69094	310891	379985	0.051	0.248	0.197	-98	163	117	52	10.44
0		0			0			0			0				בועות
13.8	13.7	17	401	384	-84271	300103	384374	2.351	2.548	0.197	-82	163	778	697	10.56
2.11	0	-1	392	393	-80165	298998	379163	0.001	0.218	0.217	-98	163	119	54	11.07
0		0			0			0			0				מעט עשן
17.9	18	84	465	381	16931921	17272630	340709	0.011	0.208	0.197	147	163	1007	697	11.19
2.11	0	8	399	391	-35954	270710	306664	0.01	0.198	0.188	-98	163	119	54	11.3
0		0			0			0			0				מעט מאוד עשן
17.9	18	60	456	396	9203672	9517537	313865	0.02	0.208	0.188	147	163	1007	697	11.42
2.08	0	6	393	387	-68471	249953	318424	0.021	0.189	0.168	-98	163	117	52	11.53
0		0			0			0			0				החזרה ל 6ACH
6.04	0	11	398	387	-66233	241175	307408	0.01	0.188	0.178	-94	163	340	271	11.04

סימולציה ובדיקת מערכת AIRCUIITY :



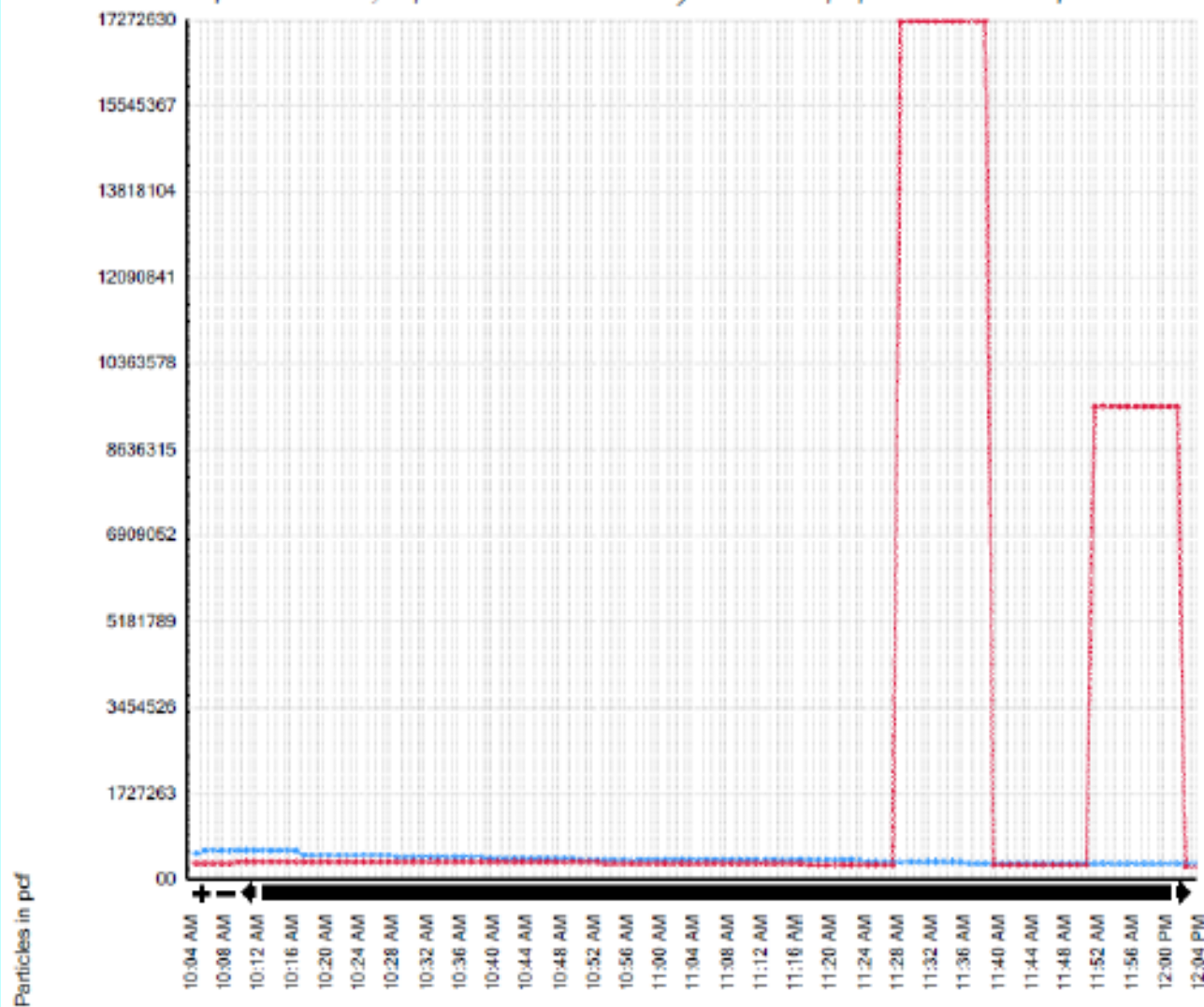
סימולציה ובדיקת מערכת AIRCUIITY :

נספח טו': גרף מדידות TVOC ppm as isob (שחור=אוויר אספקה , כחול=ערך נמדד במעבדה)



סימולציה ובדיקת מערכת AIRCUIITY :

נספח יד': גרף מדידות חלקיקים PCF (כחול=אוויר אספקה , אדום=ערך נמדד במעבד)



Ventilation Workshop Presentation Summary

- **Reducing lab airflow is single greatest means to cut lab energy**
 - ✓ Lab HVAC energy can be cut by 40 to 65% by DBC
- **Enthalpy based heat recovery of room exhaust can cut total energy by another 10 to 20% beyond DBC**
 - ✓ Sensible heat recovery does not make economic sense



- ✓ מערכת בעלת ניטור רציף 24/7 של איכות האוויר במעבדות, הוכיחה את עצמה כמערכת החוסכת אנרגיה ללא פגיעה בבטיחות העובדים במעבדה.
- ✓ יש להאיץ את אישור שינוי "התקנה"
- ✓ זמן החזר ההשקעה אטרקטיבי מאוד
- ✓ חיסכון משמעותי בפליטות גזי חממה CO_2

