

מסחר בעזרת מדדי תנודתיות

מגישים: גיא סקגיו, טל חביב, רועי שרון, ניב קפלן

קישור לקוד הפרויקט ב [github](#)

המסע שלנו

המסע שלנו התחיל עם השאיפה להשיג תוצאות מסחר יציבות ורווחיות. הבנו שאסטרטגיה אפקטיבית דורשת הבנה עמוקה של דינמיקת השוק, ניתוח טכני, ניהול סיכונים ויכולת להסתגל למצבי שוק משתנים.

תחילה חקרנו על הכלים השונים שעל בסיסם נוכל ליצור אלגוריתם בעל פוטנציאל לתשואה גבוהה יותר מתיק השוק. חיפשנו מאמרים אקדמיים, ניתחנו נתונים היסטוריים ולמדנו את אסטרטגיות המסחר המוכרות. תהליך זה נתן לנו את הבסיס להבנת העקרונות והתיאוריות עליהן מבוססות אסטרטגיות מסחר מוצלחות.

לאחר הערכה מקיפה, בחרנו להתרכז באסטרטגיה מבוססת תנודתיות ועל תיאוריה כלכלית בשם "Mean Reversion". האסטרטגיה משלבת שני אינדיקטורים טכניים פופולריים: מדד החוזק היחסי (RSI) ורצועות בולינגר (Bollinger Bands). אסטרטגיה זו מנצלת את הקשר בין תנודתיות המחירים והמגמות בשוק.

לאחר בחירת האסטרטגיה ניגשנו לבחירת ניירות הערך עליהם נרצה ליישם את האסטרטגיה שלנו והחלטנו להתרכז בנכסים בעלי תנודתיות גבוהה. בין הנכסים בעלי התנודתיות הגבוהה, זיהינו במיוחד את הנפט הגולמי כמכשיר מפתח ליישום האסטרטגיה שלנו.

במהלך פרויקט המחקר שלנו, נתקלנו בכמה אתגרים שדרשו שיקול דעת ופתרון בעיות. אחד האתגרים העיקריים היה fine tuning של הפרמטרים באסטרטגיה. התצורה האופטימלית של הפרמטרים השתנתה בין מכשירים פיננסיים ומסגרות זמן שונות. מציאת האיזון הנכון בין רגישות לרובסטיות (robustness) היה חיוני כדי למנוע אותות שווא ולשפר את ביצועי האסטרטגיה.

אתגר נוסף נבע מאופיו הדינמי של השוק. השווקים הפיננסיים מושפעים ממספר רב של גורמים, כולל חדשות כלכליות, אירועים גיאופוליטיים וסנטימנט המשקיעים. התאמת האסטרטגיה לתנאי שוק שונים וניהול יעיל של סיכונים התבררה כמשימה מורכבת.

בנוסף, ההסתמכות על נתוני שוק היסטוריים עבור Backtesting הציבה מערך אתגרים משלה. אמנם ביצועי העבר מספקים תובנות חשובות, אבל זה לא מבטיח תוצאות עתידיות. לכן, היה צורך לאמת את יעילות האסטרטגיה באמצעות פיצול ל-Train ו-Test כדי להבטיח את מהימנותה בתנאי שוק חיים.

יתר על כן, המחקר שלנו הדגיש את החשיבות של ניהול סיכונים ביישום של אסטרטגיית מסחר. בעוד שהאסטרטגיה שלנו נראתה מבטיחה, הרגשנו צורך להקים בקורות סיכונים מתאימות, כגון גודל הפוזיציות, פקודות Stop-Loss ופיזור התיק כדי לצמצם הפסדים פוטנציאליים.

חשוב לציין שבמהלך העבודה על הפרויקט, ניצלנו את העובדה שעומדים לרשותנו אנשים בעלי ניסיון וידע מעמיק בתחום וישמנו את הטיפים וההצעות שקיבלנו מהם בכדי לשפר את איכות ההצגה של הפרויקט והאסטרטגיה בפרט.

מבחינת התוצאות, האסטרטגיה הציגה ביצועים טובים במהלך ה-Train התקשה לייצר אותות רווחיים באופן עקבי בתנאי שוק חיים (כלומר ב-Test). אופיו המתפתח של השוק הוביל לעיתים קרובות לאותות שווא או לביצועי סחר כושלים, ובסופו של דבר השפיעו על ביצועי האסטרטגיה.

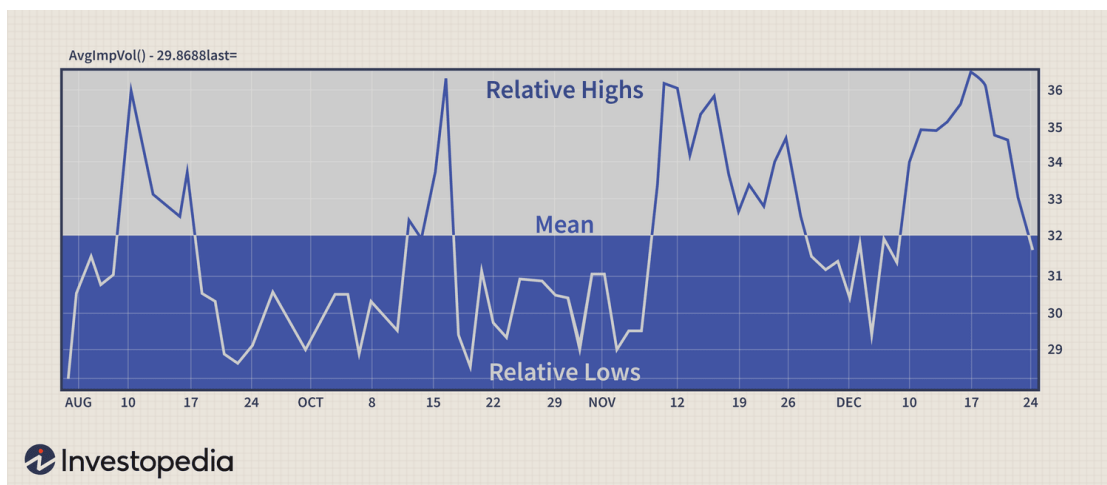
בנוסף, הפרמטרים של האסטרטגיה שעברו אופטימיזציה על סמך נתונים היסטוריים, לא תמיד תאמו את הדינמיקה הנוכחית של השוק. התצורה האופטימלית שעבדה היטב בעבר לא הניבה בהכרח את אותן תוצאות במסחר בזמן אמת.

בעוד שהתוצאות לא היו אופטימליות כפי שצפינו, פרויקט המחקר סיפק תובנות חשובות לגבי המורכבות של פיתוח אסטרטגיות מסחר והדגיש את החשיבות של הסתגלות לנוכח תנאי השוק המשתנים. ניסיון זה ישמש אבן דרך למאמצים עתידיים, ויעודד אותנו לחקור גישות חדשניות ולהמשיך לחפש אחר אסטרטגיות מסחר חזקות ומגוונות.

התהליך

בחירת האסטרטגיה והאינדיקטורים

אסטרטגיית המסחר שלנו מבוססת על תיאוריה כלכלית בשם "Mean Reversion". לפי תיאוריה זו, המשמשת במסחר בשוק ההון ובמסחר אלגוריתמי בפרט, מחיר של נכס ותשואות העבר יתכנסו בסופו של דבר לממוצע. לכן לפי אסטרטגיה זו נרצה לקנות נייר ערך כאשר הוא מתומחר בחסר ולמכור כאשר הנייר מתומחר ביתר.

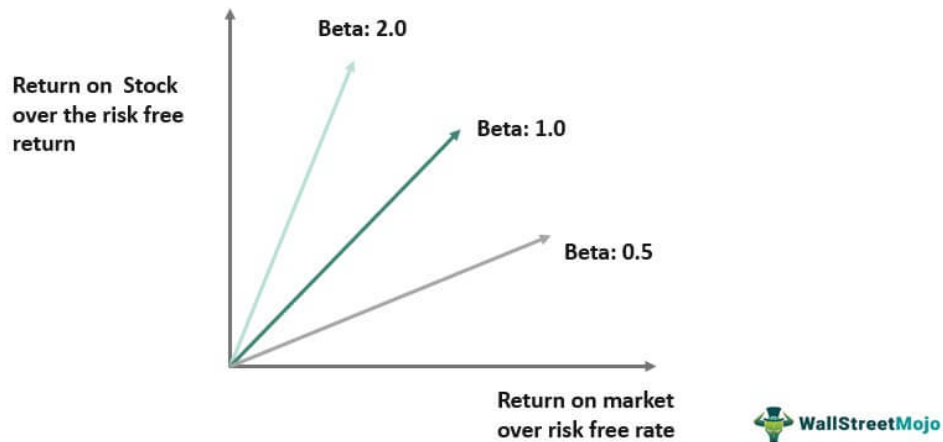


אחת התוספות המרכזיות למחקר שלנו כללה שימוש במניות עם ערכי בטא גבוהים. בטא היא מדד לרגישות של נכס לתנועות שוק ביחס למדד הייחוס. על ידי זיהוי מניות עם ערכי בטא גבוהים, שאפנו להתמקד בנכסים בעלי תנודות מחירים חזקות יותר שיביאו לפוטנציאל תשואות גבוהות יותר.

הנתונים

אספנו רשימה של כמאה מניות עם ערכי בטא גדולים משתיים מאתר "MarketBeat". לאחר מכן, הורדנו את נתוני המחיר ההיסטוריים דרך חבילת "yfinance" בפייתון. על הנתונים הללו הרצנו מודל למידת מכונה מסוג "XGBoost" כדי לסנן מהרשימה שלנו מניות שהתשואה שלהן היא תשואה ממוצעת ביחס לכלל הרשימה. על מניות אלה ביצענו את אסטרטגיית המסחר שלנו.

Beta in Finance



רצועות בולינגר (Bollinger Bands)

האינדיקטור הראשון בו נשתמש באסטרטגיה הן רצועות בולינגר. רצועות בולינגר הן אחד ממדדי התנודתיות הנפוצים ביותר, המשמש לניתוח טכני של שוק ההון. רצועות בולינגר מורכבות משלושה קווים נפרדים:

קו המרכזי אשר מחושב על ידי ממוצע נע פשוט ושתי רצועות נוספות, עליונה ותחתונה אשר מחושבות על ידי מספר קבוע של סטיות תקן מהקו המרכזי.

הרצועות מתאימות את עצמן באופן דינמי לתנאי השוק, מתרחבות כאשר התנודתיות עולה ומתכווצות בתקופות פחות תנודתיות. סוחרים משתמשים לעתים קרובות ברצועות בולינגר כדי לזהות אותות קנייה או מכירה פוטנציאליים. כאשר המחירים נוגעים או נעים מחוץ לרצועה העליונה, זה עשוי לרמז על מצב של קניית יתר ועל היפוך אפשרי כלפי מטה. לעומת זאת, כאשר המחירים נוגעים או נעים מתחת לרצועה התחתונה, זה עשוי להצביע על מצב של מכירת יתר ועל היפוך פוטנציאלי כלפי מעלה.

מדד החוזק היחסי (RSI)

האינדיקטור השני בו נשתמש הוא מדד החוזק היחסי (RSI), אינדיקטור מומנטום אשר מודד את המהירות והעוצמה של שינויי המחירים האחרונים של נייר הערך. ה-RSI מחושב על ידי השוואה בין החוזק של נייר הערך בימים בהם המחיר עלה לעומת החוזק בימים בהם המחיר ירד עבור חלון זמן מסוים. אינדיקטור זה משמש מעין "אישור סופי" לכניסה לפוזיציה.

ה-RSI משווה את העליות וההפסדים הממוצעים במחיר לאורך תקופה מוגדרת, בדרך כלל 14 ימים, ומציג את התוצאה בסקאלה של 0 עד 100. הנוסחה מחשבת את החוזק היחסי על ידי חלוקת הרווח הממוצע בהפסד הממוצע.

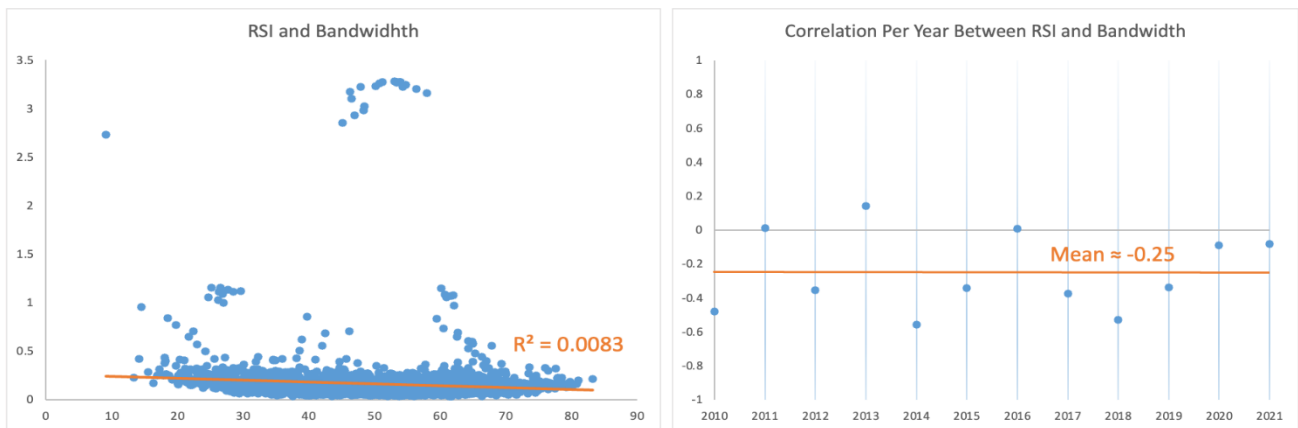
ה-RSI משמש לעתים קרובות לזיהוי מצבים של קניית יתר ומכירת יתר בנכס. כאשר קריאת ה-RSI עולה מעל סף מסוים, זה מצביע על כך שהנכס עשוי להיות מתומחר ביתר, כלומר הוא חווה עליית מחירים משמעותית וכעת יש סיכוי לתיקון כלפי מטה. לעומת זאת, כאשר קריאת ה-RSI יורדת

מתחת לסף אחר, זה מצביע על כך שהנכס עשוי להיות מתומחר בחסר, מה שמרמז על התאוששות מחירים פוטנציאלית.

שילוב האינדיקטורים

ה-RSI הינו Leading indicator אשר מזהה מגמות לפני שהן החלו. לעומתו, רצועות בולינגר הוא אינדיקטור שמזהה שינוי מגמה רק לאחר שהיא כבר בהתפתחותה ולכן השילוב בין 2 האינדיקטורים יתן לנו בעצם אישור כניסה לעסקה בזמן סביר, כאשר ה-RSI מאשר כניסה לאחר זיהוי שינוי מגמה לפי רצועות בולינגר.

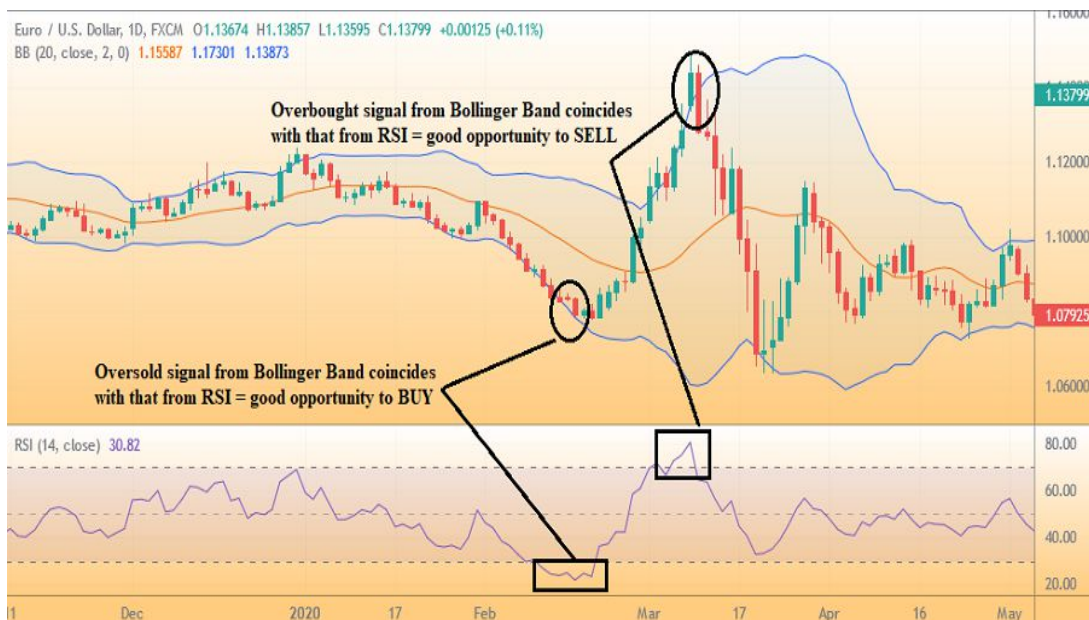
דבר חשוב בבחירת האינדיקטורים לשילוב הוא המתאם ביניהם. כאשר אנו בוחרים אינדיקטורים שונים, נרצה שכל אינדיקטור יתן לנו מידע ייחודי ולכן נשאף שהמתאם ביניהם יהיה כמה שיותר נמוך. כדי לעשות זאת נבחר אינדיקטורים מקטגוריות שונות, במקרה שלנו רצועות הבולינגר הן אינדיקטור לתנודתיות וה-RSI הוא אינדיקטור מומנטום.



בגרף הימני ניתן לראות את מקדם המתאם בין ה-RSI לעובי הרצועה בכל שנה. ניתן לראות שמקדם המתאם הממוצע על פני השנים שנבדקו הוא -0.25 אשר מעיד על מתאם נמוך.

בגרף השמאלי ניתן לראות את התפלגות ערכי ה-RSI (ציר x) לעומת ערכי עובי הרצועה (ציר y). ה-R-Squared שקיבלנו קרוב מאוד לאפס, דבר המאשש את הטענה שהמתאם נמוך.

בגרף הבא ניתן לראות את השילוב בין 2 האינדיקטורים:



אנו מצפים שמיקוד במניות בעלות אופי דומה ומיקוד בפרקי הזמן שלאחר אירוע, יניבו תוצאות טובות יותר משימוש בשיטת "buy and hold" של אינדקס כלשהו מכיוון שאנו מחפשים תבניות קבועות ודומות יותר, אליהן האלגוריתם שלנו יוכל להתאים את עצמו באמצעות בחירת הפרמטרים הנכונים, ובכך ללמוד להיכנס ולצאת מהפוזיציות באופן מדויק יותר עם תשואה גבוהה יותר.

רשימת מקורות התומכות באסטרטגיה שלנו

1. <https://c.mql5.com/forextd/forum/211/Using%20Bollinger%20Bands%20by%20John%20Bollinger.pdf>
2. https://www.eia.gov/finance/markets/crudeoil/spot_prices.php#:~:text=The%20volatility%20of%20oil%20prices,fixed%20in%20the%20near%20term
3. <https://citeseerx.ist.psu.edu/document?repid=rep1&type=pdf&doi=ff908276f589be7724dffe3b87248f38c8d479fd>
4. <https://www.investopedia.com/articles/technical/102201.asp#citation-3>
5. <https://www.brokerexplorer.com/article/bollinger-bands-and-rsi-combo-strategy-2290>

המודל

אנו מתחילים עם רשימה של מניות בעלות ערך בטא גבוה מ-2. לאחר מכן, אנו מאמנים ובודקים את המודל באמצעות נתוני קלט אלה. מטרת תהליך זה היא לפתח מודל חיזוי שיכול לנתח גורמים שונים ולבצע תחזיות מדויקות לגבי הביצועים העתידיים של מניות אלו.

לאחר השלמת שלב ה-Test, המודל מייצר פלט, שהוא תיק המניות הסופי, שבו נשתמש לאסטרטגית המסחר שלנו. בחירת המניות מבוססת על התשואה הממוצעת הצפויה שלהן. על ידי התחשבות בתשואה הממוצעת, המודל שואף לזהות מניות שהציגו היסטורית ביצועים עקביים.

לסיכום, גישת למידת מכונה זו המשתמשת ב-XGBoost מאפשרת לנו לנתח מניות בעלות ערך בטא גבוה, לאמן מודל ובסופו של דבר להציע פורטפוליו של מניות עם התמקדות בתשואה הממוצעת שלהן.

למען אימון המודל היינו צריכים להגדיר פיצ'רים לפיהם המודל ינבא לנו פורטפוליו של מניות בהן נסחר ב-Trader. הפיצ'רים אשר הגדרנו הם:

- avg_monthly_return = תשואה חודשית ממוצעת של מניה
- best_month = חודש עם תשואה הכי טובה
- worst_month = חודש עם תשואה הכי נמוכה
- max_min_ratio = יחס בין המחיר הגבוה ביותר לנמוך ביותר
- month_return_6 = תשואה ל 6 חודשים
- total_volume = נפח המסחר הכולל
- std = סטיית התקן

ה trader סוחר בפורטפוליו של המניות שקיבלנו מהמודל, על בסיס אסטרטגית המסחר שלנו.

Trader:

- Input(portfolio_of_stocks, upper_rsi, lower_rsi, risk_factor, trail_stop)
- for stock in portfolio_of_stocks:
 - if(not in position):
 - if(stock.upper_bb < stock.close_price and rsi > upper_rsi):
 - sell_amount = risk_factor * balance / stock.close_price
 - sell with sell_amount and set trail_stop
 - elif(stock.lower_bb > stock.close_price and rsi < lower_rsi):
 - buy_amount = risk_factor * balance / stock.close_price
 - buy with buy_amount and set trail_stop
 - else: ## in position
 - if(stock.close_price == trail_stop or stock.close_price == stock.mid_bb)
 - close position

לצורך מקסום הרווחים שנוכל ליצור על ידי הסוחר שלנו היינו צריכים לבצע אופטימיזציה על הפרמטרים הבאים:

- upper_rsi - רף עליון של ה RSI
- lower_rsi - רף תחתון של ה RSI
- mid_bb_period - תקופת הממוצע הנע
- risk - כמות הכסף שנשכן בכל עסקה

יצרנו 256 קומבינציות וביצענו grid search לקבלת הפרמטרים האופטימליים שיעזרו לנו למקסם את השארפ.

Backtesting

בכדי לבדוק את המודל השתמשנו בספריית backtrader בפיתוח, שעזרה לנו לבדוק בצורה נוחה את אסטרטגיית המסחר שלנו. פיצלנו את הדאטה ל-train ו-test וביצענו אופטימיזציה של הפרמטרים על ה-train ובדקנו איזה פרמטרים נותנים לנו את השארפ הגבוה ביותר, אותם לקחנו ובדקנו על ה-test.

הנחות מסחר:

-מסחר יומי וכניסה לפוזיציה בסוף יום מסחר

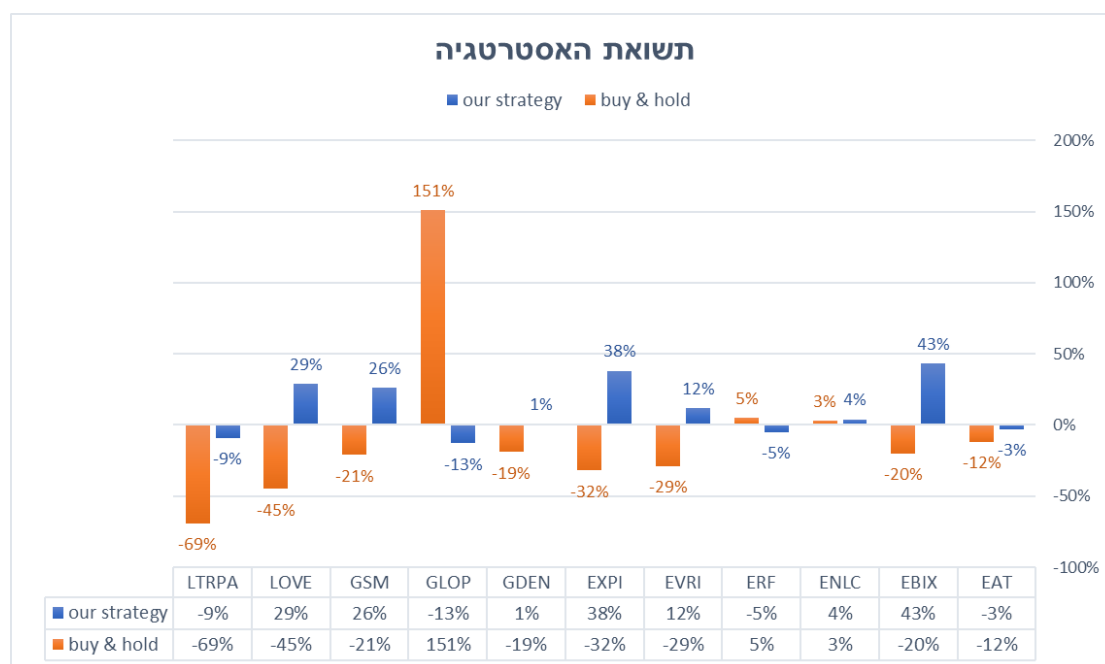
-Slippage של \$0.04 לכל מניה

-עמלה מסחר של \$1 עבור כל פעולת קנייה/מכירה

Results

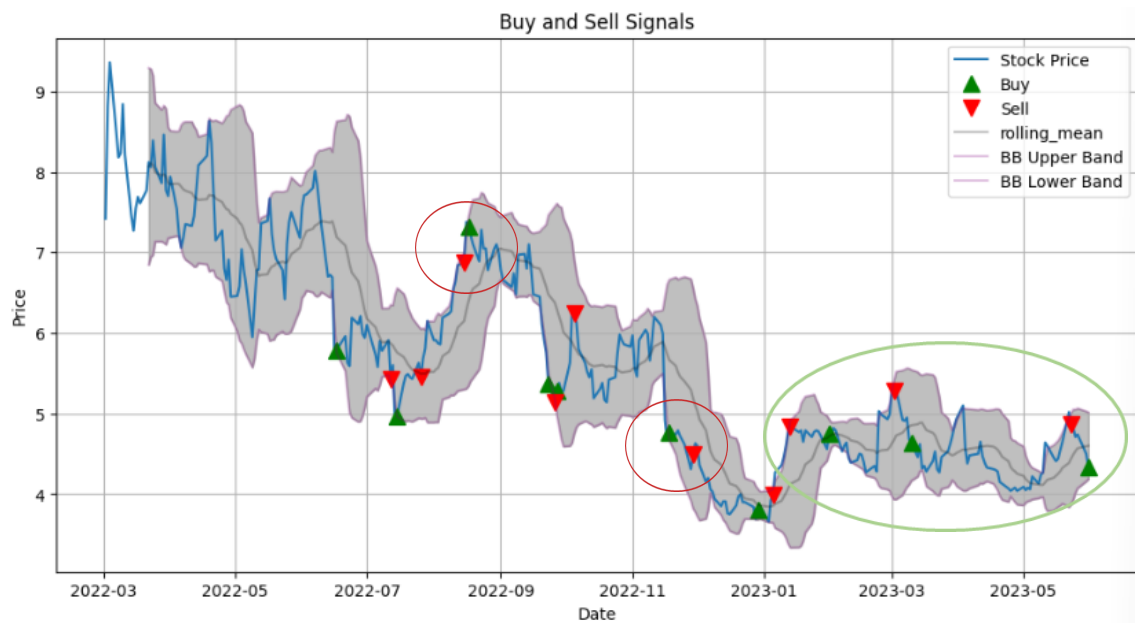
הרצנו את אסטרטגיית המסחר שלנו על ה-test עם המניות שנבחרו על ידי המודל, וסיכמנו את התוצאות של כל מניה ביחס לתשואת buy & hold של אותה מניה וביחס לתשואת buy & hold של מדד ה-s&p500 באותה תקופת זמן.

S&P500 buy & hold	buy & hold	our strategy	stock
-5%	-12%	-3%	EAT
-4%	-20%	43%	EBIX
-5%	3%	4%	ENLC
-5%	5%	-5%	ERF
-4%	-29%	12%	EVRI
-4%	-32%	38%	EXPI
-4%	-19%	1%	GDEN
-5%	151%	-13%	GLOP
-2%	-21%	26%	GSM
-5%	-45%	29%	LOVE
-5%	-69%	-9%	LTRPA



כפי שניתן לראות, האסטרטגיה שלנו פעלה באופן טוב יותר מאשר שיטת buy & hold ב-9 מתוך 11 המניות שנבחרו (82% הצלחה).

דוגמה לפלט של מסחר במניית GSM בתקופת ה-test. ניתן לראות את נקודות הכניסה ויציאה של האלגוריתם מן הפוזיציה.



ניתן לראות בגרף דוגמאות לעסקאות מוצלחות שהניבו רווחים (מוקף בירוק) וגם יציאות מעסקה בעקבות stop-loss שהוגדר (מוקף באדום).

צעדים להמשך

כפי שניתן לראות על סמך הנתונים מעלה, המודל שלנו מניב תוצאות טובות ביחס לשוק. אנו מאמינים שניתן לשדרג את המודל ולמקסם את הצלחתו.

אפשרויות לשדרוג המודל:

1. המודל שלנו מתבסס על "השערת השוק היעיל" הסבורה כי מחיר המניה מגלם בתוכו את כל המידע הרלוונטי עבור אותה מניה. ניתן להוסיף אפשרות לקבלת אינדיקציה (חיובית או שלילי) מידיעות של אתרים פיננסיים וחדשות עבור כל מניה והגורמים המשפיעים עליה. בהתאם לאינדיקציה נפעל לשינוי נפח המסחר באותה תקופת זמן (הקטנה/הגדלה של פרמטר ה-risk).
2. הוספת אינדיקטורים ובחינת השפעתם על תוצאות המודל והתאמתם לאינדיקטורים אחרים שנבחרו.
3. הרחבת אפשרויות למסחר בטווחי זמן שונים, כמו מסחר תוך יומי לפי נרות של שעה, והשוואת תוצאות בין תקופות שונות לבחירת תקופת המסחר האופטימלית.