

ANALIZA STANJA NIVELMANSKIH MREŽ REPUBLIKE SLOVENIJE

ANALYSIS OF THE STATE OF SLOVENIAN LEVELLING NETWORK

Božo Koler, Nuša Vardjan

UDK: 528.38

POVZETEK

V prispevku je predstavljena sanacija nivelmanske mreže Slovenije. Analizirano je stanje reperjev v nivelmanskih mrežah R Slovenije, število reperjev, uporabnost, način stabilizacije in časovno obdobje, v katerem so bili reperji stabilizirani. Podrobno je prikazana analiza problemov in »stopnic«, ki so se pojavile v nivelmanski mreži. Opisani so tudi postopki sanacije, zadnji preračun in stanje nivelmanske mreže po preračunu.

KLJUČNE BESEDE

analiza nivelmanske mreže, reper, nivelmanske izmere, izravnava

Klasifikacija prispevka po COBISS-u: 1.04

ABSTRACT

In the article, the improvement of the levelling network of Slovenia is presented. Analyses of the state of benchmarks are made (number of benchmarks, applicability, art of stabilizations, time of benchmark stabilization). The analysis of the problems and deviations that have appeared in the levelling network is shown in detail. Described are also the procedures of the improvement, recent calculations and the condition of the levelling network after the calculation.

KEY WORDS

analysis of levelling network, benchmark, levelling, adjustment

1 UVOD

Geodetska uprava Republike Slovenije je leta 1990 pričela s sanacijo nivelmanskih mrež višjih in nižjih redov, ki je bila izvajana v več stopnjah. Za nivelmanske mreže višjih in nižjih redov, ki so stabilizirane na območju Slovenije, je bilo značilno, da niso bile nikoli izravnane kot celota. Tako je večkratno preračunavanje nivelmanskih poligonov povzročilo dvojne ali celo trojne višine identičnih reperjev, ki so se med seboj razlikovale. Poleg tega se je že pri preračunavanju nekaterih nivelmanskih poligonov 1. reda v vertikalni datum Trst, ki so bili izmerjeni po letu 1980, pokazalo, da poligona ni bilo možno v celoti izravnati, saj je odstopanje presehalo s pravilnikom predpisano dovoljeno odstopanje pri primerjavi merjenih višinskih razlik z dano višinsko razliko (glej preglednico 1). V začetni fazi sanacije nivelmanskih mrež so se ti problemi reševali parcialno, kar pomeni, da se je celotni nivelmanski poligon razdelil na več delov in tako izravnal po delih, kjer je bilo odstopanje v mejah predpisanega dovoljenega odstopanja. Podobni problemi, kot so se pojavili pri nivelmanskih poligonih 1. reda, so se pojavili tudi pri nivelmanskih poligonih in mrežah ostalih redov.

Pri sanaciji nivelmanske mreže je bila opravljena tudi analiza stanja nivelmanske mreže, ki je

pokazala, koliko reperjev imamo stabiliziranih v nivelmanskimi poligonih različnih redov, koliko reperjev je uničenih oziroma neuporabnih in način stabilizacije reperjev. Poleg tega so reperji razvrščeni tudi v posamezna časovna obdobja glede na letnico stabilizacije posameznega reperja.

2 ANALIZA STANJA NIVELMANSKIH POLIGONOV NA OBMOČJU REPUBLIKE SLOVENIJE

a) Število stabiliziranih reperjev

Na območju Republike Slovenije je stabiliziranih 11 397 temeljnih višinskih točk v nivelmanskimi poligonih, katerih skupna dolžina znaša 10.416,58 km. Od vseh stabiliziranih reperjev je kar 41,1 % reperjev stabiliziranih v mestni nivelmanski mreži in 27,5 % v nivelmanski mreži 4. reda. Število oziroma odstotek stabiliziranih reperjev v ostalih nivelmanskimi poligonih je primerljiv in znaša od 6,8 % (2. red) do 8,4 % (NVN) – glej diagram 1.

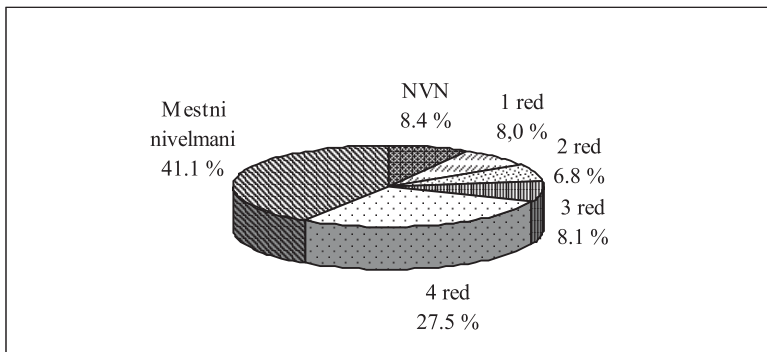


Diagram 1: Odstotek stabiliziranih reperjev.

b) Način stabilizacije in uporabnost reperjev

Glede na način stabilizacije je 62,7 % reperjev stabiliziranih horizontalno in 12,8 % vertikalno. Zanimivo je, da je kar 24,5 % reperjev, za katere podatkov o načinu stabilizacije nimamo, kar pomeni, da imamo precej topografij reperjev, ki so nepopolne.

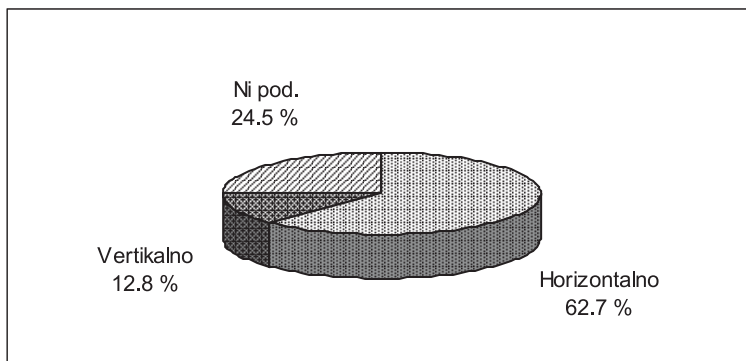


Diagram 2: Način stabilizacije reperjev.

Na območju Slovenije je 61,6 % reperjev uporabnih, 30,8 % uničenih in 2,5 % neodkritih. Poleg tega imamo v nivelmanski mreži stabiliziranih 0,5 % reperjev, ki so omejeno uporabni (uporaba krajšin nivelmanskih lat oziroma merilčkov) oziroma so za izvajanje meritev neuporabni. Na območju R Slovenije imamo 4,5 % reperjev, ki so stabilizirani v nivelmanskimi poligonih, kjer je odstopanje presegalo predpisano dovoljeno odstopanje. V večini primerov imamo opravka z vkapljanjem starih meritev v nove, zaradi prevelikega odstopanja pa so primerni samo za navezavo izmer, kjer je zahtevana natančnost nizka.

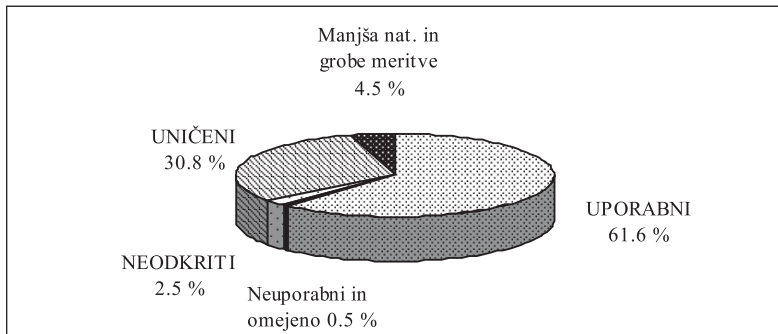


Diagram 3: Stanje nivelmanskih reperjev.

c) Časovno obdobje, v katerem je bil reper stabiliziran

Čas, v katerem je bil posamezni reper stabiliziran, smo razvrstili v štiri časovna obdobja:

- 1878–1945: od avstroogrške izmere do konca II. svetovne vojne (0,5 % reperjev),
- 1945–1970: od II. svetovne vojne do izmere II. NVN (48,1 % reperjev),
- 1970–1991: od izmere II. NVN do začetkov samostojnosti R Slovenije (9,0 %),
- po 1991: 2,0 % reperjev.

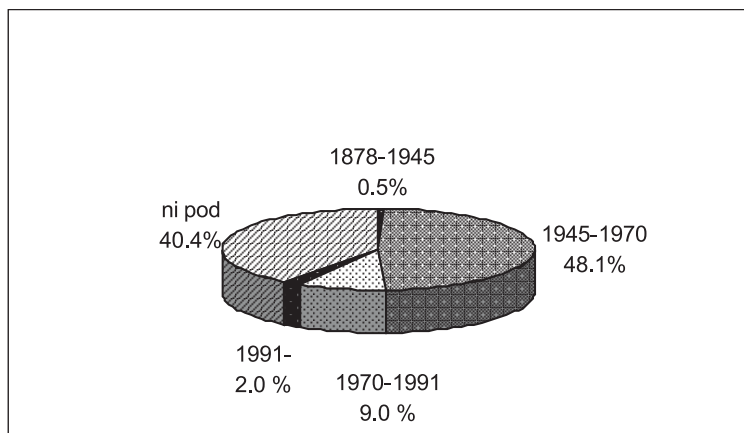


Diagram 4: Časovno obdobje stabilizacije reperjev.

Iz navedenih podatkov lahko razberemo, da je bila večina reperjev pri nas stabiliziranih med izmero I. NVN, ko je bila izvedena prva obnova nivelmanske mreže na območju SFRJ po II. svetovni vojni. Za potrebe izmere II. NVN je bilo treba nadomestiti uničene in neuporabne reperi iz I. NVN in stabilizirati nove reperi na tistih delih nivelmanskih poligonov, ki niso potekali po nivelmanskih poligonih I. NVN. Vendar moramo upoštevati tudi dejstvo, da za kar 40,4 % vseh reperjev nimamo podatka o letnici stabilizacije. To seveda pomeni, da zaključki opravljene analize niso popolni.

3 ANALIZA PROBLEMOV V NIVELMANSKI MREŽI

3.1 Odstopanja nivelmanskih poligonov I. reda

V preglednici 1 so zbrana odstopanja za nivelmanske poligone I. reda, ki so bili izmerjeni po letu 1980. Odstopanja so določena za vertikalni datum Trst, ko nivelmanska mreža I. NVN ni bila izravnana kot celota, in vertikalni datum Maglaj, v katerem je bila izravnana nivelmanska mreža II. NVN.

Od-do	Merjena višinska razlika je vzeta	Dolžina (km)	Odstopanje - vertikalni datum Maglaj (mm)	Odstopanje - vertikalni datum Trst (mm)	Dovoljeno odstopanje (mm)
FR1014-C152	1-22	89,58	-1,6	44,4	± 30,4
31a/6-2870	1-24	60,63	-25,7	-27,4	± 21,6
CP291-3694	1-25	58,21	5,5	-35,3	± 27,8
PN310-MIV	1-26	128,26	-1,3	-1,4	± 42,1

Preglednica 1: Odstopanja v posameznih nivelmanskih poligonih.

Iz preglednice 1 lahko vidimo, da so odstopanja v vertikalnem datumu Maglaj manjša od dovoljenih, razen za nivelmanski poligon 1-24. To velja v vertikalnem datumu Trst samo za nivelmanski poligon 1-26. Pri vseh drugih so odstopanja večja od dovoljenega odstopanja. Vzrok za tako velika dovoljena odstopanja seveda ni v slabo izvedenih meritvah, kar potrjujejo tudi rezultati izravnave omenjenih poligonov v vertikalnem datumu Maglaj, temveč moramo vzroke poiskati v nadmorskih višinah navezovalnih reperjev, ki za vertikalni datum Trst niso bile določene z izravnavo celotne mreže.

3.2 "Stopnice" v mestni nivelmanski mreži Ljubljane

Na območju mesta Ljubljane so v preteklosti potekale različne izmere posameznih delov nivelmanske mreže, ki so bile običajno navezane na fundamentalne reperi, ki so stabilizirani na območju Ljubljane in Ljubljanskega barja. Leta 1998 je bila opravljena analiza posameznih izmer,

ki so potekale na območju Ljubljane. Osnovni namen je bil, da se določijo nadmorske višine reperjev, ki so stabilizirani v mestni nivelmanski mreži Ljubljane v enotnem vertikalnem datumu (Trst in Maglaj). Na osnovi opravljene analize stabilnosti fundamentalnih reperjev je bila mestna nivelmanska mreža navezana na fundamentalni reper FR 4 (FR 1014), ki je stabiliziran v Črnučah. Prednost tega reperja je tudi ta, da je bil reper vključen tudi v izmero II. NVN, tako da imamo višino podano v obeh vertikalnih datumih (Trst in Maglaj). Na ta fundamentalni reper lahko navežemo tudi nivelmanska poligona 1-22 (Črnuče–Divača) in 1-26 (Ljubljana–Brežice).

Leta 1989 je bil izmerjen poligon 1-22 in 1992 poligon 1-26. Prav tako je v letih 1988 in 1991 potekala tudi izmera mestne nivelmanske mreže, ki je stabilizirana na območju Ljubljanskega barja. Pri primerjavi nadmorskih višin, izračunanih v vertikalnem datumu Trst, za reperje, ki so bili zajeti v izmero nivelmanskega poligona I. reda in mestno nivelmansko mrežo, pa se pojavijo

ANALIZA 1-22: Reperji stabilizirani v objekte ob Tržaški cesti.						
Št. rep. v MNLJ ¹	Leto izmere v MNLJ	MnLj – nadmorska višina reperjev (m)	Št. reperja v 1-22	Leto izmere v 1-22	1-22 – nadmorska višina reperjev (m)	Razlika 1-22-MNLJ (mm)
MN-101	1988	297,9786	101	1989	297,9900	11,39
MN-104	1988	295,1356	104	1989	295,1449	9,29
MN-105	1988	295,6562	105	1989	295,6678	11,59
MN-106	1988	297,1758	106	1989	297,1873	11,49
MN-113	1988	298,2288	113	1989	298,2433	14,49
14_19	1988	298,1271	29_6	1989	298,1396	12,49
ANALIZA 1-26: reperji stabilizirani v objekte ob Dolenjski cesti						
Št. rep. v MNLJ	Leto izmere v MNLJ	MNLJ- nadmorska višina reperjev (m)	Št. reperja v 1-26	Leto izmere v 1-26	1-26 – nadmorska višina reperjev (m)	Razlika 1-26-MNLJ (mm)
214	1993	296,3797	MN-214	1992	296,3505	29,2
217	1993	295,7901	MN-217	1992	295,7624	27,7
5355	1993	295,1345	5355	1992	295,1080	26,5

Preglednica 2: "Stopnice" v mestni nivelmanski mreži Ljubljane.

¹ Mestna nivelmanska mreža Ljubljane

“stopnice”, čeprav naj bi bile vse nadmorske višine določene v istem vertikalnem datumu (glej preglednico 2). Kljub temu, da so v preglednici navedene nadmorske višine reperjev za izmere, ki so bile izvedene v različnih obdobjih, in da imamo določene od navedenih reperjev stabilizirane tudi v objektih, ki se posedajo, omenjenih razlik ne moremo pripisati posedanju reperjev. Iz analize posedanj reperjev, ki so stabilizirani v mestni nivelmanski mreži, za leto 1991 lahko vidimo, da znaša letno posedanje za omenjene reperje 0,1–3,0 mm/leto. Tako tudi v tem primeru velja, da so vzroki za tako velika odstopanja verjetno v “stopnicah”, ki se pojavijo v nivelmanskih poligonih I. reda, ki so navezani na vertikalni datum Trst.

Iz preglednice 2 lahko vidimo, da je razlika različna za reperje, ki so stabilizirani ob Tržaški cesti (okoli 12 mm), in reperje, ki so stabilizirani ob Dolenjski cesti (okoli 28 mm).

3.3 Predlog sanacije

Za reševanje zgoraj navedenih problemov obstaja več možnih rešitev, ki se med seboj ločijo predvsem po času, ki bi ga potrebovali, in seveda po potrebnih finančnih sredstvih, ki bi jih morali nameniti za sanacijo nivelmanske mreže.

Strokovno najbolj kakovostno rešitev predstavlja nova izmera zaključenih nivelmanskih zank (mreže) NVN na območju Slovenije. Ta rešitev zahteva ogromna finančna sredstva in seveda tudi veliko časa, ki bi ga potrebovali za projektiranje, stabilizacijo, izmero in obdelavo merskih podatkov. Časa in predvsem denarja, ki bi ga zahteval ta način reševanja problema, seveda nismo imeli na voljo.

Naslednjo možnost predstavlja izravnava nivelmanske mreže I. NVN, ki ni bila nikoli izravnana kot celota. V tem primeru moramo posamezne nivelmanske zanke zaključiti tudi z nivelmanskimi poligoni, ki so stabilizirani na območju R Hrvaške. Glavni problem pri tem načinu sanacije nivelmanske mreže je v dejstvu, da za posamezne stare izmere nimamo na voljo merjenih višinskih razlik, kar pomeni, da bi posamezne nivelmanske poligone izravnavali na osnovi dane višinske razlike, ki bi bila izračunana iz razlike nadmorskih višin reperjev.

Zaradi omejenega časa in finančnih sredstev, ki smo jih imeli na voljo, smo se odločili za izravnavo nivelmanske mreže, ki je sestavljena iz posameznih nivelmanskih poligonov, ki so bili vključeni v I. NVN in II. NVN, ter poligonov I. reda, ki so bili izmerjeni po letu 1980. V tem primeru lahko zapremo določene nivelmanske zanke na območju R Slovenije, če kombiniramo merjene višinske razlike, ki so bile izmerjene v I., II. NVN in po letu 1980 (glej sliko 5). V nivelmansko mrežo smo vključili nivelmanski poligon 1-5, čeprav je bil izmerjen leta 1950, ker smo tako pridobili dve manjši zanki namesto ene velike.

Seveda ne moremo govoriti o idealni rešitvi, saj imamo tudi tu opravka z merskimi podatki, ki so bili pridobljeni v različnih obdobjih (od 1950 – izmera 1-5, 1971 – izmera II. NVN, do 1992 – izmera 1-26), vendar so bile v izravnavo vključene le merjene višinske razlike.

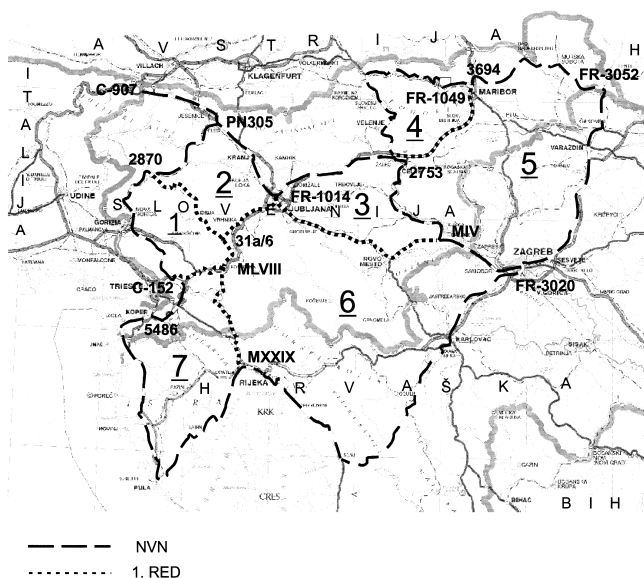
4 NIVELMANSKA MREŽA REPUBLIKE SLOVENIJE

4.1 Oblika nivelmanske mreže

Kot lahko vidimo iz slike 1, nivelmansko mrežo sestavlja 7 nivelmanskih zank in slepi nivelmanski poligon NVN4 od Lesc do Rateč. Skupna značilnost nivelmanskih zank 1, 2, 3 in 4 je, da so vsi reperji, ki so vključeni v omenjene zanke, stabilizirani na območju Republike Slovenije. Nivelmanske zanke 5, 6 in 7 pa so delno stabilizirane tudi na območju Republike Hrvaške.

Nivel. zanka	Dolžina (km)	Odstopanje (mm)	Dovoljeno odstopanje (mm)
1	202,13	-19,94	± 42,85
2	208,78	26,74	± 44,18
3	275,88	7,25	± 57,62
4	186,03	-5,57	± 39,63
5	398,60	0,41	± 81,99
6	546,18	-0,87	± 111,71
7	335,72	16,82	± 69,60

Preglednica 3: Statistični podatki o nivelmanski mreži.



Slika 1: Nivelmanska mreža višjega reda R Slovenije.

Zanki 5 in 6 sta zelo veliki, kar seveda ni najbolje, vendar bi njuno dolžino lahko skrajšali z vmesnima poligonoma 1-12 (Slovenska Bistrica-Čakovec) in 1-36 (Novo mesto-Metlika-Karlovac). Problem nastopi, ko podrobneje pogledamo našete poligone, saj za poligon 1-36 podatkov o merjenih višinskih razlikah na območju Hrvaške nimamo na voljo, poligon 1-12, ki so ga izmerili 1947, pa presega dovoljeno odstopanje.

V preglednici 3 so zbrani nekateri osnovni statistični podatki, kot so dolžina nivelmanskih zank, odstopanje sklenjenih nivelmanskih zank in dovoljeno odstopanje za posamezno nivelmansko zanko. Vidimo lahko, da so vsa odstopanja bistveno manjša od dovoljenega odstopanja, ki je izračunano po enačbi za sklenjene nivelmanske zanke nivelmana velike natančnosti.

4.2 Vertikalni datum in višinski sistem

Nivelmanska mreža na območju Slovenije je imela pred novim preračunom podane nadmorske višine reperjev v dveh vertikalnih datumih (Trst in Maglaj). Po novem preračunu je celotna nivelmanska mreža Slovenije navezana na stari avstroogrski fundamentalni reper No 374 oziroma FR-1049, ki je stabiliziran pri Rušah. Reper je bil vključen v obe izmeri, v avstroogrsko izmero in v izmero II. NVN. Tako imamo zanj podani višini za oba vertikalna datuma Trst (295,5957 m) in Maglaj (295,52053 m). Pri sanaciji smo nivelmansko mrežo izravnali v vertikalnem datumu Trst, ker so bile tudi stare višine reperjev podane v tem vertikalnem datumu. Poleg tega je bil vertikalni datum Maglaj določen za območje bivše Jugoslavije za nivelmansko mrežo II. NVN, ki je v takratni obliki verjetno nikoli več ne bo možno izmeriti.

Nadmorske višine točk v nivelmanski mreži so preračunane v sistemu sferoidnih oziroma normalnih ortometričnih višin, saj je nadmorska višina reperja FR-1049 v vertikalnem datumu Trst podana v tem višinskem sistemu. Če bi želeli višine preračunati v katerem drugem višinskem sistemu, bi morali na območju Slovenije izvesti gravimetrične meritve, na osnovi katerih bi lahko določili geopotencialne kote, ki predstavljajo osnovo za izračun višin točk v katerem koli sodobnem višinskem sistemu.

4.3 Izravnava in analiza natančnosti nivelmanske mreže in nivelmanskih poligonov

Po pripravi podatkov in narejeni apriori oceni natančnosti smo nivelmansko mrežo izravnali s pomočjo programa VIM8. Rezultati izravnane mreže so definitivne nadmorske višine 14-ih vozliščnih reperjev, ki predstavljajo osnovo za izravnavo vseh drugih nivelmanskih poligonov.

Za nivelmansko mrežo je bila napravljena apriori ocena natančnosti, ki je bila narejena na podlagi odstopanj pri zapiranju nivelmanskih zank po enačbi:

$$\sigma_{\Delta h}^z = \pm \sqrt{\frac{1}{n} \left[\frac{f^2}{s} \right]} = \pm 0.97 \text{ mm, kjer so:}$$

- f..... odstopanja pri zapiranju posameznih nivelmanskih zank v mm,
- n..... število nivelmanskih zank,
- s..... dolžina posamezne zanke v km.

Aposteriori ocena natančnosti nivelmanske mreže znaša ± 0.85 mm. Na osnovi rezultatov ocene natančnosti lahko ugotovimo, da je nivelmanska mreža R Slovenija ustrezne kvalitete.

5 ANALIZA RAZLIK IN STOPNIC PO SANACIJI NIVELMANSKE MREŽE

5.1 Odstopanja nivelmanskih poligonov I. reda po sanaciji

Iz preglednice 4 lahko vidimo, da so po preračunu nivelmanske mreže vsa odstopanja v nivelmanskih poligonih I. reda manjša od predpisanega dovoljenega odstopanja, kar pomeni, da smo lahko vse nivelmanske poligone izravnali v enem kosu.

Od-do	Merjena višinska razlika je vzeta	Dolžina (km)	Odstopanje - vertikalni datum Trst (mm)	Odstopanje - po sanaciji (mm)	Dovoljeno odstopanje (mm)
FR1014-C152	1-22	89,58	44,4	0.51	$\pm 30,4$
31a/6-2870	1-24	60,63	-27,4	-10.33	$\pm 21,6$
CP291-3694	1-25	58,21	-35,3	1.97	$\pm 27,8$
PN310-MIV	1-26	128,26	-1,4	2.32	$\pm 42,1$

Preglednica 4: Odstopanja nivelmanskih poligonov I. reda po sanaciji.

5.2 "Stopnice" v mestni nivelmanski mreži Ljubljane po sanaciji

Iz preglednice 5 lahko vidimo, da se je razlika med nadmorskimi višinami, ki jih dobimo z izmero mestne nivelmanske mreže in ostalih nivelmanskih poligonov, bistveno zmanjšala. Kljub temu je razlika pri posameznih reperjih še vedno velika, kar pomeni, da so razlike posledica vertikalnih premikov, s katerimi imamo opravka na območju Ljubljane in Ljubljanskega barja. Ali je to res ali ne, bi lahko ugotovili samo z dodatno analizo.

5.3 Razlike med starimi in novimi nadmorskimi višinami reperjev

S preračunom celotnega nivelmana Slovenije v novem višinskem sistemu so se nove nadmorske višine reperjev v primerjavi s starimi nadmorskimi višinami spremenile različno.

Na področju od Izole do Tolmina in od Slovenj Gradca do Lendave, z izjemo manjšega koščka nivelmana okoli Maribora, so se nadmorske višine reperjev v novem preračunu zmanjšale. V osrednjem delu Slovenije pa so se nadmorske višine reperjev zvišale. Iz tega ne moremo povzeti, da so pozitivne ali negativne razlike v kakršni koli povezavi s konfiguracijo terena.

Največjo pozitivno razliko med novo nadmorsko višino in staro nadmorsko višino reperja je dobil reper iz NVN4 - PN-301. Najmanjšo negativno razliko med novo nadmorsko višino in staro nadmorsko višino reperja je dobil reper iz NVN3 - MCCCIX.

ANALIZA 1-22: reperji stabilizirani v objekte ob Tržaški cesti							
Št. reperja v MNLJ	Leto izmere v MN	MNLJ – nadm. višina – prera?un 1999 (m)	Leto izmere v 1-22	1-22 – nadm. višina – prera?un 1999 (m)	Razlika – nova (mm)	Razlika – stara (mm)	Razlika nova–stara (mm)
MN-101	1988	298,0092	1989	298,0119	2,7	11,4	-8,7
MN-104	1988	295,1662	1989	295,1660	-0,2	9,3	-9,5
MN-105	1988	295,6868	1989	295,6883	1,5	11,6	-10,1
MN-106	1988	297,2064	1989	297,2071	0,7	11,5	-10,8
MN-113	1988	298,2594	1989	298,2602	0,8	14,5	-13,7
14_19	1988	298,1577	1989	298,1580	0,3	12,5	-12,2
ANALIZA 1-26: Reperji stabilizirani v objekte ob Dolenjski cesti							
Št. reperja v MNLJ	Leto izmere v MN	MNLJ – nadm. višina – prera?un 1999 (m)	Leto izmere v 1-26	1-22 – nadm. višina – prera?un 1999 (m)	Razlika –nova (mm)	Razlika – stara (mm)	Razlika (mm)
214	1993	296,3797	1992	296,3819	-2,2	29,2	-31,4
217	1993	295,7901	1992	295,7947	-4,6	27,7	-32,3
5355	1993	295,1345	1992	295,1408	-6,3	26,5	-32,8

Preglednica 5: "Stopnice" v mestni nivelmanski mreži Ljubljane po sanaciji.

Zanimiva je tudi primerjava med starim preračunom in novim preračunom za oba vertikalna datuma Trst in Maglaj. Glede na to, da so razlike nadmorskih višin reperjev med starim in novim preračunom v vertikalnem datumu Trst različnih velikosti in različnega predznaka, se nam še enkrat potrdi pravilnost ideje o preračunu nivelmana Slovenije kot mreže.

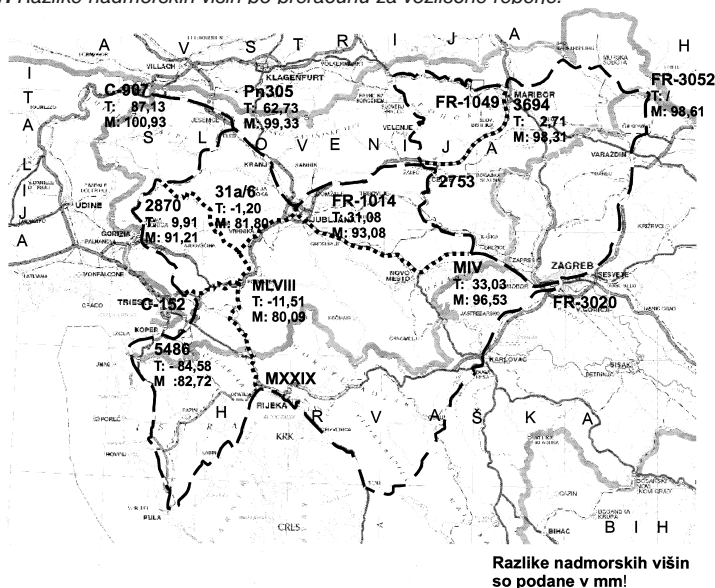
Reper	Stara nadmorska višina reperja (m)	Nova nadmorska višina reperja (m)	Razlika nova–stara (mm)
PN-301	809,4268	809,5150	88,2
MCCCIX	2,9129	2,8284	-84,5

Preglednica 6: Maksimalne razlike nadmorskih višin po preračunu.

Če pa pogledamo primerjavo med novim preračunom in starim preračunom II. NVN, ki je bil preračunan v vertikalnem datumu Maglaj, vidimo, da so razlike v višinah vse več ali manj enakomerno pozitivne (glej preglednico 7 in sliko 2).

Št. reperja	Nadm. višina nova – datum Trst	Nadm. višina stara – datum Trst	Razlike – Trst nova – stara (mm)	Nadm. višina stara – datum Maglaj	Razlike – Maglaj nova–stara (mm)
5486	1,95102	2,0356	-84,58	1,8683	82,72
C-152	440,34840	440,3626	-14,20	440,2669	81,50
2870	182,45341	182,4435	9,91	182,3622	91,21
PN-305	507,95853	507,8958	62,73	507,8592	99,33
C-907	851,61173	851,5246	87,13	851,5108	100,93
FR-1014	296,22738	296,1963	31,08	296,1343	93,08
2753	251,72801	251,6836	44,41	251,6335	94,51
3694	279,63671	279,634	2,71	279,5384	98,31
MIV	154,09413	154,0611	33,03	153,9976	96,53
31a/6	495,12280	495,124	-1,20	495,041	81,80
MLVIII	536,23289	536,2444	-11,51	536,1528	80,09

Preglednica 7: Razlike nadmorskih višin po preračunu za vozliščne reperje.



Slika 2: Razlike nadmorskih višin po preračunu nivelmanske mreže v vertikalnem datumu Trst in Maglaj.

6 ZAKLJUČEK

Z izvedbo novega preračuna nivelmanske mreže Slovenije smo postavili temelj za vsa nadaljnja dela in sanacijo nivelmanske mreže. Preračun je bil izveden z namenom, da pridobimo jasno in razločno sliko o stanju nivelmana pri nas in tako omogočimo oziroma olajšamo nadaljnje načrtovanje sanacije.

Zavedati se moramo, da je trenutno stanje na tem področju slabo, predvsem zaradi starih podatkov meritev in navezave na vertikalni datum Trst. V bodoče bo vsekakor treba razmišljati o novi izmeri nivelmanske mreže, katere zanke bodo stabilizirane na območju Slovenije, o sodobnejšem višinskem sistemu in navezavi na skupni evropski nivo, na normalni reper v Amsterdamu.

Vsekakor pa ne smemo pozabiti na poligone, kjer so že zdaj stabilizirani reperji slabše natančnosti. Še posebej veliko jih je na območju Štajerske, Prekmurja in okolice Lendave, kjer so se prav tako pojavile tudi večje stopnice med nadmorskimi višinami reperjev starih in novih meritev. Večjo pozornost je treba nameniti tudi območjem, ki so geotektonsko bolj aktivna, in območjem, ki so že sedaj slabo pokrita z nivelmansko mrežo, to so: Suha krajina, Bela krajina in del Notranjske.

Za konec je treba dodati, da so preračunane nadmorske višine reperjev vključene v Centralno bazo geodetskih točk, ki jo je nastavila Geodetska uprava Republike Slovenije in je trenutno na voljo uslužbencem Geodetske uprave Republike Slovenije.

Literatura in viri:

Koler, B. (1994). Vertikalni datum nivelmanskih mrež v Sloveniji. Geodetski vestnik, 38(1), 7–11.

Koler, B. (1997). Stanje nivelmanskih mrež na območju Slovenije. V F. Vodopivec (ur.), Novejši dosežki na področju geodezije in geofizike v Sloveniji: Zbornik predavanj (145–162). Ministrstvo za okolje in prostor, Uprava Republike Slovenije za geofiziko, Ljubljana.

Koler, B. (1999). Sanacija nivelmanske mreže na območju Slovenije. UL FGG, Ljubljana.

Štupar, I., Žvan, M. (1994). Poročilo o preračunu višin od 1990 do 1998. Geodetska uprava R Slovenije, Ljubljana.

Vardjan, N. (2001). Preračun in analiza nivelmanske mreže Slovenije. Diplomski naloga. Ljubljana: Fakulteta za gradbeništvo in geodezijo, Oddelek za geodezijo.

Vodopivec, F.; Koler, B. (1990). Analiza natančnosti nivelmana v razvoju geodetskih mrež v Sloveniji. Raziskovalna naloga za Geodetsko upravo R Slovenije, poročilo, 121 str. Ljubljana: Fakulteta za gradbeništvo in geodezijo, Katedra za geodezijo.

doc. dr. Božo Koler, univ. dipl. inž. geod.

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

Nuša Vardjan, univ. dipl. inž. geod.

MOPE - Geodetska uprava R Slovenije
Zemljemerska 12, SI-1000 Ljubljana, Slovenija
e-pošta: nusa.vardjan@gov.si

Prispelo v objavo: 27. junij 2003