

תהליך ההסמכה (Commissioning) תקן 202, דוגמאות לבקרת התכנון בהתאמה לדרישות

The commissioning process –standard 202, examples of review design to requirements



אילת 11/2021

רם הברון



חשמל ואנרגיה 2021 Electricity & Energy



הכינוס הבינלאומי ה-21 של התאגדות מהנדסי חשמל אלקטרוניקה ואנרגיה בישראל

נושאי המצגת

- למה נדרשת הסמכה?
- היתרונות של תהליך הסמכה.
- תקן ASHRAE 202 - שלבי תהליך ההסמכה.
- המחשת חשיבות תהליך ההסמכה בשלב התכנון באמצעות דוגמאות.
- סיכום.



הסמכה איננה תרגיל בהטלת האשמות, אלא מאמץ משותף לזהות ולצמצם בעיות של תכנון, הקמה ותפעול ע"י פתרון בשלב מוקדם של התהליך בעלות הנמוכה ביותר עבור כולם.

We all
make
mitakes!

למה נדרשת הסמכה (Commissioning)?



דברים קורים בפרויקטים (דברים – כל מספר של סוגיות שמזיקות פוטנציאלית לאינטרסים של הלקוח בפרויקט)

הסוגיות יכולות להיות:

- הגדרה גרועה של צרכי הלקוח.
- ביצוע גרוע של:
 - עבודת התכנון
 - הביצוע
 - הפעלה ואחזקה
- תקשורת גרועה בין המשתתפים

היתרונות של הסמכה (Commissioning)

- פרויקט שעובד באופן מלא עם תחילת האיכלוס.
- פרויקט שמשקף את צרכי ורצונות הלקוח.
- פרויקט שנהנה מהמאמץ לשיתוף הפעולה בין המשתתפים השונים.
- פרויקט עם אבני דרך ברורות.
- פרויקט עם תיעוד מיטבי.
- צוות שמוכן להפעיל ולדאוג כראוי למערכות והרכיבים.

STANDARD



ANSI/ASHRAE/IES Standard 202-2013

Commissioning Process for Buildings and Systems


- **Owner's Project Requirements- OPR**
- **CxA -Commissioning Authority**





Learning Center



ניתן לחלק את תהליך ההסמכה לחמישה שלבים: 

1. טרום תכנון
2. תכנון
3. הקמה
4. קבלה
5. אחריות



חשמל ואנרגיה 2021  Electricity & Energy



הכינוס הבינלאומי ה-21 של התאגדות מהנדסי חשמל אלקטרוניקה ואנרגיה בישראל

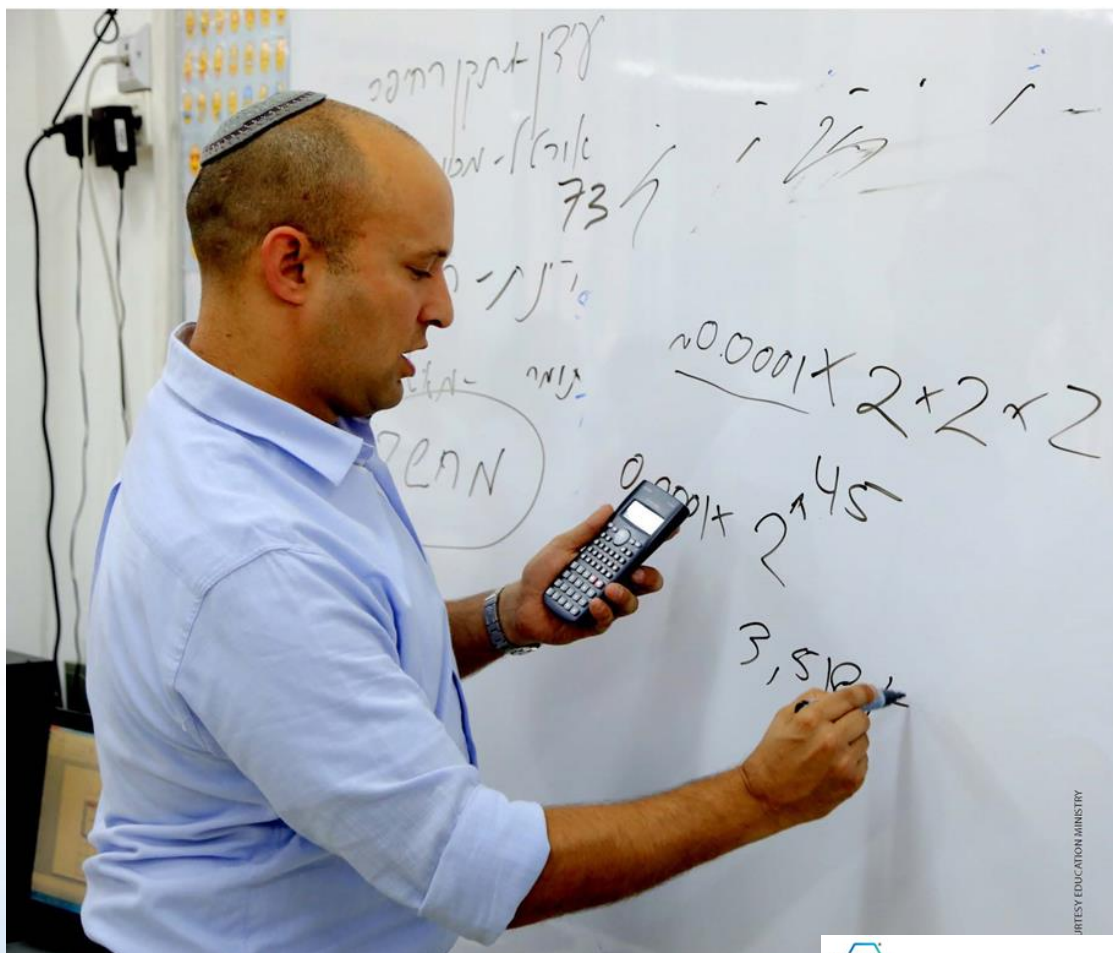
Activity	Deliverable
Initiate Cx Process	Roles and Responsibilities
↓	↓
Decide Project Requirements	Owner's Project Requirements
↓	↓
Develop Cx Plan	Cx Process Plan
↓	↓
Design Approach to Requirements	Basis of Design
↓	↓
Set Contractor Cx Requirements	Cx Specifications
↓	↓
Review Design to Requirements	Design Review Report
↓	↓
Review Submittals	Submittal Review Report
↓	↓
Observe and Test	Construction Checklists and Reports
↓	↓
Resolve Issues	Issues and Resolution Log
↓	↓
Assemble Systems Manual	Systems Manual
↓	↓
Conduct Training	Training Plans and Records
↓	↓
Postoccupancy Operation	End of Warranty Cx Report
↓	↓
Assemble Cx Report	Cx Report



■ נתרכז בשלב התכנון



דוגמאות לבקרת תכנון חסרה



חשמל ואנרגיה 2021 Electricity & Energy



הכינוס הבינלאומי ה-21 של התאגדות מהנדסי חשמל אלקטרוניקה ואנרגיה בישראל

טבלת ציוד

3 יט"אות לחלל אחד (מתוך הרבה חללים נוספים)

AIR HANDLING UNITS

SUPPLY FANS						COOLING COIL ²										FRESH AIR (CFM)		
CFM ¹ AT TOTAL FT. ELV.	S.P.	BHP	MOTOR (50Hz)			COOLING CAPACITY (BTU)	FACE VEL. (FPM)	MIN. ROW DP.	FIN PER IN	ENT. AIR		LVG. AIR		AIR P. D. IN.	WATER			
			KW	VOLT	RPM					DB °C	WB °C	DB °C	WB °C		IN °C		OUT °C	GPM
21,200	1,000	24.6	20.0	400 3	-	947,400	450	B	B	25.5	18.1	14.0	13.0	?	8	13	210.5	5,300
21,200	1,000	24.6	20.0	400 3	-	947,400	450	B	B	25.5	18.1	14.0	13.0	?	8	13	210.5	5,300
21,200	1,000	24.6	20.0	400 3	-	947,400	450	B	B	25.5	18.1	14.0	13.0	1"	8	13	210.5	5,300
63,600						2,841,000				77F	64.6F	57F.2	55.4F					15,900
										h=29.6		h=23.4						

Design Review:

$q = 63,600 \times 4.5 \times (29.6 - 23.4) = 1,774,440 \text{ Btu/hr}$

$q = 500 \times 210.5 \text{ gpm} \times 5^\circ\text{C} \times 1.8 \times 3 \text{ ahu's} = 2,841,750 \text{ Btu/hr}$

לפי זה נבחרו הצ'ילרים כמעט 90 ט.ק. עודפים...

$1430\text{m}^2 / 2841000\text{bth} \times 12000 = \underline{6\text{m}^2/\text{TR} !!}$

Design Review



תנאי התכנון עפ"י דרישות המפרט:

חוץ: קיץ: 36°C לפי מד חום יבש, 26°C לפי מד חום לח
פנים: בקיץ: $24\pm 2^{\circ}\text{C}$ לפי מד חום יבש. הלחות לא מבוקרת.
ספיקת אויר: חוץ -25% מהספיקה הכוללת.

מהירות אויר: ממוצעת נדרשת בחלל 75 fpm .

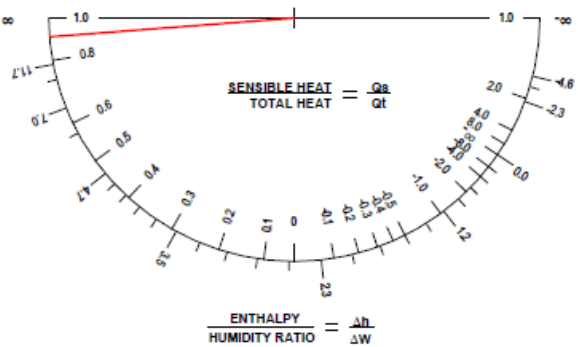
חישוב ספיקת אויר:

$$10.76\text{ ft}^2/\text{m}^2 \times 3.58\text{ m} \times 22\text{ m} \times 75\text{ fpm} = 63559\text{ cfm} \text{ (} 30\text{ m}^3/\text{s}\text{)}$$

(מכפלת שטח החתך במהירות הנדרשת).

ספיקת האויר ע"מ לקיים את הדרישה למהירות זרימה של 75 fpm היא $63,600\text{ cfm}$

כמות האויר נקבעה לפי הדרישה למהירות זרימה כלומר יש לחשב את תנאי אספקת האויר בהתאם!

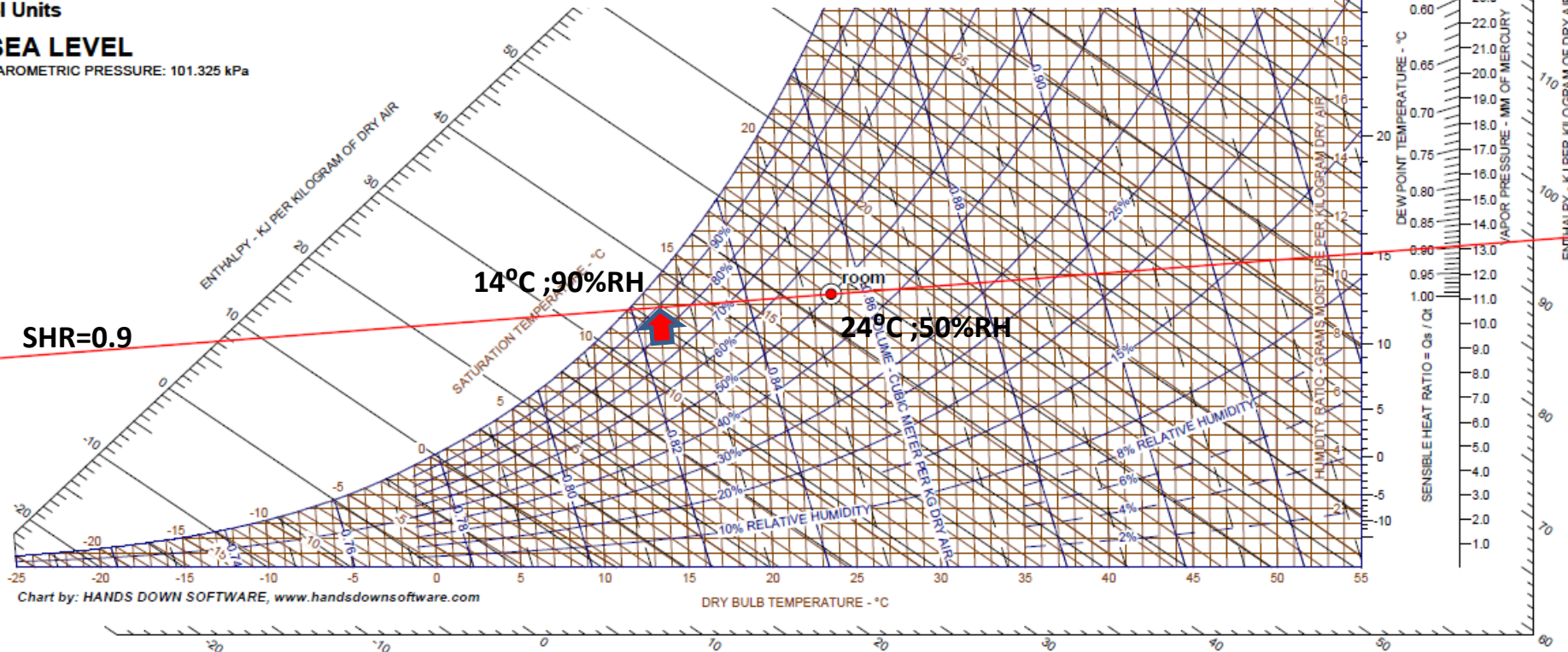


PSYCHROMETRIC CHART
 Normal Temperature
 SI Units
SEA LEVEL
 BAROMETRIC PRESSURE: 101.325 kPa

ברוב המקרים מגדירים את תנאי האויר בחלל, מחשבים את העומס ושיפוע התהליך ואז מתקבלים תנאי יציאת האויר מהסוללה.

לפי הפרש האנתלפיות ועומס החום מחשבים את ספיקת האויר.

אם מדובר על תנאי נוחות רגילים ואם אין כמעט עומס כמוס תנאי אספקת האויר אכן בערך 14°C .



Design Review

מדובר על חלל גדול בלי חלונות, עם מעט אנשים וכמעט ללא עומסי חום פנימיים.
עומס החום המחושב בחלל ללא העומס מאויר חוץ – 255,900 Btu/hr בלבד.
כאמור, כאן ספיקת האויר כבר נקבעה ולכן יש לחשב את תנאי אספקת האויר לחלל בהתאם!

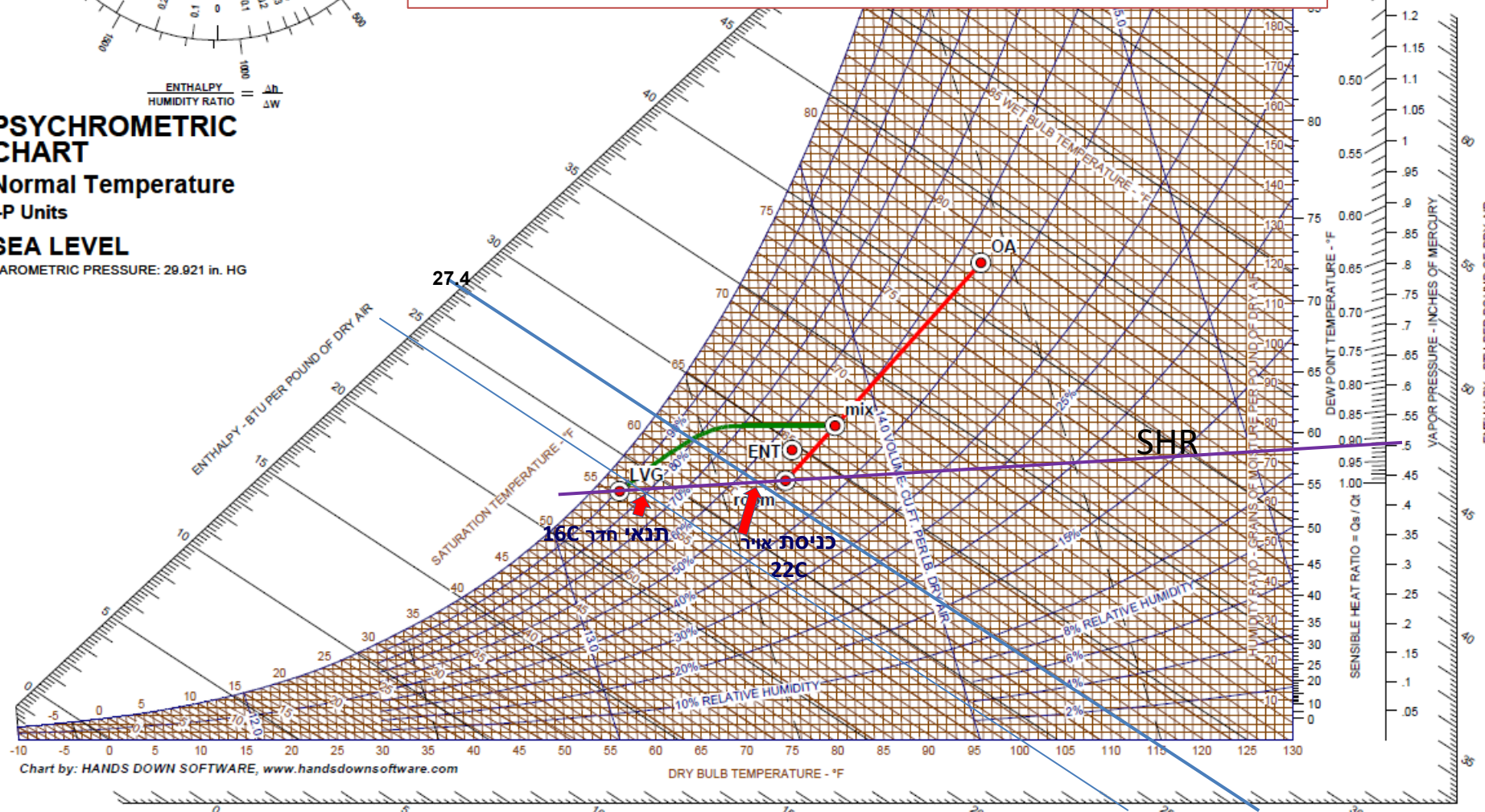
חישוב טמפרטורת אספקה לפי אנתלפיה אספקה:

$$q = Q \times 4.5 \times (h_{\text{room}} - h_{\text{Lvg}})$$

$$h_{\text{Lvg}} = h_{\text{room}} - q / (4.5 \times Q) = 28.3 - 255900 / (4.5 \times 63600) = 27.4 \text{ Btu/lb}$$

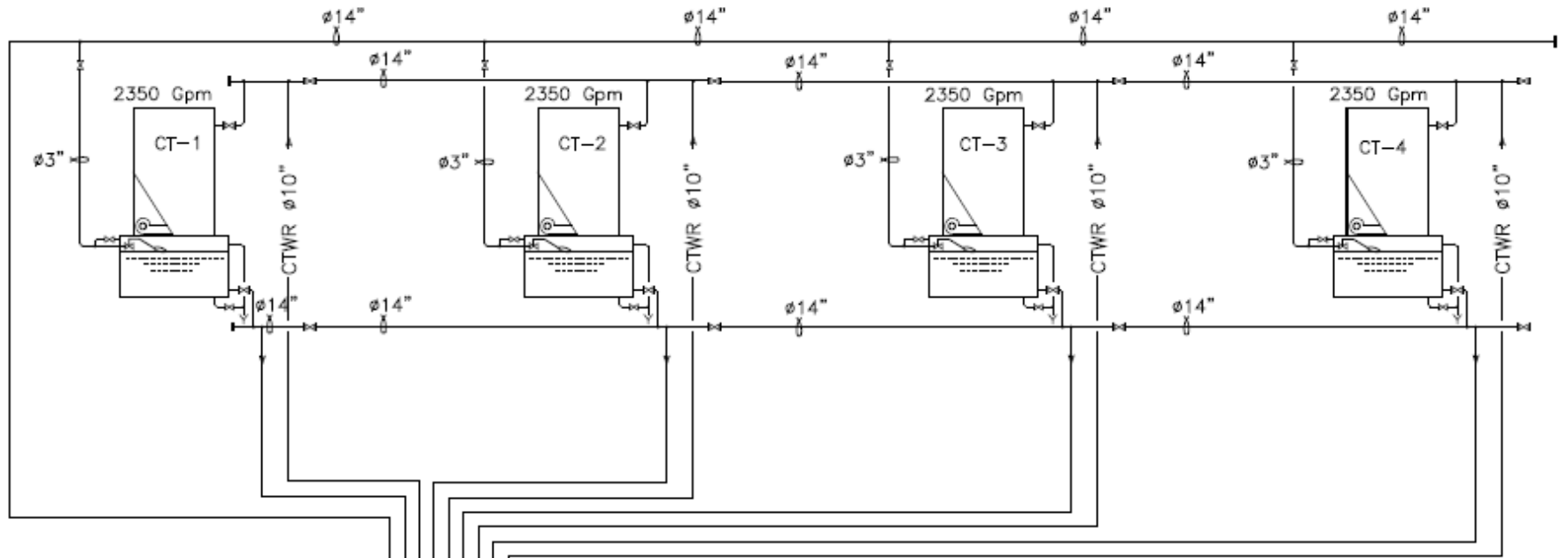
התוצאה: צילרים מיותרים, משאבות גדולות, יט"א גדולות, תשתית צנרת וחשמל כבדה, תיפקוד לא יעיל...

PSYCHROMETRIC CHART
 Normal Temperature
 I-P Units
SEA LEVEL
 BAROMETRIC PRESSURE: 29.921 in. HG



Design Review

מגדלי קירור מחוברים ביניהם

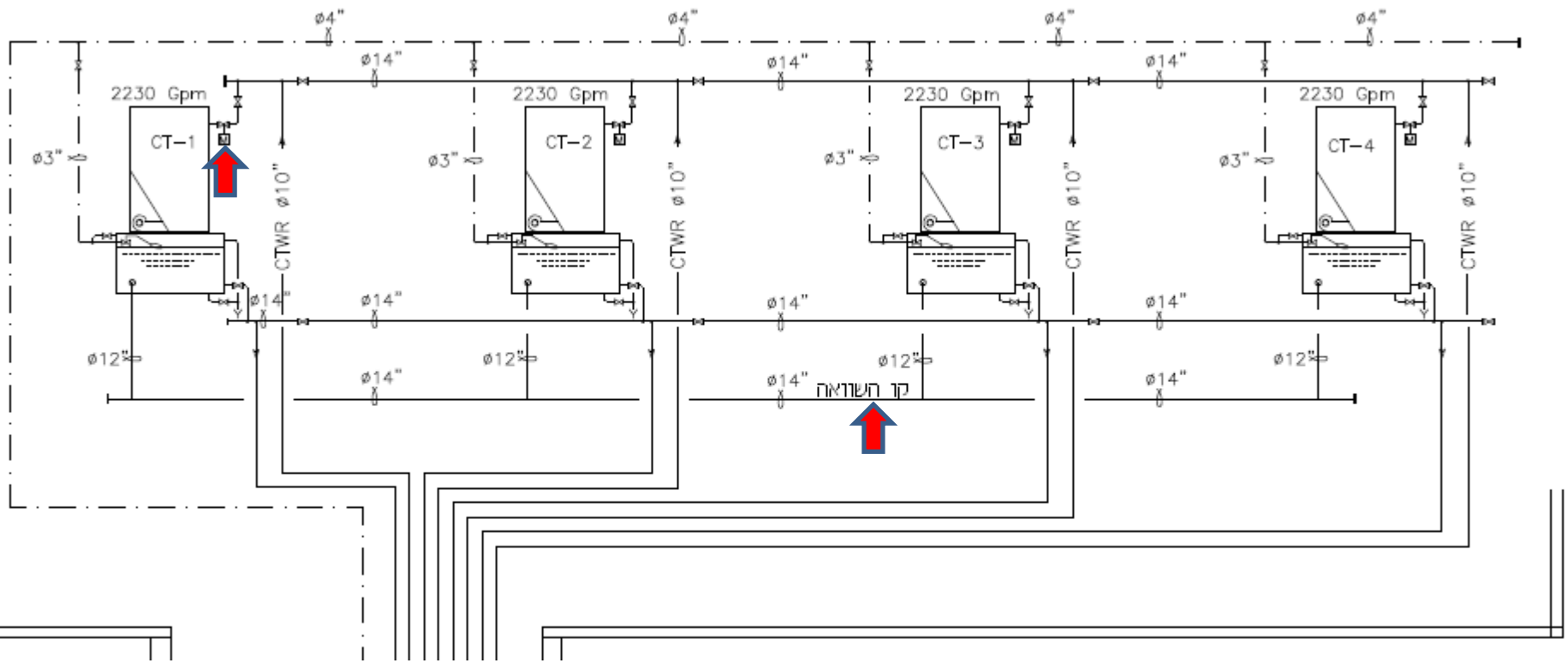


חסר קו השוואה
חסרים ברזי ניתוק מפקדים
למגדלים

תיקון



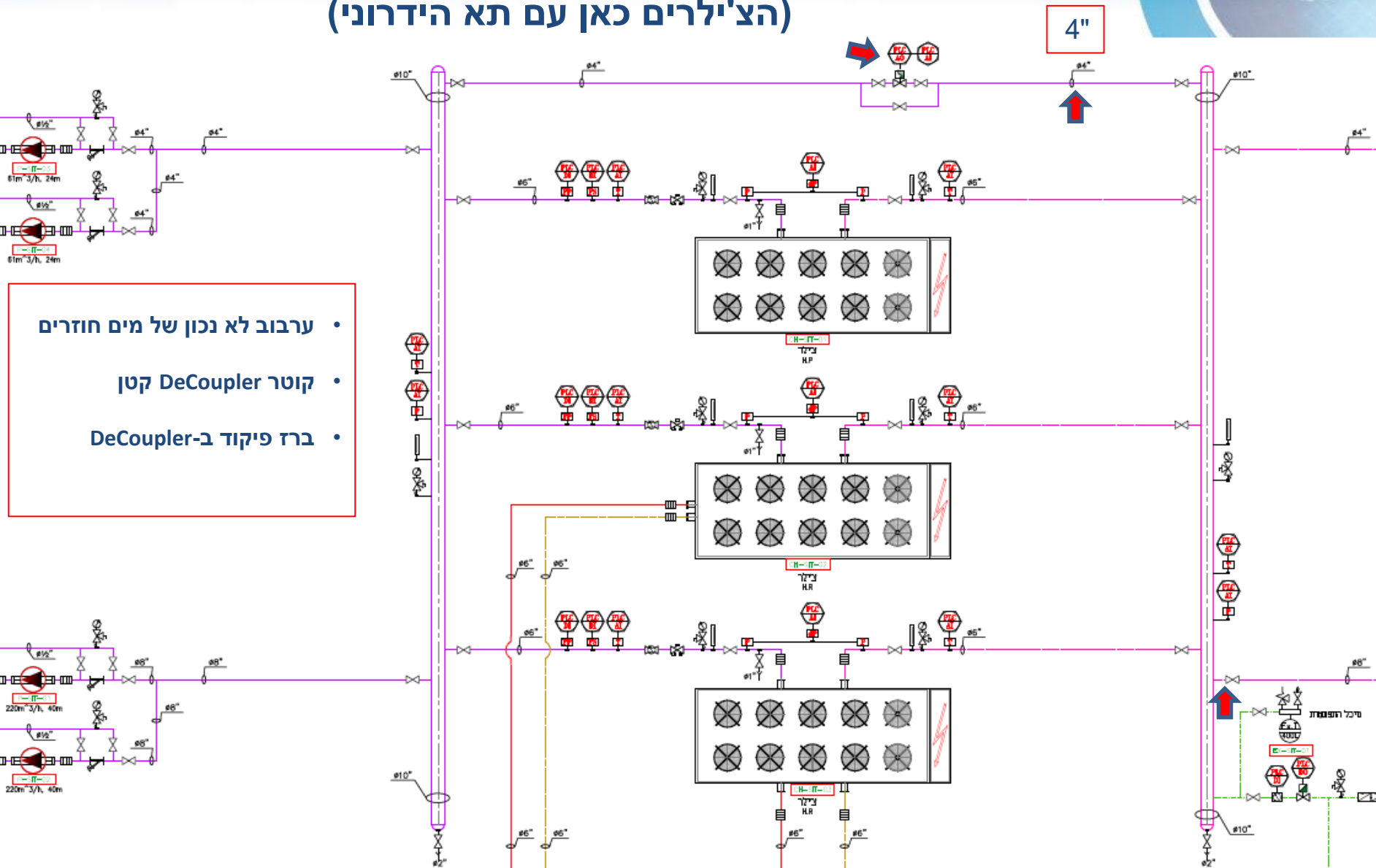
מגדלי קירור מחוברים ביניהם



קוי השוואה משמשים כדי למנוע הפרשים שעשויים להתפתח בזמן הפעולה, בין מפלסי הגובה של אגני המגדלים.

Design Review

מעגל ראשוני ספיקה קבועה ומעגל משני ספיקה משתנה
(הצ'ילרים כאן עם תא הידרוני)



- ערבוב לא נכון של מים חוזרים
- קוטר DeCoupler קטן
- ברז פיקוד ב-DeCoupler

טיבל התחבורה

תיקון

מעגל ראשוני ספיקה קבועה ומעגל משני ספיקה משתנה



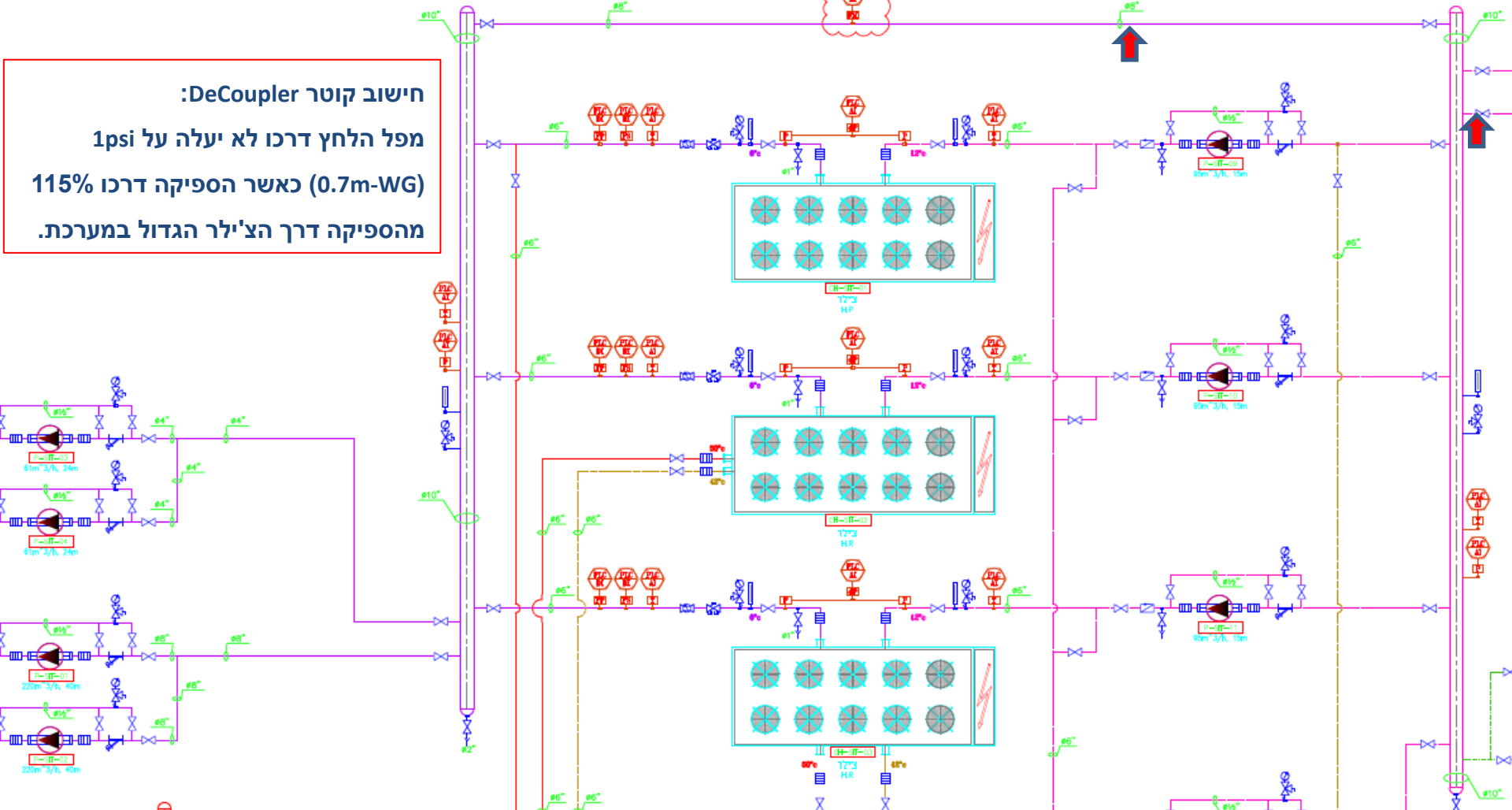
8"

חישוב קוטר DeCoupler:

מפל הלחץ דרכו לא יעלה על 1psi

(0.7m-WG) כאשר הספיקה דרכו 115%

מהספיקה דרך הצ'ילר הגדול במערכת.



Design Review

טבלת ציוד



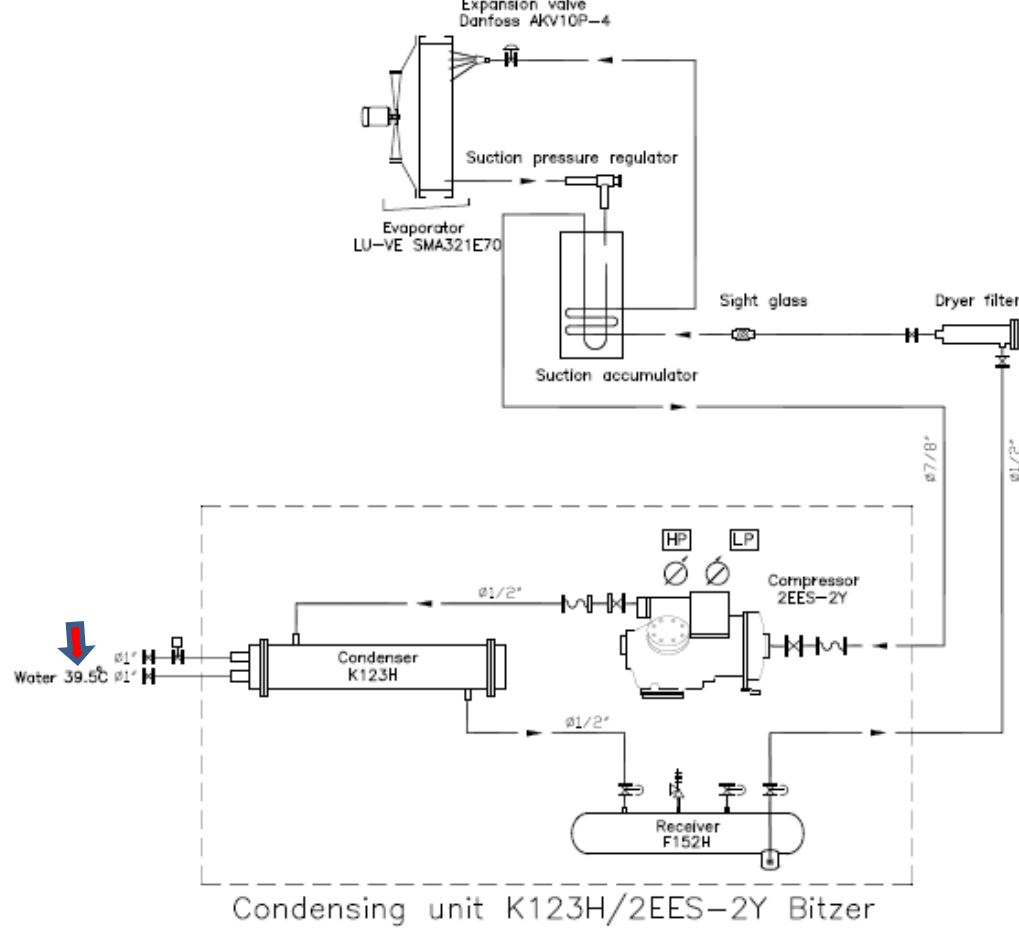
טבלת יחידות עיבוי מושלמות לחדרי הקירור עיבוי מים

דגמים לא מתאימים	יצורן מודל Bitzer או ישנה ערך נומינל	הספק עיבוי kW	נומינל טמפרטורה הספק עיבוי		גודל קירור	תפוקת קירור kW	טמפרטורה עיבוי °C	סוג מזבנה	סוג תנודות	מיקום	מס' החדר	סימון
			הספק עיבוי kW	הספק עיבוי kW								
	K074H(B)/2JC-07.2Y	4	1.5	1.5	R 507C	1.5	-25/40	S&T	סני ה'מטי	טכונת קוטה 3	1C	
	K074H(B)/2JC-07.2Y	4	1.5	1.5	R 507C	1.5	-25/40	S&T	סני ה'מטי	טכונת קוטה 3	3C	
	שכד עם VSD K074H(B)/2KC-05.2Y	3.8	2.5	2.5	R 507C	1.5	-4/40	S&T	סני ה'מטי	טכונת קוטה 3	3C	
	שכד עם VSD K074H(B)/2KC-05.2Y	3.8	2.5	2.5	R 507C	1.5	-4/40	S&T	סני ה'מטי	טכונת קוטה 3	4C	
	K074H(B)/2KC-05.2Y	3.8	2.5	2.5	R 507C	2.0	-4/40	S&T	סני ה'מטי	טכונת קוטה 3	5C	
	K074H(B)/2KC-05.2Y	3.8	2.5	2.5	R 507C	2.0	-4/40	S&T	סני ה'מטי	טכונת קוטה 3	5C	

טמפרטורת מי עיבוי גבוהה מטמפרטורת עיבוי

נתוני	טמפרטורת אוויר פני סוללת FPH	כמות ליטריות GPM	טמפרטורת מים ליטריות °C	כניסת מים ליטריות °C	כניסת אוויר ליטריות °C	טמפרטורת סוללת ביחידה °C	תפוקת קירור מטרות BTU/HR	מזבנה	שרות	סימון
עם כונן	450	70	+48	+43	+38	1	320,000	מזבנה אופקית	יחידות עיבוי	
	450	70	+48	+43	+38	1	320,000		של חדרי הקירור	

לפי מה לבחור מדחסים ומעבים?



Refrigerant R-507A
 Cooling capacity 2930W
 Defrost Electric element
 Evaporating temp -25°C
 Condensing temp 45°C

				⚠
				⚠
DATE	NAME	MODIFICATIONS		NO.

SUBJECT		F			
REFRIGERATION DIAGRAM ROOM -18°C					
Emp. no.	electra corp. code	DATE	approval	design	scale
91200068/10		24.09.18		per	%
17 EINSTEIN ST NESS ZIDNA 74140 ISRAEL					



Design Review



טבלת ציוד

יחידת קרור מים מושלמת

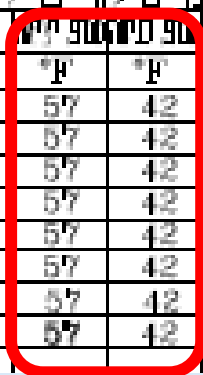
מס	סמון	מיקום	תפקיד	כמות	כדוגמאות		נצייד											
					יצרן	דגם	צנרת	מפיקת קרור	מפיקת קרור	מפיקת קרור	מפיקת קרור	מפיקת קרור	מפיקת קרור					
														GPM	FT/H2O	°F	°F	°F
	בורגי				CARRIER		340	15	52	42	35	140	3	30X706	CARRIER		גג	1.3-4
	בורגי				CARRIER		340	15	52	42	35	140	1	30X706	CARRIER		גג	4-4



כניסה ויציאה הפוכים

נחשון קרור

מס	שטח	שטח	שטח	שטח	שטח	שטח	שטח	שטח	שטח	שטח	שטח	שטח	שטח	שטח	שטח	שטח	מנוע ותמסורת			
																	שטח	שטח	שטח	
	18	45	57	42	0.48	8	5/8	8	28	69	70	85	105	500	11	5500	לצונחת	1450	2	1
	22	58	57	42	0.48	8	5/8	8	35	69	70	85	105	500	15	7500	לצונחת	1450	3	1
	20	54	57	42	0.48	8	5/8	8	34	69	70	85	105	500	14	7000	לצונחת	1450	3	1
	7	19	57	42	0.48	8	5/8	8	12	69	70	85	105	500	4.8	2400	לצונחת	1450	2	1
	15	43	57	42	0.48	8	5/8	8	27	69	70	85	105	500	10.8	5400	לצונחת	1450	3	1
	12.8	35	57	42	0.48	8	5/8	8	22	69	70	85	105	500	9	4500	לצונחת	1450	2	1
	36	100	57	42	0.48	8	5/8	8	63	69	70	85	105	500	25.7	12800	לצונחת	1450	4	1
	17	46	57	42	0.48	8	5/8	8	28	69	70	85	105	500	11.5	8000	לצונחת	1450	2	1

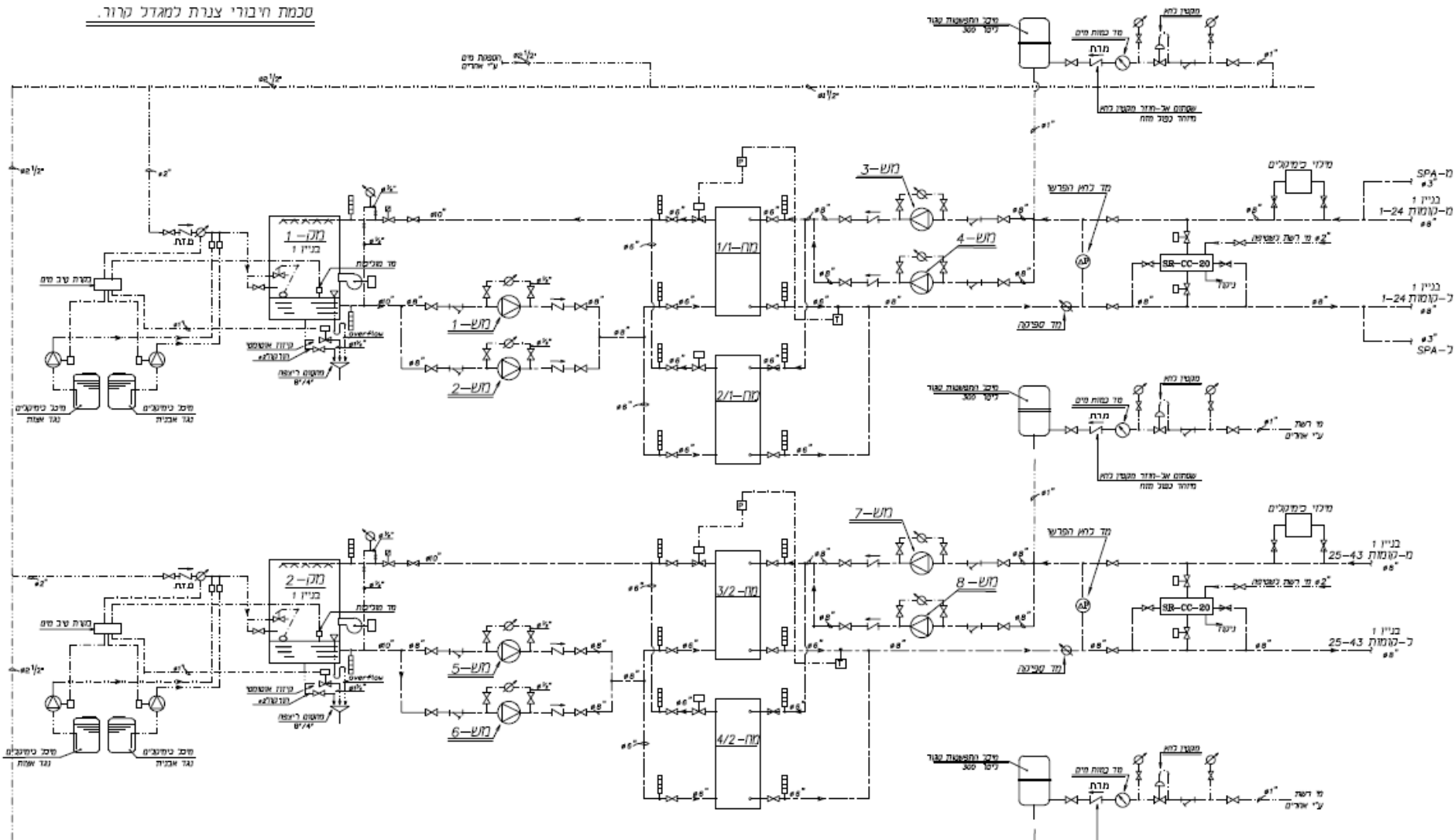


חזרת מים מהבניין לא מתאימה
לכניסה לצילרים

לפי מה לתכנן את היט"א?

Design Review

סכמת חיבורי צנרת למגדל קירור.



- מיזוג דירות באמצעות יחידות WS בעיבוי מים.
- מגדלי קירור נפרדים ללא גיבוי.
- חימום דירות ע"י גופים חשמליים ביחידת המאייד.



חשמל ואנרגיה Electricity & Energy 2021

הכינוס הבינלאומי ה-21 של התאגדות מהנדסי חשמל אלקטרוניקה ואנרגיה בישראל

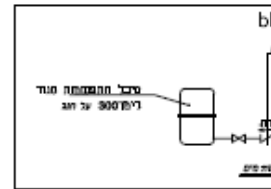
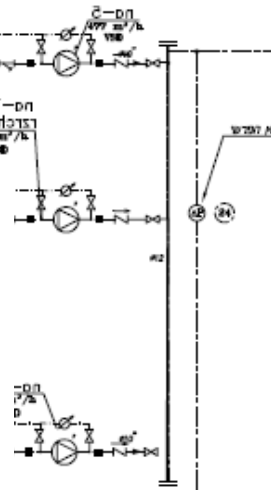
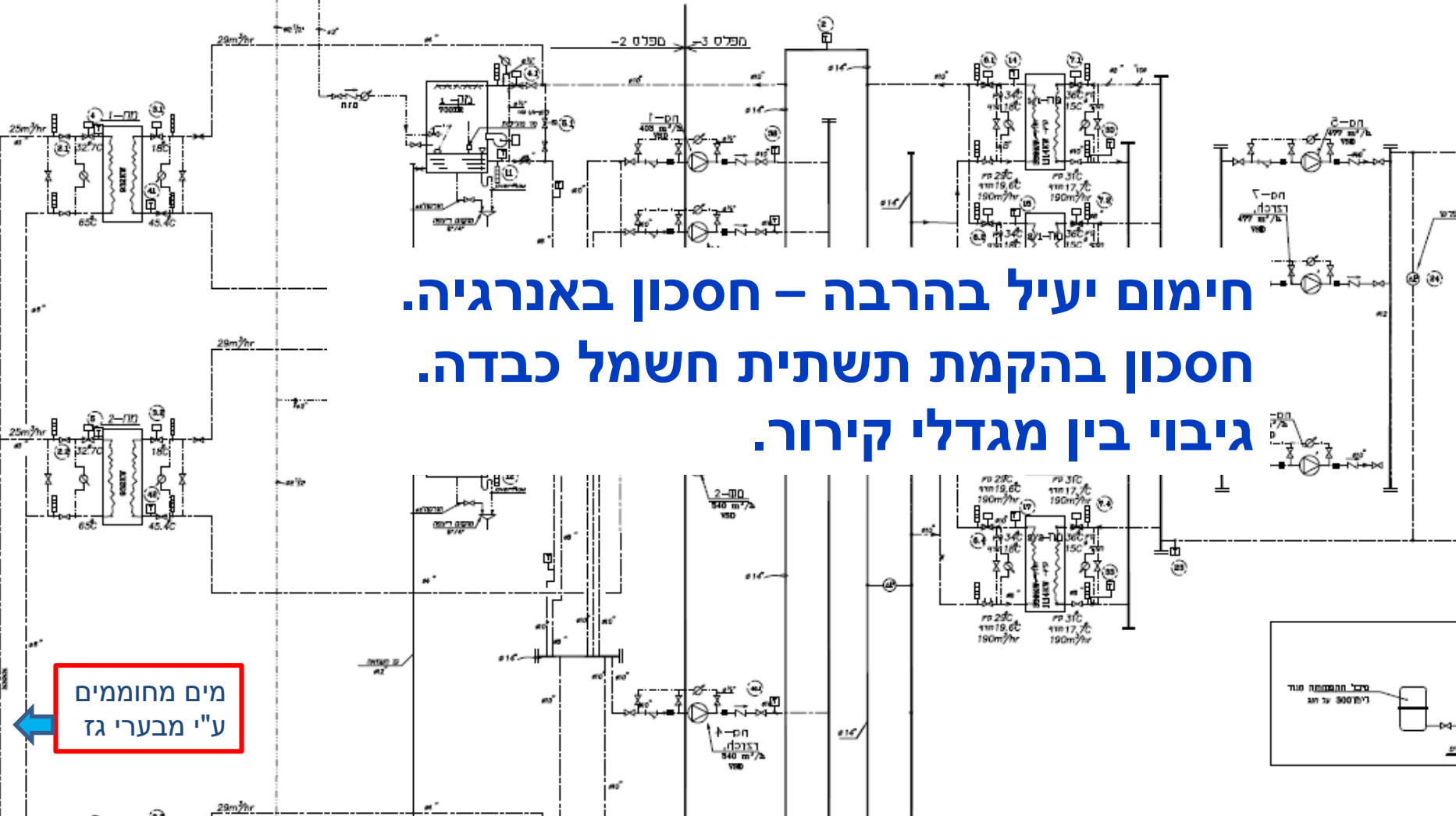
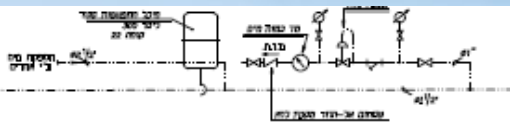


**חימום יעיל בהרבה – חסכון באנרגיה.
חסכון בהקמת תשתית חשמל כבדה.
גיבוי בין מגדלי קירור.**

מים מחוממים
ע"י מבערי גז

- מגדלי קירור עם גיבוי אחד לשני.
- חימום דירות ע"י HP

שרת מכונות מים, מכונות מים



סיכום



- הסמכה איננה תרגיל בהטלת האשמות, אלא מאמץ משותף לזהות ולצמצם בעיות של תכנון, הקמה ותפעול ע"י פתרון בשלב מוקדם של התהליך בעלות הנמוכה ביותר עבור כולם.
- תהליך זה מביא תועלת רבה הן ליזם, הן למתכנן, הן לצוותי ההקמה, לדיירים ולמפעילים.
- רצוי שההסמכה תבוצע ע"י גורם שלישי או צוות ההסמכה של הלקוח ותתחיל את התהליך בשלב טרום התכנון כדי להפיק את מירב התועלת מהתהליך.
- התחלה מוקדמת משפרת את תהליכי בקרת האיכות.

סיכום

Learning Center

■ שלבי ההסמכה

- אם רשות ההסמכה משולבת רק בשלב ההקמה קיימת רק הזדמנות מוגבלת מאוד לטפל בבעיות כתוצאה מתכנון.
- אם התכנון לא תואם את צרכיו הלקוח עשוי להידרש לקבל את הפרויקט כמו שהוא כי בשלב זה שינויים בהתאם יהיו יקרים מאוד.
- ככל שההסמכה מתחילה מאוחר כך קטנה האפשרות לפתור בעיות באופן יעיל מבחינת עלות.
- הגישה הטובה ביותר היא להתחיל בשלב "טרום תכנון".



Israel Chapter

חשמל ואנרגיה 2021  Electricity & Energy



הכינוס הבינלאומי ה-21 של התאגדות מהנדסי חשמל אלקטרוניקה ואנרגיה בישראל



Commissioning Authority -CxA

- תפקיד רשות ההסמכה הוא להוביל את המאמץ משותף של צוות הנדרש כדי לאזן אינטרסים מנוגדים לטובת הלקוח.
- להשלמת משימה זו נדרשת אמת מידה. אמת מידה זו היא מסמך שנקרא OPR.

Owner's Project Requirements -OPR

- מסמך המפרט את הדרישות הפונקציונאליות של הפרויקט ואת הציפיות של איך ישתמשו ויפעילו אותו.
- כולל מטרות הפרויקט והתכנון שלו, קריטריון מדידת ביצועים, תקציב לו"ז, קריטריון להצלחה ומידע תומך (ASHRAE וכו').



שאלות



חשמל ואנרגיה 2021  Electricity & Energy 2021



הכינוס הבינלאומי ה-21 של התאגדות מהנדסי חשמל אלקטרוניקה ואנרגיה בישראל