

PROSTORNA VARIJACIJA (NE)POUZDANOSTI MIGRACIJSKIH PODATAKA KAO SCHRÖDINGEROVA MAČKA DEMOGRAFSKE STATISTIKE U HRVATSKOJ

SPATIAL VARIATION OF (UN)RELIABILITY IN MIGRATION DATA AS SCHRÖDINGER'S CAT OF DEMOGRAPHIC STATISTICS IN CROATIA

TOMISLAV BELIĆ^{1*}, ROKO MIŠETIĆ¹

1 Hrvatsko katoličko sveučilište, Sveučilišni odjel za sociologiju, Ilica 244, 10000, Zagreb, Hrvatska / *Catholic University of Croatia, University Department of Sociology, Ilica 244, Zagreb, Croatia*, e-mail: tomlav.belic@unicath.hr, <https://orcid.org/0000-0002-1002-4490>, roko.misetitc@unicath.hr, <https://orcid.org/0000-0002-3617-5289>

* autor za kontakt / *corresponding author*

DOI: 10.15291/geoadria.4821

Izvorni znanstveni rad / *Original scientific paper*

Primljeno / *Received*: 09-7-2025

Prihvaćeno / *Accepted*: 08-1-2026



Autori zadržavaju autorska prava nad svojim radom i pravom na objavljivanje bez ograničenja. Rad se licencira pod CC BY licencom što znači da članci mogu biti ponovno korišteni i distribuirani bez ograničenja dokle god je izvorni sadržaj ispravno citiran.



Authors retain unrestricted copyright to their work and publishing rights. Work is licensed under the CC BY licence which allows articles to be re-used and re-distributed without restriction, as long as the original work is correctly cited.

Mnogobrojni empirijski dokazi upućuju na slabiju pouzdanost migracijskih podataka Državnog zavoda za statistiku kao i podcijenjenost intenziteta iseljavanja iz Hrvatske nakon pristupanja Europskoj uniji. Glavnina dokaza temelji se na usporedbi službenih hrvatskih podataka s podacima drugih zemalja, pri čemu službena statistika prikazuje povoljnije stanje od stvarnog. U ovom se radu razmatra prostorni aspekt (ne)pouzdanosti migracijskih podataka unutar Hrvatske. Na podacima regionalne i lokalne razine uspoređuju se razlike migracijskog salda od 2011. do 2021. godine iz dvaju različitih izvora: službenih podataka i podataka dobivenih vitalno-statističkom metodom. Za oba seta podataka korištena je prosječna godišnja stopa migracijskog salda, a njihova razlika, kao promatrana varijabla, istražena je metodama deskriptivne statistike i prostorne analize. Metodološkim okvirom omogućena je procjena razine nepouzdanosti migracijskih, ali i širih demografskih podataka na nižim prostornim razinama. Rezultati pokazuju da kvaliteta demografske statistike u Hrvatskoj znatno varira u prostoru. Precijenjenost migracijskog salda u službenim podacima, kao otprije poznat fenomen na nacionalnoj razini, izražena je na županijskoj razini, a dominantna je pojava i na lokalnoj razini, no različitog intenziteta u prostoru. Za gotovo polovinu svih lokalnih jedinica podaci su ocijenjeni kao zadovoljavajuće pouzdani, dok se za otprilike četvrtinu do trećinu jedinica pouzdanost smatra upitnom. Slabija pouzdanost podataka posebno je izražena u priobalju i većim gradovima, što je posljedica pojačane migracijske aktivnosti, visokog udjela nedefiniranih migracija te nesklada između prijavljenog i stvarnog stanja. Pritom važnu ulogu ima ponašanje stanovništva. Kod dijela jedinica s nižom razinom pouzdanosti podataka nepouzdanost se očituje u podcijenivanju stvarnih migracijskih tokova u službenim podacima. Takva odstupanja upućuju i na moguće slabosti popisne statistike. Rezultati mogu poslužiti kao alat za preciznije prepoznavanje uzroka nepouzdanosti podataka te prosudbu je li broj stanovnika u određenoj jedinici podcijenjen ili precijenjen. Institucijama se pruža temelj za unaprjeđenje sustava prikupljanja i moguću korekciju podataka u područjima slabije pouzdanosti.

KLJUČNE RIJEČI: demografija; migracije; migracijski saldo; pouzdanost podataka; prostorna analiza; Hrvatska

Numerous empirical findings suggest that migration data published by the Croatian Bureau of Statistics may lack reliability, particularly in underestimating the scale of emigration following Croatia's accession to the European Union. Most evidence is based on comparisons between Croatian official data and those from receiving countries, indicating that Croatian statistics may systematically underestimate emigration trends. This paper considers the spatial dimension of (un)reliability in Croatian migration statistics. The analysis examines the differences in net migration rates between official statistics and vital-statistical method data across regional and local levels from 2011 to 2021. For both datasets, the average annual net migration rate was calculated, and the difference between them – used as the observed variable – was analysed using descriptive statistics and spatial analysis methods. The methodological framework enabled an assessment of the reliability of both migration and broader demographic data at lower spatial scales. Results show considerable spatial variation in data quality. Overestimation of net migration in official data, previously identified at the national level, is also observable at the county level. At the local level, it remains a dominant pattern, though its intensity varies across space. Around half of local units show acceptable levels of data reliability, while in one-quarter to one-third of cases, data quality remains questionable. Coastal areas and large cities stand out for lower reliability, largely due to intense migration dynamics, a high share of unregistered movements, and discrepancies between registered and actual residence – influenced by population behaviour. In some units, unreliable data reflect underestimated migration flows, pointing to potential weaknesses in census data as well. Findings offer a tool for identifying sources of data unreliability and determining whether local population figures are overestimated or underestimated. They also provide institutions with a framework for improving data collection systems and correcting records in areas of low reliability.

KEYWORDS: demography; migration; net migration; data reliability; spatial analysis; Croatia

UVOD

Migracijska statistika zbog metodoloških izazova i problema s prikupljanjem pouzdanih podataka često je najslabiji segment demografske statistike (Ahmad Yar & Bircan, 2023; Willekens, 1994). Slabija pouzdanost migracijske statistike posebno je izražena u zemljama poput Hrvatske koje još nemaju registar stanovništva¹. U recentnom razdoblju mnogi empirijski dokazi upućuju na nepotpunost i nepouzdanost službenih podataka Državnog zavoda za statistiku (Akrap i sur., 2017; Balija, 2020; Komušanac, 2023; Mesarić Žabčić, 2021; Pavić & Ivanović, 2019; Pokos, 2017; Pokos & Turk, 2022a; Strmota, 2020; Strmota & Ivanda, 2022; Šterc, 2023). Glavnina dokaza svodi se na usporedbu podataka o iseljavanju DZS-a s useljničkim podacima drugih zemalja poput Njemačke, Austrije ili Irske. Na temelju izrazitog nesklada između podataka domaćeg statističkog zavoda i stranih statističkih zavoda univerzalni je zaključak podcijenjenost intenziteta iseljavanja iz Hrvatske nakon pristupanja Europskoj uniji. To implicira na nepovoljnije stvarno stanje migracijske bilance u odnosu na službene podatke DZS-a. Rezultati ma Popisa 2021. godine zaključak je dodatno potvrđen – negativan migracijski saldo za razdoblje od 2011. do 2021. dobiven vitalno-statističkom metodom više je nego dvostruko veći u odnosu na službene podatke. Prema recentnom istraživanju, Hrvatska se ubraja među zemlje s visokom razinom nedovoljno prijavljenih migracija, posebno u emigracijskim statistikama (Daňko i sur., 2024).

Unatoč mnogobrojnim istraživanjima i potvrđenoj slabijoj pouzdanosti migracijske statistike na podacima nacionalne razine, malo se zna o prisutnosti i intenzitetu statističkog nesklada u podacima regionalne i lokalne razine u Hrvatskoj. Kao derivacija slabije pouzdanosti na nacionalnoj razini, logično je i opravdano očekivati slabiju pouzdanost podataka i na regionalnoj i lokalnoj razini. Ipak, postavlja se više nerazjašnjenih pitanja. Vrijedi li opći zaključak o nepouzdanosti migracijske statistike za prostor cijele Hrvatske? Je li intenzitet ne-

¹ Prema Zakonu o središnjem registru stanovništva (NN, 67/2025), puna primjena registra u Hrvatskoj očekuje se od 1. lipnja 2026.

INTRODUCTION

Due to methodological challenges and issues related to the collection of reliable data, migration statistics often represents the weakest segment of demographic statistics (Ahmad Yar & Bircan, 2023; Willekens, 1994). The limited reliability of migration statistics is particularly pronounced in countries such as Croatia, which have not yet established a population register.¹ In recent years, numerous empirical findings have pointed to the incompleteness and unreliability of official data published by the Croatian Bureau of Statistics (CBS) (Akrap et al., 2017; Balija, 2020; Komušanac, 2023; Mesarić Žabčić, 2021; Pavić & Ivanović, 2019; Pokos, 2017; Pokos & Turk, 2022a; Strmota, 2020; Strmota & Ivanda, 2022; Šterc, 2023). The core of the evidence is based on comparisons between the emigration data published by the CBS and the immigration statistics of countries such as Germany, Austria, and Ireland. The significant discrepancy between Croatian and foreign statistical sources has led to a broad consensus that Croatia's official data substantially underestimate the intensity of emigration following accession to the European Union. This, in turn, implies that the actual migration balance is more unfavourable than suggested by official statistics. The findings of the 2021 Census further support this conclusion – the negative migration balance for the 2011–2021 period, calculated using the vital statistics method, is more than twice as high as indicated by official figures. According to a recent study, Croatia is among the countries with a high level of underreported migration, especially regarding emigration statistics (Daňko et al., 2024).

Despite numerous studies and the well-documented unreliability of migration statistics at the national level, little is known about the presence and intensity of statistical discrepancies at the regional and local levels in Croatia. As a derivative of the lower reliability observed nationally, it is logical to expect reduced data reliability at subnational levels as well. Nevertheless, several unresolved questions arise.

¹ According to the Law on the Central Population Register (Official Gazette No. 67/2025), full implementation of the register in Croatia is expected from 1 June 2026.

pouzdanosti podataka prostorno ujednačen? Kako definirati granice nepouzdanosti migracijskih podataka? Postoje li područja u kojima je stvarna migracijska bilanca povoljnija od službenih podataka, što bi odudaralo od generalne teze? Mogu li se uspoređivati različiti migracijski podaci iz različitih izvora? Jesu li popisni podaci pouzdani za područje cijele Hrvatske?

U ovom se radu pokušava odgovoriti na navedena pitanja ili barem otvoriti raspravu o njima. Stoga je predmet istraživanja problematika (ne) pouzdanosti recentnih demografskih podataka u Hrvatskoj, s naglaskom na prostorni aspekt fenomena. Migracijski i popisni podaci za razdoblje od 2011. do 2021. godine upotrebljavaju se u brojnim istraživanjima, pa je za istraživače od iznimne važnosti znati jesu li dovoljno pouzdani za sva područja Hrvatske, postoje li područja za koja to ne vrijedi i koja su to područja. Ovo je istraživanje važno i zbog razvoja metodološkog okvira za procjenu pouzdanosti migracijske statistike na regionalnoj i lokalnoj razini. Nadalje, istraživanje je relevantno jer rezultati mogu pomoći institucijama u poboljšanju metodologije prikupljanja demografskih podataka. U skladu s tim, ciljevi ovoga istraživanja su: (I) analizirati prostorne obrasce (ne)pouzdanosti migracijske statistike u Hrvatskoj za recentno razdoblje, (II) kreirati metodološki okvir za kvantifikaciju intenziteta nepouzdanosti migracijskih podataka, (III) identificirati područja upitne pouzdanosti migracijskih i popisnih podataka u Hrvatskoj. Polazeći od dosadašnjih istraživanja i uvida iz recentnog popisa, postavlja se sljedeća hipoteza: Nepouzdanost demografske statistike u Hrvatskoj pokazuje značajnu prostornu varijaciju, pri čemu se u priobalnim područjima i većim urbanim centrima bilježi veća neusklađenost dvaju izvora podataka, a time i slabija pouzdanost migracijskih i/ili popisnih podataka.

Istraživanje se ogleda u ova tri doprinosa: empirijski, metodološki i praktični. Prostorni aspekt nepouzdanosti demografske statistike u Hrvatskoj empirijski je doprinos te poboljšava shvaćanje varijacije u kvaliteti podataka i omogućuje bolje razumijevanje demografskih procesa. Razvijen inovativni okvir za kvantifikaciju intenziteta nepouzdanosti migracijskih podataka unutar zemlje

Does the general conclusion regarding the unreliability of migration statistics apply uniformly across all areas of Croatia? Is the intensity of data uncertainty spatially uniform? What are the margins of error in migration data across regions? Furthermore, are there areas where the actual migration balance is more favourable than suggested by official statistics, which would challenge the dominant assumption? Can different migration data from various sources be meaningfully compared? Finally, are census data reliable for the entire territory of Croatia?

This paper seeks to address the aforementioned questions or, at the very least, to initiate a discussion around them. Accordingly, the focus of the research is the issue of (un)reliability in recent demographic data in Croatia, with particular emphasis on the spatial dimension of the phenomenon. Migration and census data for the period 2011–2021 have been and will continue to be widely used in various studies. Accordingly, it is essential for researchers to assess the reliability of these data across the entire territory of Croatia, to determine where this reliability may be lacking, and to identify the specific areas concerned. This study is also important for the development of a methodological framework to assess the reliability of migration statistics at the regional and local levels. Furthermore, it is relevant in practical terms, as its findings can assist institutions in improving the methodology for collecting demographic data. In line with this, the objectives of the research are as follows: (I) to analyse the spatial patterns of (un)reliability in Croatian migration statistics for the recent period; (II) to develop a methodological framework for quantifying the intensity of migration data unreliability; and (III) to identify areas of questionable reliability in both migration and census data across Croatia. Based on previous research and insights from the most recent census, the following hypothesis is proposed: The unreliability of demographic statistics in Croatia is characterized by considerable spatial variation, with coastal areas and major cities showing greater discrepancies between the two data sources and, consequently, lower reliability of migration and/or census data.

This study provides three key contributions: empirical, methodological, and practical. The spatial dimension of demographic data unreliability in Croatia provides an empirical contribution, as it enhances the

predstavlja metodološki doprinos. Njime se procjenjuje nesklad među različitim izvorima podataka, a postupak je primjenjiv i u drugim zemljama. Istraživanje ima i praktični doprinos jer rezultati mogu pomoći institucijama u unaprjeđenju metodologije za prikupljanje i analizu migracijskih podataka. Time se osiguravaju preciznije informacije za donošenje i provedbu politika demografske revitalizacije.

Okosnicu rada čini usporedba migracijskih podataka na temelju ovih dvaju izvora: službeni podaci DZS-a i komparativni podaci dobiveni vitalno-statističkom metodom. Nakon izračuna dviju različitih stopa migracijskog salda analizira se njihova razlika. U sljedećem koraku ta se razlika izražava u standardnim devijacijama, što omogućuje objektivnije identificiranje područja izrazitog nesklada u podacima. Za potvrdu rezultata i produblivanje interpretacije primjenjuje se prostorna statistika.

TEORIJSKI OKVIR

(Ne)pouzdanost migracijskih podataka

Pouzdanost migracijskih podataka temelj je za razumijevanje demografskih kretanja i za oblikovanje javnih politika. Kvalitetna migracijska statistika izravno utječe na učinkovito planiranje gospodarskog razvoja, prostornog uređenja, socijalne skrbi i obrazovanja te na oblikovanje integracijskih i povratničkih politika (Ahmad Yar & Bircan, 2023; Daňko i sur., 2024; Willekens, 2019; Wiśniowski, 2021). Glavni problemi migracijske statistike obuhvaćaju slučajne pogreške pri prikupljanju, podcjenjivanje, ograničeni obuhvat populacije te neusklađenost definicija nacionalnih i međunarodnih standarda (Daňko i sur., 2024; Raymer i sur., 2013). Nepouzdanost migracijskih podataka ogleda se kroz dvije glavne pojave: podcjenjivanje (engl. *undercounting*) i precjenjivanje (engl. *overcounting*) migracijskih tokova. S izazovima u osiguranju pouzdane migracijske statistike suočavaju se i razvijenije zemlje, što otežava izradu dugoročnih projekcija i oblikovanja javnih politika, a najizraženije podcjenjivanje iseljavanja prisutno je kod novijih članica Europske unije, među kojima je i Hrvatska (Daňko i sur., 2024; de Beer i sur., 2010).

understanding of variation in data quality and offers deeper insight into demographic processes. The development of an innovative framework for quantifying the intensity of migration data unreliability within the country represents the methodological contribution. This approach enables the assessment of discrepancies between different data sources and is applicable in other national contexts as well. Finally, the study offers a practical contribution, as its findings may assist institutions in improving the methodology for collecting and analysing migration data. This, in turn, ensures more accurate information for the formulation and implementation of demographic revitalisation policies.

The core of this study is a comparison of migration data from two sources: official data from the Croatian Bureau of Statistics (CBS) and comparative data obtained using the vital-statistical method. After calculating two distinct net migration rates, their difference is analysed. In the next step, this difference is expressed in standard deviations, enabling a more objective identification of areas with significant data discrepancies. In order to validate the results and deepen the interpretation, spatial statistical methods are employed.

THEORETICAL FRAMEWORK

(Un)reliability of Migration Data

The reliability of migration data is a cornerstone for understanding demographic trends and for shaping public policy. High-quality migration statistics directly influence the effective planning of economic development, spatial planning, social welfare, and education, as well as the design of integration and return policies (Ahmad Yar & Bircan, 2023; Daňko et al., 2024; Willekens, 2019; Wiśniowski, 2021). The main challenges in migration statistics include random errors in data collection, undercounting, limited population coverage, and inconsistencies between national and international definitions (Daňko et al., 2024; Raymer et al., 2013). Unreliability in migration data manifests primarily in two ways: undercounting and overcounting of migration flows. Even more developed countries face challenges in producing reliable migration statistics, which complicates the development of long-term

Migracije uključuju promjenu uobičajenog boravišta i obuhvaćaju širok spektar prostornog kretanja stanovništva – od lokalnih do međunarodnih preseljenja. Unatoč njihovoj izrazitoj važnosti u demografskim procesima, precizno definiranje i mjerenje migracija nakon desetljeća metodoloških poboljšanja i dalje predstavlja izazov (Ahmad Yar & Bircan, 2023; Bell i sur., 2015; de Beer i sur., 2010; Kirchberger, 2021; Willekens, 1994). Razlike u definicijama među zemljama, ali i unutar različitih izvora podataka, otežavaju usporedivost i precizno praćenje migracijskih tokova (Pavić & Ivanović, 2019; Raymer i sur., 2013; Willekens, 2019). Tako primjerice neke zemlje definiraju migranta prema administrativnom kriteriju prijave prebivališta, druge se koriste kriterijima trajanja boravka ili samoizvješćavanja putem anketa. Dodatnu kompleksnost tematici unosi razlikovanje međunarodnih i unutarnjih migracija. Unutarnje su migracije obično bolje praćene, dok međunarodne zahtijevaju usklađenost definicija i suradnju među zemljama (Daňko i sur., 2024; Wiśniowski, 2021). Podcjenjivanje, kao jedan od najistaknutijih problema u migracijskoj statistici, posebno je izraženo u praćenju iseljavanja jer se odlazak iz zemlje često ne prijavljuje ili se evidentira sa značajnim kašnjenjem. Prema procjenama modela IMEM, u zemljama visokog podcjenjivanja iseljavanja u prosjeku je zabilježeno tek oko 45 % stvarnih emigracijskih tokova (Raymer i sur., 2013). Podaci za Hrvatsku variraju po godinama i po zemljama, no prosječan udio evidentiranih iseljenja još je niži (Balijska, 2020; Strmota, 2020).

Jedan od ključnih elemenata za kvalitetu migracijskih podataka je kriterij trajanja boravka. Međunarodne preporuke, uključujući regulativu Europske unije 862/2007, definiraju migranta kao osobu koja mijenja prebivalište na minimalno 12 mjeseci, no mnoge zemlje primjenjuju kraće ili neodređene kriterije, što dovodi do precjenjivanja ili podcjenjivanja tokova (Daňko i sur., 2024; Raymer i sur., 2013). U Hrvatskoj se primjenjuju međunarodne preporuke, a praćenje migracijskih tokova provodi se na temelju podataka o prijavi i odjavi prebivališta i boravišta koje prikuplja Ministarstvo unutarnjih poslova (MUP). Prijava i odjava prebivališta urede-

projections and policymaking. The undercounting of emigration is particularly prominent in newer European Union member states, including Croatia (de Beer et al., 2010; Daňko et al., 2024).

Migration involves a change in usual residence and encompasses a wide range of spatial population movements – from local relocations to international migration. Despite its critical importance in demographic processes, the precise definition and measurement of migration remain a challenge, even after decades of methodological improvements (Ahmad Yar & Bircan, 2023; Bell et al., 2015; de Beer et al., 2010; Kirchberger, 2021; Willekens, 1994). Differences in definitions between countries, and even among different data sources, complicate the comparability and accurate monitoring of migration flows (Pavić & Ivanović, 2019; Raymer et al., 2013; Willekens, 2019). For example, some countries define a migrant based on administrative registration of residence, others use duration-of-stay criteria or rely on self-reported data through surveys. The distinction between international and internal migration adds further complexity. While internal migration tends to be better tracked, international migration requires harmonised definitions and cooperation between countries (Daňko et al., 2024; Wiśniowski, 2021). Undercounting remains one of the most prominent problems in migration statistics, particularly in capturing emigration, as departures are often unreported or recorded with significant delay. According to estimates from the IMEM model, in countries with high levels of emigration undercounting, only around 45% of actual emigration flows are captured (Raymer et al., 2013). In Croatia, the proportion of recorded emigration varies by year and destination country, but is generally even lower (Balijska, 2020; Strmota, 2020).

One of the key elements affecting the quality of migration data is the length-of-stay criterion. International recommendations, including European Union Regulation 862/2007, define a migrant as a person who changes their place of residence for at least 12 months. However, many countries apply shorter or vague criteria, which leads to either overestimation or underestimation of migration flows (Daňko et al., 2024; Raymer et al., 2013). In Croatia, international recommendations are formally adopted, and migra-

ne su Zakonom o prebivalištu (NN, 144/2012 i 158/2013). Postojeći administrativni pristup ovisi o pravovremenoj i točnoj prijavi građana, što može dovesti do podcjenjivanja stvarnih migracijskih tokova.

Izvori i metode procjena migracijskih tokova

Pouzdanost migracijske statistike ovisi o kvaliteti izvora podataka, pri čemu svaki od njih ima specifične prednosti i ograničenja. Administrativni izvori, kao što su registri stanovništva, prijave i odjave prebivališta te baze podataka o boravišnim dozvolama temelj su službene migracijske statistike u mnogim zemljama (Ahmad Yar & Bircan, 2023; Wiśniowski, 2021). Njihove su glavne prednosti kontinuirano prikupljanje i široka obuhvatnost podataka. Međutim, kvaliteta podataka ovisi o pravnom okviru, učinkovitosti administracije i ponašanju stanovništva (Ahmad Yar & Bircan, 2023). U kontekstu Hrvatske, to je posebno izraženo nakon 2013. godine kada administrativna obveza odjave prebivališta nije dovoljno motivirana ni sankcionirana (Pokos & Turk, 2022a; Strmota & Ivanda, 2022). Popisi stanovništva često uključuju pitanja o mjestu rođenja i prethodnom stanovanju, stoga je moguća sveobuhvatna analiza migracijskih obrazaca, što je napose vrijedno u zemljama koje nemaju registre stanovništva. Međutim, ključni nedostatak popisnih podataka je povremeno prikupljanje podataka i kašnjenje u dostupnosti rezultata, čime je ograničena korisnost za pravovremeno praćenje migracijskih kretanja (Ernsten i sur., 2018; Kirchberger, 2021; Lomax, 2022). U Hrvatskoj popisni podaci služe kao korektiv administrativnim podacima, premda i njih karakteriziraju metodološki izazovi, poput nepreciznog i „fiktivnog“ popisivanja te znatnog udjela odsutnog stanovništva (Lajić & Mišetić, 2013; Pokos & Turk, 2022b). Razvoj novih tehnologija otvorio je prostor za korištenje alternativnih izvora podataka, poput digitalnih tragova mobilnih telefona, podataka društvenih mreža i administrativnih evidencija trećih strana, koji omogućuju procjenu migracija gotovo u stvarnom vremenu (Kirchberger, 2021; Wiśniowski, 2021). Unatoč pravovremenosti i iscrpnosti takvih podataka, problemi privatnosti,

tion flows are monitored based on data on the registration and deregistration of residence and temporary stay, collected by the Ministry of the Interior (MUP). The procedures for residence registration and deregistration are governed by the Law on Permanent Residence (Official Gazette 144/2012 and 158/2013). This administrative approach relies on timely and accurate reporting by citizens, which can result in undercounting of actual migration flows.

Sources and Methods for Estimating Migration Flows

The reliability of migration statistics depends on the data sources, each with its own strengths and weaknesses. Administrative sources, such as population registers, residence registration and deregistration systems, and databases on residence permits, form the basis of official migration statistics in many countries (Ahmad Yar & Bircan, 2023; Wiśniowski, 2021). Their main advantages include continuous data collection and broad coverage. However, the quality of such data depends on the legal framework, the efficiency of public administration, and the behaviour of the population (Ahmad Yar & Bircan, 2023). In the Croatian context, this issue has become particularly relevant since 2013, when the administrative obligation to deregister residence was neither sufficiently encouraged nor sanctioned (Pokos & Turk, 2022a; Strmota & Ivanda, 2022). Censuses often include questions on place of birth and previous residence, allowing for a more comprehensive analysis of migration patterns, especially valuable in countries that lack a population register. However, a major limitation of census data is that they are collected infrequently and published with delays, which restricts their usefulness for timely migration monitoring (Ernsten et al., 2018; Kirchberger, 2021; Lomax, 2022). In Croatia, census data serve as a corrective to administrative sources, although they face methodological challenges, too – such as imprecise or ‘fictitious’ enumeration and a significant share of absent population (Lajić & Mišetić, 2013; Pokos & Turk, 2022b). The development of new technologies has opened the possibility of using alternative data sources, such as digital traces from mobile phones, social media data, and third-party administrative records, enabling near

reprezentativnosti i metodološke obrade i dalje ograničavaju njihovu širu primjenu u službenim statistikama.

Metode procjene migracija dijele se na direktne i indirektne. Direktne metode temelje se na službenim registrima ili anketama koje izravno bilježe prijave i odjave prebivališta ili promjene mjesta stanovanja. Glavna je prednost ažurnost i prostorna preciznost, dok je slabost izostanak evidentiranja u sustavu pri preseljenju, što je čest slučaj kod iseljavanja (Ahmad Yar & Bircan, 2023). Indirektne metode primjenjuju se kada direktni podaci nisu dostupni ili su upitne kvalitete, a migracijske tokove procjenjuju posredno, na temelju demografskih bilanci. Vitalno-statističkom metodom promjene u populaciji između dviju vremenskih točaka, obično popisnih godina, objašnjavaju se zbrojem prirodne promjene (razlike nataliteta i mortaliteta) i neto migracije. Drugim riječima, migracijski saldo dobiva se kao odstupanje ili rezidual između ukupne promjene i prirodne promjene te se ta metoda naziva i rezidualnom metodom (Shryock & Siegel, 1973; Siegel & Hamilton, 1952). Prednost metode njezina je primjenjivost u slučajevima nedostatka migracijskih podataka, no pouzdanost ovisi o točnosti popisnih i vitalnih podataka (Winkler & Curtis, 2023). Metoda preživljavanja koristi se očekivanim stopama smrtnosti kako bi se procijenilo preostalo stanovništvo iz referentne točke u prošlosti, pri čemu razlika između očekivanog i zabilježenog broja stanovnika podrazumijeva migraciju (Siegel & Hamilton, 1952). Metoda mjesta rođenja (engl. *place-of-birth*) uspoređuje mjesto rođenja i mjesto stanovanja u popisnim podacima, čime se rekonstruiraju migracijski obrasci, osobito unutarnjih migracija (United Nations, Department of Economic and Social Affairs, Population Division [UN DESA], 1970). Vitalno-statistička metoda načelno je najtočnija jer mjeri sve događaje, uključujući migrante umrle tijekom intervala, te stopu migracijskog salda lako inkorporira uz stopu prirodne i ukupne promjene čime izravna bilancu. Uz preduvjet pouzdanosti podataka, dodatnu manu u analizi prostornih podataka može predstavljati to da nisu svi vitalni događaji geografski pravilno alocirani, već prema mjestu prebivališta (Shryock & Siegel, 1973; Siegel & Hamilton, 1952; UN DESA, 1970; Winkler & Curtis, 2023).

real-time migration estimates (Kirchberger, 2021; Wiśniowski, 2021). Despite their timeliness and richness, issues of privacy, representativeness, and methodological consistency still limit their broader use in official statistics.

Methods for estimating migration are generally divided into direct and indirect approaches. Direct methods are based on official registers or surveys that record changes of residence or the registration and deregistration of address. Their main advantage lies in timeliness and spatial precision, while the main limitation is the failure to record moves that are not reported – especially common in the case of emigration (Ahmad Yar & Bircan, 2023). Indirect methods are used when direct data are unavailable or unreliable, and estimate migration flows indirectly, typically through demographic balancing techniques. The vital statistics method explains population change between two time points – usually census years – by summing natural change (the difference between births and deaths) and net migration. In other words, net migration is calculated as the residual between total population change and natural change, which is why this approach is also referred to as the residual method (Siegel & Hamilton, 1952; Shryock & Siegel, 1973). Its advantage lies in its applicability when migration data are missing. However, its reliability depends on the accuracy of census and vital statistics data (Winkler & Curtis, 2023). The survival method uses expected mortality rates to estimate the remaining population from a reference point in the past; the difference between the expected and recorded population is then interpreted as migration (Siegel & Hamilton, 1952). The place-of-birth method compares place of birth and place of residence in census data, which enables the reconstruction of migration patterns – especially internal migration (UN, 1970). The vital statistics method is generally considered the most accurate, as it captures all demographic events, including the deaths of migrants during the interval. Moreover, it allows the migration balance to be integrated with natural and total population change, thus maintaining consistency in demographic accounting. However, one limitation in spatial analysis is that not all vital events are geocoded precisely but are often assigned on the base of official residence (Shryock & Siegel, 1973; Siegel & Hamilton, 1952; UN, 1970; Winkler & Curtis, 2023).

Unaprjeđenje pouzdanosti migracijske statistike kombinacijom više izvora

Jedinstven zaključak brojnih istraživanja je da nijedan pojedinačni izvor ne može pružiti potpunu i pouzdanu sliku migracijskih kretanja. Stoga je za preciznije praćenje migracijskih tokova nužno kombinirati različite izvore podataka (Ahmad Yar & Bircan, 2023; Bell i sur., 2015; Calhoun i sur., 2021; Ernsten i sur., 2018; Kirchberger, 2021; Raymer i sur., 2007; Raymer i sur., 2011; Willekens, 1994; Wiśniowski, 2021). Baker i sur. (2013) usporedbom popisnih podataka i procjena stanovništva za New Mexico zaključuju kako su veće pogreške migracijskih podataka u područjima s većom fluktuacijom stanovništva. Calhoun i sur. (2021) usporedili su popisne podatke i dva tipa administrativnih podataka (porezne prijave i zdravstvenog registra) u New Brunswicku te zaključuju da je popis podložan podzastupljenosti mladih, imigranata i mobilnih skupina. Foley i sur. (2023) usporedbom popisnih i zdravstvenih podataka slično utvrđuju manju pouzdanost administrativnih podataka za kućanstva studenata i mlađih osoba. De Beer i sur. (2010) dokumentiraju velike neujednačenosti u europskim bilateralnim migracijskim tokovima, naglašavajući važnost integracije podataka. Slične nalaze potvrđuju i hrvatska istraživanja (Balija, 2020; Pavić & Ivanović, 2019; Pokos & Turk, 2022a; Strmota, 2020), koja identificiraju sustavne probleme poput nejasno definiranih obveza odjave prebivališta, što dodatno opravdava potrebu za primjenom kombiniranih pristupa u analizama migracijskih kretanja.

Projekti poput IMEM-a (Raymer i sur., 2013) i QuantMiga (Aristotelous i sur., 2022) primjenjuju napredne statističke metode kao što su Bayesovi modeli i log-linearne simulacije kako bi se kombinacijom administrativnih izvora, anketa i ekspertnih procjena proizvele harmonizirane procjene migracijskih tokova na europskoj razini. Projekt QuantMig (Aristotelous i sur., 2022) nadograđuje taj pristup bilateralnim usporedbama tokova i korekcijama trajanja boravka. Dańko i sur. (2024) dodatno unaprjeđuju metode kombiniranja integracijom ekspertnih procjena, metapodataka i modelskih korekcija, stvarajući sustav rangiranja ze-

Improving the Reliability of Migration Statistics by Combining Multiple Data Sources

A consistent conclusion across numerous studies is that no single data source can provide a complete and reliable picture of migration flows. Therefore, in order to achieve more accurate monitoring of migration patterns, it is essential to combine different data sources (Ahmad Yar & Bircan, 2023; Bell et al., 2015; Calhoun et al., 2021; Ernsten et al., 2018; Kirchberger, 2021; Raymer et al., 2007; Raymer et al., 2011; Willekens, 1994; Wiśniowski, 2021). When Baker et al. (2013) were comparing census data and population estimates for New Mexico, they found that larger migration data errors occurred in areas with greater population turnover. Calhoun et al. (2021) compared census data with two types of administrative records (tax filings and health registry data) in New Brunswick and concluded that the census underrepresents youth, immigrants, and mobile groups. Similarly, Foley et al. (2023), when they compared census and health data, found that administrative data were less reliable for student households and younger individuals. De Beer et al. (2010) documented large inconsistencies in European bilateral migration flows, highlighting the importance of data integration. Similar findings are echoed in Croatian research (Balija, 2020; Pavić & Ivanović, 2019; Pokos & Turk, 2022a; Strmota, 2020), which identified systemic issues such as the lack of clearly defined obligations for deregistering – further supporting the need for combined approaches in the analysis of migration dynamics.

Projects such as IMEM (Raymer et al., 2013) and QuantMig (Aristotelous et al., 2022) apply advanced statistical methods, such as Bayesian models and log-linear simulations, to produce harmonised estimates of migration flows at the European level by combining administrative data sources, surveys, and expert assessments. The QuantMig project (Aristotelous et al., 2022) builds on this approach by incorporating bilateral flow comparisons and adjustments for the duration of stay. Dańko et al. (2024) further enhance data integration methods by combining expert assessments, metadata, and model-based corrections, ultimately developing a country ranking system based on the level of emigration undercounting,

malja prema razini podcijenjenosti iseljavanja, pri čemu Hrvatsku svrstavaju među zemlje s najvišom razinom podcijenjenosti. Modeli za izračun migracijskih tokova kombinacijom podataka popisa stanovništva, anketa i poreza u SAD-u su primijenjeni prije više desetljeća (Willekens, 1994), dok se u Velikoj Britaniji primjenjuju napredne metode povezivanja zdravstvenog registra i popisa stanovništva (Raymer i sur., 2007; Raymer i sur., 2011). Međunarodna iskustva jasno pokazuju nužnost razvoja integriranih metodoloških pristupa u mjerenju migracija s ciljem poboljšanja kvalitete migracijske statistike i učinkovitijeg planiranja javnih politika.

Dosadašnja istraživanja potvrđuju postojanje značajnih problema u kvaliteti migracijskih podataka, osobito u podcjenjivanju stvarnih migracijskih tokova, no ona su uglavnom usmjerena na nacionalnu razinu, bez detaljnijeg prostornog pristupa. U ovom istraživanju provodi se detaljna prostorna analiza nepouzdanosti migracijskih podataka za cijelu Hrvatsku. Specifični metodološki okvir rada kombinira službene podatke s indirektnim (vitalno-statističkim) procjenama primjenom statističkih i prostornih analitičkih alata. Takav je pristup novitet te pruža originalne uvide koji mogu služiti kao temelj za unaprjeđenje kvalitete migracijskih podataka u Hrvatskoj, ali i kao metodološki primjer za slična istraživanja u drugim zemljama.

PODACI I METODE

Istraživanje je usmjereno na prostorni aspekt nepouzdanosti demografskih podataka. Stoga podaci pokrivaju 556 gradova i općina (lokalne razine) te 21 županiju (regionalne razine) Republike Hrvatske. Svi korišteni podaci prikupljeni su od Državnog zavoda za statistiku: broj stanovnika iz Popisa 2011. i Popisa 2021. godine (DZS, 2013; 2022), a doseljeno i odseljeno stanovništvo po godinama te podaci vitalne statistike od 2011. do 2021. godine iz publikacije *Gradovi i općine u statistici* (DZS, 2024). Kako bi se podaci migracija i vitalne statistike poklapali s vremenskim okvirom međupopisne promjene broja stanovnika, usklađeni su s kritičnim trenucima dvaju popisa – broj

placing Croatia among the countries with the highest undercount. Models for estimating migration flows by combining census data, surveys (CPS), and tax records (IRS) have been used in the United States for several decades (Willekens, 1994), while in the United Kingdom, advanced linkage methods between health registers and census data are employed (Raymer et al., 2007; Raymer et al., 2011). International experience clearly demonstrates the need for developing integrated methodological approaches to migration measurement in order to improve the quality of migration statistics and support more effective policy planning.

Previous research has confirmed the existence of significant issues in the quality of migration data, particularly the underestimation of actual migration flows. However, such studies have largely focused on the national level, with limited attention to detailed spatial perspectives. This study conducts an in-depth spatial analysis of the unreliability of migration data across the entire territory of Croatia. The specific methodological framework combines official data with indirect (vital-statistical) estimates, employing both statistical and spatial analytical tools. This approach is innovative and offers original insights that can serve as a basis for improving the quality of migration data in Croatia, while also providing a methodological example for similar research in other countries.

DATA AND METHODS

The research focuses on the spatial dimension of demographic data unreliability covering 556 cities and municipalities (local level) and 21 counties (regional level) in Croatia. All data were obtained from the Croatian Bureau of Statistics (CBS), including population counts from the 2011 and 2021 censuses (CBS, 2013; 2022), annual migration data, and vital statistics for the period 2011–2021, published in *Towns and Municipalities in Statistics* (CBS, 2024). To ensure temporal consistency between migration and vital statistics data and the intercensal change in population, the data were aligned with the reference dates of the two censuses – the number of in-migrants, out-migrants, births, and deaths was estimated for the

doseljenih, odseljenih, rođenih i umrlih procijenjen je za razdoblje od 31. ožujka 2011. do 31. kolovoza 2021. Također, kod nekoliko je gradova i općina provedeno korigiranje podataka kako bi teritorijalni obuhvat u proučavanom razdoblju bio usklađen. Pritom su korišteni tabloграмi DZS-a, a podaci su prilagođeni najnovijoj administrativnoj podjeli.

Polazište istraživanja nepouzdanosti migracijskih podataka mogu biti apsolutne vrijednosti migracijskog salda dobivene iz dva različita izvora, no takva vrsta analize pruža samo početnu informativnu vrijednost. Relevantna usporedba migracijskog salda među prostornim jedinicama i detektiranje prostornih obrazaca mogući su korištenjem relativnih pokazatelja. Stoga temeljni dio istraživanja nepouzdanosti demografskih podataka u Hrvatskoj čine dva seta stope migracijskog salda dobivena iz različitih izvora.

Prosječna godišnja stopa migracijskog salda službenih podataka DZS-a (ms_{DZS}) temeljena je na neposrednom izračunu migracijske bilance:

$$ms_{DZS} = \frac{\frac{(I - E)}{10}}{\frac{P_{2011} + P_{2021}}{2}} * 1000 \quad (1)$$

gdje I predstavlja broj doseljenih, a E broj odseljenih između 31. ožujka 2011. i 31. kolovoza 2021.; P_{2011} broj stanovnika utvrđen Popisom 2011., a P_{2021} Popisom 2021. godine.

Prosječna godišnja stopa migracijskog salda dobivena vitalno-statističkom metodom (ms_{VSM}) temeljena je na razlici ukupne međupopisne promjene i prirodne promjene:

$$ms_{VSM} = \frac{\frac{(P_{2021} - P_{2011}) - (N - M)}{10}}{\frac{P_{2011} + P_{2021}}{2}} * 1000 \quad (2)$$

pri čemu je P_{2011} broj stanovnika utvrđen Popisom 2011., a P_{2021} Popisom 2021. godine; N predstavlja broj živorođenih, a M broj umrlih između 31. ožujka 2011. i 31. kolovoza 2021.

Nova varijabla, koja se predstavlja i s pomoću

period from 31 March 2011 to 31 August 2021. Additionally, data for several cities and municipalities were corrected to ensure consistency in territorial coverage throughout the study period. For this purpose, CBS settlement-level vital statistics were used, and the data were harmonised with the most recent administrative divisions.

A starting point for analysing the unreliability of migration data may be the absolute values of net migration derived from two different sources. However, this type of analysis offers only basic information value. A more relevant comparison of net migration across spatial units, and the identification of spatial patterns, is enabled using relative indicators. Therefore, the core part of the analysis of demographic data unreliability in Croatia is based on two sets of net migration rates derived from different sources.

The average annual net migration rate based on official CBS data (nmr_{CBS}) is calculated directly from the migration balance:

$$nmr_{CBS} = \frac{\frac{(I - E)}{10}}{\frac{P_{2011} + P_{2021}}{2}} * 1000 \quad (1)$$

where I denotes the number of immigrants and E the number of emigrants between 31 March 2011 and 31 August 2021; P_{2011} refers to the population in the 2011 Census, and P_{2021} to the population in the 2021 Census.

The average annual net migration rate calculated using the vital statistics method (nmr_{VSM}) is based on the difference between the total intercensal population change and natural change:

$$nmr_{VSM} = \frac{\frac{(P_{2021} - P_{2011}) - (N - M)}{10}}{\frac{P_{2011} + P_{2021}}{2}} * 1000 \quad (2)$$

where P_{2011} denotes the population recorded in the 2011 Census, and P_{2021} the population recorded in the 2021 Census; N refers to the number of live births and M to the number of deaths between 31 March 2011 and 31 August 2021.

koje se pokušava detektirati nepouzdanost demografskih podataka u Hrvatskoj, je razlika migracijskog salda (ms_{RAZ}) između službenih podataka DZS-a (ms_{DZS}) i podataka dobivenih vitalno-statističkom metodom (ms_{VSM}):

$$ms_{RAZ} = ms_{DZS} - ms_{VSM} \quad (3)$$

Prvom namjenom ovoga pokazatelja nameće se detektiranje nepouzdanosti migracijske statistike za pojedinu prostornu jedinicu. Na temelju mnogobrojnih istraživanja, kojima je potvrđena podcijenjenost iseljavanja iz Hrvatske u službenim podacima, kao dominantna pojava očekuje se povoljniji ms_{DZS} u odnosu na ms_{VSM} , tj. pozitivan ms_{RAZ} . Prostorna distribucija ms_{RAZ} trebala bi detektirati prostorne obrasce nepouzdanosti migracijskih podataka. Pritom je u cilju, osim pregleda varijabilnosti ms_{RAZ} u prostoru, identificiranje područja izrazito pozitivne ili potencijalne izrazito negativne razlike migracijskog salda. S obzirom na tri vrste demografskih podataka korištenih u izračunu i činjenicu da su podaci vitalne statistike u Hrvatskoj načelno pouzdani, pojavnost izrazito pozitivnih ili negativnih vrijednosti ms_{RAZ} ne bi samo upućivala na manjkavost migracijske statistike, već bi pobudila sumnju i na pouzdanost popisnih podataka za ta područja. Stoga je druga namjena ms_{RAZ} posredno otkrivanje područja slabije pouzdanosti podataka iz Popisa 2011. i/ili Popisa 2021. godine. U prostornoj analizi razlika migracijskih salda (ms_{RAZ}) pokazuje razlike između dviju različitih stopa, ali same vrijednosti nisu intuitivne te je granice pouzdanosti podataka teško odrediti. Stoga je u sljedećem koraku razlika migracijskog salda izražena u standardnim devijacijama, čime je omogućeno intuitivnije i statistički preciznije razumijevanje odstupanja.

Za nadopunu pokazateljima deskriptivne statistike i potvrdu dobivenih prostornih obrazaca nepouzdanosti demografskih podataka u Hrvatskoj primijenjena je prostorna statistika. Za eksplorativnu analizu i početne vizualizacije klastera korišten je softver GeoDa. Potvrda identificiranih obrazaca i izrada konačnih analiza provedena je u programu ArcMap 10.8.2, korištenjem alata Cluster and Outlier Analysis (Anselin Local Mo-

A new variable introduced in this study to detect the unreliability of demographic data in Croatia is the difference in net migration rates (nmr_{DIFF}) between the official CBS data (nmr_{CBS}) and the rate derived from the vital statistics method (nmr_{VSM}):

$$nmr_{DIFF} = nmr_{CBS} - nmr_{VSM} \quad (3)$$

The primary purpose of this indicator is to detect the unreliability of migration statistics at the level of individual spatial units. Based on numerous studies confirming the underestimation of emigration from Croatia in official statistics, it is expected that nmr_{CBS} will generally be more favourable than nmr_{VSM} , i.e., that nmr_{DIFF} will tend to be positive. The spatial distribution of nmr_{DIFF} should reveal spatial patterns in the unreliability of migration data. The aim, beyond observing the spatial variability of nmr_{DIFF} , is to identify areas with notably positive or potentially strongly negative differences in net migration rates. Given that the calculation involves three types of demographic data, and that vital statistics in Croatia are generally considered reliable, the occurrence of strongly positive or negative nmr_{DIFF} values may not only indicate limitations in migration statistics but may also raise concerns about the reliability of census data for those areas. Thus, the second purpose of nmr_{DIFF} is to indirectly identify areas where census data from 2011 and/or 2021 may be less reliable. In spatial analysis, the difference in net migration rates (nmr_{DIFF}) reflects discrepancies between two different rates, but the values themselves are not intuitive, and setting clear thresholds for data reliability is difficult. Therefore, in the next step, the net migration rate difference is expressed in standard deviations, allowing for a more intuitive and statistically precise understanding of the observed deviations.

In order to strengthen the descriptive statistical indicators and to validate the spatial patterns of demographic data unreliability in Croatia, spatial statistics were employed. GeoDa software was used for exploratory analysis and initial cluster visualizations. Confirmation of the identified patterns and the preparation of the final analyses were carried out in ArcMap 10.8.2, using the Cluster and Outlier Analysis (Anselin Local Moran's I) tool

ran's I) iz skupa Spatial Statistics Tools. Lokalni je Moranov indeks mjera za identifikaciju prostorne autokorelacije na lokalnoj razini. On za svaku jedinicu mjeri odnose sa susjedstvom i pokazuje postoje li grupiranja sličnih ili različitih vrijednosti u prostoru te identificira prostorne klasterne anomalije (Anselin, 1995). U ovom je radu korišten jer, uz izdvajanje prostornih klastera pozitivne i negativne razlike migracijskog salda, omogućuje identificiranje prostornih izuzetaka, tj. anomalija (*outlier*). Stoga bi trebao pružiti dodatno objašnjenje pojavnosti područja upitne pouzdanosti demografskih podataka. Prostorna autokorelacija na lokalnoj razini eliminirat će nasumično raštrkane jedinice i omogućiti distinkciju između specifičnih prostorno-lokacijskih faktora (primjerice obala) i sustavnih faktora nepouzdanosti podataka (primjerice urbanizacija). Veličina lokalnih jedinica u Hrvatskoj izrazito je varijabilna, a problem predstavljaju i otočne jedinice bez susjeda ili s malim brojem neposrednih susjeda. Stoga je pri definiranju susjedstva izazov u kompromisu između odabira prostorne udaljenosti susjedstva i odabira neposrednih ili najbližih susjeda. Na temelju više različito definiranih susjedstava i njima pripadajućih rezultata, najpogodnijim se pokazalo korištenje pet najbližih susjeda.

REZULTATI

Procjena (ne)pouzdanosti migracijskih podataka po županijama

Prema službenim podacima DZS-a, između 2011. i 2021. godine pozitivnu migracijsku bilancu zabilježili su samo Grad Zagreb, Istarska, Zadarska i Dubrovačko-neretvanska županija (Tab. 1.). Istovremeno, u Zagrebačkoj županiji tek je nešto više odseljenih u odnosu na broj doseljenih. Pet slavonskih županija i Sisačko-moslavačka županija ističu se najnegativnijom migracijskom bilancom. U promatranom razdoblju, prema podacima DZS-a, iz Hrvatske se iselilo oko 114 000 osoba više no što se doselilo u Hrvatsku. Nasuprot tomu, negativan migracijski saldo dobiven vitalno-statističkom metodom upućuje na bitno drukčiju vrijednost

from the Spatial Statistics Tools toolbox. The Local Moran's I index is a measure used to identify spatial autocorrelation at the local level. It evaluates the relationship between each spatial unit and its neighbours, detecting clusters of similar or dissimilar values and identifying both spatial clusters and spatial outliers (Anselin, 1995). It was used in this study not only to detect clusters of positive and negative differences in net migration rates, but also to identify spatial anomalies (*outliers*). As such, it provides further insight into the presence of areas with questionable reliability in demographic data. Local spatial autocorrelation allows for the elimination of randomly scattered units and helps distinguish between specific spatial-location factors (e.g., coastal areas) and systemic factors related to data unreliability (e.g., urbanisation). The size of local units in Croatia varies significantly, and a particular challenge lies in island units, which either have no neighbours or only a limited number of immediate neighbours. Thus, defining neighbourhoods involves a trade-off between distance-based and adjacency-based approaches. Based on testing multiple definitions and their corresponding outputs, the use of the five nearest neighbours proved to be the most suitable.

RESULTS

Assessing the (Un)reliability of Migration Data across Counties

According to official data from the Croatian Bureau of Statistics (CBS), between 2011 and 2021 a positive net migration balance was recorded only in the City of Zagreb, Istria County, Zadar County and Dubrovnik-Neretva County (Tab. 1). At the same time, Zagreb County recorded only a slightly higher number of emigrants than immigrants. The five Slavonian counties, along with Sisak-Moslavina County, stand out with the most negative migration balances. In the observed period, CBS data indicate that approximately 114,000 more people emigrated from Croatia than immigrated to it. In contrast, the net migration balance calculated using the vital statistics method suggests a markedly different figure (around -257,000), indicating a far more negative situation. The negative balance

(oko -257 000) i izrazito negativnije stanje. Negativna bilanca u službenim podacima više je no upola manja u odnosu na komparativnu. Vitalno-statističkom metodom dobivene su bitno negativnije vrijednosti i po županijama – prema tim podacima nijedna od njih nije zabilježila pozitivnu bilancu. Najočitija je neusklađenost u Gradu Zagrebu gdje je razlika između dvaju podataka oko 40 000 osoba. Izrazitom disproporcijom još se izdvajaju Splitsko-dalmatinska (oko 21 500), Istarska (oko 15 000) i Primorsko-goranska (oko 12 500). Anomaliju predstavlja Požeško-slavonska županija u kojoj službeni podaci pokazuju negativnije stanje u odnosu na one dobivene vitalno-statističkom metodom, no ta je razlika minimalna.

Relevantnu usporedbu intenziteta migracijske bilance po županijama daju prosječne godišnje stope migracijskog salda prema dvije metode i njihova razlika (Sl. 1). Promatrajući razliku između ms_{DZS} i ms_{VSM} , županije se mogu svrstati u tri kategorije. Prvu čine pet primorskih županija i Grad Zagreb kod kojih je razlika velika i osjetno veća u odnosu na vrijednost za Hrvatsku (3,5) te se kreće u rasponu od 7,4 do 4,5 promilnih bodova. U tim županijama migracijska bilanca prema službenim podacima je pozitivna ili vrlo blago negativna, dok je prema komparativnim podacima bilanca osjetno negativna. Unutar ove skupine ističe se Istarska županija s najvećom razlikom, dok se u ostalih pet bilježe podjednake vrijednosti. Drugu skupinu čine Zagrebačka županija, sve županije sjeverne Hrvatske te Osječko-baranjska i Brodsko-posavska županija. Njihova su oba migracijska salda negativna, a razlika između njih je razmjerno blaga do umjerena. Treću skupinu čine sve preostale županije. Kod njih je razlika između dviju stopa primjetljiva, ali neznatna. Najviša usklađenost dviju migracijskih stopa, a time i potencijalno najpouzdaniji podaci migracijske statistike prisutni su u spomenutoj Požeško-slavonskoj županiji. Prema rezultatima na županijskoj razini, relativno pouzdanim također se mogu smatrati podaci za Karlovačku, Šibensko-kninsku, Virovitičko-podravsku i Sisačko-moslavačku županiju čija je migracijska razlika unutar promilnog boda.

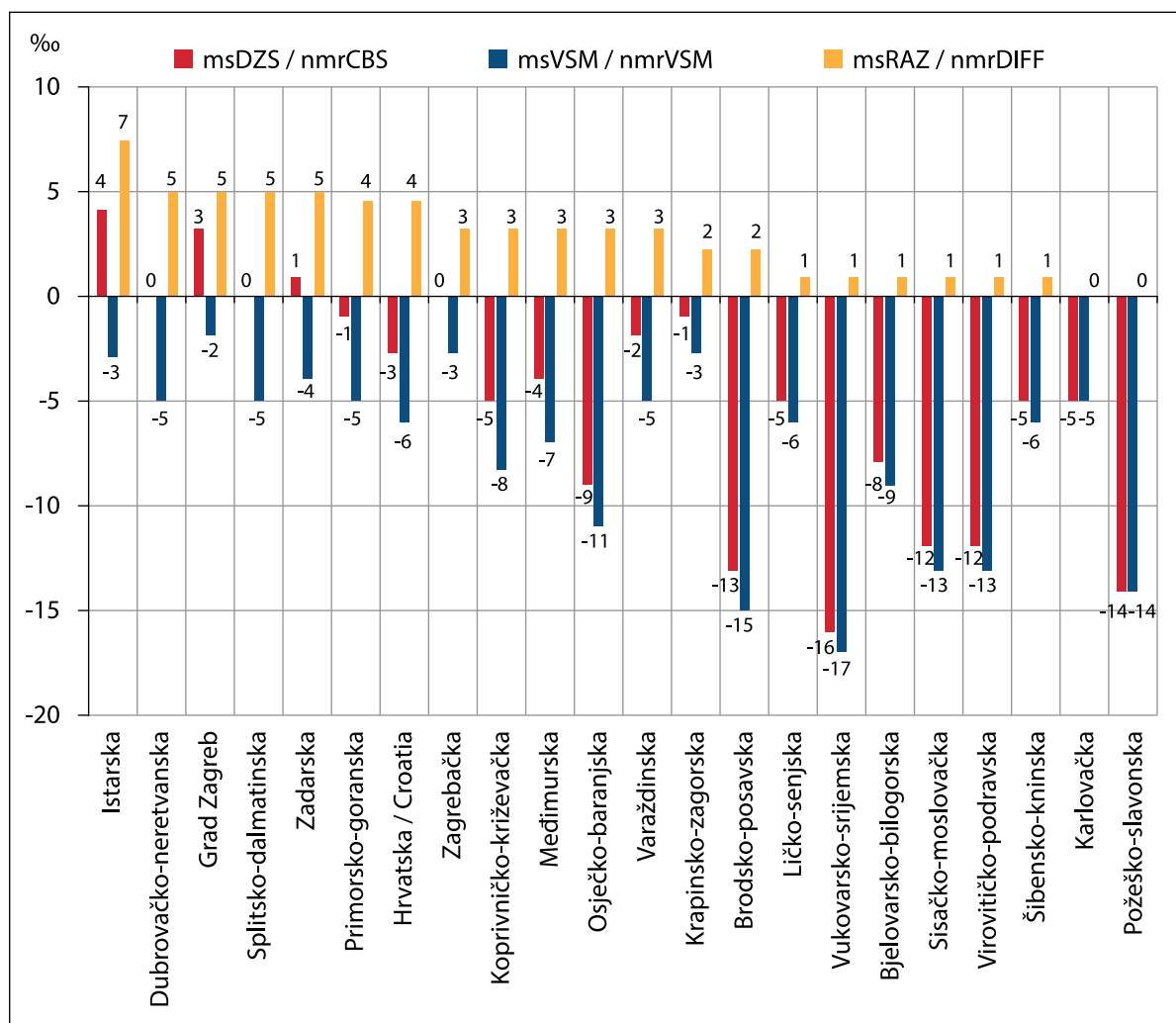
recorded in the official statistics is less than half of that obtained through the comparative method. The vital statistics method produced significantly more negative figures across counties as well. According to that method, none of the counties recorded a positive balance. The greatest discrepancy is found in the City of Zagreb, where the difference between the two data sources amounts to approximately 40,000 people. Other counties with notable disproportions include Split-Dalmatia (around 21,500), Istria (around 15,000), and Primorje-Gorski Kotar (around 12,500). An exception is Požega-Slavonia County, where the official data indicate a more negative balance than the vital statistics method, although the difference is minimal.

A meaningful comparison of migration balance intensity across counties is provided by the average annual net migration rates calculated using two methods and their difference (Fig. 1). Based on the difference between nmr_{CBS} and nmr_{VSM} , the counties can be grouped into three categories. The first group comprises five coastal counties and the City of Zagreb, where the difference is large and significantly above the national average (3.5), ranging from 7.4 to 4.5 per mille points. In these counties, the migration balance based on official data is either positive or only slightly negative, whereas the comparative method indicates a considerably negative balance. Within this group, Istria County stands out with the highest difference, while the other five record similar values. The second group includes Zagreb County, all counties in northern Croatia, as well as Osijek-Baranja and Brod-Posavina counties. In these counties, both migration balances are negative, and the difference between the two is relatively mild to moderate. The third group consists of all remaining counties. Here, the difference between the two rates is noticeable but minor. The highest alignment between the two migration rates – and thus the potentially most reliable migration data – is found in Požega-Slavonia County. According to the results at the county level, data for Karlovac, Šibenik-Knin, Virovitica-Podravina, and Sisak-Moslavina counties can also be considered relatively reliable, as their migration balance differences are within one per mille point.

TABLE 1. Migracijska bilanca službenih podataka DZS-a i vitalno-statističke metode po županijama Hrvatske između 2011. i 2021. godine
 TABLE 1 Migration balance according to official CBS data and vital-statistical method by counties of Croatia, 2011–2021

Županija / County	Službeni podaci DZS-a (2011.-2021.) / Official CBS data 2011-2021					Vitalno-statistička metoda (2011.-2021.) / Vital-statistic method 2011-2021					Razlika migracijskog salda / Migration balance difference
	Ukupno doseljeni / Total immigration	Ukupno odseljeni / Total emigration	Migracijski saldo / Net migration	Broj stanovnika 2011. / 2011 Population	Broj stanovni- ka 2021. / 2021 Popula- tion	Ukupna promjena / Total change	Prirodna promjena / Natural change	Migracijski saldo / Net migration			
Grad Zagreb	172.591	147.946	24.646	790.017	767.131	-22.886	-7.510	-15.376	40.022		
Istarska	65.588	56.605	8.983	208.055	195.237	-12.818	-6.841	-5.977	14.960		
Zadarska	45.019	43.666	1.353	170.017	159.766	-10.251	-4.080	-6.171	7.525		
Dubrovačko-neretvanska	35.400	35.027	373	122.568	115.564	-7.004	-1.043	-5.961	6.334		
Zagrebačka	83.219	83.449	-230	317.606	299.985	-17.621	-7.449	-10.172	9.942		
Krapinsko-zagorska	24.218	25.692	-1.474	132.892	120.702	-12.190	-8.018	-4.172	2.698		
Splitsko-dalmatinska	107.280	109.286	-2.007	454.798	423.407	-31.391	-7.868	-23.523	21.516		
Ličko-senjska	12.955	15.318	-2.363	50.927	42.748	-8.179	-5.172	-3.007	644		
Primorsko-goranska	83.242	86.052	-2.810	296.195	265.419	-30.776	-15.420	-15.356	12.546		
Varaždinska	32.523	36.381	-3.859	175.951	159.487	-16.464	-8.262	-8.202	4.343		
Međimurska	23.795	28.527	-4.733	113.804	105.250	-8.554	-7.66	-7.788	3.055		
Šibensko-kninska	26.050	31.191	-5.141	109.375	96.381	-12.994	-7.085	-5.909	769		
Koprivničko-križevačka	19.697	24.915	-5.218	115.584	101.221	-14.363	-5.957	-8.406	3.188		
Karlovačka	25.411	31.375	-5.964	128.899	112.195	-16.704	-10.175	-6.529	564		
Virovitičko-podravska	14.595	23.722	-9.128	84.836	70.368	-14.468	-4.698	-9.770	642		
Bjelovarsko-bilogorska	23.586	32.869	-9.283	119.764	101.879	-17.885	-7.410	-10.475	1.192		
Požško-slavonska	16.070	26.151	-10.081	78.034	64.084	-13.950	-4.074	-9.876	-205		
Brodsko-posavska	25.809	44.159	-18.350	158.575	130.267	-28.308	-7.245	-21.063	2.713		
Sisačko-moslavačka	32.964	52.224	-19.260	172.439	139.603	-32.836	-12.269	-20.567	1.307		
Osječko-baranjska	56.158	80.224	-24.066	305.032	258.026	-47.006	-15.478	-31.528	7.462		
Vukovarsko-srijemska	30.346	55.623	-25.277	179.521	143.113	-36.408	-9.082	-27.326	2.049		
Hrvatska / Croatia	956.513	1.070.402	-113.889	4.284.889	3.871.833	-413.056	-155.902	-257.154	143.265		

Izvor: Izračun autora na temelju DZS-a (2013; 2022; 2024) / Source: Calculated by the authors according to CBS (2013; 2022; 2024)



SLIKA 1. Prosječna godišnja stopa migracijskog salda službenih podataka (ms_{DZS}) i vitalno-statističke metode (ms_{VSM}) te njihova razlika (ms_{RAZ})

FIGURE 1 Average annual migration rates from official CBS data (nmr_{CBS}) and the vital-statistical method (nmr_{VSM}), along with their difference (nmr_{DIFF})

Izvor: Izračun autora na temelju DZS-a (2013; 2022; 2024) / Source: Calculated by the authors according to CBS

Procjena (ne)pouzdanosti migracijskih podataka na lokalnoj razini

Pokazatelji deskriptivne statistike za 556 jedinica lokalne samouprave upućuju na sustavnu razliku između službenih podataka (ms_{DZS}) i podataka dobivenih vitalno-statističkom metodom (ms_{VSM}) (Tab. 2.). Aritmetička sredina ms_{DZS} iznosi -5,4 promila (medijan -5,8), dok je prema ms_{VSM} niža i iznosi -7,6 promila (medijan -6,9). Rezultati potvrđuju da vitalno-statistička metoda bilježi negativniji migracijski saldo u odnosu na službene podatke. Raspon i varijabilnost u podacima blago su veći kod službenih podataka, a razlike minimalnih i maksimalnih vrijednosti između ms_{DZS} i ms_{VSM} izrazito su velike, što potvrđuje pomak cijeloga spektra između dviju metoda migracijskog salda.

Assessing the (Un)reliability of Migration Data at the Local Level

Descriptive statistics indicators for 556 local units indicate a systematic difference between official data (nmr_{CBS}) and data obtained through the vital-statistical method (nmr_{VSM}) (Table 2). The mean of nmr_{CBS} is -5.4 per mille (median -5.8), while the nmr_{VSM} reports a lower value at -7.6 per mille (median -6.9). The results confirm that the vital-statistical method records more negative migration balance compared to official data. The range and variability in the data are slightly higher for official data, and the differences between the minimum and maximum values of nmr_{CBS} and nmr_{VSM} are notably large, confirming a shift across the entire spectrum between the two migration balance methods. Therefore, the differences

TABLICA 2. Deskriptivna statistika prosječne godišnje stope migracijskog salda 2011. – 2021. za lokalne jedinice u Hrvatskoj
TABLE 2 Descriptive statistics for the average annual migration rates (2011–2021) across local units in Croatia

Izvor / Source	Sredina / Mean	Medijan / Median	Minimum / Minimum	Maksimum / Maximum	Raspon / Range	Interkv. raspon / IQ range	Standardna devijacija / Standard deviation
Službeni podaci DZS-a / Official CBS data	-5,4	-5,8	-39,6	43,2	82,8	14,0	11,4
Vitalno-statistička metoda / Vital-statistic method	-7,6	-6,9	-50,7	28,9	79,6	10,7	8,6
Razlika migracijskog salda / Migration balance difference	2,3	2,1	-27,2	32,8	60,0	5,4	6,0
Razlika migracijskog salda u SD / Migration balance difference in SD	0,4	0,3	-4,5	5,4	10,0	0,9	1,0

Izvor: Izračun autora na temelju DZS-a (2013; 2022; 2024) / Source: Calculated by the authors according to CBS (2013; 2022; 2024)

Razlike nisu ravnomjerno raspoređene, što upućuje na potrebu za daljnjom prostornom analizom.

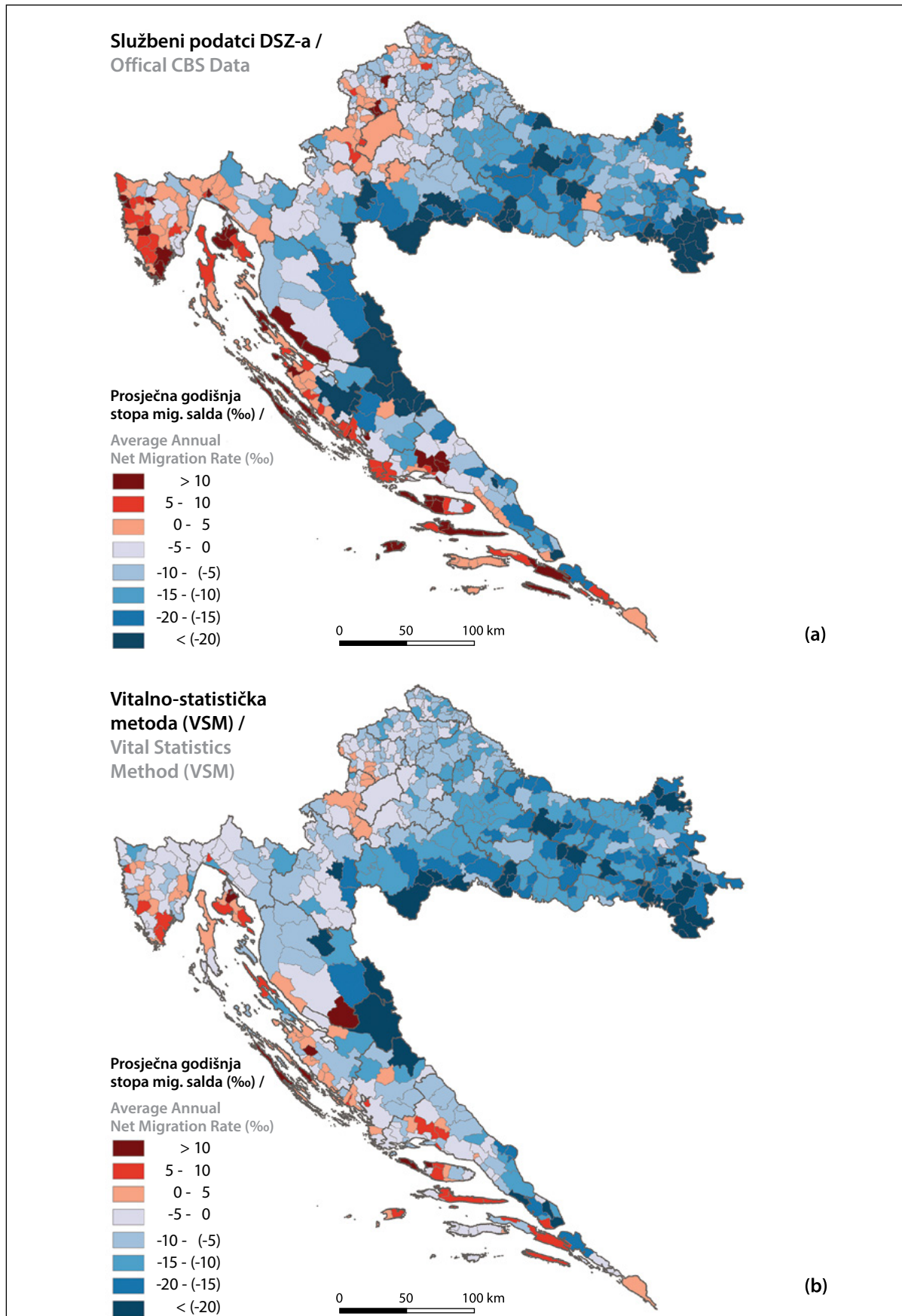
Prostorna distribucija prosječnih godišnjih stopa migracijskog salda po lokalnim jedinicama slijedi prethodno iznesene distribucije za županijsku razinu, no pruža temeljitiji uvid u prostorne obrasce, kao i specifičnosti unutar pojedine županije (Sl. 2.). Već prvim pogledom na obje karte stječe se dojam o osjetno povoljnijem stanju, ali i izraženijoj prostornoj varijaciji migracijskog salda pri službenim podacima (ms_{DZS}). Prema tim podacima je između 2011. i 2021. godine 29,3 % jedinica zabilježilo pozitivnu, a 70,7 % negativnu migracijsku bilancu. Prema komparativnim podacima (ms_{VSM}), pozitivan migracijski saldo imalo je 16,2 % jedinica, a 83,8 % njih imalo je migracijski gubitak. Dvije vizualno najuočljivije razlike odnose se na šire zagrebačko područje i gotovo cijelo priobalje. Grad Zagreb i dijelovi okolice prema službenim podacima bilježe pozitivnu migracijsku bilancu, što prema podacima vitalno-statističke metode nije slučaj. Iako znatan dio priobalja prema obje metode ostvaruje pozitivan migracijski saldo, prema službenim podacima pozitivne vrijednosti zahvaćaju puno širi prostor te su osjetno pozitivnije.

Značajan je podatak da kod čak 87 (15,6 %) jedinica migracijski saldo prema ms_{DZS} i ms_{VSM} imaju suprotan predznak. Samim time one se mogu smatrati područjima u čijoj je analizi migracijskih podataka nužan oprez. Kod 80 (14,4 %) slučajeva radi se o pozitivnom ms_{DZS} i negativnom ms_{VSM} . Gotovo tri četvrtine takvih jedinica smješteno je u priobalnom pojasu (Tab. A1. u dodacima). Pritom

are not evenly distributed, indicating the need for further spatial analysis.

The spatial distribution of the average annual migration balance rates by local units follows the previously described pattern at the county level but provides a more detailed insight into spatial trends and specificities within individual counties (Fig. 2). A first glance at both maps reveals a more favourable migration balance and a greater spatial variation in the case of official data (nmm_{CBS}). According to these data, between 2011 and 2021, 29.3% of units recorded a positive, while 70.7% recorded a negative migration balance. In comparison, the vital-statistical method data (nmm_{VSM}) shows only 16.2% of units with a positive migration balance, and 83.8% with a migration loss. The two most visually striking differences are observed in the wider Zagreb area and nearly the entire coastline. According to official data, Zagreb and surrounding areas record a positive migration balance, which is not the case according to vital-statistical data. Although a significant part of the coastline shows a positive migration balance in both methods, the official data indicates that positive values cover a much broader area and are notably higher.

A notable finding is that in as many as 87 units (15.6%), the net migration rates based on nmm_{CBS} and nmm_{VSM} have opposite signs. These units can therefore be considered areas where caution is necessary when interpreting migration data. In 80 cases (14.4%), this concerns a positive nmm_{CBS} and a negative nmm_{VSM} . Nearly three-quarters of these units are located along the coastal zone (see Appendix Table A1). Istria County stands out with the highest num-



SLIKA 2. Prosječna godišnja stopa migracijskog salda 2011. – 2021. godine prema službenim podacima (a) i podacima vitalno-statističke metode (b)

FIGURE 2 Average Annual Net Migration Rate (2011–2021) according to official data (a) and the vital statistics method (b)

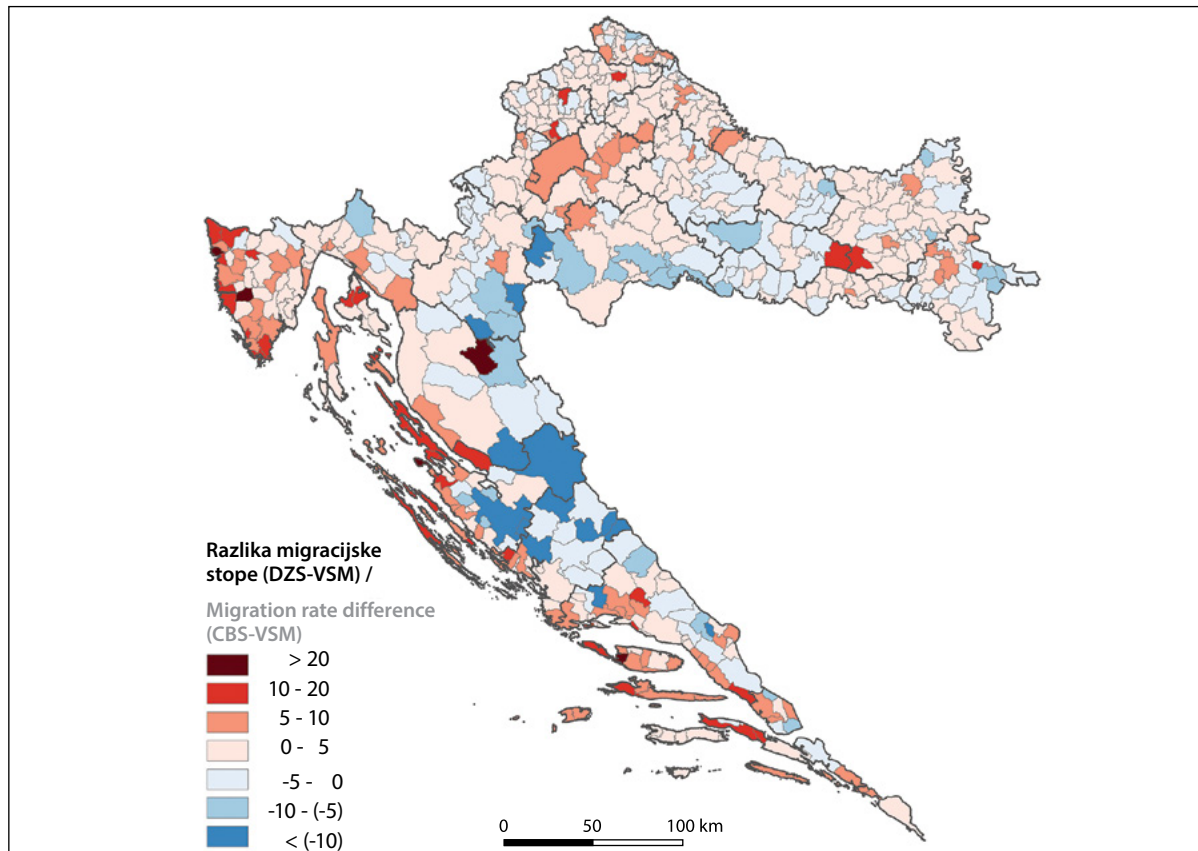
Izvor: Izračun autora na temelju DZS-a (2013; 2022; 2024) / Source: Calculated by the authors according to CBS (2013; 2022; 2024)

se najvećim brojem (19) ističe Istarska županija, gdje gotovo polovina svih gradova i općina bilježi suprotne predznake migracijskog salda prema dvije metode. U Dubrovačko-neretvanskoj županiji takvih je jedinica nešto više od trećine (8), u Primorsko-goranskoj nešto manje od trećine (11), u Splitsko-dalmatinskoj nešto više od petine (12). U Zadarskoj županiji pojavnost je nešto manja (6), a u Šibensko-kninskoj najmanja među primorskim županijama (2). U kontinentalnoj Hrvatskoj navedena je pojava rijetkost, a tu prednjače Zagrebačka i Krapinsko-zagorska županija s po šest takvih jedinica. Među ostalim područjima valja istaknuti gradove Varaždin, Čakovec i Dugu Resu. Sedam općina u Hrvatskoj (1,3 %) predstavlja drugu mogućnost s obrnutim predznakom migracijskog salda – imaju negativan ms_{DZS} i pozitivan ms_{VSM} . To su Jakovlje u Zagrebačkoj županiji, Kraljevec na Sutli i Zagorska Sela u Krapinsko-zagorskoj, Lovinac u Ličko-senjskoj, Jasenice i Polača u Zadarskoj te Lećevice u Splitsko-dalmatinskoj.

Prostorna slika razlike migracijskog salda (ms_{RAZ}) između službenih podataka (ms_{DZS}) i podataka vi-

ber of such cases (19), where nearly half of all cities and municipalities show opposing signs considering the two methods. In Dubrovnik-Neretva County, over a third of units (8) display this discrepancy, in Primorje-Gorski Kotar County under a third (11), and in Split-Dalmatia County slightly more than one-fifth (12). The occurrence is lower in Zadar County (6), and lowest among coastal areas in Šibenik-Knin County (2). In continental Croatia, this phenomenon is rare. However, Zagreb County and Krapina-Zagorje County stand out with six such units each. Other notable examples include the cities of Varaždin, Čakovec, and Duga Resa. Seven municipalities in Croatia (1.3%) represent the reverse pattern – a negative nmm_{CBS} and a positive nmm_{VSM} . These are Jakovlje in Zagreb County, Kraljevec na Sutli and Zagorska Sela in Krapina-Zagorje County, Lovinac in Lika-Senj County, Jasenice and Polača in Zadar County, and Lećevice in Split-Dalmatia County.

The spatial representation of the difference in net migration rates (nmm_{DIFF}) between the official data (nmm_{CBS}) and the vital statistics method (nmm_{VSM}) represents the focal point of this study. This variable is



SLIKA 3. Razlika prosječne godišnje stope migracijskog salda DZS i VSM 2011. – 2021. godine

FIGURE 3 Difference in the average annual migration rate between CBS and VSM, 2011–2021

Izvor: Izračun autora na temelju DZS-a (2013; 2022; 2024) / Source: Calculated by the authors according to CBS (2013; 2022; 2024)

talno-statističke metode (ms_{VSM}) središnji je dio ovoga rada. Varijabla je dobivena oduzimanjem dviju migracijskih stopa. Crvena na karti prikazuje područja s povoljnijom migracijskom stopom prema službenim podacima, dok plava označava područja s povoljnijom stopom prema podacima vitalno-statističke metode (Sl. 3.). Prostorni obrasci na podacima lokalne razine pretežito su sukladni iznesenim rezultatima na županijskoj razini i pokazateljima deskriptivne statistike, no upravo odudaranja od generalne pravilnosti čine ovaj dio analize vrijednijim i bogatijim. Na temelju općih i specifičnih rezultata moguće je izdvojiti tri međusobno prožimajuća nalaza.

Prema općim rezultatima migracijske bilance za Hrvatsku, službeni podaci (ms_{DZS}) prikazuju povoljnije stanje u odnosu na komparativne podatke (ms_{VSM}). Isti zaključak vrijedi za sve županije osim jedne. Na podacima lokalne razine to se može tvrditi za ukupno 393 (70,7 %) jedinica, kod kojih je razlika migracijskog salda pozitivna (nijanse crvene boje na karti). Kod 163 (29,3 %) jedinica razlika je negativna, što upućuje na povoljnije stanje prema podacima vitalno-statističke metode (plavo na karti). Stoga je prvi važniji nalaz detektiranje znatnog dijela teritorija koji odudara od općeg zaključka. Ta plavo označena područja zauzimaju više od trećine ukupne površine Hrvatske (37,9 %), ali na njihovu teritoriju živi tek 15 % ukupnog stanovništva. Činjenica da preostalih 85 % stanovništva živi na 62,1 % teritorija potvrđuje da se radi o gusto naseljenim područjima. Samim time, drugi važniji nalaz je da su pozitivna razlika migracijskog salda i povoljnije stanje prema službenim podacima češće prisutni u urbaniziranim područjima. Zaključak vrijedi za svih 20 najvećih gradova prema Popisu 2021. godine, čime se potvrđuje zakonitost. Treći važniji nalaz potvrda je ranije spomenutih rezultata – gotovo cijelo obalno područje bilježi izrazito pozitivniju migracijsku bilancu prema službenim podacima (ms_{DZS}). Pritom se ponovno potvrdila važnost analize na lokalnoj razini, napose u dalmatinskim županijama, u kojima je jasno vidljiva diferencijacija obale i zaleđa.

Na temelju kartografskog prikaza u nastavku je moguće iščitavati lokalne specifičnosti pojedinih područja, no uz oprez. Karta prikazuje razliku ms_{DZS} i ms_{VSM} , ali ne pruža informaciju o njihovim

calculated by subtracting the two migration rates. On the map, red indicates areas where the migration rate is more favourable according to official data, while blue indicates areas where the vital statistics method yields more favourable rates (Fig. 3). The spatial patterns observed at the local level largely align with the previously presented county-level results and descriptive statistics. However, it is the deviations from these general trends that specifically make this part of the analysis more insightful and meaningful. Based on both general and specific findings, three interrelated conclusions can be drawn.

According to overall net migration results for Croatia, the official data (nmr_{CBS}) present a more favourable situation compared to the comparative data (nmr_{VSM}). The same conclusion applies to all counties except one. At the local level, this pattern holds for a total of 393 units (70.7%) in which the net migration difference is positive (shades of red on the map). Conversely, 163 units (29.3%) show a negative difference, indicating a more favourable balance according to the vital statistics method (blue on the map). Thus, the first key finding is the identification of a substantial portion of the territory that deviates from the general trend. These blue-marked areas account for more than one-third of Croatia's total territory (37.9%), but only 15% of the total population resides there. The fact that the remaining 85% of the population lives on 62.1% of the territory confirms that these are densely populated areas. Accordingly, the second key finding is that a positive migration balance difference and a more favourable outcome according to official data are more frequently found in urban areas. This conclusion holds for all the 20 largest cities according to the 2021 Census, confirming the pattern. The third key finding confirms previously presented results – almost the entire coastal area records a significantly more positive migration balance in the official data (nmr_{CBS}). This once again highlights the importance of conducting analysis at the local level, especially in the Dalmatian counties, where a clear differentiation between the coastline and the hinterland is evident.

Cartographic representation allows for the identification of local specificities across individual areas, though caution is required in interpretation. The map illustrates the difference between nmr_{CBS} and nmr_{VSM} , but it does not indicate their respective signs. The

predznacima. Nijanse boja prikazuju intenzitet i smjer razlike, pa je moguće iščitavati razlike među jedinicama, no vrijednosti nisu intuitivne, stoga je teško procijeniti jesu li pojedine razlike značajne ili zanemarive. Kako bi se podacima dala statistički relevantnija forma i kako bi se omogućilo vjerodostojno izdvajanje područja upitne pouzdanosti demografske statistike, u sljedećem koraku razlike migracijskog salda iskazane su u standardnim devijacijama (Sl. 4.). Ova verzija karte predstavlja pročišćenu i optimiziranu varijantu promatrane varijable te je relevantnija za iščitavanje specifičnih nalaza. Jedna standardna devijacija u ovom kontekstu označava razliku od 6,03 promilnih bodova između ms_{DZS} i ms_{VSM} .

Prije kartografsko-statističke analize potrebno je istaknuti nekoliko napomena o interpretaciji podataka. Na prvi dojam karta je intuitivna za interpretaciju – nijanse crvene prikazuju povoljnije stanje prema službenim podacima, a nijanse plave povoljnije stanje prema komparativnim podacima. No iz podataka se ne može utvrditi jesu li razlike migracijskih salda posljedica nepouzdanosti migracijske statistike, popisne statistike ili oba izvora podataka. Takva paradoksalna situacija dijelom podsjeća na Schrödingerovu mačku. Crveno označena jedinica istovremeno može značiti nepouzdanu podatke migracijske i popisne statistike, no tek uvidom u točne i stvarne podatke te jedinice možemo znati što je presudno. Uvid u takve podatke analogan je otvaranju kutije Schrödingerove mačke, a budući da točne i stvarne podatke nemamo, možemo se osloniti na konceptualni model s prikazom različitih mogućnosti stvarnih podataka (Sl. 4b). Ako su i popisni i migracijski podaci za određenu jedinicu točni, između migracijskog salda DZS-a i VSM-a ne bi trebalo biti značajne razlike. U slučaju da su popisni podaci uglavnom točni, a migracijski nisu, tada crvena označava precijenjen ms_{DZS} (premalno odjavljivanja prebivališta ili previše „fiktivnog“ prijavljivanja), a plava podcijenjen ms_{DZS} (premalno prijavljivanja prebivališta ili previše odjavljivanja u odnosu na stvarno stanje). U slučaju da popisni podaci nisu posve točni, a migracijski podaci uglavnom jesu, tada crvena upućuje na premalo popisanih, a plava na potencijalno previše popisanih. Za razliku od Schrödingerove mačke, u ovom je slučaju moguća i treća mogućnost – da ni mi-

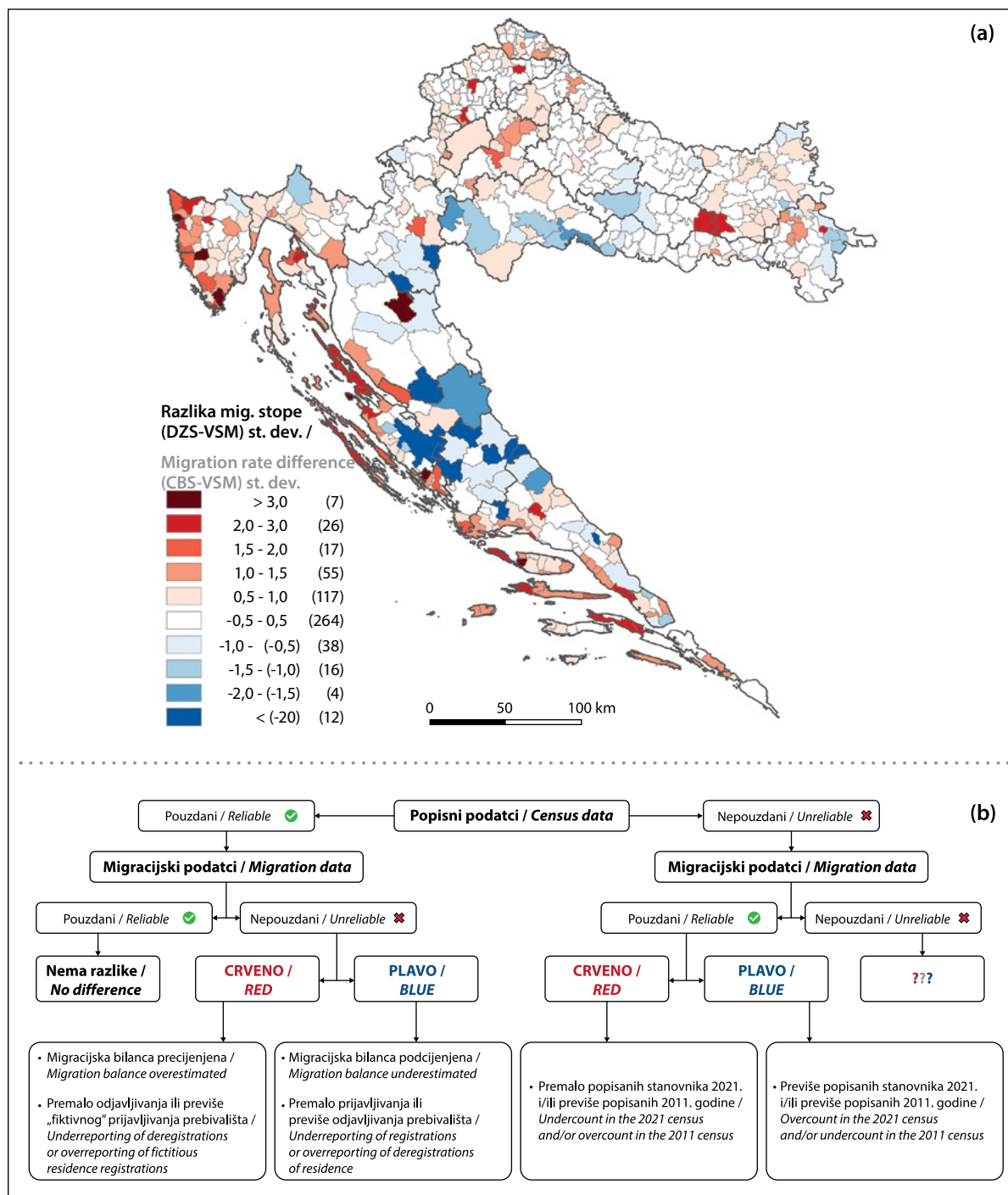
colour gradients show the intensity and direction of the difference, making it possible to compare units. However, the values are not intuitive, making it difficult to assess whether the differences are statistically significant or negligible. In order to provide the data with a greater statistical relevance and enable more credible identification of areas with questionable demographic data reliability, the next step expresses the net migration differences in standard deviations (Fig. 4). This version of the map represents a refined and optimised form of the observed variable and is more appropriate for interpreting specific findings. In this context, one standard deviation corresponds to a difference of 6.03 per mille points between nmr_{CBS} and nmr_{VSM} .

Before the cartographic-statistical analysis, several interpretative remarks must be highlighted. At first glance, the map appears intuitive to interpret – shades of red indicate a more favourable outcome according to official data, while shades of blue represent more favourable outcomes according to comparative data. However, the data alone do not allow us to determine whether the differences in net migration rates stem from the unreliability of migration statistics, census statistics, or both. This paradoxical situation in some ways resembles Schrödinger's cat. A red-marked unit could simultaneously indicate unreliable migration data, unreliable census data, or both. Only access to accurate and verifiable data for a given unit would reveal the dominant source of discrepancy – comparable to opening Schrödinger's box. Since such data are not available, we rely on a conceptual model that illustrates the range of possible actual scenarios (Fig. 4b). If both census and migration data are accurate for a given unit, there should be no significant difference between the net migration rate from CBS and that derived from the vital-statistical method. If the census data are generally reliable but the migration data are not, then a red unit indicates an overestimated nmr_{CBS} (due to underreporting of emigration or overreporting through 'fictitious' registrations), while a blue unit signals an underestimated nmr_{CBS} (due to underreporting of immigration or excessive deregistrations compared to actual population movement). If census data are less reliable and migration data are more accurate, red may indicate undercounting in the census, while blue suggests potential overcounting. Unlike Schrödinger's cat, however, a third sce-

gracijska ni popisna statistika za neku jedinicu nisu posve pouzdane. Crvena za takvu jedinicu može biti pokazatelj dominantnije pojavnosti (premalno odjavljivanja/previše „fiktivnih“ prijava ili premalo popisanih), a u slučaju suprotnih predznaka može označavati zbroj obje mogućnosti. Suprotna analogija vrijedi za plavu.

nario is possible here: both sources may be flawed. In such cases, red may reflect the dominance of one type of error (e.g., underreporting of emigration or undercounting in the census), whereas opposing errors could result in red or blue depending on their combination and magnitude.

Local units where the differences between the two



SLIKA 4. (a) Razlika migracijske stope DZS-a i VSM-a 2011. – 2021. godine u standardnim devijacijama; (b) Tumačenje razlika migracijske stope DZS i VSM

FIGURE 4 (a) Difference in migration rates between CBS and VSM from 2011 to 2021, expressed in standard deviations; (b) Interpretation of migration rate differences between CBS and VSM

Izvor: Izračun autora na temelju DZS-a (2013; 2022; 2024) / Source: Calculated by the authors according to CBS (2013; 2022; 2024)

Lokalne jedinice čije su razlike dviju promatranih migracijskih stopa manje od pola standardne devijacije, bilo u pozitivnom ili negativnom smjeru, izdvojene su kao zasebna kategorija i označene bijelom bojom. Radi se o gotovo polovini ukupnog broja jedinica, a u njima živi otprilike trećina ukupnog stanovništva (Tab. 3.). Iako na tom prostoru ukupna apsolutna razlika dvaju migracijskih salda iznosi oko 16 000, relativna je razlika ispod 15 %. U kontekstu usklađenosti dvaju setova podataka, ti se gradovi i općine mogu smatrati područjima najpouzdanije migracijske statistike u hrvatskim okvirima. Veći gradovi unutar ove kategorije su Velika Gorica, Karlovac, Šibenik, Sisak, Samobor, Bjelovar, Koprivnica, Požega, Petrinja, Kutina i Virovitica. Unutar kategorije je i 13 jedinica² sa suprotnim predznacima dvaju migracijskih salda. One su ranije istaknute kao neka od područja u analizi kojih je nužan oprez, no standardna razlika je mala, što upućuje na zaključak da su njihovi podaci relativno pouzdani, a suprotni predznaci dobiveni su zbog malih vrijednosti blizu nule.

Oko petine ukupnog broja gradova i općina bilježi pozitivnu razliku migracijskih salda razine između pola i jedne standardne devijacije (Tab. 3.). U tim područjima živi gotovo polovina ukupnog stanovništva, a zbog njegova izrazitog pondera i Hrvatska u cjelini pripada ovoj kategoriji. Razlika migracijskih bilanci u apsolutnom iznosu (oko 86 000) daleko nadmašuje sve ostale kategorije, što se može pripisati činjenici da u ovu skupinu spadaju najveći gradovi. Pritom gotovo polovina otpada na Grad Zagreb (40 022), a velike razlike bilježe i drugi najveći gradovi: Split (6 248), Rijeka (4 658), Osijek (3 470), Pula (3 256), Slavonski Brod (2 343), Varaždin (2 201). Od ostalih većih gradova valjda izdvojiti Čakovec (913), Zaprešić (780), Đakovo (1 050) i Sinj (835). Unatoč velikim apsolutnim razlikama, relativne su razlike prosječne razine unutar okvira Hrvatske. Zbog toga razlike migracijskih stopa ispod jedne standardne devijacije ne upućuju nužno na izrazitu nepouzdanost podataka, već na sustavnu razliku između dviju stopa. Izuzetak su gradovi i općine suprotnih pred-

² msDZS > 0 i msVSM < 0: Korčula, Smokvica, Buzet, Veliki Bukovec, Karojba, Krapinske Toplice, Jelenje, Brela, Barban, Marija Bistrica; msDZS < 0 i msVSM > 0: Jakovlje, Jasenice, Kraljevec na Sutli.

observed migration rates fall within half a standard deviation, either positive or negative, were classified as a separate category and marked in white. These account for nearly half of all units, encompassing approximately one-third of the national population (Table 3). Although the total absolute difference in migration balances across these areas amounts to around 16,000, the relative difference is below 15%. In terms of consistency between the two data sets, these towns and municipalities may be regarded as the areas with the most reliable migration statistics within the Croatian context. Larger urban centres in this category include Velika Gorica, Karlovac, Šibenik, Sisak, Samobor, Bjelovar, Koprivnica, Požega, Petrinja, Kutina, and Virovitica. The category also includes 13 units² with opposing signs of migration balance. Although these were previously highlighted as the areas requiring caution in data interpretation, the small standard deviation suggests that their data are relatively reliable, and the conflicting signs likely result from small values close to zero.

Approximately one fifth of all towns and municipalities exhibit a positive difference in migration balance between half and one standard deviation (Table 3). Almost half of the Croatian population lives in these areas, and due to this significant demographic weight, the country as a whole fall into this category. The absolute difference in migration balance (approximately 86,000) by far exceeds that of all other categories, largely due to the inclusion of the country's largest cities. Nearly half of this figure pertains to the City of Zagreb (40,022), while other major cities also record substantial differences: Split (6,248), Rijeka (4,658), Osijek (3,470), Pula (3,256), Slavonski Brod (2,343), and Varaždin (2,201). Among other notable towns are Čakovec (913), Zaprešić (780), Đakovo (1,050), and Sinj (835). Despite the large absolute differences, the relative differences are of average magnitude within the national context. Therefore, differences in migration rates below one standard deviation do not necessarily indicate significant data unreliability but rather reflect a systematic discrepancy between the two rates. Exceptions include cities and towns with opposite signs for nmr_{CBS} and

² nmbCBS>0 and nmbVSM <0: Korčula, Smokvica, Buzet, Veliki Bukovec, Karojba, Krapinske Toplice, Jelenje, Brela, Barban, Marija Bistrica; msDZS<0 and msVSM >0: Jakovlje, Jasenice, Kraljevec na Sutli.

TABLE 3. Demografski i migracijski pokazatelji po razinama odstupanja između DZS-a i VSM-a
TABLE 3 Demographic and migration indicators by deviation levels between CBS and VSM

Standardne devijacije / Standard deviations	Broj JLS / Number of local units	Udio JLS (%) / Share of units (%)	Broj stanovnika 2021. / 2021 Population	Udio uk. stan. (%) / Share of total pop. (%)	Ukupno doseljeni / Total immigration	Ukupno odseljeni / Total emigration	Migracijski saldo (DZS) / Net migration (CBS)	Migracijski saldo (VSM) / Net migration (VSM)	Apsolutna razlika / Absolute difference	Relativna razlika / Relative difference
> 3	7	1,3	15.709	0,4	9.464	6.174	3.291	-694	3.985	121,1
2 - 3	26	4,7	68.034	1,8	28.340	19.742	8.598	-1.506	10.104	117,5
1,5 - 2	17	3,1	75.349	1,9	31.281	25.321	5.959	-2.080	8.039	134,9
1 - 1,5	55	9,9	426.237	11,0	130.466	122.410	8.056	-23.811	31.866	133,8
0,5 - 1	117	21,0	1.836.149	47,4	430.209	441.202	-10.993	-97.256	86.263	88,7
-0,5 - 0,5	264	47,5	1.272.055	32,9	278.860	373.234	-94.374	-110.756	16.382	14,8
-1 - (-0,5)	38	6,8	108.985	2,8	28.496	47.553	-19.057	-13.918	5.140	27,0
-1,5 - (-1)	16	2,9	39.336	1,0	9.988	17.724	-7.735	-4.556	3.180	41,1
-2 - (-1,5)	4	0,7	9.886	0,3	2.526	5.521	-2.995	-1.830	1.165	38,9
< -2	12	2,2	20.093	0,5	6.884	11.522	-4.638	-1.465	3.173	68,4
Uk. / Total	556	100,0	3.871.833	100,0	956.513	1.070.402	-113.889	-257.870	169.296	65,7

Napomena: relativna razlika dobivena je omjerom apsolutne razlike i apsolutnog iznosa svake od dvaju migracijskih salda

Izvor: Izračun autora na temelju DZS-a (2013; 2022; 2024) / Source: Calculated by the authors according to CBS (2013; 2022; 2024)

znaka ms_{DZS} i ms_{VSM} poput Zagreba, Pule, Varaždina, Čakovca i Dugog Sela (Tab. A1. u dodacima) – analiza njihovih podataka zahtijeva povećan oprez.

Jedinice s pozitivnim razlikama migracijskih stopa između jedne i dvije standardne devijacije dio su normalne distribucije, ali ukupni apsolutni iznosi migracijskog salda DZS-a i VSM-a suprotnog su predznaka, stoga je pri analizi njihovih podataka također nužan oprez. Relativne razlike dvaju migracijskih pokazatelja upravo su u ove dvije kategorije najveće s iznosima iznad 130 %. U jedinicama kategorije 1 do 1,5 standardne devijacije živi nešto manje od pola milijuna stanovnika, a uglavnom se prostiru priobalnim pojasom. Najveći gradovi u kategoriji su Zadar, Dubrovnik, Kaštela, Vinkovci, Solin i Poreč. Među njima jedino Vinkovci bilježe jednak predznak za obje stope. Kategorija s jedinicama 1,5 do 2 standardne devijacije populacijski je manja, ali označava viši stupanj odstupanja dviju migracijskih stopa. Od većih gradova tu se ističu Rovinj i Umag, a jedine općine u kontinentalnom dijelu su Krnjak i Rugvica.

Odstupanje između dvije i tri standardne devijacije može upućivati na potencijalne metodološke specifičnosti pojedine jedinice. Podatke za tu skupinu potrebno je uvijek interpretirati s dodatnim oprezom. Radi se najvećim dijelom o priobalnim jedinicama s manjim brojem stanovnika, a uvjerljivo najveća među njima je Općina Podstrana. Skupini pripada i nekoliko jedinica koje predstavljaju izuzetke u kontinentalnom dijelu zemlje: Donja Stubica, Jalžabet, Lobar, Negoslavci i Levanjska Varoš. Jedinice s odstupanjem većim od tri standardne devijacije su statistički izuzeci te zahtijevaju velik oprez, detaljnu provjeru i dodatna objašnjenja. Najvećim vrijednostima izdvajaju se Vir (5,44 st. dev.), Vrhovine (5,26) i Milna (4,54), a u kategoriji su još Novigrad, Kanfanar, Ližnjan i Pirovac.

Plavo obojena područja odlikuju se povoljnijim stanjem prema podacima vitalno-statističke metode, a njihova je pojavnost bitno rjeđa. Budući da se radi o prostorima koji odudaraju od generalne pravilnosti, u analizi njihovih podataka važno je imati na umu eventualnu strukturu podataka koja je dovela do inverzije. Najintenzivnija pojavnost takvih područja je u sjevernom dijelu Dalmatinske zagore, dijelovima Like, Korduna, Banovine, zapadne Slavonije, uz pojedina rubna područja u

nmr_{VSM} , such as Zagreb, Pula, Varaždin, Čakovec, and Dugo Selo (Table A1 in the Appendix), whose data warrant greater interpretive caution.

Units with positive differences in migration rates between one and two standard deviations fall within the range of normal distribution; however, the total absolute migration balances from CBS and VSM show opposing signs, which calls for caution in data interpretation. The relative differences between the two migration indicators are highest within these two categories, exceeding 130%. Nearly half a million people reside in units within the 1 to 1.5 standard deviation category, which are mostly located along the coastal belt. The largest cities in this category include Zadar, Dubrovnik, Kaštela, Vinkovci, Solin, and Poreč. Among them, only Vinkovci shows matching signs for both rates. The 1.5 to 2 standard deviation category is smaller in terms of population but indicates a greater level of divergence between the two migration rates. Larger cities in this group include Rovinj and Umag, while the only municipalities from the continental part of the country are Krnjak and Rugvica.

Deviation between two and three standard deviations may point to potential methodological peculiarities specific to individual units. Data for this group should always be interpreted with additional caution. Most of these units are coastal and have relatively small populations, with the Municipality of Podstrana standing out as the largest. The group also includes a few exceptions located in the continental part of the country: Donja Stubica, Jalžabet, Lobar, Negoslavci, and Levanjska Varoš. Units with deviations greater than three standard deviations are statistical outliers and require exceptional caution, thorough verification, and further explanation. The most notable cases include Vir (5.44 s.d.), Vrhovine (5.26), and Milna (4.54), while Novigrad, Kanfanar, Ližnjan, and Pirovac are also part of this category.

Areas shaded in blue reflect more favourable conditions according to the vital statistics method data, although their occurrence is considerably rarer. Since these areas deviate from the general pattern, it is important to consider the possible data structure that may have led to this inversion when interpreting their figures. The most notable presence of such areas is in the northern part of the Dalmatian hinterland, parts of Lika, Kordun, Banovina, western Slavonia, and

različitim dijelovima zemlje. Jedinice s negativnom razlikom migracijskih salda između pola i jedne standardne devijacije uvjetno se mogu smatrati relativno pouzdanima za analize. U toj su skupini gradovi Vukovar, Knin, Drniš, Vrgorac, Slunj. Sljedeću skupinu (-2 do -1 standardne devijacije) čine područja s izraženijom sumnjom u pouzdanost podataka. Njihova apsolutna i relativna odstupanja manja su u odnosu na skupinu pozitivne razlike od 1 do 2 standardne devijacije, no povećan oprez je nužan. Među ostalima, u ovoj su skupini gradovi Glina, Pakrac i Čabar. Konačno, gradovi i općine s negativnim odstupanjima višim od dvije standardne devijacije također se mogu smatrati područjima upitne pouzdanosti demografske statistike. U toj su skupini gradovi Benkovac i Skradin, a s najvećim vrijednostima ističu se Ervenik (-4,5), Lokvičići (-3,4), Biskupija (-2,7), Civljane (-2,7) i Lišane Ostrovičke (-2,6). Općine Lovinac i Lećevice specifične su po suprotnim predznacima dvaju migracijskih salda, a popis kategorije zaključuju Cetingrad, Kijevo i Saborsko.

Prostorna autokorelacija (ne)pouzdanosti migracijskih podataka

Predočena karta razlika migracijskih salda u standardnim devijacijama može poslužiti kao ključni okvir za izdvajanje područja slabije pouzdanosti demografske statistike u Hrvatskoj. Sljedeći korak u istraživanju predstavlja prostorna autokorelacija tih razlika, koja omogućuje bolje razumijevanje prostornih obrazaca nepouzdanosti tih podataka. Lokalni Moranov indeks pružit će informaciju o tome koje su jedinice, identificirane kao područja slabije pouzdanosti podataka, okružene istim takvim jedinicama, a koje od njih nisu. Identificirat će se samo područja u kojima je nepouzdanost podataka u nekoj mjeri prostorno uvjetovana, dok će ostale jedinice ostati neoznačene. Susjedstvom pojedinog grada ili općine definirano je pet prostorno najbližih jedinica. Važno je napomenuti da bi drukčijim definiranjem susjedstva rezultati bili neznatno drukčiji. Proširivanjem susjedstva broj jedinica identificiranih kao klasteri pozitivne ili negativne razlike blago bi se povećao, dok bi se smanjivanjem susjedstva broj blago smanjio. Tako definirano susjedstvo predstavlja kompromisnu

in some peripheral zones across the country. Units with a negative difference in migration rates between half and one standard deviation can be conditionally considered relatively reliable for analysis. This group includes the towns of Vukovar, Knin, Drniš, Vrgorac, and Slunj. The next group (-2 to -1 standard deviations) includes areas where the reliability of data is more questionable. Although their absolute and relative deviations are smaller compared to the positive 1 to 2 standard deviation group, increased caution is still required. Among others, this group includes Glina, Pakrac, and Čabar. Finally, towns and municipalities with negative deviations exceeding two standard deviations are also considered areas of questionable demographic data reliability. These include the towns of Benkovac and Skradin, with the highest deviations recorded in Ervenik (-4.5), Lokvičići (-3.4), Biskupija (-2.7), Civljane (-2.7), and Lišane Ostrovičke (-2.6). The municipalities of Lovinac and Lećevica are notable for having opposite signs in the two migration indicators, and the category is completed by Cetingrad, Kijevo, and Saborsko.

Spatial autocorrelation of (un)reliability in migration data

The presented map of net migration differences expressed in standard deviations provides a key framework for identifying areas of lower reliability in demographic statistics across Croatia. The next step in the analysis involves exploring the spatial autocorrelation of these differences, which allows for a deeper understanding of the spatial patterns of data unreliability. The Local Moran's I index indicates which units, identified as areas of lower data reliability, are surrounded by similarly classified units, and which are not. Only areas where data unreliability is at least partially spatially conditioned are identified, while other units remain unmarked. The neighbourhood of each town or municipality is defined as the five nearest spatial units. It is important to note that using a different definition of neighbourhood would have slightly altered the results. Expanding the neighbourhood would have marginally increased the number of units identified as clusters of positive or negative differences, while reducing it would have led to a slight decrease. This definition of neighbourhood

vrijednost, a cilj nije točno klasificirati svaku pojedinu jedinicu, već pružiti okvir identificiranjem područja Hrvatske u kojima se takvi klasteri pojavljuju.

Jedinice identificirane kao klasteri pozitivne ili negativne razlike migracijskog salda u najvećoj se mjeri poklapaju s navedenim područjima upitne pouzdanosti demografskih podataka (Sl. 5.). Time je potvrđena uspješnost definiranih uvjeta za kvantificiranje nepouzdanosti. Na prvi pogled dobiva se dojam kako su uglavnom identificirane jedinice pozitivne ili negativne razlike migracijskih salda veće od jedne standardne devijacije, no ima izuzetaka. Neke od izdvojenih jedinica ranije su označene kao područja relativno pouzdanih podataka, a neke jedinice s razlikom iznad tri standardne devijacije tu uopće nisu označene. Stoga je važno pravilno interpretirati kartu i identificirane klasterne, ali i napomenuti da ovaj dio analize služi samo kao dopuna ranijim rezultatima i to u smislu prostornih obrazaca pojavnosti nepouzdanosti podataka.

Klasteri pozitivne razlike (*high-high*) obuhvaćaju jedinice čija je razlika migracijskog salda, ali i razlika migracijskog salda pet najbližih susjeda, statistički značajno pozitivna (veći ms_{DZS} u odnosu na ms_{VSM}). Drugim riječima, ako je jedinica označena crvenom, to znači da i ona i pet najbližih susjeda vjerojatno pate od slabije pouzdanosti demografskih podataka. U odnosu na sva crveno označena područja na karti razlika migracijskog salda u standardnim devijacijama (Sl. 4a), tu je identificiran samo veći dio priobalnih područja. Nepouzdanost podataka, u smjeru povoljnijeg stanja prema službenim podacima, stoga je prostorno uvjetovana samo u priobalnom pojasu. Za sve takve jedinice u kontinentalnoj Hrvatskoj razlozi su sustavni (stupanj urbanizacije, veća mobilnost stanovništva, rad na određeno i sl.) ili specifični za pojedinu lokalnu jedinicu.

Klasteri negativne razlike (*low-low*) označavaju jedinice čija je razlika migracijskog salda, kao i razlika migracijskog salda njihova susjedstva, statistički značajno negativna (veći ms_{VSM} u odnosu na ms_{DZS}). Plava boja označava područja u kojima je migracijski saldo u službenim podacima podcijenjen i/ili postoji sumnja u pouzdanost popisnih podataka. Identificirana područja

represents a compromise, as the goal is not to classify every individual unit with precision, but to provide a framework for identifying areas in Croatia where such spatial clusters emerge.

The units identified as clusters of positive or negative differences in net migration rates largely correspond to the previously outlined areas of questionable demographic data reliability (Fig. 5). This confirms the effectiveness of the previously established criteria for quantifying unreliability. At first glance, it appears that most of the identified units with positive or negative net migration differences exceed one standard deviation, but there are exceptions. Some of the highlighted units had previously been classified as relatively reliable, while others with differences exceeding three standard deviations are not marked here at all. Therefore, it is important to interpret the map and the identified clusters carefully, and to note that this part of the analysis serves only as a complement to earlier findings, specifically in terms of the spatial patterns of demographic data unreliability.

High-high clusters include units for which both the difference in net migration rate and the average difference of their five nearest neighbours are statistically significantly positive (i.e., nmr_{CBS} is greater than nmr_{VSM}). In other words, if a unit is marked in red, this indicates that both it and its five closest neighbours are likely suffering from lower reliability of demographic data. Compared to the red areas marked red on the map showing net migration differences in standard deviations (Fig. 4a), only a larger portion of the coastal area is identified here. Thus, data unreliability, manifested as more favourable outcomes in the official statistics, is spatially conditioned only along the coastal strip. For all such units in continental Croatia, the causes of unreliability are either structural (such as urbanisation levels, higher population mobility, temporary labour migration, etc.) or specific to the individual local unit.

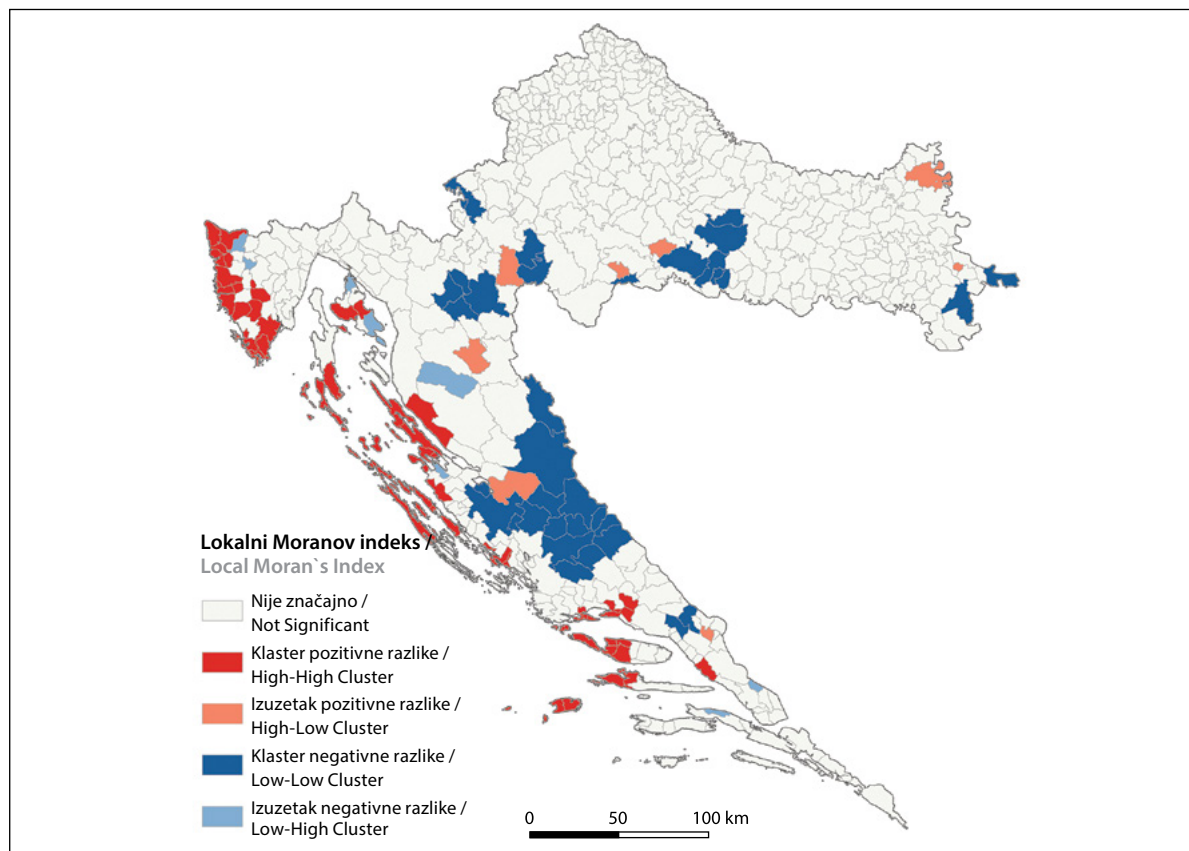
Low-low clusters refer to units for which both the difference in net migration rate and the difference in their surrounding units are statistically significantly negative (i.e., nmr_{VSM} is greater than nmr_{CBS}). Blue areas, therefore, indicate regions where the official migration balance is likely underestimated and/or where the reliability of census data is questionable. The identified areas largely correspond to

najvećim se dijelom poklapaju s ranije predočenim rezultatima. Razinu pouzdanosti za pojedini grad ili općinu uputno je iščitavati iz karte sa standardnim devijacijama, dok ovaj prikaz pruža informacije o izdvojenim većim klasterima. Prostorno je najveći klaster u sjevernom dijelu Dalmatinske zagore i južne Like, slijede kordunsko-banovinski i zapadnoslavonski klasteri i još nekoliko manjih klastera u različitim dijelovima zemlje.

Izuzeci pozitivne razlike (*high-low outlier*) predstavljaju svojevrsne anomalije u prostoru. To su jedinice pozitivne razlike migracijskog salda dominantno okružene jedinicama negativne razlike (Kneževi Vinogradi, Negoslavci, Lipovljani, Majur, Vojnić, Vrhovine, Obrovac, i Podbalje). Suprotno njima, izuzeci negativne razlike (*low-high outlier*) označavaju jedinice negativne razlike migracijskog salda okružene susjedstvom pozitivne razlike (Grožnjan, Karojba, Omišalj, Baška, Perušić, Vrsi, Pojezerje i Trpanj). Sve izdvojene klasterne, a osobito manje, nužno je promatrati zajedno s okruženjem, a ne kao zasebne jedinice.

the previously presented results. While the reliability level for a specific town or municipality is best interpreted using the map based on standard deviations, this map highlights larger clusters. Spatially, the largest cluster appears in the northern part of the Dalmatian hinterland and southern Lika, followed by clusters in the Kordun–Banovina region, western Slavonia, and several smaller clusters scattered across the country.

High-low outliers represent spatial anomalies – units with a significantly positive net migration difference that are predominantly surrounded by units with negative differences (e.g., Kneževi Vinogradi, Negoslavci, Lipovljani, Majur, Vojnić, Vrhovine, Obrovac, and Podbalje). Conversely, low-high outliers denote units with a negative net migration difference that are surrounded by neighbours showing positive differences (e.g., Grožnjan, Karojba, Omišalj, Baška, Perušić, Vrsi, Pojezerje, and Trpanj). All identified clusters – especially the smaller ones – should be interpreted in conjunction with their spatial context rather than as isolated units.



SLIKA 5. Lokalni Moranov indeks prostorne autokorelacije razlike između DZS-a i VSM-a

FIGURE 5 Local Moran's I of spatial autocorrelation for CBS–VSM migration rate differences

Izvor: Izračun autora na temelju DZS-a (2013; 2022; 2024) / Source: Calculated by the authors according to CBS (2013; 2022; 2024)

RASPRAVA

Domaća i međunarodna istraživanja migracijskih tokova slažu se u potvrdi podcijenjenosti iseljavanja iz Hrvatske nakon pristupanja Europskoj uniji (Akrap i sur., 2017; Balija, 2020; Dańko i sur., 2024; Komušanac, 2023; Pokos, 2017; Pokos & Turk, 2022a; Strmota, 2020). Ovaj rad analizu (ne)pouzdanosti migracijskih podataka spušta najprije na regionalnu (županijsku) razinu, a zatim i na lokalnu. U skladu s istraživanjima nacionalne razine, u svakoj županiji, osim jedne, migracijski saldo službenih podataka povoljniji je u odnosu na migracijski saldo komparativne vitalno-statističke metode, stoga je potvrđena precijenjenost migracijske bilance. Požeško-slavonska županija, kao izuzetak, županija je s najusklađenijim, a time i najpouzdanijim podacima regionalne razine. Ipak, unutar nje postoje područja upitne pouzdanosti podataka za koja službeni podaci precjenjuju i područja za koja podaci podcjenjuju migracijski saldo, stoga se razlike međusobno poništavaju. Taj primjer pokazuje važnost i opravdanost istraživanja na lokalnoj razini, a na temelju cjelovite analize jasno je da relativno zadovoljavajuće razlike migracijskog salda i pouzdanosti podataka županijske razine ne jamče jednako pouzdane podatke za sva područja unutar županije. Takvi obrasci u skladu su s upozorenjima o učinku prostorne skale i zoniranja (MAUP) u analizi migracija, prema kojima migracijski pokazatelji na grubim regionalnim razinama ne odražavaju nužno stvarnu razinu mobilnosti, već mogu predstavljati artefakt prostorne agregacije i prikrivati znatne unutarnje razlike (Chatagnier & Stillwell, 2021; Stillwell i sur., 2018).

Rezultati na lokalnoj razini potvrđuju da je u razdoblju 2011.–2021. u Hrvatskoj povoljnija migracijska bilanca prema službenim podacima dominantna pojava (70,7 % jedinica). Međutim, intenzitet nepouzdanosti podataka znatno varira u prostoru, dok 29,3 % jedinica bilježi povoljniji saldo prema vitalno-statističkoj metodi, čime odudara od temeljne zakonitosti. Budući da metodološki okvir uključuje kombinaciju direktnih administrativnih migracijskih podataka i indirektnih podataka na temelju popisa

DISCUSSION

National and international studies on migration flows consistently confirm the underestimation of emigration from Croatia following its accession to the European Union (Akrap et al., 2017; Balija, 2020; Dańko et al., 2024; Komušanac, 2023; Pokos, 2017; Pokos & Turk, 2022a; Strmota, 2020). This study brings the analysis of migration data (un)reliability down to the regional (county) level, and then further to the local level. Consistently with findings at the national level, in all but one county, the net migration rate derived from official data is more favourable than that obtained using the comparative vital-statistical method, thus confirming an overestimation of the migration balance. Požega-Slavonia County, as the exception, demonstrates the highest consistency between the two measures and therefore shows the most reliable data at the regional level. However, even within this county, there are areas with questionable data reliability, some where the official data overestimate and other where they underestimate the migration balance, resulting in the differences effectively offsetting each other out. This illustrative example highlights the importance and validity of research at the local level. A comprehensive analysis clearly shows that relatively acceptable differences in net migration rates and data reliability at the county level do not guarantee equally reliable data across all areas within a county. These patterns are consistent with warnings about the effects of spatial scale and zonation (MAUP) in migration analysis, which suggest that migration indicators at coarse regional levels do not necessarily reflect actual levels of mobility, but may instead represent artefacts of spatial aggregation and conceal substantial internal differences (Stillwell et al., 2018; Chatagnier & Stillwell, 2021).

The results at the local level confirm that, during the 2011–2021 period, a more favourable migration balance according to official data was the dominant pattern in Croatia, present in 70.7% of all units. However, the intensity of data unreliability varies significantly across space, with the remaining 29.3% of units showing a more favourable balance according to the vital-statistical method – deviating from the general trend. As the methodological framework combines direct administrative migration data with indirect census-based estimates, the observed dif-

stanovništva, dobivena razlika, kao promatrana varijabla, istovremeno mjeri nepouzdanost migracijske i popisne statistike. Pozitivna razlika između službenih i komparativnih podataka sustavna je pojava zbog metodoloških razloga dvaju izvora (Ahmad Yar & Bircan, 2023). Pojavnost pozitivne razlike za pojedini grad ili općinu ne mora se automatski tumačiti kao znak nepouzdanosti podataka. Štoviše, za nešto manje od polovine svih jedinica može se dati zadovoljavajuća ocjena pouzdanosti podataka jer su razlike migracijskih salda minimalne, manje od pola standardne devijacije. Oprez u demografskoj analizi nužan je za četvrtinu gradova i općina Hrvatske s razlikama većim od jedne standardne devijacije. Dodaju li se tome i sve jedinice čije su razlike migracijskih salda DZS-a i VSM-a manje od zadane granice, ali su suprotnih predznaka, tada ukupni udio područja slabije pouzdanosti demografskih podataka seže do gotovo trećine. Obalni pojas ističe se najvećom pozitivnom razlikom, a time i najslabijom pouzdanošću podataka, a nešto slabiju, ali i dalje prisutnu nepouzdanost bilježe gradovi, što je u skladu s postavljenom hipotezom istraživanja.

Glavni rezultati u skladu su s nalazima prethodnih istraživanja usporedbe migracijskih podataka iz dvaju izvora i kvalitete statistike, koji upozoravaju da pouzdanost migracijskih podataka nije prostorno homogena, već varira ovisno o tipu prostora, prostornoj razini i izvoru podataka (Chatagnier & Stillwell, 2021; Lomax, 2022; Stillwell i sur., 2018). Veće pogreške i slabija pouzdanost primjećuju se u populacijama s većim udjelom mladih, studenata i mobilnih skupina, u malim i slabo naseljenim prostorima te u područjima s većom fluktuacijom stanovništva (Alessandrini i sur., 2020; Baker i sur., 2013; Calhoun i sur., 2021; Foley i sur., 2023). Kao glavna odredišta migracija unutar Hrvatske profilirali su se Grad Zagreb s okolicom i priobalje (Grdović Gnip, 2023; Klempić Bogadi & Lajić, 2014; Strmota & Ivanda, 2022), a upravo u tim područjima uočena je slabija pouzdanost podataka. Zbog iseljeničkog vala nakon pristupanja Europskoj uniji u promatranom je razdoblju većina većih gradova zabilježila negativnu migracijsku bilancu, što je istovremeno praćeno

ference, as a core variable, simultaneously reflects the (un)reliability of both migration and census statistics. A positive difference between official and comparative data is a systematic occurrence, largely attributable to methodological discrepancies between the two data sources (Ahmad Yar & Bircan, 2023). Therefore, the presence of a positive difference for a particular town or municipality should not automatically be interpreted as a sign of data unreliability. In fact, for just under half of all units, the differences in net migration rates are minimal, below half a standard deviation, warranting a satisfactory assessment of data reliability. Caution in demographic analysis is required for a quarter of Croatian cities and municipalities with differences exceeding one standard deviation. If one also includes all units where the difference between the CBS and VSM migration balances falls within the defined threshold but the two have opposite signs, the total share of areas with potentially unreliable demographic data rises to nearly one-third. The coastal zone stands out with the highest positive differences – and consequently, the weakest data reliability – while cities also show notable, though somewhat lower, unreliability, consistent with the research hypothesis.

The main findings are consistent with previous studies comparing migration data from different sources and assessing data quality, which indicate that the reliability of migration statistics is not spatially homogeneous but varies according to the type of area, spatial scale, and data source (Stillwell et al., 2018; Chatagnier & Stillwell, 2021; Lomax, 2022). Larger errors and lower reliability are observed in populations with a higher share of young people, students, and highly mobile groups, in small and sparsely populated areas as well as in areas characterised by pronounced population fluctuation (Alessandrini et al., 2020; Baker et al., 2013; Calhoun et al., 2021; Foley et al., 2023). The City of Zagreb and the coastal region have emerged as the main internal migration destinations in Croatia (Grdović Gnip, 2023; Klempić Bogadi & Lajić, 2014; Strmota & Ivanda, 2022), and it is precisely in these areas that lower data reliability was observed. Due to the wave of emigration following Croatia's accession to the European Union, most major cities recorded a negative migration balance during the observed period, which was simultaneously accompanied by in-

slabijim objavljivanjem. Istovremeno, gradovi, kao središta funkcije rada i obrazovanja, neprestano generiraju povećanu migracijsku aktivnost koja dovodi do velikog broja nedefiniranih i vremenski neodređenih migracija. Uz kriterij trajanja boravka (Daňko i sur., 2024; Raymer i sur., 2013), za kvalitetu migracijskih podataka važni su pravni okvir, učinkovitost administracije i ponašanje stanovništva (Ahmad Yar & Bircan, 2023; Pavić & Ivanović, 2019). Stoga se nepouzdanost migracijskih podataka za gradove u Hrvatskoj može tumačiti kombinacijom velikog broja nedefiniranih migracija upitnog trajanja i ponašanjem stanovništva u vidu izostanka evidentiranja preseljenja, dok metodološke razlike administrativnih i popisnih podataka dodatno povećavaju razlike između migracijskih salda DZS-a i VSM-a. Grad Zagreb napose se ističe zbog suprotnih predznaka migracijskih stopa, a rezultati, među ostalim, upućuju na premalo popisanih stanovnika 2021. godine.

Positivna migracijska bilanca u priobalju najvećim je dijelom potaknuta turizmom (Opačić, 2009), no takva silna migracijska aktivnost može biti stvarna i fiktivna (Lajić & Mišetić, 2013). Mnogi vlasnici kuća za odmor, u novije doba sve više i strani državljani, doseljavaju se u svoje nekretnine ili se samo fiktivno prijavljuju s namjerom izbjegavanja poreza na nekretnine (Pokos & Turk, 2022b). Nadalje, djelatnost turizma generira i veći broj radnih mjesta, no pretežito sezonskog tipa (Strmota & Ivanda, 2022). Stoga se nepouzdanost podataka u priobalju može pripisati velikom broju nedefiniranih migracija i ponašanju stanovništva i to dvosmjerno: s jedne strane administrativno prijavljivanje precjenjuje stvarno stanje, dok je s druge strane taj „višak“ stanovništva podcijenjen u popisnim podacima, čime se razlike migracijskih salda dvosmjerno povećavaju. Metodološki okvir korišten u ovom istraživanju djelovao je kao „povećalo“ koje je preciznije otkrilo nesklad u podacima iz dvaju izvora. Popis stanovništva poslužio je kao korektiv administrativnim podacima, no velik broj nedefiniranih migracija i izrazita sezonalnost migracijskih kretanja u priobalju otežavaju precizno određivanje broja stanovnika.

Identificiranje jedinica negativne razlike migracijskih salda, kao područja s povoljnijim

sufficient deregistration practices. At the same time, cities, as centres of employment and education, continually generate increased migration activity, often resulting in many undefined and temporally ambiguous migration events. In addition to the residence duration criterion (Daňko et al., 2024; Raymer et al., 2013), the reliability of migration data also depends on the legal framework, administrative efficiency, and population behaviour (Ahmad Yar & Bircan, 2023; Pavić & Ivanović, 2019). Therefore, the unreliability of migration data for Croatian cities can be interpreted as a result of numerous undefined migrations of uncertain duration and the population's failure to report changes of residence, while methodological discrepancies between administrative and census data further amplify differences between the CBS and VSM migration balances. The City of Zagreb stands out in particular due to the opposite signs of migration rates, and the results suggest, among other things, that in the 2021 census the actual population was likely undercounted.

A positive migration balance along the Adriatic coast is largely driven by tourism (Opačić, 2009). However, such intense migration activity may be both genuine and fictitious (Lajić & Mišetić, 2013). Many owners of holiday homes, including an increasing number of foreign nationals, either move into their properties or register residency there solely to avoid property taxes (Pokos & Turk, 2022b). Furthermore, tourism creates a significant number of jobs, although these are predominantly seasonal in nature (Strmota & Ivanda, 2022). As a result, the unreliability of data in coastal areas can be attributed to a large volume of undefined migrations and the behaviour of the population in two distinct ways: on the one hand, official registrations may overestimate the actual resident population, while on the other, this 'excess' population tends to be undercounted in census data, thereby amplifying discrepancies in migration balances in both directions. The methodological framework applied in this research acted as a 'magnifying glass,' revealing data inconsistencies between the two sources with greater precision. Although the population census served as a corrective to administrative records, the high number of undefined migrations and pronounced seasonality of population movement in coastal areas complicate the accurate determination of population size.

stanjem migracijske bilance prema vitalno-statističkoj metodi, važan je nalaz jer odudara od općih obrazaca, no istovremeno je najizazovnije za interpretaciju. Inverzan odnos migracijske bilance službenih i komparativnih podataka načelno bi trebao biti posljedica kumulacije više različitih pogrešaka ili odstupanja. Primjenom prostorne autokorelacije prikazana je prostorna ovisnost ove pojave: većina identificiranih jedinica grupirana je u područjima s relativno visokim udjelom srpskog stanovništva. Neke od tih općina među vodećima su u zemlji po intenzitetu recentnih iseljavanja, no pritom se značajan dio iseljavanja zapravo odnosi na brisanje iz evidencije prebivališta za stanovnike koji već dulje vrijeme ne žive u Hrvatskoj (Pokos & Turk, 2022b). Shodno tomu, moglo bi se zaključiti da službeni podaci podcjenjuju migracijsku bilancu i da je stvarno stanje nešto povoljnije, no to vrijedi za pojedini grad ili općinu samo u slučaju pouzdanosti popisnih podataka (Sl. 4b). S obzirom na neobične obrasce međupopisne promjene u nekima od promatranih jedinica, određena sumnja u pouzdanost popisnih podataka zasigurno postoji, što posljedično narušava pouzdanost rezultata vitalno-statističke metode (Winkler & Curtis, 2023). Slabija pouzdanost podataka iz obaju korištenih izvora uvelike otežava procjenu stvarnih migracijskih tokova, a negativna razlika dvaju migracijskih salda može odražavati zbroj više malih pogrešaka. U tim područjima konkretne vrijednosti bilance teško je procijeniti – točnost može ovisiti o kombinaciji intenziteta administrativnih odstupanja (u smjeru podcjenjivanja), nepouzdanosti podataka Popisa 2011. i nepouzdanosti podataka Popisa 2021. godine.

Metodološki okvir primijenjen u istraživanju omogućio je kvantifikaciju nepouzdanosti migracijskih podataka lokalne razine na temelju dvaju izvora podataka te je primjenjiv i u drugim zemljama. Ograničavajući je faktor korištenje neto migracije koja ima određenih manjkavosti (Rogers, 1990), ali nudi praktičnu i jednostavnu mjeru u uvjetima nedostupnosti podataka (Smith & Swanson, 1998), stoga je bila jedini način za direktnu usporedbu. Razlike migracijskih salda u standardnim devijacijama omogućile su objektivno defi-

Identifying units with a negative difference in migration balances, as areas with a more favourable migration balance according to the vital-statistical method, represents an important finding as it deviates from general patterns, but at the same time, it is the most challenging to interpret. An inverse relationship between the official and comparative migration balance should generally be the result of the accumulation of various types of errors or discrepancies. By applying spatial autocorrelation, the spatial dependence of this phenomenon was revealed: most of the identified units are grouped in areas with a relatively high share of the Serbian population. Some of these municipalities rank among the leading ones in the country in terms of the intensity of recent emigration, yet a significant portion of this emigration refers to the deletion from the residence register of people who have not lived in Croatia for an extended period (Pokos & Turk, 2022b). Accordingly, it could be concluded that official data underestimate the migration balance and that the real situation is somewhat more favourable, but this only applies to a given town or municipality if the census data is reliable (Fig. 4b). Considering unusual patterns of inter-census change in some of the observed units, a certain degree of doubt regarding the reliability of census data undoubtedly exists, which consequently undermines the reliability of the vital-statistical method results (Winkler & Curtis, 2023). Lower reliability of data from both sources used significantly complicates the assessment of actual migration flows, and the negative difference between the two migration balances may reflect the sum of several small errors. In such areas, it is difficult to assess concrete balance values – accuracy may depend on a combination of the intensity of administrative discrepancies (in the direction of underestimation), unreliability of 2011 census data, and unreliability of 2021 census data.

The methodological framework used in this study enabled the quantification of the unreliability of local-level migration data based on two data sources and is applicable in other countries as well. A limiting factor is the use of net migration, which has certain shortcomings (Rogers, 1990), but offers a practical and simple measure in situations where data are unavailable (Smith & Swanson, 1998), and was therefore the only way to enable direct comparison. Differences in migration balances expressed in standard devia-

niranje granica pouzdanosti, odnosno usklađenosti podataka. Premda istraživanje polazi od potvrđene nepouzdanosti službenih podataka (Akrap i sur., 2017; Balića, 2020; Komušanac, 2023; Pokos, 2017; Pokos & Turk, 2022a; Strmota, 2020; Strmota & Ivanda, 2022), dok podaci vitalno-statističke metode služe kao korektiv, treba imati na umu da razlike između njih nisu jednostrane i ne mogu se automatski pripisivati netočnosti službenih podataka. Naprotiv, radi se o dvama metodološki i konceptualno različitim pristupima mjerenju migracija koji imaju specifične prednosti i nedostatke.

Složenost i dvosmislenost interpretacije razlika između migracijske bilance DZS-a i VSM-a može se slikovito ilustrirati konceptom Schrödingerove mačke. Dok se ne otvori „kutija“ i detaljno ne analiziraju razlozi nastale razlike za određenu jedinicu, ne može se pouzdano interpretirati značenje crveno i plavo označenih područja na Slici 4a. Pozitivna razlika (crveno) može značiti nedovoljno odjavljivanje ili previše „fiktivnog“ popisivanja, ali također može upućivati na premalo popisanih stanovnika 2021. Međutim, moguće je istovremeno postojanje oba problema, što situaciju čini još složenijom, a dodatnu zamršenost uvodi pojavnost suprotnih predznaka dviju stopa migracijskog salda. Značajna razlika između dvaju setova podataka nedvojbeno je pokazatelj nepouzdanosti, no nije odmah jasno koji je dominantan razlog, pa su prije dodatne analize oba moguća. Pri interpretaciji za pojedini grad ili općinu potrebno je zapitati se je li plauzibilniji neto migracijski saldo DZS-a ili VSM-a. Ako se za crveno označenu jedinicu vjeruje kako je točniji podatak službene migracijske bilance, odstupanje se pripisuje slabijoj pouzdanosti popisnih podataka – to podrazumijeva premalo popisanih, odnosno podcijenjen broj stanovnika. Ako pak je za istu jedinicu vjerojatnija pouzdanost podatka vitalno-statističke metode, do odstupanja je došlo zbog premalo odjavljivanja prebivališta ili previše „fiktivnog“ prijavljivanja. No kod velikog broja slučajeva očekuje se istovremeno postojanje obaju razloga. Pritom se, ovisno o predznacima sastavnica ukupne promjene, razlike migracijskih salda poništavaju ili zbrajaju, a smjer određuje dominan-

tions allowed for the objective definition of reliability thresholds, i.e., data consistency. Although the study starts from the confirmed unreliability of official data (Akrap et al., 2017; Balića, 2020; Komušanac, 2023; Pokos, 2017; Pokos & Turk, 2022a; Strmota, 2020; Strmota & Ivanda, 2022), and data from the vital-statistical method served as a corrective, it should be noted that differences between them are not one-sided and cannot automatically be attributed to the inaccuracy of official data. On the contrary, these are two methodologically and conceptually distinct approaches to measuring migration, each with its own specific advantages and limitations.

The complexity and ambiguity in interpreting the differences between the migration balance reported by the official (CBS) and comparative (VSM) data can be illustratively explained using the concept of Schrödinger's cat. Until the 'box' is opened and the reasons for the observed discrepancy in each unit are thoroughly analysed, it is not possible to provide a reliable interpretation of the meaning of the red and blue areas shown in Figure 4a. A positive difference (red) may indicate insufficient deregistration or excessive 'fictitious' enumeration, but it may also point to an undercount of residents in the 2021 census. However, it is also possible for both problems to co-exist simultaneously, which further complicates the situation, especially when the two migration balance rates have opposite signs. A significant discrepancy between the two datasets is undoubtedly a sign of unreliability, but the dominant reason is not immediately clear, meaning that both explanations remain valid until further analysis is conducted. When interpreting data for a specific city or municipality, one must ask which migration balance – CBS or VSM – is more plausible. If, for a red-labelled unit, the official migration balance is considered more accurate, the discrepancy can be attributed to census undercounting, i.e., an underestimated population count. On the other hand, if the VSM data is considered more reliable for the same unit, then the discrepancy is likely due to insufficient deregistration of residency or excessive fictitious registrations. In many cases, both reasons are expected to be simultaneously present. Depending on the signs of the components of total population change, the differences in migration balances may either cancel each other out or accumulate, with the dominant reason determining the over-

tan razlog. Nepouzdanost migracijske statistike često se svaljuje na DZS, premda podatke prikuplja MUP, no zanemaruje se važnost ponašanja stanovništva (Ahmad Yar & Bircan, 2023). U toj situaciji odgovornost DZS-a zapravo je evidentnija u popisnoj statistici. Ipak, teško je reći treba li biti kritičniji prema migracijskim ili popisnim podacima – odgovor svakako nije jednoznačan i ovisi o prostornoj jedinici.

Komparativna perspektiva pokazuje da se Hrvatska uklapa u skupinu zemalja Europske unije bez uspostavljenog registra stanovništva, koje obilježavaju izraženi problemi podcjenjivanja migracija, a osobito emigracije (Daňko i sur., 2024; de Beer i sur., 2010; Raymer i sur., 2013; Wiśniowski, 2021). Slični obrasci uočeni su i u novijim članicama iz Srednje i Istočne Europe, poput Poljske, Bugarske, Rumunjske i Slovačke, gdje je najveći intenzitet podcjenjivanja migracija zabilježen u razdoblju nakon pristupanja Europskoj uniji. Nasuprot tome, zemlje s dugotrajno razvijenim registrima, poput nordijskih zemalja, Nizozemske i Belgije, bilježe stabilnije podatke. Ipak, razlike u kvaliteti migracijske statistike ne proizlaze samo iz metodološkog aspekta, nego su povezane s administrativnom učinkovitošću i ponašanjem stanovništva. Stoga ograničenja hrvatske migracijske statistike treba promatrati kao dio šireg strukturnog problema mjerenja migracija, a ne kao nacionalnu iznimku. U zemljama s razvijenijim sustavima statistike uspostavljeni su i mehanizmi razmjene migrantskih podataka (Daňko i sur., 2024). Proširivanje takve prakse na ostale zemlje jedan je od načina poboljšanja kvalitete migracijske statistike.

ZAKLJUČAK

Istraživanje je pokazalo da kvaliteta demografske statistike u Hrvatskoj, osobito migracijskih podataka, znatno varira u prostoru. Precijenjenost migracijske bilance u službenim podacima, kao ranije potvrđen fenomen na nacionalnoj razini, izražena je na županijskoj razini, a dominantna je pojava u prostoru i na lokalnoj razini, no različitog intenziteta. Za gotovo polovinu

all direction. The unreliability of migration statistics is often blamed on the CBS, even though the data is collected by the Ministry of the Interior, and the importance of population behaviour is frequently overlooked (Ahmad Yar & Bircan, 2023). In this context, the CBS's responsibility is more evident in the census data. Still, it is difficult to say whether one should be more critical of migration or census data. The answer is certainly not straightforward and depends on the specific spatial unit.

The comparative perspective indicates that Croatia belongs to the group of European Union countries without an established population register, which are characterised by pronounced problems of migration undercounting, particularly with respect to emigration (de Beer et al., 2010; Daňko et al., 2024; Raymer et al., 2013; Wiśniowski, 2021). Similar patterns have been observed in other recent EU Member States in Central and Eastern Europe, such as Poland, Bulgaria, Romania and Slovakia, where the highest intensity of migration underestimation was recorded in the period following accession to the European Union. In contrast, countries with long-established population registers, such as the Nordic countries, the Netherlands and Belgium, report more stable migration statistics. However, differences in the quality of migration statistics do not stem solely from methodological factors, but are also related to administrative efficiency and population behaviour. Consequently, the limitations of Croatian migration statistics should be understood as part of a broader structural challenge in the measurement of migration rather than as a national peculiarity. In countries with more advanced statistical systems, mechanisms for the exchange of migration data were established (Daňko et al., 2024), and the extension of such practices to other countries represents a possible approach for improving the quality of migration statistics.

CONCLUSION

The study has shown that the quality of demographic statistics in Croatia, particularly migration data, varies significantly across regions. The overestimation of migration balance in official statistics, a previously confirmed phenomenon at the national level, is also evident at the county level and is a

svih lokalnih jedinica podaci su zadovoljavajuće pouzdanosti, dok se za četvrtinu do trećinu jedinica pouzdanost podataka smatra upitnom. Pri tom se posebno ističu priobalje i veliki gradovi u kojima je pouzdanost slabija zbog intenzivne migracijske aktivnosti, velikog broja nedefiniranih migracija te neusklađenosti između prijavljenog i stvarnog stanja, pri čemu važnu ulogu ima ponašanje stanovništva. Dio jedinica slabije pouzdanosti podataka odudara od uobičajenih obrazaca, pa nepouzdanost ide u smjeru podcijenjenosti službenih migracijskih podataka. Taj fenomen upućuje na potencijalne probleme popisne statistike, a u nekim je slučajevima teško utvrditi je li veći problem u migracijskoj ili popisnoj statistici.

Metodološki okvir korišten u istraživanju pokazao se učinkovitim za otkrivanjem prostornih obrazaca nepouzdanosti podataka, a temelji se na analizi razlike migracijskih podataka iz dvaju izvora: službene statistike i vitalno-statističkih podataka. Razlike dviju migracijskih stopa iskazane su u standardnim devijacijama, a za potvrdu prostornih obrazaca korištena je prostorna statistika u vidu lokalnog Moranova indeksa. U budućoj demografskoj analizi jedinica s razlikom iznad jedne standardne devijacije poziva se na oprez, dok se u analizi jedinica s razlikom iznad dvije standardne devijacije sugerira paralelno korištenje migracijskih podataka iz obaju izvora. Rezultati mogu biti od koristi akademskoj zajednici, istraživačima, donositeljima demografskih politika, lokalnim vlastima i relevantnim institucijama. Uz odgovarajuće dodatne analize, domaćim istraživačima rezultati mogu poslužiti kao posredna metoda za preciznije identificiranje glavnog razloga nepouzdanosti podataka. Slijedom toga može se zaključiti je li broj stanovnika u nekoj jedinici podcijenjen ili precijenjen. Institucijama rezultati mogu pomoći pri poboljšanju prikupljanja i eventualnoj korekciji podataka za područja slabije pouzdanosti. Predstavljenu metodologiju može se primijeniti i na druge demografske pokazatelje, čime se proširuje njezina analitička i praktična vrijednost.

U budućim istraživanjima važan bi doprinos moglo pružiti istraživanje odrednica nepouzdanosti migracijskih podataka. Neke od socioeko-

dominant spatial feature at the local level, albeit with varying intensity. For nearly half of all local units, the data is of satisfactory reliability, while for one quarter to one third of units, the data's reliability is deemed questionable. Coastal areas and large cities are particularly notable, as data reliability tends to be lower there due to intense migration activity, a high prevalence of undefined migration movements, and significant discrepancies between registered and actual residency – all of which are strongly shaped by individual behavioural patterns. Some of the units with lower data reliability deviate from usual patterns, and in these cases, the unreliability tends to reflect an underestimation of official migration figures. This phenomenon points to potential issues in census statistics, and in some cases, it is difficult to determine whether the greater problem lies with migration statistics or census data.

The methodological framework used in this study proved effective in detecting spatial patterns of data unreliability. It is based on the analysis of differences in migration data from two sources: official statistics and vital-statistical data. Differences between the two migration rates were expressed in standard deviations, and spatial statistics, specifically the Local Moran's I index, were used to confirm spatial patterns. In future demographic analyses, caution is advised when interpreting data for units with differences exceeding one standard deviation, while for units with differences greater than two standard deviations, it is recommended to use migration data from both sources in parallel. The results may be useful to the academic community, researchers, demographic policy-makers, local authorities, and relevant institutions. With appropriate follow-up analyses, these findings can serve domestic researchers as an indirect method for more accurately identifying the main causes of data unreliability. This, in turn, can help determine whether the population count in each unit is underestimated or overestimated. For institutions, the results may support improvements in data collection and possible corrections in areas with lower data reliability. The presented methodological approach can be applied to other demographic indicators, which broadens its analytical and practical relevance.

In future research, an important contribution would come from examining the determinants of migration data unreliability. In future research, an im-

nomskih varijabli koje bi dodatno mogle objasniti prostorne obrasce nepouzdanosti podataka obuhvaćaju tržište rada (npr. stopa zaposlenosti, ponuda poslova), stambenu mobilnost i stanovanje u najmu, intenzitet turizma i sezonalnosti, udio studentske populacije te dobnu strukturu područja. Te varijable potencijalno utječu na učestalost kratkotrajnih, privremenih i neregistriranih migracija, što može povećati razlike između administrativnih i popisnih izvora. Izazov predstavlja i izračun korekcijskih indeksa kojima bi se podaci očistili od metodološkog viška ili manjka broja stanovnika. Nadalje, u Hrvatskoj bi 2026. godine trebao zaživjeti registar stanovništva, stoga se u budućnosti očekuje bitno viša kvaliteta demografskih podataka. No budući da probleme s migracijskom statistikom imaju i razvijenije zemlje, samo uvođenje registra neće riješiti sve probleme nepouzdanosti podataka. Područja slabije pouzdanosti vjerojatno će i u budućnosti patiti od sličnih problema. Stoga bi uz uvođenje registra trebalo razvijati integrirane modele koji upotrebljavaju više različitih izvora podataka kako bi se povećala ukupna pouzdanost migracijske statistike. Uz kontinuiranu integraciju i usklađivanje različitih izvora osigurat će se preciznije informacije za donošenje i provedbu politika demografske revitalizacije.

Autorski doprinosi:

T.B.: istraživanje literature, konceptualizacija istraživanja, metodologija, programska obrada, vizualizacija, pisanje – priprema izvornog rada, pisanje – završna verzija.

R.M.: konceptualizacija istraživanja, metodologija, pisanje – završna verzija, validacija i nadzor.

Izjava o dostupnosti podataka: Podaci su dostupni na zahtjev autorima.

Sukob interesa: Autori izjavljuju da nema sukoba interesa.

portant contribution could be made by examining the determinants of migration data unreliability. Some of the socio-economic variables that could further explain the spatial patterns of data unreliability include labour market characteristics (e.g., employment rates and job availability), residential mobility and rental housing, tourism intensity and seasonality, the share of the student population, and the age structure of areas. These factors may influence the prevalence of short-term, temporary, and unregistered migrations, thereby increasing discrepancies between administrative and census data sources. A further challenge lies in calculating correction indices that would adjust the data by eliminating methodological overestimation or underestimation of the population. Furthermore, Croatia is expected to implement a population register in 2026, which should significantly improve the quality of demographic data. However, given that even more developed countries face issues with migration statistics, the introduction of a register alone will not resolve all data reliability problems. Areas with lower reliability are likely to continue experiencing similar issues. Therefore, alongside the establishment of the register, integrated models that draw on multiple data sources should be developed to enhance the overall reliability of migration statistics. Continuous integration and harmonization of various data sources will ensure more accurate information for the formulation and implementation of demographic revitalization policies.

Author Contributions:

T.B.: literature review, conceptualization, methodology, software, visualization, writing – original draft preparation, writing – review and editing.

R.M.: conceptualization, methodology, writing – review and editing, validation, supervision.

Data Availability Statement: Data are available on request to the authors.

Conflicts of Interest: The authors declare no conflict of interest.

DODATAK A / APPENDIX A

TABLICA A1. *Popis jedinica lokalne samouprave s pozitivnom migracijskom bilancom prema službenim podacima, a negativnom prema vitalno-statističkoj metodi*

TABLE A1 *List of local units with a positive migration balance according to official data, and a negative balance according to the vital-statistical method*

Županija / County	Broj JLS / Number of units	%	Popis JLS / List of units
Zagrebačka	6	17,6	Brdovec, Dugo Selo, Kravarsko, Luka, Marija Gorica, Pušća
Krapinsko-zagorska	6	18,8	Desinić, Donja Stubica, Krapinske Toplice, Lohor, Marija Bistrica, Veliko Trgovišće
Sisačko-moslavačka	1	5,3	Lekenik
Karlovačka	2	9,1	Draganić, Duga Resa
Varaždinska	4	14,3	Cestica, Jalžabet, Varaždin, Veliki Bukovec
Koprivničko-križevačka	0	0,0	
Bjelovarsko-bilogorska	0	0,0	
Primorsko-goranska	11	30,6	Bakar, Crikvenica, Čavle, Jelenje, Kastav, Klana, Lopar, Mali Lošinj, Matulji, Novi Vinodolski, Rab
Ličko-senjska	0	0,0	
Virovitičko-podravska	0	0,0	
Požeško-slavonska	1	10,0	Čaglin
Brodsko-posavska	0	0,0	
Zadarska	6	17,6	Bibinje, Pag, Poveljana, Starigrad, Sveti Filip i Jakov, Zadar
Osječko-baranjska	0	0,0	
Šibensko-kninska	2	10,0	Pirovac, Rogoznica
Vukovarsko-srijemska	0	0,0	
Splitsko-dalmatinska	12	21,8	Baška Voda, Brela, Hvar, Kaštela, Makarska, Marina, Milna, Okrug, Podgora, Selca, Solin, Tučepi
Istarska	19	46,3	Barban, Brtonigla, Buje, Buzet, Fažana, Gračišće, Karojba, Lupoglav, Motovun, Novigrad, Poreč, Pula, Rovinj, Sveti Petar u Šumi, Umag, Višnjan, Vodnjan, Vrsar, Žminj
Dubrovačko-neretvanska	8	36,4	Blato, Dubrovnik, Korčula, Lastovo, Orebić, Smokvica, Vela Luka, Župa dubrovačka
Međimurska	1	4,0	Čakovec
Grad Zagreb	1	100,0	Zagreb
Ukupno / Total	80	14,4	

Izvor: Izračun autora na temelju DZS-a (2013; 2022; 2024) / Source: Calculated by the authors according to CBS (2013; 2022; 2024)

TABLICA A2. *Popis jedinica lokalne samouprave prema razlikama migracijskog salda službenih podataka i vitalno-statističke metode izraženih u standardnim devijacijama*

TABLE A2 *List of local units by differences in migration balance between official data and the vital-statistical method, expressed in standard deviations*

St. dev	Popis gradova i općina / <i>List of towns and municipalities</i>
> 3	Vir, Vrhovine, Milna, Novigrad – Cittanova , Kanfanar, Ližnjan, Pirovac.
2 – 3	Podstrana, Levanjska Varoš, Lobar, Motovun – Montana, Jalžabet, Okrug, Pag , Kukljica, Šolta, Gradac, Tar-Vabriga, Čaglin, Kolan, Lopar, Donja Stubica , Dobrinj, Novalja, Buje – Buie , Orebić, Poveljana, Dicmo, Negoslavci, Janjina, Hvar, Nin , Sali.
1,5 – 2	Malinska-Dubašnica, Vrsar – Orsera, Fažana – Fasana, Preko, Umag – Umago , Starigrad, Funtana – Fontane, Tkon, Medulin, Rovinj – Rovigno, Vodnjan – Dignano , Rogoznica, Sućuraj, Pašman, Krnjak, Rugvica, Vodice .
1 – 1,5	Jelsa, Cres , Višnjan – Visignano, Kastav, Vis, Rab , Podgora, Brckovljani, Koprivnički Bregi, Stubičke Toplice, Marina, Karlobag, Brtonigla – Verteneglio, Novi Vinodolski , Marčana, Borovo, Kaštela , Baška Voda, Solin , Selca, Vižinada – Visinada, Poreč – Parento, Makarska , Mljet, Opuzen , Pribislavec, Imotski , Tučepi, Tisno, Privlaka (Zadarska), Dubrovnik , Bibinje Metković , Murter-Kornati, Kravarsko, Vrbovec, Prelog, Vinkovci , Ražanac, Sutivan, Viškovo, Andrijaševci, Kraljevica, Zadar , Gradec, Komiža , Peteranec, Bol, Gornja Vrba, Markušica, Mošćenička Draga, Cerovlje, Stupnik, Nedelišće, Stari Grad .
0,5 – 1	Sukošan, Pula – Pola , Nerežišća, Kotoriba, Bakar , Kloštar Podravski, Jagodnjak, Gorjani, Pitomača, Biograd na Moru , Lekenik, Dubravica, Podbablje, Svetvinčenat, Ploče , Župa dubrovačka, Crikvenica , Štrigova, Pušća, Dugopolje, Gračišće, Lupoglav, Zagreb , Klis, Sveti Ivan Žabno, Severin, Postira, Velika Pisanica, Pučišća, Zmijavci, Sveti Lovreč, Bukovlje, Kaštelir-Labinci – Castelliere-Santa Domenica, Primošten, Varaždin , Brod Moravice, Darda, Sveti Filip i Jakov, Kostrena, Lepoglava , Majur, Bale – Valle, Krk , Sveta Marija, Križevci , Dvor, Delnice , Sveti Petar u Šumi, Klinča Sela, Petrijanec, Preseka, Farkaševac, Blato, Obrovac , Vodinci, Slavonski Brod , Tribunj, Čavle, Dugo Selo, Mali Lošinj , Strizivojna, Jarmina, Donji Kraljevec, Đakovo , Viškovci, Semeljci, Kali, Našice , Lastovo, Lumbarda, Klana, Popovača, Rijeka , Veliko Trgovišće, Supetar , Draganić, Velika Trnovitica, Breznički Hum, Seget, Vrbnik, Desinić, Split , Trpinja, Novi Golubovec, Vojnić, Belišće , Brdovec, Ivanić-Grad, Trogir, Sveta Nedelja (Zagrebačka) , Žminj, Vela Luka, Sinj , Marija Gorica, Sveta Nedelja (Istarska), Bošnjaci, Matulji, Osijek , Sveti Križ Začretje, Velika Ludina, Čakovec , Oprisavci, Luka, Goričan, Otok (Splitsko-dalmatinska), Raša, Opatija , Kneževi Vinogradi, Zaprešić , Virje, Runovići, Duga Resa , Cestica, Lipovljani, Oprtalj – Portole, Valpovo , Viljevo.
-0,5 – 0,5	Korčula , Tinjan, Koprivnica, Otočac , Selnica, Orle, Bedenica, Smokvica, Sisak , Kula Norinska, Omiš , Novigrad Podravski, Sokolovac, Velika Gorica, Labin, Bjelovar , Lovran, Krapinske Toplice, Vidovec, Ston, Jelenje, Orehovica, Buzet , Špišić Bukovica, Mali Bukovec, Vinica, Mala Subotica, Privlaka (Vukovarsko-srijemska), Pakoštane, Rasinja, Ivanec , Drenovci, Petrovsko, Šenkovec, Velika, Gundinci, Samobor , Marijanci, Zrinski Topolovac, Satnica Đakovačka, Čepin, Podcrkavlje, Primorski Dolac, Đurđevac , Kloštar Ivanić, Kutina , Veliki Bukovec, Donji Miholjac , Davor, Sveti Ilija, Jastrebarsko , Petrijevci, Šibenik , Ivankovo, Ivanska, Klakar, Posedarje, Đelekovec, Đurđenovac, Koška, Omišalj, Brela, Oroslavje, Čazma , Baška, Krapina, Hrvatska Kostajnica , Magadenovac, Oriovac, Sveti Ivan Zelina , Zadvarje, Nuštar, Martijanec, Strahoninec, Sveti Petar Orehovec, Karojba, Požega , Trnava, Marija Bistrica, Antunovac, Rakovec, Lokve, Galovac, Karlovac , Konjščina, Vratišinec, Punat, Novo Virje, Slatina , Bizovac, Nova Gradiška , Muć, Rešetari, Lukač, Feričanci, Berek, Voćin, Kalinovac, Pazin , Pićan, Gunja, Varaždinske Toplice, Vrbovsko , Vrpolje, Maruševac, Barban, Ogulin , Tuhelj, Molve, Donji Andrijevići, Dubrava, Klanjec , Čađavica, Križ, Budinščina, Ferdinandovac, Koprivnički Ivanec, Nova Rača, Šodolovci, Gola, Bilice, Vrsi, Bedekovčina, Kršan, Zabok, Daruvar , Trnovec Bartolovečki, Senj , Punitovci, Cerna, Dugi Rat, Končanica, Beretinec, Suhopolje, Ludbreg , Erdut, Garčin, Klenovnik, Donja Motičina, Gospić , Brodski Stupnik, Jesenje, Vrbanja, Škabrnja, Ravna Gora, Đurmanec, Gornji Kneginec, Virovitica, Mursko Središće , Sibinj, Petrinja , Bosiljevo, Beli Manastir , Donji Vidovec, Drenje, Županja , Visoko, Proložac, Hum na Sutli, Zlatar-Bistrica, Konavle, Pisarovina, Rovišće, Gornji Mihaljevec, Vinodolska općina, Jakšić, Mihovljan, Kapela, Novi Marof , Hercegovac, Gornja Rijeka, Fužine, Drnje, Ozalj , Donja Dubrava, Pokupsko, Bebrina, Gornja Stubica, Sračinec, Novska , Breznica, Ilok, Garešnica, Trilj , Kumrovec, Grožnjan – Grisignana, Sveti Martin na Muri, Žakanje, Promina, Veliko Trojstvo, Martinska Ves, Sveti Juraj na Bregu, Nova Bukovica, Pleternica , Podgorač, Zlatar , Stari Mikanovci, Šandrovac, Sveti Đurđ, Šestanovac, Podravske Sesvete, Pregrada , Krašić, Jakovlje, Domašinec, Štefanje, Radoboj, Velika Kapanica, Josipdol, Bistra, Otok (Vukovarsko-srijemska) , Zdenci, Stari Jankovci, Jasenice, Dubrovačko primorje, Vuka, Belica, Hrašćina, Mače, Šitar, Bilje, Skrad, Kalnik, Netretić, Kutjevo , Trpanj, Zagvozd, Sopje, Udbina, Babina Gređa, Poličnik, Nova Kapela, Staro Petrovo Selo, Orahovica , Bogdanovci, Dežanovac, Barilović, Grubišno Polje , Slavonski Šamac, Mrkopalj, Veliki Grđevac, Vrbje, Stankovci, Generalski Stol, Mikleuš, Kaptol, Čeminac, Hlebine, Gornji Bogičevci, Okučani, Gradište, Čačinci, Ljubešćica, Vladislavci, Donja Voća, Gradina, Donji Lapac, Prgomet, Bednja, Kraljevec na Sutli, Podravska Moslavina, Topusko, Petlovac, Lipik .

St. dev	Popis gradova i općina / <i>List of towns and municipalities</i>
-1 – (-0,5)	Dragalić, Perušić, Đulovac, Ružić, Vrlika , Slivno, Cernik, Draž, Kistanje, Legrad, Brinje, Knin , Drniš , Nijemci, Plaški, Brestovac, Kamanje, Unešić, Sirač, Vrgorac , Vukovar , Cista Provo, Tounj, Ribnik, Sikirevci, Žumberak, Lanišće, Zagorska Sela, Tordinci, Lovreć, Lasinja, Novigrad, Crnac, Popovac, Rakovica, Donji Kukuruzari, Slunj , Plitvička Jezera
-1,5 – (-1)	Čabar , Ernestinovo, Hrvatska Dubica, Podturen, Zemunik Donji, Stara Gradiška, Pakrac , Dekanovec, Zažablje, Sunja, Glina , Tovarnik, Tompojevci, Pojezerje, Polača, Lovas.
-2 – (-1,5)	Jasenovac, Hrvace, Gračac, Gvozd.
< -2	Cetingrad, Benkovac , Lećevica, Skradin , Kijevo, Saborsko, Lovinac, Lišane Ostrovičke, Civljane, Biskupija, Lokvičići, Ervenik.

Napomena: Unutar svakog razreda jedinice su poredane silazno prema razlici migracijskog salda; gradovi su označeni podebljano / Within each class, units are listed in descending order according to the difference in migration balance; cities are shown in bold

Izvor: Izračun autora na temelju DZS-a (2013; 2022; 2024) / Source: Calculated by the authors according to CBS (2013; 2022; 2024)

LITERATURA I IZVORI / BIBLIOGRAPHY AND SOURCES

- Akrap, A., Strmota, M., & Ivanda, I. (2017). Iseljavanje iz Hrvatske od početka 21. stoljeća: Uzroci i posljedice. In M. Sopta i dr. (Eds.), *Hrvatska izvan domovine II* (pp. 543–551). Centar za istraživanje hrvatskog iseljništva; Centar za kulturu i informacije Maksimir.
- Alessandrini, A., Ghio, D., & Migali, S. (2020). *Estimating net migration at high spatial resolution* (EUR 30261 EN; JRC Technical Report). Publications Office of the European Union. <https://doi.org/10.2760/383386>
- Aristotelous, G., Smith, P. W. F., & Bijak, J. (2022). *Technical report: Estimation methodology* (QuantMig Project Deliverable 6.3). Netherlands Interdisciplinary Demographic Institute (NIDI-KNAW); University of Groningen.
- Ahmad Yar, A. W., & Bircan, T. (2023). Challenges with international migration data: An analysis of the experience of national statistical institutions. *International Migration Review*, 57(3), 1332–1366. <https://doi.org/10.1177/01979183231205564>
- Anselin, L. (1995). Local indicators of spatial association—LISA. *Geographical Analysis*, 27(2), 93–115. <https://doi.org/10.1111/j.1538-4632.1995.tb00338.x>
- Balija, M. (2020). Razmjeri recentnog egzodusa iz Hrvatske – analiza podataka službenih statistika RH i zemalja useljavanja hrvatskog stanovništva. *Podravina*, 19(37), 5–25. <https://hrcak.srce.hr/240002>
- Baker, J., Alcantara, A., Ruan, X., Watkins, K., & Vasan, S. (2013). A comparative evaluation of error and bias in census tract-level age/sex-specific population estimates: Component I (net migration) vs. Component III (Hamilton–Perry). *Population Research and Policy Review*, 32(6), 919–942. <https://doi.org/10.1007/s11113-013-9295-4>
- Bell, M., Charles-Edwards, E., Kupiszewska, D., Kupiszewski, M., Stillwell, J., & Zhu, Y. (2015). Internal migration data around the world: Assessing contemporary practice. *Population, Space and Place*, 21(1), 1–17. <https://doi.org/10.1002/psp.1848>
- Calhoun, A., Haan, M., McDonald, J. T., Miah, P., & Singh, P. (2021). What is New Brunswick's internal migration rate? It depends on the data source. *Canadian Studies in Population*, 48(4), 387–401. <https://doi.org/10.1007/s42650-021-00058-8>
- Chatagnier, S., & Stillwell, J. (2021). Scale and zonation effects on internal migration indicators in the United Kingdom. *Population, Space and Place*, 27(5), e2455. <https://doi.org/10.1002/psp.2455>
- Daňko, M. J., Wiśniewski, A., Jasilionis, D., Jdanov, D. A., & Zagheni, E. (2024). Assessing the quality of data on international migration flows in Europe: The case of undercounting. *Migration Studies*, 12(2), Article mnae014. <https://doi.org/10.1093/migration/mnae014>
- de Beer, J., Raymer, J., van der Erf, R., & van Wissen, L. (2010). Overcoming the problems of inconsistent international migration data: A new method applied to flows in Europe. *European Journal of Population*, 26(4), 459–481. <https://doi.org/10.1007/s10680-010-9220-z>
- Državni zavod za statistiku (DZS) / Croatian Bureau of Statistics (CBS). (2013). *Popis stanovništva, kućanstava i stanova 2011.: Stanovništvo prema spolu i starosti, po naseljima* [2011 Census of population, households and dwellings: Population by sex and age, by settlements]. https://web.dzs.hr/Eng/censuses/census2011/results/xls/Nas_01_EN.xls
- Državni zavod za statistiku (DZS) / Croatian Bureau of Statistics (CBS). (2022). *Popis stanovništva, kućanstava i stanova u Republici Hrvatskoj 2021.: Stanovništvo prema starosti i spolu, po naseljima, Popis 2021* [2021 Census of population, households and dwellings in the Republic of Croatia: Population by age and sex, by settlements, Census 2021]. https://podaci.dzs.hr/media/rqybclnx/popis_2021-stanovnistvo_po_naseljima.xlsx
- Državni zavod za statistiku (DZS) / Croatian Bureau of Statistics (CBS). (2024). *Gradovi i općine u statistici* (Statistika u nizu) [Cities and municipalities in statistics (Statistics series)]. <https://podaci.dzs.hr/media/bz5hplcj/gradovi-u-statistici.xlsx>, 28.11.2024.

- Državni zavod za statistiku (DZS) / Croatian Bureau of Statistics (CBS). (2011–2012). *Tablogrami: Rođeni po naseljima* / [Tablograms: Live births by settlements].
- Ernsten, A., McCollum, D., Feng, Z., Everington, D., & Huang, Z. (2018). Using linked administrative and census data for migration research. *Population Studies*, 72(3), 357–367. <https://doi.org/10.1080/00324728.2018.1502463>
- Foley, B., Champion, T., & Shuttleworth, I. (2023). How does administrative data compare with census data for the measurement of internal migration? The case of Northern Ireland, 2001–2011. *Applied Spatial Analysis and Policy*, 14(4), 659–677. <https://doi.org/10.1007/s12061-020-09369-w>
- Grdović Gnip, A. (2023). The determinants of regional migration in Croatia. *Zbornik radova Ekonomskog fakulteta u Rijeci*, 41(2), 427–448. <https://doi.org/10.18045/zbefri.2023.2.427>
- Kirchberger, M. (2021). Measuring internal migration. *Regional Science and Urban Economics*, 91, Article 103707. <https://doi.org/10.1016/j.regsciurbeco.2021.103707>
- Klempić Bogadi, S., & Lajić, I. (2014). Suvremena migracijska obilježja statističkih jedinica Republike Hrvatske. *Migracijske i etničke teme*, 30(3), 437–477. <https://doi.org/10.11567/met.30.3.7>
- Komušanac, M. (2023). Suvremene migracije i radna snaga: demografski i radno-ekonomski profil hrvatskoga iseljeničtva u Irskoj. *Kroatologija*, 14(1), 33–57. <https://doi.org/10.59323/k.14.1.2>
- Lajić, I., & Mišetić, R. (2013). Demografske promjene na hrvatskim otocima na početku 21. stoljeća. *Migracijske i etničke teme*, 29(2), 169–199. <https://doi.org/10.11567/met.29.2.3>
- Lomax, N. (2022). Internal migration: Census data as a gold standard for insight and visualisation. *Journal of Maps*, 18(3), 543–550. <https://doi.org/10.1080/17445647.2022.2046655>
- Mesarić Žabčić, R. (2021). New wave of emigration from the Republic of Croatia. *Croatian Studies Review*, 16-17(1), 87–101. <https://hrcak.srce.hr/279627>
- Opačić, V. T. (2009). Recent Characteristics of the Second Home Phenomenon in the Croatian Littoral. *Hrvatski geografski glasnik*, 71(1), 33–64. <https://doi.org/10.21861/hgg.2009.71.01.03>
- Pavić, D., & Ivanović, I. (2019). Razlike u prikupljanju migracijskih podataka: usporedba Hrvatske i odabranih europskih zemalja. *Migracijske i etničke teme*, 35(1), 7–32. <https://doi.org/10.11567/met.35.1.1>
- Pokos, N. (2017). Osnovna demografska obilježja suvremenog iseljavanja iz Hrvatske. *Političke analize*, 8(31), 16–23. <https://hrcak.srce.hr/192427>
- Pokos, N., & Turk, I. (2022a). Problematika statističkog praćenja iseljavanja u inozemstvo. *Pilar*, 17(32), 47–58. <https://doi.org/10.5559/pi.17.32.01>
- Pokos, N., & Turk, I. (2022b). Iseljavanje u inozemstvo 2011.–2021. po manjim teritorijalnim jedinicama (županijama, gradovima i općinama). *Pilar*, 17(32), 83–97. <https://doi.org/10.5559/pi.17.32.05>
- Raymer, J., Abel, G., & Smith, P. W. F. (2007). Combining census and registration data to estimate detailed elderly migration flows in England and Wales. *Journal of the Royal Statistical Society: Series A (Statistics in Society)*, 170(4), 891–908. <https://doi.org/10.1111/j.1467-985X.2007.00490.x>
- Raymer, J., Smith, P. W. F., & Giulietti, C. (2011). Combining census and registration data to analyse ethnic migration patterns in England from 1991 to 2007. *Population, Space and Place*, 17(1), 73–88. <https://doi.org/10.1002/psp.565>
- Raymer, J., Wiśniowski, A., Forster, J. J., Smith, P. W. F., & Bijak, J. (2013). Integrated modeling of European migration. *Journal of the American Statistical Association*, 108(503), 801–819. <https://doi.org/10.1080/01621459.2013.789435>
- Rogers, A. (1990). Requiem for the net migrant. *Geographical Analysis*, 22(4), 283–300. <https://doi.org/10.1111/j.1538-4632.1990.tb00212.x>
- Shryock, H., & Siegel, S. (1973). *The methods and materials of demography*. U.S. Government Printing Office.
- Siegel, J. S., & Hamilton, C. H. (1952). Some considerations in the use of the residual method of estimating net migration. *Journal of the American Statistical Association*, 47(259), 475–500. <https://doi.org/10.1080/01621459.1952.10501186>

- Smith, S. K., & Swanson, D. A. (1998). In defense of the net migrant. *Journal of Economic and Social Measurement*, 24(3–4), 249–264. <https://doi.org/10.3233/JEM-1998-0150>
- Stillwell, J., Daras, K., & Bell, M. (2018). Spatial aggregation methods for investigating the MAUP effects in migration analysis. *Applied Spatial Analysis and Policy*, 11(4), 693–711. <https://doi.org/10.1007/s12061-018-9274-6>
- Strmota, M. (2020). Usporedba domaće i inozemne službene statistike o iseljavanju iz Hrvatske. In M. Perić-Kaselj (Ed.), *Migracije i identitet: Kultura, ekonomija, država* (pp. 470–479). Institut za migracije i narodnosti.
- Strmota, M., & Ivanda, K. (2022). Demografski izazovi na lokalnoj i regionalnoj razini Hrvatske. In D. Jurlina Alibegović, J. Budak, & I. Rašić Bakarić (Eds.), *Prilika ili prijetnja? Reforma lokalne i regionalne samouprave u Hrvatskoj* (pp. 93–110). Ekonomski institut; Hanns-Seidel-Stiftung.
- Šterc, S. (2023). Hrvatski demografski i migracijski nesklad. *Kroatologija*, 14(1), 13–32. <https://doi.org/10.59323/k.14.1.1>
- European Parliament, & Council of the European Union. (2007). *Regulation (EC) No 862/2007 of the European Parliament and of the Council. Official Journal of the European Union*, L 199, 23–29.
- United Nations, Department of Economic and Social Affairs, Population Division. (1970). *Methods of measuring internal migration (Manual VI)*. United Nations. https://www.un.org/development/desa/pd/sites/www.un.org.development.desa.pd/files/files/documents/2020/Jan/un_1970_manual_vi_-_methods_of_measuring_internal_migration_0.pdf
- Willekens, F. (1994). Monitoring international migration flows in Europe. *European Journal of Population*, 10(1), 1–42. <https://doi.org/10.1007/BF01268210>
- Willekens, F. (2019). Evidence-based monitoring of international migration flows in Europe. *Journal of Official Statistics*, 35(2), 231–277. <https://doi.org/10.2478/jos-2019-0010>
- Winkler, R., & Curtis, K. J. (2023). Indirect methods for estimating internal migration. In F. D. Bean & S. K. Brown (Eds.), *Selected topics in migration studies* (pp. 213–216). Springer. https://doi.org/10.1007/978-3-031-19631-7_37
- Wiśniowski, A. (2021). Migration forecasting using new technology and methods. In M. McAuliffe (Ed.), *Research handbook on international migration and digital technology* (pp. 373–389). Edward Elgar. <https://doi.org/10.4337/9781839100611.00039>
- Zakon o prebivalištu [Act on Permanent Residence]. (2012). *Narodne novine*, 144/2012, 158/2013.
- Zakon o središnjem registru stanovništva [Act on the Central Population Register]. (2025). *Narodne novine*, 67/2025.