

בנק ישראל

חטיבת המחקר



סדרת ניתוחי מדיניות וסוגיות מחקריות



מקורונה למלחמה: ניתוח הגורמים המניעים את האינפלציה בישראל בגישת VAR מבני

כתב: איתמר כספי

נובמבר 2025

מס' נייר: 2025.06

מקורונה למלחמה: ניתוח הגורמים המניעים את האינפלציה והתוצר בישראל בגישת VAR מבני*

- ניתוח זה בוחן את הגורמים שהשפיעו על האינפלציה והתוצר בישראל החל מהרבעון הראשון של 2020 ועד לרבעון הראשון של 2025, תוך הבחנה בין זעזועי ביקוש, היצע וזעזועים מוניטריים – כולם מוגדרים כשינויים פתאומיים ואקסוגניים בצד הביקוש, ההיצע או המדיניות המוניטרית, אשר אינם צפויים על סמך ההתפתחות הרגילה של משתני המאקרו.
- בתקופת ההתאוששות מהקורונה (2021-2023) האינפלציה הייתה מונעת מזעזועי ביקוש חיוביים לצד זעזועי היצע שפגעו בעיקר בפעילות הכלכלית.
- עם פרוץ מלחמת "חרבות ברזל" באוקטובר 2023 זעזועי ההיצע הפכו לגורם משמעותי בעליית האינפלציה, על רקע פגיעה בכוח העבודה (גיוס מילואים, ירידה בזמינות עובדים לא-ישראלים) ושיבושים בשרשראות האספקה.

1. הקדמה

ניתוח זה מציג אמידה אמפירית של הגורמים המבניים שהשפיעו על התפתחות האינפלציה והתוצר בישראל בתקופה רבת תהפוכות, החל מפרוץ מגפת הקורונה בתחילת 2020 ועד הרבעון הראשון של 2025. כידוע, תקופה זו התאפיינה באתגרים בריאותיים, כלכליים, פוליטיים וגיאופוליטיים חסרי תקדים, כאשר המשק הישראלי נדרש להתמודד תחילה עם ההשלכות המורכבות של המגפה העולמית, לאחר מכן עם האינפלציה הגבוהה ובהמשך עם פרוץ מלחמת "חרבות ברזל" באוקטובר 2023.

הניתוח מתמקד בשתי תקופות מרכזיות, אשר כל אחת מהן הציבה אתגרים ייחודיים בפני קובעי המדיניות המוניטרית. התקופה הראשונה, המתייחסת לשנות הקורונה וההתאוששות שלאחריה (2020-2023), התאפיינה בתנודות חדות בפעילות הכלכלית ובאינפלציה. לאחר כעשור של אינפלציה יציבה ונמוכה, בתחילתה של תקופה זו נרשמה ירידה נוספת בקצב האינפלציה, אשר לוותה בהאטה כלכלית שבאה לידי ביטוי בעיקר במגבלות היצע על רקע מדיניות הסגרים והריחוק החברתי. אולם, בהמשך חלה התאוששות מהירה ומפתיעה של הכלכלה בהובלת הביקוש, אשר לוותה בעלייה מחודשת באינפלציה. לקראת סוף תקופה זו, בעקבות צעדי מדיניות מוניטרית מרסנת מקומית ועולמית, החלה האינפלציה להתמתן.

התקופה השנייה, החל מאוקטובר 2023 ועד לרבעון הראשון של 2025, מאופיינת בהשפעות הכלכליות של מלחמת "חרבות ברזל". תקופה זו הביאה עמה אתגרים חדשים, כאשר המשק

* כתב: איתמר כספי.

הישראלי נדרש להתמודד עם זעזועים משמעותיים הן בצד הביקוש והן בצד ההיצע. בצד ההיצע, גיוס נרחב של מאות אלפי חיילי מילואים לתקופות ממושכות הוביל לירידה חדה בכוח העבודה הזמין במשק האזרחי. ענפים מסוימים, כמו בנייה וחקלאות, נפגעו גם מירידה משמעותית בזמינות עובדים לא-ישראלים. ההפרעות לשרשראות האספקה ולפעילות בענפים עתירי עבודה הובילו למגבלות ייצור ולעליית מחירים בחלקים שונים של המשק. בצד הביקוש, הגידול החד בהוצאות הביטחוניות והממשלתיות, לצד תמיכה בעסקים ובאזרחים שנפגעו, תרם להגדלת הביקוש המצרפי. שילוב זה של מגבלות היצע משמעותיות לצד ביקוש חזק מציב אתגרים ייחודיים בפני המדיניות המונית. כתוצאה מכך, נרשמה התייצבות ואף עלייה מחודשת באינפלציה.

מחקרים עדכניים מצביעים על כך שקשה להבין את גל האינפלציה בתקופת הקורונה ואת תגובת המדיניות המונית, בלי להבחין בין השפעות מצד הביקוש לבין השפעות מצד ההיצע. Giannone and Primiceri (2024) מראים, בעזרת מודל VAR מבני, כי בארה"ב ובאירופה רוב עליות המחירים נבעו דווקא מגידול בביקוש, ולא מבעיות באספקה כמו שיבושים בשרשראות ייצור או בנמלים. Cerrato and Gitti (2022) בחנו את הנתונים ברמת המטרופולינים בארה"ב, ומצאו כי התנהגות המחירים בזמן הסגרים השתנתה – הקשר בין מחירים לאבטלה נחלש מאוד בזמן הקורונה, אך התחזק משמעותית אחריה. גם כאן, נראה כי לביקוש הייתה תרומה ניכרת לאינפלציה. במאמר של Kollmann (2021), שחקר את גוש האירו, נמצא כי בתחילת הקורונה היה מדובר בזעזוע מצד ההיצע – אך גם שם רמות המחירים לא עלו מאוד, כנראה כי גם הביקוש נחלש במקביל. Shapiro (2022) מציע שיטה חדשה לסווג עליות מחירים לפי כיווני השינויים במחיר ובכמות בסעיפי מדד מחירי הצריכה בארה"ב (ה-Personal Consumption Expenditure), ומסיק כי כחצי מהאינפלציה בארה"ב נבעה מהיצע, שליש מהביקוש, והיתר – ממקור לא חד משמעי. לבסוף, Eickmeier and Hofmann (2022) מראים כי בארה"ב הביקוש היה הגורם המרכזי לאינפלציה, בעוד שבאירופה להיצע הייתה השפעה גדולה יותר.

ניתוחי ביקוש והיצע בוצעו גם בבנק ישראל, תוך שימוש במגוון שיטות אמפיריות. מודלים מבניים מסוג DSGE פורסמו בפרק ג' של דוחות בנק ישראל לשנים 2023-2024, ולצדם הופיע ניתוח בסגנון Shapiro (2022), שסיווג את מרכיבי האינפלציה לפי שינויים מקבילים במחירים ובכמויות. כמו כן, נערכו ניתוחים מבוססי סקרי מגמות (Ilek and Mazar, 2025) ונתוני עסקאות בברטיסי אשראי לצורך הערכה בזמן אמת של מגבלות ביקוש והיצע. בכלל הגישות הללו עלתה תמונה עקבית: בתקופת ההתאוששות מהקורונה (2021-2023) שילוב של התאוששות חזקה בביקוש לצד מגבלות היצע עמד בבסיס העלייה באינפלציה והצמיחה.

הניתוח המוצג כאן מתבסס על מודל Vector Autoregression (VAR בקיצור) מבני, המשמש ככלי לזיהוי זעזועים מבניים על-בסיס מגבלות סימנים. בפרט, באמצעות מודל זה, אנו מפרקים בתחילה את הדינמיקה המאקרו-כלכלית המורכבת לשני סוגי זעזועים עיקריים: ביקוש והיצע, ולאחר מכן מרחיבים את הפירוק ומוסיפים אליו זעזועים למדיניות המוניטרית. גישה זו מאפשרת לנו להבין לעומק את המנגנונים השונים שפעלו במשק הישראלי בתקופה הנחקרת ולהעריך את תרומתם היחסית לתנודות באינפלציה ובתוצר. זיהוי מקורות הזעזועים השונים בכלכלה חשוב לא רק מבחינה אקדמית, אלא גם עבור קובעי המדיניות. הוא מדגיש את קיומן של חלופות בין יעדי המדיניות ומאפשר גיבוש אסטרטגיות מוניטריות ופיסקליות מותאמות ואפקטיביות יותר.

הבחנה בין סוגי הזעזועים משמעותית במיוחד בעת קביעת המדיניות המוניטרית. כאשר האינפלציה נובעת מביקוש עודף, לרוב אין צורך ביצירת תיעדוף בין יעדים – העלאת ריבית צפויה לצנן הן את האינפלציה והן את הפעילות הכלכלית, ולהיפך. לעומת זאת, אינפלציה שמקורה בזעזועי היצע יוצרת דילמה של ממש, שכן הידוק מוניטרי עלול להחמיר את הפגיעה בתוצר. מעבר לכך, מקור האינפלציה משפיע גם על הערכת הסיכון להתבססותה ברמה גבוהה ומתמשכת, לעומת אינפלציה זמנית. לכן, הבנה מדויקת של הגורמים המניעים את האינפלציה היא תנאי הכרחי לתגובה מדיניותית מושכלת.

הניתוח מאורגן באופן הבא: תחילה, נציג את המתודולוגיה ואת הנתונים ששימשו לניתוח, כולל תיאור מפורט של מודל ה-VAR המבני והמשתנים הנכללים בו. לאחר מכן, נתאר את הנתונים בהם נעשה שימוש בניתוח ואת תקופת המדגם. לבסוף, נציג את תוצאות הניתוח, תוך התמקדות בשתי התקופות המרכזיות - תקופת הקורונה וההתאוששות, ותקופת המלחמה. בחלק זה נבחן את התרומה היחסית של זעזועי הביקוש, ההיצע, והמדיניות המוניטרית לדינמיקה של האינפלציה והתוצר.

2. מתודולוגיה

כדי לאפיין את הזעזועים המבניים שהשפיעו על האינפלציה ועל יתר המשתנים המאקרו-כלכליים ואת הדינמיקה, ננקוט בגישת (Giannone and Primiceri (2024), להלן GP, ונאמוד תחילה מודל VAR(p) מבני מהצורה הבאה:

$$y_t = c + A_1 y_{t-1} + \dots + A_p y_{t-p} + u_t$$

כאשר y_t הוא וקטור של n משתני מאקרו אנדוגניים המוצגים כפונקציה של p פיגורים עצמיים, בהתאם למטריצות המקדמים $A_1, \dots, A_p$, ו- n שגיאות חזזי בצורה המצומצמת שמיוצגות על-ידי

הווקטור u_t . המשוואה המבנית שמתרגמת את שגיאות החיזוי בצורה המצומצמת לזעזועים מבניים ניתנת על-ידי

$$Bu_t = \varepsilon_t$$

כאשר B היא מטריצה מסדר $n \times n$ של מקדמי קשר בו-זמני בין השגיאות לזעזועים המבניים ו- ε_t הוא וקטור של n זעזועים מבניים. תרגום שגיאות התחזית לזעזועים המבניים מתבצע בעזרת ההופכי של מטריצת B , כלומר

$$u_t = B^{-1}\varepsilon_t$$

בעיית הזיהוי של המטריצה המבנית B במודל VAR מקבילה לניסיון לפתור מערכת משוואות עם יותר נעלמים מאשר משוואות. כדי לראות זאת, ניקח תחילה את התוחלת הבלתי מותנית ($\mathbb{E}$) של כל אחד מצדדי המשוואה הנ"ל ונקבל

$$\Sigma_u = \mathbb{E}[u_t u_t'] = \mathbb{E}[B^{-1}\varepsilon_t \varepsilon_t' (B^{-1})'] = B^{-1}\Sigma_\varepsilon (B^{-1})',$$

כאשר Σ_u היא מטריצת השונות המשותפת של שגיאות התחזית אותה ניתן לאמוד באמצעות הנתונים.¹ מטריצה זו הינה סימטרית, ולכן כוללת $n(n+1)/2$ איברים חופשיים. מנגד, המטריצה Σ_ε היא מטריצת השונות המשותפת של הזעזועים המבניים. מטריצה בלתי נצפית, אך מקובל להניח כי היא אלכסונית (כלומר שהזעזועים המבניים לא מתואמים זה עם זה) ולנרמל אותה כך שכל איברי האלכסון שווים לאחד, כלומר ש- $\Sigma_\varepsilon = I_n$. תחת הנחה זו, ניתן לכתוב את הקשר בין השונות המשותפת של שגיאות התחזית וזו של הזעזועים המבניים באופן הבא -

$$\Sigma_u = B^{-1}(B^{-1})'$$

למטריצה B יש n^2 איברים חופשיים, בעוד של- Σ_u יש כאמור $n(n+1)/2$. כדי לזהות את הפרמטרים של המטריצה המבנית B יש להציב ערכים כלשהם עבור $n(n-1)/2$ איברים, וזהו בדיוק מספר מגבלות הזיהוי שהמודל דורש כדי לזהות את הזעזועים המבניים. במילים אחרות, הנתונים לבדם אינם מספיקים כדי לזהות את הזעזועים המבניים. כדי לזהותם, יש להוסיף מידע חיצוני תיאורטי או לעשות שימוש באינפורמציה חיצונית למודל.

¹ המקבילה במדגם של התוחלת של $u_t u_t'$ היא מטריצת השונות המשותפת של שאריות הרגרסיה (טעויות החיזוי).

בדומה ל-GP, זיהוי הזעזועים המבניים כהיצע וביקוש בניתוח זה מתבסס על מגבלת סימנים (sign restrictions) על ההשפעה הבו-זמנית של הזעזועים המבניים על המשתנים האנדוגניים. היישום בפועל נעשה על-ידי הטלת מגבלות על הסימנים של האיברים החופשיים במטריצת B^{-1} .

אלגוריתם האמידה מיישם זאת על-ידי הגרלת "מטריצת סיבוב" (rotation matrix), הכפלתה בגורם צ'ולסקי (Cholesky) של מטריצת השונות המשותפת של u_t ובדיקה אם תוצאת המכפלה מקיימת את מגבלות הסימנים שהוגדרו מראש.² אם כן, ההגרלה נשמרת. אם לא, מגרילים שוב עד למספר מקסימלי של ניסיונות. המטריצה המבנית הנאמדת מוגדרת כממוצע המטריצות המוגרלות שמקיימות את מגבלת הסימנים, וההתפלגות של ערכיה משקפת את אי-הוודאות סביב האומדנים.

למשל, במודל עם שני משתנים אנדוגניים – תוצר ואינפלציה – המטריצה B^{-1} תהיה מוגדרת כך שהעמודה הראשונה מייצגת זעזועי ביקוש והשנייה זעזועי היצע. בפרט, מגבלת הסימנים כופה על המודל מצב בו זעזוע ביקוש חיובי משפיע בו-זמנית באופן חיובי גם על התוצר וגם על האינפלציה (ולהיפך), ושזעזוע היצע חיובי משפיע על שני המשתנים בכיוונים מנוגדים – באופן חיובי על האינפלציה ובאופן שלילי על התוצר (ולהיפך):

$$\begin{pmatrix} u_t^\pi \\ u_t^{GDP} \end{pmatrix} = \underbrace{\begin{pmatrix} + & + \\ + & - \end{pmatrix}}_{B^{-1}} \begin{pmatrix} \varepsilon_t^D \\ \varepsilon_t^S \end{pmatrix}.$$

כאשר ε_t^D הוא זעזוע ביקוש מבני, ו- ε_t^S הוא זעזוע היצע מבני.

מהי משמעותם של אותם "זעזועים מבניים" המזהים בשיטה זו (ובכל שיטה המבוססת על מודל VAR)? בגישה האקונומטרית הקלאסית, מקובל להסביר את המשתנה המוסבר באמצעות משתנים נצפים, כגון מדדים לבעיות בשרשראות אספקה, פרמיות סיכון ומדדי אשראי. לעומת זאת, בגישה ה-VAR המבני, הגורמים האקסוגניים המבניים אינם נצפים ישירות, אלא מוגדרים כחלק מהשארית הבלתי מוסברת, לאחר שברגרסיה נלקחו בחשבון כל המשתנים הנצפים הרלוונטיים.³

² בשיטת מגבלת הסימנים, מניחים כי מטריצת השונות של טעויות החיזוי (Σ_u) ניתנת לפירוק באמצעות מטריצת סיבוב אורתונורמלית Q , כך ש- $\Sigma_u = PQQ'P'$. מתוך כך נגזר ש- $B^{-1} = PQ$. הבחירה ב- Q נעשית כך שהתוצאה תעמוד במגבלות הסימנים הרצויות. במקרה של מודל VAR עם שני משתנים (כמו תוצר ואינפלציה), משתמשים במטריצת סיבוב דו-ממדית מהצורה:

$$Q(\theta) = \begin{pmatrix} \cos \theta & -\sin \theta \\ \sin \theta & \cos \theta \end{pmatrix}$$

כאשר $\theta \sim U(0, 2\pi)$.

³ ניתן להוסיף משתנים אקסוגניים למערכת ה-VAR, אך גם במקרה זה אין מדובר בזעזועים מבניים אלא במשתנים אקסוגניים המושפעים בעצמם מזעזועים מבניים. לדוגמה, הוספת מחיר הנפט כמשתנה אקסוגני אינה פותרת את הסוגיה המהותית: מחירי הנפט עצמם משתנים כתוצאה מזעזועי ביקוש והיצע (לרוב גלובליים) המשפיעים על מחיר הנפט. לכל אחד מזעזועים אלו השפעות שונות על הכלכלה שעבורה מחיר הנפט הוא אקסוגני. כך, דין עלייה במחיר הנפט שמקורה בעלייה בביקוש העולמי אינה כדין עלייה במחיר הנפט כתוצאה מצמצום היצע של אופ"ק.

ניתן לדמות זעזועים אלו לכוחות המניעים את העקומות במודל שיווי משקל כללי בדוגמת AD-AS. בפרט, השינוי הבלתי צפוי במשתנה כלשהו - כלומר, השינוי שאינו מוסבר על-ידי הפיגורים העצמיים שלו ושל משתנים אחרים, המכונה גם "טעות התחזית" (במקרה שלנו: u_t^π ו- u_t^{GDP}) - הוא למעשה קומבינציה לינארית של זעזועים מבניים (במקרה שלנו ε_t^D ו- ε_t^S). מטרת הניתוח המבני היא לחלץ את אותן טעויות תחזית ולזהות בעזרתן את הזעזועים המבניים. מכיוון שזעזועים אלו אינם נצפים ישירות, יש לזהותם באמצעות הנחות מגבילות על דינמיקת המודל.

בחירת שיטת הגבלת הסימנים לזיהוי הזעזועים המבניים נובעת מגמישותה האמפירית ומהתאמתה התיאורטית למשק הישראלי.⁴ על-אף האמור לעיל, חשוב בכל זאת לסייג את הפרשנות המסורתית של "זעזועי ביקוש והיצע" במודל. ניתן להתייחס לזיהוי זה באופן פרגמטי יותר, כאשר ההבחנה המהותית היא בין זעזועים שמייצרים תחלופה (Trade-off) למדיניות המוניטרית לבין כאלה שלא. במסגרת זו, "זעזועי היצע" הם למעשה כל הזעזועים שמניעים את האינפלציה והתוצר בכיוונים מנוגדים, ולכן מציבים בפני הבנק המרכזי דילמה בין ייצוב האינפלציה לייצוב הפעילות הכלכלית. לעומתם, "זעזועי ביקוש" הם הזעזועים שמניעים את שני המשתנים באותו הכיוון, ולכן אינם מייצרים קונפליקט בין יעדי המדיניות המוניטרית. יתרונה של פרשנות זו הוא שהיא מאפשרת להתמקד בהשלכות המעשיות של הזעזועים על המדיניות המוניטרית, מבלי להידרש להגדרות תיאורטיות נוקשות של ביקוש והיצע מצרפיים.

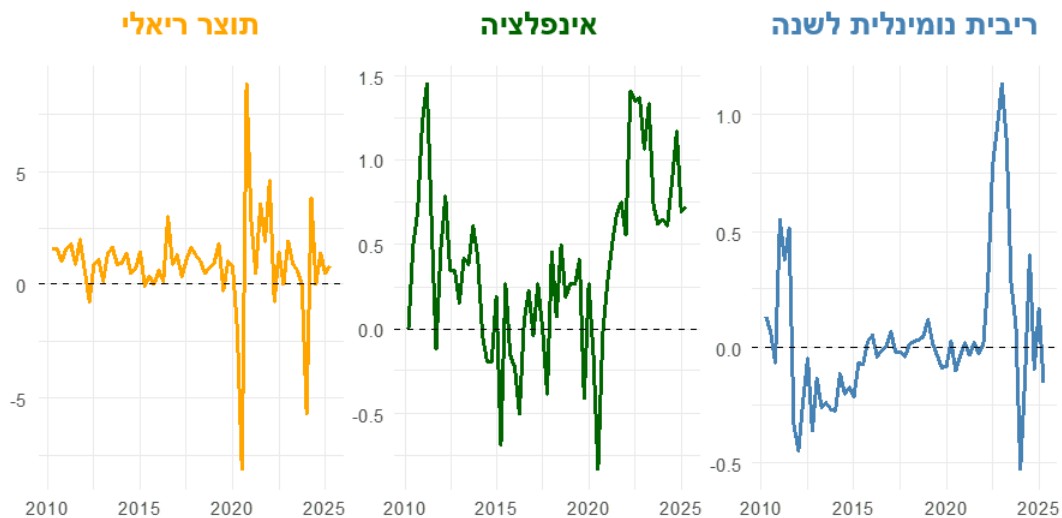
3. נתונים ואמידה

בחלק הראשון של הניתוח נאמוד את המודל הפשוט ביותר, הכולל שני משתנים אנדוגניים בלבד: מדד המחירים לצרכן והתוצר הריאלי.⁵ בפרט, המשתנים האנדוגניים מוגדרים כשיעור השינוי הרבעוני (באחוזים) של כל אחד מהמשתנים הנ"ל (ראו איור 1). המודל נאמד עם ארבעה פיגורים של כל אחד מהמשתנים עבור מדגם המתחיל ברבעון הראשון של 2010 ומסתיים ברבעון הרביעי של 2019.

⁴ זה המקום להזכיר כי קיימות מספר שיטות לזיהוי זעזועים מבניים במסגרת ניתוח מבוסס VAR. בין השיטות הנפוצות לצד מגבלות סימנים (Uhlig, 2005) ניתן למנות גם זיהוי על-בסיס תזמון (Sims, 1980), וזיהוי המבוסס על הבדלים בשונות של הזעזועים (Rigobon, 2003). כל אחת מהשיטות הללו מספקת גישה שונה לפענוח והבנת הזעזועים המבניים במודל, ומאפשרת לחוקרים לבחון את ההשפעות הדינמיות של שינויים בלתי צפויים במערכת הכלכלית.

⁵ הבדל אחד מהותי בינינו לבין GP הוא הבחירה לאמוד את המודל בהפרשים ולא ברמות, וזאת מכיוון שהאמידה של המודל ברמות הביאה במקרה הישראלי למקדמים לא יציבים.

איור 1: צמיחה ריאלית, אינפלציה והשינוי בריבית לשנה
הרבעון הראשון 2010 עד הרבעון הראשון של 2025



הערות: האינפלציה והצמיחה הריאלית הן במונחי שיעורי שינוי רבעוניים והשינוי בריבית הוא במונחי הפרש בנקודות אחוז.
המקור: הלשכה המרכזית לסטטיסטיקה ועיבודי בנק ישראל.

תחילת המדגם נקבעה ל-2010 כיוון שזו תחילתה של תקופה יציבה יחסית, לאחר דעיכת המשבר הגלובלי של 2008. קביעת סוף המדגם לסוף 2019 נועדה לאפשר ביצוע תרגיל counterfactual תקף, כלומר להעריך כיצד הייתה מתפתחת הכלכלה בשנים שלאחר מכן, אילו לא התרחשו בה זעזועים כלל, לרבות מגפת הקורונה והמלחמה, והמשק היה ממשיך על פי הדינמיקה ההיסטורית. לשם כך, יש לאמוד את המודל על תקופה "רגילה", שבה ניתן להניח כי מבנה הכלכלה נותר יציב, וכי קשרי הגומלין בין המשתנים לא השתנו באופן מהותי.

מהבחינה הטכנית, תרגיל ה-counterfactual מתבצע על-ידי הרצת המודל שנאמד עד הרבעון האחרון של 2019 קדימה (כלומר "חיזוי") – החל מהרבעון הראשון של 2020 – תחת ההנחה שלא מתרחשים זעזועים חדשים. תחזית זו מייצגת את ההתפתחות הצפויה של המשתנים המרכזיים לו הדינמיקה ההיסטורית הייתה נמשכת ללא זעזועים עד להתכנסות לשיווי משקל כללי. ההשוואה בין תחזית זו לבין הנתונים שהתממשו בפועל מאפשרת לזהות ולכמת את השפעתם של הזעזועים החריגים. כדי שהפער בין התחזית לנתון בפועל ישקף את השפעת הזעזועים בלבד – ולא שינוי בפרמטרים של המודל – נדרש לעצור את האמידה לפני תחילתם.⁶

⁶ משבר הקורונה הביא עמו זעזועים חדים ומשמעותיים במגוון סדרות עתיות מאקרו-כלכליות. הזעזועים החריגים של הקורונה עלולים לשבש את אמידת הפרמטרים ב-VAR ולכן לפעמים עדיף להשתמש בנתונים מהתקופה שלפני המשבר כבסיס לאמידה. הספרות המקצועית מציעה מספר גישות להתמודדות עם בעיה זו (Lenza and Primiceri, 2022;) (Bobeica and Hatwig, 2023). בעבודתנו, אנו מאמצים את הגישה של GP ו-Bernanke and Blanchard (2024). גישה

בחלק השני של הניתוח הורחב המודל כך שיכלול משתנה אנדוגני נוסף – ריבית – שיאפשר זיהוי של זעזועים למדיניות המוניטרית. לשם כך, נעשה שימוש בשינוי בריבית לשנה (בנקודות אחוז) הנגזרת מעקום אפס כמשתנה המייצג את העמדה הכוללת של המדיניות המוניטרית. בחירה זו נובעת מהאתגר האמפירי הקשור לכך שריבית בנק ישראל הייתה קבועה על אפס בחלק ניכר מתקופת המדגם, דבר המקשה על זיהוי זעזועים מוניטריים. גישה זו תואמת את הספרות המחקרית בתחום (Swanson and Williams, 2014) המציעה שימוש בריביות ארוכות יותר כאשר הריבית המוניטרית הבסיסית מוגבלת על-ידי האפקטיביות של הגבול התחתון.⁷

לנוכח "קללת הממד" (curse of dimensionality) המאפיינת מודל VAR עשיר בפרמטרים הנאמד על מדגם יחסית קצר, אנו נוקטים באמידה בייסיאנית הכוללת פריור היררכי מסוג מינסוטה הכולל מספר אלמנטים שנועדו לשפר את יעילות האומדים.⁸

כדי לאמוד את תרומת זעזועי הביקוש וההיצע אנו משתמשים במודל שנאמד, כאמור, על נתונים שמתחילים ברבעון הראשון של 2010 ומסתיימים ברבעון הרביעי של 2019, כדי לחזות את התפתחות המשתנים האנדוגניים החל מהרבעון הראשון של 2020 ועד לרבעון הראשון של 2025, ומחשבים את שגיאות התחזית מחוץ למדגם (בהשוואה לנתון שהתממש בפועל). לבסוף, בעזרת המטריצה המבנית B (שנאמדת על המדגם שמסתיים ב-2019) אנו מפרידים את שגיאות התחזית מחוץ למדגם לתרומה של שני הזעזועים המבניים – ביקוש והיצע – ובהמשך, גם לזעזוע מוניטרי.

אף שהניתוח הנוכחי אינו כולל משתנים גלובליים מפורשים, חשוב להדגיש כי המודל מסוגל ללכוד את השפעותיהם באופן עקיף. כפי שמראים (Forbes et al. (2018), ב-VAR מבני עם זיהוי מבוסס הגבלות סימנים, הזעזועים המזוהים משקפים גם אפקטים גלובליים. במקרה שלנו, השיבושים בשרשראות האספקה העולמיות משתקפים בזעזועי ההיצע, בעוד שתנודות בביקוש העולמי נכללות בזעזועי הביקוש המקומיים. העובדה שהמודל מצליח להסביר חלק ניכר מהשינויים במשתני המטרה, למרות פשטותו היחסית, מעידה על יעילותו בלכידת הדינמיקה המקומית והגלובלית כאחד. ממצא זה עולה בקנה אחד עם (Bobeica and Hartwig (2023), שהראו כי גם בתקופת הקורונה המאופיינת

זו כוללת אמידת המודל עד לנקודת הזמן שקדמה להתפרצות הקורונה, ושימוש במקדמים שהתקבלו לצורך חיזוי זיהוי הזעזועים המבניים.

⁷ הריבית לשנה מעקום אפס כוללת הן את ציפיות השוק לריבית בנק ישראל בטווח הקרוב והן פרמיות סיכון ונדילות, ולכן אינה מבודדת את הרכיב הציפיתי בלבד. השימוש בה כמדד לעמדה המוניטרית נובע מהיעדר אינפורמציה ישירה יותר, בפרט כאשר הריבית המוניטרית עצמה מצויה על הגבול התחתון.

⁸ ראו (Giannone et al. (2015).

בזעזועים גלובליים חסרי תקדים, מודלים מקומיים פשוטים יחסית עשויים לספק תובנות משמעותיות.

4. תוצאות

תוצאות האמידה הבסיסית מוצגות באיור 2. הקו הרציף בכל אחד מתתי-האיורים מתאר את התפתחות המשתנה (צמיחה ריאלית שנתית או אינפלציה שנתית) בפועל. הקו המקווקו מציין את התחזית עבור אותו משתנה, כפי שהיא נגזרת ממודל ה-VAR. כך, עבור האינפלציה השנתית, המודל חוזה רמה גבוהה בנקודת אחוז אחת מהרמה בנקודת המוצא. בהינתן כי רמת האינפלציה השנתית בסוף 2019 עמדה על 0.6%, התחזית מעידה על התכנסות לכיוון מעט נמוך ממרכז יעד האינפלציה (1.6%). לגבי התוצר הריאלי, המודל חוזה התכנסות לקצב צמיחה של 0.8% רבעוני, כלומר כ-3.2% במונחים שנתיים.

יש לציין כי יציבותו היחסית של הקו המקווקו – התחזית – נובעת מכך שהיא מחושבת קדימה בהתבסס על נתוני אמידה עד סוף 2019 בלבד, ואינה כוללת את הזעזועים המקרו-כלכליים החריגים שאירעו לאחר מכן, כגון מגפת הקורונה או מלחמת "חרבות ברזל". הפער בין התחזית לבין הנתונים בפועל מייצג בדיוק את הזעזועים המבניים של ביקוש והיצע שאותם אנו מבקשים לזהות ולכמת בניתוח.⁹

העמודות הצהובות והירוקות באיורים מתארות את התרומה של כל אחד מהזעזועים המבניים המזוהים, "ביקוש" ו"היצע" בהתאמה, לטעות החיזוי (כלומר לפער בין הקו הרציף לקו המקווקו). סכום שתי העמודות שווה לטעות החיזוי בכל נקודת זמן.¹⁰

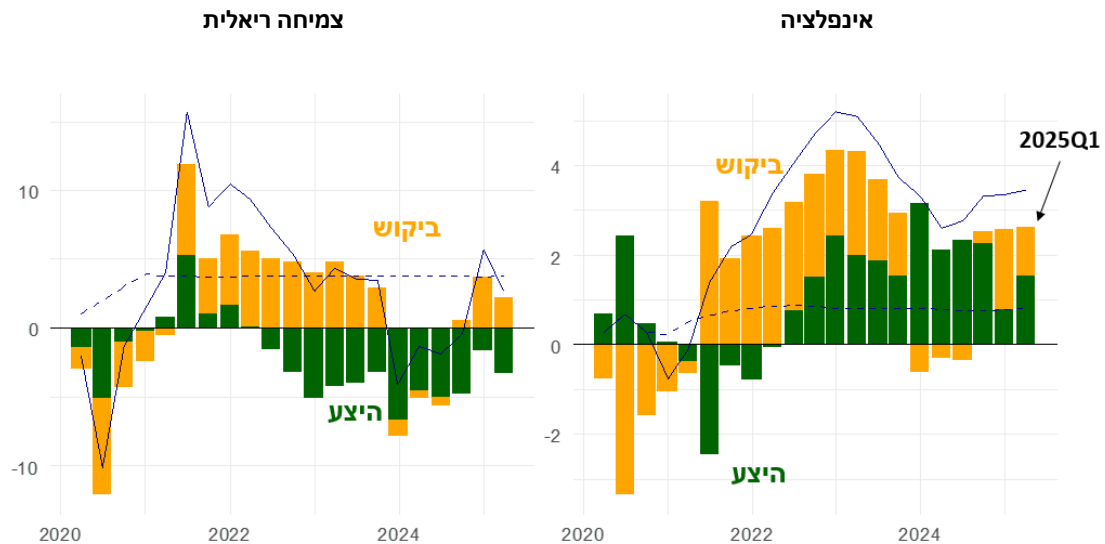
בראייה מאקרו-כלכלית, בתחילת משבר הקורונה חווה המשק הישראלי זעזועי ביקוש שליליים משמעותיים לצד פגיעה בהיצע, אשר גרמו לירידה חדה בפעילות הכלכלית. החל משנת 2021, עם תחילת ההתאוששות, נצפתה דינמיקה סימטרית שבה הביקוש המצרפי התאושש במקביל לפגיעה בהיצע המצרפי. העלייה באינפלציה, מנגד, הונעה בתקופה זו בעיקר על-ידי זעזועי ביקוש מצרפי, בזמן שזעזועי ההיצע קיזזו חלקית תרומה זו. ברבעונים שלאחר פרוץ המלחמה ניתן להבחין בעלייה

⁹ הערכים אליהם מתכנס המודל משקפים למעשה את הממוצע הרבעוני (בקצב שנתי) של האינפלציה והצמיחה הריאלית במהלך תקופת המדגם.

¹⁰ התרומות המוצגות בזיהוי הזעזועים הן אומדנים נקודתיים (point estimates) שמבוססים על המטריצה המבנית הנאמדת כפתרון יחיד (או ממוצע של פתרונות) המקיים את מגבלות הסימנים שהוגדרו מראש. אומדנים אלו אינם מלווים בטווחי אי-ודאות (confidence/credible intervals) ואינם משקפים את הפיזור המלא של ההפצה הפוסטריורית של התרומות המבניות. לפיכך, יש לפרש את התרומות בזהירות, כייצוג של תרחיש זיהוי מסוים, ולא כאומדן חד-משמעי ומדויק של תרומת הזעזועים.

בתרומה החיובית המשמעותית של זעזועי היצע לאינפלציה השנתית, ומנגד בתרומה שלילית קטנה יותר של זעזועי הביקוש שפוחתת ומתאפסת ברבעון השני של 2024 והופכת חיובית ואף מתגברת ברבעון השלישי והרביעי.

איור 2: פירוק של האינפלציה והצמיחה לתרומות זעזועי ביקוש והיצע
הרבעון הראשון 2020 עד הרבעון הראשון 2025



הערות: ש"ש שנתי (הרבעון הנוכחי ביחס לרבעון המקביל אשתקד). הקו המקווקו מציין את התחזית מהמודל והקו הרציף מציין את הנתון בפועל. העמודות מציגות את תרומת זעזועי הביקוש וההיצע שהתרחשו מאז תחילת 2020 לפער בין הנתון בפועל לתחזית שמחושבות על-בסיס המודל.

תוצאות המודל עקביות עם הנרטיב הכלכלי של ההתאוששות מהקורונה. בתחילה, עם פרוץ המגפה והטלת הסגרים, חווה המשק הישראלי ירידה חדה בפעילות הכלכלית שנבעה בעיקר מהגבלות על הצריכה הפרטית והעסקית - מה שמשתקף בתרומה השלילית של זעזועי הביקוש. עם הסרת המגבלות, צרכנים וחברות שצברו חסכונות במהלך הסגרים מיהרו להגדיל את הצריכה וההשקעה (שחרור מהיר של "ביקוש כבוש"). תופעה זו משתקפת בתרומה החיובית המשמעותית של זעזועי הביקוש לצמיחה ולאינפלציה החל מאמצע 2021. במקביל, האתגרים בשרשראות האספקה העולמיות, המחסור בחומרי גלם ועליית מחירי ההובלה הימית יצרו לחצים אינפלציוניים בצד ההיצע.¹¹

¹¹ ראו למשל פרק ג', דוח בנק ישראל לשנת 2022.

עם פרוץ המלחמה באוקטובר 2023, המשק הישראלי עבר מתקופת התאוששות והתייצבות לזעזוע כלכלי מסוג שונה. המודל מצליח לזהות את המעבר החד הזה, כאשר חל שינוי משמעותי במקורות הלחץ האינפלציוני - מזעזועי ביקוש דומיננטיים בתקופת ההתאוששות מהקורונה לזעזועי היצע משמעותיים לאחר פרוץ המלחמה. הגיוס המסיבי למילואים, הירידה בזמינות עובדים לא-ישראלים בענפים מרכזיים, ושיבושים בפעילות העסקית באזורי הלחימה, הגבילו את יכולת הייצור של המשק בדיוק בזמן שהביקוש המקומי נותר חזק, בחלקו בשל הגידול בהוצאות הממשלה. התפתחות זו יצרה אתגר מורכב למדיניות המוניטרית, שנדרשת לאזן בין ריסון האינפלציה לבין תמיכה בפעילות הכלכלית ואיזון בין הביקוש וההיצע בתקופה מאתגרת.

5. המודל המורחב: זעזוע למדיניות המוניטרית

הניתוח לעיל, שהתבסס על סיווג הזעזועים המבניים לשניים בלבד – ביקוש והיצע – הינו פשטני, על יתרונותיו וחסרונותיו. מחד, הוא מאפשר לבחון בצורה נקייה יחסית את הכוחות המצרפיים המרכזיים הפועלים ברקע התפתחות משתני המאקרו העיקריים. מאידך, חסרה בו התייחסות לגורם מרכזי ששיחק תפקיד משמעותי בשנים האחרונות – המדיניות המוניטרית. הרחבת המודל כך שיכלול זעזועים מוניטריים תאפשר לנו להבין טוב יותר את השפעת הריבית על הפעילות הכלכלית והאינפלציה בתקופה הנחקרת.¹²

כדי לאמוד את התרומה של זעזועים מוניטריים, בנוסף לתרומת שני הזעזועים הקודמים (ביקוש והיצע), עלינו להוסיף תחילה למודל האמפירי משתנה אנדוגני נוסף – ריבית. אתגר אמפירי מהותי שעולה בהקשר של הוספת הריבית הוא העובדה שריבית בנק ישראל הייתה קבועה על אפס בחלק גדול מהמדגם שברשותנו. כדי להתגבר חלקית על בעיה זו, אנו נוקטים, כאמור, בגישה המקובלת בספרות ומשתמשים בריבית לשנה מעקום אפס כמשתנה המתאר את העמדה הכוללת של המדיניות המוניטרית.¹³

כדי לזהות את תרומת הזעזועים המוניטריים מהתרומה הכוללת של הביקוש, נשתמש שוב בגישת הזיהוי של GP שמגדירים זעזוע מוניטרי כזעזוע שמשפיע באופן חיובי על הריבית ובאופן שלילי על האינפלציה והתוצר. בנוסף, GP מניחים כי השפעה זו איננה בו-זמנית בלבד אלא מתמשכת לאורך

¹² בהקשר של המסגרת האמפירית במחקר זה, "זעזוע מוניטרי" מוגדר כשינוי בלתי צפוי במדיניות המוניטרית (בריבית) שאינו תגובה שיטתית לשינויים בתנאים הכלכליים, כפי שהם נתפסים על-ידי תגובת המדיניות (על פי המודל) לתוצר, לאינפלציה ולפיגורים שלהם, וכן לפיגורי הריבית.

¹³ ראו למשל Swanson and Williams (2024).

ארבעה רבעונים ברצף (ראו לוח 1).¹⁴ הרחבת מגבלת הסימנים של הזעזוע המוניטרי לארבע תקופות נועדה למנוע זיהוי יתר של זעזועים מוניטריים קצרי טווח חסרי משמעות.

לוח 1: מגבלות סימנים עבור מודל הכולל שלושה זעזועים מבניים: ביקוש, היצע, מוניטרי

זעזוע	משתנה	תקופה			
		1	2	3	4
ביקוש	תוצר	+			
	מחירים	+			
	ריבית	+			
היצע	תוצר	-			
	מחירים	+			
	ריבית				
מוניטרי	תוצר	-	-	-	-
	מחירים	-	-	-	-
	ריבית	+	+	+	+

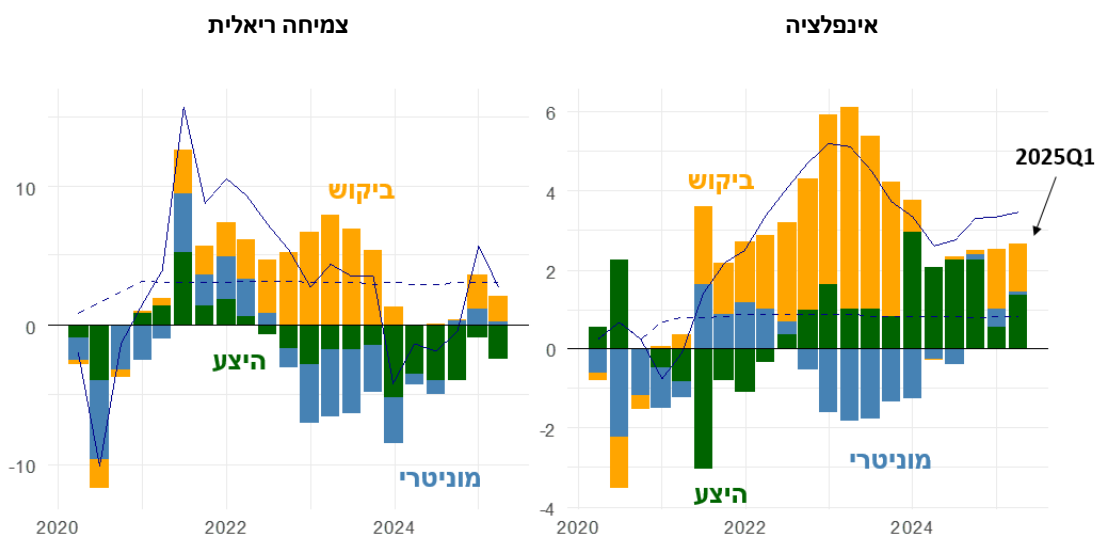
איור 3 מציג את הפירוק ההיסטורי של האינפלציה והתוצר לזעזועי ביקוש, היצע וזעזוע מוניטרי. גם במקרה זה, נתמקד שוב בשתי תקופות עיקריות: תקופת הקורונה וההתאוששות (2021-2023), ותקופת המלחמה (מסוף 2023). כפי שניתן לראות, המודל מצליח לספק תמונה מפורטת יותר של הדינמיקה המאקרו-כלכלית כאשר מזהים בנפרד את הזעזוע המוניטרי. חשוב להדגיש, כי התרומה של הזעזוע המוניטרי המוצגת כאן משקפת את ההשפעה האקסוגנית של המדיניות המוניטרית, מעבר לתגובה השיטתית הרגילה של הריבית לתנאי הביקוש וההיצע במשק. כלומר, אלו הן פעולות מוניטריות שחורגות ממה שהיה צפוי על-פי הכלל המוניטרי שנאמד בעקיפין על-ידי המודל.

בתקופת ההתאוששות מהקורונה, החל מאמצע 2021, הזעזוע המוניטרי תרם באופן שלילי לצמיחה, מה שמשקף את ההשפעה המרסנת של העלאות ריבית אגרסיביות יותר ממה שהמודל צפה בתגובה ללחצים האינפלציוניים המתפתחים. במקביל, בצד האינפלציה, התרומה השלילית של הזעזוע המוניטרי מעידה על התרומה של המדיניות המרסנת האקטיבית בבלימת עליית המחירים, מעבר למה שהיה מתרחש מהתגובה הסטנדרטית לתנאי השוק. יש לציין, כי אף שהעלאות הריבית בפועל החלו רק ב-2022, הריבית לשנה קדימה – הממד שבו נעשה שימוש באמידת הזעזועים – החלה לעלות כבר במהלך 2021 (בישראל ובעולם), לאור הציפיות הגוברות להידוק מוניטרי. משום כך, ההשפעה המרסנת באותה תקופה באה לידי ביטוי כבר אז במדדים המבוססים על עקומת התשואות.

¹⁴ במילים פשוטות, מגבלת הסימן במקרה זה תקפה לזמן הזעזוע ולשלוש התקופות שמגיעות אחריו.

עם פרוץ המלחמה, אנו רואים תמונה מורכבת יותר - המדיניות המוניטרית המשיכה למתן את האינפלציה בטווח הקצר, אך תרומתה להאטת הפעילות התמתנה. זאת כעדות אפשרית לכך שבנק ישראל נקט גישה מאוזנת יותר, בהתחשב באתגרים הייחודיים של המשק בתקופת המלחמה. התפתחות זו מדגישה את חשיבות שיקול הדעת בזמן אמת בקביעת המדיניות המוניטרית - הצורך לנווט בין ריסון האינפלציה לבין תמיכה בפעילות הכלכלית, במציאות שבה זעזועי היצע מהווים את הגורם העיקרי ללחצים האינפלציוניים.

איור 3: פירוק של האינפלציה והצמיחה לזעזועי ביקוש, היצע, וזעזוע מוניטרי
הרבעון הראשון של 2020 עד הרבעון הראשון של 2025



הערות: הקו המקווקו מציין את התחזית מהמודל והקו הרציף מציין את הנתון בפועל. העמודות מציינות את תרומת זעזועי הביקוש, ההיצע והזעזוע המוניטרי מאז תחילת 2020 לפער בין הנתון בפועל לתחזית שמחושבות על-בסיס המודל.

6. בדיקות רגישות

כדי לבחון את עמידות התוצאות שהוצגו לעיל, ביצענו מספר בדיקות רגישות. ראשית, הארכנו את תקופת האמידה על-ידי הזזת תחילת המדגם מ-2010 עד ל-2003, תקופה הכוללת את המחזור הכלכלי שקדם למשבר הפיננסי העולמי. הממצאים העיקריים נותרו עמידים גם תחת ספציפיקציה זו (לא מוצגים במסמך זה). בפרט, התרומה המשמעותית של זעזועי הביקוש לאינפלציה בתקופת ההתאוששות מהקורונה והמעבר לדומיננטיות של זעזועי היצע לאחר פרוץ המלחמה נשמרים.

שנית, בדקנו את הרגישות לדרך המדידה של האינפלציה במשק על-ידי החלפת מדד המחירים לצרכן במדד מחירי התוצר. גם ספציפיקציה זו מאששת את הממצאים הבסיסיים של הניתוח, על-אף הבדלים מסוימים בעוצמת הזעזועים.

לבסוף, ביצענו בדיקת עמידות על-ידי אמידת המודל לתקופה שבין 2003 ל-2014 וביצוע חיזוי ופירוק גורמים לתקופה 2015-2019. בדיקה זו הניבה תוצאות המעידות על כך שהמודל מסוגל לזהות בצורה אמינה את הזעזועים המבניים גם בתקופות שמחוץ למדגם האמידה.

7. סיכום

ניתוח הגורמים המבניים של האינפלציה והפעילות הכלכלית בישראל מאז 2020 מספק תובנות חשובות לקובעי המדיניות. המחקר הראה כי בתקופת הקורונה (2020-2023), לאחר הפגיעה הראשונית, עליית האינפלציה הובלה בעיקר על-ידי זעזועי ביקוש חיוביים. לעומת זאת, עם פרוץ מלחמת "חרבות ברזל" (סוף 2023), זעזועי ההיצע הפכו לגורמים משמעותיים בדינמיקת האינפלציה והתוצר, כאשר זעזועי הביקוש המשיכו לתמוך בפעילות הכלכלית.

על פי תוצאות הניתוח, במהלך תקופת ההתאוששות מהקורונה האינפלציה נבעה בעיקר מגורמי ביקוש, ואילו מאז פרוץ מלחמת "חרבות ברזל" גורמי היצע – בעיקר גיוס מילואים ומחסור בעובדים לא-ישראלים – הפכו לגורם המרכזי לעליית האינפלציה. כלומר, בשתי התקופות התקיים עודף ביקוש יחסית לתוצר הפוטנציאלי באותה תקופה, וההבדל המרכזי היה שבתקופת הקורונה הגידול בביקוש שיחק תפקיד מרכזי, ואילו בתקופת המלחמה, הירידה בתוצר הפוטנציאלי עצמו היא שהביאה לעודף ביקוש. למרות השוני ברקע הכלכלי, בשתי התקופות נדרשה מדיניות מוניטרית מרסנת - בראשונה לריסון ביקוש עודף ביחס לתוצר פוטנציאלי קיים, ובשנייה לריסון עודף ביקוש מול תוצר פוטנציאלי שירד.

רשימת מקורות

- Bobeica, E. and B. Hartwig (2023). "The COVID-19 shock and challenges for inflation modelling". *International Journal of Forecasting* 39(1), 519-539.
- Cerrato, A. and G. Gitti (2022). *Inflation since covid: Demand or supply*. Available at SSRN 4193594.
- Eickmeier, S. and B. Hofmann (2022). What drives inflation? Disentangling demand and supply factors. *International Journal of Central Banking*.
- Forbes, K., I. Hjortsoe and T. Nenova (2018). "The shocks matter: improving our estimates of exchange rate pass-through". *Journal of International Economics* 114, 255-275.
- Giannone, D., M. Lenza and G. E. Primiceri (2015). "Prior selection for vector autoregressions". *Review of Economics and Statistics* 97(2), 436-451.

- Giannone, D. and G. Primiceri (2024). *The drivers of post-pandemic inflation*. National Bureau of Economic Research (NBER) Working Paper No. 32859.
- Ilek, A. and Mazar, Y (2025). A business conditions real-time measure of output gap deviations. *International Journal of Central Banking*.
- Kollmann, R. (2021). "Effects of Covid-19 on Euro area GDP and inflation: demand vs. supply disturbances". *International Economics and Economic Policy* 18(3), 475-492.
- Lenza, M. and G. Primiceri (2022), "How to estimate a vector autoregression after March 2020". *Journal of Applied Econometrics* 37(4), 688-699.
- Rigobon, R. (2003). "Identification through heteroscedasticity". *Review of Economics and Statistics* 85(4), 777-792.
- Sims, C. A. (1980). "Macroeconomics and reality". *Econometrica: Journal of the Econometric Society*, 48(1), 1-48.
- Swanson, E. T. and J.C. Williams (2014). "Measuring the effect of the zero lower bound on medium- and longer-term interest rates". *American Economic Review* 104(10), 3154-3185.
- Uhlig, H. (2005). "What are the effects of monetary policy on output? Results from an agnostic identification procedure". *Journal of Monetary Economics* 52(2), 381-419.