



Народна банка Србије

ЗБОРНИК РАДОВА

март
2024

06



Народна банка Србије

ЗБОРНИК РАДОВА

март

2024

06

НАРОДНА БАНКА СРБИЈЕ

Београд, Краља Петра 12

Тел. 011/3027-100

Тел. 011/333-8000

www.nbs.rs

Тираж: 65 примерака

ISSN 2787-3226

Главни и одговорни уредник:

др Јоргованка Табаковић, гувернер

Заменик главног и одговорног уредника:

др Жељко Јовић, вицегувернер

Чланови уређивачког колегијума:

Никола Драгашевић, вицегувернер

Саво Јаковљевић, генерални директор Сектора за економска истраживања и статистику

Дарко Ковачевић, генерални директор Сектора за финансијску стабилност

Дарко Стаменковић, генерални директор Сектора за контролу пословања банака

Мирјана Милетић, заменик генералног директора Сектора за економска истраживања и статистику

Мирко Ђукић, директор Одељења за текуће пројекције (*nowcast*) употребом масовних података, Сектор за економска истраживања и статистику

Техничка обрада:

Софија Вучетић, истраживач, Сектор за економска истраживања и статистику

Издавач:

Народна банка Србије

Штампа:

Завод за израду новчаница и ковачног новца – Топчидер

Уводна реч гувернера

Период од претходног зборника обележили су даље смиривање инфлаторних притисака, уз ишчекивање почетка ублажавања монетарних политика водећих централних банака, али и нове турбуленције изазване испреплетеношћу политичких и економских дешавања на глобалном нивоу.

Глобализација економских токова у деценијама које су претходиле светској економској кризи донела је бројне користи светској економији, али је истовремено повећала осетљивост националних економија на глобална кретања. То показују и недавни поремећаји прекоморског транспорта робе и повећање ових трошкова за компаније као последица напада на транспортне бродове на Црвеном мору. Централне банке морају да се прилагоде нестабилнијем окружењу тако што ће при доношењу одлука употребљавати шири спектар релевантних информација (у односу на традиционалне изворе), као и технике које дају добре процене текуће ситуације пре званичних података.

У складу с тим, први рад у Зборнику представља методе машинског учења и дубоког учења (неуронска мрежа LSTM), као и регресионе моделе података мешовитих фреквенција (MIDAS) за предвиђање текућег кретања бруто домаћег производа Србије. За оцену тих модела, поред званичних показатеља, коришћени су и високофреквентни алтернативни показатељи, попут Google трендова и дневне потрошње електричне енергије. Модел дубоког учења показао је мању грешку прогнозе бруто домаћег производа, али се испоставило да и регресиони модел података с мешовитим фреквенцијама може помоћи доносиоцима одлука, с обзиром на то да његова структура (за разлику од LSTM) омогућава увид у текућа кретања која одређују динамику бруто домаћег производа.

Као још један алтернативни показатељ економских кретања може се користити учесталост појављивања појединих тема у новинским чланцима, чиме се бави наредни рад у Зборнику. За класификацију чланака на теме у овом раду коришћен је модел Latent Dirichlet Allocation. Примена тематског моделирања на српском језику отежана је чињеницом да наш језик карактерише висока флексија, односно специфичност језика да речи имају велики број облика, које модел препознаје као речи с различитим значењима. У овом раду је та отежавајућа околност претворена у предност тако што су само економске речи сведене на основни облик. Тиме им је, при класификацији чланака на теме, дат већи значај у односу на неекономске речи. У раду је показано да је учесталост писања о појединим темама добар индикатор кретања инфлационих очекивања становништва, као и да она релативно добро објашњава претходне епизоде повишених инфлаторних притисака у Србији.

Зборник завршавамо радом који анализира миграцију платног система са актуелног ISO15022 на нови ISO20022 стандард, који је као пројекат покренула Народна банка Србије и који би требало да се оконча у новембру 2025. године. Један од главних циљева пројекта, не само у Србији него и глобално, јесте олакшавање прекограничних плаћања, које још увек у знатној мери одликују високи трошкови, ниска брзина и недовољна транспарентност. Поред тога, када је реч о Народној банци Србије, мотив је и остваривање компатибилности са захтевима потенцијалног повезивања с другим платним системима и прикључења географском подручју SEPA. Нове електронске поруке су до три пута обимније и структуриране тако да нуде већу флексибилност и прилагодљивост економској конјунктури и сложеним захтевима регулатива.

Надамо се да ће радови из овог зборника помоћи читаоцу да боље разуме аспекте анализа и истраживања који су део процеса доношења одлука у Народној банци Србије.

Народна банка Србије ће и у наредном периоду наставити да пажљиво прати глобалне економске токове, као и трендове у економској анализи и даљи развој алата који се користи. Настојаћемо да применимо најбољу светску праксу и у нашим анализама како бисмо обезбедили додатне информације за процес доношења одлука и обављање функција за које смо, према Закону о Народној банци Србије, задужени, а пре свега како би се остварили наши основни циљеви – ценовна и финансијска стабилност, али и пружила подршка економској политици Владе Републике Србије.



Др Јоргованка Табаковић, гувернер

СПИСАК РАДОВА:

ПОРЕЂЕЊЕ МОДЕЛА <i>MIDAS</i> И <i>LSTM</i> ЗА ПОТРЕБЕ ТЕКУЋЕ ПРОЈЕКЦИЈЕ БРУТО ДОМАЋЕГ ПРОИЗВОДА.....	5
ТЕМАТСКА КЛАСИФИКАЦИЈА ЕКОНОМСКИХ НОВИНСКИХ ЧЛАНАКА НА ЈЕЗИКУ С ВИСОКОМ ФЛЕКСИЈОМ – ПРИМЕР СРБИЈЕ	43
МИГРАЦИЈА ПЛАТНИХ СИСТЕМА НА СТАНДАРД ЕЛЕКТРОНСКИХ ПОРУКА <i>ISO20022</i>.....	67

Радови у оквиру ове серије представљају резултат тренутних истраживања аутора и објављују се ради покретања дискусије и добијања корисних сугестија за даљи рад аутора.

Народна банка Србије

ПОРЕЂЕЊЕ МОДЕЛА *MIDAS* И *LSTM* ЗА ПОТРЕБЕ ТЕКУЋЕ ПРОЈЕКЦИЈЕ БРУТО ДОМАЋЕГ ПРОИЗВОДА

Ива Глишић

© Народна банка Србије, март 2024.

Доступно на www.nbs.rs

За ставове изнете у радовима у оквиру ове серије одговоран је аутор и ставови не представљају нужно званичан став Народне банке Србије.

Сектор за економска истраживања и статистику

НАРОДНА БАНКА СРБИЈЕ

Београд, Краља Петра 12

Тел.: (+381 11) 3027 100

Београд, Немањина 17

Тел.: (+381 11) 333 8000

www.nbs.rs

Поређење модела *MIDAS* и *LSTM* за потребе текуће пројекције бруто домаћег производа

Ива Глишић

Апстракт: Главна тема овог рада јесте представљање метода машинског и дубоког учења, као и регресионих модела података мешовитих фреквенција, ради предвиђања текућег кретања БДП-а. Циљ рада је одабир адекватног модела који на коришћеним подацима показује боље перформансе. Рад даје одговор на питање да ли се употребом метода дубоког учења могу унапредити текуће пројекције БДП-а у поређењу с традиционалним економетријским методама, као и да ли употреба одређених високофреквентних индикатора побољшава квалитет коришћених модела. У раду је обрађено питање одабира адекватних индикатора – и званичних, и оних из алтернативних извора, представљен је оквир регресионих модела мешовитих фреквенција и модела дубоког учења који се користе за текуће прогнозе, уз оцену два таква модела на примеру српског БДП-а. Моделован је БДП Србије за период Т1 2016 – Т2 2023, а крај посматраног периода (шест тромесечја) коришћен је за прогнозу. Коначно, упоређена су два оцењена модела, регресиони модел података мешовитих фреквенција и неуронска мрежа *LSTM*, а посебан акценат у раду био је на начинима побољшања оба модела. Мању грешку прогнозе, уз коришћење комбинације званичних и алтернативних (високофреквентних) индикатора, имао је модел рекурентне неуронске мреже *LSTM*, али се и регресиони модел података мешовитих фреквенција показао као добар алат доносиоцима одлука, будући да његова структура омогућава увид у текућа кретања која су детерминисала динамику БДП-а. Коришћење алтернативних индикатора у текућој пројекцији побољшало је пројекције путем оба представљена модела.

Кључне речи: БДП, текућа прогноза, *MIDAS*, неуронске мреже, високофреквентни индикатори.

[JEL Code]: C32, C45, C53

Нетехнички резиме

Модели који се користе за добијање брзих процена о макроекономским варијаблама или укупном стању економске активности добијају на значају у последњим годинама, а посебно у периодима великих криза, када је поуздана информација о интензитету ефекта одређене појаве или мере веома значајна за привредну активност. Оваква врста моделовања везује се за појам текућих пројекција (енгл. *nowcasting*), које управо служе за добијање прве процене о некој економској варијабли када званичан податак још увек није доступан. Једна од посебно корисних варијабли за процењивање методом текуће пројекције јесте БДП. Иако није без недостатака, БДП пружа најкомплетнију слику о стању економске активности у неком тренутку. Један од недостатака је свакако доцња у објављивању податка за текући временски период, ако се има у виду да је прва званична процена кретања БДП-а доступна месец дана након завршетка референтног тромесечја, при чему званична процена о кретању БДП-а током самог тромесечја не постоји. Модели који се користе за текућу прогнозу управо за циљ имају да превазиђу ове недостатке.

Једно од главних питања која се постављају приликом оцењивања оваквих модела јесте питање релевантних индикатора који на адекватан начин могу апроксимирати кретање БДП-а. Индикатори који су повољни за коришћење у овим моделима морају бити високо корелисани са индикатором БДП-а, али и учесталији и редовнији у објављивању. Управо због потребе за симултаним коришћењем података који имају различите фреквенције развијени су регресиони модели података мешовитих фреквенција – модели *MIDAS*. Поред њих, у економетријској анализи често се користе и динамички факторски модели (*DFM*), као и њихове комбинације.

Због потребе за што прецизнијом проценом кретања економске активности, у литератури и пракси је, поред званичних, све учесталије коришћење алтернативних индикатора. Алтернативни индикатори су најчешће *big data* подаци и, као такви, другачије су структурирани и најчешће значајно учесталији и благовременији од званичних. Ипак, рад с таквим подацима уводи нове комплексности у модел, а један од одговора на растућу компутативну комплексност оваквих модела јесте све чешће коришћење машинског учења, а посебно дубоког учења у сврху текуће пројекције.

У раду су оцењена два модела текуће пројекције – *MIDAS* и *LSTM*, од којих је први традиционални економетријски модел, а други модел дубоког учења. Модел су оцењивани коришћењем комбинације званичних и алтернативних индикатора као регресора, при чему је циљна варијабла за пројекцију био раст БДП-а. Оба модела на адекватан начин моделују динамику БДП-а на кратак рок, при чему се модел неуронске мреже *LSTM* показао као прецизнији, али и тежи за оцењивање и интерпретацију од модела *MIDAS*. Поред тога, будући да модел *LSTM* не пружа увид у појединачне доприносе коришћених варијабли, модел *MIDAS* је знатно кориснији у идентификацији окидача за промене БДП-а. Такође, увидом у структуру модела *MIDAS* може се закључити да су алтернативни индикатори статистички значајни за текуће пројекције БДП-а. Због коришћења алтернативних индикатора и природе макроекономских података, оба модела имају проблем малих узорака и последично прекомерног прилагођавања подацима, а с порастом базе података очекује се и да ће перформансе оба оцењена модела, а посебно модела дубоког учења, бити све боље.

Садржај:

1. Увод	10
2. Избор адекватних варијабли за потребе текуће прогнозе бруто домаћег производа	11
2.1. Званични месечни индикатори статистичког завода	12
2.2. Високофреквентни индикатори	14
2.2.1. Индикатор Гуглових трендова	15
2.2.2. Потрошња електричне енергије	16
2.3. Трансформација коришћених варијабли и провера стационарности и мултиколинеарности	17
3. Економетријски модел коришћен за текућу прогнозу.....	18
3.1. Преглед литературе.....	19
3.2. Теоријски оквир регресивних модела мешовитих фреквенцијских података	20
3.3. Оцена регресионог модела података мешовитих фреквенција.....	23
4. Модели машинског учења у економетрији	28
4.1. Неуронске мреже.....	30
4.1.1. Неуронске мреже <i>LSTM</i>	33
4.2. Оцена модела <i>LSTM</i>	34
5. Закључна разматрања.....	36
Литература	39

1. Увод

„Економиста је стручњак који ће сутра објаснити зашто се ствари које је предвидео јуче данас нису десиле.”

Лоренс Ц. Питер

Економска прогноза није егзактна наука, нити је увек најпрецизнија у резултатима истраживања, на шта алудира цитат с почетка овог рада. Неизвесност и разни ризици утичу на вероватноћу остварења пројектованог кретања одређене макроекономске варијабле. Што је дужи хоризонт предвиђања, пројекције су непоузданије, а исто важи и када је неизвесност висока, као што је случај у кризним периодима, када су, по правилу, макроекономске пројекције најпажљивије посматране и праћене. У кризним периодима, праћење званичних индикатора економске активности и њихових пројекција указује на вероватноћу продубљивања актуелне кризе или пак изласка из ње.

Проласком кроз кризу изазвану пандемијом вируса корона, која је непосредно праћена кризом изазваном ратом у Украјини, постало је евидентно да велики број индикатора економске активности није благовремен, што додатно отежава процес доношења одлука о адекватним мерама зарад очувања стабилног економског окружења. То је посебно тачно за индикатор економске активности у виду БДП-а, будући да су први ефекти ширења вируса корона на економску активност забележени већ у јануару (у виду транспортних проблема), док је индикатор БДП-а то потврдио тек крајем априла или почетком маја у највећем броју држава. Стога, значајна пажња у овом периоду усмерена је на моделе који се користе за тзв. текућу пројекцију БДП-а (енгл. *nowcasting*). Ови модели су већ дуги низ година део економске литературе, али посебно бивају корисни у време наглих заокрета економске активности, будући да дају брзу процену тренутног ефекта на БДП.

Приликом оцене модела који за циљ имају процену тренутног нивоа БДП-а, неопходно је адекватно одабрати објашњавајуће варијабле које ће бити садржане у моделу. Већ приликом одабира варијабли јављају се два проблема, од којих се први односи на то што велики број званичних индикатора чије је кретање корелисано с кретањем БДП-а такође има извесну доцњу у објављивању. Други проблем је то што се највећи број тих индикатора исказује у фреквенцији (најчешће месечно) која се разликује од тромесечног податка о БДП-у.

Текуће прогнозе се често ослањају на податке високе фреквенције, као што су дневни или недељни индикатори, како би се моделовала стварна економска активност у реалном времену. Прво поглавље овог рада управо се бави проблематиком одабира адекватних индикатора – и званичних, и оних из алтернативних извора, који готово по правилу имају краћу доцњу између завршетка референтног периода и објављивања прве процене резултата у датом периоду. Друго поглавље тиче се традиционалних економетријских метода који се фокусирају управо на решавање проблема различитих фреквенција зависне и објашњавајућих променљивих. У другом поглављу биће представљен оквир регресионих модела мешовитих фреквенција (*MIDAS*), уз оцену једног таквог модела на примеру српског БДП-а.

У значајном делу литературе представљене у раду аутори се осврћу на све већи број доступних економских индикатора које није објавио званични статистички завод неке државе. Експоненцијални раст доступности огромне количине података везује се за појам *big data* и односи се на велике, комплексне и разнолике скупове података који се генеришу из различитих извора. Ови подаци се генеришу великом брзином, обимни су (велика количина података) и разноврсни су (различити формати и типови података). Осим што се овакви подаци могу укључити у традиционалне економетријске моделе, њихово коришћење је пре свега присутно у различитим моделима машинског учења, а посебно подсегмента дубоког учења (енгл. *deep learning*). Треће поглавље односи се на развој и примену машинског учења у економетрији, с посебним освртом на моделе дубоког учења који се користе за текуће прогнозе. У овом поглављу такође је оцењен модел дубоког учења, тачније једне врсте рекурентне неуронске мреже. Неуронска мрежа се састоји од повезаних чворова односно неурона. Ови чворови сачињавају слојеве, укључујући улазни слој, један или више скривених слојева и излазни слој. Подаци теку кроз слојеве, активирајући функције у оквиру сваког неурона чији излази дају инпут о даљем коришћењу податка. Рекурентне мреже дозвољавају комуникацију која није искључиво једносмерна између слојева и чворова мреже. У раду је коришћена неуронска мрежа *LSTM* (енгл. *long short-term memory*), која је посебно погодна за моделовање временских серија ради текуће прогнозе БДП-а Србије.

У последњем, четвртном поглављу поређена су два оцењена модела за текућу прогнозу БДП-а, регресионог модела података мешовитих фреквенција и неуронске мреже *LSTM*, уз посебан осврт на начине побољшања коришћених модела.

Циљ рада јесте одабир адекватног скупа индикатора – и из званичних, и из алтернативних извора, за потребе проналажења оптималног модела за текућу прогнозу БДП-а Србије.

2. Избор адекватних варијабли за потребе текуће прогнозе бруто домаћег производа

Републички завод за статистику, као главни произвођач и дисеминатор статистичких података, објављује велики број саопштења, индикатора, билтена и сличних прегледа. Дуги низ година ово су били једини доступни подаци за потребе економске анализе и макроекономских пројекција. С временом придружили су се и различите мере сентимента и анализе субјективних очекивања економских субјеката (попут индикатора инфлационих очекивања и индекса *ESI*).

Осим индикатора који су базирани на анкетама, с појавом интернета појавио се и велики број индикатора који су постали доступни кроз интеракцију корисника са интернет страницама. Пример за то представљају индикатори претрага на интернет претраживачу Гугл, који ће бити коришћени у овом раду. За време пандемије вируса корона веома значајно је било праћење индекса *Google mobility*, који приказује трендове и промене у кретањима у одређеним регионима. Тема од посебног интереса у овом периоду када је у питању економска анализа био је утицај рестрикција уведених зарад спречавања ширења вируса на економску активност. *Ilin et al.* (2021) показали су да се

индикатори мобилности (попут Гугловог) могу користити за процену ефикасности нефармацеутских интервенција, као и предвиђање ширења вируса корона. Они су пронашли да су сами подаци о мобилности довољни за предвиђање инфекција вирусом корона на свим географским скалама – од округа и градова, преко држава и провинција, до земаља и на крају целог света. Поред тога, модели који искључују податке о мобилности имају знатно лошије перформансе, што указује на важну улогу података о мобилности као високофреквентног и алтернативног извора података у предвиђању.

У овом раду за потребе пројектовања БДП-а у кратком року и израду текуће прогнозе биће предложена четири званична месечна индикатора и пет алтернативних, високофреквентних индикатора.

2.1. Званични месечни индикатори статистичког завода

Циљ овог рада јесте проналажење најадекватнијег модела за потребе текуће и краткорочне прогнозе БДП-а. Најчешће коришћен индикатор економске активности јесте БДП, будући да представља укупну вредност свих добара и услуга произведених унутар граница земље током одређеног периода (обично годину дана).

У Србији, према производном приступу, највећи део БДП-а чини сектор услуга (51% у просеку у периоду 2016–2022), а затим сектор индустрије, који чини око 21% укупног БДП-а. Највећи део БДП-а из угла расхода чини лична потрошња, око 70% у просеку у периоду 2016–2022, док су приватне инвестиције у датом периоду чиниле око 16%, а државне око 5% у просеку. Нето извоз је под великим утицајем екстерних фактора, пре свега цене енергената и житарица, а условљен је и екстерном тражњом највећег трговинског партнера Србије – земаља Европске уније, а пре свега Немачке. У последњих седам година у свим годинама са изузетком 2016. нето извоз је забележио негативан допринос укупном БДП-у, и то у просеку –1,2 процентна поена.

БДП је кључни индикатор који користе владе, креатори политика, предузећа и економисти за праћење и анализу економских резултата и напретка земље. Као такав, има велики пондер у одлучивању о адекватности тренутних и смеру будућих економских политика, али и креирању економског сентимента. Завод за статистику први, прелиминарни податак о тромесечном остварењу БДП-а (тзв. брзу процену) објављује месец дана по завршетку референтног тромесечја (нпр. брза процена о остварењу у првом тромесечју објављује се последњег дана априла). Суштински, то би значило да се прва процена о стању привреде добија тек на крају четвртог месеца. С обзиром на значај овог индикатора, у економској литератури деценијама уназад улажу се велики напори за оцену модела који ће на адекватан начин предвидети кретање БДП-а у кратком року, али и оценити тренутно стање (текућа прогноза).

Статистички завод прикупља податке о индустријској производњи, трговини на мало и извозу и увозу робе на месечном нивоу. Први подаци о кретањима ових индикатора доступни су последњег дана у месецу који следи референтни месец (крајем фебруара за јануарско остварење). Чињеница да су ови подаци фреквентнији и ажуриранији од индикатора економске активности чини их погодним за процену

кретања укупног БДП-а, ако се покаже да они имају предиктивну моћ. Део овог рада бавиће се одабиром оптималног скупа индикатора за предвиђање динамике БДП-а.

Веза између индустријске производње и укупног кретања економске активности већ дуго је предмет истраживања. Ова веза била је посебно јака у периодима када је највећи део додате вредности управо и чинила она произведена у индустријском сектору, пре него што је примат преузео сектор услуга. Ипак, будући да велики број шокова који погађа индустријску производњу, како домаћих тако и екстерних, утиче и на економску активност у целини, динамика кретања овог индикатора и даље може пружити увид у кретање целокупне економске активности.

Stock & Watson (1988) су још осамдесетих година прошлог века оценили динамички факторски модел како би добили индекс који представља кретање укупне економске активности, а за потребе конструисања индекса коришћени су подаци о индустријској производњи, стварном личном доходу, производњи у прерађивачкој индустрији, трговини и запослености.

Посебно је занимљиво истраживање које је 2007. спровела ЕЦБ, а које се тиче утицаја доцње између завршетка референтног периода и објаве прве процене кретања индикатора. Када се занемаре разлике у кашњењу објављивања, закључили су да су подаци о стварним активностима (посебно индустријска производња) најважнији извор информација. Међутим, када се узме у обзир њихово мање благовремено објављивање, подаци о стварним активностима постају много мање релевантни, а њихово место заузимају анкетни подаци. У веома касним прогнозама БДП-а, које су рађене у последњем месецу одговарајућег тромесечја и након тога, подаци о индустријској производњи још увек садрже значајне информације (*Bańbura & Rűnstler, 2011*).

Интересантан је и рад ФЕД-а из Даласа, који при оцењивању модела не узима у обзир појединачно брзу процену или коначан податак о индикаторима економске активности, већ њихову комбинацију, као и разлику насталу ревизијом наведених података. Поента је илустрована моделом који користи месечну индустријску производњу, запошљавање и малопродају (*Koenig et al., 2003*).

У поменутих радовима *Stock & Watson* (1988), као и *Koenig et al.* (2003), поред индикатора индустријске производње коришћен је и индикатор трговине на мало за потребе оцене кретања укупне економске активности.

Занимљив је и рад Трезора САД, у којем је један од најбитнијих индикатора кретања економске активности динамика индекса малопродаје. Подаци о малопродаји се објављују средином месеца, а компонента малопродаје иде директно у обрачун БДП-а за то тромесечје. Ако су доступни само подаци за месец дана (за прогнозе на почетку референтног тромесечја), често се претпоставља да ће подаци за преостала два месеца тромесечја бити непромењени или ће се наставити забележен тренд (*Kitchen & Monaco, 2003*).

Такође, трговина на мало се показала као статистички значајан индикатор за текућу пројекцију БДП-а зоне евра коришћењем Калмановог филтера у моделима *bridge* (*Angelini et al., 2011*), као и за процену месечног БДП-а Канаде (*Mourougan, 2006*).

Многи радови бавили су се везом између спољне трговине и економске активности у целости, а један од познатијих радова јесте рад који је објавио *Balassa* (1985), у ком је наведено да је сврха укључивања извоза у производну функцију (заједно с капиталом и радном снагом) тестирање хипотезе да извозна оријентација подиже укупну факторску продуктивност путем повољних ефеката на ефикаснију алокацију ресурса, искоришћеност капацитета, економију обима и технолошке промене. Добијени резултати показују да је извоз знатно допринео стопи привредног раста, али и знатно побољшао моћ објашњења једначина.

Банка Француске је за потребе оцене месечног БДП-а користила модел *bridge*, чија спецификација садржи и варијабле извоза и увоза, имајући у виду да је услов за укључивање варијабле у модел барем месечна фреквенција и заостатак у објављивању мањи од два месеца након завршетка референтног периода. Осим званичних података који се тичу увоза и извоза, коришћени су и анкетни подаци Европске комисије. Што се тиче везе између званичних индикатора увоза и извоза и анкетних индикатора очекивања, веза са извозом прилично је директна, јер се ова варијабла односи на активност економских партнера Француске и, као таква, представља замену за екстерну тражњу упућену Француској. Веза са увозом је мање очигледна, али је јасно да ће већи увоз из Француске подстаћи активност трговинских партнера, а економски циклуси европских земаља прилично су усклађени. Приликом оцене модела, аутори су закључили да је спољнотрговинске варијабле изузетно тешко пројектовати због њихове јаке волатилности (*Barhoumi et al.*, 2012).

За потребе текуће и краткорочне прогнозе БДП-а Шпаније коришћен је динамички факторски модел у чијој је спецификацији наведено десет месечних индикатора, од којих се осам односи на реалну активност, а управо се ту налазе и увоз и извоз робе, као и два податка заснована на анкетама (*Arencibia Pareja et al.*, 2020).

2.2. Високофреквентни индикатори

У овом раду већ је било помена о значају благовремених података о кретању економске активности за креаторе политика и економске субјекте, којима је то најважнији инпут за доношење личних и пословних одлука. Циљ великог броја истраживања који се баве питањем процене нивоа БДП-а пре званичне објаве оствареног резултата јесте проналажење индикатора економске активности који добро апроксимирају ову меру, а мање касне између завршетка обрачунског периода и објаве податка. Ови индикатори су посебно значајни у периодима одступања од пројектованог или дугорочног раста, у кризним периодима или наглим експанзијама. Управо за време кризе изазване пандемијом вирусом корона као једно од главних истраживачких питања намеће се питање адекватних индикатора пословног циклуса. Као потенцијални кандидати наводе се већ поменути Гуглови трендови и *Google mobility index*, као и мере коришћења и производње електричне енергије, мере загађености ваздуха и сл. На бази коришћења неких од наведених индикатора оцењују се модели који за сврху имају управо оцену реалног раста БДП-а у датом тренутку. У овом раду се за потребе краткорочне пројекције БДП-а, између осталог, користе и индекси Гуглових трендова и потрошње електричне енергије.

2.2.1. Индикатор Гуглових трендова

Један од индикатора који се последњих година појављује у све већој мери као објашњавајућа варијабла у прогнози и оцени економске активности јесте индекс Гуглових трендова. Гуглови трендови (*trends.google.com*) омогућавају да приступимо динамици претраживања одређеног термина или категорије на одређеној територији у било ком тренутку, а сама база чува податке од 2004. године наовамо. Сам начин обрачуна индекса је специфичан, будући да вредности у бази не представљају обим претрага, већ су нормализоване и имају распон од 1 до 100, где 100 представља тачку с највећим интересовањем забележеним у референтном периоду. Једна од највећих предности коришћења Гуглових трендова јесте то што су подаци доступни у сваком тренутку у току обрачуноског периода за дотадашње остварење, односно у реалном времену.

Woloszko (2020) је у свом раду користио преко 200 категорија за потребе израде недељне процене БДП-а за земље *OECD*. Због природе неуронских мрежа, које добро моделују различите нелинеарне везе, није било потребе уносити било какву претпоставку о виду корелације између стопа раста БДП-а и Гуглових трендова. Посебан осврт у овом раду дат је чињеници да је појава високофреквентних индикатора (иако они можда нису креирани с макроекономским моделовањем у виду) управо омогућила коришћење техника дубоког учења које захтевају велику базу података за оптимално функционисање. Модел из наведеног рада успешно је сигнализирао ефекат који ће избијање пандемије имати на економску активност за 45 од 46 земаља *OECD* и свеукупно има нижу грешку предвиђања тромесечног БДП-а од бенчмарк ауторегресионог модела. Резултати из рада о очекиваном односу претрага и кретања БДП-а у складу су са интуицијом (на пример, веће претраге око категорије *инвестиције* могу сигнализирати већи раст БДП-а, док повећање претрага с категоријама *криза* и *рецесија* упућује на нижи раст).

Schmidt & Vosen (2009) су међу првима у свом раду представили нови индикатор за приватну потрошњу као компоненту БДП-а, заснован на Гугловим трендовима. Будући да је приватна потрошња појединачно најзначајнија компонента БДП-а, благовремено и прецизно одређивање њене динамике пружа увид у тренутно стање економске активности. *Wu & Brynjolfsson* (2015) су користили Гуглове трендове као објашњавајућу варијаблу у моделу који предвиђа цене некретнина, те наводе да се економска предвиђања из овог типа података базираног на интернет претрагама могу применити на свако тржиште код ког интернет претрага претходи трансакцији, чак и ако се сама трансакција не дешава у виртуелном простору. *Choi & Varian* (2012) наводе да тврдња која се износи у њиховом раду није у вези с предвиђањем будућности помоћу Гуглових трендова, већ за оцену садашњости, тиме зашавши у поље текућих пројекција. Гуглови трендови су такође коришћени за предвиђање кретања девизног курса (*Markiewicz et al.*, 2018), као и за превазилажење информационаих јазова код земаља у развоју (*Narita & Yin*, 2018).

Методологија одабира и обраде података Гуглових трендова посебно је интересантна код *Woloszko* (2020) и укључује коришћење категорија, а не индекса претрага креираних на бази кључних речи, што је случај и у овом раду. Поред тога, у

раду је извршена и њихова трансформација како би се решило неколико проблема у вези с начином прикупљања и приказивања података. Главни проблем са овим подацима јесте то што приказују релативну значајност претрага одређене категорије у односу на укупни број претрага, која је затим помножена константом тако да у сваком тренутку индекс за период када је претрага тог појма била најзначајнија износи 100, односно:

$$SVI_{ct} = \frac{SV_{ct}}{SV_{T_t}} * C_c, \quad (1)$$

где је SVI_{ct} релативни удео претрага по категорији c у периоду t . У овој једначини само именилац, тј. укупан број претрага, зависи искључиво од периода t . Проблем са оваквим начином обрачуна индекса представља чињеница да се с растом укупног броја претрага неминовно смањује релативни удео релевантних категорија, те се на тај начин уводи пристрасност у моделовању. Трансформацијом (1) добијамо:

$$svi_{ct} = \log(SVI_{ct}) = sv_{ct} - sv_{T_t} + c_c. \quad (2)$$

Имајући у виду да је SV_{T_t} непромењен за све категорије у периоду t , можемо га изоловати коришћењем анализе главних компонената над логаритмованим серијама SVI , којима је помоћу *HP* филтера изолован тренд. Добијена прва компонента је затим прерачуната тако да има исту средњу вредност и стандардну девијацију као просек логаритмованих SVI и одузета од логаритмованих SVI . Извршена је трансформација у виду коришћења међугодишњих стопа раста како би се превазишао проблем сезоналности, а индикатори су са извора преузети у виду месечних индекса.

У овом раду су као потенцијални регресори коришћене категорије *пословање и индустрија, финансије, некретнине и путовања*.

2.2.2. Потрошња електричне енергије

Осим Гуглових трендова, од високофреквентних индикатора као потенцијални регресор предложена је варијабла која се односи на потрошњу струје. За потребе прикупљања података о потрошњи струје на територији Србије коришћена је платформа *ENTSO-E Transparency Platform* (енгл. *European Network of Transmission System Operators for Electricity*), која представља заједнички подухват 39 званичних европских оператера преносног система (ОПС), у који је укључена и Електро mreжа Србије. ОПС су субјекти који раде независно од других учесника на тржишту електричне енергије и одговорни су за њен пренос на главним високонапонским електричним мрежама. ОПС омогућавају приступ мрежи учесницима на тржишту електричне енергије и гарантују безбедан рад и одржавање система. Између осталог, чланством у *ENTSO-E*, ОПС се обавезују на достављање одређених података који су потом јавно доступни на страници. У оквиру јавно доступних података налази се и податак о стварном укупном оптерећењу на подручју деловања ОПС у току једног часа, при чему тај податак мора бити достављен најкасније један час по завршетку обрачуноског периода, што га такође чини благовременим. Податке је могуће преузети директно с платформе или коришћењем *API*, као ефикаснију опцију за преузимање и

обраду великих база података попут ове. У овом раду подаци су преузети коришћењем R софтвера и из сатних трансформисани у месечне износе.

Поставља се питање релевантности укључивања овог податка у моделе за пројекције стопе раста БДП-а, односно оправданости коришћења потрошње струје као индикатора економске активности. Невелики број радова објављен је на ову тему, а један од њих бавио се, између осталог, везом између индустријске производње и потрошње струје. *Sun & Anwar* (2015) су, користећи Јохансенову методологију коинтеграције, закључили да постоји статистички значајна дугорочна веза када су у питању потрошња електричне енергије, индустријска производња и предузетништво, на примеру Сингапура.

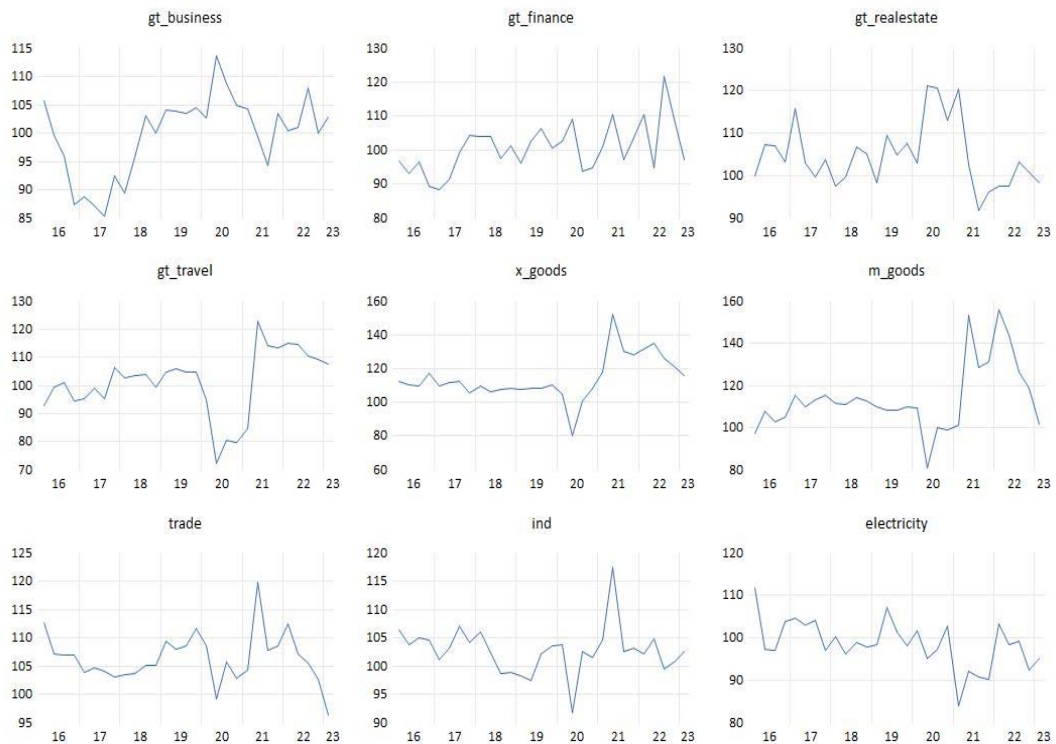
Емпиријски посматрано, у Србији индустрија потроши преко 30% укупне расположиве електричне енергије (извор: Енергетски биланси за 2021. годину). Може се, на пример, претпоставити да се волатилност потрошње енергије може приписати шоковима који погађају индустријску производњу, пошто становништво сачињава велики број малих домаћинстава чија би потрошња електричне енергије требало да буде релативно стабилна. Ипак, имајући у виду да се овај рад бави пројекцијом укупне економске активности, није неопходно дезагрегирати укупну потрошњу електричне енергије, већ само утврдити да ли је она као таква статистички значајна објашњавајућа променљива у текућим и краткорочним пројекцијама БДП-а.

2.3. Трансформација коришћених варијабли и провера стационарности и мултиколинеарности

Подаци коришћени у овом раду трансформисани су у индексе који описују међугодишњу динамику када су у питању и тромесечни и месечни подаци. Као што је наведено, сатни подаци о потрошњи електричне енергије агрегирани су у месечне износе, а затим трансформисани у међугодишње индексе. Графички прикази серија указују на потенцијалну стационарност око константе.

Формална примена ADF теста без додатих доцњи којим се тестира стационарност око ненулта константе, уз ниво значајности од 5%, указује на то да су серије заиста стационарне око константе.

Слика 1. Графички приказ независних варијабли



Поред тога, потребно је проверити да ли у оквиру базе података постоји проблем мултиколинеарности. Свакако је очекивано да ће постојати одређена количина корелисаности између индикатора, ако се узме у обзир да постоји велики број фактора који утичу на динамику свих наведених индикатора, махом из екстерног окружења (цене производа које се одређују на светском тржишту, попут житарица и нафте, степен екстерне тражње, увозна инфлација, итд.), али и домаћег (попут стопе инфлације). На основу анализе мултиколинеарности можемо закључити да постоји висок степен корелације извоза и увоза добара, што је донекле и очекивано, али и између ових варијабли и индекса Гуглових трендова који се тиче путовања. На ове варијабли и њихову интеракцију треба обратити пажњу приликом конструисања модела.

3. Економетријски модел коришћен за текућу прогнозу

Приступ смањења великог броја променљивих или временских серија на само неколико фактора први пут је поменут 1946. године (*Burns & Mitchell*, 1946), а тиче се анализе пословних циклуса. Наиме, чак и тада је дефинисано да, иако постоји велики број индикатора који могу да се крећу проциклично или контрациклично у односу на фазу у којој се економија налази, и даље постоји одређена општа тенденција ка рецесији или експанзији, што није нужно приметно на начин на који је број незапослених или удео ненаплативих кредита. Поред тога, ови показатељи укупне економске активности могу бити истовремени (указујући на тренутно стање економије), водећи (указујући на

правац будућег кретања) и индикатори који касне (потврђују тенденције које су већ у току или су се десиле). Када је реч о тренутној пројекцији било које променљиве, за успех предвиђања неопходно је одредити скуп објашњавајућих променљивих које најбоље описују кретање променљиве коју предвиђамо. Идеалне променљиве за употребу у овим моделима биле би истовремене и водеће, и оне које предвиђају тренутна или будућа кретања с великом прецизношћу. Истовремени показатељи су од посебног значаја ако је период кашњења у објављивању вредности индикатора краћи него у променљивој која се моделује.

Избор потенцијалних регресора из претходног поглавља заснива се на принципу истовремених показатеља који имају краћи период кашњења и водећих показатеља који указују на будуће промене економске активности. Радови који су користили индекс малопродаје означили су га као водећи индикатор, у смислу да указује на промене које се тек развијају у економији. Такође можемо додати Гуглове индексе и потрошњу електричне енергије, поред малопродајног индекса, као водеће индикаторе, док су индустријска производња и извоз и увоз робе истовремени показатељи који имају релативно кратак период кашњења у односу на податке о БДП-у.

3.1. Преглед литературе

Један од најзаступљенијих модела за оцену текућег кретања БДП-а јесте моделовање помоћу регресионих модела података мешовитих фреквенција (енгл. *MIDAS – mixed data sampling*). Моделовање података на овај начин први пут је уведено у раду *Ghysels et al. (2002)*, у ком су представљене предности овог приступа за податке мешовитих фреквенција. Како наводе, типични регресиони модели до тог тренутка подразумевају коришћење временских серија које су прикупљане у редовним и једнаким временским интервалима. Међутим, често је случај да су информације од значаја садржане у индикаторима с високом фреквенцијом, док су серије које треба моделовати ниже фреквенције, а као типичан пример наводе се макроекономски подаци и потенцијал моделовања тромесечних података о БДП-у на основу месечних индикатора.

Armesto et al. (2010) су у свом раду поставили питање најефикаснијег приступа моделовању мешовитих података. Закључили су да се у моделима који се ослањају на велики број објашњавајућих варијабли, због проблема великог броја потенцијалних параметара, могу боље показати „штедљивији” модели, односно модели агрегације и регресиони модели података мешовитих фреквенција, а да је предност регресионих модела података мешовитих фреквенција чињеница да он дозвољава и пројекције унутар самог периода.

Ghysels et al. су такође поставили питање оправданости укључивања финансијских података (који имају значајно већу фреквенцију од макроекономских варијабли) у макроекономске пројекције. Премиса је да велики број дневних финансијских временских серија садржи информације значајне за даље кретање економске активности које су изгубљене агрегацијом. Модели коришћени у раду показују да је хипотеза тачна,

односно да се коришћењем варијација регресионих модела података мешовитих фреквенција уз регресоре из финансијског сектора добија поузданија пројекција.

Frale & Monteforte (2010) су у свом раду комбиновали два приступа и предложили факторски модел с мешовитом фреквенцијом, где се високофреквентни индикатори третирају приступом регресионих модела података мешовитих фреквенција (*FaMIDAS*). Закључили су да овакви модели дају добре процене месечног БДП-а и краткорочне тромесечне пројекције.

3.2. Теоријски оквир регресивних модела мешовитих фреквенцијских података

Теоријски оквир је преузет из радова *Ghysels et al.* (2004), *Ghysels et al.* (2016) и *Sinko* (2008).

Регресиони модели података мешовитих фреквенција не могу бити ауторегресиони модели због природе *AP* модела која захтева једнакост у фреквенцијама, али су најсличнији моделима дистрибуираног кашњења.

Прост регресиони модел података мешовитих фреквенција има следећу структуру:

$$Y_t = \beta_0 + B(L^{1/m}, \theta)X_t^{(m)} + \varepsilon_t^{(m)}, \quad (3)$$

при чему m означава колико је учесталост објашњавајуће варијабле већа од зависне варијабле, те би у случају моделовања годишњих података уз тромесечне објашњавајуће променљиве m износило 4. Даље,

$$B(L^{1/m}, \theta) = \sum_{k=0}^K B(k, \theta)L^{k/m} \quad (4)$$

$$L^{1/m}X_t^{(m)} = X_{t-1/m}^{(m)} \quad (5)$$

математички би постојала једнакост између $L^{k/m}$ коефицијента помноженог са $X_t^{(m)}$ и вредности $X_t^{(m)}$ са k/m доцњи. У примеру с годишњим и тромесечним фреквенцијама то значи да је овогодишња вредност Y_t пројектована на базу података с тромесечним подацима о вредности $X_t^{(m)}$ све до K -тог тромесечја уназад. Теоријски, број параметара за оцењивања из полинома $B(L^{1/m})$ је коначан за потребе поједностављивања, али ако се узме у обзир да је потребно оценити по један b_k за сваки од периода, у случају високофреквентних података (дневних или сатних) то је изузетно велики скуп параметара за оцењивање. Емпиријски, овај проблем се иницијално третирао агрегацијом високофреквентних података, како би њихова учесталост била истог реда као код нискофреквентне, зависне варијабле, у недостатку модела који дозвољавају постојање различитих фреквенција. Приступ агрегације значио би занемаривање неких потенцијално значајних информација трансформацијом серија. Како би се тај проблем превазишао, у регресионим моделима података мешовитих фреквенција уводи се вектор θ у функцији од којег се оцењују параметри модела. Постоји неколико потенцијалних спецификација $B(L^{1/m}, \theta)$ које се могу користити за оцењивање параметара модела. Поред тога, коришћење параметарске функције $B(L^{1/m}, \theta)$ омогућава и ефикаснији избор доцњи које треба укључити у модел. Избором адекватне форме вектора θ заправо

се омогућава да избор броја доцњи буде наметнут структуром самих података (Sinko, 2008).

У матричној репрезентацији, пример регресионог модела података различитих фреквенција у ком је зависна променљива y_t тромесечна и чију динамику моделујемо коришћењем доцњи саме зависне променљиве и месечне променљиве x_τ и њених доцњи, има следећу форму:

$$\begin{bmatrix} y_2 \\ \vdots \\ y_n \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} y_1 \\ \vdots \\ y_{n-1} \end{bmatrix} \alpha_1 + \begin{bmatrix} x_6 & \dots & x_1 \\ \vdots & \vdots & \vdots \\ x_{3n} & \dots & x_{3n-5} \end{bmatrix} \begin{bmatrix} \beta_0 \\ \vdots \\ \beta_5 \end{bmatrix} + \begin{bmatrix} \epsilon_2 \\ \vdots \\ \epsilon_n \end{bmatrix} \quad (6)$$

Дакле, у сваком тромесечју t , ако се има у виду да је $m = 3$, зависна променљива y_t линеарна је комбинација варијабли x_{3t} , x_{3t-1} , x_{3t-2} из текућег тромесечја m , и y_{t-1} и $x_{3(t-1)}$, $x_{3(t-1)-1}$, $x_{3(t-1)-2}$ из претходног тромесечја $t - 1$.

На овај начин се врши својеврсно усклађивање фреквенција, будући да је високофреквентна варијабла x_τ трансформисана у вектор ниже фреквенције $(x_{3t}, \dots, x_{3t-5})^T$. Треба приметити да је за ову врсту трансформације неопходно да број опсервација у варијабли x_τ буде тачно $3n$. У случајевима који су чести у пракси, а који се тичу тзв. недостајућих рубова, односно кашњења и различитих времена објављивања званичних података, потребно је или користити избалансиране званичне податке или оценити недостајуће вредности помоћу модела или применом Калмановог филтера.

С друге стране, ако бисмо у модел из (6) желели да додамо још једну објашњавајућу, високофреквентну променљиву z , која се објављује на недељном нивоу, потребно је проширити модел. Коришћење недељних података (као и дневних података и података о радним данима) указује на још једно ограничење регресионих модела различитих фреквенција, а које се односи на то што ови модели не трпе варијације у броју опсервација у оквиру једног обрачунског периода m који се односи на зависну променљиву. То значи да сваки месец мора строго имати четири недеље, односно у овој илустрацији свако тромесечје мора имати 12 недеља. У случају варијабле z_τ вредност m за потребе усклађивања фреквенција износи 12. Поред горепомнутих варијабли и доцњи, моделу додајемо опсервације z_{12t} , z_{12t-1} , \dots , z_{12t-11} из текућег тромесечја m и $z_{12(t-1)}$, $z_{12(t-1)-1}$, \dots , $z_{12(t-1)-11}$ из претходног тромесечја $t - 1$. Односно, у матричној форми:

$$\begin{bmatrix} y_2 \\ \vdots \\ y_n \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} y_1 \\ \vdots \\ y_{n-1} \end{bmatrix} \alpha_1 + \begin{bmatrix} x_6 & \dots & x_1 \\ \vdots & \vdots & \vdots \\ x_{3n} & \dots & x_{3n-5} \end{bmatrix} \begin{bmatrix} \beta_0 \\ \vdots \\ \beta_5 \end{bmatrix} + \begin{bmatrix} z_{24} & \dots & z_1 \\ \vdots & \vdots & \vdots \\ z_{12n} & \dots & z_{12n-23} \end{bmatrix} \begin{bmatrix} \gamma_0 \\ \vdots \\ \gamma_{23} \end{bmatrix} + \begin{bmatrix} \epsilon_2 \\ \vdots \\ \epsilon_n \end{bmatrix} \quad (7)$$

Фреквенције неке високофреквентне варијабле x_τ у општем случају усклађујемо трансформацијом у нискофреквентни вектор $(x_{tm_i}^{(i)}, x_{tm_i-1}^{(i)}, \dots, x_{tm_i-l}^{(i)})^T$, при чему добијемо матричну репрезентацију општег модела у следећој форми:

$$\begin{bmatrix} y_l \\ \vdots \\ y_n \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} y_{l-1} & \cdots & y_{l-p} \\ \vdots & \vdots & \vdots \\ y_{n-1} & \cdots & y_{n-p} \end{bmatrix} \begin{bmatrix} \alpha_1 \\ \vdots \\ \alpha_p \end{bmatrix} + \sum_{i=0}^k X^{(i)} \begin{bmatrix} \beta_0^{(i)} \\ \vdots \\ \beta_l^{(i)} \end{bmatrix} + \begin{bmatrix} \epsilon_l \\ \vdots \\ \epsilon_n \end{bmatrix} \quad (8)$$

$$X^{(i)} := \begin{bmatrix} x_{um_i}^{(i)} & x_{um_i-1}^{(i)} & \cdots & x_{um_i-l}^{(i)} \\ x_{(u+1)m_i}^{(i)} & x_{(u+1)m_i-1}^{(i)} & \cdots & x_{(u+1)m_i-l}^{(i)} \\ \vdots & \vdots & \cdots & \vdots \\ x_{tm_i}^{(i)} & x_{tm_i-1}^{(i)} & \cdots & x_{tm_i-l}^{(i)} \\ \vdots & \vdots & \cdots & \vdots \\ x_{(n-1)m_i}^{(i)} & x_{(n-1)m_i-1}^{(i)} & \cdots & x_{(n-1)m_i-l}^{(i)} \\ x_{nm_i}^{(i)} & x_{nm_i-1}^{(i)} & \cdots & x_{nm_i-l}^{(i)} \end{bmatrix}, \quad (9)$$

где је n број опсервација зависне варијабле, m је фреквенција, p је број доцњи зависне варијабле који је укључен у модел, а u је најмањи цео број за који важи $um_i - l > 0$ и $u > p$.

Приликом дефинисања регресионог модела података мешовитих фреквенција уведен је појам параметарских функција. Избор адекватне функције параметарског ограничења доводи до пожељнијих исхода када су у питању перформансе модела. Функција параметарског ограничења и усклађивање фреквенције јесу међузависни концепти, помоћу којих се дефинише веза између високофреквентних и нискофреквентних променљивих на одговарајући начин. Циљ је да се што боље апроксимира однос између ових варијабли упркос њиховим различитим фреквенцијама.

Функција параметарског ограничења игра кључну улогу у постизању усклађивања фреквенција. Она одређује функционални облик односа између високофреквентних и нискофреквентних варијабли. Наметањем одговарајућих ограничења функција осигурава да су високофреквентне информације на одговарајући начин мапиране у домен ниске фреквенције.

Функција параметарског ограничења пружа оквир за дефинисање како варијабла ниске фреквенције зависи од вредности или доцњи високофреквентне променљиве. Функција успоставља везу између два различита домена фреквенција и омогућава смислено тумачење и анализу односа између варијабли посматраних на различитим фреквенцијама.

Постоји више потенцијалних функција параметарског ограничења које могу бити коришћене приликом моделовања, а експоненцијални полином Ширли Алмон, бета функција (аналогна функцији вероватноће), Гомперцова функција, логаритамска Кошијева функција само су неке од њих. За потребе прогнозе БДП-а која је наведена у наставку овог рада коришћена је експоненцијална функција доцње Ширли Алмон (Almon, 1965).

Ова параметарска функција почива на Вајерштрасовој теореме. Према Вајерштрасовој теореме о екстремној вредности (познатој и као теорема о екстремној вредности), коришћеној у математичкој анализи, ако је функција $f(x)$ непрекидна на затвореном интервалу $[a, b]$, тада $f(x)$ има максималну и минималну вредност на том интервалу најмање једном. Даље, та функција може се апроксимирати полиномом $p(x)$ неког реда P . Узмимо за пример следећи модел:

$$y_t = \beta_0 x_t + \beta_1 x_{t-1} + \beta_2 x_{t-2} + \dots + \beta_n x_{t-n} + u_t, \quad (10)$$

$$t = 1, 2, \dots, T.$$

Применом Вајерштрасове теореме Ширли Алмон је дошла до закључка да се параметри $\beta_0, \beta_1, \dots, \beta_n$ могу апроксимирати следећим полиномом реда P :

$$\beta_i = a_0 + a_1 i + a_2 i^2 + \dots + a_p i^P. \quad (11)$$

Односно, заменом (11) у (10),

$$y_t = a_0 x_t + (a_0 + a_1 + a_2 + \dots + a_p) x_{t-1} + (a_0 + 2a_1 + 4a_2 + \dots + 2^P a_p) x_{t-2} + \dots$$

$$+ (a_0 + n a_1 + n^2 a_2 + \dots + n^P a_p) x_{t-n} + u_t \quad (12)$$

при чему важи:

$$y_t = a_0 z_{0t} + a_1 z_{1t} + a_2 z_{2t} + \dots + a_p z_{pt} + u_t$$

$$z_{0t} = (x_t + x_{t-1} + x_{t-2} + \dots + x_{t-n})$$

$$\vdots$$

$$z_{pt} = (x_{t-1} + 2^P x_{t-2} + \dots + n^P x_{t-n}) \quad (13)$$

Коришћење полинома Ширли Алмон приликом оцене регресионог модела података различитих фреквенција своди иницијални модел с великим бројем високофреквентних параметара и њихових доцњи на модел с мањим бројем параметара за оцењивање.

3.3. Оцена регресионог модела података мешовитих фреквенција

Када је у питању оцена регресионог модела података мешовитих фреквенција, користе се стандардни статистички тестови за утврђивање валидности и адекватности модела. Већ је утврђено да су и зависна променљива (међугодишњи индекс раста БДП-а), као и сви потенцијални регресори (извоз и увоз робе, трговина на мало и индустријска производња, као и индекси Гуглових трендова и потрошње електричне енергије), стационарни и не постоји значајан проблем мултиколинеарности. Ипак, због релативно малог узорка (29 тромесечних података и по 85 месечних за сваки од потенцијалних регресора) неопходно је изабрати адекватне променљиве за модел. Такође, модел је оцењен на основу периода Т1 2016 – Т4 2021, док је последњих шест тромесечја коришћено за проверу валидности прогнозе. Иницијално, укључене варијабле су били званични индикатори статистичког завода, као и индекс потрошње електричне енергије. Итеративним поступком, праћењем Акаикеовог критеријума, показало се да је најбољи комплемент званичним подацима Гуглов индекс који се

односи на пословне теме (*gt_business*), као и индекс који се тиче интересовања за тему финансија (*gt_finance*), као и већ присутан индекс потрошње електричне енергије.

Специфичност регресионог модела мешовитих фреквенција (као и свих модела који се баве текућом прогнозом БДП-а) јесте то што је примарни показатељ успешности модела корен средње квадратне грешке прогнозе (енгл. *RMFE – root mean forecast error*), чак и по цену укључивања регресора који према *p*-вредности нису статистички значајни. Такође, праћењем СКГП и Акаикеовог критеријума било је потребно одлучити да ли је значајнији допринос већег броја варијабли наспрам већег броја доцњи. Као што је представљено у теоријском осврту, број доцњи укључених у модел није једнак броју параметара модела, будући да се утицај појединачних варијабли и њихових доцњи оцењује помоћу параметарске функције, у овом случају функције полинома Ширли Алмон. Имајући у виду да су коришћени месечни подаци, а моделује се тромесечни податак о БДП-у, одабран је полином трећег реда. Поред тога, сама процедура има опцију аутоматског одабира значајних доцњи, будући да моделска спецификација не прати неки већ објављени модел, па није ограничена претходно одабраним бројем доцњи, већ се у модел укључују само доцње које се покажу као статистички значајне на датом узорку. Иницијални модел укључивао је све дате потенцијалне регресоре, а принципом праћења СКГП заједно са статистичком значајношћу датог регресора, итеративно су искључивани регресори, све док није одабрана крајња моделска спецификација. С тим у вези, модел који показује најбоље перформансе на бази предложених индикатора јесте следећи модел:

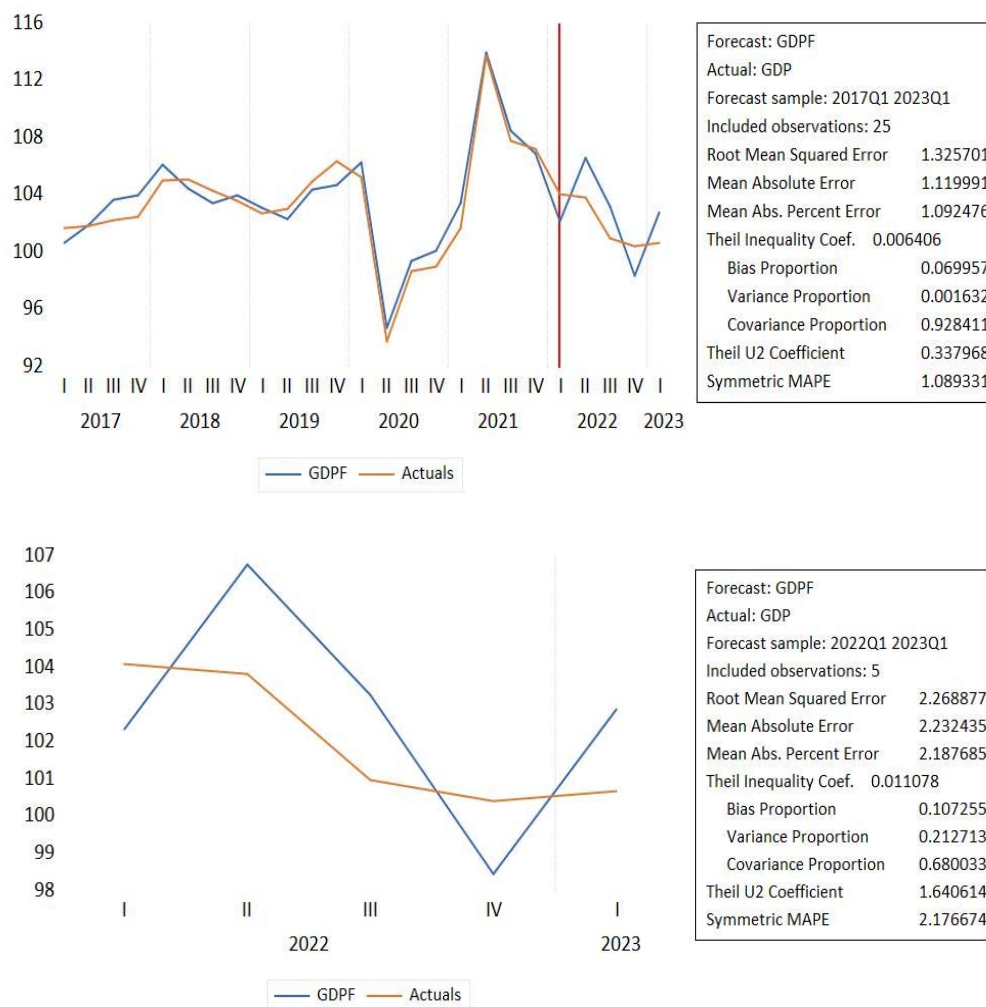
Слика 2. Оцењени регресиони модел података мешовитих фреквенција

Variable	Coefficient	Std. Error	t-Statistic	Prob.
GDP(-1)	0.701371	0.080774	8.683141	0.0000
Page: GT_BUSINESS Series: GT_BUSINESS Lags: 4				
PDL01	0.127017	0.224591	0.565549	0.5821
PDL02	0.075517	0.203254	0.371540	0.7167
PDL03	-0.041929	0.040506	-1.035135	0.3210
Page: IND Series: IND Lags: 5				
PDL01	-0.700033	0.173006	-4.046296	0.0016
PDL02	0.845103	0.144796	5.836520	0.0001
PDL03	-0.161418	0.025421	-6.349781	0.0000
Page: ELECTRICITY Series: ELECTRICITY Lags: 4				
PDL01	-0.242987	0.166338	-1.460801	0.1698
PDL02	0.301689	0.162097	1.861158	0.0874
PDL03	-0.068253	0.033511	-2.036719	0.0644
R-squared	0.939454	Mean dependent var	103.5311	
Adjusted R-squared	0.894044	S.D. dependent var	3.829498	
S.E. of regression	1.246536	Akaike info criterion	3.581570	
Sum squared resid	18.64624	Schwarz criterion	4.077498	
Log likelihood	-29.39727	Hannan-Quinn criter.	3.698396	
Durbin-Watson stat	2.074969			

Финални модел укључује једну доцњу зависне варијабле ($GDP(-1)$), Гуглов тренд индекс за категорију *Business* ($GT_BUSINESS$) с четири одабране доцње, индекс индустријске производње с пет одабраних доцњи (IND), као и индекс потрошње електричне енергије ($ELECTRICITY$) с четири одабране доцње. Све објашњавајуће варијабле су месечне фреквенције, док је зависна варијабла квартална. Дакле, укупно 13 параметара оцењено је помоћу девет коефицијената Ширли Алмон.

Одабрани модел има следеће перформансе када је у питању грешка унутар узорка који је оцењиван и ван њега:

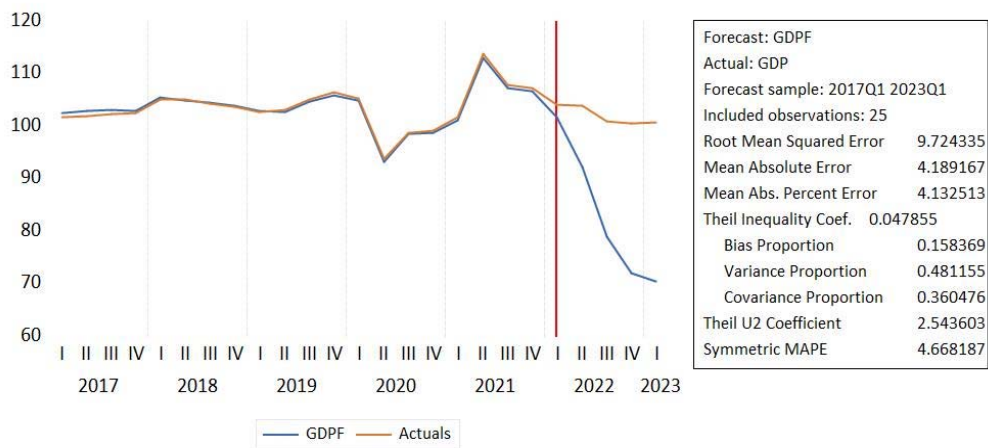
Слика 3. Пројекције оцењеног модела *MIDAS* и ванузорачке пројекције модела



Иако појединачно индикатор Гуглових трендова коришћен у моделу није статистички значајан, његово искључивање се показало као неповољно по перформансе ванузорачке прогнозе. Потенцијални разлози одсуства статистичке значајности огледају се у томе што је у питању релативно мали узорак за модел ове величине, затим и начина на који се прикупљају подаци о Гугловим трендовима (иако је то делимично

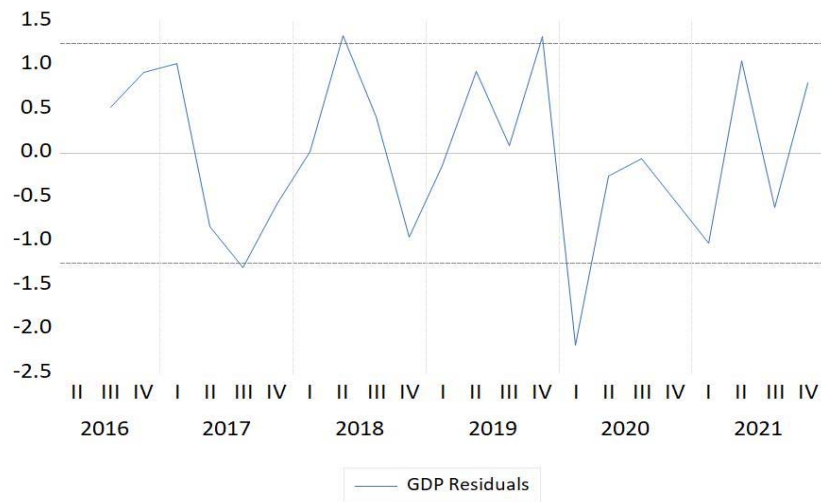
неутрализовано узимањем стопа раста), али и чињеницом да стопа корелација између кретања овог индекса и индекса индустријске прогнозе, иако недовољно висока да сама по себи буде проблематична, ипак није занемарљива (-0,4). Даље, регресиони модели података мешовитих фреквенција оцењени на овако малом узорку генерално имају проблем прекомерног прилагођавања подацима (енгл. *overfitting*), односно тенденцију да „запамте” податке уместо да апстрахују најзначајније релације, што се огледа у значајно мањој грешци унутар узорка, уз лошију пројекцију и већу грешку пројекције ван узорка. Искључивање индекса претраживања пословних тема доводи до знатно лошије ванузорачке прогнозе и присутнијег проблема прекомерног прилагођавања подацима, а с обзиром на то да је главни циљ модела што прецизнија текућа прогноза, оправдано је укључити варијаблу која доприноси смањењу СКГП, иако сама по себи није нужно значајна за објашњавање динамике зависне варијабле. Осим тога, ако упоредимо одабрани модел који садржи две варијабле које нису званични месечни индикатори економске активности с моделом који садржи само индикаторе које објављује статистички завод, видимо да је укључивање Гуглових трендова и потрошње струје у модел довело до боље ситуације када је у питању овај проблем, али и смањило грешку прогнозе. У наставку можемо видети перформансе регресионог модела података мешовитих фреквенција који као регресоре садржи извоз и увоз робе, трговину на мало и индустријску производњу као регресоре, у коме је евидентан проблем прекомерног прилагођавања подацима.

Слика 4. Пројекције алтернативног регресионог модела података мешовитих фреквенција

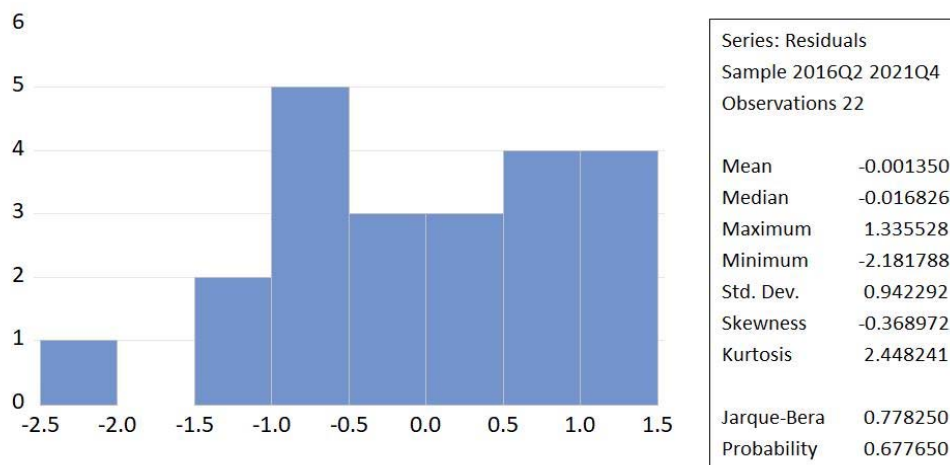


Даља провера адекватности модела огледа се у провери моделских резидуала за одабрани модел, чија је спецификација претходно приказана на Слици 2 у овом делу.

Слика 5. Резидуали оцењеног регресионог модела података мешовитих фреквенција



На основу графикана може се претпоставити да су резидуали нормално расподељени, што се даље може проверити коришћењем *Jarque-Bera* теста нормалности. Резултати тестирања за одабрани регресиони модел података мешовитих фреквенција дати су у наставку.

Слика 6. *Jarque-Bera* тест нормалности резидуала за оцењени регресиони модел података мешовитих фреквенција

P -вредност за *Jarque-Bera* тест нормалности указује на неодбацивање нулте хипотезе о нормалности резидуала.

4. Модели машинског учења у економетрији

Специфичност поља машинског учења делом се огледа у томе што не постоји конкретан преглед историјата и развоја дисциплине (*Plasek, 2016*). Аутор износи врло интересантну тврдњу која се тиче природе дисциплине, а то је чињеница да системи машинског учења обично имају статус експеримента, јер се користе и као потврда и као противтежа ономе што знамо. Ипак, зачетак дисциплине обично се везује за психолога Франка Розенблата са Универзитета Корнел, који је на основу идеја о начину функционисања нервног система, створио машину за препознавање слова. Машина, названа перцептрон сматра се прототипом савремених неуронских мрежа (*Fradkov, 2020*).

Према *Murphy (2012)*, циљ машинског учења је аутоматизација процеса проналажења образаца у подацима, на начин да ти обрасци релативно добро предвиђају будућа кретања варијабли од интереса. Потреба за оваквом врстом моделовања јавила се с растућом количином доступних података, односно иде руку под руку с концептом *big data*, који се сматра првом прекретницом у машинском учењу. Друга прекретница везује се за трошкове обраде огромне количине података у све комплекснијим системима, без адекватних процесора. Решење су пронашле компаније Гугл и Хадуп. Трећа прекретница је експлозивни раст дубоког учења.

Без обзира на мањак систематизације у овом пољу због његовог експлозивног раста *Alzubi et al. (2018)* издваја неколико кључних догађаја који су дефинисали развој дисциплине, од којих су неки формулисање Туринговог теста, представљање концепта вештачке интелигенције, затим алгоритма за представљање шаблона, победа ИБМ-овог компјутера над Гаријем Каспаровим у шаху и креирање неуралних мрежа које препознају патерне и лица.

Уз растућу комплексност модела у економетрији, што је природна последица усложњавања међуделовања различитих економских субјеката због појаве интернета, безготовинске и онлајн трговине и сличних обележја времена у ком живимо, као и све веће доступности база података, дошло је и до потребе да се постојећи модели унапреде и учине ефикаснијим. Један од начина јесте увођење машинског учења у економетрију, које можемо дефинисати као могућност система да учи из података на начин који ће обезбедити аутоматизацију процеса изградње модела и ефикасније решавати настале проблеме (*Janiesch et al., 2021*).

Машинско учење подразумева примену алгоритама који итеративно уче из података специфичних за проблем, тиме омогућивши увид у релације и обрасце за које нису експлицитно програмирани. Можемо разликовати више видова машинског учења: надгледано учење (енгл. *supervised learning*), ненадгледано учење (енгл. *unsupervised learning*) и појачано учење (енгл. *reinforcement learning*) (*Sarker, 2021*). Надгледано учење подразумева обезбеђивање инпута и оутпута тако да омогући да алгоритам увиди постојеће везе и креира адекватан модел који описује те везе. Ненадгледано учење захтева да алгоритам сам пронађе структуру у базама података које ни на који начин нису обележене. Појачано учење укључује динамично окружење, где алгоритам добија повратну реакцију из система након обављене радње, а циљ је максимизација позитивне

повратне реакције. У оквиру машинског учења налази се и дубоко учење (енгл. *deep learning*), које је фокус овог рада.

Генерално посматрајући, за израду модела машинског учења неопходне су нам три ствари:

- инпути, тј. подаци које је потребно анализирати (на пример, ако анализирамо сентимент, потребни су нам текстуални подаци на основу којих оцењујемо присутан сентимент);
- примери очекиваних оутпута, тј. резултати које очекујемо да добијемо из података (текстуални подаци на основу којих анализирамо сентимент морају имати придружене оцене сентимента);
- начин на који меримо успешност алгорита, односно разлику између оцењене и стварне вредности на основу које ће се начин функционисања алгорита прилагођавати (ово је заправо део који се односи на „учење” у машинском учењу).

Заправо, сви ови елементи су присутни и у класичном моделовању, али то не значи нужно да је на сваки економетријски проблем могуће применити неку од метода машинског учења. Уз примену адекватног модела, свакако се добијају задовољавајући резултати када је у питању моделовање података присутних у узорку, будући да ће модел „научити” како да препозна присутне обрасце. Међутим, упитно је да ли ће модел бити ефикасан у предвиђању вредности које се налазе ван узорка на којем је трениран. Наиме, модели машинског учења (а посебно дубоког учења) веома су склони проблему прекомерног прилагођавања подацима (*Chollet et al., 2022*), о чему је већ било речи приликом оцењивања регресионог модела података мешовитих фреквенција.

Једна од ставки која помаже у изради доброг модела машинског учења јесте довољно велика база података. *Zhang & Ling (2018)* у свом раду машинско учење називају приступом вођеним подацима и наглашавају да је кључни састојак иза успеха ових модела препознавање образаца на основу довољно великог броја инпута за учење. Неуронске мреже превазилазе класичне методе машинског учења тек када базе података пређу одређену количину података, као и да перформансе модела тада почињу да се побољшавају по већој стопи у поређењу с класичним алгоритмима.

До пре неколико година једини подаци који су били релевантни за економетријске анализе могли су се добити из званичних статистичких завода и релевантних институција. Данас постоји мноштво високофреквентних, релевантних и доступних података који се могу искористити за објашњавање кретања и предвиђања економских варијабли, а уз машинско учење могуће је оценити модел који ће на најефикаснији начин обрадити ту количину улазних података.

Varian (2014) наводи да сврха економетријске анализе спада у једну од четири категорије: предвиђање, сумирање, процена и тестирање хипотеза. Машинско учење се првенствено бави предвиђањем, те ће и у овом раду квалитет модела машинског учења бити оцењен кроз успешност да предвиди будуће кретање варијабле од интереса.

Модели машинског учења су се од самог почетка показали као изузетно корисни у задацима класификације. Неки од најпознатијих алгоритама машинског учења су:

- Наивни Бајес, класификациони алгоритам који се односи на Бајесову теорему, чија је претпоставка међусобна независност карактеристика улазних података (одакле и потиче „наивност”).
- Модели језгра (енгл. *Kernel methods*), у оквиру којих се налази метода потпорних вектора (енгл. *support vector machines*), која је свој данашњи облик добила у раду из 1995. године (*Cortes & Vapnik, 1995*), где је дефинисана као нова методологија за класификационе проблеме с две класе. Идеја је да се улазни вектори нелинеарно мапирају у вишедимензиони простор карактеристика, одакле се као излаз добија поново линеарна одлука о класификацији улаза. Посебан значај дат је високом степену генерализације овим приступом, а његова суштина је у проналажењу оптималних граница одлучивања о припадању одређеној класи. У вишедимензионом простору, питање одређивања оптималне границе одлучивања није везано за одређивање координата, већ удаљености између тачака које представљају инпуте помоћу методе језгра. Често се ови модели сматрају плитким репрезентацијама неуронских мрежа.
- Стабла одлучивања и методе настале из ње попут *random forest* и *gradient boosting*. Алгоритам *random forest* укључује много дрвећа одлучивања на основу којих се добија крајњи излаз. На сличан начин функционишу и алгоритми *gradient boosting*, при чему они користе амплификацију градијената тако да побољшају перформансе у тачкама где су се претходне итерације модела најслабије показале.

Овај рад ће се конкретно бавити подсегментом машинског учења који се односи на дубоко учење, тачније неуронске мреже, који је све више присутан у моделовању временских серија у протеклој деценији. Дубоко учење је приступ учењу образаца из података који ставља нагласак на учење узастопних слојева уз растућу ефикасност. Дубина у дубоком учењу не односи се на било какво боље или дубље разумевање које се добија оваквим приступом, већ означава управо замисао постојања узастопних слојева модела. Дубина модела је дефинисана бројем слојева који доприносе крајњем резултату. Други прикладни називи за ову област могли би бити *слојевито учење* и *хијерархијско учење* (*Chollet & Allaire, 2018*). Теоретски, не постоји горња граница за број слојева кроз које се може дешавати учење, а главна разлика у односу на друге методе машинског учења јесте што у класичном машинском учењу постоји један или евентуално два слоја обрађених података, те се такве методе понекад називају плитким учењем.

4.1. Неуронске мреже

Иницијално, успон неуронских мрежа десио се уз унапређење овог метода у сврхе боље класификације слика. Нагли скок у коришћењу десио се када су се мреже показале као изузетно корисне за низ проблема, пре свега јер су у процесу креирања адекватног модела аутоматизовале један од кључних корака – тзв. *feature engineering*. *Feature engineering* је до неуронских мрежа подразумевао обраду податка на начин који ће дати излазе најбољих перформанси у зависности од коришћеног модела. Неуронске мреже

саме обрађују улазне податке у првом слоју, а затим долази до даље трансформације у свим наредним слојевима све до последњег, излазног слоја.

Објашњење начина функционисања неуронских мрежа преузето је из *Chollet et al.* (2022). Основу неуронске мреже чини градивна јединица названа перцептрон, док неколико перцептрона поређаних у слојевима чини неуронску мрежу. Перцептрон сачињавају четири целине:

- улазни подаци (енгл. *input layer*),
- пондери (вредности којима се пондеришу улазни подаци),
- пондерисана сума,
- активациона функција (која се може, а и не мора активирати по пријему пондерисане суме).

На крају овог процеса добија се излазни податак (енгл. *output layer*), чије су димензије дефинисане типом проблема који се решава – ако је у питању регресија или бинарна класификација, излазни податак ће бити само један. У случају вишеструке класификације, где се моделује вероватноћа припадања одређеној класи, излазни слој ће имати онолико чворова (енгл. *nodes*) колико постоји класа. Од типа проблема који се моделује зависи тип активационе функције која се користи. Неке од могућих активационих функција набројане су у наставку:

- Функција активације исправљача (*Rectified Linear Unit – ReLu*) – враћа нуле за све негативне вредности, док за позитивне вредности враћа максимум из скупа;
- *Leaky rectified linear unit (Leaky ReLu)* – прихвата негативне вредности, али уз мале пондере који зависе од a коефицијента;
- *Tanh* активациона функција која је нелинеарна, али има мали опсег деловања, те чешће одбацује значајне инпуте и има активационе вредности у распону $[-1, 1]$;
- Сигмоидна функција је слична претходној, с тим да су активационе вредности у распону $[0, 1]$, те је посебно погодна за моделовање проблема вероватноће;
- *Softmax* – активационе вредности сабирају се до 1, те је погодна за вишеструку класификацију.

Минимални број слојева (енгл. *layers*) које неуронска мрежа може да има је два, узимајући у обзир да се улазни слој не рачуна, па би најпростију, плитку неуронску мрежу чинио излазни слој и један сакривени слој (енгл. *hidden layer*).

Мрежа податке из улазног слоја узима у мини-серијама (енгл. *batch*), при чему је број чворова једнак броју објашњавајућих варијабли и оне морају бити у нумеричкој форми. У сакривеном делу се може наћи неколико различитих врста слојева. Код густих слојева (енгл. *dense layers*), сваки чвор у улазном слоју повезан је са сваким чвором у излазном слоју (потпуно повезани слојеви). Конволуциони слојеви су сачињени од филтера који обрађују део улазних чворова, али увек тако да на крају сваки улазни чвор бива повезан с макар једним чвором у сакривеном делу мреже. У овом раду биће примењен модел рекурентне неуралне мреже (чворови могу узети своје пређашње излазне вредности као улазне вредности), тачније мреже *LSTM* (енгл. *long short-term*

memory), које су најподесније за рад с временским серијама, што ће бити илустровано у наставку овог поглавља.

Свака мрежа мора имати дефинисану функцију губитка (*loss*), која служи за оцену квалитета предвиђања модела (успешности модела). У зависности од броја излазних варијабли, можемо имати неколико функција губитка у моделу (по једну за сваку). За неуронске мреже које се користе за регресионе проблеме користе се већ познате средња квадратна грешка (СКГ), средња апсолутна грешка (САГ), док се за проблеме бинарне класификационе природе користи бинарна унакрсна ентропија и *hinge loss* (сличан протокол као код модела потпорних вектора).

Уз функцију губитка, оптимизациони протокол заокружује једну неуронску мрежу. Помоћу оптимизатора се у свакој итерацији ажурирају пондери, тако да вредност функције губитка при генерисању новог излазног слоја опада. Најчешће коришћен оптимизатор је градијентални спуст (енгл. *gradient descent*). Заправо, то је једноставни принцип тражења глобалног минимума функције губитка итеративним мењањем пондера на основу досадашњих реализованих излазних слојева. Као и код свих проблема овог типа, постоји проблем заустављања на локалном минимуму, што се решава конвексном природом функције губитка и стопом учења (енгл. *learning rate*). Висока стопа учења брзо ће се кретати низ функцију губитка која је конвексна, те може „омашити” глобални минимум. Превише ниска стопа учења захтева велики број итерација да би се пронашао минимум, те је временски захтевна. Проналажење оптималне стопе учења као резултат је дало унапређење оптимизатора градијентног спуста и креирање оптимизатора Адам (енгл. *adaptive momentum estimation*), који у обрачуна новог градијента узима у обзир његове претходне вредности.

У *Goulet Coulombe et al. (2022)* аутори пореде различите врсте модела машинског учења на подацима базе ФРЕД који се тичу индустријске производње, стопе незапослености, инфлације, разлике између десетогодишње стопе доспећа трезорских обвезница и референте стопе, као и цене некретнина. Дошли су до неколико закључака, од којих су два посебно релевантна за овај рад, а то је чињеница да је нелинеарност модела машинског учења посебно корисна у ситуацијама макроекономске неизвесности, затегнутих финансијских услова и током пуцања балона на тржишту некретнина. Други закључак тиче се количине података у моделу, при чему први закључак важи у случају модела који су богати подацима, док мањи модели имају боље перформансе ако се нелинеарни модели машинског учења комбинују с класичном факторском анализом.

Horr (2022) наводи да су од свих модела машинског учења највећи раст забележили управо модели неуронских мрежа. Ипак, од свих области у којима се примењују модели неуронских мрежа, вероватно је најспорији напредак забележен у економетријским текућим пројекцијама, што је највероватније последица истих проблема с којим се суочавају традиционални економетријски модели као што су мултиколинеарност, недостајући подаци, мешовите фреквенције и кашњење објављивања података. Поред тога, огромна количина података и додавање објашњавајућих варијабли у моделе који већ имају неки од ових проблема може додатно погоршати ситуацију. Норр је дошао до закључка да модел *LSTM* има боље перформансе од модела *DFM* због тога што се не

ослања на инвертибилност матрице, тако да може да обради било који скуп података и било коју комбинацију фреквенција. Једна од најзначајнијих предности коришћења модела *LSTM* јесте управо то што се не ослања на инвертибилност матрице, те може као инпут имати и сингуларне матрице или матрице које нису квадратне, што је често случај када се ради о реалним подацима. Такође, пошто поменути модели користе велике базе података, инвертибилност матрице често је технички и временски захтеван услов, који није нужно могуће испунити. С друге стране, недостаци у односу на модел *DFM* укључују стохастичку природу модела *LSTM*, недостатак интерпретабилности у коефицијентима и чињеницу да је у питању „црна кутија” када су у питању доприноси појединачних објашњавајућих варијабли.

Управо се на овај недостатак позивају *Medeiros et al.* (2005), сместивши неуронске мреже у групу модела која оставља функционални облик неспецификованим. Иако ови модели садрже параметре (и то велики број), они нису глобално идентификовани односно оцењени, те самим тим не могу бити интерпретирани.

Elsayed et al. (2021) постављају питање да ли су нам за пројектовање временских серија уопште потребни модели дубоког учења и закључују да су некад простији модели класичног машинског учења сасвим довољни за моделовање динамика униваријантних и мултиваријантних временских серија.

4.1.1. Неуронске мреже *LSTM*

Кратак преглед функционисања модела *LSTM* може се пронаћи код *Siami-Namini et al.* (2019). Када неуронска мрежа има задатак да моделује међузависне податке, односно податке код којих пређашње вредности утичу на тренутне (као што је случај када су у питању подаци временских серија), пожељно је користити моделе рекурентних неуронских мрежа (*RNN*). Рекурентне неуронске мреже се од осталих неуронских мрежа разликују по постојању конекција између слојева које нису искључиво у смеру кретања од улазног ка излазном слоју. Тачније, рекурентна мрежа „учи” тако што се у процесу минимизирања функције губитка враћа (тзв. процес пропагације уназад – енгл. *back propagation*). Због проблема кратког памћења пређашњих стања инпута у класичним мрежама *RNN* (већ после неколико периода информација је изгубљена), развијен је модел мрежа *LSTM* (енгл. *long short-term memory*). Оне суштински функционишу као остале мреже *RNN*, уз додатак посебне структуре самог чвора, у којем се налази неколико капија (енгл. *gate*):

- улазна капија (енгл. *input gate*), која се односи на податке који улазе у активну ћелију;
- излазна капија (енгл. *output gate*), која обрађује податке који излазе из активне ћелије;
- капија за заборављање (енгл. *forget gate*), у којој се филтрирају релевантне информације пристигле методом пропагације уназад.

Иако су се рекурентне неуронске мреже показале као адекватне за моделовање модела временских серија, посебно у форми модела *LSTM*, постоји изванредан број радова

који је за потребе текуће прогнозе користио друге моделе дубоког учења, чији преглед се може наћи код *Zheng et al.* (2023). Један од њих је и модел који су у свом раду представили *Loermann & Maas* (2019) за потребе процене нивоа БДП-а у САД у актуелном тромесечју и неколико тромесечја унапред користећи модел *ANN*. Модели *ANN* (енгл. *artificial neural network*) спадају у најједноставније моделе неуронских мрежа који у својој структури садрже један скривени слој. Посебна предност коришћења модела *ANN* огледа се у могућностима одабира релевантних променљивих и доцњи коришћењем структуре мреже, путем итеративног искључивања варијабли и доцњи које се нису показале као статистички значајне за побољшавање прогнозе. Будући да модели *ANN* имају изражен проблем локалног минимума у процесу минимизације грешке модела (која је у овом случају средња квадратна грешка), оцењено је 100 насумичних модела *ANN*, који су затим обухваћени једним моделом језгра. Овај приступ назива се приступом оператора ансамбла. Модел је затим поређен с динамичким факторским моделом, а модел *ANN* имао је знатно мању грешку прогнозе.

Успех различитих врста неуронских мрежа у моделовању временских серија подстакао је бројне ауторе да креирају нове моделе дубоког учења погодне за ову врсту података. Тако је настао и модел *TFT* (*temporal fusion transformer*), тј. трансформатор темпоралне фузије. Моделе дубоког учења типа трансформатора одликује усвајање концепта самопажње (енгл. *self-attention*), односно могућност приступа инпутима дуж целе секвенце у сваком тренутку, а затим и могућност њиховог пондерисања на основу наученог, што је оно што их разликује од *RNN* (*Zeng et al.* 2022). Управо овај модел треба да реши највећи проблем модела *LSTM* – релативно кратко памћење мреже (неколико периода уназад). Ипак, дуже памћење није увек неопходно, посебно ако је циљ моделовање свега неколико периода унапред или процењивање тренутних нивоа (предвиђање садашњости).

Већ поменути приступ оператора ансамбла јесте један вид развоја машинског учења када је у питању економско моделовање коришћењем неког од модела машинског учења за обједињавање већег броја већ постојећих стандардних економетријских модела и/или модела машинског учења. Идеја да се поузданија прогноза може добити упросечавањем већег броја модела није нова у економији, али машинско учење омогућава да се пондерација и селекција најрелевантнијих модела изврши тако да се минимизира грешка прогнозе без априори наметања структуре.

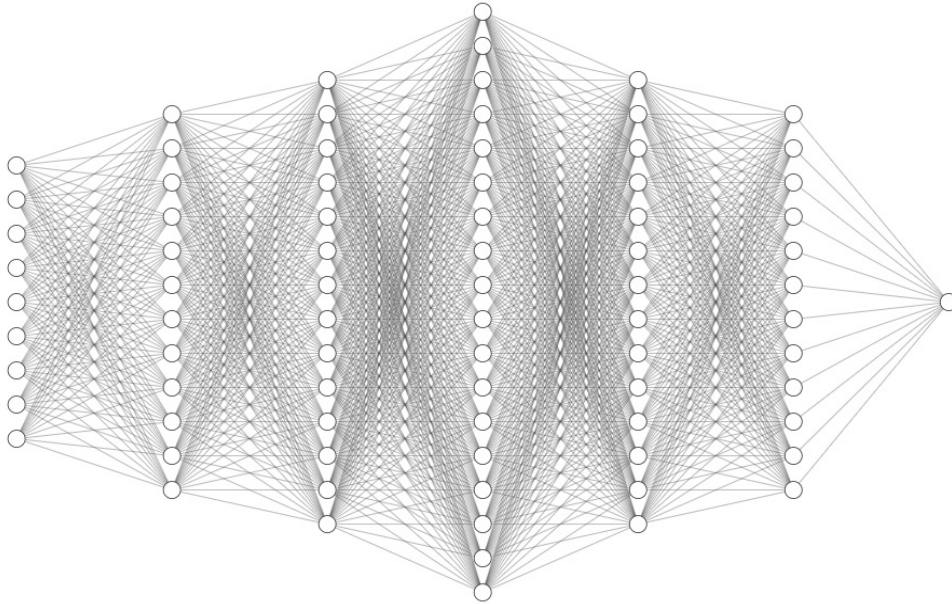
4.2. Оцена модела *LSTM*

Процес оцењивања модела *LSTM* делимично прати методологију представљену у *Medeiros et al.* (2005), иако тип модела није исти. Приступ се своди на идеју да први оцењени модел буде најједноставнији могући, а да се затим прате перформансе сваког следећег, проширеног модела. У овом раду перформансе сваке итерације модела пореде се путем средње квадратне грешке.

Оцењен је модел *LSTM* рекурентне неуронске мреже који има један слој улазних података с девет регресора, затим пет сакривених слојева са по 64, 128, 256, 128, 64

чвора и с једним чвором у излазном слоју. Апроксимација оцењеног модела има следећу структуру.

Слика 8. Апроксимација структуре оцењеног модела *LSTM*



Према већ помињаном раду *Varian* (2014), проблем прекомерног нивоа прилагођености модела подацима који се често јављају код модела машинског учења третиран је поделом базе података на податке за тренинг, податке за валидацију и податке за оцену. Ефикасност модела мерена је на основу смањивања средње квадратне грешке, а модел је оцењиван у 1000 епоха. Крајња вредност корена средње квадратне грешке износила је 2,98, док је та вредност за сет валидације износила 4,90.

Добијену грешку ванузорачке прогнозе можемо поредити са оном добијеном оцењивањем *MIDAS* модела. Наиме, излаз из *LSTM* модела даје информацију о три различите средње квадратне грешке- прве две су наведене и односе се на део узорка коришћен за оцењивање модела и део узорка коришћен за валидацију, док би грешка добијена у делу узорка коришћеног за тестирање у *LSTM* моделу одговарала ванузорачкој грешки у *MIDAS* моделу. *MIDAS* модел има ванузорачку грешку од 2,27 (Слика 3. у делу 3.3), док је упоредива вредност код *LSTM* модела 1,85.

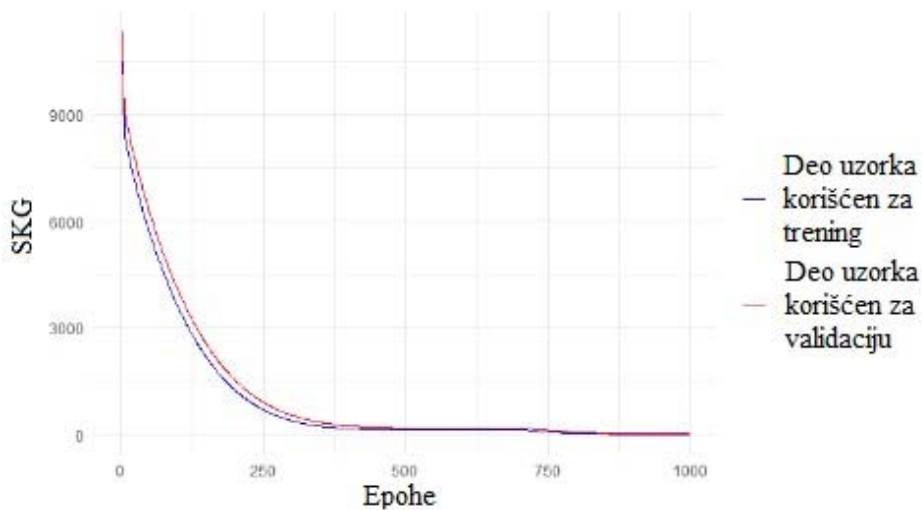
Чињеница да модел *LSTM* има већу грешку на бази за валидацију у поређењу с базом за тренинг говори у прилог и даље присутном проблему прекомерног нивоа прилагођености модела подацима, што је у случају наведеног модела готово немогуће избећи. Разлог за то је релативно мала база података која је неопходан услов за успешно постављање модела машинског учења, а посебно модела дубоког учења. Додатно је забрињавајуће што корен средње квадратне грешке предвиђања на бази за тестирање има изузетно ниску вредност у поређењу с базама за тренирање и валидацију, иако она

показује већу прецизност модела *LSTM* од модела *MIDAS*. Више је разлога за ову недоследност модела:

- Поред већ поменутог проблема величине базе, додатни проблем је то што је сет за валидацију знатно мањи од сета за тренинг, док сет за тест садржи свега десет месечних података регресора за сваку серију;
- Варијанса у бази за тестирање је знатно мања од варијанси у базама за тестирање и валидацију;
- Ова врста проблема се понекад јавља када се неуронска мрежа тренира користећи *Keras/TensorFlow*. Код коришћења градијентног спуштања грешке у мини-серијама (енгл. *batch*), вредност грешке у свакој епоси представља просек свих мини-серија које су обрађене до те тачке. Дакле, висока вредност грешке на почетку утицаће на целокупну грешку кроз просек, без обзира на то колико је смањена у току тренирања модела. С друге стране, овај проблем не постоји код тестирања успешности модела, будући да се у том случају узима само финална вредност грешке.

У наставку су дате перформансе модела на сету за тренирање и сету за валидацију.

Слика 9. Перформансе модела неуронске мреже на деловима узорка коришћених за тренинг и за валидацију



5. Закључна разматрања

У радовима *Varian* (2014) и *Murphy* (2012) наведено је да је основна мера адекватности модела машинског учења успешност предвиђања. То свакако није једини критеријум када су у питању традиционални економетријски модели, али јесте циљ модела који се користе за текућу прогнозу. Циљ оцењивања регресионог модела података мешовитих фреквенција и модела неуронских мрежа јесте процена текућег

кретања БДП-а, те је стога оправдано поредити ова два модела коришћењем корена средње квадратне грешке прогнозе.

На основу ванузорачке грешке прогнозе, може се закључити да модел неуронских мрежа *LSTM* успешније процењује текуће кретање БДП-а, као и динамику кретања БДП-а у кратком року (у овом случају до пет тромесечја унапред). Ипак, наведени су разлози за узимање резултата модела *LSTM* с резервом због малог узорка, ниске варијансе и примењеног софтвера. Корен средње квадратне грешке на бази података за валидацију модела *LSTM* значајно је виши од грешке пројекције регресионог модела података мешовитих фреквенција.

Допринос регресионог модела података мешовитих фреквенција значајан је када је у питању диференцијација између статистички значајних регресора и оних који то нису, будући да је модел *LSTM* модел неспецификованих параметара, односно не постоји могућност увида у структуру. Специфичност модела текуће прогнозе огледа се и у начину процене статистичке значајности објашњавајуће променљиве, будући да се оправданост укључивања регресора чија тест статистика значајности има високу *p*-вредност објашњава побољшањем прогнозе. Финална форма регресионог модела података мешовитих фреквенција садржи три варијабле, од којих је једна варијабла званичан индикатор статистичког завода, индекс индустријске производње, док су две варијабле алтернативни индикатори економске активности, индекс Гуглових трендова који се односи на претраге повезане с пословањем, као и мера потрошње електричне енергије. Интересантно је што се индекс индустријске производње свакако може повезати са индустријским сектором, док се индекс претрага везаних за пословање интуитивно може повезати са сектором услуга, који у суми чине готово три четвртине укупног БДП-а, посматрано с производне стране. Потрошња електричне енергије као индикатор може се повезати са свим гранама БДП-а с производне стране, те може обухватити и флукуације које нису обухваћене индустријском производњом и Гугловим индексом пословања у секторима индустрије и услуга, али може у себи садржати шокове који утичу на сектор грађевинарства и пољопривреде, који заједно с претходно поменутих гранама и нето порезима чине целокупни БДП.

Више пута у овом раду навођени су извори који као неопходан услов успешности модела машинског учења подвлаче значај довољно великих база података. „Довољно велика” база сама по себи не значи ништа ако се томе не придружи конкретна цифра. Нажалост, не постоји тачан број података који ће гарантовати да модел машинског учења функционише на најбољи могући начин и даје најбоље резултате. Чињеница је да су модели дубоког учења једним делом и направљени баш да би могли да обраде веома велике количине инпута генерисане сваког секунда првенствено коришћењем интернета. Стога, базе с којима модели дубоког учења тренирају имају и по више милиона инпута, што је немогуће постићи на макроекономским подацима. Ипак, модели дубоког учења бележиће побољшање перформанси додавањем квалитетних, нових инпута (било је помена о контрапродуктивности у проширивању базе подацима који имају проблеме недостајућих сегмената, колинеарности, ауторегресивности и сл.). Ова тврдња је тачна не само за моделе машинског односно дубоког учења већ и за традиционалне економетријске моделе, помоћу којих је лакше доћи до смислених

репрезентација стварности ако постоји „довољан” број података. Иако не постоји конкретна цифра, готово је сигурно да база података коришћена у овом раду не задовољава критеријум величине при којој је оправдано с традиционалних економетријских модела прећи на моделе дубоког учења. С друге стране, комплексност и нелинеарност које су присутне у овој бази, а које се огледају у великом броју потенцијалних регресора, њиховој варирајућој фреквенцији и комплексној динамици и проблематици прогнозирања БДП-а, делимично оправдавају покушај моделовања алтернативним приступима у односу на класичне економетријске моделе.

Један од разлога малог броја података јесте и укључивање алтернативних индикатора, за које су серије знатно краће од званичних макроекономских индикатора економске активности. Ипак, ови индикатори су се показали као статистички значајни (потрошња струје), и њиховим укључивањем у модел остварени су бољи резултати (Гуглови трендови) него коришћењем упоредивог модела базираног искључиво на званичној статистици. Поред тога, комплексност у начину прикупљања, обраде, објављивања и фреквенције ових индикатора такође говори у прилог коришћењу модела машинског учења. Стога, ако број доступних индикатора и дужина серије која је на располагању економетричарима наставе да расту, може се очекивати и пораст перформанси, и традиционалних, и модела машинског учења.

Укратко, оцењени регресиони модел података мешовитих фреквенција и модел неуронске мреже на адекватан начин моделују динамику БДП-а на кратак рок, при чему се модел неуронске мреже *LSTM* показао као ефикаснији ако се за поређење користи корен средње квадратне грешке прогнозе. Оба модела показала су тенденцију ка прекомереном прилагођавању доступним подацима, што је пре свега последица релативно мале базе података на основу које су оцењивани модели. Ипак, иако се модел *LSTM* показао као бољи, ако се има у виду компутациона захтевност и немогућност анализе значајности појединачних параметара, модел *MIDAS* даје више него адекватну краткорочну пројекцију динамике српског БДП-а. Имајући у виду да је једна од хипотеза овог рада провера статистичке значајности алтернативних параметара у комбинацији са званичним макроекономским индикаторима, увидом у модел *MIDAS* можемо закључити да су Гуглов индикатор претраживања пословних термина и индикатор потрошње струје преузет с платформе *ENTSO-E* доприносе побољшању краткорочне пројекције. Осим тога, коришћени алтернативни индикатори у комбинацији са индикатором индустријске производње на поједностављен начин моделују појединачне гране у оквиру производног приступа оцени укупног БДП-а. Суштински, иако се модел дубоког учења показао као бољи у пројектовању краткорочне динамике БДП-а Србије, регресиони модел података мешовитих фреквенција због своје структуре и транспарентности представља вредан инпут креаторима економских политика, предузећима и појединцима који имају корист од благовремене и адекватне оцене економске активности. С порастом базе података очекује се и да ће перформансе оба оцењена модела, а посебно модела дубоког учења, бити све боље.

Литература

- Almon, S. (1965). The Distributed Lag Between Capital Appropriations and Expenditures. *Econometrica*, 33 (1), Article 1. <https://doi.org/10.2307/1911894>.
- Alzubi, J., Nayyar, A., & Kumar, A. (2018). Machine Learning from Theory to Algorithms: An Overview. *Journal of Physics: Conference Series*, 1142, 012012. <https://doi.org/10.1088/1742-6596/1142/1/012012>.
- Anesti, N., Galvão, A. B. & Miranda-Agrippino, S. (2018). Uncertain Kingdom: Nowcasting GDP and its Revisions. *SSRN Electronic Journal*. <https://doi.org/10.2139/ssrn.3278618>.
- Angelini, E., Camba-Mendez, G., Giannone, D., Reichlin, L. & Rünstler, G. (2011). Short-term forecasts of euro area GDP growth. *The Econometrics Journal*, 14 (1), C25–C44. <https://doi.org/10.1111/j.1368-423X.2010.00328.x>.
- Arencibia Pareja, A., Gomez-Loscos, A., Luis López, M. D. & Perez-Quiros, G. (2020). A Short Term Forecasting Model for the Spanish GDP and its Demand Components. *Economía*, 43 (85), 1–30. <https://doi.org/10.18800/economia.202001.001>.
- Armesto, M. T., Engemann, K. M. & Owyang, M. T. (2010). Forecasting with Mixed Frequencies. *Federal reserve bank of st. Louis review*.
- Balassa, B. (1985). Exports, policy choices, and economic growth in developing countries after the 1973 oil shock. *Journal of Development Economics*, 18 (1), 23–35. [https://doi.org/10.1016/0304-3878\(85\)90004-5](https://doi.org/10.1016/0304-3878(85)90004-5).
- Bañbura, M. & Rünstler, G. (2011). A look into the factor model black box: Publication lags and the role of hard and soft data in forecasting GDP. *International Journal of Forecasting*, 27 (2), 333–346. <https://doi.org/10.1016/j.ijforecast.2010.01.011>.
- Barbaglia, L., Consoli, S. & Manzan, S. (2021). Forecasting GDP in Europe with Textual Data. *SSRN Electronic Journal*. <https://doi.org/10.2139/ssrn.3898680>.
- Barhoumi, K., Darné, O., Ferrara, L. & Pluyaud, B. (2012). Monthly GDP Forecasting Using Bridge Models: Application for the French Economy. *Bulletin of Economic Research*, 64, s53–s70. <https://doi.org/10.1111/j.1467-8586.2010.00359.x>.
- Burns, A. & Mitchell, W. (1946). *Measuring Business Cycles*. NBER.
- Chernis, T. & Sekkel, R. (2017). A dynamic factor model for nowcasting Canadian GDP growth. *Empirical Economics*, 53 (1), 217–234. <https://doi.org/10.1007/s00181-017-1254-1>.
- Choi, H. & Varian, H. (2012). Predicting the Present with Google Trends. *Economic Record*, 88, 2–9. <https://doi.org/10.1111/j.1475-4932.2012.00809.x>.
- Chollet, F. & Allaire, J. J. (2018). *Deep learning with R*. Manning.
- Chollet, F., Kalinowski, T. & Allaire, J. J. (2022). *Deep learning with R* (Second edition). Manning.
- Cortes, C. & Vapnik, V. (1995). Support-vector networks. *Machine Learning*, 20 (3), 273–297. <https://doi.org/10.1007/BF00994018>.
- Elsayed, S., Thyssens, D., Rashed, A., Jomaa, H. S. & Schmidt-Thieme, L. (2021). *Do We Really Need Deep Learning Models for Time Series Forecasting?* (arXiv:2101.02118). arXiv. <http://arxiv.org/abs/2101.02118>.
- Fradkov, A. (2020). Early History of Machine Learning. *IFAC-PapersOnLine*, 53 (2), 1385–1390. <https://doi.org/10.1016/j.ifacol.2020.12.1888>.

- Frale, C. & Monteforte, L. (2010). *FaMIDAS: A Mixed Frequency Factor Model with MIDAS structure*.
- Ghysels, E., Kvedaras, V. & Zemlyis, V. (2016). Mixed Frequency Data Sampling Regression Models: The R Package *MIDASR*. *Journal of Statistical Software*, 72 (4), Article 4. <https://doi.org/10.18637/jss.v072.i04>.
- Ghysels, E., Santa-Clara, P. & Valkanov, R. (2002). *The MIDAS Touch: Mixed Data Sampling Regression Models*.
- Ghysels, E., Santa-Clara, P. & Valkanov, R. (2004). *Predicting Volatility: Getting the Most out of Return Data Sampled at Different Frequencies* (No. w10914; Issue w10914, p. w10914). National Bureau of Economic Research. <https://doi.org/10.3386/w10914>.
- Giannone, D., Agrippino, S. M. & Modugno, M. (2013). *Nowcasting China Real GDP*.
- Giannone, D., Reichlin, L. & Small, D. (2008). Nowcasting: The real-time informational content of macroeconomic data. *Journal of Monetary Economics*, 55 (4), 665–676. <https://doi.org/10.1016/j.jmoneco.2008.05.010>.
- Goulet Coulombe, P., Leroux, M., Stevanovic, D. & Surprenant, S. (2022). How is machine learning useful for macroeconomic forecasting? *Journal of Applied Econometrics*, 37 (5), Article 5.
- Hopp, D. (2022). Economic nowcasting with long short-term memory artificial neural networks. *Journal of Official Statistics*, 38 (3), 847–873.
- Ilin, C., Annan-Phan, S., Tai, X. H., Mehra, S., Hsiang, S. & Blumenstock, J. E. (2021). Public mobility data enables COVID-19 forecasting and management at local and global scales. *Scientific Reports*, 11(1), 13531. <https://doi.org/10.1038/s41598-021-92892-8>.
- Janiesch, C., Zschech, P., & Heinrich, K. (2021). Machine learning and deep learning. *Electronic Markets*, 31 (3), 685–695. <https://doi.org/10.1007/s12525-021-00475-2>.
- Kitchen, J. & Monaco, R. (2003). Real-time Forecasting in Practice: The U.S. Treasury Staff's Real-time GDP Forecast System. *U.S. Department of the Treasury*.
- Koenig, E. F., Dolmas, S. & Piger, J. (2003). The Use and Abuse of Real-Time Data in Economic Forecasting. *Review of Economics and Statistics*, 85 (3), 618–628. <https://doi.org/10.1162/003465303322369768>.
- Loermann, J. & Maas, B. (2019). *Nowcasting US GDP with artificial neural networks*.
- Markiewicz, A., Verhoeks, R. C., Verschoor, W. F. C. & Zwinkels, R. C. J. (2018). *The Winner Takes it All: Measuring Attention and Predicting Exchange Rates with Google Trends*.
- Medeiros, M. C., Terasvirta, T. & Rech, G. (2005). Building Neural Network Models for Time Series: A Statistical Approach. *Journal of Forecasting*, 25 (1), Article 1.
- Moody, J., Levin, U. & Rehfuss, S. (1993). *Predicting the U.S. Index of Industrial Production (Extended Abstract)*.
- Mourougane, A. (2006). *Forecasting Monthly GDP for Canada*. OECD. <https://doi.org/10.1787/421416670553>.
- Murphy, K. P. (2012). *Machine learning: A probabilistic perspective*. MIT Press.
- Narita, F. & Yin, R. (2018). *In Search of Information: Use of Google Trends' Data to Narrow Information Gaps for Low-income Developing Countries* [IMF Working Papers].
- Plasek, A. (2016). On the Cruelty of Really Writing a History of Machine Learning. *IEEE Annals of the History of Computing*, 38(4), 6–8. <https://doi.org/10.1109/MAHC.2016.43>.

- Sarker, I. H. (2021). Machine Learning: Algorithms, Real-World Applications and Research Directions. *SN Computer Science*, 2 (3), 160. <https://doi.org/10.1007/s42979-021-00592-x>.
- Schmidt, T., & Vosen, S. (2009). Forecasting Private Consumption: Survey-based Indicators vs. Google Trends. *Ruhr Economic Papers*.
- Siarni-Namini, S., Tavakoli, N. & Namin, A. S. (2019). The Performance of LSTM and BiLSTM in Forecasting Time Series. *2019 IEEE International Conference on Big Data (Big Data)*, 3285–3292. <https://doi.org/10.1109/BigData47090.2019.9005997>.
- Sinko, A. (2008). *Some Applications of Mixed Data Sampling Regression Models*.
- Stock, J. H. & Watson, M. W. (2016). Dynamic Factor Models, Factor-Augmented Vector Autoregressions, and Structural Vector Autoregressions in Macroeconomics. In *Handbook of Macroeconomics* (Vol. 2, pp. 415–525). Elsevier. <https://doi.org/10.1016/bs.hesmac.2016.04.002>.
- Stock, J., & Watson, M. (1988). *A Probability Model of The Coincident Economic Indicators* (No. w2772; p. w2772). National Bureau of Economic Research. <https://doi.org/10.3386/w2772>.
- Sun, S. & Anwar, S. (2015). Electricity consumption, industrial production, and entrepreneurship in Singapore. *Energy Policy*, 77, 70–78. <https://doi.org/10.1016/j.enpol.2014.11.036>.
- Turnovsky, S. J. (2000). *Methods of macroeconomic dynamics* (2. ed). MIT Press.
- Varian, H. R. (2014). Big Data: New Tricks for Econometrics. *Journal of Economic Perspectives*, 28 (2), 3–28. <https://doi.org/10.1257/jep.28.2.3>.
- Woloszko, N. (2020). *Tracking activity in real time with Google Trends* (OECD Economics Department Working Papers No. 1634; OECD Economics Department Working Papers, Vol. 1634). <https://doi.org/10.1787/6b9c7518-en>.
- Wu, L. & Brynjolfsson, E. (2015). The Future of Prediction: How Google Searches Foreshadow Housing Prices and Sales. *SSRN Electronic Journal*. <https://doi.org/10.2139/ssrn.2022293>.
- Zeng, A., Chen, M., Zhang, L. & Xu, Q. (2022). *Are Transformers Effective for Time Series Forecasting?* (arXiv:2205.13504). arXiv. <http://arxiv.org/abs/2205.13504>.
- Zhang, Y. & Ling, C. (2018). A strategy to apply machine learning to small datasets in materials science. *Npj Computational Materials*, 4(1), 25. <https://doi.org/10.1038/s41524-018-0081-z>.
- Zheng, Y., Xu, Z. & Xiao, A. (2023). Deep learning in economics: A systematic and critical review. *Artificial Intelligence Review*. <https://doi.org/10.1007/s10462-022-10272-8>.

ТЕМАТСКА КЛАСИФИКАЦИЈА ЕКОНОМСКИХ НОВИНСКИХ ЧЛАНАКА НА ЈЕЗИКУ С ВИСОКОМ ФЛЕКСИЈОМ – ПРИМЕР СРБИЈЕ

Мирко Ђукић

© Народна банка Србије, март 2024.

Доступно на www.nbs.rs

За ставове изнете у радовима у оквиру ове серије одговоран је аутор и ставови не представљају нужно званичан став Народне банке Србије.

Сектор за економска истраживања и статистику

НАРОДНА БАНКА СРБИЈЕ

Београд, Краља Петра 12

Тел.: (+381 11) 3027 100

Београд, Немањина 17

Тел.: (+381 11) 333 8000

www.nbs.rs

Тематска класификација економских новинских чланака на језику с високом флексијом – пример Србије

Мирко Ђукић

Апстракт: Учесталост појављивања појединих тема у новинским чланцима може бити добар индикатор одређених економских кретања. Примена тематског моделирања на српском језику, моделом *LDA*, отежана је чињеницом да је у питању језик с високом флексијом, у коме речи имају велики број облика, које модел препознаје као речи с различитим значењима. У овом раду настојали смо да ту отежавајућу околност претворимо у предност, тако што смо само економске речи свели на основни облик. Тиме смо им дали већи значај у односу на некономске речи, које су остале у великом броју облика с мањим фреквенцијама појављивања. Како су теме класификоване на тај начин у већој мери базиране на економским изразима, за очекивање је да имају већу употребну вредност у даљим економским анализама.

Кључне речи: текстуална анализа, тематско моделирање, *Latent Dirichlet Allocation*, модел *LASSO*

[JEL Code]: C13, C55, E31, E37, E52

Нетехнички резиме

Новински чланци су значајан извор информација о економским кретањима. Они могу покривати широк спектар економских тема – од анализе појединачних предузећа до светске економије. Учесталост појављивања појединих тема може бити добар индикатор одређених економских кретања. Предуслов за ту врсту анализе јесте да се велики број новинских чланака класификује на основу тема којима се баве.

Тематско моделирање је техника текстуалне анализе која открива обрасце заједничког појављивања одређених речи у скупу докумената, који се интерпретирају као скривене теме у том скупу. У овом раду користимо модел *Latent Dirichlet Allocation (LDA)*, који се базира на претпоставци да свака тема представља комбинацију различитих речи, а сваки чланак комбинацију различитих тема.

Примена тематског моделирања на српском језику, као уосталом и било ког метода текстуалне анализе, отежана је чињеницом да је у питању језик с високом флексијом, у коме речи имају велики број облика које модел препознаје као речи с различитим значењима.

У овом раду настојали смо да ту отежавајућу околност претворимо у предност, тако што смо само економске речи свели на основни облик. Тиме смо им дали већи значај (при примени модела *LDA* за класификацију на теме) у односу на некономске речи које су остале у великом броју облика с мањим фреквенцијама појављивања. Како су теме класификоване на тај начин у већој мери базиране на економским изразима, за очекивање је да имају већу употребну вредност у даљим економским анализама.

Анализу смо применили на 25.248 чланака из економске рубрике дневног листа *Политика* у периоду 2006–2023. Модел *LDA* је из чланака екстраховао 40 тема, које смо касније именовали на основу најчешћих речи у њима. У већини случајева било је недвосмислено чиме се одређена тема бави, док само у два случаја од 40 нисмо успели да одредимо садржај теме. Неке теме из узорка покривају широке области (трговина, предузећа, економија...), док су поједине уско специфичне (гориво, нафта, бакар, челик, струја...).

На крају смо добијене серије учешћа тема кроз време, употребом модела *LASSO*, регресирали на инфлациона очекивања становништва. Оцењени модел је добро ухватио инфлационе циклусе, с високим коефицијентом детерминације. Од 40 тема, модел је задржао 17 као релевантне, од којих је за неке то било очекивано, док за неке не постоји јасна економска интерпретација.

Садржај:

1. Увод	48
2. Модел <i>LDA</i> за класификацију текстова на теме	49
3. Припрема текстова за анализу	50
4. Класификовање текстова на теме применом модела <i>LDA</i>	54
5. Оцена везе инфлационих очекивања и тема	57
6. Закључак.....	59
Додатак.....	60
Литература	65

1. Увод

Новински чланци су значајан извор информација о економским кретањима. Они могу покривати широк спектар економских тема – од анализе појединачних предузећа до светске економије. Учесталост појављивања појединих тема у новинама стога може послужити као индикатор одређених економских кретања. Предуслов за ту врсту анализе јесте да се новински чланци класификују на основу тема којима се баве.

Тематско моделирање је техника текстуалне анализе која открива образце заједничког појављивања одређених речи у скупу докумената, који се интерпретирају као скривене теме у том скупу. Први модел за тематско моделирање био је *Latent Semantic Analysis* (Dearwester et.al. 1990), који је документа груписао на основу речи са сличном семантичком структуром.

У овом раду користимо модел *Latent Dirichlet Allocation (LDA)*, који су развили Blei et. al. (2003), а који се заснива на претпоставци да свака тема представља комбинацију различитих речи, а сваки чланак комбинацију различитих тема. *LDA* открива теме на основу образаца заједничког појављивања речи (свака има одређену вероватноћу појављивања у теми), а теме се појављују као вероватноће појављивања у сваком документу. Овај метод може се користити за анализе у разним областима, као што су право, друштвене науке, класификација научних радова итд.

У сврху економских анализа, моделом *LDA* могу се анализирати разне врсте текстова. Овде наводимо неколико примера. *Angelico et. al.* (2021), комбинујући *LDA* с речничким приступом, креирали су меру инфлационих очекивања на основу Твитера (данас платформа Икс) и установили њену високу корелисаност са уобичајеним мерама инфлационих очекивања. *Gonzales et. al.* (2018) израдили су меру волатилности политика за десет латиноамеричких држава на основу промене тема говора њихових председника и закључили да веће промене политика воде мањем привредном расту. *Yono et. al.* (2020) мерили су макроекономску неизвесност на основу вести ради доношења инвестиционих одлука. Проширени тематски модел који су предложили приписује нумеричку вредност сваком појединачном тексту, а овако добијени индекси добро корелирају са индексима тржишне волатилности. Најсличнији нашем раду је рад *Larsen et. al.* (2021), који су утврдили да медијска покривеност појединих тема, од којих су неке на први поглед неповезане са инфлацијом, може у знатној мери предвидети инфлациона очекивања потрошача.

Примена тематског моделирања на српском језику, као и уосталом било ког метода текстуалне анализе, отежана је чињеницом да је у питању језик с високом флексијом, у коме речи имају велики број облика, које модел препознаје као речи с различитим значењима. У овом раду настојали смо да ту отежавајућу околност претворимо у предност тако што смо само економске речи сводили на основни облик. Тиме смо им дали већи значај (при примени модела *LDA* за класификацију на теме) него некономским речима, које су остале у великом броју облика с мањим фреквенцијама појављивања. Како су теме класификоване на тај начин у већој мери базиране на економским изразима, може се очекивати да ће имати већу употребну вредност у даљим економским анализама.

Употреба текстуалне анализе у економским истраживањима није нова у Народној банци Србије. У раду *Dukić (2022)* креиран је индикатор инфлаторних притисака заснован на бројању израза у вези с променама цена у новинама, за који је утврђено да претходи кретању инфлације. У овом раду новинске чланке анализирамо из другог, тематског угла.

У наставку рада најпре дајемо теоријски опис модела *LDA*. Након тога објашњавамо начин на који смо текстове припремили за тематску анализу, затим приказујемо резултате примене модела *LDA*, да бисмо рад завршили оценом утицаја кретања тема на инфлациона очекивања применом модела *LASSO*.

2. Модел *LDA* за класификацију текстова на теме

Модел *Latent Dirichlet Allocation (LDA)*, који користимо у овом раду, а који су развили *Blei et al. (2003)*, широко је коришћен алат за откривање скривених тема унутар великих скупова докумената (новинских чланака у нашој анализи). У сржи *LDA* лежи претпоставка да су документи комбинације различитих тема, а теме комбинације различитих речи.

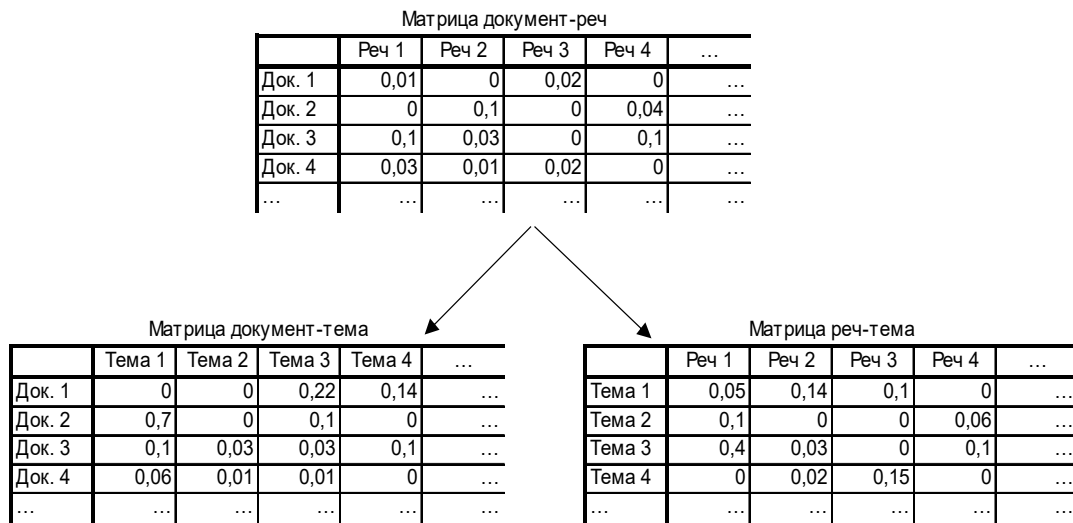
Модел *LDA* третира документе као „вреће речи”, где њихов редослед и граматичко значење не играју никакву улогу. Различити облици речи са истим основним значењем третирају се као потпуно независни појмови. Главни циљ примене модела *LDA* јесте да открије теме као скупове речи који се заједно појављују, где ће неке имати већи значај (вероватноће) него друге, те да сваки документ представи као комбинацију различитих тема, где ће такође неке бити значајније од других. Моделу је неопходно унапред задати број тема за класификацију докумената.

Почетну основу за анализу чини *матрица документ-реч (Document Term Matrix – DTM)*, чији редови представљају документа, а колоне све јединствене речи у свим документима. Елеменат (i, j) у тој матрици показује учешће појављивања речи j у документу i . Како редови приказују учешћа свих речи у документу, збир елемената по редовима је 1. У складу с претходно реченим, *LDA* из *DTM* оцењује елементе матрица учешћа тема у сваком документу и учешћа речи у свакој теми (Слика 1).

Алгоритам модела *LDA* је итеративан. У првој итерацији, свакој речи у сваком документу насумично се придружује једна тема, што се у наредним итерацијама постепено исправља и прилагођава на основу одређених критеријума све док се не постигне оптимална расподела.

Тај поступак се спроводи за сваку појединачну, „тренутну” реч, тако што се теме приписане осталим речима третирају као исправне. Нека је тренутној речи w приписана тема t у документу d . Рачунају се следеће вероватноће:

- p_1 : пропорција осталих речи у документу d који су приписани истој теми t .
- p_2 : пропорција приписаних докумената теми t које проистичу из речи w .

Слика 1. Матрице које повезују речи, теме и документа у моделу *LDA*

Ако већи број речи из датог документа припада истој теми t (високо p_1), вероватније је да и тренутна реч припада тој теми. Ако тренутна реч има високу вероватноћу да припада теми t , сви документи који садрже w биће у већој мери повезани с темом t (високо p_2). Према томе, што је производ вероватноћа, $p_1 \cdot p_2$ виши, вероватније је да текућа реч w припада теми t .

LDA се спроводи у великом броју итерација тако што се речи w приписује нова тема на бази производа вероватноћа $p_1 \cdot p_2$ све док се не постигне равнотежно стање. Крајњи резултат примене овог метода јесте груписане сродне речи по темама, с вероватноћама сваке од њих да проистичу из дате теме, те расподеле вероватноћа учешћа појединачних тема у сваком појединачном документу. За детаљан математички приказ овог метода видети *Blei et. al. (2003)*.

3. Припрема текстова за анализу

Пре саме примене модела *LDA*, текстове је пожељно скратити и кориговати тако да буду погоднији, али и бржи за машинску обраду. То укључује свођење речи на основни облик, кориговање латиничких слова специфичних за српски језик, избацавање честих небитних речи, елиминисање знакова интерпункције и претварање великих слова у мала.

За српски језик карактеристично је постојање великог броја облика исте речи, за шта се у лингвистици каже да језик има *високу флексију*, што генерално отежава било коју врсту текстуалне анализе. Примера ради, речи *nafta, nafte, naftu, naftni, naftna*¹ и сл. алгоритам ће препознати као различите, иако се све односе на облике исте основне речи.

¹ Како смо текстове обрађивали на латиници, речи и теме које су део ове анализе писаћемо латиничким словима.

У нашој анализи то би смањило значај овог појма за раздвајање чланака на теме, јер ће његови различити облици имати мању фреквенцију појављивања.

Један од метода да се речи сведу на основни облик јесте стеминг (*stemming*), који отклања суфиксе различитих облика исте речи, остављајући њихов заједнички почетак. Други метод је лематизација, која своди речи на корен коришћењем речника. Овај метод је знатно сложенији, јер захтева постојање речника са свим облицима свих речи у језику. Стемер се, с друге стране, базира на правилима чији број не прелази неколико стотина, па га је далеко једноставније развити.

За српски језик је развијено неколико аутоматских, програмских стемера. Најпознатији на који смо наишли у литератури развили су Кешел и Шипка (2008). Они у свом раду наводе да би стемер за српски језик морао имати осам пута више правила за отклањање суфикса речи у односу на енглески језик, што је добра илустрација високе флексије српског језика. У горњем примеру навели смо неколико облика речи *nafta*, док је *oil* једини облик ове речи на енглеском језику.

Уместо употребе општег стемера који би третирао све речи у текстовима, определили смо се за свођење на основни облик само речи од интереса за нашу анализу, конкретно речи са економским значењем, чиме фаворизујемо њихову улогу у класификацији текстова на теме. Наиме, у односу на неекономске речи, које ће остати у великом броју различитих облика, економске речи сведене на основни облик имаће веће учешће и тиме бити релевантније за класификацију. Тиме смо отежавајућу околност да анализу радимо на језику с великим бројем промена речи, на неки начин, претворили у предност за ову врсту анализе.

Основни облик смо интерпретирали на најшири могући начин тако да он, за разлику од стандардних стемера, укључи све придевске, глаголске и именичке облике речи. Док би стемери за српски језик речи *izvoz*, *izvozni*, и *izvoziti* третирали као различите основне облике, у нашој анализи све облике ових речи сводимо на реч *izvoz* (опет ради давања већег значаја економским изразима). Штавише, у појединим случајевима груписали смо речи и са различитим префиксима, као што је случај са *skupo* и *poskupljenje*.

Свођење речи на основни облик рађено је на два начина. Тамо где је било могуће, речи са истим основним облицима идентификоване су на основу заједничких почетних слова, а затим су замењене тим основним обликом. Примера ради, речи *nafta*, *nafte*, *naftu*, *naftni*, *naftna* итд. све почињу словима *naft* и њих смо заменили речју *nafta*. По истом принципу, речи које почињу на *kamat* заменили смо речју *kamata*, речи које почињу на *inflaci* или *inflator* речју *inflacija* итд. Ово правило је било могуће применити тамо где заједнички почетак за различите облике основног појма није истовремено заједнички почетак неког другог несродног појма.

За разлику од тога, на пример, заједнички почетак за различите облике речи *cena* (*cenii*, *cene*, *cenama*, *cenovni*, *cenovnik*...) – *cen* – истовремено је заједнички почетак за облике неких других несродних појмова (*centar*, *ceniti*, *cenzura*). Примена претходног правила у овом случају неоправдано би претварала и те друге речи у реч *cena*, мењајући њихово значење. Због тога је у том и сличним случајевима било неопходно експлицитно дефинисати све конкретне облике речи које желимо да претворимо у основни облик.

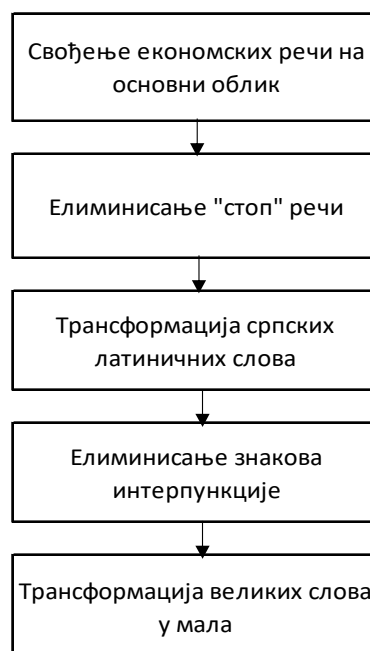
Први метод (препознавање на основу почетка речи) очигледно је једноставнији за примену, па смо га користили и у појединим случајевима у којима постоји више појмова за исте почетке речи. На пример, речи које почињу на *bank* могу бити облици речи *banka* или *bankina*, али како је овај други појам врло редак, ако не и непостојећи у економским текстовима, није било разлога за бојазан да би његово неоправдано трансформисање могло пореметити даљу анализу.

У самом избору економских речи за свођење на основни облик постојао је одређени степен арбитрарности. Поједине речи, попут *saobraćaj*, *država*, *vlada* или *grejanje*, стриктно гледано, нису економске, али с обзиром на то да смо анализирали само економске текстове, претпоставили смо да поменути речи имају економску конотацију, па смо их укључили у списак за корекцију. У овај списак укључили смо и називе појединих институција које се често помињу у новинским чланцима (ММФ, ЕПС, Телеком).

Процес припреме текста за даљу анализу укључио је и елиминисање речи које су честе у српском језику, али саме за себе немају суштинског значаја за анализу текста (тзв. стоп речи). У питању су речи као што су: *i*, *ili*, *ali*, *koji*, *to*, *od*, *gde* и др., чије би задржавање у тексту због своје учесталости могло водити томе да их алгоритам препозна као кључне у раздвајању текстова на теме, што нам не би било корисно за економске, нити било које друге анализе.

Како програм који користимо за анализу текста не препознаје латиничка слова која су специфична за српски језик (*č*, *ć*, *ž*, *đ*, *š*), било их је неопходно трансформисати у облике погодне за обраду. То је урађено комбиновањем основних слова (без дијактричких знакова) са словима која се не користе у српском језику (*x*, *y*), на следећи начин: *č*→*cx*, *ć*→*cy*, *ž*→*zx*, *đ*→*dx*, *š*→*sx*.

Слика 2. Поступак припреме текста за модел *LDA*



Додајмо да су из текстова елиминисани и знаци интерпункције, а велика слова претворена у мала. Све ове интервенције – елиминисање честих речи и знакова интерпункције, те свођење честих економских речи на заједнички основни облик – поред тога што текст чине погоднијим за нашу анализу, смањују време за обраду текста, што није небитан фактор када процес траје по неколико сати.

На основу описаних правила трансформације дајемо пример једног чланка:

Vlada ograničila cene osnovnih životnih namirnica
Vlada Srbije na današnjoj sednici donela je odluku da ograniči visinu cena osnovnih životnih namirnica: šećer, brašno tip T-400, suncokretovo ulje, svinjsko meso i dugotrajno mleko sa 2, 8 procenata mlečne masti, tako da one ne prelaze nivo cena na dan 15. novembar 2021. Ograničenje cena utvrđeno je kako bi se otklonile štetne posledice i sprečili poremećaji na tržištu i neće se odnositi na snižene cene, kao što su rasprodaje, sezonska sniženja ili akcijske prodaje, ukoliko su bila na snazi 15. novembra, već na redovne, odnosno cene pre sniženja, saopšteno je iz vlade, preneo je Tanjug. Odlukom, koja će biti primenjivana u trajanju od 60 dana, predviđeno je da proizvođači ove proizvode ne smeju isporučivati u količinama manjim od prosečnih u poslednjih 12 meseci. Za kršenje navedenih odredaba, predviđene su i novčane kazne u iznosu od 100.000 do dva miliona dinara, kao i zabrana vršenja delatnosti u trajanju od šest meseci do jedne godine.

и његове обрађене верзије:

vlada ogranicxila cena osnovnih zivotnih namirnica vlada srbije danasxnjoj sednici donela o dluku
ogranicxi visinu cena osnovnih zivotnih namirnica sxecyer brasxno tip t400 suncokretovo ulj e svinjsko
meso dugotrajno mleko 28 procenata mlecxne masti one ne prelaze nivo cena dan 15 novembar 2021 ogranicxenje cena utvrđeno bi otklonile sxtetne posledice sprexcili poremec yaji
trxisxte necye odnositi snizxene cena sx su rasprodaje sezonska snizxenja akcijske prodaje ukoliko su bila snazi 15 novembra redovne odnosno cena snizxenja saopsxteno vlada preneo tanjug odlukom primenjivana trajanju 60 dana predvidjeno proizvod proizvod ne smeju isporucxivati kolicxinama manjim prosexnih poslednjih 12 mese ci
krsxenje navedenih odredaba predvidjene su novac kazne iznosu 100000 dva milion dinar za brana
vrksenja delatnosti trajanju sxest meseci jedne godine

Мада је људском уму свакако разумљивији први чланак, за машинску обраду методом *LDA* погоднији је обрађени чланак из разлога које смо изнели раније. Поред тога, обрађени чланак је и мањи (за око 30%), што је битан фактор у обради великих количина података.

Избор речи за трансформацију економских речи и елиминисање честих сувишних речи није био у потпуности унапред дефинисан, већ је допуњаван у више корака

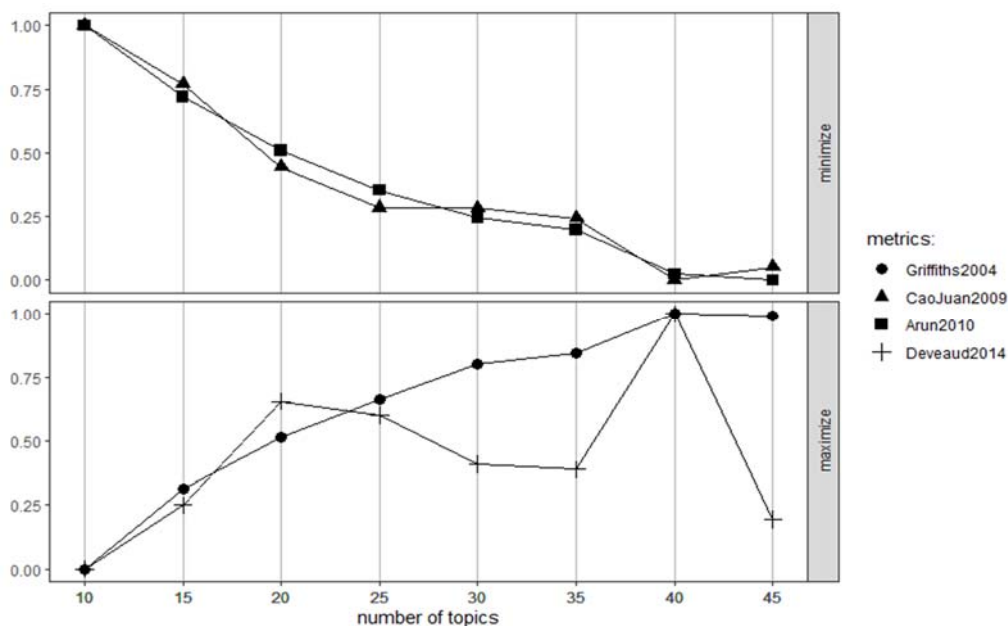
паралелно с применом модела *LDA*. У првом кораку модел је пуштен са иницијалним краћим списком коригованих односно елиминисаних речи, на основу чега је извршена класификација текстова на теме. Анализом најчешћих речи у темама идентификоване су нове стоп речи, као и економске речи које нису сведене на основни облик. У појединим темама доминирале су за даљу анализу небитне речи попут *koji*, *koje*, *bio*, *treba* и др., које у првој итерацији нису биле изостављене из текстова. Поред тога, поједине економске речи појављивале су се у различитим облицима (нпр. *tržište*, *tržišni*, *tržišna*...) а нису се нашле на почетном списку речи за корекцију. На основу ове анализе проширили смо спискове стоп речи и економских речи и поново пустили модел *LDA*. Цео поступак поновили смо неколико пута док доминантне речи у темама нису ишчишћене на жељени начин. Коначан списак речи за корекцију приказан је у Табели А1 у Додатку.

4. Класификовање текстова на теме применом модела *LDA*

Полазну основу за тематску класификацију текстова моделом *LDA* представља матрица документ-реч, чији елементи представљају учешћа појављивања појединачних речи у документима. У нашој анализи ова матрица има $25.248 \cdot 193.142$ елемента, где је прва димензија број тема, а друга број јединствених речи.

При пуштању модела *LDA*, неопходно је специфицирати број тема на које желимо да класификујемо чланке у узорку. За одређивање оптималног броја тема за класификацију користили смо четири критеријума (*Griffiths, et. al. (2004)*, *Cao et al. (2009)*, *Arun et al. (2020)*, *Deveaud (2014)*). Према три од наведена четири критеријума, оптималан број тема за наш узорак јесте 40 (Графикон 1).

Графикон 1. Критеријуми за избор оптималног броја тема за модел *LDA*



Као што је већ речено, модел смо оцењивали у више корака, допуњавајући у сваком кораку списак речи за корекцију односно елиминацију, на основу анализе најчешћих речи у темама.

На Графикону А1. у Додатку приказана је финална подела на теме с приказом најчешћих речи. Технички речено, у питању су речи с највећим оцењеним β коефицијентима, који представљају вероватноће да конкретна реч произлази из конкретне теме. За потребе овог приказа речи вратили смо трансформацију српских латиничких слова ($cx \rightarrow \check{c}...$). Напомињемо да сâм модел није именовано теме (само их је обележио бројевима), већ смо то ми урадили на основу доминантних речи по темама.

У већини случајева било је једноставно одредити тему на основу најчешћих речи. На пример, тема у којој су најчешће речи: *zaposlenost, radnik, rad, posao* – очигледно се односи на тржиште рада; тема с речима: *proizvod, poljoprivreda, tržište, tona, pšenice, voća* – тиче се тржишта пољопривредних производа; тема с речима *energetika, EPS, elektrika; struja; uglja* – бави се електричном енергијом (због једноставности смо је назвали *struja*) итд. Из угла централне банке и монетарне политике, од посебног значаја су теме које се тичу банкарског сектора (*kredit, banka, kamata, dinar...*) и инфлацијом (*inflacija, odsto, rast, cena...*). За две теме није било могуће одредити наслов, зато што су у њима доминирале некономске и неповезане речи. Ове теме смо назвали “NEODREĐENO”². У појединим случајевима имали смо више тема које се тичу исте области (*PRIVREDA, POLJOPRIVREDA, VLADA, PENZIJE, TURIZAM, RADNICI*).

Док свака тема представља комбинацију различитих речи, сваки чланак представља комбинацију различитих тема. Коефицијент γ представља учешће појединачних тема у сваком документу. Чланци могу бити доминантно представљени једном темом или као комбинација више тема.

На пример, у следећем кратком чланку доминантна тема је *GAS* ($\gamma = 0,98$):

Na granici sa Mađarskom povezan gasovod Balkanski tok (4.7.2021.)

Horgoš – Javno preduzeće Srbijagas i mađarska kompanija FGSZ povezali su danas na granici s Mađarskom gasovod Balkanski tok, kojim će ubuduće gas iz Turske preko Bugarske i Srbije stizati do srednje Evrope.

Dušan Bajatović, generalni direktor Srbijagasa, rekao je da je na ovaj način stavljena tačka na dugogodišnji veliki posao kojim je naša zemlja i konačno rešila pitanje snabdevanja gasa iz drugog pravca, a ne samo preko Ukrajine.

"Niko se više u Srbiji neće smrzavati a cena gasa se za domaćinstva neće ni od jeseni menjati. Poskupljenje zbog cene nafte koju prati cena gasa će se prelići na Srbijagas, objasnio je Bajatović.

² Имена тема пишемо великим словима.

С друге стране, наредни чланак комбинација је више тема, где ниједна од њих нема већинско учешће (*GORIVO 0,42; BERZA 0,33; NAFTA 0,24*):

Evropski berzanski indeksi uglavnom u padu, cena zlata na istorijskom maksimumu (4.12.2023.)

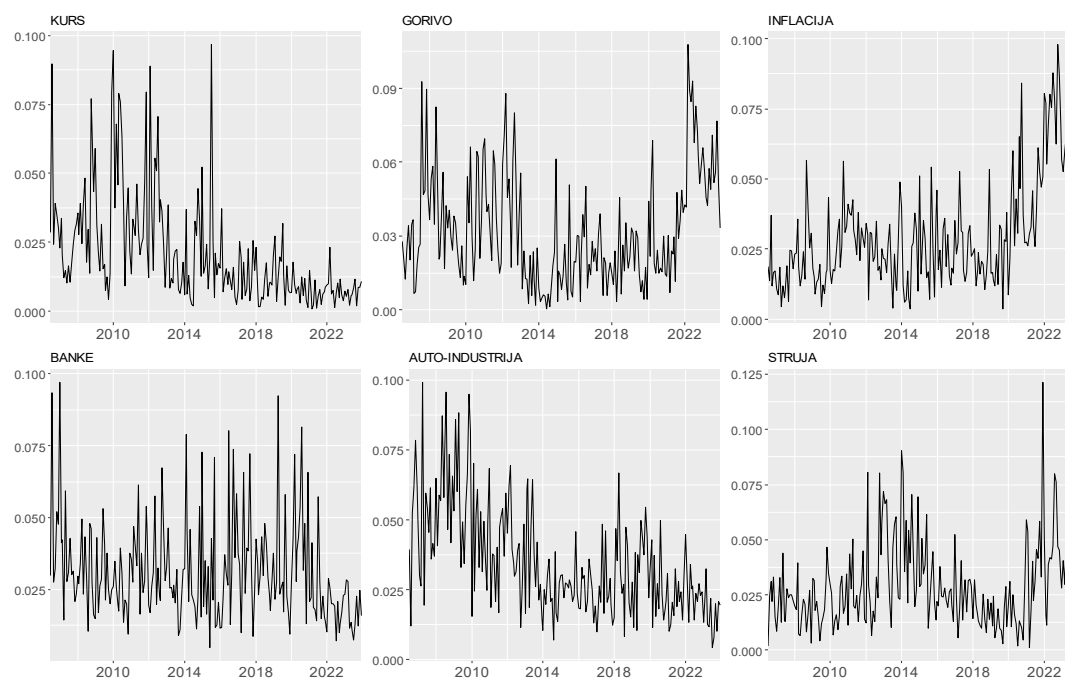
NjUJORK/FRANKFURT/ MOSKVA – Evropski berzanski indeksi su na početku nedelje uglavnom u padu, dok je cena zlata danas na istorijskom maksimumu. Indeks frankfurtske berze DAKS je danas u 10.00 sati porastao na 16.421,45 poena, dok je francuski KAK 40 pao na 7.333,14 poena, kao i londonski FTSE 100 - na 7.508,57 poena i moskovski MOEKS - na 3.113,05 poena. Vrednost američkog berzanskog indeksa Dau Džouns je pre današnjeg otvaranja berzi u Americi porasla na 36.245,50 poena, kao i vrednost indeksa S&P 500 - na 4.594,63 poena i vrednost indeksa Nasdak - na 14.305,03 poena.

Prema podacima sa berzi, cena sirove nafte je pala na 72,874 dolara za barel, kao i cena nafte Brent - na 77,615 dolara. Evropski fjučersi gasa su se danas na otvaranju berze TTF prodavali po ceni od 42,750 evra za megavat-sat.

Cena zlata je danas rano ujutru dostigla istorijski maksimum od 2.110,8 dolara za uncu, a u 10.00 sati je malo pala na 2.069,16 dolara za uncu (unca iznosi 28,35 grama), Pšenica je takođe poskupela na 5,7936 dolara za bušel (bušel iznosi 27,216 kg). Vrednost evra u odnosu na dolar je iznosila 1,08692, što je otprilike isto kao u petak, prenosi Tanjug.

Временске серије учешћа тема показују изузетно високу волатилност (Графикон 2). Иако узорак за тематску класификацију садржи велики број чланака (преко 25.000), разбијено на месечни ниво, то је у просеку 120 чланака, подељених на 40 тема, што у просеку значи мали месечни број чланака по теми.

Графикон 2. Учесталост појављивања изабраних тема у новинским чланцима (месечни просеци γ коефицијента)



И поред високе волатилности, може се приметити да кретање учесталости тема добро одликава одређена дешавања у економији: интересовање за тему девизног курса расло је у периодима његове високе волатилности, да би са стабилизацијом курса последњих година, опадало учешће ове теме; ауто-индустрија била је честа тема у периоду око доласка Фијата у Крагујевац; гориво и струја честе су теме у периодима њиховог поскупљења; док је интересовање за инфлацију највеће у периодима инфлационих циклуса.

5. Оцена везе инфлационих очекивања и тема

Становништво формира инфлациона очекивања на основу информација које добија из разних извора, између осталог, и из медија. Истовремено, могућ је и повратан утицај – писање медија може бити одраз инфлационих очекивања. У сваком случају, писање на одређене теме потенцијалан је индикатор кретања инфлационих очекивања.

У овом раду смо везу инфлационих очекивања и тема оценили регресијом *LASSO* (*Tibshirani, R. (1996)*), која је прикладна у случајевима у којима је број варијабли у регресији велики, од којих су неке нерелевантне. Кључна карактеристика модела је у томе што се у функцију циља обичних најмањих квадрата додаје „казнени” елемент ($\lambda \sum_{j=1}^p |\beta_j|$), који подстиче модел да коефицијенте (β_j) мање важних варијабли сведе на нулу:

$$\min: \sum_{i=1}^n (Y_i - \sum_{j=1}^p X_{ij} \beta_j)^2 + \lambda \sum_{j=1}^p |\beta_j|$$

Параметар λ одређује меру у којој желимо да „кажњавамо” задржавање коефицијената у моделу (веће λ – мање ненултих коефицијената). Ми смо у нашој анализи користили параметар λ који резултира у моделу с најмањом ванузорочком средњом грешком прогнозе (Табела А3 у Додатку).

У нашем конкретном случају регресирали смо инфлациона очекивања (π_t^{exp}) на 40 варијабли кретања учешћа појединих тема (T_t^i) на периоду јануар 2009 – децембар 2023. Да бисмо избегли потенцијални проблем ендегености (симултаног утицаја), као независне варијабле узели смо доцње од једног месеца.

$$\pi_t^{exp} = \alpha + \sum_{i=1}^{40} \beta_i T_{t-1}^i + \lambda \sum_{i=1}^{40} |\beta_i|$$

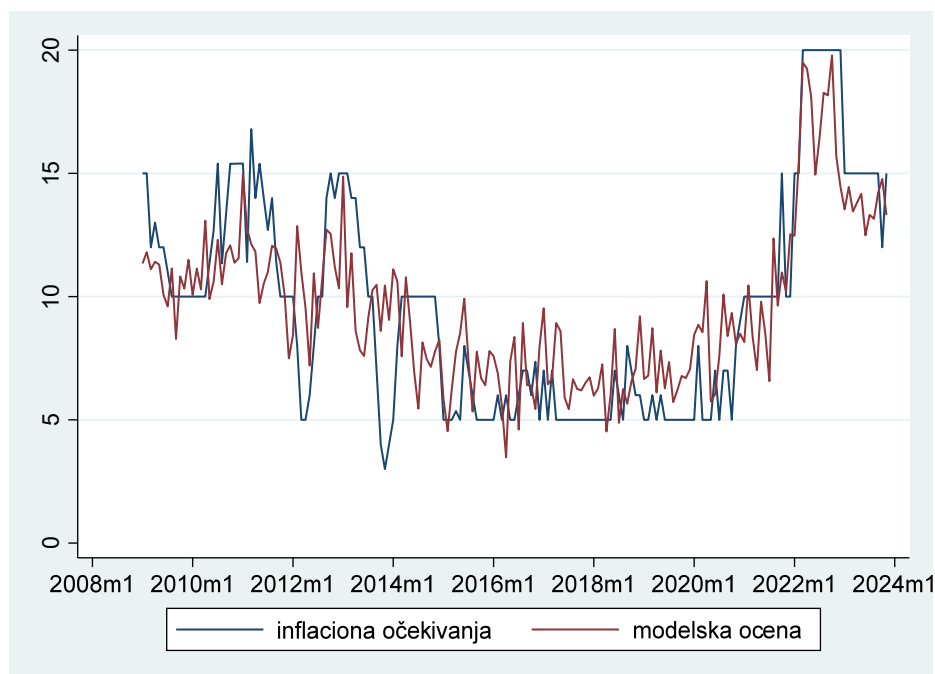
Оцењени модел је 17 варијабли „задржао” као релевантне, док је коефицијенте осталих свео на нулу (Табела 1), уз коефицијент детерминације $R^2 = 0,67$ (Табела А3).

Као варијабле с позитивним коефицијентом појављују се неке теме за које би то било очекивано: *INFLACIJA*, *GORIVO*, *NAFTA*, *STRUJA*, *PLATE-POTROŠNJA*. У поменутих темама везаним за енергенте често се помиње кретање њихових цена. У случају појединих варијабли, међутим, недостаје јасна економска интерпретација коефицијената (нпр. негативан коефицијент код тема *BAKAR*, *ZAPOSLENOST*, *GRADNJA PUTEVA*, ...).

Табела 1. Оцењени коефицијенти за теме из модела *LASSO* за инфлациона очекивања

Тема	Коефицијент	Тема	Коефицијент
1. PRIVREDA	0	21. AUTO-INDUSTRIJA	9,1
2. DEVIZNI TOKOVI	0	22. PRAVO-PRIVREDA	-16,6
3. BAKAR	-35,1	23. MEĐUNARODNA	0
4. TURIZAM	0	24. PENZIJE	0
5. TELEFONIJA	0	25. NAFTA	70,3
6. GORIVO	36,6	26. PLATE-POTROŠNJA	83,0
7. RADNICI	0	27. ZAPOSLENOST	-30,6
8. KURS	0	28. POLJOPRIVREDA	0
9. POLJOPRIVREDA	0	29. LOKALNA	27,2
10. TURIZAM	0	30. PRIVREDA	0
11. POREZ	0	31. TRGOVINA	0
12. BUDŽET	0	32. AVIO SAOBRAĆAJ	-12,0
13. INFRASTUKTURA	0	33. GAS	0
14. VLADA	0	34. BERZA	0
15. STRUJA	33,3	35. STANOVI	50,1
16. INFLACIJA	40,0	36. VLADA	60,0
17. BANKE	0	37. PRIVREDA-BANKE	43,7
18. PENZ. OSIGURANJE	-18,5	38. GRADNJA PUTEVA	-10,3
19. RADNICI	0	39. NEODREĐENO	0
20. NEODREĐENO	0	40. ČELIK	-23,6

На Графикону 3 може се приметити да модел добро предвиђа циклусе инфлационих очекивања, с тим да је оцењена серија много волатилнија од самих очекивања. То је логична последица високе волатилности у кретању појединачних тема, с једне стране, и релативно стабилног кретања инфлационих очекивања из анкете, с друге стране.

Графикон 3. Инфлациона очекивања и њихова оцена на основу модела *LASSO* с кретањем тема (у %)

6. Закључак

У раду приказали смо тематску класификацију 25.248 чланака из економске рубрике дневног листа *Политика* у периоду 2006–2023. године, применом метода *LDA*.

Специфичност нашег приступа огледа се у томе што смо у фази припреме текста селективно бирали речи које смо сводили на основни облик. То су биле речи са економским значењем, којима смо на тај начин дали предност у односу на неекономске речи, које су остале у великом броју облика с мањим фреквенцијама појављивања. Та предност је нарочито изражена у језику с високом флексијом, какав је српски, у коме речи имају велики број облика. Избор речи за трансформацију није био у потпуности унапред дефинисан, већ је допуњаван у више корака паралелно с применом модела *LDA*, на основу анализе најчешћих речи у темама.

Модел *LDA* је овако кориговане новинске чланке класификовао на економске теме на задовољавајући начин. У већини случајева било је недвосмислено на шта се односи одређена тема, а само код две, у којима су доминирале неекономске речи, нисмо успели да одредимо садржај теме. Неке теме из узорка имају релативно широк опсег (*PRIVREDA*, *MEĐUNARODNA...*), док су неке уско специфичне (*TELEKOM*, *NAFTA*, *BAKAR*, *ČELIK*, *STRUJA...*).

Кретање тема на месечном нивоу показује високу волатилност, што се може објаснити недовољно великим узорком за толики број тема. Ове серије смо употребом модела *LASSO* регресирали на инфлациона очекивања становништва. Оцењени модел је добро ухватио инфлационе циклусе, с високим коефицијентом детерминације. Од 40 тема, модел је задржао 17 као релевантне, од којих је за неке то било очекивано, док за неке не постоји јасна економска интерпретација. За поузданије економетријске анализе вероватно је пожељно проширити узорак докумената, што ће нам бити један од циљева у наредном периоду.

Додатак

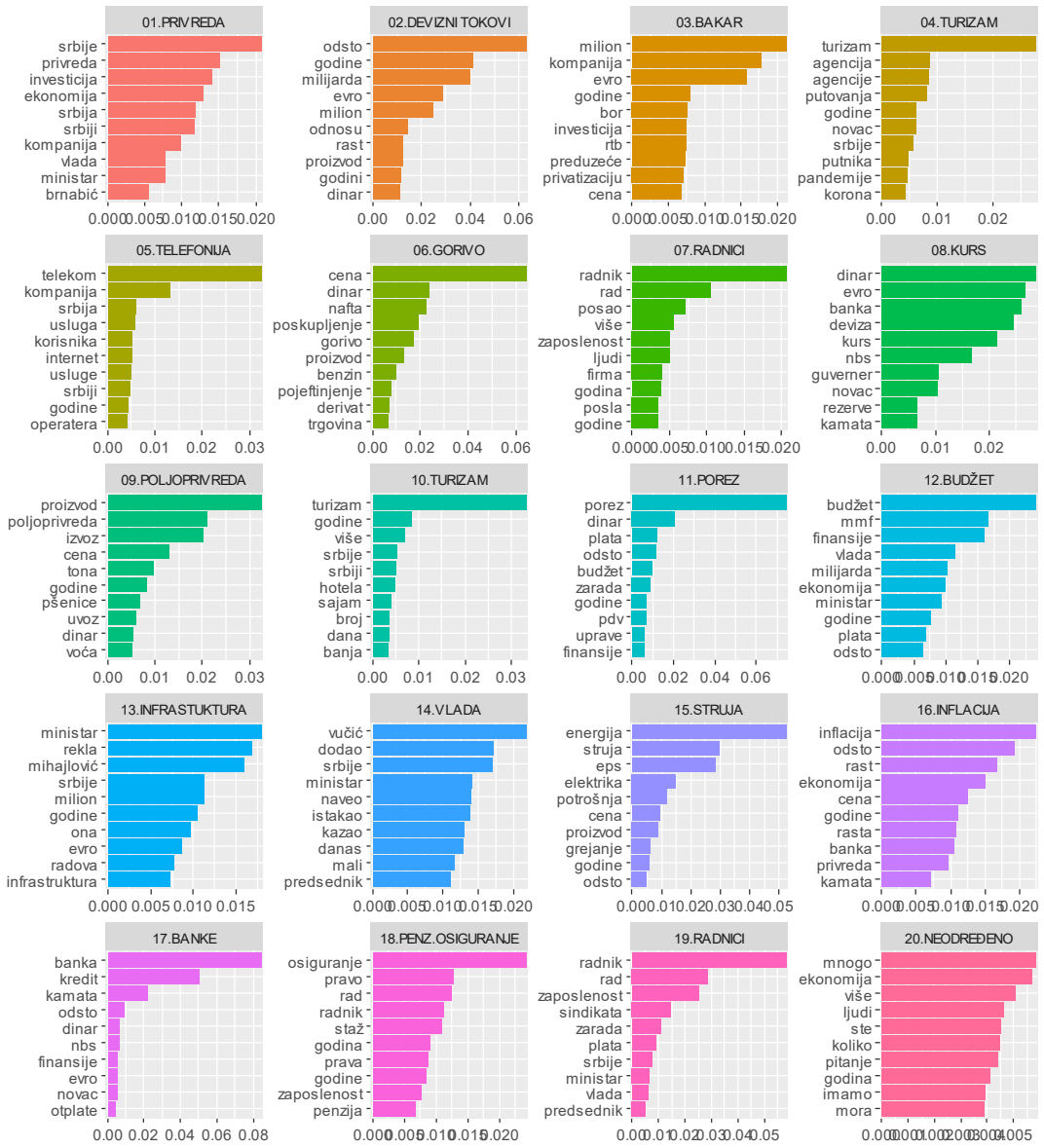
Табела А1. Замена речи основним обликом на основу почетка речи

Почетак речи	Замена	Почетак речи	Замена
<i>inflaci</i>	<i>inflacija</i>	<i>zaposlen</i>	<i>zaposlenost</i>
<i>inflator</i>	<i>inflacija</i>	<i>zapošlj</i>	<i>zaposlenost</i>
<i>deflaci</i>	<i>deflacija</i>	<i>radn</i>	<i>radnik</i>
<i>deflator</i>	<i>deflacija</i>	<i>porez</i>	<i>porez</i>
<i>poskup</i>	<i>poskupljenje</i>	<i>pores</i>	<i>porez</i>
<i>skuplj</i>	<i>poskupljenje</i>	<i>budžet</i>	<i>budžet</i>
<i>pojeft</i>	<i>pojeftinjenje</i>	<i>akciz</i>	<i>akciza</i>
<i>jeft</i>	<i>pojeftinjenje</i>	<i>drzav</i>	<i>drzava</i>
<i>kurs</i>	<i>kurs</i>	<i>guverner</i>	<i>guverner</i>
<i>dinar</i>	<i>dinar</i>	<i>minist</i>	<i>ministar</i>
<i>dolar</i>	<i>dolar</i>	<i>ekonom</i>	<i>ekonomija</i>
<i>deviz</i>	<i>deviza</i>	<i>privred</i>	<i>privreda</i>
<i>novc</i>	<i>novac</i>	<i>makroekon</i>	<i>makroekonomija</i>
<i>kredit</i>	<i>kredit</i>	<i>uvoz</i>	<i>uvoz</i>
<i>kamat</i>	<i>kamata</i>	<i>uvezen</i>	<i>uvoz</i>
<i>bank</i>	<i>banka</i>	<i>izvoz</i>	<i>izvoz</i>
<i>banc</i>	<i>banka</i>	<i>izvezen</i>	<i>izvoz</i>
<i>banaka</i>	<i>banka</i>	<i>trži</i>	<i>tržište</i>
<i>finansi</i>	<i>finansije</i>	<i>bdp</i>	<i>bdp</i>
<i>monetar</i>	<i>monetarna</i>	<i>trgov</i>	<i>trgovina</i>
<i>naft</i>	<i>nafta</i>	<i>kriz</i>	<i>kriza</i>
<i>barel</i>	<i>barel</i>	<i>recesi</i>	<i>recesija</i>
<i>goriv</i>	<i>gorivo</i>	<i>investi</i>	<i>investicija</i>
<i>benzin</i>	<i>benzin</i>	<i>poljoprivr</i>	<i>poljoprivreda</i>
<i>dizel</i>	<i>dizel</i>	<i>potroš</i>	<i>potrošnja</i>
<i>derivat</i>	<i>derivat</i>	<i>milion</i>	<i>milion</i>
<i>energ</i>	<i>energija</i>	<i>milijard</i>	<i>milijarda</i>
<i>elektri</i>	<i>elektrika</i>	<i>infrastrukt</i>	<i>infrastruktura</i>
<i>struj</i>	<i>struja</i>	<i>turis</i>	<i>turizam</i>
<i>grejanj</i>	<i>grejanje</i>	<i>turiz</i>	<i>turizam</i>
<i>proizvod</i>	<i>proizvod</i>	<i>transakci</i>	<i>transakcija</i>
<i>preduzec</i>	<i>preduzeće</i>	<i>osiguran</i>	<i>osiguranje</i>
<i>kompanij</i>	<i>kompanija</i>	<i>eps</i>	<i>eps</i>
<i>fabri</i>	<i>fabrika</i>	<i>mmf</i>	<i>mmf</i>
<i>penzi</i>	<i>penzija</i>	<i>telekom</i>	<i>telekom</i>
<i>zarade</i>	<i>zarada</i>	<i>berz</i>	<i>berza</i>
<i>zarada</i>	<i>zarada</i>		

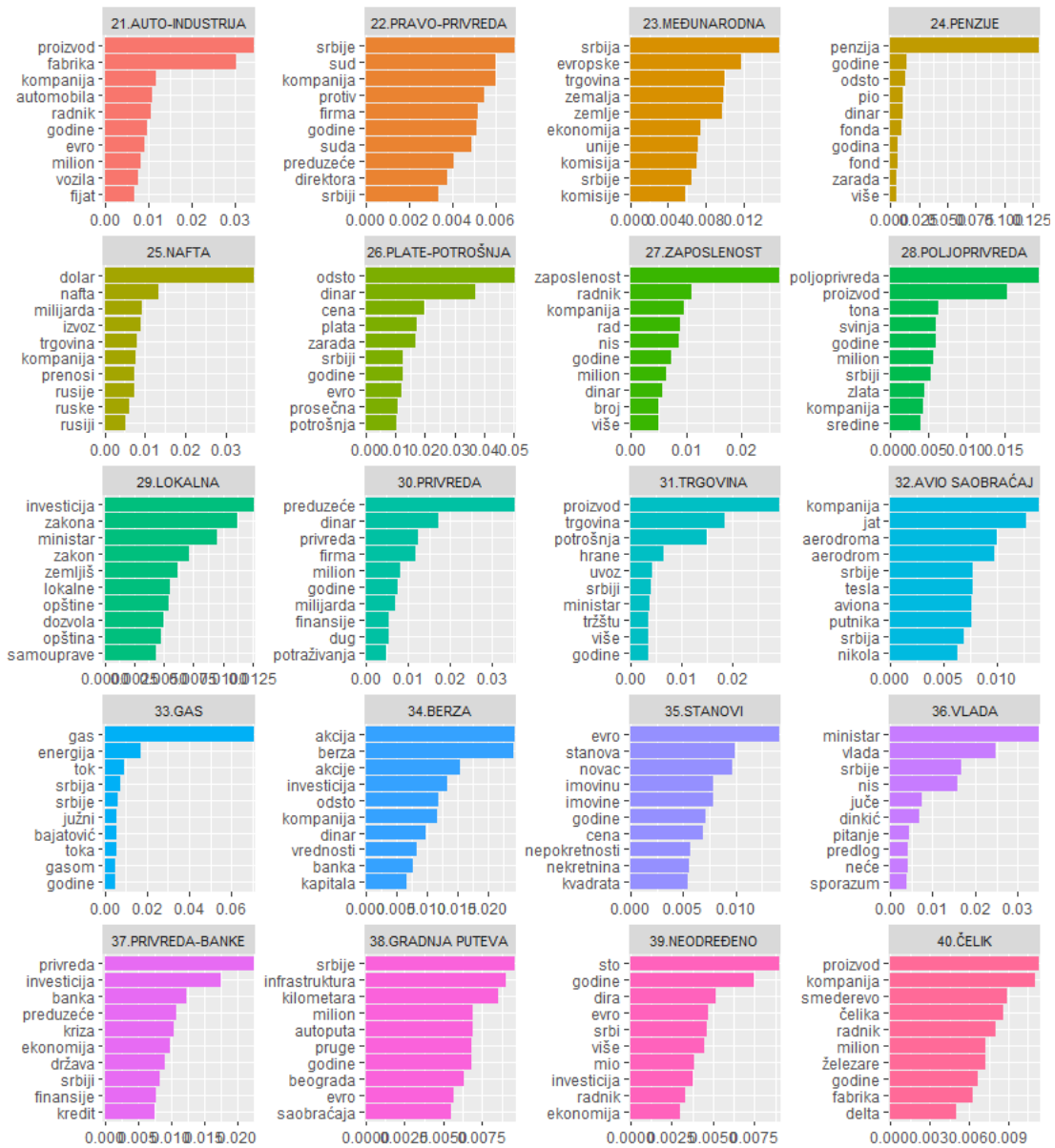
Табела А2. Замена речи њеним основним обликом на основу целе речи

Реч	Замена
<i>cene</i>	<i>cena</i>
<i>cenu</i>	<i>cena</i>
<i>cenama</i>	<i>cena</i>
<i>cenovni</i>	<i>cena</i>
<i>cenovna</i>	<i>cena</i>
<i>cenovne</i>	<i>cena</i>
<i>evra</i>	<i>evro</i>
<i>evri</i>	<i>evro</i>
<i>evru</i>	<i>evro</i>
<i>evrima</i>	<i>evro</i>
<i>plate</i>	<i>plata</i>
<i>platu</i>	<i>plata</i>
<i>plati</i>	<i>plata</i>
<i>platama</i>	<i>plata</i>
<i>gasa</i>	<i>gas</i>
<i>gasu</i>	<i>gas</i>
<i>gasni</i>	<i>gas</i>
<i>gasna</i>	<i>gas</i>
<i>gasovod</i>	<i>gas</i>
<i>gasovoda</i>	<i>gas</i>
<i>gasovodu</i>	<i>gas</i>
<i>vlade</i>	<i>vlada</i>
<i>vladu</i>	<i>vlada</i>
<i>vladi</i>	<i>vlada</i>
<i>firmi</i>	<i>firma</i>
<i>firme</i>	<i>firma</i>
<i>firmu</i>	<i>firma</i>
<i>firmama</i>	<i>firma</i>
<i>rada</i>	<i>rad</i>
<i>rade</i>	<i>rad</i>
<i>radu</i>	<i>rad</i>

Слика А1-а. Најчешће речи у темама (β коефицијенти)



Слика А1-Б. Најчешће речи у темама (β коефицијенти)



Литература

- Angelico C., Marcucci J., Miccoli M. & Quarta F., (2021). „Can we measure inflation expectations using Twitter?,” *Temi di discussione (Economic working papers)* 1318, Bank of Italy.
- Arun, R., Suresh, V., Madhavan, C. V., & Murthy, M. N. (2010). „On finding the natural number of topics with latent Dirichlet allocation: Some observations” In *Pacific-Asia Conference on Knowledge Discovery and Data Mining* (pp. 391–402). Springer.
- Blei, D. M., Ng, A. Y., & Jordan, M. I. (2003). „Latent dirichlet allocation”. *Journal of machine Learning research*, 3(Jan), 993–1022.
- Cao, J., Xia, T., Li, J., Zhang, Y., & Tang, S. (2009). „A density-based method for adaptive LDA model selection”. *Neurocomputing*, 72(7–9), 1775–1781.
- Deveaud, R., SanJuan, E., & Bellot, P. (2014). „Accurate and effective latent concept modeling for ad hoc information retrieval”. *Information Retrieval Journal*, 17(2), 175–198.
- Ђukić, M. (2022). „Procena inflatornih pritisaka putem analize novinskih tekstova”. *Zbornik radova. Narodna banka Srbije*, Septembar 2022. 41–66.
- Griffiths, T. L., & Steyvers, M. (2004). „Finding scientific topics”. *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America*, 101 Suppl 1(suppl 1), 5228–5235.
- Kešelj V. and Sipka D. (2008) „A Suffix Subsumption-based Approach to Building Stemmers and Lemmatizers for Highly Inflectional Languages with Sparse Resources”. *INFOTHECA, Journal of Informatics and Librarianship*, vol. IX, no. 1–2, pp. 23a–33a, 21–31, May 2008.
- Larsen, V. H., Thorsrud, L. A., & Zhulanova, J. (2021). „News-driven inflation expectations and information rigidities”. *Journal of Monetary Economics*, 117, 507–520.
- Scott Deerwester, Susan T. Dumais, George W. Furnas, Thomas K. Landauer, Richard Harshman (1990). „Indexing by latent semantic analysis”. *Journal of the American Society for Information Science*
- Tibshirani, R. (1996). „Regression Shrinkage and Selection via the Lasso”, *Journal of the Royal Statistical Society. Series B (Methodological)*, 58(1), 267–288.

**МИГРАЦИЈА ПЛАТНИХ СИСТЕМА НА
СТАНДАРД ЕЛЕКТРОНСКИХ ПОРУКА
*ISO20022***

Иван Радановић

© Народна банка Србије, март 2024.

Доступно на www.nbs.rs

За ставове изнете у радовима у оквиру ове серије одговоран је аутор и ставови не представљају нужно званичан став Народне банке Србије.

Сектор за платни систем

НАРОДНА БАНКА СРБИЈЕ

Београд, Краља Петра 12

Тел.: (+381 11) 3027 100

Београд, Немањина 17

Тел.: (+381 11) 333 8000

www.nbs.rs

Миграција платних система на стандард електронских порука *ISO20022*

Иван Радановић

Апстракт: Циљ рада је анализа пројеката миграције платних система у свету и Републици Србији са актуелног стандарда *ISO15022* на нови стандард *ISO20022*. Један од главних циљева пројекта јесте олакшавање прекограничних плаћања, која још увек у знатној мери одликују високи трошкови, ниска брзина и недовољна транспарентност. Тај циљ је препознат на глобалном нивоу, чему сведочи план земаља G20 формулисан октобра 2020. На нивоу националних централних банака спроводе се засебни пројекти миграције у чијој је основи праћење добре пословне праксе и рад по најсавременијим стандардима. Поред тога, када је реч о Народној банци Србије, мотив је и остваривање компатибилности са захтевима потенцијалног повезивања с другим платним системима (нпр. *TARGET* сервисима Европске централне банке) и прикључења географском подручју *SEPA*. Нове електронске поруке су до три пута обимније и структуриране су тако да нуде већу флексибилност, прилагодљивост економској конјунктури и сложеним захтевима *AML/CFT*, *KYC*, *Fraud prevention* регулативе, као и могућност за готово стопроцентну стопу *Straight-Through* процесирања. Анализа је спроведена комбинавањем дескриптивног и компаративног метода и метода студије случаја како би се приближиле карактеристике платних система као темељне јавне инфраструктуре, трендова у области плаћања, али и самог феномена стандарда електронских порука и *XML* шеме као синтаксичке основе стандарда *ISO20022*. Предмет рада су и искуства међународних платних система и њихових оператора, начин миграције у мрежи *SWIFT*, али и рада централног сервиса *SWIFT* за конверзију *MT* и *MX* порука. Такође, пажња је посвећена потенцијалним карактеристикама будуће софтверске платформе Народне банке Србије за рад *RTGS* НБС и Клиринг НБС платних система. Миграција платних система окончаће се у новембру 2025. године. Када је реч о мрежи *SWIFT*, од марта 2023. године у току је период коегзистенције, када је могућа употреба порука по оба стандарда. Народна банка Србије ће као једну од мера за обезбеђивање континуитета рада платних система чији је оператор, а који ће прећи на нови формат порука, до краја 2024. године омогућити коегзистенцију два формата порука.

Кључне речи: миграција, стандард *ISO20022*, електронске поруке

[JEL Code]: E42, E58, F30, F33 и G20

Нетехнички резиме

У претходном периоду, највећи број платних система у свету користио је стандард *ISO15022* као основу електронских порука које размењују учесници: централне банке, банке, небанкарски пружаоци платних услуга и други оператори платних система. Ради се о *SWIFT MT* формату порука који оператори платних система најчешће модификују примарно за потребе локалних тржишта. Поред различитих недостатака *MT* порука искристалисаних током година њихове употребе, између осталог, и у прекограничним плаћањима, ово значи одређену фрагментацију и немогућност оптимизације размене информација између финансијских институција. У условима све већих, глобализованијих и повезанијих финансијских тржишта, потреба финансијске заједнице за унапређењем електронских порука расте.

Тежиште напора на унапређењу прекограничних плаћања управо је прелазак на нови стандард *ISO20022* електронских порука *MX* формата. Ове поруке одликује вишеструко већи обим информација које могу да садрже и унапређена структура информација, која знатно смањује могућност да је примаоци погрешно протумаче, истовремено повећавајући стопу успешности аутоматизованог (*Straight-Through*) процесирања података. Богатији садржај података користиће се у више финансијских делатности, а не само у области плаћања, што имплицира већу интероперабилност између разнородних учесника на тржишту. Ово би требало да додатно допринесе квалитету података о финансијским трансакцијама, финансијским производима и услугама за које ће се користити, али и бољем задовољавању све већих регулаторних захтева у складу с растом сложености тржишта платних услуга.

Прелазак на нови стандард је глобални пројекат чија чворишта су Међународна организација за стандардизацију (*ISO*), међународна мрежа за међубанкарску комуникацију *SWIFT* и оператори највећих међународних платних система, у првом реду Европска централна банка. Званични крајњи рок, унутар мреже *SWIFT*, за прелазак је новембар 2025. године, при чему је марта 2023. године почео период коегзистенције два формата порука. То значи да је од марта 2023. године обавезно обезбедити техничку могућност пријема порука *MX* формата, док ће 2025. бити обавезно пребацити се на овај формат и током слања порука. Нови формат порука тренутно се користи у више од 70 земаља. Након новембра 2025. године, *SWIFT* ће из употребе повући *MT* поруке.

Циљ рада је да представи карактеристике ове миграције, најпре у уводним одељцима о платним системима и трендовима у области плаћања. Потом анализа прелази на електронске поруке, разлике између различитих формата и коначно на стандард *ISO20022*, али и његову синтаксичку основу коју чини *XML* језик за означавање текстуалних записа. У последњем делу пружен је осврт на међународна искуства стечена током миграције, интероперабилност платних система у периоду коегзистенције, али и на домаће платне системе. Од осам платних система у Републици Србији, Народна банка Србије је оператор њих шест – *RTGS* НБС система, Клиринг НБС система, Међубанкарског клиринг система у девизама НБС, Међународног клиринг система у девизама, *DinaCard* клиринг система и *IPS* НБС система за инстант плаћања. Како последњи од њих функционише по стандарду *ISO20022* од 2018. године, предмет миграције ће бити *RTGS* НБС, Клиринг НБС, Међубанкарски клиринг систем у девизама НБС и Међународни клиринг систем у девизама. У опсегу овог рада су потенцијалне карактеристике софтверске платформе на којој ће, по окончању миграције, бити базиран рад *RTGS* НБС и Клиринг НБС платних система, као битних система који се у потпуности тичу домаћих плаћања у динарима. Биће представљен упоредни преглед тренутно коришћених *MT ISO15022* порука и њених потенцијалних *MX ISO20022* еквивалената. Такође, овај рад симболизује подршку Народне банке Србије која је на располагању свим учесницима платних система чији је она оператор током пројекта миграције.

Садржај:

1. Увод.....	72
2. Платни системи: крвоток савремене економије	74
2.1. Класификација платних система.....	75
2.2. Значај платних система.....	77
2.3. Трендови у области платних услуга и платних система.....	79
3. Стандарди електронских порука	81
3.1. XML: Синтакса новог стандарда	84
3.2. Одлике и употреба <i>ISO20022</i> у области плаћања.....	85
4. Миграција на нови стандард: могућности и изазови.....	89
4.1. Почети миграције.....	89
4.2. Обезбеђивање интероперабилности у коегзистенцији	90
4.3. Међународна искуства	91
4.4. Платни системи у Републици Србији	93
5. Закључак.....	96
Литература	98

1. Увод

Платни систем је скуп система за пренос новчаних средстава који олакшава циркулацију новца. Ради се о незаменљивом делу јавне инфраструктуре, али и предуслову спровођења монетарне политике и одвијања економске активности. Део платних система су и инструменти и процедуре који поменуто омогућавају. Како се ради о структури са значајном економијом обима и својеврсном природном монополу, најчешћи модел је онај где су оснивачи, власници и оператори платних система централне банке. Модели се не разликују само по структури управљања већ и по другим критеријумима у зависности од карактеристика платних система. Њихова хетерогеност по различитим питањима – као што су власништво над средствима поравнања, сврха оснивања, потреба коју треба да задовоље и др. – условљава и различитост њиховог рада.

Основна активност платних система је омогућавање плаћања, као преноса средстава од платиоца до примаоца након ког су међусобне обавезе двеју страна извршене. Управо је динамична еволуција плаћања, која се последњих двадесетак година удаљавају од употребе готовог новца, контекст који повећава значај оператора платних система. Дигитална плаћања се непрестано развијају због сталне интеракције између пружалаца платних услуга, развоја информационалних технологија и потреба крајњих корисника. Те потребе су разноврсне, али су им заједничке стална тежња ка убрзавању, једноставности и сигурности процеса плаћања. То се односи и на плаћања у унутрашњем и на она у међународном промету.

Прекогранична плаћања, као плаћања између два финансијска субјекта из различитих земаља и различитих платних система, начин су реализације међународних финансијских токова. Како би осигурала привредни раст, глобализација од капитала захтева брзину. То имплицира усавршавање начина плаћања између учесника унутар истих, али и различитих платних система. Плаћања се извршавају разменом великог броја различитих електронских порука између финансијских институција, њихових клијената и оператора платних система. То се одвија посредством рачунарских мрежа, које могу бити међународне (нпр. *SWIFT*) и локалне, односно наменски оформљене за рад појединих платних система. Електронску поруку чини скуп информација које стране – финансијске институције – у једној трансакцији размењују: податке о њима, њиховим клијентима, износу, врсти коришћеног платног инструмента итд. Ове информације имају одређену структуру која се утврђује конвенцијама. Те конвенције називају се стандарди. Формулисањем, потврђивањем и промоцијом стандарда у области финансијских услуга, као и многих других стандарда, бави се Међународна организација за стандардизацију (*ISO*).

Највећи број платних система у свету, укључујући и оне чији је оператор Народна банка Србије (осим *IPS* НБС система, који је компатибилан са *ISO20022*), до сада је користио *SWIFT MT* поруке базирани на стандарду *ISO15022* као основном и најчешће коришћеном стандарду за размену финансијских порука између финансијских институција. Национални оператори платних система, укључујући и Народну банку Србије, углавном су се одређивали за мању или већу модификацију садржаја овог формата порука, према потребама својих локалних тржишта. То повећава корисност при унутрашњој употреби од стране домаћих корисника, али је угрожава при међународној размени, нарочито у условима када национални платни системи све више теже интеграцији подстакнути захтевима глобализације. Услед велике различитости типова порука, ово условљава потребу за оптимизацијом, поједностављењем и убрзањем плаћања.

Нови стандард електронских порука *ISO20022* требало би ту потребу да задовољи. Ради се о унапређеном систему бележења информација унутар електронских порука, чије су структура, опсег и техничка ригорозност знатно унапређени у односу на верзију *ISO15022*. Утицајне међународне организације, приватни сектор и оператори глобално значајних платних система (Европска централна банка, Федералне резерве итд., као и мрежа *SWIFT*) тежишта су глобалне миграције на нови стандард електронских порука, која би требало да се оконча до новембра 2025. године. Ради се о делу плана Г20 формулисаног октобра 2020. године, чији је један од циљева да се олакшају прекогранична плаћања. То би требало да се спроведе решавањем истрајних проблема као што су високи трошкови, ниска брзина и недовољна транспарентност ових плаћања. До назначеног рока, када мрежа *SWIFT* окончава подршку *MT* формату порука, централне банке и финансијске установе које врше функцију оператора платних система, али и учесници тих платних система, морају да изврше миграцију. Ово се нарочито односи на субјекте који мрежу *SWIFT* користе као примарни комуникациони канал. Како она подразумева незанемарљива софтверско-хардверска прилагођавања, ради се о технички и организационо захтевном процесу.

Циљ рада је анализа ове миграције. Комбинацијом дескриптивног и компаративног метода и метода студије случаја пружа се осврт на све релевантне аспекте миграције која очекује и платне системе у Републици Србији и њихове учеснике. Они се тичу природе платних система, њихових техничких и организационих карактеристика, трендова у области дигиталних плаћања, феномена електронских порука и синтаксичке основе стандарда *ISO20022*.

На тај начин је и структуриран рад. У наставку ће читаоци бити упућени на основне концепте који се тичу платних система као што су плаћање, нетирање, поравнање и др. Представљено је неколико начина класификације платних система и тиме указано на основне одлике три од шест платних система којима управља Народна банка Србије, а то су *RTGS* НБС систем, Клиринг НБС систем и *IPS* НБС систем. Поред поменутих, Народна банка Србије оператор је и Међубанкарског клиринг система у девизама Народне банке Србије, Међународног клиринг система у девизама и *DinaCard* клиринг система. Платни системи су кључна финансијска инфраструктура од чијег функционисања корист имају све интересне стране – од државе преко банака до крајњих корисника платних услуга. Зато је важно представити и трендове који ће одликовати пружање платних услуга у будућности – убрзана дигитализација и интеграција с напредним технологијама као што је вештачка интелигенција. Трећи део рада приближава феномен електронских порука и њихове стандардизације, уз осврт на *XML* шему као синтаксичку основу стандарда *ISO20022*. Четврти део рада тиче се миграције на нови стандард, и у свету и када је реч о платним системима у нашој земљи – са акцентом на *RTGS* НБС систем и Клиринг НБС систем као битним платним системима.

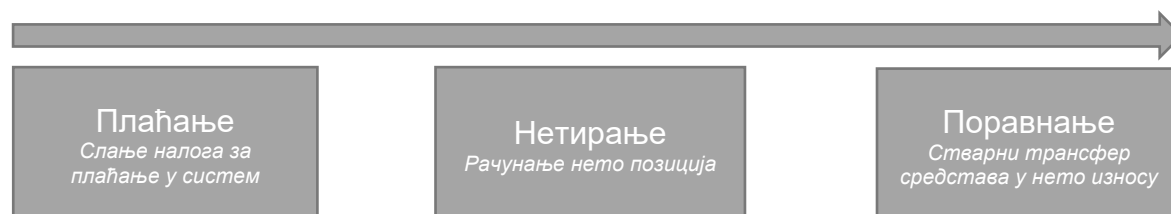
Како је намера овог рада да симболизује почетак миграције платних система у Републици Србији, као пројекта од прворазредног значаја и за оператора и за учеснике – рад је без закључка у уском смислу речи. То произлази из његове нешто специфичније улоге. Она је примарно информативна. То значи пружање основног скупа информација који није коначан, али је користан свим учесницима овог пројекта како би се он успешније реализовао. Не мање важан наум при писању био је да симболизује подршку Народне банке Србије, која ће непрестано бити на располагању свим учесницима платних система чији је она оператор.

2. Платни системи: крвоток савремене економије

Више је начина да се платни системи дефинишу. Тако је, према најзаступљенијем, реч о скупу инструмената, посредника, правила, процедура и система за међубанкарски пренос средстава који олакшавају циркулацију новца у земљи или валутном подручју (ECB, 2010). Може се рећи да поменути скуп такву циркулацију новца гарантује (Banco de México, 2024). Нешто сажетије, платни системи су организовани аранжман за пренос монетарне вредности између две стране (Nakajima, 2011). Платни систем, према домаћем Закону о платним услугама, означава „систем за пренос новчаних средстава између учесника у овом систему, с писаним и стандардизованим процедурама и правилима за обраду и нетирање и/или поравнање налога за пренос у платном систему који се примењују на све учеснике у том систему” („Службени гласник РС”, бр. 139/2014 и 44/2018).

У том смислу, пренос монетарне вредности – плаћање (*payment*) – јесте пренос средстава који окончава обавезу платиоца према примаоцу средстава (ECB, 2010). Када се плаћање успешно обави, обавезе двеју страна једна према другој престају. Тај тренутак престанка назива се поравнање (*settlement*). Поравнању претходе обрада и нетирање (*clearing*). Нетирање је утврђивање разлике између суме примљених и суме послатих плаћања на појединачним рачунима учесника платних система – утврђивање нето позиције. Ако је разлика позитивна, сматра се да је учесник у тзв. нето позитивној (кредитној) позицији, а ако је негативна, говори се о нето негативној (дебитној) позицији. Поравнање се извршава тако што учесници с негативном нето позицијом у систем шаљу износ у висини нето позиције, који се потом сабира и расподељује на учеснике чија је нето позиција позитивна. Иако је у теорији нетирање део рада платних система, не функционишу сви платни системи по том принципу.

Слика 1. Функционисање платних система у којима се врши нетирање



Прилагођено према: Nakajima, M., „Payment System Technologies and Functions”, стр. 6.

Платни системи су кључни део јавне инфраструктуре сваке земље зато што утичу на брзину економских токова, перформансе спровођења односно трансмисије мера монетарне политике, као и на трошкове и ликвидност учесника. Чинећи то, морају остати поуздани. Заправо, без новчаног трансфера нема савремене економске активности (Nakajima, 2012),¹ нити трансфера без платних система.²

¹ Познат је пример реакције председника Одбора америчких Федералних резерви Алана Гринспена када је 11. септембра 2001. године сазнао за терористички напад на САД. Како је касније изјавио, његова прва и највећа стрепња није се тичала инфлације или незапослености, већ система FedWire – највећег платног система у земљи, којим је циркулисало преко четири милиона, тј. четири хиљаде милијарди долара дневно.

² Осим у случајевима сарадње с кореспондентским банкама.

2.1. Класификација платних система

Ради сагледавања шире слике платних система, они ће у наставку бити класификовани према неколико критеријума. Критеријуми поделе могу бити различити, у зависности од информационих потреба које конкретна подела задовољава. Платни системи се стога могу класификовати према: оператору, методу и учесталости поравнања, вредности трансакција које се кроз њега поравнавају, као и по средству поравнања (Слика 2).

Посматрано из угла оператора, постоје платни системи централне банке и приватни платни системи. Први су у власништву централних банака, које њима и управљају, што значи да централне банке имају улогу оператора платног система.³ У Републици Србији Народна банка Србије је оператор следећих платних система – RTGS НБС, Клиринг НБС, IPS НБС система за инстант плаћања, Међубанкарског клиринг система у девизама НБС, Међународног клиринг система у девизама и DinaCard клиринг система. С друге стране, оснивачи и оператори приватних платних система приватни су актери на тржишту, најчешће удружења банака и других финансијских установа (*Clearing Houses*). У литератури се за ову врсту платних система сусреће назив „клиринг системи”. У нашој земљи таквог актера представља Удружење банака Србије, које је оператор два платна система – Клиринга чекова УБС и Клиринга директних задужења УБС.

Према методу поравнања, разликују се системи за нето и бруто поравнање. При нето поравнању (*net settlement*), позиције учесника у систему реализују се у нето износу. Нето позиције се могу за сваког учесника рачунати у односу према сваком другом учеснику (билатерално поравнање), али и према свим осталим учесницима истовремено (мултилатерално поравнање). Такав систем на домаћем тржишту представља Клиринг систем Народне банке Србије, који се заснива на мултилатералном принципу поравнања. Бруто поравнање (*gross settlement*) врши се тако што се плаћања извршавају у пуном износу, по реду доспевања у систем. Са овим је блиско повезано разликовање платних система према учесталости поравнања, где се могу разликовати поравнања у реалном времену и одложено поравнање у тачно одређено време. Првој групи припадају системи за бруто поравнање (*Real-time Gross Settlement – RTGS*), а другој системи за нето поравнање (*Designated-Time Net Settlement – DTNS* или *Deffered Net Settlement – DNS*). У поменутом Клиринг НБС систему, клириншки циклуси покрећу се четири пута током радног дана система, што га сврстава у потоњу групу.

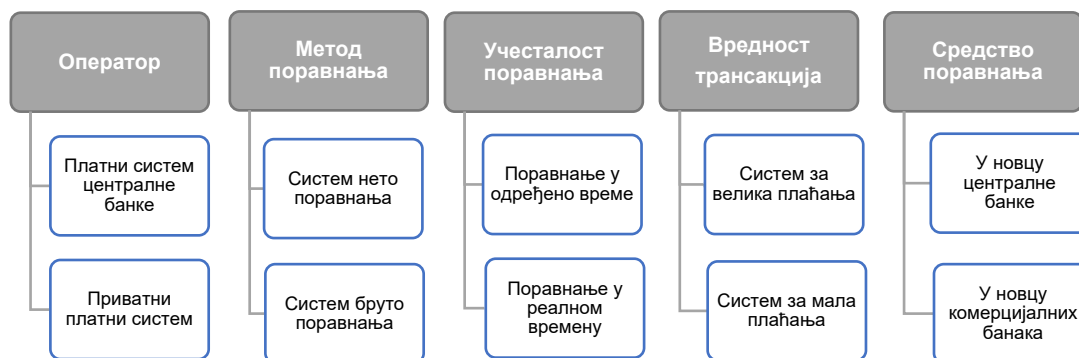
Критеријум вредности трансакција које се кроз платни систем процесирају раздваја системе за велика плаћања (*Large value payment systems – LVPS*) од система за мала плаћања (*Retail Payment System – RPS*). При томе, одреднице „велика” и „мала” нису нужно дословне, већ се могу посматрати и као типови плаћања за чију су обраду дизајнирани. У смислу типа плаћања, мала плаћања (*Retail payments*) јесу плаћања између клијената банака – учесника у платном систему и односе се на трансфере и куповину добара и услуга које изврше физичка и правна лица и предузетници. Другим речима, односе се на плаћања између два физичка лица (*P2P*), физичког и правног лица (*P2B*) или на комерцијалне трансакције између правних лица и предузетника (*B2B*) (*Bech & Hancock, 2020*). Томе треба додати и плаћања ка рачунима државе *P2G* и *B2G*. Таква плаћања су релативно ниске вредности, али су веома бројна. Системи који процесирају мала плаћања теоријски не морају да извршавају поравнања током

³ Такви су амерички *Fedwire*, *TARGET2* систем Европске централне банке, јапански *BOJ-NET* итд.

истог дана када је налог за плаћање примљен. Ипак, данас то најчешће чине како би се смањили оперативни ризици, што обухвата и праксу у платним системима чији је оператор Народна банка Србије. С друге стране, велика плаћања (*Wholesale payments*) одвијају се између финансијских институција – учесника у платном систему: плаћања поводом поравнавања хартија од вредности, трговине девизама и сличних међубанкарских трансакција. Њих има знатно мање, али су далеко веће вредности од претходног типа плаћања. Просечан дневни број плаћања у домаћем RTGS НБС систему – као систему за обраду великих⁴ плаћања по бруто принципу у реалном времену – износи око 840.000, уз просечну вредност појединачног плаћања од око 936 хиљада динара.⁵ С друге стране, IPS НБС систем за мала плаћања дневно процесира око 185.000 плаћања, у просечној вредности од око 11.000 динара.

Последња подела врши се у односу на власништво над средствима поравнања, те се тако разликују платни системи који се поравнавају у новцу централне банке – у новцу на рачунима учесника платних система при централној банци – као и у новцу пословних банака.⁶ Ризик ликвидности коначности поравнања, скопчани с новцем пословних банака, код новца централне банке је минималан. Зато релевантни глобални стандарди препоручују да се такви системи поравнавају у новцу централне банке (*BIS*, 2001).

Слика 2. Класификација платних система



Извор: Обрада аутора.

⁴ У смислу износа, великим плаћањима сматрају се плаћања у вредности изнад 300.000 динара. Међутим, нису сва плаћања у оквиру RTGS НБС система велика у *wholesale* смислу. У оквиру овог платног система, у реалном времену, извршавају се и мала (*retail*) плаћања, чији су појединачни износи мањи од 300.000 динара, али су груписана. Ради се о сервису чији је циљ унапређење реализације малих плаћања у земљи. У IPS НБС систему процесирају се плаћања до 300.000 динара.

⁵ „Општи показатељи RTGS система и Клиринг система у 2023. години”, доступно на: https://www.nbs.rs/export/sites/NBS_site/documents/platni-sistem/statistika/rtps/stat_23.pdf

⁶ Често се заборавља да новац на рачунима физичких лица у банкама уопште није њихово власништво него тек, у строго теоријском смислу, „обавезу” банака према својим клијентима.

2.2. Значај платних система

Поменуто свој конкретни одраз има у податку да се у *RTGS* платном систему Европске централне банке за шест дана поравнају трансакције у вредности од годишњег БДП-а земаља зоне евра, односно око 13 билиона евра (*ECB*, 2023). Кроз еквивалентан платни систем у Уједињеном Краљевству, годишњи БДП се обрне на свака три дана, што значи дневни просек од преко 720 милијарди фунти (*BOE*, 2022). У *RTGS* НБС систему, као најзначајнијем платном систему у Републици Србији, дневно се процесира око 6,7 милијарди евра. То значи да се годишње кроз овај систем процесира вредност око 29 пута већа од БДП-а земље.

Платне системе није само зато тешко преценити. Свака земља која рачуна на стабилно макроекономско окружење, где јавност има поверење у финансијски и банкарски систем као чворишта економске активности, мора обезбедити да се плаћања увек могу извршити.

Рад платних система кошта. Трошкови платних система (*social cost*) подразумевају све трошкове поднете како би се обавила плаћања путем свих платних инструмената⁷ умањене за накнаде које прате саме трансакције између учесника система. Примери су трошкови производње новца, време које се утроши ради поседовања готовине и самог плаћања или трошкови обраде платних налога или чекова на шалтерима (*Krüger & Seitz*, 2014). Узети збирно, представљају нето трошкове платних система. Овај концепт је користан, али има ограничен потенцијал. Процене нето трошкова платних система, што агрегатних, што по трансакцији, зависе од карактеристика националне економије, а понајпре од учесталости коришћења конкретних инструмената за плаћање. То је кључни фактор за реализацију економије обима, неопходне за ефикасност платних система. Зависи од раширености прихватне мреже за безготовинска плаћања, па чак и од каматне стопе која би се користила за рачунање опортунитетних трошкова одласка до банкомата или шалтера. Због свега тога студије нису биле конзистентне ни када је реч о истим земљама, истој методологији и сличним временским раздобљима. Како трошкови зависе од превеликог броја фактора, различите студије нису лако упоредиве. Упркос уложеном истраживачком напору, досадашњи резултати нису довољни да би екстензивна међународна поређења била валидна (*Schmiedel et al.*, 2012).

Раст технолошке сложености и самим тим ефикасности платних система, на пример увођењем система за брза (инстант) плаћања, побољшао је ликвидност неопходну за обављање економске активности, што упућује на закључак да је технолошки развој платних система изузетно важан у контексту динамике глобализованих тржишта. Другим речима, ефикасан платни систем може подстаћи привредни раст и омогућити основу за дугорочни раст продуктивности као предуслова животног стандарда (*CEBR*, 2022). Што је платни систем ефикаснији, то изискује мање трошкове.

Од избијања економске кризе 2008. повећало се интересовање за истраживање алата за макроекономска предвиђања, нарочито оних који се заснивају на монетарним и финансијским подацима. То је отворило простор анализи података о платним инструментима који представљају јединствен извор информација за потребе краткорочних прогноза економске активности због тога што прате економске трансакције. Премда је та веза била позната пре више од једног века, захваљујући економисти Ирвингу Фишеру (1912), који је писао да „једначине [квантитативне теорије новца] значе да је новац исплаћен у свакој трансакцији

⁷ Готовина, платне картице, кредитни трансфери и др.

еквивалентан добрима која су купљена по продајној цени”, новијем интересовању допринеле су идеје тзв. нових монетариста.⁸ С тим у вези, на основу ранијих истраживања која су се бавила односом БДП-а, приватне потрошње и статистике платних инструмената – углавном картица – утврђена је присна веза између временских серија које се односе на мала плаћања и главних економских агрегата.

То да однос агрегатне производње и статистике платних система једне земље није само дескриптиван потврдила је једна новија индијска студија (*Rooj, Sangupta, 2020*). Истраживачи су закључили да платни системи за велика плаћања позитивно утичу на привредни раст, као и да привредни раст повећава вредност и број плаћања унутар ових система. Надаље, раст броја плаћања у *RTGS* системима води повећању понуде новца, као и нивоа цена посматрано кроз индекс потрошачких цена. Другим речима, када су привреда и доходи у успону – што повећава агрегатну тражњу – становништво више користи безготовинске⁹ облике плаћања и тиме доприносе привредном расту.

Главни учесници финансијских система јесу платни системи, централне банке и пословне банке. У савременим платним системима кључну улогу играју централне банке. Оне њима управљају и врше услугу поравнања за банке и друге финансијске институције. Поред тога, активно учествују у реализацији монетарне политике путем операција на отвореном тржишту. Из тога произлази да је исправан (енгл. *sound*) платни систем предуслов успеха монетарне политике (*Bech, 2008*). Пословне банке, са своје стране, користе платне системе ради операција на тржишту новца, девиза или хартија од вредности у своје или у име својих клијената. Утицај платних система на финансије и банкарство огледа се у чињеници да су банке главни играчи на тржишту платних услуга, односно учесници у платним системима. Досадашња улога банака огледала се у реализацији трансакција значајним и растућим волуменом и у коришћењу предности економије обима с тенденцијом пада трошкова. Послови платног промета за банке представљају значајан извор стабилних прихода, уз непостојање капиталних захтева за њихову реализацију.¹⁰ Уједно, представљају значајан извор информација о понашању клијената и базу за примену најнапредније аналитике (*Живковић, 2019*).

Платни системи теже положају тзв. природног монопола. То је ситуација када је, услед економије обима, максималну ефикасност производње и дистрибуције могуће постићи само посредством једног добављача. Природни монопол одликују енормни фиксни трошкови и занемарљиви гранични трошкови¹¹ (*Варијан, 2014*). Такође, као и мреже мобилне телефоније, платне системе одликују тзв. мрежне екстерналије – што је више учесника у платном систему, то се виша вредност кроз њега преноси и допире до већег броја учесника и крајњих корисника.

⁸ О овој школи мишљења, која се за разлику од традиционалног монетаризма (али и кејнзијанизма) разликује по већем ослањању на микроекономску анализу, више у <https://oxfordre.com/economics/display/10.1093/acrefore/9780190625979.001.0001/acrefore-9780190625979-e-397>.

⁹ Ово може да се односи и на плаћања у готовини, али због иманентног ризика сиве економије, безготовинска плаћања су боље мерило.

¹⁰ Колико је значајан, најбоље се види по податку да су 2015. године укупни нето приходи по основу накнада и провизија износили 65% оперативних прихода европских банака.

¹¹ Успоставити платни систем значи поднети веома високе иницијалне трошкове који су независни од броја учесника платног система. Зато је додатни трошак сваког појединачног прикључења учесника, једном када платни систем постоји, из угла власника платног система занемарљив.

С обзиром на приказано, јасна је изразита заинтересованост централне банке, као и шире друштвене заједнице, да обезбеди поузданост и ефикасност платних система.

2.3. Трендови у области платних услуга и платних система

Са снажним технолошким напретком подстакнутим интернетом, а потом и паметним телефонима, последњих петнаестак година потрошачке навике, преференције и понашање премештају се с коришћења готовине на дигитална плаћања. Упоредо са овим ширио се опсег платних услуга заснованих на коришћењу интернета, као што су плаћања путем електронског банкарства или плаћање електронским новцем.¹² Истовремено се осавременује прихватна мрежа – повећава се доступност све функционалнијих *POS* и *ATM* терминала (банкомата), а смањује оних банкомата који имају само функцију подизања готовине. Поред дигитализоване комуникације, захтев технолошки посредованог друштва су и такви методи куповине, што условљава раст тражње за инструментима за мала плаћања у реалном времену.

Општа кретања од употребе готовине, чекова и трансфера одобрења на основу папирног налога (уплатнице) ка безготовинским инструментима, као што су онлајн трансфери одобрења, картице или електронски новац, нарочито се добро виде у статистици о пружању платних услуга. С тим у вези, просечан број дигиталних плаћања по особи у групи земаља чију статистику објављује Банка за међународна поравнања (тзв. *Red book statistics*) у периоду 2012–2021. порастао је са 179 на 332.¹³ На пад атрактивности готовине неспорно је утицала и пандемија због страха од преношења патогена преко папирних новчаница.¹⁴ Ипак, ти трендови нису универзални јер је тражња за готовином, чак и у богатијим земљама капиталистичког центра, још увек велика. Према прошлогодишњем извештају Банке за међународна поравнања, удео вредности готовине у оптицају у БДП-у достигао је максимум 2021. године, као првој години пандемије, али је и даље виши него пре њеног избијања (*Glowka et al.*, 2023). Важан разлог је тај што је готовина добила на значају као средство чувања вредности, односно као „сламарица” (*Auer et al.*, 2022).

Овим трендовима прилагођавају се регулатори. Најпре, централне банке унапређују законодавно-правни оквир: главни тренд у овом погледу је спуштање баријера за улазак на тржиште новим, небанкарским пружаоцима платних услуга¹⁵ (*Nonbanking financial institution – NBFi*). Потом, а подједнако важно, модернизацијом платних система, до краја 2023. преко 60 земаља покренуло је платне системе за инстант плаћања.¹⁶ Светски лидер по броју инстант плаћања по становнику старијем од 15 година јесте Тајланд са 276 плаћања годишње. Најуспешнија европска земља је Шведска, са 114 таквих плаћања (*ACI*, 2023). У Републици Србији је систем за инстант плаћања *IPS* НБС покренут 22. октобра 2018. године. Током 2023.

¹² Домаћи Закон о платним услугама електронски новац дефинише као електронски и магнетно похрањену новчану вредност која чини новчано потраживање према издаваоцу тог новца. Није синоним средствима на обичним платним рачунима. Као и готов новац и средства на рачуну, електронски новац је новчано средство и као такво је регулисано поменутим законом.

¹³ Списак земаља расположив је на: <https://stats.bis.org/statx/toc/CPMI.html>.

¹⁴ Истраживања су, у међувремену, показала да новчанице и ковани новац нису ризичнији од других, често додираних површина (*Tamele, B., A. et al.*, 2021).

¹⁵ Према дефиницији Светске банке, у питању су финансијске институције које не поседују пуну дозволу за обављање банкарске делатности и не могу примати новчане депозите, али врше алтернативне услуге (*World Bank*, 2016). Најчешће такве услуге, нарочито предвиђене ревидираном директивом ЕУ 2015/2366 (*PSD2*), јесу иницирање плаћања и пружање података о платним рачунима.

¹⁶ *Lipis Advisors*. (2023). *Overview of instant payments landscape today*.

године у овом систему процесирано је око 67 милиона трансакција, што износи 11,25 инстант плаћања по становнику старијем од 15 година. Према ова врста статистике може знатно да се разликује између земаља, у зависности од тога који платни инструмент доминира и за које врсте трансакција – за *P2P*, *B2B*, *P2B* или *P2G*, истраживања показују да прихватање инстант плаћања прати општи образац ширења технолошких иновација у плаћањима (*Bech et al.*, 2017). То значи да инстант плаћања постају стандард.

Назнаку о будућим кретањима пружио је портал *Globalpayments* (2024) спровевши дискусије с челницима великог броја финансијских институција, компанија и међународних тела у области плаћања, као и с финансијских тржишта у земљама периферије. Преовлађује став да ће, без обзира на смер кретања светске привреде, тржишни актери дати приоритет убрзавању, односно уклањању сметњи из процеса плаћања, примени најновијих технологија у сврху борбе против преварних радњи (*fraud*), као и побољшању односа с корисницима платних и других финансијских услуга. Један од најважнијих трендова несумњиво је коришћење вештачке интелигенције: „Не догађа се често да таква технологија [вештачка интелигенција] наиђе с толико различитих могућности употребе”, изјавила је Ванеса Колела, шеф за иновације и дигитална партнерства у компанији *Visa*. На питање којим ће се тачно начинима употребе посветити, компаније немају једнозначан одговор, али се половина малих и средњих компанија изјаснило као ентузијастично поводом вештачке интелигенције, као и 80% великих, мултинационалних корпорација. Ипак, назиру се конкретне примене – према поменутом истраживању, доминирају кориснички сервис (43%), откривање преварних радњи (43%) и маркетиншке активности (40%). Консултантска кућа *McKinsey* (2023) изнела је податак да би генеративна вештачка интелигенција могла допринети годишњем расту глобално додате економске вредности од 2,6 до 4,4 билиона долара. Други важан фактор кретања у области плаћања, чак и више од економске конјуктуре, јесу отворене финансије¹⁷ и из њега проистекли концепти као што су банкарство као услуга (*Banking as a Service – BaaS*). У питању је скуп сродних услуга које пружају нефинансијске компаније својим клијентима: од трговачких мобилних апликација с функционалношћу поседовања интерног рачуна и плаћања, платних картица које издаје конкретна компанија или чак микропозајмица од интернет продавница.¹⁸

И поред отварања приступа тржишту нетрадиционалним финансијским институцијама, као и тога што расте обим прекограничних плаћања – у 2022. је износио 150 билиона долара или 13% више него 2021. године – изазови остају (*McKinsey & Company*, 2023). Они постоје упркос постојању глобалних мрежа за комуникацију, у које су укључене хиљаде финансијских институција. Поменути изазови су високи трошкови услед ланаца посредника, валутне конверзије, различити периоди рада платних система, безбедносни ризици и др.

Платни системи функционишу путем размене електронских порука између њихових оператора и учесника. Електронска порука је скуп структурираних информација које учесници једне финансијске трансакције размењују. У вршењу својих активности, банке и друге финансијске институције размењују огромне количине података, међусобно али и са сопственим корисницима. Таква размена је успешна само ако оба краја ланца – пошиљалац и

¹⁷ Отворене финансије подразумевају тржишну структуру у којој банкарске, али и шири опсег финансијских услуга, поред традиционалних (нпр. банака), пружају и регулисане *third-party* институције како би корисници имали већу контролу над својим финансијама, а тржиште учинило конкурентнијим.

¹⁸ Познат пример јесте *Buy now, pay later (BNPL)* концепт, који омогућава дељење износа рачуна на више једнаких партија, без камате.

прималац – истоветно тумаче информације које се размењују. С напретком компјутеризације, тј. падом удела људског рада у овим активностима, поменуто је све важније. Зато финансијска индустрија стално формулише конвенције о томе како организовати податке, па се може рећи да се размена одвија у структурираним форматима (синтакса) и дефинисаном значењу (семантика).

Те конвенције познате су као стандарди. Структура и садржај електронских порука умногоме се разликују од подручја до подручја, што указује на значај стандардизације. Чворишта тих напора су Међународна организација за стандардизацију (*ISO*) и међународна мрежа *SWIFT*, као важна полуга глобалног прихватања стандарда. Управо је стандардизација електронских порука један од кључних начина за усавршавање рада платних система, па тиме и олакшавање прекограничних плаћања.

Финансијским регулаторима је такође важан конзистентан квалитет података. То је кључно у ситуацији када је потребно агрегирати податке различитих финансијских институција с различитих тржишта. Без одређене униформности у генерисању и обради информација, ни закључци засновани на њиховој анализи не могу бити поуздани. Недостатак квалитетних и приступачних података може бити ризичан, нарочито током финансијских криза. Тада системи за управљање ризицима и механизми за краткорочно финансирање могу да се суоче с потешкоћама у идентификацији основних информација, термина и елемената порука (*Office for Financial Research, 2012*).

3. Стандарди електронских порука

У савременим финансијама информације су све важнији фактор. Њихов обухват, сложеност и разноврсност расту паралелно с привредом, што је тренд чији се прекид не очекује. Другим речима, што информације буду важније, рашће и потреба да буду квалитетне. Значај стандардизације електронских порука управо лежи у томе (*Powell, 2014*).

Историја стандардизације порука дужа је од пола века и везује се за банкарска тржишта, која су у односу на данашња била високо фрагментирана. Први формати порука настају у САД. Док су тамо формулисани локални формати попут *BAI* (*Bank Administration Institute*) или његове унапређене варијанте *BAI2*, у Француској су постојали *CFONB* и други формати, у Великој Британији *STD18*, да би до првог већег усаглашавања дошло с *MT* порукама различитих генерација, које је почетком 1970-их година формулисала међународна организација *SWIFT*. Све до појаве ових порука могући су били само тзв. телеграфски међународни трансфери (*telex*), који су имали бројне недостатке. Плаћање је трајало до четири дана, а поруке су биле без структуре – у мери да се, заправо, радило о описивању трансфера читавим реченицама, које је на супротној страни неко требало да чита. Због могућности људске грешке то је значило ниску стопу успешног процесирања. Увођењем међународног *MT* формата комуникација се умногостручила. Током целе 1979. године, кроз мрежу *SWIFT* процесирано је око 10 милиона порука (*IR, 2021*). Тренутно се кроз њу процесира око 45 милиона порука дневно.

Упркос техничкој застарелости, многи старији формати и даље су у употреби. Поврх тога, у великом броју земаља користе се интерни, тзв. *proprietary* стандарди, засновани на

међународном стандарду, али прилагођени потребама локалног тржишта.¹⁹ Ова наизглед нелогична коегзистенција мотив је познате шале да је „сјајна ствар код стандарда то што постоји велики избор између њих”. Нелогична јер је мноштво стандарда по себи контрадикција, али само на први поглед, јер су потенцијални трошкови наглог усаглашавања далеко већи од користи.

Када је реч о *SWIFT MT* порукама, у највећем броју платних система користи се стандард *ISO15022*, уведен почетком овог века, након што је у употреби био стандард *ISO7775*. Његовим искључивањем до краја 2003. године електронске поруке постале су садржајније и погодне за структурирање, уз већу аутоматизацију. Она се види кроз раст стопе *Straight Through Processing (STP)*, са око 65% на данас стандардних 90% и више. *STP* значи да су сви потпроцеси који се тичу плаћања и информационих токова повезаних с њим компјутерски аутоматизовани, тако да минимизују ручни људски рад.

Готово половина свих порука које се данас свакодневно размене унутар мреже *SWIFT* структуриране су по стандарду *ISO15022*. У картичним системима пак доминира стандард порука *ISO8583*, а обим њихове дневне размене мери се стотинама милиона. Различите финансијске делатности користе различите стандарде, а један од циљева увођења стандарда *ISO20022* управо јесте да их све обухвати. У наставку су приказани делови двеју порука који се односе на обичан трансфер одобрења од платиоца до примаоца, али по различитим стандардима: *SWIFT ISO15022* и интерном америчком стандарду. У овом хипотетичком примеру, банка *ABC* из Београда (BG), Република Србија (RS) треба да по платном налогу свог корисника платних услуга *DEF*, са седиштем у Теразије 25, Београд, пренесе 15.000 долара на дан 1. марта 2024. с његовог рачуна 123456789.

Слика 3. Упоредни преглед порука за трансфер одобрења

MT103	FEDWire Proprietary
:32A: 2410301USD15000	{1520;20240301xxxxxxxxxyuuuuuu {2000;0000015000
:50F:/123456789	
1/DEF	{5000;D123456789 DEF.*TERAZIJE 25*BEOGRAD*
2/Terazije 25	SRBIJA* {5100} BABCRSBG
3/RS/Beograd	
:52A: ABCRSBG	

Извор: Обрада аутора.

Из приложеног се види да су исти подаци (назив платиоца, платиочев пружалац платних услуга, седиште и сл.) структурирани различито, уз различите ознаке за поља. Идентификациони код за банку се по једном стандарду наводи у пољу 52А, а по другом у пољу 5100, при чему ни садржај поља није исти. Ако се има у виду да су ово само примери делова порука, које у пракси садрже и преко двадесет поља, проблем комуникације се усложњава.

Ово значи да комуникација употребом различитих стандарда може створити проблеме приликом аутоматизације од почетка до краја (*end-to-end*). Потенцијал овог проблема расте заједно с дужином ланаца комуникације унутар све већих и повезанијих финансијских тржишта.

¹⁹ То је случај и с порукама које се користе у платним системима у Републици Србији.

Две значајне препреке у комуникацији јесу употреба различите семантике и синтаксе.

1. *Семантика* у овом смислу значи „речник” којим се различита подручја служе. Неподударности се могу јавити ако се различите речи односе на исту ствар или ако, још горе, иста реч значи различите ствари. На пример, платилац у трансакцији се на енглеском језику може појавити као *Ordering customer, Payer, Payor, Payment Originator, Initiator* и слично. Израз *Initiator* – иницијатор плаћања може да значи две ствари у зависности од платног инструмента. Код трансфера одобрења (*credit transfer*), иницијатор плаћања је истовремено и платилац, а код директног задужења (*direct debit*) иницијатор плаћања је прималац средстава на основу овлашћења платиоца.

2. *Синтакса* у овом смислу значи структуру информација, односно „језик” комуникације. Ако прималац поруке не разуме примењену синтаксу, неће разумети ни садржај поруке. Стандард се може посматрати као договор о садржају електронских порука и значењу и структури података унутар порука. Сваки пословни модел (нпр. плаћање) мора имати елементе (нпр. платилац, прималац, пружалац платних услуга, адреса) описане тако да буду разумљиви људима и софтверу, што повећава интероперабилност и потенцијал за аутоматизацију (*SWIFT, 2015*). Може се рећи да стандард дефинише *шта* се поруком саопштава, а синтакса дефинише *како/чиме* се саопштава.

Стандарди се не усвајају да би били извор конкурентске предности некој конкретној организацији или компанији, већ да би понудили додатну вредност свим учесницима финансијског система. Она се огледа у ширем и квалитетнијем садржају порука које ће испуњавати и будуће захтеве на тржишту, као што су више података који прате прекогранична плаћања (за кориснике), више података о корисницима платних услуга ради унапређења понуде (за банке), лакшу оцену усклађености платних налога с правним прописима (за регулаторе) и сл.

Као већ природно решење за најмодерније системе за инстант плаћања, стандард *ISO20022* својеврсни је каталог с више од 800 различитих порука које покривају више пословних подручја (Слика 3). Унутар сваког подручја налази се велики број појединачних порука које означавају различите пословне релације, као што су оне између крајњих корисника и пружаоца платне услуге, између самих пружалаца платних услуга, као и између пружалаца платних услуга и оператора платног система.

Табела 1. Преглед пословних подручја коришћења новог формата електронских порука

acmt: Account management	colr: Collateral management
auth: Authorities communications	setr: Securities trade
caaa: Acceptor to acquirer card transactions	secl: Securities clearing
catm: Card terminal management	sese: Securities settlement
pacs: Payments clearing and settlement	semt: Securities management
pain: Payments initiation	seev: Securities Events
camt: Cash management	tsin: Trade services initiation
remt: Payments remittance advice	tsmt: Trade services management
fxtr: Foreign exchange trade	reda: Reference data

Прилагођено према: ISO 20022 Business Areas, стр. 2.

Коришћењем заједничких правила, у оквиру усаглашених категорија, организациони, материјални и други ресурси могу се фокусирати на „покретаче вредности”, односно активности где се креира највећа вредност уместо да се расипају на форматирање, конверзију

и реинтерпретацију података због различитих стандарда. То не значи да се превођење из стандарда у стандард не врши – врши се, али је намера да таква пракса кроз прелазак на стандард *ISO20022* ишчезне. Пре анализе поменутог стандарда корисно је осврнути се на његову синтаксичку основу.

3.1. XML: Синтакса новог стандарда

Најшире употребљавана синтакса унутар стандарда *ISO20022* јесте *XML – eXtensible Markup Language*.²⁰ Откад је осмишљен 1998. године, најпопуларнији је стандард за означавање (*markup*) докумената или порука на интернету, али и ван њега, пошто се употребљава и у рачунарским апликацијама,²¹ за векторску графику, размену поште, системе гласовних порука итд. Дефинише општу синтаксу за означавање података једноставним, разумљивим ознакама (*tags*) (*Harold & Means*, 2006). У питању је најробуснија, најпоузданија и најфлексибилнија до сада осмишљена синтакса за документе.²²

XML документ садржи текст. Његов садржај се означава текстуалним ознакама унутар знакова „<” и „>”. Те ознаке могу бити почетне и завршне. Када је реч о коришћењу документа, веома је флексибилан, али је веома строг у погледу положаја ознака и начина на који су унете. То значи да сви *XML* документи морају да буду добро обликовани, тј. поштују правила, од којих су нека:

- Свака почетна ознака мора имати одговарајућу завршну ознаку;
- Елементи се не смеју преклапати;
- Вредности атрибута морају бити затворене у (полу)наводнике;
- У ознаке се не смеју уносити коментари или инструкције за обраду.

Правила се не смеју прекршити, што донекле отежава писање, али олакшава рачунарску анализу текста. У наставку је пример најједноставнијег, али потпуног *XML* документа:

```
<osoba>
    Petar Petrovic
</osoba>
```

У овом документу је елемент „osoba”. Ограничен је почетном ознаком <osoba> и завршном ознаком </osoba>. Ова синтакса прави разлику између великих и малих слова, па се елемент отворен ознаком <osoba> не може се затворити ознаком </OSOBA>. Све што се налази између почетне и завршне ознаке, искључујући њих, јесте садржај елемента. У овом случају садржај елемента је „Petar Petrovic”.

У наставку је нешто сложенији документ, који и даље садржи један елемент *osoba*, али и податке који описују име, презиме и занимање:

²⁰ Друга синтакса подржана стандардом *ISO20022* је *JSON*.

²¹ Примера ради, *MS Word* фајлови чувају се у *.docx* формату, при чему се последње „x” односи управо на *XML*, односно *extensible*.

²² *XML* је потомак језика *SGML* (*Standardized Generalized Markup Language*), који је изумљен 1970-их у компанији *IBM* и 1986. стандардизован као *ISO8879*. Због своје моћи, овај језик је био употребљаван у америчкој војсци, државним службама, стратешким индустријама и другим областима где се руковало десетинама хиљада страница техничке документације. Међутим, био је изузетно сложен, с преко 150 страница тешко разумљиве спецификације. Софтвер који би користио све могућности овог језика готово да не постоји. Године 1996. почело је поједностављивање и растеређивање овог језика, тако да задржи највећи део корисних функционалности. Резултат је био *XML 1.0*. (Исто, стр. 9).

```

<osoba>
  <ime_i_prezime>
    <ime>Petar</ime>
    <prezime>Petrovic</prezime>
  </ime_i_prezime>
  <zanimanje>pripravnik</zanimanje>
</osoba>

```

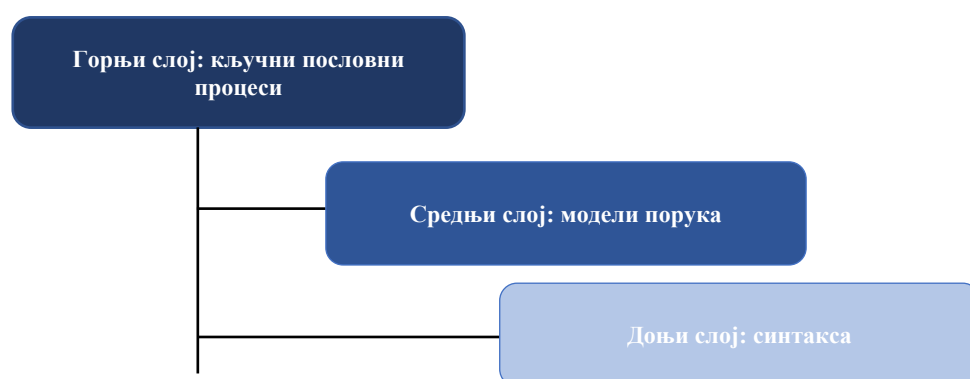
Унутар ове синтаксе ознаке пружају значење и структуру информацијама које се размењују. Такође, подаци су смештени у облику знаковних низова (*strings*). У представљеном примеру знаковни низ је „Petar”, „Petrovic”, „pripravnik”.

Примењени у области плаћања, ови документи далеко су дужи и сложенији, са званично утврђеним јединственим називима елемената. Неки од њих су: за идентификациони (*BIC*) код пружаоца платних услуга <FinInstnId>; за податке о странама у трансакцији <Nm>, <Adr>; за валуту и износ трансакције <CCy> и <Amt> итд. Ови и многи други елементи налазе се у три области које покривају платни системи, осенчене на Слици 3 – нетирање и поравнање плаћања (*pacs*), иницирање плаћања (*pain*) и управљање новцем (*camt*). Кључно је да су називи елемената јединствени и непроменљиви у свим платним системима где се користи стандард *ISO20022*, што је оптимално са становишта машинске читљивости великог броја порука.

3.2. Одлике и употреба *ISO20022* у области плаћања

У методолошкој основи овог стандарда налазе се пословни процеси. За њихово одвијање потребне су информације. Оне су организоване у пословне компоненте (моделе порука), који се даље састоје од елемената описаних синтаксом. Другим речима, ради се о концепту три одвојена слоја.

Слика 4. Трослојна структура стандарда *ISO20022*



Извор: Обрада аутора.

Пословни процеси су релевантне активности у финансијској индустрији. Они се називају и пословним доменима и обухватају пословање са обвезницама, платне системе, трговину, девизно тржиште и услуге повезане с картицама (*ISO, 2024*). Модели порука представљају сегменте у којима се извршавају конкретне активности (Слика 3), а најнижи слој обухвата структуру конкретног модела поруке.

Разлике између *MX* порука базираних на стандарду *ISO20022* и *MT* порука базираних на стандарду *ISO15022* вишеструке су. Структура првих је прецизније дефинисана, што значи да омогућава да се сваком детаљу битном за трансакцију додели конкретна одговарајућа ознака, што олакшава разумевање и повећава потенцијал за интероперабилност платних система из различитих географских подручја. Конкретније, то значи да су *MX* поруке исписане по хијерархији, тако да се различити њихови елементи логички „угнеждени”. Примера ради, ако нас занимају информације о примаоцу плаћања (<Cdtr>), у нижем реду гранања пронаћи ћемо их под различитим ознакама као што су: назив (<Nm>) и адреса (<PstlAdr>), под којом даље могу да се гранају подаци о уличном броју (<StrNm>), поштанском броју (<PstCd>) итд. Ово у *MT* формату порука није било могуће, као што се може видети у наставку.

Слика 5. Поједностављени преглед трансфера одобрења према старом и новом стандарду

MT103	pac.008
<pre>{1:F01ABNANL2AAXX1234012345} {2:O1031511010606UBSWCHZHGXX0000013085010549S} {3:{108:UHBMT103001}{121:360f1e65-90e0-44d5-a49a-92b55eb3025f}} {4: :20:494931/DEV :23B:CRED :32A:011521USD10551,50 :33B:USD10551,50 :50K:/122267890 BIODATA GMBH HOCHSTRASSE, 27 8022-ZURICH SWITZERLAND :59:/1234567890 CUBA SPORTS BAR GRILLE 1234 OCEAN DRIVE 90099 LA :71A:SHA</pre>	<pre><?xml version="1.0"?> <Document xmlns:xsi="http://www.w3.org/2001/XMLSchema- instance" xmlns="urn:iso:std:iso:20022:tech:xsd:pac.008.001.0 8"> FIToFICstmrCdtTrf> <GrpHdr> <MsgId>494931/DEV</MsgId> <CreDtTm>2021-15-01T00:00:00</CreDtTm> <NbOfTxs>1</NbOfTxs> <SttlmInf> <SttlmMtd>INDA</SttlmMtd> </SttlmInf> </GrpHdr> <CdtTrfTxInf> <PmtId> <InstrId>494931/DEV</InstrId> <TxId>NOTPROVIDED</TxId> <EndToEndId>NOTPROVIDED</EndToEndId> <UETR>360f1e65-90e0-44d5-a49- a92b55eb3025f</UETR> </PmtId> ... <CdtTrfTxInf> ... <Cdtr> <Nm>Cuba Sports Bar & Grille</Nm> <PstlAdr> <StrNm>Ocean Drive</StrNm> <BldgNb>1234</BldgNb> <PstCd>90099</PstCd> <TwnNm>Los Angeles</TwnNm> <CtrySubDvsn>CA</CtrySubDvsn> <Ctry>US</Ctry> </PstlAdr> ... </Cdtr></pre>

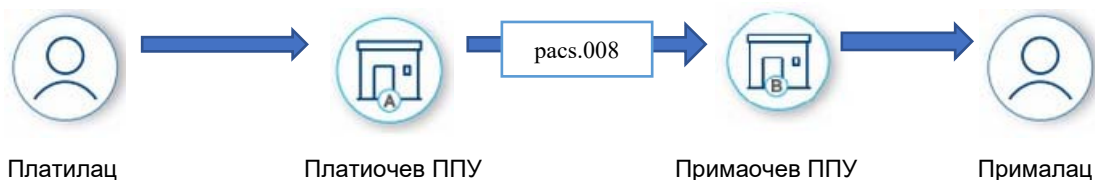
Извор: McConnell, S., McAuliffe, R. (2020).

Подаци о примаоцу плаћања осенчени су у жуто и зелено код два формата порука, па је и на први поглед видљива разлика у структури информација. Код *MX* поруке *pac.008* нема места за забуну при тумачењу, будући да свака информација има сопствене, само за њу осмишљене знакове. У примеру лево, непотпуно структурирани подаци о адреси примаоца могу довести до тога да се „CUBA” протумачи као назив државе која је под финансијским санкцијама, а не као део назива улице. С друге стране, референтни број платиоcheвог пружаоца

платних услуга осенчен је у црвено у старом, а еквивалентни подаци у азурноплаво у новом формату порука. Док је техничко ограничење поља 20 у старом формату 16 знакова, у новом формату платилац шаље јединствени идентификатор поруке <MsgId>, платног налога <InstrId>, процесирања од почетка до краја <EndToEndId>, као и податке о самом плаћању <TxId>. Свака од ове четири ознаке може да понесе по 35 знакова.

У области плаћања користе се три модела порука: *PACS*, *PAIN* и *CAMT*. Ови модели покривају читав ланац комуникације – клијент ка банци (*pain*), између банака (*pacs*) и различита обавештавања за банке, клијенте и оператора платног система (*camt*). Обухваћене су и различите секундарне функције као што су управљање банковним рачунима, управљање лимитима на рачунима банака, управљање сагласношћу за директно задужење, регулаторно извештавање итд. Обухват није коначан, па сведочимо тренду његовог проширења у складу с потребама тржишта.²³ У наставку су описи неких²⁴ од њих, уз поједностављену²⁵ илустрацију комуникационог тока којим поруке пролазе. Први модел порука размењује се између финансијских институција, тј. учесника у платним системима, како би се обрадиле информације које се тичу плаћања и поравнали износи на која плаћања гласе. У питању су:

1. **pacs.008** – за реализацију плаћања (трансфера одобрења) између крајњих корисника платних услуга;
2. **pacs.003** – за реализацију плаћања (директна задужења) између крајњих корисника платних услуга;
3. **pacs.009** – за реализацију плаћања између самих финансијских институција;
4. **pacs.004** – за реализацију повраћаја средстава.



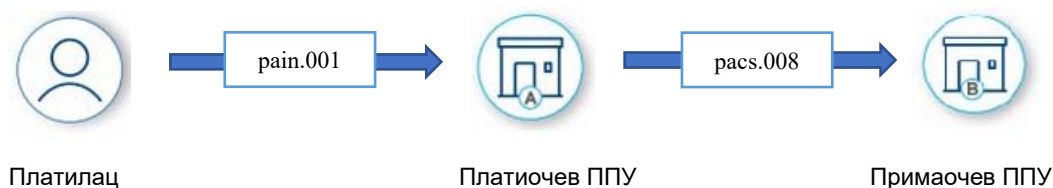
С друге стране, *PAIN* поруке се односе на иницирање плаћања од стране крајњег корисника платних услуга (клијента) до финансијске институције у којој држи рачун. Овај модел порука дизајниран је за размену информација између клијената – платилаца или прималаца плаћања – и њихових финансијских институција – банака или небанкарских пружалаца платних услуга. У питању су:

1. **pain.001** – иницирање плаћања (платилац) трансфером одобрења;
2. **pain.008** – иницирање плаћања (прималац) директним задужењем.

²³ У том смислу, можда највећи покретач прихватања стандарда *ISO20022* јесте Јединствено подручје за плаћање у еврима (*Single Euro Payments Area – SEPA*), барем када је реч о Европи.

²⁴ У реалности се користи много више порука, чији би екстензивни опис био ван опсега овог рада.

²⁵ Поједностављену преваходно тиме што недостају оператори платних система, као централна чворишта оваквих дијаграма. Оператори шаљу инструкције учесницима и контролишу исправност порука које, у случају неадекватности, враћају пошљоцима –учесницима. Тада се плаћање не извршава.



С обзиром на то да је домаћи систем за инстант плаћања *IPS*, који функционише на основу стандарда *ISO20022*, процесира трансфере одобрења и продукује поруке повезане с њима, поруке *pacs.003* и *pain.008* тренутно нису у употреби.²⁶ Оне које јесу, уређене су по намени и врсти Упутством о порукама, које се користе у *IPS* НБС систему.²⁷

Конечно, поруке *CAMT* дизајниране су за комуникацију између учесника платних система и клијената пружалаца платних услуга ради информисања о статусу иницираних плаћања, новим приливима, слању извода о рачунима и сл. Нека од њих су:

1. **camt.052** – извештај о стању рачуна;
2. **camt.053** – детаљни извештај о стању;
3. **camt.054** – обавештење о задужењу/одобрењу рачуна.



Премда се описаним порукама не исцрпљује листа порука у области плаћања, у питању су често коришћене поруке. Предност коју би стандард порука *ISO20022* требало да донесе тиче се, између осталог, смањења различитости порука које је претходни стандард користио. Другим речима, већи број финансијских *MT* порука сада се функционално стапа у мањи број²⁸ *MX* порука, као што се види у следећој табели.

Табела 2. Еквиваленција дела порука по старом и новом стандарду

MT ISO15022	назив поруке	MX ISO20022
	финансијске²⁹	
MT101	Захтев за плаћање (трансфер одобрења)	pain.001
MT102	Групна плаћања (трансфери одобрења)	pacs.008
MT103	Појединачни трансфер одобрења	
MT103/2	Повраћај средстава	pacs.004
MT202		
MT104	Директно задужење – захтев и извршење	pacs.003
MT200	Трансфер фин. институције за свој рачун	pacs.009
MT201	Вишеструки трансфер фин. инст. за свој рачун	
MT202/202COV	Општи трансфер фин. инст.	
MT203	Вишеструки трансфер фин. инст.	

²⁶ Ова два модела порука тичу се директних задужења, што је инструмент чије се трансакције процесирају у Клирингу директних задужења, платном систему чији је оператор Удружења банака Србије.

²⁷ Доступно на: https://www.nbs.rs/export/sites/NBS_site/documents/propisi/propisi-ps/Pravila_IPS_2018_prilog7.pdf.

²⁸ Постоје измене и у обрнутом смеру, па тако, на пример, различите информације које се шаљу порукама *MT n99* сада потпадају под *camt.030*, *camt.031*, *camt.032*, *camt.038* и сл.

²⁹ Финансијске поруке су поруке које прати пренос новчаних средстава.

MT ISO15022	назив поруке	MX ISO20022
MT205	Извршавање трансфера од стране фин. инст.	
нефинансијске³⁰		
MT900	Потврда задужења рачуна	camt.054
MT910	Потврда одобрења рачуна	
MT920	Захтеви	camt.060
MT940	Извод рачуна са детаљима	camt.053
MT950	Извод рачуна	
MT941	Статус рачуна	camt.052
MT942	Привремени извод	

Извор: Citibank, N. A. (2021).

Иако ово није исцрпна листа порука, приметно је да се од девет постојећих категорија *MT* порука, за миграцију припремају само категорије коришћене у платним системима: 1xx, 2xx и 9xx.

4. Миграција на нови стандард: могућности и изазови

Важан детаљ у вези с читавом миграцијом на стандард *ISO20022* јесте тај што се и не ради о новом стандарду – Међународна организација за стандардизацију објавила га је још 2004. године, баш када је окончан глобални прелазак на стандард *ISO15022*. То што ће од његовог осмишљавања до постанка глобалним решењем проћи 21 година објашњава се тиме што чак и најбољи стандарди не доживљавају успон док потребе на тржишту не постигну довољан ниво сложености. Да су тај ниво постигле, не сведочи само свеприсутна глобализација већ и раст потребе за интероперабилношћу и, можда превасходно, дигитализација платних услуга. Њу је последњих четврт века обележио развој интернет саобраћаја, паметних телефона, настанак електронског и мобилног банкарства, плаћања у реалном времену, бесконтактних инструмената плаћања и слично – као и процесорске снаге свих неопходних хардверских компоненти.³¹ Због тога сматрати да је кључни фактор у дигитализацији платних услуга био вирус корона – премда јесте истакао њен значај – ни из далека није довољно, јер редукује њену сложеност и трајање.

Дигитализација платних услуга тражи усавршавање платних система и апликативних платних решења за крајње кориснике. То, са своје стране, значи примену савремених технологија које ће обезбедити извршавање плаћања на једноставан и ефикасан начин путем дигиталних канала и испуњење регулаторних и других услова од стране банака, нарочито у домену спречавања прања новца (*AML*), финансирања тероризма (*CTF*) и превенције преварних плаћања (*Fraud Prevention*). Такође, настанак нових и усложњавање постојећих пословних модела и платних услуга повећаће ресурсне и техничке захтеве према банкама, будући да *MX* поруке имају и до три пута већи капацитет за пренос информација (*Deutsche bank*, 2019).

4.1. Почети миграције

Први експлицитни планови за глобални прелазак на *ISO20022* формулисани су 2016. године, када је *SWIFT*, заједно с представницима водећих светских банака и финансијских

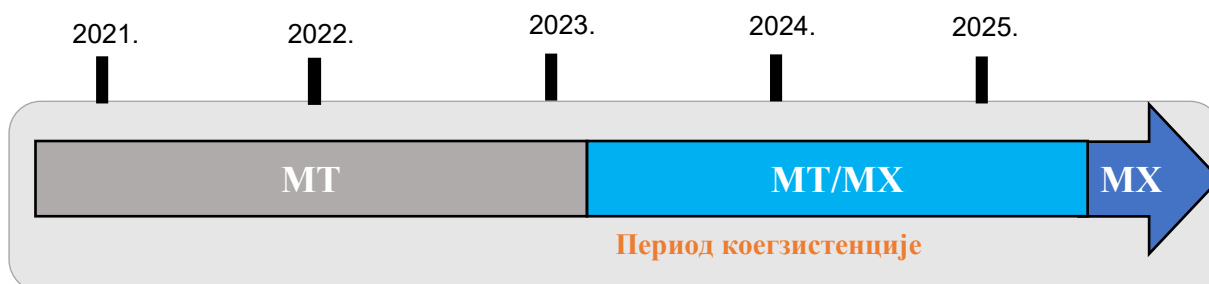
³⁰ Њихова размена има комуникацијску сврху и не резултује преносом новчаних средстава.

³¹ То је и предуслов тзв. скалабилности, као могућности да обим трансакција порасте без пораста трошкова.

инфраструктура, основао Радну групу за плаћања велике вредности (*High Value Payments Plus, HVPS+*). Њен циљ је израда глобалних смерница за примену овог стандарда који би допринео даљој аутоматизацији, већој транспарентности и садржајности информационих токова. Поред ове групе, *SWIFT* је утицао на формирање групе за прекогранична плаћања и извештавање (*Cross Border Payments and Reporting Plus, CBPR+*), која ће развити смернице за усаглашавање прекограничних плаћања и извештавање. Те смернице постале су основа централног сервиса за превођење порука *SWIFT* (видети наредни одељак).

Глобални прелазак на нови стандард одвија се двојачко. С једне стране, водеће тржишне инфраструктуре у јеку су преласка или су га већ окончале за интерна плаћања. Ово се нарочито односи на платне системе и подручја за мала плаћања, какво је *SEPA*. С друге стране, коришћење стандарда *ISO20022* за прекогранична плаћања и унутар система за велика плаћања званично је, унутар мреже *SWIFT*, омогућено марта 2023. године. То значи да учесници који су спремни могу почети да размењују податке на овај начин, док они који то нису, још увек могу користити стари *MT* формат. Другим речима, у марту 2023. отпочео је тзв. период коегзистенције, тј. паралелне употребе обају формата. Ова фаза трајаће до новембра 2025, када *SWIFT* прекида подршку *MT* порукама. У наставку је приказан општи план миграције.

Слика 6. План миграције на стандард *ISO20022 (CBPR+)*



Извор: Обрада аутора.

4.2. Обезбеђивање интероперабилности у коегзистенцији

Можда највећи изазов читаве миграције јесте коегзистенција двају стандарда. Током њеног трајања (2023–2025) банке и други учесници платних система имају маневарског простора да прилагоде своја хардверско-софтверска решења. Како се нови стандард буде усвајао, у циркулацији ће остати велики број порука старог и новог формата. Како би се предупредиле негативне последице, неусклађености и расипање података дуж ланца комуникације, *SWIFT* обезбеђује механизам који такве разлике премошћава. Другим речима, обезбеђује својеврсну реинтерпретацију, тј. превођења порука са старог на нови стандард и обрнуто. То је кључно у случајевима када се у једној трансакцији, тј. у истом ланцу комуникације, налазе институције које су прешле на *MX* формат и оне које и даље користе *MT*. Овај механизам назван је „управљачем трансакцијама” (*Transaction Manager – TM*) и циљ му је да обезбеди интероперабилност учесника. Предуслов је да учесници усвоје *CBPR+* смернице.

Механизам *TM* функционише тако што „хвата” иницијалну *MX* поруку и чува њен интегритет. У наредном кораку, уколико финансијска институција – посредник у ланцу користи стари *MT* стандард, механизам обезбеђује да му таква порука и буде достављена, али

„обогатена” у што је могуће већој мери садржајем из оригиналне *MX* поруке, а који *MT* формат иницијално не би препознао. Било који следећи учесник ако користи *MX* поруку добиће исту такву без редукције квалитета. То значи да је од почетка до краја трансакције могућност да се важни подаци изгубе, дезинтегришу или нестану под новим записом у истим пољима знатно смањена.

Од овог механизма, у начелу, сви имају корист: институције које још нису мигрирале ипак добијају богатији садржај порука, а оне које јесу, могу да користе пун потенцијал новог стандарда без било каквих фрикција, уских грла или других негативних утицаја других учесника.

Слика 7. Поједностављени модел рада ТМ механизма



Прилагођено према: *Deutsche bank* (2022), стр. 16.

4.3. Међународна искуства

Посматрано из ширег контекста, миграција на нови стандард део је плана Г20 формулисаног октобра 2020. године, чији је један од циљева олакшавање прекограничних плаћања (*FSB*, 2020). Циљ овог програма јесте да реши истрајне проблеме који одликују прекогранични пренос новца као што су високи трошкови, ниска брзина и недовољна транспарентност. Управо је хетерогеност стандарда електронских порука препозната као главни чинилац поменутих проблема (*BIS*, 2022). Иако је и тада већ доминирао глобални стандард *ISO15022*, прекогранична плаћања је отежавало то што су земље наставиле да користе сопствене, интерне формате порука које су на поменутом стандарду базиране, али су модификоване према локалним потребама. У мери у којој то ствара додатну вредност локалном тржишту – глобалном је одузима. Разлог је што свако прекогранично плаћање у том случају захтева превођење од интерног до званичног *SWIFT MT* формата, што може узроковати парцијални нестанак података и успорење читавог поступка.

Потпуну миграцију европске инфраструктуре на стандард *ISO20022* можда је најбоље описао Кристијан Вестерхаус, руководилац послова платних система Дојче банке, рекавши да се „не ради о ’још једном ИТ пројекту’, већ највећем пројекту у индустрији плаћања још од заснивања *SEPA*” (*Deutsche bank*, 2019). Прецизнији утисак стиче се тиме да је финансијска уштеда од реализације пројекта *SEPA* за чланице зоне евра процењена на 21,9 милијарди евра годишње (*PwC*, 2014). Такође, уочен је раст ликвидности од готово 230 милијарди евра и

уштеда од преко 970 хиљада радних година³² поједностављење процеса нетирања и поравнањима између стотина чворишта платне инфраструктуре унутар земаља Европске уније. Слични ефекти очекују се и од овог пројекта. Нови стандард електронских порука тренутно се користи у више од 70 земаља (BOE, 2024).

Угрубо речено, глобално највећи платни системи и тржишне инфраструктуре мигрирале су на нови стандард. У досадашњој пракси финансијских институција на Западу искристалисала су се два приступа миграцији:

1. у једном кораку, тзв. *big-bang* приступ и
2. постепени, тзв. *like-for-like* приступ.

Систем федералних резерви у САД отпочео је пројекат 2018. године, када је званично предложено да највећи платни систем у земљи *Fedwire* прихвати нови стандард у три фазе почев од 2020. године. Као очекивани ефекти истакнути су убрзавање прекограничних плаћања и раст конкуренције између банака кроз понуду нових, разноврснијих платних услуга клијентима. Тренутно, овај *RTGS* систем користи интерни формат порука који подржава различите видове комуникације, тако да учесници могу слати и финансијске и нефинансијске поруке. Током миграције, очекује се да учесници платних система сами развију сопствена апликативна решења. Иницијалан план завршетка миграције био је крај 2023. године (Sullivan & Cromwell, 2018). Међутим, овај план је касније модификован, па тренутни план коначну миграцију смешта у март 2025. Као што ће у наставку бити приказано, на одлуке платних система утицали су и поступци других водећих инфраструктура. Федералне резерве су имале и своје разлоге – током лета 2023. године у Америци је уведена услуга инстант плаћања под називом *FedNow*. Сложеност овог пројекта у САД условљава чињеница да су две главне инфраструктуре – *Fedwire* и *CHIPS*³³ – усвојиле различите терминске планове, што сугерише тзв. *like-for-like* приступ миграцији. Потоњи би своју миграцију на нови стандард требало да доврши априла ове године. До тада ова два платна система користе интерне, међусобно различите, али компатибилне формате порука.

Када је реч о Европској унији, кључни платни системи прешли су на нови стандард марта 2023. године – реч је о T2, као *RTGS* платном систему, чији је оператор Европска централна банка, као и приватном платном систему *EURO1*, чији је оператор Европско банкарско удружење (*European banking association, EBA*).³⁴ Иако је првобитним планом предвиђено да до миграције дође крајем 2022. године, техничке и геополитичке околности то су одложиле. У основи, овде се радило и о тзв. *big-bang* преласку, где је, пошто су учесници након дефинисаног периода тестирали поруке, миграција реализована у једном дану. С друге стране Ламанша, Банка Енглеске окончала је миграцију јуна прошле године, такође после неколико одлагања.

То не значи да је миграција једноставан процес – напротив. Управо је Европска централна банка једна од институција најодговорнијих за вишеструка одлагања миграције. Разлог је тај

³² Радна година (*man year*) јединица је мере која означава количину рада коју уложи појединац током једне године.

³³ *Clearing House Interbank Payments System* – У питању је други по величини систем за процесирање великих плаћања у САД. Док се кроз *Fedwire* углавном процесирају међусобна плаћања америчких банака, *CHIPS* служи и за међународна плаћања. Године 2021. кроз *Fedwire* процесирано је рекордних 204,5 милиона трансфера, просечне вредности 4,9 милиона долара. Дневно се кроз *CHIPS* процесира око 1,8 милиона долара.

³⁴ Од свог оснивања новембра 2018. године, на стандарду *ISO20022* базиран је и *TIPS* систем за инстант плаћања Европске централне банке.

што је Европска централна банка требало да буде прва која ће извршити тако значајну промену, тако да буде пример другим банкама и операторима платних система. Међутим, Европска централна банка је у истом периоду имала сопствене пројекте, а пре свих консолидацију својих платних система за велика плаћања *TARGET2* и за процесирање трансакција хартија од вредности *TARGET2-Securities (T2S)*. То је значило да сваки пут када се због неспремности учесника одложи неки од европских пројеката који подразумевају рад по стандарду *ISO20022*, *SWIFT* такође одлаже прелазак. Највеће одлагање догодило се у октобру 2022. године, када је Европска централна банка одлучила да рок за покретање новог консолидованог *RTGS* система³⁵ продужи на март 2023. године. Истоветно одлагање објавио је и *SWIFT*. Са своје стране, оператор канадског платног система за велика плаћања *Lynx* одлучио је да прати овај двојац, те је тако и сам одложио миграцију с новембра 2022. на март 2023. Иницијални термин који је *SWIFT* дефинисао за прелазак био је новембар 2021. године.

Док се *SWIFT* и остатак западне пословне заједнице труде да осигурају безбедну миграцију највећег броја платних система и банака на нови стандард, интересантно је да у НР Кини највећи *RTGS* систем функционише по стандарду *ISO20022* од 2013. године. Једна од посебних погодности које су тамошње банке искусиле јесте што нови стандард може преносити информације забележене традиционалним, мандаринским знаковима, што по *MT* формату није било могуће.³⁶ Много важније је то што се и кинески систем за прекогранична плаћања *CIPS*, са више од 1.400 учесника из 113 земаља, основан 2015. године, такође служи овим стандардом (*CIPS, 2024*). То је случај и с кинеским системом за инстант плаћања *Internet Banking Payments System IBPS37*, у коме учествује више од 200 банака. Кинеско руководство је проширило опсег употребе овог стандарда и изван области плаћања, тако да су кинески и јапански централни регистри хартија од вредности заједнички базирани на стандарду *ISO20022 (Asianbondsonline)*. Упркос раном прихватању напредних међународних стандарда, кинески платни системи такође користе интерне формате порука, односно не користе *SWIFT* мрежу како би функционисали (*Fintech Futures, 2020*).

4.4. Платни системи у Републици Србији

У нашој земљи, историјску окосницу платног система чине *RTGS* НБС систем и Клиринг систем, као два битна платна система, која успешно функционишу од 2003. године. Високу поузданост, и са стране расположивости за учеснике, и са стране оперативних перформанси, омогућавале су и техничке надоградње које су се одвијале у међувремену, од којих последња марта 2022. године. У смислу високих оперативних перформанси домаћих платних система, незаобилазан је допринос *IPS* НБС система за инстант плаћања, са 67 милиона процесираних плаћања у прошлој години и уз готово стопроцентну расположивост.

Попут многобројних финансијских институција и оператора платних система у свету, Народна банка Србије прописала је да се у домаћим платним системима користи интерни формат порука, базиран на стандарду *ISO15022*. Што се тиче комуникационог канала за размену података између система и учесника, користи се интерна рачунарска мрежа

³⁵ Који се сада зове скраћено T2. До консолидације, систем *T2S* је већ користио нови стандард порука. Више о томе на: <https://www.ecb.europa.eu/paym/target/consolidation/html/index.en.html>.

³⁶ Када је реч о српском тржишту, ове поруке ће моћи да преносе информације исписане на ћирилици.

³⁷ Прецизности ради, кинески *RTGS* систем и поменути *IBPS* чине основу онога што се зове *China National Advanced Payments System, CNAPS* (BIS, 2012).

звездастог типа (оператор је у центру, а учесници су кракови) засновану на *IP* протоколу и чије комуникационе ресурсе у чворишту мреже администрира Народна банка Србије. Постоји конекција и према мрежи *SWIFT*, која може да се користи као алтернативни комуникациони канал. Учесницима платних система је на располагању могућност коришћења обеју мрежа, тако да се очува интероперабилност унутар система. Тренутно сви учесници користе интерну мрежу.

Постојање интерне мреже условило је могућност да се коришћене поруке у одређеној мери разликују од оних које се користе у међународној. Ова својеврсна независност одржива је све док постоји техничка подршка *SWIFT* заједнице *MT* формату порука. Поред чињенице да Народна банка Србије прати најбоље пословне праксе које се тичу употребе одговарајућих смерница и стандарда у области плаћања,³⁸ важан разлог за отпочињање пројекта миграције на стандард *ISO20022*, заједно са учесницима платних система чији је она оператор, јесте и то што подршка *MT* формату порука престаје крајем наредне године.

Поред описаног, миграција на нови, ажурирани скуп *MX* порука које су у складу са *CBPR+* и *HVPS+* смерницама важан је и из других разлога. Пре свега, у сагласности је с предстојећим пројектом прикључења Републике Србије географском подручју *SEPA*, где банке комуницирају по стандарду *ISO20022*. Такође, очекује се реализација пројекта прикључења новог учесника у *RTGS* НБС платном систему – *Euroclear bank*, који у свом раду као примарни комуникациони канал користи мрежу *SWIFT*, у којој након 2025. неће бити друге могућности осим да се користи *MX* формат порука. Значај овог пројекта надилази ниво платних система, будући да ће се новчано поравнање трансакција које се односе на хартије од вредности које издаје Република Србија обављати преко новчаног рачуна *Euroclear bank* у *RTGS* НБС систему.

Пројекат преласка на нови стандард реализоваће се до новембра 2025. године. До краја 2024. године Народна банка Србије ће као оператор покренути процес миграције сопствене апликативне платформе која подржава рад *RTGS* НБС и Клиринг система, те обезбедити одговарајуће тестно окружење на коме ће учесници тестирати нови формат порука. Иако је пројекат у раној фази, могуће је скицирати неке од вероватних карактеристика будуће апликативне платформе.

Будући да је у току тзв. период коегзистенције, систем који буде имплементиран подржаваће паралелан рад и с *MT* и с *MX* порукама, али тако да један учесник (и у *RTGS* НБС и у Клиринг НБС систему) може користити само један формат док се не оспособи за потпуни прелазак на новији. Различити формати порука које користе учесници платних система биће усклађени захваљујући конвертору, који ће вршити конверзију из једног формата у други формат поруке, а који ће благовремено обезбедити Народна банка Србије као оператор и који ће бити доступан учесницима у прелазном периоду. Сама платформа ће, као што је и сада случај, подржавати рад обају платна система кроз јединствену апликацију. Технички, то значи да ће омогућавати поравнање у реалном времену по бруто принципу, али и нетирање групних налога (*batch clearing*). Као такав, подразумеваће неопходну скалабилност, односно капацитет да подржи растуће обиме плаћања у будућности, могућност рада у више валута, као и конективност с директним и индиректним учесницима платних система. Сами учесници ће,

³⁸ Чему сведочи и *IPS* НБС систем за инстант плаћања, базиран на стандарду *ISO20022* од 2018. године.

као и сада, у сваком тренутку моћи да изаберу рад у интерној мрежи Народне банке Србије или у мрежи *SWIFT*.

С обзиром на то да ће *RTGS* НБС систем бити у потпуности усклађен са *HVPS+* смерницама, на тај начин обезбедиће се и основа за интероперабилност с другим платним системима који раде по основу истих принципа, између осталог, и с *T2* платним системом Европске централне банке.

У наставку је представљен опсег потенцијалних *MX* порука које ће се користити у домаћим платним системима након успешно завршене миграције, као и њени *MT* еквиваленти. Као што је поменуто, поруке које су тренутно у домаћој употреби модификоване су у односу на *MT* поруке које прописује *SWIFT*, што значи да је коришћење одређеног броја поља по домаћим прописима³⁹ обавезна. Она поља која се налазе и у званичној *SWIFT* спецификацији, а чије коришћење није обавезно, учесници платних система могу користити, али се њихов садржај не контролише и не утиче на извршење трансакција. Будући да ће као важна мера обезбеђивања континуитета рада платног система бити обезбеђен паралелан рад с два формата порука, од којих *MT* формат садржи мањи обим информација – коришћење *MX* формата имаће одређена ограничења. Она ће бити елиминисана у тренутку када сви учесници у потпуности пређу на новији формат порука.

Табела 3. Потенцијалне *MX* поруке у домаћим платним системима и њени *MT* еквиваленти

MX ISO20022	Опис поруке	MT ISO15022
pacs.004	Повраћај плаћања (опозив претходно примљеног налога за плаћање)	MT103 MT202
pacs.008	Појединачни трансфер одобрења за рачун крајњих корисника платних услуга	MT103
pacs.008	Група трансфера одобрења за рачун крајњих корисника платних услуга	MT102
pacs.029	Групна (<i>batch</i>) порука за поравнање екстерних платних система унутар <i>RTGS</i>	MT971
pacs.009	Пренос средстава између учесника у платном систему (<i>Wholesale</i>). Прати пренос средстава са рачуна на рачун у <i>RTGS</i> .	MT202
pacs.010	Директно задужење између учесника у платном систему	MT204
camt.050	Трансфер одобрења између учесника у платном систему	MT202
camt.051	Трансфер задужења између учесника у платном систему	MT202
pacs.028	Захтев за информацију о статусу плаћања	MTn95
camt.007 camt.087	Захтев за промену приоритета поруке неизвршеног трансфера	MTn95
camt.008 camt.056	Захтев за опозив поруке поводом неизвршеног трансфера, претходно послате у систем	MTn92
camt.018	Преузимање обавештења о пословном дану	MT999
camt.019	Повраћај информације о пословном дану	MT999
camt.025	Одговор на захтев или обавештење о грешци	MTn96
admi.002	Обавештење о одбијању поруке	MT996
admi.004	Обавештење о промени лозинке	MT996
pacs.002	Обавештење о статусу плаћања (<i>MT196</i> или <i>MT296</i>)	MTn96
camt.052	Одговор на упит о статусу рачуна	MT986
camt.052	Статус рачуна	MT941
camt.053	Коначни извод са свим детаљима у вези с конкретним рачуном током тренутног пословног дана. Тиче се плаћања чије је поравнање извршено.	MT940 MT950
camt.054 CR	Потврда о одобрењу рачуна. Користи се након реализованих повезаних трансакција унутар <i>RTGS</i> .	MT910

³⁹ Упутство о формату и намени порука за размену података у обавању послова платног промета. Расположиво на: *Microsoft Word - Uputstvo o formatu i nameni 2009_2_.doc (nbs.rs)*.

MX ISO20022	Опис поруке	MT ISO15022
camt.054 DR	Потврда о задужењу рачуна. Користи се након реализованих повезаних трансакција унутар <i>RTGS</i> .	MT900
camt.060	Захтев за информације о стању рачуна или за извод рачуна. Једном поруком могуће је тражити више извештаја који се односе на више рачуна.	MT920
camt.060	Упит о статусу рачуна	MT985
camt.998	Порука слободног формата	MTx99

5. Закључак

Како би национална и међународна финансијска тржишта успешно функционисала, неопходан је брз и несметан проток капитала. Један од најважнијих предуслова за то јесте оптимизација начина размене информација између финансијских институција и оператора платних система чији су оне учесници. То се понајпре тиче електронских порука које се између различитих учесника размењују у огромној количини и свакодневно, пратећи сваку трансакцију. Електронска порука је скуп структурираних информација које пружају неопходно знање о чиниоцима трансакције – странама, висини износа на који гласе, крајњим корисницима платних услуга итд. Размена електронских порука одувек је у тренду аутоматизације, што значи да се смањује удео људског рада, а повећава значај компјутерске обраде ових података.

Како би та обрада била што успешнија, нарочито у светлу глобализованих тржишта и раста обима финансијских трансакција, кључно је да финансијске институције продукују и размењују усаглашене информације. Оне морају да буду и све квалитетније. Због тога финансијска индустрија стално формулише конвенције – стандарде о структури и значењу тих информација. Тренутно је у току прелазак финансијских тржишта на коришћење најновијег стандарда *ISO20022* електронских порука *MX* формата, који замењује до сада коришћене поруке *MT* формата, заснованих на стандарду *ISO15022*.

Циљ рада био је анализа ове миграције. Више је разлога због којих се платни системи одлучују за прелазак – садржајније и боље структуриране поруке, већа флексибилност и прилагодљивост података регулаторним захтевима, али и боља аутоматизација њихове обраде. Анализа је спроведена најпре уводом који се тиче платних система и трендова у области плаћања, а након тога освртом на електронске поруке као основни начин међубанкарске комуникације у савременим платним системима, разлику између различитих формата ових порука и, коначно, на поруке по поменутом новом стандарду и његовој синтаксичкој основи. Последњи део тиче се платних система чији је оператор Народна банка Србије – превасходно *RTGS* НБС систем и Клиринг НБС систем, као битних платних система – за које се очекује да до краја 2025. године такође мигрирају на коришћење *MX* порука по стандарду *ISO20022*.

Премда је у овом тренутку неизвесна услед ране фазе пројекта миграције, архитектура будуће апликативне платформе која ће подржавати рад домаћих платних система има неколико вероватних карактеристика. Поред техничке подршке за паралелно коришћење и *MT* и *MX* формата порука – при чему појединачни учесник може у продукционом раду користити само један од њих – систем ће омогућавати конверзију порука кроз централизован или индиректни механизам. И *RTGS* систем за поравнање великих плаћања у реалном времену и Клиринг систем за поравнање групних плаћања у одређено време функционисаће, као до сада, на јединственој платформи – док ће се Међународни и Међубанкарски клиринг системи

у девизама налазити на засебној платформи. Она би, с обзиром на актуелне пројекте Народне банке Србије, а тиме и платних система чији је она оператор и њихових учесника, требало да буде у што већој мери компатибилна с техничким захтевима потенцијалног учешћа у *TARGET* системима Европске централне банке, као и географском подручју *SEPA* – што подразумева и рад с порукама на основу стандарда *ISO20022*, у складу са смерницама *HVPS+* и *CBPR+*.

Литература

- „2024 Commerce and Payments Trends Report”, интернет сајт „Globalpayments”, расположиво на: <https://www.globalpayments.com/commerce-payment-trends>
- ACI Worldwide & Global Data (2023). It’s Prime Time for Real-Time. The Global Real-Time Payments Report.
- Auer, R., Cornelli, G., Frost, J. (2022). „The pandemic, cash and retail payment behaviour: insights from the future of payments database”. BIS Working Papers, No 1055.
- Banco de México, „Introduction to payment systems, transfers”, интернет сајт централне банке Мексика, расположиво на: <https://www.banxico.org.mx/payment-systems/introduction-to-payment-system.html>
- Bank of England (2022). „Real-Time Gross Settlement system and CHAPS Annual Report 2021/22. Интернет сајт Банке Енглеске, расположиво на: <https://www.bankofengland.co.uk/report/2022/rtgs-and-chaps-annual-report-2021-22>
- Bank for International Settlements. (2001). „Core Principles for Systemically Important Payment Systems”.
- Bank for international Settlements. (2012). Payment, clearing and settlement systems in China.
- Bank for international Settlements. (2022). Harmonisation of ISO20022: partnering with industry for faster, cheaper, and more transparent cross-border payments.
- Bech, M. (2008). The Diffusion of Real-time Gross Settlement. In Haldane, A., Millard, S., & Saporta, V (Eds.). The Future of Payment Systems. Routledge.
- Bech, M., Shimizu, Y., Wong, P. (2017). „The quest for speed in payments”. BIS Quarterly Review.
- Bech, M., Hancock, J. (2020). „Innovations in payments 0148, BIS Quarterly Review. „Business Model”, интернет сајт ISO20022, расположиво на: <https://www.iso20022.org/iso20022-repository/business-model>
- Centre for Economics and Business Research. (2022). The Economic Impact of Real-Time Payments. Презентација, расположиво на: https://cebr.com/wp-content/uploads/2022/04/Real-Time-Report_v8.pdf
- Citibank, N.A. (2021). „ISO20022: Survival Guide”, интернет сајт Ситибанке, расположиво на: <https://www.citibank.com/iso-20022-survival-guide>
- „CIPS Participants Announcement No. 92”. Интернет сајт CIPS, расположиво на: https://www.cips.com.cn/en/participants/participants_announcement/60849/index.html
- „China leads the way in adoption of ISO20022 for payments“, Fintech Futures, интернет сајт, расположиво на: <https://www.fintechfutures.com/2020/03/china-leads-the-way-in-adoption-of-iso-20022-for-payments/>
- Deutsche Bank. (2019). Ultimate guide to ISO20022 migration.
- European Central Bank (2023). „TARGET Annual Report 2022”. Интернет сајт Европске централне банке, расположиво на: <https://www.ecb.europa.eu/pub/targetar/html/ecb.targetar2022.en.html>
- Financial Stability Board. (2020). Enhancing Cross-border Payments. Интернет сајт Одбора за финансијску стабилност, расположиво на: [Enhancing Cross-border Payments: Stage 3 roadmap \(fsb.org\)](https://www.fsb.org/enhancing-cross-border-payments-stage-3-roadmap/)
- Glowka, M., Kosse, A., Szemere, R. (2023). „Digital payments make gains but cash remains”. CPPI Bried No 1.

- „Harmonization and Standardization of Bond Market Infrastructure in ASEAN+3 (Phase 3 Report)”. Интернет сајт Asianbondsonline, расположиво на:
<https://asianbondsonline.adb.org/documents/abmg/abmf-sf2-chp4.pdf>
- „ISO20022: the new messaging standard for CHAPS and RTGS”. Интернет сајт Банке Енглеске, расположиво на: <https://www.bankofengland.co.uk/payment-and-settlement/rtps-renewal-programme/iso-20022>
- „ISO20022 Business Areas“. Интернет сајт ISO20022, расположиво на:
https://www.google.com/url?sa=t&rct=j&q=&esrc=s&source=web&cd=&cad=rja&uact=8&ved=2ahUKewi6j52glNOEAXUinP0HHT4zAZIQFnoECBEQAQ&url=https%3A%2F%2Fwww.iso20022.org%2Fsites%2Fdefault%2Ffiles%2Fdocuments%2FD7%2FISO20022_BusinessAreas.pdf&usg=AOvVaw3kwIvfNJg9sKroc0P4kX8B&opi=89978449
- Kokkola, T. (ed). 2010. The Payment System. Frankfurt: European Central Bank.
- Krüger, M., Seitz, F. (2014). Costs and Benefits of Cash and Cashless Payment Instruments. Lipis Advisors. (2023). Overview of instant payments landscape today.
- McConnell, S., McAuliffe, R. (2020). „ISO 20022 Migration: Industry Strategy, Insights and Best Practices”. Citi TTS Online Academy.
- Nakajima, M. (2011). Payment System Technologies and Functions. Hershey, PA: Business Science Reference.
- Nakajima, M. (2012). „The Evolution of Payment Systems”, The European Financial Review, расположиво на:
<http://www2.bbwebarena.com/nakaji8/European%20Financial%20Review%20Feb2012.pdf>
- „Nonbanking financial institution”, интернет сајт Светске банке. Расположиво на:
<https://www.worldbank.org/en/publication/gfdr/gfdr-2016/background/nonbank-financial-institution>
- „On the cusp of the next payments era: Future opportunities for banks” (2023). Интернет сајт McKinsey, расположиво на: [https://www.mckinsey.com/industries/financial-services/our-insights/the-2023-mckinsey-global-payments-report#/#/](https://www.mckinsey.com/industries/financial-services/our-insights/the-2023-mckinsey-global-payments-report#/)
- Powell, L. (2014). Office of Financial Research, U.S. Department of the Treasury, GS1 Global Forum, Brussels.
- PwC. (2014). Economic analysis of SEPA. Интернет сајт Прајс воторхаус куперс, расположиво на: <https://www.pwc.com/gx/en/audit-services/corporate-treasury-solutions/assets/pwc-sepa-benefits-and-opportunities-ready-to-be-unlocked-by-stakeholders.pdf>
- Rooj, D., Sangupta, R. (2020). The Real-time impact on real economy – A multivariate BVAR analysis of digital payment systems and economic growth in India. Asian Development Bank Institute. ADBI Working Paper 1128.
- Sullivan & Cromwell LLP (2018). „Federal Reserve Proposes ISO20022 Message Format for Fedwire Funds Service”.
- Schmiedel, H., Kostova, G. & W. Ruttenberg (2012), The Social and private Costs of Retail Payment Instruments: A European Perspective, ECB Occasional Paper Series No. 137, September.
- Tamele, B., A. et al. (2021). „Catch me (if you can): assessing the risk of SARS-CoV-2 transmission via euro cash”. ECB Occasional Paper Series, no 259.
- „The economic potential of generative AI: The next productivity frontier”, интернет сајт McKinsey Digital, расположиво на: <https://www.mckinsey.com/capabilities/mckinsey-digital/our-insights/the-economic-potential-of-generative-ai-the-next-productivity-frontier#introduction>

- „What Businesses Need To Know About The SWIFT Messaging Format”, интернет сајт IR, расположиво на: [SWIFT Messaging Format: What Businesses Need To Know | IR](#)
- Варијан, Х. (2014). Микроекономија. Београд: Центар за издавачку делатност Економског факултета.
- Живковић, С. (2019). „Утицај ПСД2 регулативе на будући развој банкарског пословања”. Зборник радова ЕконБиз, стр. 203–213.

CIP - Каталогизација у публикацији
Народна библиотека Србије, Београд

336.71

ЗБОРНИК радова / Народна банка
Србије ; главни и одговорни
уредник Јоргованка Табаковић. - 2021
(сеп.)- . - Београд : Народна
банка Србије, 2021- (Београд : Завод за
израду новчаница и кованог
новца - Топчидер). - 30 cm

ISSN 2787-3226 = Зборник радова
(Народна банка Србије)
COBISS.SR-ID 46532361