

Дефиниция на EVRS – реализация 2007 (EVRF2007)

Ihde, J., Mäkinen, J., Sacher, M. (2008) Conventions for the Definition and Realization of a European Vertical Reference System (EVRS) – EVRS Conventions 2007

Дефиниция на EVRS

Европейската вертикална референтна система (EVRS) е кинематична референтна система, дефинирана чрез следните четири международно установени условия (конвенции):

(1) Вертикалното изходно начало (vertical datum) е дефинирано като екипотенциална повърхнина, за която реалият земен потенциал (геопотенциал) е константна величина:

$$W_0 = W_{0E} = \text{const},$$

и който съвпада с нивото на Амстердамския пегел (Normaal Amsterdams Pail – NAP).

(2) Единицата за дължина в EVRS е метър (по система SI). Единицата за време е секунда (по система SI). Тази скала, получена чрез подходящо релативистично моделиране, съответства на времева координата в Геоцентричното координатно време (TCG) за съответната земна геоцентрична координатна система, като по този начин отговаря на резолюциите на Международния астрономически съюз (IAU) и Международния съюз по геодезия и геофизика (IUGG), приети през 1991 г.

(3) Височинните компоненти на системата са геопотенциалните разлики ΔW_P между стойностите на геопотенциала W_P в дадена точка P и геопотенциала W_{0E} на приетото за EVRS нулево ниво. Геопотенциалната разлика $-\Delta W_P$ се означава също като геопотенциално число C_P :

$$-\Delta W_P = C_P = W_{0E} - W_P$$

Нормалните височини са функция на геопотенциалните числа при зададено нормално референтно поле на силата на тежестта.

(4) EVRS е нулево-приливна система в съответствие с приетите в гр. Хамбург през 1983 г. резолюции № 9 и 16 на Международната асоциация по геодезия (IAG).

Референтен елипсoid и нормално поле на силата на тежестта

EVRS2007 е дефинирана на базата на геопотенциала. Тя е реализирана чрез геопотенциалните числа, определени чрез прецизна нивелация или геопотенциален модел и 3D координати. Никоя от тези величини (геопотенциални числа, геопотенциален модел и 3D координати) не зависи от какъвто и да е референтен елипсoid. По тази причина референтният елипсoid не е част от дефинициите на EVRS дотолкова, доколкото това касае геопотенциалните числа. От друга страна, за превръщането на геопотенциалните числа в нормални височини са необходими нормално поле на силата на тежестта и геодезическа географска ширина. За целта е възприето нормалното поле на силата на тежестта на Геодезическата референтна система 1980 (GRS80) и съответните координати в Европейската земна референтна система 1989 (ETRS89).

Стойността на нормалната сила на тежестта върху повърхността на елипсоида се изчислява по Формулата за силата на тежестта 1980 като развитие в ред от синуси (Moritz H., 1980):

$$\begin{aligned} \gamma_0 = & 9.780\,326\,7715(1 + 0.005\,279\,0414\sin^2\varphi + \\ & + 0.000\,023\,2718\sin^4\varphi + \\ & + 0.000\,000\,1262\sin^6\varphi + \\ & + 0.000\,000\,0007\sin^8\varphi), \text{ [m s}^{-2}\text{]}, \end{aligned} \quad (1)$$

където геодезическата географска ширина φ е в ETRS89. Нормалните височини H_P се изчисляват като:

$$H_P = \frac{C_P}{\gamma}, \quad (2)$$

където $\bar{f}$ е средноинтегралната стойност на нормалната сила на тежестта по протежение на отвесната линия между елипсоида и телуроида и определена по формулата:

$$\bar{f} \approx \bar{f}_H = \gamma_0 \left[1 - (1 + f + m - 2f \sin^2 \varphi) \frac{H}{a} + \frac{H^2}{a^2} \right] \quad (3)$$

където H е приблизителната стойност на H_P , а γ_0 се изчислява по формула (1). Означенията и числените стойности за останалите величини са в съответствие с Moritz, H. (1980) *Geodetic Reference System 1980. Bull Geodesique 54 (3): 395-405. doi 10.1007/BF02521480*

Връзка между системи

CGS (centimetre – gram – second) и SI (Système international)

$$1 \text{ Gal} = 1 \text{ cm s}^{-2} = 10^{-2} \text{ m s}^{-2}$$

$$1 \text{ kGal} = 10^3 \text{ Gal} = 10 \text{ m s}^{-2}$$

$$1 \text{ mGal} = 10^{-3} \text{ Gal} = 10^{-5} \text{ m s}^{-2}$$

$$1 \text{ } \mu\text{Gal} = 10^{-6} \text{ Gal} = 10^{-8} \text{ m s}^{-2}$$

Параметри на геодезическата референтна система GRS 1980

Moritz H (1980) *Geodetic Reference System 1980. Bull Geodesique 54 (3): 395-405. doi 10.1007/BF02521480*

Основни параметри (точни)

$a = 6\,378\,137 \text{ m}$	голяма полуос на елипсоида
$GM = 3\,986\,005 \times 10^8 \text{ m}^3 \text{ s}^{-2}$	геоцентрична гравитационна константа
$J_2 = 0.001\,082\,63$	динамичен фактор на формата
$\omega = 0.000\,072\,921\,15 \text{ rad s}^{-1}$	ъглова скорост на въртене

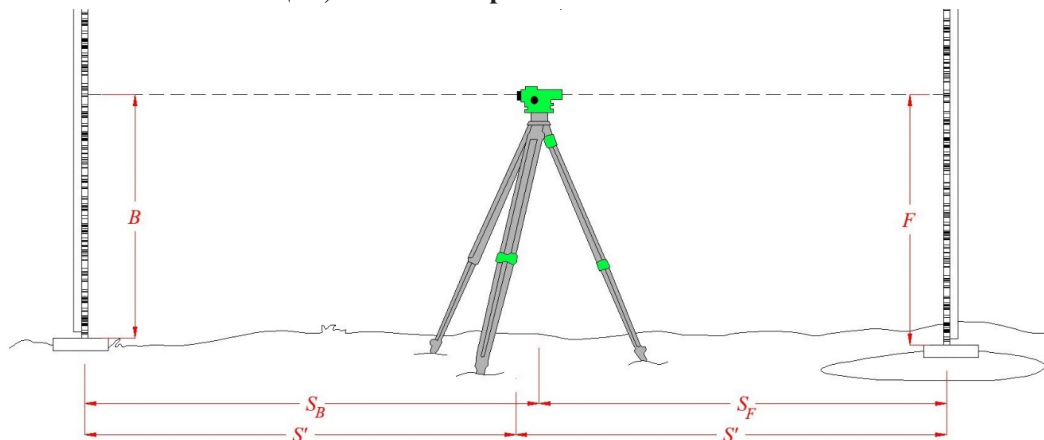
Физични параметри (производни)

$U_0 = 62\,636\,860.8498 \text{ m}^2 \text{ s}^{-2}$	нормален потенциал върху повърхността на елипсоида
$\gamma_e = 9.780\,326\,7715 \text{ m s}^{-2}$	стойност на нормалната сила на тежестта на Екватора
$\gamma_p = 9.832\,186\,3685 \text{ m s}^{-2}$	стойност на нормалната сила на тежестта на полюсите
$\beta = 0.005\,302\,440112$	гравиметрична сплеснатост на елипсоида
$m = 0.003\,449\,786\,003\,08$	параметър

Геометрични параметри (производни)

$b = 6\,356\,752.3141 \text{ m}$	малка полуос на елипсоида
$c = 521\,854.0097 \text{ m}$	полярен радиус на кривина
$e^2 = 0.006\,694\,38\,002$	първи ексцентрицитет
$e'^2 = 0.006\,739\,49\,678$	втори ексцентрицитет
$f = 0.003\,352\,810\,681\,18$	геометрична сплеснатост на елипсоида

Схеми на станция, нивелачно разстояние и нивелачна линия



B – отчет „назад“;

F – отчет „напред“;

S_B – разстояние между инструмента и задната лата (дължина на визура „назад“);

S_F – разстояние между инструмента и предната лата (дължина на визура „напред“);

S' – разстояние между инструмента и латата

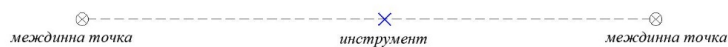
$$S_B \approx S_F \approx S'$$

$$|S_B - S_F| \leq 1 \text{ m}$$

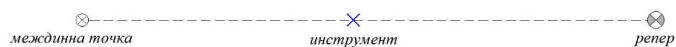
станция



между репер и междинна точка

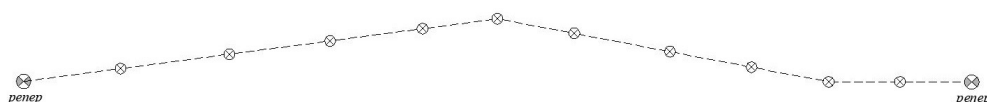


между две междинни точки



между междинна точка и репер

нивелачно разстояние



нивелачна линия

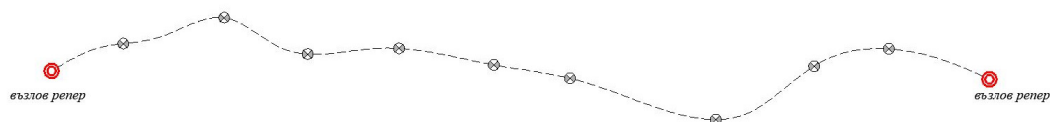
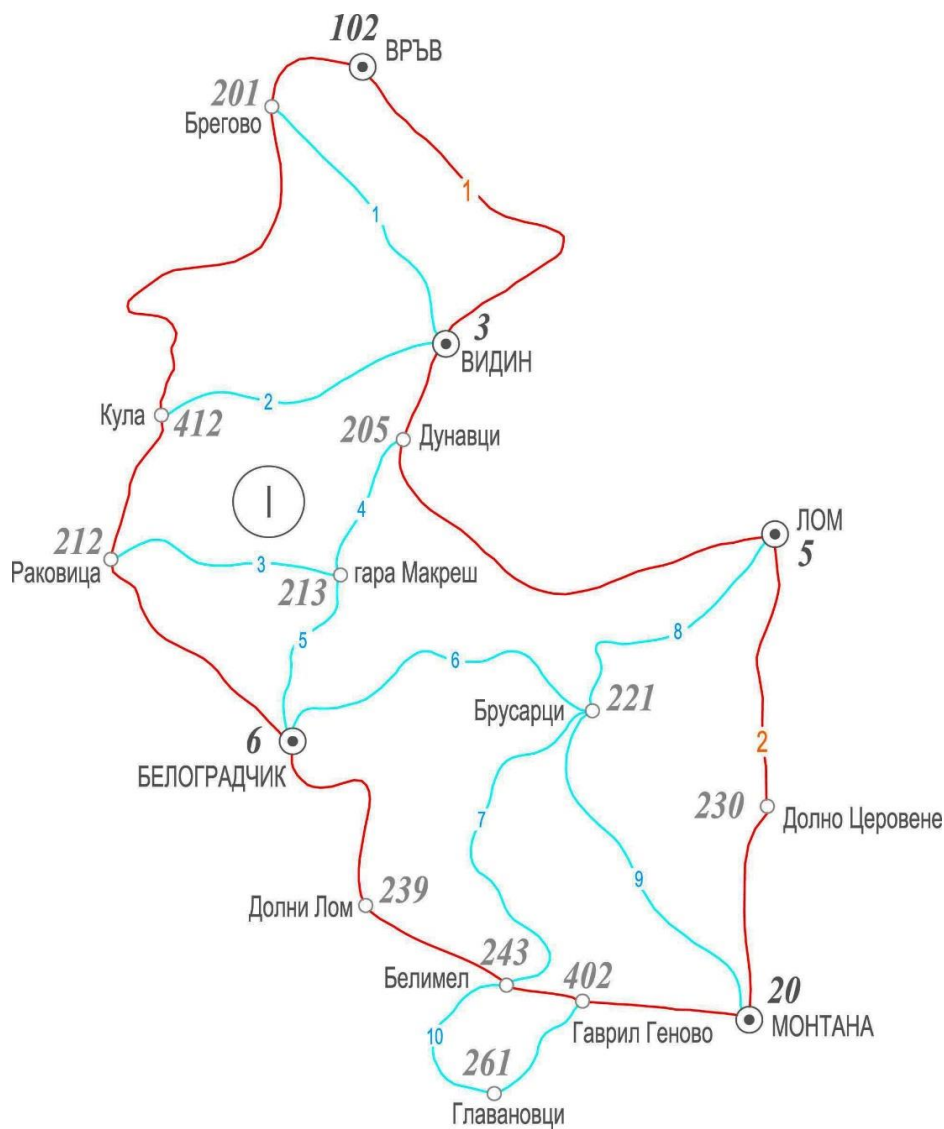


Схема на нивелачни линии II клас от първокласен полигон



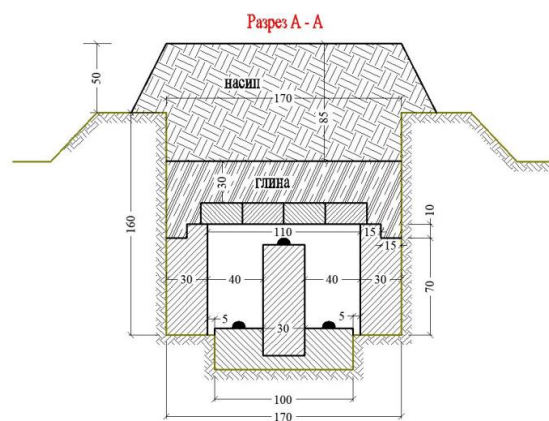
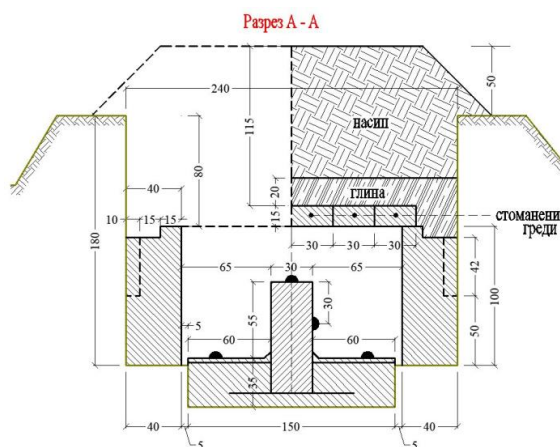
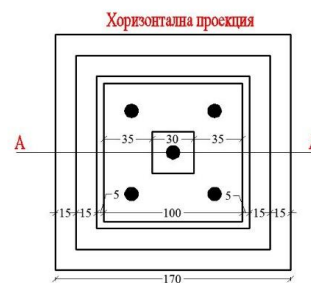
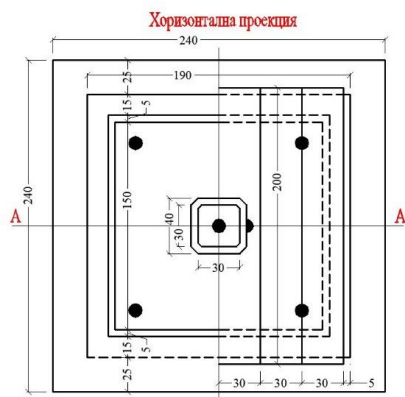
● 6 Векови нивелачен репер I клас, No на ВНР

○ 239 Векови нивелачен репер II клас, No на ВНР

⊙ I Номер на полигона

— 51 — Нивелачна линия I клас, No на линия

— 12 — Нивелачна линия II клас, No на линия

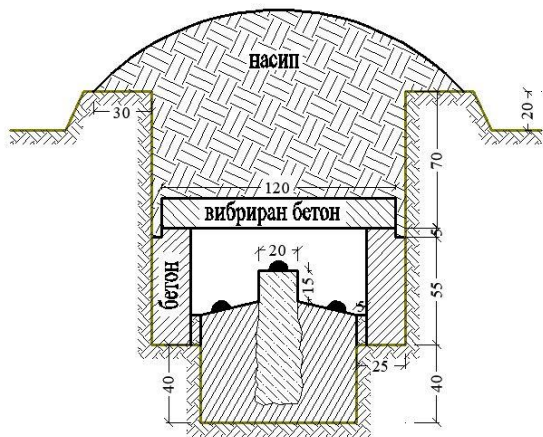


Векови нивелачен репер I степен

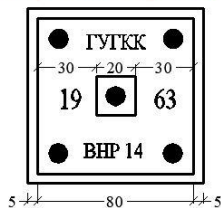
Векови нивелачен репер I степен,
стабилизиран в скалист терен



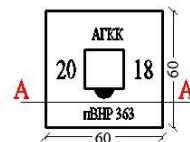
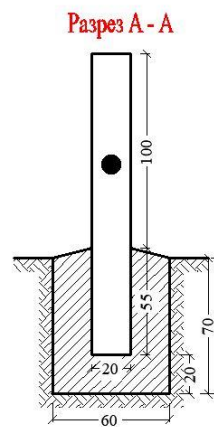
Снимки на векови нивелачни репери, I клас (код 11): ВНР 28 и ВНР 69



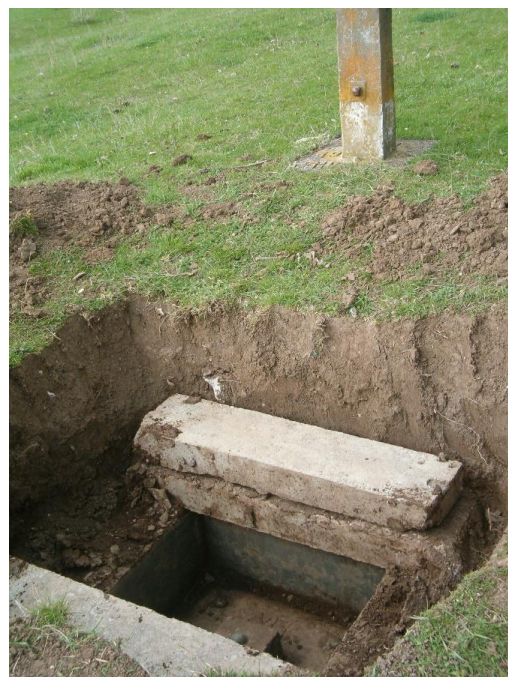
Хоризонтална проекция



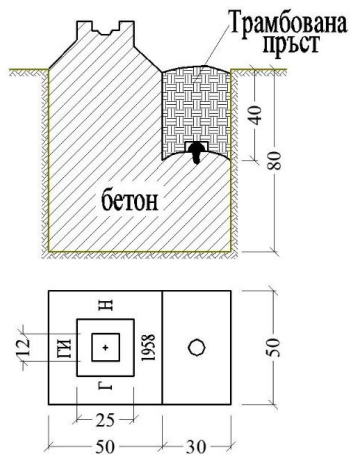
Векови нивелачен репер II степен



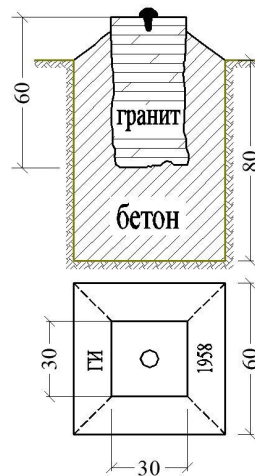
Показалец към Векови нивелачен репер
I или II степен



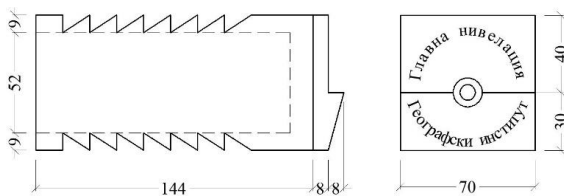
Снимки на векови нивелачен репер (ВНР) 259 (II клас, код 12) и показалец (код 7) към него



Бетонов блок с подземен и надземен нивелачен знак (код 53)



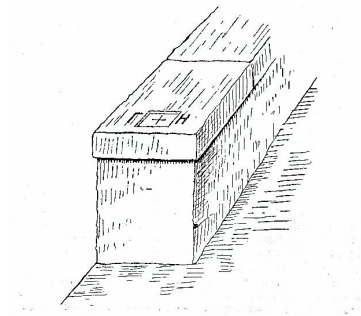
Бетониран каменен блок с гъбовиден болт (код 52)



(размерите на фигурата са в mm)



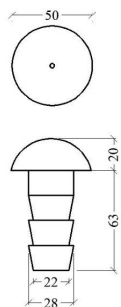
Стенна призма (код 3)



Каменна марка (код 9)



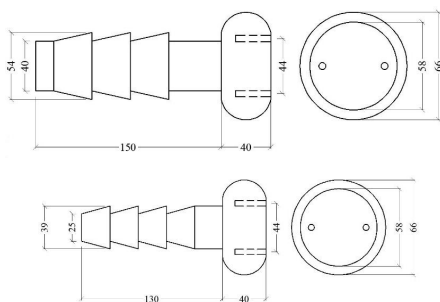
Румънска марка (код 8)



(размерите на фигурата са в mm)



Гъбовиден болт



(размерите на фигурите са в mm)

Стенен болт (голям и малък)



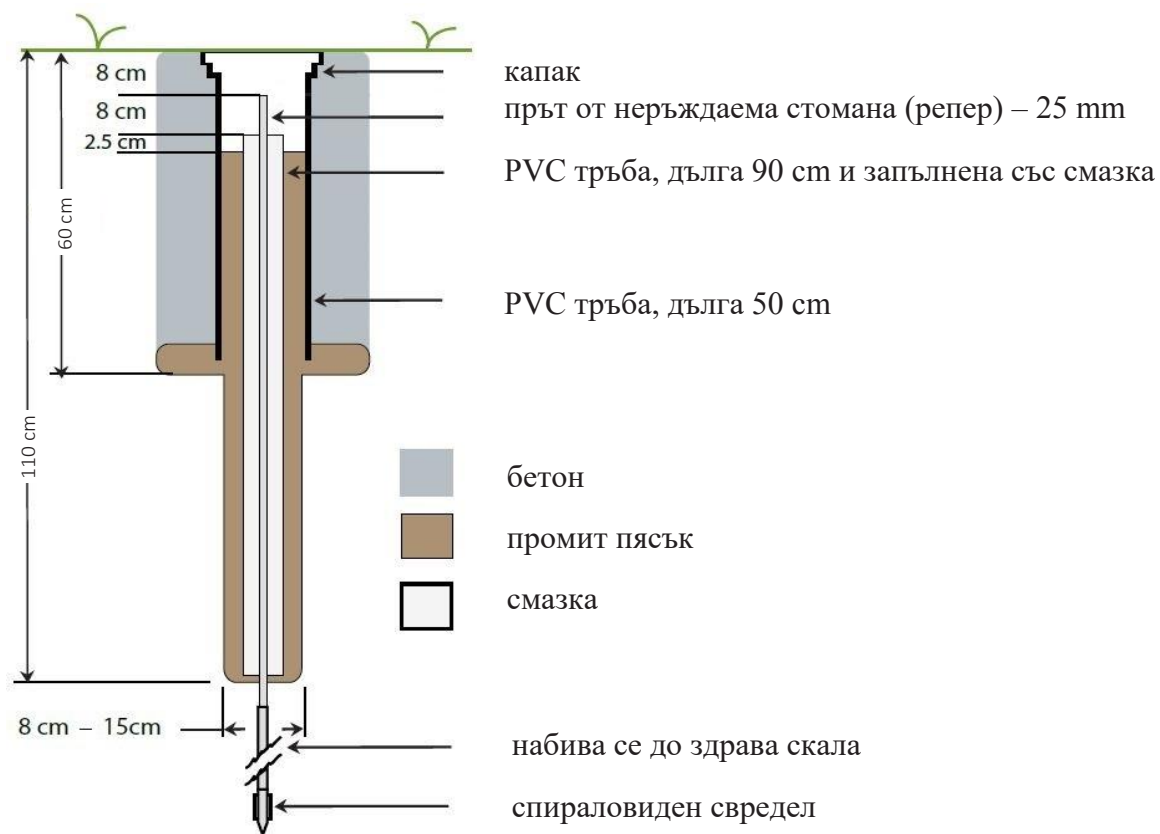
Стенен болт (вляво) и гъбовиден болт (вдясно)

Кодове на видовете нивелачни репери, използвани за ДНМ Вид на репера

Код

- | Код | Вид на репера |
|-----|---|
| 11 | ВНР I степен |
| 12 | ВНР II степен |
| 13 | Дълбочинен репер |
| 2 | Подземен тръбен репер |
| 3 | Стенна призма |
| 4 | Стенен болт на сграда или съоръжение |
| 51 | Гъбовиден болт на сграда или съоръжение |
| 52 | Гъбовиден болт на бетонирен каменен блок или бетонен блок |
| 53 | Гъбовиден подземен болт на бетонен блок |
| 54 | Гъбовиден болт на скала |
| 61 | Стенен болт на сграда или съоръжение – III клас |
| 62 | Гъбовиден болт на бетонирен каменен блок – III клас |
| 63 | Гъбовиден болт на скала – III клас |
| 7 | Нивелачен репер IV клас |
| 8 | Румънска марка |
| 9 | Каменна марка |

Дълбочинен репер



Теренно проучване за нивелачна линия №..... и НР в околността

№	Вид на репера	Състояние	Достъпност	Удобен за преки		Описание	Забележка
				ГНСС изм.	гравим. изм.		
...	...	...	...	...	...	...	...
...	...	...	...	...	...	...	...
...	...	...	...	...	...	...	...
...	...	...	...	...	...	...	...

Съставил:.....

В следващата таблица е представен пример за попълване на формуляр за теренно проучване на реперите от съответна нивелачна линия и други налични реперни в околността:

Контролен полигон на мареографна станция Варна и НР в околността

№ 20: ВНР 20 (Варна) – ВНР 53 (Бургас)

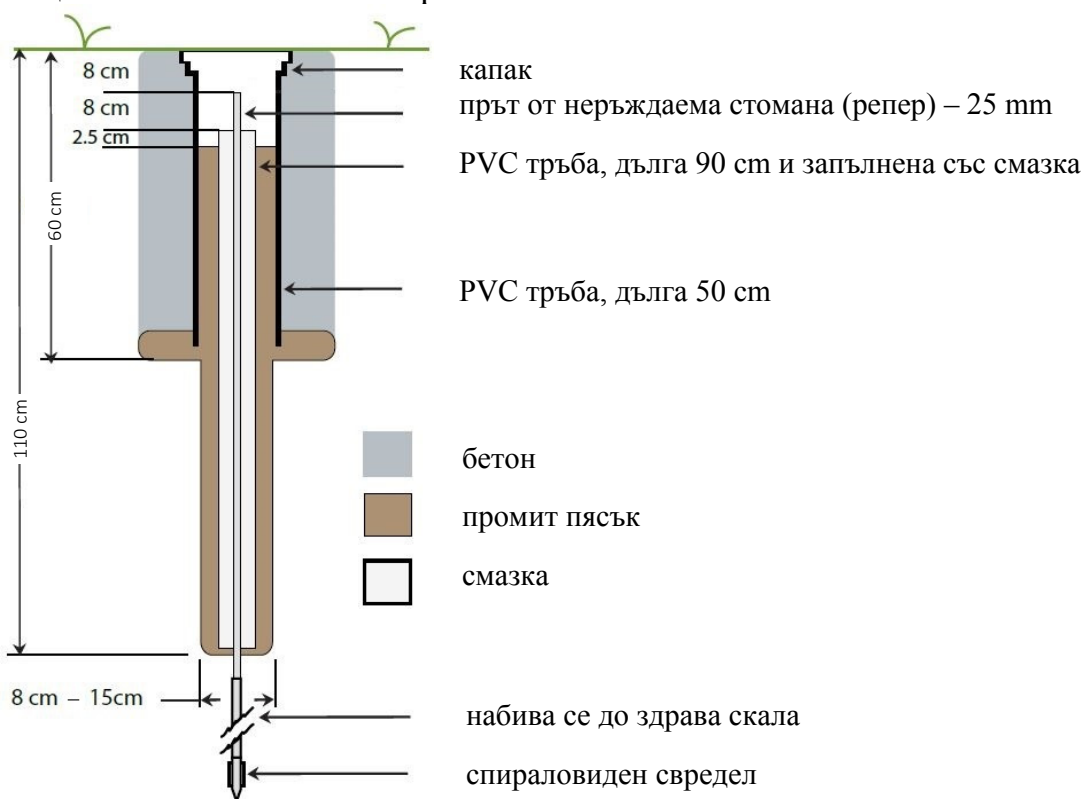
№	Вид на репера	Състояние	Достъпност	Удобен за преки		Описание	Забележка
				ГНСС изм.	гравим. изм.		
ВНР 28	подземен	запазен, устойчив	достъпен	да	да	На около 720 м източно от разклона за с. Тополи, южно от главен път Е-70. Ограден е с метална ограда	видимостта от пътя е затруднена поради гъстата растителност
показалец	стенен болт	запазен, устойчив	достъпен	да	не	Показалец северно от ВНР	
1(1)	стенен болт	неоткрит				На опитна сортоизпитвателна станция по пътя за с. Тополи, И фасада	сградата е реновирана
2(133)	стенен болт	запазен, неустойчив	достъпен	не	не	На старото уще „Хр. Смирненски“ в с. Тополи, Ю фасада	сградата е изоставена; наблюдават се широки пукнатини в цокъла около репера
3(2)	гъбовиден болт	унищожен				На т.т. 106, 3 от пътя за жп гара Тополи	точката е разрушена
....							

Приложение № 8
към чл. 42, ал. 2 и чл. 43, ал. 5

Стабилизиране на реперите

1. Стабилизиране на дълбочинен репер

Основната част на този вид репер е прът от неръждаема стомана с диаметър 25 mm, забит в земята чрез сондиране (фиг. 1). Горната част на пръта е обвита от 3,2 cm PVC тръба, запълнена със смазка и поддържана в стабилно вертикално положение от насипания около нея пясък. Върхът на стоманения прът е защитен от 12 – 15 cm PVC тръба с капак.



Фигура 1. Дълбочинен репер

Изкопава се кръгла сондажна дупка в земята с дълбочина от 110 cm така, че първите 60 cm от нея да бъдат с диаметър 30 – 35 cm, а останалите 50 cm – с диаметър 8 – 15 cm. В средата на сондажната дупка се набива прът от неръждаема стомана с диаметър 25 mm до здрава скала или до достигане на дълбочина от 25 m. При необходимост от снаждане стоманените пръти се свързват с шпилка с резба. В долния си край стоманеният прът завършва с накрайник – спираловиден свредел. След достигане до здрава основа прътът се отрязва така, че горният му край да отстои на около 8 cm под повърхността на земята. Самият горен край се заобля и загладя. В центъра му се пробива малка дупка, за да се осигури точка за центриране на геодезически инструмент и хоризонтални определения. Допуска се поставяне на предпазна капачка.

Две PVC капачки с дължина 2 – 3 cm се залепват за двата отвора на PVC тръба с диаметър от 3,2 cm и дължина 90 cm, като по този начин я затварят в двата ѝ края, образувайки „ръкав“. В средата на капачките се пробиват дупки, за да се осигури поставянето (преминаването) на стоманения прът през тръбата. Тръбата се запълва на ѝ от дължината си със смазка и се „нанизва“ на набития стоманен прът. Долният край на тръбата трябва да достига дъното на изкопаната 110 cm дълбока дупка, а горният ѝ край да достига около 8 cm под горния край на стоманения прът. Пространството около тръбата на височина 60 cm над дъното се запълва с промит речен пясък.

Втора PVC тръба с диаметър от 12 – 15 cm, дължина 50 cm и с отварящ се капак се поставя над и около първата, пълна със смазка тръба. Дъното на втората тръба трябва да опира в пясъчната възглавница на дъното на по-широката част на дупката, а капакът трябва да се подава малко над повърхността на земята. Пространството между двете PVC тръби се запълва с промит речен пясък до около 2,5 cm под горния ръб на запълнената със смазка тръба. Пространството между външната PVC тръба и стените на сондажа се запълва с добре уплътнена бетонова смес.

Етапи от изграждане на дълбочинен репер са дадени на фигура 2.



Фигура 2. Етапи от изграждане на дълбочинен репер

При необходимост може да се увеличи диаметъра на стоманения прът, съответно на PVC тръбите, използвани за стабилизирането дълбочинния репер. Дълбочината на сондиране се записва в картон на репера в „Забележка“.

2. Построяване на показалец със страничен болт за ВНР I и II степен

На разстояние 2 – 2,5 m от централния болт на ВНР I и II степен и по възможност – на север, на подходящо място се построява бетонов стълб със страничен нивелачен болт, наречен показалец. Той не се нивелира като част от нивелачната линия, но участва във вътрешната нивелация на ВНР I и II степен и се използва вместо ВНР I и II степен за нуждите на нивелации от по-нисък клас.

За построяването на показалеца предварително се изготвя бетонов стълб с размери 20x20x150 cm, армиран с 4 стоманени пръта N10 и стремена $\varnothing$ 6,5 поставени през 20 cm (фиг. 3). На мястото се прави изкоп с размери 60x60x70 cm, дъното на който се покрива с бетонов пласт 25 cm; в центъра му, отвесно, се поставя готовият бетонов стълб с размери 20x20x150 cm, като пространството между него и страните на изкопа се запълва с бетон, покрива се със замазка и се надписва. Надземната част на показалеца се боядисва на равни части с червена и бяла боя, като върху горния край се поставя стрелка с обозначение на метрите до центъра на ВНР I и II степен. Когато ВНР I и II степен се намира в непосредствена близост до постройки и съоръжения, на тях се поставят един или няколко болта, които служат показалец, за реперирание и за нуждите на нивелация от по-нисък клас.



Фигура 3. Изработване на бетонов стълб на показалец към ВНР I и II степен

3. Стабилизиране на болтове на сгради и съоръжения (стенни болтове – големи и малки)

Болтовете се изработват от стомана. Поставят се хоризонтално в цокли на сгради и съоръжения, както и в скали. Болтовете в сгради и съоръжения се поставят по такъв начин, че да не нарушават сцеплението на строителния елемент и върху тях да може да се постави в отвесно положение лата. Могат да се ползват fugи на оформени каменни блокове, при условие болтът да е поставен върху каменен блок и под него да няма вертикална фуга.



Фигура 4. Етапи от стабилизиране на стенен болт

Етапи от стабилизирането на стенен болт са дадени на фигура 4.

Стабилизирането се извършва, като на избраното място се издълбава (пробива) дупка, дълбока 12 cm, съответно 16 cm, с диаметър 4,5 cm до 6,5 cm, в която да може свободно да се помести болтът. Дупката се почиства и се промива с вода. Приготвя се разтвор от цимент и пресят пясък в отношение 1:1 и с него се запълва до половина намокрената дупка. Поставя се болтът и се закрепва здраво към стените на дупката с натрошени каменни частици. Пространството между стените на дупката и болта се запълва изцяло с останалия циментов разтвор. На повърхността на стената се прави гладка циментова замазка. Допуска се използването на строителни лепила, предназначени за външна употреба, устойчиви на летни и зимни температури. В тези случаи преди нанасяне на лепилото дупката се почиства и продухва добре, но не се мокри.

Фигура 5 показва стенни болтове, стабилизирани в сгради и съоръжения.



Фигура 5. Стабилизиране на болтове в сгради и съоръжения

При стабилизиране на репера с помощта на „пробна“ лата се проверява осигурена ли е възможността за безпрепятствено вертикално поставяне на латата за нивелиране.

4. Стабилизиране на гъбовидни болтове

Гъбовидните болтове се изработват от стомана. Поставят се вертикално на подпарапетни плочи на водостоци и мостове; в надземни бетонни и каменни блокове; на скали.

- стабилизиране в съоръжения

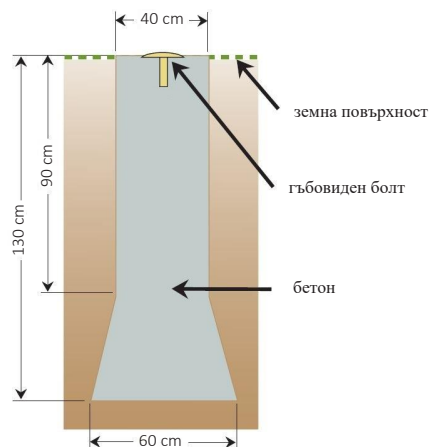
Стабилизирането се по същия начин както болтове в сгради, като дупката е вертикална с дълбочина 6,5 cm и диаметър 3,5 cm (фиг. 6).



Фигура 6. Стабилизиране на гъбовиден болт в съоръжения

- стабилизиране на терен

За стабилизиране на гъбовиден болт на терен се прави изкоп с размери 40x40 cm и дълбочина от 130 cm, като в последните 40 cm напречното сечение постепенно се разширява до 60x60 cm (фиг. 7). Изкопът се запълва с бетон, като се уплътнява добре. В средата на горната повърхност се поставя гъбовиден болт. Горната повърхност се оформя с наклон, покрива се с 2 cm замазка от цимент и пясък и се надписва чрез вдлъбване в замазката, докато още не се е втвърдила (фиг. 8). Надписът се ориентира на север.



Фигура 7. Стабилизиране на гъбовиден болт на терен



Фигура 8. Стабилизиран гъбовиден болт на терен

- стабилизиране в здрава скала

При нивелачни репери в здрава скала около мястото, където ще се поставя гъбовидният болт, се изглажда повърхност (хоризонтална или вертикална) с размери 20x20 cm (фиг. 9). В средата на изгладената повърхност се пробива дупка с дълбочина 6,5 cm и диаметър 3,5 cm. Дупката се почиства и се промива с вода. Приготвя се разтвор от цимент и пресят пясък в отношение 1:1 и с него се запълва $\frac{3}{4}$ от мократа дупка. Поставя се болтът и се натиска здраво към скалата. Излишъкът от циментов разтвор около стабилизирания гъбовиден болт се отстранява.



Фигура 9. Стабилизиране на гъбовиден болт в скала

Вместо циментов разтвор, се допуска използването на строителни лепила, предназначени за външна употреба и устойчиви на летни и зимни температури. В тези случаи преди нанасяне на лепилото дупката се почиства и продухва добре, но не се мокри.

КАРТОН на ВНР ..., UELN номер:*		
Нивелачна линия ... клас, №..., полигон ...		
Местонахождение:		
ТОПОГРАФСКО ОПИСАНИЕ	СХЕМА - РЕПЕРАЖ	
.....		
Геоложки състав на почвата: Подпочвени води: Собственост на имота:	Избор на репера, дата: Построяване на репера, дата: Последно измерване, дата:	
Геодезически географски координати (БГС2005):	B = L = h =	Временно геопотенциално число: Временна нормална височина: Временна нормална височина на показалец:
	x = y =	Изравнено геопотенциално число: Изравнена нормална височина: Изравнена нормална височина на показалец:
	Проекционни координати (UTM 35):	



АГЕНЦИЯ ПО ГЕОЛЕЗИЯ, КАРТОГРАФИЯ И КАДАСТЪР

ДАННИ ОТ ВЪТРЕШНА НИВЕЛАЦИЯ			
	Превешения. г.	Превешения* г.	Разлика превешения [Δ]
ГЛ – С	=	=	-
Г – СЗ	=	=	
Г – СИ	=	=	
Г – ЮИ	=	=	
Г – ЮЗ	=	=	
Г – показалец	=	=	[Δ] _{доп} = 0.20 mm

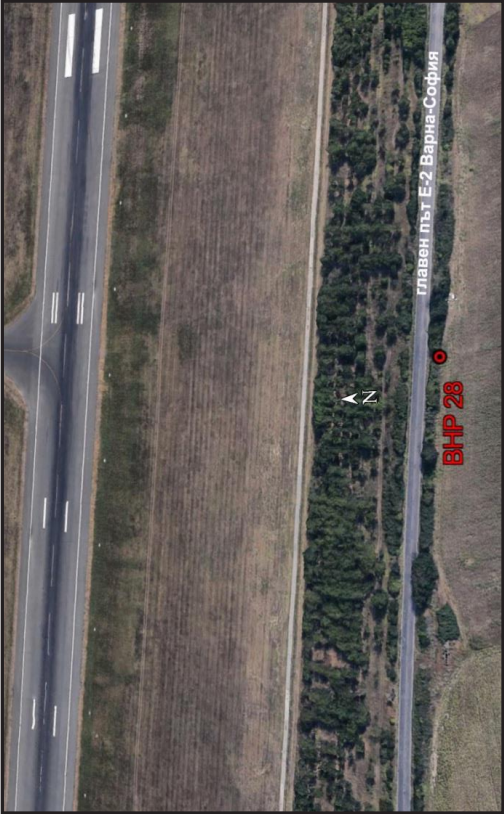
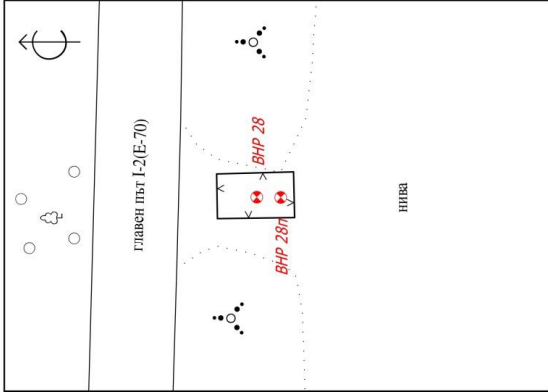
Забележка:

Изработил:
/име, подпис, наименование на фирмата-изпълнител, печат/
* попълва се от АГКК

КАРТОН на НР 10, UELN номер:.....*			
Нивелачна линия ... клас, №..., ПОЛИГОН ...			
Местонахождение:			
Вид на репера: ☐ гъба ☐ голям болт ☐ малък болт ☐ призма			
ТОПОГРАФСКО ОПИСАНИЕ		СХЕМА - РЕПЕРАЖ	
.....			
Геоложки състав на почвата: Подпочвени води: Собственост на имота:		Избор на репера, дата: Построяване на репера, дата: Последно измерване, дата:	
Геодизически географски координати (БГС2005): B = L = h =		Временно геопотенциално число: Временна нормална височина:	
Проекционни координати (UTM 35): x = y =		Изравнено геопотенциално число: Изравнена нормална височина:*	
Забележка:			

Изработил:
/име, подпис, наименование на фирмата-изпълнител, печат/
* попълва се от АГКК

Примери за попълване на Картон на нивелачен репер:

КАРТОН на ВНР 28, UELN номер: 2501420*	
Контролен полигон на мареографна станция Варна и връзка с ВНР28	
Местонахождение: в землището на гр. Аксаково, община Аксаково, област Варна	
ТОПОГРАФСКО ОПИСАНИЕ	СХЕМА - РЕПЕРАЖ
На около 720 м източно от разклона за с. Тополи, южно от главен път Е-70. Ограден е с метална ограда. ПИИ 00182.48.318 	
Геоложки състав на почвата: - Подпочвени води: - Собственост на имота: <i>Държавна публична (свободен достъп)</i>	Избор на репера, дата: <i>проф. геолог Стефан Бончев, 1931 г.</i> Построяване на репера, дата: <i>ВТС, 1936 г.</i> Последно измерване, дата: <i>инж. Ив. Иванов, 12.11.2019 г.</i>
Геодезически географски координати (БГС2005): $B = 43^{\circ} 13' 44.092''$ $L = 27^{\circ} 49' 57.085''$ $h = 102.119 \text{ m}$	Временно геопотенциално число: 64.00000 kGal.m Временна нормална височина: 65.27617 m Временна нормална височина на показалец: 66.34887 m
Проекционни координати (UTM 35): $x = 4\ 786\ 572.295 \text{ m}$ $y = 567\ 605.336 \text{ m}$	Изравнено геопотенциално число: * Изравнена нормална височина: * Изравнена нормална височина на показалец: *

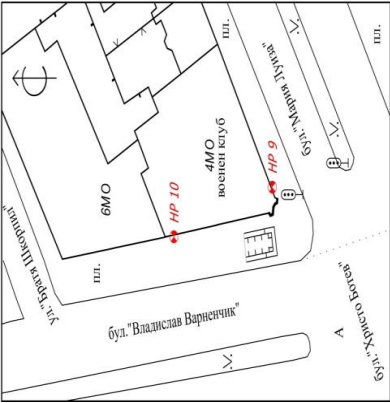


АГЕНЦИЯ ПО ГЕОДЕЗИЯ, КАРТОГРАФИЯ И КАДАСТЪР

ДАННИ ОТ ВЪТРЕШНА НИВЕЛАЦИЯ			
Дата: 12.11.2019 г. Време: слънчево Оператор: инж. Ив. Иванов Нивелир: DNA03-№348520 Лати: 30088 и 30840	Гл-С	Превииения. 2019 г.	Превииения* 2009 г.
	Г-СЗ	= -0.33502 m	= -0.33513 m
	Г-СИ	= -0.34186 m	= -0.34201 m
	Г-ЮИ	= -0.34834 m	= -0.34840 m
	Г-ЮЗ	= -0.34251 m	= -0.34254 m
	Г-показалец	= 1.07270 m	= 1.07119 m
			$[\Delta]_{\text{юп}} = 0.20 \text{ mm}$
Забележка:			

Изработил:
/ име, подпис, наименование на фирмата-изпълнител, печат /

* попълва се от АГКК

КАРТОН на НР 10, UELN номер:.....*	
Контролен полигон на мареографна станция Варна и връзка с ВНР28	
Местонахождение: гр. Варна, община Варна, област Варна	
Вид на репера:	☐ гъба ☐ голям болт ☒ малък болт ☒ призма
ТОПОГРАФСКО ОПИСАНИЕ	
На сградата на Военноморски клуб гр. Варна на бул. "Владислав Варненчик" №2, фасада към бул. "Вл. Варненчик" ПИИ 10135.1504.164	  
Геоложки състав на почвата: - Подпочвени води: - Собственост на имота: <i>частна (свободен достъп)</i>	Избор на репера, дата: - Построяване на репера, дата: <i>1953 г.</i> Последно измерване, дата: <i>инж. Ив. Иванов, 18.11.2019 г.</i>
Геодезически географски координати (БГС2005): $B = 43^{\circ} 12' 18.961''$ $L = 27^{\circ} 54' 39.323''$ $h = 69.601 \text{ m}$	Временно геопотенциално число: <i>32.48315 kGal.m</i> Временна нормална височина: <i>33.13078 m</i>
Проекционни координати (UTM 35):	Изравнено геопотенциално число:* Изравнена нормална височина:*
Забележка:	

Изработил:
/ име, подпис, наименование на фирмата-изпълнител, печат /

* попълва се от АГКК



17_BHP28_1.jpg



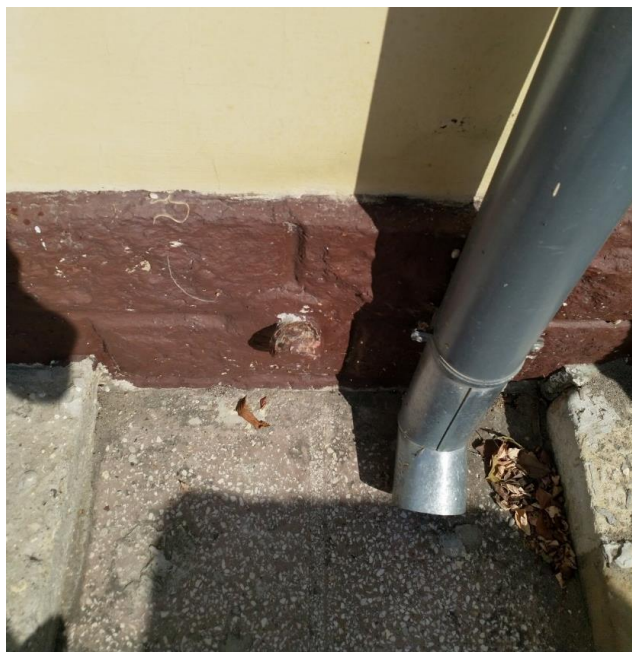
17_BHP28_2.jpg



17_BHP28_5.jpg



17_BHP28_6.jpg



20_HP6_1.jpg



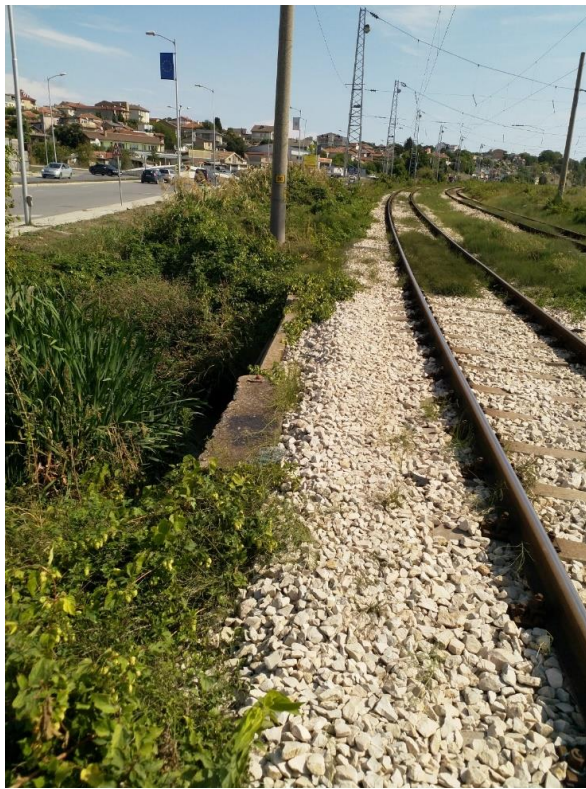
20_HP6_2.jpg



20_HP6_3.jpg



20_HP11_1.jpg



20_HP11_2.jpg

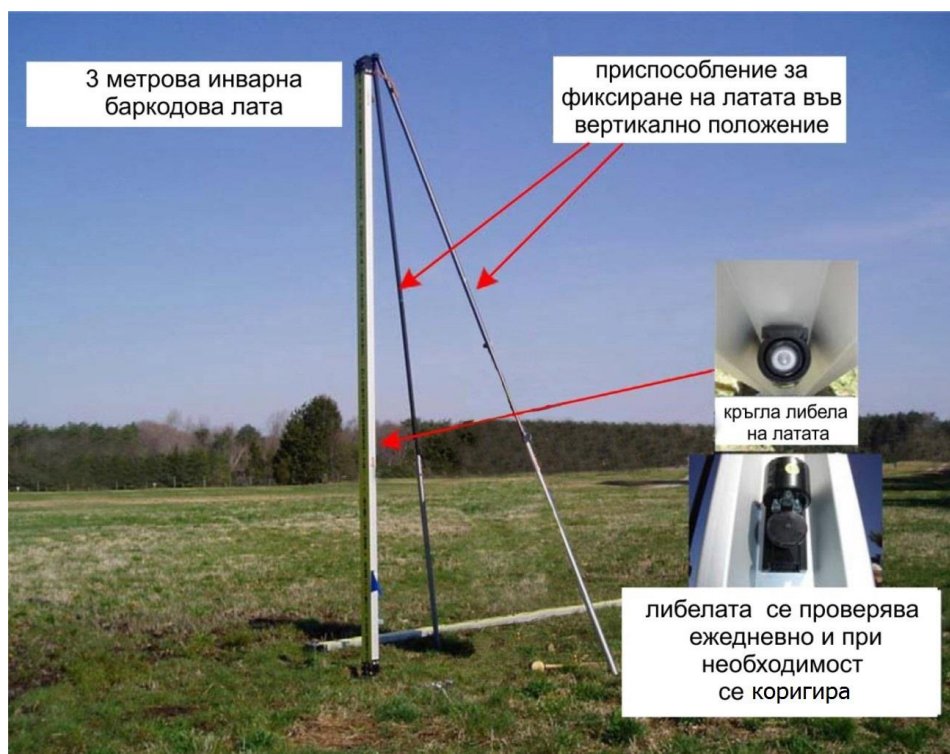


20_HP11_3.jpg

Подложки за лати (жаби и клинове)



Приспособления за фиксиране на латата във вертикално положение



Полска проверка на уреди и пособия

	Проверка	Честота	Допустимо отклонение:
Проверка на нивелири	1. Общо състояние на нивелира	ежедневно	-
	2. Кръгла либела	ежедневно	-
	3. Стойност на колимачната грешка:		
	3.1 за нивелири с едно положение на компенсатора	ежедневно	макс. ст-ст: 10" (0,05 mm/m); ежедневно
Проверка на лати	3.2 за нивелири с две положения на компенсатора	ежеседмично	измен.: 5" (0,02 mm/m)
	4. Работа на компенсатора	ежеседмично	-
	5. Общо състояние на латите	ежедневно	-
	6. Кръглата либела:		
	6.1 проверка с инструмент	ежедневно	-
	6.2 прецизна проверка	ежеседмично	-
	7. Проверка на перпендикулярността на петата на латата към оста на латата	еднократно (на терен)	0,1 mm
	8. Общо състояние на триногата на инструмента	ежедневно	-
	9. Общо състояние на стойките за лати	ежедневно	-
	10. Общо състояние и почистване на подложките	ежедневно	-

Нивелирът и латите се проверяват и изследват на терен:

- според предписанията, дадени от производителя в ръководството за работа на съответния инструмент, или
- по известните процедури, описани в учебниците, ръководствата и инструкциите за работа с нивелири и лати.

Карнет за вътрешна нивелация на ВНР..... (... степен)

Дата: Г.				Оператор:	
Време:				Температура t =°C	
Репер	Разстояния [m]	Отчети [m]		Станционна грешка x [m]	Нивелир:
		лата №.....	лата №.....		Средни превишения: ср. Δh [m]
Гл					Гл-С
С					
Δh					
СЗ (I)					Гл-СЗ
Δh					
СИ (II)					Гл-СИ
Δh					
ЮИ (III)					Гл-ЮИ
Δh					
ЮЗ (IV)					Гл-ЮЗ
Δh					
показалец					Гл-пок.
Δh					
Гл (контрола)					
n x Гл С+СЗ+СИ+ ЮИ+ЮЗ+пок [Δh]					[ср. Δh]

получена разлика между двете лати: mm
допустима разлика между двете лати: 0.20 mm

Съставил:

Последователност на работа (отчитане):

- измерване с лата 1: поставя се последователно на Гл, С, СЗ, СИ, ЮИ, ЮЗ, показалец, Гл (за контрола)
- смяна на хоризонта на нивелира
- измерване с лата 2: поставя се последователно на Гл, С, СЗ, СИ, ЮИ, ЮЗ, показалец, Гл (за контрола)

В следващата таблица е представен пример за попълване на Карнет за вътрешна нивелация.

Карнет за вътрешна нивелация на ВНР 28 (I степен)

Дата: 12.11.2019 г.				Оператор: инж.Ив. Иванов	
Време: Облачно				Температура t = 22.0°C	
Репер	Разстояния [m]	Отчети [m]		Станционна грешка x [m]	Нивелир: Leica DNA03
		лата №30088	лата №30840		Средни превишения: ср. Δh [m]
Гл	2.60	1.50745	1.79443		Гл-С
С					
Δh					
СЗ (I)	2.40	1.84248	2.12943		Гл-СЗ
Δh		-0.33503	-0.33500	-0.00003	
СИ (II)	2.80	1.84926	2.13633		Гл-СИ
Δh		-0.34181	-0.34190	0.00009	
ЮИ (III)	2.90	1.85576	2.14279		Гл-ЮИ
Δh		-0.34831	-0.34836	0.00005	
ЮЗ (IV)	2.40	1.84992	2.13697		Гл-ЮЗ
Δh		-0.34247	-0.34254	0.00007	
показалец	3.60	0.43475	0.72173		Гл-пок.
Δh		1.07270	1.07270	0.00000	
Гл (контрола)	2.60	1.50744	1.79444		
		0.00001	-0.00001	0.00002	0.00000
n x Гл С+СЗ+СИ+ ЮИ+ЮЗ+пок [Δh]		7.53725	8.97215		-0.29501
		7.83217	9.26725		[ср. Δh]
		-0.29492	-0.29510	0.00018	-0.29501

получена разлика между двете лати: 0.18 mm
допустима разлика между двете лати: 0.20 mm

Нивелачен карнет

Нивелачна линија:

Нивелачно разстояние:

Дата: Наблюдатель:

Начало: Инструмент:

Край: Инструмент №:

Направление на хода: Лата № 1 (начална):

Атмосферни условия: Лата № 2:

Температури [°C] *начало:* *среда:* *край:*

№	Разст. S, [m]	Отчетн. [m]		Превышение, [m]		Станционная грешка х, [mm]	Средно В - F, [m]
		назад напред	назад напред	(назад 1) - (напред 1)	(назад 2) - (напред 2)		
1	2	3	4	5	6	8	9
...	...	...	...	...	...	...	...
Суми:							

В следващия формуляр е представен пример за попълване на Нивелачен карнет:

Нивелачен карнет

Нивелачна линия: Контролен полигон на мареографна станция

Нивелачно разстояние: HP15 - HP14

Дата: 17 ноември 2019 Наблюдател: Ив. Иванов

Начало: 11 ч 00 мин **Инструмент:** Leica DNA03

Край: 12 ч 14 мин **Инструмент №:** 348520

Направление на хода: запад - изток **Лата № 1 (начална):** 30088

Атмосферни условия: умерен вятър, облачно

Температури [°C]	<i>начало:</i>	17.9	<i>среда:</i>	18.3	<i>край:</i>	18.2
-------------------------	----------------	------	---------------	------	--------------	------

№	Разст. S, [m]	Отчети, [m]		Превышение, [m]		Станционна грешка х. [mm]	Средно В - F, [m]
		назад наперед	назад наперед	(назад 1) - (наперед 1)	(назад 2) - (наперед 2)		
1	2	3	4	5	6	8	9
HP15	13.645	1.10553	1.10844				
9015	13.000	1.13490	1.13775	-0.02937	-0.02931	-0.06	-0.02934
9015	11.275	1.28405	1.27402				
102	11.160	1.20921	1.19916	0.07484	0.07486	-0.02	0.07485
...	...	...	...	...	...	...	...
124	12.095	1.99734	2.02215				
9014	11.490	0.67250	0.69734	1.32484	1.32481	0.03	1.32483
9014	11.970	1.13035	1.14745				
HP14	12.085	1.13388	1.15100	-0.00353	-0.00355	0.02	-0.00354
Суми:	1105.815			-9.51265	-9.51288		-9.28277

Метеорологичен карнет

Нивелачно
разстояние:

Дата: г.

1ва лата: №

Начало:

2ра лата: №

Край:

станция №	назад-напред	височина на отчитане			°C				час
		z ₁ = 0.5 m	z ₂ = 1.1 m	z ₃ = 2.5 m	t ₂ -t ₁	t ₃ -t ₂	t ₃ -t ₁	t _{средно}	
		t ₁ ^{0.5} [°C]	t ₂ ^{1.1} [°C]	t ₃ ^{2.5} [°C]					
1	2	4	5	6	7	8	9	10	11

Съставил:

В следващата таблица е представен пример за попълване на Метеорологичен карнет.

Метеорологичен карнет

Нивелачно
разстояние: HP15 - HP14

Дата: 17.11.2019 г.

1ва лата: № 30088

Начало: 11:00

2ра лата: № 30840

Край: 12:15

станция №	назад-напред	височина на отчитане			°C				час
		z ₁ = 0.5 m	z ₂ = 1.1 m	z ₃ = 2.5 m	t ₂ -t ₁	t ₃ -t ₂	t ₃ -t ₁	t _{средно}	
		t ₁ ^{0.5} [°C]	t ₂ ^{1.1} [°C]	t ₃ ^{2.5} [°C]					
1	2	4	5	6	7	8	9	10	11
1	HP15-9015	18.02	17.91	17.86	-0.11	-0.05	-0.16	17.93	11:01
2	9015-102	18.09	18.10	17.83	0.01	-0.27	-0.26	18.01	11:03
3	102-103	18.45	18.39	18.19	-0.06	-0.20	-0.26	18.34	11:06
....									
....									
....									
25	124-9014	18.32	18.29	17.95	-0.03	-0.34	-0.37	18.19	12:12
26	9014-HP14	18.22	18.25	18.02	0.03	-0.23	-0.20	18.16	12:14

Нивелацията през широки препятствия

Процедурата е пригодена за определяне на превишение през препятствия с ширина до 2 km.
Инструментариум:

Използваните **електронни теодолити** (тотални станции) трябва да отговарят на следните условия:

- да имат автоматичен компенсатор на вертикалния кръг;
- да позволяват работа с включено автоматично компенсиране на наклона по двете оси на теодолита;
- да имат директна точност от 0.1" до 1.0" в зависимост от желания клас на нивелацията и ширината на препятствието, съгласно таблица 1.

Таблица 1. Изисквания за точността на инструмента в зависимост от класа на нивелацията и ширината на препятствието

Ширина на препятствието [m]	Директна точност на инструмента за	
	нивелация I клас	нивелация II клас
100 - 300	0.5"	1.0"
300 - 600	0.5"	0.5"
600 - 1000	0.1"	0.5"
1000 - 1500	0.1"	0.5"
1500 - 2000	0.1"	0.1"

Инструментите трябва да имат валиден сертификат за еталониране, издаден от оторизиран сервиз с приложени резултати от еталонирането.

Сигналната конфигурация (сигнал) (фиг. 1 ляво) се състои от вертикална рамка (колонна), завършваща в долния си край с носеща плочка, и две марки.

Колоната се изработва от метал с дължина поне 0,80 m. Тя трябва да позволява както преместване (приплъзване) на марките нагоре и надолу, така и здравото им фиксиране, както и монтирането на носещата плочка. Носещата плочка (фиг. 1 дясно долу) е с дебелината и ширината от 2 cm (или по-големи), а дължината ѝ трябва да е с поне 4 cm по-голяма от дължината на напречното сечение на колоната. В средата си, плочката трябва да има стандартен отвор (5/8 – 11 инча) за адаптор, чрез който се осигурява възможност за монтирането на сигнала към триножна глава за поставянето му на тринога или стълб за принудително центриране. В единия преден край на носещата плочка се стабилизира (оставя) малка пъпка (репер), която да спомага за по-прецизно определяне на разстоянието между двете марки и за определяне на височината на сигнала спрямо наземния репер. Марките се изработват от ламаринена планка или здрава пластмаса. Всяка марка се състои от черен правоъгълник с размери 15x30 cm и бял равнобедрен триъгълник с размери 13x25 cm. Всеки връх на триъгълника трябва да е разположен на около 1 cm навътре от ръбовете на черния правоъгълник, за да може да се осигури добър контраст при визиране към марката и да се предотврати неволна повреда на визираната част. Марките се прикрепват към колоната така, че положението им да съответства на фигура 1. След монтирането на двете марки върху колоната, върховете на двата бели триъгълника трябва да са отдалечени на разстояние минимум 0.60 m и максимум 1.00 m. Фиксирането на марките към колоната трябва да е здраво и да не позволява преместването им по време на измерванията.



Фигура 1. Сигнална конфигурация за преминаване през широки водни препятствия

Всеки сигнал трябва да се идентифицира еднозначно, за да се избегне объркване кои сигнали са използвани и в кой момент от коя страна на препятствието са били поставени. За целта може да се използва уникален номер, буква или комбинации от тях, или да се добави цвят. Добре е уникалната идентификация да може да се види през зрителната тръба при измерване към съответния сигнал.

Инструкции за измерване на разстоянието между двете марки на сигнала с дигитален нивелир и баркодова лата

След монтиране на марките върху колоната и фиксирането им, взаимното разположение на мерките, т.е. разстоянието между двата върха на белите им триъгълници, се измерва с точност 0.1 mm. Това разстояние при двата сигнала може да е различно. Измерването на разстоянието се извършва непосредствено преди и след основните измервания през широкото препятствие с цел да се потвърди, че марките не са променили взаимното си положение.

Използва се къса баркодова лата. Тя се поставя върху пъпката на основата на сигнала и се фиксира във вертикално положение с помощта на съответния вид стойка или се укрепва по подходящ начин така, че по време на измерване латата да не променя положението си. Самият сигнал се монтира на тринога с несгъваеми крака или се монтира на стълб за принудително центриране и колоната му се хоризонтира/отвесира прецизно с либелата на триножната глава. Височината му трябва да е удобна за визиране и на двете марки.

При липса на къса лата, се използва стандартната 3-метрова баркодова лата. В този случай тя се поставя възможно най-близо (на разстояние не повече от 1 m) до сигнала и перпендикулярно на планираната посока на визирната линия. Поставя се върху подложка (клин) и се фиксира във вертикално положение с помощта на съответния вид стойка, за да не променя положението си по време на измерване.

Нивелирът се поставя приблизително на 5 m от латата и сигнала. Ако се използва 3-метровата лата, разстоянията между инструмента и латата и инструмента и сигнала трябва да са приблизително равни.

1. Нивелирът се поставя на такава височина, че хоризонталната нишка на нишковия кръст да минава през върха на белия триъгълник на горната марка. За целта първо се нагласяват краката на триногата, а след това за повдигането на визирната ос на инструмента се използват повдигателните винтове на основата на инструмента. Когато нишковият кръст разполови върха на триъгълника, зрителната тръба се завърта и нивелирът се насочва към латата. Прави се отчет. Процедурата се повтаря най-малко 4 пъти. Накрая отчетите по латата се осредняват – получава се осреднен отчет за горната марка.

2. Действието от т. 1 се повтарят до получаване на осреднен отчет за долната марка.

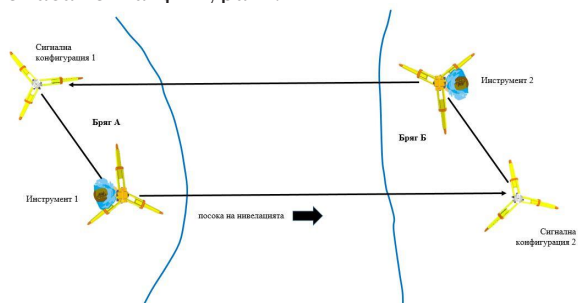
3. Определя се разстоянието между марките, като се изчислява разликата между осреднените отчети за долната и горната марка. Резултатът се записва с точност до $0.00001\text{ m} = 0.01\text{ mm}$.

4. Разстоянието между марките се определя втори път, след като латата (с клина) и сигнала (върху несгъваемата тринога) леко се разместят и се повтори процедурата от т. 1 до т. 3 включително. Така полученото разстояние между марките и определеното в т. 3 трябва да се съгласуват с точност 0.0001 m . Ако последното условие е изпълнено, двете разстояния се осредняват, за да се получи окончателното разстояние между марките. Ако условието не е изпълнено, се прави ново определяне (повтарят се т. 1 до 4).

Определяне на превишение през широко препятствие

Общи положения

За определянето на превишението между две точки, намиращи се на различен бряг на широкото препятствие, са необходими два електронни теодолита и два сигнала. Всеки теодолит се разполага директно срещу един от сигналите, като двойката теодолит – сигнал се намират на различен бряг спрямо широкото препятствие. Измерванията между двете двойки инструмент-сигнал трябва да бъдат балансирани на дължина (т.е. разстоянията за всяка двойка станция – сигнал да бъдат по възможност равни) и да се провеждат над подобен терен и при подобни условия на външната среда. Разположението на станциите и сигналите спрямо широкото препятствие е показано на фигура 2.



Фигура 2. Разположение на станциите и сигналите спрямо водното препятствие

Сигналите се поставят върху тринога и се разполагат:

- върху съществуващ геодезически знак, ако той е удобен за това, например на стълб за принудително центриране (в този случай не се използва тринога) или върху точка (репер), които са в близост до трасето на нивелачната линия, която е свързана с преминаването през широкото препятствие, или

- върху временно стабилизирана точка в близост до репер (на разстояние 1-2 станции с нивелир), който да е включен в нивелачната линия, която е свързана с преминаването през широкото препятствие.

Всеки сигнал трябва да е разположен така, че горната му марка да е над, а долната – под хоризонта на инструментите, разположени на двата бряга на широкото препятствие. Двата сигнала трябва да са разположени в еднакви условия на външната среда – например и двата да са изцяло огрени или и двата да са изцяло на сянка. Почвата, върху която се поставят инструментите и сигналите, трябва да е стабилна. Ако препятствието, което трябва да се премине е водно, местата за наблюдение и за поставяне на инструментите и сигнала, разположени на един и същи бряг, да бъдат приблизително в една равнина, която да отстои най-малко на 3 m от водната повърхност. Станциите се избират по-далеч от брега на водното препятствие, ако бреговете са отвесни и по-близо – ако са полегати.

Непосредствено преди измерванията за преминаване през широкото препятствие, на всеки от двата бряга се извършва двоен нивелачен ход (от съответния клас нивелация) за определяне на превишението между най-близкия репер от нивелачната линия и 1) върха на белия триъгълник на долната марка на сигнала, като се използва пъпката в предния край на носещата плочка на сигнала или 2) съществуващия геодезически знак/временната точка, на която е стабилизирал сигнал.

В първия случай при извършване на отчета „напред“, се използва късата лата. Тя се поставя върху пъпката на носещата плочка и се подпира със стойка или се укрепва по подходящ начин така, че да остане стабилна и във вертикално положение. Нивелирът се поставя на такава височина, че хоризонталната нишка на нишковия кръст да минава през върха на белия триъгълник на долната марка. След това зрителната тръба леко се завърта и нивелирът се насочва към латата за извършване на отчета.

Във втория случай се използва 3-метровата лата, като нивелацията протича по обичайния (за съответния клас) начин.

Измервания се извършват само при благоприятно време, като за най-подходящи атмосферни условия се считат температура на въздуха $18^{\circ}\text{C} - 23^{\circ}\text{C}$ с минимални дневни изменения; облачно време; слаб до умерен вятър, като измерването да се извършва в

посока срещуположна на вятъра. Не се допуска извършването на измервания при силно слънце в обедните часове, силен вятър, мъгли или силни изпарения от водната повърхност.

Наблюденията от групите на двата бряга се синхронизират. Сигналите се подават от сигналист по устройство за комуникация (преносима радиостанция, мобилен телефон и др.) и се приемат (чуват) едновременно от всички членове на работната група.

Измерванията посочени по-долу, се извършват едновременно от двамата наблюдатели, намиращи се на различен бряг на препятствието. За всеки наблюдател, последователността от измервания се състои от две серии. Всяка серия се състои от две полусерии, а всяка полусерия – от 8 измервания (всяко при двете положения на зрителната тръба) към един от сигналите. Точният брой на измерванията в полусерията зависи от ширината на препятствието. Първата полусерия се състои от измервания между инструмент и сигнал, намиращ се на същия бряг, а втората – от измервания между инструмент и сигнал, намиращ се на другия бряг. Измерванията, както и всички необходими метаданни, се записват в съответния формуляр. Задължително се записва и информация за температурата на въздуха на височината на марките в началото и в края на всяка серия. След като се извършат измерванията в първата серия, инструментът се размества и се извършват измерванията от втората серия. След края на втората серия, двамата наблюдатели сменят местата си. Така всяко превишение през широкото препятствие се определя като осреднено от осемте серии.

Ред на работа при извършване на измервания над широкото препятствие

Преди редовните наблюдения е необходимо да се направят няколко пробни измервания и към двата сигнала, без да се записват отчетите, за да се осигури плавно движение на частите на инструмента при насочване и фокусиране.

1. Задължително е темперирането на инструмента в продължение на 10 минути преди работа. Всеки наблюдател избира мястото на инструмента си така, че:

- инструментът да може да се постави на стабилно, безопасно място;

- да е отдалечен на разстояние 10 – 20 m от сигнала, намиращ се на същия бряг;

- визурата към двата сигнала да е ясна и безпрепятствена, и

- при хоризонтална зрителна тръба визурата да попада между горната и долната марка на всеки от сигналите, като ъгловата разлика между визирната линия и всяка от двете марки (т.е. вертикалните ъгли при измерване към марките) трябва да е между 100" и 250", като при необходимост разстоянието между марките се уточнява: двете марки да се раздалечат (но на не повече от 1.0 m) или сближат (но на не по-малко от 0.60 m).

Ако избраното място на инструмента отговаря на горните условия, точката се стабилизира трайно, а инструментът се центрира и хоризонтира прецизно. Уточненото разстояние между двете марки за всеки сигнал се измерва прецизно според инструкциите за това (виж *Инструкции за измерване на разстоянието между двете марки на сигнала с дигитален нивелир и баркодова лата*). Непрекъснато се осигурява защита на инструмента от пряка слънчева светлина. Измерванията от двата бряга на широкото препятствие се извършват едновременно от двамата наблюдатели.

2. Всеки оператор/записващ попълва началните метаданни съгласно таблица 2, в съответния формуляр.

Таблица 2. Необходими метаданни

Момент на събиране	Необходими метаданни
Преди измерванията	Страна на станциониране на инструмента (бряг А или бряг Б)
Преди измерванията	Номер на нивелачната линия
Преди измерванията	Дата на наблюдение
Преди измерванията	Начален час на наблюдение
Преди измерванията	Код за атмосферни условия
Преди измерванията	Имена на наблюдаващия
Преди измерванията	Начална температура (и дименсии)
Преди измерванията	Модел и сериен номер на инструмента
Преди измерванията	Номер и код на репера (бряг А и бряг Б)
Преди измерванията	Идентификатор на сигнала и разстояние между марките му (бряг А и бряг Б)
Преди измерванията	Измереното превишение между репера и долната марка на сигнала (бряг А и бряг Б)
По време на измерванията	Час на започване на всяка серия от измервания
По време на измерванията	Наблюдаван сигнал за всеки набор от измервания (горна/долна марка)
По време на измерванията	Положение на зрителната тръба (I-во или II-ро) за всеки набор измервания
По време на измерванията	Зенитни/Вертикални ъгли (и дименсии)
След измерванията	Код за атмосферни условия
След измерванията	Час на приключване на измерванията
След измерванията	Крайна температура (и дименсии)

3. Фокусират се много добре образите на нишковият кръст и образът на марката на близкия сигнал (намиращ се на същия бряг).

Измерват се зенитните или вертикалните ъгли към горната и долната марка на близкия сигнал при първо, а след това при второ положение на зрителната тръба. Процедурата се повтаря 8 пъти, с което приключва един набор от 8 измервания към близкия сигнал. Прави се втори набор от същия брой измервания и в същата последователност към далечния сигнал (намиращ се на другия бряг). С това приключва една серия от наблюдения за всеки от наблюдателите. Едновременните наблюдения от двата бряга се синхронизират с точност до 1 минута за елиминиране на ефекта от рефракцията. За проверка, в края на втората серия от наблюдения трябва да се повтори визурата назад към близкия сигнал. Записват се и съответните метаданни (таблица 2).

4. Записват се крайните метаданни (таблица 2).

5. На всяка станция инструментът се размества, центрира се и се хоризонтира наново, а след това се повтарят стъпките от 1 до 4, с което се извършват измерванията от втората серия. Сигналите не се разместват.

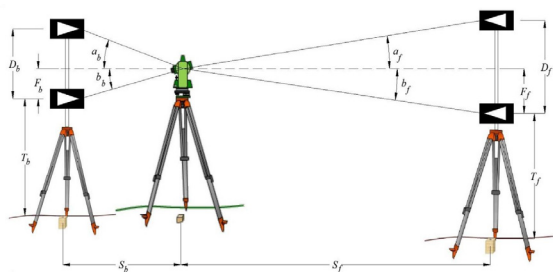
6. След завършване на втората серия измервания се проверяват либелите на сигналите. При установено променено положение, се извършва цялостно ново измерване.

След завършване на двете серии измервания, двата инструмента сменят местата си и се извършват нови две серии (повтарят се стъпки 1 до 6).

Ако в резултат на геометричната нивелация, извършена преди началото на ъгловите измервания, не е определено превишението до върха на белия триъгълник на долната марка, то се измерва. За целта нивелирът се поставя в близост до теодолита на такава височина, че хоризонталната нишка на нишковия кръст да минава през върха на белия триъгълник на долната марка. След това сигналът се маха, а на негово място се поставя 3-метровата лата за извършване на отчета.

Последователност на изчисленията:

Елементите на изчисление са представени на фигура 3.



Фигура 3. Елементи на изчисление

1. За първия набор измервания (първата полусерия) за всяка страна (бряг А и бряг Б) се изчисляват височината на визирната линия спрямо долната марка

на близкия сигнал (F_b) и хоризонталното разстояние между инструмента и същия сигнал (S_b):

1.1. При измерени зенитни ъгли се определят съответните им вертикални ъгли на горната марка (a_b) и долната марка (b_b).

1.2. Разстоянието от върха на триъгълника на долната марка до хоризонталната визирна линия F_b се изчислява по формулата:

$$F_b = D_b \left(\frac{b_b}{b_b - a_b} \right)$$

1.3. Изчислява се хоризонталното разстояние между инструмента и сигнала S_b по формулата:

$$S_b = \frac{D_b}{b_b - a_b}$$

2. За първия набор измервания (първата полусерия) за всяка страна (бряг А и бряг Б) се изчисляват височината на визирната линия спрямо долната марка на далечния сигнал (F_f) и хоризонталното разстояние между инструмента и същия сигнал (S_f):

2.1. При измерени зенитни ъгли се определят съответните им вертикални ъгли на горната марка (a_f) и долната марка (b_f).

2.2. Разстоянието от върха на триъгълника на долната марка до хоризонталната визирна линия F_b се изчислява по формулата:

$$F_f = D_f \left(\frac{b_f}{b_f - a_f} \right)$$

2.3. Изчислява се хоризонталното разстояние между инструмента и сигнала S_b по формулата:

$$S_f = \frac{D_f}{b_f - a_f}$$

3. За първата серия наблюдения за всяка от двете страни (бряг А и бряг Б) се комбинират височината на общата визирна линия (F) и измерените превишения ($\Delta h_{пр.}$) между реперите (местоположенията на сигналите):

$$\Delta h_{пр.} = (T_b + F_b) - (F_f + T_f)$$

Ако в резултат на геометричната нивелация, извършена преди началото на ъгловите измервания, е определено превишението до върха на белия триъгълник на долната марка, то $T_b = T_f = 0$.

Определя се и разстоянието между двата сигнала:

$$S_{пр.} = S_b + S_f$$

4. Осредняват се превишенията и разстоянията, изчислени в стъпка 3.

5. Повтаряйки стъпките от 1 до 4 с наблюденията от втората серия, се получават

осреднените превишения между реперите на двата бряга и съответните им разстояния.

6. Разликата $d_{пр.}$ на получените осреднени превишения (пренебрегвайки знака) от двете серии наблюдения (т.е. от стъпки 4 и 5) и средната квадратна грешка $M_{пр.}$ на окончателното превишение, трябва да отговарят на изискванията:

$$1) d_{пр.} \leq \pm 3\sqrt{S_{пр.}}, \text{ [mm]},$$

$$2) M_{пр.} = \sqrt{\frac{\sum v_s^2}{n(n-1)}} \leq 0.6\sqrt{S_{пр.}}, \text{ [mm]},$$

където: v_s е разликата между средната стойност на превишението и отделното измерване в [mm], n – броят на измерванията, от които е определено превишението, а $S_{пр.}$ е ширината на препятствието в [km]. При извършени 4 серии наблюдения (две на бряг А и две на бряг Б), $n = 32$.

В противен случай се извършва преизмерване с увеличаване броя на сериите.

Карнет за определяне на превишение през широко препятствие

Нивелчана линия:					Дата:		Начален час:			
Наблюдател:							Код за атмосферни условия:			
Инструмент:					Бряг:		Начална температура:			
Височина до долната марка:					Превишение до долната марка:					
No на сигнала:					No на сигнала:					
Разстояние между марките:					Разстояние между марките:					
Измервания към близката сигнална конфигурация					Измервания към далечната сигнална конфигурация					
No изм.	Марка	Положение	Час	Изм. ъгъл [g]	No изм.	Марка	Положение	Час	Изм. ъгъл [g]	
1	Долна	I			1	Долна	I			
		П					Горна	I		
	Горна	I				Горна		П		
		П								
2	Долна	I			2	Долна	I			
		П					Горна	I		
	Горна	I				Горна		П		
		П								
3	Долна	I			3	Долна	I			
		П					Горна	I		
	Горна	I				Горна		П		
		П								
4	Долна	I			4	Долна	I			
		П					Горна	I		
	Горна	I				Горна		П		
		П								
5	Долна	I			5	Долна	I			
		П					Горна	I		
	Горна	I				Горна		П		
		П								
6	Долна	I			6	Долна	I			
		П					Горна	I		
	Горна	I				Горна		П		
		П								
7	Долна	I			7	Долна	I			
		П					Горна	I		
	Горна	I				Горна		П		
		П								
8	Долна	I			8	Долна	I			
		П					Горна	I		
	Горна	I				Горна		П		
		П								
Среден зенитен ъгъл по горната марка:					Среден зенитен ъгъл по горната марка:					
Среден зенитен ъгъл по долната марка:					Среден зенитен ъгъл по долната марка:					
Вертикален ъгъл към долната марка (a_ρ):					(радиани)	Вертикален ъгъл към долната марка (a_ρ):				
Вертикален ъгъл към горната марка (b_ρ):					(радиани)	Вертикален ъгъл към горната марка (b_ρ):				
Разст. долна марка - хоризонт (F_ρ):						Разст. долна марка - хоризонт (F_ρ):				
Разст. сигнал - инструмент (S_ρ):						Разст. сигнал - инструмент (S_ρ):				
Краен час:					Бряг и номер на серия:					
Код за атмосферни условия:					Разстояние ($S_{пр.}$):					
Крайна температура:					Превишение ($\Delta h_{пр.}$):					

Координатен регистър на реперите по нивелачна линия клас, №....., полигон

№ по ред	№	Геодезически географски координати		Геод. височина h [m]	Геоцентрични координати			Проекционни координати				Норм. височина H ^N [m]	Картен лист М 1:5000
		B [° ' "]	L [° ' "]		X [m]	Y [m]	Z [m]	Координатна система 2005 (35 зона)		Кадастрална координатна система 2005			
								x [m]	y [m]	x [m]	y [m]		

Съставил:

В следващата таблица е представен пример за попълване на Координатен регистър на реперите.

Координатен регистър на реперите по нивелачна линия I клас, ВНР 28 (Варна) - MR_VAR (радарен мареограф),
контролен полигон на МС Варна

№ по ред	№	Геодезически географски координати		Геод. височина	Геоцентрични координати			Проекционни координати				Норм. височина	Картен лист М 1:5000	
		B [° ' "]	L [° ' "]		h [m]	X [m]	Y [m]	Z [m]	Координатна система 2005 (35 зона)		Кадастрална координатна система 2005			
									x [m]	y [m]	x [m]			y [m]
1	MR_VAR	43°11'33.02516"	27°54'41.19585"	36.886	4115586.778	2180143.553	4343143.561	4782595.914	574058.102	4786898.650	695984.860	0.805	K-35-032-(110)	
2	ML_VAR	43°11'33.03462"	27°54'41.19219"	36.864	4115586.626	2180143.379	4343143.759	4782596.205	574058.015	4786898.939	695984.768	0.788	K-35-032-(110)	
3	HP 1	43°11'32.92696"	27°54'41.01761"	37.328	4115590.780	2180141.118	4343141.655	4782592.849	574054.106	4786895.514	695980.917	1.248	K-35-032-(110)	
21	BHP 28п	43°13'44.03018"	27°49'57.08282"	103.193	4116180.706	2173202.769	4346135.584	4786570.375	567605.296	4790759.906	689460.902	66.665	K-35-032-(091)	
22	BHP 28	43°13'44.09240"	27°49'57.08544"	102.119	4116178.823	2173201.842	4346136.247	4786572.295	567605.336	4790761.827	689460.908	65.594	K-35-032-(091)	

Нивелиране в две посоки

Нивелачна линия клас, №, полигон

..... Г.

Нивелачно разстояние	Прав ход			Обратен ход			Забележка
	дата	предобед	следобед	дата	предобед	следобед	
		брой станции			брой станции		

Съставил:

В следващата таблица е представен пример за попълване на формуляр „Нивелиране в две посоки“.

Нивелиране в две посоки

Нивелачна линия I клас, ВНР 28 (Варна) - MR_VAR (радарен мареограф),
контролен полигон на МС Варна

12-19.11.2019 г.

Нивелачно разстояние	Прав ход			Обратен ход			Забележка
	дата	предобед	следобед	дата	предобед	следобед	
		брой станции			брой станции		
MR_VAR- ML_VAR	12.11	1		12.11		1	реперите се намират в района на Военноморската база - достъпът е ограничен
ML_VAR- HP1	12.11	1		12.11		1	
HP1-HP2	12.11	1		12.11		1	
HP6-HP7	13.11	20		19.11		20	
.....							
.....							
.....							
HP17-HP18	15.11		20	17.11	20		
HP18-BHP28	16.11	17		16.11		17	

Формули за изчисление на поправката за вертикална рефракция

Поправка за вертикална рефракция (R_c), нанасяна върху нивелачните превишения:

$$R_c = -i_R \frac{(2S')^2}{(B-F)^2 (z_2^c - z_1^c)} \left\{ \frac{1}{c+1} (B^{c+1} - F^{c+1}) - \left[\frac{(B-F)}{2} + F \right]^c (B-F) \right\}, [\text{m}]$$

където:

c – коефициент на рефракция;

S' – разстояние между нивелира и латата, [m];

F, B – отчетите "напред" и "назад" по латата, [m];

$z_1; z_2$ – референтните височини, на които са отчетени температурите, [m];

$t_1; t_2$ – отчетени температури на нива z_1 и z_2 , [°C].

$i_R = 10^{-6} [0.933 - 0.0064(t_m - 20)]P$ – промяната в рефракционния индекс на температурата за 1°, като:

$t_m = \frac{1}{2}(t_1 + t_3)$ е средната температура на измерване на нива 0.50 m и 2.50 m (при измерване на 3 нива) или 0.50 m и 1.10 m (при измерване на 2 нива), [°C];

$P = \left(1 - \frac{bH^{\text{вп.}}}{T_0}\right)^{g/Rb}$ е моделът на атмосферното налягане със следните параметри, [atm]:

$b = 0.0065$ е изменение на температурата с промяната на надморската височина, [Km⁻¹];

$g = 9.81$ е ускорението на силата на тежестта, [ms⁻²];

$R = 287.0$ е газовата константа в точката, [m²s⁻²K⁻¹];

$H^{\text{вп.}}$ е временната височина на точката (получена чрез измерените превишения), [m];

$T_0 = t_m + bH + 273.15$ е температурата на въздуха на морското ниво, [K].

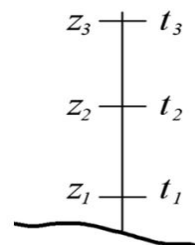
Формула за определяне на коефициента на вертикална рефракция

Коефициентът на рефракция се изчислява

по:

$$c = \ln\left(\frac{t_3 - t_2}{t_2 - t_1}\right) / \ln\left(\frac{z_2}{z_1}\right),$$

като означенията $t_1; t_2$ и t_3 се отнасят за измерените и осреднени температури на нива 0.50 m, 1.10 m и 2.50 m, в съответствие с фиг. 1.



Фигура 1. Референтни нива z_i за измерване на температурите t_i

Примерен карнет за изчисление на поправките за лата и вертикална рефракция

№ изм.	H^{sp} (HP15), [m]	L^{cp}_{max} [mm]	B [m]	k °C	b [Km ⁻¹]	R [m s ⁻³ K ⁻¹]	g [ms ⁻²]	Δt [ms ⁻¹]										$\Delta t^{exp}_{exp} =$ -9.513177 m	$\Delta t^{exp}_{exp} =$ -9.513131																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																
								$t_1^{0.5}$	$t_2^{1.1}$	$t_3^{2.5}$ [°C]	Δt	t_f^c [m]	δ_f [m]	δ_2 [m]	c	H^{sp} [m]	t_m			t_0	P [atm]	i_R	R_C [m]	Δh^{exp} [m]																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																											
от-до																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																			

Изчисляване на нормалните височини от съответните им геопотенциални числа

Последователността на работа е следната:

1. Изчислява се геопотенциална разлика ΔC_M за всеки репер:

$$\Delta C_M = \Delta h^{cp} \cdot g_{cp}, [\text{kGal.m}],$$

като Δh^{cp} е осредненото (от нивелирането в прав и обратен ход) и коригирано (с поправките за лата и вертикална рефракция) превишение (по чл. 97) между два последователни репера i и $i+1$, в [m],

$$g_{cp} = \frac{g_i + g_{i+1}}{2} \text{ е средноаритметичната стойност от ускоренията на силата на тежестта, т.е. от}$$

окончателните стойности по чл. 85, ал. 4 за двата репера, в [kGal].

2. Изчислява се приливната корекция TC_Z за преминаване в нулева приливна система:

$$TC_Z = -0.28841(\sin^2 \varphi_{i+1} - \sin^2 \varphi_i) - 0.00195(\sin^4 \varphi_{i+1} - \sin^4 \varphi_i), [\text{kGal.m}]$$

където φ_i и φ_{i+1} са геодезическите географски ширини (по чл. 86, ал. 5, т.е. определени чрез ГНСС измервания) на двата репера, в [°].

3. Изчисляват се геопотенциалните разлики ΔC_Z чрез коригиране на разликите от т. 1 с приливната корекция от т. 2:

$$\Delta C_Z = \Delta C_M + TC_Z, [\text{kGal.m}]$$

4. Изравнява се нивелачната линия, като се изчисляват:

- 4.1. Несъвпадението w_C на линията:

$$w_C = \sum_{i=1}^n \Delta C_Z - (C_B - C_A), [\text{kGal.m}],$$

където: $\sum_{i=1}^n \Delta C_Z$ е сумата от коригираните разлики по т. 3 в [kGal.m],

C_A и C_B са изравнените стойности на геопотенциалните числа на началния и, съответно, крайния ВНР, в [kGal.m], определени в последния изравнен цикъл на преизмерване на ДНМ.

- 4.2. Поправката v_C към всяка геопотенциална разлика, посредством определеното в т. 4.1 несъвпадение:

$$v_C = -\frac{w_C}{L} S \times 10^3, [\text{kGal.mm}],$$

където S е разстоянието между двата репера, в [km], а L е дължината на нивелачния ход, в [km].

- 4.3. Изчисляват се изравнените геопотенциални разлики чрез коригиране на разликите по т. 3, с поправките по т. 4.2, превърнати в дименсия [kGal.m]:

$$\Delta C^{изр} = \Delta C_Z + v_C, [\text{kGal.m}]$$

5. Изчисляват се последователно геопотенциалните числа на реперите по:

$$C_{i+1} = C_i + \Delta C^{изр}_{i,i+1}, [\text{kGal.m}],$$

При неизравнена мрежа, геопотенциалното число на първия междинен нивелачен репер се определя чрез геопотенциалното число на началния ВНР от предходния цикъл на преизмерване на ДНМ.

6. За получаване на нормалните височини, се изчисляват:

- 6.1. Временната височина на всеки репер чрез предходната й:

$$H_{i+1}^{вр} = H_i^{вр} + \Delta h_{i,i+1}^{cp}, [\text{m}],$$

където $\Delta h_{i,i+1}^{cp}$ е осредненото (от нивелирането в прав и обратен ход) и коригирано (с корекциите за лата и вертикална рефракция) превишение (по чл. 97) между два последователни репера, в [m].

Временната височина на първия междинен нивелачен репер се определя чрез височината на началния ВНР от предходния цикъл на преизмерване на ДНМ.

- 6.2. Нормалната сила на тежестта върху повърхността на референтния елипсоид γ_0 като функция на геодезическата географска ширина φ на съответния репер:

$$\gamma_0 = 978\,032.67715(1 + 0.005\,279\,0414\sin^2\varphi + 0.000\,023\,2718\sin^4\varphi + 0.000\,000\,1262\sin^6\varphi + 0.000\,000\,0007\sin^8\varphi), [\text{mGal}],$$

- 6.3. Средноинтегралната стойност на нормалната сила на тежестта за всеки репер:

$$\gamma_m = \gamma_0 \left[1 - (1 + f + m - 2f\sin^2\varphi) \frac{H^{вр}}{a} + \left(\frac{H^{вр}}{a} \right)^2 \right], [\text{mGal}],$$

където a, f, m са параметри на референтния елипсоид:

$a = 6\,378\,137 \text{ m}$	голяма полуос на елипсоида
$f = 0.003\,352\,810\,681\,18$	геометрична сплеснатост на елипсоида
$m = 0.003\,449\,786\,003\,08$	параметър

- 6.4. Нормалните височини H^N на реперите:

$$H^N = \frac{C}{\gamma_m} \times 10^6, [\text{m}]$$

Изчисляване на нормалните височини от съответните им нормални превишения

Последователността на работа е следната:

1. Изчислява се нормалната поправка NC по формулата:

$$NC = -\frac{1}{\gamma_m}(\gamma_0^{i+1} - \gamma_0^i)H_{\text{ср.}}^{\text{вр.}} + \frac{1}{\gamma_m}\Delta g_{\text{ср.}}^{FA}\Delta h^{\text{ср.}}, [\text{m}],$$

където: γ_0^i и γ_0^{i+1} са стойностите на нормалната сила на тежестта върху повърхността на елипсоида за двата репера, съответно i и $i+1$, и за всеки репер се определят на база на геодезическата географска ширина φ на репера (по чл. 86, ал. 5, т.е. определена чрез ГНСС измервания), по формулата:

$$\gamma_0 = 978\,032.67715(1 + 0.005\,279\,0414\sin^2\varphi + \\ + 0.000\,023\,2718\sin^4\varphi + \\ + 0.000\,000\,1262\sin^6\varphi + \\ + 0.000\,000\,0007\sin^8\varphi), [\text{mGal}],$$

γ_m е средноинтегрална стойност на нормалната сила на тежестта за всеки репер и се пресмята по формулата:

$$\gamma_m = \gamma_0 \left[1 - (1 + f + m - 2f\sin^2\varphi)\frac{H^{\text{вр.}}}{a} + \left(\frac{H^{\text{вр.}}}{a}\right)^2 \right], [\text{mGal}],$$

където a, f, m са параметри на референтния елипсоид:

$a = 6\,378\,137\text{ m}$	голяма полуос на елипсоида
$f = 0.003\,352\,810\,681\,18$	геометрична сплеснатост на елипсоида
$m = 0.003\,449\,786\,003\,08$	параметър

$$H_{\text{ср.}}^{\text{вр.}} = \frac{H_i^{\text{вр.}} + H_{i+1}^{\text{вр.}}}{2} \text{ е средна височина за превишението между двата репера, изчислена от временните им височини, } [\text{m}].$$

Всяка временна височина се изчислява по формулата:

$$H_{i+1}^{\text{вр.}} = H_i^{\text{вр.}} + \Delta h_{i,i+1}^{\text{ср.}}, [\text{m}],$$

където $\Delta h_{i,i+1}^{\text{ср.}}$ е осредненото (от нивелирането в прав и обратен ход) и коригирано (с корекциите за лата и вертикална рефракция) превишение (по чл. 97) между два последователни репера, в [m]. Временната височина на първия междинен нивелачен репер се определя чрез височината на началния ВНР от предходния цикъл на преизмерване на ДНМ.

$$\Delta g_{\text{ср.}}^{FA} = \frac{\Delta g_i^{FA} + \Delta g_{i+1}^{FA}}{2} \text{ е средната стойност на аномалията "свободен въздух" между двата репера } i \text{ и } i+1, [\text{mGal}];$$

$$\Delta g^{FA} = g - \gamma_0 + (0.3087691 - 0.0004398\sin^2\varphi)H^{\text{вр.}} - \\ - 7.2125 \times 10^{-8}(H^{\text{вр.}})^2, [\text{mGal}],$$

е аномалията "свободен въздух", изчислявана за местоположението (чрез геодезическата географска ширина φ , в [°]) на всеки от реперите. Във формулата:

g , [mGal] е силата на тежестта в репера на повърхността на Земята, получена в резултат от гравиметричните измервания (стойностите по чл. 85, ал. 4);

γ_0 , [mGal] е вече изчислената нормална сила на тежестта върху повърхността на референтния елипсоид; $(0.3087691 - 0.0004398\sin^2\varphi)H^{\text{вр.}} - 7.2125 \times 10^{-8}(H^{\text{вр.}})^2$ е корекцията за изменението на нормалната сила на тежестта с височината, нанасяна към γ_0 за привеждането ѝ към повърхността на Земята, като дименсиите за φ и $H^{\text{вр.}}$ са съответно [°] и [m].

2. Изчислява се приливна корекция за привеждане на нивелачните превишения в нулева приливна система:

$$Th_z = -0.29541(\sin^2\varphi_N - \sin^2\varphi_S) - 0.00042(\sin^4\varphi_N - \sin^4\varphi_S), [\text{m}],$$

където φ_N и φ_S са геодезическите географски ширини, съответно на северния и южния репер, в [°].

3. Изчисляват се нормалните превишения, като към осредненото (от нивелирането в прав и обратен ход) и коригирано (с корекциите за лата и вертикална рефракция) превишение (по чл. 97) се нанасят поправките по т. 1 и т. 2:

$$\Delta h_{i,i+1}^N = \Delta h_{i,i+1}^{\text{ср.}} + NC_{i,i+1} + Th_{z,i,i+1}, [\text{m}].$$

4. Изравнява се нивелачната линията, като се изчисляват:

- 4.1. Несъвпадението w_h на линията:

$$w_h = \sum_{i=1}^n \Delta h_i^N - (H_B - H_A), [\text{m}],$$

където $\sum_{i=1}^n \Delta h_i^N$ е сумата от коригираните нормални превишения по т. 3, в [m], а H_A и H_B са нормалните височини на началния и, съответно, крайния ВНР, в [m], определени по реда на чл. 98, ал. 2, т. 6.

- 4.2. Поправка v_h за всяко нормално превишение на база на определеното в т. 4.1 несъвпадение:

$$v_h = -\frac{w_h}{L}S \times 10^3, [\text{mm}],$$

където S е разстоянието между двата репера, в [km], а L е дължината на нивелачния ход, в [km].

- 4.3. Изравнените нормални превишения чрез коригиране на нормалните превишения, получени по т. 3 с поправките по т. 4.2, превърнати в дименсия [m]:

$$\Delta h^{\text{изр.}} = \Delta h^N + v_h, [\text{m}].$$

5. Изчисляват се нормалните височини на реперите в нулева приливна система:

$$H_{i+1}^N = H_i^N + \Delta h_{i,i+1}^{\text{изр.}}, [\text{m}],$$

като за първия междинен нивелачен репер се използва получената нормална височина по чл. 98, ал. 2, т. 6.4.

Схема на нивелачна линија ... клас, № ..., полигон



Списък на нивелачните репери по нивелачна линия ... клас, № полигон

№ от UELN	№ от ДНМ	Вид на репера	Разстояние S [km]	Описание	Геод. геогр. координати (ETRS89, ETRF2000, епоха 2005)		Геол. височина h [m]	Времени височини (EVRF07) H ^N [m]	Сила на тежестта g [mGal]
					B [° ' "]	L [° ' "]			
			Σ=						

Дата:

Съставил:

В следващата таблица е представен пример за попълване на формуляр „Списък на нивелачните репери

Списък на нивелачните репери по нивелачна линия I клас, ВНР 28 (Варна) - MR_VAR (радарен мареограф), контролен полигон на МС Варна

№ от UELN	№ от ДНМ	Вид на репера	Разстояние S [km]	Описание	Геод. геогр. координати (ETRS89, ETRF2000, епоха 2005)			Геодез. височина h [m]	Времетрай височини (EVR07) H ^N [m]	Сила на тежестта g [mGal]
					B [° ' "]	L [° ' "]				
	MR_VAR	-	0.000	Радарен мареограф (долен край)	43°11'33.02489"	27°54'41.19612"		36.886	0.489	-
	ML_VAR	-	0.008	На върха на мареографната дига (2.10 m)	43°11'33.03436"	27°54'41.19240"		36.864	0.471	-
	1	51	0.008	Пред сградата на мареографна станция Варна, във Военноморската база, ПИ 10135.5501.37	43°11'32.92696"	27°54'41.01761"		37.328	0.931	980471.610
...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...
	18	51	0.898	На водосток на главен път Е-70, северна покривна плоча на около 250 м. западно от входа на Керамик парк, ПИ 10135.4039.69	43°13'42.42806"	27°50'27.09489"		99.414	62.630	980461.551
	ВНР28п	7	-	На бетокиран показалец при ВНР, ПИ 00182.48.318	43°13'44.03018"	27°49'57.08282"		103.193	66.349	980460.968
2501420	ВНР28	11	0.708	На около 720 м източно от разклона за с. Тополи, южно от главен път Е-70; ограден е с метална ограда, ПИ 00182.48.318	43°13'44.09240"	27°49'57.08544"		102.119	65.276	980461.296
			Σ=	11.437						

Дата:

Изготвил:

**Списък на материалите, предавани при
завършване на нивелачна линия**

1. Технически отчет – на хартия, формат А4 и в цифров вид, формати doc/docx и pdf;
2. Схеми на нивелачната линия и на гравиметричните ходове – на хартия и в цифров вид, формат pdf;
3. Резултати от полска и лабораторна проверка на нивелирите, латите, термометрите и гравиметрите – на хартия, формат А4 и в цифров вид, формат pdf;
4. Картони на нивелачните репери – на хартия, формат А4 и в цифров вид, формати doc/docx и pdf;
5. Снимки на нивелачните репери и на положението на гравиметрите спрямо реперите – в цифров вид, формат jpg/jpeg;
6. Нивелачни карнети – в цифров вид, формат xls/xlsx;
7. Карнети за вътрешна нивелация на ВНР и контролни измервания – на хартия, формат А4 и в цифров вид, формати xls/xlsx и pdf;
8. Метеорологични карнети – в цифров вид, формат xls/xlsx;
9. Материали и данни от геодезическо определяне на координатите на нивелачните репери – в цифров вид;

10. Координатен регистър на реперите;
11. Формуляри от гравиметричните измервания и изчисления – на хартия, формат А4 и в цифров вид, формати xls/xlsx и pdf;
12. Файлове с първичните данни от измерванията – в цифров вид;
13. Формуляр с изчисления на корекции (за лата и рефракция) към превишенията – в цифров вид, формат xls/xlsx;
14. Формуляр „Нивелиране в две посоки“ – на хартия, формат А4 и в цифров вид, формат xls/xlsx;
15. Формуляр „Стойности на превишения“ – на хартия, формат А3 и в цифров вид, формати xls/xlsx и pdf;
16. Формуляр „Изчисление на нормални височини от съответните им геопотенциални числа“ – на хартия, формат А3 и в цифров вид, формати xls/xlsx и pdf;
17. Формуляр „Изчисление на нормални височини от съответните им нормални превишения“ – на хартия, формат А3 и в цифров вид, формати xls/xlsx и pdf;
18. Списък на нивелачните репери с координати, височини и стойности на земното ускорение – на хартия, формат А4 и в цифров вид, формати xls/xlsx и pdf.