

# ИНСТРУКЦИЯ ЗА НИВЕЛАЦИЯ I И II КЛАС

Издадена през 1980 г. от Комитета по архитектура и благоустройство - Главно управление по геодезия, картография и кадастър

## 1. ОБЩИ ПОЛОЖЕНИЯ НА ДЪРЖАВНАТА НИВЕЛАЧНА МРЕЖА

### 1.1. Цел и предназначение

1.1.1. Държавната нивелачна мрежа служи за основа на всички височинни измервания в НР България, както и за изпълнение на важни научни и инженерно-технически задачи за нуждите на народното стопанство. Тя се подразделя на няколко класа, като I и II клас, извършени с най-висока точност, се ползват и за научни изследвания при определяне фигурата на Земята, вертикалните движения на земната кора, разликите в нивата на моретата и океаните.

1.1.2. За нуждите на научните изследвания, за поддържане и обновяване на Държавната нивелачна мрежа през период от 20-25 години се извършва повторна нивелация I и II клас.

### 1.2. Основни изисквания

1.2.1. Държавната нивелачна мрежа се подразделя на I, II, III и IV клас и се извършва от специализирани геодезически организации. Тя обхваща цялата територия на страната с изключение на нивелация IV клас, която се създава в равнинни райони при извършване на подробни геодезически и топографски работи. Нивелацията IV клас може да се полага и от ведомствени служби.

1.2.2. Нивелачните линии преминават по републиканските и в някои случаи по местни пътища, като реперите се поставят в здрави в геоложко отношение терени и на защитени места, за да бъдат запазени за дълго време.

1.2.3. За измерване се употребяват усъвършенствани нивелири - компенсаторни (самохоризонтиращи се) и либелни с висока точност, осигуряващи надеждни резултати при право и обратно нивелиране, както и инварни лати.

1.2.4. Изчисленията се извършват с помощта на диаграми, таблици и електронно-изчислителни машини.

1.2.5. За еднозначно определяне височините на нивелачните реperi се изчисляват "Нормални височини" към приетата за относителна повърхнина на квазигеоида.

1.2.6. За изходно начало на височинната система е възприета нулата на Кронщадтския пегел - Балтийско море.

## 2. ВИД И ИЗГРАЖДАНЕ НА НИВЕЛАЧНАТА МРЕЖА I И II КЛАС

### 2.1. Основни елементи

2.1.1. Държавната нивелачна мрежа се състои от затворени полигони, линии и разстояния.

Нивелачно разстояние е нивелираната отсечка между два съседни репера.

Нивелачната линия обхваща нивелачните разстояния между две възлови точки или по изключение може да изхожда от една възлова точка, т.е. висяща линия.

Затвореният полигон се образува от няколко нивелачни линии.

2.1.2. Чрез нивелачни линии I клас, изхождащи от затворени полигони, се извършва връзката на нивелачната мрежа на НР България със съседни държави.

В района на държавната граница линиите завършват със специални свързващи репери, построени подземно.

2.1.3. Пегелните станции, разположени по брега на Черно море, определящи положението на морското ниво, се свързват с държавната нивелачна мрежа посредством първокласни затворени полигони - контролни полигони, като връзката се осъществява във фундаментални подземни репери. Проверката на височинното положение на пегелните лати се извършва чрез измерване на превишенията от тях до няколко близки стабилни репери, които образуват реперажни полигони.

2.1.4. Дължините на първокласните нивелачни полигони възлизат средно на 400 км. Средната дължина на нивелачната линия е 80 км.

Дължините на второкласните нивелачни полигони са средно 100 км и на нивелачните линии - 25 км.

2.1.5. Нивелачните линии са материализирани на местността чрез нивелачни знаци - репери, които се подразделят на няколко групи по предназначение и начин на построяване.

2.2. Нивелачни репери, построени до 1980 г.

2.2.1. Вековни репери I и II степен ([приложение 1](#), [2](#), [3](#) и [4](#))

Те са изградени подземно в специални бетонни шахти и се състоят от стоманобетонна основа и стълб, върху който е поставен болт. Шахтата се покрива със специален капак и се засипва с пръст. За лесно и бързо откриване на репера на разстояние 2 м от болта се поставя стълб-показалец ([приложение 5](#)).

2.2.2. Стенна призма ([приложение 6](#))

Направена е от чугун, като лицевата ѝ част е от желязо или месинг с конзола и цилиндрична дупка. Височината на репера се определя от оста на поставени обикновено в тухлената зидария на сгради, на височина 1,80-2,00 м от терена. Запазените призми се ползват и сега, но от 1930 г. нови не се поставят.

2.2.3. Стенни болтове - големи и малки

Изработени са от стомана във вид и размери, посочени на чертежа в [приложение 6](#). Те се поставят хоризонтално в цокли на сгради и съоръжения. Употребата на големия или малкия болт зависи от възможността за построяването му в сграда или съоръжение.

2.2.4. Гъбовиден болт

Изработва се от стомана с вид и размер, посочени на чертежа - [приложение 7](#) и се поставя вертикално на водостоци, подпарапетни плочи на мостове, в надземни бетонни и каменни блокове.

2.2.5. Бетонов блок с подземен и надземен знак

Построява се на места, където няма солидни сгради и съоръжения. Нивелачният репер се състои от бетонов блок с два различно високи, неподвижно свързани части, по-високата от които излиза на повърхността на терена, а другата остава на дълбочина 0,40 м. На горните повърхности и на двете части се поставят знаци, като на подземната част се поставя болт, а на надземната - вдълбан кръст. Подземният болт се закрива с трамбована пръст и той се счита за главен репер.

Съществуват репери от този вид, двете части на които са каменни блокове с размери 20/20/50 см, свързани неподвижно с бетон. На надземния блок е издълбан кръст и на подземния е поставен гъбовиден болт. От 1972 г. такива репери не се строят.

#### 2.2.6. Бетонирани каменни блокове

Служат за надземни нивелачни репери, като в центъра на горната повърхност на каменния блок се поставя гъбовиден болт.

Бетоновият блок с надземен и подземен знак и бетонирани каменни блокове са показани в [приложение 7](#).

2.2.7. Върху построените до 1962 г. нивелачни репери са поставени надписи за наименованията на учрежденията, които до тогава са извършвали и поддържали държавната нивелачна мрежа: ГИ - Географски институт, ВТС - Военно-топографска служба, както и надписът ГН - Главна нивелация. Построените след 1962 г. репери носят надпис ГУГК.

### 2.3. Нова класификация на нивелачните репери

2.3.1. Нивелачните репери според начина на построяването и предназначението им се подразделят на следните групи:

#### 2.3.2. Фундаментални репери

Това са досегашните вековни репери I и II степен, които служат за възлови точки на нивелачните линии I и II клас или са построени по протежението им. Те осигуряват стабилността на държавната нивелачна мрежа и се ползват за научни изследвания.

#### 2.3.3. Главни нивелачни репери

Те са нов вид репери, въведени от 1980 г. и построени подземно. Главните репери съгъстват фундаменталните по линиите I и II клас, имат предназначението да осигуряват стабилността на държавната нивелачна мрежа, както и да служат за проверка и възстановяване на реперите от следващата група.

2.3.4. При наличие на масивни сгради и съоръжения по трасето на нивелачната линия за главни репери могат да се ползват стенни призми и големи болтове.

#### 2.3.5. Междинни нивелачни репери

Те се построяват надземно между фундаменталните и главните репери и заедно с тях служат за съгъстване на нивелачната мрежа с линии III и IV клас, както и за височинна основа при геодезическите измервания.

Като междинни репери се ползват: стенни призми, стенни болтове – големи и малки, гъбовидни болтове, бетонни блокове с надземни и подземни знаци и бетонирани каменни блокове.

## 3. ПОДРАЗДЕЛЕНИЕ НА РАБОТИТЕ

Дейностите по нивелация I и II клас се извършват в следната последователност:

Подготвителни работи - запознаване с инструкцията, проучване на материалите от до сега извършените нивелации, съставяне на идеен проект, изготвяне на технически проект и сметна документация (за отделни линии), изследване на приборите и пособията, включително сравняване на латите с нормален метър.

Работа на местността - разузнаване на нивелачните линии и избиране на места на реперите, построяване нивелачните репери, предаването им с акт за опазване, съставяне на топографско описание и реперирание, извършване на нивелация и контролни изчисления.

Обработка на данните - сравняване на латите с нормален метър и определяне на средния латов метър, предварителни изчисления и оценка на точността на извършената нивелация, нанасяне поправки върху превишенията, изравнение на нивелачните линии, съставяне на скици, списъци и др. и оформяне на книгата и материалите.

#### 4. ПОДГОТВИТЕЛНИ РАБОТИ

##### 4.1. Проучване на съществуващи нивелации

4.1.1. Събирането и проучването на материалите от извършените нивелации I до IV клас е важна дейност, предхождаща съставянето на идейния проект. Сведения и материали се получават от Геокартфонда при ГУГКК и от организациите изпълнители на нивелацията.

4.1.2. След като бъдат събирани и систематизирани материалите (изчисления, карнети, схеми и др.) се извършва проучване, което обхваща:

- Установяване трасето на линията и населените места по него с опорни нивелачни мрежи.
- Видове репери и състоянието им по наличните актове за проверка на геодезически знаци.
- Прибори и пособия, с които е извършена нивелацията, реализирана точност на измерването.
- Видове корекции на превишенията и начин на изравнение на линията.

Данните от проучването се ползват при съставяне на техническия проект и сметната документация.

##### 4.2. Идеен проект

4.2.1. Идеятният проект за нивелация 1 и 11 клас обхваща цялата територия на страната и се съставя върху карта в мащаб 1:400 000. В съответствие с изискванията на т. 2 се проектират първокласните линии и полигони. Първокласните полигони се номерират с римски цифри, като се започне от северозападната част на страната и се продължи непрекъснато в хоризонтални редове към югоизточната част.

Второкласните полигони се номерират с арабски цифри поотделно във всеки първокласен полигон по принципа на първокласните полигони - северозападната към югоизточната част.

Пример:

III-7, XVII-4 и др.

4.2.2. Нивелачните линии I клас се означават с наименованията на най-близките населени места до крайните им точки и номерата на фундаменталните репери.

Второкласните нивелачни линии се означават с номера на първокласния полигон и с номер, по-голям от 50, както и с наименованията на населените места, намиращи се в близост до крайните им точки. Номерирането се извършва на принципа на номерирането на полигоните I и II клас.

Пример:

XI-52 Карлово - с. Баня, Пловдивски окръг,

V-67 Айтос - с. Дъскотина, Бургаски окръг.

4.2.3. Нивелачните линии за връзка със съседните държави се номерират по следния начин:

- Със СР Румъния:

С номера 1.1, 1.2, 1.3 в посока запад към изток и с наименованията на населените места от двете държави.

- Със СФР Югославия:

С номера 2.1, 2.21 ... от север към юг и с наименованията на близките населени места от двете държави.

4.2.4. В районите на държавните граници второкласните линии и полигони, намиращи се извън първокласните полигони, се причисляват към най-близките от тях и се номерират по установения начин. Когато тези линии и полигони се опират на два първокласни полигона, причисляват се към този с по-малкия пореден номер.

4.2.5. Нивелачните линии I и II клас се избират по удобни за нивелиране трасета, като преминават по пътища в добро състояние и с подходящ за нивелиране наклон. Определянето им се извършва върху топографска карта М 1:50 000 и в някои случаи 1:25 000 или по-едри.

Целесъобразно е ползването на подходящи трасета на съществуващи линии от държавната нивелация, с което се реализират икономии и се получават данни от повторното нивелиране, необходими за изучаване движенията на земната кора и други научни изследвания.

Съблюдава се нивелачните линии да бъдат в близост до селища, строителни и стопански обекти и да осигуряват, доколкото теренните условия позволяват, равномерно покриване на територията на страната.

4.2.6. Особено внимание се отделя на връзките между първокласните линии и полигони с второкласните линии и полигони, които се осъществяват във фундаментални репери, т.е. възловите точки на I и II клас полигони по правило са фундаментални репери.

4.3. Технически проект и сметна документация

4.3.1. За всяка нивелачна линия I и II клас се съставя технически проект и сметна документация. Ползват се идейният проект, топографски карти в М 1:25 000 и по-едри, геоложки карти, материали от извършените държавни нивелачни измервания и данни от проучвания на местността. Техническият проект и сметната документация обхващат всички дейности по извършване на нивелацията – от предварителната подготовка до окончателното комплектуване и предаване на книгата. В тях се посочват видовете работи, методи на изпълнение (технологии), разпределение на труда по отделни фази, стойностно изражение, вид и количество на материалите, броят на необходимия помощен персонал и времетраенето на работния процес в дни (часове).

4.3.2. Техническият проект и сметната документация съдържат:

- **Текстова част.** В нея се прави описание на нивелачната линия и се дава характеристика на физико-географските условия, както и сведения за извършените нивелачни измервания. Преценява се годността на съществуващите репери и се посочват някои данни за предстоящата за изпълнение нивелачна линия - дължина в км, общ брой и вид на реперите, брой на съществуващите репери, които ще бъдат ползвани, условия за нивелиране и др.

- **Сметна част.** Тя се съставя по утвърден образец, като стойностите на отделните видове работи са съобразени с трудоемкостта им от различните топографски и транспортни условия. В общата стойност се включват материалите и възнагражденията на помощния персонал.

- **Схема на нивелачната линия в М 1:50 000** (в някои случаи 1:100 000). На нея се изобразяват: проектното трасе на нивелачната линия, населените места, пътищата, жп линиите, реки и други ориентировъчни елементи и съществуващите репери с техните номера и условни знаци. За нивелация II клас се нанасят свързващите репери I клас и тези, които се ползват за проверката им. Върху схемата се нанасят и новите репери без да се номерират.

Съставянето на техническия проект и сметната документация трябва да се извърши внимателно и задълбочено. Проучванията на материалите от извършените нивелации и огледът на местността могат да внесат някои изменения в идейния проект.

## 5. РАЗУЗНАВАНЕ

### 5.1. Основни задачи

5.1.1. Проектите на нивелачните линии I и II клас се уточняват на местността и при необходимост се извършват промени в трасетата, местата и вида на реперите.

Разузнаването се извършва с проекта, топографска карта в мащаб 1:50 000 (1:25 000) и геоложка карта и обхваща следните дейности:

- пропътуване на линията и оглеждане на наклоните на трасето;
- преценяване условията за нивелиране във връзка с устойчивостта на терена и интензивността на движението;
- проверка на състоянието и достъпа до съществуващите нивелачни репери;
- уточняване местата и вида на новите репери.

Резултатите от разузнаването се вписват с мек молив върху копие от скицата на нивелачната линия.

5.1.2. По правило се избират пътища с подходящ наклон, не повече от 8-10% и възможно по-малък трафик на транспортните средства. Пътищата трябва да бъдат с трайни и поддържани настилки и банкети. Когато по пътя съществуват сезони на усилено движение на превозни средства, ползва се за нивелиране времето с по-малко натоварване на пътя. Това обстоятелство се отбелязва в текстовата част на техническия проект и сметната документация.

5.1.3. Проверката на съществуващите репери по трасето на нивелачната линия се извършва с реперен карнет (картотечен картон) и топографско описание.

Независимо че някои от тях се намират от пръв поглед, реперните им данни се проверяват. Проверката обхваща и фундаменталните нивелачни репери, които се откриват и след огледа се закриват. Съществуващите нивелачни репери, които ще бъдат използвани, трябва да отговарят на изискванията за стабилност и достъпност, отразени в раздел 5 и 6 и да бъдат извън влиянието на фактори, които могат да нарушат положението им. При изпълнение на тези условия те могат да бъдат включени в линиите I и II клас. Съществуващите болтове в сгради и съоръжения в населени места от нивелация IV клас могат да бъдат използвани и включени в нивелачни линии I и II клас, поединично или най-много до два, като междинни репери между два стандартни репера I и II клас. При такъв случай нивелачните разстояния могат да бъдат под минималните съгласно т. 5.3.4.

### 5.2. Избор на места за репери

5.2.1. При избор на места за нови нивелачни репери участва техническо лице и геолог. Най-подходящи места за нивелачни репери са цоклите на масивни постройки и съоръжения покрай трасетата на нивелачните линии, когато няма такива, в скали или здрав терен.

5.2.2. Независимо от горните условия нивелачните репери трябва да бъдат на достъпни и удобни за нивелиране места, т.е. между трасето на нивелачната линия и реперите да няма значителни превишения и непреодолими препятствия.

За да съществуват по възможност дълго време, нивелачните репери се избират на запазени от повреди места.

5.2.3. При определяне местата на реперите се вземат предвид геоложките, геоморфоложките и хидроложките условия, които се установяват от съответните специални и топографски карти.

5.2.4. Подходящи места в геоложко отношение за построяване на реперите са масивни скали, здраво наслоени чакълести и пясъкливи почви. Да се избягват глинести почви, седиментни (утаечни) скали и почви с високи подпочвени води.

5.2.5. По отношение теренните форми (геоморфоложки условия) трябва да се предпочитат изпъкналият релеф - плоски хълмове, вододелни линии и леко наклонен терен. Да се избягват котловини, брегове на реки и на водни площи, както и силно наклонени терени.

5.2.6. Местата на реперите обезателно се съобразяват и с нивото на подпочвените води. Трябва да се избягват места за подземни и земни репери, където дори и периодично се явяват високи подпочвени води (до 3-4 м от повърхността на терена).

5.2.7. Правят се проучвания за евентуални разширения и подобрения на пътното трасе, по което минава нивелачната линия, за да се съобразят с тях окончателните места на реперите.

5.2.8. Местата на реперите се избират по такъв начин, че да съществуват едни и същи условия за нивелиране по отношение на околната среда на всяко нивелачно разстояние, т.е. нивелачните разстояния да преминават изцяло през гора, през населени места, през обработваеми площи и др.

Да се избягват насипи на пътища, силно наклонени скатове, свличащи се терени и др.

5.2.9. Местата на реперите в земя да се избират извън обхвата на пътните платна, настилката, банкетите и окопите, в ограничителната или зелена ивица (двете ивици имат ширина по 1 м).

От друга страна, местата на реперите не трябва да бъдат застрашени от земни работи, обработка на почвата, строителни мероприятия, кариери за пясък, чакъл и др. Където съществува опасност за унищожаването на земните репери, се предприемат мероприятия за запазването им (ограждане с масивни колове, поставяне на бетонни стълбове и др.).

5.2.10. Реперите се предпазват от влиянието на корените на дърветата, като се построяват извън зоната на разклонението им. Тази зона се определя от правилото, че кореновата система се разпростира до проекцията на короната на дървото върху терена. Плодните дървета, засадени покрай пътищата в равнинните райони, имат по-развита в ширина коренова система от горските дървета - ясен, явор, бук и др. Обикновено се приема реперите в земя да се построяват на най-малко 10 м от стъблата на дърветата.

Намиращите се храсти в близост до репера се изкореняват. Местоположението на земните репери се съобразява с подземните проводни съоръжения.

5.2.11. В населени места реперите се избират в цокли на масивни сгради и съоръжения със здрави основи и построени преди 2-3 години. Местата на реперите трябва да позволяват поставяне на лата във вертикално положение, т.е. да не пречат стрехи, корнизни, парапети и др. Правят се проучвания сградите и съоръженията да не се засягат от бъдещи

градоустройствени планове и строителни мероприятия, които биха унищожили или повредили репера или възпрепятствали достъпа до него.

Основите на сградите трябва да лежат над нивото на подпочвените води, което се установява чрез разпитване на обитателите и оглеждане на зимничните помещения.

5.2.12. Цоклите на постройките и съоръженията трябва да бъдат от стоманобетон, каменна зидария от правилни (дялани) или неправилни (недялани) каменни блокове с циментов или варово-циментов разтвор.

При мостове най-подходящи места за репери са бреговете устои и за стабилните водостоци - подпарапетните плочи.

5.2.13. Не се разрешава поставяне на репери в основи на стълбове за високо напрежение в цокли на трансформатори, на хидротехнически съоръжения с плитки основи - разпределители, сифони и др., както и на сгради в строеж.

Не се поставят репери в постройки и съоръжения, които вследствие тежестни натоварвания могат да променят височинното си положение (водни кули, складове, подпорни стени), както и в такива, подложени на трептения от действието на тежки машини и транспортни средства.

5.2.14. За избягване сътресения, причинени от транспортните средства, местата на реперите в сгради да се избират на разстояние повече от 25 м от пътните платна или от железопътни и трамвайни линии.

5.2.15. Когато се определя място за репер върху скала, тя трябва да бъде приблизително хоризонтална или вертикална. При вертикална скала се съблюдава върху болта да може да се поставя безпрепятствено лата.

### 5.3. Определяне вида на реперите

Едновременно с избиране местата на нивелачните репери се определя и видът им.

5.3.1. Фундаменталните репери I степен се избират за възлови точки на първокласните полигони, за връзки с пегелните станции и за връзка с нивелачните мрежи на съседните страни. Те могат да се поставят и по протежение на първокласните линии и служат за връзка с второкласни нивелачни линии. Средното разстояние между първостепенните фундаментални репери е 45-50 км.

5.3.2. Фундаменталните репери II степен служат за възлови точки във второкласните полигони или се поставят по протежение на първокласните и второкласните линии. Средното разстояние между тях е 20-25 км.

5.3.3. Главните репери се поставят между фундаменталните репери I и II степен на разстояние 5 до 7 км. Според конкретните условия минималното разстояние може да се намали. Когато няма условия за подземно поставяне на главни репери, могат да се поставят надземни знаци - големи и малки болтове в подходящи сгради и съоръжения.

5.3.4. Междинните репери съгъстват разстоянията между фундаменталните и главните репери, така че на всеки 1 до 1,5 км да съществува нивелачен репер.

### 5.4. Номериране на реперите

5.4.1. Фундаменталните нивелачни репери I степен се номерират с арабски цифри от 1 до 199 от север към юг по низходящ ред на географската ширина.

По същия начин се номерират и фундаменталните репери II степен с начален номер 200.



5.4.2. В първокласните и второкласни линии всички репери, новопоставени и съществуващи, е изключение на фундаменталните, без оглед на обстоятелството главни или междинни, се означават с непрекъснати поредни номера. Според разположението на нивелачните линии, номерирането започва от запад на изток и от север към юг, от северозапад към югоизток и от североизток към югозапад.

5.4.3. На съществуващите репери до новия пореден номер в скоби се поставя старият. Ако реперът е участвал в няколко нивелирания и е получавал от тях различни поредни номера, за стар номер се вписва номерът от първото измерване. Този номер се дава от Геокартфонда при ГУГКК.

Номера с индекси не се разрешават.

## 6. ПОСТРОЯВАНЕ НА РЕПЕРИТЕ

Построяването на реперите се извършва след приключване на разузнаването. Своевременно се доставят строителни материали и инструменти.

### 6.1. Фундаментални вековни репери

6.1.1. Прави се изкоп с размери 240/240/80 см, като последният размер е дълбочината - [приложение 1](#). От дъното се прави още един изкоп с размери 150/150 см и дълбочина 30 см. С подходящ кофраж вторият изкоп се запълва със стомано-бетон и образува основата на репера, висока 35 см, в центъра на която се изгражда стълб с височина 80 см и квадратно сечение 30/30 см. Повърхността на основата се покрива с циментова замазка 2 см и се поставят 4 гъбовидни болта в ъглите на разстояние 20 см от върховете. Върху стълба се поставя болт, за който се отнася котата на фундаменталния репер I степен, както и допълнителен резервен болт на северната му страна.

Без да имат съприкосновение с основата и стълба на 5 см от тях се изграждат стените на шахтата от бетон с дебелина 40 см и височина 1 м. На височина 92 см от основата дебелината на стените се намалява на 15 см. Шахтата се покрива с капак, състоящ се от 7 стоманобетонни греди с размери 200/30/15 см.

Когато реперът няма да се ползва, шахтата се покрива с гредите, поставени плътно една до друга и се засипва с пласт глина с дебелина 20 см и след това с пръст до повърхността на терена. Около репера на разстояние 50 см се изкопава канавка, дълбока 50 см и широка 100 см и пръстта от нея се натрупва във вид на пресечена пирамида с височина 50 см над околния терен.

Дълбочината на фундаменталния репер не трябва да бъде по-малка от 2 м, считано от долната част на основата до повърхността на терена. При скала дълбочината може да се намали, но тя не трябва да бъде по-малко от 150 см.

В неустойчиви почви основата на репера трябва да се построи на по-голяма дълбочина, докато достигне до скала или здрава почва.

В обработваеми земи изкопът може да има размери 240/190/180 см и реперът се построява според [приложение 2](#).

6.1.2. На разстояние 2-2,5 м от централния болт на фундаменталния репер, на подходящо място се построява бетонов стълб - показалец със страничен болт. За целта се прави изкоп 60/60/70 см и дъното му се покрива с бетонов пласт 20 см, центрично и отвесно се поставя бетоновият стълб с размери 20/20/150 см, като пространството между него и страните на изкопа се запълва с бетон. Бетоновата част се покрива със замазка и се надписва. Надземната част на показалеца се боядисва на равни части с червена и бяла блажна боя, като върху горния край се поставя стрелка с обозначение на метрите до центъра на фундаменталния нивелачен репер - [приложение 5](#).

Когато фундаменталният нивелачен репер се намира в непосредствена близост до постройки и съоръжения, на тях се поставят един или няколко болта, които служат за реперирание и за нуждите на нивелация IV клас, като показалец не се построява.

#### 6.1.3. Фундаментален репер в скалист терен - [приложение 3](#)

Той се построява съгласно т. 6.1 със следните изменения:

Изкопът има размери 170/170 см и дълбочина 160 см. Вторият изкоп е с размери 100/100 см и дълбочина 30 см. Стените на шахтата са с дебелина 30 см и височина 80 см, като от височина 70 см приемат дебелина 15 см. Стоманобетонните греди за капака са 5 на брой с размери 140/30/15 см.

Канавката около репера е на разстояние 50 см с размери: дълбочина - 40 см и ширина - 100 см.

#### 6.1.4. Фундаментален репер II степен - [приложение 4](#)

Прави се изкоп с размери 130/130/130 см. В дъното се прави още един изкоп с размери 70/70/40 см. Във втория изкоп с подходящ кофраж се налива бетон на пластове и се трамбова. При дебелина на бетона 10 см в изкопа се поставя централно гранитен каменен блок с размери 20/20/60 см. Пространството около гранитния блок се запълва с бетон, така че да се образува основа с дебелина 55 см. При това положение горната част на гранитния блок остава 15 см над основата. Повърхността на основата се покрива с циментова замазка от 2 см и се поставят 4 гъбовидни болта в ъглите на разстояние 15 см от върховете. Върху гранитния блок се поставя гъбовиден болт, за който се отнася котата на фундаменталния репер II степен.

Вместо гранитен каменен блок може да се построи стомано-бетонна колона с размери 20/20/60 см, здраво свързана (с арматура) с основата.

Без да са свързани с основата, на 5 см от нея се изграждат стените на шахтата от бетон с дебелина 25 см и височина 50 см.

На височина 45 см от основата на първия изкоп стените приемат дебелина 15 см. Шахтата се покрива с капак от 4 стоманобетонни греди с размери 120/30/15 см. Върху капака се поставя пласт глина, дебел 30 см, и върху него - насип от пръст до повърхността на терена. Около шахтата на 35 см се изкопава канавка, дълбока 20 см и широка 15 см, като получената земна маса се натрупва върху шахтата във вид на заоблена могила с височина 30 см.

### 6.2. Главни реперни

#### 6.2.1. Подземен репер тип А

Нивелачният репер се състои от две части - основа и стълб, изработени от готови бетонни елементи ([приложение 8](#)). Основата представлява ниско правилно призматично тяло с размери 90/90/30 см с квадратен отвор на горната повърхност, дълбок 20 см и страни 40/40 см. Стълбът е с форма на пресечена четиристенна пирамида с размери на основите: долна - 30/30 см, горна - 20/20 см и височина 110 см. В центъра на горната повърхност на стълба се поставя месингов болт и се покрива със специален капак.

Построяването на репера се извършва, като се направи изкоп по размери и форми, дадени в [приложение 9](#). Спазването на отделните етапи за направата на изкопа е задължително, за да се предотврати срутване при леки почви. Дъното на изкопа се подравнява добре, след което се покрива с 5 см бетонов пласт и върху него се поставя основата. Хоризонтирането на основата се извършва със строителна либела. В средата на отвора на основата се поставя дървено трупче 5/5/3 см от здраво дърво (бук, дъб), което служи за центриране и отвесиране на стълба. Внимателно се поставя стълбът в отвора на основата и върху трупчето, така че между долната му основа и стените на отвора да има разстояние 5 см. В отвора на горната повърхност на стълба, предназначен за болт, се поставя двуметрова пръчка или жалон, който

служи за отвесиране с помощта на прибор (инструмент). След центрирането и отвесирането на стълба, трупчето не се отстранява. Пространството между стълба и отвора на основата се запълва с трамбован филцов бетон.

Седем дни след бетонирането, стълбът към основата се засипва със земна маса от изкопа. Засипването се извършва равномерно от всички страни на стълба, като земната маса се трамбова на пластове.

Окончателното закриване на ГНР се извършва след нивелирането, като земната маса се натрупва върху репера във вид на пресечена четириъгълна пирамида.

На подходящо място се поставя показалец с репер за нуждите на нивелация IV клас.

#### 6.2.2. Подземен нивелачен репер тип Б

Реперът представлява двуметрова етернитова тръба с вътрешен диаметър 200 мм, напълнена с бетон и гъбовиден болт на горната част ([приложение 10](#)). За предпазване на репера от външни влияния етернитовата тръба е затворена с бетонов капак.

За построяването на репера се прави кръгъл изкоп с диаметър 80 см и дълбочина 50 см. В центъра на изкопа с моторна авто-сонда ЛБУ-50 М или УГБ-50 М се извършва сондаж с диаметър 240 мм и дълбочина 1,90 м, в който се спуска етернитова тръба - 2 м с вътрешен диаметър 200 мм. Сондажният пробив, респективно етернитовата тръба се запълва с бетон до височина 1,90 м, считано от дъното, като горната повърхност се покрива със замазка и се поставя болт.

Етернитовата тръба се покрива с капак. Земната маса от изкопа се връща обратно върху репера и се натрупва във вид на пресечен конус. При нужда се изкопава канавка за оттичане на повърхностните води. На подходящо място се поставя показалец с репер за нивелация IV клас.

#### 6.2.3. Подземен репер тип В

Реперът се състои от двуметров стоманобетонен пилот с размери 20/20 см или 25/25 см, забит в терена. На горната повърхност на пилота се поставя гъбовиден болт. За защита на репера служи етернитова тръба, дълга 50 см с диаметър 400 мм - [приложение 11](#).

В изкоп с размери 80/80/100 см със специално устройство се набива стоманобетонен пилот, дълъг 2 м, като горната му част остава 40 см над дъното на изкопа.

Деформираната горна част на пилота се изчуква и се оформя със замазка. Поставя се гъбовиден болт и защитна етернитова тръба, като пространствата между нея и пилота се запълват с дребен чакъл. Етернитовата тръба се покрива с капак. Изкопът се засипва, като излишната земна маса се натрупва във вид на пресечена пирамида. На подходящо място се поставя показалец с болт за нивелация IV клас.

### 6.3. Междинни репери

#### 6.3.1. Болтове на сгради и съоръжения

Болтовете (големи и малки) в сграда 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 фуги на оформени каменни блокове, при условие болтът да е поставен върху каменен блок, т.е. под болта да няма вертикална фуга.

Болтовете, поставени на сгради в населени места, при неблагоустроени улици трябва да отстоят най-малко на 50 см над терена и при улици, оформени с бордюри и тротоари - 30 см. При неизмазани постройки положението на болтовете се съобразява с дебелината на мозайката или облицовката.

Поставянето на болта се извършва по следния начин:

На избраното място се издълбава (пробива) дупка, дълбока 12 см, съответно 16 см, с диаметър 4,5 до 6,5 см, 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.

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

#### 6.3.2. Гъбовидни болтове

Те се построяват по същия начин както болтове в сгради, като дупката е вертикална с дълбочина 6,5 см и диаметър 3,5 см. Вместо циментов разтвор може да се употреби разтопена сярна или олово.

6.3.3. Каменните блокове ([приложение 7](#)), на които са поставени гъбовидни болтове, имат призматична форма с размери 20/20/50 см и са от гранит или сиенит. Горната плоскост на каменния блок и околните страни на височина 10 см се изглаждат и останалата част може да бъде грубо издялана. Гъбовидният болт се поставя централно на горната повърхност на каменния блок.

Построяването на репера се извършва по следния начин:

Прави се изкоп с размери 60/60/80 см. Дъното на изкопа се запълва с бетон на височина 35 см и се поставя каменният блок. Пространството между каменния блок и страните на изкопа се запълва с трамбован бетон. Горната повърхност се покрива с 2 см замазка от цимент и пясък и се надписва.

#### 6.4. Оформяване и опазване на реперите

6.4.1. Построените в земята репери и надписите им се ориентират успоредно на пътища, сгради, бордюри и др.

6.4.2. При нивелачни репери в скала около мястото, където ще се поставя болтът, повърхността се изглажда (хоризонтална или вертикална) с размери 20 x 20 см.

6.4.3. Нивелирането на репери в постройки и съоръжения трябва да започне най-рано 7 дни след построяването им, за подземните репери - 15 дни, за каменните блокове - 10 дни и за фундаменталните - 1 месец.

6.4.4. Болтове, поставени под повърхността на терена, се покриват с парафин, а тези над терена - неколккратно с минимум, за да се предпазят от корозия.

6.4.5. Нивелачните репери от всички видове се предават за опазване и съхранение на местните народни съвети с опис съгласно 96-то постановление на Министерския съвет от 1954 г. Подробни указания, начини за предаване на нивелачните репери са дадени в Инструкцията за опазване, проверка и поддържане на геодезическите знаци - ГУГКК, 1957 г.

### 7. ТОПОГРАФСКО ОПИСАНИЕ И РЕПЕРИРАНЕ

#### 7.1. Топографско описание

7.1.1. На нивелачните знаци (репери) се прави топографско описание и реперирание с необходимата пълнота и точност, позволяваща нанасянето им върху топографска карта и бързо откриване на местността.

7.1.2. Топографското описание съдържа:

а) за болтове в съоръжения или постройки - предназначение и вид на съоръжението или постройката, точното местоположение на болта, населеното място, името на собственика на сградата, улица и други данни, които да определят точното му местоположение;

б) за болтове, поставени подземно или надземно в бетонни и каменни блокове, етернитови тръби, пилоти и др. - наименованието на пътя с обозначение на местоположението на репера до хектометър, местност и землище, най-удобният достъп до репера, разстоянието до по-важни кръстовки и отклонения на пътя.

7.2. Репериране

7.2.1. Реперирането се извършва, като се измерват разстоянията до най-малко три близкостоящи предмета, отдалечени до 20 м и по изключение до 40 м. Разстоянията се измерват до см.

При липса на близкостоящи предмети реперирането се извършва с помощта на створове, образувани от далечни предмети. Прямо створовете нивелачните репери се заснемат ортогонално с абсциса и ордината.

7.2.2. За разположението на реперите и околните предмети се изготвя окомерна скица, ориентирана на север или се прави фотоснимка. Скицата съдържа:

нивелачният репер и неговия номер, вида и разположението на местните предмети, особено на тези, от които е извършено реперирането. Предметите се изобразяват с условни знаци и за улеснение до някои от предметите се поставят и пояснителни надписи като вид на дърво, вид на стълб от свързочна или електрическа мрежа и др. В населените места се вписват името на собственика на имота, наименованието на улицата и се изобразяват очертанията на постройките и др.

7.2.3. За нивелачни репери, поставени в цокли на сгради и съоръжения, под скицата се прави допълнително изображение на сградата или съоръжението, като се означават разстоянията от нивелачния болт до краищата на фасадата и височина на терена.

7.2.4. Съществуващите репери се реперират отново, като се вписва в скоби старият номер и се пояснява, че е ползван стар репер.

7.2.5. Данните на топографското описание и скиците се нанасят в подвързан карнет от специални формуляри, в които за всеки репер се отделят по две страници - на лявата - описанието, на дясната - скицата ([приложение 12](#)).

8. НИВЕЛАЦИЯ I КЛАС

8.1. Прибори и пособия

8.1.1. Нивелири

За нивелация I клас се употребяват нивелири, притежаващи следните качества:

- увеличение на зрителната тръба най-малко 40 х;
- средна случайна грешка при хоризонтиране на визирната ос  $\leq 0''2$ ;

- система на отчитане, позволяваща отчет по латата със средна грешка  $\leq 0,05$  мм.

Най-подходящи са компенсаторните (самохоризонтиращи се) нивелири като Zeiss Ni 002, MOM Ni A3, Opton 1, Wild 3 и либелните нивелири Zeiss Ni 004.

Стативът (триногата) на нивелира да бъде стабилна и обезателно несгъваема.

Описание на нивелир Zeiss Ni 002 е дадено в [приложение 13](#).

#### 8.1.2. Лати

Употребяват се триметрови несгъваеми лати с двойни скали на инварни ленти с деления, широки 5 мм - [приложение 17](#). Двете скали са разместени на известно число и по този начин се осъществява проверка на отчетите на всяка станция.

Отвесното положение на латите се осигурява от кръгли либели. Датите трябва да отговарят на следните изисквания:

- максимална грешка при нанасяне на деленията да бъде  $\leq 0,05$  мм;
- средният латов метър да се определя с грешки  $\leq 0,015$  мм/м, което се постига чрез сравняване на латите с нормален метър посредством компаратор, не по-малко от два пъти в годината (преди измерването и след неговото приключване), като се препоръчва и определяне на средния латов метър и в процеса на нивелирането с помощта на преносим компаратор;
- кръглите либели, осигуряващи вертикално положение, да са с чувствителност  $\leq 20'$ - $25'$  за 2 мм/деление;
- долната повърхност на латата да бъде перпендикулярна на лицевата ѝ част, което се установява след поставянето на латата неколккратно на една и съща точка, но на различни места на долната и повърхност и разликите между отчетите да не надвишават 0,15 мм;
- разликата между началата (нулите) на скалите за всяка двойка лати да не надвишава 0,15 мм.

8.1.3. Преди извършване на измерванията в началото на сезона нивелирът и латите грижливо се проверяват и изследват лабораторно и на местността. Освен това през време на работния сезон също се правят периодични проверки и евентуални поправки.

Хоризонтирането на визирната ос на нивелира се извършва в границите  $\leq 5''$ .

Проверка и поправка на нивелира е дадена в [приложение 15.1](#), [15.2](#), [15.3](#), [15.4](#) и на латите - [18.1](#), [18.2](#) и [18.3](#).

#### 8.1.4. Подложки за латите

През време на нивелирането латите се поставят на специални подложки (жабки) с тежина 10 кг или клинове с дължини 30, 20 и 15 см - [приложение 19](#). Подложките трябва да са снабдени със стоманени остриета за забиване в твърди настилки и за противодействие срещу хлъзгане.

Клиновете са от закалена стомана, като по-късите се употребяват за твърди настилки и почви. Забиването им в земята се извършва със специална капачка, която предпазва от деформиране горната повърхност на клина.

#### 8.2. Извършване на нивелация

8.2.1. Нивелирането се предхожда от грижлива организация която да осигури добри условия, ритмичност и непрекъснатост на работата, за да бъдат насочени усилията на техническите лица изцяло към измерванията.

Нивелачните линии се разделят на участъци, които се нивелират в периоди от 8-10 дни в две противоположни посоки.

8.2.2. Нивелирането се извършва при благоприятни атмосферни условия, позволяващи добра видимост и яснота на образите.

Да се избягва нивелиране:

- във време на изгрев и залез слънце;
- при силен вятър;
- при резки колебания в температурата на въздуха;
- при силно трептене на латовия образ;
- при дъжд.

Ежедневно преди започване на работа нивелирът се поставя върху статива 20-25 минути за приспособяване към външната температура.

8.2.3. За отстраняване влиянието от кривината на земната повърхност и рефракцията, разстоянията от нивелира до латите (визурите) трябва да бъдат равни и да не надвишават 40 м за равнинни участъци и при стръмни терени да не са по-къси от 5 метра. Разликите между двете разстояния "напред" и "назад" да не надвишават 2 метра за компенсаторни нивелири (при условие, че визирната ос се установява в хоризонтално положение с точност 1") и 0,5 м – за либелни нивелири.

Те не трябва да бъдат в една и съща посока "напред" или "назад" за отделните нивелачни разстояния, а взаимно да се компенсират. Сборът от разликите между визури "напред" и "назад" да не надвишава

$$d \leq 0,05 \cdot l \cdot \sqrt{n} \text{ м}$$

където:

l - средна дължина на визурата в метри;

n - брой на станциите.

При употреба на либелни нивелири разликите от сумите между визури "назад" и "напред" да не надвишава

$$d \leq 0,015 \cdot l \cdot \sqrt{n} \text{ м}$$

където l и n имат споменатите по-горе значения.

8.2.4. Нивелачните разстояния, респективно линии, се измерват в две противоположни посоки по едно и също трасе. Двете посоки се измерват в различни дни и в различни части на деня - преди и след обед. Противоположните посоки се измерват от различни технически лица.

8.2.5. Броят на станциите при измерването на Нивелачните разстояния в право или обратно направление трябва да бъде четно и еднакво число, т.е. да се започва и да се завършва с една и съща лата, за да се елиминира грешката от разликите в нулите (началата) на двете

лати. Когато по неизбежни причини се наложи броят на станциите да бъде нечетен, въвежда се корекция за разликите в нулите и латите. Измерването на нивелачните разстояния във всяка една от двете посоки трябва да започне с различни лати.

8.2.6. При поставяне на статива на нивелира при различните станции да се съблюдава двата крака да попаднат на една станция в ляво и на следващата в дясно на посоката на движението.

Стативът на нивелира се забива леко, без излишно натоварване, за да не се получат изкривявания в свързващите болтове.

8.2.7. Най-малката височина на визирния лъч над повърхността на терена, респективно отчет върху латата, се допуска 0,80 м при дължина на визурата до 40 м и 0,50 м - при дължина на визурата до 25 метра.

8.2.8. Станциите се избират на подходящи места, осигуряващи достатъчни разстояния на визурите от сгради, дървета и други предмети, които да не влияят върху отчетите.

8.2.9. Нивелирането се извършва по следния начин:

Латите се поставят върху почистени горни повърхности на болтове, клинове и подложки. Клиновете или подложките предварително здраво се забиват на избрани места с чук (8-10 удара).

Нивелачните лати се поставят внимателно върху болта, клина или подложката и се привеждат в отвесно положение с помощта на кръглата либела. В това състояние те се придържат със специални стойки или два жалона.

Нивелирът се поставя в средата на разстоянието между двете лати. Тези разстояния се измерват оптически или с мерна лента предварително или в процеса на нивелирането.

### 8.3. Работа на станцията

8.3.1. Наблюдението от станцията с компенсаторен нивелир с две положения на компенсатора от тип Zeiss Ni 002 се извършва по следния начин:

Нечетна и четна станция.

I положение на компенсатора.

- Отчет "назад" по основна скала.
- Отчет "напред" по основна скала.

II положение на компенсатора.

- Отчет "напред" по допълнителна скала.
- Отчет "назад" по допълнителна скала.

При четна станция, след като на предишната (нечетната) станция нивелирането е завършено при II положение на компенсатора, при същото му положение може да се извършат отчетите "назад" и "напред".

С превключване на I положение на компенсатора се правят останалите два отчета на следващата (нечетната) станция и се започва с компенсатор в същото положение.



8.3.2. При ползване компенсаторни нивелири е едно положение на компенсатора наблюдението се извършва в порядъка: "назад" основна скала, "напред" основна скала, "напред" допълнителна скала, "назад" допълнителна скала.

8.3.3. В случаите, когато се ползват либелни нивелири, редът на наблюдението е следният:

а) Нечетна станция.

- Отчет "назад" по основна скала.
- Отчет "напред" по основна скала.
- Отчет "напред" по допълнителна скала.
- Отчет "назад" по допълнителна скала.

8.3.4. Отчетите се извършват във възможно кратко време, като в промеждутъка между двата отчета "напред" за компенсаторни нивелири се следи за състоянието на кръглата либела и при необходимост се уравнява.-

8.3.5. При всяко нивелачно разстояние се измерва температурата на въздуха посредством прашков термометър най-малко два пъти: в началото и края и при по-дълги разстояния - и в средата.

При смяна на станциите нивелирът се пренася във вертикално положение.

За либелните нивелири се употребява чадър за предпазването им от слънчевите лъчи.

8.3.6. От получените на станцията отчети се изчислява превишението  $h$  по двете скали и контролната величина  $n$  - станционна грешка.

$$h_{\text{(основна скала)}} = \text{отчет "назад" (осн. скала)} - \text{отчет "напред" (осн. скала)};$$

$$h_{\text{(допълнителна скала)}} = \text{отчет "назад" (доп. скала)} - \text{отчет "напред" (доп. скала)};$$

$$n = h_{\text{(основна скала)}} - h_{\text{(допълнителна скала)}}.$$

За разстояния от нивелира до латата, по-малки от 20 м:

$$n < 0,20 \text{ мм}$$

и за разстояния над 20 м:

$$n \leq 0,40 \text{ мм.}$$

8.3.7. Разликата  $s$  между действителната и получената от измерването константа на разместване на двете скали на латата (трите последни цифри) за "назад"- ( $S$  назад) и "напред" ( $S$  напред)

$$S \text{ (назад)} = C - (\text{отчет "назад" допълнителна скала} - \text{отчет "назад" основна скала}) \text{ и}$$

$S \text{ (напред)} = C (\text{отчет "напред" допълнителна скала} - \text{отчет "напред" основна скала})$  трябва да бъде  $s \leq 0,20$  мм за разстояния до 20 м и 0,40 мм за разстояния над 20 м. В означенията  $C$  е действителна константа от разместването на двете скали.

8.3.8. Всички отчети, разстояние до латите, кратки описания на реперите, сведения за времето и температурата на въздуха, изчисления на сборове и др. се вписват в подвързан

карнет - [приложение 20.1](#). Данните от измерването се вписват със синьо мастило и сборовете - с червено.

Грешно записаните цифри на отчети и сборове леко се задраскват, като верните се записват над тях.

Измерванията на нивелачните разстояния в право и обратно направление се вписват в отделни карнети.

#### 8.4. Контролни изчисления

8.4.1. В процеса на работата на местностите се извършват следните контролни изчисления:

а) Разликата  $d$  от правото и обратно превишение на два съседни репера - нивелачно разстояние, да не надвишава

$$d_{\text{мм}} \leq \pm 1,5\sqrt{S} \text{ км,}$$

където  $S$  е дължината на нивелачното разстояние;

б) Сумата от разликите  $d$  от всички нивелачни разстояния за цяла линия да не надвишава

$$[d]_{\text{мм}} \leq 2,25\sqrt{L} \text{ км, } L = [S]$$

където  $L$  е дължината на линията.

8.4.2. При преодоляване на широки препятствия (реки, езера, оврази, морски провлади и др.), когато по неизбежни причини се увеличава допустимото разстояние между нивелира и латите, превишението се определя многократно.

Средната квадратна грешка на превишението, определено от  $n$  измервания, да не надвишава

$$M_{\text{мм}} = \pm \sqrt{\frac{VV}{n(n-1)}} \leq \pm 0,6\sqrt{R} \text{ км}$$

където:

$V$  е разликата между средното значение на превишението и отделното измерване;

$R$  е дължината на разстоянието в км.

8.4.3. При надвишаване на посочените в т. 8.4.1 разлики между превишенията в право и обратно направление се предприема допълнително (ново) двупосочно нивелиране е изключение на следните случаи:

а) При очевидна груба грешка в едно от превишенията, установено по безспорен начин от наличието на източници на грешки, се извършва нивелиране само в неговото направление. Към изчисление на средна стойност се пристъпва, ако двете противоположни превишения отговарят на изискванията на т. 8.4.1.

б) Когато допустимата разлика  $d_{\text{мм}} \leq \pm 1,5\sqrt{S}$  км между двете превишения е надвишена до 40%, т.е. в рамките на  $d_{\text{мм}} \leq \pm 2,1\sqrt{S}$  км, се извършва допълнително измерване в произволно избрана посока. Ако допълнителното измерване не се различава от двете налични измервания

с  $d_{\text{лат}} \leq \pm 1,8\sqrt{S}$  км, в изчислението на средната стойност на превишението се включват и трите измервания.

За изчисление на окончателното средно превишение се образува средно от едното направление (допълнително и съществуващо) и след това - от двете противоположни направления.

## 9. НИВЕЛАЦИЯ II КЛАС

### 9.1. Прибори и пособия

#### 9.1.1. Нивелири

За нивелация II клас се ползват нивелири със следните качества:

- увеличение на зрителната тръба най-малко 30 х;
- система за отчитане, позволяваща отчет по латите със средна грешка  $\square$  0,05 мм.
- От съвременните нивелири, подходящи за нивелация II клас, са освен споменатите в т. 8.1, още и компенсаторните нивелири Zeiss Ni 007, Opton 2 и др.

Стативите (триногите) да бъдат стабилни и несгъваеми.

Описание на нивелира Zeiss Ni 007 е дадено в [приложение 14](#).

9.1.2. Ползват се лати, клинове и подложки с устройство и качества, описани в т. 8.1.2.

9.1.3. Нивелирите и латите се изследват и проверяват, за да се установи годността им за нивелация II клас. Проверката и поправката на нивелир Zeiss Ni 007 е дадена в [приложение 16](#) и на латите - в [приложения 18.1](#), [18.2](#) и [18.3](#).

### 9.2. Извършване на нивелация

9.2.1. Указания за организационната подготовка, подходящо време за нивелиране, приспособяване на нивелира към температурата на местността са дадени в т. 8.2.

Разстоянията от нивелира до латите трябва да са равни и при равнинни терени да не надвишават 50 м, а при стръмни да не са по-къси от 5 м. Разликите между визури "напред" и "назад" при компенсаторни нивелири се допускат до 2 метра и при либелни - 0,5 м. Неравенството между сборовете от визури "напред" и "назад" в едно нивелачно разстояние не трябва да надвишава 5 м за компенсаторни нивелири и 2 м - за либелни.

9.2.2. Противоположните направления в нивелачните разстояния се измерват от различни лица в различни дни и различни часове на деня. Те се извършват по едно и също трасе с еднакъв брой четно число станции. Измерването на всяко едно от двете направления трябва да започне с различни лати.

9.2.3. Височината на визирния лъч над терена не трябва да бъде по-малка от 0,50 м за разстояние от нивелира до латите над 25 м и за разстояния до 25 м - 0,30 м.

Станциите трябва да бъдат на такива места, че да осигуряват достатъчни разстояния на визирните лъчи от огради, дървета и други предмети.

9.2.4. Нивелирането се извършва в следния порядък:

Местата, където ще бъдат латите и нивелирът, се избират предварително или в процеса на работата, като разстоянията се измерват оптически или с мерна лента.

Клиновете или подложките се забиват здраво с помощта на капачка и чук. Върху тях се поставят леко латите и се придържат със специални стойки или два жалона, като се привеждат в отвесно положение чрез кръглите либели.

Нивелирът се поставя на определеното му място в средата между двете лати, хоризонтира се и се извършват отчетите.

### 9.3. Работа на станцията

9.3.1. При ползване на компенсаторен нивелир на нечетна и четна станция отчетите се извършват, както следва:

Отчет "назад" по основна скала.

Отчет "напред" по основна скала.

Отчет "напред" по допълнителна скала.

Отчет "назад" по допълнителна скала.

Когато се ползва либелен нивелир, се постъпва според т. 8.3.3.

9.3.2. Отчетите да се извършват във възможно кратко време при уравнена кръгла либела на нивелира.

В началото и края на всяко нивелачно разстояние се измерва температурата на въздуха.

Либелните нивелири през време на измерванията на станцията и при пренасяне се предпазват с чадър от директните слънчеви лъчи.

9.3.3. На всяка станция се изчисляват:

а) Станционна грешка  $n$  - разликата между превишенията, получени от двете скали на латите.

$n \square 0,20$  мм за визури до 20 м.

$n \square 0,40$  мм за визури от 20 до 30 м.

$n \square 0,50$  мм за визури от 30 до 50 м.

б) Разместването на двете скали на латите  $s$  се получава, като се извадят последните три цифри на визури "назад" и "напред" на една и съща лата и се сравняват с действителното разместване.

$s = C - (\text{разлики отчети "назад"}),$

$s = C - (\text{разлики отчети "напред"}),$

където  $C$  е действителната константа на разместване на латите.

$s \square 0,20$  мм за визури до 20 м.

$s \square 0,40$  мм за визури от 20 до 30 м.

$s \leq 0,50$  мм за визури от 30 до 50 м.

9.3.4. Отчетите, разстоянията до латите, сведение за времето и температурата на въздуха и други данни се вписват със синьо мастило в карнет – [приложение 20.2](#). Наложилите се поправки на отчети се извършват с леко задраскване на погрешно записаните цифри и над тях се вписват верните.

Правото и обратно нивелиране се вписват в различни карнети.

#### 9.4. Контролни изчисления

9.4.1. След завършване на измерванията на нивелачното разстояние в право и обратно направление се правят контролни изчисления.

Разликата  $d$  от правото и обратно превишение на нивелачно разстояние да не превишава:

$$d_{\text{пр}} \leq \pm 2,5\sqrt{S} \text{ км,}$$

където  $S$  е дължината на нивелачното разстояние в км.

9.4.2. Сумата от разликите ( $d$  от нивелачните разстояния за цяла линия да не възлиза на повече от

$$[d_{\text{пр}}] \leq \pm 4\sqrt{L} \text{ км,} \quad L=[S]$$

където  $L$  е дължината на линията.

Когато нивелачната линия се опира на два нивелачни репера I клас, несъвпадението между разликата от височините на първокласните репери и измереното превишение да не надвишава

$$d_{\text{I,II}} \leq \pm 3\sqrt{[S]} = \pm 3\sqrt{L} \text{ км.}$$

9.4.3. Ако разликата  $d$  между правото и обратно измерване не удовлетворяват изискването на т. 9.4.1, пристъпва се към допълнително двупосочно нивелиране с изключение на следните случаи:

а) Когато се установи груба грешка в едно от превишенията, измерването се анулира и се извършва допълнителна нивелация само в неговото направление.

В случай, че разликата между допълнителното и съществуващото противоположно измерване е в определените в т. 9.4.1 граници, изчислява се средното превишение и се продължава понататъшната обработка на данните.

б) При надвишаване на допустимите разлики в т. 9.4.1 с 40% се извършва допълнително измерване в произволно избрана посока. Ако допълнителното измерване не се различава от

двете налични измервания с повече от  $\pm 3\sqrt{[S]}$  км, в изчислението на средната стойност на превишението се включват и трите измервания.

За изчисляване на окончателното средно превишение се образува средното от едното направление (допълнително и съществуващо измерване) и след това - от двете противоположни направления.

#### 9.5. Включване на нивелация II клас към нивелация I клас

9.5.1. Нивелачните линии II клас се свързват с първокласните полигони в места, установени от идейния проект на държавната нивелачна мрежа, уточнени с техническия проект и разузнаването на местността.

9.5.2. Връзката се извършва във фундаментални репери, положението на които предварително се проверява. Проверката се изразява в двупосочно нивелиране до съседен нивелачен репер I клас при изпълнение на всички изисквания на раздел 9 - Нивелация II клас.

9.5.3. При проверката допустимата разлика между съществуващото и новоизмерено превишение не трябва да надвишава

$$d_{\text{пр}} \leq \pm 3,25\sqrt{S} \text{ км,}$$

където S е нивелачното разстояние в км.

При по-голяма разлика проверката продължава до следващите репери и приключва при изпълнение на споменатото по-горе изискване.

## 10. СВЪРЗВАНЕ НА РЕПЕРИТЕ

### 10.1. Фундаментални репери

10.1.1. Връзката на фундаменталните репери се осъществява по следния начин:

Предварително се разкрива реперът, като натрупаната пръст се разкопава и се премества встрани на подходящо място, откъдето впоследствие се връща отново върху репера. Отмества се капакът, състоящ се от стоманобетонни греди и се почистват болтовете и попадналите в шахтата отпадъци.

10.1.2. За установяване стабилността на репера се прави "вътрешна нивелация". Тя се извършва, като латата се поставя посредователно върху главния болт на горната повърхност на стълба, върху северния (резервен) болт на стълба и върху болтовете на основата - северозападен, североизточен, югоизточен, югозападен, върху болта на показалеца и завършва отново върху главния болт. Нивелацията се провежда двукратно с различни лати. Превишенията между реперите, получени от двете лати, не трябва да се различават повече от 0,20 мм, като за окончателни се приемат средните им стойности. Превишенията между главния болт, резервния и страничните болтове и болта на показалеца се сравняват с тези, получени от предишните вътрешни нивелации се прави преценка за стабилността на фундаменталния репер и показалеца.

За извършване на вътрешна нивелация нивелирът се поставя на разстояние 10-12 м от фундаменталния репер. Отчетите и други данни и изчисления на Превишенията се вписват в отделен карнет - [приложение 21](#).

10.1.3. За фундаментални репери II степен, които нямат северен (резервен) болт, вътрешната нивелация се извършва на главния болт и на четирите странични болта по същия начин, както при фундаментални репери I степен.

10.1.4. Измерването на нивелачното разстояние започва, респективно завършва, в главния болт на фундаменталния репер.

След завършване на вътрешната нивелация и след като се направи връзката върху болтовете се поставя парафин и фундаменталният репер се закрива.

Покривните греди се нареждат плътно една до друга върху шахтата и се затрупват със земна маса.

## 10.2. Главни репери - подземни

Като се ползват данни от показалеца и картотечния картон, се установява точното местонахождение на подземния репер. Натрупаната земна маса се разкопава и премества встрани. Разкопаването се извършва до нивото на капака с достатъчен обхват, че при отварянето му върху болта да не попадне земна маса. Болтът се почиства добре от парафина и върху него се поставя латата. След нивелирането болтът се закрива отново с пласт парафин поставя се бетоновият капак и се засипва със земна маса.

## 10.3. Междинни репери

### 10.3.1. Стенни призми

Връзката на нивелачни репери - стенни призми се извършва с металически линеал. Линеалът има дължина 1,20 м и върху него са нанесени 0,5 см деления, всяко от които е разделено на 10 части, т.е. 0,5 мм. Прикрепването му към призмата се извършва е цилиндрична стоманена клечка по такъв начин, че нулевото деление да съвпадне с повърхността на призмата, за която се отнася надморската ѝ височина.

При започване и приключване на нивелация от стенна призма нивелирът се поставя на близко разстояние до нея (10-15 м), за да се виждат ясно деленията на линеала, и се прави отчет. Когато визурата преминава под призмата, отчетът по линеала се събира с отчета ("назад" или "напред") по основната скала на латата. При наблюдение на допълнителната скала към отчета се прибавя и константата за разместване на двете скали на латата и така коригираният отчет се събира с отчета по линеала.

Когато визурата преминава над призмата, от отчета по латата ("назад" или "напред") се изважда отчетът по линеала, като при допълнителната скала се съблюдава константата за разместване на скалите на латата.

В графа "Забележка" на карнета се прави скица на стенната призма и положението на визирната линия.

10.3.2. За останалите видове репери: бетонирани каменни блокове, стенни болтове, гъбовидни болтове и др., чиито болтове са открити и достъпни, свързването се извършва, като латата се държи върху най-високата точка на сферичната повърхност на болта.

## 11. ПРЕКЪСВАНЕ НА ИЗМЕРВАНЕТО В НИВЕЛАЧНИТЕ РАЗСТОЯНИЯ

Нивелачните разстояния се измерват непрекъснато.

Когато по изключителни обстоятелства се налага прекъсване на нивелацията, поставят се здраво забити в терена три стоманени клина на местата на трите последни точки, в които ще се поставят латите, т.е. фиксират се двете последни станции преди прекъсването. При подновяване на работата, превишенията на двете последни станции отново се измерват и ако разликите в стойностите на старите и новите превишения са по-големи от 0,20 мм, измерва се отново цялото нивелачно разстояние.

Контролните изчисления се извършват в графа "Забележка" на нивелачния карнет.

## 12. ОСОБЕНИ СЛУЧАИ ПРИ НИВЕЛАЦИЯ I И II КЛАС

### 12.1. Нивелиране през нестабилни терени

Когато са изчерпани всички други възможности и трасето на нивелачното разстояние трябва да премине през мочурливи места, торфени почви и затревени повърхности, нивелирът и латите, за да бъдат осигурени срещу потъване, се поставят върху изкуствена основа. При това трябва да се има предвид, че несигурното поставяне на латите е по-опасно, отколкото несигурната станция на нивелира. За поставяне на латите се забиват дървени колове с

дължина 60-80 см, на горната повърхност на които се поставят гвоздеи със сферична глава. Коловете се забиват до здрава почва. На местата за нивелира също се забиват три дървени кола с издълбани отвори на горната повърхност, където се поставят краката на статива. За по-голяма сигурност се ограничават движенията на помощния персонал и оператора около нивелира и латите.

Нивелирането се извършва по установените начини, като при нужда се правят и допълнителни измервания, за да се постигне изискуемата по т. 8.4 и 9.4 точност.

## 12.2. Удължени визури

При несигурни теренни условия - мостове, надлези, по които непрекъснато минават превозни средства и причиняват трептения, при ремонт на пътища, визурите могат да надвишават 40 м при условие, че се изберат стабилни места за нивелира и латите. При по-големите визурни разстояния неясните образи на деленията на латите са причина за намалена точност на нивелирането, която се компенсира с многократни измервания.

При ползване на нивелир Zeiss Ni 002 визурите до 70 м се измерват двукратно в двете положения на компенсатора и над 70 м - четири пъти. С нивелира Zeiss Ni 007 и Zeiss Ni 004 (либелен) и други от техния вид визурите до 70 м се измерват 4 пъти и над 70 м - 6 пъти. Разликите между отделните стойности на превишенията не трябва да надвишават 12 до 16 деления на микрометъра и за окончателно се взема средното от тях. Разликите между правото и обратно нивелиране на цялото нивелачно разстояние трябва да бъде в границите, дадени в т. 8.4 и 9.4.

## 12.3. Нивелация през широки водни препятствия

12.3.1. При преминаване на широки водни препятствия - реки, езера, язовири, свързване на морски и речни острови със сушата не е възможно нивелиране от средата с равни визури. При препятствия, по-широки от 200 м, се прилага начинът на нивелиране с неравни визури с поставяне на специални марки върху латите и усъвършенствани либели. За отстраняване влиянието на рефракцията (по-точно аномалията на рефракцията) се извършват срещуположни наблюдения с два нивелира по едно и също време. За избягване на грешката от наклона на визирната ос, нивелирите сменят местата си от единия на другия бряг. Независимо от тези начини на измерване, за получаване на добри резултати се извършват поредица наблюдения.

12.3.2. При избор на трасето за преминаване на водно препятствие се предпочита това, което позволява симетрично разположение на визирните лъчи върху сушата и водната повърхност. Околността на мястото на преминаването трябва да благоприятства за образуване на едни и същи атмосферни състояния и на еднакви температурни колебания. Местата за нивелирите и латите на двата бряга се избират върху здрава почва и трябва да образуват паралелограм или симетричен трапец. Местата на латите трябва да бъдат удобни за свързване с държавната нивелация и се стабилизират трайно (надземно и подземно).

Когато препятствието е широко до 500 м, нивелирането се извършва от тринога, поставена върху стабилна основа - брегова подпорна стена или друг фундамент. При разстояние над 500 м нивелирането се извършва от стълбове - бетонни или тухлени върху бетонна основа, покрити с циментова плоча. Разстоянията между нивелира и латата на един и същ бряг трябва да бъдат 10-20 м. Точките за наблюдение и за поставяне на латите да бъдат приблизително в една равнина, която да отстои най-малко 3 м от водната повърхност.

12.3.3. Употребяват се проверени и поправени либелни нивелири. Предварително те се изследват за стойността на ъгъла "I" (наклона на визирната ос) и фокусиране на зрителната тръба.

Нивелирането се извършва в благоприятно време - най-подходящи са облачни дни с незначителни температурни промени и обхваща следните процеси:

- насочване на нивелира към близкостоящата (на същия бряг) лата и отчитане;



□ насочване на нивелира през водното препятствие към специалната марка на далечната лата и отчитане по латата и по либелата на нивелира.

При отчитане се ползва само едната скала на латите. Към далечната лата се правят 4 отчета, които заедно с отчета на близкостоящата лата образуват една полусерия.

Пълна серия се получава, след като същите действия се повторят на другия бряг.

При препятствие до 300 м се правят 12 серии, до 500 м - 18 серии и над 500 м - 24 серии.

12.3.4. За по-голяма сигурност нивелачните връзки се изпълняват във вид на пралелограм, на който се измерват превишенията при късите, дългите страни и диагоналите. Окончателното превишение се получава чрез изравнение на фигурата. Средната грешка за превишението

трябва да бъде  $m_{\pm} \leq \pm 0,6 \sqrt{R_{\text{км}}}$ .

При неизпълнение на това условие, се правят повече серии.

Пример за извършване на нивелация през водни препятствия е даден в [приложение 22](#).

#### 12.4. Нивелация в планински райони

12.4.1. Нивелачните линии I и II клас в планински сеизмоактивни райони се ползват за изучаване на строежа на земната кора, получаване данни за скоростта и направлението на движението в отделните нейни блокове в периода между повторните нивелирания, за установяване на действащи разломи, както и за модернизирание на държавната нивелачна мрежа. За целта повторната нивелация на линиите I клас и частично на линиите II клас се извършва през петнадесет години. При съставяне на проекта за нивелация, когато съществува възможност за няколко подходящи трасета на нивелачните линии, избира се това, което преминава през зони на разломи и блокове.

12.4.2. При избор на места за репери се предпочитат скали, постройки и в терен се строят главни репери, описани в т. 2.3.3. Разстоянията между реперите при наклон на трасето на нивелачната линия трябва да бъдат минималните, споменати в т. 5.3.4, т.е. 1 км. Местата на реперите се определят от геодезист и геолог и не се разрешава едновременно разузнаване и строене на репери.

12.4.3. Нивелирът и латите внимателно се проверяват и изследват.

Проверката на ъгъла I на нивелира в началото на сезона се извършва ежедневно и ако неговата стойност е постоянна, впоследствие - през 5-10 дни. Ъгълът I не трябва да надвишава 10". При надвишение на тази стойност поправката на компенсаторния нивелир Zeiss Ni 002 се извършва при лабораторни условия.

Установяване влиянието на топлинното въздействие върху нивелира, проверката за ъгъла I, изследване качеството на компенсатора са дадени в [приложение 15.4](#).

В широки планински долини нивелирането започва, след като слънцето освети 40-50% от склоновете и изчезнат трептенията при изображенията на латите.

Нивелирането трябва да завърши най-малко 30 мин преди залез слънце, когато не са се появили трептенията.

### 13. ОБРАБОТКА НА ДАННИТЕ

#### 13.1. Предварителна обработка на карнет

Отчетите за нивелацията се документират в карнет, в който за всяка станция в процеса на измерванията се правят изчисления за превишенията от основната и допълнителната скали,

за разместване на скалите на латите и се съпоставят с допустимите инструкционни изисквания. Изчисляват се сборовете, правят се проверки и резултатите се превръщат в метри.

### 13.2. Геодезически формуляр "Стойност на превишенията"

За документиране спазването на инструкционните изисквания, за установяване на реализираната точност от измерванията и за подготовка към следващата обработка на измерените превишения се съставя геодезически формуляр "Стойности на превишенията" - [приложение 23](#). Данните във формуляра се попълват непрекъснато след всяко право и обратно нивелиране, като се вписват номерата на нивелачните репери, стойностите на двукратно измерените превишения, средните от тях, както и други данни - разстояния, разлики между правото и обратно измерване, описания на репери, необходими при следващите етапи на изчисления, стойностите на превишения и изравнение на нивелачната мрежа. Формулярът се съставя в два броя от отделни лица, като се ползват таблици - [приложения 24.1](#) и [24.2](#).

## 14. КНИЖА И МАТЕРИАЛИ ПРИ ПРИКЛЮЧВАНЕ НА РАБОТАТА НА МЕСТНОСТТА

Работата на местността, включително и предварителните работи се считат за приключени при съставяне и оформяне на следните книжа и материали:

- Схема на трасето на нивелачната линия в М 1:50 000 или 1:100 000;
- Данни за проверка на нивелира и латите (резултатите се вписват във формулярите, дадени в различните приложения към инструкцията);
- Формуляр за топографско описание и скица на реперите;
- Карнети, включително за вътрешна нивелация на ФНР;
- Формуляр "Стойности на превишенията";
- Актове за предаване на нивелачните репери за съхранение от народните съвети.

Материалите трябва да бъдат подписани от изпълнителите и заверени от длъжностни лица.

## 15. КАНЦЕЛАРСКА ОБРАБОТКА

### 15.1. Предварителни изчисления

15.1.1. След приключване на работата на местността се извършват предварителни изчисления, изразени в:

- проверка и преизчисление на карнетите и формулярите "Стойности на превишенията";
- нанасяне на поправки на превишенията от средния латов метър;
- оценка на точността на нивелацията.

15.1.2. Проверката на карнета обхваща всички аритметични действия, извършени на станцията и след приключване на нивелачното разстояние. Преизчисляват се превишенията на станциите и превишенията за цялото разстояние от друго техническо лице.

Проверяват се вписването на правите и обратните превишения във формуляр "Стойности на превишенията", образуването на средните им стойности, както и стойностите на  $d$ ,  $d^2/s$  и други данни и аритметични сборове.

15.1.3. Нанася се корекция на превишенията за средната стойност на латовия метър. Стойността на латовия метър се получава от най-малко две сравнения на латите с нормалния метър, преди и след завършване на измерванията. Сравняването се прави при лабораторни условия температура 18-20 градуса. Получената за тази температура средна стойност на латовия метър се редуцира за температурата, при която е извършена нивелацията, т.е. от -5 до +38 градуса. В съответствие с измерената на местността температура за всяко нивелачно разстояние се ползва съответно редуцирана дължина на средния латов метър, което означава, че за всяко нивелачно разстояние средния латов метър е различен.

Определяне на стойността на средния латов метър се извършва по формуляр - [приложение 25](#).

15.1.4. Формулярът "Изчисления на превишения и височини" – [приложение 26](#) се съставя по нивелачни линии в съответствие с формуляр "Стойности на превишенията". В него се вписват превишения с нанесени поправки от средния латов метър и се извършват контролни изчисления в хоризонтални и вертикални редове.

Формулярът се изготвя в два броя от две лица, които работят независимо.

15.1.5. Оценка и критерий за точност на нивелачна линия

Оценка за точността на нивелачна линия или част от нея се извършва по следните формули:

а) Средна грешка за 1 км нивелачно разстояние, определена от разликите между превишенията в права и обратна посока, трябва да отговаря на условието:

$$m_{\text{гр}} = \pm \frac{1}{2} \sqrt{\frac{1}{n_s} \left[ \frac{d^2}{S} \right]} \leq 0,40 \text{ мм}$$

за I клас,

$$m_{\text{гр}} = \pm \frac{1}{2} \sqrt{\frac{1}{n_s} \left[ \frac{d^2}{S} \right]} \leq 0,80 \text{ мм}$$

за II клас,

където  $d$  е разликата в превишенията между двете измервания на нивелачното разстояние;

$S$  - нивелачно разстояние в километри;

$n_s$  - числото на нивелачните разстояния в линията.

б) Средната систематична грешка за един километър нивелирано разстояние (само за нивелация I клас):

$$\sigma_{\text{гр}} = \pm \frac{1}{2} \sqrt{\frac{1}{L} \left[ \frac{\mu^2}{L'} \right]}$$

В случаите, когато

$$L = L' \quad \sigma = \frac{\mu}{2L}$$

$L$  - дължината на линията или нейна част в км.

$L'$  - дължината на част или откъс от линията, която се характеризира с приблизително постоянно действие на систематични грешки (средната дължина  $B$  трябва да възлиза на около 50 км и повече).

$\mu$  - разликата от ординатите на крайните точки на правата, така наречената изравнителна права, определена като апроксимация (приближение) на  $d$  за част от линията или за откъс от тази част, характеризирани с приблизително еднакво влияние на систематични грешки, изразена в милиметри. При означаване на изравнителната линия и при определяне дължината  $L$  да се спазва следното правило:

Разликите между ординатите на тази права линия и графическите изображения на  $d$  по принцип в никоя точка да не надвишават 4 мм. Едновременно с това се спазва условието сумата от площите, заключени между графика на  $d$  и изравнителната права, от двете ѝ страни да бъдат равни.

Пример за изчисление на средна систематична грешка е даден в **приложение 27**.

в) Средна случайна грешка за 1 км нивелирано разстояние:

$$\eta = \pm \frac{1}{2} \sqrt{\frac{d^2}{L} - \frac{[S^2]}{L^2} \left[ \frac{\mu^2}{L'} \right]}$$

или, ако  $L = L'$

$$\eta = \pm \frac{1}{2} \sqrt{\left[ \frac{d^2}{L} - \frac{[S^2]}{L^2} \right] \mu^2}$$

Значенията на  $d$ ,  $S$ ,  $\mu$ ,  $L$  и  $L'$  са същите, както в точки "а" и "б".

15.2. Поправка за непаралелност на ниво-повърхнините в система за нормални височини

15.2.1. На превишенията се нанасят и поправки за непаралелността на нивоповърхнините в система нормални височини. За определянето им се ползва аномалията на силата на тежестта от единната система 1971 г.

Гравиметричните данни и начинът на обработката им трябва да гарантират грешка в определяне на нормалната поправка, не по-голяма от 0,05 мм и по изключение във високопланински райони - 0,10 мм.

15.2.2. Поправката се нанася по формулата

$$f = -1/\gamma_m (\gamma^B_0 - \gamma^A_0) H_m + 1/\gamma_m (g - \gamma)_m h_{AB},$$

където

$\gamma_m$  - приблизителна стойност на нормалната сила на тежестта, изчислена за средната географска ширина;

$\gamma_0^A$  и  $\gamma_0^B$  - стойности на нормалната сила на тежестта по елипсоида в точките А и В;  
 $H_m$  - средна височина между реперите А и В;  
 $g$  - измерената сила на тежестта;  
 $\gamma$  - нормалната сила на тежестта;  
 $(g - \gamma)_m$  - средното аритметично от аномалията на силата на тежестта в точките А и В.

Изчисленията на корекциите се извършват бързо с помощта на графики и таблици.

15.2.3. След нанасяне на споменатата поправка върху превишенията сключването на затворените полигони се извършва по формулите:

$$\varphi_{\text{мил}} \leq \pm 1,5 \sqrt{F} \quad \text{м - за нивелация I клас;}$$

$$\varphi_{\text{мил}} \leq \pm 3,0 \sqrt{F} \quad \text{км - за нивелация II клас,}$$

където  $F$  е дължината на периметъра на затворения полигон в км.

15.2.4. В планински райони разстоянията между гравиметричните точки в зависимост от наклона на местността се определят по таблицата:

Клас	Наклон в %				
	Над 20	20-10	10-8	8-6	6-4
	Разстояние в километри между гравиметричните точки				
I		-	1	2	2
11	1	2-3	4	4	6

Независимо от споменатите изисквания гравиметричните измервания се правят на всички нивелачни репери, на местата на основните скелетни линии на релефа и на значителни извивки на нивелачните линии.

Поправката  $f$  в превишенията при наклон на трасето над 4% се изчислява, като се ползват гравиметричните измервания на нивелачните репери или подробна гравиметрична карта със сечение до 2 мгл. При наклони, по-малки от 4%, може да се ползва всяка гравиметрична карта.

Точките на местността, на които ще се извършват гравиметрични измервания, се определят при съставяне на проекта за нивелачната линия. Гравиметричните точки се означават с временни знаци или се избират върху местни предмети - километрични камъни, устои на мостове и други, като при нивелирането се включват в линията. Ако гравиметричните работи се извършват преди нивелирането, височините на гравиметричните точки се определят по способ, гарантиращ точност 2-3 м. Координатите на гравиметричните точки се определят с точност 50-100 м, т.е. от карта.

## 16. ОЦЕНКА И КРИТЕРИИ ЗА ТОЧНОСТ НА НИВЕЛАЧНА МРЕЖА

16.1. Оценка на точността на нивелацията за цялата мрежа чрез средни грешки

16.1.1. Средна грешка за 1 км нивелирано разстояние, изчислена от разликите в превишенията между две нивелирания на разстоянията

$$m_{1\text{км}} = \pm \frac{1}{2} \sqrt{\left[ \frac{d^2}{S} \right]} \frac{1}{n_s}$$

където

$n_S$  - брой на разстоянията;  
 $d$  - разлики в превишенията на едно и също разстояние;  
 $S$  - дължина на нивелачното разстояние.

16.1.2. Средна грешка за 1 км нивелирано разстояние, изчислена от разликата в превишенията на цялата линия или част от нея между право и обратно нивелиране

$$m_{2\lambda} = \pm \frac{1}{2} \sqrt{\left[ \frac{\lambda^2}{L} \right] \frac{1}{n_L}};$$

както и

$$m_{2\mu} = \pm \frac{1}{2} \sqrt{\left[ \frac{\mu^2}{L'} \right] \frac{1}{n_{L'}}};$$

където

$\lambda$  - сумата от разликите  $d$  за всяка линия или част от нея;  
 $\lambda = [d]$  в мм;  
 $L$  - дължина на линията или част от нея в км;  
 $L'$  - дължина на част от линията или откъс от нея, която се характеризира с приблизително постоянно действие на систематични грешки;  
 $n_L$  - брой на линиите;  
 $n_{L'}$  - брой на изравнителните прави;  
 $\mu$  - същото значение от 15.1.5.

16.1.3. Средна грешка за 1 км нивелирано разстояние, изчислена от несъвпадението на полигоните на мрежата (заедно с обходния полигон):

$$m_{3\varphi} = \pm \sqrt{\left[ \frac{\varphi}{F} \right] \frac{1}{n_F}}$$

където

$\varphi$  - несъвпадението в полигона;  
 $F$  - дължината на полигона в км;  
 $n_F$  - брой на полигоните, включително обходният.

16.1.4. Средна случайна грешка за 1 км нивелирано разстояние:

$$\eta = \pm \frac{1}{2} \sqrt{\left[ \frac{d^2}{L} \right] - \left[ \frac{S^2}{L^2} \right] \left[ \frac{\mu^2}{L'} \right]}$$

За цялостната мрежа трябва  $\eta \leq 0,40 \text{ мм/км}$  за нивелация I клас и  $\eta \leq 0,80 \text{ мм/км}$  за нивелация II клас.

16.1.5. Средна систематична грешка за 1 км нивелирано разстояние

$$\sigma_{\mu} = \pm \frac{1}{2} \sqrt{\left[ \frac{1}{L} \right] \left[ \frac{\mu^2}{L'} \right]}$$

както и

$$\sigma_{\varphi} = \pm \sqrt{\frac{1}{[L^2]} \left\{ \frac{[\varphi^2]}{2} - \eta^2 [L] \right\}}$$

За цялата мрежа трябва да е изпълнено условието  $\sigma \leq 0,10$  мм/км за нивелация I клас при средна дължина на изравнителната права (за определяне значението на  $\mu$ )  $L' \approx 50$  км или по-голяма.

При значително по-различни средни дължини на изравнителните прави се ползва зависимостта:

$$\sigma'_{\text{w}} = \pm \sqrt{\frac{L'm}{50}} \sigma_{\mu} \leq 0,10 \text{ мм/км}$$

- за нивелация I клас;

където  $\sigma'_{\text{w}}$  - стойност на средната систематична грешка ( $\sigma_{\mu}$ ), определена при средна дължина на изравнителната права  $L'_{\text{cp}} \neq 50$  км, приведена към средна сравнителна дължина на изравнителна права  $L'_m = 50$  км.

## 17. ИЗРАВНЕНИЕ НА НИВЕЛАЧНИ МРЕЖИ

### 17.1. Общи изисквания

17.1.1. Мрежите от нивелациите I и II клас се изравняват по метода на най-малките квадрати, в резултат на което се получават окончателни височини на възловите репери.

В зависимост от конкретните условия мрежите се изравняват отделно I клас, като основна и включена към нея II клас или съвместно двата класа. Съвместното изравнение на мрежите I и II клас се извършва по специално установени критерии и правила.

И в двата случая изравнението се предхожда от обстойно проучване за размера на изчислителните процеси, за качеството на изходните данни и несъвпаденията в полигоните, както и преимуществата на избраната конфигурация на мрежата.

17.1.2. Изравнението се извършва по условен или посредствен начин, като се ползват програмите на електронно-изчислителните машини, с които разполагат електронно-изчислителните центрове.

Тежестите се вземат обратно пропорционални на дължините на нивелачните линии.

Програмите трябва да осигуряват: изравнените височини на реперите и средните им грешки, поправките на превишенията и средната грешка за 1 км нивелирано разстояние.

### 17.2. Оценка за точност

17.2.1. Средна грешка за 1 км нивелирано разстояние, изчислена от изравнението на мрежата

$$m_0 = \pm \sqrt{\frac{[pww]}{r}} \quad \text{или} \quad m_0 = \pm \sqrt{\frac{[pww]}{n-m}}$$

където  $V$  - поправка в милиметри към стойността на превишението на нивелачна линия, получена от изравнението на мрежата;

$p$  - тежест на нивелачната линия;

$r$  - брой на условните уравнения;

$n$  - брой на наблюдаваните превишения;

$m$  - брой на неизвестните.

Средната грешка след изравнението на мрежата I клас трябва да удовлетворява искането  $m_0 \leq 1$  мм/км.

17.2.2. След получаване на окончателните височини на възловите репери от мрежите I и II клас се пристъпва към изравняване на отделните нивелачни линии. Изравняването се извършва във формуляр "Изчисление на превишения и височини" - [приложение 26](#). При известни височини на началния и крайния репер поправките на отделните превишения се получават по следния начин: несъвпадението, получено от изравненото превишение и сбора от отделните превишения на измерените разстояния, се разделя на дължината на линията и се умножава със съответното разстояние.

17.2.3. Средната грешка за 1 км нивелирано разстояние се изчислява по формулата:

$$m = \pm \sqrt{\frac{pww}{L}} = \frac{w}{L}$$

където

$P$  - тежестта;

$V$  - поправка;

$w$  - несъвпадението в нивелачната линия;

$L$  - дължината на нивелачната линия в километри.

## 18. СХЕМИ, ТЕХНИЧЕСКИ ОТЧЕТИ И ДОКУМЕНТИ ЗА НИВЕЛАЧНИТЕ ЛИНИИ

### 18.1. Схеми

Схемите се изготвят в мащаб 1:50 000 или 1:100 000 на инженерно платно - **приложение 28**. Изобразява се трасето на нивелачната линия и реперите с техните условни знаци. По протежение на трасето се нанасят населени места, жп линии, водни течения, мостове и други обекти, имащи ориентировъчно значение.

Нивелачната линия се изчертава условно с непрекъсната червена линия с дебелина 0,4 мм. За по-голяма прегледност условните знаци на нивелачните репери, построени в съоръжения и сгради, могат да се изчертават встрани от пътя, жп линията и др. Ситуацията и нивелачните репери се изобразяват с черен цвят и хидрографията - със зелен.

Надписът на схемата съдържа номера на нивелачната линия и наименованието ѝ е близкостоящите населени места, както и мащаба.

В схемата се поставя и наименованието на организацията-изпълнител и имената и длъжностите на съставителите.

### 18.2. Технически отчет



Техническият отчет е важен заключителен документ, в който са систематизирани резултатите от цялостната дейност по подготовката, нивелирането и обработката на данните за отделна нивелачна линия. В отчета се дава характеристика на географското и топографското разположение на трасето, дължината му в километри, брой на нивелачните репери и видът на тяхното построяване. Посочва се броят на ползваните съществуващи репери и на новопоставените, както и данни за средните, най-късите и най-дългите нивелачни разстояния.

Привеждат се данни за употребените прибори и пособия, характеристика за качествата им и резултатите от изследванията и компариране на латите.

Дават се сведения за времето, през което е извършено нивелирането, за средната температура на въздуха и за атмосферните условия. Посочват се някои характерни обстоятелства при изпълнението на нивелацията.

От важно значение са данните за точността на извършената нивелация - средна случайна и средна систематична грешка за 1 км разстояние, полигонови несъвпадения и несъвпадения при включване на второкласни линии към мрежата на I клас.

Като се дават сведения за изчислителните процеси, начина на изравнение, в заключение се прави преценка на реализираната точност в нивелачната линия.

### 18.3. Картотечен картон

От топографско описание се съставя за всеки репер картотечен картон - [приложение 29](#). Той се изработва върху прозрачна материя или върху материя, от която без допълнителна обработка могат да се получат копия. Картотечният картон се съхранява в Геокартфонда на ГУГКК и копия от него се предоставят на техническите лица, които ще ползват реперите за различни задачи.

### 18.4. Списък на нивелачните репери

От наличните документи, главно от формуляра "Изчисление на превишения и височини" се съставя списък на височините на нивелачните репери с описание на местоположението им - [приложение 30](#).

## 19. ПОДРЕЖДАНЕ И КОМПЛЕКТУВАНЕ НА КНИЖАТА И МАТЕРИАЛИТЕ

### 19.1. Списък на книгата и материалите

След обработката на данните, изчисленията, изравнението и съставяне на схемите и другите документи, книгата и материалите се систематизират и подреждат. При завършване на всяка нивелачна линия се представят:

- Технически отчет.
- Схема в М 1:50 000 или 1:100 000.
- Резултати от проверка на нивелирите и датите, вписани в специални формуляри.
- Топографско описание и реперирание на нивелачните репери.
- Нивелачни карнети, включително за вътрешна нивелация на ФНР.
- Формуляр "Стойности на превишения" в два броя.
- Актове за предаване на нивелачни репери.
- Определяне среден латов метър.

- Формуляр "Изчисление на превишения и височини" - 2 броя.
- Изравнение на нивелачна мрежа.
- Списък за височините на нивелачните репери.

#### 19.2. Подреждане на материалите

Карнетите се поставят в отделни папки. В други папки се комплектуват останалите книжа. Размерите на папките и начина на комплектуването на книгата са описани в [приложение 31](#).

Книжата, карнетите, схемите и другите документи трябва да са подписани от изпълнителите и ръководните длъжностни лица.

### 20. ПОДДЪРЖАНЕ И ОБНОВЯВАНЕ НА НИВЕЛАЦИЯ I И II КЛАС

#### 20.1. Общи положения

20.1.1. Държавната нивелачна мрежа I и II клас редовно се поддържа и обновява, за да е в състояние по всяко време да отговаря на предназначението си.

Поддържането и обновяването се осъществяват чрез периодични проверки, частични нивелации и повторна нивелация.

20.1.2. Периодичната проверка се извършва в интервал от 5 години, като на всички нивелачни репери се прави оглед. Унищожените и повредени репери се предвиждат за възстановяване и за контролна нивелация се набеязват репери, за които съществува съмнение, че е настъпила промяна вследствие повреди и напуквания на прилежащите сгради, свличане на близкостоящи земни пластове, извършени в непосредствена близост строителни работи и др.

20.1.3. След възстановяването, височините на реперите се определят със съответния клас нивелация и едновременно се извършва контролна нивелация на набеязаните за проверка репери.

20.1.4. На всеки 20 години се извършва повторна нивелация на първокласната мрежа. В годината, предхождаща измерването, се прави подробно разузнаване и проверка на всички линии от мрежата, като се възстановяват унищожените и повредени репери. С тази предварителна дейност се осигурява извършване на измерванията само за един сезон през следващата година.

#### 20.2. Оглед и проверка

20.2.1. Състоянието на нивелачните репери се проверява със следните материали:

- Топографска карта в М 1:25 000 - 1:50 000.
- Схема на нивелачната линия (копие).
- Копия от картотечни картони или при нужда топографски описания.
- План-указател за големите градове.
- Списък на нивелачните репери (каталог).

20.2.2. При проверката се извършват следните дейности:

Подземните репери - фундаментални и главни се откриват и след извършване на огледа се закриват. Ако за фундаменталните репери се установи наклоняване на стълба, носещ главния репер (чрез обикновена строителна либела), предвижда се вътрешна контролна нивелация, както и свързваща нивелация с близкостоящи репери. Преглеждат се бетонните стени на шахтата за пукнатини и овлажняване.

Различните типове главни, подземни репери се проверяват за евентуални повреди, настъпили след построяването им.

20.2.3. Особено внимателно да се проверят стенните призми. От този тип репери вече не се строят и запазените от тях, за да се ползват, трябва да отговарят на всички изисквания, споменати в т.5. Към тези изисквания трябва да се прибави и проверка на състоянието на отвора на призмата, в който се поставя винтът за прикрепване на линеала. При деформиране на отвора не е възможно да се постави в стабилно положение линеалът и такива призми трябва да се считат за негодни.

20.2.4. Проверява се стабилността на сгради и съоръжения, на които са поставени големи и малки болтове, както и състоянието на терена около бетонираните каменни блокове.

Нивелачните болтове се почистват от ръжда и тези, намиращи се над терена, се покриват с миниум, а подземните - с парафин.

20.2.5. При огледа и проверката се попълват и обновяват топографските описания и скици.

Когато един или няколко от местните предмети, от които са измерени разстоянията, са унищожени, скицата за разположението на репера се допълва или изцяло се съставя нова. Старите данни се зачертават и върху тях се вписват новите или при необходимост под старата скица се изготвя нова.

Корекции и допълнения се правят и когато по пътя са поставени нови километрични и хектометрични знаци или е променено положението на съществуващите.

На оглед и проверка подлежат и достъпите за измерване до реперите, както и нивелачните разстояния до съседните репери. При необходимост се съставя проект за ново нивелачно трасе.

На застрашените от унищожаване репери се предприемат мероприятия за запазване, ако това е целесъобразно. В противен случай в близост се избира място за нов репер.

### 20.3. Проучване и възстановяване на репери

20.3.1. В резултата на проверката се предприема действие за привеждане на нивелачните линии в готовност за измерване.

Унищожените репери се възстановяват, като са възможни няколко случая:

- На местата на унищожените или на неподходящите за ползване репери се поставят нови.

- При унищожени подземни (фундаментални и главни) репери се избират подходящи места в близост до тях и се построяват нови. При липса на такива места се поставят надземни репери в масивни сгради.

- Местата на новоизбраните подземни репери трябва да бъдат в здрава почва или скала. За правилния избор е необходима помощта на специалист-геолог, който да установи вида на почвата или скалата, степента на тяхното сцепление и тектоничните условия.

- Преместване на застрашените от унищожаване репери на по-удобни места, като старите репери се премахват.

Топографските описания и скици на унищожените или станали неподходящи за ползване репери се зачертават с червен молив.

#### 20.4. Номериране на възстановените репери

Възстановените репери се номерират с поредни номера, следващи последния номер на нивелачната линия, т.е. ако в една линия с номера от 1 до 20 са унищожени 3 и 16, на тяхно място ще поставим 21 и 22.

#### 20.5. Построяване

Построяването и реперирането на нивелачните репери - подземни и надземни се извършва по приетите образци. На всеки репер се прави топографско описание, скица и се съставя картотечен картон.

#### 20.6. Нивелиране

20.6.1. При поддържането на нивелачната мрежа се извършва нивелация с цел:

- Да се направи контролно нивелиране на някои репери, за които съществува съмнение за промяна във височинното им положение.

- Да се определят височините на възстановените репери.

За проверка на височинното положение на нивелачните репери се измерват в права и обратно посока две или няколко превишения по такъв начин, че реперите, които ще проверяват, да бъдат междинни между два дадени (непроменени) репера.

20.6.2. Ако за всяко от превишенията е изпълнено условието:

$$d_{\max} \leq \pm 2,75 \sqrt{S_{\text{км}}} \quad \text{- км за нивелация I клас,}$$

$$d_{\max} \leq \pm 3,75 \sqrt{S_{\text{км}}} \quad \text{- км за нивелация II клас,}$$

където  $d$  е разликата между превишението от контролното измерване и превишението от височините на дадените репери, счита се, че реперите не са променили положението си.

20.6.3. В случай, че условието от т. 20.6.2 не е изпълнено за всяко превишение, но е изпълнено за сбора им, положението на контролирания репер е променено.

Когато условието не е спазено и за сумата от превишенията, т.е. измереното превишение между два дадени репера, което включва и репери за проверка, се различава от съществуващото (от височините им) превишение с повече от допустимата разлика по т. 20.6.2, измерването продължава до намирането на два непроменени репера, между които се включват контролираните, за които да е изпълнено условието.

Определянето на височините на новопостроените репери се извършва от близкостоящите запазени репери, които са с непроменени височини.

При нивелирането се спазват изискванията на т.т. 8 и 9.

За определяне височината на единични репери може да не се спазва изискването, правото и обратното нивелиране да се извършва в различни дни.

20.7. Книжа и материали от извършеното поддържане да се извършва в различни дни.

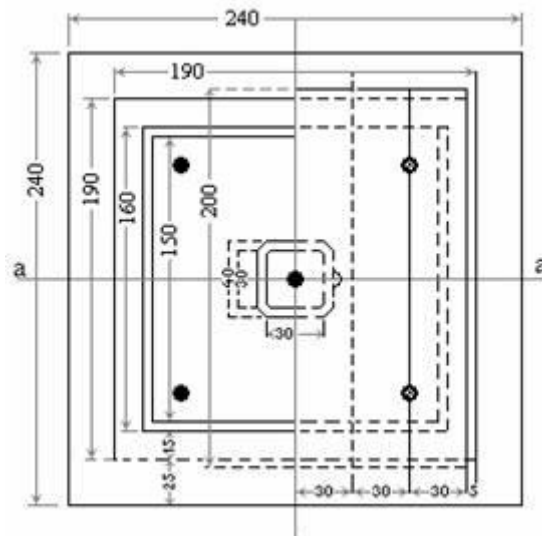
20.7. Книжа и материали от извършеното поддържане

Работите по проверка, възстановяване и поддържане на държавната нивелачна мрежа приключват с допълване на съществуващите и създаване на нови материали, които служат за обработка на данните или са във вид за съхраняване в Геокартфонда на ГУГКК.

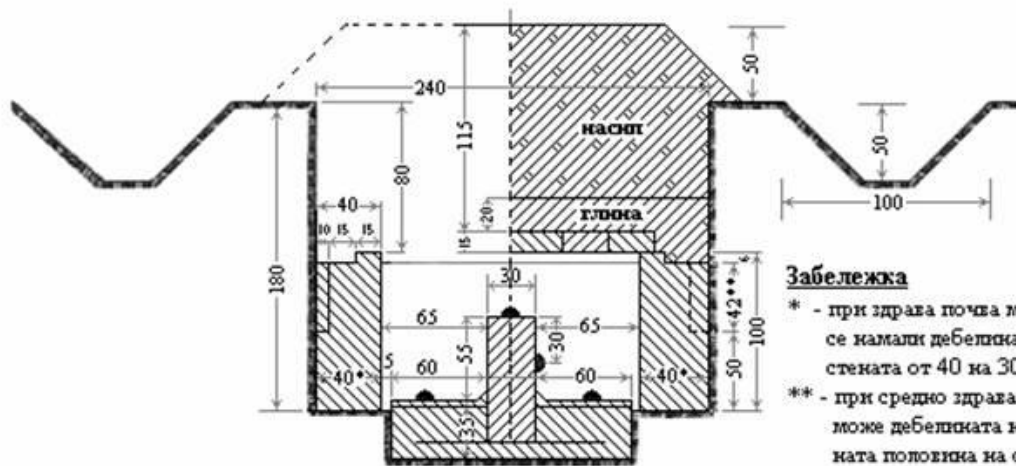
Обработката на данните се извършва съгласно изисквания на настоящата инструкция.

**Приложение 1**

**ФУНДАМЕНТАЛЕН (ВЕКОВЕН) РЕПЕР I СТ.  
в необработваем терен  
М 1:25**



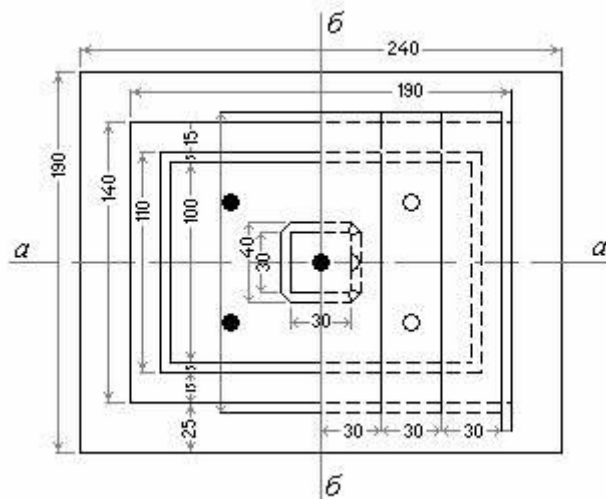
хоризонтална проекция



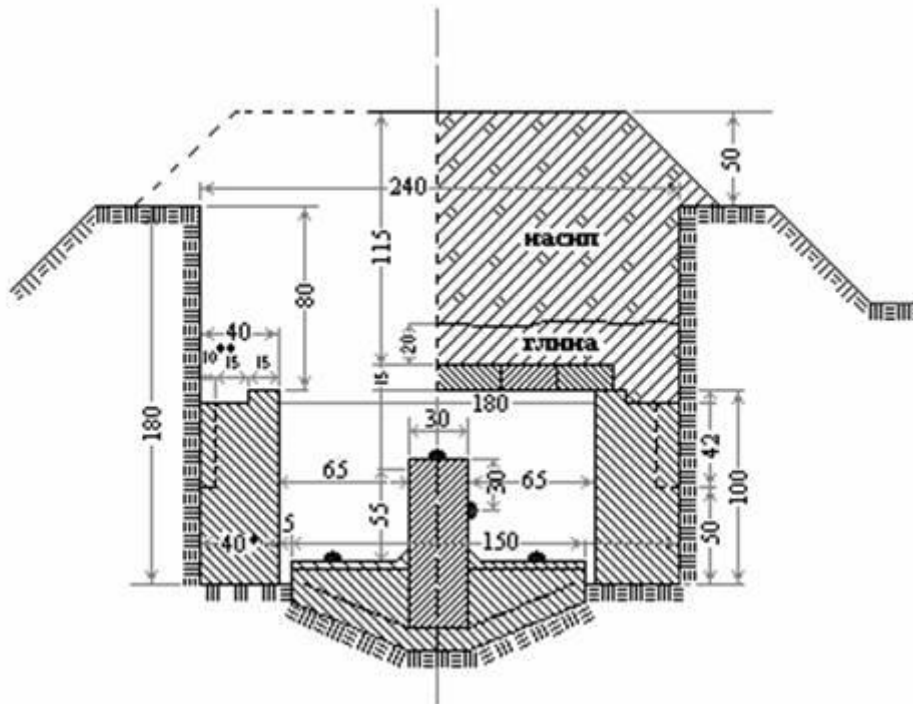
разрез а - а

**Приложение 2**

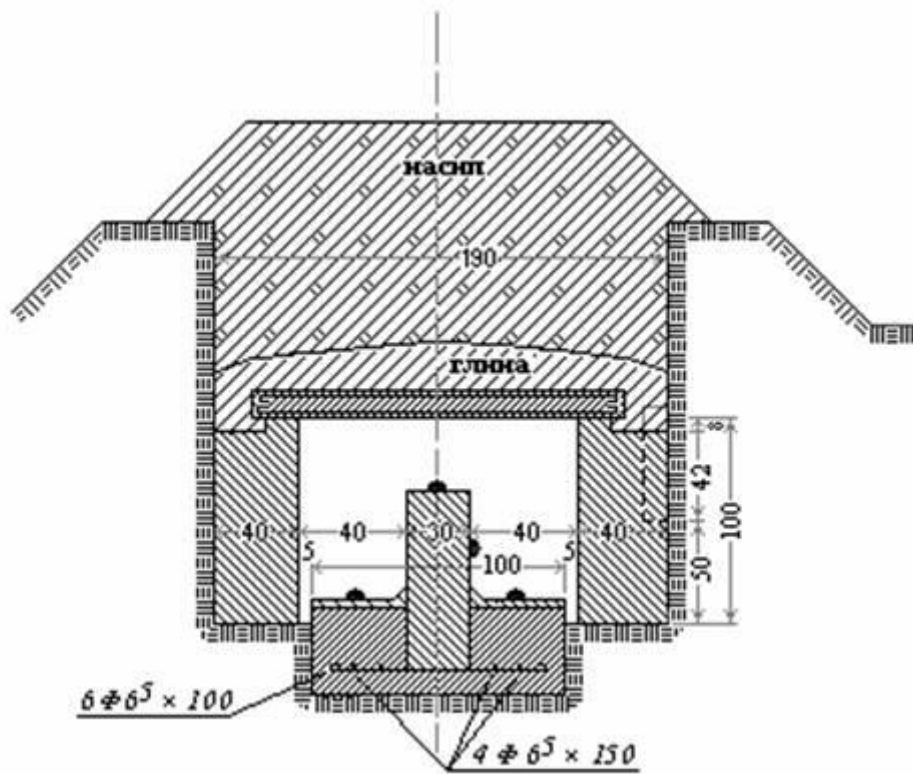
**ФУНДАМЕНТЕН (ВЕКОВЕН) РЕПЕР I СТЕПЕН  
в обработваем терен  
М 1:25**



Вертикален разрез а - а

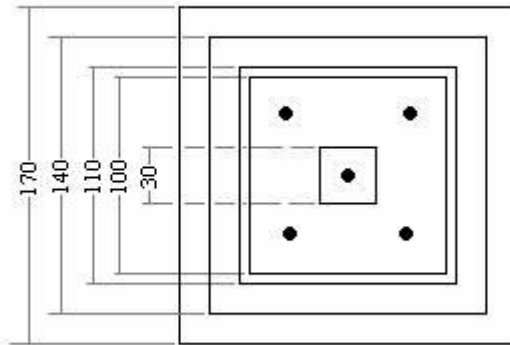


Вертикален разрез б - б

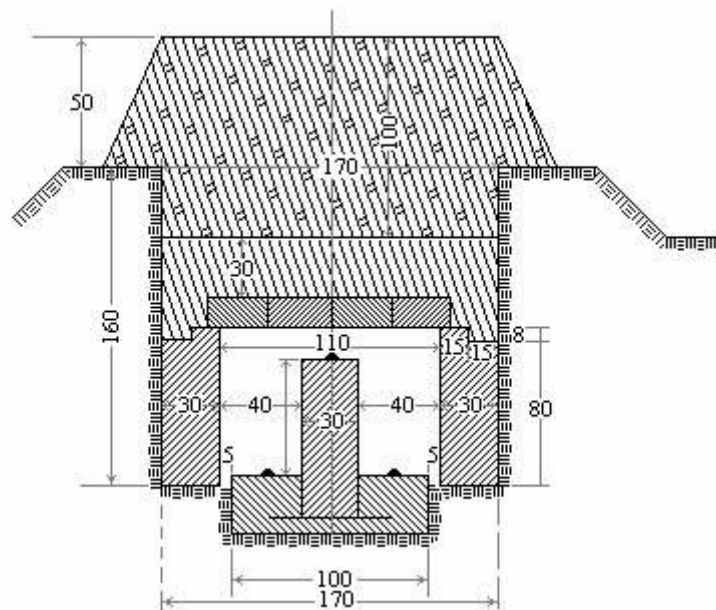


**Приложение 3**

**ФУНДАМЕНТАЛЕН (ВЕКОВЕН) РЕПЕР I СТЕПЕН  
в скалист терен  
М 1:25**



Вертикален разрез

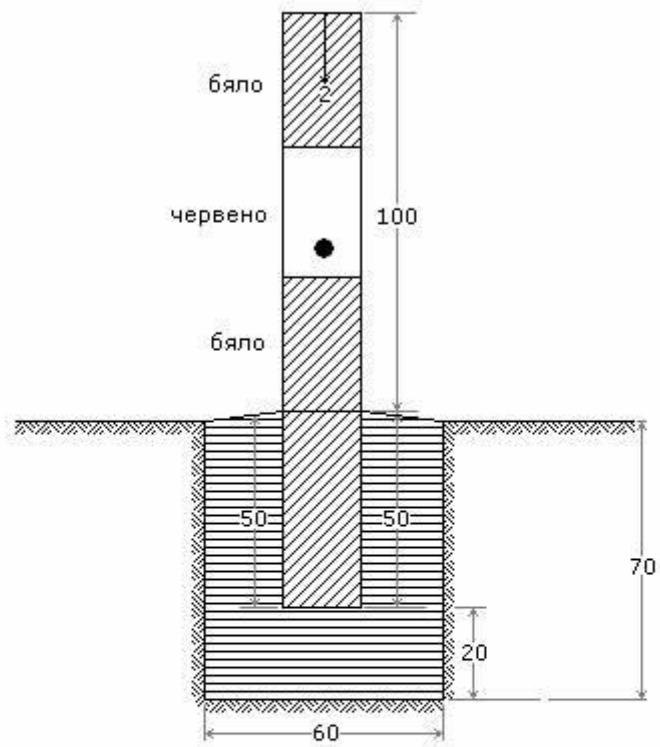


**Приложение 4**

**ФУНДАМЕНТАЛЕН (ВЕКОВЕН) РЕПЕР II СТЕПЕН  
М 1:25**

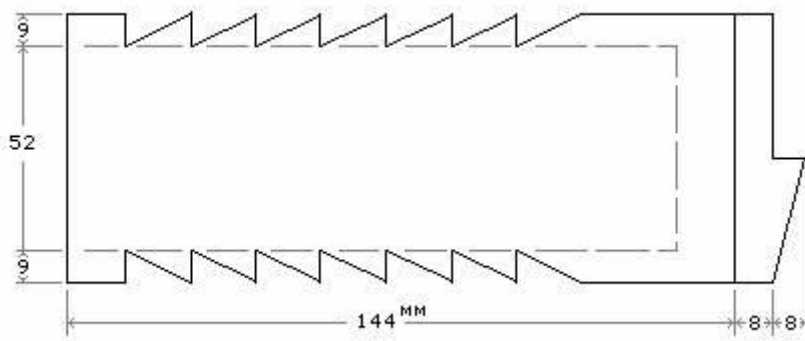




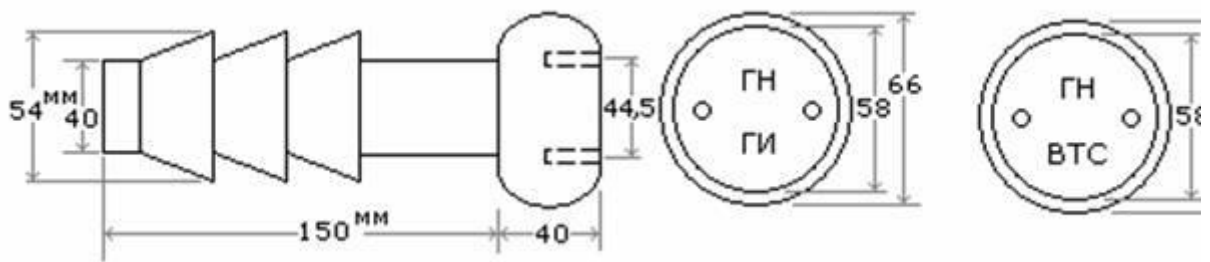


**Приложение 6**

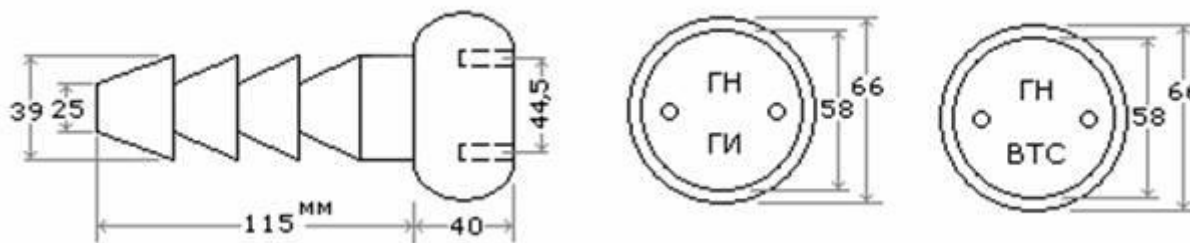
**СТЕННА ПРИЗМА**



**СТЕННИ БОЛТОВЕ**  
**Голям болт**

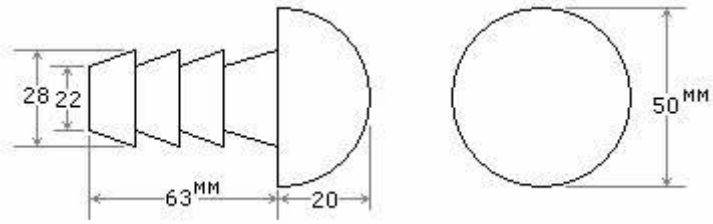


**Малък болт**

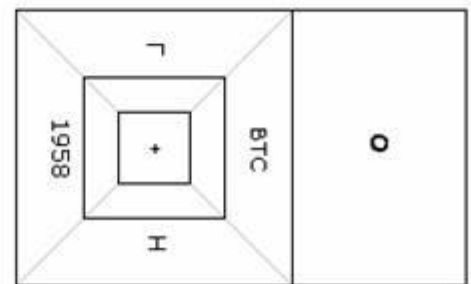
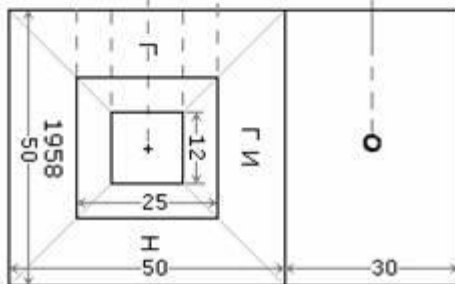
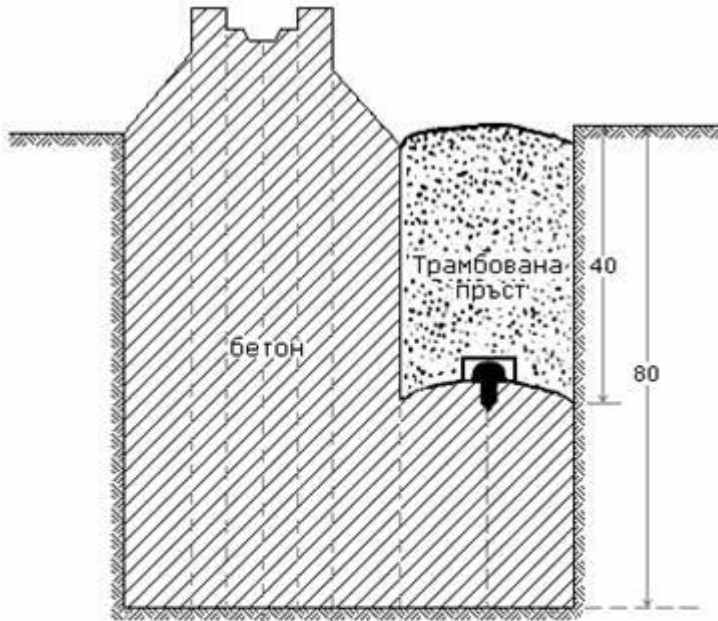


**Приложение 7**

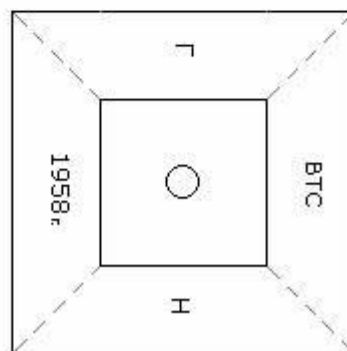
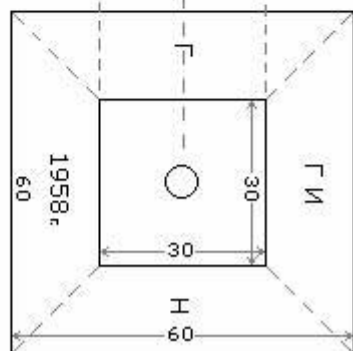
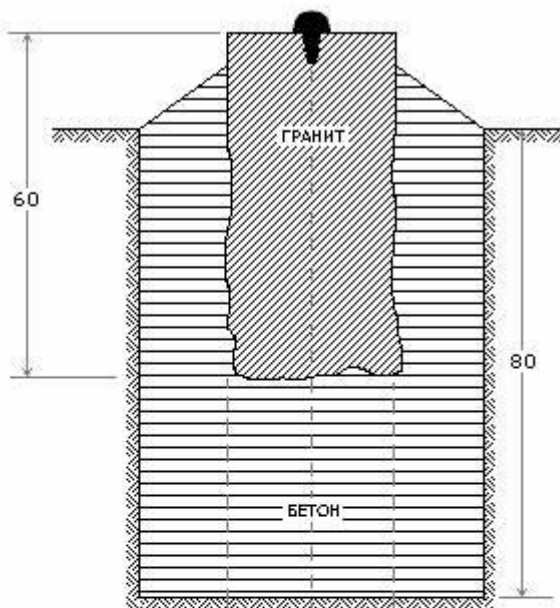
**Гъбовиден болт**



**Бетонен блок с подземен и надземен нивелачен знак**

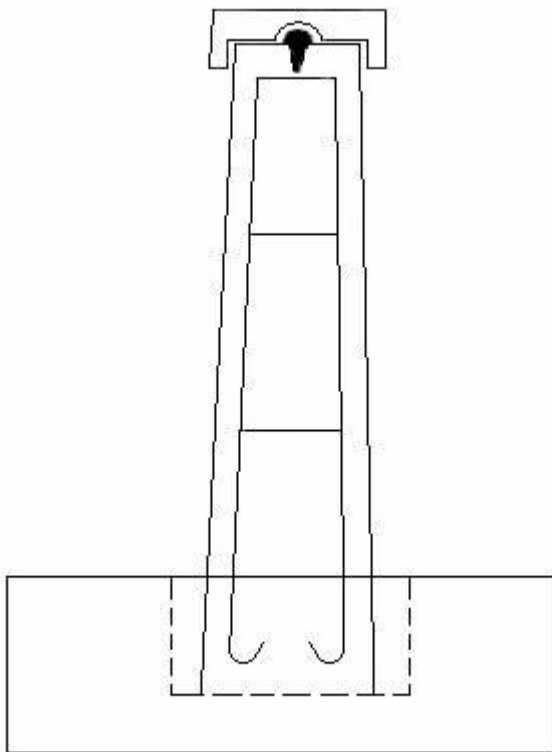
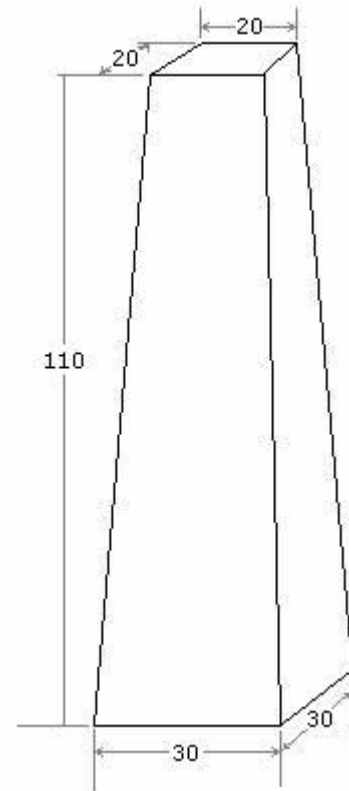
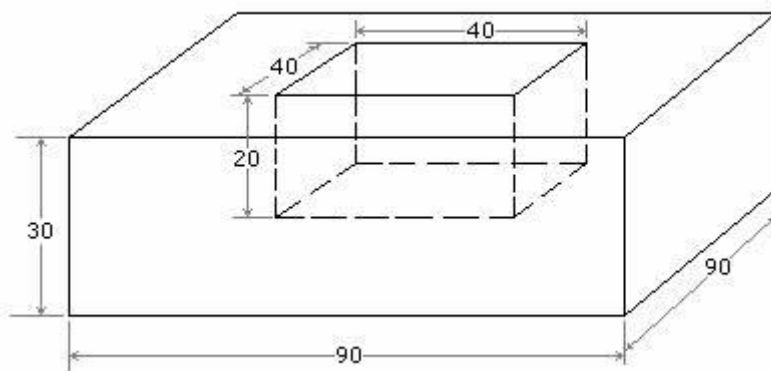


**Бетониран каменен блок с гъбовиден болт**



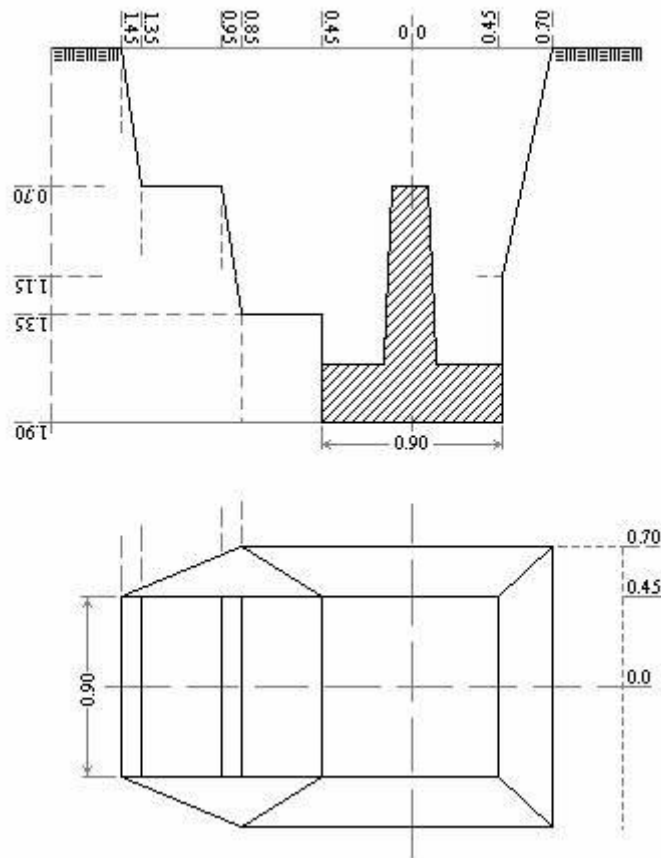
**Приложение 8**

**ГЛАВЕН ПОДЗЕМЕН РЕПЕР ТИП А**



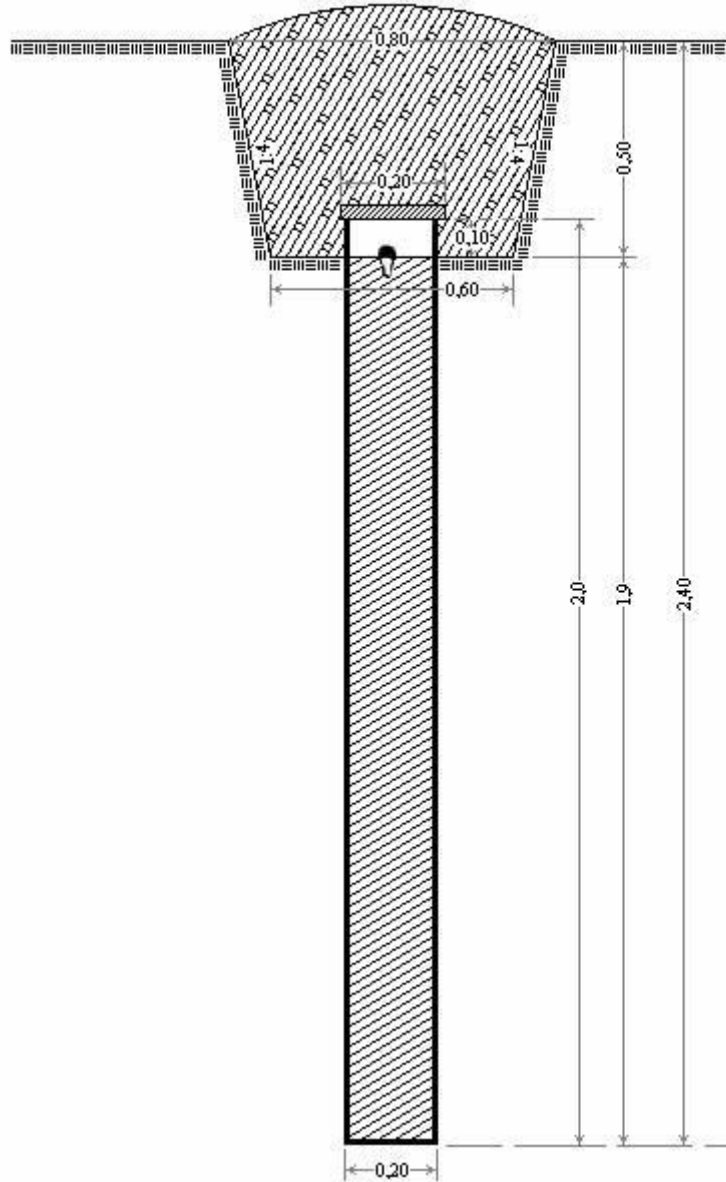
**Приложение 9**

**ИЗКОП ЗА ГЛАВЕН ПОДЗЕМЕН РЕПЕР ТИП А**  
**М. 1:25**



**Приложение 10**

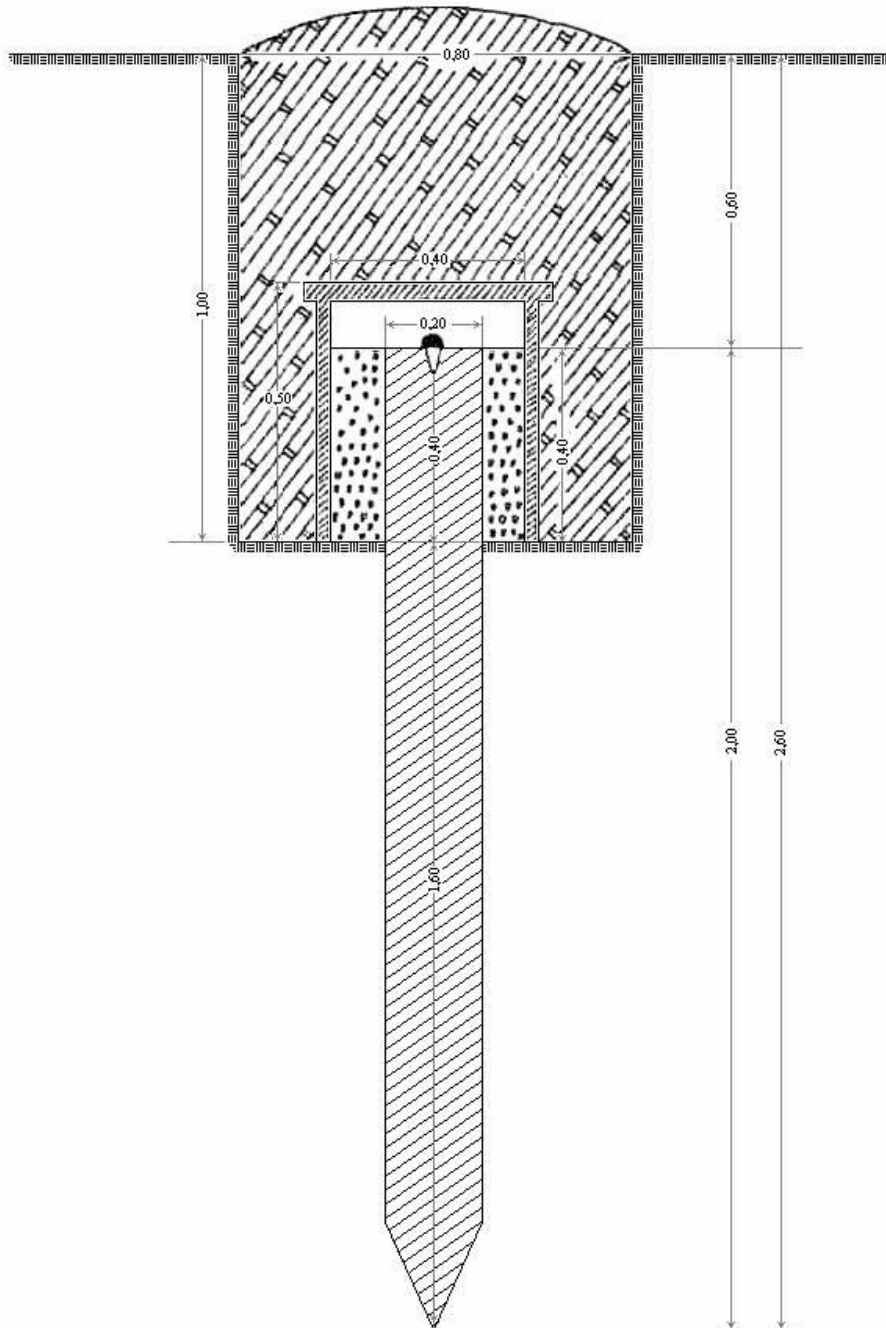
**ГЛАВЕН ПОДЗЕМЕН РЕПЕР ТИП Б**  
**М. 1:25**





**Приложение 11**

**ГЛАВЕН ПОДЗЕМЕН РЕПЕР ТИП В**  
**М. 1:25**



## Приложение 12

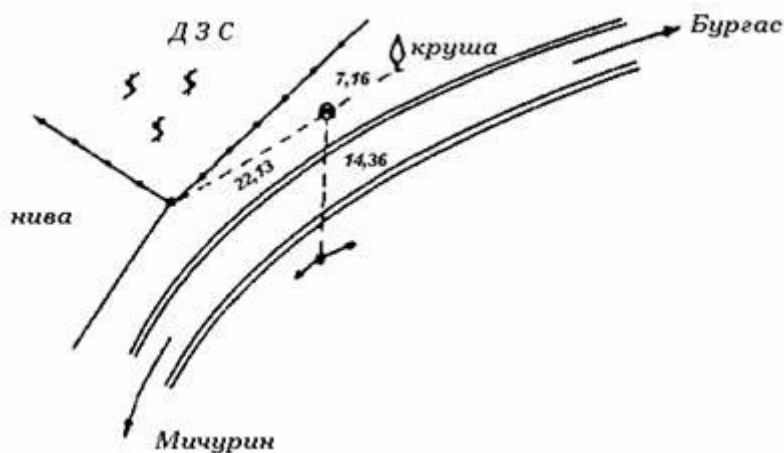
### НР 36 I клас

Линия Бургас- Ахтопол

Картен лист

<b>Вид на репера</b>	Бетонирал каменен блок с гъбовиден болт
<b>Местонахождение</b> <b>Окръг</b> <b>Община</b>	Бургаски Лозенец Западно от I кл. път Бургас -
<b>Сграда, съоръжение, път</b>	Мичурин м. Градището
<b>Описание на сградата, съоръжението</b>	Масивна, полумасивна
<b>Състояние</b> <b>Предназначение</b> <b>Собственост</b>	Цокъл: бетон, камък мн.добро, добро ..... .....
<b>Вид и състояние на пътя</b>	Пътят е асфалтиран в добро състояние. Реперът се намира на км 53 <sup>+3-4</sup>
<b>Геоложки състав на почвата</b>	Глинесто-песъклива почва върху едрозърнест варовик.
<b>Подпочвени води</b>	Дълбочина - 6 м.
<b>Достъп до репера</b>	От с. Лозенец в посока Мичурин на около 2,5 км в м. "Градището".
<b>Избор на мястото на репера,</b>	инж. Димитров,
<b>Дата</b>	1975, юни
<b>Построяване на репера, дата</b>	инж. Петров, 1976, август
<b>Забележка:</b>	

### СКИЦА



## **Приложение 13**

### **ОПИСАНИЕ НА ПРЕЦИЗЕН КОМПЕНСАТОРЕН НИВЕЛИР Ni 002 C. Zeiss Jena**

Прецизният компенсаторен нивелир Ni 002 е най-новият модел от типова серия компенсаторни нивелири Ni 050, Ni 025, Ni 007.

С него се постига средна грешка за един километър двойно нивелиране  $\pm 0,2-0,3$  мм. Увеличението на зрителната тръба е 40 x, диаметърът на обектива - 55 мм, най-къса визура - 1,5 м, най-дълга - 100 м (при деление на латата - 0,5 см). Нивелирът притежава компенсатор с работен обсег на махалото  $\pm 10'$  ( $\pm 19$ )<sup>c</sup>, средна точност на хоризонтиране - 0,05" (0,15)<sup>cc</sup> и време за успокояване (хоризонтиране) - по-малко от 1 сек.

За разлика от съществуващите до сега компенсаторни нивелири той притежава следните нови устройства и качества:

Квазиабсолютен хоризонт - със специално копче махалото на компенсатора заема две положения, при които се правят отчети по латите. Средното от двата отчета дава квазиабсолютния хоризонт, който осигурява стабилна хоризонтална визура. Хоризонтът се установява фабрично с точност  $\leq 1''$  и остава непроменен в температурна амплитуда от -25°C до +45°C. Не се налага поправка (юстиране) от ползвателя, станциониране в трасето на нивелачното разстояние, както и защищаване на нивелира от слънчеви лъчи.

Нивелирът Ni 002 притежава въртящ се окуляр с автоматично изправен образ, както и микрометър към обектива, с което се спазва компенсаторният принцип на Abbe и се избягват грешките в микрометричния ход.

Създадени са удобства за работа като всички елементи за управление на нивелира са дублирани и разположени от двете му страни (винт за фокусиране, винт за странично придвижване, микрометричен винт). Кръглата либела и микрометричната скала са проектирани в зрителното поле на тръбата. Чрез напречни образни, призмени визьори нивелирът може да се насочва за наблюдение от странична позиция.

### **ПРОВЕРКА И ПОПРАВКА**

Според принципа на действие на Ni 002 отпада обикновената поправка на визирната линия. Кръглата либела се проверява и поправка по следния начин:

Нивелирът се поставя успоредно на две от повдигателните витла. Чрез трите повдигателни витла либелата се хоризонтира симетрично в кръгчето. Завърта се нивелирът на 200<sup>g</sup> и, ако мехурчето напусне очертанието на кръгчето, половината от отклонението се отстранява с повдигателните витла, а другата половина с поправителните витла на либелата.

Квазиабсолютният хоризонт е установен фабрично с точност  $\leq 1''$ . Поправка от страна на ползвателя не се изисква. При нужда може да се извърши проверка на визирната линия по начина чрез "нивелиране от средата" или според метода на Nābauer, Kukkamäki, при които се взема под внимание влиянието на закривлението на земята и на рефракцията.

Ходът на повдигателните витла се регулира чрез втулки. Дупките на втулките се откриват чрез развиване на повдигателните витла. В дупките се поставя щифт, който се навива до тогава, докато се получи желаният ход. Когато нивелирът е поставен върху статив, предварително се разхлабва съединителният винт.

### **СТАТИВ (ТРИНОГА)**

Трите витла с шестоъгълни главички, разположени от долната страна на главата на статива служат за регулиране на разтварянето на краката и се движат със специален ключ. Чрез подходящо завиване на витлата стативът може да стои стабилно и при слабо разтворени крака, т.е. да се постави на по-голяма височина.

При влажно или сухо време връзката между метала и дървото се осигурява чрез разпускане или затягане на шестоъгълните витла.

### **ГРИЖИ ЗА НИВЕЛИРА**

Чувствителните части на нивелира са добре защитени от неговата конструкция, но въпреки това трябва да се полагат грижи при неговото ползване и съхранение, за да се ползва дълго време.

При прекъсване и приключване на работа трябва да се избърсва грижливо от прах - с четка и от влага - с кърпа.

При рязко затопляне нивелирът се оставя в кутията, за да се пригоди към температурата, с което се избягва образуването на кондензирана вода в него.

Оптическите детайли се почистват само с чиста, обезмаслена, мека четка и след това се избърсват внимателно с ленена кърпа.

## **Приложение 14**

### **ОПИСАНИЕ НА КОМПЕНСАТОРЕН НИВЕЛИР ZEISS NI 007**

Нивелирът Zeiss Ni 007 е автоматичен, при който визирният лъч се установява в хоризонтално положение чрез компенсатор, действащ при приблизително хоризонтирана визирна линия с точност  $\pm 10'$ . С микрометър и план-паралелна пластинка се постига средна грешка на километър от  $\pm 0,5$  до  $0,8$  мм.

Технически данни:

- увеличение на зрителната тръба - 31,5 x;
- свободен диаметър на обектива - 40 мм;
- ъгъл на зрителното поле -  $1^{\circ}18'2,27$  м/100 м;
- най-къса визура - 2,2 м;
- умножителна константа - 100;
- събирателна константа - 0;
- обсег на микрометъра - 5 мм;
- обсег на компенсатора -  $\pm 10'$ ;
- стойност на деление на кръглата либела -  $8'/2$  мм;
- тегло на нивелира - 3,9 кг;
- тегло на несгъваем статив - 6,4 кг.

Компенсаторният нивелир Ni 007 се състои от въртящо се отвесно цилиндрично тяло с вградена зрителна тръба, триножка с пружинена плочка, основна плоча и подравнителни винтове.

Зрителната тръба е запазена от проникване на прах и влага и е снабдена с нишки за измерване на разстояния. Микрометричният барабан отчита стотни части от милиметъра.

Вертикалната ос се поставя в отвесно положение чрез кръглата либела, посредством повдигателните витла. За целта е достатъчно мехурчето да се постави в центъра на окръжността или да се отклонява  $0,5$  мм от него.

Нивелирът има прав образ, поради което изисква лати с цифри на деление в нормално положение, т.е. прав образ. След насочване на нивелира към латата се ползва микрометричният винт, с помощта на клиновидна нишка, според разстоянието, се довежда образът на латовото деление между един от двата клина.

Извършва се отчет по латата и след това по микрометричния барабан. Първите три цифри се отчитат от латата, четвъртата и петата - от барабана и шестата също от барабана по преценка.

Ходът на подравнителните витла се регулира чрез специална втулка. Дупката на втулката се открива с развиване на подравнителното витло и в нея се поставя щифт и се навива до получаване на желания ход. Ако нивелирът е поставен на статив, предварително се отслабва съединителният винт.

За осигуряване на равномерно движение на краката на статива и здрава връзка между металните и дървени части се ползват шестоъгълните винтове, които периодически се затягат.

### **ГРИЖИ ЗА НИВЕЛИРА**

За запазване на годността на нивелира се полагат ежедневни грижи. При прекратяване на работата нивелирът се почиства с четка от прах и при дъжд се избърсва с мек парцал. При рязко затопляне, за да не се образува кондензирана влага по повърхността на нивелира, той се оставя известно време в кутията за пригаждане към повишената температура. Оптичните детайли се почистват с чиста мека четка и след това мека ленена кърпа.

## **Приложение 15.1**

### **НАЧИН ЗА ПРЕЦИЗНА ПРОВЕРКА И ПОПРАВКА НА НИВЕЛИР (M. Nöbauer)**

На сравнително равнинно място се избират две точки А и В, отдалечени на 20 м, и се стабилизират с железни клинове. Симетрично на точките А и В на разстояние 20 м се определят две станции  $I_1$  и  $I_2$ . От станция  $I_1$  при уравниена либела се извършват отчетите  $a_1'$  и  $b_1'$  и от  $I_2$  - отчетите  $a_2'$  и  $b_2'$  (лата в т. В и т. А). При спазване на условието  $L \div \zeta Z$  отчетите ще бъдат съответно  $a_1$ ,  $b_1$ ,  $a_2$ ,  $b_2$  и превишението между точки А и В

$$h = a_1 - b_1 = a_2 - b_2$$

откъдето

$$a_2 = a_1 - b_1 + b_2$$

Заместени величините от дясната страна с техните еквиваленти дават

$$a_2 = a_1' - b_1' + b_2'$$

За отстраняване неуспоредността между либелната и визирната оси на нивелира в станция I<sub>2</sub> при подравнена либела се премества нишковият кръст така, че да сочи отчета a<sub>2</sub>.  
Извършват се няколко измервания, проверки и поправки, които се вписват в приложения формуляр.

Дата 30-V-1977 г.			Нивелир К. Цайс Ni 007			Лати №№ 22973 и 22974 - едноскални				
			№							
$a_2 = a_1' - b_1' + b_2'$ $2d = a_2 - a_2'$										
Станция	Измервания	Лата в т. А			Лата в т. Б			a <sub>1</sub> ' - b <sub>1</sub> '	поправка	Забележка
		отчети			отчети			a <sub>2</sub>		
		I	II	средно	I	II	средно	a <sub>2</sub>	2d = a <sub>2</sub> - a <sub>2</sub> '	
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
I <sub>1</sub>	1	3,4556	3,4555	3,4555 <sub>5</sub>	3,7416	3,7414	3,7415 <sub>0</sub>	0,2859 <sub>5</sub>		Ползувани са едноскални лати
I <sub>2</sub>	2	3,1924	3,1920	3,1922 <sub>0</sub>	3,4738	3,4748	3,4743 <sub>0</sub>	3,1883 <sub>5</sub>	-0,0038 <sub>5</sub>	
I <sub>1</sub>	2	3,4546	3,4531	3,4538 <sub>5</sub>	3,7393	3,7378	3,7385 <sub>5</sub>	0,2847 <sub>0</sub>		
									-0,0006 <sub>0</sub>	
I <sub>2</sub>		3,1871	3,1865	3,1868 <sub>0</sub>	3,4718	3,4700	3,4709 <sub>0</sub>	3,1862 <sub>0</sub>		
										Изпълнител: инж. Т. Бурилков

## Приложение 15.2

### НАЧИН ЗА ПРЕЦИЗНА ПРОВЕРКА И ПОПРАВКА НА НИВЕЛИР (Kukkamäki)

При този начин се елиминира влиянието на грешката от фокусирането на зрителната тръба. На приблизително равен терен се стабилизират две точки А и В на разстояние 20 м с клинове, върху които се поставят лати. В средата между латите се поставя нивелир - станция I<sub>1</sub>. Другата станция I<sub>2</sub> се избира на 20 м от т. А и на 40 м от т. В.

Независимо от местонахождението на нивелира превишенията между точките А и В трябва да са равни:  

$$a_1 - b_1 = a_2 - b_2$$

При неуспоредност между либелната и визирна оси се получават отчети a<sub>1</sub>', a<sub>2</sub>', b<sub>1</sub>', b<sub>2</sub>', натоварени съобразно разстоянията с грешки Δ/2, Δ и 2 Δ.

От чертежа се установява, че коригираните отчети се получават:

$$b_2 = b_2' - 2 \cdot [(a_1' - b_1') - (a_2' - b_2')] = b_2' - 2 \Delta$$

$$a_2 = a_2' - [(a_1' - b_1') - (a_2' - b_2')] = a_2' - \Delta$$

Проверката на нивелира и изпълнението на условието  $Z \div \zeta L$  се получава по формуляра.

В случаите, когато нивелирането не се извършва от средата, закривлението на земната кора и влиянието на рефракцията са различни и са в зависимост от разстоянието. Кориригането на отчетите се извършва по таблицата:

Разстояния в м	20	20	30	40	50	60
Корекция в мм	- 0,02	- 0,07	- 0,15	- 0,27	- 0,42	- 0,60

Според таблицата:  $a_2' = 3,4551 - 0,14 (0,07 \cdot 2) = 3,45496;$

$b_2' = 3,74055 - 0,54 (0,27 \cdot 2) = 3,74001.$

На станция  $J_2$  нишковият кръст на хоризонтирания нивелир се премества и се нагласява към латата в т. В на отчет 3 73981 и за проверка при насочване към латата в т. А трябва да се появи отчет 3,45486.

$b_2 = b_2' - 2 \cdot [(a_1' - b_1') - (a_2' - b_2')] = b_2' - 2 \Delta$ $a_2 = a_2' - [(a_1' - b_1') - (a_2' - b_2')] = a_2' - \Delta$											
Отчети от станция $J_1$			Отчети от станция $J_2$				поправени отчети $a_2'$ и $b_2'$	$\Delta =$ $(a_1' - b_1') - (a_2' - b_2')$ $2 \Delta$	поправени отчети $a_2 = a_2' - \Delta$ $b_2 = b_2' - 2\Delta$	проверка $a_2 - b_2 = a_1 - b_1 = a_1' - b_1'$	
	I	II	средно		I	II					средно
$a_1'$	2,7353	2,7347	2,7350	$a_2'$	3,4556	3,4546	3,4551	3,45496	+0,10	3,45486	-0,28495
$b_1'$	3,0202	3,0197	3,0199 <sub>5</sub>	$b_2'$	3,7416	3,7395	3,7405 <sub>5</sub>	3,74001	+0,20	3,73981	-0,28495
$a_1' - b_1'$			- 0,2849 <sub>5</sub>	$a_2' - b_2'$			- 0,2854 <sub>5</sub>	-0,28505			
Дата: 30.V.1977      Нивелир: К. Цайс Ni 007 № 416402      Лати №№ 43565 43566											

Изпълнител: Т. Бурилков

### Приложение 15.3

## ИЗСЛЕДВАНЕ КАЧЕСТВАТА ЗА ХОРИЗОНТИРАНЕ НА КОМПЕНСАТОРЕН НИВЕЛИР

### Първи способ

Ежедневно в продължение на десет дни се определя ъгълът  $i$ .

Изменението на ъгъла  $i$  не трябва да надминава  $8''$ .

За определяне грешката от некомпенсацията нивелирът се поставя в средата на створ от две лати, отстоящи на 100 м, т.е. визирните разстояния да бъдат по 50 м.

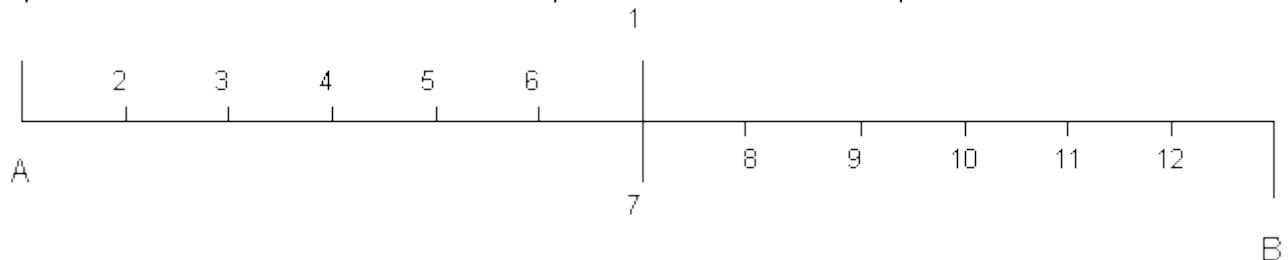
Определят се превишенията между точките, в които са поставени латите, като мехурчето на кръглата либела заема показаните пет положения, с което се изпълнява един прием.



Извършват се пет приема за определяне на превишенията. Тази проверка се извършва всеки два месеца.

### Втори способ

На две точки, отстоящи на 60 м, се поставят върху клинове двускални инварни лати и точно в средата се установява нивелирът. Превишението се измерва по основната и допълнителната скала. След това нивелирът последователно се поставя на разстояния 5, 10, 15 ... 50, 55 м от първата лата и се измерва превишението. Начинът за поставяне на нивелира е показан схематично на чертежа.



Изчислява се  $\Delta H$ , т.е.  $H_K - H_{K+1}$ , където  $H_K$  и  $H_{K+1}$  са значенията на превишенията, получени от две съседни станции  $K$  и  $K+1$ . Изчислява се средното значение на  $\Delta H_{ср}$  и ъгъла  $i$  на нивелира по формулата:

$$i = \frac{\Delta H_{ср} \cdot \rho''}{\Delta L}$$

$\Delta L = \Delta L_K - \Delta L_{K+1}$  -

неравенство на разстоянията между нивелира и задната и предната лата на станция  $K$  и  $K+1$ . В случая  $\Delta L = 10$  м или 10000 мм, от където  $i = 20\Delta H$ .

При нивелир  $Ni\ 002$  ъгълът  $i$  трябва да бъде  $\leq 3''$ .

## Приложение 15.4

### ОПРЕДЕЛЯНЕ ТОПЛИННОТО ВЪЗДЕЙСТВИЕ ВЪРХУ НИВЕЛИРА

В слънчев ден, когато се очакват по-големи изменения на температурата на въздуха, нивелирът се поставя върху тринога и на разстояние 50 и 25 м от него върху клинове се поставят две инварни лати. Нивелирът се привежда в състояние за работа и през 15' - 20' се отчита по двете лати и термометър, намиращ се до нивелира. Наблюденията продължават няколко дни. С нивелир  $Ni\ 002$  се правят отчети при двете положения на компенсатора.

Изменението на ъгъла  $i$  се определя по формулата:

$$\Delta i = \frac{\Delta h \rho''}{L \Delta t}$$

където изменение на превишението между латите в милиметри при изменение на температурата на

$\Delta h$  - въздуха на  $\Delta t$  в градуси;

$L$  - разстояние между латите в мм.

По време на изследванията нивелирът се предпазва от слънчевите лъчи посредством чадър. Изменението на ъгъл  $i$  за нивелир, предназначен за нивелация първи клас, не трябва да превишава 0,5" за един градус  $C$ .

### Инструкция за нивелация I и II клас

Числен пример за изчисление на отчета Бг:

Отчети в I]	Отчети в I;	Поправка
$a_r = 4,4858$	$a_i = 4,6674$	$a_i = 4,6674$
$b_r = 1,8860$	$b_i = 2,0688$	$-(a_r - b_r) = 2,5998$
$a_r - b_r = 2,5998$	$a_i - b_i = 2,5986$	$b_i = 2,0676$

1.Б

о

За проверка действието се повтаря, като се избира нова станция I] в близост

до точка В.

61

При отчетите се ползва едната скала на патите.

### Приложение 16

#### ПРОВЕРКА И ПОПРАВКА НА НИВЕЛИР Ni 007

Компесаторните нивелири притежават здрава връзка между либела, зрителна тръба и вертикална ос, поради което правилата и условията за тяхната проверка и поправка са опростени и се изразяват в осигуряване на успоредност между либелната и визирната ос.

Поправителните винтове на кръглата либела и на нишковия кръст трябва да се изместват при необходимост за отстраняване на грешки само със специален щифт. След изместването поправителните винтове добре се затягат.

Необходимо е да бъдат изпълнени условията:

1.  $L \perp V$  - либелната ос да е перпендикулярна на вертикалната.

2.  $Z \parallel L$  - визирната ос да бъде успоредна на либелната.

Проверката на първото условие се извършва, като кръглата либела се поставя успоредно на две от повдигателните витла и се подравнява. Обръща се зрителната тръба на  $200^\circ$  и, ако мехурчето на либелата остане в същото положение, условието за перпендикулярност е изпълнено. В противен случай изместването на мехурчето представлява двойната грешка.

Поправката при неспазване на условието  $L \perp V$  се извършва, като половината от грешката се отстранява с повдигателните витла и другата - с откриване на покривната шайба и използване на поправителните винтове на либелата. Установяването на грешката и поправката ѝ се извършва неколккратно.

Цялостното хоризонтиране включва и завъртане на зрителната тръба на  $100^\circ$  в посока на третото повдигателно витло и подравняване с него.

Проверката и поправката на условието  $Z \parallel L$  се изпълнява с лати. Избират се на разстояние 40-60 м две точки А и В и се стабилизират с клинове. Между тях се поставя нивелир в точка  $I_1$  и в точките А и В - компарирани инварни лати, така че разстоянието  $I_1A$  да бъде равно на  $I_1B$ . При неуспоредност между визирната и либелната ос отчетите  $a_1$  и  $b_1$  върху латите в точки А и В са натоварени с едни и същи грешки и разликата  $a_1 - b_1$ , т.е. превишението е безгрешно.

Това обстоятелство се използва за извършване на проверката по следния начин:



След като се направят отчетите  $a_1$  и  $b_1$  от средната станция  $I_1$ , нивелирът се премества на възможно най-близко разстояние до латата в точка А (2,2 м) в станция  $I_2$  и се правят отчети  $a_2$  и  $b_2$ . При успоредност между визирната и либелната оси трябва:

$$a_1 - b_1 = a_2 - b_2$$

При неизпълнение на това условие отчетът  $a_2$  се приема за безгрешен и нишковият кръст се измества на отчета към далекостоящата лата в точка В:

$$b_2 = a_2 - (a_1 - b_1)$$

Изместването се извършва чрез поправителните винтове, които стават достъпни след отваряне на капачето, намиращо се непосредствено до окуляра.

#### Числен пример за изчисление на отчета $b_2$ :

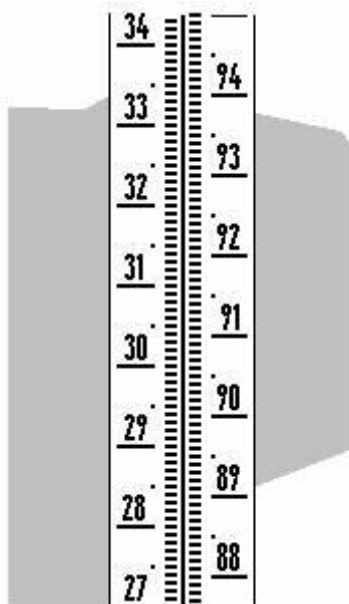
Отчети в $I_1$	Отчети в $I_2$	Поправка
$a_1 = 4,4858$	$a_2 = 4,6674$	$a_2 = 4,6674$
$b_1 = 1,8860$	$b_2 = 2,0688$	$-(a_1 - b_1) = 2,5998$
$a_1 - b_1 = 2,5998$	$a_2 - b_2 = 2,5986$	$b_2 = 2,0676$

За проверка действието се повтаря, като се избира нова станция  $I_2$  в близост до точка В.

При отчетите се ползва едната скала на латите.

## Приложение 17

### ОПИСАНИЕ НА ПРЕЦИЗНИ НИВЕЛАЧНИ ЛАТИ



Латите за прецизни нивелачни измервания са триметрови, несгъваеми и се състоят от инварна лента, обтегната в дървена поставка с 20 кг сила. Дължината на инварната лента е независима от влиянието на температурата и влажността на въздуха. Върху инварната лента са нанесени половинсантиметрови деления. На дървената част от двете страни на инварната лента са означени с цифри интервали от 0,5 дцм, образуващи две скали, разместени на определено число. Латите са снабдени с дръжки, кръгли либели за отвесно държане и горните и долните им краища имат стоманени обшивки.

За осигуряване на отвесното положение на латите в момента на извършване на отчетите се употребяват специални крепители - стативи или два жалона.

Транспортирането на латите се извършва винаги в специална опаковка - сандък.

Технически данни:

- среден коефициент на разширение на инварната лента -  $1,3 \cdot 10^{-6} \text{.grd}^{-1}$ ;
- ширина на инварната лента - най-малко 25 мм;
- ширина на шрихите - 1,6 мм;
- дебелина на деленията - 5 мм;
- височина на надписването на цифрите - 50 мм;
- размери на латата - 3000/85/40 мм;
- тежест - 6 кг;
- точност на двете кръгли либели - 25/2 мм.



			58,4	58,2	59,0	59,8	59,9	59,8	58,8	59,2		
			58,3	58,1	59,2	59,7	59,9	59,8	58,8	58,9	58,6	
2	1	32,3	59,8	57,0	58,2	60,0	61,0	59,8	59,2	58,8		
			59,2	57,0	58,7	60,2	60,8	60,0	59,0	58,8		
			59,7	56,8	58,6	59,7	61,0	60,1	59,0	58,8		
				59,6	56,9	58,5	60,0	60,9	60,0	59,1	58,8	59,2
	2	31,2	63,2	62,8	63,2	64,0	63,0	63,5	62,8	62,7		
			63,0	62,5	63,0	63,8	63,3	63,2	63,2	62,6		
			63,0	62,2	63,1	63,8	63,4	63,5	63,2	63,0		
				63,1	62,5	63,1	63,9	63,2	63,4	63,1	62,8	63,0
	3	31,2	34,4	35,7	36,7	37,1	36,2	36,8	35,8	36,1		
			34,8	35,2	36,5	37,0	36,7	36,7	36,0	36,2		
			35,0	35,2	36,7	37,2	36,4	36,8	36,0	36,		
				34,7	35,4	36,6	37,1	36,4	36,8	35,9	36,2	35,4

страна към либелата

2		3		4
		1		
7		6		5

лицева страна

### Изследване перпендикулярността на петата на латата спрямо оста на същата

Дата: 22.IV.1977г.

Изследвал: Т. Бурилков

ЛАТА № 22974												
№ на прийома	№ на клина	№ на делението	Отчет по барабана									
			a <sub>1</sub>	a <sub>2</sub>	a <sub>3</sub>	a <sub>4</sub>	a <sub>5</sub>	a <sub>6</sub>	a <sub>7</sub>	a <sub>1</sub>	a <sub>1</sub> средно	
1	1	32,5	44,8	43,1	44,0	45,2	46,2	46,8	43,8	45,2		
			44,5	42,9	44,3	45,0	46,0	46,2	44,0	44,9		
			44,0	42,7	44,5	45,3	46,2	47,0	43,6	45,5		
				44,4	42,9	44,3	45,2	46,1	46,7	43,8	45,2	44,8
	2	31,4	49,2	48,1	48,2	49,2	51,5	51,0	48,0	48,6		
			49,8	47,5	48,5	49,0	51,0	51,2	47,8	48,3		
			49,3	47,0	48,4	49,2	51,2	51,2	48,0	48,8		
				49,4	47,5	48,4	49,1	51,2	51,1	47,9	48,6	49,0
	3	31,4	23,5	20,8	22,5	25,0	25,0	23,8	22,8	23,2		
			23,3	20,8	22,8	25,2	25,2	23,8	22,8	23,3		
			23,6	21,0	22,7	25,0	24,8	23,5	23,0	23,2		
				23,5	20,9	22,7	25,1	25,0	23,7	22,9	23,2	23,4
2	1	32,3	80,2	78,5	79,8	81,2	82,5	82,2	81,8	81,2		
			80,6	79,2	79,7	81,3	82,8	82,0	81,2	81,2		
			80,3	79,0	79,8	82,0	82,8	82,1	81,0	81,2		
				80,4	78,9	79,8	81,5	82,7	82,1	81,3	81,2	80,8
	2	31,2	85,2	82,8	84,2	85,2	85,5	85,2	83,8	84,5		
			85,2	82,8	84,0	85,2	85,9	85,7	83,9	84,5		
			85,0	82,5	84,0	85,3	85,8	85,3	83,7	84,4		
				85,1	82,7	84,1	85,2	85,7	85,4	83,8	84,5	84,8
	3	31,2	58,7	57,0	57,0	59,0	59,8	59,3	58,0	57,8		
			58,7	57,0	57,0	59,0	60,0	59,2	57,9	57,8		

			58,7	57,2	57,2	59,0	60,2	59,5	57,8	58,0	
			58,7	57,1	57,1	59,0	60,0	59,3	57,9	57,9	58,3

### Изследване перпендикулярността на петата на латата спрямо оста на същата

ЛАТА № 22973								
№ на приема	№ на клина	Разлики (в деления по барабана)						Забележка
		$a_1 - a_2$	$a_1 - a_3$	$a_1 - a_4$	$a_1 - a_5$	$a_1 - a_6$	$a_1 - a_7$	
I	1	- 0,9	0,4	0,1	- 2,1	- 0,8	0,3	
	2	0	1,3	0,5	- 0,9	0	0,2	
	3	0,5	- 0,6	- 1,1	- 1,3	- 1,2	- 0,2	
II	1	2,3	0,7	- 0,8	- 1,7	- 0,8	0,1	
	2	0,5	- 0,1	- 0,9	- 0,2	- 0,4	- 0,1	
	3	±0	- 1,2	- 1,7	- 1,0	- 1,4	- 0,5	
Средно		0,4	0,1	- 0,6	- 1,2	- 0,8	± 0	Латата може да се ползва
Средно (мм)		0,02	±0	- 0,03	- 0,06	- 0,04	± 0	

ЛАТА № 22974								
№ на приема	№ на клина	Разлики (в деления по барабана)						Забележка
		$a_1 - a_2$	$a_1 - a_3$	$a_1 - a_4$	$a_1 - a_5$	$a_1 - a_6$	$a_1 - a_7$	
I	1	1,8	0,5	- 0,4	- 1,3	- 1,9	1,0	
	2	1,5	0,6	- 0,1	- 2,2	- 2,1	1,1	
	3	2,5	0,7	- 1,7	- 1,6	- 0,3	0,5	
II	1	1,9	1,0	- 0,7	- 1,9	- 1,3	- 0,5	
	2	2,1	0,7	- 0,4	- 0,9	- 0,6	1,0	
	3	1,2	1,2	- 0,7	- 1,7	- 1,0	0,4	
Средно		1,8	0,8	- 0,7	- 1,6	- 1,2	0,6	Латата може да се ползва
Средно (мм)		0,09	0,04	- 0,04	- 0,08	- 0,06	0,03	

Изчислил: Т. Бурилков

Проверил: Сп. Ангелов

### Приложение 18.3

#### ОПРЕДЕЛЯНЕ НА РАЗЛИКИТЕ В НУЛИТЕ НА ДВОЙНИ НИВЕЛАЧНИ ЛАТИ

На разстояние 10-15 метра се забиват 3 клина, върху които последователно се поставят първата и втората лати. Извършват се по три отчета по основната и допълнителната скали, което представлява за всяка лата по един прием. Извършват се три приема. Между отделните прийоми хоризонтът на нивелира се променя с няколко сантиметра.

В случай, че средната разлика между нулите на латите е по-голяма от 0,15 мм (3 деления на барабана), двете лати не се ползват като двойка за извършване на нивелация. Тогава се подбират такива лати за двойка, за които разликата е по-малка от 0,15 мм.

## Определяне разликата във височините на нулите на латите

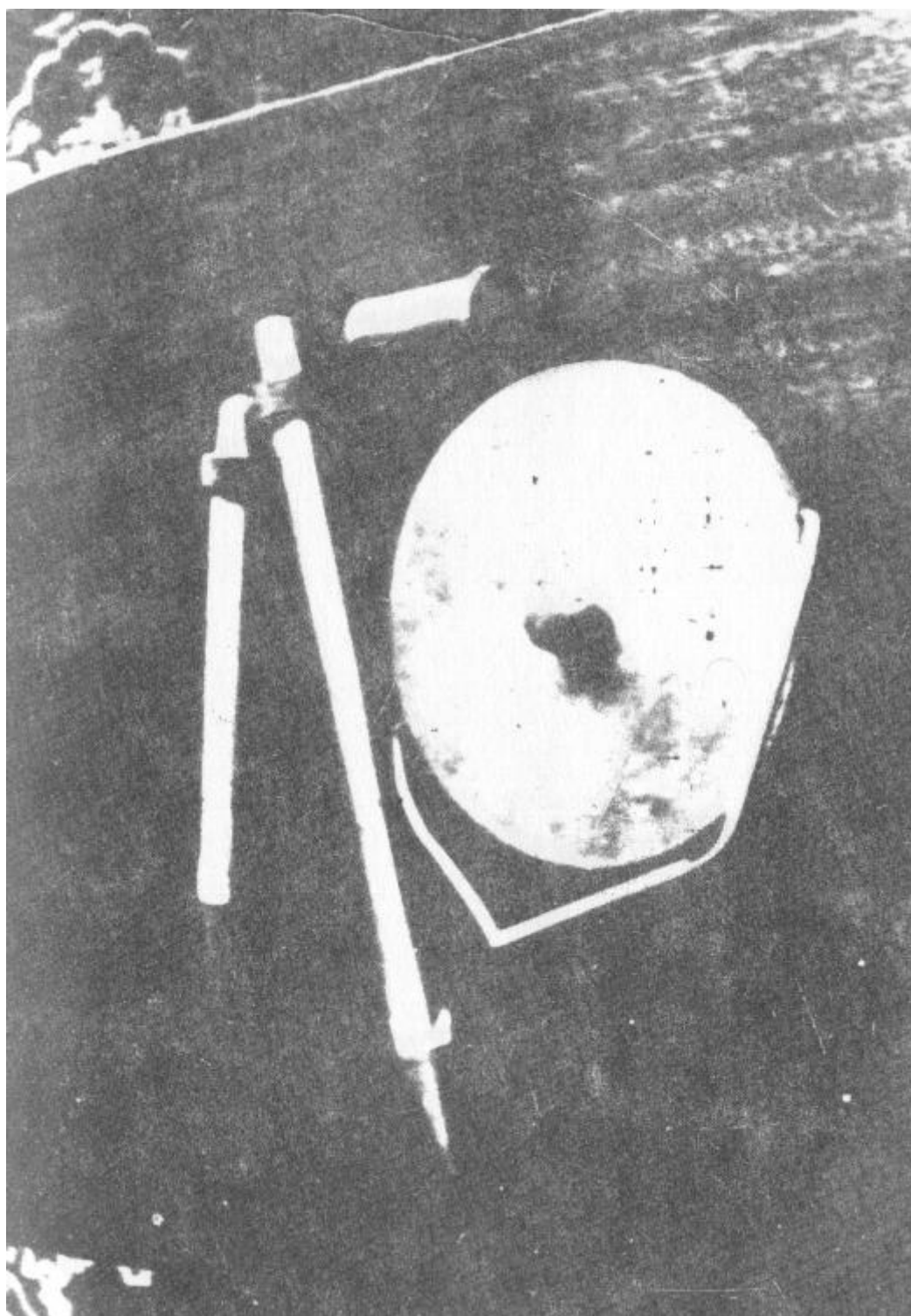
Дата: 22.IV.1977 г.

Наблюдател: Т. Бурилков

№ на приема	№ на клина	Отчети по латата						Разлика в нулите	
		№ 22973			№ 22974			Основна	Допълнителна
		Основна скала	Допълнителна скала	Разлика	Основна скала	Допълнителна скала	Разлика		
1	1	3 34 95			3 34 94				
		96			95				
		96			94				
	средно	3 34 96			3 34 94			+2	
	2	3 23 98			3 23 96				
		98			97				
		98			97				
	средно	3 23 98			3 23 97			+1	
	3	3 23 71			3 23 71				
		71			72				
		72			72				
	средно	3 23 71			3 23 72			-1	
Средно за приема								+1	
2	1	3 38 77			3 38 76				
		77			77				
		76			77				
	средно	3 38 77			3 38 77			± 0	
	2	3 27 80			3 27 80				
		80			81				
		81			81				
	средно	3 27 80			3 27 81			- 1	
	3	3 27 55			3 27 54				
		54			53				
		55			54				
	средно	3 27 55			3 27 54			+ 1	
Средно за приема								± 0	
3	1	33834			33832				
		33			33				
		33			32				
	средно	3 3833			3 38 32			+ 1	
	2	32736			32735				
		37			35				
		36			36				
	средно	32736			32735			+ 1	
	3	32709			32709				
		09			09				
		10			10				
	средно	32709			3270			± 0	
Средно за приема								+ 1	

Средната разлика във височините на нулите на скалите за комплекта лати 22973 / 22974 е +1 деление по Барабана (0,05 мм).

**Приложение 19**



**Приложение 20.1**

**КАРНЕТ ЗА НИВЕЛАЦИЯ I И II КЛАС**

Линия I кл. Толбухин - Варна				Оператор: Н. Петров			
Разстояние НР 3 - НР 4				Карнетист: В. Николова			
Дата 17.09.1976 г.				Нивелир Ni 002 № 423156			
Време - слънчево, тихо							
№ на нивелачния репер и станция	Разстояние	Отчети		Превишения		Станционна грешка	Лати №№
		ляво	дясно	назад - напред			Температура
		назад	назад	+	-		Забележка:
		напред	напред				
Δh m/2	Δh m/2						
НР3 1	27	1 11 17	7 1849				25669
		3 42 38	9 49 72				26670
		2 31 21	2 31 23		2 31 22	- 2	t = 18,2°
2	25	1 8214	7 89 44				Начало 7 <sup>h</sup> 30  дата 25669
		2 46 52	8 53 85				
		0 64 38	0 64 41		0 64 39	- 3	
3	27	3 57 79	9 63 47				
		2 16 90	8 22 56				
		1 40 89	1 40 91	1 40 90		- 2	
4	27	3 40 65	9 48 02				
		2 41 80	8 49 19				
		0 98 85	0 98 83	0 98 84		+ 2	
5	27	3 1682	9 22 47				
		2 07 19	8 12 85				
		1 09 63	1 09 62	1 09 62		+ 1	
6	27	2 76 46	8 83 76	0 21 60			
		2 54 84	8 62 18				
		0 21 62	0 21 58			+ 4	
7	28	3 06 52	9 12 13				
		2 35 00	8 40 61				
		0 71 52	0 71 52	07152		0	
8	23	2 93 57	9 00 73				Δh <sub>3-4</sub> = - 1,56023 S = 0,45 км

		5 04 40	11 11 57				завършено с лата 25669  8 <sup>h</sup> 15 t = 18,5°
		2 10 83	2 10 84		2 10 83 <sub>5</sub>	- 1	
9 НР4	15	0 77 57	6 84 57				
		3 25 65	9 32 65				
		2 48 08	2 48 08		2 43 08	0	
	226 452	22 6269	77 2308	4 4248 <sub>5</sub>	7 5453	- 1	
		25 7468	803518		3,12045		
		3 1199	3 1210		1,56023		

**Приложение 20.2**

**КАРНЕТ ЗА НИВЕЛАЦИЯ I И II КЛАС**

Линия II кл. V – Синдел - Варна				Оператор: Аврамов			
Разстояние НР 6 - НР 5				Карнетист: Величков			
Дата 12.10.1976 г.				Нивелир Ni 007 № 416232			
Време – облачно, слаб вятър							
№ на нивелачния репер и станция	Разстояние	Отчети		Превишения		Станционна грешка	Лати №№
		ляво	дясно	назад - напред			Температура
		назад	назад	+	-		Забележка:
		напред	напред				
Δh	m/2	Δh	m/2				
НР 6  1	10	2 5288	8 5938			350	42685
		3 7088	9 7740			348	42686
		1 1800	1 1802		1 18 01	- 2	t = 14,7°
2	25	2 3389	8 4041			348	Начало 10 <sup>h</sup> 40  лата 42685
		3 1329	9 1980			349	
		0 7940	0 7939		0 7939 <sub>5</sub>	1	
3	25	3 6971	9 7620			351	лата 42685
		1 8512	7 9163			349	
		1 8459	1 8457	1 8458		2	
4	25	3 74 95	9 81 47			348	
		1 39 57	7 46 07			350	
		2 35 38	2 35 40	2 35 39		2	



5	20	4 8370	10 9020			350	$\Delta h_{6-5} = -$ 8,68880 S = 0,37 км  завършено с лата 42685  11 <sup>h</sup> 15 t = 15°
		1 1072	7 1772			350	
		3 7298	3 7298	3 7298		0	
6	20	4 6433	10 7082	30158 <sub>5</sub>		351	
		1 6264	7 6924			350	
		3 0159	3 0158			1	
7	20	5 0282	11 0932			350	
		1 3242	7 3893			349	
		3 7040	3 7039	3 7039 <sub>5</sub>		1	
8	20	4 4094	10 4746			348	
		1 8477	7 9126			351	
		2 5617	2 5620		2 5618 <sub>5</sub>	3	
9 HP 5	20	4 2422	10 3073			349	
		2 1018	8 1667			351	
		2 1404	2 1406		2 1405	2	
	185	35 4744	90 0598	19 3516 <sub>5</sub>	1 9740 <sub>5</sub>		
	370	18 0969	72 6822	17 3776			
		17 3775	17 3777	8 68880			

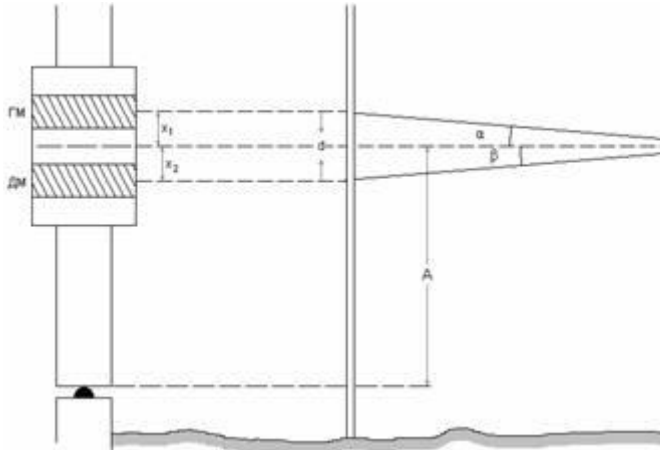
**Приложение 21**

**ВЪТРЕШНА НИВЕЛАЦИЯ**  
**Карнет за нивелация I и II клас**

Линия: Вътрешна нивелация				Оператор: Петров			
Разстояние ВНР 246				Карнетист: Николов			
Дата 15.X.1976 г.				Нивелир Цайс Ni 007 № 4116			
Време: Променливо облачно, слаб вятър							
№ на нивелачния репер и станция	Разстояние	Отчети		Превишения		Станционна грешка	Лати №№
		ляво	дясно	назад	напред		Температура
		назад	назад	+	-		Забележка
		напред	напред				
Δh	mm/2	Δh	mm/2				
ВНР							43 477
3							11°
Г		4,1619	10,2270				Превишения метри
С	7	4,8266	10,8915				Г - С
		0,6647	0,6645		0,6646		-0,3323
СЗ		5,1958	11,2607				Г - СЗ
		1,0339	1,0337		1,0338		-0,5169
СИ		5,2260	11,2909				Г - СИ
		1,0641	1,0639		1,0640		-0,5320
ЮИ		5,2148	11,2798				Г - ЮИ
		1,0529	1,0528		1,0528 <sub>5</sub>		-0,5264 <sub>2</sub>
ЮЗ		5,1988	11,2637				Г-ЮЗ
		1,0369	1,0367		1,0368		-0,5184
показалец		1,2643	7,3294				Г - Показ.
		2,8976	2,8976	2,8976			1,4488
Г		4,1618	10,2270				
		0,0001	0,0000	0,0000 <sub>5</sub>			+0,0000 <sub>2</sub>
назад		24,9714	61,3620	2,8976	4,85205		-2,4260 <sub>2</sub>
напред		26,9263	63,3160				1,4488 <sub>0</sub>
		1,9549	1,9540		1,95445		-0,9772 <sub>2</sub>

**Приложение 22**

**НИВЕЛИРАНЕ ПРЕЗ ШИРОКИ ВОДНИ ПРЕПЯТСТВИЯ**



$\alpha = \frac{1}{2}$  (леви - десни) отчети горна марка (ГМ)  
 $\beta = \frac{1}{2}$  (леви - десни) отчети долна марка (ДМ)  
 $\alpha = ГМ - ДМ$

$$x_1 = \frac{\alpha}{\alpha + \beta} d \quad x_2 = \frac{\beta}{\alpha + \beta} d$$

проверка  $x_1 + x_2 = d$

$$A = \frac{A_1 + A_2}{2}$$

$A_1 = ГМ - x_1$      $A_2 = ДМ - x_2$   
 $\Delta h = \text{визура назад} - A$   
 $\Delta h \text{ метри} = \frac{1}{2} \Delta h$

Дата: 4.X.1975 г. час: 14 мин.: 23

Дата: 4.X.1975 г. час: 15 мин.: 34

Време:  
 облачно  
 Христов

Наблюдател: Хр.

Време:  
 облачно  
 : Хр. Христов

Наблюдател

Посока В <sub>1</sub> - R <sub>1</sub>		Серия № 5			
Назад	2909 4	(750 )	Г	3,40	
	8834 4		Д	3,00	
Напре № д на наб- людението	Отчети върху латата				$\alpha$
	Горна марка		Долна марка		$\beta$
	Л	Д	Л	Д	$\alpha + \beta$
1	21,3	6,2	18,8	8,5	7,58
2	21,3	6,1	18,8	8,6	
3	21,3	6,1	18,8	8,7	5,09
4	21,4	6,2	18,8	8,7	
5					
6					
Средно	21,3 2	6,1 5	18,8 0	8,62	12,67
$\frac{\beta}{\alpha + \beta}$	0,40174		0,59826		$\frac{\alpha}{\alpha + \beta}$
$\frac{\beta}{\alpha + \beta} d$	0,16070		0,23930		$\frac{\alpha}{\alpha + \beta} d$

Посока В <sub>1</sub> - R <sub>1</sub>		Серия № 5			
Назад	3.02 93	(75 0)	Г	3,05	
	8,95 43		Д	2,65	
Нап ред № на наб- людението	Отчети върху латата				$\alpha$
	Горна марка		Долна марка		$\beta$
	Л	Д	Л	Д	$\alpha + \beta$
1	21,5	5,8	18,8	8,5	7,90
2	21,7	5,8	18,7	8,5	
3	21,6	5,8	18,7	8,5	5,10
4	21,6	5,8	18,7	8,6	
5					
6					
Средно	21,6	5,80	18,7	8,52	13,00

Долна марка	2,65000	3,05000	Горна марка
Сума	2,81070	2,81070	Разлика
Назад	2,90940	2,90940	Назад
Превишени е двойни метри	+0,09870	+0,09870	Превишени е двойни метри
Превишени е	+0,04935	+0,04935	Превишени е
Превишени е средно			Превишени е средно

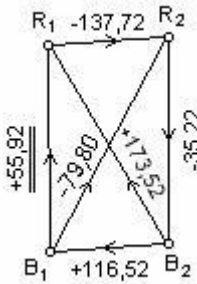
Изчислил: Хр.  
Христов

Проверил: П.  
Костов

$\frac{\beta}{\alpha + \beta}$	0,39231	0,60769	$\frac{\alpha}{\alpha + \beta}$
$\frac{\beta}{\alpha + \beta} d$	0,15692	0,24308	$\frac{\alpha}{\alpha + \beta} d$
Долна марка	3,00000	3,40000	Горна марка
Сума	3,15692	3,15692	Разлика
Назад	3,02930	3,02930	Назад
Превишени е двойни метри	-0,12762	-0,12762	Превишени е двойни метри
Превишени е	-0,06381	-0,06381	Превишени е
Превишени е средно			Превишени е средно

Изчислил: Хр.  
Христов

Проверил: П.  
Костов



№ на серията	Наблюдател А			Наблюдател Б			Общо средно мм	v	vv
	1 <sup>ва</sup> полусерия	2 <sup>ра</sup> полусерия	Средно мм	1 <sup>ва</sup> полусерия	2 <sup>ра</sup> полусерия	Средно мм			
1 30.IX.75	+ 41,95	+ 74,66	+ 58,30	- 7,82	+ 125,74	+ 58,96	+ 58,63	- 2,71	
2 30.IX.75	+ 42,60	+ 74,52	+ 58,56	- 7,69	+ 126,78	+ 59,54	+ 59,05	- 3,13	
3 4.X.75	+ 49,52	+ 62,17	+ 55,84	- 1,89	+ 106,86	+ 52,44	+ 54,14	+ 1,78	

4									
4.X.75	+ 49,86	+ 61,84	+ 55,85	- 2,80	+ 108,38	+ 52,79	+ 54,32	+ 1,60	
5									
4.X.75	+ 49,35	+ 63,81	+ 56,58	- 23,61	+ 126,39	+ 51,39	+ 53,98	+ 1,94	
6									
4.X.75	+ 48,43	+ 59,95	+ 54,19	- 19,24	+ 123,80	+ 52,28	+ 53,24	+ 2,68	
7									
9.X.75	+ 31,38	+ 78,85	+ 55,19	- 11,35	+ 126,02	+ 57,34	+ 56,23	- 0,31	
8									
9.X.75	+ 31,36	+ 76,76	+ 54,06	- 13,61	+ 124,82	+ 55,50	+ 54,78	+ 1,14	
9									
9.X.75	+ 40,28	+ 68,48	+ 54,37	- 7,45	+ 126,90	+ 59,72	+ 57,04	- 1,12	
10									
9.X.75	+ 40,69	+ 68,85	+ 54,78	- 9,68	+ 124,68	+ 57,49	+ 56,14	- 0,22	
11									
9.X.75	+ 41,38	+ 62,15	+ 51,76	- 5,86	+ 123,13	+ 61,64	+ 56,70	- 0,78	
12									
9.X.75	+ 40,52	+ 60,80	+ 50,66	- 3,49	+ 129,28	+ 62,90	+ 56,78	- 0,86	
	+ 507,32	+ 812,83	+ 660,07	- 114,58	+ 1478,56	+ 681,99	+ 671,03	+ 0,01	37,86

$$h_{cp} = 55,919 \text{ mm}$$

$$M = \pm \sqrt{\frac{[vv]}{n(n-1)}} = \sqrt{\frac{37,86}{12,11}} = 0,535 \text{ mm}$$

**Приложение 23**

**СТОЙНОСТИ НА ПРЕВИШЕНИЯТА  
НА НИВЕЛАЧНА ЛИНИЯ I КЛАС  
от ФНР 25 гр. Търговище до ФНР 28 гр. Варна**

№ и вид на нивел. репер	№ на нивел. разстояние S	Разстояние S км	[S] км	Стойности на превишенията			Допустима разлика	[d]	$\frac{d^2}{S}$	Поправка за среден латов метър 0,01 мм	Превишение	Описание на нивелачните репери	№ на нивел. репер	Забелжка
				I нивел. ране	II нивел. ране	Средно	Разлика мм							
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
ВНР			0,00											
224	1						1,32	0,00						
58	0,77		0,77	+ 10,56105	10,56038	+ 10,56071	+ 0,67		0,5830	- 13	+ 10,56058			
	2						1,92	+ 0,67						
59	1,64		2,41	+ 5,30812	5,30682	+ 5,30747	+ 1,30		1,0305	- 7	+ 5,30740			
	3						1,41	+ 1,97						
60	0,89		3,29	+ 8,93462	8,93392	+ 8,93427	+ 0,70		0,5568	- 11	+ 8,93416			
	4						1,54	+ 2,67						
61	1,05		4,34	+ 4,34050	4,34085	+ 4,34067	- 0,35		0,1167	- 5	+ 4,34062			
	5						1,09	+ 2,32						
62	0,53		4,87	- 0,20970	0,20938	- 0,20954	- 0,32		0,1932	0	- 0,20954			
	6						1,82	+ 2,00						
63	1,48		6,35	+ 7,67418	7,67382	+ 7,67400	+ 0,36		0,0876	- 10	+ 7,67390			
	7						1,49	+ 2,36						
64	0,98		7,33	+ 2,02058	2,01995	+ 2,02026	+ 0,63		0,4050	- 2	+ 2,02024			
	8						1,48	+ 2,99						
65	0,99		8,32	+ 0,8259	0,82695	+ 0,8264	- 1,03		1,0716	- 2	+ 0,82642			

			2		4															
						1,43	+ 1,96													
	9					- 0,35														
66		0,91	9,23	+ 0,60792	0,60827	+ 0,60810		0,1346	0	+ 0,60810										
	10					- 0,69	+ 1,61													
67		0,67	9,90	- 3,88178	3,88109	- 3,88143		0,7106	+ 5	- 3,88138										
	11					+ 0,68	+ 0,92													
68		1,23	11,13	- 35,06530	35,06598	- 35,06554		0,3759	+ 44	- 35,06520										
	12					+ 0,88	+ 1,60													
ВН П		0,88	12,01	- 40,70950	40,71048	- 40,70999		1,0914	+ 51	- 40,70948										
225							+ 2,58													
сума	12,01	12,01	- 39,59339	39,59597	- 39,59468	+ 2,58	+ 2,58	63569	+ 50	- 39,59418										

$$m = \pm \frac{1}{2} \sqrt{\left[ \frac{d^2}{S} \right] \frac{1}{n_s}} = \pm \frac{1}{2} \sqrt{\frac{6,356}{12}}$$

Изчислил: П. Костов

### Приложение 24.1

#### ПОМОЩНА ТАБЛИЦА ЗА ИЗЧИСЛЕНИЕ

$$d_{mm} = 1,5 \sqrt{S_{km}}$$

$S_{km}$	0,00	0,01	0,02	0,03	0,04	0,05	0,06	0,07	0,08	0,09
0,00	0,00	0,15	0,21	0,26	0,30	0,34	0,37	0,40	0,42	0,45
0,10	0,47	0,48	0,52	0,54	0,56	0,58	0,60	0,62	0,64	0,66
0,20	0,67	0,69	0,70	0,72	0,73	0,75	0,76	0,78	0,79	0,81
0,30	0,82	0,84	0,85	0,86	0,87	0,89	0,90	0,91	0,92	0,94
0,40	0,95	0,96	0,97	0,98	0,99	1,00	1,02	1,03	1,04	1,05
0,50	1,06	1,07	1,08	1,09	1,10	1,11	1,12	1,13	1,14	1,15
0,60	1,16	1,17	1,18	1,19	1,20	1,21	1,22	1,23	1,24	1,25
0,70	1,25	1,26	1,27	1,28	1,29	1,30	1,31	1,32	1,33	1,33
0,80	1,34	1,35	1,36	1,36	1,37	1,38	1,39	1,40	1,41	1,42
0,90	1,42	1,43	1,44	1,45	1,45	1,46	1,47	1,48	1,49	1,49
1,00	1,50	1,51	1,51	1,52	1,53	1,54	1,54	1,55	1,56	1,57

1,10	1,57	1,58	1,59	1,59	1,60	1,61	1,62	1,63	1,63	1,64
1,20	1,64	1,65	1,66	1,66	1,67	1,68	1,68	1,69	1,69	1,70
1,30	1,71	1,72	1,72	1,73	1,73	1,74	1,75	1,76	1,76	1,77
1,40	1,77	1,78	1,79	1,79	1,80	1,80	1,81	1,82	1,82	1,83
1,50	1,84	1,84	1,85	1,86	1,86	1,87	1,87	1,88	1,89	1,89
1,60	1,90	1,90	1,91	1,92	1,92	1,93	1,93	1,94	1,94	1,95
1,70	1,96	1,96	1,97	1,97	1,98	1,98	1,99	2,00	2,00	2,01
1,80	2,01	2,02	2,02	2,03	2,03	2,04	2,05	2,05	2,06	2,06
1,90	2,07	2,07	2,08	2,08	2,09	2,09	2,10	2,11	2,11	2,12
2,00	2,12	2,13	2,13	2,14	2,14	2,15	2,15	2,16	2,16	2,17
2,10	2,17	2,13	2,18	2,19	2,19	2,20	2,20	2,21	2,21	2,22
2,20	2,22	2,23	2,23	2,24	2,24	2,25	2,26	2,26	2,26	2,27
2,30	2,27	2,28	2,28	2,29	2,29	2,30	2,30	2,31	2,31	2,32
2,40	2,32	2,33	2,33	2,34	2,34	2,35	2,35	2,36	2,36	2,37
2,50	2,37									
S <sub>km</sub>	0,00	0,01	0,02	0,03	0,04	0,05	0,06	0,07	0,08	0,09

**Приложение 24.2**

**ПОМОЩНА ТАБЛИЦА ЗА ИЗЧИСЛЕНИЕ**

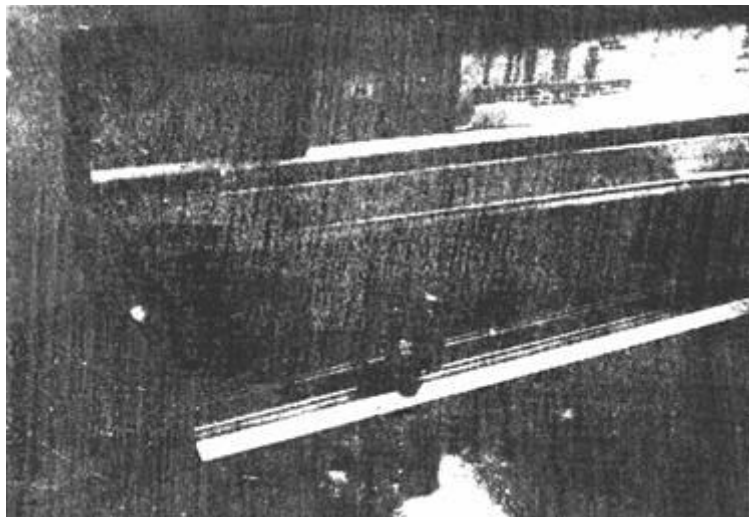
$$d_{\text{mm}} = 2,5\sqrt{S_{\text{km}}}$$

S <sub>km</sub>	0,00	0,01	0,02	0,03	0,04	0,05	0,06	0,07	0,08	0,09
0,00	0,00	0,25	0,35	0,43	0,50	0,56	0,61	0,66	0,71	0,75
0,10	0,79	0,83	0,87	0,90	0,93	0,97	1,00	1,03	1,06	1,09
0,20	1,12	1,15	1,17	1,20	1,22	1,25	1,27	1,30	1,32	1,35
0,30	1,37	1,39	1,41	1,44	1,46	1,48	1,50	1,52	1,54	1,56
0,40	1,58	1,60	1,62	1,64	1,66	1,68	1,70	1,71	1,73	1,75
0,50	1,77	1,79	1,80	1,82	1,84	1,85	1,87	1,89	1,90	1,92
0,60	1,94	1,95	1,97	1,98	2,00	2,02	2,03	2,05	2,06	2,08
0,70	2,09	2,11	2,12	2,14	2,15	2,17	2,18	2,19	2,21	2,22
0,80	2,24	2,25	2,26	2,28	2,29	2,30	2,32	2,33	2,34	2,36
0,90	2,37	2,38	2,39	2,41	2,42	2,44	2,45	2,46	2,47	2,49
1,00	2,50	2,51	2,52	2,54	2,55	2,56	2,57	2,59	2,60	2,61
1,10	2,62	2,63	2,64	2,66	2,67	2,68	2,69	2,70	2,71	2,72
1,20	2,74	2,75	2,76	2,77	2,78	2,80	2,81	2,82	2,83	2,84
1,30	2,85	2,86	2,87	2,88	2,89	2,90	2,91	2,93	2,94	2,95
1,40	2,96	2,97	2,98	2,99	3,00	3,01	3,02	3,03	3,04	3,05
1,50	3,06	3,07	3,08	3,09	3,10	3,11	3,12	3,13	3,14	3,15
1,60	3,16	3,17	3,18	3,19	3,20	3,21	3,22	3,23	3,24	3,25
1,70	3,26	3,27	3,28	3,29	3,30	3,31	3,32	3,33	3,34	3,35
1,80	3,35	3,36	3,37	3,38	3,39	3,40	3,41	3,42	3,43	3,44
1,90	3,45	3,46	3,46	3,47	3,48	3,49	3,50	3,51	3,52	3,53
2,00	3,54	3,55	3,55	3,56	3,57	3,58	3,59	3,60	3,61	3,61
2,10	3,62	3,63	3,64	3,65	3,66	3,67	3,67	3,68	3,69	3,70
2,20	3,71	3,72	3,72	3,73	3,74	3,75	3,76	3,77	3,77	3,78
2,30	3,79	3,80	3,81	3,82	3,82	3,83	3,84	3,85	3,86	3,86
2,40	3,87	3,88	3,89	3,90	3,91	3,91	3,92	3,93	3,94	3,95
2,50	3,95									
S <sub>km</sub>	0,00	0,01	0,02	0,03	0,04	0,05	0,06	0,07	0,08	0,09



## Приложение 25

### ОПРЕДЕЛЯНЕ СТОЙНОСТТА НА СРЕДЕН ЛАТОВ МЕТЪР



Латите се компарират в метрологичната лаборатория в Научноизследователския институт по геодезия и фотограмметрия - София. Те се внасят предварително в лабораторното помещение и престояват там едно-две денонощия за придобиване на еднаква температура с нормалния метър. Еднометровият инварен нормален метър № 319 служи за еталон при сравняването на всички лати за прецизна нивелация и неговата дължина се определя периодично чрез сравняване с националния еталон.

Латите се поставят хоризонтално на специално пригодена маса. Те се опират в масата по цялата си дължина с изключение на частта между либелите и дръжките, за която има

оставен отвор. Сравняването се извършва при флуоресцентно осветление чрез полагане на инварния метър върху инварната лента на латата на определени метрови интервали. Наблюдават се интервалите 02-22, 09-29, 19-39, 29-49 и 39-59 по основната скала и 120-100, 110-90, 100-80, 90-70 и 83-63 по допълнителната скала.

Компарирането (сравняването) се извършва от три лица - двама наблюдатели и един карнетист. Като индекси за отчитане в даден метров интервал служат ограничителните линии на черните деления по латата срещу сантиметровите деления 0 и 100 на нормалния метър. Във всеки от наблюдаваните метрови интервали се правят по два отчета с точност една десета от най-малкото деление (0,2 мм) на нормалния метър. Карнетистът записва отчетите на левия и десния наблюдатели последователно в колони 3, 5, 4 и 6. Той трябва веднага да изчисли за даден метров интервал стойностите в колона 7, представяващи отклоненията от един метър, изразени в микрометри. Тези стойности не бива да се различават повече от 20 микрометра. При по-големи разлики се правят повторни отчети. След завършване на единия интервал нормалният метър се премества на следващия интервал и така се продължава по цялата лата. В колона 2 се записва температурата в началото и в края на наблюдението. С това приключва първото измерване по едната скала на инварната лента. Следва второ измерване, като наблюдателите сменят местата си и процесите по сравняването се изпълняват по описания вече начин. Така се сравняват дължините на триметровите интервали и на другата скала на латата.

След завършване на наблюдението се попълва по-нататък и изчислява формуляра. В колона 8 се вписва отклонението от един метър на еталона (нормалния метър) при температурата на еталонирането. В колона 9 се изчисляват окончателните отклонения на отделните метрови интервали и от тях - средната стойност. Изчислява се и средният латов метър на скалата от едно измерване. С така получените стойности се изчисляват дължините на средния латов метър за всяка скала за дадена лата и накрая - за определена двойка лати. Всички изчисления се извършват от две различни лица (на две ръце).

Сравнение лата № 27190 дата 6.II.1976 г.  
гр. София, метролог. лаборатория  
Инварен метър № 319

Наблюдатели: 1. Ангелов

2. Бурилков

Деление на латата	Термометър $t^{\circ}$	Огчет на инварния метър				Д-Л μм	U μм	$\lambda = \text{Д-Л} + U$	Забележки
		Л		Д					
		Л	Д	Л	Д				
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
02-22	14°5	2,0	4,8	1,5	4,3	- 100	+69	- 31	
		1,7	4,5	1,2	4,1	- 90		- 21	
09-29		2,1	5,0	1,8	4,4	- 90		- 21	
		4,9	2,7	4,6	2,2	- 80		- 11	
19-39		1,7	4,5	1,2	4,0	- 100		- 31	

		3,7	1,6	3,2	1,1	- 100		- 31	
29-49		0,9	3,8	0,3	3,2	- 120		- 51	
		2,7	0,5	2 2	0,0	- 100		- 31	
39-53		3,0	0,8	2,5	0,2	- 110		- 41	
	14°5	3,5	1,3	3,0	0,8	- 100		- 31	
t <sub>ср.</sub> - 14°5		26,2	29,5	21,5	24,3	- 990	сума	- 300	L = 1 м + λ = 0,99997
		- 4,7		- 5,2		+ 690	средно	- 30	
		9,9				- 300			

Изчислил:  
Сравнение лата № 27190 дата 6.II.1976 г.  
гр. София, метролог. лаборатория  
Инварен метър № 319

Проверил:  
Наблюдатели: 1. Бурилков

2. Ангелов

Деление на латата	Тер- моме- тър t°	Огчет на инварния метър				Д-Л μм	U μм	λ = Д-Л + U	Забележки
		Л		Д					
		Л	Д	Л	Д				
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
02 - 22	14°5	1,1	3,9	0,5	3,6	- 90	69	- 21	
		2,9	0,7	2,4	0,4	- 80		- 11	
09 - 29		1,3	4,0	0,7	3,6	- 100		- 31	
		3,2	1,0	2,7	0,5	- 100		- 31	
19 - 39		1,4	4,1	0,9	3,7	- 90		- 21	
		2,8	5,3	2,1	4,9	- 110		- 41	
29 - 49		0,8	3,5	0,1	3,0	- 120		- 51	
		3,0	0,9	2,5	0,3	- 110		- 41	
39 - 53		2,8	5,5	2,2	5,1	- 100		- 31	
	14°5	1,5	4,1	0,9	3,7	- 100		- 31	
t <sub>ср.</sub> 14°5		20,8	39,0	15,0	28,8	- 1000	сума	- 310	L = 1 м + λ = 0,999969
		- 5,8		- 4,2		+ 690	средно	- 31	
		10,0				- 310			

Изчислил:

Проверил:

**Приложение 26**

**ИЗЧИСЛЕНИЕ НА ПРЕВИШЕНИЯ И ВИСОЧИНИ  
от нивелачна линия I клас ФНР 25 гр. Търговище  
до ФНР 28 гр. Варна**

№ и вид на нивел. репер	№ на нивел. разстояния	Разстояния		Превишения с поправка за сред. латов метър	Времени височини	Географска ширина φ	Разлика Δφ секунди	Нормална поправка			Поправки превишения	Поправка от изравнението 0,01мм	Изравнени превишения	Окончателни нормални височини	Вид и описание на нивелачните репери	№ на нивел. репер	
		S	[S]					I	II	I и II							
		км	км														0,01 мм
1	2	3	4	± 5	6	7	8	± 9	+ 10	+ 11	± 12	± 13	± 14	15	16	17	
224			0,00		192,73781	43°25'6"								192,73781	Вековен нивелачен репер II степен в двора на църквата св.	224	
ВНР	1	0,77		+	10,56058		±0,0	± 0	+ 62	+ 62	+	10,56120	- 13	+	10,56107	Георги гр. Провадия	ВНР
58			0,77		203,29839	25'6"								203,29888	На бл. № 24 – комплекс "Дружба" южна фасада	58	
	2	1,64		+	5,30740		- 1	- 3	+ 31	+ 28	+	5,30768	- 29	+	5,30739	гр. Провадия	
59			2,41		209,60579	25'7"								208,60627	На къщата на Иван Петров улица "Венец" № 31 – южна	59	
	3	0,88		+	8,93416		+ 2	+ 6	+ 53	+ 59	+	8,93475	- 16	+	8,93459	фасада гр. Провадия	
60			3,29		217,53995	25'5"								217,54086	На водосток – южна покривна плоча	60	
	4	1,05		+	4,34062		- 1	+ 3	+ 26	+ 29	+	4,34091	- 18	+	4,34073	пътя Провадия – Варна клм 3 <sup>5-6</sup>	
61			4,34		221,88057	25'4"								221,88159	На кантон по пътя Провадия – Варна	61	
	5	0,53		-	0,20954		- 1	+ 3	- 1	+ 2	-	0,20952	- 9	-	0,20961	клм 4 <sup>5-6</sup> северна фасада	
62			4,87		221,67103	25'3"								221,67198	На водосток клм 5 <sup>0-1</sup> път Провадия – Варна	62	
	6	1,48		+	7,67390		- 6	+ 21	+ 47	+ 68	+	7,67458	- 27	+	7,67431	южна покривна плоча	
63			6,35		229,34493	24'7"								229,34629	На бетониран камък при разклона	63	
	7	0,98		+	2,02024		- 3	+ 11	+ 13	+ 24	+	2,02048	- 17	+	2,02031	за с. Житница	

64		7,3 3		231,3651 7	24'4"								231,366 60	На бетониран камък южно от пътя	64
	8	0,9 9	+	0,8264 2		- 3	+ 11	+ 5	+ 16	+ 0,826 58	-	17	+ 0,826 41	Провадия - Варна клм 7 <sup>6-7</sup>	
65		8,3 2		232,1915 9	24'1"								232,193 01	На ОНС с. Султанци - южна фасада	65
	9	0,9 1	+	0,6081 0		- 5	+ 18	+ 4	+ 22	+ 0,608 32	-	16	+ 0,608 16		
66		9,2 3		232,7996 9	23'6"								232,801 17	На мост западна покривна плоча	66
	10	0,6 7	-	3,8813 8		- 4	+ 14	- 24	- 10	- 3,881 48	-	12	- 3,881 60	клм 9 <sup>5-6</sup> Провадия - Варна	
67		9,9 0		228,9183 1	23'2"								228,919 57	На водосток - северен устой	67
	11	1,2 3	-	35,065 20		- 5	+ 16	- 21 1	- 19 5	- 35,06 715	-	21	- 35,06 736	клм 10 <sup>1-2</sup> пътя Провадия - Варна	
68		11, 13		193,8531 1	22'7"								193,852 21	На ветеринарна лечебница с. Разделна -	68
	12	0,8 8	-	40,709 48		+ 4	- 11	- 22 7	- 23 8	- 40,71 186	-	15	- 40,71 201	северна фасада	
225		12, 01		153,1436 3	23'1"								153,140 20	Вековен нивелачен репер II ст. в двора на	225
ВНР														у-ще "Хр. Ботев" с. Разделна	ВНР
		12, 01	-	39,594 18			+ 89	- 22 2	- 13 3	- 39,59 551	-	210	- 39,59 71	Проверки [5] + [11] = [12] [9] + [10] = [11] [12] + [13] = [14]	

$$m = \pm \frac{1}{2} \sqrt{\frac{1}{n_s} \left[ \frac{d^2}{S} \right]} \text{ мм} = 0; \quad m_c = \pm \frac{W}{\sqrt{S}} = \frac{2,10}{\sqrt{12,01}} = 0,61 \text{ мм/км}$$

Изчисл  
Дата: ил:  
..... Прове  
рил:

**Приложение 27 – .....**

**Приложение 28 – .....**

**Приложение 29**

**Главно управление по геодезия, картография и кадастър  
Държавна нивелачна мрежа**








Картен лист

НР 36 11 клас

Окръг Община	Надморска височина Балтийска система 131,256	Построен - 1960 г. Нивелиран - 1960 г., 1964 г., 1976 г.
Вид на репера: подземен тип А, Б, В призма, гол болт, мальк болт, гъба, Бетон, каменен блок Забележка	Топографско описание	Скица

**Приложение 30**

**СПИСЪК**  
**на нивелачните репери I клас**  
**от ФНР 25 гр. Търговище до ФНР 28 гр. Варна - 1976 г.**

Номер	Вид на репера	Разстояние	Описание	Надморски височини – Балтийска система
224	ФНР II ст.	0,00	В двора на църквата "Св. Георги" в гр. Провадия	192,738
58		0,77	На бл. 21 южна фасада комплекс "Добруджа" - Провадия	203,299
59		1,64	На къщата на Ив. Петров южна фасада ул. "Веслец" 31 - Провадия	208,606
60		0,88	На водосток южна покривна плоча пътя Провадия - Варна км 3 <sup>5-6</sup>	217,541
61		1,05	На кантон - северна фасада пътя Провадия - Варна км 4 <sup>5-6</sup>	221,882
62		0,53	На водосток южна покривна плоча пътя Провадия - Варна км 5 <sup>0-1</sup>	221,672
63		1,48	На бетониран камък при разклона за с. Житница	229,346
64		0,98	На бетониран камък южно от пътя Провадия - Варна км 7 <sup>6-7</sup>	231,367
65		0,99	На оградата на ОНС - Султанци южна фасада	232,193
66		0,91	На мост западна покривна плоча км 9 <sup>5-6</sup> пътя Провадия - Варна	232,801

следва

Съставил: П. Костов

**Приложение 31**

**ОФОРМЯНЕ И КОМПЛЕКТУВАНЕ НА КНИЖАТА И МАТЕРИАЛИТЕ ЗА  
НИВЕЛАЦИЯ I И II КЛАС**

Комплектуването на книгата се извършва по нивелачни линии по следния начин:  
В папка с твърди корици, синя подвързия и размери 35/25/8 см се поставят карнетите. На вътрешната страна на горната корица се залепва опис и на лицевата страна - етикет 12/8 см със съдържание:

Главно управление по геодезия, картография и кадастър ИСЕК и Геокартфонд НИВЕЛАЦИЯ I КЛАС
--

КАРНЕТИ

Линия .....

19 г.

Изпълнител: КИПП "Геопланпроект"

Подвързват се заедно в отделни тетрадки с формат 21/29,5 см с меки зелени корици:

- Техническият отчет, формуляр "Стойности на превишения" и формуляр "Изчисления превишения и височини";

- Формулярите от проверката на нивелира и латите включително определяне средния латов метър (те се представят към една от линиите, а за останалите, измерени през същата година, се посочва към коя линия са приложени);

- Изравнение на нивелачна мрежа;

- Схемите, топографските описания, актовете за предаване и съхранение на нивелачните репери, картотечните картони и списъците не се подвързват.

Всички изброени книжа се поставят в папка с размери 35/25/8 см с твърди сини корици. Съставя се опис, който се залепва от вътрешната страна на горната корица и на лицевата страна на папката се залепва етикет с размери 12/8 см със съдържание:

Главно управление по геодезия, картография

и кадастър

ИСЕК и Геокартфонд

НИВЕЛАЦИЯ I КЛАС

ИЗЧИСЛЕНИЯ

Линия .....

19 г.

Изпълнител: КИПП "Геопланпроект"