

UDK 627.12(497.57 Gradola)
 556.36(497.57 Gradola)
 627.12(497.4 Ljubija)
 556.36(497.4 Ljubija)
 911.373(497.57+497.4)

DOI 110.21861/HGG.2024.86.01.02

Received / Primljeno
 2023-05-09 / 09-05-2023

Accepted / Prihvaćeno
 2024-04-05 / 05-04-2024



Original scientific paper
 Izvorni znanstveni članak

Natalija Špeh
 Ivan Martinić
 Blaž Barborič

Human-environment interactions in two Karst catchments – Gradole (NW Croatia) and Ljubija springs (NE Slovenia)

Međudnos čovjeka i okoliša na slijevnim područjima krških izvora Gradole (SZ Hrvatska) i Ljubija (SI Slovenija)

Land use and settlement dynamics of two rural areas defined by the contact karst spring is the subject of this paper. The research area consists of the spring catchment of Ljubija in the northeast part of Slovenia and Gradole, the most water-rich spring in Istria (northwest Croatia), have been surveyed in terms of environmental conditions, and social and historic land use aspects.

We used Statistical data and Geographic Information System (GIS) methods. Via a multidisciplinary approach we discovered that: 1) environmentally, both areas are actively managed due to drinking water resources—Gradole has 9.8% and Ljubija 8.9% of protected area; 2) data regarding social features showed that human pressure has not negatively influenced the natural settings and water supply vulnerability—the area of the Ljubija spring catchment has lower population density compared to the area of the Gradole spring catchment (1.4 inhabitants/km² compared to 38.7 inhabitants/km²), but the Ljubija area has more pronounced growth in the number of households— $I_{2020/1948} = 115$ compared to $I_{2020/1948} = 88.1$ at the Gradole spring catchment; and 3) the limited regeneration abilities of the karst water bodies have been preserved by the prevailing share of forest—land use data showed 84.8% for Ljubija and 34.4% for Gradole.

Key words: drinking water, karst spring, human impact, land use change, Ljubija spring (Slovenia), Gradole spring (Croatia)

U radu se analizira promjena korištenja zemljišta i dinamika stanovništva dvaju ruralnih područja definiranih kontaktnim krškim izvorima, odnosno njihovim slijevnim područjima. Slijev izvora Ljubija u sjeveroistočnom dijelu Slovenije i slijev izvora Gradole, vodom najbogatiji izvor u Istri u sjeverozapadnoj Hrvatskoj, istraženi su kroz okolišne, društvene i povijesne aspekte korištenja zemljišta.

U analizi su korišteni statistički podatci i geografski informacijski sustavi (GIS). U okviru multidisciplinarnoga pristupa utvrdili smo: 1) oba područja su pod određenim stupnjem zaštite (upravljanja) zbog resursa pitke vode, Gradole s 9,8 % i Ljubija s 8,9 % zaštićene površine; 2) podatci o društvenim značajkama pokazali su da ljudski pritisak nije značajno narušavao prirodne uvjete i ranjivost vodoopskrbe. Područje izvora Ljubija rjeđe je naseljeno od slijevnoga područja izvora Gradole (1,4 stan./km² prema 38,7 stan./km²), ali Ljubija ima izraženiji rast broja kućanstava – $I_{2020/1948} = 115$ naprema $I_{2020/1948} = 88,1$ kod izvora Gradole. Ograničene regeneracijske sposobnosti krških vodnih tijela sačuvane su 3) prevladavajućim udjelom šuma; podatci o korištenju zemljišta pokazali su 84,8 % u području Ljubije i 34,4 % u području izvora Gradole.

Ključne riječi: pitka voda, krški izvor, ljudski utjecaj, promjena korištenja zemljišta, izvor Ljubija (Slovenija), izvor Gradole (Hrvatska)

Introduction

To monitor “the past interaction of man with his entire habitat”, historical geography observes changes in the geographical environment since the beginning of the Holocene, 10,000 years ago. Environmental geographers are particularly engaged with changes of the last 4,000 years, including reconstruction of change processes and exploring the patterns and causes of changes in the landscape (Han, 2017).

Due to the extreme susceptibility of karst to human activities that may lead to the degradation of its exceptional aesthetic and environmental value, the alteration of karst processes such as corrosion, endangering of unique habitats and the quality of non-renewable natural resources, it is necessary to define measures for its protection at the national level (Kovačić and Ravbar, 2013). Numerous karst springs are an important part of the region’s water supply, covering almost half of Slovenia’s needs and 35% of Croatia’s (Monitoring in ocenjevanje stanja površinskih in podzemnih voda v Sloveniji, 2016; Hrvatske vode, 2016). In Croatia, almost all spring water abstraction comes from karst springs. It is also important to note that about 16% of the population in Croatia is not connected to the public water supply system. These people mostly use spring water and wells outside of the water supply system for their daily needs (Orešić, Čanjevac, 2020). Regarding the water supply in Slovenia, karst springs play an important role also. In Slovenia, 97% of the drinking water supply comes from underground aquifers (Monitoring in ocenjevanje stanja površinskih in podzemnih voda v Sloveniji, 2016). In drought periods, karst water resources provide two-thirds of the drinking water supply (Brečko Grubar and Plut, 2001). The water supply strategy is of crucial importance regarding the safety and self-sufficiency of any state; water resources, including the system of collecting and the use of the water. The strategic long-term aim is to provide suitable drinking water quantity and quality for the present and future population without unacceptable environmental impacts. For the future water supply the following steps are underlined: 1) the protection of water resources; 2) to set up and enforce the water-conservation measures with regard to regional characteristics; and 3) rational water use (Ravbar, 2010).

Uvod

Za praćenje „interakcije čovjeka u prošlosti s njegovim ukupnim staništem” historijska geografija bavi se promjenama geografskoga okruženja od početka holocena, prije deset tisuća godina. Geografi koji se bave proučavanjem okoliša posebno su usredotočeni na promjene u posljednjih četiri tisuće godina, uključujući rekonstrukciju procesa promjena i istraživanje obrazaca i uzroka promjena u kraj-obrazu (Han, 2017).

Zbog izrazite osjetljivosti krša na ljudske aktivnosti koje mogu dovesti do degradacije njegove iznimne estetske i okolišne vrijednosti te do promjene krških procesa i ugrožavanja jedinstvenih staništa i kvalitete obnovljivih prirodnih resursa potrebno je što prije definirati mjere za njegovu zaštitu na nacionalnoj razini (Kovačić i Ravbar, 2013). Brojni krški izvori važni su resursi regionalne opskrbe pitkom vodom koji pokrivaju gotovo polovicu potreba Slovenije i 35 % potreba Hrvatske (Monitoring in ocenjevanje stanja površinskih in podzemnih voda v Sloveniji, 2016; Hrvatske vode, 2016). U Hrvatskoj se gotovo sva izvorska voda crpi iz krških izvora. Također je važno napomenuti da oko 16 % stanovništva u Hrvatskoj nije priključeno na javni vodoopskrbni sustav. To se stanovništvo za svoje svakodnevne potrebe uglavnom koristi izvorskom vodom i bunarima izvan vodoopskrbnoga sustava (Orešić i Čanjevac, 2020). Što se tiče opskrbe vodom u Sloveniji, krški izvori također igraju važnu ulogu. U Sloveniji se 97 % stanovništva opskrbljuje pitkom vodom iz podzemnih vodonosnika (Monitoring in ocenjevanje stanja površinskih in podzemnih voda v Sloveniji, 2016). U sušnim razdobljima krški vodni resursi osiguravaju dvije trećine zaliha pitke vode (Brečko Grubar i Plut, 2001). Strategija vodoopskrbe od presudne je važnosti za sigurnost i samodostatnost svake države, a ona uključuje vodne resurse, sustave prikupljanja i sustave korištenja vode. Dugoročni strateški cilj trebao bi biti osiguravanje odgovarajućih količina i kvalitete pitke vode za sadašnje i buduće stanovništvo bez štetnih utjecaja na okoliš. Za buduću vodoopskrbu ističu se sljedeći uvjeti: 1) zaštita vodnih resursa, 2) postavljanje i poštivanje mjera očuvanja voda u okviru regionalnih specifičnosti i 3) racionalno korištenje vode (Ravbar, 2010).

The paper aims to: 1) raise awareness of the natural background of karst springs and their vulnerability; 2) investigate historical human–environment interactions and to explore the regional landscape characteristics of two karst spring catchments, Ljubija in Slovenia and Gradole in Croatia; and 3) to evaluate the data on spring catchments features, population and landscape dynamics, regarding drinking water supply and any adopted human activities within the two researched catchments. The features of Gradole and Ljubija study areas are compared for the first time in this paper, with special emphasis on the historic–environmental point of view, using Geographical Information System (GIS). The multi–faceted (natural settings, population, and land use) analysis of chosen areas was discussed, according to the indicators (Bell and Morse, 2000) and including the comparative method to survey the data regarding historical circumstances (comparison of the 19th century and the 21st century).

The research areas and their environmental characteristics

We considered the limits for the living and working conditions in both presented study cases as research issues connected with the specific natural features, their vulnerability, actual conservation and protection, e.g. significant sanitary protection zones ensure long–term quality and quantity of water provision and prevent water sources from degradation due to human pressure.

The drinking water supply used to be the decisive factor for settlement and land cultivation. The colonization of the territory spread along water resources that were usually very important for the orientation of the inhabitants and settlement of a given area (Bezljaj, 1956), which has resulted in landscape changes throughout recorded history (and certainly before). Both areas (Figure 1), Gradole and Ljubija, are important for their karst water springs, captured as drinking water reservoirs: Gradole (catchment area 236.4 km²) provides water for about 100,000 inhabitants of the Istrian Peninsula, as well as for industrial facilities and tourist accommodations in the area. Ljubija catchment (8.39 km²) supplies water for about 30,000 people in the Šalek Valley, which extends 12 km (air distance) to the east.

Cilj je ovoga rada: 1) prikazati prirodnu pozadinu krških izvora i njihovu ranjivost, 2) istražiti povijesne interakcije čovjeka i okoliša te regionalnih krajobraznih specifičnosti dvaju sljevova krških izvora, Ljubije u Sloveniji i Gradola u Hrvatskoj, 3) usporediti i analizirati podatke o značajkama slijevnih područja izvora, naseljenosti i dinamici krajobraza u pogledu opskrbe pitkom vodom te ljudskim aktivnostima unutar dvaju istraživanih sljevova. Prvi put uspoređena su obilježja istraživanih područja Gradola i Ljubije, s posebnim naglaskom na povijesno–ekološko gledište korištenjem geografskih informacijskih sustava (GIS). Korištena je metoda analize višestrukoga pristupa (prirodni uvjeti, stanovništvo i korištenje zemljišta), slijedeći koncept pokazatelja (eng. *indicators concept*; Bell i Morse, 2000) i uključujući metodu usporedbe podataka koji prikazuju povijesne okolnosti (usporedba 19. stoljeća i 21. stoljeća).

Istraživana područja i njihova okolišna obilježja

Ograničenja uvjeta života i rada u obama promatranim područjima razmatrali smo kao istraživačka pitanja povezana sa specifičnim prirodnim obilježjima, njihovom ranjivošću, očuvanjem i zaštitom.

Opskrba pitkom vodom nekada je bila odlučujuć čimbenik naseljavanja i obrade zemlje. Naseljavanje teritorija kretalo se duž vodnih resursa koji su bili vrlo važni za orijentaciju stanovništva te vodoopskrbu naselja (Bezljaj, 1956), što je od davnina rezultiralo promjenama krajobraza. Oba područja (sl. 1), Gradole i Ljubija, bila su važna zbog svojih krških izvora vode, kaptiranih kao spremnici pitke vode: Gradole (površina sljeva 236,4 km²) opskrbljuje vodom oko 100.000 stanovnika istarskoga poluotoka te industrijska postrojenja i turističke smještaje u okolici. Slijev Ljubije (8,39 km²) opskrbljuje vodom oko 30 000 stanovnika Šaleške doline, udaljene više od 12 km (zračne linije) prema istoku.

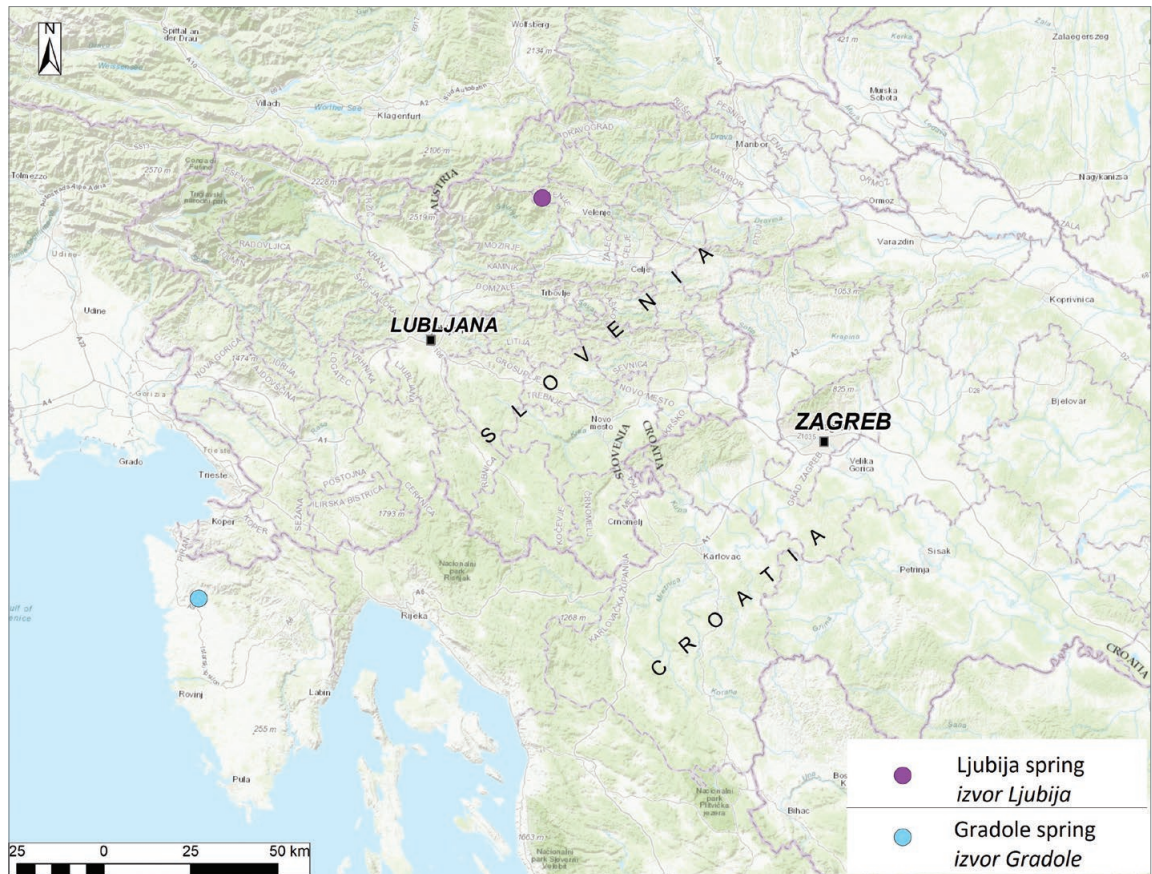


Fig. 1 Locations of the Ljubija and Gradole springs
Sl. 1. Položaj izvora Ljubija i izvora Gradole

Source: basemap ESRI, (2017)
Izvor: podloga karte – ESRI, (2017)

Gradole spring catchment

Gradole spring is an ascending, vauclosian karst spring that emerges on the left edge of the Mirna River Valley in northern part of the Istrian Peninsula (Magdalenic et al., 1993; Bonacci, 1996). It is the richest Istrian spring used for water supply. Its mean discharge is 2.01 m³/s, but depending on meteorological conditions, the discharge can vary between 0.28 m³/s and about 10 m³/s during the year (Rubinić et al., 2012). The meteorological conditions of the catchment are not homogeneous. The average rainfall is about 1,100 mm per year (Mlinarić et al., 2016). The delineation of the spring catchment area varies from author to author. It is hard to delineate the catchment due to complicated groundwater connections in the karst area. The study/catchment area was defined according to Mlinarić et al. (2016),

Slijev izvora Gradole

Izvor Gradole je uzlazni, vokliški krški izvor koji izbija na lijevom rubu doline rijeke Mirne u sjevernom dijelu istarskoga poluotoka (Magdalenic i dr., 1993; Bonacci, 1996). To je najizdašniji istarski izvor koji se koristi za vodoopskrbu. Njegov srednji protok (izdašnost) iznosi 2.01 m³/s, ali ovisno o meteorološkim uvjetima, može varirati od 0.28 m³/s do oko 10 m³/s tijekom godine (Rubinić i dr., 2015). Meteorološki uvjeti slijeva nisu homogeni, ali može se procijeniti da prosječna godišnja količina padalina iznosi oko 1100 mm (Mlinarić i dr., 2016). Delineacija slijeva izvora razlikuje se od autora do autora. Problem nastaje zbog kompliciranih veza podzemnih voda u ovom krškom području. Slijevno područje definirano je prema radu Mlinarić i dr., (2016), a područje se

which also coincides with the official sanitary water protection zones of the Gradole spring. The catchment area was delineated according to hydrogeological, geological and geomorphological features of the area, as well as the water tracing results (Mlinarić et al., 2016). Historical data and mentions of the Gradole spring before 1969 and its connection to the water supply system are sparse. The historical maps of this area from the 19th century do not mention the name of the spring (Arcanum maps). The only visible feature is that of a water mill a dozen meters downstream. Today, Gradole (in combination with other water sources) provides water to the inhabitants of the entire western half of the Istrian peninsula, including cities/towns such as Umag, Rovinj and Pula in Croatia, and Piran, Koper and Portorož in Slovenia (Ferenčić, 2005).

Gradole spring is formed in the contact zone of well-permeable Cretaceous carbonate rocks and Quaternary clastic deposits in the valley of the Mirna River (Mlinarić et al., 2016). According to the geomorphological regionalization of Croatia, the Gradole spring catchment is a part of the meso geomorphic region of the South Istrian Plateau and Istrian Highlands, which is part of the macro geomorphic region of the Istrian Peninsula with the Kvarner coast and archipelago within the Dinaric mega geomorphic region (Bognar, 2001). Gradole spring catchment is situated on the Cretaceous limestones and dolomites, Paleogenic clastic deposits and limestones and Eocene flysch (Figure 2). Parts of it are covered with Quaternary alluvial deposits and terra rossa (Polšak and Šikić, 1973). Most of the catchment area is covered with dolines, which are a representative form of well-developed karst relief. Dolines are only absent in areas with low permeable flysch deposits on the north-eastern edges of the catchment. In these impermeable areas, denudation and fluvial denudation reliefs are formed. In addition to the dolines, there are several caves in the karst part of the catchment area, which are more than 100 meters deep. None of them reach the phreatic zone, which indicates the existence of deep karst aquifers (Mlinarić et al., 2016). Due to the high permeability of the area, there are no permanent streams. Nevertheless, there are two important drainage holes (ponors), which have a proven underground connection to the Gradole spring. The investigations of Čiže ponor and Tinjanska Draga

također poklapa sa službenim zonama sanitarne zaštite voda izvorišta Gradole. Slijevno područje određeno je prema hidrogeološkim, geološkim i geomorfološkim obilježjima područja te prema rezultatima trasiranja podzemnih voda (Mlinarić i dr., 2016). Povijesni podatci i spomeni izvora Gradole prije 1969. godine i njegova priključenja na vodovod su rijetki. Povijesne karte ovoga područja iz 19. stoljeća ne spominju ime izvora (Arcanum maps). Jedino vidljivo obilježje na kartama jest vodenica desetak metara nizvodno od lokacije izvora. Danas Gradole (u kombinaciji s drugim izvorima vode) opskrbljuje vodom stanovnike cijele zapadne polovice istarskoga poluotoka, uključujući gradove poput Umaga, Rovinja i Pule u Hrvatskoj te Pirana, Kopra i Portoroža u Sloveniji (Ferenčić, 2005).

Izvor Gradole nastaje na kontaktnoj zoni dobro propusnih karbonatnih stijena kredne starosti i kvartarnih klastičnih naslaga u dolini rijeke Mirne (Mlinarić i dr., 2016). Geomorfološkom regionalizacijom Hrvatske slijev izvora Gradole dio je mezogeomorfološke regije Južnoistarske zaravni i istarskoga pobrđa, koja je dio makrogeomorfološke regije Istarskoga poluotoka s Kvarnerskom obalom i arhipelagom unutar Dinarske megamakrogeomorfološke regije (Bognar, 2001). Slijev izvora Gradole nalazi se na krednim vapnencima i dolomitima, paleogenim klastičnim naslagama i vapnencima te eocenskom flišu (sl. 2). Dijelovi su prekriveni kvartarnim aluvijalnim naslagama i crvenicom (Polšak i Šikić, 1973). Veći dio slijevnoga područja prekriven je ponikvama koje su reprezentativan oblik razvijenoga krškog reljefa. Ponikava nema samo u područjima sa slabopropusnim naslagama fliša na sjeveroistočnim rubovima slijeva. U tim nepropusnim područjima nastaju denudacijski i fluviudenudacijski reljefni oblici. Osim ponikava u krškom dijelu slijeva nalazi se nekoliko jama dubokih više od 100 metara. Ni jedna ne dopire do freatske zone, što upućuje na postojanje dubokih krških vodonosnika (Mlinarić i dr., 2016). Zbog velike propusnosti stijena na istraživanom području nema stalnih vodotoka. Ipak, postoje dva značajna ponora koji imaju dokazanu podzemnu vezu s izvorom Gradole. Istraživanjem ponora Čiže i ponora Tinjanske drage utvrđen je i dominantni smjer toka podzemnih

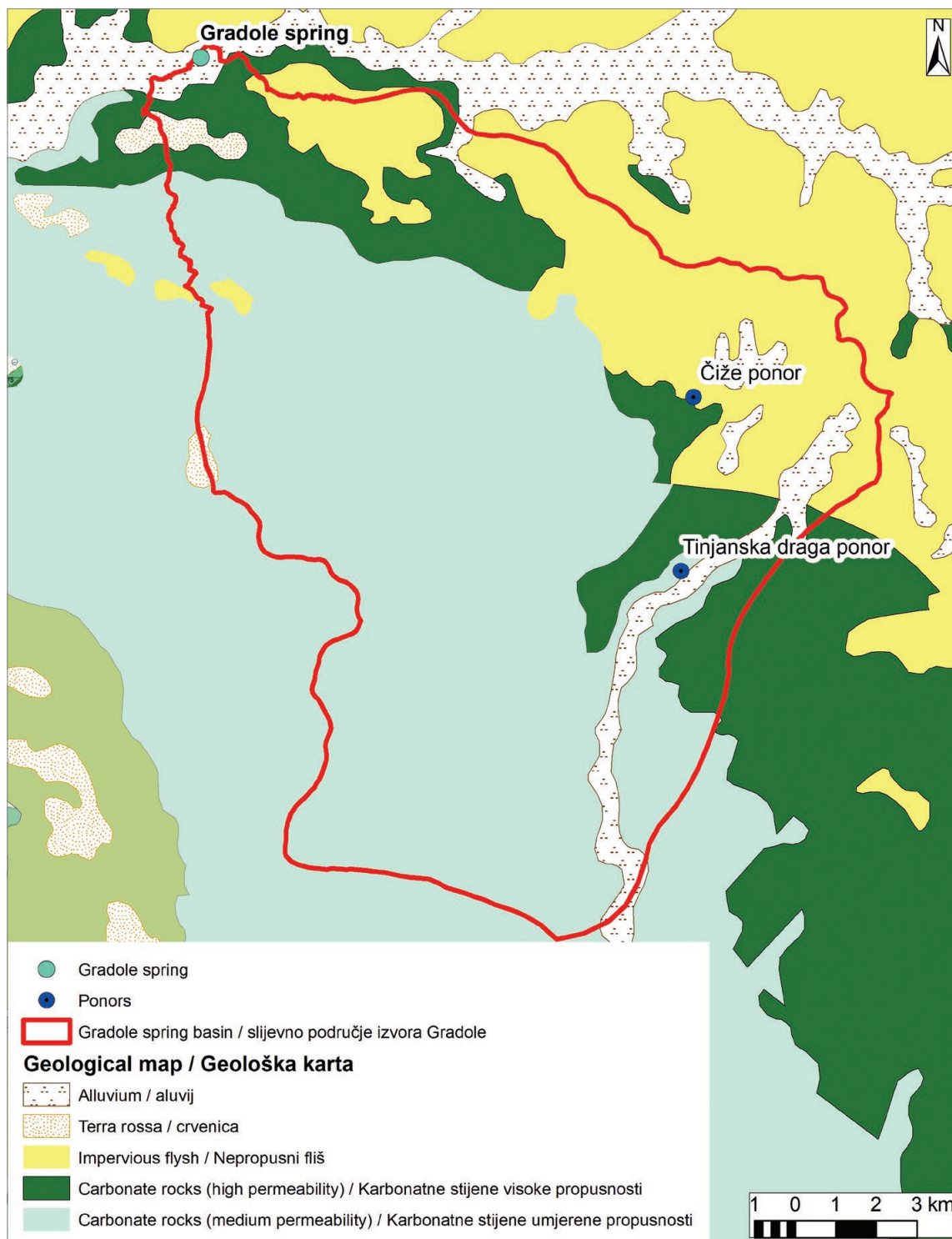


Fig. 2 Geologic map of the Gradole spring catchment./Geološka karta slijeva izvora Gradole
Sl. 2. Geološka karta slijeva izvora Gradole

Source: made after Pleničar et al., 1969; Polšak and Šikić, (1969)
Izvor: izrađeno prema Pleničar i dr. 1969; Polšak i Šikić (1969)

ponor have also determined the dominant flow direction, SE-NW, parallel to the main fault structures (Mlinarić et al., 2016). As part of the activities of the *Clean Underground* initiative in the Gradole spring catchment area, 18 polluted speleological objects were recorded. The objects are polluted with garbage and bulk waste (Novak and Butorac, 2020) and pose a threat to underground water supplies, as they are located in the area of medium or high permeability. Two of these caves have been cleaned by speleologists supporting the initiative (Čisto podzemlje, 2020).

Over 90% of the area is situated at an altitude of between 200 and 400 m a.s.l., and the lowest point is 2 m a.s.l. while the highest 479 m a.s.l. The morphometric parameters indicate that the majority of the study area has relatively flat terrain, with the exception of the north-eastern edges and the Tinjanska Draga Valley.

Ljubija spring catchment

The study area, the Zaloka Valley, was delineated by the topographic watershed. The karst nature of the outflow makes the latter, of course, only illusory. The discharge point from the catchment was determined just before the Ljubija gorge widened at the confluence with Kramarica Stream.

According to the natural background of the area the following characteristics have been determined: a) spring catchment is located in the subalpine hill region of Karavanke in northeastern Slovenia, b) following the Smrekovec (1,577 m a.s.l.) fault there is a geologic contact where the impermeable Oligocene volcanic andesite and tuffs transition to Mesozoic permeable carbonates (limestones) with isolated karst characteristics (Kralj, 1997). Consequently many local karst phenomenon natural values of the studied landscape have been registered, e.g. (partially) dry valley, sinks (ponors), karst window, Vaclusian spring. Its mean discharge (Q_s) is 0.3 m³/s (Slovenian Environmental Agency, 2020). Long-term changes are related to climate change, which have been seen as decreases in mean annual discharges and, for most rivers, absolute minimum and maximum discharges. At the same time changes in discharge regimes have been recorded where the snow component of monthly river discharges

voda, JI-SZ, paralelno s glavnim rasjednim strukturama (Mlinarić i dr., 2016). U sklopu aktivnosti inicijative Čisto podzemlje na slijevu izvora Gradole evidentirano je 18 onečišćenih speleoloških objekata. Objekti su onečišćeni smećem i krupnim otpadom (Novak i Butorac, 2020.) te predstavljaju prijetnju zalihama podzemnih voda jer se nalaze u području stijena srednje ili visoke propusnosti. Dvije od ovih špilja očistili su speleolozi koji podržavaju inicijativu (Čisto podzemlje, 2020).

Više od 90 % površine nalazi se na nadmorskoj visini između 200 i 400 m, dok je najniža točka na svega 2 m, a najviša 479 m. Morfometrijski parametri pokazuju da je veći dio istraživanoga područja relativno zaravnjena terena, s iznimkom sjeveroistočnih rubova i doline Tinjanska draga.

Slijev izvora Ljubija

Istraživano područje, dolina Zaloka, određeno je topografskom razvodnicom. Stvarno slijevno područje zapravo je veće ako se u obzir uzme prirodna podzemnoga otjecanja u kršu. Točka istjecanja iz slijeva određena je neposredno prije proširenja klanca Ljubije na ušću u potok Kramaricu.

Prema prirodnom okruženju područja utvrđena su sljedeća obilježja: a) slijev izvora nalazi se u subalpskom brdskom području Karavanki u sjeveroistočnoj Sloveniji, b) nakon rasjeda Smrekovec (1577 m n.v.) nalazi se geološki kontakt gdje se nepropusni oligocenski vulkanski andezit i tufovi nastavljaju na mezozojske propusne karbonate (vapnence) s izoliranim krškim obilježjima (Kralj, 1997). Posljedično tomu zabilježeni su mnogi lokalni krški fenomeni prirodne vrijednosti proučavanoga krajobraza, npr. (djelomično) suha dolina, ponori, krško okno i vokliški izvor. Njegov srednji protok (Q_s) je 0,3 m³/s (Agencija RS za okolje, 2020). Dugoročne promjene povezane su s klimatskim promjenama. One se ogledaju u smanjenju prosječnih godišnjih protoka i, za većinu rijeka, smanjenju apsolutnih minimalnih i maksimalnih protoka. Istodobno su zabilježene promjene u režimima protoka gdje snježna komponenta mjesečnih riječnih protoka (zadržavanje snijega) postaje

(snow retention) becomes less important compared to rainfall (Frantar and Hrvatin, 2005; Kovačić et al., 2016; Hrvatin and Zorn, 2017).

Regarding the precipitation data (Slovenian Environmental Agency, 2020), there was an average value of 1,382.75 mm in the 1978–2019 period; the peak year was 2014 (1,982.2 mm), the lowest value of precipitation in the 1993 (1011 mm). The marked June high values (208.7 mm in 1978 and 179.1 mm in 2020) proved the torrential nature of the Ljubija stream and the continental precipitation regime of the area researched (Špeh et al., 2021).

According to the typeology of high mountain karst in the Slovenian Alps (Kunaver, 1983) Ljubija water catchment belongs to Golte karst plateau, border mountain (subalpine) karst under the treeline and partly covered with the Pleistocene sediments (1,000–1,500 m a.s.l.). Some regionalizations categorized the Ljubija catchment as a part of the Savinja Alps (Melik, 1954), but there are geological explanations defining Golte (Triassic limestone) as part of Dinarides. Faninger (1978) determined Karavanke's eastern edge in the Alpine-Dinarides border zone.

The lithologic and petrographic boundary line follows Smrekovec fault, in a geologic-tectonic sense as the border line between Karavanke and Savinja Alps (Rakovec, 1956). The wider area of Ljubija spring water resources is located at the bottom of impermeable stone (andesite and tuff mostly) of Smrekovec hill in contact with limestone rocks of Golška Mountain (Golte) (Figure 3). The territory of the partly dry valley is flat, located at 900–1,000 m a.s.l. The spring of Ljubija (720 m a.s.l.) is situated in the steep and narrow dry valley downstream, forming a considerable gorge (Kranjc, 1979). Ljubija spring is a representative of the contact karst (spring) at the contact line of permeable and impermeable rocks (Gams, 2003).

Data from Slovene Cave Registry shows the karst characteristics of the Ljubija spring area. 53 (ponor) caves and abbeys in the wider Ljubija spring area are situated in the Triassic permeable zone ($T_{2,3}$) of the spring (Slovene Cave Registry, 2020). The investigation of the sediments was carried out in the Rupa ponor cave (length = 60 m, depth = 26 m) at the rock contact (Kranjc, 1979). Beside layers of gravel and mostly sand there was little clay and no carbonates.

manje važna u usporedbi s kišom (Frantar i Hrvatin, 2005; Kovačić i dr., 2016; Hrvatin i Zorn, 2017).

Što se tiče podataka o padalinama (Agencija RS za okolje, 2020), prosječna vrijednost padaline iznosila je 1382.75 mm u razdoblju 1978. – 2019. Najvlažnija godina bila je 2014. (1982.2 mm), a najmanja vrijednost padaline zabilježena je 1993. (1011 mm). Izražene lipanjske visoke vrijednosti (208.7 mm 1978. i 179.1 mm 2020.) dokazuju bujičnu prirodu potoka Ljubije i kontinentalni režim padalina istraživanoga područja (Špeh i dr., 2021).

Prema tipizaciji visokogorskoga krša u slovenskim Alpama (Kunaver, 1983), slijev Ljubije pripada krškoj visoravni Golte, graničnom planinskom (subalpskom) kršu ispod granice rasta drveća i djelomično prekrivenom pleistocenskim sedimentima (1000–1500 m n.v.). Neke su regionalizacije slijev Ljubije kategorizirale kao dio Savinjskih Alpa (Melik, 1954), ali postoje geološka objašnjenja koja definiraju Golte (trijaski vapnenac) kao dio Dinarida. Faninger (1978) određuje istočni rub Karavanke kao alpsko-dinaridski granični pojas.

Litološka i petrografska granica slijedi Smrekovečki rasjed, u geološko-tektonskom smislu kao granicu između Karavanke i Savinjskih Alpa (Rakovec, 1956). Šire područje izvorišta Ljubija nalazi se u podnožju nepropusnoga brda Smrekovec (pretežno andezit i tufovi) u dodiru s vapnenačkim stijenama Golške planine (Golte) (sl. 3). Područje djelomično suhe doline je ravno, nalazi se na 900 – 1000 m nadmorske visine. Izvor Ljubija (720 m nad morem) nalazi se u strmoj i uskoj suhoj dolini, tvoreći izraženi klanac (Kranjc, 1979). Izvor Ljubija predstavnik je kontaktnoga krškog izvora na kontaktu propusnih i nepropusnih stijena (Gams, 2003).

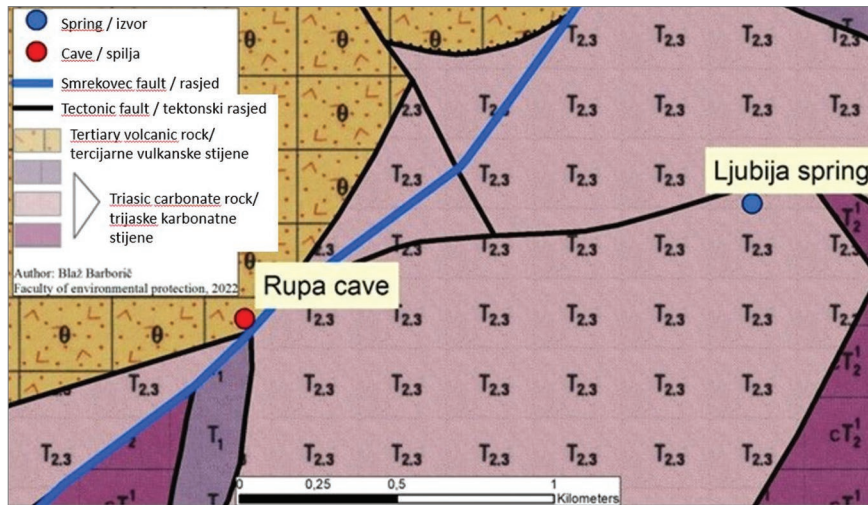
Podaci iz slovenskoga katastra špilja i jama dokazali su krške karakteristike područja izvora Ljubija – 53 špilje i jame u širem području izvora Ljubija nalaze se u trijaskoj propusnoj zoni ($T_{2,3}$) izvora (Slovene Cave Registry, 2020). Istraživanje sedimenta obavljeno je u ponoru špilje Rupa (duljina = 60 m, dubina = 26 m) na kontaktu stijena (Kranjc, 1979). Osim slojeva šljunka i uglavnom pijeska bilo je malo gline, bez karbonata. Špilja je bila ispunjena

Fig. 3 Geological characteristics of Ljubija spring./Geološka obilježja slijeva izvora Ljubija

Sl. 3. Geološka obilježja slijeva izvora Ljubija

Source: Mioč et al., (1983): Osnovna geološka karta SFRJ 1:100 000, list Ravne na Koroškem. Federal Geological Institute, Belgrade, and the Slovene Cave Registry

Izvor: Mioč i dr., (1983): Osnovna geološka karta SFRJ 1:100.000. List Ravne na Koroškem. Savezni geološki zavod Beograd and Slovene Cave Registry



The cave was filled with the sediments that were later washed out. The upper layers contained a high percentage of organic matter (up to 36 %), a sign of slash and burn agricultural methods to provide arable land and charcoal. A parcel of toponym Leskošek bare land above the only active farm in the Ljubija area is proof of past process in rural land cultivation.

sedimentima koji su kasnije isprani. Gornji slojevi sadržavali su visok udio organske tvari (do 36 %), što je znak tradicije spaljivanja koja je osiguravala obradivu zemlju i drveni ugljen. Toponim Leskoška golet iznad jedine aktivne farme u ljubijskom kraju dokaz je prošlih procesa u obradi seoskoga zemljišta.

Research Methodology

The multidisciplinary methodology structure was integrated by a) index method after collection of statistical data, and b) supported with Geographic Information System (GIS) as a mapping and spatial analysis tool. The adopted indicators' method (Bell and Morse, 2000) was introduced as a sustainable measurement tool to compare features of the areas researched. The main idea of the method's integration was its objective and communicative value. Additionally, it enables use of the raw data and comparison within the study areas, for the issues defined. We adopted indicators for features, in order to chronologically illustrate the results of past trends, represent the current state, and provide future predictions (e.g. the scenario method).

The multipurpose land use issue was targeted as the common characteristic of the catchments Gradole and Ljubija. We observed: agriculture, and forest land use since the first settlement. Further on, the study areas' features are discussed, from the environmental, landuse and social aspect.

Metode

Multidisciplinarna metodološka struktura integrirana je a) metodom indeksa nakon prikupljanja statističkih podataka i b) podržana Geografskim informacijskim sustavom (GIS) kao alatom za prostornu analizu. Metoda pokazatelja (Bell i Morse, 2000) osmišljena je kao održivi mjerni alat za usporedbu obilježja istraživanih područja. Glavna ideja integracije metode bila je njezina objektivna i komunikacijska vrijednost. K tomu, ona omogućuje korištenje neobrađenih podataka i njihovu usporedbu unutar odabranih područja kao i usporedbu definiranih problema. Usvojili smo metodu indikatora kako bismo kronološki prikazali rezultate prošlih trendova, predstavili trenutno stanje i dali buduća predviđanja (npr. metoda scenarija).

Problem višenamjenskoga korištenja zemljišta naveden je kao zajedničko obilježje sljevoja izvora Gradole i Ljubija. Promatrali smo: 1) poljoprivredu i 2) korištenje šumskoga zemljišta od prvoga naseljavanja. U nastavku se raspravlja o značajkama područja istraživanja s ekološkoga aspekta, aspekta korištenja zemljišta te društvenoga aspekta.

Statistical data, index method and indicator method

To estimate the landscape vitality and perspectives the population dynamics of the areas were surveyed. The demographic features were observed using the following characteristics: population trends, household number change and the share of the employees in the agriculture and forest activity.

Social features were set as follows: 1) population change, period 1857/1869–2020, and gender change, 1948–2020; 2) number of households and population density; 3) share of the employed people in agriculture; and 4) employees in the forest. We used the index calculation method for demographic trends' estimation, and did the same to estimate the land use change.

The periods for the observation differed regarding the data available from the Croatian Bureau of Statistics (DZS, 2022) and the Statistical Office of the Republic of Slovenia (SORS, 2022).

Analysis of land use change

A historical GIS method was applied to interpret both landscapes, different in a scale. Donahue (2008) stated, 'based on experience, historical GIS mapping can be of great service to conservation efforts (of landscape)'. The method is also appropriate to direct conservation land management, connecting knowledge of past ecological change with current management plans. It enables the connection of information gained from historical research to conservation efforts and creates a powerful tool linking cultural (social) and natural resources (Karle and Carman, 2020). The maps were made with different data acquisition techniques taking into account the development of cartography and geodetic techniques in each historical period. A very important factor in the quality of the certain historical map is the purpose of use. It is generally accepted that military cartography products are more accurate than land mapping products for tax collection purposes.

Historical maps and data sources from two time periods for Ljubija and Gardole areas were

Statistički podatci, metoda indeksa i metoda pokazatelja

U svrhu procjene vitalnosti krajobraza i njegove perspektive ispitana je dinamika naseljenosti područja. Demografska obilježja promatrana su kroz sljedeća obilježja: kretanje stanovništva, promjena broja kućanstava i udio zaposlenih u poljoprivredi i šumarstvu.

Društvena obilježja postavljena su na sljedeći način: 1) kretanje stanovništva prema broju za razdoblje 1857./1869. – 2020. i spolu za razdoblje 1948. – 2020., 2) broj kućanstava i gustoća naseljenosti, 3) udio zaposlenih u poljoprivredi i 4) udio zaposlenih u šumarstvu. Korištena je metoda računanja indeksa promjene za demografske trendove, kao i za promjenu korištenja zemljišta.

Razdoblja za promatranje razlikovala su se s obzirom na podatke kojima raspolaže Državni zavod za statistiku (DZS, 2022; 2024) i Statistički ured Republike Slovenije (SORS, 2022).

Analiza promjena korištenja zemljišta

Primijenjene su GIS metode analize povijesnih karata za interpretaciju obaju krajobraza, u različitim mjerilu. Povjesničar Donahue (2008) ovako kaže: „Temeljeno na iskustvu, povijesno GIS kartiranje može biti od velike pomoći očuvanju (krajobraza)”. Metoda je također prikladna za usmjerenje upravljanja zaštićenim zemljištem, povezujući znanje o prošlim ekološkim promjenama s trenutnim planovima upravljanja. Omogućuje povezivanje informacija dobivenih povijesnim istraživanjem s nastojanjima za očuvanje krajobraza te stvara moćan alat koji povezuje kulturne (društvene) i prirodne resurse (Karle i Carman, 2020). Karte su izrađene različitim tehnikama prikupljanja podataka s obzirom na razvoj kartografije i geodetske tehnike u svakom povijesnom razdoblju. Vrlo bitan čimbenik kvalitete pojedine povijesne karte bila je namjena korištenja. Općenito je prihvaćeno da su vojni kartografski proizvodi točniji od kartografskih proizvoda za potrebe prikupljanja poreza.

Odabrane su povijesne karte i izvori podataka iz dvaju razdoblja za područje Ljubije i područje

selected to identify changes in land use in different time periods, the last one being from the 21st century.

The main sources of research data for the areas' survey were Austrian military maps (first and second Josephine measurements) from the end of the 18th century and second half of the 19th century, topographic maps measuring 1:25,000 from the middle and second half of the 20th century and vector data of the actual use of agricultural and forest land in 2019 (Ministry of Agriculture, Forestry and Food, 2020). There are two main disadvantages to the studied maps. On the one hand, the maps are systematic and include unusual object catalogues (cartographic key), however, there are various forms of mapping and a general lack of the projection and the transformation parameters. The second problem is evident in the rugged terrain and poor accuracy and lack of captured details in the mountainous areas. Areas on the historical maps are rarely measured and poorly mapped. Those maps are more like paintings than technical product. The myriad of the shortcomings and the uncertainties in such maps makes their interpretation difficult, especially if it is necessary to compile a rich database in geographic information systems (GIS) from the given data (Podobnikar and Kokalj, 2007).

Based on the scanned maps, land use maps were drawn using ArcGIS software. To compare land use between different time periods based on the historical maps, a uniform number of categories was determined. Each land use map for each time period was analysed separately.

Defining the boundaries between individual land uses was very ambiguous in some areas—it is necessary to choose the area taking into account the degree of generalization, so that individual use is not covered in too much detail or in too little detail. On newer sources of larger scale, reading is easier and the individual land use types are captured with a greater accuracy, as the land use on the newer maps are also determined more precisely. In doing so, consideration should be given to the technology and capabilities that were available in a particular historical period. Moreover, maps often refer to the same area, but in different scales.

izvora Gardole da bi se identificirale promjene u korištenju zemljišta u različitim razdobljima, a posljednje je iz 21. stoljeća.

Glavni izvori istraživačkih podataka za izmjeru područja bile su austrijske vojne karte (Prva i Druga vojna izmjera) s kraja 18. i druge polovice 19. stoljeća, topografske karte mjerila 1 : 25.000 iz sredine i druge polovice 20. stoljeća i vektorski podaci stvarnoga korištenja poljoprivrednoga i šumskoga zemljišta u 2019. godini (Ministry of Agriculture, Forestry and Food, 2020). Dva su glavna nedostatka proučavanih karata. S jedne strane, karte su sustavne i uključuju neobične kataloge objekata (kartografski ključ), različite oblike kartiranja te nedostatak projekcijskih i transformacijskih parametara. Drugi problem očituje se u neravnom terenu, odnosno lošijoj preciznosti i nedostatku uhvaćenih detalja u planinskim predjelima. Područja na povijesnim kartama rijetko su izmjerena i loše kartirana. Te su karte ponekad više nalik umjetničkoj slici nego tehničkom proizvodu. Objedinjavanje podataka s ovolikom količinom nedostataka i nesigurnosti u ovakvim kartama nije lak zadatak, pogotovo ako je potrebno od zadanih podataka sastaviti bogatu bazu podataka u geografskim informacijskim sustavima (Podobnikar i Kokalj, 2007).

Na temelju skeniranih karata izrađene su karte korištenja zemljišta u programskom okruženju ArcGIS. Za usporedbu korištenja zemljišta u različitim razdobljima na temelju povijesnih karata određen je jedinstveni broj kategorija. Svaka karta korištenja zemljišta za svako razdoblje analizirana je zasebno.

Definiranje granica između pojedinih namjena zemljišta u nekim je područjima bilo vrlo nejasno – potrebno je pri odabiru područja voditi računa o stupnju generalizacije kako se pojedinačna namjena ne bi obrađivala previše ili premalo detaljno. Na novijim kartama čitanje je lakše, a pojedinačne namjene zemljišta točnije su određene i kartografski prikazane. Pritom se mora uvažiti tehnologija i vještine koje su bile dostupne u određenom povijesnom razdoblju. Karte se odnose na isto područje, ali u različitim mjerilima.

Georeferencing of historical maps

Historical maps were produced in a variety of the projections, coordinate systems, and scales. Metric quality is not homogeneous and not all maps are equal. Generalization methods are unknown. Some maps have marked coordinates on the edge of the coordinate system (Podobnikar and Kokalj, 2007). The principle of the georeferencing is based on finding two identical points, which must match the location as much as possible if we find them on the old map and a new layer that needs to be georeferenced. These points are most often called control points (Petek and Fridl, 2004). On old maps, it is best to select points that have been triangulated, e.g. churches or towers, bridges, river tributaries, crossroads, castles, or meanders. Characteristic points can sometimes also be defined in terms of the toponyms used in different languages on maps. It is also good to look for recognizable details on old maps as identical points in the whole area of the map, as the local distortions are very large. This is sometimes difficult, as some areas lack tangible details. The quality of maps depends on the experience of the cartographer and his semantic perception. To transform such a map, it is necessary to determine the style of the cartographer and cartographic elements, including the degree of generalization.

Identical reference points were selected on the maps of a similar scale. When enough control points have been selected, the map can be transformed into the target coordinate system.

After the maps were properly located and transformed, we performed land use analysis. We selected and analysed the common categories of the land use that were characteristic for Gradole and Ljubija area, namely: meadows, forests and urban areas. Due to different criteria and diversity of data sources from the point of view of land use, in addition to the common categories of land use, we also determined the categories that could be interpreted and were specific to an individual data source. Additional categories were determined in the map interpretation of the data source of the Actual use of agricultural land in 2019 (Ministry of Agriculture, Forestry and Food, 2020). In the map of the First Josephine Survey, the orchard category was omitted due to interpretation problems, and the category

Georeferenciranje povijesnih karata

Povijesne karte izrađivane su u različitim projekcijama, koordinatnim sustavima i mjerilima. Njihova metrička kvaliteta nije homogena i kartografski su karte nejednake. Metode generalizacije su nepoznate. Neke karte imaju označene koordinate na rubu koordinatnoga sustava (Podobnikar i Kokalj, 2007). Princip georeferenciranja temelji se na pronalazenju dviju identičnih točaka koje se moraju što bolje podudarati s lokacijom ako ih nalazimo na staroj karti i novom sloju koji je potrebno georeferencirati. Te se točke najčešće nazivaju kontrolnim točkama (Petek i Fridl, 2004). Na starim kartama najbolje je odabrati točke koje su triangulirane, npr. crkve ili tornjevi, mostovi, riječni pritoci, raskrižja, dvorci ili meandri. Karakteristične točke katkad se također mogu definirati uz pomoć toponima koji se koriste na različitim jezicima na kartama. Također je dobro tražiti prepoznatljive detalje na starim kartama kao identične točke na cijelom području karte jer su lokalna iskrivljenja vrlo velika. To nije uvijek lako jer nekim područjima nedostaju opipljivi detalji. Kvaliteta karata ovisi o iskustvu kartografa i njegovoj semantičkoj percepciji. Za transformaciju takve karte potrebno je identificirati stil kartografa i kartografske elemente, uključujući i stupanj generalizacije.

Identične referentne točke odabrane su na kartama slična mjerila. Kada se odabere dovoljno kontrolnih točaka, karta se može transformirati u željeni koordinatni sustav.

Nakon što su karte pravilno smještene i transformirane, izvršena je analiza korištenja zemljišta. Odabrane su i analizirane zajedničke kategorije korištenja zemljišta koje su bile karakteristične za područje Gradola i Ljubije, a to su: livade, šume i urbana područja. Zbog različitih kriterija i raznolikosti izvora podataka sa stajališta korištenja zemljišta, osim zajedničkih kategorija korištenja zemljišta, odredili smo i kategorije koje se mogu interpretirati, a koje su specifične za pojedini izvor podataka. Dodatne kategorije utvrđene su u kartografskoj interpretaciji izvora podataka Stvarne namjene poljoprivrednog zemljišta u 2018. godini (Ministry of Agriculture, Forestry and Food, 2020). U karti Prve jozefinske izmjere izostavljena je kategorija voćnjaka zbog problema s interpretacijom, a kategorija

of vineyard in the Second Josephine Survey. The area for each category of land use was calculated for each historical period, based on the comparison of changes of the individual land use area over the time observed.

When analysing changes in the land use areas using historical maps, it is necessary to take into account the thematic diversity and the differing criteria of cartographic sources. Analysing changes using historical maps provides archival source material and a corresponding GIS baseline dataset for the assessment of the sustainable management of the landscape, working with wider communities in the fields of preservation as an important part of the rural heritage documentation (Karle and Carman, 2020). The methodology used nicely shows the dynamics of changes in the individual categories of land use over the time, while it is less suitable for accurately showing the magnitude of changes in the areas of land use categories over the time, which represents a challenge when comparing data.

Additionally, calculation of the land use change index for the selected land use categories was introduced, also for the comparison of the investigated areas.

Environmental approach

Environmental approach was discussed in terms of sanitary protection of the catchments' areas due to water supply regulation. The current land use state was observed as the approach's basis.

Results

Historical socio-economic settings

Gradole spring catchment

The Gradole spring catchment is part of the territory of 2 towns (the administrative units of Poreč and Pazin) and 8 municipalities; in total more than 100 settlements. According to the last census (2021) the

vinograda u Drugoj jozefinskoj izmjeri. Površina za svaku kategoriju namjene zemljišta izračunata je za svako povijesno razdoblje na temelju usporedbe promjena pojedine površine namjene u promatranom vremenu.

Pri analizi promjena u korištenju zemljišta korištenjem povijesnih karata potrebno je voditi računa o tematskoj raznolikosti i različitim kriterijima kartografskih izvora. Analizom promjena pomoću povijesnih karata dobiva se arhivski izvorni materijal i odgovarajući GIS skup podataka za procjenu održivoga upravljanja krajobrazom jer se radi o važnom dijelu dokumentacije o ruralnoj baštini (Karle i Carman, 2020). Korištena metodologija lijepo prikazuje dinamiku promjena pojedinih kategorija namjene kroz vrijeme, dok je manje prikladna za točan prikaz veličine promjena površina kategorija namjene kroz vrijeme, što predstavlja izazov pri usporedbi podataka.

Dodatno je uveden izračun indeksa promjene korištenja zemljišta za odabrane kategorije korištenja zemljišta, također za usporedbu istraživanih područja.

Ekološki aspekt

Ekološki aspekt analizirao se na temelju pristupa zaštiti okoliša, odnosno u vidu sanitarne zaštite i regulacije slijevnih područja izvora zbog zaštite vodoopskrbnih resursa. Kao osnova pristupa korišteno je trenutačno stanje zaštite.

Rezultati

Povijesne društveno-ekonomske okolnosti istraživanih područja

Slijev izvora Gradole

Na području slijeva izvora Gradole nalaze se dva grada (kao administrativne jedinice – Poreč i Pazin) i osam općina; ukupno više od 100 naselja. Prema posljednjem popisu stanovništva 2021. (DZS,

total population in the study area is 10,196 inhabitants, which means that the population density is 38.7 inhabitants/km². The Croatian average is 68.7 inhabitants/km². The largest settlement in the study area, Sv. Petar u Šumi, has 1,051 inhabitants, while the average number of inhabitants per settlement is around 90.

There are no private houses near the Gradole Spring. The spring is captured within the water system complex. As mentioned above, the spring is located on the edge of the valley of the Mirna River. The Mirna River was canalized in its lower course as early as 1631. The river valley was dried up and the area was used for forestry and agriculture (Hrvatska enciklopedija). It is likely that the spring water was used for irrigation. From the edge of the valley the terrain rises steeply (approx. 30°), from 5 m to about 150 m a. s. l. above the spring. The slope above the spring is forested, most of which is national property. There is no human activity except non-extensive forestry.

Throughout history, until the late 20th century, the main economic activity of the inhabitants of the Gradole spring catchment was agriculture. Wine and olive growing were, and still are, the main crops in Istria, and the study area is no exception (Zupanc, 2001). Livestock breeding has also been an important segment of agricultural activity throughout the entire history of Istria. Although Istria had very good conditions for agriculture, the processes of deagrarianization and depopulation hindered its further development. The main agricultural producers have always been small family farms. At the end of the 20th century, the role of agriculture in Istria began to decline rapidly. Today agriculture accounts for less than 10% of the Istrian economy (Istrapedia, 2009a).

Population development numbers within the Gradole spring catchment can be divided into 3 periods: 1) from 1857 to 1921; 2) from 1921 to 1991; and 3) from 1991 to 2021.

Table 1 and Figure 4 present the first period as demographic growth, which was strongest between 1880 and 1921. During this period, the Gradole spring catchment population grew from about 13,000 inhabitants to over 21,000, reaching its peak. The reason for the population growth was the fact that the majority of the Istrian population worked in agriculture. During Austro-Hungarian

(2022) ukupna populacija na području istraživanja je 10 196 stanovnika, što znači da je gustoća naseljenosti 38,7 st/km². Hrvatski prosjek je 68,7 st/km². Najveće je naselje na području istraživanja Sv. Petar u Šumi s 1 051 stanovnikom, dok je prosječan broj stanovnika po naselju oko 90.

U blizini izvora Gradole nema privatnih kuća. Izvorište je kaptirano u kompleksu vodovoda. Kao što je ranije navedeno, izvor se nalazi na rubu doline rijeke Mirne. Rijeka Mirna u donjem je toku kanalizirana još 1631. godine. Dolina rijeke je isušena, a područje se koristilo za šumarstvo i poljoprivredu (Hrvatska enciklopedija). Izvorska voda vjerojatno je korištena za navodnjavanje. Od ruba doline teren se strmo uzdiže (nagib oko 30°), od 5 m do oko 150 m nadmorske visine. Padina iznad izvora obrasla je šumom, koja je najvećim dijelom državno dobro. Nema ljudske aktivnosti osim neekstenzivnoga šumarstva.

Kroz povijest sve do kraja 20. stoljeća glavna gospodarska djelatnost na području slijeva izvora Gradole bila je poljoprivreda. Vinogradarstvo i maslinarstvo bile su i još uvijek su glavne poljoprivredne kulture u Istri, a područje istraživanja nije iznimka (Zupanc, 2001). Uzgoj stoke također je bio važan segment poljoprivredne djelatnosti kroz cijelu povijest Istre. Iako je Istra imala vrlo dobre uvjete za poljoprivredu, procesi deagrarnizacije i depopulacije zaustavili su njezin daljnji razvoj. Glavni poljoprivredni proizvođači oduvijek su bila mala obiteljska gospodarstva. Krajem 20. stoljeća uloga poljoprivrede u Istri počinje naglo opadati. Danas poljoprivreda čini manje od 10 % istarskoga gospodarstva (Istrapedia, 2009a).

Kretanje broja stanovnika unutar slijeva izvora Gradole može se podijeliti u 3 razdoblja: 1) od 1857. do 1921., 2) od 1921. do 1991. i 3) od 1991. do 2021. godine.

Tablica 1 i slika 4 predstavljaju demografski rast u prvom razdoblju, koji je bio najjači između 1880. i 1921. Tijekom tog razdoblja broj stanovnika na području slijeva izvora Gradole narastao je s oko 13 000 stanovnika na više od 21 000, dosegnuvši time svoj vrhunac. Jedan od razloga rasta stanovništva bio je taj da je većina stanovništva Istre radila u poljoprivredi. Tijekom austrougarske vlad

Tab. 1 Population features (and calculated Indexes) of the Gradole catchment, and Bele Vode settlement (Ljubija spring catchment)

Tab. 1. Obilježja stanovništva (i izračunati indeksi) slijeva Gradole i naselja Bele Vode (slijev izvora Ljubija)

GRADOLE Survey / Popis stanovništva	Number of inhabitants / Broj stanovnika	Male / Muškarci	Female / Žene	Share of employed / Udio zaposlenih (%)	Employees in Agriculture / Zaposleni u poljoprivredi (%)	Employees in Forestry / Zaposleni u šumarstvu (%)	Households / Broj kućanstava
1857	12,943						
1869	13,898						
1880	13,286						
1890	14,950						
1900	16,359						
1910	18,481						
1921	21,675						
1931	21,213						
1948	17,439	8,633	8,806				3,538
1953	16,000	7,954	8,046	42.90	77.49	0.08	3,385
1961	13,835	6,885	6,950	43.45	71.06	0.18	3,221
1971	11,867	5,772	6,095	41.15	58.27	0.06	3,234
1981	10,878	5,385	5,493	*	*	*	3,055
1991	10,338	5,036	5,302	38.42	15.39	0.13	3,045
2001	10,288	5,066	5,222	*	*	*	3,117
2011	10,353	5,124	5,229	39.59 **	*	*	*
2021	10,196	5,094	5,102	*	*	*	*
I _{2021/1869}	73.36	I _{2021/1948} = 59.01	I _{2021/1948} = 57.9				I _{2001/1948} = 88.1
LJUBIJA Survey / Popis stanovništva	Number of inhabitants / Broj stanovnika	Male / Muškarci	Female / Žene	Share of employed / Udio zaposlenih (%)	Employees in Agriculture / Zaposleni u poljoprivredi (%)	Employees in Forestry / Zaposleni u šumarstvu (%)	Households / Broj kućanstava
1869	499						
1880	499						
1890	465						
1900	471						
1910	422						
1931	431						
1948	425	212	213				80
1953	423	207	216	44.9	61	8.4	80
1961	360	187	173	43.6	61.8	10.2	79
1971	326	167	159	47.5	52.3	8.4	
1981	262	137	125	28.2	1.4	17.6	
1991	236	126	110	36.6	43.5	7.05	64
2002	286	147	139	38.5	37.3		92
2010	277	148	129	***	***	***	
2020	275	141	134	***	***	***	
2021	273	136	137				
I _{2021/1869}	54.7	I _{2021/1948} = 64.2	I _{2021/1948} = 64.3				I _{2002/1948} = 115

Sources / Izvori: FSO (1951; 1960a; 1960b; 1965a; 1965b; 1975a; 1975b; 1986); DZS (1991a; 1991b; 2002; 2012a; 2012b; 2022; 2024); Matricula register (2020); SORS (2022)

* data for settlements are not available for active people in accordance to activity for 1981, 2001, 2011 and are not yet published for 2021 (DZS, 2022)

** data is calculated for the municipalities in the research area because the data for individual settlements is unavailable

*** data for settlements are not available for active people in accordance to activity after 2002 (SORS)

* podaci za naselja nisu dostupni za radno sposobne osobe prema djelatnostima za godine 1981., 2001., 2011. i još nisu objavljeni za 2021. godinu (DZS, 2022.)

** podaci su izračunati za općine na području istraživanja jer podaci za naselja nisu dostupni

*** podaci za naselja nisu dostupni za aktivne osobe prema aktivnosti nakon 2002. (SORS)

N. Špeh
I. Martinić
B. Barborič

Human-environment interactions in two Karst catchments – Gradole (NW Croatia) and Ljubija springs (NE Slovenia)

Međuodnos čovjeka i okoliša na slijevnim područjima krških izvora Gradole (SZ Hrvatska) i Ljubija (SI Slovenija)

rule, agriculture reached its highest development, despite the crisis of grape vine diseases (*Peronospora*) and the wine clause. At the beginning of the 20th century, emigration of the Istrian population overseas (to USA, RSA, Australia, etc.) began, but the figures show that it was not a dominant demographic process (Zupanc, 2001).

In the second period, a strong depopulation process took place. The study area lost over 50% of its population and fell below 11,000 inhabitants by 1981. After the losses of the First World War and the beginning of Italian rule in 1918, Istrian towns and municipalities experienced slowed economic development and depopulation. Political and economic reasons were the most important factor in the strong emigration and changes in the ethnic composition of Istria. Under Italian rule, Istrian farmers had strong competition from Italian wine and olive production, which did not exist during Austrian-Hungarian rule. Together with the competition, restrictions in wine production were introduced. Unfavourable taxes, debt incurred by small farmers, land confiscations, unemployment and many other negative factors caused negative demographic trends. During World War II and the arrival of Yugoslavian rule, depopulation continued and the Italian population was largely sent into exile. After 1948, the consequences of the poor economic (agricultural) conditions, the losses from the Second World War and emigration led to a further decline in population in the second half of the 20th century. Since the 1960s, the developing coastal towns have been attracting inhabitants migrating from the Istrian interior (Zupanc, 2004). In the 1991 census, the population of the Gradole spring catchment was 10,848. We can also see the decrease in the proportion of people working in agriculture, which was caused by processes of industrialization and later by the development of tourism. As the study area is mainly agricultural, with small family plots, these processes have not been able to stop the negative demographic trends.

In the third period, from 1991 onwards, the Gradole spring catchment shows population stagnation, which tends to slow depopulation. It is important to note that the population of the study area is aging and that the proportion of the younger pop-

davine poljoprivreda je dosegla svoj najveći razvoj, usprkos krizi bolesti vinove loze (*peronospora*) i vinskoj klauzuli. Početkom 20. stoljeća započelo je iseljavanje istarskog stanovništva u inozemstvo (SAD, Južna Afrika, Australija...), ali brojke pokazuju da to nije bio dominantan demografski proces (Zupanc, 2001).

U drugom razdoblju nastupio je snažan proces depopulacije. Područje istraživanja izgubilo je više od 50 % svoga stanovništva. Broj stanovnika 1981. godine bio je manji od 11 000. Nakon gubitaka ljudskih života u Prvom svjetskom ratu i početka talijanske vladavine 1918. godine istarski gradovi i općine doživjeli su usporavanje gospodarskoga razvoja i depopulaciju. Politički i ekonomski razlozi bili su najvažniji čimbenik u snažnom iseljavanju i promjenama u etničkom sastavu Istre. S talijanskom vladavinom istarski poljoprivrednici stekli su snažnu konkurenciju u talijanskoj proizvodnji vina i maslina, koja nije postojala tijekom austrijsko-mađarske vladavine. Zajedno s konkurencijom uvedena su ograničenja u proizvodnji vina. Nepovoljni porezi, dugovi malih poljoprivrednika, konfiskacije imovine, nezaposlenost i mnogi drugi negativni čimbenici uzrokovali su negativne demografske trendove. Tijekom Drugog svjetskog rata i dolaska jugoslavenske vladavine depopulacija se nastavila i talijansko je stanovništvo u velikoj mjeri prognano. Nakon 1948. posljedice loših ekonomskih (poljoprivrednih) uvjeta, gubici od Drugoga svjetskog rata i iseljavanja doveli su do daljnega pada stanovništva u drugoj polovici 20. stoljeća. Od 1960-ih obalni gradovi u razvoju privlače stanovnike koji su migrirali iz unutrašnjosti Istre (Zupanc, 2004). U popisu stanovništva 1991. broj stanovnika slijeva izvora Gradole bio je 10 848. Također je došlo do smanjenja udjela ljudi zaposlenih u poljoprivredi (tab. 1), što je uzrokovano procesima industrijalizacije, a kasnije i razvojem turizma. Kako je područje istraživanja uglavnom poljoprivredno, s malim obiteljskim parcelama, ti procesi nisu uspjeli zaustaviti negativne demografske trendove.

U trećem razdoblju, od 1991. godine, prostor izvora Gradole pokazuje stagnaciju stanovništva, s naznakama blage depopulacije. Važno je napomenuti da populacija istraživanoga područja postaje starija i da se udio mlađega stanovništva smanju-

Human-environment interactions in two Karst catchments – Gradole (NW Croatia) and Ljubija springs (NE Slovenia)

Međuodnos čovjeka i okoliša na slijevnim područjima krških izvora Gradole (SZ Hrvatska) i Ljubija (SI Slovenija)



Fig. 4 Population number changes regarding total number in the Gradole (Census Year 1857–2021, upper position) and Ljubija (Census Year 1857 – 2021, undermost position) spring catchment.

Sl. 4. Promjene broja stanovnika – ukupni broj na području izvora Gradole (1857. – 2021., gore) i području izvora Ljubija (1869. – 2021., dolje)

Sources / Izvori: FSO (1951; 1960a; 1965a; 1975a; 1986); DZS (1991a; 2002; 2012a; 2022; 2024); Matricula register (2020); SORS (2022)

ulation is decreasing (Zupanc, 2004). In 2021 (the most recent census), the population of the Gradole spring catchment was 10,196, which is only 47.04 % of the population in 1921, and 73.36 % of the population in 1869.

je (Zupanc, 2004). U 2021. (posljednji popis stanovništva) slijev izvora Gradole imao je 10 196 stanovnika, što je samo 47,04 % broja stanovnika 1921., odnosno 73,36 % od broja stanovnika 1869. godine.

The official census showed that the number of households decreased in the 1948 to 1991 period ($I_{1991/1948}=86.1$). After 1991, the number of households began to increase (Table 1), even though it still had not reached the number from 1948 by 2001 ($I_{2001/1948}=88.1$). Compared with the population change over the same period ($I_{2001/1948}=58.94$), we can say that the number of households does not follow the demographic changes. This indicates that the number of inhabitants per household is lower today than in the past.

Ljubija spring catchment

The wider area of Ljubija spring belongs to settlement Bele Vode (White Water), named after another spring which flows from under the white (limestone) rock in the eastern part of the settlement. In the case of Bele Vode, the population density was 11.3 inhabitants/km² (SORS, 2022). The Slovenian average is 104.6 inhabitants/km² (SORS, 2022).

We can read the toponym Leskošek wasteland from the topographic maps, named after the belonging to the traditional farm and the clearing forest process for provision of charcoal and food production in past centuries. Data from the past life in the Ljubija spring water catchment proved the charcoal and wood of silver fir (*Abies Alba*) and beech (*Fagus Sylvatica*). They were detected on the basis of ¹⁴C analyses in the abyss of Rupa cave sediments, and directly told the environmental history of the area surveyed. Their age was stated as between 153 and 166 years old. In that short period a small brook has deposited about 1 m thick layer of sediments and again had cut through it and through older layers beneath in depth of 2.5 meters. Two main conclusions were made from the data: 1) charcoal burning took place in past centuries (people cut down forest and made charcoal from the wood); and 2) slash and burn agriculture also created fields and pastures from the forest land. The process persisted nearly to World War II. Farmers cut the branches and the trees dried. After that they were burned, and people sowed rye. Later they used the "burned land" for the pastures until the forest grew up again. Then they moved to another piece of forest land and repeated the process (Kranjc, 1979).

Službeni popis stanovništva pokazao je da se broj kućanstava smanjio od 1948. do 1991. ($I_{1991/1948} = 86,1$). Nakon 1991. godine broj kućanstava počeo se povećavati (tab. 1) iako u popisu stanovništva 2001. još uvijek nije dosegao broj iz 1948. ($I_{2001/1948} = 88,1$). U usporedbi s promjenom stanovništva u istom razdoblju ($I_{2001/1948} = 58,94$) možemo reći da broj kućanstava ne slijedi demografske promjene. To upućuje na činjenicu da je broj stanovnika po kućanstvu danas niži nego u prošlosti.

Slijev izvora Ljubija

Šire područje izvora Ljubija pripada naselju Bele Vode, nazvanom po još jednom izvoru koji istječe ispod bijele (vapnenačke) stijene u istočnom dijelu naselja. U slučaju Bele Vode gustoća naseljenosti u 2022. godini bila je 11,3 stan./km². Slovenski prosjek prikazuje 104,6 stan./km² (SORS, 2022).

Na topografskim kartama vidljiv je toponim Leskovškove pustote, nazvan po pripadnosti tradicionalnom poljoprivrednom gospodarstvu i procesu uklanjanja šumskog pokrova za opskrbu ugljenom i proizvodnju hrane u posljednjem stoljeću. Rezultat ¹⁴C analiza sedimenata u jami Rupa pokazali su korištenje ugljena iz drva srebrne jele (*Abies alba*) i bukve (*Fagus Sylvatica*). Njihova procijenjena starost je između 153 i 166 godina i izravno govore o povijesti okoliša na promatranom području. U relativno kratkom razdoblju maleni potok nataložio je oko 1 m debeli sloj sedimenta (s ugljenom?) te se potom usjekao kroz njega i kroz stariji sediment u dubini od 2,5 metra. Dva su definirana glavna razloga: 1) spaljivanje ugljena odvijalo se u prošlim stoljećima (ljudi su sjekli šumu svrhu dobivanja ugljena iz drva), 2) stvaranje polja i pašnjaka iz šumskog zemljišta spaljivanjem šume. Proces je trajao do Drugoga svjetskog rata. Poljoprivrednici su rezali grane i stabla su se sušila nakon čega su stavljena u vatru. Zatim su posijali raž. Kasnije su spaljenu zemlju koristili za pašnjake sve dok šuma nije ponovno izrasla. Potom su preselili aktivnosti na novi dio šumskog zemljišta (Kranjc, 1979).

Regarding the maps available at the Historical Map Portal Mapire (Arcanum maps) a very remote household settlement has been determined in the wider area of Ljubija spring catchment, Bele Vode settlement, over the time observed (Arcanum maps).

Currently, four households are located above the Ljubija spring: 2 households (7 inhabitants) are permanently inhabited, one is occasionally inhabited, while the last one is abandoned. Only one of the two farms has descendants and the opportunities for further existence and development. In demographic terms, the Ljubija water catchment area has followed the trend of depopulation.

Regarding the change of the population, depopulation processes are in progress in the whole settlement of Bele Vode (Table 1, Figure 4). In spite of good infrastructure (roads, water supply) the quality of living environment is not attractive enough for people to settle down in such a remote territory. The comfort of urban residence seems to be more popular. We collected data on the population available from official censuses from 1869–2021.

The population trend in the observed period showed a non-vital state. The total population number for the whole settlement of Bele Vode has almost halved in the period observed ($I_{2021/1869}=54.7$). The official census showed that the number of households was increasing ($I_{2018/1948}=115$) (Table 1). The trend of the total population for the same period, $I_{2018/1948}=64.7$, was slightly less unfavourable than in the 1869–2021 period.

Evaluation of socio-economic changes

Using the indicators method for the areas' comparison, the results exposed both similarities and differences between the two drinking water supply areas.

According to the collected (and available) census data on population development for both catchment areas in the period observed (Table 2), from the middle of the 19th century until the beginning of the 21st century, the index value for number of inhabitants show rather intensive depopulation process; in Gradole spring area 78.78

Na kartama dostupnim na portalu povijesnih karata Mapire/Arcanum maps, koje se poklapaju s promatranim razdobljem, utvrđeno je udaljeno naselje u širem području slijeva izvora Ljubija odnosno naselja Bele Vode (Arcanum Maps).

Trenutno su četiri kućanstva smještena iznad izvora Ljubija: dva kućanstva (7 stanovnika) trajno su naseljena, jedno je povremeno naseljeno, a posljednji objekt više nije naseljen. Samo jedna od dviju farma ima potomke i mogućnosti za daljnji opstanak i razvoj. Područje slijeva izvora Ljubija, demografski gledano, slijedilo je trend depopulacije.

Što se tiče promjene broja stanovnika, u cijelom naselju Bele Vode prisutan je proces depopulacije (tab. 1, sl. 4). Unatoč dobroj infrastrukturi (ceste, vodoopskrba) kvaliteta života nije dovoljno privlačna da bi se ljudi trajno naselili na tako udaljenom području. Čini se da je udobnost stanovanja u urbanom području popularnija. Podatke o stanovništvu prikupljeni su iz službenih popisa stanovništva od 1869. – 2021.

Kretanje broja stanovnika u promatranom razdoblju pokazalo je dosta nevitarno stanje. Ukupan broj stanovnika za cijelo naselje Bele Vode gotovo se prepолоvio u promatranom razdoblju ($I_{2021/1869}=54,7$). Službeni popis stanovništva pokazao je da se broj kućanstava povećava ($I_{2018/1948}=115$) (tab. 1), dok je trend ukupnoga broja stanovnika za isto razdoblje $I_{2018/1948}=64,7$ manje nepovoljan nego u cijelom razdoblju 1869. – 2021.

Evaluacija socioekonomskih promjena istraživanih područja

Korištenjem metode indikatora za usporedbu područja rezultati su otkrili sličnosti i razlike između dvaju istraživanih područja.

Prema prikupljenim (i dostupnim) popisnim podacima o razvoju stanovništva za oba slijeva područja u promatranom razdoblju (tab. 2), odnosno od sredine 19. stoljeća do 21. stoljeća, vrijednosti indeksa za broj stanovnika pokazuju prilično intenzivan proces depopulacije; u području izvora Gradole 73,36 ($I_{2021/1869}$) i 55,11 ($I_{2020/1869}$) u širem

Tab. 2 Population changes in the observed areas, 19th–21st centuries
Tab. 2. Promjene broja stanovnika u razdoblju od sredine 19. st. do 21. st.

Periods / Population / Razdoblje / Pokazatelj stanovništva	Number of inhabitants / Broj stanovnika $I_{2021/1869}$	Male / Muško $I_{2021/1948}$	Female / Žensko $I_{2021/1948}$	Share of employed / Udio zaposlenih $I_{2011/1953}^*$	Employees in Agriculture 1991 / Zaposleni u poljoprivredi 1991. (%)	Employees in Forestry 1991 / Zaposleni u šumarstvu 1991. (%)	Households / Broj kućanstava $I_{2001/1948}$
GRADOLE	73.36	59.01	57.94	92.3	15.39	0.13	88.1
				Share of employed ($I_{2002/1953}$)	Employees in agriculture, 2002 (%)		Households $I_{2002/1948}$
LJUBIJA	54.7	64.2	64.3	85.7	37.3	7.05	115

Sources / Izvori: FSO (1951; 1960a; 1960b; 1965a; 1965b; 1975a; 1975b; 1986); DZS (1991a; 1991b; 2002; 2012a; 2012b; 2022; 2024); Matricula register (2020); SORS (2022)

*Data for the municipalities in the research area, the data for settlements is unavailable

*Podatci na razini općina (podatci na razini naselja nisu dostupni)

($I_{2021/1857}$) and 55.11 ($I_{2020/1869}$) in the wider Ljubija spring area (settlement Bele Vode). The number of households shows an opposite trend. For Gradole the household change index shows a lesser decline 88.1 ($I_{2001-1948}$), but it is important to note that the trend is positive since 1981. The household index ($I_{2002-1948}$) in the Ljubija area was 115. Due to census regulations and the low population, we could not obtain more up-to-date data for Bele Vode. But indexes indicate that there are fewer inhabitants per household compared to the past. The decrease of male and female population in the Gradole area has similar index values ($I_{2021/1948}$ =59.01 for male, and $I_{2021/1948}$ =57.94 for female). In the Ljubija area, the male population change index (66.5) is higher than that of the female population (62.9).

The census data for employment trend calculation were very limited for different time periods for each area. Although we could find that the deagrification and deruralization processes have been taking place since the dataset accessed from 1953, in Gradole ($I_{1991-1953}$ =19.8), and as well as in the wider Ljubija area ($I_{2002-1953}$ =61.1) (Table 1 and 2), but to a lesser extent. Generally, the share of the employed people in both areas has been declining—the index for municipalities in the Gradole area was 92.3 ($I_{2011-1953}$) and 85.7 ($I_{2002-1953}$) for the Ljubija catchment area. The share of employees in forestry did not vary significantly; in the Gradole from 0.08 % (1953) to 0.13 % (1991) and from 8.4 % to 7.05 % (1953–1991) in the Ljubija area.

području izvora Ljubija (naselje Bele Vode). Broj kućanstava dokazuje suprotan trend. Za Gradole indeks promjene broja kućanstava pokazuje manji pad 88,1 ($I_{2001/1948}$), ali je važno napomenuti da je trend pozitivan od 1981. Indeks kućanstva ($I_{2002/1948}$) u području Ljubije iznosio je 115. Zbog popisnih propisa i maloga broja stanovnika nismo mogli doći do ažurnijih podataka. Indeksi pokazuju da danas po kućanstvu živi manji broj stanovnika u odnosu na prošlost. Pad broja muškoga i ženskoga stanovništva na području Gradole ima podjednake vrijednosti indeksa ($I_{2021/1948}$ = 59,01 za muško i $I_{2021-1948}$ = 57,94 za žensko stanovništvo). Na ljubijskom području indeks promjene muškoga stanovništva (66,5) veći je od indeksa ženskoga stanovništva (62,9).

Popisni podatci za izračun trenda zaposlenosti bili su vrlo ograničeni za različita razdoblja za oba područja. Unatoč tomu, uspoređujući današnje podatke s najstarijima koji su nam dostupni (1953.), vidljivo je da procesi deagrifikacije i deruralizacije na području izvora Gradole traju od najstarijih istraživanih godina ($I_{1991/1953}$ =19,8), kao i na širem ljubijskom području ($I_{2002/1953}$ =61,1) (tab. 1 i 2), ali u manjoj mjeri. Općenito, udio zaposlenih u obama područjima opada; indeks zaposlenosti za općine na prostoru izvora Gradole iznosio je 92,3 ($I_{2011/1953}$) te 85,7 ($I_{2002/1953}$) za slijevno područje Ljubije. Udio zaposlenih u šumarstvu nije značajno varirao – na području izvora Gradole od 0,08 % (1953.) do 0,13 % (1991.) i od 8,4 % do 7,05 % (1953. – 1991.) u području izvora Ljubija.

Gradole spring catchment

Land use changes in the Gradole spring catchment were observed through changes in four land use categories: agriculture (vineyards were distinguished if they were specified within the category), forests, meadows, and built-up areas. The vineyard area was analysed within the agriculture category as data were not available for all periods. Land use data for the 18th century were not collected because no cartographic data were available (the first military survey did not cover the study area because it was under Venetian rule).

We can see that during the period observed (Table 3, Figure 5), agricultural land showed modest growth ($I_{2019/1821}=122.67$). Such a result is not surprising because, as mentioned above, most of the population of the Gradole spring catchment has always been involved in agriculture. Only in the recent period, between 1980 and 2018, can we observe a slight decrease in the amount of land used for agriculture. It is interesting to note the sharp decline in vineyards. According to the data, between 1932 and 1980 more than 90% of the vineyards have vanished. This can be partly explained by the economic and political situation and processes at that time. Namely, between the World Wars there was a change of government, and wheat production was imposed instead of viticulture. After the Second World War, the former Institute of Agriculture and Tourism in Poreč was abolished and would not open again until 1984. In that period, family wine production was marginalized, and the majority of production was done by combines that produced so-called industrial wines (Institut za poljoprivredu i turizam, 2020). Despite this, production was not accompanied by technological development, which probably had an impact on the reduction of production (Istrapedia, 2009b). Despite the aforementioned, the differences between the cartographic sources used for this analysis should be highlighted. Due to the differences in scale and types of cartographic sources, it is clear that the decline in the area of vineyards in the mentioned period may have been overstated compared to the actual situation.

Slijev izvora Gradole

Promjene u korištenju zemljišta na slijevu izvora Gradole promatrane su kroz promjene u četiri kategorije korištenja zemljišta: poljoprivreda, šume, livade i izgrađena područja. Područje vinograda analizirano je unutar kategorije poljoprivrede jer podatci nisu bili dostupni za sva razdoblja. Podatci o korištenju zemljišta za 18. stoljeće nisu prikupljeni jer kartografski podatci nisu bili dostupni (Prva vojna izmjera nije obuhvatila istraživano područje jer je ono bilo pod mletačkom vlašću).

Vidljivo je da su tijekom promatranoga razdoblja (tab. 3, sl. 5) poljoprivredna zemljišta ostvarila blagi rast, odnosno povećanje površine ($I_{2019/1821} = 122,67$). Ovakav rezultat ne iznenađuje jer se, kao što je ranije navedeno, najveći dio stanovništva na području slijeva izvora Gradole oduvijek bavio poljoprivredom. Tek u posljednjem razdoblju, od 1980. do 2018. godine, može se uočiti blagi pad površine korištene za poljoprivredu. Zanimljivo je naglo smanjenje površina vinograda. Prema podacima, između 1932. i 1980. više od 90 % vinograda je nestalo. To se djelomično može objasniti gospodarskom te političkom situacijom i procesima u to vrijeme. Naime, između dvaju svjetskih ratova došlo je do promjene vlasti te je umjesto vinogradarstva bila nametnuta proizvodnja pšenice. Nakon Drugoga svjetskog rata ukinut je tadašnji Institut za poljoprivredu i turizam u Poreču, sve do 1984. godine. U tom razdoblju obiteljska proizvodnja vina bila je marginalizirana, a većinu proizvodnje činili su kombinati koji su proizvodili tzv. industrijska vina (Institut za poljoprivredu i turizam, 2020). Unatoč tomu ta proizvodnja nije popraćena tehnološkim razvojem, što je vjerojatno imalo utjecaja na smanjenje proizvodnje (Istrapedia, 2009b). Ipak treba istaknuti razliku između kartografskih izvora korištenih za ovu analizu. Zbog razlika u mjerilu te vrstama kartografskih izvora jasno je da je pad površina vinograda u spomenutom razdoblju možda prenaplašen u odnosu na stvarno stanje.

Tab. 3 Land use changes in the Gradole and Ljubija spring catchment, from the second half of the 18th century to 2018.
Tab. 3. Promjene korištenja zemljišta na slijevnim područjima izvora Gradole i Ljubija, razdoblje od druge polovice 18. stoljeća do 21. stoljeća

GRADOLE Periods/Land use / Razdoblje/Korištenje zemljišta (km ²)	18th century / 18. stoljeće	19th century (1821–1836) / 19. stoljeće (1821.– 1836.)	20th century (1932) / 20. stoljeće (1932.)	20st century (1980) / 21. stoljeće (1980.)	21st century (2018) / 21. stoljeće (2018.)	In share (2018) / u udjelima (2018.) (%)	Change / Promjena I _{2018/1821}
Agriculture (vineyards) / Poljoprivreda (vinogradi)	N.A.	93.24 (N.A.)	101.7 (49.9)	115.48 (3.94)	114.38 (4.19)	48.39 (1.77)	122.67 (N.A.)
Forest* / Šume*	N.A.	75.25	67.22	72.78	81.21	34.36	107.92
Meadows / Livade	N.A.	67.47	66.76	46.25	38.21	16.17	56.63
Built-up areas / Izgrađena područja	N.A.	0.41	1.41	1.83	2.55	1.08	621.95
Area total / Ukupna površina		236.4	236.4	236.4	236.4		
LJUBIJA Periods / Land use / Razdoblja/ Korištenje zemljišta (km ²)	18th century / 18. stoljeće (1784–1785)	19th century / 19. stoljeće (1821–1836)	20th century / 20. stoljeće (1935–1941)	20th century / 20. stoljeće (1968–1979)	21st century / 21. stoljeće (2019)	In share (2019) / u udjelima (2019.) (%)	Change / Promjena I _{2019/1821} (I _{2019/1784})
Arable land / Obradeno zemljište					0.003	0.0004	/
Forest / Šume	4.62	7.26	6.11	7.47	7.12	0.85	98,1 (154,1)
Meadow / Livade	3.76	1.13	2.28	0.91	1.2	0.14	106,2 (31,9)
Orchard / Voćnjaci					0.02	0.0026	/
Built-up area / Izgrađena područja	0.01	0.01	0.03	0.02	0.05	0.006	500 (500)
Water area / Vodene površine					0.001	0.0001	

*including transitional shrub to woodland areas / *uključujući prijelazni grm u šumska područja

Area/Land use Change / Površina/promjena korištenja zemljišta	forest	meadow	orchard	Built-up area	Water area
GRADOLE (I _{2018/1821})	107.9	56.6	/	621.9	/
LJUBIJA (I _{2019/1784})	98.1	106.2	/	500.0	/

Sources: Arcanum maps, Maps of Europe; McMaster University Digital Archive; Copernicus Land Monitoring Service, "Corine land cover"; vector data of the Actual use of agricultural and forest land in 2019.

Izvori: Arcanum maps, Maps of Europe; McMaster University Digital Archive; Copernicus Land Monitoring Service, Corine land cover; vektorski podatci Actual use of agricultural and forest land in 2019.)

Forest areas show a moderate decline from the first half of the 19th to the first half of the 20th century. The decline in forests during this period was logically accompanied by an increase in agriculture and built-up areas. The area of meadows (and pas-

Šumske površine bilježe umjereni pad od prve polovice 19. do prve polovice 20. stoljeća. Smanjenje šuma u tom razdoblju logično je pratilo povećanje poljoprivrednih i izgrađenih površina. Površina livada (i pašnjaka) ostala je gotovo nepro-

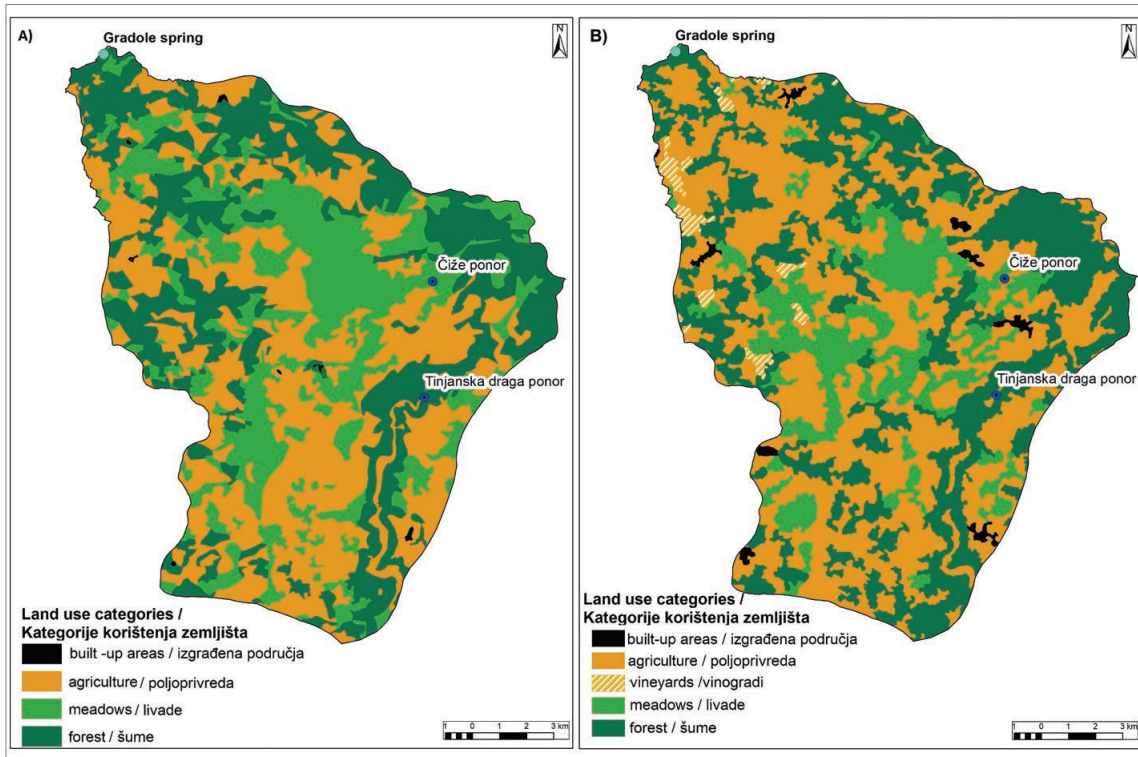


Fig. 5 Land use changes in the Gradole spring basin (A – 1836; B – 2018)
Sl. 5. Promjene u korištenju zemljišta na području slijeva izvora Gradole (A – 1836. god.; B – 2018. god.)

Source : based on: Arcanum maps, Maps of Europe; Copernicus Land Monitoring Service, Corine land cover
Izvor: izrađeno prema podacima: Arcanum maps, Maps of Europe; Copernicus Land Monitoring Service, Corine land cover

tures) remained almost unchanged. Between 1932 and 2018, the area of meadows decreased significantly. Increases in forest area are most marked during this period, as with areas used for agriculture and the built-up areas. It is clear that, with the lack of population and livestock, vegetation succession took place and transformed former meadows and pastures into forests. Built-up (urban) areas show a steady increase throughout the period under study. Comparing the land use data of the 19th and 21st centuries, it is clear that forest areas have increased slightly ($I_{2018/1821}=107.92$). The areas used for agriculture have increased ($I_{2019/1821}=122.67$), while the area of meadows has almost halved ($I_{2018/1821}=56.63$). Built-up areas show the largest relative increase ($I_{2018/1821}=621.96$), although they account for only 1.08 % of the total study area.

mijenjena. Između 1932. i 2018. površina livada znatno se smanjila. Šumske površine se u tom razdoblju najizrazitije povećavaju, kao i površine koje se koriste za poljoprivredu te izgrađena područja. Jasno je da je s nedostatkom stanovništva i stoke došlo do sukcesije vegetacije koja je nekadašnje livade i pašnjake pretvorila u šume. Izgrađena (urbana) područja pokazuju stalan porast tijekom cijeloga promatranog razdoblja. Uspoređujući podatke o korištenju zemljišta u 19. i 21. stoljeću, vidljivo je da su šumske površine blago porasle ($I_{2018/1821} = 107,92$). Poljoprivredne površine su se povećale ($I_{2018/1821} = 122,67$), dok su se površine livada gotovo prepolovile ($I_{2018/1821} = 56,63$). Izgrađena područja pokazuju najveći relativni porast ($I_{2018/1821} = 621,96$) iako čine samo 1,08 % ukupne površine istraživanja.

Ljubija spring catchment

Differences in land use area can be observed over individual time periods. We can see trends of rising and declining areas of individual categories. The area of forests increased from the 18th century to the 19th century, followed by a slight decline in the period before the Second World War, and then the areas increased again. Urban and built-up areas increased until the period before World War II, followed by a decline. The dynamics of changing urban and forest areas coincide with the socio-demographic processes of this area. Throughout all periods there has been a declining trend in population. Household declines and emigration can be traced back to World War II and lasted to the early 1990s. The process of agricultural land being overgrown by the forest has begun. People were looking for work in newly-established factories in the cities in the valleys. The main problems in this period were the reduction of the population and population aging, the abandonment of agricultural production and the deterioration of the cultural landscape. Abandonment of agricultural production has an impact on increased afforestation and greening (Sajovic, 2005). Therefore, we can conclude that landscape transformation processes such as afforestation and greening are connected with depopulation and are less evident at the observed area. In the period after 1991, there was a noticeable increase in the number of households, built-up areas and meadows, and a decrease in forest areas (Figure 5 and 6; Table 1, 2 and 3).

Slijev izvora Ljubija

U pojedinim razdobljima mogu se uočiti razlike u korištenju zemljišta. Pojedine kategorije korištenja zemljišta bilježe trend rasta, a pojedine trend pada. Površine šuma povećavale su se od 18. do 19. stoljeća nakon čega je uslijedio blagi pad u razdoblju prije Drugoga svjetskog rata, a zatim su površine ponovno povećane. Urbane i izgrađene površine povećavaju se sve do razdoblja prije Drugoga svjetskog rata nakon čega slijedi pad. Dinamika mijenjanja urbanih i šumskih površina slaže se sa sociodemografskim procesima ovoga prostora. Kroz sva razdoblja bilježi se trend pada broja stanovnika. Pad kućanstava i emigracija mogu se pratiti od Drugoga svjetskog rata do ranih 1990-ih. Trenutno je aktivan proces zarastanja poljoprivrednih površina šumom. Ljudi su tražili posao u novoosnovanim tvornicama u gradovima u dolini. Glavni su problemi u ovom razdoblju smanjenje broja stanovništva i njihovo starenje, napuštanje poljoprivredne proizvodnje i propadanje kulturnoga krajobraza. Napuštanje poljoprivredne proizvodnje utječe na pojačano pošumljavanje i ozelenjavanje (Sajovic, 2005). Stoga možemo zaključiti da su procesi transformacije krajobraza poput pošumljavanja i ozelenjavanja povezani s depopulacijom, te su manje izraženi na promatranom području. U razdoblju nakon 1991. godine zamjetan je porast broja kućanstava, izgrađenih površina i livada, a smanjenje šumskih površina (sl. 5 i 6; tab. 1, 2 i 3).

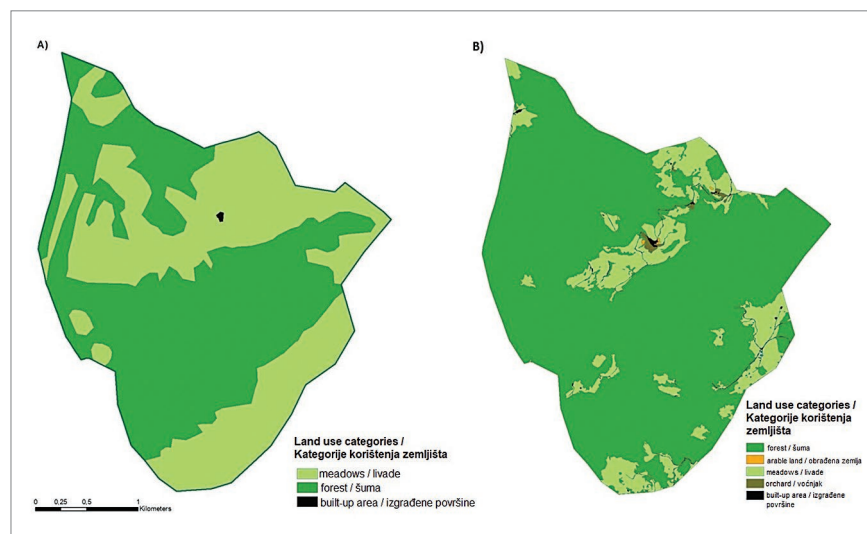


Fig. 6 Land use changes in the Ljubija spring catchment (A – 1785, based on the Austrian first military survey; B – 2019)

Sl. 6. Promjene u korištenju zemljišta u slijevu izvora Ljubija (A – 1785. god., na temelju prve austrijske vojne izmjere; B – 2019. god.)

Source: based on: Arcanum maps, Maps of Europe; vector data of the Actual use of agricultural and forest land in 2019

Izvor: izrađeno prema podacima: Arcanum maps, Maps of Europe; vector data of the Actual use of agricultural and forest land in 2019.

Forest index value for both catchments, Gradole 107.9 ($I_{2018/1821}$) and Ljubija 161.6 ($I_{2019/1784}$) indicate the afforestation process, which proves to be prevailing land use trend, also characteristic for Slovenian and Croatian rural areas. Additionally, it coincides with depopulation, aging process and decreasing number of the agriculture employees.

Conclusion

In spite of the catchments' natural vulnerability, the management of both karst springs have successfully managed the water supply role and settlement pressure including human activities. Beside legislation measures, the self-sufficient lifestyle of locals enabled land cultivation and landscape conservation in accordance with limited natural capacity. Gradole and Ljubija spring catchments present a balanced interaction between human needs and environmental sensitivity. Both areas have kept an inhospitable, even backwards picture from the urban (comfort) point of view, where tradition is present. Additionally, the prevailing forest land use supports stable water-ecological capacities.

According to actual comparison results of the human-environment interaction in Gradole and Ljubija spring catchments, we established the following findings within the three approaches:

1) *Environmental approach* - exposed the spring catchment of Gradole since the whole area (100%) has been under the sanitary protection of different levels. In the wider Ljubija spring area only 8.9% of the surface is protected due to water supply regulation. The land use category shares do not follow the protected landscape picture: the least intensive, forest land use presents 84.4% of surface in Ljubija spring catchment, which could be connected to the lower share of protected water area. In the Gradole spring area, forests take up one-third of the area, while the highest share belongs to arable land use (46.6%), what means a strict obligation for landowners to adhere to spring protection regulations.

Vrijednost indeksa površina pod šumama za područje Gradole ($I_{2018/1821} = 107,9$) upozorio je na proces pošumljavanja, tj. rast površina šuma, što se pokazalo kao prevladavajući trend korištenja zemljišta. Istraživano područje Ljubija pokazalo je u istom razdoblju blago negativan trend ($I_{2019/1821} = 98,1$). Inače je trend pošumljavanja karakterističan za slovenska i hrvatska ruralna područja. K tomu, poklapa se s procesom depopulacije, procesom starenja i smanjenjem broja zaposlenih u poljoprivredi.

Zaključci

Unatoč prirodnoj ranjivosti istraživanih sljevova upravljanje obama krškim izvorima očuvalo je njihovu vodoopskrbnu ulogu i ograničilo pritiske ljudskih aktivnosti. Osim zakonskih mjera samodostatni način života mještana omogućio je obradu zemlje i očuvanje krajobraza u skladu s ograničenim prirodnim mogućnostima. Sljevovi izvora Gradole i Ljubija predstavljaju uravnoteženu interakciju između ljudskih potreba i osjetljivosti okoliša. Oba kraja zadržala su ruralnu, čak i nazadnu sliku s urbanoga (komfornog) gledišta. K tomu, prevladavajuća namjena šumskoga zemljišta podržava stabilne vodno-ekološke kapacitete.

Prema stvarnim usporednim rezultatima interakcije čovjeka i okoliša na promatranim područjima unutar triju pristupa došli smo do sljedećih zaključaka:

1) *Ekološki pristup* otkrio je da je sljev izvora Gradole potpuno (100 %) pod sanitarnom zaštitom različitih razina. U širem području izvorišta Ljubija samo je 8,9 % površine zaštićeno regulacijom vodoopskrbe. Udjeli kategorija korištenja zemljišta ne slijede sliku zaštićenoga krajobraza: najmanje intenzivno korištenje šumskoga zemljišta predstavlja 84,4 % površine u slijevu izvora Ljubija, što bi se moglo povezati s manjim udjelom vodozaštitnoga područja. Na području izvora Gradole šume zauzimaju trećinu površine, dok najveći udio ima poljoprivreda (46,6 %), što znači obvezu vlasnika zemljišta na poštivanje propisa o zaštiti izvora. Kategorija livada zauzima sličan udio u površini u obama pro-

The meadow category is similar in both areas observed, 14.3% in Ljubija and 16.7% in Gradole catchment. Due to the climate and location there is only 0.26% of orchard land use in Ljubija and 1.77% traditional vineyards in the Gradole spring catchment. The built-up area shares are low in both areas—1.08% in Gradole and 0.6% in Ljubija. Both researched areas are still under the water protection regime from the previous century, i.e. Gradole from 1967 and Ljubija from 1983.

2) *Social features* - showed poor development prospects of the areas surveyed. A strong depopulation trend has been taking place according to the available census data starting after the Second World War (Figure 4), i.e. from 1948 in Gradole region ($I_{2021-1857}=78.78$; $I_{2021-1948}=58.47$), whereas for the wider Ljubija spring area, settlement of Bele Vode, the population data has been decreasing from the first survey in 1869 ($I_{2021-1869}=54.7$). In the Gradole catchment, the population has been decreasing steadily since 1921, whereas in the Ljubija catchment there was a rise of inhabitants in 1991. Although household number development is more promising: $I_{2002-1948}$ is 115 for Ljubija and 88.1 ($I_{2001-1948}$) for Gradole. We estimated that today there are fewer inhabitants per household than at the time of the first census in the 19th century, in the period of rural overpopulation. In recent decades, the both catchments' population is stagnating and tends to be slowly depopulating, caused by a very high proportion of elderly people. Aging could be another typical process for Slovenian and Croatian rural areas. The researched areas are also alike in terms of rare and dispersed settlement types—1.4 inhabitants per km² were found in Ljubija and 38.7 inhabitants per km² in Gradole. The consequences of demographic trends and population changes are, in turn, reflected in the catchments' land use development. With the demographic decline and the slow abandonment of active agriculture, forest areas are increasing. Vegetative succession is overtaking pastures, meadows and abandoned agricultural areas. However, it is important to note that there is no decrease in total area under agriculture, as many inhabitants are engaged in agriculture in addition to their main occupation, which is also the case in Gradole (46.6% of arable land). This is explained

matranim područjima, 14,3 % na području Ljubije i 16,7 % na slijevu Gradole. Zbog klimatskih i lokacijskih razloga na području Ljubije je 0,26 % površina pod voćnjacima, a tradicionalnih vinograda u slijevu izvora Gradole 1,77 %. Udjeli izgrađenih (urbanih) površina niski su u obama područjima; 1,08 % u Gradolama i 0,6 % u slijevu izvora Ljubija. Oba su istraživana područja pod režimom zaštite voda od prošloga stoljeća, Gradole od 1967. godine, a Ljubija od 1983. godine.

2) *Društvena obilježja* pokazala su slabu razvojnu perspektivu promatranih područja. Prema dostupnim podacima popisa stanovništva, od Drugoga svjetskog rata odvija se snažan trend depopulacije na prostoru izvora Gradole ($I_{2021/1857} = 78,78$; $I_{2021/1948} = 58,47$; sl. 4), dok za šire područje izvorišta Ljubija, odnosno naselje Bele Vode, broj stanovnika pada od popisa 1869. ($I_{2021/1869} = 54,7$). Na području slijeva izvora Gradole broj stanovnika konstantno se smanjuje od 1921. godine, dok je u slijevu izvora Ljubija došlo do povećanja broja stanovnika 1991. godine. Broj kućanstava pokazuje drugačije trendove za područje izvora Ljubija $I_{2002/1948} = 115$. Za slijev izvora Gradole indeks kućanstava nešto je manji, 88,1 ($I_{2001/1948}$). Procijenili smo da danas po kućanstvu živi manje stanovnika nego u vrijeme prvoga popisa stanovništva u 19. stoljeću, u razdoblju ruralne prenaseljenosti. Posljednjih desetljeća stanovništvo obaju istraživanih područja stagnira i ima tendenciju polagane depopulacije, što je uzrokovano vrlo visokim udjelom starijih osoba. Starenje je još jedan tipičan proces za slovenska i hrvatska ruralna područja. Istraživana područja slična su i po rijetkom i disperziranom tipu naseljenosti; U Ljubiji je evidentirano 1,4 stanovnika po km², dok je na području slijeva izvora Gradole prosjek 38,7 stanovnika po km². Posljedice demografskih kretanja i promjena stanovništva obrnuto se odražavaju na razvoj korištenja zemljišta u promatranim sljevovima. S demografskim padom i polaganim napuštanjem aktivne poljoprivrede povećavaju se šumske površine. Vegetativna sukcesija zahvaća pašnjake, livade i napuštene poljoprivredne površine. No, važno je napomenuti da nema smanjenja ukupnih poljoprivrednih površina jer se velik broj stanovnika uz svoje osnovno zanimanje bavi i poljoprivredom, što je slučaj u izvorištu Gradole (46,6 % obradivih površina). To se objaš-

by the decreasing livestock activities, which is why forests are emerging in the area of former pastures. The share of the agriculture employees decreased in both areas—from 77.5% to 15.4% in Gradole (1953–1991) and from 61% to 37.3% (1953–2002) in the Ljubija catchment. The share of people employed in forestry has not changed significantly: from 0.08% in 1953 to 0.13% in Gradole and from 8.4% to 7.05% (1953–1991) in Ljubija.

3) From the *land use* point of view the process of afforestation has been stressed according to the index of landuse—in Gradole region there was $I_{2019/1821}$ of 107.9 calculated for the forest category. In the Ljubija area it was even higher for the whole accessible data series ($I_{2019/1784}=161.6$), whereas the comparison of the same period showed a slightly negative trend in Ljubija ($I_{2019/1821}=98.1$). Because of that trend we estimated forestry to be a potential economic activity within long term rural development: green jobs, use of endogenous resources. During most of the period under study, agriculture was the main occupation of the inhabitants of the Gradole area. After the 1971 census, we noted a strong decrease in the share of agriculture in the total economy, which is a consequence of the economic transition. Nevertheless, agriculture seems to have kept its traditionally sustainable role, catering to the future needs of inhabitants of both areas. Additionally, there is considerable market potential in agriculture. Vineyards and arable land in Gradole, on the other hand, breeding (organic) livestock for meat production in the Ljubija area. Tourism, trade and production of organic products are opportunities for Gradole and Ljubija farmsteads in terms of supplementary activities' registration, a viable option for the areas' development and for attracting younger residents. They could promote their tradition and history (mills, saws, self-supplied agriculture) completely environmentally acceptable. The main obstacles are probably very small and fragmented parcels of agricultural land in Gradole and legal issues of ownership in both areas.

According to the multidisciplinary approach we established the following multi-aspect data base (Table 4).

njava sve manjim stočarskim djelatnostima, zbog čega šume nastaju na području nekadašnjih pašnjaka. U obama područjima smanjen je udio zaposlenih u poljoprivredi – sa 77,5 % na 15,4 % na području izvora Gradole (1953. – 1991.) i sa 61 % na 37,3 % (1953. – 2002.) u slijevu izvora Ljubija. Udio zaposlenih u šumarstvu nije se značajno promijenio: s 0,08 % 1953. godine na 0,13 % u području Gradole i s 8,4 % na 7.05 % (1953. – 1991.) u slijevu Ljubija.

3) S gledišta *korištenja zemljišta* prisutan je proces rasta površina pod šumom, prema indeksu korištenja zemljišta, u regiji Gradole $I_{2018/1821} = 107,9$. Na području Ljubije proces rasta šumskih površina još je naglašeniji za cijeli niz dostupnih podataka ($I_{2019/1784} = 161,6$), ali je blago negativan za usporedivo razdoblje ($I_{2019/1821} = 98,1$). Zbog navedenih trendova šumarstvo smo procijenili kao potencijalnu gospodarsku aktivnost u okviru dugoročnoga ruralnog razvoja: zelena radna mjesta, korištenje endogenih resursa. Tijekom većega dijela promatranog razdoblja poljoprivreda je bila glavno zanimanje stanovnika područja Gradole. Nakon popisa stanovništva 1971. godine bilježimo snažno smanjenje udjela poljoprivrede u ukupnom gospodarstvu, što je posljedica gospodarske tranzicije. Ipak, čini se da poljoprivreda zadržava svoju tradicionalno održivu ulogu s obzirom na samoopskrbne djelatnosti stanovništva. Posebno je to izraženo na području izvora Gradole, na kojem prevladavaju poljoprivredne površine (46,6 % ukupnoga područja). Uz to postoji i tržišni potencijal. Vinogradi i oranice na području slijeva izvora Gradole, a s druge strane uzgoj (organske) stoke za proizvodnju mesa u ljubijskom kraju. Turizam, trgovina i proizvodnja ekoloških proizvoda prilika su za seoska gospodarstva prostora izvora Gradole i Ljubija u smislu registracije dopunskih djelatnosti te su isplativa opcija za razvoj područja i privlačenje mlađega stanovništva. Postoji mogućnost promoviranja tradicije i povijest (mlinovi, pile, samoopskrbna poljoprivreda) na potpuno ekološki prihvatljiv način. Glavne prepreke su vjerojatno vrlo male i rascjepkane čestice poljoprivrednoga zemljišta na području izvora Gradole i pravni problemi vlasništva na obama područjima.

Prema odabranom multidisciplinarnom pristupu objedinili smo podatke različitih gledišta u bazu podataka prikazanu u tablici 4.

Tab. 4 Evaluation of the Environmental, Landuse and Social characteristics of the study areas (most recent data)
Tab. 4. Podatci o okolišnim, društvenim te obilježjima korištenja zemljišta za istraživana područja (recentni podatci)

Area/aspect / Prostor	Environmental / Okoliš	Landuse / Korištenje zemljišta	Social / Društvo
LJUBIJA	<p>Share of (water/spring) protected area: 8.9 % / Udio zaštićenoga područja (slijeva): 8,9 %</p> <p>Share of land use categories: / Udio kategorija korištenja zemljišta: forest area / šume: 84.8% arable land / poljoprivredna zemljišta: 0.04% meadow / livade: 14.3% orchard / voćnjaci: 0.26% built-up area / izgrađena područja : 0.6% water area / vode: 0.12% legal start year of water protection: 1983 / početak zakonske zaštite: 1983.</p>	<p>Land use trends (prevailing) as economic potential: Afforestation / Trendovi korištenja zemljišta (prevladavajući) kao ekonomski potencijal: rast šumskih površina</p> <p>Economic/production activities: forestry, organic agriculture / Gospodarske/proizvodne aktivnosti: šumarstvo, organska poljoprivreda</p> <p>Agriculture/forest employees (green jobs): 50% / Udio zaposlenih u poljoprivredi i šumarstvu (zelene djelatnosti): 50 %</p> <p>Spring capacity (number of (other) people for water supply/provision): 30,000 / Kapacitet izvora (broj ljudi koje opskrbljuje): 30 000</p>	<p>Population trends: depopulation / Trend kretanja broja stanovnika: depopulacija</p> <p>Settlement type: sparsely / Tip naselja: rastrkan i objekti</p> <p>Household trends: $I_{2002/1948} = 115$ Trend kretanja broja kućanstava: $I_{2002/1948} = 115$</p> <p>Population density: 1.4 inhab./km² / Gustoća stanovnika: 1,4 stan./km²</p> <p>Share of active (employed) people: 66.7% / Udio aktivnog (zaposlenog) stanovništva: 66,7 %</p>
GRADOLE	<p>Share of (water/spring) protected area: 100% of the catchment* / Udio zaštićenoga područja (slijeva): 100 %</p> <p>Significant protection: 9,8% (1st and 2nd zone of sanitary protection) Značajnija zaštita: 9,8 % (I. i II. zona sanitarne zaštite)</p> <p>Share of land use categories: / Udio kategorija korištenja zemljišta: forest area / šume: 34.36% arable land / poljoprivredna zemljišta: 46.62% meadow / livade: 16.67% vineyard / vinogradi: 1.77% built-up area / izgrađene površine: 1.08% Start year of water protection: 2003** (1967) / Početak zakonske zaštite: 2003.** (1967.)</p>	<p>Land use trends as economic potential: agrarization, afforestation (succession) / Trendovi korištenja zemljišta (prevladavajući) kao ekonomski potencijal: rast poljoprivrednih površina i šuma (sukcesija)</p> <p>Economic/production activities: Trade, manufacture, tourism / Gospodarske/proizvodne aktivnosti: trgovina, obrtništvo, turizam</p> <p>Agriculture/forest employees (green jobs): < 10% / Udio zaposlenih u poljoprivredi i šumarstvu (zelene djelatnosti): < 10%</p> <p>Spring capacity (number of people for water supply/provision): 100,000 (approx.) / Kapacitet izvora (broj ljudi koje opskrbljuje): 100 000 (procjena)</p>	<p>Population trends: stagnation/ depopulation / Trend kretanja broja stanovnika: stagnacija/depupulacija</p> <p>Settlement types: villages and small towns / Tipovi naselja: sela i mali gradovi</p> <p>Household trends: $I_{2001/1948} = 88.1$ / Trend kretanja broja kućanstava: $I_{2001/1948} = 88,1$</p> <p>Population density: 38.7 inhab./km² / Gustoća stanovnika: 43,1 stan./km²</p> <p>Share of active (employed) people: 39.6% / Udio aktivnog (zaposlenog) stanovništva: 39,6 %</p>

*The whole area of the Gradole spring catchment is under different levels of sanitary protection

** Starting year of protection in current state/area

/ *Cijeli je prostor slijeva izvora Gradole unutar različitih zona sanitarne zaštite

** Godina zaštite u trenutnom opsegu

To conclude, both areas are extremely important for drinking water provision, 30,000 people in Ljubija and 100,000 people from the Gradole area. According to the indicators of comparison of the Ljubija and Gradole environmental development balanced

Zaključno, oba područja izuzetno su važna za opskrbu pitkom vodom, 30 000 ljudi u slučaju izvora Ljubija i 100 000 ljudi u slučaju izvora Gradole. Prema pokazateljima usporedbe razvoja okoliša Ljubije i Gradole utvrđena je uravnotežena dje-

human interaction and strategic protection of the land resources are present within strictly regulated land use. To keep the landscape cultivated in such areas, in addition to preserving the sensitive and vulnerable as karst landscape, an adjusted legislation and financial support concerning the settlement and the limited self-sufficient working activities are needed.

latnost ljudi i strateška zaštita zemljišnih resursa unutar strogo reguliranog korištenja zemljišta. Za očuvanje kultiviranog krajobraza na takvim područjima, uz to osjetljiva i ranjiva kao što je krški krajobraz, obvezna je prilagođena zakonska regulativa i financijska potpora za naseljavanje i ograničene samodostatne radne aktivnosti.

- Agencija Republike Slovenije za okolje, 2016: *Monitoring in ocenjevanje stanja površinskih in podzemnih voda v Sloveniji*, <https://rte.arso.gov.si/vode/poro%C4%8Dila%20in%20publikacije/Monitoring%20in%20ocenjevanje%20stanja%20voda%20v%20Sloveniji.pdf>, (Nov 2021).
- Agencija RS za okolje / Slovenian Environment Agency, 2020: Vodni krog, http://meteo.arso.gov.si/uploads/probase/www/hidro/watercycle/text/sl/observation_sites/springs/Ljubija.pdf (31. 12. 2020.).
- Arcanum Maps, 2021: Maps of Europe, <https://maps.arcanum.com/en/> (31. 1. 2021.).
- Bell, S., Morse, S., 2000: *Sustainability Indicators. Measuring the immeasurable*, Earthscan, London.
- Bezljaj, F., 1956: *Slovene water names I*, Slovene Academy of Science and Art (in Slovene).
- Bognar, A., 2001: Geomorfološka regionalizacija Hrvatske, *Acta geographica Croatica* 34, 7-29.
- Bonacci, O., 1996: Hydrology of the Gradole Karst Spring/Istria-Croatia, in: Kranjc, A. (ed.), *Acta Karstologica XXV*, Slovenska akademija znanosti in umetnosti, Postojna, 45-56.
- Brečko Grubar, V., Plut, D., 2001: The Quality of drinking water resources in Slovenia. *Ujma* 14-15, 238-244. (in Slovene).
- Copernicus Land Monitoring Service, European Environmental Agency, 2020: WMS Corine Land Cover 1980 – 2012, <http://servisi.azo.hr/tlo/wms?request=GetCapabilities&> (31. 12. 2021.).
- Čisto podzemlje, 2020: News, <https://cistopodzemlje.info/en/novosti/> (11. 11. 2021.).
- Donahue, B., 2008: Mapping Husbandry in Concord: GIS as a Tool for Environmental History, in: Knowles, A. K., Hiller, A. (eds.): *Placing History: How Maps, Spatial Data, and GIS Are Changing Historical Scholarship*, ESRI Press, Redlands, 151-177.
- DZS, Croatian Bureau of Statistics / Državni zavod za statistiku Republike Hrvatske, 1991a: *Population census 1991., Population by age and sex, by settlement. Documentation 882 / Popis stanovništva 1991., Stanovništvo prema spolu i starosti po naseljima, Dokumentacija 882*. Zagreb, DZS. /, www.dzs.hr (30. 11. 2022.).
- DZS, Croatian Bureau of Statistics / Državni zavod za statistiku Republike Hrvatske, 1991b: *Population census 1991., Active population employment by field of activity, by settlement, Documentation 885 / Popis stanovništva 1991., Aktivno stanovništvo u zemlji koje obavlja zanimanje, prema području djelatnosti po naseljima, Dokumentacija 885*. Zagreb, DZS. /, www.dzs.hr (30. 11. 2022.).
- DZS, Croatian Bureau of Statistics / Državni zavod za statistiku Republike Hrvatske, 2002: *Population census 2001., Population by age and sex, by settlement. Documentation 1167 / Popis stanovništva 2001., Stanovništvo prema spolu i starosti po naseljima, Dokumentacija 1167*. Zagreb, DZS. www.dzs.hr (30. 11. 2022.).
- DZS, Croatian Bureau of Statistics / Državni zavod za statistiku Republike Hrvatske, 2012a: *Population by age and sex, by settlement, 2011 Census / Stanovništvo prema starosti i spolu po naseljima, Popis 2011.*, www.dzs.hr (30. 11. 2022.).
- DZS, Croatian Bureau of Statistics / Državni zavod za statistiku Republike Hrvatske, 2012b: *Population census 2011: employment by field of activity, age and sex / Popis stanovništva, kućanstava i stanova 2011. godine: zaposleni prema područjima djelatnosti, starosti i spolu*, www.dzs.hr (30. 11. 2022.).
- DZS, Croatian Bureau of Statistics / Državni zavod za statistiku Republike Hrvatske, 2022: *Population by age and sex, by settlement, 2021 Census. / Stanovništvo prema starosti i spolu po naseljima, Popis 2021.* www.dzs.hr (30. 11. 2022.).
- DZS, Croatia Bureau of Statistics / Državni zavod za statistiku Republike Hrvatske, 2024: *Settlements and population of Republic of Croatia 1857. – 2001.* (PC-Axis database). / *Naselja i stanovništvo Republike Hrvatske 1857.-2001.* (PC-Axis baze podataka). <https://web.dzs.hr/Hrv/DBHomepage/Naselja%20i%20stanovnistvo%20Republike%20Hrvatske/Naselja%20i%20stanovnistvo%20Republike%20Hrvatske.htm>, (30. 11. 2021.).
- ESRI, 2017: World Topographic Map. <https://www.arcgis.com/home/item.html?id=7dc6cca0b1764a1f9af2e679f642f0f5> (11. 11. 2021.).
- Faninger, E., 1978: Alpe, Dinaridi in orudjenja v Sloveniji, *Proteus* 41 (3), Ljubljana.
- Ferenčić, M., 2005: Istarski vodovod d. o. o. Buzet., u: Bertoša, M., Matijašić, R. (ur.): *Istarska enciklopedija*, mrežno izdanje, <https://istra.lzmk.hr/clinak/1234> (23. 1. 2024.).
- Frantar, P., Hrvatin, M., 2005: Pretočni režimi v Sloveniji med letoma 1971 in 2000, *Geografski vestnik* 77 (2), 115-127.
- FSO, Federal Statistics Office, 1951: *Final results of the population census of March 15, 1948*, Belgrade, Yugoslavia. / *Konačni rezultati popisa stanovništva od 15 marta 1948 godine*, Beograd.
- FSO, Federal Statistics Office, 1960a: *Census 1953, Book 2: Economic characteristics of the population: final results for FNNRY*, Belgrade, Yugoslavia. / *Popis*

- stanovništva 1953, Knjiga 2: Ekonomska obeležja stanovništva: konačni rezultati za FNRJ i narodne republike*, Beograd.
- FSO, Federal Statistics Office, 1960b: *Census 1953, Book 13: Population and households: data for settlements and parts of settlements according to administrative division in 1953*. Belgrade, Yugoslavia. / *Popis stanovništva 1953: Stanovništvo i domaćinstva: podaci za naselja i delove naselja prema upravnoj podeli u 1953 godini*, Beograd.
- FSO, Federal Statistics Office, 1965a: *Population, households and dwellings census, 1961, Book 3: National structure and population in FNRJ – Data on localities and communes*. Belgrade, Yugoslavia. / *Popis stanovništva, domaćinstva i stanova 1961., Knjiga 3: Nacionalni sastav stanovništva FNRJ – Podaci po naseljima i opštinama*, Beograd.
- FSO, Federal Statistics Office, 1965b: *Population census 1961, Book 14: Activity and occupation; results for localities*. Belgrade, Yugoslavia. / *Popis stanovništva 1961., Knjiga 14: Aktivnost i delatnost; rezultati za naselja*, Beograd.
- FSO, Federal Statistics Office, 1975a: *Population and household census 1971, Book 7: Population and households in 1948, 1953, 1961 and 1971*. Belgrade, Yugoslavia. / *Popis stanovništva i stanova 1971., Knjiga 7: Stanovništvo i domaćinstva u 1948, 1953, 1961 i 1971. i stanovi u 1971*, Beograd.
- FSO, Federal Statistics Office, 1975b: *Population and household census 1971, Book 11: Agricultural population: data for localities and communes*. Belgrade, Yugoslavia. / *Popis stanovništva i stanova 1971., Knjiga 11: Poljoprivredno stanovništvo: rezultati po naseljima i opštinama*, Beograd.
- FSO, Federal Statistics Office, 1986: *Popis stanovništva, domaćinstava i stanova 1981., Stanovništvo po naseljima, općinama i zajednicama. Dokumentacija 553*, Zagreb.
- Gams, I., 2003: *Karst in Slovenia in space and time*, Scientific Research Centre of the Slovene Academy of Science and Art, Postojna.
- Han, Z., 2017: Historical geography and environmental history in China, *Journal of Chinese Studies* 1, 4.
- Hrvatini, M., Zorn, M., 2017: Trendi pretokov rek v slovenskih Alpah med letoma 1961 in 2010, *Geografski vestnik* 89-2, DOI:10.3986/GV89201.
- Hrvatske vode, 2016: *Plan upravljanja vodnim područjima 2016–2021*, Zagreb, https://www.voda.hr/sites/default/files/plan_upravljanja_vodnim_podrucjima_2016._-2021.pdf (30. 11. 2021.).
- Institut za poljoprivredu i turizam, 2020: Institut i vinogradarstvo Istre, http://www.iptpo.hr/index.php?option=com_content&view=article&id=748:vinograd&catid=87&Itemid=605&lang=hr. (23. 1. 2024.).
- Istrapedia, 2009a: Poljoprivreda, <https://www.istrapedia.hr/hr/natuknice/730/poljoprivreda> (11. 11. 2020.).
- Istrapedia, 2009b: Vinogradarstvo, <https://www.istrapedia.hr/hr/natuknice/1343/vinogradarstvo> (23.1.2024.).
- Karle, S., Carman, R., 2020: Digital cultural heritage and rural landscapes: preserving the histories of landscape conservation in the United States. *Built Heritage* 4, doi.org/10.1186/s43238-020-00006-6.
- Kovačić, G., Kolega, N., Brečko Grubar, V., 2016: Vpliv podnebnih sprememb na količine vode in poplave morja v slovenski Istri, *Geografski vestnik* 88 (1), 21–36, DOI: 10.3986/GV88101.
- Kovačić, G., Ravbar, N., 2013: Analysis of human induced changes in a karst landscape: the filling of dolines in the Kras plateau, Slovenia. *Science of the Total Environment* 447, 143–151, doi: 10.1016/j.scitotenv.2013.01.002.
- Krajnc, A., 1979: Kras v povirju Ljubije. *Geografski vestnik* 51, 31–42.
- Kralj, P., 1997: Zeoliti v vulkanoklastičnih kamninah smrekovskega podgorja (severna Slovenija), *Geologija* 40, 247–281. DOI: 10.5474/geologija.1997.012.
- Kranjc, A., 1979: Kras v povirju Ljubije / Karst in Ljubija spring water basin, *Geografski vestnik* 51, 31–42 (in Slovene).
- Kunaver, J., 1983: The high mountains karst in the Slovene Alps, Tomić, P. (Ur.), *Geographica Iugoslavica V*, 15–23, Ljubljana.
- Leksikografski zavod Miroslav Krleža, 2021: Hrvatska enciklopedija, mrežno izdanje – Mirna, <http://www.enciklopedija.hr/> (22. 11. 2021.).
- Magdalenic, A., Bonacci, O., Vazdar, T., Hlevnjak, B., 1993: Sliv izvora Gradole u Istri, Zone sanitarne zaštite, Hidrogeološka i hidrološka studija, Hydroexpert. Zagreb.
- Matricula register, 2020. <https://data.matricula-online.eu/en/>, (30.11.2020.).
- McMaster University Digital Archive. 2020: <https://digitalarchive.mcmaster.ca/>, (30. 11. 2020.).
- Melik, A., 1954: *Slovene Alpine Region*, Slovenska matica (in Slovene).
- Ministry of Agriculture, Forestry and Food, 2020: Actual use of agricultural and forest land, 2020, <https://rkg.gov.si/vstop/> (31. 1. 2021.).
- Mioč, P., Žnidarčič, M., Jerše, Z., 1983: Osnovna geološka karta SFRJ 1: 100 000, list Ravne na Koroškem, Savezni geološki zavod, Beograd.
- Mlinarić, M., Loborec, J., Biondić, R., 2016: Zaštita podzemnih voda – primer procjene ranjivosti sliva izvora Gradole (Hrvatska) metodom SINTACS, *Inženjerstvo okoliša* 3 (1), 21–31.
- Novak, R., Butorac, V., 2020: Onečišćeni speleološki objekti Republike Hrvatske, *Geografski horizont* 66 (2), 33–44.
- Orešić, D., Čanjevac, I., 2020: Groundwater Resources in Croatia, in: Negm, A., Romanescu, G., Zelenáková, M. (eds.): *Water Resources Management in Balkan Countries*, Springer International Publishing, Heidelberg, 109–132.
- Petek, F., Fridl, J., 2004: Pretvarjanje listov zemljiško-katastrskega načrta v Gauss-Krügerjev koordinatni sistem, *Geografski vestnik* 76 (2), 75–87.
- Pleničar, M., Polšak, A., Šikić, D., 1969: Osnovna geološka karta, M 1: 100 000, list Trst, Savezni geološki zavod, Beograd.
- Podobnikar, T., Kokalj, Ž., 2007: Triglav National Park Historical Maps Analysis. in: Petrovič, D. (ed.): *Proceedings of 5th mountain cartography workshop*, Ljubljana.
- Polšak, A., Šikić, D., 1969: Osnovna geološka karta, M 1: 100 000, list Rovinj, Savezni geološki zavod, Beograd.
- Polšak, A., Šikić, D., 1973: *Tumač za list Rovinj (L 33 – 100)*. Savezni geološki zavod, Beograd.
- Rakovec, I., 1956: The survey of The Slovene tectonical structure, in: Duhovnik,

- J., Ramovš, A. (eds.): *1st Congress of Geology of Yugoslavia* (proceedings), Geološko društvo, Zagreb.
- Ravbar, N., 2010: Local drinking water supply in karst regions. *Dela* 34, 223-233 (in Slovene).
- Rubinić, J., Cindrić Kalin, K., Nežić, M., Radišić, M., Ružić, I., 2015: Ekstremna suša na izvorištima vodoopskrbe u slivu Mirne tijekom 2012. godine, u: Biondić, D., Holjević, D. (ur.): *6. hrvatska konferencija o vodama s međunarodnim sudjelovanjem: hrvatske vode na investicijskom valu. Zbornik radova, Opatija, 20. – 23. svibnja 2015.*, Hrvatske vode, Zagreb, 171-180.
- Sajovic, A., 2005: Pomen regijskega parka za sonaraven razvoj Kozjanskega, Diplomsko delo, Univerza v Ljubljani, Filozofska fakulteta, Oddelek za geografijo, Ljubljana.
- Slovene Cave Registry, 2020: <https://www.katasterjam.si/Home/Detailed-CaveMap>. (31. 8. 2020.).
- SORS, Statistical Office, Republic of Slovenia, 2022: Avtorske pravice, <http://www.stat.si/StatWeb/StaticPages/Index/Copyright> (31. 8. 2022.).
- Špeh, N., Bubik, A., Barborič, B. 2021: Water-ecological conditions in the area of Zaloka Valley, *Geographical Bulletin* 93 (2), 57-71, DOI: 10.3986/GV.
- Zupanc, I., 2001: Demographic movements in northern Croatian Istria between 1857 and 1991, *Annales: Anali za istarske in mediteranske študije. Series historia et sociologia* 11 (2), 321-342.
- Zupanc, I., 2004: Population Development of Istria in the Period 1945-2001, *Hrvatski geografski glasnik* 66 (1), 67-102.

N. Špeh
I. Martinić
B. Barborič

Human-environment interactions in two Karst catchments – Gradole (NW Croatia) and Ljubija springs (NE Slovenia)

Meduodnos čovjeka i okoliša na slijevnim područjima krških izvora Gradole (SZ Hrvatska) i Ljubija (SI Slovenija)

Natalija Špeh natalija.speh@fvo.si
PhD, Assistant Professor, Faculty of Environmental Protection, Trg mladosti 7, 3320 Velenje, Slovenia

Ivan Martinić imartini@geog.pmf.hr
univ. mag. geogr., University of Zagreb, Faculty of Science, Department of Geography, Marulićev trg 19/II, 10000 Zagreb, Croatia

Blaž Barborič blaz.barboric@gis.si
PhD, Assistant Professor, Faculty of Environmental Protection, Trg mladosti 7, 3320 Velenje, Slovenia, Geodetic Institute of Slovenia, 1000 Ljubljana, Slovenia

Authors
Autori