



מודל KMV לאיתנות פיננסית: היישום של חברת KMV למודל מרטון לטובת דירוג סינטי

הכלכלן המוערך **האקטואר רועי פולניצר** מציג את מתודולוגיית מודל KMV לאיתנות פיננסית המשמשת לדירוג סינטי לחברות

לבעיית איתנות בזמן T של החברה היא דומה לזו לעיל, קרי $N(-d_2)$, אך במקום r שהיא הריבית חסרת הסיכון יש להציב את R שהיא תוחלת הרווח הצפוי לחברה (קרי, תוחלת התשואה הצפויה על נכסי הפירמה, בעולם האמיתי).

הערה אינפורמטיבית: "בעולם האמיתי", המשקיעים מונחים כשונאי סיכון ועל כן תוחלת התשואה הצפויה על נכסים מסוכנים כוללת שני מרכיבים: תשואה חסרת סיכון ופרמיית סיכון (במילים אחרות, משקיעים מתמחרים את הסיכונים באמצעות מודלים אקטואריים כמו למשל מודל ה-CAPM).

מודל KMV לאיתנות פיננסית
מודל KMV מבוסס על אומדן המרחק מבעיית איתנות (Distance to Default). אומדן המרחק מבעיית איתנות מוגדר כיחס שבין ההפרש שבין שווי הפירמה, V, וסף נקודת בעיית האיתנות (שאותו נגדיר בהמשך), DPT לבין מכפלת שווי הפירמה, V, בסטיית התקן של שיעורי התשואה על נכסי הפירמה, σ_V .

$$DD = \frac{Ve^{\mu T} - DPT}{\sigma_V V}$$

כאשר μ היא התשואה הצפויה על נכסי החברה (ולא ריבית חסרת סיכון כמו בנוסחת בלק-שולס). סף נקודת בעיית האיתנות של חברה, DPT, שווה למחצית כלל החוב לזמן ארוך של החברה, LTD, בתוספת החוב נושא הריבית בלבד לטווח קצר, STD:

$$DPT = STD + \frac{LTD}{2}$$

מתוך אומדן ה-DD מחלצים את אומדן ההסתברות לבעיית איתנות (EDF - Expected Default Frequency) ובודקים על בסיס תצפיות עבר שנאספו על ידי חברת KMV מהו מספר החברות עם אותו DD אשר הגיעו לבעיית איתנות מסך כל החברות בעלות אותו DD. כך למשל, לפי נתוני מודל KMV מתוך 20,000 חברות עם DD השווה 3.00, 200 חברות הגיעו לבעיית איתנות בתוך שנה.

לפיכך, במודל KMV משייכים אומדן DD של 3.00 ל-EDF של 1.00%. על פי נתוני מודל KMV אומדן EDF של 1% מתאים לדירוג אשראי גלובלי של BB- בסולם הדירוג של סטנדרד אנד פורס, (S&P), המקביל לדירוג אשראי מקומי בין ilA לבין ilA+ בסולם הדירוג של מעלות.

החברה התחייבה להחזיר F. בתנאים אלה הראה מרטון שהחוב הקונצרני של החברה, D, הוא התחייבות מותנית הניתנת להערכה כלכלית באופן הבא:

$$D = Fe^{-rT} - P$$

כאשר e^{-rT} הוא גורם ההיוון ללא סיכון לתזרים מזומנים שצפוי להתקבל בוודאות בזמן T, ו-P הוא שווי אופציות מכר Put על שווי הפירמה, V, לזמן מימוש T כאשר מחיר מימוש הוא F.

שווי אופציות המכר ניתן לחישוב על סמך מודל בלק-שולס (1973) בהתקיים הנחות המודל והוא פונקציה של σ_V, T, F, V כאשר σ_V היא סטיית התקן של שיעורי התשואה על שווי הפירמה.

מרטון הראה ששווי ההון העצמי בתנאים דומים הוא אופציות רכש Call על שווי הפירמה, V, לזמן מימוש T כאשר מחיר מימוש הוא F. וגם ההון העצמי יחושב על סמך מודל בלק-שולס כדי לקבל שווי כלכלי של ההון העצמי, בהנחה שהתנאים הנדרשים מתקיימים.

באופן ספציפי, שווי ההון העצמי יהיה לפיכך:

$$S = V \cdot N(d_1) - Fe^{-rT} \cdot N(d_2)$$

כאשר $N(d)$ היא פונקציית ההתפלגות המצטברת הנורמלית סטנדרטית עד לנקודה d-1

$$d_1 = \frac{\ln\left(\frac{V}{F}\right) + \left(r + \frac{\sigma_V^2}{2}\right) \cdot T}{\sigma_V \sqrt{T}}$$

$$d_2 = \frac{\ln\left(\frac{V}{F}\right) + \left(r - \frac{\sigma_V^2}{2}\right) \cdot T}{\sigma_V \sqrt{T}}$$

במודל מרטון ל- $N(-d_2)$ יש פירוש כלכלי: זוהי ההסתברות הניטרלית לסיכון RNP (Risk Neutral Probability), ההסתברות לחדלות פירעון בעולם נייטרלי לסיכון של בעיית איתנות של החברה לתקופה המסתיימת בזמן T.

הערה אינפורמטיבית: "עולם נייטרלי לסיכון" הוא הנחה תועלתנית לפיה מאחר והפרטים בעולם זה הינם אדישים לסיכון הרי שתוחלת התשואה הצפויה מכל הנכסים היא התשואה חסרת הסיכון.

גלאי (1978) הראה בהתבסס על מאמרו של בונס (1964) שההסתברות הכלכלית

בניגוד לניתוחים המקובלים המסורתיים של יכולת הפירעון של חברה המבוססים על מאזן החברה או על בחינה השוואתית של יחסים פיננסיים, חברת KMV שהיא היום חלק מחברת הדירוג מודיס (Moody's), מבצעת דירוג אשראי סינטי באמצעות מודל KMV המבוסס על מודל מרטון (1974) שאותו היא התאימה אמפירית לחברות ציבוריות, ראשית בבורסות בארה"ב ולאחר מכן גם בארצות אחרות. לפני שנסיביר מהו מודל KMV נסיביר תחילה מהו מודל מרטון.

מודל מרטון (1974)

יתרוננו החשוב של מודל מרטון הוא שאין צורך לאמוד את זרם התקבולים העתידי נטו של החברה ולמצוא גורם היוון מתאים להון הזרמים העתידיים כדי לקבל ערך נוכחי, היות שכל המידע הקיים בשוק, לרבות לעניין התחרות בענף, גורמי הסיכון והרגולציה הקיימת והצפויה, מגולם למעשה במחיר המניות ואיגרות החוב הסחירות של החברה (ככל ולחברה יש איגרות חוב הרשומות למסחר בבורסה). אם לחברה יש איגרות חוב, הנסחרות בשוק פעיל, הרי שהן נותנות אינדיקציה טובה מאוד גם לשיעורי ההיוון המתאימים לאיגרות החוב שלה שאינן סחירות (ככל וישנן כאלה) כמו גם לחוב הבנקאי שלה.

כך שבאופן פשוט יחסית, בהסתמך על נתוני השוק ניתן באמצעות מודל מרטון לגזור את ההסתברות שהחברה תיקלע לכשל ביכולת הפירעון שלה (מצב אותו נכנה: "בעיית איתנות") ומתוך ההסתברות זו, בהנחות נוספות, ניתן לגזור את דירוג האשראי הסינטי שלה. מאחר ולא ניתן לקבוע בוודאות מהן ההנחות המתאימות, אנו לוקחים אומדנים שלהערכתנו משקפים באופן טוב וסביר את הפרמטרים הנכונים, ובנוסף אנו מבצעים בדיקות רגישות עבור אומדנים שונים שישקפו הבדלי הערכות אפשריים וסבירים.

מודל מרטון מבוסס על אומדן שווי פעילות החברה המאוחדת (כולל חלקה בחברות הבת על בסיס כלכלי -מאוחד, אם ישנן חברות בנות כמובן) בערכים נוכחיים המכונה שווי הפירמה שאותו נסמן באות V. שווי הפירמה מתחלק באופן כללי בין בעלי החוב השונים לבין מחזיקי ההון העצמי.

נסמן את סך שווי החוב וההון העצמי בערכים נוכחיים D ו-E, בהתאמה. מודל מרטון בצורתו הפשוטה מניח שלחברה יש חוב שמשך חייו הוא T שנים, ובתום T שנים החברה מתחייבת להחזיר לבעלי החוב את הקרן והריבית הצבורה שהובטחה ובסה"כ

חברה לדוגמא

קעת נבצע דירוג אשראי סינטי לחדרת ישראלית הפועלת בתחום הקלינטק, בהסתמך על מתודולוגית מודיס-KMV לצורך אמידת מחיר החוב הנורמטיבי של החברה. מועד הדירוג הוא יום ה-31.12.2023

תמצית דוחות רווח והפסד

2023	2022	באלפי ₪
0	0	הכנסות
17,469	17,727	הוצאות תפעוליות
-17,469	-17,727	רווח תפעולי
1,389	1,446	הוצאות (הכנסות) מימן, נטו
-18,858	-19,173	רווח לפני מס
0	0	מסים על הכנסה
-18,858	-19,173	רווח נקי

הכנסות החברה ליום ה-31.12.2023 הסתכמו באפס. מיותר לציין שלחברה יש רווח תפעולי שלילי (הפסד), ולכן במובן התוצאתי כבר ניתנת אינדיקציה שלילית ליכולת הפירעון.

תמצית המאזן

31/12/2023	31/12/2022	באלפי ₪
1,655	6,794	נכסים שוטפים
236	436	מזומנים, שווי מזומנים, השקעות לקוחות וחייבים אחרים
341	0	נכסים שוטפים אחרים
2,232	7,230	סה"כ נכסים שוטפים
2,018	2,989	נכסים שאינם שוטפים
36	374	רכוש קבוע נכסים בלתי מוחשיים
2,054	3,363	נכסים שאינם שוטפים אחרים
4,286	10,593	סה"כ נכסים
31/12/2023	31/12/2022	באלפי ₪
1,865	1,586	התחייבויות שוטפות
2816	4609	אגרות חוב, הלוואות ואשראי ספקים וזכאים אחרים
14,409	5,541	התחייבויות שוטפות אחרות
19,090	11,736	סה"כ התחייבויות שוטפות
370	175	התחייבויות שאינן שוטפות
5,142	5,073	אגרות חוב, הלוואות ואשראי התחייבויות שאינן שוטפות אחרות
5,512	5,248	סה"כ התחייבויות שאינן שוטפות
-20,316	-6,391	הון עצמי
0	0	סך הכל הון המיוחס לבעלים של החברה
-20,316	-6,391	זכויות שאינן מקנות שליטה
4,286	10,593	סה"כ הון עצמי
4,286	10,593	סה"כ התחייבויות והון

הגירעון בהון העצמי של החברה ליום ה-31.12.2023 הסתכם ב-20,316 אלפי ₪. מיותר לציין שלחברה עודף התחייבויות על נכסים, ולכן במובן המאזני כבר ניתנת אינדיקציה שלילית ליכולת הפירעון.

החוב הפיננסי של החברה לבנקים ובעלי אגרות החוב ליום 31.12.2023 הסתכם ב-2,235 אלפי ₪. כמו כן, לחברה יתרות מזומן, שווי מזומן והשקעות נזילות בסך

של 1,655 אלפי ₪, מה שמביא את יתרות החוב הפיננסי, נטו, לסך של 580 אלפי ₪.

הרווח התפעולי של החברה לפני פחת והפחתות

2023	2022	באלפי ₪
-17,469	-17,727	רווח תפעולי
1,016	869	פחת והפחתות
-16,453	-16,858	EBITDA

הרווח התפעולי של החברה לפני פחת והפחתות ליום ה-31.12.2023 (שאמור להצביע על רווחיות הפעילות של החברה, ללא השפעות המינוף והפחתות של השקעות הוניות אשר בוצעו עבר) הינו שלילי והסתכם במינוס 16,453 אלפי ₪ (הפסד). מיותר לציין ש-EBITDA שלילית פירושה אינדיקציה שלילית ליכולת הפירעון.

אומדן אמפירי

את שווי ההון העצמי, E, נאמד מתוך נתוני הבורסה נכון ל-31.12.2023 ניקח כאומדן אחד את שווי המניות בסוף דצמבר 2023 (606.9 אגורות) כפול מספר המניות הנפרעות של הפירמה (כ-13.79 מיליון) ונקבל ערך של E=83,636 אלפי ₪. לחברה יש חוב לטווח קצר נושא ריבית, STD, ששווי בספרי החברה נכון ל-31.12.2023 הוא כ-STD=1,865 אלפי ₪, הכולל הלוואות ויתרות בעלים בסך של כ-1,684 אלפי ₪ וחלויות שוטפות של התחייבויות חכירה בסך של כ-181 אלפי ₪.

בנוסף, לחברה יש חוב לטווח ששווי בספרי החברה נכון ל-31.12.2023 הוא כ-LTD=5,512 אלפי ₪, הכולל התחייבויות חכירה בסך של כ-370 אלפי ₪ והתחייבויות בגין מענקים בסך של כ-5,142 אלפי ₪. לפיכך, סך שווי החוב של החברה הסתכם בכ-D=7,377 אלפי ₪.

בהינתן שנתוני השוק על מניות הצביעו על ערך של E=83,636 אלפי ₪ ושווי החוב נכון ל-31.12.2023 מגיע ל-D=7,377 אלפי ₪, הרי שסך שווי הפירמה V=91,063 אלפי ₪. על מנת לאמוד את סטיית התקן של שיעור התשואה על נכסי הפירמה, אמדתי את סטיית התקן של מניות החברה (על בסיס 52 שיעורי תשואה שבועיים בשנת 2023). האומדן אותו קיבלתי הוא כדלקמן:

$$\sigma_S = 98.3\%$$

בהנחה שמבנה החוב הוא בקירוב 90% מניות ו-10% חוב אנו מקבלים אומדן סטיית התקן של שיעור התשואה על נכסי הפירמה של $\sigma_V = 88.5\%$ כאשר לפי נוסחת פולניצר (2017)

$$\sigma_V = w \cdot \sigma_S + (1 - w) \cdot 0.830\%$$

בהינתן ששווי הפירמה הוא V=91,063, סך

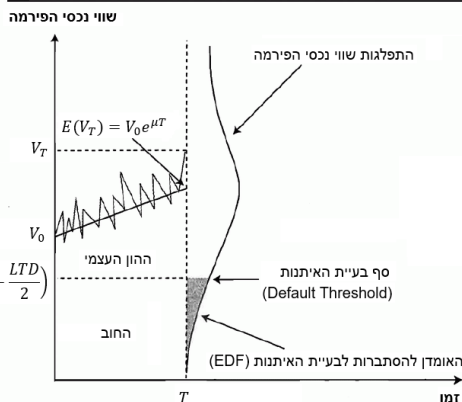
נקודת בעיית האיתנות של חברה הוא $DPT=4,621$ וסטיית התקן של שיעורי התשואה על נכסי הפירמה של $\sigma_V = 88.5\%$, נחשב את המרחק לבעיית איתנות או כשל ביכול הפירעון, DD (Distance to Default) של החברה

$$DD = \frac{Ve^{\mu T} - DPT}{\sigma_V V}$$

הערה אינפורמטיבית: מקובל להניח ש-μ שווה לאפס. הנחה זו הינה שמרנית (מחמירה) מאחר ושיעור התשואה של החברה המחושב ע"ב מודל ה-CAPM עם β_V (הביטא של נכסי הפירמה) גבוה יותר מהריבית חסרת הסיכון ולכן בהכרח גבוה יותר מאפס. בנוסף, הן במודל מרטון והן במודל KMV עובדים עם ריבית חסרת סיכון נומינלית.

משעה שנמצא את המרחק מבעיית האיתנות של החברה, DD, ניתן יהיה למצוא את האומדן להסתברות לבעיית האיתנות (EDF - Expected Default Frequency) שלה.

המרחק מבעיית האיתנות (DD - Distance to Default)



על סמך נתוני החברה, אומדן ה-DD המתקבל הוא 1.07. לפי נתוני מודיס-KMV מתוך 9,000 חברות שהתחילו את השנה עם DD השווה 1.07, 684 חברות הגיעו לבעיית איתנות בתום שנה.

לפיכך, במודיס-KMV משייכים אומדן DD של 1.07 ל-EDF של 7.60%. על פי נתוני מודיס-KMV אומדן EDF של 7.60% מתאים לדירוג אשראי גלובלי של CCC- בסולם הדירוג של סטנדרד אנד פורס (S&P), המקביל לדירוג אשראי מקומי של ilCCC בסולם הדירוג של מעלות.

הכלכלן פולניצר הינו אקטואר סיכוני אשראי (CRA) מוסמך מטעם לשכת מעריכי השווי והאקטוארים הפיננסיים בישראל (IAVFA) ומומחה לניהול סיכונים פיננסיים (FRM) מוסמך על ידי האגודה העולמית למומחי סיכונים (GARP).