



# ENERGYFLOW

HVAC DESIGN & ANALYSIS

גיא פולונסקי



פינוי עשן הדרך הנכונה?

[Office@EnergyFlow.co.il](mailto:Office@EnergyFlow.co.il)

1

050-7773630

# על מה נדבר

1. הקדמה - תכנון פינוי עשן
2. איך נכון לתכנן פיצוי אוויר?
3. איפה נתכנן דמפרים? והאם נתכנן עטיפת אש?
4. כמה תריסים צריך ומה גודלם לטובת פינוי עשן?



# הקדמה – תכנון פינוי עשן

01



## תקנות התכנון והבניה

חוק מחייב מעל הכל  
בחלקן מפנות לתקן 1001 לפי חלקים

02



## תקן 1001

מחולק לפי נושאים, סוגי מבנים וכו'  
ישנם נושאים הנתונים לפרשנות  
וישנם חלקים וולנטרים

03



## יועץ בטיחות

אמור לאפיין את הדרישות עפ"י התקנות  
מוסיף דרישות משלו  
(מכון בקרה...)

04

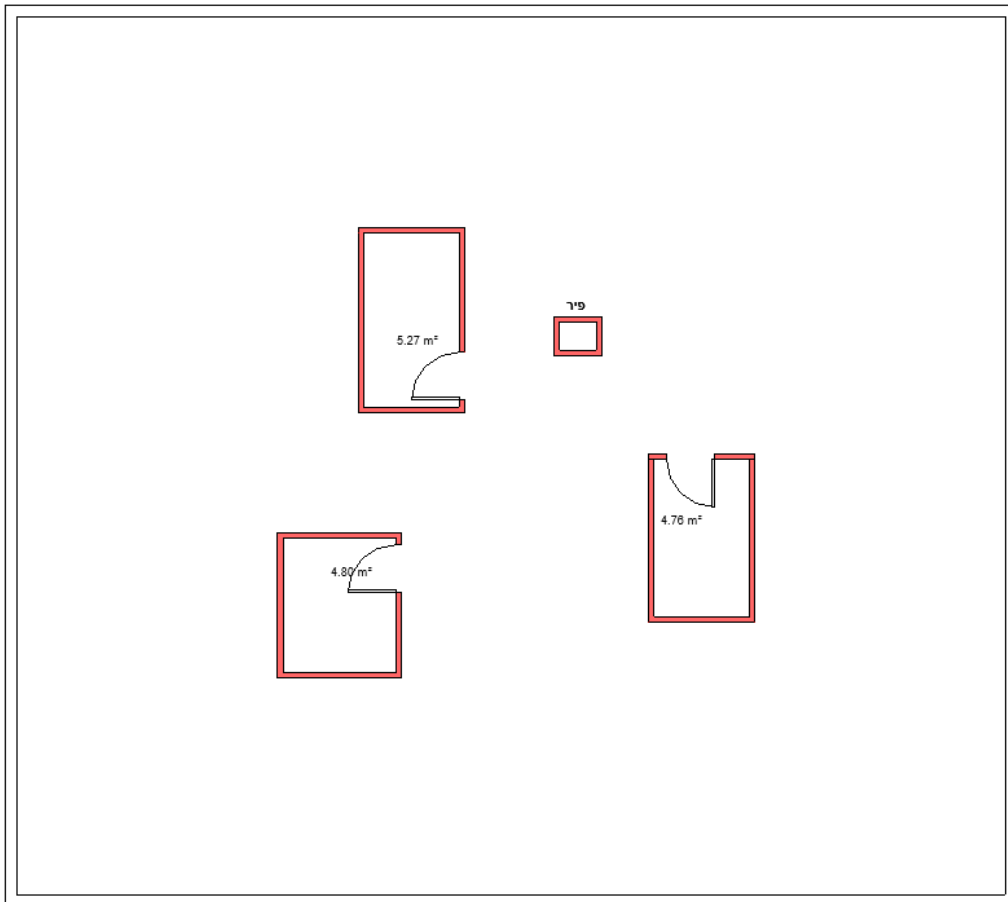


## מתכנן מיזוג אוויר

מחבר הכל יחד  
צריך להכיר הכל  
צריך לתכנן נכון ולא לתכנן ייתר / חסר



# תכנון פיצוי אוויר



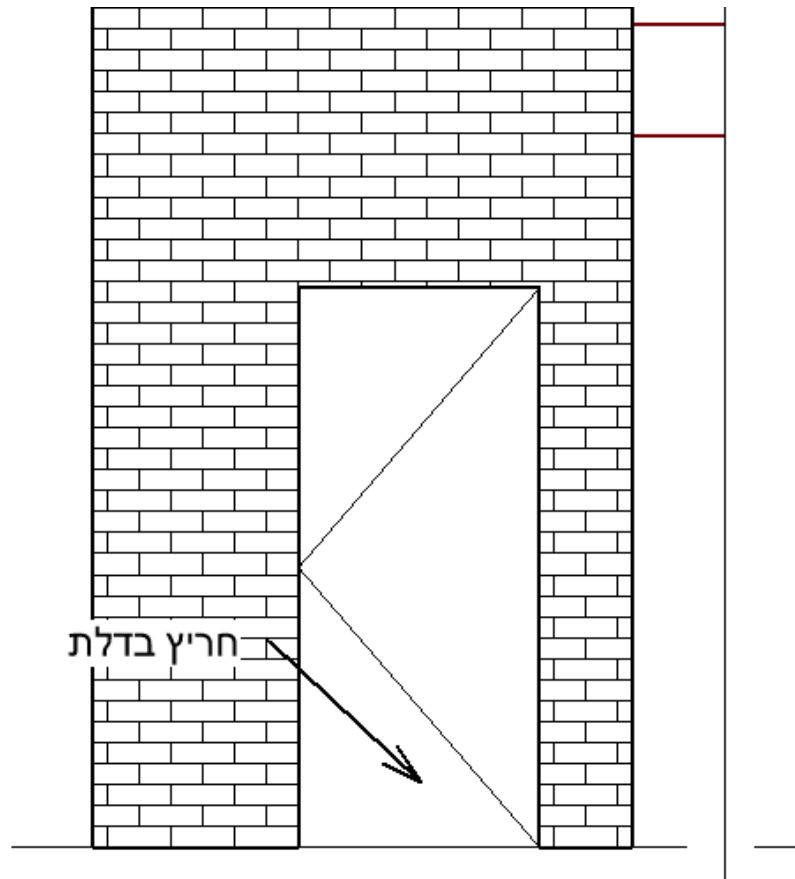
❖ בבניין גבוה (בית מלון) – נדרש לתכנן פינוי עשן  
ל 3 מחסנים קטנים (פחות מ 7 מ"ר)

❖ פחות מ-CFM100 יניקת עשן מכל אחד

❖ הלקוח לא דורש אוורור בשגרה (תקנות התכנון  
והבניה כן דורשות)

❖ שלושת המחסנים יאווררו אל אותו הפיר עם מפוח  
יחיד על הגג

מה הדרך הנכונה לתכנן פיצוי אוויר?



1. תעלת פיצוי אוויר מן החוץ (חזית/ פיר) לכל אחד מהמחסנים (דמפרים ועטיפת אש היכן שנדרש)

2. פתח עם דמפר בחלקו של אחד הקירות הפונה לאזור ציבורי, קרוב לרצפה

3. חריץ בדלת 19 מ"מ תקן 1212 מאפשר זאת

4. לא עושה פיצוי אוויר – אין לכך ערך בטיחותי או הנדסי (דלת אש לא אטומה למעבר אוויר)

אין עניין של הצלת חיים  
אין עניין של שמירה על ציוד  
כשכבאים יפרצו לחדר לכיבוי האש – יהיה פיצוי אוויר...  
לקוח לא מעוניין באוורור

ואולי עדיף שהאש תחנוק את עצמה...

# מה אומר תקן 1001 והתקנות בנושא – פיצוי אוויר

❖ תקנות התכנון הבנייה:  
❖ אין אף דרישה ברורה מתי, איך וכיצד נדרש לתכנן פיצוי אוויר – אבל נדרש להבטיח את החלפות האוויר.

❖ תקן 1001 – מדבר על פיצוי אוויר רק בחלק 2.2 (NFPA92): ניהול עשן  
❖ פיצוי אוויר המשמש לדחוס (גרם מדרגות, מסדרון מילוט פיר מעלית)

❖ ניהול עשן: שליטה אזורית במסדרון קומתי – כאשר רוצים לינוק עשן באזור א' וליצור על לחץ באזור ב'

❖ פיצוי אוויר לאטריום וחללים גדולים

❖ סעיפים 6.2.4 ו 4.4.4

אף אחד מהם אינו הבעיה שלנו...

# מה הדרישות לפיצוי אוויר לפי 1001 חלק 2.2

✓ חייב להגיע מקירות חיצוניים

✓ אספקת האוויר תהיה מתחת לגובה שכבת העשן המתוכננת

✓ כמות פיצוי האוויר תהיה פחות מיניקת העשן (85%-95%)

✓ אם הפיצוי נעשה ע"י מפוחים:

✓ פיצוי האוויר לא יפריע לפתיחת דלתות

✓ מפוחי פיצוי האוויר יחלו לפעול אחרי מפוחי פינוי העשן

✓ מהירות אספקת האוויר בגובה עננת העשן (plume) תהיה מקס' 1 מ"ש.

# פיצוי אוויר – תשובה נכונה

❖ מאחר ואין תקנות ותקן 1001 חלק 2.2 אינו רלוונטי לבעיה הנוכחית – תשובות 1-3 נכונות

❖ אם נסתכל דרך משקפי 1001 חלק 2.2 – אין תשובה נכונה

❖ לתשובה 4 אין בכלל פיצוי אוויר

❖ תשובה 2 ו 3 לוקחות פיצוי אוויר מאזור אש צמוד

❖ תשובה 1 מכניסה פיצוי אוויר בגובה שכבת העשן... עלינו לרדת לגובה 1.8 מ' או נמוך מכך.



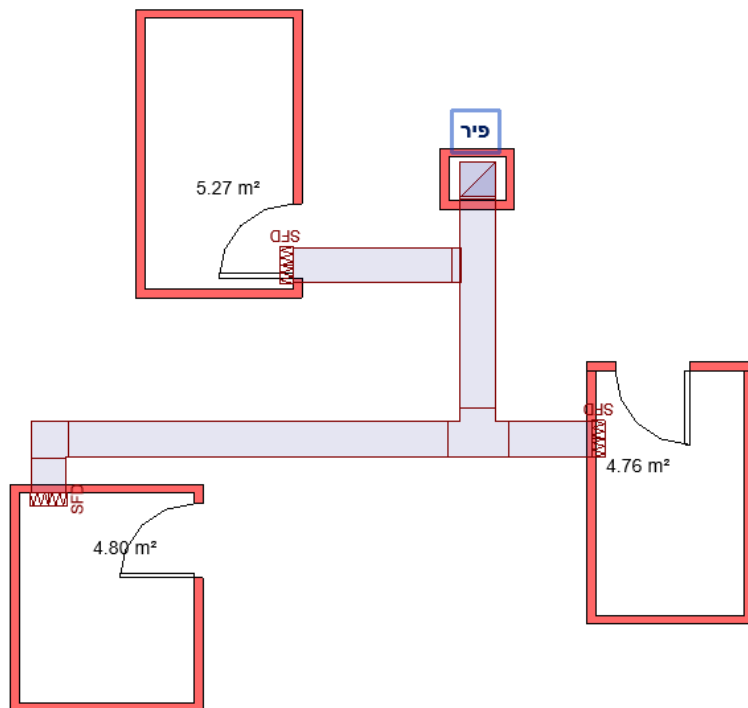
# מיקום דמפרים ועטיפת אש

❖ נשארים עם אותו בניין ואותה בעיית מחסנים

❖ הקומה הנ"ל עם המחסנים היא קומה טיפוסית מתוך 10 קומות זהות

היכן שמים דמפרים והיכן שמים עטיפת אש?

(סוג הדמפרים בהרצאה אחרת 😊)



1. SFD ביציאה מהפיר, SFD בכניסה לכל מחסן ועטיפת אש על כל התעלה

2. SFD בכניסה לכל מחסן ועטיפת אש על כל התעלה

3. SFD ביציאה מהפיר ועטיפת אש על כל התעלה

4. SFD ביציאה מהפיר ו SFD בכניסה לכל מחסן

5. SFD בכניסה לכל מחסן בלבד

הנחת תכנון: המפוח על הגג מספיק גדול לינוק את כל המחסנים בקומה

# עקרונות תכנון לפי 1001

✓ טיפול נקודתי: כאשר יש אירוע מסויים באזור אש מטפלים באזור האש – שאר הבניין  
נשאר לעבוד כרגיל

✓ יש לשמור על הפרדת אש מאזור אש עד היציאה

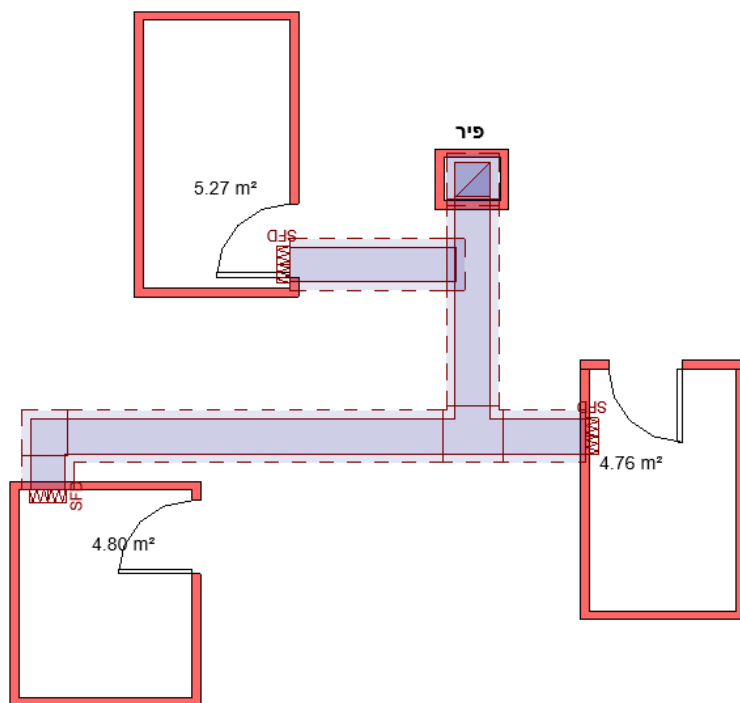
✓ במובילי עשן אסור שיהיו הפרעות היכולות "לסגור" את המוביל

# מיקום דמפרים ועטיפת אש – תשובה נכונה

תשובה 2: דמפר בכניסה לכל מחסן ועטיפת אש על כל התעלה

באופן זה מתקבל:

- ✓ שליטה על כל אזור בנפרד
- ✓ שמירה על מחיצת אש עד ליציאה
- ✓ אין הפרעות בתעלת פינוי העשן



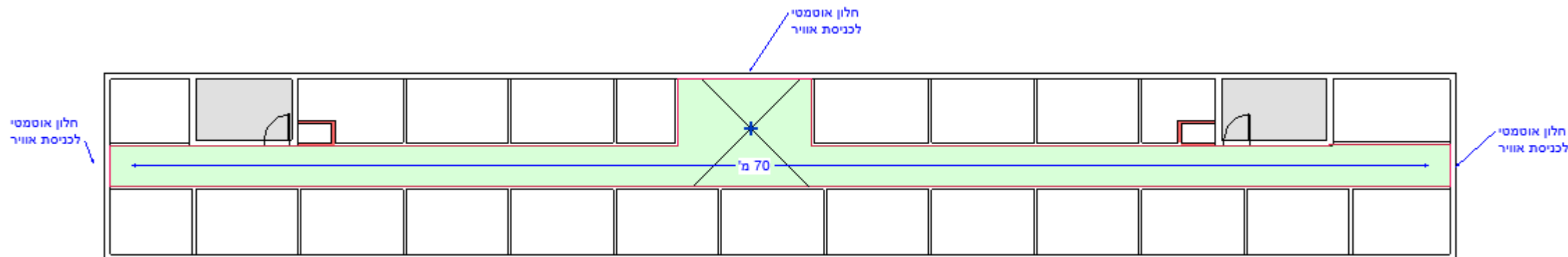
# מה המיקום, הגודל והכמות הנכונה למיקום תריסי פינוי עשן?

❖ בניין חדש

❖ 7 קומות (לא בניין רב קומות), בניין משרדים

❖ לבניין שני גרמי מדרגות, אורכו כ-70 מ', יש שני פירי יניקת עשן ליד המדרגות וחלונות לפיצוי אוויר בשני הצדדים ובמרכז

❖ אנו נדרשים לפינוי עשן מאולץ ממסדרון הקומה - האזור הצבוע כ-3000CFM (5100 קוב"ש).



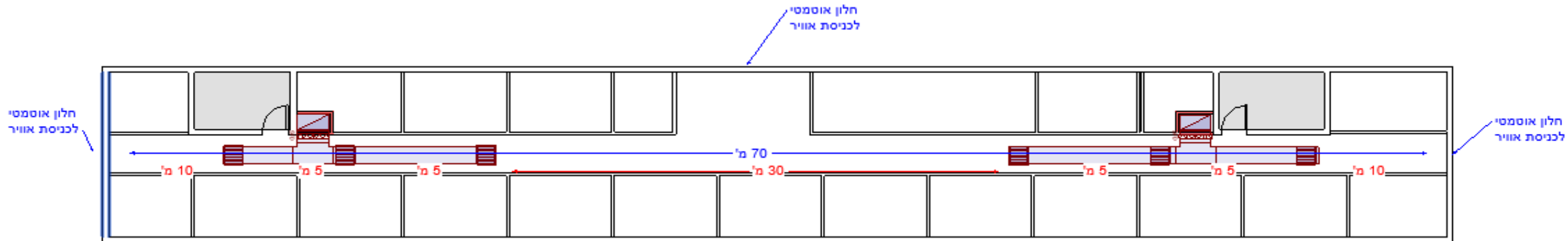
# איזה תכנון פיננסי עשן הוא הנכון?

1. זו ספיקה ממש קטנה – שני תריסים של 2550 קוב"ש כל אחד ליד הפירים

2. 4 תריסים אחד מכל צד של דלת המילוט

3. 6 תריסים מצידו הדלת ותוספת למסדרון הארוך

4. יותר תריסים מהאפשרויות הנ"ל



מה המהירות שנשתמש לחישוב גודל התריס?

1. מהירות (ברוטו) על התריס לא תעלה על 3 מ"ש

2. מהירות (ברוטו) על התריס לא תעלה על 6 מ"ש

3. מהירות (ברוטו) על התריס לא תעלה על 8 מ"ש

4. מהירות (ברוטו) על התריס לא תעלה על 12 מ"ש

# מה הכוונה בתכנון נכון?

תכנון לא נכון עלול לגרום ל Plug-holing

יניקה של אוויר מתחת לשכבת העשן ולא יניקת עשן

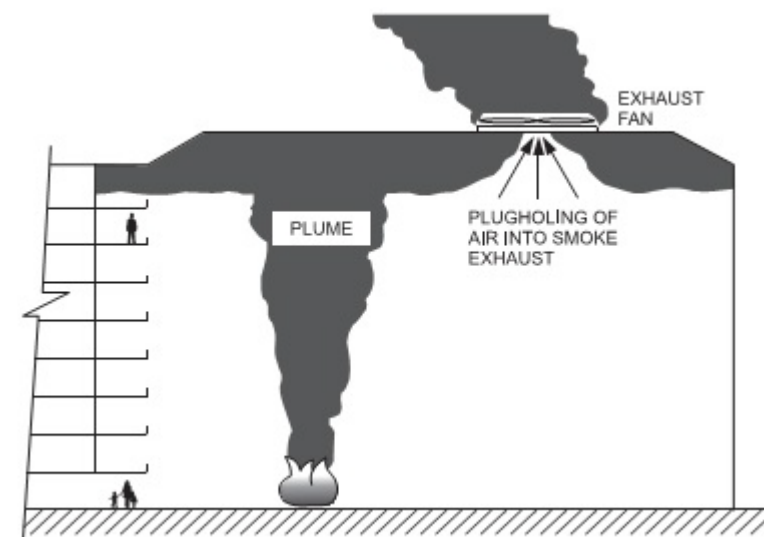
התקררות שכבת העשן וירידתו למטה



(a)



(b)



# מה אומרים התקנים?

❖ בתקנות התכנון והבניה – אין שום הנחיה מעבר ל6/8 החלפות אוויר

❖ בתקן 1001 חלק 2.2 (NFPA 92) – לא רלוונטי למקרה הנ"ל

❖ רק למבנים מעל 13 מ', קניונים, אטריומים וחללים גדולים

❖ **בספרות:** ASHRAE – Principals of smoke management

➤ יש לקבוע את אופי השריפה והגודל שלה

➤ זמני מילוט

➤ לחשב כמויות עשן שנפלטות

➤ בהתאם להן להגדיר את יניקת העשן – כך שישמר גובה מילוט

(הנ"ל נדרש גם בחלק 2.2 לא 6/8 החלפות אוויר)

❖ אצלנו 6/8 החלפות אוויר

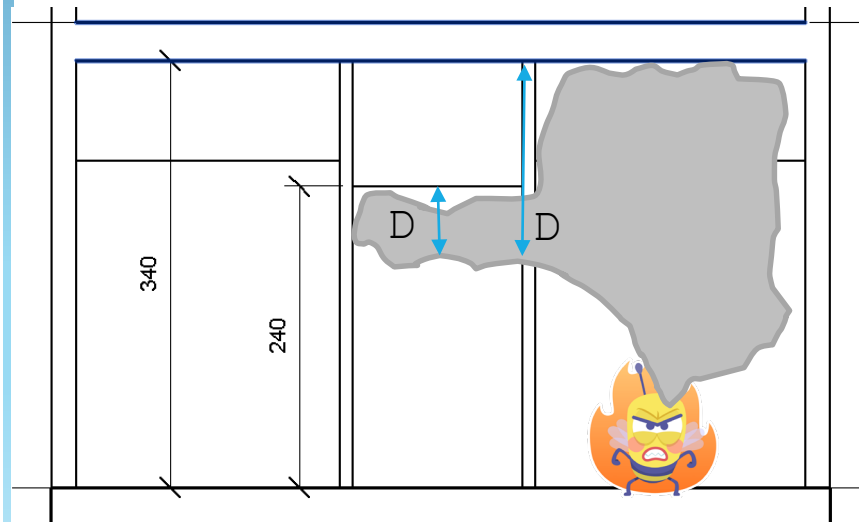


# ספיקה מקסימלית לפי ASHRAE

➤ ספיקת העשן הכוללת – עפ"י תקנות 6/8 החלפות:  $Q_{total}$

➤ מה הספיקה המקסימלית המותרת על הגריל?

$$Q_{g,max} \left[ \frac{m^3}{sec} \right] = 4.16 \gamma D^{5/2} \sqrt{\frac{T_s - T_0}{T_0}}$$



➤ כאשר אם הגריל הוא קירי או צמוד לקיר  $\gamma = 0.5$  אחרת  $\gamma = 1$

➤  $D =$  עומק שכבת העשן (מאיפה? בטון/ תקרה מונמכת)

➤  $T_0 =$  טמפ' החדר

➤  $T_s =$  טמפ' העשן ב  $175^\circ C$  מקס'

➤ ככל שהטמפ' נמוכה יותר הספיקה המקס' נמוכה יותר

# ספיקה מקסימלית לפי ASHRAE

$$Q_{g,max} \left[ \frac{m^3}{sec} \right] = 4.16 \gamma D^{5/2} \sqrt{\frac{T_s - T_0}{T_0}}$$

עבור: ➤

$$\gamma = 1 \quad \text{➤}$$

$$D = 0.6 \text{ מ' (תקרה מונמכת 2.4, גובה העשן 1.8)} \quad \text{➤}$$

$$T_0 = 298^\circ K = 25^\circ C \quad \text{➤}$$

$$T_s = 338^\circ K = 65^\circ C \quad \text{➤}$$

$$Q_{g,max} = 0.42 \frac{m^3}{sec} \rightarrow 1512 \frac{m^3}{hr}$$

עבור 5100 קוב"ש צריך יותר  
מ-3 תריסים

# גודל תריס יניקת עשן לפי ASHRAE

➤ חייב להיות קטן ממחצית עובי שכבת העשן המתוכננת

$$D \geq \frac{D_H}{2}$$

➤  $D_H$  = קוטר הידראולי של התריס (עד יחס של 5:1)

➤  $D = 0.6$  מ' (תקרה מונמכת 4.2 מ', גובה העשן 8.1 מ')

➤ כלומר תריס 30×30 (או קטן יותר)

➤ מהירות מתקבלת על התריס:

➤ עבור 4 תריסים: 1275 קוב"ש כל אחד ← נקבל 3.9 מ"ש (לפי שטח ברוטו)

➤ עבור 6 תריסים 850 קוב"ש כל אחד ← נקבל 2.6 מ"ש

# מרחק מינימלי לפי ASHRAE

❖ התקן מגדיר מרחק מינימלי בין תריסים - קצה תריס לקצה תריס

$$S_{min} = 0.9 \sqrt{Q_g}$$

❖  $Q_g$  - ספיקה על גריל יחיד

❖ עבור ספיקה של 1512 קוב"ש נקבל: 60 ~ ס"מ...

❖ אין הגדרה למרחק מקסימלי

אבל מה עוד כדאי לקחת בחשבון?

# איזה תכנון פינוי עשן הוא הנכון?

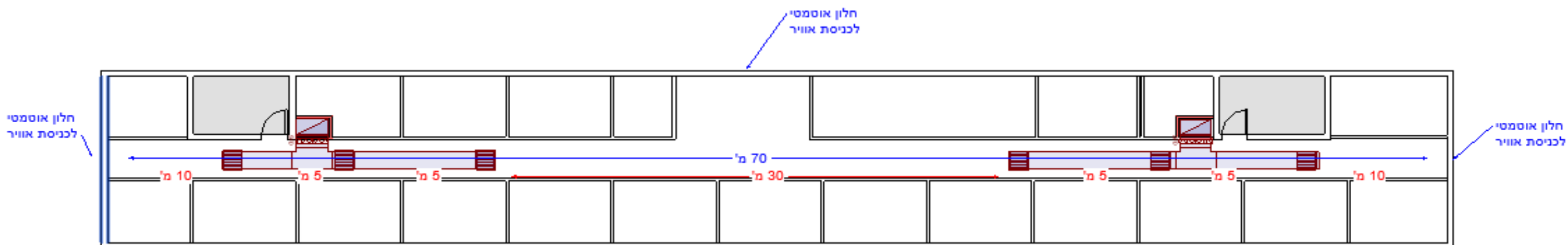
1. זו ספיקה ממש קטנה **X** שני תריסים של 1500 CFM כל אחד ליד הפירים

2. 4 תריסים אחד מכל צד של דלת המילוט

3. 6 תריסים מצידי הדלת ותוספת למסדרון הארוך

4. יותר תריסים מהאפשרויות הנ"ל

תלוי מתזים ודלתות מילוט...



# סיכום

- יש ערבוביית מידע בין התקנות לתקנים ודרישות יועצי בטיחות
- אין הכשרה מקצועית, מקצוענית בנוגע לנושא החשוב של פינוי עשן
- קיימים פערים מול הספרות ואנו צריכים לשאוף ליותר דיונים מקצועיים וחלוקת ידע בתחום

גיא פולונסקי

[Office@EnergyFlow.](mailto:Office@EnergyFlow.co.il)

[co.il](http://co.il)

050-7773630

