

סמינר כלכלת סייבר

סמסטר א' תשפ"ג

Data Breaches and Stock Market Share Prices

יחיאל דן 308556364

דניאל בן-נון 206172066

תאריך הגשה: 04/15/23

תמצית:

פריצות סייבר, מתרחשות בצורות רבות הכוללות נוהלי אבטחה גרועים, פשינג, התקפות פנימיות או אבדן וגניבת מחשבים או נתונים. הן קורות לארגונים מכל הסוגים. במאמר זה, אנו מציגים ניתוח של תגובת המניות, המשקפת את הנזק הכלכלי של הפריצה בטווח הקצר, באמצעות בחינת 57 אירועי סייבר הטרוגניים שהתרחשו ב-52 חברות ציבוריות שונות בין השנים 2012-2022. ממצאי מחקר האירועים שלנו אינם מצביעים על כך שחברות שנסחרות בבורסה בהכרח מאבדות מערך ההון העצמי שלהם כאשר מתרחשת תקרית סייבר. בניגוד למחקרים קודמים, בדקנו מספר משתנים ביחד כמו גודל הפריצה, רגישות המידע שנגנב, שנת הפריצה, דרך הפריצה, העשויים להשפיע על התוצאות. אנו מוצאים שפריצות שבסקטורים הקמונעות, הבריאות והטלקום דווקא הם חווים ירידה משמעותית יותר, אך גם זאת ברמת מובהקות נמוכה יחסית לזאת שמקובל להסיק ממנה מסקנות ודאיות.

מבוא:

בעידן הדיגיטלי של היום, עסקים וארגונים הפכו יותר ויותר תלויים בטכנולוגיה ובנתונים כדי להניע את הפעילות שלהם. חברות קטנות וגדולות אוספות יותר נתונים על הלקוחות שלהן מאי פעם. למרות שהדבר הביא ללא ספק יתרונות משמעותיים, זה גם יצר סיכונים חדשים, במיוחד בצורה של התקפות סייבר ופריצות מידע.

במקרים רבים, מידע זה אינו מטופל בבטיחות ובביטחון הנדרשים כדי להגן מפני גניבה על ידי האקרים. כמו כן, ההאקרים הופכים למתוחכמים יותר בהתקפות שלהם, ומאתגרים חברות להישאר בחוד החנית של אבטחת הסייבר. ההסכמה הכללית בקרב מומחי התעשייה היא שארגון העומד בפני פרצה או מתקפה של אבטחת סייבר אינו עניין של "אם", אלא "מתי".

כאשר חברה חווה פרצת מידע, יכולות להיות לכך השלכות מרחיקות לכת, לא רק מבחינת התחייבויות משפטיות ופיננסיות אפשריות אלא גם מבחינת פגיעה במוניטין שלה ואובדן אמון הלקוחות. בעשור האחרון, מתקפות הסייבר הפכו לאחד מחמשת הסיכונים המרכזיים לפעילות החברות הציבוריות והפרטיות, והובילו את צפי גודל שוק הסייבר העולמי לכ-156 מיליארד דולר השנה ועד לכ-376 מיליארד דולר עד שנת 2029 - קצב צמיחה שנתי של כ-13.4%. לפי הערכות אחרות, הצמיחה אף צפויה להיות גבוהה יותר עקב התכנסות בינלאומית לחיוב הגופים המוסדיים והחברות השונות ברגולציה המחייבת את הכנסת סיכוני הסייבר כחלק מתוכנית ניהול הסיכונים שלהם.

כתוצאה מהגנת מידע חלקית, חברות רבות התמודדו עם פרצות מידע משמעותיות שחשפו יחד מיליארדי רשומות נתונים. נראה כאילו מדי יום יש כותרת המכריזה שארגון נוסף נפל קורבן למתקפת אבטחת סייבר. בשנים האחרונות, כותרות אלה נוטות להתייחס גם לקנסות כבדים, תגובה של מחיר המנייה ופגיעה בנאמנות הלקוחות.

תחום עניין אחד בהקשר זה הוא ההשפעה של הודעות על הפרת מידע על מחיר המניה של החברה. בשנים האחרונות היו כמה פרצות נתונים חמורות, וההשפעה על מחירי המניות של החברות המושפעות נבדקה מקרוב על ידי חוקרים, אנליסטים ומשקיעים כאחד. אפילו לאירועי אבטחת סייבר שנראים "קטנים" יכולים להיות השפעות הרסניות על הצלחתו הפיננסית, המוניטין והתפעולית של ארגון. מחיר המניה, הוא אמצעי מדידה שבאמצעותו ניתן למדוד את הערך עסקי, של כל חברה שנפגעת משתנה באופן שונה לאחר פריצת מידע. הבנה כיצד פרצות מידע משפיעות על מחירי המניות יכולה לספק תובנות חשובות לגבי ההשפעה הרחבה יותר של אירועים כאלה על הבריאות הפיננסית של החברה ועל הערך הכולל. מחקרים רבים שימשו לחקר השפעת פריצות סייבר על הפעילות העסקית של חברות. אחד הראשונים ופורצי הדרך, היה של גארג, קרטיס והאלפר ב-2003, באמצעות חקר אירועים, מצאו כי חברות שנפגעו מפרצת סייבר חוו ירידה של 2.7% במחיר המניה שלהן ביחס לשוק הכולל ביום שלאחר המתקפה.

כאשר מתרחשת פרצת מידע, חברות נדרשות לרוב להודיע על כך לציבור, מה שעלול לגרום לאובדן אמון מצד לקוחות ומשקיעים. כתוצאה מכך, מחירי המניות עשויים לחוות תנודות, ומשקיעים עשויים להגיב על ידי מכירה או קנייה של מניות, בהתאם לתפיסתם את חומרת הפריצה והשפעתה על פוטנציאל הרווחים העתידי של החברה.

יש להודות כי הערך האמיתי של ההשפעה הפיננסית של מתקפת סייבר על חברות גלובליות עשוי שלא להיות ידוע, אם הערכה כזו תכלול ירידה בהכנסות, הפרעה בפעילות העסקית, עונשים רגולטוריים ושחיקת אמון הלקוחות. יתרה מכך, חברות שחוו פריצת אבטחה סובלות מהשפעות אחרות שאינן פיננסיות כגון נזקי מוניטין, הסחת מידע מחקר ופיתוח, אובדן עסקים של לקוחות, פשרה משפטית ועלויות הגנה משפטיות אחרות. לרוב המשקיעים, תגובת השוק (ערכי מניות) להכרזה על המתקפה היא שמדאיגה מאוד.

אף על פי שאיש אינו חולק על החשיבות של הגנה על מרחב הסייבר מפני פעילויות פליליות, ההבנה שלנו לגבי פשע סייבר והשלכותיה, הן כלכליות והן חברתיות, עדיין מוגבלת.

כעת המשך העבודה מסודרת בצורה הבאה: בסעיף 'סיכום ספרות בנושא' מוצגת הסקירה ההיסטורית של הספרות שדנה וחקרה את פשעי הסייבר, והשפעתם של אירועים אלו על מחיר המניות. לאחר מכן בסעיף 'שאלת המחקר' אנו מחדדים את שאלת המחקר שלנו לעבודה. בסעיף 'השגת הנתונים' אנו מסבירים את התהליך שבו מצאנו את סט הנתונים הגולמי שאיתו השתמשנו בעבודה. לאחר מכן בסעיף 'עבודה על הנתונים' אנו מסבירים איך לקחנו את סט הנתונים הגולמי והוספנו וערכנו אותו לסט נתונים שנוכל לעבוד עליו עם תאריכים מדויקים ומחירי מניות, ובנוסף הצגת סיכומים של סט הנתונים המעודכן. בסעיף 'המודל-ונייתוח' נציג 4 מודלים והסברים שונים על סט הנתונים שינסו לתת לנו הסבר ותשובה לשאלת המחקר שלנו. בסעיף 'מסקנות' נסביר את המסקנות מהמודלים ונענה על שאלת המחקר ונוסיף סיכום שלנו על מה שלמדנו, ולבסוף נראה את ה'ביבליוגרפיה' שבה נציג את המקורות שבהם נעזרנו במהלך כתיבת העבודה.

סיכום ספרות בנושא:

הספרות על פשעי סייבר היא עצומה, אך עדיין דלה תיאורטית ולא מפותחת. הסיבה לכך היא שעדיין יש הרבה נקודות מבט שונות וחוסר קונצנזוס על היבטים בסיסיים רבים של פשע סייבר. לפיכך חוסר הסכמה משתרע על הגדרות, סיווגים, השלכות כלכליות, ביטחון, תקנים ופתרונות.

לאירועי סייבר ישנם השפעות רבות על חברות הן בטווח הקצר ובהן באופק הרחוק.

ההשפעה ארוכת הטווח של אירועי סייבר על מחיר המניה עדיין אינה חד משמעית; ההשפעה שלילית ומובהקת ברובה, מצביעה על כך שאותם ארגונים אינם הופכים ביעילות אירועי סייבר להזדמנויות לשיפור ואופטימיזציה של העסק שלהם. נכון, אירועי סייבר כאלו ואחרים, מביאים את החברה הנפגעת לקדמת הבמה באור שלילי, אך הם גם מספקים להם חשיפה ציבורית בחינם דרכה יכולה החברה להציג את אחריותה ומאמציה להגן על בעלי העניין, הלקוחות, הספקים והקהילה שלהם. על כן, צמצום ההשפעה השלילית הפוטנציאלית של אירוע הסייבר והפיכתו להשפעה החיובית ארוכת טווח על הארגון, צריכה להיות משימה עבור כל ארגון שחוזה פגיעה.

הפריצה שחוותה JP Morgan Chase ב-2014, לא השפיעה כלל על צמיחת המנייה לטווח ארוך. Home Depot עקבה אחר דפוס דומה: לאחר שהפריצה הגיעה לחדשות 02/09/2014 היא ספגה לאחר מכן ירידה במחיר המניה של יותר מ-2.3%, אבל מניית החברה התאוששה עד סוף ספטמבר, ואז אפילו ירדה עד כדי להגיע לשיא כל הזמנים שלה בדצמבר של אותה השנה.

עם כן, מאחר ויש כל כך הרבה גורמים המשפיעים על החברה ומחיר המנייה שלה בטווח הארוך, וכן, המון מחקרים שבדקו את ההשפעה של פריצות על הטווח הארוך קיבלו תוצאות שונות, החלטנו להתמקד במחקר שלנו על הטווח הקצר.

מחקרים קודמים רבים כבר מאשרים את הפחתת מחיר המניה לטווח הקצר עקב תקרית הסייבר, אך הדבר יכול להיות מושפע מגורמים שונים כגון התעשייה, אופן הפריצה וגודלה וסוג המידע שנגנב. Garg, A., Curtis, J. and Halper, H. (2003). הצליחו לכמת את ההשפעה לטווח הקצר שחווי חברות שנפגעו מפריצת סייבר כירידה של 2.7% במחיר המניה שלהן ביחס לשוק הכולל ביום שלאחר המתקפה.

מחקר משנת 2018 של Comparitech, חברת מחקר טכנולוגית שבסיסה בבריטניה, בחן מדגם של פריצות סייבר גדולות בעשור האחרון ומצא מספר דפוסים. ראשית, לאחר הירידה הראשונית במחיר המניה בעקבות פריצה, המחקר מצא כי מחירי המניות התאוששו לעיתים קרובות במהירות והדביקו את ביצועי נאסד"ק תוך כחודש.

עם זאת, באופן מפתיע, מחיר המניה של Banco Inter, להיפך, עלה למעשה מיד לאחר תקרית פריצת מידע. תצפיות סותרות אלו מצביעות על צורך בהבנה מעמיקה של השפעת אירועי סייבר על הערך העסקי: אילו גורמים מניעים את התוצאות השונות מאירועי פריצות נתונים?

מאמר זה נועד לחקור את הקשר בין הכרזת הפריצה ומחירי מניות על ידי סקירת ספרות רלוונטית, ניתוח מקרים והסקת מסקנות על סמך ראיות אמפיריות. באופן ספציפי, נבחן את הגורמים המשפיעים על תגובות מחירי המניות לפריצות הנתונים.

שאלת המחקר:

השאלות שמאמר זה מבקש לענות הן האם ערכי מניות מגיבים למתקפות סייבר ואם כן,

מה ההשפעה של כמות המידע שנגנב על עוצמת התגובה?

האם מניות של חברות בסקטורים שונים מגיבות למתקפות סייבר בצורה שונה?

האם ישנה השפעה של השיטה שבה הצליחו ההאקרים לגנוב את המידע?

ולבסוף, האם לרגישות המידע שנגנב יש השפעה?

תשובות לשאלות אלו עשויות להציע תובנות רבות לגבי האופן שבו משקיע מניות עושה גיוון ברמת התעשייה. כדי לענות על השאלה, נעשה ניסיון להעריך את השפעת ההודעה על מתקפת סייבר על ערכי המניות של הפירמות תוך שימת דגש על ההפרש בין ערך המנייה 3 ימים לפני הפריצה, ו3 ימים לאחר הפריצה, וזאת לאחר ניקוי התנועה הכללית של מדד הנאסד"ק, כדי לראות מהי ההשפעה הנקייה של הפריצה ולבטל את ההשפעה של תזוזת השוק הכללית. בפרט, מטרת המאמר היא לבחון כיצד מגיבה שוק המניות להכרזה על מתקפת סייבר על החברות שנפרצו. בכל אחד מהמקרים, תאריך ההכרזה לציבור על אירוע ההפרה שימש כתאריך חלון האירוע.

זמן התגובה לפריצה משתנה מחברה לחברה. לאורך השנים אנחנו עדים לתופעות והתנהגויות שונות שמשתנות מחברה לחברה. דוגמה מעניינת היא חברת השליחויות, אובר, שבשנת 2017 חוותה ביקורת קשה וקנסות גבוהים על כך שהחליטה להסתיר מלקוחותיה את הפריצה שחוותה ב2016. למזלה הגדול, הדבר נגמר רק בקנסות גבוהים ולא איבוד מוניטין ולקוחות משמעותי. אובר למדה מהמקרה, החליטה להטמיע אמצעי אבטחה חדשים וקבעה גישה שקופה יותר לדיווח על פרצות מידע, כולל מינוי של קצין פרטיות ראשי ודיווחים שוטפים על נוהלי האבטחה של החברה.

ההשערות שלנו הן:

בנושא כמות המידע שנגנב, קצת יותר קשה להבין כיצד השוק יגיב. לא פלא שלא מצאנו בספרות מחקר שבדק השפעה זו. יתכן וחברה תחווה פריצה של מיליוני משתמשים אך הם יהיו אחוז קטן מהמידע שלה ואילו עבור חברה קטנה, אותו מספר של משתמשים יהווה נתח משמעותי מהמידע שלה והיא עלולה להימחק כליל. כמו-כן כמות המידע עשויה להיות בקורלציה עם האבטחה של החברה והפחד מפרצה. על כן, קשה מאוד להעריך האם כמות המידע שנגנב ישפיע על מחיר המניות אך מאמרים רבים מראים כי ציבור המשקיעים מושפע מאוד מחדשות ורשתות חברתיות, וכאשר מפרסמים מספר גדול של משתמשים שנגנב, הדבר עשוי לגרום תגובה של ציבור המשקיעים ולגרום למחיר המניה לרדת.

המחקר של (Cheng et al. 2020) ניתח את ההשפעה של פריצות על תשואות המניות של חברות ומצא כי הייתה השפעה שלילית משמעותית על תשואות המניות בימים שלאחר הפריצה. כמו כן ניתן היה לראות שהשפעה שלילית זו הייתה חזקה יותר בקרב חברות בעלות נתח שוק גדול יותר ורמת סיקור תקשורתית גבוהה יותר.

בנוסף, החברה תהיה חשופה ליותר קנסות ותביעות משפטיות, ואלו, עשויים גם הם לתת לציבור המשקיעים תחושה שערך החברה צפוי להיפגע.

סקטור החברה שחוותה פריצה הוא אחד המשתנים המעניינים והנחקרים ביותר.

טום בישוף 2018, במחקרו מטעם קומפריטק, גילה כי בטווח הארוך, חברות שנפרצו הצליחו פחות. מגזרי הפיננסים והתשלומים ראו את הירידות הכי גדולות, בעוד שתחום הבריאות הושפע הכי פחות.

מחקר נוסף של (Jia and Duan 2019) ניתח גם הוא את ההשפעה של פרצות מידע על הביצועים הפיננסיים של חברות ומצא כי הייתה השפעה שלילית משמעותית על התשואה על הנכסים (ROA) והתשואה על ההון (ROE) בשנה שלאחר הפרצה. אך הפעם המחקרים ציינו כי השפעה שלילית זו הייתה בולטת יותר עבור חברות במגזר הפיננסי, הבריאות והקמעונאות דווקא.

על כן, מההסתכלות בספרות, קשה באמת להבין באיזה מהמגזרים ההשפעה היא החזקה ביותר ובאילו פחות, אך אנחנו עדיין מאמינים, כי בחברות טכנולוגיות ופיננסיות, שהן מתוקשרות מאוד, ולעיתים קרובות מזוהות עם החזקת מידע רגיש יותר על הלקוחות שלהן, צפויות לחוות ירידות גדולות יותר מאשר חברות קמעונאיות ובריאות למשל, שבאופן כללי הן פחות גדולות במונחי נתח שוק, וצפוי ששומרות מידע יחסית זניח על לקוחותיהן כמו פרטים אישיים, הרגלי צריכה וכתובות אימייל.

ככל שהמידע יותר רגיש, כך גם התגובה של המניה לפריצה תהיה יותר שלילית. השערה זו מבוססת על מאמרם של 2018 Kamiya, Kang, Kim, Milidonis & Stulz שמצא כי חברות שסובלות מהתקפות על המידע הפיננסי האישי של הלקוחות חוות הפסדי שווי הון ב-1.06 מיליארד דולר יותר מאשר הפרות שאינן מערבות מידע פיננסי אישי. מחקר נוסף שנערך על ידי (Liu et al. 2018) מצא כי פרצות מידע עם מידע רגיש הובילו לירידה משמעותית יותר במחיר המניה בהשוואה לפרצות הכוללות מידע פחות רגיש. המחקר של COMPARITECH שצוין לעיל בחן אף הוא גורמים כמו רגישות המידע שנלקח, סוג החברה המעורבת ומספר הרשומות שנפרצו. באופן לא מפתיע, הפרות שדלפו מידע רגיש במיוחד כמו פרטי כרטיסי אשראי ומספרי תעודת זהות ראו ירידות גדולות יותר בביצועי מחירי המניה בממוצע מאשר הפרות שפגעו במידע פחות רגיש כמו שמות וכתובות ללא מידע מזהה נוסף.

השגת הנתונים:

אחד החלקים החשובים בעבודתנו, היה בניית מסד הנתונים. ידענו שככל שיהיה יותר עשיר ורחב, המחקר שלנו יוכל להיות יותר מעמיק ומהימן. חיפשנו ברחבי הרשת ולבסוף מצאנו שתי אתרים בעלי מאגרי נתונים גדולים יחסית, שהאמנו שישירותו אותנו בלענות על השאלות אותן רצינו לחקור. את השלד של מאגר הנתונים לקחנו מהאתר Information is Beautiful, אתר שמציג הדמיות נתונים ואינפוגרפיקות שונות במגוון רחב של נושאים. הנתונים הוצגו בתרשים שמופיע בשער העבודה וכן בטבלת אקסל מצורפת. הנתונים כללו את שם החברה שחוותה פריצה, את השנה בה התרחשה הפריצה, כמות המידע שנגנב, סקטור החברה ושיטת הפעולה של הפורצים.

הטבלה הראשונית היוותה בסיס נהדר לטבלה הסופית ובתוספת תצפיות מטבלה דומה שמצאנו באתר Kaggle, שנחשב בתור כלי נהדר לחוקרי דאטה ומכיל אלפי מסדי נתונים, התחלנו לעבוד עליה ולהוסיף משתנים שיעזרו לנו בהמשך המחקר. אחד המשתנים שהוספנו הוא תאריך ההכרזה של החברה לציבור על אירוע הפריצה ששימש כתאריך חלון האירוע. בעבור לא מעט תצפיות, הפריצה התרחשה כמה חודשים ואפילו שנים עד שגילתה החברה שקרתה או שהחליטה לצאת בהצהרה. השגת התאריך המדויק לפריצה היה חשוב ביותר על מנת לבצע ניתוח אירוע עבור כל תצפית של חברה. את התאריכים נאלצנו לחפש ידנית על ידי חיפוש בגוגל ולעיתים אף בשימוש בכלים יותר מתוחכמים וחדשניים כמו שאילתה בבינה המלאכותית. במקרים אחדים, נאלצנו לוותר על תצפית, מאחר ולא היה ניתן למצוא במדויק את תאריך ההכרזה או שלא היה כזה.

כמו- כן, נאלצנו להוסיף את כל המשתנים הקשורים במחירי המניות/מדד, באופן ידני, בעזרת האתר Yahoo Finance. חלק מהמשתנים בנינו באמצעות מניפולציות ע"י נוסחאות אקסל, והם יפורטו בחלק הבא.

עבודה על הנתונים:

שלאחר שמצאנו את מאגר הנתונים שעליה נרצה לעבוד היו בתוכה בעיקר את החברות שנפרצו בעשורים הקודמים, ויותר מידע על סוג ואופי הפריצה לכן היו 2 עבודות עיקריות על הנתונים, הראשונה לסנן ליסטים לא רלוונטיים והשני להוסיף את נתוני ערכי המניות ומניות ההשוואה, כאשר נסביר לאחר מכן את המתודולוגיה של כל פעולה.

דבר ראשון ארצה לפרט על עמודות סט הנתונים שהשגנו:

העמודות המקוריות סט הנתונים:

Organisation – שם החברה

Records lost – היקף וגודל הפריצה

Year - השנה בה החברה נפרצה

Date – החודש בה התבצעה הפריצה

Story – תיאור המקרה בקצרה של הפריצה

Sector – מאיזה תחום הפעילות של החברה במשק

Method – מה הייתה שיטת הפריצה

Data sensitivity – מה הייתה רגישות במידע שנלקח מהחברה

Source name – שם המקור שבה פורסמה הפריצה

1st source link , 2nd source link – קישור למקור הידיעה על הפריצה

עמודות שהוספנו:

Date of announcement the breach – התאריך המדויק ליום שבו פורסמה הפריצה

Price before 3d – ערך המנייה 3 ימים לפני יום פרסום הפריצה

Price after 3d - ערך המנייה 3 ימים אחרי יום פרסום הפריצה

Dif price – ההפרש בין ערך המנייה לפני הפריצה לאחרי הפריצה

The change price % – אחוז השינוי בערך המנייה לפני הפריצה לאחרי הפריצה

nsdq before - ערך מדד הנאסד"ק 3 ימים לפני יום פרסום הפריצה

nsdq after - ערך מדד הנאסד"ק 3 ימים אחרי יום פרסום הפריצה

Dif nsdq - ההפרש בין ערך מדד הנאסד"ק לפני הפריצה לאחרי הפריצה

The change nsdq % - אחוז השינוי בערך מדד הנאסד"ק לפני הפריצה לאחרי הפריצה

Net change – ההפרש בין אחוז השינוי בערך המנייה לאחוז השינוי בערך מדד הנאסד"ק

כעת כדי שנקבל דאטה איכותי יותר שנוכל לעבוד עליו בצורה מדויקת יותר רצינו למחוק ליסטים שלא יהיו רלוונטיים לשאלת המחקר שלנו והתרכזנו בשני גורמים עיקריים, האחת היא מחיקת כל הליסטים והפריצות של החברות שהן חברות ממשלתיות או משרדיות תחת גופי הממשלה – מכיוון והן לא נסחרות בבורסה אז גופים אלו לא יכולים לתת לנו מידע על השינויים בערך המנייה לאחר הפריצה לאותה חברה, ובנוסף גם מחיקת הליסטים שנפרצו היו בצורת אתרי אינטרנט, מנועי חיפוש ופורומים – שגם הם אינם נסחרים בבורסה, ואינם יכולים להועיל לנו בניית שאלת המחקר.

הגורם השני שבחרנו לעדכן את סט הנתונים שלנו הוא תאריך הפריצה, מכיוון שבסט הנתונים שלנו היו פריצות ישנות מתחילת שנות 2000 ואשר בתחום הסייבר הטכנולוגיות מתקדמות בצורה מהירה וכך גם הלמידה מהעבר לגבי ערך החברות שנפרצו עבור המשקיעים, וכדי לתת תחזית וניתוח יותר מעודכנים ל-2023 בחרנו להתרכז בפריצות שהתבצעו ב-12 שנה האחרונות, ולכן מחקנו את הליסטים של העשור הראשון של שנות ה-2000.

וכך סט הנתונים שלנו מכיל את החברות שנפרצו בצורה מדויקת, לפני הכנסת ערכי המניות לכל חברה.

בנושא ערך המניות בחרנו להתרכז על השפעת מחיר המנייה טווח הזמן הקצר – כך שנדגום את ערכי המנייה 3 ימים לפני הפריצה ו-3 ימים לאחר הפריצה, לכן הדבר הראשון שלקח לא מעט זמן היה למצוא את התאריך המדויק בו התפרסמה הפריצה – מתוך ההבנה שהציבור וגופי ההשקעות שירצו למכור או לקנות את המנייה תאריך הפרסום הוא זה שישפיע על ערך המנייה. וההתמקדות בטווח הזמן הקצר לדגימת ערכי המניות הגיעה מכך שרצינו לנקות כמה שיותר את ההשפעות הנוספות שיש בשוק המניות על שווי ערך המנייה, כגון הפעילות השוטפת של החברה או אירועים משמעותיים בעולם (שינויים בריביות, פנדמיה כלל עולמית או מלחמות בין ארצות בעולם).

בנוסף חישבנו את שינוי הערך האבסולוטי במחיר המנייה לכל חברה ואת האחוז השינוי שלה כך שנוכל להשוות בין הפרשי המניות שאינם באותם גדלים.

כעת על מנת שנוכל להבין לעומק יותר ולנקות את השפעת הפריצה על המנייה בחרנו להוסיף את ערכי מדד הנאסד"ק באותם ימים שדגמנו את ערכי המנייה (3 ימים לפני הפריצה ו-3 ימים לאחר הפריצה), כדי שנוכל לראות האם השינוי במנייה הגיע משינוי כללי של השוק או משינוי מתהליך פנימי שקורה בחברה באותו יום – שזוהי הפריצה שאותה אנו מנסים לבדד.

גם למדד הנאסד"ק חישבנו את שינוי הערך האבסולוטי במדד הנאסד"ק ואת האחוז השינוי שלו כך שנוכל להשוות בין הפרשי המניות לבין מניית החברה שנפרצה.

לצערנו דבר שהקשה עלינו בהגדלת סט הנתונים היה שהיו לא מעט חברות שלאחר הסינונים התבררו כחברות פרטיות, כך שגם עליהם לא היה לנו נתונים מבחינת שווי, כי חברות פרטיות אינן נסחרות בבורסה ולכן גם עליהן לא הייתה לנו אפשרות לבדוק מה מחיר המנייה של החברה לפני ואחרי הפריצה.

כתמיכה וכהסתכלות וויזואלית על הנתונים הכנסנו את סט הנתונים שלנו לR, ניתחנו והוצאנו בדיקות לטבלאות:

	year <dbl>	n <int>
	2005	3
	2006	3
	2007	6
	2008	12
	2009	8
בתרשים זה בדקנו את כמות החברות שנפרצו בכל שנה	2010	11
מסט הנתונים המלא שלנו הכולל את כל החברות לפני	2011	25
הסינון, כאשר רצינו לבדוק האם קיימת מגמה מסוימת	2012	10
(עלייה או ירידה) בכמות הפריצות במשך השנים.	2013	21
אך אם נסתכל עד שנת 2022 (כי הנתונים לא מולאו עד	2014	14
לסוף השנה) ניתן לראות מגמה של עלייה בפריצות	2015	15
סייבר לחברות אך לא בצורה מובהקת וחד משמעית.	2016	14
	2017	16
	2018	31
	2019	26
	2020	24
	2021	27
	2022	7

	year <dbl>	n <int>
בתרשים זה בדקנו את כמות החברות שנפרצו בכל שנה אך לאחר	2012	1
ניקוי סט הנתונים, כאשר כאן לא קיבלנו סוג של מגמה ברורה	2013	6
לפריצות כתלות בשנים.	2014	8
אך הבנו שמכיוון ובשנים מסוימות הורדנו יותר ליסטים, ובאחרות	2015	4
פחות אז אינדיקציה זו היא פחות אמינה.	2016	5
	2017	3
ולכן החלטנו שברוב הבדיקות על סט הנתונים לחפש מגמות אנו	2018	10
נשתמש בסט הנתונים המקורי.	2019	4
	2020	10
	2021	9

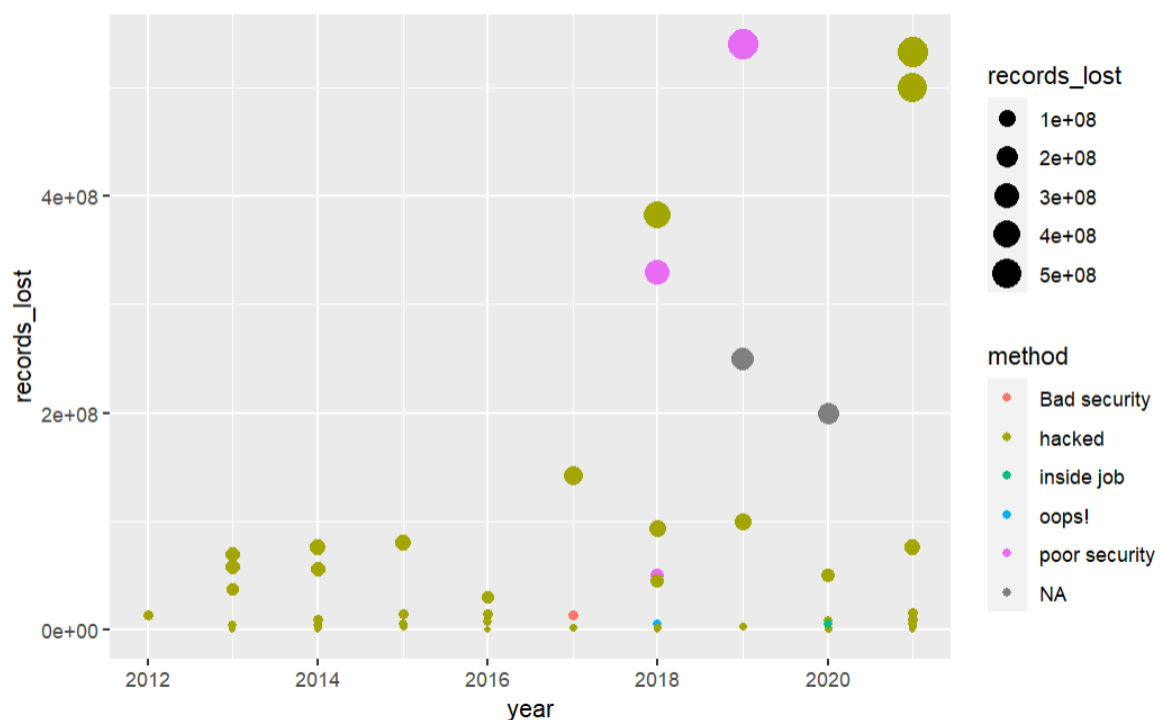
year <dbl>	records_lost_total <int>
2005	44100000
2006	4325000
2007	120837405
2008	46382000
2009	245322400
2010	7891285
2011	131660701
2012	42462385
2013	567448579
2014	181008000
2015	133057000
2016	585228125
2017	307191309
2018	1603152989
2019	1552756571
2020	412722608
2021	1497466313
2022	521255038

בתרשים זה בחנו את סך הקיפי הפריצה
המאוחדים לכל שנה בסט הנתונים המלא,
כאשר גם כאן לא מצאנו מגמה ברורה. אך
מכיוון וראינו שאומנם ההיקפים אין
מגמה ברורה, לחשיבות תוכן הפריצה כן
יש חשיבות

data_sensitivity <dbl>	n <int>
1	69
2	87
3	54
4	43
5	19

בתרשים זה סכמנו את כמות החברות שאליהן פרצו, וסכמנו לפי כל רמת
רגישות כך שדירוג רמת הרגישות של המידע הנגנב הוא מהנמוך לגבוה, באופן
הגיוני ולפי הציפיות נשים לב שככל שהמידע יותר רגיש אזי יש פחות הצלחה
בגניבות של מידע זה, מההבנה שלנו שעל מידע רגיש יש יותר הגנה ויותר קשה
להגיע אליו.

	sector	n
	<chr>	<int>
	academic	11
	app	21
	finance	39
	financial	5
	gaming	16
בתרשים זה אנו רואים את כמות	health	43
הפריצות בסט הנתונים המלא לפי	legal	1
שייכות החברה לכל סקטור, ואנו	military	4
רואים שעיקר הפריצות קורות	military, health	1
בסקטור הבנקאי, הבריאות	misc	10
והקמעונאות, ואחריהם בסקטור	misc, health	1
הטכנולוגי, הסלולרי והאפליקציות.	NGO	1
	retail	37
	tech	20
	tech, app	1
	tech, health	1
	tech, retail	2
	tech, web	4
	telecoms	22
	transport	17



בתרשים זה כחלק מבחינת הנתונים נשים לב שכל שאנו מתקדמים על ציר הזמן, מתרחשות פריצות בהקפי גניבות גדול בהרבה מהשנים שלפני, ובנוסף אנו שמים לב שרוב הפריצות בוצעו בצורה של פריצה חיצונית ולא מבעיות אבטחה או מידע פנימי, ולכן אפשר להסיק מהנתונים שהיכולות של הפורצים גדלו בצורה מהירה יותר מאשר היכולת של חברות להגן על עצמן.

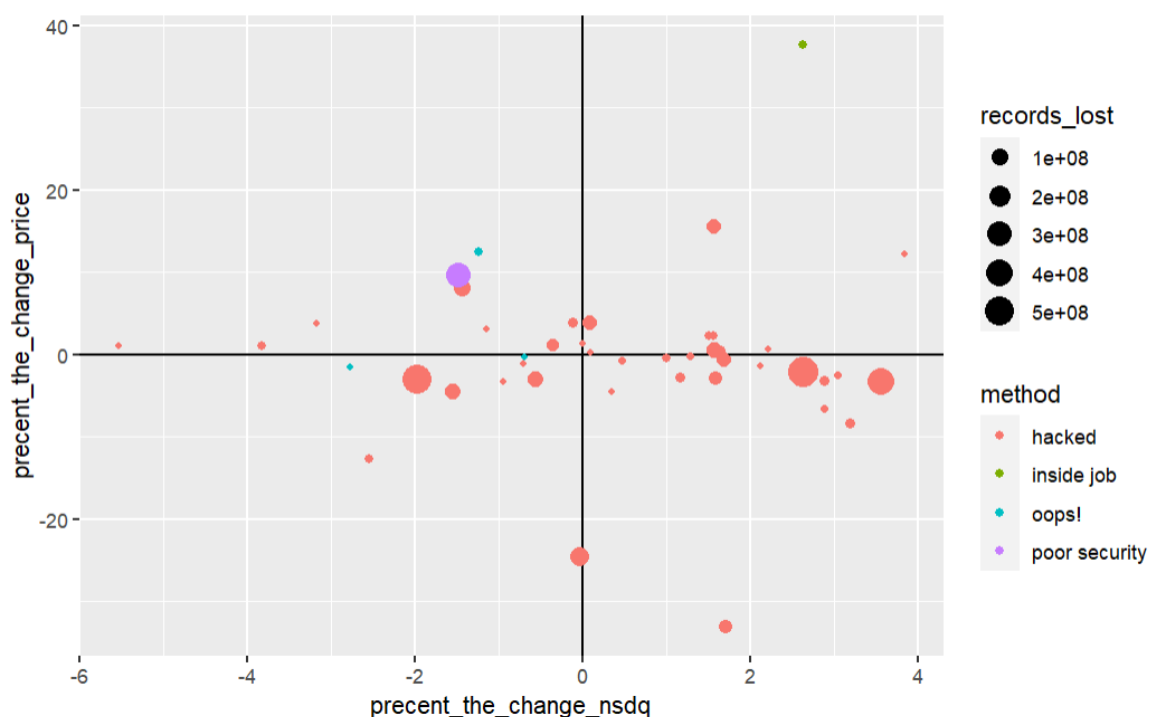
המודל – וניתוחו:

על מנת לגשת להסבר שאלת המחקר שלנו 'האם יש השפעה בטווח הקצר על שווי ערך המנייה בעקבות פריצה' רצינו לגשת לפתרון משני כיוונים, האחד בצורה וויזואלית והשני בצורה נומרית עם שימוש במבחן T ורגרסיה לינארית.

כאשר בשתי הצורות אנו רצינו לבדוק האם השינוי באחוזים של מחיר המנייה לפני הפריצה ואחרי קוהרנטי לשינוי באחוזים של מדד הנאסד"ק שהוא מודד את כיוון השוק הכולל המנייתי, מתוך מחשבה שאם נראה שמדד הנאסד"ק והשוק הכללי עולה וערך המנייה יורד באותם ימים, אזי מכיוון והיינו מצפים שגם השינוי בערך המנייה יעלה כמו השוק – האפקט של הירידה נובעת מהפריצה ויש השפעה שלילית שנגרמה מהפריצה, כשאותו כנ"ל כאשר מדד הנאסד"ק יורד וערך המנייה עולה – אפקט העלייה נובע מהפריצה ויש השפעה חיובית שנגרמה מהפריצה.

וכאשר מחיר המנייה משתנה באותו כיוון של מדד הנאסד"ק והשוק, אז נרצה לבחון את ההפרש בין אחוז השינוי של המנייה ומדד הנאסד"ק, וכך ללמוד על השפעת הפריצה על מחיר המנייה, אך כאשר ההפרש בין מחיר המנייה ומדד הנאסד"ק קטן מאוד – אז לא נוכל באמת להבדיל בין הירידה במנייה מכך שהשוק יורד להשפעת הפריצה.

נסתכל קודם כל במודל הוויזואלי:



בתרשים א' זה אנו רואים את אחוז השינוי של כל מנייה לפני הפריצה ואחרי כתלות אחוז השינוי של שינוי מדד הנאסד"ק לפני ואחרי הפריצה, כאשר הוספנו את גדלי הפריצות ובצבע את הדרך שבה נגרמה הפריצה לחברה.

לפי צורת הניתוח אנו יכולים לראות שברבעים II, IV בגרף אלו החברות שאחוז השינוי שלהם בערך המנייה השתנה בצורה הופכית ממדד הנאסד"ק ושזה מצביע על כך שהפריצה השפיעה על מחיר המנייה.

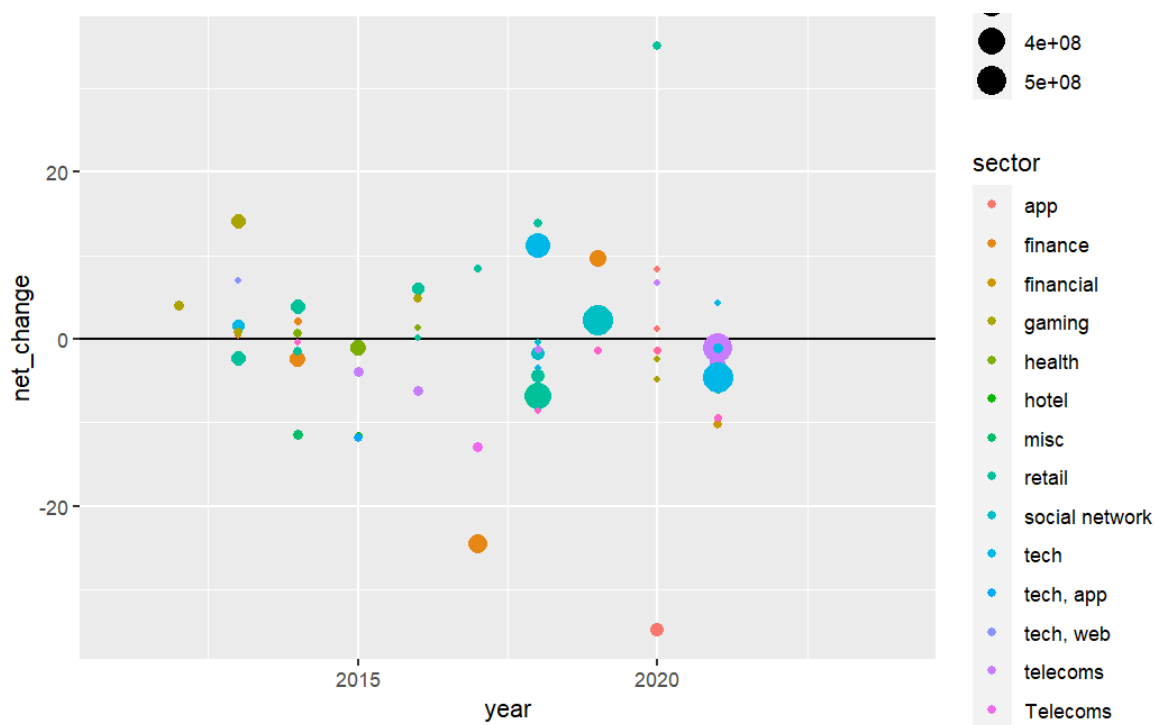
(precent_the_change_price < 0) & (precent_the_change_nsdq > 0)	n
<lgl>	<int>
FALSE	40
TRUE	20

רבע II :

(precent_the_change_price > 0) & (precent_the_change_nsdq < 0)	n
<lgl>	<int>
FALSE	47
TRUE	10

רבע IV :

וברבעים I, III אלו החברות שאחוז השינוי שלהם בערך המנייה השתנה בצורה דומה למדד הנאסד"ק ולכן בנוסף נרצה להסתכל על ההפרש בין אחוז שינוי המנייה למדד הנאסד"ק בערך מוחלט :



abs(net_change) > 1	n
<lgl>	<int>
FALSE	6
TRUE	51

כאשר מהתרשימים נוכל לראות שלרוב הפריצות יש שינוי של מעל אחוז בין אחוז השינוי בערך המנייה לאחוז השינוי בערך מדד הנאסד"ק, שזה מראה שיש השפעה לפריצה גם על עוצמת הירידה ולא רק על הכיוון שלה ביחס לשאר השוק.

ובנוסף נרצה לעשות מבחן T מזווג חד צדדי, שבו אנו רוצים לבדוק ולהבין האם התוחלת של ההפרשים קטנה מ-0 באופן מובהק – אך מכיוון וה- $p\text{ value} = 0.3841$ גבוה אזי אי אפשר לדחות את השערת ה-0, לכן אי אפשר להסיק שיש הבדל סטטיסטי בין אחוז השינוי של המנייה ואחוז שינוי ערך מדד הנאסד"ק, זאת אומרת שהשוני ביניהן הוא לא כתוצאה אחד מהשני אלא רעש מסוים ולכן אי אפשר לקבוע לפי הנתונים שיש התאמה ביניהם.

Paired t-test

```
data: clean_df1 %>% pull(precent_the_change_price) and clean_df1 %>% pull(precent_the_change_nsdq)
t = -0.29673, df = 43, p-value = 0.3841
alternative hypothesis: true difference in means is less than 0
95 percent confidence interval:
 -Inf 2.12125
sample estimates:
mean of the differences
-0.4546781
```

כעת כדי לנסות ולמצוא עוד הסבר להתנהגות שינוי היחסי במחיר המניות רצינו לתת לבצע עוד מודל בצורת רגרסיה לינארית, שינסה להסביר או שיראה קשר בשינוי המוחלט של שינוי מחיר המנייה פחות השינוי בערך מדד הנאסד"ק, כאשר בניתוח הנתונים הראשון ראינו שיש השפעה לשנה שבה התרחשה הפריצה אז הוספנו את השנה כמשתנה דמי כדי לבחון האם ככל שמתקדמים בשנים אז השפעת הפריצה משפיעה יותר חזק על השינוי המוחלט של שינוי המנייה, ועוד מניתוח הנתונים ראינו שיש השפעה על איזה סקטור התבצעה הפריצה ולכן גם אותו הוספנו כמשתנה דמי כדי לבחון האם יש סקטורים בהם פריצה גוררת שינוי גדול יותר בערך המנייה, מכיוון ורגישות הדאטה היא במספרים מהגבוה לנמוך אז הוספנו את רגישות המידע שנגב כמשתנה מסביר מהמחשבה שככל שהמידע שנגב הוא יותר רגיש אנו נצפה לירידת ערך גדולה יותר, וכמובן את גודל הפריצה עבור כל חברה שנפרצה שיכול לתת הסבר האם גודל הפריצה ישפיע על השינוי של ערך המנייה.

```
Call:
lm(formula = net_change ~ records_lost + as.factor(year) + as.factor(sector) +
    data_sensitivity, data = clean_df1)

Residuals:
    Min       1Q   Median       3Q      Max
-23.817  -3.507   0.000   2.447  21.272

Coefficients:
              Estimate Std. Error t value Pr(>|t|)
(Intercept)  -6.504e+00  1.373e+01  -0.474   0.6391
records_lost  -5.094e-09  1.239e-08  -0.411   0.6840
as.factor(year)2013  -3.159e+00  1.167e+01  -0.271   0.7885
as.factor(year)2014  -7.359e+00  1.244e+01  -0.592   0.5585
as.factor(year)2015  -9.291e+00  1.418e+01  -0.655   0.5174
as.factor(year)2016  -5.912e+00  1.210e+01  -0.489   0.6287
as.factor(year)2017  -1.227e+01  1.416e+01  -0.866   0.3932
as.factor(year)2018  -8.608e+00  1.243e+01  -0.692   0.4941
as.factor(year)2019  -1.348e+00  1.344e+01  -0.100   0.9208
as.factor(year)2020  1.255e+00  1.176e+01   0.107   0.9157
as.factor(year)2021  -9.985e+00  1.253e+01  -0.797   0.4316
as.factor(sector)finance  1.606e+01  1.003e+01  1.602   0.1196
as.factor(sector)financial  1.003e+01  1.388e+01  0.722   0.4757
as.factor(sector)gaming  1.433e+01  8.312e+00  1.723   0.0951 .
as.factor(sector)health  1.943e+01  1.066e+01  1.822   0.0784 .
as.factor(sector)hotel  1.337e+01  1.619e+01  0.826   0.4152
as.factor(sector)misc  6.142e+00  1.383e+01  0.444   0.6601
as.factor(sector)retail  2.268e+01  8.701e+00  2.607   0.0141 *
as.factor(sector)social network  1.681e+01  1.082e+01  1.553   0.1308
as.factor(sector)tech  1.849e+01  9.425e+00  1.962   0.0591 .
as.factor(sector)tech, app  5.799e+00  1.546e+01  0.375   0.7102
as.factor(sector)tech, web  1.844e+01  1.384e+01  1.332   0.1928
as.factor(sector)telecoms  1.696e+01  8.906e+00  1.905   0.0664 .
as.factor(sector)Telecoms  7.756e+00  1.599e+01  0.485   0.6312
as.factor(sector)transport  1.207e+01  1.029e+01  1.173   0.2501
as.factor(sector)web  5.747e+00  1.173e+01  0.490   0.6279
data_sensitivity  -1.835e+00  1.818e+00  -1.010   0.3207
---
Signif. codes:  0 '***' 0.001 '**' 0.01 '*' 0.05 '.' 0.1 ' ' 1

Residual standard error: 10.11 on 30 degrees of freedom
Multiple R-squared:  0.3969, Adjusted R-squared:  -0.1258
F-statistic: 0.7593 on 26 and 30 DF, p-value: 0.7605
```

מתוצאות הרגרסיה נשים לב שרק במשתנה דמי של הסקטור יש משתנים מובהקים, כאשר המשתנים היותר מובהקים הם retail, tech, telecoms אשר בהם גם ראינו שיש את הכמות הפריצות הגבוה ביותר בניתוח הנתונים, אך למרות זאת הממוצע של ההפרש בין אחוז השינוי בערך המנייה לאחוז השינוי בערך מדד הנאסד"ק בסקטור retail הינו עליה של 3.7282% למרות כך שהחברה נפרצה (מחישוב ממוצע ישיר רק לסקטור retail).

מסקנות:

במחקר זה, ניתחנו את התגובה קצרת הטווח של שוק המניות לפריצות סייבר בקנה מידה גדול יחסית. הללו נעו בגודל של 34,000 רשומות של חברה המפעילה מעבדות קליניות Quest Diagnostic ועד לפייסבוק שנתונים אודות כחצי מיליארד משתמשיה נחשפו.

אספנו 57 מקרים של פריצות נתונים המשפיעות על חברות הנסחרות בבורסה בין השנים 2012-2022.

השאלה המרכזית שלנו הייתה, מהי תגובת השוק לפריצות של חברות בדגש על הטווח הקצר. לאחר שהצגנו ארבעה ניתוחים ומודלים שניים בצורה וויזואלית וחישוביים, מבחן T ורגרסיה לינארית, ניתן לראות מהניתוחים שעשינו שמהרגרסיה וממבחן T שאין קשר מובהק וקורלציה בין הפריצה לחברה לבין מחיר המנייה על פי שינוי המנייה נטו – שלא יכולנו לדחות את השערת האפס במבחן T, וגם שכל המשתנים המסבירים ברגרסיה שעשינו כאשר רצינו להסביר את הסיבה לשינוי המנייה בניכוי כיוון השוק יצאו שאינם מובהקים, ולכן אינם מסבירים, ואנו לא יכולים לתת תשובה חד משמעית מהמודלים על מה תגובת השוק לפריצות של חברות בזמן הטווח הקצר. אך כשבדקנו במודל הוויזואלי השני ראינו ש-51 מתוך 57 חברות שנפרצו (שהם 89% מהנתונים שלנו), היה להם שינוי שגדול מ-1% בערך המנייה בטווח הקצר בשונה מכיוון מגמת השוק ועל כן אנו מסיקים שהשינוי נבע מהפריצה לחברה (כאשר אנו לקחנו בחשבון עד 1% כערך ששקול לחוסר שינוי בין שינוי המנייה לשינוי כיוון השוק). ועל כן אנו מסיקים שאכן יש שינויים במחיר המנייה בעקבות הפריצה, אך לא בצורה חד משמעית. כמו שראינו בסעיף הקודם שבסקטור retail ממוצע ההפרש בין אחוז השינוי בערך המנייה לאחוז השינוי בערך מדד הנאסד"ק לאחר הפריצה הינה עליה של 3.7282%.

מתוצאות המחקר שלנו עולה כי מחירי המניות אינם משתנים באופן עקבי כתוצאה מפריצות סייבר והודעתן לציבור. הדבר עשוי להצביע על כך שלציבור עדיין אין מדדים משמעותיים למדידת ההשפעה של פריצות אבטחת סייבר על עסקים ולתרגם זאת לשווי כספי. ברוב המקרים, בזמן חשיפה של פריצת אבטחה, כמעט בלתי אפשרי להעריך את מלוא השלכותיה. התגובה הראשונית של חלק מבעלי המניות, בעיקר אלו שמושפעים מהמדיה, הפורומים והחדשות, היא להוציא את המניה משק ההשקעות שלהם, אך בעלי מניות רבים מסתכלים מעבר לטווח הקצר ובוחנים את ההשפעה על גורמים אחרים, כגון תוכניות אבטחה כוללות, רוחניות, תזרים מזומנים, עלות הון, פוטנציאל ליטיגציה ועוד. הוצאות משפט הקשורות בדרך כלל להפרה, ושינויים פוטנציאליים בהנהלה. ייתכן גם שכמה קונים נבונים רואים בצניחת מחיר המניה בעקבות הודעת ההפרה הראשונית זמן מתאים להיכנס לחברה שלדעתם מוערכת בחסר ותתאושש. על כן, השאלה רחוקה מלהיות שאלה מסודרת ומשאירה משתנים חשובים פתוחים, כולל העובדה שהנזקים שנגרמו עקב הפריצה, במקרים מסוימים, נשארים לא ברורים או ניתנים לקביעה בטווח הקצר.

המצבים החריגים בהם החברה חווה מכה חזקה בערך המנייה עשויים לנבוע מכך שהיא מונעת על ידי קניין רוחני, שבהן האקרים מתמקדים בסודות מסחריים או בגניבת קניין רוחני, וההשפעה הפיננסית לטווח הארוך יכולה להיות הרבה יותר גדולה ופחות מתואמת לסקירה כללית של ביצועי השוק.

מחיר המניה משמש ברוב המחקרים כאינדיקטור לביצועים עסקיים. אבל, ייתכן שמשקיעים, המודאגים מירידה בעסקים, גורמים למחיר המניה לרדת, אבל הצרכנים בפועל ממשיכים לקנות. יהיה מעניין למדוד השפעה עסקית בפועל (כגון נפח מכירות, כמה לקוחות עזבו/הצטרפו), הן לטווח הקצר והן לטווח הארוך.

אנו מצפים שתוצאה זו עשויה לסייע לארגונים להעריך במדויק את רמת ההשקעה הנכונה באבטחת מידע לשמירה על נתונים סודיים כמו גם על המידע האישי של הלקוחות שלהם.

הספרות הקיימת אינה חד משמעית לגבי ההשפעות הכלכליות של הודעות על פריצות סייבר, שכן מספר מחקרים מוצאים עדויות סותרות לגבי הכיוון, ההתמדה וגודל התגובות בשוק המניות. למרות זאת, המחקר שלנו מספק עדות להסבר מודרני יותר, העובדה שלחברות ישנות יותר, במיוחד אלה לפני 2012, הייתה תגובה ראשונית חזקה יותר על מחיר מניית החברה מאשר פריצות חדשות יותר עשויה להיות קשורה לעובדה שהנושא כבר "יצא מהאופנה". נראה שהמשקיעים כבר אינם לחוצים לאחר פריצה מכיוון שתדירותן יצרה את הרושם שהכל פשוט חלק מהשגרה. כמו-כן, ניכר שחברות רבות, למדו על בשרן של חברות שחווי פריצות בשנים מוקדמות יותר, וניהלו את משבר הפריצה בצורה טובה יותר, אתית יותר ועם תשומת לב ציבורית. אולי באמת זה לא כל כך מפתיע שיש האטה מסוימת בגידול ההשקעה בסייבר בקרב חברות, באופן יחסי למה שהיינו מצפים בשנת 2023.

אחת הסיבות המהותיות שלדעתנו לא הצלחנו להגיע לקביעה יותר מבוססת וחד משמעית היא מגודל המדגם שלנו, שהיה קטן יחסית מכיוון שמרבית החברות והפריצות שהצלחנו לאסוף היו חברות פרטיות, אתרים או חברות ממשלתיות אשר כל אלא לא נסחרות בבורסה ולא יכולנו להכניס אותם למודלים הסופיים שלנו.

שנית, בשל מורכבותם של אירועים ביטחוניים, לא היה ניתן להגדיר בבירור את מאפייני המדגם במהלך תהליך איסוף המדגם. לדוגמה, חלק מהדיווחים בחדשות לא ציינו בבירור את סיבת האירועים, החברות שנפגעו וגודל הפריצות המדויק. עם זאת, כדי לשמור על מספר דגימות האירוע, עבור דגימות בהן גודל האירוע אינו ידוע, השתמשנו בשיטת מילוי משוערת.

שלישית, לגבי התפלגות השנים של הדגימות שנאספו במחקר זה, לא הייתה אחידה. היו שנים בהן היו מעט מאוד תצפיות והדבר הגביל את מספר המדגמים שניתן להשתמש בהם להערכת התקופות השונות להערכת, ובכך הביא למדגם קטן לטווח הקצר.

לגבי מחקר עתידי, נוכחנו לתופעה מעניינת שניתן לחקור יותר לעומק במחקר ספציפי והיא העובדה שחלק מהמניות חוו ירידות מספר ימים ואפילו שבועות לפני ההודעה. אנו מאמינים כי חברות רבות לא מיהרו לצאת בהצהרה פומבית על הפריצה וייתכן מאוד כי נעשה שימוש לרעה במידע הרגיש הזה, למטרת מסחר לא חוקי שכולל בתוכו מידע פנים. ייתכן מאוד שהארגונים המתעסקים בקנסות על פריצות סייבר, כדוגמת GDPR, נוכחות באירועים אלו, אך הם חומקים מידה של הרשות לניירות ערך.

ביבליוגרפיה:

1. Cheng, X., Liu, J., & Yang, L. 2020. "The Effect of Data Breach Announcements on Firm Stock Prices: Evidence from the US Market. Journal of Business Ethics"
<https://www.nber.org/papers/w24423>
2. Halper, Curtis, Garg. 2003 "Quantifying the financial impact of IT security breaches"
[https://www.researchgate.net/publication/220208179_Quantifying_the_financial_impact_of_I
T_security_breaches](https://www.researchgate.net/publication/220208179_Quantifying_the_financial_impact_of_IT_security_breaches)
3. Jia, M., & Duan, Y. 2018. "Understanding Data Breach a Visualization Aspect"
[https://www.researchgate.net/publication/325727194_Understanding_Data_Breach
A_Visualization_Aspect](https://www.researchgate.net/publication/325727194_Understanding_Data_Breach_A_Visualization_Aspect)
4. Kamiya, Kang, Kim, Milidonis & Stulz 2018. "What is the Impact of Successful Cyberattacks on Target Firms?"
<https://www.nber.org/papers/w24409>
5. "How data breaches affect stock market share prices" 2018. , Paul Bischoff
[https://www.comparitech.com/blog/information-security/data-breach-share-price-
/analysis](https://www.comparitech.com/blog/information-security/data-breach-share-price-analysis)

ביבליוגרפיה לבניית סט הנתונים:

1. <https://www.kaggle.com/datasets/hishaamarmghan/list-of-top-data-breaches-2004-2021>
2. <https://www.informationisbeautiful.net/visualizations/worlds-biggest-data-breaches-hacks/>
3. <https://finance.yahoo.com>