

מודל פולניצר (2017) להערכת שווי חברה



רועי פולניצר, FRM, F.I.L.A.V.F.A., CRA,
בעלים ואקטואר הסיכונים הראשי של "שווי פנימי"
מייסד ויו"ר לשכת מעריכי השווי והאקטוארים הפיננסיים בישראל (IAVFA)

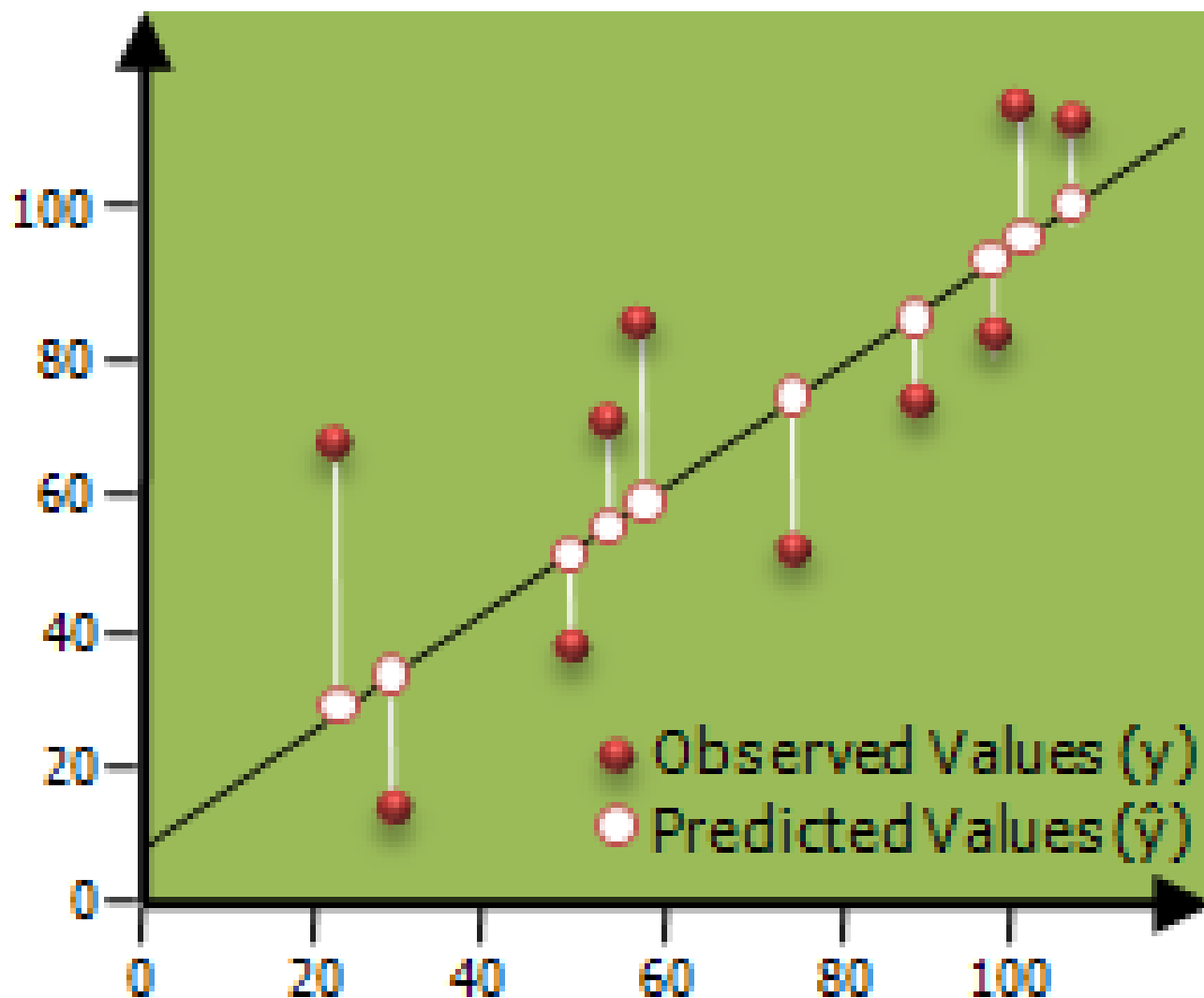
ראשון לציון, 22 בדצמבר 2021

1. הפתרון האלגוריתמי – רגרסיה לינארית

- ❖ במצגת זו בכל מקום שבו נכתב מרחק הכוונה למרחק בצורה אבסולוטית.
- ❖ לאמור- המרחק של נקודה מקו ישר, בהתעלם מהעובדה האם הנקודה היא מעל לקו או מתחת לקו.
- ❖ למעשה הכוונה לערכו המוחלט של המרחק.
- ❖ כעיקרון, כאשר מחשבים מרחק צריך להעלות בריבוע כדי לנטרל את האלמנט השלילי או לחילופין לבדוק את הערך המוחלט (Absolut Value).



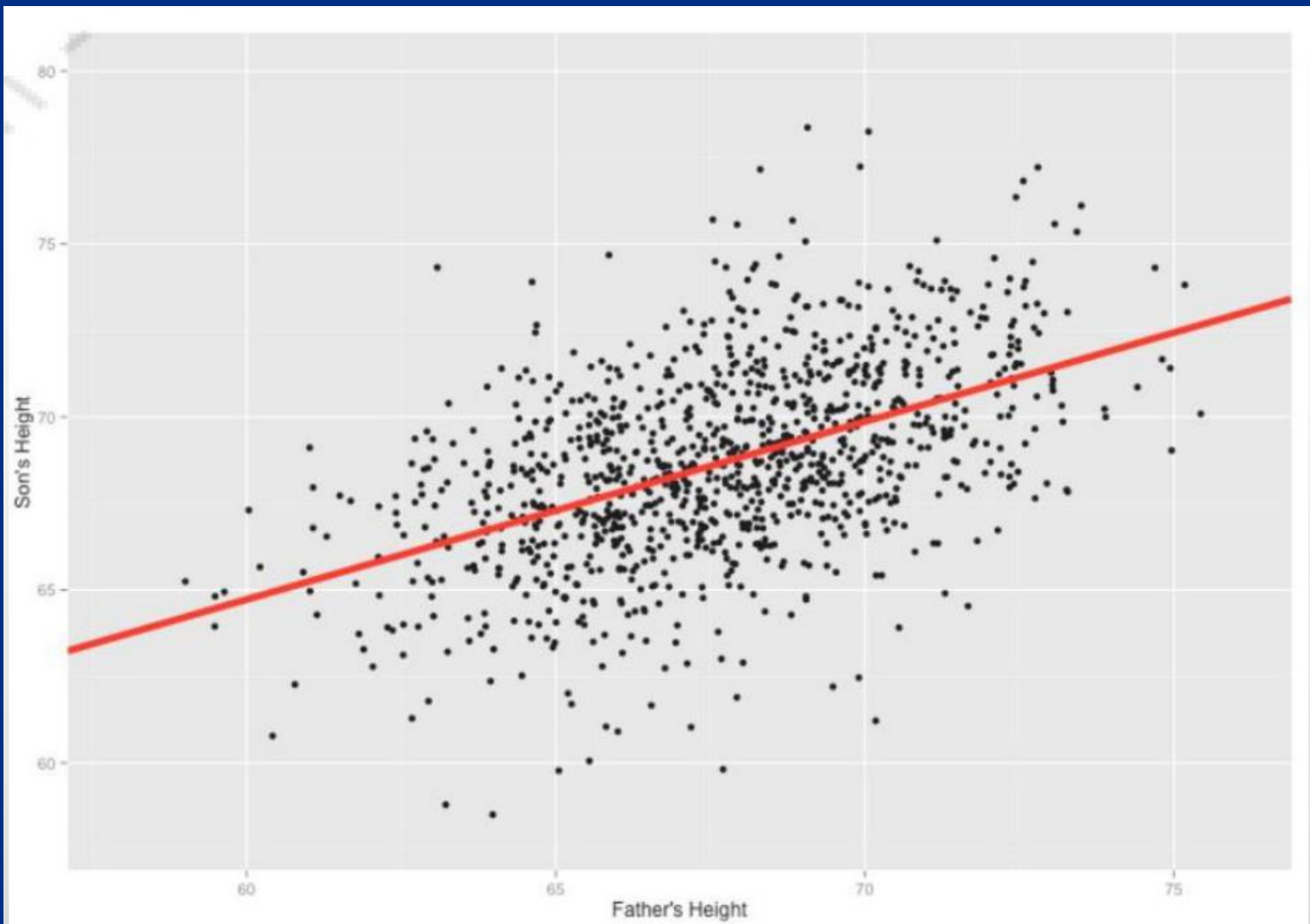
- ❖ המטרה שלנו ברגרסיה לינארית היא למזער (להביא למינימום) את המרחק האנכי שבין כל אחת מהדגימות (הנקודות האדומות שבשקף הבא) לבין הקו שלנו (הנקודות האדומות שבשקף הבא).
- ❖ בעת קביעת הקו הטוב ביותר, אנו מנסים למזער את סך ריבועי המרחקים האנכיים שבין כל הדגימות במרחב לבין הקו.



מהי המטרה של הרגרסיה הלינארית?

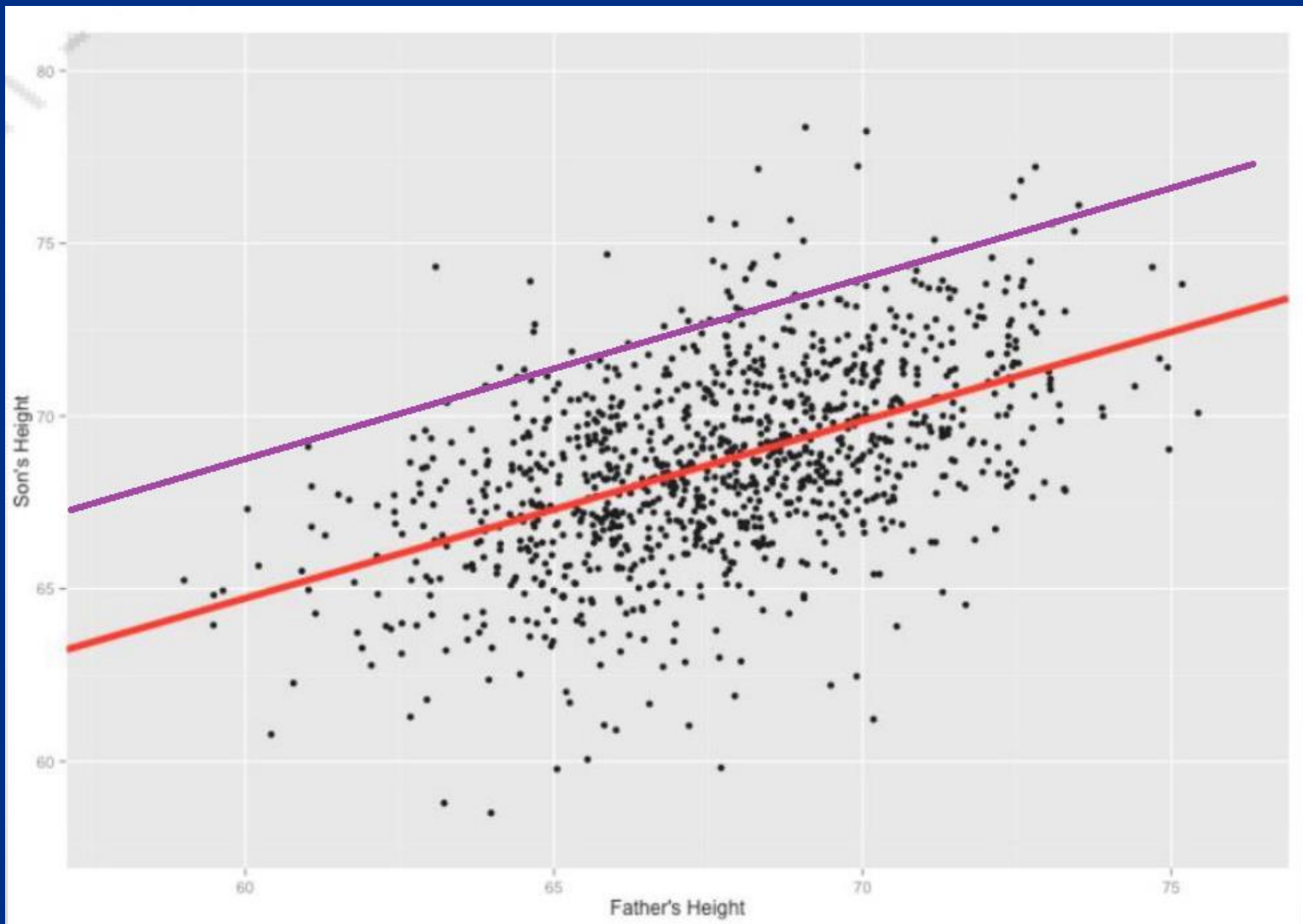
- ❖ אם נסתכל לרגע על הדוגמא של הנקודות השחורות המצוירות בשקף הבא, אז יש לנו פיזור של נתונים.
- ❖ בציר ה- X יש לנו את הגובה של האבא (Father's Height).
- ❖ בציר ה- Y יש לנו את הגובה של הבן (Son's Height).
- ❖ אספתי הרבה מאוד זוגות של נתונים, כאלה ואני מציג אותם במרחב, בשקף הבא.

מהי המטרה של הרגרסיה הלינארית?



מהי המטרה של הרגרסיה הלינארית?

- ❖ אלגוריתם הרגרסיה הלינארית אומר בוא ננסה למצוא איזשהו קו ישר, שבו סך הכל סכום המרחקים של כל אחת מהדגימות שלי (הנקודות השחורות שבשקף הקודם) מהקו הישר, יהיה הכי קטן שאפשר.
- ❖ זה אומר שאם אני אנסה להגיד שהקו הישר הוא מעל לקו המקורי (קרי, הקו הסגול בשקף הבא).



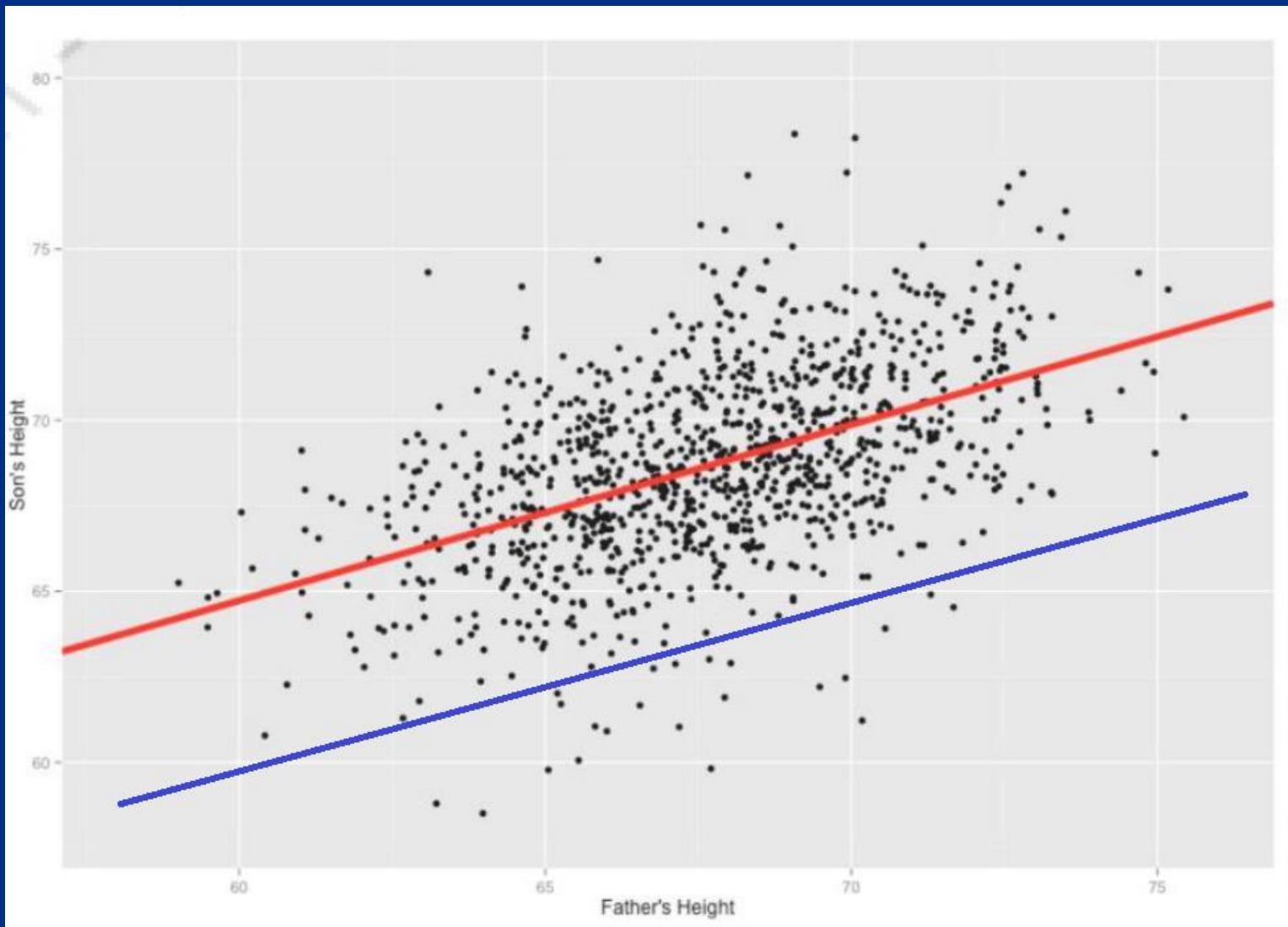
מהי המטרה של הרגרסיה הלינארית?

❖ נניח לרגע שאני אומר שהקשר בין המשתנה התלוי (קרי, הגובה של הבן) לבין המשתנה הבלתי תלוי (קרי, הגובה של האבא) מיוצג באמצעות הקו הסגול (וכידוע קו ישר זה נוסחה של $Y = a + bX$)

❖ אז אם אני אומר שהקו שלי הוא הקו הסגול, אז אם אני אקח כל אחת מהנקודות השחורות ואחשב את סכום המרחקים של כל אחת מהנקודות השחורות מהקו הסגול שציירתי – אז הסכום הזה יהיה הרבה יותר גדול מסכום המרחקים של כל אחת מהנקודות השחורות מהקו האדום.

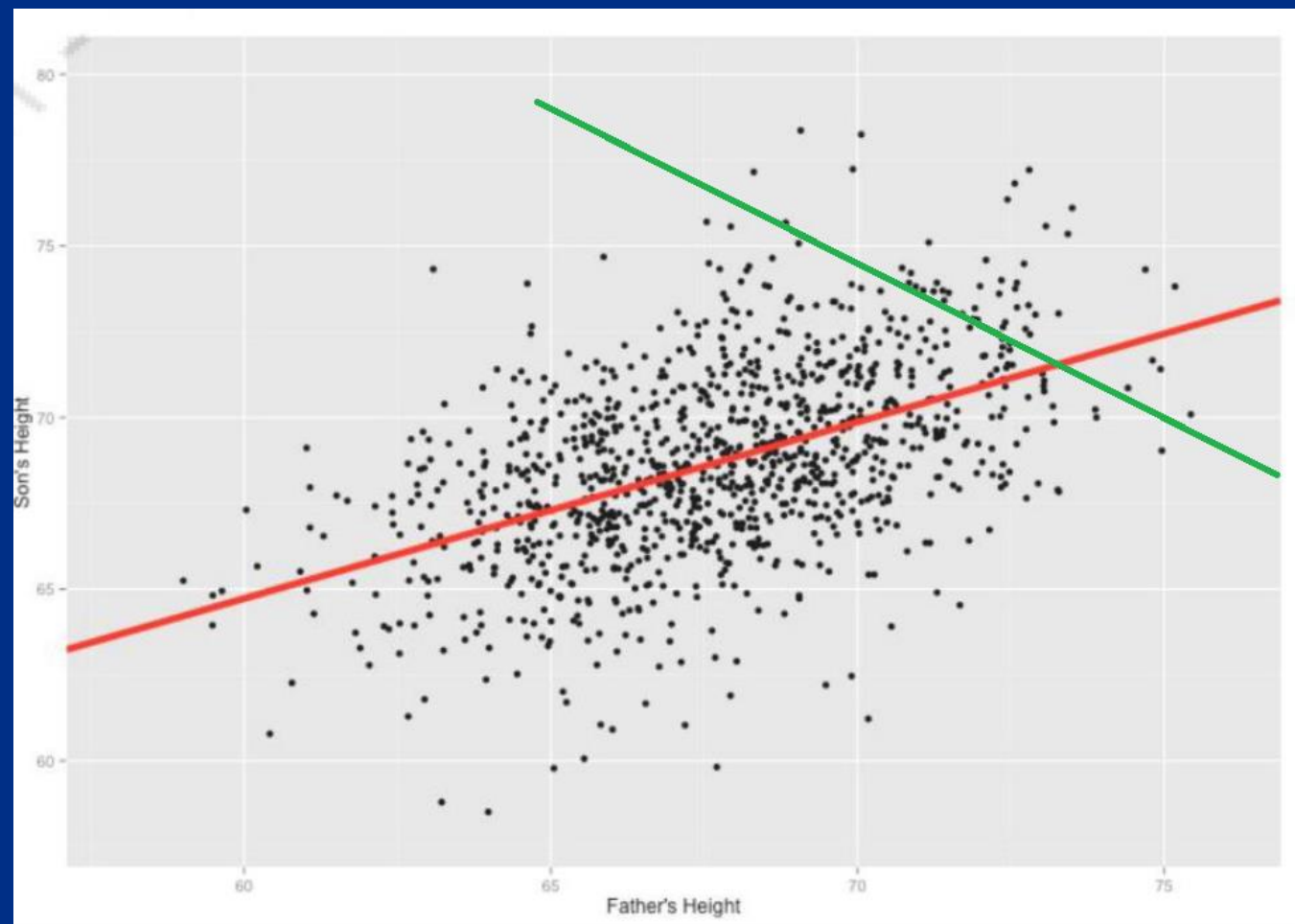
מהי המטרה של הרגרסיה הלינארית?

- ❖ ניתן לראות שבקו האדום יש סימטריה בין המרחקים שמעליו ומתחתיו.
- ❖ אותו הדבר הפוך. אם אני אצור קו כחול מתחת לקו האדום, הרי שהנקודות השחורות העליונות (אלו שמעל לקו האדום) "יתרמו" הרבה מאוד שגיאה לקו הכחול מאשר לקו האדום.



מהי המטרה של הרגרסיה הלינארית?

❖ אותו כנ"ל לגבי הקו הירוק



מהי המטרה של הרגרסיה הלינארית?

- ❖ אז מהי אם כן מטרתו של אלגוריתם הרגרסיה הלינארית? זו בעצם בעיית מינימיזציה (סוג של בעיית אופטימיזציה).
- ❖ המטרה היא למצוא את הקו הישר (אם מדובר ב- 2 מימדים כמו בדוגמא שלנו של הגובה של האבא והגובה של הבן) או את המשטח הישר ב- N מימדים שבו יש לי מינימום שגיאות בין המשתנים שלי לבין הקו שמצאתי.
- ❖ זה בעצם מה שעושה אלגוריתם הרגרסיה הלינארית.



- ❖ רגרסיה זה מונח קצת יותר מסובך ופחות אינטואיטיבי שמגיע מעולם הסטטיסטיקה.
- ❖ ישנה אקסיומה בסטטיסטיקה שאומרת שלדגימה חדשה, יש סיכוי גבוה יותר שתהיה קרובה יותר לממוצע מאשר שתהיה גבוהה יותר או נמוכה יותר ממנו.
- ❖ מה הכוונה? אם לאבא כלשהו יש 3 ילדים ואם הבן הגדול שלו יותר גבוה ממנו (מהאבא), אז הסיכוי שהגובה של הילד השני יהיה קרוב יותר לגובה של האבא, הוא גבוה יותר מהסיכוי שלו להיות גבוה יותר מהאבא.

הממוצע הוא המשערך הטוב ביותר

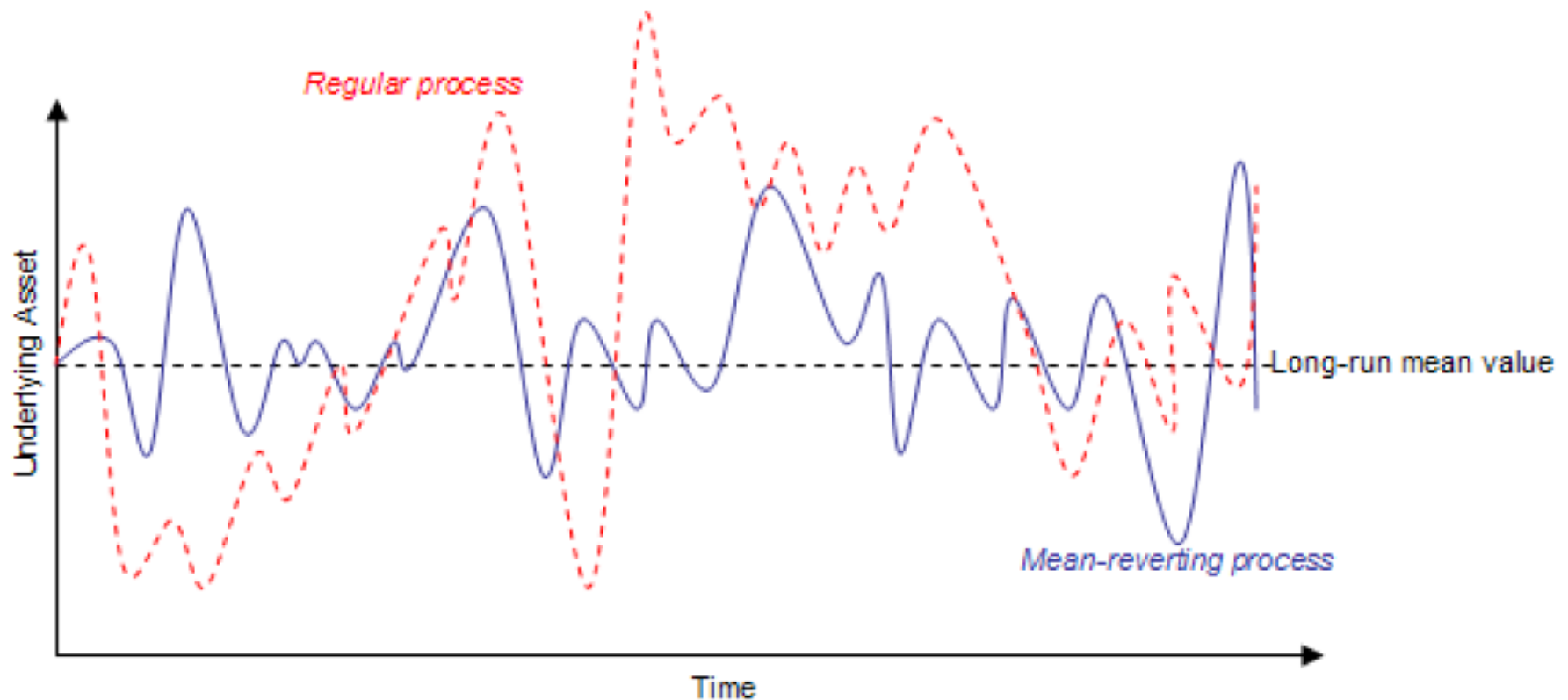
- ❖ איכשהו תמיד יש נטייה לנתונים, בסופו של דבר, להתכנס לכיוון הממוצע.
- ❖ או במשפט קצת יותר נחמד, שאני אוהב: "המשערך הטוב ביותר הוא הממוצע".
- ❖ מה זה אומר? אם יש לנו נתונים ואנחנו רוצים למצוא את המשערך הטוב ביותר (זה שמייצג את הנתונים בצורה הטובה ביותר) – אז זהו הממוצע.
- ❖ זו המשמעות של רגרסיה בצורה מאוד כללית.

תסוגה לממוצע (Mean-Reversion)

❖ רגרסיה פירוש נסיגה.

❖ אם יש לנו כרגע דגימה שהיא גבוהה מהממוצע, אז לדגימה הבאה יש סיכוי מאוד מאוד טוב שהיא תיסוג חזרה לכיוון הממוצע.

תסוגה לממוצע (Mean-Reversion)



הערה לגבי רגרסיה פולינומיאלית

- ❖ ניתן גם להעביר קו לא ישר, אבל אז כבר מדובר על מודל פולינומיאלי, שבו לוקחים את X^2 או X^3 במקום X .
- ❖ כאשר אנו מסתכלים על דברים בטבע, אז חלקם מתנהגים לינארית וחלקם לא.
- ❖ למשל, יש קשר בין הגובה של האבא לגובה של הבן. ככל שהגובה של האבא עולה כך גם הגובה של הבן עולה, בצורה לינארית ולא בצורה מעריכית (קרי, אקספוננציאלית).

הערה לגבי רגרסיה פולינומאלית

- ❖ צריך להבין שההחלטה האם להשתמש במודל לינארי (כלומר, כזה שהיחס הוא יחס של מקדם על משתנה X ולא על משתנה X^2) מאוד תלוי בסוג המשתנים שלנו.
- ❖ אם נחשוב בצורה הגיונית, למשל, אם הגובה של האבא עולה ב- 5 ס"מ, אז יותר סביר שגם הגובה של הבן יעלה ב- 5 ס"מ ולא ב- 25 ס"מ (5 ס"מ בריבוע).

2. הרקע האנליטי – מודל ה- Z-score של אלטמן

מודל ה- Z Score של אלטמן

- ❖ בשנת 1968 פרופסור אדוארד אלטמן (Altman) מאוניברסיטת ניו יורק, החל בפיתוח מודל משוכלל לחיזוי פשיטות רגל של חברות.
- ❖ אלטמן בחן את קשרי הגומלים בין היחסים הפיננסיים השונים, שיקלל אותם בהתאם לכושר הניבוי היחסי שלהם ובנה מודל רגרסיה לינארית מפלה הנקרא בשם Z Score Model.
- ❖ מודל זה מבוסס על 5 יחסים פיננסיים בלבד.

מדד ההישרדות של אלטמן



❖ כאמור, אחד ממדדי ההישרדות הנפוצים בארה"ב ובאירופה הוא מדד ההישרדות Z Score Model שפותח על ידי פרופ' אדוארד אלטמן מאוניברסיטת ניו יורק.

❖ המדד המתבסס על בדיקת הדו"חות הכספיים של מאות חברות אמריקאיות שנקלעו לקשיים בשנות ה-70 וה-80, מותאם הן לחברות שמניותיהן נסחרות בבורסה והן לחברות פרטיות מחוץ לבורסה.

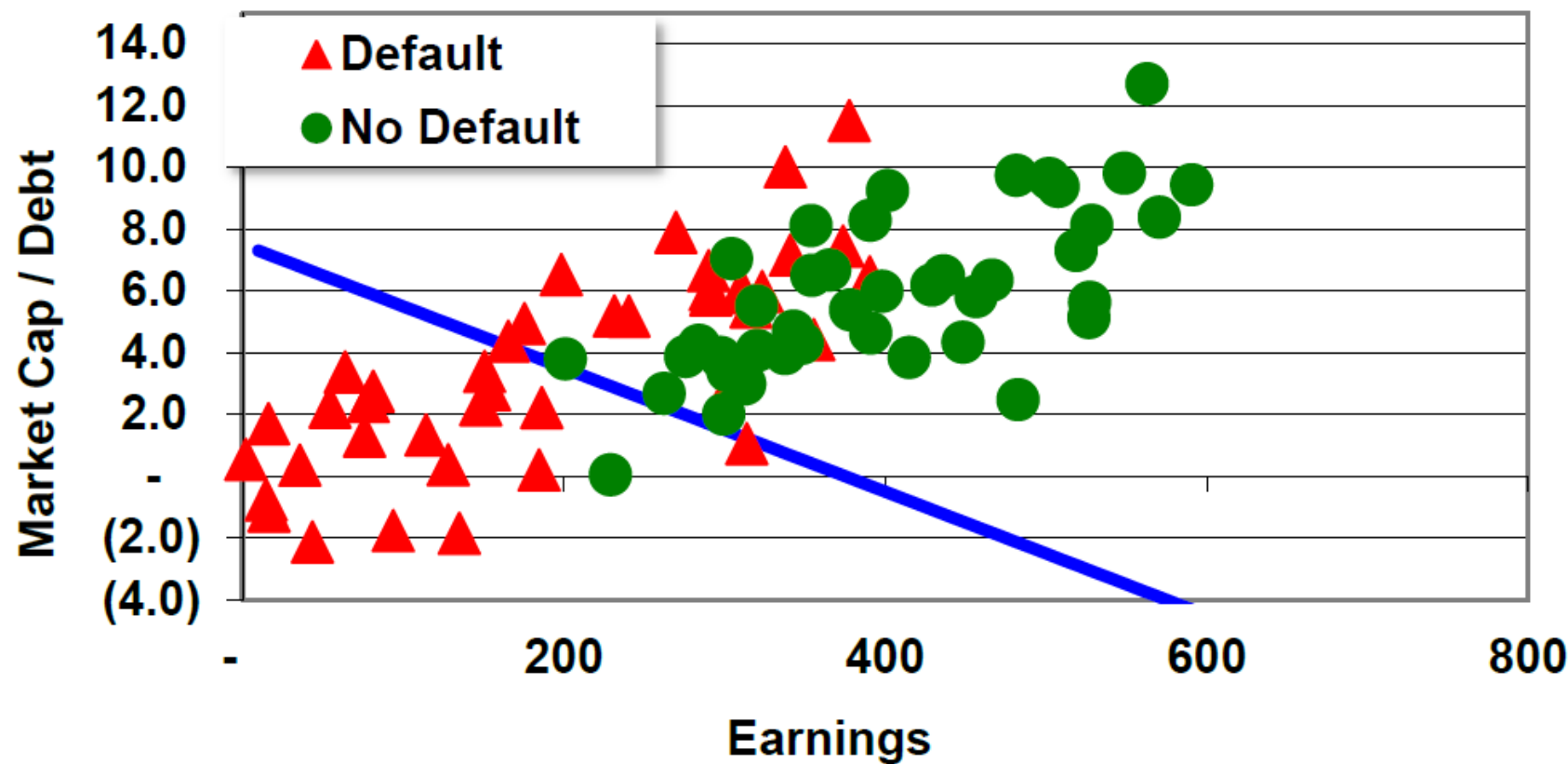
❖ פרופ' אלטמן טוען כי בכל החברות הגדולות שהתמוטטו בארה"ב, ניתן היה לגלות סימנים מוקדמים שהתריעו על סכנת ההתמוטטות שנתיים-שלוש קודם לכן.

מדד ההישרדות של אלטמן

❖ מדובר בעיקר בגורמים פנים-מפעליים כמו מבנה הון לקוי, סיכון תפעולי גבוה, תלות במוצר או בשוק אחד, רווחיות נמוכה, קשיי מכירות, קשיי נזילות, מחסור בהון חוזר וכו'.

❖ לעומת זאת לגורמים חוץ מפעליים כמו תחרות חריפה בענף או מיתון במשק כולו כמעט שלא הייתה השפעה, אלא כמאיץ לתהליכים שליליים שכבר החלו קודם לכן בתוך החברה.

מדד ההישרדות של אלטמן



מדד ההישרדות של אלטמן

- ❖ מדד ההישרדות של אלטמן, כמו כל מדד אחר, לוקה בכך שהוא מבוסס על ממוצעים, ותמיד ניתן יהיה למצוא מקרים חריגים בהם החיזוי שלו מוטעה.
- ❖ משום כך מומלץ להשתמש בו בזהירות רבה ולהימנע מהסקת מסקנות חפוזות אלא אם כן המדד מלווה בממצאים נוספים המוליכים לאותן מסקנות.

היחסים הפיננסיים של המדד

- ❖ אלטמן בחן 22 יחסים פיננסיים שנמצאו יעילים בעבר, ובדק באיזו מידה הם מסוגלים לחזות מראש פשיטות רגל.
- ❖ יחסים אלו כללו יחסי נזילות, רווחיות, מנוף פיננסי, פעילות וכושר פירעון (Solvency).
- ❖ מתוך 22 היחסים שנבחנו באמצעות אלגוריתם הרגרסיה הלינארית, נבחרו 5 יחסים פיננסיים שנתגלו כטובים ביותר לחיזוי פשיטות רגל.
- ❖ לכל אחד מ- 5 היחסים ניתן משקל שונה בהתאם לתרומתו היחסית ליציבות החברה.

המודל של אלטמן עבור חברות פרטיות

$$Z = 0.717 \cdot X_1 + 0.847 \cdot X_2 + 3.107 \cdot X_3 + 0.420 \cdot X_4 + 0.998 \cdot X_5$$

כאשר מדד ההישרדות קטן מ-1.23 סיכויי ההישרדות של החברה אינם טובים.
 כאשר מדד ההישרדות נע בין 1.23-2.90 החברה נמצאת בתחום האפור.
 כאשר מדד ההישרדות גבוה מ-2.90 החברה יציבה ובריאה.

המודל של אלטמן עבור חברות פרטיות

המשתנה	פירוש המשתנה	מקדם השיקול
X_1	יחס ההון החוזר (נכסים שוטפים פחות התחייבויות שוטפות) במאזן לסך נכסים במאזן	0.717
X_2	יחס יתרת העודפים במאזן לסך הנכסים במאזן	0.847
X_3	יחס סך הרווח התפעולי (12 חודשים אחרונים) לסך הנכסים במאזן	3.107
X_4	יחס יתרת ההון עצמי במאזן לסך התחייבויות (התחייבויות שוטפות ועוד התחייבויות שאינן שוטפות)	0.420
X_5	יחס סך ההכנסות (12 חודשים אחרונים) לסך הנכסים במאזן	0.998

מדד אלטמן (Z-Score) לחברות פרטיות

3. מודל פולניצר המקורי

$$V_{P\&D} = [2.8 \cdot X_1 + 0.053 \cdot X_2 - 3.22 \cdot X_3 - 3.687 \cdot X_4 - 1.287 \cdot X_5] \cdot X_6$$

X_1 - היחס שבין סך ערכו הפנקסני של ההון העצמי המיוחס לבעלי המניות של החברה בספרי החברה לבין עלותן הפנקסנית של סך ההתחייבויות (שוטפות ושאינן שוטפות) בספרי החברה

X_2 - היחס שבין סך ההכנסות של החברה (בארבעת הרבעונים האחרונים) לבין ערכם הפנקסני סך הנכסים בספרי החברה

X_3 - היחס שבין של ההון החוזר של החברה (המוגדר כהפרש שבין ערכם הפנקסני של הנכסים השוטפים וההתחייבויות השוטפות בספרי החברה) לבין ערכם הפנקסני של סך הנכסים בספרי החברה

X_4 - היחס שבין ערכה הפנקסני של יתרת העודפים של בספרי החברה לבין ערכם הפנקסני סך הנכסים בספרי החברה

X_5 - היחס שבין הרווח התפעולי של החברה (בארבעת הרבעונים האחרונים) לבין ערכם הפנקסני סך הנכסים בספרי החברה

X_6 - עלותן הפנקסנית של סך ההתחייבויות (שוטפות ושאינן שוטפות) בספרי החברה

המשתנה	פירוש המשתנה	מקדם השיקלול
X_1	יחס יתרת ההון עצמי במאזן (ללא זכויות שאינן מקנות שליטה) לסך התחייבויות (התחייבויות שוטפות ועוד התחייבויות שאינן שוטפות ועוד זכויות שאינן מקנות שליטה)	2.800
X_2	יחס סך ההכנסות (12 חודשים אחרונים) לסך הנכסים במאזן	0.053
X_3	יחס ההון החוזר (נכסים שוטפים פחות התחייבויות שוטפות) במאזן לסך נכסים במאזן	-3.220
X_4	יחס יתרת העודפים במאזן לסך הנכסים במאזן	-3.687
X_5	יחס סך הרווח התפעולי (12 חודשים אחרונים) לסך הנכסים במאזן	-1.287
X_6	סך התחייבויות (התחייבויות שוטפות ועוד התחייבויות שאינן שוטפות ועוד זכויות שאינן מקנות שליטה)	

מודל פולניצר המקורי

Results: Ordinary least squares

=====						
Model:	OLS	Adj. R-squared (uncentered): 1.000				
Dependent Variable:	FMVp	AIC: 6456.6224				
Date:	2021-12-22 09:49	BIC: 6478.6237				
No. Observations:	602	Log-Likelihood: -3223.3				
Df Model:	5	F-statistic: 7.836e+10				
Df Residuals:	597	Prob (F-statistic): 0.00				
R-squared (uncentered):	1.000	Scale: 2641.6				

	Coef.	Std.Err.	t	P> t	[0.025	0.975]

X1 · X6	2.8001	0.0001	48583.9616	0.0000	2.8000	2.8002
X2 · X6	0.0530	0.0000	2008.2258	0.0000	0.0529	0.0531
X3 · X6	-3.2200	0.0000	-167722.0352	0.0000	-3.2200	-3.2200
X4 · X6	-3.6872	0.0002	-17723.1668	0.0000	-3.6876	-3.6868
X5 · X6	-1.2873	0.0003	-3850.7049	0.0000	-1.2879	-1.2866

Omnibus:	0.404	Durbin-Watson:			1.966	
Prob(Omnibus):	0.817	Jarque-Bera (JB):			0.272	
Skew:	-0.033	Prob(JB):			0.873	
Kurtosis:	3.081	Condition No.:			125	
=====						

4. מודל פולניצר לאחר התיקון של בנצי

מודל פולניצר לאחר התיקון של בנצי

$$EV = 2.8 \cdot BV + FL \cdot (0.053 \cdot TR - 3.22 \cdot WC - 3.687 \cdot RE - 1.287 \cdot EBIT)$$

EV - שווייה הכלכלי של החברה (הכוונה לשווי האקוויטי בלבד ולא לשווי הפעילות, שווי תפעולי, הון מושקע או שווי הפירמה)

BV - סך ערכו הפנקסני של ההון העצמי המיוחס לבעלי המניות של החברה בספרי החברה

FL - המנוף הפיננסי של החברה המוגדר כיחס שבין עלותן הפנקסנית של סך ההתחייבויות (שוטפות ושאינן שוטפות) בספרי החברה לבין ערכם הפנקסני סך הנכסים בספרי החברה

TR - סך הכנסות החברה (בארבעת הרבעונים האחרונים)

WC - ההון החוזר של החברה המוגדר כהפרש שבין ערכם הפנקסני של הנכסים השוטפים וההתחייבויות השוטפות בספרי החברה

RE - יתרת העודפים בספרי החברה

EBIT - הרווח התפעולי של החברה (בארבעת הרבעונים האחרונים)

מודל פולניצר לאחר התיקון של בנצי

המשתנה	פירוש המשתנה	מקדם השיקול
BV	יתרת ההון עצמי במאזן (ללא זכויות שאינן מקנות שליטה)	2.800
FL	יחס סך התחייבויות (התחייבויות שוטפות ועוד התחייבויות שאינן שוטפות ועוד זכויות שאינן מקנות שליטה) לסך הנכסים במאזן	
TR	סך ההכנסות (12 חודשים אחרונים)	0.053
WC	ההון החוזר (נכסים שוטפים פחות התחייבויות שוטפות) במאזן	-3.220
RE	יתרת העודפים במאזן	-3.687
EBIT	הרווח התפעולי (12 חודשים אחרונים)	-1.287

מודל פולניצר לאחר התיקון של בנצי

OLS Regression Results

```
=====
Dep. Variable:          FMVp      R-squared (uncentered):          1.000
Model:                  OLS       Adj. R-squared (uncentered):          1.000
Method:                 Least Squares   F-statistic:              7.836e+10
Date:                   Wed, 22 Dec 2021   Prob (F-statistic):          0.00
Time:                   09:53:49          Log-Likelihood:            -3223.3
No. Observations:      602             AIC:                      6457.
Df Residuals:          597             BIC:                      6479.
Df Model:               5
Covariance Type:       nonrobust
=====
```

	coef	std err	t	P> t	[0.025	0.975]
BV	2.8001	5.76e-05	4.86e+04	0.000	2.800	2.800
FL · TR	0.0530	2.64e-05	2008.226	0.000	0.053	0.053
FL · WC	-3.2200	1.92e-05	-1.68e+05	0.000	-3.220	-3.220
FL · RE	-3.6872	0.000	-1.77e+04	0.000	-3.688	-3.687
FL · EBIT	-1.2873	0.000	-3850.705	0.000	-1.288	-1.287

```
=====
Omnibus:                0.404      Durbin-Watson:              1.966
Prob(Omnibus):          0.817      Jarque-Bera (JB):           0.272
Skew:                   -0.033     Prob(JB):                   0.873
Kurtosis:               3.081      Cond. No.                   125.
=====
```

5. דוגמא מספרית

30/09/2016

אלפי שקלים חדשים

274,309	סה"כ נכסים שוטפים
289,300	סה"כ נכסים שאינם שוטפים
563,609	סה"כ נכסים

161,631	סה"כ התחייבויות שוטפות
69,740	סה"כ התחייבויות שאינן שוטפות
	הון עצמי
276,427	הון מניות נפרע , פרמיה וקרנות הון
6,369	זכויות שאינן מקנות שליטה
49,442	יתרת עודפים
332,238	סה"כ הון עצמי
563,609	סה"כ התחייבויות והון עצמי

תמצית דו"ח הרווח וההפסד של החברה

TTM	31/12/2015	Q1-Q3/2015	Q1-Q3/2016	
478,922	428,014	321,011	371,918	הכנסות
73,030	56,072	42,054	59,012	רווח תפעולי

30/09/2016

מודל פולניצר

(באלפי ש"ח)

325,869

Book_Value

563,609

Total_Assets

237,740

Total_Liabilities

478,922

Total_Revenues

112,678

Working_Capital

49,442

Retained_Earnings

73,030

EBIT

30/09/2016

מודל פולניצר

(באלפי ש"ח)

325,869

BV

0.42

FL

478,922

TR

112,678

WC

49,442

RE

73,030

EBIT

מקדם	30/09/2016	מודל פולניצר
השיקול	(באלפי ש"ח)	
2.8001	325,869	BV
0.0530	202,017	FL_TR
-3.2200	47,530	FL_WC
-3.6872	20,855	FL_RE
-1.2873	30,805	FL_EBIT

הערכת השווי בשיטת DCF

בפועל	תקציב	סה"כ	תחזית	תחזית	תחזית	תחזית	T.V
H1 2016	H2 2016	2016	2017	2018	2019	2020	
צמיחת הכנסות							
225,040	225,311	450,351	508,293	539,617	559,618	576,406	593,699
(164,189)	(173,320)	(337,510)	(389,251)	(413,238)	(428,555)	(441,412)	(454,654)
(2,525)	(3,029)	(5,554)	(6,573)	(7,558)	(8,496)	(9,434)	(9,380)
58,326	48,962	107,288	112,470	118,821	122,567	125,561	129,665
שיעור רווח גולמי							
25.9%	21.7%	23.8%	22.1%	22.0%	21.9%	21.8%	21.8%
(1,195)	(1,088)	(2,283)	(2,366)	(2,512)	(2,605)	(2,684)	(2,764)
(11,973)	(11,169)	(23,142)	(26,433)	(28,062)	(29,102)	(29,975)	(30,874)
(5,290)	(4,908)	(10,198)	(10,447)	(10,769)	(11,092)	(11,425)	(11,768)
(1,169)	(1,202)	(2,371)	(2,443)	(2,508)	(2,570)	(2,632)	(620)
38,699	30,595	69,294	70,781	74,970	77,198	78,846	83,639
שיעור רווח תפעולי לפני מס							
17.2%	13.6%	15.4%	13.9%	13.9%	13.8%	13.7%	14.1%
(3,824)		(8,848)	(9,371)	(9,650)	(9,856)	(10,455)	
	26,771	61,933	65,599	67,548	68,990	73,184	
רווח תפעולי אחרי מס							
	4,231	9,016	10,066	11,066	12,066	10,000	10,000
	(5,475)	(11,000)	(10,000)	(10,000)	(10,000)	(10,000)	(10,000)
	(7,419)	(27,063)	(8,853)	(7,469)	(65,746)	470,181	
	18,108	32,886	51,921	59,761	63,587	65,746	
	17,606	29,385	41,455	42,635	40,535	470,181	
שווי תפעולי							
התחייבויות פיננסיות, נטו							
סה"כ שווי אקוויטי							
506,648							

30/09/2016	מודל פולניצר
(באלפי ש"ח)	
653,574	שווי חזוי לפי מודל פולניצר לפני DLOM
506,648	שווי "אמיתי" לפי מודל DCF אחרי DLOM
490,180	שווי חזוי לפי מודל פולניצר אחרי DLOM (25%)
-16,468	הטעות באלפי ש"ח של מודל פולניצר
-3.4%	הטעות באחוזים של מודל פולניצר

נשמח לעמוד לרשותכם

רועי פולניצר, QFV, F.I.L.A.V.F.A., FRM

בעלים ומעריך השווי הראשי של "שווי פנימי – מעריכי שווי בלתי תלויים"

יו"ר לשכת מעריכי השווי והאקטוארים הפיננסיים בישראל (IAVFA)

polanitz8@gmail.com

www.iavfa.org