

IZMERE NIVELMANSKIH MREŽ VIŠJIH REDOV NA OBMOČJU REPUBLIKE SLOVENIJE

dr. Božo Koler
FAGG – Oddelek za geodezijo, Ljubljana
Prispelo za objavo: 4.11.1993

Izvleček

V članku so predstavljene izmere nivelmanskih mrež višjih redov na območju Republike Slovenije (avstro-ogrski nivelman, I. in II. nivelman velike natančnosti) in izmere posameznih nivelmanskih vlakov I. reda po letu 1971.

Gljučne besede: nivelmanska mreža, avstro-ogrski nivelman, I. in II. nivelman velike natančnosti, območje Slovenije

Zusammenfassung

In der vorliegenden Arbeit werden fuer das Gebiet der Republik Slowenien die Praezisions-Nivellementsnetze (Oesterreich-Ungarisches Nivellement, I. und II. Nivellement der 1. Ordnung) sowie die einzelnen Nivellemente der 1. Ordnung nach dem Jahre 1971 dargestellt.

Stichwoerter: Nivellementsnetz, Oesterreich-Ungarisches Nivellement, I. Nivellement, II. Nivellement 1. Ordnung, Slowenien

1. UVOD

Osnovna naloga nivelmanskih mrež višjih redov je, da zagotovijo zanesljivo osnovo za razvoj nivelmanskih mrež nižjih redov in da dobimo višine na območju določene države v enotnem višinskem sistemu. Prek te osnovne naloge lahko dosežemo kontinuiteto pri izdelovanju določenih kart, načrtov, pri projektiranju in izvrševanju del večjega obsega na terenu itd. Poleg teh praktičnih in neposrednih zahtev mora mreža nivelmana velike natančnosti (NVN) omogočati povezovanje z nivelmanskimi mrežami sosednjih držav in omogočati znanstvena raziskovanja, ki so povezana z določitvijo oblike Zemlje in njenimi spremembami.

Izmere nivelmanskih mrež oziroma nivelmanskih vlakov višjih redov na območju Republike Slovenije lahko časovno razdelimo v štiri skupine:

- 1873 – 1895: avstro-ogrski nivelman, ki ga je izvedel Vojaškogeografski inštitut z Dunaja

- 1946 – 1957: prvi nivelman velike natančnosti SFRJ (I. NVN), pri katerem so sodelovali Zvezna geodetska uprava, Vojaškogeografski inštitut, Geodetska uprava Slovenije
- 1970 – 1973: drugi nivelman velike natančnosti SFRJ, (II. NVN), ki ga je izmeril Vojaškogeografski inštitut iz Beograda
- niveliranje posameznih nivelmanskih vlakov višjih redov po letu 1971 oziroma po izmeri II. NVN.

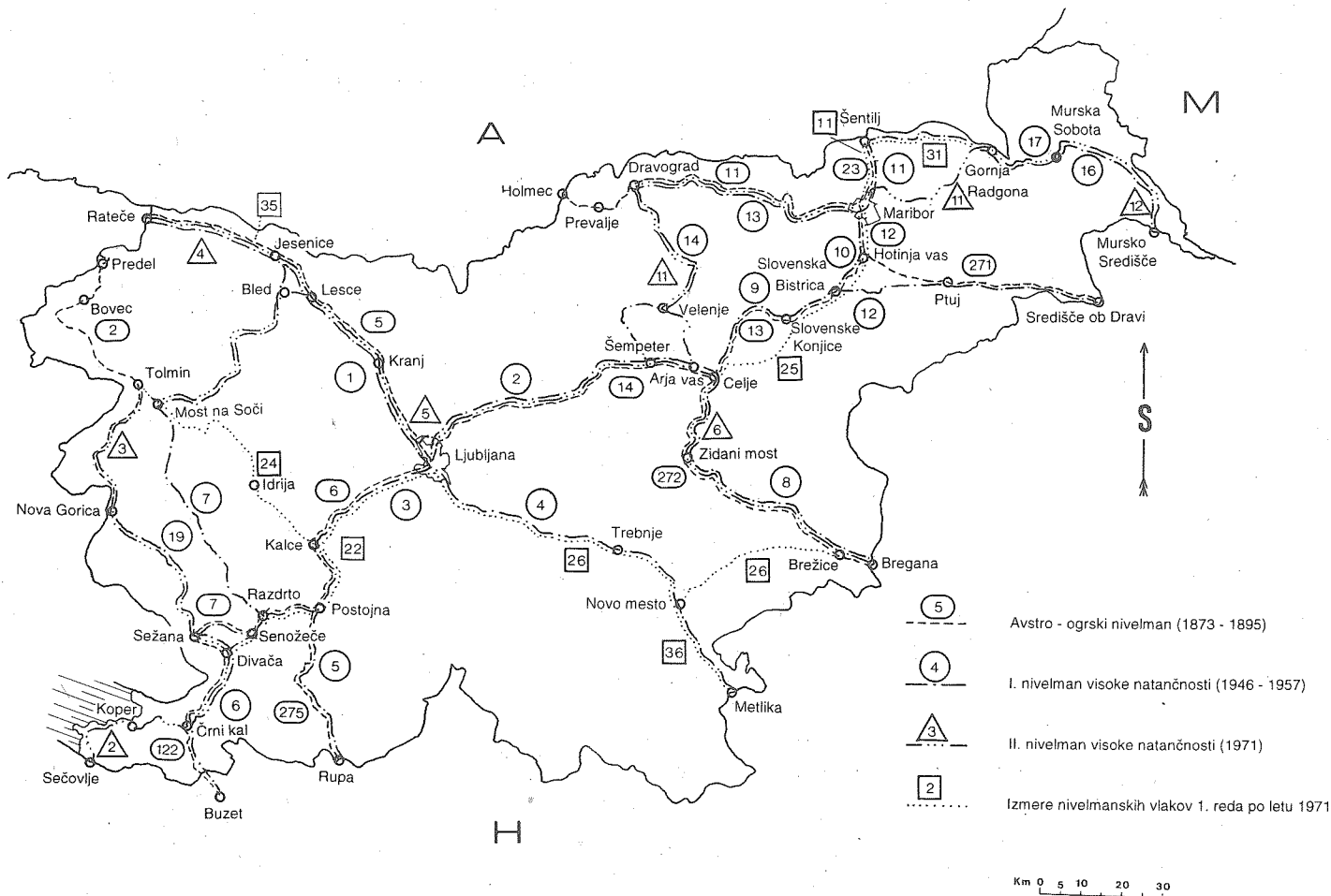
2. AVSTRO-OGRSKI NIVELMAN

Celotno območje Avstro-Ogrske monarhije je bilo pokrito z mrežo nivelmanskih czank. Skupna dolžina nivelmanskih linij je leta 1918 znašala 25 055 km. Nivelmanske linije so potekale vzdolž železniških prog in le izjemoma ob cestah. Izbira objektov ob železniških progah in stabilizacija reperjev v te objekte ni najprimernejša, saj potekajo železniške proge deloma po nasutem terenu, ki je slabo utrjen. Zaradi prometa in neutrjenega terena se večina objektov ob železniških progah močno poseda, kar so ugotovili tudi s ponovnim niveliranjem med obema vojnoma v Avstriji.

Na območju Republike Slovenije so bili stabilizirani tile nivelmanski vlaki (glej Preglednico 2.1 in Sliko 1):

Preglednica 2.1

Leto izm.	Št. nivel. vlaka	Od – do	Dolžina (km)
1873 do 1884	2	Šempeter – Kanal – Tolmin – Bovec – Predel ²	93
	5	Ježica – Kranj – Jesenice – Rateče	93
	6	Postojna – Vrhnika – Ježica	60
	7	Sežana – Postojna	34
1874 do 1885	11	Maribor – Dravograd – Prevalje	82
	12	Hotinja vas – Maribor	12
	13	Hotinja vas – Maribor	54
1874 do 1897	14	Ježica – Trojane – Celje	71
	23	Maribor – Šentilj	16
	122	Sežana – Rakitovec (– Pula)	40
	271	Hotinja vas – Središče ob Dravi	56
	272	Celje – Zidani most – Dobova (– Zagreb)	77
	275	Postojna – Jelšane (– Reka)	46
Skupaj nivelirano:			734



2.1 Stabilizacija nivelmanske mreže

V izmero nivelmanske mreže, ki je bila stabilizirana na celotnem območju Avstro-Ogrske monarhije, so vključili naslednje višinske točke:

2.1.1 Fundamentalni reperji – Hauptfixpunkte

V Avstro-Ogrski monarhiji so stabilizirali sedem fundamentalnih reperjev, ki so jih imenovali Hauptfixpunkt. Pri izboru lokacij za stabilizacijo fundamentalnih reperjev so upoštevali priporočilo državnega geološkega zavoda. Tako so fundamentalne reperje stabilizirali na geološko stabilnih območjih, kjer niso pričakovali tektonskih premikov in posedanj. Fundamentalne reperje so porazdelili enakomerno po celotni nivelmanski mreži, ki je bila stabilizirana na območju Avstro-Ogrske monarhije. Fundamentalni reper z oznako Urmärke No. 374 (danes FR 1049) so leta 1878 stabilizirali v bližini Ruš. Ta fundamentalni reper je stabiliziran ob železniški progi Maribor – Dravograd, nekaj metrov od kilometrskega kamna 15,3.

2.1.2 Reperji I. reda – Hoehenmarke

V nivelmanski mreži je bilo stabiliziranih 6 224 reperjev I. reda – Hoehenmarke. Ti reperji so bili stabilizirani na vsakih 3 do 4 km nivelmanskega vlaka. Reperji so stabilizirani v trdnih objektih (cerkve, postajna poslopja, mitnice, šole itd.) in so stabilizirani 2 do 2,2 m nad tlemi. Pri reperjih I. reda poznamo dva načina stabilizacije. Pri prvem, starejšem načinu stabilizacije, je reper sestavljen iz medeninastega čepa premera 3 do 4 cm in ploščice z napisom HOEHENMARKE ali BILJEG VISINE. Pod napisom je horizontalna črtica z luknjico v sredini. Čep nivelmanskega reperja je vzidan v objekt in zaščiten z medeninasto ploščico dimenzije 160 x 80 x 4 mm, ki je vzidana tako, da je v isti ravnini s fasado objekta. Zaščitna ploščica ni povezana z medeninastim čepom, ampak je na zid objekta pritrjena tako, da se os čepa prekriva z luknjico na plošči. Center luknjice predstavlja nadmorsko višino reperja, za praktične primere so vzeli sredino črtice na plošči. Novejši način stabilizacije predstavlja prizmatično litoželezo dimenzije 70 x 55 x 100 mm. Reper je vzidan tako, da je zunanja površina reperja v isti ravnini kot površina zidu. V sredini reperja je luknjica, ki predstavlja nadmorsko višino reperja.

2.1.3 Reperji II. reda – Steinmarke

Med reperje I. reda so bili na oddaljenosti približno 1 km stabilizirani reperji II. reda. V nivelmanski mreži Avstro-Ogrske monarhije je bilo stabiliziranih 11 369 reperjev II. reda, ki so večinoma uničeni. Za reperje II. reda so privzeli kamnita znamenja kot so kilometrski kamni ob cestah in železnicah, mejni kamni, oporni zidovi mostov (ograje), stopnice kapelic in trigonometrične točke. Na teh kamnitih znamenjih so bile označene zglajene horizontalne površine, na katere so postavljali nivelmanske late. V pravokotnike, ki so definirali reper, so vklesali črke H+M in jih pobarvali s črno oljno barvo.

Podatki o avstro-ogrskem nivelmanu (opis in obseg izmere, navezava na normalni reper, način razvijanja in izravnjanja celotne nivelmanske mreže, seznam nivelmanskih vlakov, ki vsebuje vse reperje I. in II. reda z zaporedno številko, topografskim opisom in stacionažo), so zbrani v poročilu o preciznem nivelmanu

jugovzhodnega dela Avstro-Ogrske monarhije, ki ga je leta 1899 izdal
Vojaškogeografski inštitut z Dunaja.

3. IZMERE NIVELMANSKIH MREŽ VIŠJIH REDOV PO 2. SVETOVNI VOJNI

3.1 I. nivelman velike natančnosti

Mreža I. NVN na območju nekdanje SFRJ je bila sestavljena iz 49 zank skupne dolžine 10 544 km. Poleg tega je obstajalo še 601 km nivelmanskih vlakov, ki so nivelmansko mrežo povezovali z nivelmanskimi mrežami sosednjih držav. Tako je dolžina vseh nivelmanskih vlakov I. NVN znašala 11 145 km. Na območju Republike Slovenije so bili v posameznem letu stabilizirani in izmerjeni tile nivelmanski vlaki preciznega nivelmana 1. reda (glej Preglednico 3.1 in Sliko 1):

Preglednica 3.1

Leto izm.	Št. nivel. vlaka	Od - do	Dolžina (km)
Ni podatka	2	Ježica - Trojane - Celje	70
	3	Postojna - Vrhnika - Ježica	60
	5	Postojna - Ilirska Bistrica - Jelšane (- Reka)	42
	6	Postojna - Herpelje - Rakitovec (- Pula)	59
	8	Celje - Zidani most - Dobova (- Zagreb)	77
1947	1	Ježica - Kranj - Jesenice - Rateče	87
	4	Ljubljana - Novo mesto - Metlika - meja (- Karlovac)	136
	7	Razdrto - Most na Soči - Jesenice	125
1949	9	Celje - Slovenska Bistrica	42
	10	Slovenska Bistrica - Maribor	20
	11	Maribor - Šentilj	17
	12	Slovenska Bistrica - Pragersko - Središče ob Dravi - meja	67
	13	Maribor - Dravograd	63
	16	Murska Sobota - Mursko Središče	39
	17	Murska Sobota - Radenci	12
1952	14	Dravograd - Drešinja vas	71
1953	17	Radenci - Podgrad - Šentilj	45
	19	Sežana - Šempeter	36
Skupaj nivelirano			1068

Nivelmanske vlake, za katere ni podatkov o letu niveliranja, je niveliral Vojaškogeografski inštitut iz Beograda, razen za nivelmanski vlak številka 14 (1952: Dravograd – Drešinja vas). Poleg tega obstaja podatek o času niveliranja za del nivelmanskega vlaka številka 1 in 7 (1947: Jesenice – Rateče in Bled – Lesce). Nivelmanski vlak številka 4 (Ljubljana – Novo mesto – Karlovac) so nivelirali v dveh delih. Tako so leta 1947 nivelirali od Ljubljane do Novega mesta v eni smeri in leta 1951 od Novega mesta do Ljubljane v drugi smeri ter v obe smeri odsek Novo mesto – Karlovac.

3.2 Nivelmanska mreža II. nivelmana velike natančnosti

V mrežo II. NVN je bilo vključenih 27 nivelmanskih zank skupne dolžine 9 824 km. Na območju Republike Slovenije ni stabilizirana nobena zaključena nivelmanska zanka, temveč so bili stabilizirani in izmerjeni tile nivelmanski vlaki II. NVN (glej Preglednico 3.2 in Sliko 1):

Preglednica 3.2

Leto izm.	Št. nivel. vlaka	Od – do	Dolžina (km)
1971	2	Sečovlje – Koper	20
	3	Koper – Divača – N. Gorica – Most na Soči – Bled – Lesce	190
	4	Lesce – Jesenice – Podkoren – Rateče (slepi nivelmanski vlak)	45
	5	Lesce – Kranj – Črnuče – Trojane – Arja vas	116
	6	Arja vas – Celje – Zidani most – Dobova	85
	11	Arja vas – Velenje – Dravograd – Maribor – Lenart – Podgrad – M. Sobota – Dobrovnik – Lendava	225
	12	Lendava – Mursko središče	7
Skupaj nivelirano			688

V času izmere II. NVN so bili nivelirani tudi nivelmanski vlaki mejnih odsekov (Preglednica 3.3), mikromreže ob 17 fundamentalnih reperjih (Kozina, Štanjel, Nova Gorica, Hudajužna, Bled, Podkoren, Kranj, Črnuče, Trojane, Velika Pirešica, Otiški vrh, Ruše, Lenart, Murska Sobota, Lendava, Zidani most, Krško) in mikromreže na mejnih prehodih (Dolga vas, Korensko sedlo, Rateče, Fernetiči).

Preglednica 3.3

Leto izm.	Št. nivel. vlaka	Od – do	Dolžina (km)
1971	3a	Sežana – Fernetiči	4
	4a	Podkoren – Korensko sedlo	4
	11 a	Dolga vas – Redič	2
Skupaj nivelirano			10

3.3 Niveliranje posameznih nivelmanskih vlakov višjih redov po letu 1971

Po letu 1971 so bili nivelirani posamezni odseki nivelmanskih vlakov II. NVN.

Preglednica 3.4

Leto izm.	Št. nivel. vlaka	Od – do	Dolžina (km)
1978 – 1981	11 a	Dolga vas – Redič (nivelirano trikrat)	2
1984	11 c	Počehova – Šentilj (povezava z Avstrijo)	15
1987	11 d	Dravograd – Vič (povezava z Avstrijo)	4
	11	Gornja Radgona – Murska Sobota	18
Skupaj nivelirano			39

Leta 1987 so bile nivelirane tudi mikromreže na mejnih prehodih Gornja Radgona, Šentilj, Vič, Korensko sedlo in Fernetiči. Poleg tega so bili na območju Republike Slovenije nivelirani naslednji nivelmanski vlaki 1. reda (glej Preglednico 3.5 in Sliko 1).

Preglednico 3.5

Leto izm.	Št. nivel. vlaka	Od – do	Dolžina (km)
1977	35	Hrušica – Karavanški železniški predor (povezava z Avstrijo)	5
1985	31	Podgrad – Apače – Cmurek – Šentilj	33
1988	25	Maribor – Slovenska Bistrica – Celje	59
1989	22	Črnuče – Vrhnika – Postojna – Razdrto – Senožče – Divača	90
1992	24	Kalce – Idrija – Most na Soči	61
	26	Ljubljana – Novo mesto – Brežice	125
	36	Novo mesto – Metlika	30
Skupaj nivelirano			403

3.4 Stabilizacija nivelmanske mreže po 2. svetovni vojni

Za stabilizacijo nivelmanskih mrež po 2. svetovni vojni so uporabljali reperje, ki so navedeni v Pravilniku o tehničnih normativih za mreže temeljnih geodetskih točk, ki ga je izdala Republiška geodetska uprava leta 1981. Na Posvetovanju o mreži nivelmana velike natančnosti (Beograd 1967) so sprejeli sklep o reviziji I. NVN in izdelavi projekta nove II. NVN, v katero je bilo vključeno tudi večje število fundamentalnih reperjev. S fundamentalnimi reperji naj bi stabilizirali vsa vozlišča v II. NVN (to niso dosledno upoštevali), posamezne vmesne reperje na dolgih nivelmanskih vlakih in reperje v bližini mareografov. Minimalna razdalja med

sosednjimi fundamentalnimi reperji znaša 25 km in maksimalna razdalja 50 km. Osnovna cilja stabilizacije fundamentalnih reperjev sta:

- nivelmanska mreža je navezana na zadovoljivo število reperjev, ki so enakomerno porazdeljeni po nivelmanski mreži in veljajo za stabilne v geološkem in geodetskem smislu;
- fundamentalni reperji predstavljajo izhodiščno točko za morebitne kontrolne ali ponovne izmere mreže NVN.

Fundamentalni reperji so zavarovani z najmanj dvema reperjema, ki sta stabilizirana v stabilne objekte. Ta zavarovanja skupaj s fundamentalnim reperjem tvorijo mikromrežo fundamentalnega reperja.

4. ZAKLJUČEK

Za izmere nivelmanskih vlakov višjih redov na območju Republike Slovenije je značilno, da so potekale v okviru izmer nivelmanskih mrež NVN posameznih držav, v katere je bilo vključeno območje Slovenije v posameznem obdobju. Poleg tega lahko iz preglednic in Slike 1 vidimo, da sta bili v Sloveniji stabilizirani zaključeni nivelmanski zanki le v I. NVN. Glede na dejstvo, da je od zadnje izmere NVN preteklo 22 let, moramo začeti razmišljati o ponovni izmeri NVN. Ker na območju Slovenije nimamo zaključene nivelmanske zanke II. NVN, moramo predhodno izdelati projekt nove mreže NVN, v katero moramo vključiti že stabilizirane nivelmanske vlake II. NVN na območju Republike Slovenije.

Viri:

- Die Ergebnisse des Praezisions-Nivellement in der oesterreichisch-ungarischen Monarchie – Suedoestlicher Theil, 1899, K. und K. Militaer – geographisches Institut, Dunaj, 1-89.*
Geodetski fakultet sveučilišta u Zagrebu, Zavod za višu geodeziju, 1989, II. nivelman visoke tačnosti Jugoslavije – svezak 1, Zagreb, 1-39.
Koler, B., 1993, Ugotovitev vertikalnih premikov na osnovi analize nivelmanskih mrež višjih redov na območju Slovenije, Doktorska disertacija, FAGG, Ljubljana, 101-122.
Referat o osnovnim geodetskim radovima (Istoriat i ocena tačnosti), 1953, Geodetski list 11-12, Zagreb, 399-406.
Republiška geodetska uprava, 1990-1993, Gradivo o nivelmanskih mrežah (interno).
Zvezna geodetska uprava, 1955, Uputstvo o izvršenju nivelmana visoke tačnosti i preciznog nivelmana, Geodetski list 3-4, Zagreb, 168-176.
Zvezna geodetska uprava, 1967, Savetovanje o mreži nivelmana visoke tačnosti (več avtorjev), Beograd, 52-145.

Recenzija: Marjan Jenko
Ivan Štupar