

SPREMLJANJE POSEDANJA LJUBLJANSKEGA BARJA NA PODROČJU ILOVICE

MONITORING THE LJUBLJANA MARSHLAND SETTLEMENTS
IN THE AREA OF ILOVICA

Vesna Ježovnik, Samo Jakljič

UDK: 528.38:624.131.54(497.14 Ljubljansko barje)
POVZETEK

V prispevku je opisano spremljanje posedanja Ljubljanskega barja in rezultati zadnjih meritev na področju Ilovice, katere del je industrijska cona Rudnik, kjer v zadnjem času poteka intenzivna zazidava, saj je Ljubljansko barje, ki to ni več, tisto predvideno področje, kamor naj bi se širila Ljubljana, po drugi strani pa naj bi barje ostalo "košček" neokrnjene narave, ki naj bi bila tudi naravovarstvena vrednota. Veliko je okrog 163 km².

Pričujoči prispevek prikazuje le del rezultatov, ki v veliki meri dopolnjujejo poznavanje o posedanju na vzhodnem delu Ljubljanskega barja. Ob vse večji pozidavi tega predela so se v zelo kratkem času pokazale posledice nepoznavanja posedanja območja oziroma nezadostnega upoštevanja le tega.

KLJUČNE BESEDE

posedanje Ljubljanskega barja, nivojska mreža, industrijska cona Rudnik

Klasifikacija prispevka po COBISS-u: 1.04
ABSTRACT

The paper deals with the process of monitoring settlements of the Ljubljana Marshland and the results of the last measurements in the area of the Rudnik Industrial Zone, especially in the area of Ilovica, which has lately been subjected to intensive building development. The Ljubljana Marshland, actually no longer a marshland, is the area foreseen for the expansion of Ljubljana, but on the other hand it should be preserved intact and should be of natural protection value. It comprises about 163 km². The paper presents only part of the results that to a large extent complete the knowledge on settlements in the eastern part of the Ljubljana Marshland. With increasing building development activities in this area the consequences of lack of knowledge regarding the settlements of this area and disrespect of these phenomena were evident in extremely short period of time.

KEY WORDS

settlement of the Ljubljana Marshland, levelling grid, Rudnik Industrial Zone

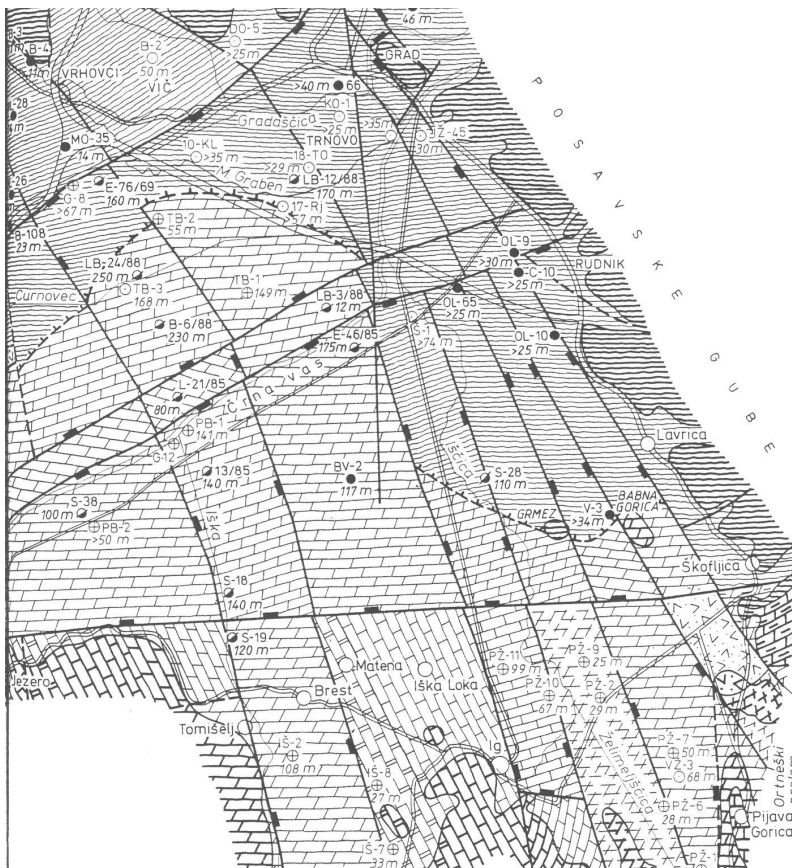
1 UVOD

Že iz zgodovine obstaja zelo velik interes za to izredno občutljivo območje, kar priča številnost uresničenih in neuresničenih projektov izsuševanja in gradenj. Mesto Ljubljana potrebuje Ljubljansko barje za svojo širitev, po drugi strani ga mnogi hočejo ohraniti takšnega, kot je. Ljubljansko barje pa ni nikakršna stalnica, ampak je območje, ki se vseskozi spreminja. Da se barje poseda, je bilo dokazano že zdavnaj, vzroki pa še vedno niso dovolj raziskani. Preden se odločimo za kakršen koli poseg v ta prostor, moramo poznati hitrost in mesto posedanj. V ta namen je bila razvita nivojska mreža 1. reda, katere namen je predvsem pridobiti nove podatke o posedanjih na Ljubljanskem barju. Meritve potekajo vsakih nekaj let in z vsako meritvijo

si ustvarimo bolj popolno sliko o posedanjih na Ljubljanskem barju. Po vsaki novi izmeri se pojavijo tudi nova vprašanja o posedanjih na območjih, ki niso pokrita z nivelmansko mrežo. V zadnjem času poteka intenzivna zazidava na področju Ilovice, t.j. v industrijski coni Rudnik. Na podlagi dosedanjih meritev je ravno za to področje ugotovljeno največje posedanje.

2 SISTEMATIČNE IZMERE NIVELMANSE MREŽE I. REDA NA OBMOČJU LJUBLJANSKEGA BARJA PO 2. SVETOVNI VOJNI

Ljubljansko barje je s prelomi preprejena udorina, ki je neenakomerno globoka (slika 1). Kotanje in globeli v udorini so zapolnjene z rečnimi prodno-peščeni sedimenti, ki zavzemajo okoli 75 % površine Ljubljanskega barja. Kameninska osnova je bolj pogreznjena na vzhodnem delu Ljubljanskega barja in je južno od Ljubljane v globini nad 150 m. Skozi te prodne plasti se pretaka podtalna voda, katere nivo se s časom zaradi izsuševanja spreminja. Zaradi teh specifičnosti področja opažamo poleg horizontalnih in vertikalnih premikov zaradi tektonskih prelomov tudi pojav posedanja. Z geodetskimi meritvami lahko spremljamo vertikalne in horizontalne premike. S sistematičnimi meritvami pridobivamo podatke o premikih na tem



Slika 1: Karta predkvartarne podlage Ljubljanskega barja (Mencej, 1988/1989).

področju in tako sklepamo o aktivnosti preloma ali velikosti posedanja. Vertikalne premike lahko zelo natančno določamo z izmero nivelmanskih vlakov. Če merjenja ponavljamo v določenih časovnih presledkih, dobimo podatke o gibanju tal določenega območja. Tudi del Ljubljane leži na Ljubljanskem barju, Ljubljana in njeno širše območje pa na potresno aktivnih tleh. Zato je nujno, da se na tem področju sistematično raziskujejo premiki tal. Na Ljubljanskem barju so sicer razvili nivelmansko mrežo preciznega in tehničnega nivelmana, ki je bila izmerjena leta 1949. Pravi zagon so meritve dobile šele po skopskem potresu leta 1962. V ta namen je bila na širšem območju Ljubljane in Ljubljanskem barju razvita mestna nivelmanska mreža I. reda. To nivelmansko mrežo so sistematično začeli meriti leta 1962/63. Začeto sistematično izmero so ponavljali z različnimi časovnimi zamiki. Ciklus izmere za leto 2000/2001 je bil enajsti po vrsti.

3 IZMERA NIVELMANŠKE MREŽE V LETU 2000

3.1 Območje izmere

V prejšnjih izmerah je bilo v izmero zajeto celo področje Ljubljanskega barja, v tej izmeri pa je bila izmerjena nivelmanska mreža v okviru mestne občine Ljubljana, z izjemo vlakov, ki se navezujejo na fundamentalne reperje: FR5 v Vnanjih Goricah, FR6 na Jezeru in FR7 na Škofljici. Na mestih, kjer so bili prejšnji reperji uničeni, so bili stabilizirani nekateri novi reperji. V izmero je bilo zajetih 183 reperjev. Nivelmanska mreža je pokrivala območje, ki poteka po Dolenjski cesti do Škofljice, Tržaški cesti do Brezovice, na jug do Drpaleža, od Lip po cesti skozi Črno vas in po cesti skozi Hauptmance do Lavrice.

3.2 Globinski reperji

Vzdolž Jurčkove ceste poteka tektonski prelom, ki se nadaljuje v smeri industrijske cone Rudnik (slika 1). Za spremljanje morebitnih tektonskih premikov so bili vgrajeni globinski reperji, ki so bili prvič vključeni v izmero leta 1996. Glavni namen stabilizacije globinskih reperjev je ta, da reperje stabiliziramo v "dno barja" oziroma v trdna tla, ki nosijo barjanske sedimente. Morebitni vertikalni premiki na teh reperjih bi bili tako posledica tektonskih premikov in ne ugrezanj v barjanske sedimente. Globinski reperji so stabilizirani s pomočjo t. i. repernih pilotov. Globinska reperja R1 in R2 sta stabilizirana v trdno podlago na križišču Izanske in Jurčkove ceste, torej na obeh straneh preloma, ki poteka vzdolž Jurčkove ceste. Na podlagi vrtin je bila določena trdna podlaga na globini 9 m, in sicer je to prepereli karbonski skrilavec. Globinski reper R3 pa je stabiliziran v nosilna tla ob vzožju brežine priključka Peruzzijske ceste na avtocesto – smer Zagreb. Tu so z vrtino ugotovljena nosilna tla (prod z meljem) v globini 20 m.

3.3 Terenska izmera

Izmero opisane nivelmanske mreže smo izvedli z digitalnim nivelirjem Wild Na 3000, ki omogoča avtomatsko registracijo odčitka na kodirani invar nivelmanski lati. Nivelir spada med najpreciznejše nivelirje in je namenjen za niveliranje nivelmanskih mrež višjih redov, opazovanje vertikalnih premikov različnih gradbenih objektov, opazovanje recentnih premikov tal, pri preciznih montažerskih strojnih delih in drugih določitvah višinskih deformacij.

Za mrežo iz leta 2000 so po pravilniku za mestno nivelmansko mrežo I. reda veljali naslednji kriteriji:

- dovoljeno odstopanje (Δ_{dop} v mm) med niveliranjem naprej in nazaj:

$$\Delta_{\text{dop}} = 4 \sqrt{d + 0.04 d^2} \quad d \text{ je dolžina nivelmanske linije v km.}$$

Nivelmanske linije, katerih razlika med niveliranjem v eno in drugo stran presega dovoljeno odstopanje, je treba ponoviti.

Prav tako smo morali kontrolirati zapiranje nivelmanskih zank in jih primerjati z dovoljenimi odstopanji.

- dovoljeno odstopanje (f_{dop} v mm) sklenjene nivelmanske zanke:

$$f_{\text{dop}} = 2 \sqrt{d + 0.04 d^2} \quad d \text{ je dolžina nivelmanske zanke v km.}$$

Niveliranje tistih nivelmanskih zank, katerih odstopanje presega dovoljeno odstopanje, je treba ponoviti.

3.4 Predhodna obdelava podatkov

Po končanih terenskih meritvah smo rezultate meritev obdelali s pomočjo programa LISCAD. Pri tem moramo upoštevati vse zahteve, ki izhajajo iz klasifikacije nivelmanske mreže in so predpisane s pravilnikom. Merjene višinske razlike med reperji smo kasneje uvedli v nivelmanski obrazec št. 2, kjer tvorimo aritmetične sredine in kontroliramo odstopanja med višinskimi razlikami, merjenimi v eno in drugo smer, in zapiranje nivelmanskih zank.

3.5 Načini ocene natančnosti v nivelmanskih mrežah

Z niveliranjem določamo višinske razlike med reperji. Z enkratno postavitvijo nivelirja določimo višinsko razliko med dvema sosednjima točkama na določeni razdalji. Natančnost določitve višinske razlike med točkama je odvisna od natančnosti določitve odčitka na posamezni nivelmanski lati. Natančnost določitve odčitka na posamezni nivelmanski lati pa je odvisna tudi od razdalje med nivelirjem in nivelmansko lato in od razdalje med posameznimi reperji. Tako običajno govorimo o pogrešku na kilometer nivelmana.

Najbolj pogost način ocenjevanja natančnosti niveliranja nivelmanske mreže je izračun standardnih odklonov na osnovi:

- odstopanj med niveliranjem nivelmanskih linij v obeh smereh,
- odstopanj pri zapiranju zank,
- popravkov višinskih razlik po izravnavi nivelmanske mreže.

Standardni odkloni nam predstavljajo eno izmed ocen natančnosti opazovanj. Enačbe za izračun standardnih odklonov iz odstopanj nivelmanskih linij, vlakov, odstopanj pri zapiranju zank ter popravkov višinskih razlik po izravnavi so naslednje:

Nivelmanske linije

$$\sigma_l^2 = \frac{1}{4n_l} \left[\frac{\Delta^2}{d} \right]$$

n_l . . . število nivelmanskih linij,

Δ . . . razlika višinskih razlik merjenih v obeh smereh,

d . . . dolžina posamezne nivelmanske linije v km.

Nivelmanske zanke

$$\sigma_z^2 = \frac{1}{2n_z} \left[\frac{f^2}{d} \right]$$

n_z . . . število nivelmanskih zank,

f . . . odstopanje pri zapiranju nivelmanskih zank,

d . . . dolžina nivelmanske zanke.

Iz izravnave

$$\sigma_0^2 = \frac{[pvv]}{r}$$

r . . . število nadštevilnih opazovanj.

3.6 Ocena natančnosti višinskih razlik

Posedek reperja je razlika njegovih višin, ki sta bili določeni v dveh različnih izmerah. Da bi lahko z gotovostjo govorili o premiku oziroma posedku, mora vrednost premika presežati trikratno standardno odstopanje ocene natančnosti določitve razlike višin. Oceno natančnosti določitve razlike višin izračunamo po enačbi:

$$\sigma_{v_1-v_2}^2 = \sigma_{v_1}^2 + \sigma_{v_2}^2$$

$\sigma_{v_1-v_2}$. . . ocena natančnosti določitve razlike višin,

σ_{v_1} . . . natančnost višine reperja v prvi izmeri,

σ_{v_2} . . . natančnost višine reperja v drugi izmeri.

Reper	$H_{1972(m)}$	$\sigma_{1972(mm)}$	$H_{2000(m)}$	$\sigma_{2000(mm)}$	$\Delta H_{(m)}$	$\sigma_{\Delta H(mm)}$
5644	289,2770	0,66	289,0916	0,90	-0,1854	1,11
5878	288,3214	0,66	288,1052	1,0	-0,2162	1,19

Tabela 1: Višinski razliki reperjev 5644 in 5878 med letoma 1972 in 2000.

4.2 Posedanja globinskih reperjev

Vertikalnih premikov globinskih reperjev z izmero leta 2000/2001 ne moremo potrditi, saj so le ti v okviru natančnosti izmere pa tudi od njihove vgradnje je minilo relativno malo časa. Nadaljnje meritve nam bodo dale odgovor na vprašanje, kaj se dogaja z "dnom" barja. Zanimivo je primerjati posedanje globinskih reperjev s posedanjem okolice. Ker se je nesmiselno vezati na zgolj en reper, smo posedanje okolice vzeli iz karte posedanj 1996–2000. R1 in R2 kažeta posedanje v mejah natančnosti in približno enako kot okolica. Reper R3 ne kaže posedanja, kar pomeni, da je nosilna plast, prod z meljem, stabilna, premiki oziroma posedanja pa so nad to plastjo.

5 VPLIVI POSEDANJA V INDUSTRIJSKI CONI RUDNIK

Dotok kapitala je narekoval hitro izgradnjo na tem območju. V zelo kratkem času so se pokazale posledice nepoznavanja posedanja območja oziroma nezadostnega upoštevanja le tega pri gradnjah. Medtem ko se objekti verjetno posedajo kot celota, je stanje komunalnih vodov na površini že leto ali dve po dograditvi precej slabo (sliki 4 in 6). Podatkov o posedanju vodov pod zemljo ni, vidna pa so posedanja na prometnih površinah in jih na oko lahko ocenimo v centimetrih. Parkirišča, ki so bila prej v nivoju ceste, imajo sedaj klančino (slika 5). Deli cest in pločnikov se posedajo neenakomerno, kar povzroča lomljenje robnikov in izpadanje tlakovcev (slika 7).



Slika 4: Posedanje ceste.



Slika 5: Posedanje parkirišča in robnikov.



Slika 6: Lomljenje asfaltnih površin.



Slika 7: Lomljenje robnikov in posedanje ceste in tlaka

6 ZAKLJUČKI

Rezultati, ki smo jih pridobili z zadnjo izmero, v precejšnji meri dopolnjujejo poznavanje o posedanju na vzhodnem delu Ljubljanskega barja. V okviru t. i. kontrolnih reperjev smo hoteli ugotoviti, kakšno je razmerje med nižanjem površine in ugrezanjem objektov, v katere so vgrajeni posamezni reperji. Morebitne vertikalne premike teh reperjev in seveda vseh ostalih reperjev, ki so stabilizirani na Ljubljanskem barju, pa bo treba določiti z novimi izmerami.

Tudi ta izmera je potrdila, da imamo največja posedanja na tistih območjih, ki so bila že s predhodnimi meritvami določena kot območja z največjimi posedanji. Predvsem to velja za območje Ilovice. S sistematičnimi izmerami Ljubljanskega barja moramo vsekakor nadaljevati, če želimo posedanja na tem območju dodobra spoznati. Od investorjev in uporabnikov je odvisno, ali bomo tako pričeto delo tudi nadaljevali. Mnenja smo, da je Slovenija tako majhna, da nam tako veliki kompleksi, kot je Ljubljansko barje, ne morejo biti postranska stvar. Z merjenji je treba nujno nadaljevati, da bomo posedanja stalno spremljali, pa naj bo barje namenjeno kakršni koli spremembi ali pa ohranitvi samosvojega biotopa.

Literatura in viri:

Koler, B. (1990). Analiza posedanj na Ljubljanskem barju na podlagi arhivskih podatkov višinskih izmer. Študij ob nalogi. Ljubljana: Fakulteta za gradbeništvo in geodezijo, Podiplomski študij geodezije.

Mencej, Z. (1988/89). Prodni zasipi pod jezerskimi sedimenti Ljubljanskega barja. Geologija 31, 32.

Uputstvo o izvršenju nivelmana visoke tačnosti i preciznog nivelmana (1955). Beograd: SGU.

Vodopivec, F.; Kogoj, D.; Goršič, J. (1985). Izmera barjanskega dela nivelmanske mreže I. reda Ljubljane. Raziskovalna naloga. Ljubljana: Fakulteta za gradbeništvo in geodezijo, Oddelek za geodezijo.

Vodopivec, F.; Breznikar, A.; Kogoj, D.; Koler, B. (1988). Izmera nivelmanske mreže I. reda Ljubljanskega barja. Raziskovalna naloga. Ljubljana: Fakulteta za gradbeništvo in geodezijo, Oddelek za geodezijo.

Vodopivec, F.; Breznikar, A.; Kogoj, D.; Koler, B.; Pajer, M. (1990). Izmera nivelmanske mreže I. reda Ljubljanskega barja. Raziskovalna naloga. Ljubljana: Fakulteta za gradbeništvo in geodezijo, Oddelek za geodezijo.

Vodopivec, F.; Breznikar, A.; Kogoj, D.; Koler, B.; Pajer, M. (1992). Izmera nivelmanske mreže I. reda Ljubljanskega barja. Raziskovalna naloga. Ljubljana: Fakulteta za gradbeništvo in geodezijo, Oddelek za geodezijo.

Vodopivec, F.; Breznikar, A.; Koler, B. (1994). Izmera nivelmanske mreže I. reda Ljubljanskega barja. Raziskovalna naloga. Ljubljana: Fakulteta za gradbeništvo in geodezijo, Oddelek za geodezijo.

Vodopivec, F.; Breznikar, A.; Koler, B. (1997). Izmera nivelmanske mreže I. reda Ljubljanskega barja. Raziskovalna naloga. Ljubljana: Fakulteta za gradbeništvo in geodezijo, Oddelek za geodezijo.

Vodopivec, F.; Ježovnik, V.; Jakljič, S. (2002). Izmera nivelmanske mreže I. reda Ljubljanskega barja. Raziskovalna naloga. Ljubljana: Fakulteta za gradbeništvo in geodezijo, Oddelek za geodezijo.

viš. pred. mag. Vesna Ježovnik, univ. kom. geod. inž.

*Fakulteta za gradbeništvo in geodezijo
Jamova 2, SI-1000 Ljubljana, Slovenija
e-pošta: vjezovni@fgg.uni-lj.si*

asist. Samo Jakljič, univ. dipl. inž. geod.

*Fakulteta za gradbeništvo in geodezijo
Jamova 2, SI-1000 Ljubljana, Slovenija
e-pošta: sjakljic@fgg.uni-lj.si*

Prispelo v objavo: 29. junij 2003