

РЪКОВОДСТВО

ЗА УЧЕБНА ПРАКТИКА ПО ОПОРНИ ГЕОДЕЗИЧЕСКИ МРЕЖИ И ГНСС

Аспарух Камбуров

Аспарух Камбуров

РЪКОВОДСТВО

за провеждане на учебна практика по опорни геодезически мрежи и глобални навигационни спътникови системи



Минно-геоложки университет "Св. Иван Рилски" София 2018

ISBN 978-954-353-349-7

Това учебно помагало е предназначено за провеждане на учебна практика по "Опорни геодезически мрежи и глобални навигационни спътникови системи" за студенти от специалността "Маркшайдерство и геодезия" в Минно-геоложки университет "Св. Иван Рилски".

Тъй като съвременните хоризонтални опорни геодезически мрежи се развиват основно чрез ГНСС методи, акцентът в теоретичната му част е поставен именно върху тях. По-накратко са представени ъглово-линейните методи, които понастоящем имат спомагателна и допълваща роля, основно в условия, където ГНСС технологията не може да бъде използвана – силно залесени райони, високо градско строителство, подземни рудници и пр.

Ръководството се състои от шест раздела. Първият представя целите и задачите на тази учебна практика. Във втория са разгледани накратко теоретичните основи на съвременните ГНСС методи, използвани за създаване на опорни геодезически мрежи. Дадено е описание на използваното ГНСС оборудване и софтуер за работа на терен. В третия раздел са описани методи и инструменти за извършване на ъглово-дължинни измервания, а в четвъртия указания за извършване на нивелация. Раздел 5 разглежда подробно обработката на измервания до получаване на крайни резултати. Разделът е подготвен с използване на софтуера Trimble Business Center, версия 3.90.1 (август 2017). Последният раздел представя геоинформационната система, използвана в рамките на учебната практика, и начините за нейното ежегодно актуализиране.

От автора

РЪКОВОДСТВО

за провеждане на учебна практика по опорни геодезически мрежи

и глобални навигационни спътникови системи

© Аспарух Камбуров, автор, 2018

Първо издание, българска

Рецензенти: проф. д-р Керанка Василева, проф. д-р Момчил Минчев

Издателска къща "Св. Иван Рилски" София, 2018

СЪДЪРЖАНИЕ

1.	ВЪІ	ВЕДЕНИЕ	5
1	.1.	Накратко за опорните геодезически мрежи	5
1	.2.	Задание за провеждане на практиката	6
1	.3.	График	7
2.	ГЛС	ОБАЛНИ НАВИГАНИОННИ СПЪТНИКОВИ СИСТЕМИ	8
7) 1	Вареление	8
2	 		0
2	2.2.	измервани величини	9
2	2.3.	Основни понятия от обработката на ГНСС сигнали	9
	2.3.	1. Обработка на кодови измервания	. 9
	2.3.	2. Обработка на фазови измервания	10
	2.3.	3. Разлики между измерваните величини	11
	2.3.	4. Линейни комбинации	12
	2.3.	5. Оценка на параметри по резултати от ГНСС измервания	14
2	2.4.	I НСС методи в геодезическата и маркшаидерска практика	[]
	2.4.	1. Методи с единична референтна станция	18
	2.4.	2. Мрежови методи	20
-	2.4.	3. Формати за обмен на данни	26
2	2.5.	ГНСС измервания	29
	2.5.	1. ГНСС приемник Trimble R4-2	32
	2.5.	2. ГНСС приемник Stonex S8plus	42
	2.5.	3. ГНСС приемник СНС i80	44
3.	ЪГЈ	ЛОВО-ЛИНЕИНИ ИЗМЕРВАНИЯ	17
3	5.1.	Тотална станция Trimble S6	18
	3.1.	1. Устройство	48
	3.1.	2. Проверка и поправка на инструмента	50
	3.1.	3. Ред на работа за измерване на мрежата	51
	3.1.	4. Ред на работа за геодезическа снимка	54
3	5.2.	Тотална станция Leica TCR 702 Auto	56
	3.2.	1. Устройство	56
	3.2.	2. Проверка и поправка на инструмента	57
	3.2.	3. Настройки за връзка с външен контролер	59
	3.2.	4. Ред на работа за измерване на мрежата	59
	3.2.	5. Геодезическа снимка	52
4.	ΗИ	ВЕЛАЧНИ ИЗМЕРВАНИЯ 6	53
4	.1.	Нивелири Leica Sprinter 100, 200М и Stonex D2	53
	4.1.	1. Устройство	53
	4.1.	2. Ред на работа	54
5.	ОБІ	РАБОТКА НА ИЗМЕРВАНИЯТА	56

5.1. Обр	аботка на ГНСС измервания	67
5.1.1.	Изтегляне на измерванията	
5.1.2.	Създаване на проект в Trimble Business Center	
5.1.3.	Обработка на базисни ГНСС вектори	
5.1.4.	Проверка на геометричните условия по затворени фигури	
5.1.5.	Изравнение на мрежата по МНМК	
5.1.6.	Създаване на локален трансформационен модел	
5.1.7.	Обработка на RTK измервания	
5.1.8.	Оформяне на крайните резултати	
5.2. Обр	аботка на ъглово-линейни измервания	121
5.2.1.	Изтегляне на измерванията	
5.2.2.	Създаване на проект в Trimble Business Center	121
5.2.3.	Импорт на измерванията в проекта	
5.2.4.	Редактиране на файлове с измервания	
5.2.5.	Изравнение на мрежата по МНМК	
5.2.6.	Въвеждане на данните от геодезическата снимка	
5.2.7.	Оформяне на крайните резултати	
5.3. Обр	аботка на нивелачни измервания	133
5.3.1.	Въвеждане на измерванията	
5.3.2.	Изравнение на мрежата по височина	
6. ГЕОИН	ФОРМАЦИОННА СИСТЕМА	
6.1. Във	едение	139
6.2. Сис	гемна архитектура	139
6.3. Акт	уализиране на ГИС	
6.3.1.	Създаване на връзка между проекта и ГИС	
6.3.2.	Експорт на измерванията от практиката	
6.3.3.	Публикуване на измерванията в ГИС сървър	
6.3.4.	Публикуване на измерванията в облака	
6.4. Кла	сове потребители	
6.5. Ана	лиз на данните	
6.6. Закл	ючение	146
7. ЛИТЕРА	АТУРА	
8. ПРИЛОЗ	ЖЕНИЯ	149

1. ВЪВЕДЕНИЕ

Учебната практика по "Опорни геодезически мрежи и глобални навигационни спътникови системи" се провежда по график между шестия и седмия семестър на обучението в магистърска степен по регулираната специалност "Маркшайдерство и геодезия" в Минногеоложки университет "Св. Иван Рилски". Практиката има за цел придобиване на умения за изграждане на опорни геодезични мрежи и е естествено продължение на курсовете по "Глобални навигационни спътникови системи – 1 част" и "Висша геодезия - 2 част". Организирана е в два модула – измервания на терен и обработка на резултатите.

В рамките на първия модул се използват съвременни геодезически инструменти – многочестотни ГНСС приемници, роботизирани тотални станции и оптични нивелири с електронно отчитане, с помощта на които се реализира мрежа от опорни геодезически точки, включена планово и височинно към точки от съществуваща геодезическа мрежа с местно предназначение и инфраструктурни ГНСС мрежи. Във втория модул, с помощта на инженерен софтуер се извърша изтегляне на данните от измерванията, обработкато им и оформяне на резултатите съгласно действащата в страната нормативна уредба. Извършваните и в двата модула дейности са съобразени с най-често срещаните в геодезическата практика проблеми – както на терен, така и при офис обработката - сред които създаване, преобразуване и трансформация между координатни системи, извеждане на локални трансформационни параметри на базата на идентични точки, въвеждане и извеждане на данни, въвеждане на блокове с условни знаци, обработка на базисни ГНСС вектори, изравнение на планови и височинни мрежи по МНМК, и други.

1.1. Накратко за опорните геодезически мрежи

Опорните геодезически мрежи (ОГМ) реализират математическа и физическа основа за извършването на геодезически, маркшайдерски, картографски, кадастрални и други сродни дейности. Създаването и поддържането на ОГМ от национално значение - държавната геодезическа мрежа, геодезическите мрежи с местно предназначение, държавната нивелачна мрежа, държавната гравиметрична мрежа, и мрежите от мареографни и магнитни станции, са сред основните геодезически дейности, регламентирани в Закона за геодезия и картография (МРРБ, 2006). В рамките на практиката по ОГМ и ГНСС, на различни етапи от работата се използват точки и данни от първите три категории мрежи.

- Държавна геодезическа мрежа (ДГМ) изградена е от точките на Държавната GPS мрежа, разпределени в основен и второстепенен клас, като се допускат и специализирани точки, отговарящи на изискванията за стабилизиране и възможност за центриране с висока точност. Изграждането и поддържането на ДГМ е възложена на Военно-географската служба към Министерство на отбраната с участието на Българската академия на науките и е регламентирано в Наредбата за държавната геодезическа мрежа¹ (МО, 2014). Точките от ДГМ се определят чрез статични ГНСС измервания с инструменти, методи и точности, описани в цитираната наредба. Подобно на повечето държави в Европейския съюз, у нас ДГМ е фактически GPS/GNSS мрежа (Георгиев, и др., 2014).
- Геодезически мрежи с местно предназначение (ГММП) категория мрежи, представляващи сгъстяване на ДГМ на територията на страната за извършване на геодезически дейности в инвестиционното проектиране, създаването и поддържането на кадастралната и едромащабната топографска карти, трасиране на обекти,

¹ С влизане в сила на тази наредба мрежите от геодезически точки I, II, III и IV клас, създадени по Инструкция за създаване и поддържане на Държавната геодезическа мрежа на НРБ, изд. ВИ, 1984 г., престават да изпълняват функциите на Държавна геодезическа мрежа (МО, 2014).

изграждане на пътна, железопътна, хидротехническа и др. инфраструктура, маркшайдерски дейности в открития и подземен добив на подземни богатства и др. Подобно на точките от Държавната GPS мрежа, определянето на местоположението на точките от ГММП се извършва единствено чрез статични ГНСС методи. За тяхното създаване отговаря Агенцията по геодезия, картография и кадастър (АГКК) към Министерство на регионалното развитие и благоустройството (МРРБ). АГКК е овластена да възлага на частни геодезически фирми поръчки (по Закона за обществените поръчки) за създаване на ГММП по райони, и е отговорна за приемането и качествения контрол на тяхното изпълнение. Техническите нормативни изисквания по създаване на ГММП са публикувани в следните документи: 1) Наредба за геодезическите мрежи с местно предназначение, 2) Инструкция № РД-02-20-25 от 20 септември 2011 г. за определяне на геодезически точки с помощта на глобални навигационни спътникови системи (МРРБ, 2011) и 3) Указания за създаване и приемане на геодезически мрежи с местно предназначение с използването на глобални навигационни спътникови системи (АГКК, 2017)

• Държавна нивелачна мрежа (ДНМ) – мрежи от точки (нивелачни репери), разпределени в четири класа, които реализират геодезическата височинна основа на територията на страната. Съгласно закона, нивелачните мрежи се създават и поддържат от АГКК.

Описаните три категории мрежи не винаги са налични с достатъчна гъстота за решаване на конкретни геодезически задачи: точките от ДГМ са с гъстота от няколко десетки километра, точките от ГММП – един-два километра. Ето защо в геодезическата практика често се налага още по-детайлизирано реализиране на плановата и височинна геодезическа основа. Това е т. нар. работна геодезическа основа (РГО) – мрежи или отделни точки, които се създават с използване на различни геодезически методи – статични и кинематични ГНСС - в и извън реално време, ъглово-линейни измервания - засечки, полигонометрия, и др. В рамките на практиката по ОГМ и ГНСС, РГО е основно използваният тип мрежа, като за обвързването ѝ към държавните координатна и височинна система се използват и точки от мрежите от повисок клас – ДГМ, ГММП и ДНМ, налични в района на нейното провеждане.

1.2. Задание за провеждане на практиката

Да се извърши геодезическо заснемане на терена и инфраструктурата в "Студентски парк", район Студентски град, София. За целта следва да се изпълнят следните задачи:

- Да се създаде работна геодезическа основа като мрежа от триъгълници, чиито точки да бъдат измерени поотделно чрез:
 - о статични ГНСС измервания;
 - о кинематични измервания в реално време;
 - о ъглово-линейни измервания;
 - о геометрична нивелация.
- Да се извърши изравнение на измерванията по МНМК, както следва:
 - параметрично изравнение на включена мрежа, съставена единствено от ГНСС и нивелачни измервания;
 - о параметрично изравнение на включена мрежа, съставена единствено от ъгловолинейни измервания.
- Да се изработи геодезическа снимка с кодировка на подробностите в района на парка, чрез:
 - о кинематични измервания в реално време;
 - о ъглово-линейни измервания;
 - о тригонометрична нивелация.
- На базата на резултатите от геодезическата снимка, да се създадат следните геоинформационни продукти:

- о цифров модел на релефа на заснетия участък;
- о план на заснетия участък в М 1:2000 с нанесени условни знаци на заснетите обекти.
- Да се актуализира специализираната геоинформационна система, включваща:
 - единна база данни с всички измервания и резултати от ежегодно провежданите практики;
 - о уеб-базирано ГИС приложение за онлайн достъп до данните;
 - о мобилна ГИС компонента за онлайн достъп през таблет или смартфон на терен.
- Да се оформи крайната документация, съгласно приложените изисквания.

Студентите от редовно и задочно обучение се организират в групи от по 5-6 души. Изискванията за методологията и точността на отделните видове измервания, тяхната обработка и оформяне на крайната документация са дадени в съответните раздели от ръководството.

1.3. График

Учебната практика се провежда ежегодно след края на летния семестър, през месец юни, съгласно следния обобщен график (табл. 1).

Ден	Дейности
1 ден	Избор и стабилизиране на точки от мрежата. Съставяне на схема на опорна
2 - 3 ден	Бглово-линейни измервания
4 - 6 ден	Статични и кинематични ГНСС измервания
7 ден	Нивелация
8 – 10 ден	Обработка на резултатите
11-12 ден	Оформяне на документацията. Защита

Табл. 1. Разпределение на задачите за учебната практика по дни

2. ГЛОБАЛНИ НАВИГАЦИОННИ СПЪТНИКОВИ СИСТЕМИ

2.1. Въведение

В резултат на непрекъснатото развитие на ГНСС, в последните години техният брой, сфери на приложение и функционални разновидности нараснаха значително. Според обхвата си съвременните ГНСС могат най-общо да бъдат разграничени в два сегмента (Hofmann-Wellenhof, Lichtenegger, and Wasle, 2008):

• Глобални системи – този сегмент обхваща спътниковите навигационни системи NAVSTAR GPS (САЩ), ГЛОНАСС (Русия), Galileo (Европейски съюз) и BeiDou (Китай).

		and the second s	and a second sec	
Име	NAVSTAR GPS	ГЛОНАСС	Galileo	BeiDou
Орбитни равнини	6	3	3	6
Изведени в орбита спътници	72 (1978-2017)	134 (1982-2017)	24 (2005-2017)	27 (2000-2017)
Номинален брой спътници	24 MEO ² + 3 резервни	24 МЕО + 3 резервни	27 МЕО + 3 резервни	35 (27 MEO + 5 GEO + 3 IGSO*
Наклон на орбитата [°]	55	64.8	56	55
Средна височина на орбитата [km]	20200 km	19100 km	23616 km	21500 km (MEO), 38300 km (GEO)
Период ([h]	11:58	11:16	14:05	12:53 (MEO)
Носещи честоти [MHz]	$\begin{array}{c} L1^3 - 1575.420 \\ L2 - 1227.600 \\ L5 - 1176.450 \end{array}$	$\begin{array}{c} G1-1602.000\\ G2-1246.000\\ G3-1204.704 \end{array}$	E1 – 1575.420 E2 – 1278.750 E3 – 1191.795	B1 - 1561.098 B2 - 1207.14 B3 - 1268.52

Табл. 2. Глобални навигационни спътникови системи – обобщени характеристики

• Регионални системи – сходни като функционалност на глобалните, но обхващат спътникови навигационни системи, осигуряващи позициониране над определен регион от земната повърхност. Включват системите QZSS (Япония), IRNSS (Индия) и др.

Системите в тези два сегмента осигуряват извършването на единични (автономни) ГНСС измервания, чиято точност е от порядъка на 5-10 m - твърде ниска за прецизни геодезически приложения. За повишаване на тази точност, в геодезическата практика се прилагат различни методи, допълващи основните, с разнообразни нива на оперативност, независимост и точност в зависимост от броя, вида, начина на комбиниране на измерваните величини, броя на използваните ГНСС приемници, типа на използваните комуникации и др.

² MEO (Medium Earth Orbit) – средна околоземна орбита, GEO (Geocentric Earth Orbit) – геоцентрична околоземна орбита, IGSO (Inclined Geosynchronous Satellite Orbit – наклонена геосинхронна орбита.

 $^{^{3}}$ L_i, G _i, E_i, B_i – означение на носещите честоти за отделните системи.

2.2. Измервани величини

Структурата на ГНСС сигналите е сходна за всичките четири глобални системи и е изградена от три основни компонента: носещи сигнали, псевдослучайни кодове и навигационни съобщения. Освен на борда на спътниците, първите два компонента – носещите сигнали и кодовете, се генерират под формата на идентични копия и в хардуера на приемника.

- Носещи сигнали синусоидално изменящи се електромагнитни вълни, генерирани чрез осцилатор, синхронизиран с атомен часовник на борда на спътника. Представляват умножение на стабилен нискочестотен сигнал (напр. 10.23 MHz за NAVSTAR GPS) до носеща честота в диапазона между 1 и 2 GHz (табл. 2) Честотите в този диапазон имат по-добри характеристики за преминаване през атмосферните и йоносферни пластове на Земята, висок капацитет за пренос на данни при сравнително нисък разход на енергия, необходима за тяхното излъчване. Използват се за определяне на разстояния до спътниците с много висока точност чрез измерване на фазата на синтетичен сигнал, генериран в хардуера на ГНСС приемника от комбинация между носещия сигнал и неговото копие, и прилагане на усъвършенствани методи за целочислено определяне на циклите (периодите на повторение) на сигнала между антените на спътника и приемника.
- Псевдослучайни кодове привидно случайни бинарни последователности, генерирани в действителност чрез различни математически алгоритми. Имат стотици до хиляди пъти по-ниски честоти от тези на носещите ГНСС сигнали (напр. 511.5 KHz за кода L1C на NAVSTAR GPS, състоящ се от 10230 бита, и 1.023 MHz за кодовете С/А и L2C, състоящи се от 1023 бита). Използват се за повишаване на мощността на сигнала и устойчивостта му срещу смущения, синхронизация по време и измерване на разстояния до спътниците с приблизителна точност.
- Навигационни съобщения пакети от данни, модулирани на ниски честоти (напр. 50 Hz за NAVSTAR GPS) върху носещия сигнал, съдържащи информация за: спътниковите координати с две нива на точност - приблизителни (алманах), с точност 1 km и излъчени (радиоефемериди) с точност около 1 m; отчети за време на спътниковите атомни часовници и системното ГНСС време; индикатори за статуса на спътниците, модели за корекции към йоносферното влияние и грешките в атомните часовници и други данни, обезпечаващи функционирането на услугите за потребителите на ГНСС.

2.3. Основни понятия от обработката на ГНСС сигнали

Обработката на ГНСС измерванията преминава през няколко основни етапа, които в зависимост от избрания метод се реализират както директно от софтуера на приемниците при работа на терен, така и чрез софтуерните продукти при последваща обработка. Това включва:

- Обработка на кодови измервания
- Обработка на фазови измервания
- Образуване на разлики между измерените величини
- Образуване на линейни комбинации
- Оценка на параметри по резултатите от измерванията

2.3.1. Обработка на кодови измервания

Положението на точка от ГНСС измервания се определя чрез пространствена линейна засечка към поне четири спътника. Чрез основните наблюдавани величини от ГНСС сигналите – псевдослучайните кодове и носещите честоти, допълнени с данни за координатите на

спътниците, отчетите по техните скали за време и модели за отстраняване на грешките в измерванията, в геодезическата практика се постига определяне на разстояния до спътниците с максимална точност от порядъка на няколко милиметра.



Фиг. 1. Автономно кодово ГНСС определяне на точка

Математическият израз за определяне на разстояние между приемник и спътник чрез кодови измервания е:

$$P_A^s(t) = \varrho_A^s(t) + c \,\Delta \delta_A^s(t), \qquad (2.1)$$

където $P_A^s(t)$ – измерено, натоварено със значителни грешки разстояние (т. нар. псевдоразстояние) между ГНСС приемник A и спътник $s, \varrho_A^s(t)$ - геометричното разстояние между тях, c - скорост на светлината във вакуум, $\Delta \delta_A^s(t) = \delta_A(t) - \delta^s(t)$ - комбинирана грешка в скалите за време на спътника и приемника спрямо системното ГНСС време. Геометричното разстояние $\varrho_A^s(t)$ се определя по формулата:

$$\varrho_A^s(t) = \sqrt{(X^s(t) - X_A)^2 + (Y^s(t) - Y_A)^2 + (Z^s(t) - Z_A)^2},$$
(2.2)

където $X^{s}(t), Y^{s}(t), Z^{s}(t)$ - компоненти на геоцентричния вектор на спътника в епоха $t; X_{A}, Y_{A}, Z_{A}$ - геоцентрични координати на неподвижен ГНСС приемник. Имайки предвид, че грешката в скалите за време на спътниците $\delta^{s}(t)$ се предава в навигационното съобщение, необходимите за решаване неизвестни остават четири - X_{A}, Y_{A}, Z_{A} и $\delta_{A}(t)$, което именно изисква наблюдения към поне четири спътника. Решаващият фактор при кодовите измервания е точността, с която се определят времената, респективно псевдоразстоянията между приемника и спътниците.

2.3.2. Обработка на фазови измервания

Точността на ГНСС измерванията е обратнопропорционална на честотата на обработвания сигнал – колкото сигналът е по-нискочестотен, толкова точността е с по-висока стойност. Поради тази причина измерванията на фазите на носещите сигнали, които са над 1000 пъти по-високочестотни от кодовете, водят до по-висока точност. Дробната част от фазата на синтетичния сигнал, получен от интерференцията на носещия спътников сигнал и репликата, може да се определи с точност, равнозначна на линейна мярка под милиметър. Основният проблем в процеса на тази обработка е определянето на точния брой цикли на сигнала между спътника и приемника. Процесът на това определяне се нарича *разрешаване на фазовата неопределеност.* Основното уравнение на фазовото ГНСС измерване⁴ в епоха *t*, изразено в брой цикли, е:

$$\Phi_A^s(t) = \frac{1}{\lambda^s} \varrho_A^s(t) + N_A^s + \frac{c}{\lambda^s} \Delta \delta_A^s(t) + \alpha_i I_A^s + T_A^s + O_A^s(t), \qquad (2.3)$$

където $\Phi_A^s(t)$ - фазово измерване между приемник A и спътник s, $\varrho_A^s(t)$ - действителното геометрично разстояние между тях, λ^s - дължина на вълната на носещата честота, N_A^s – брой неопределени цикли, c - скорост на светлината във вакуум, $\Delta \delta_A^s(t) = \delta_A(t) - \delta^s(t)$ - комбинирана грешка от потребителската и спътниковата скали за време, $\alpha_i = 40.3/f_i^2$, f_i^2 – честота на носещия сигнал, I_A^s – йоносферна рефракция, T_A^s – тропосферна рефракция, $O_A^s(t)$ – грешка в орбитите на спътника.

2.3.3. Разлики между измерваните величини

В математическите модели на относителните ГНСС измервания в реално време или при последваща обработка, които са и основно използваните в рамките на учебната практика, елиминирането на повечето от грешките в (2.1) и (2.3) се извършва с използване на разлики между уравненията на измерванията в референтната и определяемите станции – т. нар. единични и двойни кодови и фазови разлики⁵.

• Единични фазови разлики

Единичните разлики се дефинират като разлики между фазовите уравнения между две станции, наблюдаващи един и същи спътник ((2.3) и фиг. 4):

$$\Phi_A^s(t) + f^s \delta^s(t) = \frac{1}{\lambda^s} \varrho_A^s(t) + N_A^s + f^s \delta_A(t) + \alpha_i I_A^s + O_A^s(t), \qquad (2.4)$$

$$\Phi_B^s(t) + f^s \delta^s(t) = \frac{1}{\lambda^s} \varrho_B^s(t) + N_B^s + f^s \delta_B(t) + \alpha_i I_B^s + O_B^s(t)$$
(2.5)

като получената разлика между двете

$$\Phi_{A}^{s}(t) - \Phi_{B}^{s}(t) = \frac{1}{\lambda^{s}} [\varrho_{B}^{s}(t) - \varrho_{A}^{s}(t)] + N_{B}^{s} - N_{A}^{s} + f^{s} [\delta_{B}(t) - \delta_{A}(t)] + \alpha_{i} I_{A}^{s} - \alpha_{i} I_{B}^{s} + O_{A}^{s}(t) - O_{B}^{s}(t).$$
(2.6)

След опростяване на (2.6) се получава крайното уравнение на единичната фазова разлика:

$$\Phi_{AB}^{s}(t) = \frac{1}{\lambda^{s}} \varrho_{AB}^{s}(t) + N_{AB}^{s} + f^{s} \delta_{AB}(t) + \alpha_{i} I_{AB}^{s}.$$
 (2.7)

Както се вижда, от уравнението на единичните разлики липсват грешката от неточността на спътниковите скала за време и координати. Тропосферната рефракция за сигналите от всеки спътник се елиминира със задоволителна точност с прилагане на моделите от навигационното съобщение, затова не е включена при единичните разлики. Все още обаче остава грешката от неточността на потребителската скала за време $\delta_{AB}(t)$ и йоносферната рефракция, елиминирането на които става чрез формиране на двойни разлики по йоносферно независимата линейна комбинация.

• Двойни фазови разлики

⁴ Изпуснати са грешки с малка абсолютна стойност, като напр. приливните ефекти, поляризацията на сигнала и др.

⁵ Съществуват и тройни фазови разлики, които изпълняват спомагателни функции при обработката на измерванията, като напр. при откриване на циклични грешки.

Ако в две станции *A* и *B* се наблюдават едновременно два спътника *s* и *k*, то разликата между двете единични фазови разлики

$$\Phi_{AB}^{s}(t) = \frac{1}{\lambda^{s}} \varrho_{AB}^{s}(t) + N_{AB}^{s} + f^{s} \delta_{AB}(t) + \alpha_{i} I_{AB}^{s}, \qquad (2.8)$$

$$\Phi_{AB}^{k}(t) = \frac{1}{\lambda^{k}} \varrho_{AB}^{k}(t) + N_{AB}^{k} + f^{k} \delta_{AB}(t) + \alpha_{i} l_{AB}^{k}, \qquad (2.9)$$

дава уравнението на двойните фазови разлики е

$$\Phi_{AB}^{sk}(t) = \frac{1}{\lambda} \varrho_{AB}^{sk}(t) + N_{AB}^{sk} + \alpha_i I_{AB}^{sk}, \qquad (2.10)$$

при $\lambda = \lambda^s = \lambda^k.$

2.3.4. Линейни комбинации

Линейните комбинации намират приложение в различни етапи на обработката на измерванията, в случаите когато е необходимо мерната единица да се скъси или удължи – например, когато се търси фиксирано решение (Минчев, Здравчев и Георгиев, 2005). Получават се след смесване на кодовите и фазовите измервания по L₁ и L₂, като сума и разлика от тях.

Прилагането на математическия апарат на линейните комбинации дава възможност и за определяне на влиянието на отделните източници на грешки в ГНСС измерванията. Това позволява създаване на модели за тяхното поведение. Характерна особеност на комбинациите е, че докато някои от тях запазват целочисления характер на фазовата неопределеност, при други той се губи. За да бъдат разграничени, по-нататък целочислените стойности на фазови неопределености ще бъдат означавани с N, а плаващите - с B.

В (2.10), след изразяване на фазовото измерване като $L_i = \lambda i \Phi i$, добавяне на йоносферната и тропосферната рефракция, се получава израза:

$$L_{i_{AB}}^{\ sk} = \varrho_{AB}^{\ sk} + B_{i_{AB}}^{\ sk} + \alpha_i I_{AB}^{\ sk} + T_{AB}^{\ sk}$$
(2.11)

където ϱ_A^s - геометрично разстояние между приемника и спътника, B_i – плаваща стойност на фазовата неопределеност, T – тропосферна рефракция, I – йоносферна рефракция, $\alpha_i = 40.3/f_i^2$, λ_i - дължина на вълната на носещата честота. Плаващата стойност на B_i включва:

$$B_{i_{A}}^{s} = \lambda_{i} N_{i_{A}}^{s} + k_{i_{A}} + k_{i_{s}}^{s}, \qquad (2.12)$$

където N_i – брой на целите цикли по съответните дължини на вълните λ_i , $k_i^{\ s}$ и k_{i_A} - фазови инструментални закъснения (виж по-долу) на носещите честоти в спътниците и приемниците. Инструменталните закъснения ⁶ възпрепятстват фиксирането на циклите на фазовата неопределеност, но се елиминират в значителна степен чрез двойните фазови разлики.

Линейните комбинации се използват основно чрез техните двойни кодови и фазови разлики. Освен елиминиране на грешките в скалите за време на спътниците и приемниците,

⁶ Пораждат се от различните писти и компоненти, използвани за генерирането на ГНСС сигнали в електрониката на приемниците и спътниците. Инструменталните закъснения са два вида:

[•] Фазови инструментални закъснения k_i - при фазовите измервания тези грешки отразяват несинхронизираното излъчване на носещите честоти от спътниковата апаратура, респ. репликирането им в приемника;

[•] Кодови инструментални закъснения TGD, K_i , – TGD (Timing Group Delay) е закъснение от несинхронизираното модулиране на P-кодовете върху носещите честоти, чиято стойност е известна с точност до няколко ns и се предава в навигационното съобщение; K_{1A} , K_{2A} – кодови инструментални закъснения в приемниците.

двойните разлики по комбинации, в които целочисления характер на фазовата неопределеност се запазва, отстраняват и систематичните, честотно зависими инструментални закъснения в спътника и приемника. Поради важното приложение, което намират на различни етапи при работата в реално време или при последващата обработка със софтуерните продукти, използвани в рамките на практиката по ОГМ и ГНСС, основните две линейни комбинации – широколентовата и йоносферно-независимата, са разгледани по-надолу.

• Широколентови комбинации Lw, Pw

Представляват разлики между кодовите и фазовите измервания по носещите честоти от вида:

$$L_W = \frac{1}{f_1 - f_2} (f_1 L_1 - f_2 L_2)$$
(2.13)

$$P_W = \frac{1}{f_1 + f_2} (f_1 P_1 + f_2 P_2)$$
(2.14)

Тази комбинация се използва основно за фиксиране на циклите на фазовата неопределеност. От (2.11), за двойните разлики по широколентовата комбинация се получава:

$$L_{W_{AB}}^{\ sk} = \varrho_{AB}^{sk} + \lambda_{W} \left(N_{1_{AB}}^{\ sk} - N_{2_{AB}}^{\ sk} \right) + T_{AB}^{sk} + \alpha_{W} I_{AB}^{sk},$$
(2.15)

където $\lambda_W = \frac{c}{f_1 - f_2} = 86.2 \text{ cm}, N_1{}^{sk}_{AB} - N_2{}^{sk}_{AB} = N_W{}^{sk}_{AB}$ - широколентова фазова неопределеност (цяло число). Разликата между широколентова комбинация от фазовите и кодовите кодовите измервания е известна като комбинация на Melbourne-Wübenna:

$$L_{MW} = L_W - P_W, \tag{2.16}$$

която се прилага за откриване на циклични грешки.

• Йоносферно независими комбинации Lc, Pc

Представляват разлики между кодовите и фазовите измервания по носещите честоти от вида:

$$Lc = \frac{1}{f_1^2 - f_2^2} (f_1^2 L_1 - f_2^2 L_2)$$

$$Pc = \frac{1}{f_1^2 - f_2^2} (f_1^2 P_1 - f_2^2 P_2)$$
(2.17)

Основното предимство на тази комбинация е същественото редуциране на влиянието на йоносферната рефракция. След образуване на двойните фазови разлики се получава:

$$L_{C_{AB}}^{\ sk} = \varrho_{AB}^{\ sk} + B_{C_{AB}}^{\ sk} + T_{AB}^{\ sk}, \qquad (2.18)$$

съдържащо плаващата стойност на йоносферно независимата фазова неопределеност *B_c*. Последната може да бъде закръглена към цяло число, ако е предварително известна стойността на широколентовия фазова неопрееделеност *N_W*, чрез израза:

$$B_{C_{AB}}^{\ sk} = \frac{1}{2} \left[\lambda_W N_{W_{AB}}^{\ sk} + \lambda_C N_{v_{AB}}^{\ sk} \right].$$
(2.19)

Решаването се свежда до определяне на неизвестната фазова неопределеност $N_{vAB}^{sk} = N_{1AB}^{sk} + N_{2AB}^{sk}$, известна още като теснолентова фазова неопределеност, по комбинация с дължина на вълната $\lambda_C = \frac{c}{f_1 + f_2} \approx 10.7$ сm.

2.3.5. Оценка на параметри по резултати от ГНСС измервания

• Определяне на броя цели цикли

Определянето им се извършва в реално време или при последващата обработка и включва три основни стъпки: 1) пренебрегване на техния целочислен характер и определянето им като реални (плаващи) числа чрез параметрично изравнение по МНМК; 2) генериране на област за търсене на потенциални цели числа на циклите на фазовата неопределеност и оценка на избраното измежду потенциалните кандидати цяло число; 3) оценка на окончателните елементи на базисния вектор с използване на фиксираните към цяло число цикли.

1) Определяне на циклите на фазовата неопределност като реални числа

В тази стъпка се определят плаващи стойности на фазовата неопределеност, елементите на базисния вектор – координати и време, атмосферните закъснения и други неизвестни величини от уравненията на ГНСС измерванията. Общият вид на линеаризираните уравнения на измерванията в параметричното изравнение е:

$$\boldsymbol{l} = \mathbf{A}\mathbf{x} + \mathbf{v},\tag{2.20}$$

където l - вектор на свободните членове, A – матрица на коефициентите, x - вектор на оценяваните поправки към параметрите, v - вектор на поправките към измерваните величини. Стохастическият модел на това уравнение се изразява чрез

$$E[\boldsymbol{l}] = \boldsymbol{A}\boldsymbol{x}, \qquad E[\boldsymbol{v}] = \boldsymbol{0}, \qquad (2.21)$$

$$D[\boldsymbol{l}] = \boldsymbol{\Sigma}_{\boldsymbol{l}} = \boldsymbol{S}_0^2 \boldsymbol{Q}_{\boldsymbol{l}}, \qquad (2.22)$$

където E[] - математическо очакване, D[l] – дисперсия на измерванията, Σ_l – ковариационна матрица, s_0^2 - априорна средна квадратна грешка на единица тежест, Q_l – матрица на обратните тежести. Решението на това уравнение по МНМК се изпълнява при спазване на условието

$$\mathbf{v}^{\mathrm{T}}\mathbf{P}\,\mathbf{v} = (\boldsymbol{l} - \mathbf{A}\mathbf{x})^{\mathrm{T}}\boldsymbol{P}(\boldsymbol{l} - \mathbf{A}\mathbf{x}) = \text{minimum}, \qquad (2.23)$$

където $P = Q_l^{-1}$ – тежестна матрица. При относителните методи, след прилагане на двойни разлики между измерваните величини – кодове и фази, за известна т. А и определяема т. В могат да се образуват системи линейни уравнения от вида:

където
$$\left[\frac{X^{k}-X_{B_{0}}}{\rho_{B_{0}}^{k}}-\frac{X^{s}-X_{B_{0}}}{\rho_{B_{0}}^{s}}\right]$$
 (аналогично за Y и Z) (2.25)

са елементите в матрицата на коефициентите A, l..s - номер на спътник, k – номер на референтния спътник, $\rho_{B_0}^s$ – разстояние, определено чрез приблизителните координати на

определяемата точка *B*, *P* – кодови измервания, *L* – фазови измервания, *B* – плаващи стойности на фазовите неопределености. Двойните разлики на свободните членове и фазовите неопределености се определят чрез:

$$l_{AB}^{sk}(L) = L_{AB}^{sk} - \rho_{B_0}^s + \rho_{B_0}^k - \rho_A^s + \rho_A^k + \delta_{AB}^{sk}$$
(2.26),

където ρ_A – разстояние, определено чрез известните координати на референтната точка A, δ_{AB}^{sk} включва моделираните източници на грешки – йоносферни и тропосферни закъснения, орбитни данни и др. Решението на системата линейни уравнения дава като резултат координатите на търсеното местоположение и плаващите стойности на фазовата неопределеност.

2) Генериране на област за търсене

Разрешаването на фазовата неопределеност се извършва както на етапа на последваща обработка на данните, така и в реално време от подвижни приемници (т. нар. On-the-fly). Съществена част в този процес заема генерирането на подходяща област за търсене на броя цикли, която да включва всички техни възможни целочислени стойности. Особено важен е изборът на тази област при работа в реално време, където размерите ѝ трябва да осигуряват оптимален баланс между времето за инициализация и изчислителната мощ на процесорите на ГНСС приемниците. За определянето ѝ са разработени различни методи, сред които:

- FARA (Fast ambiguity resolution approach)
- FASF (Fast ambiguity search filter)
- TCAR (Triple carrier ambiguity resolution)
- LAMBDA (Least-squares ambiguity deccorelation adjustment)

Последният е сред най-модерните и усъвършенствани методи и се прилага в различни модификации от повечето производители на геодезическо ГНСС оборудване. При LAMBDA метода определянето на фазовата неопределност при спазване на условието за минимум има вида:

$$\left(\widehat{\boldsymbol{N}} - \boldsymbol{N}\right)^{T} \boldsymbol{Q}_{\widehat{\boldsymbol{N}}}^{-1} \left(\widehat{\boldsymbol{N}} - \boldsymbol{N}\right) = \text{minimum}, \qquad (2.27)$$

където \hat{N} – приблизителни плаващи стойности на циклите, N – брой цели цикли, $Q_{\hat{N}}$ – тежестна матрица на оценяваните плаващи стойности на циклите. Минималната стойност на това условие се осигурява чрез закръгляне на плаващите стойности към най-близките цели числа. Областта за търсене на подходящи цели числа се определя чрез последователно прилагане на Z-трансформация към фазовите неопределености и и тежестната им матрица.

3) Оценка на окончателните елементи на базисния вектор с фиксиране на броя цели цикли

След разрешаване на фазовата неопределеност уравненията (2.27) се решават отново, но без неопределеностите да се задават като неизвестни величини. Накрая се получава окончателното "фиксирано" решение, с точност до няколко mm.

• Филтриране по Калман

В ГНСС методите в реално време е необходимо оценяваните величини да се актуализират в реално време. Ето защо в тези методи, за разлика от класическото оценяване на геодезически измервания по МНМК, се използват рекурсивни методи за оценяване на параметри, при които стойността на всяка оценявана величина от дадена епоха се използва като прогноза за стойността ѝ в следващата епоха. Сред най-прилаганите такива методи е филтрирането на Калман, при което оценяването на неизвестните величини се изразява чрез стохастичния модел:

ГНСС

$$\mathbf{x}_k = \mathbf{T}_{k-1} \mathbf{x}_{k-1} + \mathbf{w}_k, \tag{2.28}$$

$$\mathbf{Q}_{\mathbf{x}_{k}} = \mathbf{T}_{k-1} \mathbf{Q}_{\mathbf{x}_{k-1}} \mathbf{T}_{k-1}^{\mathrm{T}} + \mathbf{\Sigma}_{\mathbf{x},k}$$

където \mathbf{x}_k – вектор на оценяваните величини в епоха κ , $\mathbf{T}_{\kappa-1}$ - преходна матрица, съдържаща елементите за състоянието на оценяваните величини в епоха κ -1, \mathbf{x}_{k-1} - вектор на оценяваните величини в епоха κ -1, \mathbf{x}_{k-1} - вектор на оценяваните величини в епоха κ -1, \mathbf{w}_k – случаен шум, $\mathbf{Q}_{\mathbf{x}_k}$ и $\mathbf{Q}_{\mathbf{x}_k-1}$ – матрици на обратните тежести на вектора \mathbf{x} за епоха κ и κ -1, $\mathbf{\Sigma}_{\mathbf{x},k}$ - ковариационна матрица на случайния шум на \mathbf{x} :

$$\boldsymbol{\Sigma}_{\mathbf{x}_{k}} = s_{0}^{2} \boldsymbol{Q}_{\mathbf{x}_{k}} = s_{0}^{2} \left(\mathbf{A}^{\mathrm{T}} \mathbf{Q}_{\boldsymbol{l}_{k}}^{-1} \mathbf{A} \right)^{-1}, \qquad (2.29)$$

където $\mathbf{Q}_{l,k}$ е матрица на обратните тежести на свободните членове l в епоха κ . Уравнение 2.28, осигуряващо динамичната връзка между две последователни състояния на пространствения вектор \mathbf{x} , се решава чрез определяне на приблизителна оценка за вектора \mathbf{x} на базата на т. нар. коефициенти на усилване на Калман, прилагани към оценките на измерванията от предходната епоха.

$$\hat{\mathbf{x}}_{k} = \mathbf{T}_{k-1}\hat{\mathbf{x}}_{k-1} + \mathbf{K}_{k}(\boldsymbol{l}_{k} - \mathbf{A}_{k}\mathbf{T}_{k-1}\hat{\mathbf{x}}_{k-1}), \qquad 2.30$$

където \mathbf{K}_k – матрица на Калман, \mathbf{A}_k - матрица на коефициентите, l_k - свободен вектор. Матрицата на Калман съдържа т. нар. коефициенти на усилване по Калман, отразяващи влиянието на текущите данни върху приблизителната оценка на $\hat{\mathbf{x}}_k$, тъй като се определят на базата на оценките на измерваните величини от текущата епоха: когато $\mathbf{K}_k \rightarrow 0$, $\hat{\mathbf{x}}_k = \hat{\mathbf{x}}_{k-1}$, т.е. оценките стават нечувствителни към текущите данни от измерването; с увеличаване на \mathbf{K}_k оценката става по-чувствителна към новопостъпващите данни.

При инициализиране на Калмановия филтър, тъй като в общия случай стойностите на случайните грешки \mathbf{w}_k и коефициентите в **K** са неизвестни, за определяне на първоначална прогнозна приблизителна стойност на вектора $\hat{\mathbf{x}}_k$ се използват само стойностите на \mathbf{T}_{k-1} и $\hat{\mathbf{x}}_{k-1}$,.

$$\tilde{\mathbf{x}}_{k} = \mathbf{T}_{k-1} \hat{\mathbf{x}}_{k-1}.$$

$$\tilde{\mathbf{Q}}_{\hat{\mathbf{x}}_{k}} = \mathbf{T}_{k-1} \mathbf{Q}_{\hat{\mathbf{x}}_{k-1}} \mathbf{T}_{k-1}^{\mathrm{T}},$$
(2.31)

където $\tilde{\mathbf{Q}}_{\hat{\mathbf{x}}_k}$ е прогнозната матрица на обратните тежести на оценяваните величини за епоха *к*. По-нататък оценяването продължава в три рекурсивно повтарящи се стъпки:

1) Изчисляване на коефициентите на усилване на Калман

$$\mathbf{K}_{k} = \widetilde{\mathbf{Q}}_{\hat{\mathbf{x}}_{k}} \mathbf{A}_{k}^{\mathrm{T}} (\mathbf{Q}_{l,k} + \mathbf{A}_{k} \widetilde{\mathbf{Q}}_{\hat{\mathbf{x}}_{k}} \mathbf{A}_{k}^{\mathrm{T}})^{-1}.$$
(2.32)



Фиг. 2. Схема на актуализирането с Калманов филтър

2) Актуализация на измерването

$$\hat{\mathbf{x}}_{k} = \tilde{\mathbf{x}}_{k} + \mathbf{K}_{k}(\boldsymbol{l}_{k} - \mathbf{A}_{k}\tilde{\mathbf{x}}_{k}), \qquad (2.33)$$
$$\mathbf{Q}_{\hat{\mathbf{x}}_{k}} = (\mathbf{I} - \mathbf{K}_{k}\mathbf{A}_{k})\,\widetilde{\mathbf{Q}}_{\hat{\mathbf{x}}_{k}},$$

където I - единична матрица.

3) Актуализация на епохата

$$\hat{\mathbf{x}}_{k+1} = \mathbf{T}_k \hat{\mathbf{x}}_k,$$
(2.34)
$$\widetilde{\mathbf{Q}}_{\hat{\mathbf{x}}_{k+1}} = \mathbf{T}_k \mathbf{Q}_{\hat{\mathbf{x}}_k} \mathbf{T}_k^{\mathrm{T}} + \mathbf{\Sigma}_{\hat{\mathbf{x}}_{k+1}}.$$

Схема на Калманов филтър може да бъде разгледана на фиг. 2. Когато актуализираните състояние и корелации достигнат зададени прагови стойности и критерии се приема, че оценяването е приключено успешно. Успешното оценяване зависи най-вече от правилното дефиниране на преходната матрица **Т** и ковариационата матрица **Σ**.

2.4. ГНСС методи в геодезическата и маркшайдерска практика

В зависимост от различните качествени критерии, класификацията на съвременните ГНСС методи в общи линии има вида:

• кодови и фазови методи – в зависимост от използвания за позициониране елемент от демодулирания ГНСС сигнал;

• едночестотни, двучестотни и многочестотни – в зависимост от броя на обработваните честоти от ГНСС сигналите;

• статични и кинематични методи – в зависимост от състоянието (движение/покой) на ГНСС приемниците по време на измерване;

• автономни, диференциални, относителни методи и PPP – в зависимост от начина на обработка на измерваните ГНСС величини: самостоятелно или съвместно с диференциални корекции или фазови данни от референтни станции. В зависимост от броя на референтните станции диференциалните и относителните методи могат са се осъществяват:

- с единична референтна станция;

- чрез мрежи от инфраструктурни референтни станции.

• в реално време или при последваща обработка – в зависимост от оперативността на получаваните резултати;

• безплатно или чрез платен абонаментен достъп – в зависимост от типа на използваната мрежова инфраструктура и продукти;

• с наземна или спътникова комуникация – в зависимост от начина на предаване на корекционните данни от референтните станции към потребителите.



Фиг. 3. Видове ГНСС измервания и осигурявана точност

В рамките на учебната практика приложение намират фазовите относителни методи с единична и с мрежа от референтни станции, извършвани в статичен и кинематичен режим (фиг. 3). Статичните методи се използват за създаване на точки от геодезическата основа, а кинематичните – за трасиране и измерване на подробните точки от района на провеждане на практиката. По-нататък в този раздел са описани основните ГНСС методи, използвани в практиката.

2.4.1. Методи с единична референтна станция

• Статичен относителен метод

Най-опростено статичните относителни методи с единична референтна станция се базират на ГНСС измервания с два неподвижни приемника, единият от които е разположен в референтна станция (обикновено с известни координати), а другият – в определяема точка. Последващата съвместна обработката на измерванията от двата приемника позволява фиксиране на фазовата неопределеност и определяне на пространствения вектор между точките с висока точност. Необходимо условие за това е в двете точки да бъдат наблюдавани еднакви спътници в еднакви епохи от време. Продължителността на наблюденията зависи основно от разстоянието между референтната и определяемата точка.

Ако т. А е референтна точка, т. В - определяема, а \mathbf{b}_{AB} - пространственият вектор между тях, то връзката между пространствените вектори \mathbf{r}_A (X_A, Y_A, Z_A) и $\mathbf{r}_B(X_B, Y_B, Z_B)$ на двете точкиможе да бъде представена по отделни компоненти като:

$$\boldsymbol{b}_{AB} = \begin{bmatrix} X_B - X_A \\ Y_B - Y_A \\ Z_B - Z_A \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} \Delta X_{AB} \\ \Delta Y_{AB} \\ \Delta Z_{AB} \end{bmatrix}.$$
 (2.35)



Фиг. 4. Схема на относително измерване и предаване на данните за последваща обработка

В учебната практика описаният метод се прилага основно за създаване на геодезическа основа.

• Кинематичен метод в реално време (RTK)

Кинематичните методи в реално време се базират на фазови измервания, извършвани едновременно от неподвижен приемник в референтна станция с известни координати, и от подвижни приемници - в определяемите точки. На базата на разликите между измерените и геометричните разстояния в референтната станция, за всяка двойка "станция-спътник" се изчисляват т. нар. RTK корекции, които се излъчват в реално време чрез радио- или клетъчни телекомуникационни канали. Това позволява коригиране с висока точност на измерваните от подвижния приемник псевдоразстояния, фиксиране на броя цели цикли в реално време, вследствие на което резултатите от измерванията са налични веднага.

Инициализацията на подвижните приемници при метода RTK изисква наличие на поне 5 спътника за първоначално определяне на броя цикли на носещата честота. Измерванията след това се извършват при поддържане на постоянно ГНСС наблюдение към поне 4 общи спътника. Методът RTK осигурява точност в реално време от порядъка на 1 ст + 2 ррт. Източниците на грешки при RTK метода са силно корелирани, тъй като зависят от едни и същи наблюдавани спътници. Поради тази причина посочената висока точност важи на разстояния до 10 km от единична референтна референтната ГНСС станция.



Фиг. 5. Схема на RTK измерване и предаване на данните в реално време

В рамките на учебната практика по ОГМ и ГНСС, методът RTK с единична референтна станция се прилага като допълващ мрежовите RTK методи, основно при геодезическото заснемане на парковата инфраструктура.

• Кинематичен метод с последваща обработка (РРК)

Поради по-продължителните наблюдения, необходими за постигане на висока точност, както и невъзможността за работа в реално време, статичните методи не се прилагат в етапа на трасиране и измерването на подробни точки. Съществуват обаче условия, при които за измерване на тези точки е приложим и се използва метода PPK (Post-Process Kinematic) – кинематичен метод с последваща обработка. Подобно на описаните дотук методи, в PPK също се извършват ГНСС измервания в неподвижна референтна станция и подвижни приемници. Характерно за този метод е сравнително краткото времетраене на наблюденията в подвижните приемници – при последващата обработка на кинематично ГНСС измерване с продължителност от порядъка на десетина секунди се постига сантиметрова до милиметрова точност. По-особеното в случая е, че кинематичното измерване се предхожда от статично определяне на броя цикли на носещта честота, с необходимо първоначално време от порядъка на 6-10 min при видимост минимум 5 спътника. Веднъж инициализирани, ГНСС приемници могат да измерват подробни точки с производителност, близка до тази при RTK метода, но резултатите от измерванията са налични не в реално време, а само след съвместната им последваща обработка в референтната станция.

В рамките на учебната практика по ОГМ и ГНСС методът РРК се използва на етапа на извършване на геодезическата снимка, при липса на мобилен интернет. Основният му недостатък е невъзможността за работа в реално време, респективно извършване на трасировки.

2.4.2. Мрежови методи

Мрежовите методи се реализират чрез мрежова инфраструктура, състояща се от референтни станции, свързани по различни комуникационни канали - интернет, телефонни линии и др. - с контролен изчислителен център. За разлика от методите с единични станции,

мрежовите методи осигуряват работа с висока точност на значително по-големи разстояния от референтните станции, както и по-точно определяне на параметрите, водещи до поява на грешки в измерванията – йоносферна и тропосферна рефракция, грешки в орбитите на спътниците и др.

В зависимост от вида и оперативността на данните, събирани в мрежовите инфраструктурни референтни станции, могат да бъдат разграничени няколко основни типа:

- научно-изследователски мрежи предлагат сурови фазови измервания и прецизни ефемериди за последваща обработка (EUREF, IGS и др.);
- комерсиални мрежи предлагат сурови (необработени) фазови измервания, RTK и диференциални корекции в реално време и за последваща обработка (българските Геонет, 1 Yocto и др).

В зависимост от метода на ГНСС позициониране, който се осигурява с данните от мрежовите станции, основните мрежови методи могат да се разделят на:

- Мрежови относителни методи реализират са в два режима:
 - в реално време тези методи се базират на фазови измервания и RTK корекции, предавани в реално време от активни станции чрез радиоизлъчване или по интернет. Това осигурява разрешаване на фазовата неопределеност в кинематичен режим и постигане на висока точност на разстояния до 30-35 km от мрежовите станции;
 - с последваща обработка чрез изтегляне от интернет и обработка на данни от активни или пасивни перманентни станции, данните от които осигуряват фиксирано решение за статични измервания на разстояния от няколко десетки километра (при активните) до няколкостотин километра (при пасивните);
- Мрежови диференциални методи при тези методи, на базата на ГНСС измервания в мрежови станции за мониторинг се определят диференциални корекции: усреднени корекции от кодови измервания, прецизни данни за спътниковите орбити и грешките в скалите им за време, йоносферни корекции и др. Точността на тези корекции, в общия случай, не е достатъчна за разрешаване на фазовата неопрделеност. Приложението на мрежовите диференциални методи е основно за работа в реално време. ГНСС системите, предлагащи корекции чрез мрежи от станции с континентално и глобално покритие, са известни като ДГНСС с широк обхват.

При мрежовите методи данните от станциите – диференциални и RTK корекции за работа в реално време - се генерират на базата на ГНСС наблюдения и съвместна обработка на измерванията от цялата мрежа. По този начин се постига прецизно моделиране на всички физически източници на грешки в обхвата на нейното покритие. Този метод за създаване на корекции се прилага от повечето диференциални (сред които EGNOS⁷ и OmniSTAR⁸) и относителни (сред които VRS, описан по-надолу) мрежови методи.

• Мрежови методи с научно-изследователски инфраструктурни станции

⁷ EGNOS (European Geostationary Navigation Overlay Service) – регионална спътникова диференциална ГНСС система, осигуряваща кодови едночестотни (L1) корекции с точност около 50 сm за територията на Европа, разпространявани от геостационарни спътници.

⁸ Диференциална спътникова ГНСС услуга със световно покритие, предлагаща прецизни корекции към орбитите и скалите за време на спътниците в реално време (технология, известна като PPP), с цел получаване на дециметрова точност без необходимост от измервания в допълнителна референтна станция.

Научно-изследователските инфраструктурни станции са част от различни по площ на покритие и предназначение мрежи, които основно се делят на:

- глобални (IGS);
- регионални EUREF EPN (Европа), AUSPOS (Австралия и Азия) и др.

Най-голямата глобална мрежа от перманентни станции се поддържа от службата IGS (International GNSS Service), разполагаща с над 500 глобално разположени станции (фиг. 6), с координати и скорости отнесени към международната референтна координатна система ITRS.



Фиг. 6. Разположение на станциите от мрежата IGS (общо 516 към август 2017 г.)

Източник: <u>http://www.igs.org/network</u>

Данните се обработват и анализират независимо от 7 служби и се архивират ежедневно в регионални и глобални центрове за данни. Службата предлага орбитни данни за спътниците с различни нива на точност. Прогнозни орбитни данни (т. нар. ефемериди) с точност 10 ст са на разположение в почти-реално време, а орбитни данни с по-висока точност са на разположение със закъснение от 1 ден (предварителни) до 2 седмици (окончателни). Окончателното решение осигурява точност около 2.5 ст за спътници от системите GPS и ГЛОНАСС.

Освен за изтегляне и обработка директно от потребителите, данните от мрежата ISG се използват и от служби, които предлагат безплатна автоматична онлайн обработка с институтски софтуер на потребителски ГНСС измервания. Те се изпращат към службите по интернет, където се обработват съвместно с данни от перманентните станции (IGS, EUREF и др.) - обикновено предварителните орбитни данни, - след което готовите резултати се изтеглят обратно⁹. Осигуряваната по този начин точност достига сантиметрово ниво на разстояния от стотици километри между положението на потребителите и перманентните станции, използвани в обработката.

В рамките на практиката по ОГМ и ГНСС, мрежовият относителен метод с данни от научноизследователски мрежи се прилага на етапа на създаване на геодезическа основа, чрез

⁹ В рамките на упражненията по ГНСС в шести семестър на дисциплината "Маркшайдерство и геодезия" се използват услугите на една от тях – AUSPOS: <u>http://www.ga.gov.au/scientific-topics/positioning-navigation/geodesy/auspos</u>

използване на данни от единствената IGS станция в България, SOFI, разположена във Витоша, на около 10 km от района на провеждане на практиката.

• Мрежови методи с комерсиални инфраструктурни станции

Мрежовите относителни методи осигуряват фазови измервания или корекции към тях, в реално време (RTK) или за последваща обработка, оптимизирани чрез моделиране на физическите източници на грешки в обхвата на нейното покритие. Корекциите за работа в реално време се предават посредством радио- или клетъчни комуникации, а суровите измервания за последваща обработка - чрез поръчка и изтегляне от интернет. Основните видове мрежови относителни подходи са известни със съкращенията VRS (патент на компанията Trimble), MAX/iMAX (патент на Leica), и FKP (на Geo++). В рамките на практиката се прилага първият от тях, ето защо е разгледан по-подробно.

1) Виртуална референтна станция (VRS)

Основната концепция, заложена при метода VRS е преобразуване на реални ГНСС измервания от физически референтни станции в изкуствени ГНСС измервания, отнесени към местоположението на несъществуващи, т. нар. виртуални референтни станции. Това се постига чрез двупосочна комуникационна връзка, което позволява разполагането им на незначително разстояние от истинското местоположение на подвижните приемници.

В най-общ вид схемата на функциониране на метода VRS е следната (фиг. 7):

- а. Подвижният ГНСС приемник изпраща в контролния център на мрежата данни за своето приблизително местоположение, чрез протокола NMEA-0183 по каналите за мобилни комуникации (GSM/GPRS);
- b. На базата на тези данни и ГНСС наблюденията от референтните станции, за всеки отделен подвижен приемник се създават измервания за т. нар. виртуална референтна станция V, разположена в съвсем близка нейна околност, определена от точността на единичните ГНСС измервания;
- с. Изкуствено създадените фазови измервания се предават в реално време към подвижните приемници в RTCM/NTRIP формат. Освен в реално време, данните са достъпни и за последваща обработка, при което същите се изтеглят от интернет-сайта на съответния мрежови доставчик в стандартен или компресиран RINEX формат.

Приложението на метода VRS е включено в изследване на възможностите за определяне на местоположението чрез мрежови RTK методи в третата глава на дисертацията. Ето защо по-надолу е описан подходът за създаване на VRS от фазови измервания. От уравнението за фазови измервания (2.3), след заместване, се получава:

$$\Phi_r^s(t) = \frac{1}{\lambda^s} \varrho_r^s(t) + N_r^s + f^s \Delta \delta_r^s(t), \qquad (2.36)$$

В горното уравнение, зависимите от промяната на местоположението на приемника r величини в една и съща епоха t са фазовото измерване $\Phi_r^s(t)$ и геометричното разстояние $\varrho_r^s(t)$. Броя цели цикли N и комбинираната грешка от неточните приемникови и спътникови скали за време $\Delta \delta_r^s$ не се променят с изменение на положението на приемника в епоха t. Ако приемем, че приемникът е разположен първо в мрежова инфраструктурна ГНСС станция A (представен от пространствения вектор \mathbf{r}_A , (фиг. 7), а след това във виртуалната станция $V(\mathbf{r}_V)$, се получават зависимостите:

$$\Phi_r^s(\mathbf{r}_{\mathrm{A},t}) = \frac{1}{\lambda^s} \varrho_r^s(\mathbf{r}_{\mathrm{A},t}) + N_r^s + f^s \Delta \delta_r^s(t) + \Delta_r^s(\mathbf{r}_{\mathrm{A},t}), \qquad (2.37)$$

$$\Phi_r^s(\mathbf{r}_{\mathrm{V},t}) = \frac{1}{\lambda^s} \varrho_r^s(\mathbf{r}_{\mathrm{V},t}) + N_r^s + f^s \Delta \delta_r^s(t) + \Delta_r^s(\mathbf{r}_{\mathrm{V},t}),$$

където

$$\Delta_r^s(\mathbf{r}_{A,t}) = O(\mathbf{r}_{A,t}) + I(\mathbf{r}_{A,t}) + T(\mathbf{r}_{A,t}), \qquad (2.38)$$
$$\Delta_r^s(\mathbf{r}_{V,t}) = O(\mathbf{r}_{V,t}) + I(\mathbf{r}_{V,t}) + T(\mathbf{r}_{V,t})$$

представляват компонентите на различните видове грешки – спътникови орбити O, йоносферна I и тропосферна T рефракция – във физическата и виртуалната станции. Грешките в първото уравнение $\Delta_r^s(\mathbf{r}_{A,t})$ могат да бъдат определени с висока точност, тъй като координатите на референтните станции са известни. Основният проблем е да бъдат определени грешките във виртуалната станция $\Delta_r^s(\mathbf{r}_{V,t})$ във второто уравнение. За целта, след формиране на единични фазови разлики се получава:

$$\Phi_r^s(\mathbf{r}_{\mathrm{V},t}) = \Phi_r^s(\mathbf{r}_{\mathrm{A},t}) + \frac{1}{\lambda^s} \left[\varrho_r^s(\mathbf{r}_{\mathrm{V},t}) - \varrho_r^s(\mathbf{r}_{\mathrm{A},t}) \right] + \Delta_r^s(\mathbf{r}_{\mathrm{V},t}).$$
(2.39)

В лявата част на това уравнение се съдържат изкуствено генерираните фазови измервания за виртуалната станция. Те могат да бъдат генерирани, без да бъдат фактически измервани, ако всички членове в дясната част бъдат точно определени, като основният неизвестен параметър е $\Delta_r^s(\mathbf{r}_{V,t})$. $\Phi_r^s(\mathbf{r}_{A,t})$ – фазово измерване, $\varrho_r^s(\mathbf{r}_{A,t})$ – измерено псевдоразстояние във физическата референтна станция. Координатите на пространствения вектор \mathbf{r}_V се определят с единично кодово ГНСС измерване от подвижния приемник. Найопростеният модел за решаване на уравнението включва определянето на всички компоненти на грешките в три референтни станции A,B,C - $\Delta_r^s(X_A,t)$, $\Delta_r^s(X_B,t)$, $\Delta_r^s(X_C,t)$ в околност на виртуалната станция, и прилагане на линейно интерполиране по разстоянието между физическите станции и виртуалната. При използване на повече от три станции има възможност за изравнение на резултатите по МНМК.

За нуждите на практиката по ОГМ и ГНСС се използва мрежовата ГНСС инфраструктура "Геонет". Тя осигурява комерсиална услуга с до 2 ст точност при определяне на местоположение чрез ГНСС. Мрежата има 100% покритие на територията на страната. Състои се от 30 перманентни референтни GNSS станции и контролен център, оборудван с мрежов ГНСС софтуер, в който се събират и обработват данните от спътниковите системи GPS и ГЛОНАСС.



Фиг. 7. Създаване на виртуална референтна станция (VRS). Означения: МИГС – мрежова инфраструктурна ГНСС станция; МГС – мрежов ГНСС софтуер.

Мрежата е изградена с инфраструктурни CORS приемници – Trimble NetR5 и Trimble NetR8, и мрежов софтуер Trimble GPSNet. Администрирането, техническата поддръжка и връзката с клиентите на мрежата се осъществява от компанията-оператор "Солитех" АД. Мрежата предлага три вида услуги през интернет: GEO-RTK (достъп до фазови RTK измервания и корекции с точност 2 ст в реално време, VRS DGNSS (достъп до кодови диференциални корекции с дециметрова точност в реално време), PPDATA (достъп до сурови/необработени данни за последваща обработка). Услугите в реално време на "Геонет" са достъпни на IP адрес 95.43.249.1 (gnss.geonet.bg), порт 2101, и се състоят от различни конфигурации, показани на фиг. 8.

Add Streams from Caster ? X														
	Caster host User		gnss. user	geonet.bg V	G	aster port Password	2101		c I	asters tab Ntrip Versio	le on	2	Show -	
	mountpoint	entifi	format	format-details	carrier	system	network	country	lat	long	nmea	solution	gener	ator
1	CMRplus_VRS	Ge	CMR+	Obs(1), Info(10), PrsInfo(11)	2	GPS+GLONASS	EUREF	BGR	42	24	yes	1	Trimble GPS	SNet
2	DGPS	DG	RTCM 2.1	1(1),3(10),18(1),19(1)	2	GPS+GLONASS	GeoNet	BGR	42	24	yes	1	Trimble GPS	SNet
3	RTCM_23_FKP	RT	RTCM 2.3	1(1),3(10),20(1),21(1)	2	GPS	GeoNet	BGR	42	24	yes	1	Trimble GPS	SNet
4	RTCM_23_VRS	RT	RTCM 2.3	1(1),3(10),18(1),19(1)	2	GPS+GLONASS	GeoNet	BGR	42	24	yes	1	Trimble GPS	SNet
5	RTCM_31_VRS	RT	RTCM 3	1004(1),1005/1007(5),PBS(10)	2	GPS+GLONASS	GeoNet	BGR	42	24	yes	1	Trimble GPS	SNet
6	RTCM_31T_VRS	RT	RTCM 3	1(1),3(10),18(1),19(1)	2	GPS+GLONASS	GeoNet	BGR	42	24	yes	1	Trimble GPS	SNet
7	RTCM3Net_MAC	RT	RTCM 3	1004(1),1005/1007(5),1014(1, 1	2	GPS	GeoNet	BGR	42	24	yes	1	Trimble GPS	SNet
Help=Shift+F1 Map Get table Select Close														

Фиг. 8. Конфигурации на услугите в реално време на "Геонет". Изглед от софтуера BNC – NTRIP клиент, разработен от Германската служба по картография и геодезия (BKG).

За нуждите на RTK измерванията в практиката по ОГМ и ГНСС се използва услугата GEO-RTK, с конфигурация 1 – CMRplus_VRS (изкуствени измервания от виртуална референтна станция за системите GPS и ГЛОНАСС, пренасяни към потребителя чрез протокол CMR+. Протоколът CMR+ се състои от три съобщения (колона *format-details*): Obs(1) – измервания, Info(10) – координати на референтната станция, PrsInfo(11) – описание и име на референтната станция. Подробно описание на протокола CMR+ може да се намери в (Talbot, 1996).

ГНСС



Фиг. 9. Карта на мрежата ГЕОНЕТ (Солитех АД, 2017).

От гледна точка на геодезическите работи в рамките на практиката по ОГМ и ГНСС, приложението на мрежовите относителни методи е удобно и удачно, тъй като се избягва необходимостта от разполагане на собствени референтни станции. Точността на метода VRS осигурява точност в рамките на 2 ст по положение в реално време. Инициализацията на приемниците се извършва достатъчно бързо за осигуряване на висока производителност на геодезическата работа.

2.4.3. Формати за обмен на данни

• RINEX

Форматът RINEX (Receiver Independent Exchange) е служи за обмен и съвместна обработка на ГНСС данни, извършвани с различни търговски марки приемници. Форматът RINEX използва кодиране със стандартни ASCII символи. Наличен е и в компресирана версия, съдържаща само разликите в измерванията между отделните епохи. От създаването си през 1989 г. досега форматът претърпява редица актуализации за обезпечаване на нуждите на все по-развиващата се ГНСС индустрия. Най-широко използваните типове RINEX формати са два – за суровите фазови, кодови и Доплерови ГНСС наблюдения, и за спътниковите ефемериди. По-важни версии на формата и основните промени в тях са (International GNSS Service (IGS), RINEX Working Group and Radio Technical Commission for Maritime Services Special Committee 104 (RTCM-SC104), 2015):

Версия	Описание
DINEY 2 00	Първоначалната версия RINEX 1.00 е допълнена през 1990 г. с възможност за
KINEA 2.00	обмен на измервания от системата ГЛОНАСС.
DINEV	Амплитудата на носещата честота е включена като наблюдавана величина за
2 10/2 11	определяне на мощността на сигнала; включена е възможност за дискретизация на
2.10/2.11	аналоговия ГНСС сигнал в дробни интервали от секундата.
DINEV 2 01	Структурата на формата е обновена за фазови измервания, специфични за
KINEA 5.01	сигналите от системата Galileo.
RINEX 3.02	Включена е поддръжка на китайската Beidou и японската регионална QZSS.
DINEV 2 02	Поддръжка на индийската регионална IRNSS, допълнения във формата за данни
KINEA 5.05	от BeiDou, GPS навигационното съобщение и др.

• RTCM

Форматът RTCM (съкр. от Radio Technical Commission for Maritime Services) служи основно за предаване на данни в реално време между базов и подвижен ГНСС приемник. Първоначално създаден за обслужване на различни задачи във флотата, понастоящем RTCM се използва за всякакви приложения, свързани с предаването на ГНСС данни. Подобно на RINEX, форматът RTCM търпи постоянно актуализиране в съответствие с развитието на съвременните ГНСС приложения. Състои от различни типове двоични съобщения, обуславящи вида на предаваните ГНСС данни. Някои от основните версии на RTCM, използвани в ГНСС, са:

Версия	Описание
RTCM 2.0	Осигурява предаване на диференциални корекции към псевдоразстоянията от единични референтни станции (DGPS) и геостационарни спътници (OmniSTAR VBS).
RTCM 2.1	Допълнен е със съобщения за предаване на фазови RTK корекции;
RTCM 2.2	Включени са съобщения за системата ГЛОНАСС;
RTCM 2.3	Включени са допълнителни съобщения за подпомагане на RTK методите, поддържащи пренос на сурови кодови и фазови измервания, както и координати на фазовия център на референтната станция. Форматът поддържа предаване и на мрежовите корекциите VRS, iMAX и FKP, но редуцирани до единична референтна станция.
RTCM 3.1	Версия на формата, оптимизирана за по-пълноценно усвояване на лентата на комуникационния сигнал при работа в реално време по мрежови методи. Оптимизиран за предаване на пълните, нередуцирани мрежови RTK корекции VRS и MAX, допълнен е с нови съобщения за орбитните параметри за GPS и ГЛОНАСС спътниците (1057-1068), чрез което се спомага и ускорява процесът на инициализация при метода PPP, както и съобщения, осигуряващи готови 7-параметрични афинни трансформации на потребителите;
RTCM 3.3	Последна към момента версия, допълнена със съобщения за системите Galileo и Beidou, инструментални грешки за спътниците ГЛОНАСС, и др.

Табл. 4. Версии на протокола RTCM

• CMR

Форматът CMR (Compact Measurement Record) е разработен от Trimble през 1992 г., и се използва за пренос на компресирани RTK данни и корекции, което намалява обема на трафика между базовите станции и подвижните приемници. Към момента има три версии, първите две от които са широко прилагани от всички производителни на ГНСС оборудване.

Табл. 5.	Версии	на	протокола	CMR
----------	--------	----	-----------	-----

Версия	Описание
CMP	Първа версия на формата, с първоначално непубликуван, но впоследствие
CIVIK	отворен алгоритъм.
CMP+	Обновена версия на CMR, с отворен алгоритъм. Добавена е възможност за
	пренос на RTK данни за ГЛОНАСС.
	Последна версия, към момента с непубликуван алгоритъм, достъпен само за
	приемници Trimble. Предлага ок. 40% по-висока степен на компресия на
CMRx	пренасяните данни спрямо CMR/CMR+. Поддържа третата носеща честота
	GPS L5, сигнали от системите Galileo и Beidou, и др. (Trimble Navigation
	Limited, 2009).

• NTRIP

NTRIP (съкр. от Network Transfer of RTCM via Internet Protocol) е протокол, регламентиращ предаването на RTCM съобщения по интернет. Създаден от Германската служба по картография и геодезия (BKG), по-късно възприет и от комисията RTCM. Това е основният протокол за предаване на мрежови RTK корекции по интернет.

• NMEA-0183

Форматът NMEA-0183 (съкр. от National Marine Electronics Association) служи за обмен на данни между различни видове електронни устройства, включително ГНСС приемници. Данните се предават като ASCII символи, групирани в отделни изречения, всяко от които съдържа различни по тип данни – координати, алманах, състояние на спътници и др. Форматът може да се предава по GSM/GPRS, Bluetooth, чрез сериен кабел и др. Използва се в много геодезически приложения, напр. за предаване на приблизителното местоположение на подвижните ГНСС приемници към мрежовия сървър при метода VRS.

В следващия раздел са описани видовете измервания и начина на тяхното провеждане съгласно заданието на практиката по ОГМ и ГНСС.

2.5. ГНСС измервания

Метод: Опорната геодезическа мрежа в рамките на учебната практика се измерва основно чрез статични ГНСС измервания. Предвидено е и спомагателно приложение на RTK методи за проверка и текущ контрол на резултатите от ъглово-линейните измервания. Геодезическата снимка се извършва предимно в реално време, чрез мрежовия кинематичен метод VRS, а при необходимост – и с последваща обработка (PPK).

Статичните методи се извъшват с интервал между измерванията - 1 секунда, при максимална дължина на базисните вектори - 25 km, с използване на данни от инфраструктурната базова станция SOFI (част от мрежата EUREF EPN), и по една станция от сертифицираните комерсиални мрежи в България.



Фиг. 10. Точки от държавната GPS мрежа и инфраструктурни ГНСС станции в района на практиката, и нормативно регламентирана продължителност на измерванията според дължината на базисните вектори.

Кампанията със статични измервания е разделена на отделни сесии. Примерен образец, който при необходимост може да се конфигурира е даден в табл. 6. Сесии 1 и 12 служат за планова и височинна връзка на мрежата към геодезическа координатна система БГС2005, както и за създаване на локален трансформационен модел между БГС2005 и координатна система КС1970. Продължителността на измерване в точките от ГММП в района на практиката е 60 min. Всички останали сесии, предвид близостта на точките една до друга, са с продължителност от 10 min. Мрежата се изравнява групово, като всяка точка от нея се свързва с поне две ГММП станции.

Сесия	Stonex S8plus	TRM R4-2	CHC i80	продылжителност	
	(Първа група)	(Втора група)	(Трета група)	на измерване	
1	gt1028	gt1028	gt1030	60 min	
2	gt1028	gt1028	pt17	10 min	
3	pt13	pt19	pt17	10 min	
4	pt13	pt6	pt15	10 min	
5	pt14	pt6	pt7	10 min	
6	pt14	gt1030	pt5	10 min	
7	pt10	gt1030	pt12	10 min	
8	pt11	pt2	pt12	10 min	
9	pt11	pt1	pt4	10 min	
10	pt5	pt1	gt1029	10 min	
11	gt1030	pt3	gt1029	10 min	
12	gt1030	gt1010	gt1011	60 min	

Табл. 6. Примерна конфигурация на ГНСС сесиите при работа с 3 приемника

По-голямата част от мрежата е стабилизирана на терена с геодезически пирони. При необходимост от проектиране на нови точки, както и за откриване на съществуващите на терен е препоръчително да се използва специализираното уеб-ГИС приложение "Практика по ОГМ и ГНСС", достъпно през следния линк:

http://arcg.is/180LWu



Фиг. 11. Уеб-интерфейс на приложението "Практика по ОГМ и ГНСС"

Най-достъпният начин за визуализиране на тази карта на терен е чрез мобилното приложение **Collector for ArcGIS**, налично за Android, iOS и Windows. След неговото изтегляне и инсталиране, ръководителят на практиката осигурява потребителско име и парола за достъп. Програмата работи в онлайн режим, свързвайки се с профила на катедра "Маркшайдерство и геодезия" в облака ArcGIS Online. Наличен е и режим за работа офлайн, при който следва да се изтегли кеширано копие на картата.



Фиг. 12. Изгледи от мобилния ГИС софтуер ArcGIS Collector, използван за достъп до уеб-ГИС приложението "Практика по ОГМ и ГНСС"

Точност: По отношение на статичните измервания, към опорната геодезическа мрежа се прилагат изискванията за точност от (МРРБ, 2011), валидни за ГММП, т.е. средна квадратна грешка по всяка координатна ос - до 2 ст.

За RTK измерванията са в сила следните изисквания:

- Всички подробни точки (лампи, дървета, шахти и пр.) се определят с единични измервания и точност под 10 сm;
- Всички бордюри се определят с автоматични (последователни) измервания на контурни точки с точност под 5 сm;
- За контрол на ъглово-линейните измервания всички точки от РГО, включително временните работни точки (ако има такива), следва да се преизмерят с 30-секундни измервания и точност под 5 ст;
- Теренните точки, необходими за създаване на цифров модел на релефа, се измерват с точност до 5 сm, при гъстота, както следва:
 - о за моделиране на изоставения плавателен канал "Панчарево Павлово" 30 точки/декар, хомогенно разпределени за правилно отразяване на изкопа;
 - о за останалата част от района на практиката, предвид равнинния му характер 10 точки/декар.

Всички точки се измерват само с фиксирано RTK решение, освен теренните, за които е допустимо използването и на плаващо решение.

Оборудване: В рамките на практиката се използват три многочестотни ГНСС приемника:

- Trimble R4-2
- Stonex S8plus
- CHC i80

Табл. 7. Сравнителни характеристики на ГНСС апаратурата, използвана в учебната практика

Характеристика	Trimble R4-2	Stonex S8plus	СНС і80
Основни ГНСС сигнали	• GPS: L1C/A, L2E • GLONASS: L1C/A, L1P, L2C/A, L2P	 GPS: L1C/A, L2C GLONASS: L1C/A, L1P, L2C/A, L2P BeiDou: B1 	 GPS: L1C/A, L1C, L2C, L2E, L5 GLONASS: L1 C/A,L1P, L2 C/A, L3 CDMA Galileo: E1, E5A, E5B, E5AltBOC BeiDou: B1, B2
Брой канали	72	120	220
Точност (<i>ср. кв.</i> грешка) в статичен режим (максимални стойности)	• 3 mm + 0.1 ppm (Hz) • 3.5 mm + 0.4 ppm (V)	• 5 mm + 0.5 ppm (Hz) • 10 mm + 0.5 ppm (V)	• 2.5 mm + 0.5 ppm (Hz) • 3.5 mm + 0.5 ppm (V)
Точност (ср. кв. грешка) в RTK режим (единична референтна станция под 30 km)	• 8 mm + 1 ppm (Hz) • 15 mm + 1 ppm (V)	• 10 mm + 1 ppm (Hz) • 20 mm + 1 ppm (V)	• 8 mm + 1 ppm (Hz) • 15 mm + 1 ppm (V)
Точност (ср. кв. грешка) в мрежов RTK режим (виртуална референтна станция)	• 8 mm + 0.5 ppm (Hz) • 15 mm + 0.5 ppm (V)	• 10 mm + 1 ppm (Hz) • 20 mm + 1 ppm (V)	• 8 mm + 1 ppm (Hz) • 15 mm + 1 ppm (V)
Протоколи	RTCM 2.1, RTCM 2.3, RTCM 3.0, RTCM 3.1, CMR, CMR+, CMRx, NMEA 0183	RTCM 2.1, RTCM 2.3, RTCM 3.0, RTCM 3.1, CMR, CMR+, NMEA 0183	RTCM 2.3, RTCM 3.2, CMR, CMR+, sCMRx, NMEA 0183, директен запис в RINEX
Вграден радиомодем	Не	410-470 MHz; TT450s, SATEL, Stonex type 1	403-473 MHz; TrimTalk, EOTT, SATEL
Защита от външни условия ¹⁰	IP67	IP67	IP67
Тегло (с батерия)	1.34 kg	1.2 kg	1.5 kg
Вградена памет	11 MB	256 MB	32 GB
Софтуер за управление	Trimble Access	Carlson SurvCE	Уеб-интерфейс
Комуникация	Bluetooth, 2 RS232 порта (7-пинов Lemo и DB-9)	Вluetooth, 2 RS232 порта (7-пинов и 5-пинов Lemo)	Wi-Fi, Bluetooth, WWAN (GSM/GPRS), 1 RS232 порт (7-пинов Lemo), USB
Година на производство	2011	2014	2016

2.5.1. ГНСС приемник Trimble R4-2

• Устройство

Trimble R4-2 е многочестотен, мултисистемен приемник със система за откриване и следене на сигнали, реализирана въз основа на изцяло обновена концепция. Уредът позволява надеждното измерване на псевдоразстояния и фази на носещите честоти дори в условия на неблагоприятна видимост. В случаите на прекъсване на сигналите повторна инициализация се извършва за 10 секунди.

Управлението на работата с ГНСС приемника Trimble R4 се осъществява чрез контролер Trimble TSC2, с инсталиран софтуер Trimble Access. TSC2 е PDA устройство с операционна

¹⁰ IP – Индикатор за защита от външни условия (от Ingress Protection), приет според международния стандарт IEC 60529.

система Microsoft Windows Mobile 6, 520 MHz процесор, 128 MB RAM и 512 MB вградена флаш-памет. Комуникацията му с ГНСС приемника Trimble R4 GNSS се извършва през Bluetooth. Свръзката на ГНСС приемника с мрежовите референтни станции се извършва с външен GSM/GPRS модем (телефон Nokia 302), и се пренасочва през контролера.



Фиг. 13. Отляво надясно: ГНСС приемник Trimble R4, контролер Trimble TSC2 и външен GSM/GPRS модем (Nokia 302)

Идентичният интерфейс на Trimble Access позволява управление и съхранение на данни от ГНСС приемника Trimble R4 и роботизираната тотална станция Trimble S6, и ползване на общи файлове (формат .job). Кратко описание на приложните програми и функции за ориентиране, кодиране, заснемане, трасиране, СОGO функции и други характеристики на софтуера са дадени в табл. 8.



• Ред на работа за статични измервания

Общият ред на работа в статичен режим включва: 1) конфигуриране на работен режим (ако е необходимо); 2) свързване с ГНСС приемник; 3) инсталиране на приемници на изходни точки; 4) инсталиране на приемници на определяеми точки; 5) начало на измерването; 6) измерване на точки, попълване на карнети; 7) край на измерването.

Следва по-детайлизирано описание на основните операции.

- 1) Приемника и контролера се включват;
- Стартира се софтуера Trimble Access. При необходимост от създаване или редактиране на режим за работа с последваща обработка на статични измервания, се избира Settings/Survey Styles;
- 3) За нуждите на учебната практика е създаден режима *PPData*, чиито настройки могат да бъдат разгледани чрез Edit. При създаване на ГНСС режими в Trimble Access се въвеждат два типа настройки – за режим "приемник на базова точка" (Base Options), и за режим ,,приемник на определяема точка" (Rover Options), при все че за статични измервания на точки в рамките на учебната практика, включително базовите, се използва само втория тип (Rover). PPData е работен режим тип FastStatic. Сред по-важните настройки за опцията Rover Options е измерванията да се записват в приемника, вместо в контролера. В опцията FastStatic point се задават и конфигурират настройките за измерване на точка в статичен режим, сред които: интервал на запис (Logging interval) -1 секунда, ограничение на спътниците над хоризонта (Elevation mask) – 0° , PDOP – 6; времената по подразбиране за 4, 5 и 6 видими спътника не трябва да се променят; в Auto store point (автоматично запаметяване на измерване) не трябва да има отметка, защото в много случаи продължителността на измерването се определя на място, в зависимост от условията на измерването на мрежата, разположението на другите приемници и т.н.. Запаметяването на конфигурирания или новосъздаден режим се извършва чрез Store;



Фиг. 14 (а, б, в). Последователност при настройка на работни режими в Trimble Access

4) Измерването на точки се извършва в следната последователност:

- а. Приемника се центрира чрез щок или тринога върху точката, подлежаща на измерване. При станциониране върху гладки повърхнини (напр. полирани плочници), при наличие на силен вятър, вибрации и пр., стабилното центриране на уредите за продължителността на сесията трябва да бъде осигурено задължително;
- b. В Trimble Access се стартира модула General Survey;
- с. Контролерът следва автоматично да се свърже с включения приемник чрез Bluetooth, индикатор за което е поява на икона с Trimble R4 в дясната част на екрана, заедно с броя на видимите в момента спътници;
- d. Чрез Jobs/New job се създава нов проект. Като име се задава факултетния номер на оператора. Важно уточнение е, че този проект (.job файл) няма да съдържа суровите ГНСС измервания (които се записват в паметта на приемника с разширение .T02), а служи само за управление на ГНСС приемника: начало и край на записа на данни, въвеждане на име и височина на антената и пр.
- e. Измерването се стартира с *Measure/Measure Points*. Въвеждат се име на точката, височина на антената и тип на измерената височина, както следва: Bottom of antenna mount (основа на антената) вертикална височина, подходяща за използване при монтиране на щок; Center of bumper (център на жълтия гумен уплътнител) наклонена височина, подходяща за използване при монтиране высочина, подходяща за използване при монтиране височина, подходяща за използване сепter (фазов център на антената) вертикална височина до електронния център на антената, която се използва само по изключение);
- f. С бутона Measure се дава начало на записването на сурови измервания. В този момент е препоръчително попълването на карнета за статични ГНСС измервания (Приложение 2);
- g. След изтичане на времето, зададено в Settings/Survey Styles/PPData/FastStatic Point (обикновено 15 минути при наличие на 6 спътника), и при изключена опция за автоматично запаметяване на измерването, се появява бутонът за запис *Store*. Измерванията се записват само тогава, когато необходимата продължителност на сесията е постигната от всички екипи, с които е препоръчително да се поддържа радио, GSM или интернет комуникация.
- Ред на работа за RTK измервания

RTK измерванията в рамките на учебната практика се извършват: 1) в точките от PГО - за контрол на ъглово-линейните измервания; 2) в характерни подробни, теренни и контурни точки - за геодезическо заснемане на ситуацията и създаване на числен модел на релефа. За разлика от статичните измервания, при които крайната точност се получава след тяхната обработка, тези в реално време получават крайната си точност още в момента на измерване, и не подлежат на последваща обработка. Ето защо, за постигане на поставените изисквания за точност, те следва да се изпълняват старателно и при спазване на всички препоръки.

- 1) Стартира се софтуера Trimble Access;
- 2) За нуждите на учебната практика е създаден работният RTK режим GeoNet_CMR. Работните режими в реално време изискват конфигуриране на мобилен интернет, което в Trimble Access се извършва чрез модула Settings/Connect/Internet Setup. При необходимост от създаване на нов работен RTK режим за достъп до мрежова ГНСС инфраструктура, необходимите стъпки са следните: 1) създаване на Bluetooth връзка между контролера и външен телефон/клетъчен модем¹¹; 2) създаване на GPRS връзка към мобилен оператор (MTEL, TELENOR или VIVACOM) с използване на свързания външен модем; 3) настройки на връзката към доставчик на мрежови RTK корекции (Геонет, 1Yocto и др.)¹²; 4) създаване на режим за работа с мрежови RTK корекции. Следва подетайлно описание на основните стъпки.
- 3) В Settings/Connect/Internet Setup се избира начина на свързване с интернет през външен телефон/модем, или Wi-Fi. Връзката, която е създадена за достъп на контролера TSC2 през телефона Nokia 302, е именувана **Trimble GPRS**. За

¹¹ Описаните стъпки могат да се проследят и в следното видео: <u>https://goo.gl/XGaV6s</u>

¹² Настройките за връзка към мрежова ГНСС са описани във видео на следния линк: <u>https://goo.gl/i2Npbt</u>

редактиране или създаване на нова връзка (напр. при повреда на наличната Nokia) се избира *New/Edit*, като в полето *Turn on Bluetooth* следва да има отметка. Свързването е автоматично, или ръчно с бутона *Connect*. В долната част на интерфейса софтуерът извежда текстови съобщения за статута на свързване. В илюстрирания с екранни изгледи пример (фиг. 15) е илюстрирано създаването на интернет GPRS връзка на име "Trimble RTK" чрез "Произволен телефон". Телефонът се сдвоява през Bluetooth чрез *Create parthenrship* и пренасочване съответното меню на Windows Mobile. Последователно се сдвоява ново Bluetooth устройство, избира се мобилния оператор, задава се име на връзката, и се осъществява свързване.



Фиг. 15 (а - з). Последователност при създаване на интернет връзка през външен Bluetooth модем

а. Създаване на връзка към инфраструктурната ГНСС мрежа

В рамките на учебната практика се използват услугите на мрежата "Геонет". Достъпът до тях се осъществява в интернет среда чрез NTRIP протокол. Трафикът на данни се извършва през създадената връзка Trimble GPRS, или през нова, създадена според стъпка. Връзката указанията в предишната към Trimble инфраструктурната мрежа Access ce конфигурира през В Settings/Connect/GNSS contacts. Профилът за връзка към "Геонет" е именуван GeoNet CMR¹³. Следните данни трябва задължително да бъдат въведени в контролера, за да се осигури достъп до системата: 1. Потребителско име (NTRIP username) и парола (NTRIP password) - катедра "Маркшайдерство и геодезия" разполага с 1 акаунт, обслужващ учебните занятия. Нови акаунти се получават по и-мейл, изпратен от администраторите на системата, след сключване на договор. Потребителското име и парола определят нивото на достъп, което е упоменато в

¹³ Суровите ГНСС наблюдения и корекциите към фазовите измервания от виртуалната референтна станция се предават чрез протокола CMR+

договора. 2. Интернет настройки - IP address: 95.43.249.1 или gnss.geonet.bg; Port: 2101; APN: internet.vivacom.bg.

Sonnect	• 3 🕘 ? — X	🐌 Edit GNSS contac	t 🕘 🕘 ? 🗕 🗙	🐌 Edit GNSS conta	ct 🔸 🚺 ? 🗕 🗙
Internet Setup		Name:		NTDID Configuration	
CNCC contacto		Geonet_KIN	Network connection		Lice MTRIP ut 0
GNSS contacts		Internet rover	Trimble RTK		OSE WIRLE VI.O.
Auto connect		Bluetooth modem:	Modem PIN:	Use proxy server:	
Radio settings		Произволен телефон	***		
<u>H</u> aulo settings		APN:		Connect directly to Mountpoi	int:
Bluetooth		:		Mountroint name:	NTDID ucerpamer
			1/3		? 2/3
				6	
🗢 Back		Esc	Enter	Esc	Enter
	All and the second second		Coning		Conrig

Фиг. 16 (а, б, в). Последователност при настройка на връзка към мрежата "Геонет"

- b. Създаване или конфигуриране на работен режим¹⁴ аналогично на работния режим за статични измервания, и при този за кинематични са налични два типа настройки за базов приемник (*Base options*) и за подвижен (*Rover options*). Необходимостта от връзка в реално време между базовия (единичен или в мрежа) приемник и подвижния, обаче, изисква конфигурирането на още две опции за предаване на корекции от базата (*Base radio*)¹⁵, и за приемането им в подвижния приемник (*Rover radio*).
 - При създаване на нов работен режим, в *Rover options* се избира тип **RTK**. Форматът на разпространение на данните е **VRS** (**CMR**). Препоръчително е измерванията да се записват като вектори (*Store points as:* **Vectors**). Приемникът Trimble R4-2 поддържа GPS $L2E^{16}$ и GLONASS (без L2C и L5).
 - В *Rover Radio* полето *Туре* се конфигурира като **Internet Connection**. В *GNSS Contact* се избира настройката за връзка към инфраструктурна ГНСС мрежа от предходната стъпка.

🐌 Rover options 🛛 🔊 🕻	? – X	Rover options	→ ①	? – X	📡 Rover radio 🛛 🕣 😶	? – X
Survey type:	50%			50%	Type:	50%
RTK		_[Tracking			Internet connection	
Broadcast format:	T	Use L2e:	GPS L2C:		Route through controller:	T
VRS (CMR)		Yes	Image: A state of the state	100	Yes	
Store points as:		GPS L5:	GLONASS:		GNSS Contact:	
Vectors			 Image: A state of the state of		GeoNet_CMR	
Positions 15	Map			Мар	Prompt for GNSS contact:	Мар
Vectors	Menu			Menu		Menu
PDOP mask:	Envoritor			Farranibas		
6.0	3 avonces		3/3	Favorices		Favorites
	 Switch to 		×	Switch to		Switch to
Esc	Accept	Esc		Accept	Esc	Accept



- с. Преди запаметяване на работния режим, следва да се прегледат и настройките за *Topo Points, Rapid Points* и *Observed Control Point,* основната разлика между които е броят епохи за определянето на местоположението на точката, както и тези за *Continuous Point,* които определят начина за автоматично (непрекъснато) измерване на последователност от точки. Запаметяването на готовия режим се извърша с бутона *Store*;
- 4) Измерване на точки извършва се в сходен ред на статичните измервания¹⁷:

¹⁴ Настройките за работен RTK режим са описани и в следното видео: <u>https://goo.gl/hcRQ6w</u>

¹⁵ За връзка към ГНСС мрежа тази конфигурация не се налага.

¹⁶ L2E е технология на Trimble за обработка на криптираната носеща честота L2.

¹⁷ Видео със стъпки за създаване на проект и стартиране на измервания е налично тук: <u>https://goo.gl/Ey9YMB</u>

- a. В модула General Survey се създава нов проект (Jobs/New job);
- b. В полето Job name се задава име на проекта (факултетен номер на оператора);
- с. От менюто за предварително създадени шаблони *Template*, се избира шаблон по подразбиране default;
- d. *Coord. sys.*: меню за избор на координатни системи. От страница 1/2 се избира проекционна координатна система UTM, зона 35 N, с геодезическа референтна система (Datum) ETRS89 и наделипсоидни височини; на страница 2/2, с *Coordinates* се избира **Ground**, в *Project height* се въвежда стойност 600 m (приблизителна височина на района на работа, използвана в модела за проектиране на измерванията от физическата земна повърхност върху елипсоида или проекционната равнина);



Фиг. 18 (а, б). Последователност при задаване на координатна система UTM, зона 35N

e. *Linked files* – от това меню се въвежда текстов файл с координати на точките от РГО. Координатите могат да се изтеглят от специализираната ГИС (виж раздел 6 – "Географска информационна система"), или като текстов файл (.csv, формат P,N,E,h) от този линк:

https://goo.gl/EGMWQC

f. *Feature libra*ry – от това меню се избира библиотеката с кодове Условни знаци.fxl (Приложение 11), която е записана в паметта на контролера, а може и да се изтегли от следния линк:

https://goo.gl/7ghVUR

- g. На втора страница, в *Cogo settings* се избира **Ground** (т.е. измерванията и пресмятанията с тях се извършват на физическата земна повърхност. В този случай разстоянието между две точки е хоризонтално и успоредно на елипсоида GRS80 (използван като основа на зададената по-горе реф. с-ма ETRS89);
- h. В полето *Operator* се записва факултетния номер на оператора;
- i. Готовите настройки се потвърждават и записват с бутона Enter/Accept;
- j. Появява се отново началния прозорец, като в горния панел е отбелязано името на проекта;
- k. За начало на RTK измерванията се избира *Measure/GeoNet_CMR*. Мобилният телефон Nokia 302, който служи като терминал за мобилен интернет, трябва да е включен, както и ГНСС приемника;
- 1. В менюто Measure са налични няколко възможности: измерване на точки (*Measure points*); измерване по кодове (*Measure codes*); автоматично измерване на последователност от точки (*Continuous topo*), и измерване на точки за създаване на локален трансформационен модел (*Site calibration*);
- m. За измерване на точките от РГО, се използва *Measure points*, при натискане на което автоматично се инициират създадените в работния режим връзки, както следва: 1. Контролерът се свързва по Bluetooth към приемника; 2. Контролерът подава заявка за мобилен интернет към външния модем; 3. Приемникът подава

през контролера и модема своето приблизително местоположение към мрежовия софтуер на Геонет; 4. Геонет използва тези координати за създаване на виртуална референтна станция и започва изпращането на нейните данни обратно към приемника в реално време;



Фиг. 19 (а, б, в). Последователност при свързване към ГНСС приемника

- п. Получаваните VRS данни позволяват на приемника да определи броя цикли на носещата честота първоначално като реални числа (*Float solution*/плаващо решение), а след десетина секунди – като цели числа (*Fixed solution*/фиксирано решение), означавано с текст в долната част на интерфейса, и чрез гласово съобщение "*Initialization has been gained*";
- о. Проверка на наличните ГНСС спътници се извършва през Instrument/Satellites, или чрез иконката с техния брой (13 в посочения пример). Спътниците с индекс "G" са част от NAVSTAR GPS, а тези с "R" – от руската ГЛОНАСС. Тъмнозеленият радиус показва ограничението на спътниците над хоризонта – за примера 10°. Сигнали от спътници под тази височина не се обработват;
- р. За проверка на статуса на мрежовите RTK корекции при загуба на сигнал (при преминаване под дървета, в близост до високи сгради или в дълбоки открити рудници, рязко наклоняване на щока с приемника и т.н.) се използва иконата с въртящия се глобус. В полето *Base data age* е посочено закъснението на RTK корекциите. При работа в реално време тази стойност трябва да е около 1 s. При загуба на сигнал стойността му нараства, с което качеството на решението се влошава, което се индикира от софтуера чрез гласовото съобщение "*Initialization has been lost*", и текст *RTK:Auto* (автономно некоригирано решение). Подновяване на мобилната интернет връзка и заявката на данни от Геонет се извършва с бутона *Redial*;

<u>ا</u>	Rover radio		- > ()	? — X	🖗 Rover	radio		- > 😲	? – X	1	Ì		- > 🖯	?	- ×
Type: nter	net connection	Route throu Yes	igh controller	80%	Type: Internet.co	nnection	Route throug	h controller:	80%						/ 80% / 80%
GNSS (Contact:			13	GNSS Contac	:			13 🕺		Opening co	nnection		4	13
Geol	Error				GeoNet_Cl	/IR			T 🗞					T	(a)
Promp No	Base station da	ita connecl	ion closed	2.000	Prompt for Gf	ISS contact:	Station index 24	:	7 2.000					7	2.000
Reliabi	unexpectedly.			Map	Reliability:		Base data ag	e:	Map					P	<u>1</u> ap
U%	<u>R</u> edial		Cance	1 <u>e</u> nu	7%		10.65		M <u>e</u> nu					М	enu
3367	77			Favorites	32997	s transrerre	0:		F <u>a</u> vorites					Fav	orites
				S <u>w</u> itch to					S <u>w</u> itch to					S <u>w</u> i	tch to
Fee	RTK:/	Auto H:? V:?	·	Pack	F	RTK:Fixed I	H:0.838m V:1.0	125m	Death		RTK:A	uto H:? V:?			
ESU	Redial 🔳			DdLK	ESC Redi	al 🗖			Back	Ese	c			Er	ter

Фиг. 20 (а, б, в). Последователност при подновяване на връзка към мобилен интернет

q. Точките от РГО се измерват като тип *Торо point*, с 30-секундни наблюдения. След въвеждане на име на точката, височина на антената и тип на нейното измерване (напр. щок с височина 2.000 m, bottom of antenna mount), и изчакване на необходимия период (за целта в *Options/Auto store point* не трябва да има отметка), чрез бутона *Store* измерването се запаметява. Началното име на точка се избира по схемата [посл. две цифри от фак. номер + 100]. За автоматично увеличаване на номера на точката с единица, в *Options/Auto point step size* следва да е въведена стойността 1;

r. Подробните точки се измерват като *Rapid point* (бърз високопроизводителен режим, настроен за автоматично запаметяване на измервания от еднаединствена епоха). При измерването на подробни точки е важно да се въвеждат съответстващите им кодове;

🐌 Геодезия МГУ.fxl 🛛 🕣 🤂	? – X	📡 Measure points 🛛 🔊 🕛 ? —	×	📡 Measure codes 🛛 🔸 😣	? — X
bldg st		Point name: Code: 8	0%	MGU Сгради 🔻 Add group 🔏	90%
Name Description	12	100 🕨 bldg st 🕨 🛃 🕯	2	MGU Околна среда	13
(8) рр Ел. стълб		Method:	2	MGU Линии	
гв Бариера	Т 🗞	Rapid point	ò	МGU Инфраструктура	Т 🗞
rwal Подпорна стена	7 2.000	Antenna height (Uncorrected):	100	моосгради	7 2 000
snta Начало на права ли		Z.000m P			1 2.000
🛞 sp Указателен знак/Та	Map	Measured to: Map			Map
🛞 sport Спортна площадка	M <u>e</u> nu	Menu Menu	L		Menu
st Начало на линия 🗸	F <u>a</u> vorites	Favorit	es	Code bidg	F <u>a</u> vorites
	S <u>w</u> itch to	S <u>wi</u> tch	to	?1	S <u>w</u> itch to
RTK:Auto H:? V:?	Entor	RTK:Auto H:? V:?	_	RTK:Auto H:0.850m V:1.018m	
LSL Auto off	Enter	ESC Attrib Options Ente	r	Esc - + Attrib	Measure

Фиг. 21 (а, б). Примерна последователност за въвеждане на кодове

Минималният брой единични подробни точки, които всяка група трябва да измери, е 180 (6 души по 30 точки).

s. Друг вариант за измерване на подробните точки от ситуацията е според типа на обекта, чрез *Measure codes*. При тази възможност, след свързване към подвижния ГНСС приемник се появява прозорец с падащ списък, съдържащ кодове от файла **Условни знаци.fxl**, групирани по признак в следните категории: промишлени предприятия и комунални съоръжения, железопътни линии, шосета, пътища и пътеки, хидрография и хидрографски съоръжения, растителна и почвена покривка, населени места и др.

<u>Пример за измерване на единичен обект</u> – ел. лампа, разположена от лявата страна на алеята: 1) с призмата се застава максимално близо до ламповия стълб; 2) измерва се точка (чрез *Measure points*) с код **96a** (*ел. лампа а, лява*), или се избира код **96a** (чрез *Measure code*), за който се въвежда име на точката; 3) Измерването се запаметява чрез *Store*;

t. Последователност от свързани точки се измерва чрез използване на командни кодове и тип *Continuous topo*.

<u>Пример за измерване на бордюр от алея</u>: 1) с призмата се застава в началото на бордюра; 2) измерва се точка с код **st 36** (начало на права линия, бордюр); 3) кодът се променя в **36** (само бордюр), призмата се придвижва ниско по бордюра, като софтуерът записва автоматично през 1 m нова точка (при преместване през зададения интервал операторът-фигурант не е задължително да спира на всяка нова точка); 4) за последната точка от бордюра следва да се въведе код **end 36** (край на линия, бордюр); Автоматичният запис се прекъсва с *End*;

Всеки член на група трябва да измери поне 200 m бордюри от алейната мрежа на парка (считано само от едната страна на алеята - отляво или отдясно), или общо поне 1.200 km на група. Препоръчително е измерените участъци да не се дублират между отделните групи.

u. Преглед на броя и координатите на измерените точки, редактиране и изтриване, се извършват чрез *Jobs/Point Manager*, а бърз качествен контрол – чрез *Jobs/QC Graph*. Разположението на точките върху карта се визуализира чрез бутона *Мар* в дясната част на екрана.

2.5.2. ГНСС приемник Stonex S8plus

• Устройство

Stonex S8plus е многочестотен приемник, поддържащ сигнали от системите GPS, ГЛОНАСС и Beidou (табл. 7). В рамките на учебната практика по ОГМ и ГНСС този инструмент се използва основно за статични измервания, но може да работи и в RTK режим – като NTRIP клиент, или като базова UHF станция, с което да повиши оперативността на геодезическата снимка. Приемникът се управлява от контролер Stonex S4 и мобилен геодезически софтуер Carlson SurvCE, или от настолен компютър/лаптоп, чрез софтуер Stonex Assistant.

Stonex S4 е PDA устройство с операционна система Windows Mobile 6.5, 806 MHz процесор, 256 MB RAM и 4 GB вградена флаш-памет. Комуникацията му с ГНСС приемника Stonex S8 се извършва през Bluetooth. Връзката за изтегляне на данни се извършва чрез троен USB-Lemo-DB9 кабел.



Фиг. 22. Устройство на приемник Stonex S8plus (Stonex, 2014)



Фиг. 23. Преден панел на приемника Stonex S8plus

- Ред на работа за статични измервания
 - 1) Софтуерът Carlson SurvCE се стартира;
 - 2) Записването на статични измервания се инициира чрез Survey/Log Raw GPS/Start File;
 - 3) При успешна комуникация се отваря прозорец, в който се задава име на файл (името на точката), височината и типа на антената (STXS8PX003A), с интервал на запис – 1 секунда. При проблеми с комуникацията между контролера и приемника по Bluetooth се препоръчва изключване на всички устройства, повторно включване и свързване;
 - 4) Записването на данни се стартира чрез зелената отметка, при което бутонът *Start File* автоматично се деактивира, а се активира *Close File*.

🚑 SurvCE	♥ # ★ ×	🔊 SurvCE	©₽⊀ ¥ ×	💦 SurvCE	♥ # ★ ×
💝 JOB:12-11-13		😂 Log GPS		裬 Start New Fil	le ser
Eile	Equip				X X X X X
<u>Survey</u> <u>C</u> O	GO <u>R</u> oad			File Name:	2-11-13
1 Store Points 쒈	<u>6</u> Auto by Interval	Start F	le		
2 Stake Points 🔊	Z Log Raw GPS 🔀			Antenna Height:	Change Ant.
3 Stake Line/Arc I∕	<u>8</u> Leveling 🛛 🚆	Close F	ile	Antenna Type:	STXS9GS425A N
4 Stake Offset 🍊				Interval: 1	.00 seconds 🔻
5 Elev Difference		Statio	:		

Фиг. 24 (а, б, в). Последователност за започване на статични измервания с Carlson SurvCE

5) LED индикатора за статични измервания трябва да започне да мига в червена светлина със скорост, еднаква с избрания интервал на запис (1 sec).



Фиг. 25. Местоположение на светещия индикатор за статични измервания

- 6) Докато трае измерването е препоръчително да се попълни карнета за статични ГНСС измервания (Приложение 2);
- 7) След изминаване на необходимото за наблюдение време (едновременно от всички участващи в сесията инструменти), измерването се прекратява чрез Close File. За целта е препоръчително да се поддържа радио, GSM или интернет връзка с останалите екипи.
- 8) Ако следващата по ред за измерване точка е близо, преместването на инструментите може да се извърши и без изключването им;

2.5.3. ГНСС приемник СНС i80

В рамките на учебната практика предназначението на този инструмент, подобно на Stonex S8, е основно за извършване на статични ГНСС измервания.

• Устройство

СНС i80 е геодезически ГНСС приемник от най-висок клас, отличаващ се с управление под операционна система Linux, позволяваща поддържане на електронен дисплей с възможност за настройка на различни функции. Пълната функционалност и конфигурации на приемника са достъпни чрез вградения уеб-интерфейс, или чрез широка гама мобилни геодезически софтуери (напр. CHC Landstar 7). Приемникът е интегриран с Wi-Fi и 4G GSM/GPRS модем, които позволяват конфигурирането му като точка за достъп за мрежов/интернет достъп. Разполага с гнездо за 2 батерии.



Фиг. 26 (а, б). Приемник CHCi80 – хранилище за батерии и LCD екран

• Ред на работа за статични измервания¹⁸

¹⁸ Екранните изгледни са направени от устройство Trimble TDC100, работещо под Android 5.1.

- 1) Приемникът СНС i80 се включва чрез задържане на червения бутон до светване на LCD екрана;
- Конфигурира се връзка към локалната WiFI мрежа на приемника през лаптоп, PDA устройство, таблет или смартфон се. SSID името на точката за достъп е GNSS-,,серийния номер на приемника", а паролата – 12345678;
- 3) В уеб-браузър се въвежда IP адрес 192.168.1.1. В полето *Login Account* следва да се въведе **admin**, а в *Password* **password**;
- След свързване с приемника се отваря интерфейс с поредица от конфигурационни менюта. Конфигурацията на статичните измервания се извършва в менюто Static recording;

~	* 🗲 🖌	B 11:	41 AM		* 💎 🖌	🗳 11:4	44 AM
*	(i) 192.168.1.1/mobile-simple/log	1	:	192.168.1.1/	mobile-simple/index	1	:
WLAN 🗢				Quit	SN:1005424	Â	B
GNSS-1005424	GNSS					-	
Connected	Login Account			🛟 Status			
SGC_NEW	admin	1		🔁 Satellite	es		
VIVACOM_NET	Password			🛟 RTK wo	rk mode		
✓ Office42		6		C Static r	ecordina		
🔽 acc.himax	remember me			O NMEA0	183 output		
Vamex Plamex	Login			GNSS R	egistration		
🔽 fid consult				🛟 Firmwa	re		
🐨 ROMHARM				🛟 Langua	ges		
MORE SETTINGS DONE				Other s	ettings		
Milei 36				s	witch to traditional version		

Фиг. 27 (а, б, в). Последователност за свързване с уеб-интерфейса на СНС i80

- 5) Ако е стартирано измерване, то следва да бъде изключено с преместване на плъзгача в поле *Activate or Not* наляво;
- 6) В полетата на менюто следва да се въведат следните настройки:
 - a. *Auto Record* наляво (изключване на автоматичното запаметяване след достигане на зададения времеви интервал);
 - b. Sample interval -1 Hz (запис на сурови измервания през 1 s);
 - с. *Elevation mask* **10** (ограничение на сигналите от спътници под 10° спрямо хоризонта);
 - d. *Duration time (Minute)* **10** (за точките от РГО измерванията са с минимална продължителност 10 min);
 - e. Site Name име на точката или фак. номер на оператора;
 - f. *Antenna Height* височина на антената (напр. 2.00 m при центриране с твърд щок);
 - g. *Measure Way* метод на измерване на височината (Vertical Height при щок, Slant Height при центриране чрез тринога);
 - h. *Storage Format* **OFF** (измерванията няма да бъдат записвани във формата на CHC);
 - i. *RINEX Store* **3.х** (суровите измервания ще бъдат записвани във формат RINEX, версия 3.х);
 - j. Compress Rinex Data наляво (изключване на компресирането на RINEX формата);
 - k. В Advanced Setting не е препоръчително да се правят промени;
 - 1. Настройките се потвърждават с Confirm;

- m. Записването на сурови статични измервания се стартира от горната част на менюто, чрез преместване на плъзгача в поле *Activate or Not* надясно. Интерфейсът отваря основното меню;
- n. По време на ГНСС измерването е препоръчително да се попълни карнета за статични измервания (Приложение 1);

<u>†</u> * ▼⊿ <u>2</u> 11:5	[™] AM <u>†</u> [®] 1 1:59 AM	<u>±</u> * ♥⊿ 🖬 12:07 PM
192.168.1.1/mobile-simple/webF	: OBack	192.168.1.1/mobile-simple/webF
G Back	Recording Status Close Setup Successfully !	G Back
Recording Status Close Setup Successfully !	Site Name Факултетен номер на оператора	Recording Status Open Setup Successfully !
Activate Or Not:	Antenna Height 2	Auto Record:
Auto Record:	Measure Way	Sample Interval:
Sample Interval:	Vertical Height 📀	1Hz 💟
1Hz	Storage Format	Elevation Mask
Elevation Mask	OFF 😒	10
10	Rinex Store	Duration Time(Minute):
Duration Time(Minute):	2.11 📀	00
10	Confirm 🥥	Confirm 🥑

Фиг. 28 (а, б, в). Последователност за стартиране на статични измервания през уеб-интерфейс

 След изминаване на необходимото време, приемникът се премества на следващата точка от списъка. Ако точката е близо, инструментите може да не се изключват.

3. ЪГЛОВО-ЛИНЕЙНИ ИЗМЕРВАНИЯ

Метод: Използват се комбинирани ъглово-линейни измервания в един гирус на страните между точки, образуващи мрежа от приблизително равностранни триъгълници, и полигонометрия.

Точност: Съгласно инструкция, в която е регламентирано приложението на ъгловолинейни измервания за създаване на ГММП (ГУГК, 1986): "допустимите стойности на средните квадратни грешки от изравнението в положението на точките, когато координатите на определящите точки се считат за безгрешни, не трябва да надвишават: - за V клас - Мр – 0.05 m; - за VI клас - Мр – 0.07 m; - за VII клас - Мр – 0.10 m". Ъгловите измервания следва да се извършват с отклонение между отчетите при I и II положение на зрителната тръба до 9" (10 mgon), а разстоянията – с максимални визури 200 m, при допустимо отклонение между I и II положение от 2 cm. Обработката на измерванията от практиката се извършва според изискванията на тази инструкция за мрежа от V клас.

Оборудване: Създаването на РГО чрез ъглово-линейни измервания се извършва в повечето случаи с тотални станции – клас електронно-оптични инструменти, интегрираци електронна теодолитна част, светлодалекомерна компонента, процесор с операционна система, мобилен приложен софтуер, различни периферни устройства за управление (клавишно или чрез сензорен кран), въвеждане и извеждане на данни (безжично, чрез сериен Lemo/USB кабел или USB памет) и др. В рамките на практиката по ОГМ и ГНСС се използват два инструмента – Trimble S6 (модел от 2011 г.) и Leica TPS 702 Auto (от 2001 г.), чиито основни технически характеристики са дадени в табл. 9.

Характеристи	ка	Trimble S6		Leica TPS 702	
Клас		Роботиз	вирана	Моторизиран	ia
Система за изм	ерване на ъгли		Кръг	с кодов растер	
Точност (стан според DIN 187	дартно отклонение 723 ¹⁹)	2" (0.6 1	mgon)	2" (0.6 mgon)
Максимално разстояние (<i>стандартен</i> <i>режим</i> на измерване при умерени условия)		• 5500 m (с единична призма и видим (червен) лазер, разширен режим)	• 1 mm + 2 ppm/1.2 s	 3000 m (с единична призма Leica GPR1 и невидим (инфрачервен) лазер) 7500 (с единична призма Leica GPR1 и видим (червен) лазер) 	• 2mm + 2ppm/< 1 s • 3mm + 2ppm/3s
Безрефлекторно измерване (с отражател Kodak Grey Card – 16 % отражение)		• 600 m (нормален режим) • 1000 m (разширен режим)	• 2 mm + 2 ppm/1–5 s • 10 mm + 2 ppm	170 m	• 3mm + 2ppm/3s
Увеличение на	зрителна тръба			30x	

Табл. 9. Сравнителни характеристики на тоталните станции, използвани в практиката

¹⁹ DIN - Германски институт за стандартизация (Deutsches Institut für Normung). DIN 18723 е стандарт за проверка на геодезически инструменти.

3.1. Тотална станция Trimble S6

3.1.1. Устройство

Trimble S6 е усъвършенствана тотална станция, в чиято конструкция е внедрена технология с магнитни лагери²⁰, с помощта на която се извършва бързо, безшумно и безконтактно околоосово въртене на алидадата и зрителната тръба. В катедра "Маркшайдерство и геодезия" инструментът е наличен в най-високата си версия – Robotic, позволяваща автоматично следене на призма и дистанционно управление чрез 2.4 GHz радиомодем на разстояние до 700 m.



Фиг. 29. Съдържание на комплект на тотална станция Trimble S6 (Trimble Navigation Limited, 2011)

Допълнителни технологии, с които инструмента разполага, осигуряват компенсация на колимачната грешка и стабилизирано насочване на визирната ос при наличие на силни вибрации или вятърни пориви²¹,както и удължено безрефлекторно измерване на разстояния над 2 km²². Управлението се извършва с контролер Trimble CU, работещ под операционна система Windows Embedded CE 6.0, с мобилен приложен софтуер Trimble Access. Роботизираното управление е осигурено чрез отделна приставка, снабдена с 2.4 GHz радиомодем и гнездо за поставяне на контролера. Благодарение на роботизирания си модул инструментът може да работи както самостоятелно, така и комбиниран с приемника Trimble R4 в специален интегриран режим²³, позволяващ лесно и гъвкаво превключване между ГНСС и полярни измервания в зависимост от специфичните теренни условия.

²⁰ Trimble MacDriveTM

²¹ Trimble SurePointTM

²² Trimble DR PlusTM, при тестове с Kodak White Card (90 % отражение).

²³ Trimble Integrated SurveyTM



Фиг. 30 (а, б). Тотална станция Trimble S6 – в автономен режим (ляво), и при използване на роботизиран режим, комбинирана с ГНСС приемник



Фиг. 31 (a, б). Устройство на тотална станция Trimble S6 (Trimble Navigation Limited, 2011)



Фиг. 32. Спомагателен дисплей при II положение

3.1.2. Проверка и поправка на инструмента

Тази стъпка е препоръчително да се извършва еднократно, в началото на провеждане на всяка учебна практика. Калибрирането може да се извърши през софтуера Trimble Access, или директно от фирмуера на инструмента чрез спомагателния дисплей. Следните елементи подлежат на поправка (описание със софтуера Trimble Access):

- Компенсатор
 - 1) Инструментът се хоризонтира прецизно и се извършва проверка дали компенсаторът е активиран (*Instrument/Electronic level/Disable compensator* не трябва да има отметка);
 - 2) Стартира се функцията Instrument/Adjust/Compensator calibration (за оптимален баланс на инструмента е препоръчително контролера Trimble CU да не е физически свързан, а безжично през Bluetooth, и дръжката на инструмента да е монтирана);
 - За начало се натиска Next. По време на калибрирането инструментът бавно се завърта на 360°. При успешно калибриране се появява съобщението *Calibration complete*, а при неуспешно (напр. вследствие на недобро хоризонтиране) -*Calibration failed*.
- Колимачна и индексна грешка

Поправката заради неизпълнение на условията за перпендикулярност между зрителната и хоризонталната оси (Z⊥H), водещо до появата на колимачна грешка, както и електронната либелна и вертикална оси (L⊥V), водещо до появата на индексна грешка, се извършва едновременно в следната последователност;

- 1) Инструментът се разполага на стабилна повърхност, както следва:
 - а. За поправка на условието Z⊥H, избраната цел трябва да е отдалечена на поне 100 m, а визурата към нея близка до хоризонтална (± 4°30' (5 gon));
 - b. За поправка на условието L⊥V, визурата към избраната цел трябва да е стръмна, отклоняваща се от хоризонта с поне ± 13°30' (15 gon).
- 2) Стартира се функцията Instrument/Adjust/Collimation & Trunnion axis tilt. На екрана автоматично се показват текущите стойности, получени от последната калибрация;
- 3) Първо се калибрира наклона на зрителната ос. Визира се към избраната, отдалечена на повече от 100 m и близка до хоризонта цел, и се записва отчет. Режимът за автоматично насочване към призмата (Autolock) трябва да е деактивиран. Калибрацията изисква поне по едно измерване при I и II положение на инструмента. Точността може да се повиши чрез многократни измервания, като в този случай последователно се извършват всички визури при I положение, следвани от тези при II. След всяка отделна визура зрителната тръба следва да се отмества и насочва към сигнала повторно;
- 4) За смяна между I и II положение се използва *Chg face*. Броят измервания при двете положения следва да е равен когато това е постигнато, се избира *Continue*;
- 5) Описаните стъпки се повтарят и за поправка на второто условие заради наклона на оста на електронната либела, използвайки стръмна визура към избраната цел;
- 6) В края на операцията инструментът показва текущите и новополучените стойности за поправката на осите, които следва да се потвърдят или откажат в зависимост от постигнатата точност. Крайните стойности от поправката не трябва да превишават показателите за ъглова точност от техническата спецификация на

инструмента. В противен случай инструментът трябва да премине сервизно обслужване.

• Автоматично насочване (Autolock)

Това калибриране се извършва след поправката на осовите условия.

- 1) Инструментът се разполага на стабилна повърхност, в район без препятствия;
- 2) Визира се в призма, отдалечена на поне 100 m.
- 3) Стартира се функцията *Instrument/ Adjust/Autolock collimation* и се изпълняват графично илюстрираните на екрана стъпки;
- 4) Подобно на предишните поправки, и тази може да се потвърди или откаже.

Всички стойности от поправките се запаметяват в инструмента, и се прилагат автоматично към ъгловите измервания.

- 3.1.3. Ред на работа за измерване на мрежата
 - 1) Контролерът на тоталната станция се включва, и се изчаква автоматичното стартиране на софтуера Trimble Access;
 - 2) При необходимост от създаване или конфигуриране на работните режими, се избира *Settings/Survey Styles*;
 - а. За извършване на ъглово-линейни измервания, в инструмента е конфигуриран режима *VX & S Series*, чиито настройки могат да се отворят с *Edit*;
 - b. За съвместно използване на тоталната станция и ГНСС в режим "Интегрирана снимка" е конфигуриран режима *IS Rover*, по същество представляващ комбинация между режима *VX & S Series* и режима за RTK измервания *GeoNet_CMR*, описан в предходния раздел;

Като настройки на инструмента е зададено автоматично завъртане между I и II положение (*Auto F1/F2*), усредняване на разстоянията от 2 измервания, и др. При необходимост тези настройки могат да се променят;



Фиг. 33 (а-е). Последователност за настройка на режим за измерване с Trimble S6

- 3) След приключване на настройките се излиза в главното меню на Trimble Access, откъдето се стартира *General Survey* интегриран в софтуера модул за геодезически измервания и задачи;
- Чрез Jobs/New job се създава проект, в който да бъдат съхранявани измерванията. Нов проект се създава при всяка смяна на станцията. Измерванията от всяка станция се извършват от един оператор, при смяна на станцията се сменя и операторът;
- 5) Проектът се записва в предложената по подразбиране директория (\Trimble data\MGU). Като име на проекта се задава факултетния номер на оператора;
- 6) Ако не е дефиниран шаблон на проекта (*Template*), се избира предложения по подразбиране (*Default*);
- Coord. sys. меню за избор на координатни системи. Тъй като мрежата ще бъде измерена чрез свободни станции, на този етап не се налага избор на координатна система (избира се само мащабиране на измерванията, Scale: 1.000);
- 8) *Linked files* меню за бързо въвеждане на данни от .csv, .txt или .job файлове, което засега не се налага да бъде използвано;
- 9) *Active map* служи за въвеждане на векторни графични файлове (.dxf, .dtm и др.). Засега не се налага да бъде използвано;
- 10) *Feature library* служи за въвеждане на предварително създадена библиотека с кодове. Засега не се налага да бъде използвано;
- 11) Cogo settings настройки за решаването на геодезически задачи. Тук **задължително** се поставят отметки в полетата:
 - a. Sea level (ellipsoid) correction за привеждане на хоризонталните измервания от физическата земна повърхност (района на парка) върху проекционната равнина и елипсоида;
 - b. *Curvature correction* за отчитане на влиянието на кривината на Земята върху измерените разстояния (въпреки малката площ на обекта и късите визури, това е корекция, която се изисква по-късно при изравнението на измерванията в софтуера Trimble Business Center. Другите настройки засега са без значение.
- 12) На следващата страница 2/2, в полето *Operator* се записват двете имена на оператора;
- 13) Настройките се записват с *Accept*, а при необходимост могат да се преглеждат и променят през *Jobs/Properties of job*.

📡 New job	→) () ab ? — ×	📡 Cogo settings	-> 🖉 AB ? - X	🍺 New job: fak.ı	nomer 🚽 🖉 AB ? — 🗙
Job name:	fak.nomer 🖻	Distances:	Sea level (ell) corr.:	Cogo settings:	Ground
Template:	Default 💌	Ground V	South primuth (avid):	Additional settings:	Off
Properties		Increase North-East	South azimuth (gnu).	Reference:	?
Coord. sys.:	Scale: 1.000000000	Weight exponent:	Neighborhood adjustment:	Description:	2
Units (Dist.):	Meters	0.5 🔻		Operator:	
Linked files:	None	Magnetic declination:	Advanced Geodetic:	Notes:	2
Active map:	None	0°00'00.00000E			•
Feature library:	None 1/2	Weighted			2 ^{/2}
Esc	Enter	Esc	Accept	Esc	Enter

Фиг. 34 (а, б, в). Последователност при създаване на проект в Trimble Access

14) След редактиране на необходимите настройки и създаване на проект се преминава към измерване на страните от мрежата. За целта се избира *Measure/VX & S Series/Station setup* – режим за стандартно станциониране, реализиран по избор с единична или без ориентация към друга точка. Ако инструментът не е хоризонтиран, софтуерът извежда подсказка, последвана от графика с една кръгла и две взаимноперпендикулярни електронни цилиндрични либели.

🍥 Job: fak.nomer 🛛 🔊 🖉 ab	? – X	Dob: fak.nomer → ⊘ AB	? – X	📡 Electronic level 🛛 🔊 🛛 ab	? – X
Jobs Jobs Key in Cogo SeoNet_CMR PPData VX & 5 Series Dundee IS Rover		Jobs Key in Cogo Station setup Measure Resection Refline ent	Map Menu Favorites Switch to	Tilt error Please level with the circular bubble first.	
Exit	Enter	Exit	Enter	Esc HA:360.3472gon VA:107.4505gon	Accept
Station setup 🛛 🔊 🖉 123	? – X	Doptions 🔊 🖉 123	? – X	Dptions 🔊 🖉 123	? – X
Instrument point name: Code:	 90%	Default point names: Default heights:	-\$ 90%	Measure backsight: Scale factor type:	-S 90%
Instrument height:	S ?	Default instrument coordinates	S ?	Scale factor:	S ?
	+2 1 1.400	Northing: Easting: 0.000m 0.000m	+2 1 1.400		+2 1 1.400
	Map Menu	Default azimuth:	Map Menu	-	Map Menu
	Switch to	0.0000gon ► 1/3	Favorites Switch to	2/3	Switch to
Fixed Scale:1.000000	Store	Fixed Scale:1.000000	Accent	Fixed Scale:1.000000	Accent

Фиг. 35 (а-е). Последователност при станциониране на инструмента

- 15) След проверка на центрирането и хоризонтирането се актуализират показателите на атмосферната среда. Стойността на коефициента на рефракция (по подразбиране 0.142) може да се промени на 0.1306 стойност, упомената в българската нормативна уредба. Потвърждава се с *Accept*;
- 16) В полето Instrument Point Name се въвежда името на станцията, а в Instrument Height – измерената с ролетка височина. Препоръчително е да се провери избрания в софтуера маркер за измерената височина, с бутона с три точки отдясно на това поле;
- 17) Чрез бутона *Options* се проверяват настройките на станциониране. Препоръчително е на страница 1/3 да се премахнат евентуално въведени координати и азимут за станцията (в съответните полета да фигурира единствено въпросителен знак), а на 2/3 – да се премахне отметката в полето **Measure backsight**, за да се деактивира ориентирането на инструмента;
- 18) След извършване на тези настройки, и след задаване на име и височина на станцията, инструментът подава гласово и текстово съобщение "Station setup

completed", което е индикатор за успешно приключване на станционирането и възможност за начало на измерване на посоки от мрежата;

- 19) Измерванията на посоките се извършва в един гирус, при I и II положение. За повисока точност е препоръчително първоначалното насочване към сигнала (призма на щок) да се извършва в основата му, като след това зрителната тръба на инструмента се издига с безконечния винт за вертикалния кръг до контакт на зрителната ос с призмата. При липса на такъв контакт се наклонява само сигнала, а не се завърта алидадата на инструмента;
- 20) При разлика между измерванията при I и II положение, превишаващи зададените прагови стойности в режима на измерване, софтуерът ще изведе предупреждение и стойности на отклонението. Препоръчително е при отклонения, превишаващи 5 mgon в ъглите или 2 ст в наклоненото разстояние, измерването да се повтори. При всяко повторно измерване следните възможности могат да се покажат на екрана:
 - a. *Discard* отмяна на измерването без запаметяването му;
 - b. *Rename* преименуване на точката;
 - с. Average запис на усреднено положение;
 - d. Overwrite презаписване и изтриване на оригиналната точка;
 - e. *Store as check* запаметяване на точката със статут "за сверяване";
 - f. Store another запаметяване на измерването.

В зависимост от качеството на измерването, то следва да се запамети или изтрие.

- 21) От станцията, чрез *Measure/Measure topo* се измерват последователно всички видими точки от мрежата, като крайната цел е свързването им в приблизително равностранни триъгълници. При липса на видимост към някоя точка следва да се стабилизира и измери временна (работна) точка, която да свърже двете основни точки от мрежата. Тези временни точки се именуват съотв. r1, r2 и т.н.;
- 22) На всяка нова станция операторите се сменят, и се създава нов проект (*Jobs/New job*);
- 23) Преглед, редактиране и изтриване на погрешно измерени точки се извършва през *Jobs/Point Manager*.

3.1.4. Ред на работа за геодезическа снимка

Геодезическата снимка, подобно на RTK измерванията, се извършва след измерване на точките от РГО. Предвид мощната функционалност, която предлага роботизираната тотална станция Trimble S6, геодезическата снимка се извършва с използване на дистанционната приставка на инструмента. Заснемането на подробностите в роботизиран режим се извършва в следния ред:

- 1) Инструментът се центрира и хоризонтира на точка от РГО;
- 2) По описания по-горе начин се създава нов проект (*Jobs/New job*);
- 3) Следните настройки на проекта трябва да се конфигурират:
 - a. *Coord. sys.* геодезическата снимка се извършва в проекционна координатна система UTM, зона 35 North, геодезическа референтна система ETRS89, наделипсоидни височини. Координатните системи се избират през подменюто *Select from library*;
 - b. *Linked files* от това меню се въвежда текстов файл с координати на точките от РГО. Координатите могат да се изтеглят от специализираната ГИС (виж раздел 6), или като текстов файл (.csv, формат P,N,E,h) от този линк:

https://goo.gl/fHgGBs

с. *Feature libra*ry – от това меню се избира библиотеката с кодове **Условни знаци.fxl**, която се намира в паметта на контролера, а е налична и за изтегляне от следния линк:

https://goo.gl/FZxveA

- 4) След въвеждане на настройките се преминава към станциониране чрез *Measure/VX & S Series/Station Setup*, откъдето се задават името на станцията, височината на инструмента и нейните координати. Ако в проекта е въведен текстов файл с координати, те ще се появят автоматично в съответните полета, противен случай могат да се въведат и ръчно;
- 5) За разлика от измерването на мрежата, геодезическата снимка ще бъде извършена с ориентация на инструмента в *Options*, в полето **Measure backsight** трябва да има отметка;
- 6) В появилия се прозорец се задава името на точката за ориентация, височината на сигнала, а от падащото меню с различни методи на ориентиране следва да се избере **Hor. angle only** (само по хоризонтален ъгъл);
- Насочването към точката за ориентиране се извършва към възможно най-ниската видима част на сигнала;
- 8) Ориентацията се измерва чрез *Measure*. Ако след натискането на този екранен бутон инструментът започне да се върти чрез серво-моторите си, и да подава гласово съобщение "*Searching*", това е показател, че като метод за ориентация е включено и разстоянието. Това следва да се редактира от падащото меню с методите за ориентиране. По подразбиране инструментът извършва ориентация само при първо положение;
- 9) При успешна ориентация инструментът подава текстово и гласово съобщение "*Station setup completed*";
- 10) След ориентирането се пристъпва към активиране на роботизирания режим. За целта:
 - а. Дистанционната радио-приставка се монтира на щока чрез скобата. Поставя се батерия;
 - b. Контролерът Trimble CU се сваля от инструмента, поставя се в гнездото на приставката и се включва. При необходимост инструментът се включва от бутона за вкл./изкл.
 - с. След автоматичното стартиране на Trimble Access инструментът подава гласово и текстово съобщение "*Starting robotic connection*", след което в дясната част на екрана се показват неговите параметри.
 - d. За използване на последно въведената ориентация се избира General Survey/Measure/Station Setup/Use last²⁴
 - e. Инструментът отново подава текстово и гласово съобщение "Station setup completed";
- 11) След стартиране на роботизирания режим се пристъпва към измерване на подробни точки. Използват се два метода:
 - a. *Measure/Measure topo* единично измерване на точка. Чрез този режим се измерват и кодират всички точкови обекти в парка лампи, дървета, храсти,

²⁴ Инструментът може да се ориентира и директно от контролера, монтиран още в началото на дистанционната радио-приставка, но този метод е по-неудобен при хоризонтирането, тъй като електронната цилиндрична либела е на щока, и трябва да се наблюдава от оператора на инструмента.

шахти и пр. За осигуряване на по-висока производителност на работата, неговите настройки по подразбиране следва да се редактират през *Options*, както следва: Auto F1/F2 – да няма отметка (измерванията ще са само при едно положение на тръбата); View before storage – да няма отметка (преглед на точката преди записване не се налага); За активиране на въвеждането на ГИС атрибутни данни (ако това е предвидено в .fxl модела на данните), в полето Prompt for attributes следва да има отметка;

b. *Measure/Continuous topo* – автоматично измерване на точки. Чрез този режим е удобно да се измерят всички бордюри на алеи, граници на линейни и площни обекти и др. В *Options* е препоръчително да се зададе интервал на измерване през 1 m (**Fixed distance**). Измерванията се кодират, като освен линейните и площни кодове, тук се използват и командните (Приложение 11).

<u>Пример за измерване на бордюр от алея</u> е даден в раздела с описание на геодезическа снимка чрез приемника Trimble R4 и използване на RTK метод;

- 12) Операторът с призмата заснема и кодира последователно всички избрани обекти в района около станцията. Всеки студент от групата трябва да измери поне 30 единични обекта в режим *Measure topo*, и поне един бордюрен сегмент от алея, видим от тоталната станция, в режим *Continuous topo*;
- 13) Всички измервания от геодезическата снимка се правят в един проект, докато не се наложи смяна на станцията;
- 14) Когато се разполага едновременно с тотална станция и ГНСС приемник, по аналогичен начин може да се използва и режимът на измерване "Интегрирана снимка" (IS Rover).

3.2. Тотална станция Leica TCR 702 Auto

Leica TCR 702 Auto е моторизирана механична двусекундна тотална станция, поддържаща функции за автоматично превъртане на алидадата и зрителната тръба, автоматично разпознаване на призма, и др. Инструментът поддържа експорт на сурови ъглово-линейни измервания във формат Leica GSI, подходящ за обработка с геодезическия софтуер Leica Geo Office. Но с цел обработка на данните от този инструмент в софтуера Trimble Business Center, който се използва в рамките на практиката по ОГМ и ГНСС, нейните измервания се управляват и записват в среда Trimble Access през външния контролер Trimble TSC2 (от комплекта на ГНСС приемника Trimble R4), свързан чрез сериен Lemo-RS232 кабел (от комплекта на тоталната станция).

3.2.1. Устройство

На фиг. 36 и 37 за илюстрирани основните компоненти на инструмента и функционалността на клавиатурата му.



Фиг. 36. Устройство на тотална станция Leica 702

3.2.2. Проверка и поправка на инструмента

Преди започване на ежегодните теренни измервания е препоръчително да се извърши калибриране на осовите условия на инструмента. За целта се използва функцията *Calibration*.

- 1) С едновременно натискане на бутоните SHIFT + PROG се влиза в основното меню на приложния софтуер на инструмента, откъдето се избира *Calibration*;
- Опцията Horiz. Collimation осигурява проверка и поправка за неизпълнение на условието Z⊥H (зрителната ос не е перпендикулярна на хоризонталната), а опцията Vert. Index – за условието L⊥V (оста на електронната либела не е перпендикулярна на вертикалната ос);



Фиг. 37. Функционалност на клавиатурата на Leica 702

а. За проверка и поправка на първото от двете условия, инструментът се хоризонтира с електронната либела прецизно, а зрителната тръба се насочва към близка до хоризонта цел (±5 gon), отдалечена на поне 100 m. След отчитане с <MEAS> при I и II положение инструментът показва стойностите на колимачната грешка, която може да се потвърди чрез <SET>, или откаже с <EXIT>.

CALIBRATION MENU	HZ-COLLIMATION (1)	HZ-COLLIMATION (2)
1 Horiz. Collimation 2 Vert. Index 3 ATR Calibration 4 View Calib. Values	Hz : 123°43'07" V : 272°11'31" Sight accurately at a target +/-100m away !	Hz: 303°43'17" V: 87°48'19" ▲Hz: -0°00'10" ▲V: 0°00'28"
<exit> <back></back></exit>	<end> <meas></meas></end>	<end> <meas></meas></end>

Фиг. 38 (а, б, в). Последователност за проверка и поправка на колимачната грешка

b. За проверка и поправка на второто условие, инструмента отново се хоризонтира с електронната либела прецизно, а зрителната тръба се насочва чрез стръмна визура към цел, отдалечена на поне 100 m. След отчитане с <MEAS> при I и II положение инструментът показва стойностите на индексната грешка, която може да се потвърди чрез <SET>, или откаже с <EXIT>.

V-INDEX (1)	V-INDEX (2)
Hz: 123°43'07" V: 272°11'31"	Hz: 303°43'17" V: 87°48'19"
Sight accurately at a target +/-100m away !	▲Hz: -0°00'10" ▲V: 0°00'28"
<end> <meas></meas></end>	<end> <meas></meas></end>

Фиг. 39 (а, б). Последователност за проверка и поправка на индексната грешка

- 3.2.3. Настройки за връзка с външен контролер
 - 1) С едновременно натискане на бутоните SHIFT + PROG се влиза в основното меню на приложния софтуер на инструмента, откъдето се избира *All Settings/Communication*. В прозореца *Communication Settings* са изредени текущите настройки на серийния порт.

SYSTEM MENU	COMMUNICATION SETTINGS
1 DATA Manager 2 Quick Settings/User-k 3 All Settings 4 Calibration 5 Info <exit> <start-up></start-up></exit>	Baudrate19200Databits:8<

Фиг. 40 (а, б). Настройки на серийната комуникация

- 2) При необходимост настройките за комуникация с контролера Trimble TSC2 се конфигурират, както следва:
 - a. Baudrate: 4800
 - b. Databits:
 - c. Parity: None
 - d. Endmark: CR/LF
 - e. Stopbits:

Настройките се потвърждават със <SET>.

8

1

- 3.2.4. Ред на работа за измерване на мрежата
 - 1) Инструментът се центрира и хоризонтира с помощта на лазерния отвес и електронната либела върху избраната станция;
 - С помощта на серийния кабел инструментът се свързва към контролера Trimble TSC2;



Фиг. 41. Инструмент Leica 702, сериен кабел и контролер Trimble TSC2

- 3) При включване на контролера, софтуерът за геодезически измервания Trimble Access стартира автоматично;
- 4) За създаване или редактиране на режим за връзка към Leica TPS702, се избира Survey Styles, задава се име и тип – Conventional. За нуждите на практиката е конфигуриран режим на име Leica – ако той е наличен в паметта на контролера, следващата стъпка 5 може да се прескочи.
- 5) В настройките на работния режим, в раздел *Instrument* се въвеждат следните конфигурации:

- a. Manufacturer: Leica;
- b. **Model:** *TC500* (в падащото меню серията TPS700 не фигурира, но с този модел връзката е успешна);
- c. **Baud rate**: 4800
- d. Parity: None
- e. Measure dist on face 2: Да (с отметка)
- f. На страница 2/2 се въвеждат точности на инструмента според техническата му спецификация (табл. 9).
- 6) Въведените настройки се потвърждават с *Accept*, а целият работен режим със *Store*.



Фиг. 42 (а, б, в). Настройки на работния режим Leica

- 7) Стартира се модула за общи геодезически задачи General Survey;
- Създава се нов проект (*Jobs/New Job*) с име факултетния номер на оператора. (подробно описание е дадено в раздела с инструмента Trimble S6);
- 9) В раздела за измервания Measure се избира режима Leica;
- 10) За станциониране на инструмента се избира Station Setup. Контролерът извежда съобщение "Connecting to total station". Ако комуникацията през серийния кабел между инструмента и контролера е успешна, в този момент в дясната част на екрана следва да се появи икона с тотална станция. Ако комуникацията не се осъществи, кабелът следва да се откачи и свързването да се поднови отначало. Важно условие е инструментът и контролерът да бъдат свързани чрез серийния кабел <u>ПРЕДИ</u> стартиране на режима Leica в софтуера Trimble Access.



Фиг. 43 (а, б, в). Последователност при станциониране на инструмента Leica

- 11) При успешна комуникация с тоталната станция се появява прозорец за въвеждане на атмосферните стойности (налягане и температура), и коефициента за рефракцията. Стойността на коефициента на рефракция (по подразбиране – 0.142) може да се промени на 0.1306 - стойност, използвана в българската нормативна уредба. Потвърждава се с Accept;
- 12) Следва въвеждане на името на станцията и височина на инструмента. Аналогично на реда на работа с тоталната станция Trimble S6, при измерването на страните на мрежата ориентация на инструмента в координатна система не се налага. Ето защо, в *Options* следва да се премахнат евентуално въведени координати и азимут

на точките, а на страница 2/3 в полето Measure Backsight (използване на ориентация) следва да няма отметка.

📡 Station setup 🛛 🔊 😣	? – X	🐌 Options 🛛 🕘 ? 🗕 🗙 🐌 Options 🔊 🕘	? – X
Instrument point name: Code:	30%	Default point names: Default heights: III 30% Measure backsight:	■ > 30%
Instrument height:	🖪 s		🔁 S
?	2 ?	Default instrument coordinates	
	1 ?	Northing: Easting: 11 ?	1 ?
	Map	2 Map	Map
	Menu	Default azimuth:	Menu
	Favorites	2/3	F <u>a</u> vorites
	S <u>witch to</u>		Switch to
Esc Options	Store	Esc Interror Accept Esc Titterror	Accept

Фиг. 44 (а, б, в). Настройки на станцията

13) След като инструментът съобщи (включително гласово) Station Setup Completed, се преминава към измерване на точките от мрежата. От всяка станция, чрез *Measure/Measure topo*, при две положения на зрителната тръба се измерват посоките и разстоянията към всички видими съседни точки.

Job: 143	023 3 0 Key in <u>Cogo</u> Station elevation	? — × 30% S ? ↓ -34 1 ?	Measure topo Image: Code: print name: Code: pt18 Image: Code: Method: Image: Code: Angles and distance Image: Code: Target height: Image: Code: ? Image: Code:	? — × 30% • S ? ♥ -34
Measure	Measure topo Measure codes Measure rounds Measure 3D axes End conventional survey	Map Mgnu Favorites Switch to		Map Menu Favorites S <u>w</u> itch to
Exit	Tilt error	Enter	Esc Tilt error Options	Measure

Фиг. 45 (а, б). Измерване на точка

- 14) За удобство при номерирането на точките, в *Options /Auto point step size* е препоръчително да се постави **0** по този начин инструментът няма да увеличава автоматично номера на измерваната точка при смяната между I и II положение той трябва да е един и същи. Измерванията се извършват в един гирус;
- 15) Преди въвеждане на височината на сигнала е препоръчително да се свери призмената константа. Включената в комплекта призма GPR1 е с константа -34 mm, която стойност трябва да бъде показвана в дясната част на екрана, под иконата с инструмента. При използване на друга призма стойността на призмената константа следва да се актуализира²⁵.

²⁵ В софтуера Trimble Access призмената константа се въвежда заедно със знака (положителен или отрицателен). Така например, призмена константа +20 mm се въвежда "+20 mm", като същото важи и за отрицателните стойности.



Фиг. 46 (а, б). Настройки на призмена константа и височина

- 16) За избягване на грешки от накланяне на сигнала, визирането е препоръчително да се извършва в най-долната му видима част, след което алидадата на инструмента, респ. хоризонталният ъгъл, се фиксират, а само с безконечния винт за вертикално насочване зрителната тръба се насочва окончателно към призмата;
- 17) Заради свързването на инструмента през сериен порт функцията за автоматично завъртане между I и II положение не е активна – инструментът следва да се завърта ръчно, а името на точка, измерена при двете положения на инструмента, трябва да е едно и също;
- 18) Измерванията към видимите точки трябва да образуват приблизително равностранни триъгълници. При липса на пряка видимост между две точки от мрежата, връзката помежду им може да се извърши чрез създаване на временна работна точка, видима и от двете места. Тези работни точки се именуват съотв. r1, r2 и т.н.;
- 19) На всяка нова станция операторите се сменят, и се създава нов проект (*Jobs/New job*).
- 20) Преглед, редактиране и изтриване на погрешно измерени точки се извършва през *Jobs/Point Manager*.
- 3.2.5. Геодезическа снимка

Измерванията и кодирането на подробните точки от района на практиката с Leica наподобяват тези, извършвани с инструмента Trimble S6, с тази разлика, че тук работата се извършва от поне двама души – оператор на тотална станция и фигурант, докато в другия случай, благодарение на роботизираното дистанционно управление, е достатъчен и само един.

Геодезическата снимка с инструмента Leica следва в голяма степен гореописания ред на работа с Trimble S6 (с изключение на стъпка 10 в раздел 3.1.4, описваща стартирането на роботизираното управление). Снимката на подробностите се извършва отделно от измерването на мрежата, само при I положение на зрителната тръба. Измерванията се извършват по описаният метод, включващ ръчно или автоматично въвеждане на координати на точките и ориентация на инструмента. Всеки студент от дадена група трябва да измери поне 30 единични точки в режим *Measure Topo*, със съответната кодировка, с поне 1 сегмент от бордюр на алея или друг линеен или площен обект. За разлика от Trimble S6, този инструмент, поради свързването си чрез сериен порт, не поддържа моторизираната си функция, респективно метода за автоматично измерване на точки *Continuous topo*.

4. НИВЕЛАЧНИ ИЗМЕРВАНИЯ

Метод: Целта на нивелацията е да се определят нормалните височини на точките от създаваната в рамките на практиката опорна геодезическа мрежа, в Европейска височинна референтна система EVRS2007, изхождайки от два намиращи се в района на работа нивелачни репера IV клас: HP319 (603.892 m) и HP139 (595.412 m).

Нивелацията се провежда при спазване на следните условия²⁶:

- Нивелачните ходове преминават през поне половината от новосъздадените точки, и задължително през поне 2 точки от ГММП;
- Ходовете се проектират с дължина до 5 km (общо двупосочно разстояние);
- Нивелирането се извършва двукратно, при дължина на визурите до 60 m;

Точност: Спазват се следните изисквания:

- Разликата между стойностите на превишенията, получени от двете противоположни нивелирания между две съседни точки, не трябва да надвишава стойността $d = \pm 15 \sqrt{s}$ mm, където s разстояние между точките (реперите) в km;
- Разликата между даденото и измереното превишение в реперите не трябва да надхвърля $20\sqrt{s}$ mm;
- Средната грешка М на километър двойно нивелирано разстояние, изчислена по

формулата $M = \pm \frac{1}{2} \sqrt{\frac{1}{n} \sum_{i=1}^{n} \frac{d_i^2}{s_i}}$ mm, където n е броя на отделните пронивелирани разстояния, а d е разлика между две противоположни нивелирания, не трябва да надвишава 10 mm.

Оборудване: Използват се наличните в катедрата по "Маркшайдерство и геодезия" дигитални нивелири Leica Sprinter 100, 200М и Stonex, с телескопични алуминиеви лати. Обработката на нивелачните измервания по МНМК се извършва чрез софтуера Trimble Business Center, след ръчно въвеждане на измерванията в модула *Level Editor*.

4.1. Нивелири Leica Sprinter 100, 200М и Stonex D2

Тези инструменти са с идентичен хардуер и софтуер за управление, чието описание е дадено на фиг. 47 и 48.

4.1.1. Устройство

²⁶ Модифицирани за нуждите на практиката условия за определяне на височините на точките от ГММП чрез геометрична нивелация според (АГКК, 2017) и (ГУГК, 1986).



Фиг. 47. Съдържание на комплекта и устройство на нивелир Leica Sprinter (Leica Geosystems AG, 2007).

N	🖻 Клавиш	Символ	Основна функция	Допълнителна функция				
a)	вкл./Изкл.	U	Включване/изключване	Няма				
bj) Изм.		Стартира измерване на разстояние и превишение	При задържане над 2 s стартира измерване в следящ режим				
c)) Верт./Хор.		Показване на хоризонтално разстояние и превишение	Нагоре (в режим Меню)				
d) dH	(∆H) ▼	Показване само на превищение	Надолу (в режим Меню)				
e)	Меню		Настройки	ENTER/Потвърди (в режим Меню)				
f)	Подсветка	ESC	LCD дисплей	ESC/изход (в режим Меню)				

Фиг. 48. Основни функции на нивелира

4.1.2. Ред на работа

- 1) В началото на учебната практика е препоръчително да се извърши проверка и поправка на инструмента. За целта се използва функцията *Menu/Adjustment/Check and Adjust*, която графично показва на екрана на нивелира необходимите за изпълнение стъпки;
- След приключване на началната проверка и поправка, инструментът се разполага между двете алуминиеви лати, при спазване на изискването за визури до 60 m;

- 3) Зрителната тръба се насочва последователно в центъра на латите (назад и напред), визурата се фокусира до ясна видимост на баркода;
- 4) Чрез еднократно²⁷ натискане бутона за измерване се извършва стандартен отчет (превишение и хоризонтално разстояние);
- 5) Измерените хоризонтално разстояние и превишение се визуализират на екрана. С помощта на клавишите може да се превключва между различните измервания (само превишение, само хор. разстояние, но препоръчително е да се показват и двата отчета).



Фиг. 49. Последователност при отчитане с нивелира

6) Съобразявайки отчети "назад" и "напред", стойностите за превишение и разстояние се записват в нивелачен карнет – разпечатан на хартия образец (Приложение 16) или във файла "Нивелачен ход.xlsx", който може да бъде изтеглен оттук:

https://goo.gl/tWqVGf

За по-ефикасен пренос и обработка на данните в среда Trimble Business Center, попълването на карнета е за предпочитане да се извършва директно в XLS таблица през мобилното приложение Microsoft Excel за Android и iOS, налично за изтегляне съответно от Google Play и App Store.



Фиг. 50 (а, б, в). Визуализация на нивелачния карнет в Excel за Android

- 7) Препоръчително е на терен да се извършва предварителен качествен контрол на измерванията;
- 8) След приключване на теренната работа, измерванията се пренасят от попълнените карнети в специализирания модул *Level Editor* на софтуера ТВС.

²⁷ Чрез задържане се преминава в режим "следене" на латата.

5. ОБРАБОТКА НА ИЗМЕРВАНИЯТА

Обработката на данните се извършва в Лаборатория по ГИС (зала 207а) чрез софтуерния продукт Trimble Business Center. Измерванията на мрежата по ГНСС и оптични (ъгловолинейни и нивелачни) методи се обработват в отделни проекти, които на по-късен етап могат да се обединят в единен окончателен проект.

За по-ефикасна обработка на данните е препоръчително създаването на работна директория и поддиректории, съгласно схемата на фиг. 51.



Фиг. 51. Препоръчителна структура на работната директория за изтегляне и обработка на данните

5.1. Обработка на ГНСС измервания

За обработка на данните в компютърната зала се използват работни станции с профили на име *Студенти*, които не са защитени с парола.

5.1.1. Изтегляне на измерванията

- Trimble R4
 - 1) Контролера и приемника се включват;
 - 2) Изчаква се връзката помежду им по Bluetooth, след което се влиза в *Instrument/Receiver files*;
 - 3) Избират се необходимите файлове със статични измервания (формат .T02). Имената на файловете следват структурата:

2773 + **dddf** (пореден ден от година).**Т02**, където

2773 са последните 4 цифри от серийния номер на приемника, **ddd** – ден от годината, **f** – пореден номер на измерването за този ден (f=0 означава първо измерване за деня, 1 – второ и т.н.). За връзка между датата и часа на измерване в UTC, и деня на годината в тези файлове, може да използвате онлайн конвертори като този:

https://www.labsat.co.uk/index.php/en/gps-time-calculator

- 4) Чрез Import files измерванията от приемника се прехвърлят към контролера;
- 5) След приключване на изтеглянето, контролерът се свързва с компютъра чрез USB кабел, и се изчаква автоматичното стартиране на модула Windows Mobile Device Center;
- 6) Измерванията в контролера се съхраняват в папката $Trimble \ data/MGU$ те следва да се прехвърлят на свой ред в съответната директория на компютъра (D://Students/PraktikaGNSS/YearFolder/GroupNameFolder/GNSS/TrimbleR4/RAW).
- Stonex S8+

Изтеглянето на измерванията се извършва с помощта на USB кабел. Алтернативен метод е използването на софтуера Stonex Assistant. За преобразуване в RINEX формат служи модулът SthtoRinex.exe. Инсталационни файлове за двата софтуерни продукта могат да се изтеглят от сайта на производителя, след регистрация (<u>http://www.stonexpositioning.com</u>), както и от следния линк:

https://goo.gl/Wq2qPk

След разархивиране на инсталационния пакет се стартира файла **setup.exe**. След инсталиране двете приложения се стартират от инсталационната директория ²⁸. В разархивираната директория е и модулът SthtoRinex.exe, който служи за преобразуване на измерванията в RINEX формат. Следва да се изпълнят следните стъпки:

- 1) Приемникът се свързва чрез USB кабел към компютър, при което вградената му памет се става достъпна като външен диск;
- Изтеглят се файловете с разширение .dat (съгласно указанията за извършване на статични измервания със Stonex, те следва да са именувани с факултетния номер, зададен през софтуера SurvCE);
- 3) В полето *File Type* се избера показване на всички разширения (*.*);

²⁸ StonexGPSAssistant трябва да се стартира като администратор.

- 4) Изберат се опции за Glonass и Galileo;
- 5) В Input Path се посочва директорията с изтеглените измервания;
- 6) Директория за преобразуваните RINEX файлове се избира чрез *Output Path* или чрез *Input=Output*;
- 7) По подразбиране конверторът използва версия RINEX 2.10, който следва да се промени в RINEX 3.0 (чрез поставяне на отметка);
- 8) За конвертиране се избират или отделни файлове, или всички (Select All);
- 9) Натиска се Convert. След кратка обработка конвертирането е извършено.

SthtoRinex Ver 2010-04-24 (20110603)			×
File Type	Glonass Galileo SBAS Rinex 3.0 Select All Clear Select	DR	
Input Path C:\Users\Asparuh	\Downloads		
Output Path C:\Users\Asparuh	\Downloads		
Input=Output Mode	0verwrite -	Convert	Cancel
□ Path			

Фиг. 52. Интерфейс на модула за конвертиране на сурови измервания от Stonex S8 в RINEX

В избраната директория се появяват няколко файла с едно и също име, но с различно разширение **yyt**, където **yy** – последните 2 цифри от годината на измерване (17 означава 2017 г.), **t** – тип на файла (О - сурови измервания, N - GPS навигационно съобщение, G - ГЛОНАСС навигационно съобщение, Р - смесено GNSS/SBAS навигационно съобщение; възможно е файлът Р да е празен).

0.11	Name	Date modified	Туре	Size
Quick access	FAKNOMER.17G	15.6.2017 г. 16:02	17G File	7 KB
This PC	FAKNOMER.17N	15.6.2017 г. 16:02	17N File	12 KB
Seagate Expansion Drive (G)	FAKNOMER.170	15.6.2017 г. 16:02	170 File	636 KB
eagate Expansion Drive (0.)	FAKNOMER.17P	15.6.2017 r. 16:02	17P File	0 KB
etwork	FakNomer.dat	15.2.2017 r. 18:53	DAT File	605 KB

Фиг. 53. Видове файлове на формата RINEX, получени след конвертирането на .dat файла

След преобразуването на измерванията от .dat в RINEX, всички файлове с измервания (*.yyo) е препоръчително да се проверят за наличие на статични данни, преобразувани погрешно в кинематични. Причина за появата им са несъвършенства в конвертора Sthtornx.exe. За целта файловете се отварят с текстов редактор (напр. Notepad++), и се проверяват редове 17 и 18 за текст от типа:

Comment

Ако такъв текст е наличен, и двата реда следва да се изтрият, и файлът да се презапише.

• CHC i80

Измерванията от този приемник, съгласно указанията в раздела за статични измервания, следва да са записани директно в RINEX формат. Файловете се изтеглят на настолен компютър чрез USB кабел или чрез уеб-интерфейс. За изтегляне на данните през USB кабел се изпълняват следните стъпки:

- 1) USB порта на приемника се свързва към компютър с помощта на тройния кабел (Lemo-USB-захранване). Вътрешната флаш-памет на приемника ще бъде разпозната от операционната система като външен диск;
- 2) Измерванията са записани в папки, именувани с датата на измерването. Тези папки са в директория \repo\record_1\(Дата на измерването)\rinex;
- 3) Имената на файловете с измерванията следват структурата:

Site Name (фак. номер) + dddJ (пореден ден от година).yyt

където J – показател, че деня от годината е според по дефиницията за "юлиански ден"; уу - година; t – тип на файла (О - сурови измервания, N - GPS навигационно съобщение, G - ГЛОНАСС навигационно съобщение, L - Galileo навигационно съобщение, С - СОМРАЅЅ/Веіdou навигационно съобщение).

📙 🛛 🛃 🔻 🛛 rinex					– 🗆 🗙
File Home Share View					~ ()
Pin to Quick Copy Paste	th nortcut to ~ to ~	New item •	Properties	Select all Select none	
Clipboard	Organize	New	Open	Select	
← → × ↑ 🔄 > 1005424 (H:)	> repo ⇒ record_1 ⇒ 20170615 ⇒ rinex			マ O Search rinex	م
	Name	Date modified	Туре	Size	
> Cuick access	Fac. NomerXXXJ.17C	15.6.2017 r. 9:29	15.6.2017 r. 9:29 17C File		
> 💻 This PC	Fac. NomerXXXJ.17G	15.6.2017 r. 9:29	9 17G File	5 KB	
× = 1005424 (H:)	Fac. NomerXXXJ.17L	15.6.2017 r. 9:29	9 17L File	1 KB	
	Fac. NomerXXXJ.17N	15.6.2017 г. 9:29	9 17N File	7 KB	
> cogs	Fac. NomerXXXJ.170	15.6.2017 г. 9:29	9 170 File	3 245 KB	



5.1.2. Създаване на проект в Trimble Business Center

Trimble Business Center е комплексен геодезически софтуер на компанията Trimble Navigation Ltd. за обработка на измервания от ГНСС приемници, тотални станции, лазерни скенери, дронове, в САD и ГИС среда. Зала 207А разполага с 10 лицензирани инсталации на този продукт, чрез които групите извършват обработка на всички измервания. За улеснение на работата, ГНСС и ъглово-линейните измервания на мрежата се обработват в различни проекти.

За обработка на ГНСС мрежата се изпълняват следните стъпки:

- 1) Стартира се Trimble Business Center;
- 2) Нов проект се създава чрез File/New или Start Page/Start a new project. Системните единици на проекта следва да са метрични (metric). Проектът се записва чрез File/Save as в работната директория, на адрес /D://Students/PraktikaGNSS/YearFolder/GroupNameFolder/GNSS/TrimbleBusinessC enterProject

● ID C I 目 A I A I A A I A A I A A A A A A A A	[]] [(((((((((((((((((
File Home View Data Survey GIS CAD Edit Surfac	ces Corridor D	rafting Photogrammetry Point Clo	uds Machine Control	Support			
Construction C	tion Explorer Name t All * Objects Data	Layer View	La La Coordina System Manu Images Geode	te Misetic M	easure Reports Print easure Reports Print		
🔐 Project Explorer 🛛 🕂 🗙 Start Page 🗙							
Walcomo to Trimbla	Rusiness Co	New Project			ŕ		
Weicome to minute	business ce	I emplate	7 Read Only	Default			
		<pre><biank remplate=""></biank></pre>	Read Only				
Common tasks	On the Internet	International Foot Scale Only	Read Only				
		Metric	Read Only	Default			
Start a new project	🏸 Register TBC	Metric Scale Only	Read Only		^		
📫 Open an existing project	TBC Support do	Trimble UX5 HP Solution Template	Read Only				
Check for undates	A TRC Trimble Cou	US Survey Foot	Read Only		odate to the		
		US Survey Foot Scale Only	Read Only		or Updates or		
A License Manager	🧚 TBC Email Com	r					
Trimble Access Services	🖬 Video demos on				y expiration		
I Trimble GNSS Planning Online	de Video demos o				will not be er to obtain a se Manager to		
Learning aids	Release documer						
	Read Me				version of		
• Online Help (F1)	Release Notor	-1					
U Tutorials	La ricicase rivoles				rted cutting		
I ► Workflow Guides		Set As Default			tting plane		
		Delete					
Featured videos			ОК	Close			

Фиг. 55. Начална страница при създаване на проект в ТВС в метрични единици

3) Въвеждане на ГНСС измервания

Тъй като измерванията се обработват в среда Trimble Business Center, измерванията с приемници Trimble в суров формат T01 и T02 не се нуждаят от преобразуване. Преобразуването на измервания, извършени с приемници на други производители във формат RINEX е описано по-нагоре. За импорт се избира *File/Import/Import folder*, с последващо посочване на директориите със сурови измервания от съответните приемници²⁹. В прозореца *Selected files (s)* се показват наличните в директорията файлове, и техният тип: *Ephemeris (*орбитни данни), *RINEX, GNSS T02, Trimble Access v.xx* или други. Избраните файлове се маркират, и се въвеждат в проекта с *Import.*

Import	Export	 Import Format Ec Export Format Ed Import/Export 	litor 🔍 Open Rem litor 🔏 Save File F	lemotely Cleanup	Selection Explorer Name Select All V Objects Data	Layer Manager 🔮 🗳 Layers) ▼ My Filter → ▼ <mark> </mark>	Y ■ Mages	Coordinate System Manager Geodetic	Measure Reports Print Distance • • • • Measure Reports Print
Plan View	v [My Filter]	×							import	ф у
									j — I 🖬 j 🖻 .	é 🐔
	- Denein	a Paul Data Chask Is							Import Folder	
	- Necely	er Naw Data Check III							D:\Praktiki\20_\Pr	aktika 2016 2017 combined 🗸
					Point View					
	Import	Point ID	File Name	Start Time	∇ End Time	Duration	Feature Code	Send to RT	Select File(s)	
	10 1	gt1030	27731787.T02	27.6.2017 r. 9:52:55	27.6.2017 r. 10:33:36	00:40:41			File Name	File Type
	0 -	DEFAULT	27731787.T02	27.6.2017 r. 9:52:20	27.6.2017 r. 9:52:20	00:00:00			1029.17N	Ephemeris
	0 1	gt 1030	27731785.T02	27.6.2017 r. 9:22:47	27.6.2017 r. 9:39:27	00:16:40	nail	Г	1029.170	RINEX
5000	0 -	Roving Segment	27731785.T02	27.6.2017 r. 9:22:46	27.6.2017 r. 9:22:46	00:00:00		Г	2//31/33.102	GNSS T02
	0 -	Roving Segment	27731785.T02	27.6.2017 r. 9:22:18	27.6.2017 r. 9:22:18	00:00:00			27731740.102	GNSS T02
	1	DEFAULT	27731784.T02	27.6.2017 r. 9:16:04	27.6.2017 r. 9:22:16	00:06:12		Г	27731741.102 27731764 T02	GNSS T02 GNSS T02
	1	gt1030	27731784.T02	27.6.2017 r. 9:15:28	27.6.2017 r. 9:15:45	00:00:17	nail		27731766.T02	GNSS T02
	1	Roving Segment	27731784.T02	27.6.2017 r. 9:15:27	27.6.2017 r. 9:15:27	00:00:00	1	Г	27731784.T02	GNSS T02
	0 -	Roving Segment	27731784.T02	27.6.2017 r. 9:14:43	27.6.2017 r. 9:14:43	00:00:00			27731785.T02	GNSS T02
	1	pt4	27731766.T02	25.6.2017 r. 12:11:30	25.6.2017 r. 12:26:32	00:15:02		Г	27731787.T02	GNSS T02
	1	DEFAULT	27731766.T02	25.6.2017 r. 12:10:49	25.6.2017 r. 12:10:49	00:00:00			43861721±02	GNSS T02
	1 -	Roving Segment	27731764.T02	25.6.2017 r. 11:52:16	25.6.2017 r. 11:52:16	00:00:00	1	Г	43861723.t02	GNSS T02
	1	gt1011	27731764.T02	25.6.2017 r. 11:20:50	25.6.2017 r. 11:52:15	00:31:25			43861724102	GNSS T02
<u> </u>	1	gt1010	27731764.T02	25.6.2017 r. 10:58:59	25.6.2017 r. 11:14:06	00:15:07			43861725102	GN55 T02 GN55 T02
	Point	Antenna Receiver							43861727±02	GNSS T02
		Acto	anon model	Automatic		Prest	OK	Canaal	43861728.t02	GNSS T02
			anna model.	Automatic	~	neset	UK	Cancel	43861729±02	GNSS T02
									4386172A.t02	GNSS T02
									4386172B±02	GNSS T02
									4386172C.t02	GNSS T02
									4386172D.t02	GNSS T02
									4386172E±02	GNSS T02
-5000									8 files selected	

Фиг. 56. Прозорец за първоначален преглед на въведените данни

²⁹ Файловете могат да се въведат и директно от работната директория, чрез влачене в прозореца с отворения проект.

- 4) След въвеждането се появява прозорецът *Receiver Raw Data Check In* той служи за първоначален преглед и подбор на въвежданите данни. В тази стъпка е препоръчително да се извърши сравнение между тях и всички записи от полевите карнети от статични измервания. Прозорецът съдържа три раздела *Point, Antenna* и *Receiver*, всеки от които представлява отделна таблица, съдържаща следните колони:
 - Point:
 - Import наличие на отметка разрешава въвеждането на съответния файл. По подразбиране софтуерът не поставя отметки на празни файлове, паразитни кинематични измервания във файлове със статични наблюдения, и др.
 - PointID номер на точка. Това поле може да съдържа вярното име на точката; надписа DEFAULT (когато името на точката поради различни причини не е записано във файла с измервания или е изгубено при преобразуването в RINEX); Roving Segment (когато RINEX файла от уреда Stonex не е редактиран за премахване на индексите за кинематични измервания, или уредите са били в движение преди или след започване на измерването, или други причини). В тази колона е препоръчително да бъдат редактирани имената на точките съгласно записите в карнетите;
 - ▶ File Name име на импортирания файл;
 - > Start Time дата и час на започване на измерването;
 - End Time крайна дата и час на измерването;
 - > Duration продължителност на измерването;
 - **Feature Code** код на измерването, ако е използван такъв;
 - Send to RTX-PP³⁰ избор дали суровите измервания да се изпратят за онлайн обработка от мрежовата услуга Trimble RTXTM. По подразбиране софтуерът поставя отметка на измерванията с продължителност над 1 час. На този етап тази услуга няма да бъде използвана, затова наличните отметки в тази колона следва да се премахнат;
 - *Antenna* в този раздел е препоръчително да бъдат редактирани височините на антените, съгласно описанията по-долу. Освен някои идентични полето с раздел *Point*, тук фигурират:
 - > Manufacturer име на производителя;
 - Туре тип на антената. Уредите, използвани в рамките на практиката, са съответно с антени:
 - Trimble R4-2 Internal
 - ✤ CHC i80
 - ✤ Stonex S9III+ GNSS Internal³¹

³⁰ Trimble RTXTM (Real Time eXtended) е глобална услуга за прецизно автономно определяне на местоположение. Базира се на измервания и данни за спътниковите орбити и скали за време от собствена мрежа от перманентни ГНСС станции. Услугите RTX са достъпни в реално време и с последваща обработка, със сантиметрово ниво на постижима точност. Модулът Trimble RTXTM Post Process е обявен на 19.IX.2012 в рамките на годишната среща на ION. В основата му стои платформата Trimble Pivot – нов ключов сегмент от гамата инфраструктурни решения на Trimble. Като част от този модул, Trimble предлага безплатна уеб-базирана услуга с ограничена функционалност, която дава възможност за определяне на местоположение с прилагане на усъвършенствани PPP алгоритми. Услугата е достъпна на адрес <u>http://www.trimblertx.com/</u>

³¹ Тази антена е с еднакви геометрични характеристики на използваната в рамките на практиката Stonex S8+ (STXS8PX003A), но тъй като последната липсва в библиотеката на софтуера TBC (C:\Program Files (x86)\Common Files\Trimble\Config\antenna.ini), то може или да се използва тази на приемника S9III+ (STXS9PX001A), като от измерената височина се извади 1 mm, тъй като разликите между фазовите центрове на двете антените спрямо основите им са съответно 87.05 и 88.03 mm, или да се избере неизвестен модел приемник и антена, като се въведе съответната измерена височина + 87.05 mm. Повече информация за физическите характеристики на антените може да се намери във файла **antenna.gra**, публикуван тук
- Method метод на измерване на височината на антената. За антени, които са в библиотеката на софтуера, може да се използва измерената до основата им вертикална или наклонена височина. Така например, за приемника Trimble R4-2, монтиран на щок или тринога, се избира съответно Bottom of antenna mount или Center of bumper. За неразпознавани от софтуера ГНСС модели може да се въведе измерената до референтната точка на съответния приемник височина, като се добави и разстоянието от тази точка до фазовия център на антената. Това разстояние е записано на дъното на всеки ГНСС приемник, а може да се провери и във файловете с абсолютни и относителни калибрации на антени, публикувани от IGS, NGS, Trimble и др. В този случай се избира Antenna phase center.
- Height измерена височина на антената, отнесена към съответната точка на измерване на приемника. Референтните точки на всеки приемник са описани графично в периодично актуализиран от IGS файл, наречен antenna.gra (Приложение 15). Типът и височината на антените следва да се редактират своевременно. Специално внимание трябва да се обърне на височините от приемника Stonex S8+, които в получените чрез Sthtornx.exe RINEX файлове е вероятно да имат грешна стойност (обикновено 1.0250 m).
- > Serial number сериен номер на съответното оборудване;
- Antenna model избор на източник за корекция на отместването и вариациите на фазовите центрове на използваните антени³². В това падащо меню има 5 възможности за избор, които използват следните библиотеки с корекции (на адрес <u>C:\Program Files (x86)\Common Files\Trimble\Config</u>):
 - Trimble Relative модели за корекция на фазовия център на антената (APC) за използваните антени от изведени от Trimble относителни калибрационни стандарти (*.pct файлове);
 - NGS Relative модели за корекция на APC антените от относителни калибрационни стандарти на National Geodetic Survey (*.ngs файлове);
 - ✤ NGS Absolute моделите за абсолютна калибрация на антените, изведени от NGS (ngs_antennas.atx).
 - ✤ IGS Absolute модели за абсолютна калибрация на отместването и вариацията на антените, изведени от IGS (igs_antennas.atx)
 - Автоматично това е препоръчителната настройка (по подразбиране): Trimble Business Center ще определи автоматично модела за корекция, който да се приложи както за базовата, така и за антената на определяемата точка, като се използва следния приоритет:
 - 1. IGS Absolute абсолютната калибрация е най-широко използваният метод за калибрация на антени (Schmid, Mader, и Herring, 2004), (Khoda и Bruyninx, 2007), ето защо е с найвисок приоритет в софтуера. Ако използваната антена не фигурира във файла igs_antennas.atx, полето с измерването е маркирано с червен цвят.
 - 2. NGS Absolute
 - 3. NGS Relative

<u>https://igscb.jpl.nasa.gov/igscb/station/general/antenna.gra</u>, а за калибрацията на фазовите им центрове (в ITRF2014), във файла **igs14.atx** тук: <u>https://igscb.jpl.nasa.gov/igscb/station/general/igs14.atx</u>

³² Резултати от прилагане на различни модели за калибриране на антени в рамките на учебната практика по ГНСС, провеждана от УАСГ край с. Веринско, са дадени в (Цановски и Христев, 2016)

- 4. Trimble Relative
- *Receiver* освен някои идентични полето с останалите раздели, тук фигурират:
 - Survey mode показва режима на ГНСС измерване. Измерванията с продължителност няколко часа попадат в категорията *Static*, тези с по-кратка продължителност – *Fast static*. Измервания по метода PPK (Post processed kinematic) са с индикатор *Stop and Go*, но този индикатор получават автоматично и статични измервания с паразитни кинематични данни (напр. когато уредът е бил в движение по време на измерването);
 - Reference Station Type за измервания, извършени върху опорните точки се избира Single Base Station (само за измервания с продължителност над 1 час), и съотв. VRS (Virtual Reference Station), ако се въвеждат RINEX файлове с данни от виртуална референтна станция;
 - Manufacturer/Type следва да бъде избран правилен модел на използваното оборудване. На тази база софтуерът ще приложи индивидуални модели за отстраняване на шума за всеки отделен тип приемник.
- 5) След проверка на всички данни се потвърждава въвеждането им в проекта. Тъй като все още не е избрана проекционна координатна система, софтуерът избира една от измерените точки като център за проектиране, и подсеща да бъдат въведени най-точните ѝ към момента координати. Предложените стойности по подразбиране (0.000 m) могат да бъдат оставени засега те ще бъдат актуализирани на по-късен етап, при избора на проекционна координатна система според БГС2005.

🕸 🕨 🗈 🚍 🕹 🗐 🐇 🖬 😓 🖬 🗶 🖬 🕲	• ? 🖬 • 🗙 🛄 Q 🏢 👻	Unnamed - Trimb 🛄 😫	∠ s Center	
File Home View Data Survey GIS	S CAD Edit Surfaces Corridor D	Prafting Photogrammetry Point Clouds	Machine Control Support	^ ?
Import Ex	ervices mote File Project Explorer Project Explorer Cleanup Select All + Name Objects	Layer Layers View Ima	Coordinate Measure R System Manager Distance * R Geodetic Measure R	eports Print eports Print
Project Explorer 4 X Start Page X Plan	Niew [My Filter]			
<u> 0002</u>	Projection Definition The project's projection will be automat Enter the beat known grid coordinates in the projection's false origin.	ically updated based on the global point 'DEFAULT', known for point 'DEFAULT'. These values will become		
	Easting: 0.000 m Nothing: 0.000 m	Origin longitude: E23'20'50:834'99" Origin latitude: N42'39'06.71'596"		
<u> </u>		ОК		

Фиг. 57. Използване на нулеви проекционни координати в началния етап след въвеждане на данните

6) Софтуерът Trimble Business Center се състои от панел за бърз достъп, разположен най-отгоре. Под него е панелът с раздели, всеки от които предлага разнообразни задачи. Основният раздел, който е лицензиран на компютрите и се използва в рамките на практиката, е **Survey**, в който е вместена почти цялата необходима за практиката функционалност, подредена в следните групи (фиг. 58):



Фиг. 58. Раздел с геодезическа функционалност Survey

Import/Export

- Import въвеждане на данни от офис компютър, с инструмент за дефиниране на допълнителен собствен входен формат (*Import Format Editor*);
- Export извеждане на данни в различни формати, с инструмент за дефиниране на допълнителен собствен изходен формат (*Export Format Editor*);
- Internet Download инструмент за изтегляне на измервания и продукти (прецизни орбитни данни и корекции към спътниковите скали за време) от станции на перманентни ГНСС мрежи. В рамките на практиката такива измервания и продукти ще бъдат изтегляни ръчно от съответните FTP сървъри, на които са налични, ето защо това меню няма да бъде използвано в рамките на практиката;
- External Processing Service портал за изпращане на сурови статични измервания към автоматизирани онлайн услуги за ГНСС обработка, както и конвертиране на версии на файлове, записани с полевия софтуер Trimble Access;
- Trimble Access Service връзка към облака Trimble Connected Community (при наличие на активиран абонамент);
- Merge Survey Projects инструмент за обединяване на отделни проекти, създадени в Trimble Business Center. Този инструмент ще бъде използван на по-късен етап за обединяване на проектите с измерванията и обработката на ГНСС и оптичните инструменти (тотални станции и нивелири) в единен окончателен проект.
- *GNSS* група инструменти за обработка на ГНСС измервания:
 - Process Baselines основен инструмент, чрез който се извършва обработка на кодови и фазови измервания чрез фазови разлики и линейни комбинации, и фиксиране на фазовата неопределеност до получаване на задоволителни статистически оценки на измерванията.
 - Clear Processing Results изчиства (при необходимост) обработката на базисните вектори;
 - Time-Based View графика на продължителността на измерване на отделните сесии;
 - Occupation Spreadsheet таблица с данни за продължителността и метода на измерване, както и използваните в двете станции типове и височини на антени. Може да се редактира съгласно полевите записи в карнетите;
 - Vector Spreadsheet таблица с резултатите от обработка на базисните вектори;
 - Session Editor основен инструмент, който се използва в комбинация с Baseline Processing и Baseline Processing Report за филтриране на всяка сесия от неблагоприятни спътникови измервания;
 - ▶ **RTX-PP** връзка към услугата за онлайн обработка на сурови статични измервания *Trimble RTX-PP*.

Останалите групи с инструменти ще бъдат описани поетапно при влизането им в употреба. Групата *Optical* е представена в раздела за обработка на оптични измервания, *Network* – на етапа на изравнението на мрежата по МНМК и създаване на локални трансформационни модели, *COGO* и *Features* – при въвеждане на измерванията от геодезическите снимки на подробни точки. *Reports* съдържа отчети – предварително дефинирани и конфигурируеми - за всяка група дейности.

7) В лявата част на екрана е закачен прозореца **Project Explorer**, който показва всички данни в проекта. Този прозорец може да се стартира от менюта **Home** или **Data**, или с натискане на F9.

S C 🛛 🗧	🔅 🗉 🦊 🦲	9 🚇 🏯 📲 🛽	- 9 - 2 🔳	• X 🗆		Unnamed - Trimb 🕮 💯 Center							- 8 × 4		
File Home	View I	Data Survey	GIS CAI	D Edit	Surfaces	Corridor	Drafting	Photogrammetry	Point Cloud	s Machine Control	Support		^ ?		
Import Export	Device Par Import For Export For Import	ne 🤤 A rmat Editor < O rmat Editor 🍕 Sa /Export	ccess Services pen Remote File ave File Remotely	Project Cleanup	 Project Explo Selection Explo Select All Data 	plorer Name Objects	Layer Manager Layers	'> Q. Q. ● • My Filtz • My Filtz • My Filtz • My Filtz • • My Filtz • • • • • • • • • • • • • • • • • • •	⊈ Q, U er ▼ ▼ ≣; * ■ . w	Coordinate Coordinate System Manage Geodetic	Measure Measure Measure Measure	Reports Reports	Print Print		
Project Explorer	4 :	× Start Page	× Plan View [My	Filter] 🗙											
Unnamed		<u>800</u> <u>1</u> <u>800</u> <u>400</u> <u>200</u> <u>0</u>		0	QEFAULT	 ○ [9473360] 	r			• g(1018					
							1					1			

Фиг. 59. Изглед на измерванията, извършени с един от приемниците (Trimble R4-2)

8) Последователно се въвеждат измерванията от всички сесии и всички ГНСС приемници. Имената на точките се въвеждат с повишено внимание, като при поява на прозорец с избор на точки, които да бъдат обединени по име и координати (*merge*), следва да се обединяват само точки, за които е сигурно, че са едни и същи. Всички едновременни измервания по точките ще бъдат автоматично свързани с линии в зелен цвят, наречени базисни вектори.



Фиг. 60. След въвеждане на едновременни измервания от всички приемници се появяват базисни вектори, свързващи отделните точки, измерени от тях

9) В долната част на екрана, под картата (Plan View), е разположен панел с червен флаг – в него са показани предупреждения за грешки и отклонения от зададените в настройките на софтуера стойности по подразбиране. В случая, точка PT15 е обединена от измервания чрез два базисни вектора, като разликата в координатите от тях е 6.280 m по положение, при зададена настройка по положение 5.00 m. Проверка на всички настройки може да се направи през Project **Settings** (Quick Access tolerances/Mapping quality).

Toolbar/Project

settings/Computations/Point

20 L	0 m				\				
🕨 Fla	ags Pane								д
•		Flagged Objects	~				Message		
• •	PT15			This point is out of tolerand	ce. H = 6.280 m exceeds th	e computational settings	for horizontal point tole	rances	5.

) () (C 🗉 🖥 👙 🖻 🍂 🔍 🕋 🏛 • 💽 • 🕸 • 🏏 🖬 • 🗙		Praktika_Final_GNSS - T 🔠 🔀 🚩 siness		- ē × ′
File Home View Data Survey GIS CAD Ed	it Surfaces Corridor Drafting F	hotogrammetry Point Clouds Machi	ne Control Support	· ?
Sequences	Level Adjust Site Local Site	Transform Create Legal	Process Feature Measure Reports	Print
GNSS Optical	Network	COGO	Features Measure Reports	Print
s Project Explorer R X Plan View (My Filter) X Time-Based Vi Terratika Final_GNSS Points Sessions Project Settings	ew 🗙 Occupation Spreadsheet 🗙	a an metaneta an metaneta	×	
> Calmported Files	Survey Quality			
Coordinate System	Horizontal tolerance (Survey): Vertical tolerance (Survey):	0.020 m 0.050 m		
Computations	Mapping Quality Horizontal tolerance (Mapping): Vertical tolerance (Mapping):	5.000 m		
GNSS VECtor Device Orientation Mean Angles	Unknown Quality	10.000 m		
- Traverse - COGO - As-Staked Points	Vertical tolerance (Unknown):	15.000 m		
- Road Intersection	Merge options:	By Point Tolerance x 3		
Surface - Field Data Baseline Processing TX Post-Processing Network Adjustment	Horizontal tolerance:	0.000 m		
		ок	Cancel	

Фиг. 61. Панел за предупреждения

Фиг. 62. Конфигурация на прагови стойности за отделните класове точки, и начините на обединяване на точки

- 10) **Project Settings** (достъпно чрез иконата преглед и редакция на всички настройки за даден проект. За нуждите на практиката е препоръчително да бъдат конфигурирани следните настройки:
 - General Information/User information
 - В полето Reference number се задава идентификатор на проекта, по схемата [yyyy_k_Gi], където уууу е годината на провеждане на практиката, k = R (редовно обучени) или Z (задочно обучение), i номер на групата;
 - ➢ В Project name се въвежда "Практика по ОГМ и ГНСС";
 - В полето Office User Information се попълват имената на студентите от съответната група, участващи в обработката на данните, един телефон и имейл за връзка;
 - В полето Field Operator Information се попълват имената на студентите от съответната група, участвали в теренните измервания, един телефон и имейл за връзка;

File name:	Praktika_Final_GNSS.vce	
Created:	27.6.2017 r. 11:17:50	
ast modified:	3.7.2017 r. 10:01:51 (UTC:3)	
Jsing project folder:	Yes	
Reference number:	2017_R_G1	
^o roject name:	Практика по ОГМ и ГНСС	
Description:		
Start date:	8.7.2017 r.	
End date:	8.8.2017 r.	
Visionlink		
VISIOILLIIK		
Account name:		
^o roject name:		
ference number:		
e reference number of the project.		
	Treated: Last modified: Jaing project folder: Veget name: Description: Start date: VisionLink Vecount name: Project name: ference number: e reference number of the project.	ил нал. 27.6.2017 г. 11.17.50 Z.7.6.2017 г. 11.17.50 Jaing project folder: Yes Seference number: 2017_R_G1 Past Jane 2017_R_G1 Past Jane 2017_R_G1 Past Jane 2017 г. Sant Jane 2

Фиг. 63. Настройки на проекта в ТВС

- Coordinate System
 - В раздела Summary се избира Change/Coordinate System and Zone. Като проекционна координатна система, съгласно дефиницията на Българска геодезическа система 2005 (МРРБ, МО, 2010)³³, трябва да бъде избрана Универсална напречна цилиндрична проекция на Меркатор (Coordinate System Group/UTM), зона 35 север (Zone/35 North); Продължава се с натискане на Next, където в раздела Select horizontal datum (хоризонтална геодезическа референтна система) следва да се избере ETRS89 (Molodensky)³⁴. Не се задава геоиден модел.

³³ Съгласно дефиницията в чл. 6., Българската геодезическа система 2005 включва: 1. фундаментални геодезически параметри според Геодезическата референтна система 1980 (GRS80); 2. геодезическа координатна система ETRS89; 3. височинна система, реализирана чрез нивелачните репери от Държавната нивелачна мрежа, включени в Обединената европейска нивелачна мрежа (UELN) и определени в Европейската вертикална референтна система (EVRS) с помощта на данни за силата на тежестта в унифицирана гравиметрична система (IGSN 1971); 4. геодезическа проекция - Универсална напречна цилиндрична проекция на Меркатор (Universal Transverse Mercator - UTM), и въведената чрез нея система от правоъгълни равнинни координати;

³⁴В софтуера Trimble Business Center трансформационният метод Molodensky се прилага като 3-параметрична трансформация (само транслации) на началото на координатната система. ETRS89 (Molodensky) е транслация с нулеви X, Y и Z параметри между центровете на елипсоида GRS80 (използван в реф. с-ма ETRS89) и елипсоида WGS84 (използван от едноименната реф. с-ма WGS84, стояща в основата на GPS, и въведена като базова в софтуер, т.е. всички геод. трансформации в софтуера се правят спрямо с-ма WGS84). Разликата в геометрично отношение между елипсоидите GRS80 и WGS84 се дължи единствено на незначителната разликата в сплеснатостта им, еквивалентна на части от милиметъра (Verheijen, 2016). По отношение на епохите на реализациите на реф. с-ми, използващи тези два елипсоида, система ETRS89 е реализирана в България в епоха 2005.0 (т.е. използвайки координатите на станциите от европейската перманентна ГНСС мрежа в 00:00 часа на 01 януари 2005 г.). Координатите на тези станции се определят своевременно и в световната земна референтна система ITRS, с което се осигурява точен трансформационен преход. ETRS89 съвпада с ITRS в епоха 1989.0, като към 2017 г. разликата между двете системи е близо 70 cm (европейската тектонска плоча се движи около 2.5 cm NE годишно). От друга страна, WGS84, в своята текуща реализация G1762 (от 16.10.2013 г.), е сходима с актуалните реализации на ITRS – ITRF2008 и ITRF2014, на ниво около 1 cm (Verheijen, 2016). Имайки предвид високата точност на прехода между реализациите на системите ITRS и ETRS89, както и сходимостта на WGS84/G1762 с реализациите на ITRS на ниво 1 ст, може да се направи извода, че за геодезически приложения с ниво на точност 1-2 cm, ETRS89 и WGS84 са на практика идентични.



Фиг. 64. Избор на проекционна координатна система

General Information	-	Summary		
Coordinate System		Coordinate system group:	UTM	
Datum Transformation		Zone:	35 North	
Geold Model & Vertical Dat		Datum transformation:	ETRS89 (Molodensky)	
Projection	Ξ	Geoid model:	None	
Shift Grid		RTX datum:	No	
Site Calibration				
Network Adjustment Transf				
RIX Datum				
Units				
View				
Computations				
Baseline Processing				
RTX Post-Processing				
Network Adjustment				
Default Standard Errors				
Feature Code Processing				
-	-			

Фиг. 65. Настройки за координатна система БГС2005

- Units- настройка на мерните единици;
 - ▶ Единицата за ъгли е град (Angular/Display/Grad);
 - Координатите се показват в реда х, у, h (Coordinate/Display order/Northing, Easting, Elevation);
- Baseline processing
 - ≻ Критериите за показване на предупреждения (флагове) в софтуера се задават според изискванията на Чл. 29. (1), б) от ИНСТРУКЦИЯ № РД-02-20-25 (МРРБ, 2011), а именно "средна квадратна грешка (от изчислението на векторите) по всяка координатна ос - до 2 ст; (Quality/Acceptance criteria):

Acceptance criteria				
✓ If horizontal precision >	Flag 0.020 m + 1.0 ppm	P	Fail 0.100 m + 1.0 ppm	•
If vertical precision >	0.020 m + 1.0 ppm		0.200 m + 1.0 ppm	

Фиг. 66. Критерии за предупредителни флагове

- Default Standard Errors
 - Confidence level display от падащия списък се избира *1-sigma*, което задава 68% степен на достоверност на статистическите оценки на точността на

измерванията в проекта. Изразено в доверителен коефициент (0.68), той служи за мащабиране на стойността, получена за стандартното (още известно като средноквадратично) отклонение на измерванията по положение и височина, което се използва като основна оценка на качеството на измерванията в този софтуер.

- Feature Code Processing
 - За обработка на кодовете на геодезическите снимки (измерванията в режим RTK), следва да бъде избрана кодовата библиотека "Условни знаци.fxl". Ако такава библиотека не съществува в паметта на компютъра, тя може да бъде създадена ръчно. За целта въведените дотук настройки се записват, след което от лентата за бърз достъп се стартира модула Feature Definition Manager (икона).
 - Ще бъдат използвани блокове с условни знаци, дефинирани в "Условни знаци за кадастрални планове на населени места и незастроени терени - мащаби 1:1000 и 1:500" (Министерство на териториалното развитие и строителството, 1993), налични в електронен вид на сайта на АГКК. Блоковете са дефинирани в среда на Autocad, в DWG файл, наличен за изтегляне оттук:

https://goo.gl/8rpDRZ

За редактиране на съществуваща кодова библиотека се избира Open file, а за нова - New File.

Feature Definition Manager - Ne	w File				-		\times
File Edit Help							
🛅 🧭 🖬 🗙	- 😁 🗢 🗠 📶	ድ 🎭 🎛 🂐					
🔄 🕒 🍝 🚑 🔡 📽	0						
E C New File	File Properties						
Line Control Codes	Author						
Block Control Codes	Description						
Groups	File version		Feature definit	ion file V8.0			
	Date created		24.7.2017 r. 11:12				
	Date modified	2					
	Defines if the feature codes an	e numeric only	No				
	Maximum length of feature de	finition and control coc	0				
	Maximum length of feature co	de	0				
	Maximum length of attribute n	ame	0				
	Maximum length of category r	ame	0				
	Maximum number of codes pe	er group	0				
	Line Control Codes and Features				_	_	_
	Name	Category		Code			

Фиг. 67. Интерфейс на модула за създаване на кодове Feature Definition Manager

11) Създаване на примерен клас обект - електрическа лампа

Модулът Feature Definition Manager осигурява възможност за създаване на геоинформационен модел на данните, чрез дефиниране на класове обекти и атрибути към тях. Класовете обекти могат да бъдат точкови, линейни, площни и блокови (съставни). Атрибутите към всеки клас обекти може да се дефинират по тип: текстов, число, дата, час, документ, списък (падащо меню), фотоснимка. Свързването на върховете, съставящи линейните и блокови атрибути, и изборът на тип, свят на линията и други CAD характеристики, се управлява чрез т. нар. контролни кодове.

В таблиците с условни знаци, публикувани в (Министерство на териториалното развитие и строителството, 1993), ел. лампа - един от най-разпространените обекти в района на практиката, е знак No. 96, категория "Промишлени предприятия и комунални съоръжения".

96	Електрически лами	111	4.0 4.0 4.0 4.0	4,0	5,0 5,0 2.5	5.0
	Ĵ	96a	*94*	Ел. /	лампа а,	лява
		966	* 95 *	Ел. /	лампа Б,	ляво
	ŀ	96w	*96*	Ел. /	лампа а,	дясна
	•	969	*97*	Ел. /	лампа Б,	дясна

Фиг. 68 (а, б). Условен знак 96 и неговите разновидности

В дефинирането на класовете обекти тук са запазени в максимална степен оригиналните означения. Работата протича в следната последователност:

- а. През *New Category*, в полето **Name** се въвежда "Промишлени предприятия и комунални съоръжения";
- b. С десен бутон върху новосъздадената категория, или от меню *Edit*, се избира *New Point Feature Definition* този инструмент служи за дефиниране на точков клас обект, с какъвто е най-удобно описването на обект като електрическа лампа;
- с. В раздела *Feature*:
 - о в полето Name се въвежда " Ел. лампа а, лява";
 - о в полето **Code** − "96а";
 - във Feature layer (слой по подразбиране, в който да се съхраняват обектите от този клас) се избира <<New Layer>> (създаване на нов слой с име "Съоръжения");
- d. В раздела Point:
 - в полето Label style (образец за надписите на обектите) се избира <<none>> (без специално надписване);
 - в полето Color (оцветяване) се избира By Layer (обектът ще бъде оцветен според цвета по подразбиране, дефиниран за слой "Предприятия" (бял);
 - о настройките на слоевете се редактират при необходимост в меню Layer Manager;
- e. В раздела *Attributes* с десен бутон се избира **New Attribute**. Дефинирането на атрибути е индивидуално според отделните класове обекти, предназначението на данните (за картографски цели, за аналитични цели и пр.). Тук ще бъдат дефинирани два примерни атрибута: състояние на лампата (нова, стара, за ремонт) и височина. Състоянието на лампата е удобно да се дефинира като падащ списък (*List*).
 - о в *List*, в полето **Name** се въвежда "Състояние";
 - в Entry mode Optional (означава, че не е задължително този атрибут да бъде попълнен, за разлика от *Required*, което ще задължи оператора да въведете някаква стойност);
 - о в *List Values* се избират последователно Add, и видовете състояния на обекта;
 - о Потвърждава се с **ОК**;

f. За атрибута "Височина" се въвежда *Number* (число) или *Integer* (ако напр. височината на лампата трябва да бъде изразена в цяло число метри). По подразбиране (*Default value*) е въведена 5 m височина.

	ion Properties													
eature Definiti			0.1.1											\sim
Name	En anima a area		Pont	(column)			E List							~
Code:	0C+		Caber style.			·								
0	200		Color:	By Layer			Name:		List	<u>/</u> alues:				
Category.	промишлени предприятия и ко	мунални с 🗸		surrace			Състояние		Ho	1.3			L L Ie	
Feature layer:	Съоръжения	~												·
Attributes		_		_	Lines and Symbols		Description:		2	ipa			Dov	vn
Name	Entry mode	Default value			Name		бути описващ	и състоянието на пал	лата	ремонт				
				<u>.</u>									De <u>f</u> a	ult
	New Attribute	🕨 😥 Numb	er	-			Entry mode:							
	New Symbol	(integel)					Ontional		~				Ad	d
	New Line	A Text					Optional						Pom	
<	Ed R	Date	>				Bequired						<u>n</u> em	ove
	Derete DELETE						Office Use Only							
		D File										OK	C	
		Photo										UK	Can	cei
🕬 Number				×	Feature	Definition Manag elp	jer - C:\Users\MIG_Admir	\Documents\Feature Definit	tion Manager\Уc	ловни знаци.f	bd		- C	×
 Number Name: Височина Description Приблизит 	п: телна височина на лампата в м	етри		×	Feature	Definition Manag elp	er - C:\Users\MIG_Admir V 1999 V 1990 V	\Documents\Feature Definit � 속 21 큐 속 플	tion Manager\Уc	ловни знаци.f	5d		- (× ב
 Number Name: Височина Description Приблизит Entry mode 	п: телна височина на лампата в м	етри		×	Feature	Definition Manag elp	er - C:\Users\MIG_Admin	\Documents\Feature Definit � � 오 걸 왔 용 좋	ion Manager\Уc	ловни знаци.f Point	5d		- (× ב
Name: Βιτονωνia Description Πριτδπικsum Entry mode Optional	п. телна височина на лампата в ми	етри	~	×	Feature	Definition Manag elp	er - C:\Users\MIG_Admin	Nocuments/Feature Definit	tion Manager\Уc	ловни знаци.f Point Label style:	ixi (<none></none>	2	- [× ב
Name: Bucousea Description Inputinusur Entry mode Optional Default value	п: телна височина на лампата в ми в: чив:	етри	~	×		Definition Manag elp	er - C:\Users\MIG_Admin	NDocuments/Feature Definit	ion Manager\Yo	ловни знаци.f Point Label style: Color:	ixi 	9 7	- (× c
Number Name: Bисочина Description Приблизит Entry mode Optional Default valu	п: гелна височна на ланпата в м ж	етри	~	×	Feature	Definition Manag elp C X X ersL.Vсловни знат пе Control Codes асслени места Комин над 5 т Комин над 5 т Сонти предпр Сп. помпа а, пав	er - C:\Users\MIG_Admir	Nocuments/Feature Definit Ф Ф 21 21 22 Ф Ф 2 Properties Ел. памта а, пява 96а Проякшлени предприятия и	tion Manager\Yc	Роіпt Label style: Color: ☑ Include in	ixi (Kone) By Layer n surface	3 7	- (× ב •
Number Name: Becovera Description Povifinusur Entry mode Optional Default valu S	а. телена височна на данглата в ми ж чес.	етри	~	×		Definition Manag elp erslVсловни зназ не Control Codes ock Control Codes scenerus места Комин над 5 m осонкшлени предпр сонира за, пер	er - C:\Users\MIG_Admin	\Documents\Feature Definit • • • • • • • • • • • • • • •	tion Manager\Ус 3 🗮 комуналыя с 🗠	Роіпt Label style: Color: ✓ Include in	Contraction of the second seco	2	- (
Number Name: Bucowera Description Conformant Entry mode Optional Default value SI Field dev	n: TRIMA BICOVINA HA JAMITATA BIM R: Lue:	етри	×	×		Definition Manag elp ersVсловни зная не Control Codes ock Control Codes ock Control Codes оск Control Codes оск Сонтоl Соdes оск Сонтоl Соде Сонтоl Соде оск Сонтоl Соде Сонтоl Сонтоl Соде Сонтоl Сонто	er - C:\Users\MIG_Admin	Nocuments/Feature Definit Properties En. navna a. naea Sea Проичишлени предприятия и Съоръжения	tion Manager\Ус З Щ комуналня с ~	Роіпt Label style: Color: ☑ Include in	Kanaz By Layer n surface	s r	- [
Number Name: Bucowna Description Chordinusur Entry mode Optional Default valu SI Field dev Minimu	n: renna ancoursa na manta a m e: ue: tee specific m value:	етри	×	×		Definition Manag (d) Comparison of the second se	er - ClUsers/MiG Admin	Documents/Feature Definit Coperties En nama a, nasa Sa Toonsumew предприятия и Chopsoeware Enromode	tion Manager\Ус 3 комунальк с ~ ~ Орбанд улам	Роіпt Label style: Color: ☑ Include in	ixi (CNones) By Layer n surface	2 r	- [×
Number, Name: Bicoweia Description (Povi6nusert Entry mode Optional Default vali S Field dev Minimu [1.000	n: rema success na nannata s m s: ue: no value:	етри	×	×		Definition Manag elp elp ers_UV-споени знак ers_UV-споени знак ers_UV-споени знак весонстон Соdes аселени места Конин над 5 т онишлени предпр ел пампа 3, пав- гоцря	er - CAUsersIMIG Admin Cations Cations Feature Definition Feature Definition Feat	NDocuments/Feature Definit	tion Manager\Ус З Ф. комуналня с ~ ~ Defoutt value	Роілt Label style: Color: ✓ Include in	El Layer By Layer	2 r Lines and S Name	- [- ×
Number, Name: Bicoweia Description Cipurdinuser Entry mode Optional Default vali S Field dev Minimu 1.000 Maximu Dagong	n: mana ascorena na manara p m r: uo: m value: m value:	е три	>	×		Definition Manag elp elp elp elp elp elp elp elp	er - CAUsersIMIG_Admin CAUSERSIMIG_Admin Category Code: Category: Feature Langer: Annone Category: Feature Langer: Annone Category: Category: Feature Langer: Category: Categ	NDocuments/Feature Definit	ion Manager/Vc	Роінt Point Label style: Color: ☑ Include in	Extraction Statements of the second statement of the s	2 r Lines and S Name	— [J X
Number Name: Bucourria Description (Ppv6nssm Entry mode Optional Default vali S Field dev Minimu (1.000 Maximu) Summer	x retna accorra na Arantat a In x retna accorra na Arantat a x x x x x x x x x x x x x x x x x x x	етри	×	×		Definition Manag elp Company and the set of	er - CAUserstMillG_Admin Carton Carton Category: Feature Entimition Category: Feature Baye: Attributes Bane Catomice Bane Catomice Bane Catomice Bane Bane Catomice Bane Catomice Bane Catomice Bane Catomice Bane Catomice Bane Catomice Bane Catomice Bane Catomice Category: Cate	Nocuments/Feature Definit	ion Manager/Vic	Роінt Point Label style: Color: ✓ Include in	etiles By Layer n surface	Ines and S Name	— [
Number Name: Bacousea Descriptior (Tpurfavaura Entry mode Optional Default vali SI Field dev Minimu 1.000 Maximu 30.000 Number o	n m manual constraints and manual constraints and manual constraints and manual constraints and effective co	етри	~	×		Definition Manag Sep Company Sectors	er - CrUberstMild Admin Compared and Administration autority Feature Definition Feature Administration Code:	NDocuments/Feature Definit	ion Manager/Vo to Ma	Ловни знаци.f Point Label style: Color: ☑ Include in	tid Construction By Layer n surface	S r Lines and S Name	- [- ×
Number Name: Bicoverea Description Tourdinesum Entry mode Optional Default vali S Field dev Minimu 1.000 Maximu 30.000 Number 0	n: n: n: n: n: n: n: n: n: n:	етри	>	×		Definition Manage P C C C C C C C C C C C C C	er - CAUserstMiG_Admin CAUSERSTAND	NDocuments/Feature Definit	ion Manager/Ус з щ комунален с ~ Default value 5	Роіпт Point Label style: Color: ☑ Include in	El Layer n surface	Z r Lines and S Name	- [
Number Name: Bircoweria Description Ciptional Default vali Field dev Minimu 1.000 Maximu 30.000 Number 0	n terena lancouria e a una rata a una se tos specific un value: e of decimals:	етри	~			Definition Manage sp	er - CAUserst Mills, Admin Carlot Feature Name: Category: Feature layer: Attributes Rame Biscoresa	Nocuments/Feature Definit	ion Manager/Vo	Роінt Point Label style: Color: ∑ Include in	Ey Layer n surface	Z r Lines and S Name	- [) ×

Фиг. 69 (а-г). Последователност за създаване на библиотека с кодове

- g. Избор на условен знак (символ) точковите условни знаци могат да се изчертаят директно в модула *Feature Definition Manager/Symbol Editor*, а линейните в *Line Type Editor*. В допълнение, условните знаци могат да се въведат като предварително създадени блокове от .dxf и .dwg файлове метод, който е използван по-надолу. За целта, в раздела *Lines and Symbols* с десен бутон се избира *New Symbol*:
 - о в полето Name се въвежда "Ел. лампа а, лява";
 - о в падащия списък **Symbol** се избира <<Import symbols>>;
 - отваря се прозореца Symbol Manager в полето Source file to browse се посочва .dwg файла с условни знаци. Те се въвеждат с бутона << в прозореца Existing Symbols, и се избера символа 96а;
 - о в Color се избира жълт цвят.



Фиг. 70 (а. б). Конфигурации при въвеждане на условен знак от AutoCAD .dwg файл



Фиг. 71. Параметри на условен знак за електрическа лампа

- h. Веднъж въведени, условните знаци са вече налични за избор от библиотеката;
- i. По този начин последователно се въвеждат необходимите за провеждане на практиката условни знаци, съобразно наличната в "Студентски парк" инфраструктура. Файлът се записва (.fxl формат) и се използва за обработка на кодовете от геодезическите снимки, извършени с ГНСС в реално време и тоталните станции. Готовият файл с кодовете за Trimble Business Center (Условни знаци.fxl) е наличен за изтегляне оттук:

https://goo.gl/FhBSga

12) За потвърждаване на всички настройки се натиска ОК.

5.1.3. Обработка на базисни ГНСС вектори³⁵

След създаване на проект и въвеждане на измервания се преминава към една от основните операции – обработка на базисни вектори. Според настройките по подразбиране, софтуерът ще обработи всички необработени вектори автоматично, без необходимост те да бъдат селектирани. За целта:

- 1) От лентата с инструменти се избира *Survey/GNSS/Process Baselines*³⁶ (икона [№]). Ако в проекта има червени предупредителни флагове поради неизпълнение на зададените в настройките критерии, или наличие на груби грешки, софтуерът ще изведе запитване дали те ще бъдат отстранени преди обработката. Данните следва да се проверят повторно за груби грешки (обикновено при обединяване и грешно именуване на точки, грешни височини на антените или др.). Следва да се продължи само при увереност, че грешките са сведени до минимум. Ще се отвори таблица, съдържаща следните колони (фиг. 72):
 - Save софтуерът автоматично НЕ поставя отметки за измервания, които не влизат в избраните прагови стойности (Acceptance criteria). Само векторите с поставена отметка ще бъдат запаметени. Тъй като "лошите" вектори следва да се обработят за влизане в праговите стойности, те също трябва да бъдат записани. Ето защо, на този етап е препоръчително да се поставят отметки на всички вектори;
 - *Solution* приема две стойности:
 - ≻ Fixed решението е "фиксирано", т.е. неизвестните цикли в уравненията на двойните фазови разлики са определени достатъчно надеждно като цели числа. Този тип решение, според Чл. 29. (1), а) от Инструкция № РД-02-20-25 (МРРБ, 2011), е задължително за всеки вектор.
 - Float решението е "плаващо³⁷", т.е. фазовите неопределености са реални, а не цели числа. Тези вектори трябва да претърпят допълнителна обработка с цел тяхното фиксиране.
 - *Horiz. Precision (1-sigma)* статистическа оценка на разсеяността на измерването по положение, достоверна за 68% от измерванията; определя се чрез стандартното отклонение $\sigma = \sqrt{\frac{1}{n-1}\sum_{i=1}^{n}(x_i \bar{x})^2}$, където $\bar{x} = \frac{1}{n}\sum_{i=1}^{n}(x_1 + x_1)^2$

 $\cdots + x_n$) е средноаритметичната стойност.

- *Vert. Precision (1-sigma)* аналогично на предишната колона, но приложено към за измерванията по височина;
- *RMS* средната квадратна грешка s, изразена в метрична мярка. Представлява радиус на кръг с център най-вероятната стойност на измерените координати, в който попадат 68 % от всички техни изчислени стойности; определя се по

³⁵ Тази точка изпълнява обработката на данните според следната част от Инструкция № РД-02-20-25 (МРРБ, 2011):

[&]quot;Чл.29. (1) Обработката на ГНСС измерванията се състои от следните етапи:

^{1.} изчисление на векторите, свързващи базовите станции помежду им и базовите станции с определяемите точки; осъществява се с прецизни орбитни данни съгласно следните изисквания:

а) тип на решенията - фиксирани;

б) средна квадратична грешка по всяка координатна ос - до 2 ст;"

³⁶ Кратко теоретично описание на обработката на базисни вектори с платформата Trimble HD-GNSS, стояща в основата на приложенията на Trimble за работа в реално време и след последваща обработка (вкл. софтуера Trimble Business Center) е дадено в (Trimble Survey Division, 2012).

³⁷ Терминът произлиза от формата за запис на число с плаваща запетая, при което числото е разделено на значеща част (мантиса), и основа, повдигната с експонента. Напр. в числото 1.234*10¹⁰ разделителният знак на мантисата 1.234 се изменя (наляво, надясно) при промяна на експонентата в 10⁹, 10¹¹ и пр. Този ефект се получава при проверка на областта на търсене на целите цикли (дефинирана обикновено от резултатите от кодовите измервания) и тестване на възможните кандидати за цели числа измежду множеството реални числа в тази област.

формулата $s = \sqrt{\frac{1}{n-1}\sum_{i=1}^{n}(x_i - \hat{x})^2}$, където \hat{x} – приета най-вероятна стойност за измерената величина. При обработката в TBC за най-вероятна величина се приема решението на базисния вектор, получено на база всички отделни измервания в дадена сесия. Тази грешка не зависи от геометричното разположение на спътниците, а единствено от случайните грешки (шума) на отделните измервания. Общата грешка в положението на определяемата точка нараства в зависимост от критерия PDOP, обусловен от геометричното разположение на спътниците.

- *Length* – дължина на вектора.

Process	s Baselines				111 K.N. +		- U
			Processing Results				Stop
Save	Observation	Solution Type	Horiz. Precision (1-sigma)	Vert. Precision (1-sigma)	RMS	Length	Stop
. 🔽 S	SOFI gt1030	Fixed	0.002	0.008	0.015	11684.111	Cance
S 🖌	SOFI gt1028	Fixed	0.002	0.008	0.017	11337.060	
V S	SOFI gt1011	Fixed	0.004	0.017	0.022	11079.811	Order .
🗌 🗌 g	nt1030 pt4	Float	0.167 P	0.191	0.003	98.233	
V g	t1030 PT12	Fixed	0.001	0.002	0.013	283.407	Repor
🔽 g	it1030 PT6_1	Fixed	0.001	0.003	0.011	172.950	Settings
🔽 g	t1030 PT7_1	Fixed	0.001	0.002	0.008	144.204	
🔽 g	t1030 PT2	Fixed	0.001	0.002	0.007	50.515	
v g	t1030 PT1	Fixed	0.002	0.004	0.013	86.776	
🔽 g	t1030 PT3	Fixed	0.002	0.004	0.007	46.683	
V 9	t1030 gt1029	Fixed	0.002	0.003	0.013	238.337	
V g	t1030 PT9	Fixed	0.002	0.002	0.011	301.434	
V 9	t1030 PT5	Fixed	0.001	0.002	0.009	147.303	
V S	60FI gt1010	Fixed	0.005	0.008	0.034	11651.214	
V S	60FI gt1010	Fixed	0.004	0.006	0.034	11651.220	
🔽 g	t1030 gt1010	Fixed	0.003	0.006	0.016	736.405	
V 9	t1030 gt1011	Fixed	0.009	0.017	0.001	875.556	
v g	t1028 PT9	Fixed	0.001	0.003	0.013	623.637	
V g	t1028 gt1030	Fixed	0.003	0.007	0.014	504.555	
v g	t1028 PT11	Fixed	0.002	0.004	0.010	586.406	
V g	t1028 PT10	Fixed	0.001	0.004	0.008	537.446	
I▼ g	t1028 PT14	Fixed	0.001	0.003	0.006	367.680	
	t1028 PT15	Fixed	0.002	0.004	0.018	245.396	
🔽 g	t1028 PT5	Fixed	0.002	0.003	0.010	517.108	
V g	t1028 PT17	Fixed	0.002	0.002	0.013	63.939	
√ g	t1028 PT13	Fixed	0.001	0.004	0.010	442.295	
IV p	ot4 PT17	Fixed	0.005	0.011	0.008	618.118	
IV p	ot4 pt19	Fixed	0.006	0.016	0.011	473.856	
	t1011 PT13	Float	0.018	0.015	0.001	578.829	
l∎ g	t1011 PT14	Fixed	0.003	0.005	0.011	689.308	
V 9	t1029 pt19	Fixed	0.008	0.018	0.012	55.700	
l∎ g	t1029 PT11	Fixed	0.003	0.005	0.012	495.601	
V 9	t1029 PT12	Fixed	0.003	0.005	0.011	508.844	
	#1029 PT9	Fixed	0.004	0.006	0.014	497.627	

Фиг. 72. Таблица с резултати от обработката на базисни вектори

В тази таблица (фиг. 72) следва да се огледат всички вектори за предупредителни флагове и високи стойности на грешките. Така например, векторът **gt1030-pt4** е получен като плаващо решение, с твърде високи стойности за хоризонтална и вертикална точност³⁸.

³⁸ В терминологията на английски език съществува разлика между *Precision* (прецизност) и *Accuracy* (точност), произлизаща от начина на тяхното определяне: докато *прецизността* е статистическа мярка за разсеяността на отделните измервания, определяща се чрез стандартното отклонение σ и е резултат от повдигане на квадрат на разликите между отделните измервания и средноаритметичната им стойност, то *movнocmma* се оценява чрез ср. кв. грешка (**RMS**, в българската литература - *s*) и е резултат от повдигане на квадрат на разликите между отделните измервания и стойност. Само когато средноаритметичното \bar{x} е прието като найвероятна стойност в изчислението на *s*, тогава двете оценки ще съвпаднат (Deakin and Kildea, 1999). Най-общо казано, според жаргона на софтуера TBC, ред от измервания е *прецизен*, ако елементите му са близки до истинската стойност на тази величина. Двете понятия са независими едно от друго, така че даден набор от измервания може да е прецизен, или точен, или и двете, или нито едно от двете.



Фиг. 73. Сравнение между точност и прецизност, и някои добили популярност техни означения

- 2) В таблицата Vector spreadsheet е видно, че векторът gt1030-pt4 показва високо стандартно отклонение (0.167 m хор. и 0.191 m верт.), но ниска ср. кв. грешка (едва 0.003 mm). Такава разлика между точността и разсеяността на измерванията е показател за отклонение от нормалния закон за разпределение на случайните грешки, и се проявява обикновено при неблагоприятни геометрични условия на спътниците, наличие на отразени сигнали, близост до препятствия дървета, високи сгради, недостатъчно продължителни измервания и пр. Вектори като този следва да се обработят допълнително. Следва описание за примерна обработка на gt1030-pt4;
- 3) Поставят се отметки на всички вектори, и се натиска Save;
- 4) Чрез Survey/GNSS/New vector spreadsheet се отваря таблицата Vector Spreadsheet;
- 5) Векторът, подлежащ на обработка, се маркира, след което чрез *Reports/More reports/Oбработка на базисни вектори* се стартира създаването на отчет, конфигуриран на български език, който показва резултатите от изравнението по МНМК за избрания базисен вектор, включително графики за отклоненията *v*, представляващи за всяка епоха разлики между:
 - фазовите измервания Φ_{AB}^{rs} между ГНСС антената в определяемата точка **В** и всеки видим ГНСС спътник **s**, определени чрез двойните фазови разлики от базова станция **A** и базов спътник **r**³⁹;
 - избрано от софтуера приблизително референтно разстояние Φ_0 между **B** и s: $v(t) = \Phi_0 \sum_{r=0}^{s} - \Phi_{r,p}^{r,s}$ (5.1)

$$(t) = \Phi_{0B}^{\ s} - \Phi_{A,B}^{r,s} \tag{5.1}$$

³⁹ Изчисляването на тези отклонения (на англ. - residuals) по подразбиране е активирано, но ако не се показват в отчета, може да се активират отново от *Reports/Report options/Baseline processing report/Settings/Sections/Residuals:Show*)

Отклоненията v образуват статистически ред, за който се определят максимална и минимална стойност, средноаритметично и стандартно отклонение. Приложение 3 представлява отчет за базисния вектор gt1030 – pt4, който е с незадоволителни статистически оценки за точността. Такъв отчет следва да бъде генериран след всяка поредна обработка на въпросния вектор.

6) В отчета, в раздел "Графики на отклоненията на двойните фазови разлики", е удобно идентифицирането на твърде големите отклонения, спътник по спътник, епоха по епоха. Така например в първата графика - за спътник G6 (фиг. 74) - прави впечатление високата стройност на екстремумите на реда от измервания [-2.595,0.273], и стандартното им отклонение [0.594]. Един от вариантите е да се изключат измерванията в началото на сесията, напр. до 10:59, както и в края, след цикличен скок, който се случва около 11:03;



Фиг. 74. Графика с отклоненията за спътник G6

- 7) По този начин се проверяват и набелязват за елиминиране неблагоприятните измервания за всеки спътник;
- 8) За елиминиране на неблагоприятните измервания, векторът се маркира с левия бутон на мишката от картата, и се избира компонента **Baseline** (не **PP Vector**);
- 9) С десен бутон (или от менюто *Survey/GNSS*) се избира Session Editor. Отваря се активен прозорец, чрез който се елиминират набелязаните измервания.
- 10) За спътник G6 (GPS 6), с помощта на мишката се заграждат прозорци, в който следва да попаднат периодите с неблагоприятни измервания (фиг. 76);
- 11) След последователно редактиране на сесиите за всички спътници, се потвърждава с **ОК**;
- 12) С така направените корекции се извършва нова обработка на вектора. Появява се прозорец с нови резултати, които, при правилна работа, след всяка итерация следва да стават все по-добри;



Фиг. 75. Маркиране на отделен вектор за допълнителна обработка (компонент Baseline)

) C ≪	i 🗋 🖬	۰ 🔅) /2 (0 🔒 !	ê 😩	* 💽 * 🕄 ·	- 2 🔳 🖣	• 🗙 🗖 🕻) ∰∥≂			Praktika	a_Final	_GNSS - T	💠 🔀 🗙 siness	Center	18			- c ×
File	Home	Vie	w	Data	Sur	vey GIS	CAD	Edit	Surfaces	Corridor	Drafting	Photogrammetry		Point Clou	uds Mach	ine Control	Support			
*	2	7	🥳 😨	77			170	<u> </u>	÷.	<u>@</u>	- 63	۲	*		1	a		2.	Û	0
rge Surve	ey Pro	cess		Send	to	Total Station	Adjust	Level	Adjust	Site	Local Site	Transform	÷. •	Create	Legal	Process Fe	ature	Measure	Reports	Print
Tojects	base	intes	GNSS	KIA*P		Service	Editor [at1]	120 pt/ (R	01	Calibratio	n · secongs	Survey Fornes		X	Description	Featur	es	Measure	Reports	Print
Plan View	[My Filter]	×T	ime-Bas	sed View	×	ag session	22 6 2017 -	oo perio	90	22.6.201	7.5		22.6.7	2017-						
						Satellites	10:56:17			11:06:0	06		11	1:06:06		opt4				
							1 1	1	г т	1	1	r 9	тŤ	n l						
						G 2	1							^						
						G 6														
						G 12	-													
\mathbf{X}						G 14														
\sim						G 15						-								
\sim					1	G 17			ŀ											
					/	G 19	-							-						
						G 24	-													
						Selected 1	Time Slot													
					/	Satellite:	Start tim	ne:	End time	e:										
			/		4	G 6	22.6.20	17 n. 11:03:47	22.6.20	17 n. 11:06:07	· Vi	ew session extents								
		Main	030						An	nlv Time Edits										
												OK	Ca	incel						
<u> </u>					<															
1																				
4																				
\mathcal{X}			/							_										

Фиг. 76. Елиминиране на неблагоприятни измервания чрез модула Session Editor

£ \$ \$ @ @ \$ = \$ \$ # 5 C = \$	• 💽 • 🕸 • 🏏 🖬 • 🗙 🛄 😡	## -		Praktika	_Final_GNSS - T	⊠ ∨ _{siness}	Center			×
File Home View Data Sun	vey GIS CAD Edit	Surfaces Corridor	Drafting	Photogrammetry	Point Clou	ids Mach	ine Control 🗍 Sup	port		· ?
	Total Station Adjust	🔶 🛃	Local Site	• Transform	* Solution		Process Feature	Measure	Benorts	Print
rojects Baselines 2 7 RTX-PP + GNSS	Editor Traverse Editor Optical	Network - Calibratic Networ	on • Settings k	Survey Points	COGO COGO	Description	Codes * Features	Distance • Measure	Reports	Print
Plan View [My Filter] X Time-Based View X (Occupation Spreadsheet 🛛 🗙 Vector Sp	readsheet X								
TI	V Process Baselines						×			
	Save Observation	Processing Resul Solution Horiz, Precision (Vert. Precision (RMS	Length	Save				
	gt1030 pt4	Float P 0.116	▶ 0.135	0.001	198.492	Cancel				
						Order				
						Report				
						Settings				
						ootango				
V11030										
2011030										
	\geq									
⁵ T3										
	Press <save>to save processing result</save>	lts.	10	observations selecte	ed for saving					

Фиг. 77. Модул за обработка на базисни вектори

- 13) Очевидно стойностите за стандартното отклонение са по-добри, но все още са над зададеното прагово ниво. За записване на така обработения вектор, преди името му се поставя отметка, и се натиска Save. Обработката се повтаря до постигане на необходимата точност.
- 14) След обработка на векторите се пристъпва към изтегляне на данни от инфраструктурни ГНСС станции⁴⁰. Основната такава станция е SOFI, част от европейската перманентна ГНСС мрежа (EUREF EPN), за която изтеглянето може да се реализира ръчно или автоматично. Посочени са примери и за изтегляне на данни от комерсиалните ГНСС мрежи Геонет и SmartNet.
- Автоматично изтегляне на данни от европейската перманентна ГНСС мрежа
 - a. Настройките за автоматичното изтегляне се конфигурират през *Survey/ImportExport/Internet Download*, с бутона **Internet Download Configuration**;
 - b. За въвеждане на данни за станцията се избира New Site/Enter the details manually;
 - с. В появилия за прозорец, в полето Site Name, се въвежда SOFI;
 - d. В полето Manual Connection се въвежда линк за ръчно свързване към FTP хранилището на IGS за изтегляне на данните, поддържано от Германската служба по картография и геодезия:

ftp://igs.bkg.bund.de/IGS/obs

e. В полето Automatic Connection се въвежда следния линк за автоматично свързване:

ftp://igs.bkg.bund.de/IGS/obs/%YYYY%/%DDDDDD%/sofi%DDDDD%0.%YY%d.Z

f. В полето **Protocol** се избира *FTP/HTTP*;

⁴⁰ Координатните определения в рамките на практиката ползват за основа координати на инфраструктурни ГНСС станции, определени в ETRS89, епоха 2005.0.

g. В раздела *FTP*, в секцията **FTP Protocol** следва да се избере *Passive Mode*, и да се потвърди с **OK**;

Internet Download Configuration	– 🗆 X	Site Properties for group Reference Stations
Providers	OK Cancel Connect ↓ Up ↓ Down New Ste New Group Delete Properties Options	Providers Contact Security Reference Station FTP Site Name SOFI Manual Connection

Фиг. 78 (а, б). Конфигуриране на изтеглянето на данни за станция SOFI

- h. В зависимост от настройките на Firewall на машината, на която е инсталиран софтуера, автоматичното изтегляне не винаги е успешно⁴¹. В такъв случай може да се избере ръчно изтегляне.
- Ръчно изтегляне на данни от европейската перманентна ГНСС мрежа
 - а. Определя се поредния ден от годината, в който е извършено измерването, чрез следния калкулатор:

https://www.labsat.co.uk/index.php/en/gps-time-calculator

Пример: 16 юни 2017 година = 167 ден от 2017 година

	TIME CALC	CULA	TOR		Prir	It
Convert GP	5 time to UTC and vice ve	ersa. <i>de leap se</i>	conds.			
UTC Tim	e and Date		GPS Time	Other Info		
Day	16	۲	GPS Week 1953	Day of the year	167	
Month	June	•	GPS Week 929 mod 1024	Seconds of the day	6095	
Year	2017	•	GPS Seconds 438095 of Week			
Hours	00	•				
Minutes	00	•				
Seconds	00	۲				



b. Влиза се в портала на европейската перманентна ГНСС мрежа, на адрес <u>http://www.epncb.oma.be/;</u>

⁴¹ Често срещана грешка е "*The remote server returned an error: (500) Syntax error, command unrecognized.*" В подобни случаи софтуерът Trimble Business Center следва да бъде пропуснат през защитната стена (напр. чрез модула *Allow an App through Windows Firewall*).

\leftrightarrow \ni \mathfrak{C} () www.epncb.oma.be		
* **** **** Rorra desensionar ror belgann	EUREF Permanent GNSS Netw	vork
HOME ORGANISATION - NE	TWORK & DATA + PRODUCTS & SERVICES + DOCUMENTATION + NEWS, EVENTS &	LINKS +
Welcome !		
EUREF Permanen The EUREF Permanent GNSS Netw • a network of continuously	t GNSS Network ark consists of operating GNS (Global Navigation Satellite Systems, such as GPS, GLONASS,	Q
Galiléo, Beidou,) reference data centres providing acces analysis centres that routine product centres or coordinal and a Central Bureau that is	stations, y analyze the GNSS data. ors that generate the EPN products. responsible for the daily monitoring and management of the EPN.	OLG & BEV Regional Data Centres The OLG data centre stops operations. Switch to new data centre BEV.
The network is operated unde (International Association of G- Frame sub-commission for Europe	r the umbrella of the IAG eodesy) Regional Reference EUREF.	More
All contributions to the EPN are p with more than 100 European a	rovided on a voluntary basis, gencies/universities involved.	Quick Station Links

Фиг. 80. Портал на европейската перманентна ГНСС мрежа

- с. През *Network & Data/Daily & Hourly/Data Centers* се визуализира списък с различни регионални и международни агенции, съхраняващи денонощни и почасови сурови измервания от ГНСС станциите на мрежата;
- d. В секцията IGS Regional Data Centres се влиза в Bundesamt für Kartographie und Geodäsie (BKG) това е линк към FTP сървъра на Германската служба по геодезия и картография, която обслужва българската станция SOFI. За по-бърз достъп може да се използва и следния директен линк към FTP сървъра на BKG:

ftp://igs.bkg.bund.de/IGS/obs

- е. Посочва се годината на измерването;
- f. Посочва се деня от годината, получен с конвертора. Отваря се списък с измерванията от всички станции за избрания ден и година. Данните от станция SOFI изглеждат по следния начин (фиг. 81):

← → C ① ftp://igs.bkg.bund.de/IGS/obs/2017/166/		
sofi 1660.17d.Z	853 kB	6/16/17, 4:45:00 AM
sofi 1660.17g.Z	38.4 kB	6/16/17, 4:18:00 AM
sofi 1660.17m.Z	1.6 kB	6/16/17, 4:30:00 AM
sofi 1660.17n.Z	37.2 kB	6/16/17, 4:18:00 AM
spt01660.17d.Z	685 kB	6/16/17, 4:25:00 AM
stj31660.17d.Z	1.7 MB	6/16/17, 3:44:00 AM
stj31660.17g.Z	39.8 kB	6/16/17, 3:44:00 AM
stj31660.17n.Z	38.1 kB	6/16/17, 3:44:00 AM
stj31660.17s.Z	17.2 kB	6/16/17, 3:44:00 AM
sulp1660.17d.Z	980 kB	6/16/17, 3:03:00 AM
sulp1660.17g.Z	40.5 kB	6/16/17, 3:03:00 AM
sulp1660.17n.Z	41.2 kB	6/16/17, 3:03:00 AM
sutm1660.17d.Z	1.3 MB	6/16/17, 3:19:00 AM



- g. Имената на файловете следват конвенцията ssssdddf.yyt.z, където ssss четирибуквен идентификатор на станцията, ddd – ден от годината, f – пореден номер на измерването за този ден (f = 0 съдържа пълният 24-часов период на измерване), yy – година, t – тип на файла (d – компресирани сурови измервания, n - GPS навигационно съобщение, G - ГЛОНАСС навигационно съобщение, m – метеорологични данни), Z – разширение на архива;
- h. Изтеглят се файловете с разширения d.Z, n.Z, g.Z (без m.Z) в съответната работна директория. На по-късен етап те ще бъдат въведени в софтуера за обработка на мрежата Trimble Business Center;
- Изтегляне на данни от комерсиални инфраструктурни ГНСС мрежи

Към 2017 г. в района на практиката са налични една станция на мрежата Геонет (в гр. Костинброд) и две станции от мрежата SmartNet (в София) (фиг. 10). Изтеглянето на данни от тези станции е обект на комерсиална услуга с платен достъп. Данните за практиката се осигуряват на студентите от ръководителя, в зависимост от конкретните условия. По-надолу е даден пример за връзка на точка gt1029 със станцията на Геонет в Костинброд:

- a. За влизане в портала за поръчка на данни, от сайта на мрежата (<u>www.geonet.bg</u>), през полето *Bxod за потребители*, се въвежда потребителско име и парола;
- b. От раздел Навигация се избира *RINEX данни/Нова поръчка/Перманентна Референтна Станция*;
- с. От списъка с достъпни референтни станции се избира 0115_Kostinbrod;
- d. През Избор на време се въвежда датата и часа на измерването в желаната точка от ГММП, към която се прави връзката. В примера, данните са изтеглени за измерване в точка gt1029, започнато⁴² на 21.6.2017 г. в 11:05, с продължителност 04:36 часа, и интервал на запис – 5s (фиг. 82);

		A
НАВИГАЦИЯ	RINEX ДАННИ – Д	дата & ИЗБОР НА ВРЕМЕ
начало	Избрали сте следните ре	ферентни станции:
МОЯТА СМЕТКА	0115_Kostinbrod Моля, въведете желания	период на наблюдение:
КАРТА	Период на Наблюден	21 KOMM T 2017 T
АЛМАНАХ	Начално време:	8 ч. 05 мин. 0 сек.
RINEX ДАННИ	Продължителност: Интервал:	4 ч. 36 мин. 5 ▼ сек.
изход	Времева система:	GPS [GPS времето = местното време - 3 часа (лятно часово време] [GPS времето = местното време - 2 часа (зимно часово време)]
	<< Обратно:	 включи Излъчените Ефемериди Референтни станции Изчистване на първоначалните стойности

Фиг. 82. Пример за изтегляне на данни от портала на Геонет

- e. След натискане на Добави към поръчката се отваря прозорец с потвърждение за генериране на данните и цената на услугата. След успешно генериране на данните се появява прозорец за изтегляне на готовия продукт (в стандартен или компресиран RINEX формат);
- f. Данните се изтеглят и се въвеждат в проекта;
- Измерване на точки от Държавната GPS мрежа

В зависимост от наличието на данни от инфраструктурните ГНСС мрежи край София, при изключение може да се проведат сесии с включване на базисни вектори към точки от Държавната GPS мрежа (фиг. 10). Най-удобна за целта е точка 9225, разположена в западната част на парк "Гео Милев". Други подходящи точки са 1665 и 1623. Необходимостта от използване на тези точки се решава при планиране на дейностите за практиката.

⁴² Времето в сървъра на Геонет се задава в UTC (в случая 08:05, тъй като българското лятно часово време е в зона UTC-3).





15) В примера, който се разглежда тук, след въвеждане на RINEX файловете от всички избрани инфраструктурни станции се получават базисни вектори към всички точки (фиг. 83), в които са извършвани измервания през избрания времеви период. С изключение на вектора към gt1029, чрез чиито измервания се прави връзката (с продължителност 04:36 ч.), всички останали са с 10-15 минутна продължителност - колкото е зададено за измерване на точки от РГО по задание. Тези вектори няма да бъдат обработвани. Само векторът gt1029-0115_Kostinbrod се избира и обработва по описания вече ред. Получават се следните резултати (фиг. 84):

17 P	Process Baselines						_		×
				_					
Save	Observation	Solution	Horiz. Precision (Vert. Precision (RMS	Length		Save	
• 🗸	gt1029 0115_Kostinbro	Fixed	0.002	0.010	0.031	21034.310		Cancel	
								Order	
								Report	
								Settings	
Press <	<save> to save processing res</save>	sults.		1	observations selec	ted for saving			

Фиг. 84. Резултати за вектора между точка gt1029 и станцията на Геонет

16) Резултатите се записват, тъй като са в границите на изискваната точност. Останалите вектори, излизащи от точка 0115_Kostinbrod, се деактивират⁴³;

⁴³ Един от начините е всички вектори от тази точка да се селектират с мишката, след което, с помощта на бутона CTRL да се изключи от селекцията само вече обработения вектор (компоненти **PP Vector** и **Baseline**).



Фиг. 85. Селектиране на вектори чрез заграждане с прозорец

17) След маркиране на необходимите вектори, с помощта на десния бутон на мишката се избира *Properties*, и в полето *Status* – **Disabled** (фиг. 86). Това изключва избраните вектори от участие в обработката на мрежата.



Фиг. 86. Деактивиране на вектори през Properties

- 18) Същите стъпки се повтарят и за измерванията от станция SOFI, както и за останалите използвани станции. За всички тях трябва да останат активни само векторите им към петте точки от ГММП. Векторите между самите изходни станции (напр. между 0115_Kostinbrod и SOFI) също да бъдат деактивирани.
- 19) За олекотяване на графиката, чрез *Home/View/View Filter Manager/Advanced View Filter Settings/GNSS Data Types/Show Baselines/By enable status:* **Enabled Baseline Only (for postprocessing)**, от картата може да бъде изключена визуализацията на деактивираните вектори.

⊗ ⊃	C 🛛 🗖	😌 🗄 🍂 🖲	- 😂 🤰	🚊 * 🙍 ·	· 8 ·	2 🖬 🖣	XL	Q ∰ =			Prakti	ka_Final_GNSS -		ness Center			- @ ×
File	Home	View C	ata :	Survey	GIS	CAD	Edit	Surfaces	Corridor	Drafting	Photogrammet	ny Point Cl	ouds N	lachine Control 🕺 Suj	oport		^ ?
Impo	rt Export	 Device Par Import For Export For 	ie mat Editoi mat Editoi	😋 Acce r 🔍 Ope r 🍕 Save	ess Serv n I 🗔 Fi _{Fi} t	ices Advancec ername:	View Filte	E: Project Ex er Settings	plorer 🦙		🍫 🔲 🍳	Q, Q, Q, ∛ × 7 ■		Coordinate System Manager	Measure Distance	Reports	Print
					M	Filter											Print
💎 Viev	v Filter Manag	er	ņ	× Pla		Include ne	wly created	lavers and surf	aces					😒 Properties			д х
	X 9 (🤊 😪 😪 ।	3			Locked] — I 🔤 [9 9 🗵		
7	My Filter			$\overline{\mathbf{v}}$			Name		Visible	Sele	table			(15) Bas	eline		
<u></u>	Everything>			\sim		utility wa	ater			F	7			Baseline (15)			~
- 🗸	Photogrammet	try				7 CAD								General			
E	Photo Stati	on					Name		Visible	Sele	table			Processing S	Status:	Not Processed	
E E	 Referenced 	Image (Station \	(iew)			CAD BIG	ck		7	F	7			Start Time:	1	Varies*	
E E	 Referenced 	d Image (Plan Vie	w)			CAD Lin	e		~	F	7			End Time:	1	Varies*	
ŀ	 Image Fran 	ne				CAD Te	<t)<="" td=""><td></td><td>~</td><td>E.</td><td>2</td><td></td><td></td><td>Duration:</td><td>-</td><td>Varies*</td><td></td></t>		~	E.	2			Duration:	-	Varies*	
P.	Observation	n		-		Mesh			~	F	7			Status:		Disabled	
P	Flight Miss	iion		-		Featu	re					_		- Point 1			
	 Flight Block Clight Disc 	K Is Diese			_		Name		Visible	Sele	table			DeletilDe	0	115 Kontinbrod	
	 Flight block 	K Fidii				Line Fea	iture		I	6010	7			Point ID.	0	000	
- 🔽	Raw Data			- 1		Point Fe	ature			F	7	1		Method:			
F	Z Baseline											-		Metridu.	t and the second s	sottom of antenna n	nount
F	PP Continu	ious			4				m			•		Manufacture	1	Frimble	
F	PP Stop an	d Go Vector			Poi	nt Obser	vations	GNSS Data Typ	es Display Op	tions				Type:	2	Zephyr Geodetic 2	
F	PP Vector				S	now Baselin	es					~		File 1:	0	1151721.170	
F	PP Vector I	Imported			F	v enable st	atus:							= Point2			_
F	RTK Vecto	r				○ All bar	elnes							DeletilDe	-	Variae*	_
F	As-Staked	Point				Enable	ed baseline	s only for posto	rocessing)					Point ID.	2	varies	
F	Azimuth					O Disab	ed baseline	es only						Height	2		
F	7 Offset					-	d altreat	100 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0						Method:	6	Bottom of antenna n	nount
F	7 Point					All ba	ndius.							Manufacture	· 1	Frimble	
F	Averaged F	Point Relationship	s			O Proce	cond bacel	nee only				~		Type:	2	Zephyr - Model 2	
F	Georeferer	nced Image									011			File 1:	-	Varies*	
F	Z Laser Rang	gefinder								мррку	UK G	ancei		- Satellites	Observed		

Фиг. 87. Изключване на визуализацията за деактивирани вектори

- 20) Измерванията към изходните базови станции три на брой се реализират чрез следните ГММП точки в района на работа – gt1028, gt1029⁴⁴, gt1030, gt1010 и gt1011. Съгласно заданието, измерванията в тези 5 точки и точките от РГО следва да образуват затворени фигури (триъгълници), в които да участват единствено независими измервания;
- 21) За проверка на текущи изчислителни грешки, по всяко време в долната част на картата, или през *Home/View*, може да се стартира Flags Pane – панел, в който се съдържат всички изчислителни несъответствия в проекта, базирани на праговите стойности, зададени в настройките по-рано (фиг. 88).

🕨 Fla	igs Pane		д	×
•	Flagged Objects	Message		F
• ►	gt1010	This point is out of tolerance. H = 0.024 m, V = 0.068 m exceeds the computational settings for point tolerances.		
•	gt1010	This point is out of tolerance. V = 0.137 m exceeds the computational settings for vertical point tolerances.		-
•	gt1010	This point is out of tolerance. H = 0.023 m, V = 0.111 m exceeds the computational settings for point tolerances.		=
•	gt1010	This point is out of tolerance. H = 0.033 m, V = 0.124 m exceeds the computational settings for point tolerances.		
•	gt1010	This point is out of tolerance. V = 0.097 m exceeds the computational settings for vertical point tolerances.		11
•	gt1010	This point is out of tolerance. H = 0.043 m, V = 0.082 m exceeds the computational settings for point tolerances.		
•	gt1011	This point is out of tolerance. H = 0.028 m, V = 0.082 m exceeds the computational settings for point tolerances.		
•	gt1011	This point is out of tolerance. V = 0.092 m exceeds the computational settings for vertical point tolerances.		

Фиг. 88. Панел за предупреждения и грешки, които софтуерът извежда в процеса на обработката

22) Често срещана причина за поява на предупредителен флаг в точки, обединени от няколко вектора, е когато някой тях е определен с по-ниска точност. За по-лесна идентификация на подобни вектори в случаите, когато дадена точка е определена от множество вектори с различна точност, се препоръчва използването на *Survey/Reports/Point Derivations Report*⁴⁵ – табличен отчет, съдържащ детайлизирана информация за начина на нейното определяне;

За разглеждания пример в отчета е очевидно че във височинната грешка (колона Δ Elevation), най-голяма разлика идва от вектора **pt15-gt1010** (0.124 m). Ако данните за този вектор се проверят допълнително⁴⁶, ще се установи, че коефициентът PDOP - показател за

⁴⁴ За предпочитане е gt1029 да се използва само по изключение, предвид неблагоприятните ѝ за ГНСС измервания условия (намира се сред високи дървета).

⁴⁵ Отчетът е достъпен и след маркиране на дадена точка, десен бутон/Point Derivations Report.

⁴⁶ Например през таблицата Vector Spreadsheet, или чрез десен бутон върху картата, и избор на компонентата PP Vector/Properties

геометричното разположение на спътниците - е над 6 (фиг. 90). Причина за това би могло да е разположението на точка pt15 – на алея в парка, покрита с дървета.

Point Derivations														
Resultant Coordinates for point: <u>gt1010</u>														
Easting Northing Elevation Height														
201567.401 m ▲ 4729210.694 m ▲ 629.555 m 2 629.555 m ▲														
Data	Used to calc.	Status	ΔEast (Meter)	ΔNorth (Meter)	Distance (Horiz) (Meter)	ΔElevation (Meter)	∆Height (Meter)							
✤ <u>Office entered (Global)</u>	NEeh	Enabled	0.000 m 📤	0.000 m📤	0.000 m 📤	0.000 m ?	0.000 m 📤							
SOFI → gt1010		Enabled	0.007 m	-0.023 m	0.024 m	-0.068 m ?	-0.068 m 🖷							
		Enabled	0.000 m 🖷	0.001 m 🖷	0.001 m#	-0.007 m ?	-0.007 m 🖷							
		Enabled	0.002 m 👫	0.005 m 👫	0.006 m#	-0.137 m ?	-0.137 m							
PT14 → gt1010		Enabled	-0.023 m	0.004 m 🖷	0.023 m	-0.111 m ?	-0.111 m							
PT15 → gt1010		Enabled	-0.024 m 🖷	0.023 m 🖷	0.033 m	-0.124 m 🐔	-0.124 m 🖷							
PT17 → gt1010		Enabled	-0.006 m 🛲	-0.013 m🛲	0.014 m#	-0.097 m 💈	-0.097 m 🖷							
		Enabled	0.042 m	-0.010 m	0.043 m	-0.082 m ?	-0.082 m							
		Enabled	-0.922 m ?	-0.853 m ?	1.257 m ?	-2.282 m ?	-2.282 m ?							
		Enabled	-0.584 m ?	-0.340 m ?	0.676 m ?	-1.905 m ?	-1.905 m ?							
		Check	-0.021 m 2	-1.873 m 2	1.873 m 2	-4.985 m 2	-4.985 m ?							

Фиг. 89. Отчетът Point Derivations Report

Vector ID	Y From Pol	Y TO POINT ID	Y Solution Type	V Stat V	U Y	PDOP V	n v	v v	RMS Y	n me v		11	V I	1	m	(TV	
PV31	gt1029	PT14	Fixed	Enabl	0.00	1.822	?	?	0.015	0.002		2	2.0 2	2.0 ?	Г	?	17
PV20	gt1029	PT15	Fixed	Enabl	0.00	1.933	?	?	0.014	0.005	PP Stop and Go	: 2	2.0 2	2.0 ?	Г	?	
PV25	gt1029	pt19	Fixed	Enabl	0.00	2.577	?	?	0.012	0.008	PT15> gt1010 (PV170)	: 2	2.0	2.0 ?	Г	?	
PV23	gt1029	PT2	Fixed	Enabl	0.00	1.963	?	?	0.015	0.003	PP Stop and Go (1)	. : 2	2.0	2.0 ?	Г	?	
PV24	gt1029	PT3	Fixed	Enabl	0.00	2.192	?	?	0.013	0.003	Point Information	. : 2	2.0	2.0 ?	Г	?	
PV29	gt1029	PT5	Fixed	Enabl	0.00	1.881	?	?	0.015	0.003	Antenna Information (Rover)	: 2	2.0 2	2.0 ?	Г	?	
PV33	gt1029	PT6_1	Fixed	Enabl	0.00	2.366	?	?	0.008	0.003	 Antenna Information (Base) 	: 2	2.0	2.0 ?	Г	?	
PV26	gt1029	PT7_1	Fixed	Enabl	0.00	2.253	?	?	0.009	0.003	Point ID: PT15	: 2	2.0 2	2.0 ?	Г	?	
PV28	gt1029	PT9	Fixed	Enabl	0.00	2.113	?	?	0.014	0.004	Height: 0.000	: 2	2.0	2.0 ?		?	
PV38	gt1030	gt1010	Fixed	Enabl	0.00	1.621	?	?	0.016	0.003	Method: Bottom of antenna mount	: 2	2.0 2	2.1 ?	Г	?	
PV42	gt1030	gt1011	Fixed	Enabl	0.00	2.586	?	?	0.001	0.009	Manufacturer: CHC	: 2	2.0	2.1 ?	Г	?	
PV50	gt1030	gt1029	Fixed	Enabl	0.00	2.703	?	?	0.013	0.002	Type: X91+S	: 2	2.0 2	2.0 ?	Г	?	
PV6	gt1030	PT1	Fixed	Enabl	0.00	1.927	?	?	0.013	0.002	- Statistics	: 2	2.0	2.0 ?	Г	?	
PV7	gt1030	PT12	Fixed	Enabl	0.00	1.343	?	?	0.013	0.001	Maximum PDOP: 6.223	: 2	2.0	2.0 ?		?	
PV5	gt1030	PT2	Fixed	Enabl	0.00	1.456	?	?	0.007	0.001	RMS: 0.010 m	: 2	2.0	2.0 ?	Г	?	
PV18	gt1030	PT3	Fixed	Enabl	0.00	2.699	?	?	0.007	0.002	H. precision (1-sigma): 0.004 m	: 2	1.0 2	2.0 ?	Γ	?	
PV9	gt1030	PT5	Fixed	Enabl	0.00	1.587	?	?	0.009	0.001	V. precision (1-sigma): 0.007 m	: 2	2.0	2.0 ?	Г	?	
PV15	gt1030	PT6_1	Fixed	Enabl	0.00	1.772	?	?	0.011	0.001	Observed Data	: 2	2.0	2.0 ?	Г	?	
PV3	gt1030	PT7_1	Fixed	Enabl	0.00	1.460	?	?	0.008	0.001	Number of establishes 12	: 2	2.0	2.0 ?	Г	?	
PV14	gt1030	PT9	Fixed	Enabl	0.00	1.432	?	?	0.011	0.002	Number of enoche: 649	: 2	1.0 2	2.0 ?		?	
PV45	pt4	PT17	Fixed	Enabl	0.00	3.612	?	?	0.008	0.005	Geodetic azimuth: 60°10'58"	: 2	1.0	2.1 ?	Г	?	
PV176	pt4	pt19	Fixed	Enabl	0.00	3.612	?	?	0.011	0.006	Ellipsoid distance: 896.696 m	: 2	2.0 0).0 ?	Г	?	
PV167	PT11	gt1010	Fixed	Enabl	0.00	2.076	?	?	0.011	0.004	∆ Height: -17.041 m	j O	0.0	2.0 ?	Г	?	
PV173	PT13	gt1010	Fixed	Enabl	0.00	1.736	?	?	0.016	0.003	Solution type: Fixed	1 O	0.0	2.0 ?		?	
PV172	PT13	PT14	Fixed	Enabl	0.00	1.601	?	?	0.014	0.002	Field method: Stop and Go	: 0	0.0	2.1 ?	Г	?	
PV40	PT14	gt1010	Fixed	Enabl	0.00	1.736	?	?	0.012	0.002	∆X: -597.317 m	1 2	21 1	2.0 ?	Г	?	
PV170	PT15	gt1010	Fixed	Enabl	0.00	6.223	?	?	0.010	0.004	ΔY: 589.612 m	1 0	0.0	2.0 ?	Г	?	
PV169	PT15	PT17	Fixed	Enabl	0.00	5.006	?	?	0.006	0.006	<u>∧Z</u> : 316.363 m	: 0	0.0	2.1 ?	Π	?	
PV36	PT17	gt1010	Fixed	Enabl	0.00	1.693	?	?	0.010	0.005	- Device Orientation	1 2	11 2	2.0 ?	Г	?	
PV175	pt19	PT17	Fixed	Enabl	0.00	2.965	?	?	0.011	0.004	Tilt distance: ?	: 0	0.0	2.1 ?		?	
PV125	SOFI	gt1010	Fixed	Enabl	0.00	1.689	?	?	0.034	0.005	Tilt ?	j O).2 2	2.0 ?	Г	?	
PV126	SOFI	gt1010	Fixed	Enabl	0.00	1.736	?	?	0.034	0.004	Calibration date: 2	10	1.2 2	2.0 ?		?	1
P\/165	COEL	et1011	Eived	Enabl	0.00	1 996	2	2	0.022	0.004	Antenna Information (Bover)	1: 0	12 1	20.2	-	2.	

Фиг. 90. Анализ на точността на точка gt1010 – проверка на PDOP и други компоненти на грешката

• Обработка с прецизни орбитни данни

Дотук в обработката на базисните ГНСС вектори са използвани спътниковите радиоефемериди – тип данни за орбитните параметри и корекции към скалите за време на спътниковите атомни часовници, които се излъчват като част от навигационния сигнал. Този клас данни за спътниците са със сравнително ниска точност (табл. 10). Службата IGS, на база на денонощни измервания в станциите от своята перманентна ГНСС мрежа, комбинирани с прецизна спътникова рефлектометрия и корекции от наземни атомни часовници, предлага допълнително, и с отворен достъп, четири нива на точност на тези данни, категоризирани в следните четири продукта:

 Прогнозни (интерполирана и измерена част) – прогнозните ефемериди представляват файлове, съдържащи 48-часова прогноза за орбитите и скалите за време на спътниците. Файлът се състои от три сегмента. Данните в първия 3часов сегмент са екстраполирани стойности от измерванията в мрежата на IGS, и са налични в реално време. Данните в сегмента между 3-тия и 9-тия час са изчислени на базата на най-актуалните към момента измервания от мрежата на IGS – това е т. нар. измерена част. Останалите данни в 48-часовия файл са отново екстраполирани стойности, които се "преместват" към сегмента за работа в реално време на всеки 6 часа (с всяка нова актуализация), с което се осигурява плавна непрекъснатост между измерената и екстраполираната част;

- Предварителни ефемериди, чиято точност доближава тази на най-високия клас (окончателните). Публикуват се ежедневно в 17:00 UTC. Поради високата точност и сравнително малко закъснение, това са ефемеридите, които са избрани се използване в рамките на практиката по ОГМ и ГНСС;
- Окончателни ефемеридите с най-висока точност, които са налични за системите GPS и ГЛОНАСС след период от около 2 седмици. Това е единственият продукт на IGS наличен за ГЛОНАСС.

Тип		Точност ⁴⁷	Наличност	Актуализации	Минимален интервал		
Ралисафамарили	Орбити	~100 cm					
(broadcast)	Скали за време на спътници	~5 ns ср.кв.гр. ~2.5 ns ст.откл.	в реално време		24 часа		
Прогнозни	Орбити	~5 cm		R 03 09 15 21			
част) (<i>ultra-rapid</i>)	Скали за време на спътници	~3 ns ср.кв.гр. ~1.5 ns ст.откл.	в реално време	UTC	15 мин		
Прогнозни	Орбити	~3 cm		R 03 09 15 21			
(измерена част) (<i>ultra-rapid</i>)	Скали за време на спътници	~150 ps ср.кв.гр. ~50 ps ст.откл.	3 - 9 часа	UTC	15 мин		
	Орбити	~2.5 cm			15 мин		
Предварителни (<i>rapid</i>)	Скали за време на спътници и наземни станции	~75 ps ср.кв.гр. ~25 ps ст.откл.	17 - 41 часа	в 17 UTC	5 мин		
	Орбити	~2.5 cm			15 мин		
Окончателни (final)	Скали за време на спътници и наземни станции	~75 ps ср.кв.гр. ~20 ps ст.откл.	12 - 18 дни	всеки четвъртък	Спътници: 30s Станции: 5 мин		
Окончателни (ГЛОНАСС)	Орбити	~3 cm	12 - 18 дни	всеки четвъртък	15 мин		

Табл. 10. Продукти на IGS

⁴⁷ Точността на орбитите е изразена като средната квадратична грешка в доверителен интервал 68% по осите X,Y,X на пространствена правоъгълна координатна система. Повече информация, включително начините за изчисление на ср. кв. гр. и стандатното отклонение за скалите за време са дадени в <u>http://www.igs.org/products</u>

23) Изтегляне на продуктите през интерфейса на Trimble Business Center

За целта, подобно на изтеглянето на данни от станции SOFI, се използва модулът *Survey/ImportExport/InternetDownload.* В него са предварително дефинирани няколко категории източници: 1) Референтни станции; 2) Прецизни орбити, 3) Координати на станции, 4) ГНСС алманах. Модулът е конфигурируем през бутона в горната част на прозореца. По подразбиране (за версиите на TBC до 3.90.1) автоматичното изтегляне на всички ефемериди, включително на предварителните, е зададено през вече деактивирания портал на IGS: igscb.jpl.nasa.gov, през FTP/HTTP протокол (порт 21), в активен режим. Подобно на настройките за изтегляне на измервания от станция SOFI, един от начините за заобикаляне на проблема при автоматичното изтегляне, произтичащи от защитната стена Windows Firewall, е промяна на режима на комуникация с FTP сървъра на IGS от **Active mode** в **Passive mode**. Ръчното свързване за изтегляне на ефемериди функционира, но работата с него е затруднена поради автоматичното пренасочване от деактивирания към новия портал на IGS⁴⁸.

cise Orbits	× 9	Site Properties for group Precise Orbits	2
rity FTP		Providers Contact Security FTP	
IGS Rapid Orbits		ETP Protocol	
http://qscb.jpl.nasa.gov/components/prods_cb.html Connect	t	Active Mode O Passive Mode Client and server firewalls can interfere with file transfers. It status model decade whether to service model	
		n acuve mode obeant work, by passive mode.	
ftp://igscb.jpl.nasa.gov/igscb/product/%GGGG%/igr%GGGGT%.sp3.Z			
FTP/HTTP VRL Wizard			
ОК	ancel	ОК	Cancel
	ise Orbits ity FTP IGS Rapid Orbits Itp://gscb.jpl.nasa.gov/components/prods_cb.html Connec Itp://gscb.jpl.nasa.gov/gscb/product/%GGGG%/gr%GGGGT%,sp3.Z FTP/HTTP URL Wizard OK C	ise Orbits X ity FTP IGS Rapid Orbits Interp //gscb.jpl.nasa.gov/components/prods_cb.html Connect Itp://gscb.jpl.nasa.gov/gscb/product/%GGGG%/gr%GGGT%.sp3.Z FTP/HTTP URL Wizard OK Cancel	ise Orbits X ity FTP IGS Rapid Obits Itp://gscb.jpl.nasa.gov/components/product/%GGGGT%,sp3.Z FTP/HTTP URL Wizard OK Cancel K Cancel K Cance

Фиг. 91 (а, б). Настройки за автоматично изтегляне на продукти от FTP сървъра на IGS чрез FTP/HTTP протокол

При проблем с автоматичното изтегляне и невъзможност за коригиране на настройките на Windows Firewall (напр. поради липса на администраторски права), се препоръчва редактирането на източника за предварителни ефемериди със следните настройки:

- a. Въвеждане на връзка към обновения FTP сървър на IGS, <u>ftp.igs.org</u>, за ръчното изтегляне (полето Manual Connection) и автоматичното (Automatic Connection).
- b. Промяна на протокола от FTP/HTTP в Explore (това позволява изтегляне на файловете директно чрез браузера, заобикаляйки защитата на Firewall);
- с. За удобство се препоръчва въвеждане на името на източника на български език (напр. IGS Предварителни ефемериди).

В резултат на изтеглянето – автоматично или полу-автоматично, в софтуера постъпват архивирани файлове с представка **igs** (окончателни ефемериди, ако те са избрани) или **igr** (предварителни, които е планирано да се използват в рамките на практиката)), следвани от GPS седмицата и поредния ден от нея, и разширение **sp3**. При настройка за ръчно изтегляне, софтуерът избира и изтегля необходимите файлове един по един, които след това трябва да бъдат въведени в проекта.

⁴⁸ Това пренасочване може да се спре през браузера.

Site Properties for group Precise	e Orbits X	:	💡 Internet Download	×	IGS Предварителни ефемериди	×
Providers Contact Security	1		Start #11 (done)	emeputur Action	Multiple URLs have been calculated for this site but only one can b processed at a time. Please select a URL for this session.	e
Manual Connection	IGS Предварителни некемериди		igr19542.sp3 (gr19542.sp3.2) igr19543.sp3.2) igr19543.sp3.2(gr19543.sp3.2) igr19544.sp3.2) igr19545.sp3 (gr19545.sp3.2) igr19546.sp3 (igr19546.sp3.2)	Import Import Import Import Import	ftp://ftpigs.org/pub/product/1954/igr19542.sp3.Z ftp://ftpigs.org/pub/product/1954/igr19543.sp3.Z ftp://ftpigs.org/pub/product/1954/igr19545.sp3.Z ftp:/ftpigs.org/pub/product/1954/igr19545.sp3.Z	
- Automatic Connection Host URL/Address:	ftp://ftp.ige.org/pub/product/%GGGG%/pr%GGGGT%.sp3.Z		igr19550.ap3 (igr19550.ap3.Z) igr19551.ap3 (igr19551.ap3.Z) igr19552.ap3 (igr19552.ap3.Z)	Import Import Import	ftp://ftpigs.org/pub/product/1954/gr19545.pp.3.2 ftp://ftpigs.org/pub/product/1955/gr19550.pp.3.2 ftp://ftpigs.org/pub/product/1955/gr19551.sp.3.2 ftp://ftpigs.org/pub/product/1955/gr19552.sp.3.2	
Protocol:	Explore URL Wizard		igr19552 sp3 Z has been downloaded. 27.6.2017 r 28.6.2017 r. Your files are ready to import.			
	OK Cancel]		Import Cancel	OK Cance	

Фиг. 92 (а, б, в). Полу-автоматично изтегляне на продукти от FTP сървъра на IGS

24) Повторна обработка на базисните вектори

След въвеждане на прецизните ефемериди, всички вектори следва да се изберат и обработят отново. В общия случай оценката на точността ще се повиши.

5.1.4. Проверка на геометричните условия по затворени фигури⁴⁹

След обработка на базисните вектори се извършва проверка на мрежата по затворени фигури, която служи за установяване на груби грешки в измерванията (напр. сгрешени височини на антените в базовата или подвижните приемници поради некоригирани RINEX файлове и др.). С тази проверка може да се установи и вида на ГНСС векторите: независими, зависими и частично независими, тъй като в ГНСС мрежата е недопустимо използването на зависими вектори.

- 1) Изчисленията в отчета за затворени фигури се конфигурира според изискванията на Инструкция № РД-02-20-25 (МРРБ, 2011):
 - a. В лентата с инструменти се избира Survey/Reports/Report Options/GNSS Loop Closure Results/Settings/Report Setting;
 - b. Тъй като образуваните фигури в мрежата за триъгълници, в полето Legs се въвежда 3;
 - с. В полето *Pass/Fail criteria* се избира метод за хор. и верт. отклонения, и зададена прагова стойност 30√k (0.052 m за триъгълници), след което се потвърждава с **ОК**.
- 2) Генерирането на конфигурирания отчет се извършва чрез Survey/GNSS/GNSS Loop Closure;
- 3) Отваря се отчет в HTML формат, който съдържа резултатите от проверката по затворени фигури. За разглеждания тук пример отчетът е даден в Приложение 4, където от 17 триъгълника 13 влизат в допуска (раздел Passed loops), а 4 са извън (раздел Failed loops). От отчета могат да се извадят следните характерни примери:

⁴⁹ Тази точка изпълнява етап от обработка на данните според следната част от ИНСТРУКЦИЯ № РД-02-20-25 (МРРБ, 2011): "**Чл.29.** (1) 2. проверка на геометричните условия в мрежата:

a) векторите във фигури с несключвания, по-големи от $30\sqrt{k}$ mm, където k е броят на върховете, се проверяват за груби грешки и се преизчисляват; б) средните квадратични грешки, изчислени от несключванията, трябва да са в границите: средна квадратична грешка по положение - до 2 сm; средна квадратична грешка по височина - до 5 сm."

Settings		*
Float (undock) the report	No	
Save intermediate data:	No	_
+ Header		
+ Footer		
Report Setting		
Legs:	3	
Pass/Fail criteria:	∆Horiz + ∆Vert	
PPM:	1.000	
∆Horiz:	0.052 m	
∆Vert:	0.052 m	

Фиг. 93. Настройки за проверка по затворени фигури

- а. Фигури с несключвания, по-големи от $30\sqrt{k}$: такава фигура е **pt14-gt1011pt13**, чието несключване е $\Delta 3D = 82$ mm (фиг. 94, а). Векторите, образуващи фигури с подобни статистики, следва да се проверят и обработят наново;
- b. Фигури с несключвания, по-малки от 30√k: несключванията Δ3D на тези фигури изпълняват изискванията на Инструкцията (фиг. 94, б);. Тези фигури са допустими, ако векторите в тях за независими (в примера за gt1030-pt7gt1029 - трите вектора за измервани по различно време);
- с. Фигури с частично независими вектори: тези фигури включват обикновено една от точките на ГММП (която по начало е с продължителност на измерването от няколко часа) и определяеми точки от РГО, с продължителност на статичните измервания от порядъка на 10-15 минути. В примера, едновременните измервания в pt15-pt17 (по 10-15 min) са под 50% от времето на измерването в gt1010 (няколко часа), и въпреки, че трите вектора във фигурата gt1010-pt15-pt17 се застъпват във времето, според смисъла на Инструкцията те са частично независими и са допустими в мрежата (фиг. 94, в).

Loop: PT14-gt1011-PT13					
Vector ID	From	To		Start Time	
gt1011> PT14 (PV35)	<u>gt1011</u>	<u>PT14</u>	:	26.6.2017 г. 10:33:41	
gt1011> PT13 (PV41)	<u>gt1011</u>	<u>PT13</u>		26.6.2017 г. 10:16:20	
PT13> PT14 (PV172)	<u>PT13</u>	<u>PT14</u>	:	25.6.2017 г. 11:20:54	
<u>PV35-PV41-PV172</u>	1	Length = 1395.089 m	ΔHoriz = 0.077 m ΔX = -0.003 m	ΔVert = -0.029 m ΔY = -0.082 m	PPM = 58.630 $\Delta Z = -0.004 m$
Loop: gt1030_PT7 1_gt1029					
Vector ID	From	To		Start Time	
$r_{1030} = PT7 + 1 (PV3)$	ort1030	рт7	1	22.6.2017 r 12:12:51	
$\sigma = 1029 = PT7 + 1 (PV26)$	ot1029	PT7	1	21.6.2017 r. 12:12:31 21.6.2017 r. 14:25:32	
gt1020 = gt1029 (PV50)	gt1022			27.6.2017 r. 14.23.52	
<u>PV3-PV26-PV50</u>		Length = 622.676 m Δ3D = 0.029 m	$\Delta Horiz = 0.023 m$ $\Delta X = 0.005 m$	ΔVert = -0.018 m ΔY = -0.010 m	PPM = 46.608 ΔZ = -0.027 m
Loop: gt1010-PT15-PT17					
Vector ID	From	То		Start Time	
PT15> gt1010 (PV170)	<u>PT15</u>	<u>gt10</u>	<u>10</u>	25.6.2017 г. 11:40:29	
PT15> PT17 (PV169)	<u>PT15</u>	<u>PT1</u>	7	25.6.2017 г. 11:40:53	
PT17> gt1010 (PV36)	<u>PT17</u>	<u>gt10</u>	<u>10</u>	25.6.2017 г. 11:40:53	
<u>PV170-PV169-PV36</u>		Length = 2185.297 m	ΔHoriz = 0.027 m	ΔVert = -0.041 m	PPM = 22.524
		$\Delta 3D = 0.049 m$	$\Delta X = -0.011 m$	$\Delta Y = -0.005 m$	$\Delta Z = -0.048 m$

Фиг. 94 (а, б, в). а – затворени фигури извън допуска; б – затворени фигури в допуска; в – затворени фигури, образувани от частично независими вектори

В разглеждани пример изцяло зависими вектори не присъстват, в противен случай те следва да се деактивират своевременно.

- 4) След редактиране на векторите в мрежата съгласно проверката по затворени фигури, следва да се експортират:
 - a. Отчет за проверка на затворени фигури (*GNSS Loop Closure Report*) софтуерът позволява записването му само в HTML файл на англ. език, който после следва да се преобразува в PDF или DOCX формат;
 - b. Отчет за обработка на базисни вектори отчет, предварително конфигуриран на бълг. език, който съдържа крайната обработка за всички вектори.
- 5.1.5. Изравнение на мрежата по МНМК⁵⁰
- Изравнение с минимум изходни данни

Този тип изравнение се прилага за оценка на оценка на качеството и вътрешната съгласуваност на наблюденията в мрежата⁵¹. Поставя се условие за неизменяемост на координатите на една от точките в мрежата, с което се извършва транслация на измерванията според нейното местоположение в геодезическата референтна координатна система. Фиксирането само на една точка осигурява свобода на мрежата, в резултат на което могат да се идентифицират груби грешки или несъответстващи измервания.

1) Избор на изходна точка от мрежата

При изравнението на мрежата като изходна точка се използва SOFI, тъй като това е ГНСС станцията с най-висок ранг. Нейните координати в БГС2005 (ETRS89, епоха 2005.0) са публикувани в порталите на IGS и EUREF EPN (фиг. 95).

5. POSITIONS PUBLI	5. POSITIONS PUBLISHED BY THE COUNTRY												
The official ETRS89 coordinates used in Bulgaria are maintained by BAS / MGS . This agency is fully responsible for the information kindly provided to the EPN:													
Valid (from - to)	epoch t _o		Position (m)			Velocity (m/y)							
		х	Y	Z	V _X	V _Y	Vz						
001/2006 - now	001/2006 - now 001/2005 4319372.426 1868687.540 4292063.726 NA NA NA												

Фиг. 95. Официални координати на станция SOFI в портала на EUREF

Източник: http://www.epncb.oma.be/ productsservices/coordinates/crd4station.php?station=SOFI00BGR

2) Трансформация на координатите

Координатите на точка SOFI, публикувани в портала на EUREF (фиг. 95), са изразени в геоцентрична координатна система. Въвеждането им в Trimble Business Center изисква обаче тяхното предварително преобразуване в географски (по подразбиране TBC изисква формат градуси-минути-секунди). Удобен метод за това е с използване на софтуера БГСТранс, свободен за изтегляне от сайта на АГКК. В него следва да се въведат настройки за координатната система на входящите (геоцентрични) и изходящи (географски/ГГГ°?М'

⁵⁰ Тази точка изпълнява етап от обработка на данните според следната част от Инструкция № РД-02-20-25 (МРРБ, 2011): "**Чл.29.** (1) 3. изравнение на мрежата по метода на най-малките квадрати при спазване на следните изисквания: а) изравнението се осъществява в два етапа - с минимум изходни данни и като включена мрежа; б) в случаите по чл. 25, ал. 2, когато изходните точки не отговарят на изискванията на чл. 27, т. 1, изравнението се осъществява с минимум изходни данни; в) средна квадратична грешка по положение - до 2 ст; г) средна квадратична грешка по височина - до 5 ст."

⁵¹ В софтуера ТВС като критерии за оценка се използват техните стандартни отклонения.

?С".*) точки, след което геоцентричните координати на SOFI да се въведат в раздела *Трансформация на единична точка* (фиг. 96).

ансформация Трансформа	а	торёки				
Входни парам	иетри		Изходни параметри		Настройки	
Координатн	а система	Координатна система БГС 200	Координатна систем	а Координатна система БГС 200	The point in	
Елипсоид		GR\$80	Елипсоид	GRS80		
Ширина на з	оната	неопределена	Ширина на зоната	неопределена		
Номер на за	на	Автоматично	Номер на зона	Автоматично		
Тип на коор	динатите	ХҮZ (геоцентрични)	Тип на координатите	BL (географски)		
Височинна с	истема	елипсоидна	Височинна система	елипсоидна		
Формат на и	координа	метри	Формат на координа	FFF* ?M' ?C".*		
Формат на	файловете	По подразбиране	Формат на файловет	re По подразбиране		
Трансформа – Входни коо	ция на една рдинати	точка	, Изходни координати		Трансформирай	
	42192	72 426	- 42°	22' 21 92099"	[[[]]]]	
^	140100	72.420	B 72 .	55 21.55005		
Y	18686	87.540	L 23°	23' 41.02200''		
Z	42920	63.726	н 1119	9.54931		
Трансформа	ция на фай	пове				
Избери	И	звади Формат на файла	🔲 Запиши номенклат	урата Изходен файл	Трансформирай	

Фиг. 96. Интерфейс на софтуера БГСТранс и настройки за преход между геоцентрични и географски координати за точка SOFI

3) Въвеждане на получените координати в Trimble Business Center

В зависимост от етапа на обработка на проекта, за точка SOFI ще са налични различни координати – въведените от RINEX файловете (напр. Global (sofi*0.17o)), изчислените при обработка на базисните вектори и др. Всички координати са достъпни за преглед през *Project Explorer/Points/SOFI*. За въвеждане на официалните координати, точка SOFI следва да се маркира, и чрез десен бутон на мишката да се избере Add Coordinate (фиг. 97, а).⁵²

Project Explorer 4	× Plan View My Filter	X Time-Based View X Occupation Screadsheet X	X Vector Streadshe	x x				
⊳. 	^						Add Coordinate	×
▷- 수 -13								
P • • 14				Properties		×		
Add1010] ─ I =] ↓ ♥ .	× 🚯		Point ID:	
>				Point				
⊳ - G t1028				F SOH			SOFI	
⊳ -¢-gt1029				Point (1)			Coordinate type:	
▷ - ộ- gt1030				- Former model and	000		Clobal	
5 APT1				Feature code	3071		Global	· · · ·
P-6-PT2				Description 1:			Latitude:	
P-C-PT3 Delete	Recent Commands			Description 2:			M42"33"21 93089"	
P - pH	Project Settings		SOF	Layer:	Points		142 3321.33003	
Center	Toggle Gridlines			Include in surface:	Yes		Longitude:	<u> </u>
Assign Media Files	Toggle Line Marking			- Label Visibility			E23°23'41.02200"	
>	Project Explorer			Show label:	By view filter		Height:	
PT7 New Points Spreadsheet	Expand			Show feature code:	By view filter		•	
Proint Derivation Report	Collapse			Show elevation:	By view filter		1119.549	N 🎪
Point Comparison Report				- Feature			Status:	
New Feature Spreadsheet				Feature:				
PT1: Rename Points				Guid Camelanta			Enabled	~
P OPT1 Average Points				- uno coordinate	204010 012		Cath	
b PT1 Move survey Point				Easting: Northing	4717823.860	2	Easting: 204016 767 m	
Match Properties				Elevation:	1119.584	2	Northing: 4717823.793 m	
Properties				- Local Coordinate			Elevation: 1119.549 m	
Global (sofi1770.17o)				Latitude	N42*3321 93312*		Local	
Global (sofi1730.17o)				Longitude:	E23'23'41.02384"		Latitude: N42"33'21.93089"	
Global (sofi1760.17o)				Height:	1119.584	2	Longitude: E23'23'41.02200"	
Global (soft1/40.17o)	200 m			Global Coordinate			Height: 1119.549 m	
SOFI> at1030 (PV160)				Latitude:	N42'33'21.93311'	2		

Фиг. 97. Добавяне на известните координати за точки SOFI в БГС2005

Координатите се въвеждат, като своевременно в полето **Coordinate type** се избира *Global*. От падащото меню с възможност за избор на категорията на точката, разположено отдясно на полетата за координатите и височината, се избира *Control quality* (фиг. 97, б). Потвърждава се с **OK**.

4) Фиксиране на координатите на точката

За отваряне на модула за изравнение на мрежа се избира Survey/Network/Adjust Network.

⁵² Алтернативен метод е през прозореца **Properties** и бутона **6**.

Const	traints Weig	hting	9			
Fixed	Coordinates					
	Point ID	~	Туре	2D	h	e
• ·	gt1010		Global			Г
<u>.</u>	gt1011		Global		Г	Г
.	gt1028		Local			
÷	gt1030		Global	Г	Г	Г
+	HP138		Grid			
÷	SOFI		Global	◄	☑	Г
+	HP319		Grid	Г		Г

Фиг. 98. Фиксиране на точка SOFI в модула за изравнение

В зависимост от това колко и какви координати на точки от мрежата са зададени със статут *Control Quality*, отворилият се прозорец показва различен брой редове (фиг. 98). Фиксирането на географските координати и наделипсоидна височина на SOFI става чрез поставяне на отметки в полетата **2D** и **h**. Полето **e** засега не е достъпно – след въвеждане на резултатите от геометричната нивелация, то ще служи за изравнение на нормалните височини на точките от мрежата спрямо използваните нивелачни репери.

5) Изравнение на мрежата

Изравнението на мрежата се стартира с *Adjust*. В случаите, когато в проекта се съдържат грешки/предупредителни флагове (както е в разглеждания пример), софтуерът извежда запитване за продължаване или отказ. Ако грешките са ясни по произход, може да се продължи чрез *Yes*. Отваря се прозорец с резултатите от изравнението, в който, при избиране на отделна или всички точки в проекта (без фиксираната SOFI), се визуализират елипсите на грешките им (фиг. 99).



Фиг. 99. Елипси на грешките след свободното изравнение

6) Анализ на резултатите

Анализът се базира на три статистически показателя (фиг. 99):

- Reference factor дисперсия за единица тежест след изравнението. Тя е показател за съвместимостта между априорно възприетите стойности за стандартните отклонения на векторите, и стойностите им след изравнението. Ако се различава съществено от константата за изчисление на тежестите на измерванията, това може да е показател за недобре определени вектори (напр. тези с "плаващи" решения), или за твърде оптимистични априорни стойности на дисперсията. Този показател е близък до единица, когато стойностите, които изравнените величини получават вследствие на изравнените, отговарят на априорно зададените грешки. В случая стойността 6.55 е над шест пъти поголяма от 1, колкото е зададената априорна константа, и мрежата трябва да се провери за грешки. Препоръчителна стойност за този показател е 2;
- Chi Square test (95%) статистически тест χ^2 , чиято цел е да потвърди или отхвърли хипотезата, че априорно възприетите стойности за грешките са подходящо определени. В случая тестът е отхвърлен, тъй като априорните стойности са твърде оптимистични;
- Degrees of Freedom показател за броя свръхизмервания в мрежата (в случая 96), определен като разлика между броя на известните и броя на неизвестните величини в изравнението.

За сваляне на стойността на дисперсията за единица тежест след изравнението към единица, е препоръчително да се проверят и евентуално изключат някои вектори в мрежата. За проверка следва да се използва **Отчет за изравнение на мрежа** (конфигуриран на български език), който се създава от меню *Reports/More Reports*, или отчета **Network Adjustment Report** (на англ. език). Така например, векторът, участващ в изравнението – **gt1011-gt1029**, е с доста високи стойности за корекции след изравнението (136.502 s по азимут, 0.513 m по разстояние, 0.766 по превишение) (фиг. 100, а).

След подобни корекции (фиг. 100, а-в), а при по-големи отклонения – и с преизмервания на терен, дисперсията на единица тежест следва да доближи или спадне под препоръчителната стойност 2. Едва тогава може да се коригира априорният коефициент за тежестта. За целта, в прозореца *Adjust Network/Weighting* се натиска бутона със звездичка в раздел **Postprocessed vectors**, и се извършва коригиране на априорната стойност с нова, равна на получената след изравнението (фиг. 101, а-в). Това на свой ред ще гарантира и преминаване на статистическия тест χ^2 .

File H	lome View	Data Sun	vey GIS C	AD Edit S	urfaces	Corridor	Drafting	Photogrammetry	Point Clouds	Machine Co	ntrol Support	^ ?
2		XTR D	. <	> 🔍 🚺	<u>.</u>	6 1	<u> </u>	.	* 🕅			
8	_ × 🖿		e ⁄	S 📭 💆			-		¥ 🥌		A	
' ge Survey	Process Baselines	Send to	Total Station Ad	ust Level	Adjust	Site	Local Sit	e Transform Suprey Pointr	Create	Legal P	Adjust Network	×
rojects	GN	ISS	Opti	al	INCLWOIK	Network	n · settings	Survey Fornes	COGO	emption		je – I 🖩 je 🗋 🐸 🍕
Direct Growth Au	Filter Time	Decent View M) Deserved in a Constant of	Visitas Car		Y		1			Constraints Weighting	Besults
Plan View [iviy	Fliterj × Time-	Based view × IC	Occupation Spreadsh	eet × vector Spre	eadsneet	*	Ventere				Reference factor: 6.55	j
Vector ID	V From Point N	Z To Point	+ID 7 Sol	tion Type 🛛 Stat '		PDOP V	HVVV	RMS V H Pre V	V Precisio V S		Chi Square test (95%): Fail	ed
PV47	at1011	at1029	Floa	t Enab	0.00	2.857	? ?	0.002 0.107	0.138	9 59 ? 22	Degrees of freedom: 96	
PV46	at1011	at1029	Floa	t Enab	0.00	2.348	2 2	0.003 0.073	0.120	11 53 7 22		
PV41	qt1011	PT13	Floa	t Enab	0.00	1.888	? ?	0.001 0.018	0.015 1	12 59 ? 2'	All(2)	~
PV27	at1029	PT17	Floa	t Enab	0.00	1.930	? ?	0.003 0.016	0.033 1	12 60 ? 17	PP Vector	
PV48	at1010	at1029	Floz	t Enab	0.00	1.686	2 2	0.004 0.015	0.019 1	11 59 2 55	gt1011> gt1029 (PV47) Residuals:	
PV42	at1030	at1011	Fixe	d Enab	0.00	2 586	2 2	0.001 0.009	0.017 1	10 25 2 -7(Azimuth:	-136.502 sec
PV25	at1029	pt19	Fixe	d Enab	0.00	2.577	2 2	0.012 0.008	0.018	11 60 2 39	Ellipsoid distance:	0.513 m
0.030	14		- 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1		0.00	0.010	0 0	0.011 0.000	0.010	0 01 0 01	∆ Height:	0./66 m
File H	lome View	Data Surv	vey GIS C	AD Edit S	urfaces	Corridor	Drafting	Photogrammetry	Point Clouds	Machine Con	trol Support	^ ?
	1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1	0	101 8	💊 👳 📳	. ^							
		XTR C	🕑 🗅	[] [<u>141</u>	5 <u>0</u>		. 🛛 🗌	<u>¥</u>]	🛱 😣	
ge Survey	Process	Send to	Total Station Adj	ust Level	Adjust	Site	Local Site	Transform	Create l	Legal P	Adjust Network	×
rojects	Baselines 🔤	RTX-PP •	Editor Trave	rse 🍯 Editor	Network	 Calibration 	n * Settings	Survey Points	COGO Desc	ription		- I 🖬 🗋 🙂 🍲
	GN	ISS	Opti	al		Network		11	COGO	11		
Plan View [My	Filter] × Time-	Based View 🗙 🛛	Occupation Spreadsh	et × Vector Spre	adsheet	×					Constraints Weighting	Results
							Vectors				Reference factor: 6.52	
Vector ID		To Point	t ID 🍸 Sol	ition Type 🍸 Stat 🔊	7 G 7	PDOP 🛛	HAAA	RMS 🍸 H. Pre 🏹	V. Precisio 🏹 S 🏹	ΖΕΥΒΥΔι	Chi Square test (95%): Falle	
PV47	gt1011	gt1029	Floa	t Disat	00.00	2.857	? ?	0.002 0.107	0.138	9 59 ? 24	Degrees of freedom. 55	
PV46	gt1011	gt1029	Floa	t Enabl	0.00	2.348	3 3	0.003 0.073	0.120 1	1 53 ? 24	All(2)	~
PV41	gt1011	PT13	Floa	t Enabl	0.00	1.888	? ?	0.001 0.018	0.015 1:	2 59 ? 21	PP Vector	
PV27	gt1029	PT17	Floa	t Enabl	0.00	1.930	? ?	0.003 0.016	0.033 1	2 60 ? 15	gt1010> gt1029 (PV48)	
PV48	gt1010	gt1029	Floa	t Enabl	0.00	1.686	? ?	0.004 0.015	0.019 1	1 59 ? 55	Residuals:	C1 2C1
PV42	gt1030	gt1011	Fixe	d Enabl	0.00	2.586	? ?	0.001 0.009	0.017 1	0 25 ? -/(Ellinsoid distance:	-0.075 m
PV25	gt1029	pt19	Fixe	d Enabl	0.00	2.577	??	0.012 0.008	0.018 1	1 60 ? 39	∆ Height:	-0.112 m
0.476	-14		- T - T	J Enski	0.00	1 010		0.011 0.000	0.01C 1	0 61 0 01	A	
File H	ome View	Data Sun	vey GIS C	AD Edit !	Surfaces	Corridor	Drafting	Photogrammetry	Point Clouds	Machine C	ontrol Support	^ ?
2		2 27V	- 🖪 🕹 🕹	>		- 1 21		<u>a</u>	* *	7		
6	v 🖻	3	- -	ž 👝 💹					👷 - 🗠	<u> </u>		
ge Survey	Process	Send to	Total Station Ad	just Level	Adjus	t Site	Local Si	te Transform	Create	Legal P	Adjust Network	×
rojects	Baselines CN	RTX-PP •	Editor Trav	erse Editor	Network	 Calibratic Network 	on • Setting	s Survey Points	• COGO De	escription		i 🔚 i 🖬 ji 📋 🥹 🖏
			Орг			INELWOI	ĸ		000			Desults
Plan View (My	Filter] × Time-	Based View 🗙 (Occupation Spreadsh	eet × Vector Spr	eadsheet	×					Constraints Weighti	ng Results
							Vectors				Chi Square test (95%) E	ailed
Vector ID	Y From Point S	To Poin		ution Type V Stat	Y G Y	PDOP N		KMS V H. Pre	V V. Precisio V S	VEVRVAN	Degrees of freedom: 90)
r'V4/	gtiuli	gt1029	Flo	IL DISA	0.00	2.85/		0.002 0.10	0.138	3 03 / Z		
PV46	gt1011	gt1029	Flo	t Enat	0.00	2.348	2 7 7	0.003 0.07	3 0.120	10 50 2 2	AII(2)	~
PV41	gt1011	PI13	Floi	t Enat	0.00	1.888	3 7 7	0.001 0.01	8 0.015	12 59 ? 2	PP Vector	
PV27	gt1029	Pf17	Floi	it Enat	N 0.00	1.930) ? ?	0.003 0.01	6 0.033	12 60 ? 1	gt1011> gt1029 (PV46)	
PV48	gt1010	gt1029	Floi	it Disa	ы 0.00	1.686	5 ? ?	0.004 0.01	5 0.019	11 59 ? 5	Residuals:	5 750
PV42	gt1030	gt1011	Fixe	ed Enab	ol 0.00	2.586	5 ? ?	0.001 0.00	9 0.017	10 25 ? -70	Azimuth: Ellinsoid distance:	-0.262 m
PV25	gt1029	pt19	Fixe	ed Enab	ol 0.00	2.577	7 ? ?	0.012 0.00	8 0.018	11 60 ? 39	∆ Height:	-0.366 m
Di /170		-+10	m	J Deale	1 0.00	2.010	1 1 1	0.011 0.00	0.010	10 61 0 0	and a	

Фиг. 100 (а, б, в). Последователно получени резултати за мрежата с: а – включен вектор gt1011-gt1029, определен с плаващо решение; б – след деактивиране на този плаващ вектор; в) деактивиране на плаващия вектор gt1010-gt1029. Очевидно е как след всяко премахване на неблагоприятен вектор, дисперсията на единица тежест се подобрява от 6.55 към 6.07.

🖗 Adjust Network 🗙 🕹 🕹 😵 🥵	🔆 Adjust Network 🗙 🎽 👔 🕹 🖕 🕼	🔆 Adjust Network 🗙
Constraints Weighting Results Ref. Factor * Scalar Redundancy	Constraints Weighting Results Ref. Factor * Scalar Redundancy	Constraints Weighting Results Reference factor. 1.00 Chi Square test (95%): Passed Degrees of freedom: 84
Postprocessed vectors: 5.50 • 1.00 84.00	Postprocessed vectors: 5.50 * 550 84.00	Point gt1010
Imported postprocessed vectors: 1.00 * 1.00 0.00	Imported postprocessed vectors: 1.00 * 1.00 0.00	Easting error: 0.006 m Northing error: 0.008 m Elevation error: ? Height error: 0.020 m Fix status:

Фиг. 101 (а, б, в). Ред на работа за преминаване на статистическия тест χ².

- Изравнение като включена мрежа
 - 1) Въвеждане на известни координати на изходните точки

След коригиране на измерванията до получаване на задоволителни резултати от изравнението на мрежата с минимум изходни данни се пристъпва към нейното изравнение

като включена. За целта, по гореописания метод за станция SOFI, в TBC се въвеждат известните координати геодезическа реф. система БГС2005 на:

- всички изходни точки (инфраструктурни ГНСС станции, държавна GPS мрежа).
 В примера тук са използвани две изходни точки SOFI (EUREF EPN) и 0115 (Геонет);
- петте точки от ГММП в района на практиката. Техните стойности могат да се изтглят от онлайн портала на Геокартфонда, поддържан от АГКК (фиг. 102), по следния начин:
 - a. През уеб-браузър, поддържащ платформата Microsoft Silverlight (Internet Explorer, Mozilla), се влиза на адрес <u>http://gkf.cadastre.bg/;</u>
 - b. С инструментите за навигация се мащабира в района на Студентски парк;
 - с. Чрез раздел *Търсене*, в менюто *Група* се избира **ГММП-ГНСС**, а в меню *Географско положение* **Обхвата на картата**;
 - d. Чрез бутона *Изпълни* (икона с лупа) се стартира заявка от базата данни за всички ГММП точки в сектора от картата, видим на екрана. Следва да се появят 5 точки от ГММП в района на учебната практика: gt1028, gt1029, gt1030, gt1010 и gt1011;
 - е. Освен от Геокартфонда (табл. 11)⁵³, координатите на тези пет точки ще бъдат определени и чрез статични ГНСС измервания към изходните точки, с цел проверка на изравнението и създаване на локален трансформационен модел между БГС2005 и КС1970.



Фиг. 102. Местоположение за петте точки от ГММП в района на Студентски парк в портала на Геокартфонда

f. За оценка на разликата между координатите и височини за точките от ГМПП, извлечени от Геокартфонда, и изравнените им стойности след обработката на мрежата, те, подобно на изходните точки, също следва да се въведат с ранг *Control Quality*.

⁵³ Координатите и наделипсоидните височини за петте точки в табл. 11 следва да се сверят с тези, публикувани в онлайн портала.

Номер на точката	Географска ширина (БГС2005)	Географска дължина (БГС2005)	Елипсоидна височина	х (КС1970)	у (КС1970)	Нормална височина (Балтийска)
gt1010	42 39 26.96522	23 21 32.35828	629.691	4599134.93	8501508.33	584.921
gt1011	42 39 08.34706	23 21 35.18334	630.114	4598560.37	8501572.27	585.309
gt1028	42 39 06.75548	23 20 50.77889	650.246	4598512.03	8500560.79	605.401
gt1029	42 39 17.79505	23 20 51.62400	646.88	4598852.67	8500580.32	602.059
gt1030	42 39 21.26944	23 21 00.96894	643.812	4598959.71	8500793.26	599.007

Табл. 11. Координати на точките от ГММП в района на провеждане на практиката, изтеглени от геопортала на Геокартфонда

На етапа на изравнение на включена мрежа е необходимо да се фиксират координатите и височините само на изходните точки (фиг. 103). За изчисление на разликите между изравнените им и известните им координати, петте точки от ГММП не се фиксират Двата използвани нивелачни репера – HP319 и HP139, засега също не се фиксират по височина.



Фиг. 103. Фиксиране на изходните точки в мрежата за включено изравнение

2) Крайно изравнение

След фиксиране на всички изходни координати се стартира окончателното изравнение на мрежата. Генерирането на отчет (на български език) се извършва чрез *Reports/More Reports/Изравнение на мрежа*. Този отчет съдържа в табличен вид получените от изравнението проекционни, географски и геоцентрични координати на точките, заедно с оценката за точността им. Един от важните раздели е "Сравнение на координатите на изходните точки", като за разглеждания тук пример сравнението дава следните резултати (фиг. 104, Приложение 5):

От фиг. 104 е очевидно, че разликите във височина за повечето точки са значителни, като за **gt1028** тя е над 20 ст. Тъй като, според метаданните в портала на Геокартфонда, височините на точките от това ГММП са получени чрез трансформация със софтуера BGStrans, то такива разлики могат да се очакват. Друга причина биха могли да са несъвършенствата в измерванията и обработката им, които може да са допуснати в рамките на тази учебна практика (това ръководство третира измервания, направени през летния семестър на учебната 2016/2017 година). При всички случаи подобни разлики следва да се изследват до
установяване на причината за тяхната поява. Допълнителна проверка на тези резултати се извършва с помощта на измерванията в мрежов RTK режим⁵⁴.

F	С Разлики между известните кос тойности.	равнение на коор рдинати и височини (h – надели	ДИНАТИТЕ НА ИЗХ ипсоидна, Н – нормална/орт	ОДНИТЕ ТОЧКИ ометрична) на точките и изра	авнените им
	Tauna	Δx	Δу	Δh	ΔΗ
	Точка	(Meter)	(Meter)	(Meter)	(Meter)
	gt1010	0.027	-0.017	0.057	?
	gt1011	-0.001	0.006	0.024	?
	gt1028	0.015	0.038	0.201	?
	gt1029	0.003	-0.030	0.031	?
	gt1030	0.006	-0.011	0.088	?

Фиг. 104. Координатни разлики между изравнените и дадени в Геокартфонда стойности за точките от ГММП (извадка от отчета *Изравнение на мрежа*)

В отчета *Изравнение на мрежа*, в табличен вид са дадени точностите и поправките към пространствените компоненти на отделните базисни вектори. Те следва да се сравнят с изискваните по задание стойности⁵⁵.

5.1.6. Създаване на локален трансформационен модел

Този модел служи за преход между координатните системи БГС2005 и КС1970 за района на практиката. За целта се използват петте точки от ГММП, чрез:

- о изравнените им координати в БГС2005;
- о дадените им координати в КС1970 г.

Следва да се извършат следните стъпки:

1) Стартиране на модула Survey/Network/Site Calibration

Този модул служи за създаване на афинни трансформационни модели по идентични точки. Точките следва предварително да въведени в софтуера. Ако софтуерът изведе подсещане, че за някои точки от проекта липсват координати, такива трябва да бъдат добавени, като се следват стъпките:

- a. За всяка от петте ГММП точки, в **Project Explorer** с десен бутон се избира *Add Coordinate*, в падащото меню за тип на координатите *Global*, и *Control Quality* за предложените стойности. Тези стойности трябва да са точно тези, получени от изравнението в БГС2005, публикувани в отчета *Изравнение на мрежа*.
- b. За тези пет точки следва да се въведат и координатите в КС1970, с нормални височини (Балтийски). Точките могат да се въведат една по една, или чрез въвеждане на текстов файл (напр. с разделител запетая)⁵⁶, като имената им е препоръчително да се отличават от тези в БГС2005.

⁵⁶ gt1010_1970,4599134.93,8501508.33,584.921 gt1011_1970,4598560.37,8501572.27,585.309

⁵⁴ Описанието е дадено в раздела за ГНСС измервания в реално време.

⁵⁵ Това все още не е крайният отчет от изравнението – той следва да бъде генериран едва след въвеждане и на нивелачните измервания, описано в раздел 5.3.

gt1028_1970,4598512.03,8500560.79,605.401

gt1029_1970,4598852.67,8500580.32,602.059

gt1030_1970,4598959.71,8500793.26,599.007

По подразбиране в софтуера са въведени няколко потребителски формата за въвеждане на текстови данни. Ако необходимият формат липсва, той може да бъде създаден ръчно. За създаване на нов потребителски формат с разделител "запетая":

- a. Избира се Survey/Import Format Editor/New;
- b. Въвежда се име на формата, напр. "ID, x, y, H_1970", Next;
- с. В следващия прозорец се избира Delimited, Next;
- d. Въвеждат се настройките от фиг. 105-а, Next;
- e. В появилия се прозорец, от падащото меню *Fields* се избира следната последователност на колоните: **Point ID**, **Northing, Easting, Elevation** (фиг. 105, б).

lmport Format Editor - ID x v	H 1970					×		
Select general properties.	,							
Selecting these properties affect how the definition works.								
Delimiter:	comma 🗸		Text qualifier:		none	~		
Store data as:	Points	~	Number of header lin	nes to skip:	0			
			Start undefined ID n	umbering:				
Default file extension:	.CSV		Undefined elevation	i.				
Show editor on import Variable row type definitions								
			Import as grid-o transform with o	only points, which ca coordinate system c	n be moved or elev hanges.	ated, but do not		
			Coordinate quality:					
Test >>		< Back	Next >	Import	Finish	Cancel		
Import Format Editor - ID,x,y,H_1970 X Fields. Select the data fields to be included in the definition. Also set the properties for each field separately. Fields Point ID Northing Easting Elevation								

Фиг. 105 (а, б). а – настройки за формат с разделител "запетая"; б – настройки за съдържанието на формата

- f. Настройките се запаметяват с Finish;
- g. Пристъпва се към Import на текстовия файл с координатите на точките от ГММП в КС1970, от менюто или чрез влачене с мишката директно в отворения проект;
- h. Ако настройките за въвеждане са зададени правилно, следва да се появи прозорец, сходен на този от фиг. 106.

🙈 Import Format Editor - ID,x	,y,H_1970						>	×		
Select definition.										
Select a definition from the list	t below and press N	lext button.								
You can also manage the list I	by pressing New, C	opy or Delete.					•			
Definition Name 🛛 🗠	Enabled	Extension	Store Point	As	Show Ed	itor 🔺	New			
DTM (E,N,elev)	.PTS	Surface		V	=					
DTM (P,N,E,elev)	V	.PTS	Surface		V	-	Сору	1		
Focus DL-15	v	.L	Level dat	а	V		Rename	1		
ID,x,y,H_1970		.CSV	Points					1		
Leica GSI8 Level (Intl Fe	V	.GSI	Level dat	а	V		Delete			
Leica GSI8 Level (Meter	\checkmark	.GSI	Level dat	а	V					
Leica GSI8 Level (US F		.GSI	Level dat	а	V	-				
Laice GSI16 Level (Intl F Only above anabled definition		(CCI	Louid dat	_	<u>.</u>					
Only show enabled definition	Unly show enabled definitions Restore All									
Test <<		< Back	Next >	Import			Cancel	٦		
							4	Ϊ,		
C:\Users\MIG_Admin\Download	ds\GMMP_1970_tab	D.CSV					Read File	•		
Import Preview										
Point ID		Northing	E	asting	El		evation	^		
▶ gt1010_1970	4599134.9	3	8501508.33	8501508.33		.921				
gt1011_1970	4598560.3	7	8501572.27		585	.309				
gt1028_1970	4598512.0	3	8500560.79		605	605.401				
gt1029_1970	4598852.6	7	8500580.32		602	.059		U		
File View	4500050.7	4	0500703.30		500	007		•		
a+1010 1070 4500134 03	0001000 00	594 021					-			
gt1010_1970,4599134.93	3,8501508.33,	584.921						*		
gt1010_1970,4599134.93 gt1011_1970,4598560.37	3,8501508.33, 7,8501572.27,	584.921 585.309						•		
gt1010_1970,4599134.93 gt1011_1970,4598560.37 gt1028_1970,4598512.03	3,8501508.33, 7,8501572.27, 3,8500560.79,	584.921 585.309 605.401						•		
gt1010_1970,4599134.93 gt1011_1970,4598560.37 gt1028_1970,4598512.03 gt1029_1970,4598852.67	3,8501508.33, 7,8501572.27, 3,8500560.79, 7,8500580.32,	584.921 585.309 605.401 602.059						•		

Фиг. 106. Въвеждане на текстов файл с координати на точките от ГММП в КС1970

- i. Натиска се Import файлът ще бъде визуализиран върху картата⁵⁷.
- 2) В Site Calibration се избира Point List, и последователно се въвеждат имената на идентичните точки (от клавиатурата или с избиране директно от картата). Фиксирането за проблемната точка gt1028 по височина не е препоръчително (фиг. 107-а). Афинна трансформация се изчислява чрез Compute, при което се отваря прозорец с резултатите и оценка на точността им (фиг. 107-б).
- Записването на получения локален трансформационен модел в библиотеката с координатни системи на Trimble Business Center се извършва чрез Save as Site. Като име може да се зададе напр. "StudentskiPark_KS1970_BGS2005";
- 4) След записването моделът е наличен за преглед през *Home/Geodetic/Coordinate System Manager* (фиг. 108-а);
- 5) През *Reports/More Report/Локален трансформационен модел* следва да се генерира отчет (конфигуриран на български език) за получените трансформационни параметри и тяхната оценка за точността (Приложение 6). След прилагане на така създадената локална трансформация, от този момент проектът е в локална координатна система;
- 6) За смяна на координатната система, първо е необходимо трансформацията да бъде премахната. За целта се избира *Survey/Site Calibration/Clear Site Calibration*;
- 7) Смяната на координатните системи се извършва от *Home/Geodetic/Change Coordinate System*. Новосъздадената локална координатна система е налична за избор в секцията Calibrated Site (фиг. 108-б).

⁵⁷ Файлът ще бъде показан на много голямо разстояние на изток от координатите в БГС2005, основно заради разликите в началото на източната координата за КС1970.

Site Calibration	i — i 🖬 i 🕦 🥹 (: :		
Calibration Settings	Point List Results	-	Calibration Settings Point List Results	1
GNSS point: GNSS point: Grid point: GNSS point: GNSS point: Grid point: Type:	gt1010 gt1010_1970 Horizontal and vertical gt1011 gt1011_1970 Horizontal and vertical		Horizonta Sale Factor 0 9933133887 Horizonta Rotation - 225477 Maximum Stope of Inclined Plane 142:932 pom Vertical Shift at Origin	-
GNSS point: Grid point:	gt1028 gt1028_1970		-44.704 m Residuals Maximum Horizontal Residual 0.039 m	I
+ GNSS point: + Grid point: Type:	dt1029 gt1029_gt1029_1970 Horizontal and vertical	E	Maximum Vertical Residual -0.030 m Note: Residuals = Calculated Coordinates - Control Coordinates	m
GNSS point: Grid point: Type:	gt1030 gt1030_1970 Horizontal and vertical		gtiono t	
GNSS point: Grid point: Type:	Innoved		Type: Horizontal and verti Horizontal Residual: 0.010 m Vertical Residual: 0.009 m	
.,,	Remove		gt1011	
	Compute	•	Compute].

Фиг. 107 (а, б). а – Въвеждане на идентични точки; б – резултати от афинната трансформация

ting Photogrammetry Point Clouds Machine Control Support Layer Layer System Manager Distance Report Distance Report	ts Prir	Change Coordinate Sys Select Recently Used	_{ttem} d System		_		×
Layers view images Geodetic Measure report Current.cd - Coordinate System Manager — □ File Edit View Tools Help Images Images Images Images Images File Edit View Tools Help Images Images Images Images Images Images Images Images Images Images	X	Coordinate System and Z Calibrated Site Default projection (Transv Recently used coordinate Coordinate System Group Calibrated Site World wide/UTM	one verse Mercator) system Zone StudentPark_KS1970_BG. 35 North	Datum Transformation ETRS89	Geoid Model		
or Help, press F1,					Finish	Car	ncel

Фиг. 108 (а, б). а – Файлът *current.csd*, който съдържа координатните системи на TBC; б – смяна на координатни системи с модула *Change Coordinate System*.

5.1.7. Обработка на RTK измервания

Ситуационните подробности в парка са заснети чрез геодезическа снимка с използване на ГНСС измервания в мрежов RTK режим. Снимката е кодирана, с използване на предварително създадена библиотека с точкови, линейни, площни и командни кодове (Приложение 11). Въвеждането на файлове с RTK измервания не се различава съществено от това за статичните измервания. По съществената обработка тук се извършва по отношение на кодовете, респ. правилно отразяване на линейните и точкови условни знаци.

1) Конфигуриране на картния изглед

За по-лесна визуална работа с данните от геодезическата снимка (CAD линии, кодове и пр.), някои елементи от обработката на статичните ГНСС измервания и последвалото изравнение на мрежата могат да бъдат премахнати от картния изглед. За целта се използва *Home/View/View Filter Manager*. Конфигурациите са индивидуални и зависят от начина на обработка, но някои елементи, като предупредителни флагове или елипси на грешките (намират се в раздел *Flag* на *View Filter Manager*) са вече излишни и в разглеждания пример са скрити. Други конфигурации могат да се извършват според изискванията на обработващия, като напр. скриване на статичните вектори.

- 🗆 FI	🗆 🗖 Flag									
	Error Ellipse									
	Error Flag									
	Information Flag									
	Warning Flag									

Фиг. 109. Пример за изключване на предупредителните флагове и елипсите на грешките

2) Въвеждане на измерванията

Данните се въвеждат от *Survey/Import*, или директно чрез влачене в прозореца на проекта. При въвеждането, софтуерът ще изведе въпрос дали входящия файл да бъде конфигуриран с текущите настройки на проекта (опцията **Keep the existing project definition**, което е препоръчителната настройка), или целия проект да бъде конвертиран в настройките, зададени на терен в софтуера Trimble Access (**Convert to the imported file definition**, което НЕ е препоръчителната настройка). Ще бъде изведено и съобщение дали изравнението на мрежата да бъде запазено (**Keep adjustment**), или премахнато (**Clear adjustment**). Следва да се избере първата опция, за запазване на изравнението (фиг. 110-а), и да се постави отметка това съобщение да не се показва до следващото изравнение (фиг 110-б).



Фиг. 110 (а, б). Настройки за въвеждане на RTK измервания

3) Обединяване на точки

При поява на точки с еднакви имена в проекта, софтуерът извежда прозорец с възможност за тяхното обединяване (*Merge points*). В него следва да се посочват само точките от РГО и ГММП. Не трябва да се обединяват подробни точки, тъй като често номерирането на снимачна последователност, въведена от различни файлове, започва от едно и също кръгло число (напр. 100 или 1000), но всъщност точките не са едни и същи (фиг. 111).

Merg	je Points from i	- 0	×				
	Merge	Import Feature Codes	F				
	~	0115_Kostinbrod	0.001 m 🎊	0.000 m 🍞			=
		1000	420.737 m 🎊	0.113 m 🍞	pb	brsh	-
		1002	386.429 m 🎊	0.521 m 🍞	pb	bt	
		1003	373.614 m 🎊	0.080 m 🍞	pb	bt	
		1004	339.323 m 🍂	0.150 m 🍞	pb	bt	
		1005	334.308 m 🎊	0.126 m 🍞	pb	bt	
		1006	306.264 m 🎊	0.219 m 🍞	pb	bt	
		1007	304.960 m 🎊	0.112 m 🍞	pb	bt	
		1008	299.937 m 🍂	0.211 m 🍞	pb	bt	

Фиг. 111. Обединяване на точка 0115_Kostinbrod от мрежата Геонет, наред с подробни точки, които не трябва да бъдат обединявани.

4) Качествен контрол на RTK измерванията

В един въведен .job файл от учебната практика типично има десетки, дори стотици измерени точки. Препоръчително е преди обработка на кодовете да бъде извършена бърза проверка за качеството на измерванията. За целта може да се използва таблицата с измерени ГНСС вектори, достъпна през *Survey/GNSS/New vector spreadsheet*. Измерванията могат да се сортират, напр. по колона **H. precision**. Всички RTK измервания⁵⁸, които са с точност по-ниска от 0.1 m, следва да не се използват и да се деактивират;

5) Проверка на резултатите от изравнението

В разглеждания проект RTK измерванията на точките от PГO са извършени с ГНСС приемник Trimble GeoXR с външна антена, с продължителност 30 s. След въвеждане на файла с RTK измерванията, софтуерът предлага обединяване на точките по критерий "близки координати", "еднакви имена" и др. В случая целта е не обединяването, а сравняването на изравнените статични с RTK измерванията, така че отметките в колона Merge следва да се премахнат. Ако се появи прозорец с въпрос кои проектни настройки да се използват, следва да се избере Keep the existing project definition, което ще запази настройките на проекта, създаден в Trimble Business Center. След появата на прозорец, сходен с показания по-долу:

	Merge	Point Pair /	H. Distance	V. Distance	Existing Feature Codes	Import Feature Codes
		gt1010	0.024 m 🍂	0.007 m 🍞		
	Γ	gt1011	0.021 m 🛝	0.030 m 🍞		
		gt1028	0.017 m 🍂	0.124 m 🍞		
		gt1029	0.018 m 🏦	0.097 m 🍞		
		gt1030	0.019 m 🍂	0.002 m 🍞		
		pt1	0.012 m 🏦	0.016 m 🍸		
		pt2	0.018 m 🍂	0.026 m 🍞		
		pt3	0.030 m 🎊	0.109 m 🍞		
		pt5	0.017 m 🍂	0.011 m 🍞		
		pt6	0.010 m 🎊	0.022 m 🍞		
		pt7	0.022 m 🍂	0.016 m 🍞		
		pt9	0.007 m 🎊	0.033 m 🍸		
		pt10	0.014 m 🍂	0.013 m 🍞		
		pt11	0.009 m 🎊	0.030 m 🍸		
R	ename unme	rged points				Total rows selected: 0 of
R	ename manu	ally	View Rename	ed Point List		
A	dd prefix:					
A	dd suffix:					
	dd constant:					

Фиг. 112. Въвеждане на точки от ГММП, измерени в RTK режим

⁵⁸ В колоната **Field Method** RTK измерванията могат да са няколко типа: *Continuous* (непрекъснати измервания през интервал от време или разстояние, в случая – през 1m); *Торо* (усреднено от 5 епохи ГНСС измерване (настройка по подразбиране)); *Rapid* (еднократно измерване, 1 епоха).

Колоните H. Distance и V. Distance показват линейната разлика между точките в колона **Point Pair**, по положение и височина. За разглежданата точка **gt1028** се вижда разлика във височина 0.124 m. Очевидно тази ГММП точка е с проблемно определена наделипсоидна височина. Избира се Import, а за запазване на координатите от изравнението - Keep Adjustment (фиг. 110-б).

Подробен отчет от сравнението на координатите на точките може да се генерира чрез *Reports/Point Comparison Report* (Приложение 7). Твърде големите разлики между координатите трябва да се изследват за груби и др. грешки.

6) Преглед и редактиране на кодовете

Кодовете, въвеждани по време на измерването, дават възможност за използване на условни знаци и създаване на ГИС модел на данните. Създаването на кодове с модула **Feature Definition Manager** и зареждането му в проекта е описано в раздел 5.1.2, точка 11). Всички кодове трябва да се приведат към стойности, изисквани от използваната библиотека – в случая това е файла **Условни знаци.fxl**, който дефинира и ГИС схемата на данните (Приложение 11). При използване на кодировка, различна от приетия стандарт в учебната практика, тя следва да бъде предварително редактирана. Редактирането на кодове се свежда до уеднаквяването на тези, използвани на терен в полевия софтуер, и тези, използвани в обработката.⁵⁹

Всички измерени точки и техните кодове могат да се прегледат в табличен вид чрез отчета *Reports/Point List*. В разглеждания пример, бордюрите на алеите в парк "Студентски" са заснети с код **bc st**, който не следва приетия стандарт за бордюр (фиг. 113). В библиотеката **Условни знаци.fxl** новият код за бордюр, заместващ **bc**, е **36**, отговарящ на номера на условния знак за бордюр според (Министерство на териториалното развитие и строителството, 1993). Кодът **st** е команден код, който указва на софтуера да започне свързване на всички следващи точки след 101 със зададения условен знак за бордюр.



Фиг. 113. Последователност от точки за заснемане на бордюр, записани с невалиден код (поле *Feature code*), който следва да бъде редактиран

Бордюрът се състои от начална точка (в случая - 101), крайна точка (297, код **bc** end, като end е код за край на линията), и последователност от точки (102-296), които образуват бордюра – те са само с код **bc**. Всички точки с код **bc** трябва да бъдат променени в код **36**, като се следват стъпките:

a. Селектирането на последователност от точки се извършва чрез *Data/Select/Select Points/General/Point ID*: 102...296⁶⁰;

⁵⁹ Тази стъпка не се налага, когато двете кодировки съвпадат.

⁶⁰ За указване на интервал служи операторът "…" (три точки).

b. Полето Feature code е със стойност <u>"Varies</u>", защото съдържа различни кодове. В това поле следва да се въведе **36** (фиг. 114-б);



Фиг. 114 (а, б, в). Конфигуриране на последователност от измерени точки за изчертаване с условен знак "бордюр"

- с. За точки 101 и 297, бидейки съотв. начална и крайна, освен код **36**, се поставя такъв за начало (**st**) и край (**end**) (фиг. 114-а,в). С това последователността от измервания е готова за обработка;
- d. Стартира се модула за обработка на кодове Survey/Features/Process Feature Codes. В появилия се прозорец следва да се маркират.job файловете, подлежащи на обработка, след което да се избере Process Source(s). За по-подробна информация може да се отвори отчета за обработката. В резултат от обработката всички точки в обхвата 101-297 са свързани с 3D полилиния с условен знак за бордюр (фиг. 115).



Фиг. 115. Графично представяне на резултати от обработка на код за бордюр

е. Удобно заместване на кодове може да се извърши и чрез селектиране по код. Например, *Data/Select/Select Points/Feature Code* = lp (невалиден код за ел. лампа). Веднъж селектирани, тези кодове вече могат лесно да се променят чрез *Properties* в 96 (фиг. 116) (96 е номерът на условния знак за широколистно дърво според указанията в (Министерство на териториалното развитие и строителството, 1993).

Plan View [My Filter] 🗙 Fe	🕎 Properties		×
	- \[
	Point 1023		
	Point (1)		\checkmark
	Point Information		· /298
	Point ID:	1023	1072 - 200
	Feature code:	<u>96q</u>	
	Description 1:		
	Description 2:		
	Layer:	Съоръжения	-234/068
	Include in surface:	Yes	×302 ×296
	- Label Visibility		*303
	Show label:	By view filter	54
	Show feature code:	By view filter	253 0
	Show elevation:	By view filter	
	- Feature		4070
	Feature:	Ел. лампа б, дясна	+1022 - 700 +1071
	Feature Attributes		1022 220
			- 289
			•258

Фиг. 116. Въвеждане на код за лампа

f. По този начин последователно трябва да бъдат обработени всички точки от геодезическата снимка. След обработката всички кодирани точки получават статут "класове обекти" (Feature class), чиито атрибутни данни може да се прегледат таблично в Survey/Feature/Feature Spreadsheet, както и чрез Feature Processing Report – едно от приложенията към документацията за защита на практиката.

🖗 D C 🗈 🖥 🖗 🖹 🖯 🤐 🏯 🖓 🖓 + 🖸 + 4 + 7 🖬 🔹 🗙 🛄 🗠 👘 💊 - 5 + 1 + -							× ▼ ∓				_2017_GN	🔉 🗡 ble Bu							
File	H	Home \	/iew [[Data Si	urvey GIS	CAD	Edit	Surfaces	Corridor	Drafting	Photogrammetry	F	oint Cloud	ls Mach	ine Control	Support			^ ?
1 rge S rojec	urvey ts	Process Baselines	₩ © © GNSS	Send to RTX-PP *	Total Station Editor	Adjust Traverse Optical	Level	Adjust Network	Site Calibratio Network	Local Site n + Settings	Transform Survey Points	* %• *• CC	Create COGO E COGO	Legal Description	Process Fea Codes	ture M	Aeasure stance * Aeasure	Reports Reports	Print Print
Plan \	iew [M _]	y Filter] 🗙	Feature Sp	preadsheet	×														
Борди	p				~														
	Features																		
					Line Name				Y					Layer					7
P-	Борди	ор																Населен	и места
				Point ID			7	Eas	ting	7		Northin	g	•	7	E	evation		V
	- 10)1								200798.277				4729081.90	2				644.084
	10	12								200799.961				4729080.76	2				644.149
	- 10	13								200801.748				4729079.50	7				644.139
	10)4								200803.571				4729078.23	9				644.131
	- 10)5								200805.333				4729077.07	8				644.146
	10)6								200807.078				4729075.81	0				644.141
	10)7								200808.933				4729074.62	8				644.125
	10	8								200810.735				4729073.35	8				644.148
	10)9								200812.407				4729072.21	1				644.134
	. 11	10								200814.039				4729071.00	8				644.121
	- 11	11								200815.669				4729069.71	2				644.109
	- 11	12								200817.326				4729068.47	6				644.118
	- 11	13								200819.113				4729067.12	3				644.122
	- 11	14								200820.834				4729065.88	9				644.159
	- 11	15								200822.468				4729064.64	2				644.192

Фиг. 117. Преглед на точките като класове обекти чрез таблицата Feature Spreadsheet

g. На фиг. 118 е визуализирана картата с обработена кодировка на измерванията, и включени RTK вектори (в син свят) към между базовата точка и всяка от новоизмерените точки. Индивидуалните точки, с които са заснети бордюрите, са измерени в режим "непрекъснато измерване" през интервал от 1 m;



Фиг. 118. Единични точки с обработени кодове, заснети с RTK вектори

h. Следвайки тези стъпки, чрез използване на библиотеката с кодове се обработват последователно всички файлове от геодезическата снимка. Добра картина за съответствието между измерванията на терен (напр. бордюри, единични дървета, лампи) и реалната обстановка може да се получи чрез преглед в Google Earth (*View/Graphic Views/Google Earth*) (фиг. 119);



Фиг. 119. Визуализация на RTK измерванията в Google Earth

- i. Към крайната документацията за защита на практиката се прилага отчет *Feature Processing Report*.
- 7) Създаване на цифров модел на релефа⁶¹

⁶¹ Тази задача следва да се изпълни след въвеждане на данните от нивелачните измервания, описано в раздел 5.3.

На базата на данните от геодезическата снимка се създава тримерна повърхнина с хоризонтали, която служи за визуализиране на комбинираните резултати от ГНСС и нивелачните измервания. По същество това представлява една опростена постановка на метода GPS/нивелация, повече данни за който могат да се намерят във (Вълев и Андреев, 2014). Повърхнината се реализира на базата на стойностите за височините в точките от ОГМ, получени от статични или RTK ГНСС измервания, и определени чрез геометрична нивелация. Тъй като районът на провеждане на практиката е достатъчно малък, може да се избере едно константно превишение (т. нар аномалия на височините ζ) между елипсоида GRS80 и квазигеоида EGG08, стоящи в основата на реализациите съответно на БГС2005 и EVRS2007, получено чрез разлика между измерените в различните системи височини на точките от ОГМ. За конкретния пример е изчислена една средноаритметична аномалия от изравнените височини на точки gt1030, pt3 и pt6, тъй като са най-близо до района в парка, за който ще бъде изготвен цифров модел на релефа.

$$\begin{split} \zeta_{\text{gt1030}} &= 643.724 - 599.162 = 44.562 \ m \\ \zeta_{\text{pt3}} &= 644.562 - 600.013 = 44.549 \ m \\ \zeta_{\text{pt6}} &= 646.022 - 601.324 = 44.698 \ m \\ \zeta_{\text{практика}} &= 44.603 \ m \end{split}$$

В зависимост от района на парка, за който се създава повърхнина, е препоръчително да се използват най-близките съответни точки, като се има предвид и точността на височинните им определения.

За привеждане на наделипсоидните височини към нормални се използва получената стойност за аномалията на височините. Привеждането на височините се прилага само за точките, които ще се използват за създаване на цифровия модел на релефа. Един от начините е чрез селектиране на файловете, съдържащи RTK измервания на ситуацията в парка

- а. През Data/Select/Selection Explorer се селектират .job файловете с RTK измервания (фиг. 120-а). С изключение на точките от новосъздадената РГО, инфраструктурните ГНСС станции и други точки, използвани за привързване, следва да се отстранят от селекцията, напр. чрез Subtract current selection или Add/remove surface members. Точките могат да се селектират и чрез заграждане с мишката, като за улеснение неизползваемите за създаване на повърхнина елементи полилинии, ГНСС вектори и др., могат да е изключат през View filter Manager;
- b. През Survey/COGO/Transform Survey Points се избира височинна трансформация (Delta elevation), където стойността на аномалията на височината се поставя с обратен знак (фиг. 120-б). Потвърждава се с Apply, а след ново потвърждение се отваря отчет на така извършената трансформация;
- с. През *Surfaces/Create/Create* Surface, на базата на селектираните точки се създава тримерна повърхнина (фиг. 120-в), именувана напр. Височинен модел (в примера се използват всички 682 точки, с нехомогенно разпределение по терена);
- d. За създаване на граница на повърхнината се използва инструментът *Surface/Edit/Edge Breakline*, който се именува напр. Граница;

Selec	tion Explorer	n	¥				
C Derec	aon Explorer	+	^	S Transform Survey Points	×	Create Surface	
: 😡	े 😏 । 🖓 । 🖧 🛃			i — I 🖬 i 5 7 💫			
s	election Sets	Objects	^	Objects to transform:		Name	
<u>6</u>	pt 19176A5.17o	1		Selected: 1392 Options]	Pucceureureur and then	
- A	rtk_snimka_grupa1.job	437		Calculation Method		Curfore electionation	_
- <u>(</u>	rtk_snimka_grupa2.job	963		Helmert Least squares		Sunace classification.	
- <u>(</u>)	rtk-praktika.job	48		Transformation Parameters		Unginal	~
1 🛄	sofi1720.17o	2		Delta Easting		Color:	
1 🔍	sofi1730.17o	2		0.000	1	Gray	~
. 👷	sofi 1 /4U, 1 /0	2		Deta Nothing		Measured date:	
	soii 1760. 176	2	×			13. 8.2017 r. 💷 🗸 17:59:40	÷
rtk_snim	ka_grupa1.job, rtk_snin	ika_grupa2.job 1	399	Data structure		Members to form surface:	
As	Name	Туре			1	Selected: 1399 Options	(i)
	pt13-1	As-Staked Point	120	-44.003			
_ 🕀	0115_Kostinbrod	Coordinate		X Rotation			
_	0115_Kostinbrod	Coordinate		0.00.00			
_?	Бордюр	Linestring		Y Rotation			
<u>_</u> ?	Бордюр	Linestring		0.00.00			
-	Бордюр	Linestring		Z Rotation (delta azimuth)			
-2	Бордюр	Linestring		0.00.00.	1		
2	Бордюр	Linestring					
2	Бордюр	Linestring					
2	Бордюр	Linestring					
	0115_Kostinbrod	Point		✓ Fix vertical scale at 1.00			
	2085	Point		Scale/Rotation Ungin			
	2084	Point		Centroid First "From point"			
- ¢	2083	Point		Transform Calculator - 0 pairs			
	2082	Point		Apply Close			
- \$ -	2081	Point		Appiy Close		Apply OK Cano	cel

Фиг. 120 (а, б, в). Етапи по създаване на цифров модел на релефа от измерванията

- е. За създаване на хоризонтали се използва инструментът *Surface/Contours/Create Contours*, със следните примерни настройки (фиг. 121-а):
 - \circ височина на сечението 0.5 m
 - разстояние между надписите 10 пункта
 - о светлокафяво оцветяване за хоризонталите;
 - о всеки 5-ти хоризонтал е основен (Index countour frequency), с тъмнокафяво оцветяване (Index contour color);
 - о изглаждане на изолиниите (Smooth contours).

При тези настройки и използвани точки се получават 12 хоризонтала (фиг. 121-б).

Contour Information	
Surface:	
Височинен модел 🗸	
Name:	
Contours	
Contour interval:	
HH 0.500	The state of the s
Index contour frequency:	
5	
Layer:	
Brown V	
Contour line weight:	
by Layer V	
128, 64, 64	
Index contour line weight:	
by Layer V	
Color contours by elevation	
Smooth contours	
Tastable:	
Standard	
Distance between labels	
Distance between labels:	
Label ends of contours	
Surface Information *	
Max. elevation: 601.481	
Min. elevation: 595.170	
Estimated number of contours: 12 👻	- VAL
OK Cancel	
OK Cancel	

Фиг. 121 (а, б). а – настройки за създаване на числен модел на релефа; б – визуализация на числения модел на релефа чрез ТІХ мрежа и изолинии

f. В документацията за защита на практиката следва да се приложи и отчет за височинния модел, който се генерира чрез *Reports/More Reports/Surface Information Report* (Приложение 10).

5.1.8. Оформяне на крайните резултати

В последния етап от обработката на ГНСС измервания всяка група следва да изготви следните материали:

- Графична част
 - 1) Схема на ГНСС мрежата в М 1:2000, с визуализиран цифров модел на релефа и хоризонтали, обхващаща целия район на практиката⁶²;
 - Схема на резултатите от геодезическата снимка, обработена според кодировката, и с нанесени условни знаци. Мащабът следва да се избере според обема и обхвата на снимката. Всяка група предава само обхвата на извършените от нея измервания;
 - 3) Схема на ГНСС мрежата в 3D изглед;
- Таблична част
 - 1) Обработка на базисни вектори (според образеца на бълг. език, Приложение 3);
 - 2) *GNSS Loop Closure* (отчет за проверка на геометричните условия, на англ. език, Приложение 4);
 - 3) Изравнение на мрежа⁶³ (на бълг. език, Приложение 5);
 - 4) Изчисление на трансформационни параметри (на бълг. език, Приложение 6);
 - 5) *Feature Code Processing Report* (отчет за обработка на кодировката на геод. снимка, англ. език);
 - 6) Surface Information Report (Отчет за цифров модел на релефа, англ. език. Приложение 10);
 - 7) Оригиналните полеви карнети за статични ГНСС измервания (Приложение 2)
- Готовия проект от обработката в Trimble Business Center⁶⁴ (.vce файла и едноименна папка, която съдържа всички импортирани данни и продукти) на диск, приложен към папката.

Изготвените документи се комбинират с тези от ъглово-линейните и нивелачни измервания, и заедно с обяснителната записка се окомплектоват в една папка, съдържаща крайната документация за защита на практиката.

• *File/Print/Create plotbox/Plot scale – 2000.*

⁶² Отпечатването в зададения мащаб се извършва чрез следните настройки в ТВС:

[•] Project Settings/View/Plan View/Plot scale – 2000;

[•] File/Print/Page Setup – Paper size A3;

След настройка на местоположението на прозореца за отпечатване, картата се отпечатва в PDF формат. ⁶³ Окончателният вариант на този отчет се създава след добавяне на нивелачните измервания и тяхното изравнение, описано в раздел 5.3.

⁶⁴ Окончателният проект следва да включва и данните от нивелачните ходове и тяхното изравнение, описано в раздел 5.3.

5.2. Обработка на ъглово-линейни измервания

Измерванията на мрежата, извършени с тотални станции, се обработват за улеснение в отделен проект, който на по-късен етап може да бъде обединен с този, съдържащ ГНСС измерванията и нивелацията. Работата протича в последователност, подобна на тази при обработката на ГНСС измервания. В този раздел са описани примерни действия за изравнение на ъглово-дължинна мрежа, конфигурирана от измервания в рамките на практиките през 2016 и 2017 година.

5.2.1. Изтегляне на измерванията

• Trimble S6

Измерванията на тоталната станция S6 се записват в паметта на контролера Trimble CU, във файл с разширение .job. Тези файловете могат да се изтеглят по няколко начина:

- о Чрез USB памет, директно през USB порта на инструмента;
- о Чрез USB кабел, свързан с компютър и СОМ входа на инструмента;
- о Чрез USB кабел, свързан с компютър и СОМ входа на приставката за дистанционно управление;
- о Чрез USB кабел, свързан с компютър и СОМ порта на докинг станцията;
- о Чрез Bluetooth.

В примера по-долу данните са изтеглени чрез USB памет от паметта на инструмента⁶⁵. За изтегляне на данни от този контролер може да се използва и модулът *View/Device Pane*, след създаване на проект в TBC.

• Leica TCR 702

Измерванията от този инструмент се записват в паметта на контролера Trimble TSC2, откъдето могат да се изтеглят в паметта на компютъра чрез USB памет, или чрез USB кабел, по начина, описан в раздел 5.1.1. За изтегляне на данни отново може да се използва модулът *View/Device Pane*, след създаване на проект в TBC.

5.2.2. Създаване на проект в Trimble Business Center

Създаването на проект е описано в раздел 5.1.2 за обработка на ГНСС измервания. За разлика от ГНСС мрежата, тази е избрано да се изравнява не в универсална напречна цилиндрична проекция на Меркатор, а в друга широко използвана в практиката у нас проекционна система – т. нар. "кадастрална" координатна система⁶⁶, която по същество е конформна конична проекция с 2 стандартни паралела⁶⁷.

Подобно на локалната координатна система, създадена след обработката на ГНСС мрежата (раздел 5.1.6), и тази служи преход между географски и правоъгълни координати. Както всички потребителски геодезически координатни системи, и кадастралната се дефинира през модула *Home/Geodetic/Coordinate System Manager⁶⁸*, по следния начин:

а. В *Coordinate System Manager* първо следва да се провери дали кадастралната координатна система е дефинирана. Ако не е, чрез бутона *Add/New Group* се

 $^{^{65}}$ Измерванията се съхраняват по подразбиране в директория My Documents/Trimble data

⁶⁶Сравнителен анализ на резултати при трансформации на площи с използване на тези две проекционни системи е даден в (Павлов и Илиева, 2014).

⁶⁷ Изходните величини за тази проекция са дадени в (МРРБ, 2012).

⁶⁸ Кадастралната система може да е вече дефинирана при инсталацията на Trimble Business Center, което следва да се провери в модула *Coordinate System Manager* - потребителските коорд. с-ми са със синя икона —.

създава нова група системи, с примерното наименование BGS2005 Kadastralna (фиг. 122-а);

b. Системата се появява в списъка с групирани по държави системи. Избира се *Add/New Coordinate System* (фиг. 122-б);

current.csd - Coordinate System Manager	- 🗆 X	🐵 current.csd" - Coordinate System Manager	- 0
File Edit View Tools Help		<u>File Edit View Tools H</u> elp	
🖹 📄 📫 🕂 💥 🐑 🎟 🕶 📪		💷 📫 🖥 🖶 - 🗙 🍉 🕮 - ?	
Goodfande System Geodfande System Geodfande System Geodfande System Geodfande Geodfande	Name ^	Costa C	Â
	OK Cancel	Binand	
		France	
For Help, press F1.		Germany	¥
Coordinate System Bronastier	····	Coordinate System Properties	7 ×
Zones fluerameters Name: ESS2000 EV Protection Shift Grid Expot name: ESS2000 EV Geod Model Datum name: ETERS3000 EV Mediadation Compound System EPSG ID: Projected System EPSG ID: Projected System EPSG ID: EPSG Geodelic Parameter: Bit EPSG Geodelic Parameter: Bit EPSG Geodelic Parameter: Bit	stations	Zone Parameters Projection Lambed Conformal Conic 2 Parallel Shirt Grid Certral landback 62 '40 04 35346' N Certral landback 62 '40 04 35346' N Geold Model Certral landback 62 '40 04 35346' N Certral landback 725924 3591 Faite endring (m): 2725924 3591 Faite endring (m): 8200000 Parallal 42' 00 00000' N Parallal 24' 20 00 00000' N Parallal 24' 20 00 00000' N Parallal 56th namath: No Poaltve directors: Noth / East Noth / East Noth / East Noth / East	
	QK Cancel		OK <u>C</u> ancel
Coordinate System Properties	? ×	Coordinate System Properties	? ×
Zone Parameters Projection Site and Geold Model	J	Zore Parameters Pojekon Sakt Grid Geodd Model	v
	OK Cancel		<u>O</u> K <u>C</u> ancel

Фиг. 122 (а-е). Дефиниране на "кадастрална" координатна система в модула Coordinate System Manager

- с. Появява се прозорец с четири раздела Zone Parameters, Projection, Shift Grid, Geoid Model. Въведете стойностите от фиг. 122-в,г,д,е;
- d. Избирайки OK, така дефинираната потребителска координатна система заема своето място в библиотеката с останалите геодезически координатни системи на софтуера⁶⁹. Системите могат да се сменят по всяко време, през менюто *Change Coordinate System* (фиг. 108-б).

За да могат ъгловите и линейни измервания своевременно да се визуализират върху картата на проекта правилно, преди обработка им по МНМК е препоръчително да се въведат известните координати на изходните геодезически точки. Такова въвеждане е описано поподробно в описанието на обработката на ГНСС мрежата (фиг. 97-а). Координатите на точките могат да бъдат извлечени от портала на Геокартфонда (фиг. 102, табл. 11).

⁶⁹ По подразбиране тази библиотека се съхранява във файла Current.csd в C:\ProgramData\Trimble\GeoData

5.2.3. Въвеждане на измерванията в проекта

Файловете с измерванията могат да се въведат през *Home/Import*, или директно с влачене в прозореца на проекта. Списък с въведени файлове е наличен в *Project Explorer/Imported files*. В зависимост от това дали и какви координати са въведени за изходните точки, дали е използвано свободно ориентиране на станциите или не, типа на координатната система, и други подобни настройки, визурите могат да заемат видимо произволни и неточни положения върху картата, които следва поетапно да се коригират чрез редакция на файловете с измервания, и последващото им изравнение по МНМК.

5.2.4. Редактиране на файлове с измервания

При измерванията на терен с тоталната станция са възможни следните често срещани грешки:

- За изходните точки (станции и точки за ориентация) в .job файла са въведени условни координати, които софтуерът използва за визуализацията им върху картата;
- Височините на инструмента и сигнала не са коректно въведени;
- Типовете, респективно константите на призмите, не са коректно въведени;
- По погрешка е използван режим на безрефлекторно измерване в случаи, е визирано към призма;
- Имената на едни и същи точки са различни това е особено характерно при измерване към една и съща точка при I и II положение (напр. pt15 е името на точката при I положение, а при II pt16);
- Разликата между измерените посоки при I и II положение е много извън допуска, което може да е индикатор за грешно насочване на зрителната тръба;

Въведените в софтуера файлове с измервания (.job) се преглеждат за неточности. При обработка на много файлове е препоръчително те да се въвеждат последователно, един по един, и своевременно да се коригират.

При въвеждане на точки с еднакви имена, софтуерът предлага тяхното автоматично обединяване критериите, зададени в Project Settings/Computations/Point според Tolerances/Merge On Import. По подразбиране се използва настройката By Point Tolerances x3 (фиг. 123-а), която утроява праговия допуск на най-високата категория точки – в случая това e Survey Quality, с допуск от 0.2 m (по положение): точки, които се намират една от друга на по-малко от 1/3 от този допуск (ок. 0.07 m), ще бъдат автоматично обединени. Този критерий се използва в случаите, когато точките са с различни имена, но са дотолкова близки една до друга, че е твърде вероятно да са една и съща точка. Но, когато точките са с еднакви имена, обединяването се извършва за всички точки, за които в колона Merge има отметка (фиг. 123б). Препоръчително е обединяването на точки да се извършва предпазливо, и само при увереност, че две точки с еднакви имена са наистина едни и същи точки (а не напр. погрешно именувани точки, намиращи се на няколкостотин метра една от друга)⁷⁰. Обединяването трябва да се извършва своевременно, при въвеждане на всеки нов файл, за да не се натрупват точки с еднакви имена, което може да доведе до объркване и грешки в обработката.

⁷⁰ Точките с имена *Backsight000i* са автоматично генерирани от софтуера ориентации при режим на измерване "свободна станция". Във всеки файл има толкова на брой такива ориентации, колкото свободни станции има. Тези ориентации поетапно следва да се деактивират, но са важни за първоначалната визуализация на измерванията върху картата на проекта. Тяхното обединяване е без значение за обработката, но при въвеждане на повече от един файл наведнъж може да създаде трудности.

Project Settings				× Mer	ge Points from	143038a.job Using E	By Poin	t Tolerance x 3		1. 28-0- ou	
General Information		- Survey Quality		A 1	Merge	Point Pair	1	H. Distance	V. Distance	Existing Feature Codes	Import Feature Codes
Coordinate System		University Indexes (Second)	0.200 m		v	BackSight0001		? ?	? ?		
11-1-		Horizontal tolerance (Survey):	0.200 m		▼	BackSight0002		? ?	? ?		
Units		Vertical tolerance (Survey):	0.500 m		7			? ?	? ?		
View		 Mapping Quality 			V	pt5		? ?	? ?		
Computations	8	Herizontal telerance (Manning):	5.000 m		₹	PT9		? ?	? ?		
Point Tolerances		Vestical talassas (Massica):	10.000 m		V	pt10		? ?	? ?		
GNSS Vector		vertical tolerance (mapping).	10.000 m	22	V	pt12		? ?	? ?		
Mean Angles		 Unknown Quality 									
Photogrammetry		Horizontal tolerance (Unknown):	15.000 m								
Traverse		Vertical tolerance (Upknown):	20.000 m								
COGO		renden telenanee (entitienti).									
As-Staked Points		 Merge On Import 									
Road Intersection		Merge options:	By Point Tolerance x 3								
Corridor		Horizontal tolerance:	By Point Tolerance x 3	-							
Surface			By Point Tolerance		1.0						T
FIGURE LISTS		Merge options:	By Custom Tolerance		_ Hename unme	rged points					Total rows selected: U or 7
		Spacifies the place used to memo imported poi	by station points of the same name. Three of the ontions and	- -	Rename manu	ally		View Rename	d Point List		
Baseline Processing		to merge points based solely on position tolerar	nces. The fourth option specifies to merge points in all cases where	at	Add prefix:						
Baseline Processing RTX Post-Processing		least one of the two is a station point, recardle	ss of position tolerances.	C	Add suffix:						
Baseline Processing RTX Post-Processing Network Adjustment	-	least one of the two is a station point, regardle.									
Baseline Processing RTX Post-Processing Network Adjustment	-	reast one of the two is a station point, regardle		C) Add constant:						
Baseline Processing RTX Post-Processing Network Adjustment	•	reactive of the two is a station point, regarate) Add constant: nly the unmerraed	points will be renamer				_	land Canad
Baseline Processing RTX Post-Processing Network Adjustment	•	read one of the two is a station point, regardle	OK Cance) Add constant: nly the unmerged	points will be renamed	ł.				Import Cancel

Фиг. 123 (а, б). Настройки при обединяване на точки

Редактирането на файла с измервания може да се извърши чрез съвместното използване на няколко инструмента:

1) Модулите Survey/Optical/Total Station Editor или View/Project Explorer

2) Таблицата Survey/Optical/Optical Spreadsheet;

3) Отчета Survey/Report/More Reports/Mean Angle Report⁷¹

1) Редактиране с модулите Total Station Editor и Project Explorer

Модулите се стартират от лентата с инструменти или командния ред, след което се избира .job файл за редакция. Видовете измервания са организирани в хронологичен ред по типове "възли", означени със съответни икони (фиг. 124, 125).



Фиг. 124. Структура на ъглово-дължинните измервания в Project Explorer

⁷¹ По подразбиране този отчетът не е показан в списъка с останалите отчети, което се активира чрез *Reports/Report Options/Mean Angle Report/Settings/Show on reports menu* = Yes.

Total Sta	ion Editor - Grupa 1_TS.job										-	٥
	Setup Type	Instrument ID	Instrument Height									
	Single Backsight	pt14 (S17)	1.533									
-	Station Setup											
	Station Coordinate	Easting	Northing	Elevation	E Code	1						
	- A nt14	1000.000	1000.000	650,000	1 Code	1						
	Paskaisht Caardiantee	Easting	Nething	Elevation	E Cada	1						
	- A nt7	1000.000	1159.330	649 908	P Code	1						
	Desirate ID	1 A	5.0.4	1		1						
	Backsight ID	Azimutn 0°00'00"	F Code	1								
	Observations			1								
	Point ID	Backsight Circle	Face	H Circle	V Circle	Slope	Target Height	Prism Constant	Prism Type	F Code		
	🕜 pt7 (R17)	206°09'13"										
	pt7 (T98)		Face1	206°09'13"	90°02'44"	158.918	1.500	0.002	Custom prism			
	→ pt7 (T99)		Face1	206*09'13"	90°02'44"	158.919	1.500	0.002	Custom prism			
			Face2	26°09'13"	269°57'15"	?	1.500	0.002	Custom prism			
	► pt305 (T101)		Face1	228°56'01"	95°28'56"	17.147	0.000	0.000	Direct Reflex			
	→ pt305 (T102)		Face2	48*56'01"	264*31'04"	?	0.000	0.000	Direct Reflex			
	Setup Type	Instrument ID	Instrument Height	1								
1	Single Backsight	pt305 (S18)	1.470	1								
T.	Station Setup											
Th	Backeight Coordinates	Easting	Northing	Elevation	E Code							
	- A pt14	1000.000	1000.000	650.000	P Code	1						
	Observations					1						
	Observations											
	Point ID	Backsight Circle	Face	H Circle	V Circle	Slope	Target Height	Prism Constant	Prism Type	FCode		
		30 52 18	Freed.	201521101	04*20*07*	2	2	0.000	Customerican			
			Facel	105:07:00*	00°14'00"	100.042	f 1.500	0.002	Custom prism			
			Facel	120 27 20	07 14 20	100.545	1.500	0.002	Custom prism			
			Pace2	305 27 16	270 45 35	1	1.000	0.002	Custom prism			
	Setup Type	Instrument ID	Instrument Height]								
·/	Single Backsight	🛉 PT5 (S19)	1.380									
÷	Station Setup											
	Station Coordinate	Easting	Northing	Elevation	F Code							
	🔶 PT5	1000.000	1000.000	650.000		1						
	Backsight Coordinates	Easting	Northing	Elevation	F Code							
		1000.000	1147.680	650.865		1						
	Backsight ID	Azimuth	F Code									
		0°00'00"		Í								
	Observations											
	Point ID	Backsight Circle	Face	H Circle	V Circle	Slope	Target Height	Prism Constant	Prism Type	F Code		
	👩 gt1030 (R19)	194°35'03"										
	—											

Фиг. 125. Структура на ъглово-дължинните измервания в Total Station Editor

Total Station Editor представлява редактируема таблица със следните полета:

- Setup type показва типа на ориентацията на станцията (*Single Backsight* единична, *Multiple Backsight* при използване на две или повече точки)
 - о Instrument ID име на станцията;
 - о Instrument Height височина на инструмента.
 - о Station Setup съдържа данни за станционирането, както следва:
 - Station Coordinate Easting (у), Northing (х), Elevation (Н), F Code (код);
 - Backsight Coordinate Easting (у), Northing (х), Elevation (Н), F Code (код);
 - Backsight ID име на станцията за ориентация, азимут и код.
 - Observations съдържа данни за измерените посоки и разстояния, както следва:
 - Point ID име на точката;
 - Backsight Circle отчет по хоризонталния кръг към изходната посока;
 - Face I и/или II положение на зрителната тръба;
 - **H. Circle** отчет о хоризонталния кръг;
 - V. Circle отчет по вертикалния кръг;
 - Slope наклонено разстояние;
 - **Target Height** височина на сигнала;
 - Prism Constant призмена константа;
 - Prism Type тип на призмата;
 - **F Code** код.

В примера, илюстриран на фиг. 125, могат да се направят следните конкретни наблюдения:

- Първото станциониране във файла Grupa 1_TS.job е било в точка pt14, с височина на антената 1.533 m;
- Използвани са условни координати за станцията и точка pt7, към която е извършена единична ориентация;
- Началният посочен ъгъл е занулен;
- Като изходна посока служи точка pt7, с отчет по хоризонталния кръг 206°09'13".
- Към pt7 са извършени 3 измервания две при I положение (Т98 и Т99) и едно при II (Т100).
- Т98 е визура за определяне на изходна посока (индикатор за което е червено-белият символ под черния знак за I и II положение).
- При визура T100 не е измерено разстояние, което е сигнал, че в настройките за измерване в полевия софтуер Trimble Access, измерването на разстояние при II положение е било деактивирано.
- Трите измервания към точка pt7 са извършени с призма с константа 0.002. Използваният тип призма – Custom prism, следва да се провери, тъй като найвероятно, предвид наличното оборудване, е използвана стандартна за комплекта призма Trimble 360.
- Към точка pt305 са извършени две измервания, при I и II положение, с използване на безрефлекторен (Direct Reflex) режим на измерване, с височина на сигнала 0.00 m. Следва да се провери дали подобни измервания са правилни, или безрефлекторния режим е избран по погрешка.

При редактиране на файлове с измервания по този начин, всички стойности в полетата следва да се проверяват внимателно, с помощта на всички участвали в измерванията студенти, използване на полеви записки, и пр. Координатите на точките от ГММП (в случая gt1030 е използвана за ориентация на станция PT5) следва да се актуализират – ако са въведени условни стойности (в случая 1000,1147.680,650.865), следва да се деактивират от меню *Properties*, или да се нововъведат известните им стойности в "кадастрална" координатна система. Особено внимание трябва да се обърне на отклоненията на усреднените ъгли, и да се идентифицира между кои посочни измервания са изчислени.

2) Редактиране през таблицата Optical Spreadsheet

Тази таблица също дава възможност за въвеждане на редакции. В допълнение, чрез полето Status могат да се активират или деактивират измервания, а полетата H. Precision и Vert. precision съдържат оценки на тяхната точност.

В примера, илюстриран на фиг. 126, могат да се направят следните изводи:

- Студентът с Фак. Но. 143006 е работил на станция pt10, в един гирус;
- Изходната посока за изчисляване на хоризонтални ъгли е дефинирана чрез визурата при I положение към точка pt11;
- Хоризонталният кръг е занулен;
- Изчислен е среден ъгъл (М199) между измерванията при I и II положение към pt11, който се отклонява от праговите допуски (които в случая са 0°00'03" за хор. и верт. ъгли);
- От тази станция са измерени още точка pt13, която също е с усреднен ъгъл извън допуска, и pt9, която е определена добре;
- Следващият студент, 143007, вместо на истинската точка pt17, е станционирал на погрешна точка, на няколко метра встрани, която е именувал pt17c;

- Измервано е в един гирус към посоки към gt1028 и pt15, при I и II положение;
- В етапа на обработката посоките към gt1028 (Т797 и Т798) са деактивирани, тъй като са показали твърде големи отклонения – ето защо индикацията за изходна посока Single Backsight е в червено, с въпросителен знак в скоби. Това измерване на практика не участва в обработката на мрежата.

Project Explorer 4	× Plan	View [My Filte	r) × Optical S	preadsheet	x														
► pt2-pt1 (T785)	^							Total	Station O)bservations									
>< pt2-pt1 (T786)	Obse	r ∕ ⊽ Status '	🛛 1st Backsig 🖓	From Poi 🛛	To Point 🔽	H. An 🍸	V. Angl	e V/	Azi 🔽	H. Distan	ce 🏹	V 7	Raw 🔽	True 🏹 F	law Ta 🔽	Tru 💙 Pr	TH.P.	V. P 🛛	Ti 🛛 🚃
V pt4-pt2-pt1 (M197)	T	787 Enabled	d pt4	pt2	gt1030	145°31	Z88°39	'35.9"	220°		50.499	1.2	1.560	1.560	1.500	1.50 VX	/S 0.00	0.007	20.6.
► pt2-gt1030 (T787)	Т	788 Enabled	pt4	pt2	gt1030	145°31	Z271°20	25.4"	220°		?	1.2	1.560	1.560	1.500	1.50 VX	/S	?	20.6.
>< pt2-gt1030 (T788)	T	790 Enabled	PT11	pt10	PT11	0°00'0	Z90°59	56.7"	28°2		60.254	-0.	1.600	1.600	1.300	1.30 Cu	sto 0.00	0.007	23.6.
V pt4-pt2-gt1030 (M198)	T	791 Enabled	PT11	nt10	PT11	359°59	7269°00	24.7"	28°2		60 255	-0	1.600	1.600	1 300	1.30 Cu	sto 0.00	0.007	23.6
a 🛐 143006.job		707 Enabled	DT11	pt10	e+12	166*20	790*22	100 C"	194*		121.002	0.6	1 600	1,600	0.090	0.08 0	eto 0.00	0.007	23.6
a 🛔 pt10 (S141)		702 Endbled	0711	p(10	pero	100 20	2000022	0.00	1049		101.004	0.0	1.000	1.000	0.000	0.00 00	310 0.00	0.007	20.0.
▲ Single Backsight (PT11)		/93 Enabled	PIII	pt IO	pt13	166.20	2269-3	XZ M	ean Angl	le Reciduale							_		×
Backbearing PT11 (R141)	T	794 Disable	d PT11	pt10	PT9	?	Z90°4	•	currangi	ic residudis								-	~
pt10-PT11 (T790)	T	795 Disable	d PT11	pt10	PT9	?	Z269°1				0711		_						
>< pt10-PT11 (T791)	T	797 Disable	d ?	pt17c	gt1028	?	Z90°0.	Point	ID:		PTII								
PT11-pt10-PT11 (M199)	Т	798 Disable	d ?	pt17c	gt1028	?	Z269*5	First b	acksight:		PT11								
►< pt10-pt13 (T792)	Т	799 Enabled	?	pt17c	pt15	?	Z91°0	Horizo	ontal angle	e.	359*59'48'		=	Horizontal a	angle stand	ard error:	2		
>< pt10-pt13 (T793)	T	800 Enabled	?	pt17c	pt15	?	Z268*5	-		•.			= 1				-		
VPT11-pt10-pt13 (M200)	- T	802 Enabled	PT9	PT11	nt10	202°24	789°3	Zenith	h angle:		90"59'46"			Vertical ang	gle standard	error:	0*0	0'15"	
► pt10-PT9 (T794)		R03 Enabled	PT9	PT11	et10	202°24	7270°2	Slope	distance		60.264 m			Slope dista	nce standa	rd error:	0.0	01 m	
>< pt10-PT9 (T795)		004 Eachlas	070	DT11	DTO	010000	20015												
PT11-pt10-PT9 (M201)		004 Enabled	1 170	FIII	F13	0000	250 5	Enab	oled (Observation		H. An	gle Res	idual	V. Angle F	lesidual	Slope F	lesidual	
🔺 🛅 143007.job	Б	805 Disable	d PT9	PIII	P19	?	Z269*0	Þ		🔅 pt10-P1	F11 (T790)	۲.		0*00'12*	۲	0*00*	1"	-0	.001 m
a 🔮 pt17c (S142)	T	806 Enabled	PT9	PT11	HP139	8'08'3	Z90*2		S	对 pt10-P1	F11 (T791)	•		-0°00'12"	P	-0°00'	1"	0	.001 m
∱ Single Backsight (?)	T	807 Disable	d PT9	PT11	HP139	?	Z269°2												
Backbearing ? (R142)	T	809 Enabled	pt2	pt1	pt2	0°00'0	Z90°2												
► pt17c-gt1028 (T797)	T	810 Enabled	pt2	pt1	pt2	359*59	Z269*3												
>< pt17c-gt1028 (T798)	- T	811 Enabled	pt2	pt1	qt1030	34°27'	Z89°0												
?-pt17c-gt1028 (M202)	T	812 Enabled	t pt2	nt1	at1030	34°29'	Z270*5												
► pt17c-pt15 (T799)	- T	012 Enabled	put.	et1	et2	61°46'	700°1												
>< pt17c-pt15 (T800)		014 Eachlas	put.	-14	-12	61946	707084						R	eport	Apply		OK	Can	icel
?-pt17c-pt15 (M203)	1	DI4 Enabled	pt2	pti	pto	0146	22/0.4		05.41		155 110	2.0		1.500		1.50.110	0 0 00	0.007	
▷ <table-of-contents> 143008.job</table-of-contents>	Т	821 Enabled	pt2	pt4	pt2	0.00.0	289*17	34.5"	204*		155.113	2.0	1.590	1.590	1.500	1.50 VX	5 0.00	0.007	21.6.
⊳ ត 143012.job	Т	822 Enabled	pt2	pt4	pt2	0°00'0	Z270°42	25.7"	254°		?	2.0	1.590	1.590	1.500	1.50 VX	/S	?	21.6.
⊳ 📷 143019.job	Т	823 Enabled	pt2	pt4	pt12	234°23	Z90*28	'37.0"	128°		130.325	-0.	1.590	1.590	1.500	1.50 VX	S 0.00	0.007	21.6.

Фиг. 126. Структура на ъглово-дължинните измервания в Optical Spreadsheet

3) Редактиране чрез отчета Mean Angle Report

Този отчет показва в табличен вид всички измервания на разстояния, посоки, и изчисления на ъгли в проекта, и е удобен за преглед на отклоненията извън зададените допустими разлики (фиг. 127). Според изискванията в (ГУГК, 1986), "допустимите разлики от наблюденията на дадена станция между отчетите при I и II положение на зрителната тръба за посоките във всеки гирус за визури с наклон до 10 gon е **3,0 mgon**" (2.7"). Всички отклонения извън този допуск следва да се анализират.

[
			Point ID: P	T11 Station: pt10	Backsight: PT11				
Enabled Observations	Set Hor	izontal Circle Reading	Backsight Circle Reading	Horizontal Angle	H. Angle Residual	Vertical Angle	V. Angle Residual	Slope Distance	Distance Residual
▶ <u>pt10-PT11 (T790)</u>		113°55'12"	113°55'12" (T790)	0°00'00"	0°00'12"	90°59'57"	0°00'11"	60.263 m	-0.001 m
×pt10-PT11 (T791)		293°54'49"	113°55'12" (T790)	359°59'37"	-0°00'12"	269°00'25"	-0°00'11"	60.264 m	0.001 m
Results									
PT11-pt10-PT11 (M199)				359°59'48"		90°59'46"		60.264 m	
[r									
			Point ID: p	t13a Station: pt10	Backsight: PT11				
Enabled Observations	Set Hor	izontal Circle Reading	Backsight Circle Reading	Horizontal Angle	H. Angle Residual	Vertical Angle	V. Angle Residual	Slope Distance	Distance Residual
► pt10-pt13a (T792)		280°16'08"	113°55'12" (T790)	166°20'56"	0°00'04"	90°22'01"	-0°00'04"	131.095 m	0.004 m
⇒ <u>pt10-pt13a (T793)</u>		100°15'59"	113°55'12" (T790)	166°20'48"	-0°00'04"	269°37'52"	0°00'04"	131.087 m	-0.004 m
Results									
PT11-pt10-pt13a (M200)				166°20'52"		90°22'05"		131.091 m	

Фиг. 127. Отчет за ъглови-линейни измервания и изчисления

5.2.5. Изравнение на мрежата по МНМК

• С минимум изходни данни

Подобно на изравнението на ГНСС мрежите, при ъглово-линейните също е препоръчително първоначално изравнение с фиксиране на една точка, чрез което да се анализира вътрешната сходимост на измерените ъгли и дължини. Оценките на точността от

това изравнение, генерирани в отчета *Изравнение на мрежа*, спомагат значително за идентифициране на проблемни измервания. В примера са фиксирани проекционните координати и височината на точка gt1030 в "кадастрална" координатна система (фиг. 128).

ixed	Point ID	Type	2D	h	e
	gt1028	Grid		Г	
	gt1029	Local			
	gt1029	Grid		Г	Г
	gt1030	Local			E E
	gt1030	Grid	~	Г	
	rt22	Grid			
•	gt1030 gt1030 rt22	Local Grid Grid			П П

Фиг. 128. Фиксиране на проекционните (grid) координати и нормална височина (e) за точка gt1030

Изравнението от първата итерация показва твърде незадоволителни резултати, тъй като:

- Дисперсията за единица тежест след изравнението (Reference factor) е над 45 (фиг. 129), при препоръчителна за софтуера ТВС стойност около 2;
- Елипсите на грешките за повечето точки са от порядъка на 20 сm, което е показател за сериозни неточности в мрежата.



Фиг. 129. Визуализация на елипси на грешките след първата итерация от изравнението на ъгловолинейната мрежа

Големият брой свръхизмервания (340) позволява изключването на неблагоприятни измервания и намаляване на вероятността за тяхното повтаряне на терен. За анализ на мрежата е препоръчително след всяка итерация да се използва *Отиет за изравнение на мрежа*

(Приложение 9). В него, в раздела "Изравнени ъглово-линейни измервания (редуцирани)", измерванията са сортирани по колона "нормирани отклонения", като всички, които не изпълняват Тау-критерия на Алън Поуп⁷², са оцветени в червено (фиг. 131-а).

Интерес за анализа на грешките представляват измерванията към точка, именувана в един от файловете като **pt7a**. В нея елипсата на грешките (фиг. 130) и ъглово-линейните разлики (фиг. 131) са твърде големи, и говорят за евентуално наличие на груби грешки.

- \$ -10	Adjust Network		×
BackSight0001	i 🗢 i 🖬 i 📋 🤒 🍛		
Arrow BackSight0002			
▷ - ¢- gt1028	Constraints Weighting Result	5	
▷ - ộ- gt1029	Reference factor:	45.81	
₄ -ộ- gt1030	Chi Square test (95%):	Failed	
🛷 Adjusted (Local)	Degrees of freedom:	340	
Office entered (Grid)			p17
Grid (143002.job)	All(2)		
Grid (MYJKATA GRUPA.job)	- Point		
Grid (T.S.PRAKTIKA.job)	pt7a		
Grid (T.S.PRAKTIKA.job)			
Grid (T.S.PRAKTIKA.job)	Configuration and the	0.210	
y gt1030-pt3 (A34)	Easting error:	0.219 m	
gt1030-BackSight0001 (A111)	Elevation error:	0.277 m	
	Height error:	?	
► gt1030-pt3 (T301)	Fix status:		
Se at1030-pt3 (T302)	(i) Information		
X7 pt3-pt1030-pt3 (M188)	azimuth	to fix the following parts of the terrestrial netwo	ork:
X7 pt3-ot1030-pt1 (M189)			
X7 pt3-gt1030-pt1 (M71)			
X7 pt3-gt1030-pt2 (M190)			
X'z nt3-nt1030-nt2 (M72)			
X/2 pt3-gt1030-pt5 (M191)			
X/2 pt3-gt1030-pt4 (M73)			
x'z nt3-nt1030-nt5 (M74)	Status: Adjustment successful		
X' at 1030 at 3 at 1030 (M192)			
X of2-of1-of1030 (M208)		Adjust	
V pt2 pt1 gt1000 (M190)		Aujust	
V pre-pi2-gr1030 (#136)			
PTTS-g(1030 (#30)		OK Can	cel .
FT3-gt1030 (1363)		- Off - Car	

Фиг. 130. Елипсата на грешките за точка pt7a е с твърде високи стойности

	Az	333*33'56"	134.543 sec	-15.882 sec	-0.117	Adjust Network
pt14-pt7a (T355)	ΔH	-0.095 m	0.207 m	0.003 m	0.013	i - 1 🖬 i 🗋 🥪 🎍
	d	159.752 m	0.177 m	-0.849 m	-9.187	Constraints Weighting Benute
	Az	333°11'04"	111.566 sec	-206.272 sec	-1.767	Reference factor: 45.81
ot14-pt7 (T887)	ΔH	-0.023 m	0.187 m	-0.019 m	-0.065	Chi Square test (95%): Failed
	d	163.216 m	0.117 m	1.019 m	7.204	Degrees of freedom: 340
	Az	333°11'04"	111.566 sec	-211.132 sec	-1.808	
ot14-pt7 (T888)	ΔH	-0.023 m	0.187 m	-0.033 m	-0.113	All(2)
	d	163.216 m	0.117 m	1.011 m	7.147	pt14-pt7 (T888)
	Az	181°18'14"	127.723 sec	658.033 sec	4 959	Residuals:
ot12-PT11 (T346)	ΔH	1.534 m	0.176 m	-0.039 m	-0.139	Ellipsoid distance: 1.011 m
	d	167.611 m	0.118 m	-0.325 m	-2.009	∆ Elevation: -0.033 m
	Az	359°30'20"	248.701 sec	-491.252 sec	-4.480	Inner constraints were used to fix the following parts of the terrestrial network:
PT9-pt12 (T350)	ΔH	-0.861 m	0.156 m	-0.061 m	-0.214	azimuth
	d	104.701 m	0.113 m	-0.274 m	-1.712	

Фиг. 131 (а, б). За идентификация на грешни измервания се използва отчетът Изравнение на мрежа, както и модулът Adjust Network, след избиране на съответното измерване

В конкретния случай проверката на грешката в pt7 и pt7a е извършена в следните стъпки:

- 1) Проверка на отчетите T887 и T888 в таблицата Optical Spreadsheet;
- 2) Въвеждане на координатите на контролна точка (pt7_gnss), измерени с помощта на RTK измервания, с помощта на които се установява коя от двете точки, въведени по този начин във файловете, е правилна;
- 3) Разделяне (експлодиране) на точка pt7, получена в резултат от всички измервания от и към съседни станции. За целта е удобно използването на *Point Derivation Report*, който съдържа информация за всички измервания, в които участва проблемната точка;

⁷² Алън Поуп е статистик на служба в National Geodetic Survey (САЩ), дефинирал през 70-те години на XX в. статистически тест за откриване на нетипични елементи (аутлайери) в даден статист. ред.

- Идентифициране на правилната точка, преименуване, деактивиране на сгрешени измервания. След анализ е установено, че в района на точка pt7 има 2 геодезически знака, стабилизирани на няколко метра един от друг, който е довел до грешни станционирания и визури;
- 5) Коригиране на името на точката. В крайна сметка се оказва, че точката на име "pt7a" е истинската точка pt7 (pt7_gnss), докато тази, която фигурира в друго измерване като "pt7", е всъщност измерена на грешен геодезически знак;
- 6) Нова итерация изравнение по МНМК (фиг. 132-а,б).



Фиг. 132 (а, б). Повишаване на точността за точка pt7 след направените корекции

Подобни случаи са често срещани при грешно станциониране, или при грешно именуване на точките. Понякога единственото решение е деактивиране на измерването. В примера, след коригиране на всички проблемни измервания, стойността на дисперсията на единица тежест след изравнението спадна до 4.25. Общия вид на мрежата с елипсите на грешките е даден на фиг. 133.



Фиг. 133. Резултат от изравнението на мрежата с минимум изходни данни

В резултат на изравнението могат да се направят следните изводи:

 За секторите от мрежата, в които измерванията са сключени в триъгълници, и които са в близост до изходните точки от ГММП, постигнатите точности са найвисоки (западната част на парка), като с отдалечаване от изходните точки на изток точността намалява;

- Мрежата е прекъсната в точка след точка pt14 в pt7/pt7_gnss поради грешно станциониране (описано по-горе), което чрез преизмервания за нова връзка би повишило точността;
- Нови измервания за повишаване на точността могат да се проектират при pt14-pt5rt21 и на други места, където измерванията не са включени в (равностранни) триъгълници.
- Изравнение като включена мрежа

След отстраняване на подобни по-сериозни грешки се пристъпва към изравнение на мрежата като включена. Фиксират се по положение трите точки от ГММП – gt1028, gt1029, и gt1030. Подобно на ГНСС мрежата, и тук нормалните височини се определят чрез нивелачни ходове, и няма да бъдат обект на изравнение. Априорните оценки на дисперсията на единица тежест се уеднаквяват с тези след изравнението, за да бъде изпълнен Хи-квадрат тестът на Пирсон.

Според инструкцията на (ГУГК, 1986), "допустимите стойности на средните квадратни грешки от изравнението в положението на точките, когато координатите на определящите точки се считат за безгрешни, не трябва да надвишават: - за V клас - Mp – 0.05 m; - за VI клас - Mp – 0.07 m; - за VII клас - Mp – 0.10 m". В крайния отчет от изравнението на тази включена ъглово-дължинна мрежа (Приложение 9) се вижда, че и най-лошо определените точки (напр. rt21, 22, 23, pt13, и изобщо всички точки в източната страна), са в допуските за ГМПП V клас.





5.2.6. Въвеждане на данните от геодезическата снимка

След изравнение на мрежата и определяне на крайните координати на точките от РГО се пристъпва към:

- 1) въвеждане на полярните ъглово-линейни измервания на ситуацията в парка от съответните .job файлове;
- 2) обработка на кодировката на измерванията;
- 3) създаване на цифров модел на релефа.

Изпълнението на тези три стъпки е сходно за обработката на RTK ГНСС измервания, описано в подробности в раздел 5.1.7.

5.2.7. Оформяне на крайните резултати

В последния етап от обработката на ъглово-линейни измервания всяка група следва да изготви следните материали:

- Графична част
 - 1) Схема на ъглово-линейната мрежа в М 1:2000, с визуализиран цифров модел на релефа и хоризонтали, обхващаща целия район на практиката;
 - Схема на геодезическата снимка с нанесени условни знаци според кодировката

 тази графична част се отпечатва в мащаб, зависим от обема и обхвата на
 измерванията. Всяка група следва да отпечата само обхвата на измерванията,
 които е извършила;
 - 3) Схема на ъглово-линейната мрежата в 3D изглед;
- Таблична част:
 - 1) Mean Level Report (Отчет за ъглово-линейни измервания, образец на англ. език)
 - 2) Отчет за изравнение на мрежа (образец на бълг. език, Приложение 9)
 - 3) *Feature Code Processing Report* (отчет за обработка на кодировката на геод. снимка, англ. език);
 - 4) Surface Information Report (Отчет за цифров модел на релефа, англ. език. Приложение 10);
- Готовия проект от обработката в Trimble Business Center (.vce файла и едноименна папка, която съдържа всички импортирани файлове) на диск, приложен към папката.

Документите се прилагат към тези от обработката на ГНСС и нивелачните измервания. Всички документи следва да се комплектуват в една обща папка, съдържаща крайната документация за защита на практиката.

5.3. Обработка на нивелачни измервания

Нивелачните измервания се пренасят от нивелачните карнети и обработват по избор в един от готовите проекти на Trimble Business Center - за ГНСС или ъглово-линейни измервания, чрез предвидения за целта модул *Level Editor*. В примера тук е използван проектът за обработка на ГНСС измервания, разгледан в раздел 5.1.

- 5.3.1. Въвеждане на измерванията
 - 1) Избраният проект на ТВС се стартира;
 - Препоръчително е изравнението по МНМК да е вече извършено, и картата да визуализира елипсите на грешките (ако не са деактивирани през View Filter Manager); локалната трансформационна система, ако е избрана такава, следва да се смени с друга проекционна система – UTM или "кадастрална";
 - 3) Стартира се модулът Survey/Optical/Level Editor;
 - 4) Чрез Add Run се конфигурира формуляр за въвеждане на измерванията на нивелачния ход (фиг. 135);
 - 5) Въвежда се приблизителен брой станции в хода (*Number of Setups*) той може да бъде редактиран и в последствие; от падащото меню за начина на нивелиране (*Survey Style*) следва да се избере **BF Backsight Foresight** (визура назад визура напред);

Crea	te New Run			-		\times
	umber of Setup Enter the numb delete setups la 30	s er of station setup ter.	s in the ne	w run. You ca	an add or	
S	urvey Style Select the style Each station se measurements i	or pattern used to tup will be pre-pop n the selected ord	measure pulated wit er.	backsights an h the selected	d foresigh I number	nts. of
	BF - Backsight	Foresight				\sim
				ОК	Cano	el

Фиг. 135. Създаване на формуляр за въвеждане на нивелачен ход

- 6) Формулярът е във вид на таблица, съдържаща следните колони:
 - Create наличието на отметка показва дали станцията се използва или не;
 - Point ID име на точка;
 - **Backsight** отчет назад;
 - Н.І. височина на хоризонта на инструмента;
 - Side Shot отчет в средата;
 - **Foresight** отчет напред;
 - ∆Elevation разлики;
 - **Raw Elevation** изчислени височини;
 - **Correction** поправки;
 - Adjusted Elevation изравнени височини;
 - Elevation Type тип на точката (benchmark нивелачен репер);
 - **Distance** дължина на визурата;
 - **Description** забележка;
- Измерванията от карнетите последователно се въвеждат. В примера на фиг. 136 са въведени измерванията, дадени в Приложение 4;

🛃 Level Edit	or -								_	
Run - Fpyna	Недко Run -	Run 02								
Use adjust	ted elevations	Sum of BS distances:	744.990 m N	lisclosure: 0.003	00 m Sta	andard error per km: 0.7	mm			
O Use raw e	levations	Sum of FS distances:	942.490 m F	Run name: [pyna	н Недко Sta	andard error per tum: 0.0	mm			
Create	Point ID	▼ Backsight	H.I.	Foresight	∆ Elevation	Raw Elevation	Correction	Adjusted Elevation	Elevation Type	Distance 🔺
	HP139	0.778 🖂	596.190 m			595.412	0.00000	595.412 💑	Benchmark	24.540
	1			0.972 🔽	-0.19400	595.218	-0.00014	595.218	Computed	52.190
	1	1.709 🗸	596.927 m							31.600
	pt4			0.999 🖂	0.71000	595.928	-0.00030	595.928	Computed	58.840
_	pt4	1.835 🖂	597.763 m							37.640
V	2			1.032 🖂	0.80300	596.731	-0.00043	596.731	Computed	38.670
	2	2.042 🖂	598.773 m	1 100	0.07777		0.00053	F07 000		48.780
- IV	3	4 000		1.166 🗹	0.87600	597.607	-0.00061	597.606	Computed	51.050
	3	1.623 🖂	599.230 m					500.000		17.140
V	pt1	1.010		0.567 🗸	1.05600	598.663	-0.00070	598.662	Computed	34.430
	pt1	1.013 🖂	599.676 m	0.110		500 500		500 500		40.000
- ·	4	1 510 -		0.113	0.90000	599.563	-0.00084	599.562	Computed	40.000
	4	1.519 🖂	601.082 m	4 000				000.040		13.900
· ·	pt3			1.068 🖂	0.45100	600.014	-0.00090	600.013	Computed	16.130
	pt3	0.938 🖂	600.952 m	1 700	0.05400	500.400	0.00000	500 100		27.820
V	gt1030			1.789 🗹	-0.85100	599.163	-0.00099	099.162	Computed	25.400
	gt1030	0.639 🗸	599.802 m	1 001	4 05000	507.044	0.00100	507.010		20.800
V	pt2	4.555		1.891 🖂	-1.25200	597.911	-0.00108	597.910	Computed	29.760
	pt2	1.555 🗸	599.466 m	1 200	0.15700	500.000	0.00100	E00.007	0	40.580
V	5	1 725 🗔	500.000	1.330 🖂	0.15700	598.068	-0.00126	00.067	Computed	20.000
	5	1.730 🗸	599.803 m	1 500	0.0000	E00 207	0.00125	500 200	Constant	19 750
-	•	2.012	000.000	1.506 🗠	0.22300	030.237	-0.00135	556.256	Computed	13.750
	o et7	2.012	600.909 m	1 104 -	1 50200	E00 00E	0.00149	599 204	Computed	34.540
	-17	1.250 2	C01 1C1	1.104 🗹	1.50800	599.805	-0.00148	000.004	Computed	12 500
	7	1.306 🗸	601.161 M	1 131 🖂	0.33500	000.000	-0.00157	900.003	Computed	31 770
	7	2 071 2	602 101 m		0.22300	600.030	-0.00157	000.020	Computed	33,870
	/ pt6	2.071	002.101 m	0 775	1 29600	601 326	-0.00168	601 324	Computed	28 510
Show Colur	nns Instrument		Creation (Options	1.23000	Des	criptions	8	Add <u>F</u>	lun
☐ Side Sho ✓ Δ Elevati	t on		- Creates	∆ elevations		0.0	Create Field Notes		Insert Statio	e Shot
Raw Be	vation		Preven Creates	t further adjustmen	t s	01	gnored		Adjust R	uns
Descripti	on		Circuito	contract coordinate	-				Merge F	uns
								Show Bad Runs	<u>R</u> eset <u>O</u> K	Cancel

8) Нови станции при необходимост се добавят с бутона Insert Station Setup;

Фиг. 136. Интерфейс на модула Level Editor за ръчно въвеждане на данни от нивелачните карнети

- 9) След въвеждане на всички измервания, изравнението на нивелачния ход се извършва с Adjust Runs. Софтуерът позволява и групово изравнение на няколко нивелачни хода; В секцията *Creation Options* следва да се избере Allow network adjustment това ще позволи участието на нивелачните ходове в последващо комбинирано изравнение на мрежата. Другата опция Prevent further adjustment, ще зададе крайна, неподлежаща на изравнение стойност за височините на точките в проекта, с категория *Control Quality*;
- 10) В резултат на изравнението всички точки от опорната геодезическа мрежа и точките от ГММП получават стойности за нормалните височини в система EVRS2007 (в която са височините на изходните репери). След избиране на ОК софтуерът добави нормалните височини в компонента Grid ше Coordinate/Elevation за точките от мрежата (обединяването е по идентични имена на точки, затова те следва да се прегледат и при необходимост – уеднаквят). Проверка и актуализация на информацията за всички отделни измервания от нивелачния ход може да се извършва по всяко време от картата, чрез Project *Explorer* (фиг. 138) или *Level Editor*;
- 11) След въвеждане на нивелачните измервания следва да се генерира нивелачен отчет, чрез *Reports/Level Report*⁷³;

⁷³ Софтуерът автоматично създава отчета в HTML формат, който при оформяне на документацията следва да се преобразува в DOCX (по подобие на GNSS Loop Closure Report – отчета за проверка на геометрични условия по затворени фигури).

5.3.2. Изравнение на мрежата по височина

След въвеждане на нивелачните ходове може да се пристъпи към крайно изравнение на мрежата в избрания проект (ГНСС или ъглово-линейна), с фиксирани нормални височини на реперите (фиг. 137-а).

 Стартира се модулът Survey/Adjust Network. Височините на изходните репери (НР139 и НР 319) следва да се фиксират. Останалите стъпки не се различават от описаните в раздел 5.1.5 (за изравнение на ГНСС мрежа) и 5.2.5 (за ъгловолинейна мрежа).

В резултат от изравнението точките от РГО получават крайните си изравнени стойности за нормалните височини (фиг. 137-б, Приложение 8).

one	trainte Weighting	an die				Constraints weighting the	sults	
20113	dants weighting P	results				Reference factor:	5.44	
Fixed	d Coordinates					Chi Square test (95%):	Falled	
	Point ID /	Туре	2D	h	е	Degrees of freedom.	00	
• -	0115_Kostinbrod	Global	~	~		Point(39)		~
÷	gt1010	Global				- O - Point		^
÷	gt1011	Global				pt17		
÷	gt1028	Global						
÷	gt1029	Global				Easting error:	0.007 m	
÷	gt1030	Global				Northing error:	0.009 m	
÷.	HP319	Grid			V	Height error:	0.022 m	
	6051	Clabel						
	JUFI	Global	×			Fix status:		
Ad	d Azimuth Constraint	Grid			<u>ы</u>	Fix status: Point pt19 Easting error: Northing error:	0.014 m 0.016 m	. 🕀
Ad	d Azimuth Constraint d Azimuths and Horizor From Point	Grid Grid To Point /	Value	Fixe		Fix status: Point pt19 Easting error: Northing error: Elevation error: Height error: Fix status:	0.014 m 0.016 m 0.002 m 0.042 m	
Ad Fixed	d Azimuth Constraint d Azimuths and Horizor From Point /	Grid Grid Ital Distances (grid) To Point / ?	Value	Fixe	ed	Fix status:	0.014 m 0.016 m 0.002 m 0.042 m	
Ad Fixed	d Azimuth Constraint I Azimuths and Horizor From Point /	Grid Grid tal Distances (grid) To Point / ?	Value	Fixe	ed	Fix status:	0.014 m 0.016 m 0.002 m 0.042 m 0.006 m 0.008 m 0.008 m	
Ad Fixed	d Azimuth Constraint d Azimuths and Horizor From Point	Gridan Grid Ital Distances (grid) To Point / ?	Value	Fixe	ed	Fix status:	0.014 m 0.016 m 0.002 m 0.042 m 0.006 m 0.008 m 0.008 m 0.002 m	
Ad Fixed ++-	d Azimuth Constraint d Azimuth Constraint d Azimuths and Horizor From Point /	Grid Grid I Jistances (grid) To Point / ?	Value	Fixe	ed	Fix status:	0.014 m 0.016 m 0.002 m 0.042 m 0.006 m 0.008 m 0.002 m 0.022 m	
Ad Fixed	d Azimuth Constraint. d Azimuth Constraint. d Azimuths and Horizor From Point /	Gridean Grid Ital Distances (grid) To Point / ?	Value	Fixe	ed t	Fix status:	0.014 m 0.016 m 0.002 m 0.042 m 0.006 m 0.008 m 0.002 m	

Фиг. 137 (а, б). Изравнение на ГНСС мрежата с въведени нормални височини на точките от РГО



Фиг. 138. Визуализация на нивелачен ход в Project Explorer

2) Графичното представяне на нивелачния ход (а по избор - и на целия проект) се извършва в софтуера Google Earth. За избор на данни за извеждане могат да се следват стъпките View/Graphic Views/Google Earth/Data/Options/Advanced Select/Data Type/Leveling Observation. Точките от РГО се добавят към избраните

нивелачни ходове чрез /Points –All data and add to current selection). За извеждане се натиска $Apply^{74}$ (фиг. 139-а,б).

Current Status		^	Google Offsets	
70 : Items selected 0 : Selections that have been applied			Easting: 0.000 Northing:	
Apply This Selection To			0.000 Elevation:	_
All data, and replace the current selection			0.000	
O All data, and add to current selection			Data	
Current selection		ш	Selected entities:	
			Selected: 70 Or	ptions
Select			Altitude mode:	
Data type:			Clamp to ground	
Multiple data types	~		Status	
Leveling Observation			42 objects were exported.	
Description 1	~		20 objects are not exportable. Starting application with "D:\Praktiki\2017\GNSS\Praktika_Final_GNSS.kml".	
That is:			11 objects were exported.	
<> Not equal regular expression			14 objects are not exportable. Starting application with	
This value:		-	"D:\Praktiki\2017\GNSS\Praktika_Final_GNSS.kml".	

Фиг. 139 (а, б). а – избор на данни за извеждане чрез Advanced Select;

- б модул за извеждане на избраните данни към Google Earth
- 4) Ако на компютъра е инсталиран софтуер Google Earth, той ще стартира незабавно.



Фиг. 140 (а, б). а - визуализация на нивелачен ход в Google Earth; б – визуализация в модула *Project Explorer* на TBC

5) Оформяне на крайните резултати

Подобно на резултатите от ГНСС и ъглово-линейните измервания, и нивелачните се оформят като част от общата папка за защита на практиката. Следва да се изготвят следните графични и таблични материали:

⁷⁴ Trimble Business Center експортира избраните обекти във файл тип .kml, който е стандартният формат на Google Earth.

- Графична част
- 1) Схема на нивелачните ходове за тази цел може да се използва визуализацията на данните в Google Earth, създадена в съответната стъпка от обработката, чрез екранен изглед (скрийншот).
- Таблична част
- 1) Окончателният отчет *Изравнение на мрежа*, който, освен изравнени географски координати и наделипсоидни височини, съдържа вече и изравнените нормални височини на измерените точки в мрежата (в раздел *Изравнени проекционни координати*);
- 2) Level Report (отчет за нивелачния ход, според образеца на англ. език, Приложение 8);
- 3) Оригинални карнети, записки и полеви чертежи;
- Готов проект от обработката в Trimble Business Center

6. ГЕОИНФОРМАЦИОННА СИСТЕМА

6.1. Въведение

Последният етап от практиката включва събиране и анализ на измерванията и резултатите в ГИС среда. На базата на учебната практика, проведена през 2016 г., е създадена многоцелева базова ГИС платформа с 5 основни компонента (фиг. 141), която ежегодно се актуализира с измерванията и резултатите от всяка проведена практика.



Фиг. 141. Основни елементи на ГИС платформата

6.2. Системна архитектура

Системната архитектура на използваната в учебната практика ГИС е създадена като единна база данни с онлайн достъп. Компонентите и потоците на данни в ГИС са представени на фиг. 142 и 143. Предвидена е възможност за събиране на данни от различни източници - както вътрешни (студенти, преподаватели), така и външни. Реализацията е на база на продуктите на ESRI - ArcGIS for Desktop, ArcGIS for Server и ArcGIS Online, със следните функционалните компоненти:

- Използване на системата от различни потребители и софтуер десктоп потребители, уеб потребители и такива с мобилни устройства (PDA, смартфон);
- Вграждане на услугите, предоставени от системата, в други системи и приложения;
- Функции за определяне на пространствените взаимоотношения на обектите;
- Функции за редактиране на избрани обекти чрез въвеждане на буферни зони, разделяне и обединяване на полигони, пресичане на обекти и др.;
- Пространствени съждения и логически запитвания от типа true/false;
- Функции за създаване на нови обекти;
- Информационни функции заявки за извличане на специфична информация относно даден обект (напр. координати на центъра на площ);
- Надеждна работа на неограничен брой потребители с помощта на найразпространените десктоп браузери: Windows Internet Explorer, Firefox, Google Chrome, Safari и др.;
- Поддържане на инструменти за навигация, измерване, работа с координати, управление на слоевете с ГИС данни и др., както и за онлайн редактиране на данните в ГИС сървъра;

- Предоставяне онлайн на растерни и векторни данни от ГИС сървъра, по заявка на клиента;
- Възможност за ползване на външни ГИС услуги и онлайн ресурси базови карти на ESRI и др;
- Трансформиране на наличните и бъдещите данни в единна базова координатна система.



Фиг. 142. Компоненти на геоинформационната система

- 6.3. Актуализиране на ГИС
- 6.3.1. Създаване на връзка между проекта и ГИС
 - 1) Чрез инструмента *GIS/Connection/GIS Connection Manager* се създава връзка към предварително създадената файлова геобаза данни на ArcGIS (фиг. 143), включваща следните данни от предходно проведени учебни практики:
 - Кадастрална карта на районите "Студентски" и "Младост";
 - Точки от геодезическите мрежи с местно предназначение (ГММП) за района на София;
 - Данните от ъглово-линейните измервания;
 - Атрибутивна таблица с подробна информация за ъглово-линейните измервания;
 - Пространствени ГНСС вектори;
 - Атрибутивна таблица с подробна информация за ГНСС векторите;
 - Данни за нивелачните измервания;
 - Държавни първокласни и второкласни нивелачни репери от 4 цикъл на преизмерване;
 - Точките от работната геодезическа основа и др.;
 - Релационни класове;
 - Ортофотоснимка на района на провеждане на практиката, сканирани топографски карти (М 1:10000 и 1:50000);

• Снимки, приложения и различни документи (карнети, реперажни схеми, ръчни скици и пр.)

Векторните слоеве с данните от ГНСС, ъглово-линейните и нивелачните измервания се допълват ежегодно с измерванията от всяка провеждана практика.

- 2) В случай, че се налага измерванията на терен да бъдат кодирани и атрибутирани по предварително определена ГИС схема, се използва инструментът *GIS/Feature Definition/Get GIS Schema*, чрез който моделът на данните от ГИС източника се преобразува във формат .fxl за работа в модула Feature Definition Manager на TBC;
- 3) В случай, че се налага обекти от ГИС източника да бъдат импортирани в проекта, напр. с цел трасиране или преизмерване, се използва инструментът *GIS/Connection/Read Features from GIS*;
- 4) Извлечените обекти или техният ГИС модел се прехвърлят чрез експорт на .job файл за работа на терен със софтуера Trimble Access.
- 6.3.2. Експорт на измерванията от практиката
 - 1) Измерванията се експортират чрез инструмента GIS/Connection/Write Features to GIS. При експорт във файлова геобаза или шейп файл, полетата, които не са част от оригиналната ГИС схема, няма да бъдат попълнени. Ето защо е препоръчително схемата на ГИС данните в ArcGIS for Desktop и Trimble Business Center предварително да бъде уеднаквена. Снимки и документи се експортират като хиперлинкове, без да променят мястото си на машината, където за изтеглени и където се съхраняват;
 - 2) Важна стъпка е синхронизирането на координатните системи между проекта в ТВС и ГИС източника. При експорт на данни в различна координатна система от тази на ГИС източника, се появява прозорецът *GIS Coordinate System Mapping*, чрез който се извършва съответният избор.



Фиг. 143 (а, б). а – Структура на уеб-базираната ГИС на МГУ "Св. Иван Рилски"; б – свързващ възел

- 6.3.3. Публикуване на измерванията в ГИС сървър
 - 1) В софтуера ArcMap (част от ArcGIS for Desktop) е създаден проект с базови данни от учебната практика, проведена през 2016 г. След обработката на данните от всяка следваща практика, в този проект се създава връзка към допълнената с измерванията от практиката файлова геобаза данни. Измерванията от ТВС влизат в проекта на ArcMap като точкови, линейни или площни векторни данни, които могат да бъдат допълнени с ортофотоснимки, сканирани едромащабни топографски карти и други растерни данни. При необходимост се извършва класификация на класовете обекти, промяна на цветове и условни знаци, редактиране и допълване на полетата и записите с данни, и др. Накрая проектът, създаден в ArcMap, се записва като .mxd файл, който се публикува като сървърна услуга в ArcGIS for Server. С цел улеснение на работата, базовият .mxd файл и сървърната услуга, публикувани от базовата учебна практика (2016 г.), е препоръчително да се презаписват;
 - 2) В среда ArcGIS for Server услугата е конфигурирана за разпространение в стандартите WMS и WFS. При необходимост нововъведените данни се кешират за по-бърз онлайн достъп, и пр. Всички файлове на услугата (конфигурации, кешове и др.) се съхраняват физически на ГИС сървъра на катедра "Маркшайдерство и геодезия".

6.3.4. Публикуване на измерванията в облака

В облака ArcGIS Online се поддържа архив, от което са достъпни за изтегляне готовите проекти от Trimble Business Center (.vce), включващи отчети от обработката, прецизни ефемериди (.sp3), сурови ГНСС измервания (RINEX) и др. В облака е създадена и уеб-карта с конфигурирани връзки към сървърната ГИС услуга (която следва да е вече допълнена с новите измервания и резултати). Уеб-картата следва да се проверява след всяка нова актуализация на сървърната услуга. При необходимост визуализацията на данните в картата (цветове, условни знаци, надписи и пр.) се редактира. След всяко въвеждане на данни, картата се споделя като уеб-карта с регламентиран достъп – само за членове на домейна на МГУ "Св. Иван Рилски", или избрани външни лица;

NEW DELETE Akamburov (Home) FRESH GIS day map MCU Praktika MY Apps Show			▲ Title		Туре	Modified	Shared
		0	Praktika2016_GDB		Feature Layer (hosted)	Jan 7, 2017	Everyone
			Praktika2016_GDB		File Geodatabase	Jan 7, 2017	Not Shared
			praktika2016_GNSS_TBCProject		CSV Collection	Oct 12, 2016	Everyone
			praktika2016_GNSSBaselineProcessingReport		PDF	Oct 12, 2016	Everyone
			praktika2016_GNSSLoopClosureReport		PDF	Oct 12, 2016	Everyone
ARI Maps Layers Scenes Apps Tools Files			praktika2016_GNSSNetworkAdjustmentReport		PDF	Oct 12, 2016	Everyone
			praktika2016_TotalStation_TBCProject		CSV Collection	Oct 12, 2016	Everyone
			praktika2016_TotalStationNetworkAdjustmentReport		PDF	Oct 12, 2016	Everyone
			praktika2016EphemerisData		CSV Collection	Oct 12, 2016	Not Shared
			praktika2016PreciseEphemerisData		CSV Collection	Oct 12, 2016	Not Shared
			praktika2016TrimbleGeo7XRawData		CSV Collection	Oct 12, 2016	Not Shared
			praktika2016TrimblePro6TRawData		CSV Collection	Oct 12, 2016	Not Shared
			praktika2016TrimbleR4RawData		CSV Collection	Oct 12, 2016	Not Shared
	•		Опорни геодезически мрежи и ГНСС		Web Map	Jan 8, 2017	Everyone
			Опорни геодезически мрежи и ГНСС		Web Mapping Application	Jan 7, 2017	Everyone

Фиг. 144. Архив в ArcGIS Online на данни от учебната практика

Уеб-картата е споделена и конфигурируема като уеб-приложение с публичен достъп. Уебприложението е конфигурирано като **Map Journal** - специализирано ГИС приложение на облачната услуга Esri Story Maps (фиг. 146); Данните от практиката са визуализирани геометрично, в 2D и 3D, с добавени описателни текстове, снимки, хиперлинкове за изтегляне на сурови измервания, отчети от обработка със специализирания софтуер Trimble Business Center, и др. Адресът за публичен достъп до приложението е <u>http://arcg.is/2e7suZy</u>.
Layers	1		
		VAD.	
+ ADD LAYERS		i i fill	
GNSSVactors LITM25N page			
GNSSVectors UTM35N VectorSpre	-		
Points UTM35N			
Praktika2016 TotalStationVectors		A. A. Marta	- Mark
Repers4thcycle	Reserve		
e Layer Group		E	1 1
Ground	· · · · · · · · · · · · · · · · · · ·		1-12
des 🧧			12
			Carlos and a second sec

Фиг. 145. Геобазата данни Praktika2016_GDB, качена в ArcGIS Online и визуализирана в 3D, на фона на топографска карта на ESRI. Със синьо са символизирани точките от работната геодезическа основа, с оранжево – първокласни нивелачни репери, с лилаво – пространствените ГНСС вектори.

Уеб-картата и уеб-приложението могат да се използват допълнително за създаване на мобилни ГИС приложения за Android, iOS, Windows Phone и други мобилни операционни системи.



Фиг. 146. Изглед на началната страница на Map Journal Builder, отворен в режим на редактиране

6.4. Класове потребители

Класовете потребители и достъпът до ГИС са организирани в следната йерархична структура (табл. 12).

Клас	Отговорност
Студент	Въвеждане на данни от измерванията, подготовка за работа преди начало на практиката, включително запознаване с правилата за техническа безопасност.
Преподавател	Изтегляне и актуализиране на данни, използвани в други практики от учебния план на специалността "Маркшайдерство и геодезия"
Ръководител на практиката	Осигуряване на качествен контрол, технически указания и поддържане на актуалността на платформата.
ГИС администратор	Текущ и последващ IT контрол на ГИС. Осигурява се съвместно между ръководителя на практиката и IT отдела на МГУ "Св. Иван Рилски".

Табл. 12. Категории потребители на ГИС платформата

6.5. Анализ на данните

След въвеждане на данните в ГИС се извършват следните аналитични задачи:

- Статистически анализи точността на различните видове измервания ГНСС, ъглово-линейни, нивелачни, и др (фиг. 147);
- Пространствени анализи зони с концентрация на измервания с ниска точност, гъстота на точки/репери от изходната геодезическа основа, планиране на райони за провеждането на бъдещи практики, и др.
- Класифициране на данните по различни признаци (пример фиг. 148);

Details And v IB Basemap Analysis IB Save v Save v Phint O Directions Measure IB Bookmarks Find address or place Q Image: Analysis	Home O	юрни геодезичес	ки мрежи и ГНС	CC			Nev	w Map 🔻 Create Pre	esentation 📓 Asp	oaruh 🔻
Image: construction of the construction of	🚡 Details	🛨 Add 👻 🛛 🔡 Basemap	Malysis	🖥 Save 👻 🥮 Share	e 🖶 Print 🚸 Dir	ections 🚔 Measure	Bookmarks Fin	d address or place		Q
Protektika2016 GDB - GNSSVectors UTM3S-V VectorSpreadsheet (29 features, 1 selected) Solution Ty Option Vector Spreadsheet (29 features, 1 selected) Copy option Vector Spreadsheet (29 features, 1 selected) Copy option Vector Spreadsheet (29 features, 1 selected) Copy option Vector Spreadsheet (29 features, 1 selected) LAYER Vector ID From PointI ToPointID SolutionTy H2Precisio VertPrecisio deltaX deltaY deltaP deltaP PV7 PV7 pt102 pt102 pt102 Fixed 0.01 0.01 21.86 74.73 24 PV12 PV12 pt103 pt1028 Fixed 0.00 0.00 375.02 90.98 32			Control of the second sec	42) XSSVectors_UTM35N_net VER PV7 corlD PV7 omPointD gt1029 pointD gt1028 utionType Fixed Precision Precision 0.01 threedision 0.01 threedision 0.01 threedision 0.01 threedision 0.01 that 221.86 that 74.73 that -248.29 ctorte-regit 341.25 omHeight 2.00 Heimit I 1.01 mto Gr Directones	NV Contraction of the second s					esri
LAYER VectorID FromPoIntI ToPoIntID SolutionTy H2Precisio VertPrecisio delax delay	Praktika2016	GDB - GNSSVectors UTM	35N VectorSpreadshee	et (29 features, 1 select	ed)				Options	- ×
PV12 PV12 qt1028 Fixed 0.01 0.01 221.00 74.73 -25 PV12 qt1030 qt1028 Fixed 0.00 0.00 375.02 -90.98 -32	LAYER	VectorID	FromPointI	ToPointID	SolutionTy	HzPrecisio	VertPrecis	deltaX	deltaY	del
	PV12	PV12	gt1030	gt1028	Fixed	0.00	0.00	375.02	-90.98	-32

Фиг. 147. Геометрична и статистическа информация за всички ГНСС измервания (в примера – практика 2016) е налична след кликване директно през уеб-браузера.



Фиг. 148. Данните могат да се класифицират по различни признаци, в примера – класификация на имотите в от кадастралната карта на район "Студентски" по признак "начин на трайно ползване

6.6. Заключение

Гъвкавите възможности за приложение на ГИС при управление на бази данни, създаване на специализирани цифрови картни продукти и анализ на резултати от геодезически и маркшайдерски измервания, са предпоставка за успешното им внедряване на различни етапи от учебната практика – при предварително планиране на задачите, събиране на данни, обработка, анализ, достъп до резултатите и пр. Ето защо поддържането на актуална уеббазирана ГИС, наред с обработката на ГНСС, ъглово-линейни и нивелачни измервания, е сред приоритетите при провеждането на учебната практика по опорни геодезически мрежи и глобални навигационни спътникови системи.

7. ЛИТЕРАТУРА

- АГКК. (2012). Указания за създаване и приемане на геодезически мрежи с местно предназначение с използването на глобални навигационни спътникови системи. Извлечено от http://www.cadastre.bg/sites/default/files/documents/ukazaniya/rd-13-50-08-03-2012.pdf
- АГКК. (2017). Указания за създаване и приемане на геодезически мрежи с местно предназначение с използването на глобални навигационни спътникови системи. Извлечено от www.cadastre.bg: http://www.cadastre.bg/sites/default/files/documents/ukazaniya/rd-13-50-08-03-2012.pdf
- Вълев, Г., & Андреев, А. (5-6 2014 г.). Теоретични постановки за създаване на локален модел на геоида за територията на България. *Геодезия, картография, земеутройство*, стр. 7-14.
- Георгиев, И., Беляшки, Т., Михайлов, Е., Димитров, Д., Данчев, П., Михайлов, Г., . . . Минчев, М. (2014). Реализация на Европейската земна координатна система ETRS89 и Европейската вертикална референтна система EVRS на територията на България. Извлечено от Национален институт по геофизика, геодезия и география: http://niggg.bas.bg/wp-content/uploads/2014/02/mare/paper.pdf
- ГУГК. (1986). Инструкция за създаване и поддържане на геодезически мрежи с местно предназначение.
- Министерство на териториалното развитие и строителството. (1993). Условни знаци за кадастрални планове на населени места и незастроени терени - мащаби 1:1000 И 1:500.
- Минчев, М., Здравчев, И., Георгиев, И. (2005). Основи на приложението на GPS в геодезията. София: УАСГ.
- МО. (2014). Наредба № Н-7 от 20 май 2014 г. за държавната геодезическа мрежа (Обн. ДВ. бр.97 от 25 Ноември 2014г.).
- МРРБ. (2006). Закон за геодезията и картографията. Обн. ДВ. бр.29 от 7 Април 2006г., изм. ДВ. бр.98 от 28 Ноември 2014г.
- МРРБ. (2011). Инструкция № РД-02-20-25 от 20 септември 2011 г. за определяне на геодезически точки с помощта на глобални навигационни спътникови системи. Обн. ДВ. бр.79 от 11 Октомври 2011г.
- МРРБ. (2012). Инструкция № РД-02-20-12 от 03 август 2012 г. за преобразуване на съществуващите геодезически и картографски материали и данни в "Българска геодезическа система 2005"(Обн. ДВ. бр.63 от 17 Август 2012 г.). Извлечено от www.cadastre.bg: http://www.cadastre.bg/sites/default/files/documents/regulation/instrukcii/instr_bgs2005_08_2012_d v63.pdf
- МРРБ, МО. (2010). Наредба № 2 от 30 юли 2010 г. за дефиниране, реализация и поддържане на Българската геодезическа система. Обн. ДВ. бр.62 от 10 Август 2010г.
- Павлов, П., Илиева, Т. (2014). Точност на площите на землищата от кадастралната карта при трансформиране от Координатна система 1970 в Българска геодезическа система 2005. *Геомедия*.
- Солитех АД. (2012). *Техническо описание на полеви софтуер Trimble Access*. Извлечено от http://solitech.bg/trimble-access.html
- Солитех АД. (2017). Карта на мрежата. Извлечено от www.geonet.bg: http://www.geonet.bg/map.html
- Цановски, Ю., Христев, Й. (2016). Резултати от проведен експеримент за извеждане на калибрационни коефиценти при ГНСС антени. *Геомедия*.
- Deakin, R. E., Kildea, D. G. (1999). A note on standard deviation and RMS. *THE AUSTRALIAN SURVEYOR Vol. 44 No. 1*, 74-79.
- Hofmann-Wellenhof, B., Lichtenegger, H., Wasle, E. (2008). GNSS Global Navigation Satellite Systems. GPS, GLONASS, Galileo, and more. Springer.
- International GNSS Service (IGS), RINEX Working Group and Radio Technical Commission for Maritime Services Special Committee 104 (RTCM-SC104). (2015). *RINEX. The Receiver Independent Exchange Format. Version 3.03.* Retrieved from http://www.igs.org/: https://igscb.jpl.nasa.gov/igscb/data/format/rinex303.pdf

Khoda, O., Bruyninx, C. (2007). Switching from relative to absolute antenna phase center variations in a regional network: stability of the coordinate differences. *Proc. EUREF Symposium, June 4 – 6, 2007, London, UK.* London.

Leica Geosystems AG. (2007). Leica Sprinter User Manual version 1.2. Switzerland.

- Leica Geosystems AG. (н.д.). Leica TPS700 Series User Manual Version 2.4.
- Schmid, R., Mader, G., Herring, T. (2004). From Relative to Absolute Antenna Phase Center Corrections. Извлечено от http://www.igs.org: http://www.igs.org/assets/archive/04 rtberne/cdrom/Session10/10 0 Mader.pdf
- Stonex. (2014). S8 Plus User Manual. Retrieved from www.stonexpositioning.com: http://www.stonexpositioning.com/jdownloads/Public/Manuals%20and%20tutorials/English/GNSS %20receivers/S8%20PLUS/s8_plus_user_manual.pdf
- Talbot, N. C. (1996). Compact Data Transmission Standard for High-Precision GPS. *Proceedings of the 9th International Technical Meeting of the Satellite Division of The Institute of Navigation (ION GPS 1996)*, (стр. 861-871). Kansas City. Извлечено от http://gps.0xdc.ru/static/sirf/doc/SirfStar/gpsd.berlios.de/vendor-docs/trimble/cmr.pdf
- Trimble Navigation Limited. (2009). CMRx: A new correction format from Trimble. Retrieved from www.trimble.com: http://trl.trimble.com/docushare/dsweb/Get/Document-469944/WhitePaper HeavyHighway CMRxrev1.pdf
- Trimble Navigation Limited. (2011). *Trimble S Series Total Station User Guide v. 9.* Retrieved from www.trimble.com: http://trl.trimble.com/docushare/dsweb/Get/Document-585659/Trimble%20S%20Series%20User%20Guide%2057127002%20ver9.pdf
- Trimble Survey Division. (2012). *Trimble HD-GNSS Processing White Paper*. Извлечено от www.trimble.com: http://trl.trimble.com/docushare/dsweb/Get/Document-629483/022543-550 Trimble%20HD-GNSS%20White%20Paper%20-%20English.pdf
- Verheijen, J. (12 07 2016 r.). World Geodetic System 1984 (WGS84). Note on WGS84 coordinate reference systems and datums.

8. ПРИЛОЖЕНИЯ

Минно-геоложки университет "Св. Иван Рилски" Катедра "Маркшайдерство и геодезия"



УЧЕБНА ПРАКТИКА

ОПОРНИ ГЕОДЕЗИЧЕСКИ МРЕЖИ И ГЛОБАЛНИ НАВИГАЦИОННИ СПЪТНИКОВИ СИСТЕМИ

Група (номер/година):

Студенти в групата:

- 1. Две имена, Фак. №
- 2. Две имена, Фак. №
- 3. Две имена, Фак. №
- 4. Две имена, Фак. №
- 5. Две имена, Фак. №
- 6. Две имена, Фак. №

Дата на предаване:

Дата на защита:

Заверил: гл. ас. Камбуров

КАРНЕТ ЗА СТАТИЧНИ ГНСС ИЗМЕРВАНИЯ

Обект			Измервания
Населено място			Дата:
Стонина			Начало:
Станция			Край:
Стълб	ГНСС антена	Измерена височина:	m
Щок	Тип	Константа:	m
Тринога	N⁰	Общо:	m
Центриране	ГНСС приемник	Настройки	Вид височина
Свободно	Тип	Интервал: sec	Вертикална
Принудително	No	Min височина: °	Наклонена
Схема на центриране		(VO) (SH) (VH)	
Забележки			
Фирма		Оператор	

ОБРАБОТКА НА БАЗИСНИ ВЕКТОРИ

Приложение 3

Информация за проекта		Информация за студентите	Геодезическа координатна система		
Име:	D:\Praktiki\2017\GNSS	Участвали в	Проекция:	UTM	
	\Praktika_Final_GNSS.	измерванията:			
	vce	Участвали в	Хор. реф.	ETRS89	
		обработката:	система:		
Размер:	242 KB		Зона:	35 North (27E)	
Променен на:	9.7.2017 г. 18:11:11		Геоид:		
_	(UTC:3)				
Часова зона:	FLE Standard Time		Верт. реф.		
			система:		
Идентификатор:					
Описание:					

Настройки на последващата обработка

Ограничение (маска) на хоризонта:	10°00'00.0"
Автоматично начало:	Yes
Автоматично именуване:	AUTO0001
РРК вектори:	No
Изчисляване на отклонения:	Yes
Калибрационен модел на антените:	Automatic
Орбитни данни:	Automatic
Носещи честоти:	Multiple Frequencies
Интервал на запис:	Use all data
Принудително плаващо решение:	No

Критерии за допуск

Компонент на вектора	Предупреждение (жълт флаг)	۲	Неуспешно (червен флаг)	P
Horizontal Precision >	0.020 m + 1	.000 ppm	0.100 m + 1	.000 ppm
Vertical Precision >	0.020 m + 1	.000 ppm	0.200 m + 1	.000 ppm

Обработка на базисни вектори

	Резюме							
	Базора	Определяема		Станд. откл.	Станд. откл.		Дължина	Превишение
Вектор	дазова станция	точка	Решение	$\pmb{\sigma}_{ ext{xop.}}$	$\pmb{\sigma}_{ ext{bept.}}$	Азимут	(Meter)	(Meter)
				(Meter)	(Meter)			
gt1030 pt4 (B4)	gt1030	pt4	Float	0.167	0.191	64°52'10"	198.202	-2.114

Филтриране според критериите за допуск

	Успешно			Неуспешно	
Общо обработени	преминали	предупреждение (жълт флаг)	17	преминали (червен флаг)	
1	0	0		1	

gt1030 - pt4 (10:56:17-11:06:06) (S4)

Вектор:	gt1030 pt4 (B4)
Обработен на:	9.7.2017 г. 11:05:53
Решение:	Float
Носещи честоти:	Dual Frequency (L1, L2)
Стандартно отклонение (хор.):	0.167 m
Стандартно отклонение (верт.):	0.191 m
Средна квадратна грешка:	0.003 m
Максимален РДОР:	1.598
Орбитни данни:	Broadcast
Калибрационен модел на антената:	NGS Relative
Начало на измерването:	22.6.2017 г. 10:56:17 (Local: UTC+3hr)
Край на измерването:	22.6.2017 г. 11:06:02 (Local: UTC+3hr)
Продължителност:	00:09:45
Интервал на запис:	5 seconds

Компоненти на вектора

Базова станция:	gt10	gt1030					
Право	ъгълни коор	динати	Географски координати				
х (север)		4729065.849 m	В (ширина)	N42°3	39'21.26881"		
у (изток)		200845.068 m	L (дължина)		E23°2	21'00.97000"	
Н (нормална височин	ia)	643.638 m	h (наделипсоидна височ	ина)		643.638 m	
Определяема точка:	ıка: pt4						
Правоъгълни координати			Географски координати				
х (север)		4729142.249 m	В (ширина)		N42°3	39'23.99656"	
у (изток)		201028.104 m	L (дължина)		E23°2	21'08.84852"	
Н (нормална височин	ia)	641.524 m	h (наделипсоидна височ	ина)		641.524 m	
Пространствени ком	поненти		'				
Δx	76.400 n	M Az (азимут) 64°52'10" ΔX			-124.928 m		
Δy	183.036 n	d (дължина)	198.202	198.202 ΔΥ		141.536 m	
ΔН	-2.114 n	Δh	-2.114	ΔZ		60.476 m	

Стандартни отклонения

По пространствени компоненти:						
σ Δχ	0.101 m	σAz	0°01'36"	σ ΔΧ	0.208 m	
σ Δγ	0.161 m	σd	0.166 m	σΔΥ	0.135 m	
σ ΔΗ	0.191 m	σΔh	0.191 m	σΔΖ	0.107 m	

Ковариационна матрица (Meter²)

	X	Y	Z
X	0.0432091951		
Y	-0.0053015435	0.0181708019	
Z	0.0128763253	0.0012149710	0.0113798110

Информация за измерването

	Базова станция	Определяема точка
Номер точка:	gt1030	pt4
ГНСС приемник:	R4-2	Unknown
Антена:	R4-2 Internal	Unknown External
Височина на антена (измерена):	2.000 m	2.088 m
Метод на измерване:	Bottom of antenna mount	Antenna Phase Center

Графика на наблюденията

sv	22.6.2017 г. 10:56:17 Duration: 00:09:49 Major interval: 00:01:00 22.6.2017 г. 11:06:0
G2	L1 12
G 6	L1
G 12	12
G 15	12
G 17	и и 12иин ссин с инсинистии
G 19	
G 24	L1 L2
G 25	L1
G 32	
R5	L1
R6	u
R7	
R 14	L1 L2
R 15	L1 L2
R 16	17 un
R 17	L1
R 18	L1 L2
R 24	u

Графики на отклоненията на двойните фазови разлики





ПРОВЕРКА НА ГЕОМЕТРИЧНИ УСЛОВИЯ

Project File Data		Coordinate System
Name:	D:\Praktiki\2017\GNSS\Praktika_Final_GNSS.vce	
Size:	243 KB	Name: UTM
Madified	15.7.2017 = 17.51.00 (UTC.2)	Datum: ETRS89
woamea:	13.7.20171.17.51:00 (01C.5)	Zone:
Time zone:	FLE	
Standard Time	e Reference	35 North
number:		(27E)
Descript		Geoid:
ion:		Vertical datum:

GNSS Loop Closure Results

Summary

Legs in loop:	3
Number of Loops:	17
Number Passed:	13
Number Failed:	4

	Length	Δ3D	ΔHoriz	∆Vert	
	(Meter)	(Meter)	(Meter)	(Meter)	PPM
Pass/Fail Criteria			0.052	0.052	
Best		0.004	0.001	0.001	0.865
Worst		0.082	0.077	-0.041	131.398
Average Loop	5021.907	0.039	0.030	0.021	44.435
Standard Error	8763.403	0.045	0.038	0.024	39.539

Failed Loops

Loop: PT14-gt1011-PT13					
Vector ID	From	То		Start Time	
<u>gt1011> PT14 (</u> PV35)	<u>gt1011</u>	<u>PT14</u>		26.6.2017 г. 10:33:41	
<u>gt1011> PT13 (</u> PV41)	<u>gt1011</u>	<u>PT13</u>		26.6.2017 г. 10:16:20	
<u>PT13> PT14 (</u> PV172)	<u>PT13</u>	<u>PT14</u>		25.6.2017 г. 11:20:54	
PV35-PV41-PV172		Length = 1395.089 m	Δ Horiz = 0.077 m	ΔVert = -0.029 m	PPM = 58.630
		$\Delta 3D = 0.082 m$	$\Delta X = -0.003 m$	$\Delta Y = -0.082 m$	$\Delta Z = -0.004 m$
Loop: gt1028-PT14-PT13					
Vector ID	From	То		Start Time	
<u>gt1028> PT14 (</u> PV2)	<u>gt1028</u>	<u>PT14</u>		23.6.2017 г. 12:07:29	
<u>PT13> PT14 (</u> PV172)	<u>PT13</u>	<u>PT14</u>		25.6.2017 г. 11:20:54	
<u>gt1028> PT13 (</u> PV13)	<u>gt1028</u>	<u>PT13</u>		23.6.2017 г. 12:26:29	
PV2-PV172-PV13		Length = 936.929 m	Δ Horiz = 0.065 m	ΔVert = 0.016 m	PPM = 71.528
		$\Delta 3D = 0.067 m$	$\Delta X = -0.009 m$	$\Delta Y = 0.066 m$	$\Delta Z = 0.003 m$
Loop: gt1028-PT15-PT17					
Vector ID	From	То		Start Time	
gt1028> PT15 (PV1)	<u>gt1028</u>	<u>PT15</u>		23.6.2017 г. 11:53:22	
<u>PT15> PT17 (</u> PV169)	<u>PT15</u>	<u>PT17</u>		25.6.2017 г. 11:40:53	
<u>gt1028> PT17 (</u> PV11)	<u>gt1028</u>	<u>PT17</u>		23.6.2017 г. 11:25:36	
PV1-PV169-PV11	L	ength = 505.480 m	ΔHoriz = 0.065 m	ΔVert = -0.014 m	PPM = 131.398
		$\Delta 3D = 0.066 \text{ m}$	$\Delta X = 0.021 \text{ m}$	$\Delta Y = 0.031 \text{ m}$	$\Delta Z = -0.055 \text{ m}$
Loop: gt1030-PT2-gt1029					
Vector ID	From	То		Start Time	
	-+1020	DTO		22 6 2017 - 12:28:57	
gt1030 - P12 (PV5)	<u>gt1050</u>	<u>P12</u>		22.0.20171.12.20.37	

ПРОВЕРКА НА ГЕОМЕТРИЧНИ УСЛОВИЯ

Приложение 4

<u>gt1030> gt1029 (</u> PV50)	<u>gt1030</u>	<u>gt1029</u>		27.6.2017 г. 9:52:55	
<u>PV5-PV23-PV50</u>		Δ3D = 0.054 m	$\Delta X = 0.037 m$	ΔVert = -0.003 m ΔY =-0.023 m	ΔZ = -0.032 m

Observations In Failed Loops

Vector ID	From	То	Solution Type	Lengt h	Start Time	No. of
PT13> PT14 (PV172)	PT13	PT14	Fixed	126.95	25.6.2017 г.	2
PT15> PT17 (PV169)	PT15	PT17	Fixed	196.14	25.6.2017 г.	1
gt1028> PT17 (PV11)	gt1028	PT17	Fixed	63.93	23.6.2017 г.	1
gt1028> PT15 (PV1)	gt1028	PT15	Fixed	245.39	23.6.2017 г.	1
gt1011> PT14 (PV35)	gt1011	PT14	Fixed	689.30	26.6.2017 г.	1
gt1030> gt1029 (PV50)	gt1030	gt1029	Fixed	238.33	27.6.2017 г.	1
gt1011> PT13 (PV41)	gt1011	PT13	Float	578.82	26.6.2017 г.	1
gt1028> PT14 (PV2)	gt1028	PT14	Fixed	367.68	23.6.2017 г.	1
gt1028> PT13 (PV13)	gt1028	PT13	Fixed	442.29	23.6.2017 г.	1
gt1029> PT2 (PV23)	gt1029	PT2	Fixed	285.07	21.6.2017 г.	1
gt1030> PT2 (PV5)	gt1030	<u>PT2</u>	Fixed	50.51	22.6.2017 г.	1

Occupations In Failed Loops

Point	Observations	Start Time	No. of Occurrences
<u>gt1028</u>			4
	<u>gt1028> PT13 (</u> PV13)	23.6.2017 г. 12:26:29	
	<u>gt1028> PT17 (</u> PV11)	23.6.2017 г. 11:25:36	
	<u>gt1028> PT14 (</u> PV2)	23.6.2017 г. 12:07:29	
	<u>gt1028> PT15 (</u> PV1)	23.6.2017 г. 11:53:22	
<u>gt1011</u>			2
	gt1011> PT14 (PV35)	26.6.2017 г. 10:33:41	
	gt1011> PT13 (PV41)	26.6.2017 г. 10:16:20	
PT2	/		1
	gt1029> PT2 (PV23)	21.6.2017 г. 14:59:45	
PT17			1
	PT15> PT17 (PV169)	25.6.2017 r 11:40:53	-
ot1029	<u></u>		1
2(102)	at1030 > at1029 (PV50)	27.6 2017 p. 9:52:55	1
at1029	<u>gri050> gri029 (</u> 1 v 50)	27.0.20171. 9.52.55	1
<u>gt1029</u>	rt1020 > PT2 (PV22)	21.6.2017 - 14:50:45	1
DT17	<u>g(1029> F12 (</u> F V23)	21.0.2017 1. 14.39.43	,
<u>r11/</u>	$\rightarrow 1028 \rightarrow DT17 (DV11)$	22 (2017 - 11/25/26	1
(1020	$g_{11028} = P_{117}(P_{V11})$	23.8.2017 1. 11:23:36	
<u>gt1030</u>	(1020 (1020 (DV/50))	27 (2017 - 0.52 55	1
77714	gt1030> gt1029 (PV50)	27.6.2017 F. 9:52:55	
<u>P114</u>			1
	gt1028> P114 (PV2)	23.6.2017 r. 12:07:29	
<u>PT14</u>			1
	<u>PT13> PT14 (</u> PV172)	25.6.2017 г. 11:20:54	
<u>PT13</u>			1
	<u>PT13> PT14 (</u> PV172)	25.6.2017 г. 11:20:54	
<u>PT14</u>			1
	<u>gt1011> PT14 (</u> PV35)	26.6.2017 г. 10:33:41	
<u>PT15</u>			1
	<u>gt1028> PT15 (</u> PV1)	23.6.2017 г. 11:53:22	
<u>PT2</u>			1
	<u>gt1030> PT2 (</u> PV5)	22.6.2017 г. 12:28:57	
<u>PT15</u>			1
	<u>PT15> PT17 (</u> PV169)	25.6.2017 г. 11:40:53	
<u>PT13</u>			1
	<u>gt1011> PT13 (</u> PV41)	26.6.2017 г. 10:16:20	
<u>gt1030</u>			1
	<u>gt1030> PT2 (</u> PV5)	22.6.2017 г. 12:28:57	
<u>PT13</u>			1
	<u>gt1028> PT13 (</u> PV13)	23.6.2017 г. 12:26:29	

Passed Loops

Loop: gt1030-PT1-gt1029					
Vector ID		То		Start Time	
<u>gt1030> PT1 (</u> PV6)		<u>PT1</u>		22.6.2017 г. 10:41:12	
<u>gt1029> PT1 (</u> PV32)		<u>PT1</u>		21.6.2017 г. 15:13:37	
<u>gt1030> gt1029 (</u> PV50)		<u>gt1029</u>		27.6.2017 г. 9:52:55	
PV6-PV32-PV50		Length = 573.810 m	ΔHoriz = 0.041 m	ΔVert = -0.023 m	PPM = 82.306
		$\Delta 3D = 0.047 \text{ m}$	$\Delta X = 0.014 \text{ m}$	$\Delta Y = -0.026 \text{ m}$	$\Delta Z = -0.037 \text{ m}$
Loop: gt1030 gt1029 PT3					
Loop. gross-grozz-115				0. (T)	
vector ID at1030 \rightarrow at1029 (PV50)		10 at1029		27.6.2017 r. 9:52:55	
et1029> PT3 (PV24)		PT3		21.6.2017 г. 15:28:13	
gt1030> PT3 (PV18)		PT3		22.6.2017 г. 9:57:33	
<u>PV50-PV24-PV18</u>		Length = 477.205 m	Δ Horiz = 0.035 m	$\Delta Vert = 0.030 m$	PPM = 96.811
		$\Delta 3D = 0.046 \text{ m}$	$\Delta X = 0.027 \text{ m}$	$\Delta Y = 0.037 \text{ m}$	$\Delta Z = 0.001 \text{ m}$
Loop: gt1010-PT15-PT17					
Vector ID	From	То		Start Time	
PT15> gt1010 (PV170)	<u>PT15</u>	<u>gt10</u>	<u>)10</u>	25.6.2017 г. 11:40:29	
<u>PT15> PT17 (</u> PV169)	<u>PT15</u>	<u>PT15</u> <u>PT17</u>		25.6.2017 г. 11:40:53	
<u>PT17> gt1010 (</u> PV36)	<u>PT17</u>	<u>gt1(</u>	<u>)10</u>	25.6.2017 г. 11:40:53	
PV170-PV169-PV36		Length = 2185.297 m	Δ Horiz = 0.027 m	ΔVert = -0.041 m	PPM = 22.524
		$\Delta 3D = 0.049 \text{ m}$	$\Delta X = -0.011 \text{ m}$	ΔY = -0.005 m	$\Delta Z = -0.048 \text{ m}$
Loon: gt1030-gt1029-PT12					
Vootos ID		Τ.		Start Time	
st1030 - st1029 (PV50)		10 gt1029		27.6.2017 r. 9:52:55	
gt1029 -> PT12 (PV21)		PT12		21.6.2017 г. 11:22:55	
<u>gt1030> PT12 (</u> PV7)		PT12		22.6.2017 г. 11:11:15	
<u>PV50-PV21-PV7</u>		Length = 1030.588 m	$\Delta Horiz = 0.027 m$	$\Delta Vert = -0.010 m$	PPM = 27.709
		$\Delta 3\mathrm{D} = 0.029 \mathrm{m}$	$\Delta X = -0.026 \text{ m}$	$\Delta Y = 0.000 \text{ m}$	$\Delta Z = 0.011 \text{ m}$
Loop: gt1030-PT7_1-gt1029					
Vector ID		То		Start Time	
<u>gt1030> PT7_1 (</u> PV3)		<u>PT7_1</u>		22.6.2017 г. 12:12:51	
<u>gt1030> PT7_1 (</u> PV3) <u>gt1029> PT7_1 (</u> PV26)		<u>PT7_1</u> <u>PT7_1</u>		22.6.2017 г. 12:12:51 21.6.2017 г. 14:25:32	
<u>gt1030> PT7_1 (</u> PV3) <u>gt1029> PT7_1 (</u> PV26) <u>gt1030> gt1029 (</u> PV50)		<u>PT7_1</u> <u>PT7_1</u> <u>gt1029</u>		22.6.2017 г. 12:12:51 21.6.2017 г. 14:25:32 27.6.2017 г. 9:52:55	
<u>gt1030> PT7_1(PV3)</u> <u>gt1029> PT7_1(PV26)</u> <u>gt1030> gt1029 (</u> PV50)		<u>PT7_1</u> <u>PT7_1</u> <u>gt1029</u>		22.6.2017 г. 12:12:51 21.6.2017 г. 14:25:32 27.6.2017 г. 9:52:55	
<u>gt1030> PT7_1(PV3)</u> <u>gt1029> PT7_1(PV26)</u> <u>gt1030> gt1029 (</u> PV50) <u>PV3-PV26-PV50</u>		PT7_1 PT7_1 gt1029 Length = 622.676 m	ΔHoriz = 0.023 m	22.6.2017 г. 12:12:51 21.6.2017 г. 14:25:32 27.6.2017 г. 9:52:55 ΔVert = -0.018 m	PPM = 46.608
<u>gt1030> PT7_1(PV3)</u> <u>gt1029> PT7_1(PV26)</u> <u>gt1030> gt1029 (</u> PV50) <u>PV3-PV26-PV50</u>		PT7_1 PT7_1 gt1029 Length = 622.676 m $\Delta 3D = 0.029$ m	ΔHoriz = 0.023 m ΔX = 0.005 m	22.6.2017 r. 12:12:51 21.6.2017 r. 14:25:32 27.6.2017 r. 9:52:55 AVert = -0.018 m AY = -0.010 m	PPM = 46.608 ΔZ = -0.027 m
<u>gt1030> PT7_1(</u> PV3) <u>gt1029> PT7_1(</u> PV26) <u>gt1030> gt1029 (</u> PV50) <u>PV3-PV26-PV50</u> Loop: <u>gt1030-gt1029-PT9</u>		<u>PT7_1</u> <u>PT7_1</u> gt1029 Length = 622.676 m Δ3D = 0.029 m	ΔHoriz = 0.023 m ΔX = 0.005 m	22.6.2017 г. 12:12:51 21.6.2017 г. 14:25:32 27.6.2017 г. 9:52:55 ΔVert = -0.018 m ΔY = -0.010 m	PPM = 46.608 ΔZ = -0.027 m
<u>gt1030> PT7_1(PV3)</u> <u>gt1029> PT7_1(PV26)</u> <u>gt1030> gt1029 (PV50)</u> <u>PV3-PV26-PV50</u> Loop: gt1030-gt1029-PT9 Vector ID		PT7_1 PT7_1 gt1029 Length = 622.676 m A3D = 0.029 m To	ΔHoriz = 0.023 m ΔX = 0.005 m	22.6.2017 r. 12:12:51 21.6.2017 r. 14:25:32 27.6.2017 r. 9:52:55 AVert = -0.018 m AY = -0.010 m	PPM = 46.608 ΔZ = -0.027 m
<u>gt1030> PT7_1(PV3)</u> <u>gt1029> PT7_1(PV26)</u> <u>gt1030> gt1029 (PV50)</u> <u>PV3-PV26-PV50</u> Loop: gt1030-gt1029-PT9 Vector ID <u>gt1030> gt1029 (PV50)</u>		PT7_1 PT7_1 gt1029 Length = 622.676 m A3D = 0.029 m To gt1029	ΔHoriz = 0.023 m ΔX = 0.005 m	22.6.2017 r. 12:12:51 21.6.2017 r. 14:25:32 27.6.2017 r. 9:52:55 AVert = -0.018 m AY = -0.010 m Start Time 27.6.2017 r. 9:52:55	PPM = 46.608 ΔZ = -0.027 m
<u>gt1030> PT7_1(PV3)</u> <u>gt1029> PT7_1(PV26)</u> <u>gt1030> gt1029 (PV50)</u> <u>PV3-PV26-PV50</u> Loop: gt1030-gt1029-PT9 Vector ID <u>gt1030> gt1029 (PV50)</u> <u>gt1029> PT9 (PV28)</u>		PT7_1 PT7_1 gt1029 Length = 622.676 m A3D = 0.029 m To gt1029 PT9	ΔHoriz = 0.023 m ΔX = 0.005 m	22.6.2017 г. 12:12:51 21.6.2017 г. 14:25:32 27.6.2017 г. 9:52:55 ΔVert = -0.018 m ΔY = -0.010 m Start Time 27.6.2017 г. 9:52:55 21.6.2017 г. 11:37:12	PPM = 46.608 ΔZ = -0.027 m
<u>gt1030> PT7_1(PV3)</u> <u>gt1029> PT7_1(PV26)</u> <u>gt1030> gt1029 (PV50)</u> <u>PV3-PV26-PV50</u> <u>Loop: gt1030-gt1029-PT9</u> Vector ID <u>gt1030> gt1029 (PV50)</u> <u>gt1029> PT9 (PV28)</u> <u>gt1030> PT9 (PV14)</u>		PT7_1 PT7_1 gt1029 Length = 622.676 m A3D = 0.029 m To gt1029 PT9 PT9 PT9	ΔHoriz = 0.023 m ΔX = 0.005 m	22.6.2017 г. 12:12:51 21.6.2017 г. 14:25:32 27.6.2017 г. 9:52:55 ΔVert = -0.018 m ΔY = -0.010 m Start Time 27.6.2017 г. 9:52:55 21.6.2017 г. 11:37:12 22.6.2017 г. 11:32:05	PPM = 46.608 ΔZ = -0.027 m
<u>gt1030> PT7_1(PV3)</u> <u>gt1029> PT7_1(PV26)</u> <u>gt1030> gt1029 (PV50)</u> <u>PV3-PV26-PV50</u> <u>Loop: gt1030-gt1029-PT9</u> Vector ID <u>gt1030> gt1029 (PV50)</u> <u>gt1029> PT9 (PV28)</u> <u>gt1030> PT9 (PV14)</u>		PT7_1 PT7_1 gt1029 Length = 622.676 m A3D = 0.029 m To gt1029 PT9 PT9 PT9	ΔHoriz = 0.023 m ΔX = 0.005 m	22.6.2017 г. 12:12:51 21.6.2017 г. 14:25:32 27.6.2017 г. 9:52:55 AVert = -0.018 m ΔY = -0.010 m Start Time 27.6.2017 г. 9:52:55 21.6.2017 г. 11:37:12 22.6.2017 г. 11:32:05	PPM = 46.608 ΔZ = -0.027 m
<u>gt1030> PT7_1(PV3)</u> <u>gt1029> PT7_1(PV26)</u> <u>gt1030> gt1029 (PV50)</u> <u>PV3-PV26-PV50</u> <u>Loop: gt1030-gt1029-PT9</u> Vector ID <u>gt1030> gt1029 (PV50)</u> <u>gt1029> PT9 (PV28)</u> <u>gt1030> PT9 (PV14)</u>		PT7_1 PT7_1 gt1029 Length = 622.676 m A3D = 0.029 m To gt1029 PT9 PT9 PT9 PT9	ΔHoriz = 0.023 m ΔX = 0.005 m	22.6.2017 г. 12:12:51 21.6.2017 г. 14:25:32 27.6.2017 г. 9:52:55 AVert = -0.018 m ΔY = -0.010 m Start Time 27.6.2017 г. 9:52:55 21.6.2017 г. 11:37:12 22.6.2017 г. 11:32:05	PPM = 46.608 ΔZ = -0.027 m
<u>gt1030> PT7_1(PV3)</u> <u>gt1029> PT7_1(PV26)</u> <u>gt1030> gt1029 (PV50)</u> <u>PV3-PV26-PV50</u> <u>Loop: gt1030-gt1029-PT9</u> Vector ID <u>gt1030> gt1029 (PV50)</u> <u>gt1029> PT9 (PV28)</u> <u>gt1030> PT9 (PV14)</u> <u>PV50-PV28-PV14</u>		PT7_1 PT7_1 gt1029 Length = 622.676 m A3D = 0.029 m To gt1029 PT9 PT9 PT9 PT9 PT9 PT9 PT9	ΔHoriz = 0.023 m ΔX = 0.005 m	22.6.2017 г. 12:12:51 21.6.2017 г. 14:25:32 27.6.2017 г. 9:52:55 AVert = -0.018 m ΔY = -0.010 m Start Time 27.6.2017 г. 9:52:55 21.6.2017 г. 11:37:12 22.6.2017 г. 11:32:05 AVert = -0.022 m ΔY = -0.001 m	PPM = 46.608 ΔZ = -0.027 m PPM = 25.676 ΔZ = -0.005 m
<u>gt1030> PT7_1(PV3)</u> <u>gt1029> PT7_1(PV26)</u> <u>gt1030> gt1029 (PV50)</u> <u>PV3-PV26-PV50</u> <u>Loop: gt1030-gt1029-PT9</u> Vector ID <u>gt1030> gt1029 (PV50)</u> <u>gt1029> PT9 (PV28)</u> <u>gt1030> PT9 (PV14)</u> <u>PV50-PV28-PV14</u>		PT7_1 PT7_1 gt1029 Length = 622.676 m A3D = 0.029 m To gt1029 PT9 PT9 PT9 Length = 1037.398 m A3D = 0.027 m	ΔHoriz = 0.023 m ΔX = 0.005 m ΔHoriz = 0.016 m ΔX = -0.026 m	22.6.2017 г. 12:12:51 21.6.2017 г. 14:25:32 27.6.2017 г. 9:52:55 AVert = -0.018 m ΔY = -0.010 m Start Time 27.6.2017 г. 9:52:55 21.6.2017 г. 11:37:12 22.6.2017 г. 11:32:05 ΔVert = -0.022 m ΔY = -0.001 m	PPM = 46.608 ΔZ = -0.027 m PPM = 25.676 ΔZ = -0.005 m
<u>gt1030> PT7_1(PV3)</u> <u>gt1029> PT7_1(PV26)</u> <u>gt1030> gt1029 (PV50)</u> <u>PV3-PV26-PV50</u> <u>Loop: gt1030-gt1029-PT9</u> Vector ID <u>gt1030> gt1029 (PV50)</u> <u>gt1029> PT9 (PV28)</u> <u>gt1030> PT9 (PV14)</u> <u>PV50-PV28-PV14</u> Loop: gt1030-gt1010-SOFI		PT7_1 PT7_1 gt1029 Length = 622.676 m A3D = 0.029 m To gt1029 PT9 PT9 PT9 PT9 PT9 PT9 PT9 PT	ΔHoriz = 0.023 m ΔX = 0.005 m ΔHoriz = 0.016 m ΔX =-0.026 m	22.6.2017 г. 12:12:51 21.6.2017 г. 14:25:32 27.6.2017 г. 9:52:55 AVert = -0.018 m ΔY = -0.010 m Start Time 27.6.2017 г. 9:52:55 21.6.2017 г. 11:37:12 22.6.2017 г. 11:32:05 AVert = -0.022 m ΔY = -0.001 m	PPM = 46.608 ΔZ = -0.027 m PPM = 25.676 ΔZ = -0.005 m
<u>gt1030> PT7_1(PV3)</u> <u>gt1029> PT7_1(PV26)</u> <u>gt1030> gt1029 (PV50)</u> <u>PV3-PV26-PV50</u> <u>Loop: gt1030-gt1029-PT9</u> Vector ID <u>gt1030> gt1029 (PV50)</u> <u>gt1029> PT9 (PV28)</u> <u>gt1030> PT9 (PV14)</u> <u>PV50-PV28-PV14</u> <u>Loop: gt1030-gt1010-SOFI</u> Vector ID gt1030> gt1010 (PV38)	From	PT7_1 PT7_1 gt1029 Length = 622.676 m A3D = 0.029 m To gt1029 PT9 PT9 PT9 PT9 PT9 PT9 PT9 PT	ΔHoriz = 0.023 m ΔX = 0.005 m ΔHoriz = 0.016 m ΔX = -0.026 m	22.6.2017 г. 12:12:51 21.6.2017 г. 14:25:32 27.6.2017 г. 9:52:55 AVert = -0.018 m ΔY = -0.010 m Start Time 27.6.2017 г. 9:52:55 21.6.2017 г. 11:37:12 22.6.2017 г. 11:32:05 ΔVert = -0.022 m ΔY = -0.001 m	PPM = 46.608 ΔZ = -0.027 m PPM = 25.676 ΔZ = -0.005 m
<u>gt1030> PT7_1(PV3)</u> <u>gt1029> PT7_1(PV26)</u> <u>gt1030> gt1029 (PV50)</u> <u>PV3-PV26-PV50</u> <u>Loop: gt1030-gt1029-PT9</u> Vector ID <u>gt1030> gt1029 (PV50)</u> <u>gt1029> PT9 (PV28)</u> <u>gt1030> gt1010 (PV14)</u> <u>PV50-PV28-PV14</u> <u>Loop: gt1030-gt1010 (PV38)</u> SOFI> gt1010 (PV126)	From gt1030 SOFI	PT7_1 PT7_1 gt1029 Length = 622.676 m A3D = 0.029 m To gt1029 PT9 PT9 PT9 PT9 PT9 PT9 PT9 PT	ΔHoriz = 0.023 m ΔX = 0.005 m ΔHoriz = 0.016 m ΔX = -0.026 m 0	22.6.2017 г. 12:12:51 21.6.2017 г. 14:25:32 27.6.2017 г. 9:52:55 AVert = -0.018 m ΔY = -0.010 m Start Time 27.6.2017 г. 9:52:55 21.6.2017 г. 11:37:12 22.6.2017 г. 11:32:05 ΔVert = -0.022 m ΔY = -0.001 m Start Time 27.6.2017 г. 10:20:57 25.6.2017 г. 11:20:50	PPM = 46.608 ΔZ = -0.027 m PPM = 25.676 ΔZ = -0.005 m
<u>gt1030> pT7_1 (</u> PV3) <u>gt1029> pT7_1 (</u> PV26) <u>gt1030> gt1029 (</u> PV50) <u>PV3-PV26-PV50</u> <u>Loop: gt1030-gt1029-PT9</u> Vector ID <u>gt1030> gt1029 (</u> PV50) <u>gt1030> gt1029 (</u> PV28) <u>gt1030> pT9 (</u> PV28) <u>gt1030> pT9 (</u> PV14) <u>PV50-PV28-PV14</u> <u>Loop: gt1030-gt1010-SOF1</u> Vector ID <u>gt1030> gt1010 (</u> PV38) <u>SOF1> gt1010 (</u> PV126) <u>SOF1> gt1030 (</u> PV160)	From gt1030 SOFI SOFI	PT7_1 PT7_1 gt1029 Length = 622.676 m A3D = 0.029 m To gt1029 PT9 PT9 PT9 PT9 PT9 PT9 PT9 PT	ΔHoriz = 0.023 m ΔX = 0.005 m ΔHoriz = 0.016 m ΔX = -0.026 m 0 1010 1010	22.6.2017 r. 12:12:51 21.6.2017 r. 14:25:32 27.6.2017 r. 9:52:55 AVert = -0.018 m AY = -0.010 m Start Time 27.6.2017 r. 9:52:55 21.6.2017 r. 11:37:12 22.6.2017 r. 11:37:12 22.6.2017 r. 11:32:05 AVert = -0.022 m AY = -0.001 m Start Time 27.6.2017 r. 10:20:57 25.6.2017 r. 11:20:50 22.6.2017 r. 9:45:02	PPM = 46.608 ΔZ = -0.027 m PPM = 25.676 ΔZ = -0.005 m
<u>gt1030> pT7_1 (</u> PV3) <u>gt1029> pT7_1 (</u> PV26) <u>gt1030> gt1029 (</u> PV50) <u>PV3-PV26-PV50</u> <u>Loop: gt1030-gt1029-PT9</u> Vector ID <u>gt1030> gt1029 (</u> PV50) <u>gt1029> PT9 (</u> PV28) <u>gt1030> pT9 (</u> PV28) <u>gt1030> pT9 (</u> PV14) <u>PV50-PV28-PV14</u> <u>Loop: gt1030-gt1010-SOF1</u> Vector ID <u>gt1030> gt1010 (</u> PV38) <u>SOF1> gt1010 (</u> PV126) <u>SOF1> gt1030 (</u> PV160)	From g1030 SOFI SOFI	PT7_1 PT7_1 g1029 Length = 622.676 m Δ3D = 0.029 m To g1029 PT9 P	ΔHoriz = 0.023 m ΔX = 0.005 m ΔHoriz = 0.016 m ΔX = -0.026 m 0 1010 1010 1030	22.6.2017 г. 12:12:51 21.6.2017 г. 14:25:32 27.6.2017 г. 9:52:55 AVert = -0.018 m AY = -0.010 m Start Time 27.6.2017 г. 9:52:55 21.6.2017 г. 11:37:12 22.6.2017 г. 11:37:12 22.6.2017 г. 11:32:05 AVert = -0.022 m AY = -0.001 m Start Time 27.6.2017 г. 10:20:57 25.6.2017 г. 11:20:50 22.6.2017 г. 9:45:02	PPM = 46.608 ΔZ = -0.027 m PPM = 25.676 ΔZ = -0.005 m
<u>gt1030> pT7_1 (</u> PV3) <u>gt1029> pT7_1 (</u> PV26) <u>gt1030> gt1029 (</u> PV50) <u>PV3-PV26-PV50</u> <u>Loop: gt1030-gt1029-PT9</u> Vector ID <u>gt1030> gt1029 (</u> PV50) <u>gt1029> PT9 (</u> PV28) <u>gt1030> pT9 (</u> PV14) <u>PV50-PV28-PV14</u> <u>Loop: gt1030-gt1010-SOF1</u> Vector ID <u>gt1030> gt1010 (</u> PV38) <u>SOF1> gt1010 (</u> PV126) <u>SOF1> gt1030 (</u> PV160)	From g1030 SOFI SOFI	PT7_1 PT7_1 g1029 Length = 622.676 m A3D = 0.029 m To g1029 PT9 P	ΔHoriz = 0.023 m ΔX = 0.005 m ΔHoriz = 0.016 m ΔX = -0.026 m 0 1010 1010 1030	22.6.2017 г. 12:12:51 21.6.2017 г. 14:25:32 27.6.2017 г. 9:52:55 AVert = -0.018 m AY = -0.010 m Start Time 27.6.2017 г. 9:52:55 21.6.2017 г. 11:37:12 22.6.2017 г. 11:37:12 22.6.2017 г. 11:32:05 AVert = -0.022 m AY = -0.001 m Start Time 27.6.2017 г. 10:20:57 25.6.2017 г. 11:20:50 22.6.2017 г. 9:45:02	PPM = 46.608 ΔZ = -0.027 m PPM = 25.676 ΔZ = -0.005 m
<u>gt1030> pT7_1</u> (PV3) <u>gt1029> pT7_1</u> (PV26) <u>gt1030> gt1029</u> (PV50) <u>PV3-PV26-PV50</u> <u>Loop: gt1030-gt1029-PT9</u> Vector ID <u>gt1030> gt1029</u> (PV50) <u>gt1029> PT9</u> (PV28) <u>gt1030> pT9</u> (PV14) <u>PV50-PV28-PV14</u> <u>Loop: gt1030-gt1010-SOF1</u> Vector ID <u>gt1030> gt1010</u> (PV38) <u>SOF1> gt1010</u> (PV126) <u>SOF1> gt1030</u> (PV160) <u>PV38-PV126-PV160</u>	From g1030 SOFI SOFI	PT7_1 PT7_1 g1029 Length = 622.676 m A3D = 0.029 m To g1029 PT9 PT9 PT9 PT9 PT9 PT9 PT9 PT	ΔHoriz = 0.023 m ΔX = 0.005 m ΔHoriz = 0.016 m ΔX = -0.026 m 0 1010 1010 1030 ΔHoriz = 0.014 m 	22.6.2017 r. 12:12:51 21.6.2017 r. 14:25:32 27.6.2017 r. 9:52:55 AVert = -0.018 m AY = -0.010 m Start Time 27.6.2017 r. 9:52:55 21.6.2017 r. 11:37:12 22.6.2017 r. 11:37:12 22.6.2017 r. 11:32:05 AVert = -0.022 m AY = -0.001 m Start Time 27.6.2017 r. 11:20:50 22.6.2017 r. 11:20:50 22.6.2017 r. 9:45:02 AVert = 0.041 m	PPM = 46.608 ΔZ = -0.027 m PPM = 25.676 ΔZ = -0.005 m
$\begin{array}{l} \underline{t1030 \longrightarrow PT7_1}(PV3) \\ \underline{gt1029 \longrightarrow PT7_1}(PV26) \\ \underline{gt1030 \longrightarrow gt1029}(PV50) \\ \hline \\ \underline{PV3_PV26_PV50} \\ \hline \\ \hline \\ \underline{Loop: gt1030_gt1029_PT9} \\ \hline \\ Vector ID \\ \underline{gt1030 \longrightarrow gt1029}(PV50) \\ \underline{gt1029 \longrightarrow PT9}(PV28) \\ \underline{gt1030 \longrightarrow PT9}(PV14) \\ \hline \\ \underline{PV50_PV28_PV14} \\ \hline \\ \hline \\ \underline{Loop: gt1030_gt1010_SOF1} \\ \hline \\ Vector ID \\ \underline{gt1030 \longrightarrow gt1010}(PV38) \\ \underline{SOF1 \longrightarrow gt1010}(PV126) \\ \underline{SOF1 \longrightarrow gt1030}(PV160) \\ \hline \\ \underline{PV38_PV126_PV160} \\ \hline \end{array}$	From gt1030 SOFI SOFI	PT7_1 PT7_1 g1029 Length = 622.676 m A3D = 0.029 m To g1029 PT9 P	ΔHoriz = 0.023 m ΔX = 0.005 m ΔHoriz = 0.016 m ΔX = -0.026 m 0 1010 1010 1010 ΔHoriz = 0.014 m ΔX = 0.038 m	22.6.2017 r. 12:12:51 21.6.2017 r. 14:25:32 27.6.2017 r. 9:52:55 AVert = -0.018 m AY = -0.010 m Start Time 27.6.2017 r. 9:52:55 21.6.2017 r. 11:37:12 22.6.2017 r. 11:37:12 22.6.2017 r. 11:32:05 AVert = -0.022 m AY = -0.001 m Start Time 27.6.2017 r. 11:20:50 22.6.2017 r. 11:20:50 22.6.2017 r. 9:45:02 AVert = 0.041 m AY = 0.009 m	PPM = 46.608 ΔZ = -0.027 m PPM = 25.676 ΔZ = -0.005 m PPM = 1.793 ΔZ = 0.019 m
<u>gt1030 -> PT7_1</u> (PV3) <u>gt1029 -> PT7_1</u> (PV26) <u>gt1030 -> gt1029</u> (PV50) <u>PV3-PV26-PV50</u> <u>Loop: gt1030-gt1029-PT9</u> Vector ID <u>gt1030 -> gt1029</u> (PV50) <u>gt1029 -> PT9</u> (PV28) <u>gt1030 -> pT9</u> (PV14) <u>PV50-PV28-PV14</u> <u>Loop: gt1030-gt1010-SOF1</u> Vector ID <u>gt1030 -> gt1010</u> (PV38) <u>SOF1 -> gt1010</u> (PV126) <u>SOF1 -> gt1030</u> (PV160) <u>PV38-PV126-PV160</u> Vector ID	From g1030 gOFI gOFI gOFI	PT7_1 PT7_1 g1029 Length = 622.676 m A3D = 0.029 m To g1029 PT9 PT9 PT9 PT9 PT9 PT9 PT9 PT	ΔHoriz = 0.023 m ΔX = 0.005 m ΔHoriz = 0.016 m ΔX = -0.026 m 0 1010 1010 ΔHoriz = 0.014 m ΔX = 0.038 m	22.6.2017 r. 12:12:51 21.6.2017 r. 14:25:32 27.6.2017 r. 9:52:55 AVert = -0.018 m AY = -0.010 m Start Time 27.6.2017 r. 9:52:55 21.6.2017 r. 11:37:12 22.6.2017 r. 11:37:12 22.6.2017 r. 11:32:05 AVert = -0.022 m AY = -0.001 m Start Time 27.6.2017 r. 10:20:57 25.6.2017 r. 11:20:50 22.6.2017 r. 9:45:02 AVert = 0.041 m AY = 0.009 m	PPM = 46.608 ΔZ = -0.027 m PPM = 25.676 ΔZ = -0.005 m PPM = 1.793 ΔZ = 0.019 m
<u>gt1020 -> PT7_1(PV3)</u> <u>gt1029 -> PT7_1(PV26)</u> <u>gt1030 -> gt1029 (PV50)</u> <u>PV3-PV26-PV50</u> <u>Loop: gt1030-gt1029-PT9</u> Vector ID <u>gt1029 -> pT9 (PV28)</u> <u>gt1030 -> pT9 (PV14)</u> <u>PV50-PV28-PV14</u> <u>Loop: gt1030-gt1010-SOFI</u> Vector ID <u>gt1030 -> gt1010 (PV38)</u> <u>SOFI -> gt1010 (PV16)</u> <u>SOFI -> gt1030 (PV160)</u> <u>PV38-PV126-PV160</u> Vector ID <u>gt1030 -> gt1010 (PV38)</u>	From gt1030 SOFI SOFI SOFI	PT7_1 PT7_1 gt1029 Length = 622.676 m A3D = 0.029 m To gt1029 PT9 PT9 PT9 PT9 PT9 PT9 PT9 PT	ΔHoriz = 0.023 m ΔX = 0.005 m ΔHoriz = 0.016 m ΔX = -0.026 m 0 1010 1010 1030 ΔHoriz = 0.014 m ΔX = 0.038 m	22.6.2017 r. 12:12:51 21.6.2017 r. 14:25:32 27.6.2017 r. 9:52:55 AVert = -0.018 m AY = -0.010 m Start Time 27.6.2017 r. 9:52:55 21.6.2017 r. 11:37:12 22.6.2017 r. 11:32:05 AVert = -0.022 m AY = -0.001 m Start Time 27.6.2017 r. 10:20:57 25.6.2017 r. 11:20:50 22.6.2017 r. 9:45:02 AVert = 0.041 m AY = 0.009 m Start Time 27.6.2017 r. 10:20:57	PPM = 46.608 ΔZ = -0.027 m PPM = 25.676 ΔZ = -0.005 m
<u>gt1020> pT7_1(PV3)</u> <u>gt1029> pT7_1(PV26)</u> <u>gt1030> gt1029 (PV50)</u> <u>PV3-PV26-PV50</u> <u>Loop: gt1030-gt1029-PT9</u> Vector ID <u>gt1030> gt1029 (PV50)</u> <u>gt1029> pT9 (PV18)</u> <u>gt1030> pT9 (PV14)</u> <u>PV50-PV28-PV14</u> <u>Loop: gt1030-gt1010-SOFI</u> Vector ID <u>gt1030> gt1010 (PV126)</u> <u>SOFI> gt1010 (PV160)</u> <u>PV38-PV126-PV160</u> Vector ID <u>gt1030> gt1010 (PV38)</u> <u>SOFI> gt1010 (PV38)</u> <u>SOFI> gt1010 (PV38)</u> <u>SOFI> gt1010 (PV38)</u> <u>SOFI> gt1010 (PV38)</u>	From gt1030 SOFI SOFI SOFI From gt1030 SOFI	PT7_1 PT7_1 g1029 Length = 622.676 m A3D = 0.029 m To g1029 PT9 PT9 PT9 PT9 PT9 PT9 PT9 PT	ΔHoriz = 0.023 m ΔX = 0.005 m ΔHoriz = 0.016 m ΔX = -0.026 m 0 1010 1010 1010 ΔHoriz = 0.014 m ΔX = 0.038 m 0	22.6.2017 r. 12:12:51 21.6.2017 r. 14:25:32 27.6.2017 r. 9:52:55 AVert = -0.018 m AY = -0.010 m Start Time 27.6.2017 r. 9:52:55 21.6.2017 r. 11:37:12 22.6.2017 r. 11:32:05 AVert = -0.022 m AY = -0.001 m Start Time 27.6.2017 r. 10:20:57 25.6.2017 r. 11:20:50 22.6.2017 r. 9:45:02 AVert = 0.041 m AY = 0.009 m Start Time 27.6.2017 r. 10:20:57 25.6.2017 r. 10:20:57 25.6.2017 r. 10:20:57 25.6.2017 r. 10:20:57 25.6.2017 r. 10:58:59	PPM = 46.608 ΔZ = -0.027 m PPM = 25.676 ΔZ = -0.005 m PPM = 1.793 ΔZ = 0.019 m
$\begin{array}{l} \underline{\mathfrak{g}(1030 \longrightarrow PT7_1}(PV3)\\ \underline{\mathfrak{g}(1029 \longrightarrow PT7_1}(PV26)\\ \underline{\mathfrak{g}(1030 \longrightarrow \mathfrak{g}(1029 (PV50))\\ \end{array}\\ \hline \\ \underline{PV3_PV26_PV50}\\ \hline \\ \hline \\ \underline{Loop: g(1030_g(1029_PT9)\\ \hline \\ \underline{Vector ID}\\ \underline{\mathfrak{g}(1030 \longrightarrow PT9_(PV28)}\\ \underline{\mathfrak{g}(1030 \longrightarrow PT9_(PV28)}\\ \underline{\mathfrak{g}(1030 \longrightarrow PT9_(PV14))\\ \end{array}\\ \hline \\ \underline{PV50_PV28_PV14}\\ \hline \\ \hline \\ \underline{Loop: g(1030_g(1010_SOFI)\\ \hline \\ \hline \\ \underline{Vector ID}\\ \underline{\mathfrak{g}(1030 \longrightarrow \mathfrak{g}(1010_(PV18))}\\ \underline{SOF1 \longrightarrow \mathfrak{g}(1010_(PV126))}\\ \underline{SOF1 \longrightarrow \mathfrak{g}(1030_(PV160))\\ \end{array}\\ \hline \\ \hline \\ \underline{PV38_PV126_PV160}\\ \hline \\ \hline \\ \underline{Vector ID}\\ \underline{\mathfrak{g}(1030 \longrightarrow \mathfrak{g}(1010_(PV38))}\\ \underline{SOF1 \longrightarrow \mathfrak{g}(1010_(PV38))}\\ \underline{SOF1 \longrightarrow \mathfrak{g}(1010_(PV125))}\\ \underline{SOF1 \longrightarrow \mathfrak{g}(1030_(PV160))\\ \end{array}}$	From gt1030 SOFI SOFI SOFI SOFI SOFI SOFI	PT7_1 PT7_1 gt1029 Length = 622.676 m A3D = 0.029 m To gt1029 PT9 PT9 PT9 PT9 PT9 PT9 PT9 PT9 PT9 PT	ΔHoriz = 0.023 m ΔX = 0.005 m ΔHoriz = 0.016 m ΔX = -0.026 m o tiolo tiolo tiolo tiolo tiolo tiolo tiolo tiolo tiolo tiolo	22.6.2017 r. 12:12:51 21.6.2017 r. 14:25:32 27.6.2017 r. 9:52:55 AVert = -0.018 m AY = -0.010 m Start Time 27.6.2017 r. 9:52:55 21.6.2017 r. 11:37:12 22.6.2017 r. 11:32:05 AVert = -0.022 m AY = -0.001 m Start Time 27.6.2017 r. 10:20:57 25.6.2017 r. 11:20:50 22.6.2017 r. 9:45:02 AVert = 0.041 m AY = 0.009 m Start Time 27.6.2017 r. 10:20:57 25.6.2017 r. 10:58:59 22.6.2017 r. 9:45:02	PPM = 46.608 ΔZ = -0.027 m PPM = 25.676 ΔZ = -0.005 m PPM = 1.793 ΔZ = 0.019 m
$\begin{array}{l} \underline{\mathfrak{g}(1030 \longrightarrow PT7_1}(PV3)\\ \underline{\mathfrak{g}(1029 \longrightarrow PT7_1}(PV26)\\ \underline{\mathfrak{g}(1030 \longrightarrow \mathfrak{g}(1029 (PV50))\\ \end{array}\\ \hline \\ \underline{PV3_PV26_PV50}\\ \hline \\ \hline \\ \underline{Loop: g(1030_g(1029_PT9)\\ \hline \\ \underline{Vector ID}\\ \underline{\mathfrak{g}(1030 \longrightarrow \mathfrak{g}(1029 (PV50))\\ \underline{\mathfrak{g}(1029 \longrightarrow PT9}(PV28)\\ \underline{\mathfrak{g}(1030 \longrightarrow PT9}(PV28)\\ \underline{\mathfrak{g}(1030 \longrightarrow PT9}(PV14)\\ \hline \\ \underline{PV50_PV28_PV14}\\ \hline \\ \hline \\ \underline{Loop: g(1030_g(1010_SOFI)\\ \hline \\ \hline \\ \underline{Vector ID}\\ \underline{\mathfrak{g}(1030 \longrightarrow \mathfrak{g}(1010)(PV18)}\\ \underline{SOFI} \longrightarrow \underline{\mathfrak{g}(1010}(PV126)\\ \underline{SOFI} \longrightarrow \underline{\mathfrak{g}(1030}(PV160)\\ \hline \\ \hline \\ \underline{PV38_PV126_PV160}\\ \hline \\ \hline \\ \hline \\ \underline{Vector ID}\\ \underline{\mathfrak{g}(1030 \longrightarrow \mathfrak{g}(1010)(PV38)}\\ \underline{SOFI} \longrightarrow \underline{\mathfrak{g}(1010}(PV125)}\\ \underline{SOFI} \longrightarrow \underline{\mathfrak{g}(1030}(PV160)\\ \hline \\ \hline$	From gt1030 SOFI SOFI SOFI SOFI SOFI SOFI	PT7_1 PT7_1 gt1029 Length = 622.676 m A3D = 0.029 m To gt1029 PT9 PT9 PT9 PT9 PT9 PT9 PT9 PT9 PT9 PT	ΔHoriz = 0.023 m ΔX = 0.005 m ΔHoriz = 0.016 m ΔX = -0.026 m o til010 til010 til010 til010 ΔHoriz = 0.014 m ΔX = 0.038 m	22.6.2017 г. 12:12:51 21.6.2017 г. 14:25:32 27.6.2017 г. 9:52:55 AVert = -0.018 m AY = -0.010 m Start Time 27.6.2017 г. 9:52:55 21.6.2017 г. 11:37:12 22.6.2017 г. 11:32:05 AVert = -0.022 m AY = -0.001 m Start Time 27.6.2017 г. 10:20:57 25.6.2017 г. 11:20:50 22.6.2017 г. 9:45:02 AVert = 0.041 m AY = 0.009 m Start Time 27.6.2017 г. 10:20:57 25.6.2017 г. 10:58:59 22.6.2017 г. 9:45:02	PPM = 46.608 ΔZ = -0.027 m PPM = 25.676 ΔZ = -0.005 m PPM = 1.793 ΔZ = 0.019 m
$\frac{g(1030> pT7_1(PV3)}{g(1029> pT7_1(PV26)}$ $\frac{g(1030> g(1029 (PV50))}{g(1030> g(1029 (PV50))}$ $\frac{PV3 - PV26 - PV50}{PV3 - PV26 - PV50}$ Vector ID $\frac{g(1030> g(1029 (PV50))}{g(1029> PT9 (PV28)}$ $\frac{g(1030> pT9 (PV28)}{g(1030> PT9 (PV14))}$ $\frac{PV50 - PV28 - PV14}{PV50 - PV28 - PV14}$ Vector ID $\frac{g(1030> g(1010 (PV38))}{SOF1> g(1010 (PV160))}$ $\frac{PV38 - PV126 - PV160}{PV38 - PV126 - PV160}$ Vector ID $\frac{g(1030> g(1010 (PV18))}{g(1030> g(1010 (PV18))}$ $\frac{SOF1> g(1010 (PV18))}{g(1030> g(1010 (PV18))}$ $\frac{SOF1> g(1010 (PV18))}{SOF1> g(1030 (PV160))}$	From gt1030 SOFI SOFI SOFI SOFI SOFI SOFI SOFI	PT7_1 PT7_1 gt1029 Length = 622.676 m A3D = 0.029 m To gt1029 PT9 PT9 PT9 PT9 PT9 PT9 PT9 PT	ΔHoriz = 0.023 m $\Delta X = 0.005 m$ ΔHoriz = 0.016 m $\Delta X = -0.026 m$ 0 1010 1010 1010 1010 1010 1010 1010 1010 1010 1010 1010 1010 1010 1010 1010	22.6.2017 r. 12:12:51 21.6.2017 r. 14:25:32 27.6.2017 r. 9:52:55 AVert = -0.018 m AY = -0.010 m Start Time 27.6.2017 r. 9:52:55 21.6.2017 r. 11:37:12 22.6.2017 r. 11:32:05 AVert = -0.022 m AY = -0.001 m Start Time 27.6.2017 r. 10:20:57 25.6.2017 r. 11:20:50 22.6.2017 r. 9:45:02 AVert = 0.041 m AY = 0.009 m Start Time 27.6.2017 r. 10:20:57 25.6.2017 r. 10:58:59 22.6.2017 r. 10:58:59 22.6.2017 r. 9:45:02	PPM = 46.608 ΔZ = -0.027 m PPM = 25.676 ΔZ = -0.005 m PPM = 1.793 ΔZ = 0.019 m
<u>gt1030> pT7_1(PV3)</u> <u>gt1029> pT7_1(PV26)</u> <u>gt1030> gt1029 (PV50)</u> <u>PV3-PV26-PV50</u> <u>Vector ID</u> <u>gt1030> gt1029 (PV50)</u> <u>gt1030> gt1029 (PV50)</u> <u>gt1030> pT9 (PV14)</u> <u>PV50-PV28-PV14</u> <u>Loop: gt1030-gt1010 (PV38)</u> <u>SOFI> gt1010 (PV186)</u> <u>SOFI> gt1010 (PV160)</u> <u>PV38-PV126-PV160</u> <u>Vector ID</u> <u>gt1030> gt1010 (PV188)</u> <u>SOFI> gt1030 (PV160)</u>	From gt1030 SOFI SOFI SOFI gt1030 SOFI SOFI SOFI	PT7_1 PT7_1 gt1029 Length = 622.676 m A3D = 0.029 m To gt1029 PT9 PT9 PT9 PT9 PT9 PT9 PT9 PT	ΔHoriz = 0.023 m ΔX = 0.005 m ΔHoriz = 0.016 m ΔX = -0.026 m 0 (1010 (1010 (1010) (1010) (1010) (1010) (1010) (1010) (1010) ΔHoriz = 0.014 m ΔX = 0.038 m	$22.6.2017 r. 12:12:51 21.6.2017 r. 14:25:32 27.6.2017 r. 9:52:55 AVert = -0.018 m \Delta Y = -0.010 mStart Time27.6.2017 r. 9:52:5521.6.2017 r. 11:37:1222.6.2017 r. 11:32:05AVert = -0.022 m\Delta Y = -0.001 mStart Time27.6.2017 r. 10:20:5725.6.2017 r. 11:20:5022.6.2017 r. 9:45:02AVert = 0.041 m\Delta Y = 0.009 mStart Time27.6.2017 r. 10:58:5922.6.2017 r. 10:58:5922.6.2017 r. 9:45:02AVert = 0.028 m\Delta Y = 0.009 m$	PPM = 46.608 $\Delta Z = -0.027 \text{ m}$ PPM = 25.676 $\Delta Z = -0.005 \text{ m}$ PPM = 1.793 $\Delta Z = 0.019 \text{ m}$ PPM = 1.254 $\Delta Z = 0.013 \text{ m}$
<u>gt1020> pT7_1(PV3)</u> <u>gt1020> gt1029 (PV50)</u> <u>PV3-PV26-PV50</u> <u>Loop: gt1030-gt1029-PT9</u> Vector ID <u>gt1030> gt1029 (PV50)</u> <u>gt1029> PT9 (PV28)</u> <u>gt1030> pT9 (PV14)</u> <u>PV50-PV28-PV14</u> <u>Loop: gt1030-gt1010-SOFI</u> Vector ID <u>gt1030> gt1010 (PV18)</u> <u>SOFI> gt1030 (PV160)</u> <u>PV38-PV126-PV160</u> Vector ID <u>gt1030> gt1010 (PV188)</u> <u>SOFI> gt1030 (PV160)</u> <u>PV38-PV125-PV160</u>	From gt1030 SOFI SOFI SOFI gt1030 SOFI SOFI SOFI	PT7_1 PT7_1 gt1029 Length = 622.676 m 33D = 0.029 m To gt1029 PT9 PT9 PT9 PT9 PT9 PT9 PT9 PT9 PT9 PT	ΔHoriz = 0.023 m ΔX = 0.005 m ΔHoriz = 0.016 m ΔX = -0.026 m 0 1010 1010 1010 1010 1010 1010 1010 1010 ΔHoriz = 0.014 m ΔX = 0.038 m 0 ΔHoriz = 0.012 m ΔX = 0.027 m	22.6.2017 r. 12:12:51 21.6.2017 r. 14:25:32 27.6.2017 r. 9:52:55 AVert = -0.018 m ΔY = -0.010 m Start Time 27.6.2017 r. 9:52:55 21.6.2017 r. 11:37:12 22.6.2017 r. 11:32:05 AVert = -0.022 m ΔY = -0.001 m Start Time 27.6.2017 r. 10:20:57 25.6.2017 r. 11:20:50 22.6.2017 r. 9:45:02 AVert = 0.041 m ΔY = 0.009 m Start Time 27.6.2017 r. 10:58:59 22.6.2017 r. 10:58:59 22.6.2017 r. 9:45:02 AVert = 0.028 m ΔY = 0.002 m	PPM = 46.608 ΔZ = -0.027 m PPM = 25.676 ΔZ = -0.005 m PPM = 1.793 ΔZ = 0.019 m PPM = 1.254 ΔZ = 0.013 m
<u>gt1030> pT7_1(PV3)</u> <u>gt1029> pT7_1(PV26)</u> <u>gt1030> gt1029 (PV50)</u> <u>PV3-PV26-PV50</u> <u>Vector ID</u> <u>gt1030> gt1029 (PV50)</u> <u>gt1030> gt1029 (PV50)</u> <u>gt1030> pT9 (PV14)</u> <u>PV50-PV28-PV14</u> <u>Loop: gt1030-gt1010 (PV38)</u> <u>SOFI> gt1010 (PV186)</u> <u>SOFI> gt1010 (PV160)</u> <u>PV38-PV126-PV160</u> <u>Vector ID</u> <u>gt1030> gt1010 (PV188)</u> <u>SOFI> gt1010 (PV186)</u> <u>PV38-PV125-PV160</u> <u>Loop: gt1030-gt1011-SOFI</u>	From gt1030 SOFI SOFI SOFI SOFI SOFI SOFI SOFI	PT7_1 PT7_1 gt1029 Length = 622.676 m 33D = 0.029 m To gt1029 PT9 PT9 PT9 PT9 PT9 PT9 PT9 PT9 PT9 PT	ΔHoriz = 0.023 m ΔX = 0.005 m ΔHoriz = 0.016 m ΔX = -0.026 m 0 1010 1010 1010 1010 1010 1010 ΔHoriz = 0.014 m ΔX = 0.038 m 0 ΔHoriz = 0.012 m ΔX = 0.027 m	22.6.2017 r. 12:12:51 21.6.2017 r. 14:25:32 27.6.2017 r. 9:52:55 AVert = -0.018 m ΔY = -0.010 m Start Time 27.6.2017 r. 9:52:55 21.6.2017 r. 11:37:12 22.6.2017 r. 11:32:05 AVert = -0.022 m ΔY = -0.001 m Start Time 27.6.2017 r. 10:20:57 25.6.2017 r. 11:20:50 22.6.2017 r. 9:45:02 AVert = 0.041 m ΔY = 0.009 m Start Time 27.6.2017 r. 10:58:59 22.6.2017 r. 10:58:59 22.6.2017 r. 9:45:02 AVert = 0.028 m ΔY = 0.002 m	PPM = 46.608 ΔZ = -0.027 m PPM = 25.676 ΔZ = -0.005 m PPM = 1.793 ΔZ = 0.019 m PPM = 1.254 ΔZ = 0.013 m

ПРОВЕРКА НА ГЕОМЕТРИЧНИ УСЛОВИЯ

Приложение 4

PV50-PV33-PV15 Loop: gt1010-PT14-PT13 Vector ID PT14> gt1010 (PV40) PT14 -2	From <u>PT14</u> PT12	Δ3D = 0.004 m To gt1010	ΔX = -0.002 m	Start Time 25.6.2017 r. 11:20:54	$\Delta Z = 0.003 \text{ m}$
PV50-PV33-PV15 Loop: gt1010-PT14-PT13		$\Delta 3D = 0.004 \text{ m}$	ΔX = -0.002 m	A1 = 0.002 m	$\Delta Z = 0.003 \text{ m}$
<u>PV50-PV33-PV15</u>		$\Delta 3 D = 0.004 m$	$\Delta X = -0.002 m$	A1 = 0.002 m	$\Delta Z = 0.003 \text{ m}$
		Length = 566.406 m	Δ Horiz = 0.004 m	$\Delta Vert = 0.001 m$ $\Delta V = 0.002 m$	PPM = 6.626
<u>gt1029> P16_1 (</u> PV33) <u>gt1030> PT6_1 (</u> PV15)		<u>P16_1</u> <u>PT6_1</u>		21.6.2017 г. 14:10:57 22.6.2017 г. 10:24:41	
Vector ID <u>gt1030> gt1029 (</u> PV50)		To <u>gt1029</u>		Start Time 27.6.2017 г. 9:52:55	
Loop: gt1030-gt1029-PT6_1					
<u>PV45-PV175-PV176</u>		Length = 1315.175 m Δ3D = 0.011 m	$\Delta Horiz = 0.006 m$ $\Delta X = 0.010 m$	$\Delta Vert = 0.009 m$ $\Delta Y = 0.000 m$	PPM = 8.254 $\Delta Z = 0.003 \text{ m}$
<u>pt4> pt19 (</u> PV176)	<u>pt4</u>	<u>pt19</u>		25.6.2017 г. 12:11:52	
$\frac{pt19 -> PT17}{(PV175)}$	<u>pt4</u> <u>pt19</u>	<u>PT17</u> PT17		25.6.2017 г. 12:11:52	
Vector ID $pt4 \rightarrow PT17 (PV45)$	From	To		Start Time	
Loop: pt4-PT17-pt19					
<u>PV42-PV165-PV160</u>		Length = 23639.617 m ∆3D = 0.020 m	$\begin{array}{l} \Delta Horiz = 0.012 \mbox{ m} \\ \Delta X = 0.020 \mbox{ m} \end{array}$	ΔVert = 0.016 m ΔY = 0.002 m	$PPM = 0.865$ $\Delta Z = 0.003 \text{ m}$
<u>SOFI> gt1030 (</u> PV160)		<u>gt1011</u> <u>gt1030</u>		22.6.2017 г. 9:45:02	
SOFI> gt1011 (PV165)	<u>s</u> ofi <u>s</u> ofi	<u>gt101</u> gt103	<u>1</u> 0	26.6.2017 г. 10:10:35	

ИЗРАВНЕНИЕ НА ГНСС МРЕЖА

Приложение 5

Информация за проекта	L	Информация за студентите	Геодезическа ко	ординатна система
Име:	D:\Praktiki\2017\GNSS	Участвали в	Проекция:	UTM
	\Praktika_Final_GNSS.	измерванията:		
	vce	Участвали в	Хор. реф.	ETRS89
		обработката:	система:	
Размер:	276 KB	•	Зона:	35 North (27E)
Променен на:	17.7.2017 г.		Геоид:	
-	15:06:50 (UTC:3)			
Часова зона:	FLE Standard Time		Верт. реф.	
			система:	
Идентификатор:				
Описание:				

Отчет за изравнение на мрежа

Настройки на изравнението

Априорни грешки в станционирането

ГНСС	
Височина на антена:	0.000 m
Центриране:	0.000 m
Тотална станция	
Височина на инструмента:	0.000 m
Центриране на инструмента:	0.000 m
Височина на сигнала:	0.000 m
Центриране на сигнала:	0.000 m
Нивелация	
Грешка на 1 km двоен ход:	0.0007 m
Грешка на отделна станция:	0.0000 m
Ковариационни единици	
Хоризонтални:	
Тип на линейната грешка ⁷⁵ [E]:	U.S.
Константа [С]:	0.000 m
Доверителен коефициент [S]:	1.000
Тримерни:	
Тип на линейната грешка [Е]:	U.S.
Константа [С]:	0.000 m
Доверителен коефициент [S]:	1.000

 $^{^{75}}$ **U.S.** означава стандартна грешка на оценката на изравнената величина

Резултати от изравнението

Брой итерации за успешно изравнение:	2
Дисперсия (D) на единица тежест за мрежата:	5.47
Хи-квадрат тест (95%):	Failed
Доверителна вероятност:	1-sigma
Степени на свобода:	85

Статистика за обработените ГНСС вектори

Дисперсия на единица тежест след изравнението:	5.47
Свръхизмервания:	85.00
Априорна тежест:	1.00

Статистика за ъглово-дължинните измервания

Хоризонтална посока:	D на ед. тежест:	Свръхизмервания:	Апр. тежест:
Вертикален ъгъл:	D на ед. тежест:	Свръхизмервания:	Апр. тежест:
Наклонено разстояние:	D на ед. тежест:	Свръхизмервания:	Апр. тежест:

Статистика за нивелачните измервания

Дисперсия на единица тежест след изравнението:	1.00
Свръхизмервания:	0.00
Априорна тежест:	1.00

Сравнение на координатите на изходните точки

Разлики между известните координати и височини (h – наделипсоидна, H – нормална/ортометрична) на точките и изравнените им стойности.

Талина	Δx	Δy	Δh	ΔΗ
104Ka	(Meter)	(Meter)	(Meter)	(Meter)
gt1010	0.027	-0.017	0.057	?
gt1011	-0.001	0.006	0.024	?
gt1028	0.015	0.038	0.201	?
gt1029	0.003	-0.030	0.031	?
gt1030	0.006	-0.011	0.088	?
HP139	?	?	?	0.000

Ограничения за изходните точки

Тоние	Т	σ _x	σ _y	σh	σн			
ТОЧКА	Тип	(Meter)	(Meter)	(Meter)	(Meter)			
0115_Kostinbrod	Global	Fixed	Fixed	Fixed				
SOFI	Global	Fixed	Fixed	Fixed				
Фиксирани = 0.00000	Фиксирани = 0.000001(Meter)							

Тонио	X	σ	У	σy	Н	σн	Ограниче-
ТОЧКА	(Meter)	(Meter)	(Meter)	(Meter)	(Meter)	(Meter)	ние
0115_Kostinbrod	4746862.866	?	189546.965	?	?	?	LLh
1	?	?	?	?	594.988	0.003	
10	?	?	?	?	603.678	0.002	
11	?	?	?	?	605.364	0.002	
12	?	?	?	?	605.487	0.003	
13	?	?	?	?	606.210	0.003	
14	?	?	?	?	603.108	0.003	
2	?	?	?	?	596.501	0.002	
3	?	?	?	?	597.376	0.002	
4	?	?	?	?	599.332	0.002	
5	?	?	?	?	597.837	0.001	
6	?	?	?	?	598.066	0.001	
7	?	?	?	?	599.798	0.001	
8	?	?	?	?	601.199	0.001	
9	?	?	?	?	602.771	0.002	
gt1010	4729210.701	0.008	201567.404	0.006	?	?	
gt1011	4728633.585	0.011	201606.949	0.009	?	?	
gt1028	4728628.131	0.006	200593.603	0.005	604.950	0.002	
gt1029	4728967.882	0.006	200627.645	0.005	?	?	
gt1030	4729065.864	0.006	200845.056	0.005	598.932	0.002	
pt1	4729142.716	0.009	200804.651	0.007	598.432	0.002	
pt10	4728839.427	0.009	201088.055	0.007	?	?	
pt11	4728891.917	0.011	201117.647	0.008	?	?	
pt12	4729058.988	0.009	201128.518	0.007	?	?	
pt13	4728694.274	0.009	201031.160	0.007	?	?	
pt14	4728773.168	0.007	200931.663	0.006	?	?	
pt15	4728798.544	0.009	200770.346	0.009	?	?	

Изравнени проекционни координати

ИЗРАВНЕНИЕ НА ГНСС МРЕЖА

pt17	4728690.822	0.010	200606.346	0.007	604.492	0.002	
pt19	4728914.019	0.016	200613.217	0.014	602.062	0.002	
pt2	4729103.968	0.008	200878.256	0.006	597.680	0.002	
pt3	4729041.146	0.009	200805.428	0.006	599.783	0.002	
pt4	4729142.680	0.021	201028.553	0.019	595.698	0.002	
pt5	4728984.946	0.008	200968.249	0.006	?	?	
pt6	4728909.295	0.008	200771.380	0.006	601.094	0.001	
pt7	4728922.781	0.008	200863.645	0.006	599.574	0.001	
pt9	4728954.527	0.008	201125.351	0.006	?	?	
SOFI	4717823.793	?	204016.767	?	?	?	LLh
HP139	?	?	?	?	595.182	0.003	

Изравнени географски координати

T	D	T	h	$\sigma_{\rm h}$	0
Точка	В	L	(Meter)	(Meter)	Ограничение
0115_Kostinb rod	N42°48'40.88378"	E23°12'10.66450"	598.849	?	LLh
gt1010	N42°39'26.96437"	E23°21'32.35909"	629.634	0.019	
gt1011	N42°39'08.34709"	E23°21'35.18310"	630.090	0.029	
gt1028	N42°39'06.75494"	E23°20'50.77727"	650.045	0.020	
gt1029	N42°39'17.79500"	E23°20'51.62532"	646.850	0.021	
gt1030	N42°39'21.26927"	E23°21'00.96944"	643.724	0.020	
pt1	N42°39'23.69927"	E23°20'59.05271"	643.220	0.025	
pt10	N42°39'14.28270"	E23°21'12.04963"	641.726	0.026	
pt11	N42°39'16.02233"	E23°21'13.24740"	640.994	0.023	
pt12	N42°39'21.44301"	E23°21'13.40769"	639.477	0.023	
pt13	N42°39'09.50683"	E23°21'09.83058"	644.236	0.024	
pt14	N42°39'11.92036"	E23°21'05.32009"	644.710	0.021	
pt15	N42°39'12.51582"	E23°20'58.20119"	646.683	0.024	
pt17	N42°39'08.80111"	E23°20'51.21697"	649.884	0.022	
pt19	N42°39'16.03212"	E23°20'51.09499"	647.585	0.042	
pt2	N42°39'22.54854"	E23°21'02.35255"	642.493	0.023	
	N42°39'20.41414"	E23°20'59.27922"	644.562	0.028	
pt4	N42°39'24.01115"	E23°21'08.86736"	640.505	0.055	
pt5	N42°39'18.82347"	E23°21'06.52271"	642.879	0.021	
pt6	N42°39'16.10055"	E23°20'58.03664"	646.022	0.024	
pt7	N42°39'16.66590"	E23°21'02.05532"	644.674	0.022	
pt9	N42°39'18.05880"	E23°21'13.46660"	640.307	0.021	
SOFI	N42°33'21.93089"	E23°23'41.02200"	1119.549	?	LLh

Танна	X	σχ	Y	σγ	Z	σz	σ3D	Ограни-
1 ОЧКА	(Meter)	(Meter)	(Meter)	(Meter)	(Meter)	(Meter)	(Meter)	чение
0115_Kostinbrod	4307579.098	?	1846494.392	?	4312558.567	?	?	LLh
gt1010	4313205.010	0.014	1862826.154	0.009	4300023.575	0.015	0.022	
gt1011	4313537.197	0.022	1863039.696	0.014	4299601.344	0.019	0.032	
gt1028	4313982.223	0.014	1862130.020	0.008	4299578.727	0.014	0.021	
gt1029	4313760.466	0.014	1862055.339	0.008	4299827.135	0.015	0.022	
gt1030	4313607.298	0.014	1862221.052	0.008	4299903.870	0.014	0.022	
pt1	4313577.610	0.018	1862160.681	0.012	4299958.678	0.017	0.028	
pt10	4313640.031	0.018	1862510.097	0.010	4299743.947	0.019	0.028	
pt11	4313595.325	0.017	1862520.513	0.010	4299782.935	0.018	0.027	
pt12	4313488.790	0.016	1862478.491	0.010	4299904.935	0.016	0.025	
pt13	4313753.445	0.017	1862504.006	0.010	4299637.251	0.018	0.026	
pt14	4313748.159	0.015	1862389.809	0.008	4299692.352	0.015	0.023	
pt15	4313802.335	0.016	1862236.567	0.012	4299707.204	0.019	0.027	
pt17	4313938.863	0.015	1862122.214	0.010	4299625.060	0.017	0.025	
pt19	4313799.593	0.030	1862059.071	0.021	4299787.623	0.030	0.047	
pt2	4313569.420	0.016	1862239.015	0.009	4299932.070	0.016	0.025	
pt3	4313639.540	0.020	1862193.035	0.011	4299885.029	0.021	0.031	
pt4	4313481.178	0.047	1862362.554	0.021	4299963.917	0.033	0.061	
pt5	4313603.543	0.015	1862357.212	0.008	4299847.787	0.016	0.023	
pt6	4313734.556	0.017	1862203.224	0.010	4299788.117	0.017	0.026	
pt7	4313686.510	0.016	1862282.190	0.009	4299800.035	0.017	0.025	
pt9	4313553.787	0.015	1862508.017	0.009	4299828.689	0.015	0.023	
FI	4319372.426	?	1868687.540	?	4292063.726	?	?	LLh

Изравнени геоцентрични координати

T	Голяма полуос	Малка полуос	A
Іочка	(Meter)	(Meter)	Азимут
gt1010	0.008	0.006	16°
gt1011	0.012	0.008	155°
gt1028	0.006	0.005	14°
gt1029	0.006	0.005	12°
gt1030	0.006	0.005	13°
pt1	0.009	0.007	163°
pt10	0.009	0.007	22°
pt11	0.011	0.008	12°
pt12	0.009	0.006	175°
pt13	0.009	0.007	10°
pt14	0.007	0.006	13°
pt15	0.010	0.008	37°
pt17	0.010	0.007	3°
pt19	0.016	0.014	168°
pt2	0.008	0.006	20°
pt3	0.009	0.006	1°
pt4	0.022	0.017	37°
pt5	0.008	0.006	17°
pt6	0.008	0.006	179°
pt7	0.008	0.006	20°
pt9	0.008	0.006	14°

Компоненти на елипсите на грешките

Изравнени ГНСС измервания

Трансформационни параметри

Отклонение по В:	0.000 sec (1-sigma)
Отклонение по L:	0.000 sec (1-sigma)

Завъртане на азимута: -0.071 sec (1-sigma) 0.072 sec

Мащабно число: 0.99999986 (1-sigma) 0.00000035

Вектор		Компоненти	Стандартни грешки след изравнението	Отклонения	Нормирани отклонения
	Az	59°01'14"	4.131 sec	12.311 sec	1.469
gt1029> pt2 (PV23)	Δh	-4.356 m	0.012 m	0.005 m	0.272
	d	284.976 m	0.006 m	-0.034 m	-3.301
	Az	38°35'26"	16.559 sec	2.466 sec	0.358
gt1030> pt2 (PV5)	Δh	-1.231 m	0.011 m	0.001 m	0.149
	d	50.504 m	0.005 m	0.008 m	3.275
	Az	243°15'55"	3.647 sec	1.618 sec	0.264
gt1030> gt1029 (PV50)	Δh	3.126 m	0.008 m	-0.008 m	-0.467
	d	238.302 m	0.003 m	0.010 m	3.266
	Az	42°52'37"	6.158 sec	3.601 sec	0.517
gt1029> pt1 (PV32)	Δh	-3.630 m	0.017 m	-0.006 m	-0.286
	d	248.618 m	0.005 m	-0.028 m	-2.605
	Az	64°23'05"	2.460 sec	2.847 sec	2.539
gt1028> pt10 (PV8)	Δh	-8.319 m	0.017 m	0.009 m	0.773
	d	537.330 m	0.007 m	0.003 m	0.925
	Az	329°47'31"	10.007 sec	11.193 sec	2.490
gt1030> pt1 (PV6)	Δh	-0.504 m	0.016 m	0.009 m	0.770
	d	86.766 m	0.007 m	0.000 m	0.037
	Az	103°06'45"	3.805 sec	-4.758 sec	-0.615
gt1029> pt10 (PV30)	Δh	-5.123 m	0.018 m	-0.020 m	-0.820
	d	477.658 m	0.006 m	-0.025 m	-2.389

Ковариационни условия

От точка	Към точка		Компоненти	Стандартни грешки след изравнението	σ _{ху} (относителна линейна грешка)	бзр (относителна линейна грешка)
		Az	232°12'08"	3.541 sec	1 : 58785	1 : 58386
ot1010	nt11	Δh	11.360 m	0.018 m		
50000	pui	ΔH	? m	? m		
		d	550.891 m	0.009 m		
		Az	223°36'34"	2.155 sec	1 : 89305	1:89084
ot1010	nt13	Δh	14.602 m	0.018 m		
gilolo	ptis	ΔН	? m	? m		
		d	743.964 m	0.008 m		
		Az	232°59'40"	1.812 sec	1 : 111990	1:111707
ot1010	nt14	Δh	15.075 m	0.014 m		
gilolo	pui	ΔН	? m	? m		
		d	771.214 m	0.007 m		
		Az	240°11'16"	1.954 sec	1 : 93065	1:93838
ot1010	nt15	Δh	17.049 m	0.018 m		
grioro	Pric	ΔН	? m	? m		
		d	896.688 m	0.010 m		
		Az	239°07'13"	1.709 sec	1 : 138167	1 : 137598
ot1010	nt17	Δh	20.250 m	0.016 m		
8.1.010	P ,	ΔН	? m	? m		
		d	1091.896 m	0.008 m		
		Az	165°23'38"	0.118 sec	1 : 1481546	1 : 1497232
ot1010	SOFI	Δh	489.915 m	0.019 m		
50000	5011	ΔH	? m	? m		
		d	11639.367 m	0.008 m		
		Az	286°22'47"	2.051 sec	1 : 104958	1 : 108043
ot1011	ot1029	Δh	16.760 m	0.025 m		
guion	griozy	ΔH	? m	? m		
		d	1034.066 m	0.010 m		
		Az	273°32'55"	4.346 sec	1 : 58687	1:60332
ot1011	nt13	Δh	14.146 m	0.025 m		
5.1011	502	ΔΗ	? m	? m		
		d	578.575 m	0.010 m		

		Az	164°58'00"	0.154 sec	1 : 950169	1 : 914041
gt1011	SOFI	Δh	489.459 m	0.029 m		
8.1.011	2011	ΔН	? m	? m		ľ
		d	11067.543 m	0.012 m		
		Az	?	?	?	?
ot1028	11	Δh	? m	? m		
511020		ΔН	0.415 m	0.001 m		ľ
		d	? m	? m		
		Az	64°23'05"	2.492 sec	1 : 81981	1 : 80954
ot1028	nt10	Δh	-8.319 m	0.017 m		
5.1.020	P	ΔН	? m	? m		ľ
		d	537.330 m	0.007 m		
		Az	60°48'15"	3.075 sec	1 : 73760	1 : 73000
ot1028	pt11	Δh	-9.051 m	0.015 m		
5.1.020	P	ΔН	? m	? m		ľ
		d	586.280 m	0.008 m		
		Az	78°55'39"	3.244 sec	1 : 78781	1 : 77974
ot1028	pt13	Δh	-5.809 m	0.016 m		
5.1020	P	ΔН	? m	? m		
		d	442.218 m	0.006 m		

** 1		** 1	-	
Информация за проекта		Информация за студенти	Геодезическа ко	оординатна система
Файл:	D:\Praktiki\2017\	Участвали на	Проекция:	UTM
	GNSS\Praktika_F	терен:		
	inal_GNSS.vce	Участвали в	Хор. реф.	ETRS89
		обработката:	система:	
Размер:	255 KB	-	Зона:	Default
Променен на:	18.7.2017 г.		Геоид:	
	17:26:55 (UTC:3)			
Часова зона:	FLE Standard		Верт. реф.	
	Time		система:	
Идентификатор:				
Описание:				

Локални трансформационни параметри

Хоризонтални трансформационни параметри

Транслация по у: Транслация по х: Ротация: Координата у на изходната точка: Координата х на изходната точка: Мащабно число: 8299954.863 m -130097.291 m -2°25'47" 201048.131 m 4728901.233 m 0.9993183887

Вертикални трансформационни параметри

Транслация по h в изходната точка:: Наклон на равнината по у: Наклон на равнината по х: Координата у на изходната точка: Координата х на изходната точка:

-44.704 m 0.000025702136671280 ppm 0.000140592968296356 ppm 8501508.335 m 4599134.922 m

Разлики между координатните системи

~~

Ооща статистика					
Максимална разлика Средна квадратна грешка			Точка		
		на разликите			
Хоризонтални	0.039 m	0.024 m	gt1028		
Вертикални	-0.030 m	0.019 m	gt1030		
Тримерни	0.037 m	0.027 m	gt1029		

Начин на определяне на разликите: изчислени координати минус локални Локални координати (КС1970, ГНСС координатна система Изчислени координати след (ETRS89, 2005.0) Балтийска височинна система) трансформацията gt1010 1970 gt1010 Точка gt1010 Точка Точка N42°39'26.96436" 8501508.330 m 8501508.335 m В x х E23°21'32.35909" 4599134.922 m 4599134.930 m L у у Ĥ 584.921 m h 629.634 m 584.930 m H Δ_{xy} 0.010 m Horz and Vert Тип 0.009 m Δ_h 0.013 m Δ_{3D} gt1011 1970 gt1011 gt1011 Точка Точка Точка N42°39'08.34708" 8501572.268 m 8501572.270 m В X х 4598560.393 m E23°21'35.18310" 4598560.370 m L y H y H 585.309 m 630.090 m 585.307 m h 0.023 m Horz and Vert Δ_{xy} Тип -0.002 m Δ_h 0.023 m Δ_{3D} gt1028 1970 Точка gt1028 Точка gt1028 Точка N42°39'06.75493" 8500560.754 m 8500560.790 m B X х E23°20'50.77727" 4598512.015 m L 4598512.030 m у у Ĥ 605.401 m h 650.045 m H 605.229 m Δ_{xy} 0.039 m Тип Horizontal Δ_{h} m Δ_{3D} m gt1029 N42°39'17.79500" gt1029_1970 8500580.320 m Точка Точка gt1029 Точка 8500580.349 m В X х 4598852.670 m L E23°20'51.62532" 4598852.672 m у y 646.849 m H 602.082 m H 602.059 m h Δ_{xy} 0.029 m Horz and Vert Тип 0.023 m Δ_h 0.037 m Δ_{3D} gt1030 gt1030 gt1030_1970 Точка Точка Точка 8500793.265 m N42°39'21.26927" 8500793.260 m В X X E23°21'00.96944" 4598959.709 m L 4598959.710 m y H у 599.007 m Η 598.977 m h 643.724 m 0.005 m Horz and Vert Δ_{xy} Тип -0.030 m Δ_h 0.030 m Δ_{3D}

Разлики по отделни точки

СРАВНЕНИЕ НА КООРДИНАТИ

Project file data		Coordinate System	
Name:	$D:\Praktiki\2017\GNSS\Praktika_Final_GNSS.v$	Name:	UTM
Size:	ce 283 KB	Datum:	ETRS89
Modified:	17.7.2017 г. 17:39:45 (UTC:3)	Zone:	35 North
Time zone:	FLE Standard Time	Geoid:	
Reference number:		Vertical datum:	

Additional Coordinate System Details

Local Site Settings			
Project latitude:	N42°39'21.26927"	Ground scale factor:	1
Project longitude:	E23°21'00.96944"	False northing offset:	0.000
oject height:	643.724	False easting offset:	0.000

Point Comparison Report

Horizontal search:	1.000 m	Horizontal tolerance:	0.020 m
Vertical search:	1.000 m	Vertical tolerance:	0.050 m
Selected points:	49 / 63	Point-pairs found:	18

From Point	To Point	Δ Horizontal	North Azimuth	Δ Easting	Δ Northing	Δ Vertical
gt1010	gt1010	0.024 m	77°07'03"	0.023 m	0.005 m	0.007 m
gt1011	gt1011	0.021 m	112°44'58'	0.019 m	-0.008 m	-0.030 m
gt1028	gt1028	0.017 m	107°53'43'	0.016 m	-0.005 m	0.124 m
gt1029	gt1029	0.018 m	149°10'33'	0.009 m	-0.015 m	-0.097 m
gt1030	gt1030	0.019 m	157°24'45'	0.007 m	-0.017 m	0.002 m
pt1	pt1	0.012 m	63°23'26"	0.011 m	0.005 m	-0.016 m
pt2	pt2	0.018 m	176°50'13'	0.001 m	-0.018 m	-0.026 m
pt3	pt3	0.030 m	137°24'00'	0.020 m	-0.022 m	0.109 m
pt5	pt5	0.017 m	133°54'19'	0.012 m	-0.012 m	-0.011 m
pt6	pt6	0.010 m	102°37'19'	0.010 m	-0.002 m	0.022 m
pt7	pt7	0.022 m	179°57'05'	0.000 m	-0.022 m	-0.016 m
pt9	pt9	0.007 m	127°17'38'	0.005 m	-0.004 m	0.033 m
pt10	pt10	0.014 m	33°44'09"	0.008 m	0.011 m	0.013 m
pt11	pt11	0.009 m	6°40'04"	0.001 m	0.009 m	0.030 m
pt14	pt14	0.012 m	72°56'24''	0.012 m	0.004 m	0.021 m
pt15	pt15	0.021 m	35°32'58"	0.012 m	0.017 m	0.061 m
pt17	pt17	0.009 m	77°13'20"	0.009 m	0.002 m	0.015 m
pt19	pt19	0.017 m	35°02'47"	0.010 m	0.014 m	-0.026 m

Project File Data		Coordinate System	
Name:	$D: \label{eq:constraint} D: eq:constr$	Name:	UTM
Size:	255 KB	Datum:	ETRS89
Modified:	19.7.2017 г. 13:31:44 (UTC:3)	Zone:	35 North
Time zone:		Geoid:	
		Vertical datum:	

Additional Coordinate System Details

Local Site Settings			
Project	N42°39'21.26	Ground scale	1
latitude:	927"	factor: False	0.000 m
Project	E23°21'00.96	easting offset:	0.000 m
longitude:	944" 643.724	False northing	
Project	m	offset:	
height:			

Level Report

Run - Група Недко Raw Observations

Standard error per kilometer of double leveling: 0.00070 m

Standard error per turn/station setup:	0.00000 m
Raw Misclosure:	0.00300 m
ΣBS Distances:	744.990 m
Σ FS Distances:	942.490 m
Run Length:	1687.480 m
Reduction:	Adjusted Values

Create	Point ID	BS	HI	IS	FS	Δ Elevation	Raw Elevation	Correction	Adj. Elevation	Туре	Distance	Description
	HP139	✓ 0.77800 m	596.19000 m			0.00000 m	595.412 m	0.00000 m	595. 41 2 m	Benchmark	24.540 m	
	1				✓ 0.97200 m	-0.19400 m	595.218 m	-0.00014 m	595.218 m	Computed	52.190 m	
	1	✓ 1.70900 m	596.92700 m								31.600 m	
	pt4				✓ 0.99900 m	0.71000 m	595.928 m	-0.00030 m	595.928 m	Computed	58.840 m	
	pt4	✓ 1.83500 m	597.76300 m								37.640 m	
	2				✓ 1.03200 m	0.80300 m	596.731 m	-0.00043 m	596.731 m	Computed	38.670 m	

	2		598.77300							48.78	
		2 04200 m	m							0 m	
✓	3			✓ 1.16600 m	0.87600 m	597.607 m	-0.00061 m	597.606 m	Computed	51.050 m	
	3	✓ 1.62300 m	599.23000 m							17.140 m	
	pt1			✓ 0.56700 m	1.05600 m	598.663 m	-0.00070 m	598.662 m	Computed	34.430 m	
	pt1	✓ 1.01300 m	599.67600 m							40.000 m	
	4			✓ 0.11300 m	0.90000 m	599.563 m	-0.00084 m	599.562 m	Computed	40.000 m	
	4	✓ 1.51900 m	601.08200 m							13.900 m	
✓	pt3			✓ 1.06800 m	0.45100 m	600.014 m	-0.00090 m	600.013 m	Computed	16.130 m	
	pt3	✓ 0.93800 m	600.95200 m							27.820 m	
	gt1030			✓ 1.78900 m	-0.85100 m	599.163 m	-0.00099 m	599.162 m	Computed	25.400 m	
	gt1030	✓ 0.63900 m	599.80200 m							20.800 m	
✓	pt2			✓ 1.89100 m	-1.25200 m	597.911 m	-0.00108 m	597.910 m	Computed	29.760 m	
	pt2	✓ 1.55500 m	599.46600 m							40.580 m	
✓	5			✓ 1.39800 m	0.15700 m	598.068 m	-0.00126 m	598.067 m	Computed	61.610 m	
	5	✓ 1.73500 m	599.80300 m							30.860 m	
✓	6			✓ 1.50600 m	0.22900 m	598.297 m	-0.00135 m	598.296 m	Computed	19.750 m	
	6	✓ 2.61200 m	600.90900 m							34.940 m	
✓	pt7			✓ 1.10400 m	1.50800 m	599.805 m	-0.00148 m	599.804 m	Computed	37.620 m	
	pt7	✓ 1.35600 m	601.16100 m							18.500 m	
✓	7			✓ 1.13100 m	0.22500 m	600.030 m	-0.00157 m	600.028 m	Computed	31.770 m	
	7	✓ 2.07100 m	602.10100 m							33.870 m	
✓	pt6			⊻ 0.77500 m	1.29600 m	601.326 m	-0.00168 m	601.324 m	Computed	28.510 m	
	pt6	✓ 1.40500 m	602.73100 m							14.300 m	
	8			✓ 1.30000 m	0.10500 m	601.431 m	-0.00176 m	601.429 m	Computed	26.760 m	
	8	✓ 1.86100 m	603.29200 m							45.240 m	

pt19			№ 0.99800 m	0.86300 m	602.294 m	-0.00192 m	602.292 m	Computed	45.420 m	
pt19	✓ 1.72900 m	604.02300 m							25.210 m	
9			✓ 1.02000 m	0.70900 m	603.003 m	-0.00204 m	603.001 m	Computed	44.260 m	
9	1.93100 m	604.93400 m							42.370 m	
10		$\mathbf{\Sigma}$	✓ 1.02400 m	0.90700 m	603.910 m	-0.00220 m	603.908 m	Computed	47.500 m	
10	✓ 1.87300 m	605.78300 m							42.710 m	
pt17			✓ 1.05900 m	0.81400 m	604.724 m	-0.00236 m	604.722 m	Computed	46.860 m	
pt17	✓ 1.68300 m	606.40700 m							25.030 m	
gt1028			✓ 1.22500 m	0.45800 m	605.182 m	-0.00245 m	605.180 m	Computed	23.610 m	
gt1028	✓ 1.65400 m	606.83600 m							23.990 m	
11			✓ 1.23900 m	0.41500 m	605.597 m	-0.00257 m	605.594 m	Computed	47.190 m	
11	✓ 0.92700 m	606.52400 m							52.950 m	
12			№ 0.80400 m	0.12300 m	605.720 m	-0.00275 m	605.717 m	Computed	47.550 m	
12	✓ 2.01100 m	607.73100 m							21.390 m	
13			✓ 1.28800 m	0.72300 m	606.443 m	-0.00285 m	606.440 m	Computed	36.230 m	
13	✓ 0.22900 m	606.67200 m							21.390 m	
14			✓ 3.33100 m	-3.10200 m	603.341 m	-0.00296 m	603.338 m	Computed	36.230 m	
14	✓ 1.52800 m	604.86900 m							9.440 m	
HP319			✓ 0.97400 m	0.55400 m	603.895 m	-0.00300 m	603.892 m	Benchmark	15.150 m	

<u>Run - Група Недко (N16)</u> Reduced Observations

Observation	Status	Raw Δ Elevation	Correction	Final A Elevation	Setups	Length	Σ BS Readings	ΣFS Readings	Std. Error
P <u>HP139-1 (E326)</u>	Enabled	-0.19400 m	-0.00014 m	-0.19414 m	1	76.730 m	0.77800 m	0.97200 m	0.00019 m
2 <u>1-pt4 (E327)</u>	Enabled	0.71000 m	-0.00016 m	0.70984 m	1	90.440 m	1.70900 m	0.99900 m	0.00021 m
pt4-2 (E328)	Enabled	0.80300 m	-0.00014 m	0.80286 m	1	76.310 m	1.83500 m	1.03200 m	0.00019 m

2-3 (E329)	Enabled	0.87600 m	-0.00018 m	0.87582 m	1	99.830 m	2.04200 m	1.16600 m	0.00022 m
2 <u>3-pt1 (E330)</u>	Enabled	1.05600 m	-0.00009 m	1.05591 m	1	51.570 m	1.62300 m	0.56700 m	0.00016 m
₽ <u>pt1-4 (E331)</u>	Enabled	0.90000 m	-0.00014 m	0.89986 m	1	80.000 m	1.01300 m	0.11300 m	0.00020 m
2 <u>4-pt3 (E332)</u>	Enabled	0.45100 m	-0.00005 m	0.45095 m	1	30.030 m	1.51900 m	1.06800 m	0.00012 m
pt3-gt1030	Enabled	-0.85100 m	-0.00009 m	-0.85109 m	1	53.220	0.93800 m	1.78900 m	0.00016
(<u>E333)</u>						m			m
gt1030-pt2 (E334)	Enabled	-1.25200 m	-0.00009 m	-1.25209 m	1	50.560 m	0.63900 m	1.89100 m	0.00016 m
₽ <u>pt2-5 (E335)</u>	Enabled	0.15700 m	-0.00018 m	0.15682 m	1	102.190 m	1.55500 m	1.39800 m	0.00022 m
2 <u>5-6 (E336)</u>	Enabled	0.22900 m	-0.00009 m	0.22891 m	1	50.610 m	1.73500 m	1.50600 m	0.00016 m
e <u>6-pt7 (E337)</u>	Enabled	1.50800 m	-0.00013 m	1.50787 m	1	72.560 m	2.61200 m	1.10400 m	0.00019 m
₽ <u>pt7-7 (E338)</u>	Enabled	0.22500 m	-0.00009 m	0.22491 m	1	50.270 m	1.35600 m	1.13100 m	0.00016 m
2 <u>7-pt6 (E339)</u>	Enabled	1.29600 m	-0.00011 m	1.29589 m	1	62.380 m	2.07100 m	0.77500 m	0.00017 m
₽ <u>pt6-8 (E340)</u>	Enabled	0.10500 m	-0.00007 m	0.10493 m	1	41.060 m	1.40500 m	1.30000 m	0.00014 m
₽ <u>8-pt19 (E341)</u>	Enabled	0.86300 m	-0.00016 m	0.86284 m	1	90.660 m	1.86100 m	0.99800 m	0.00021 m
pt19-9 (E342)	Enabled	0.70900 m	-0.00012 m	0.70888 m	1	69.470 m	1.72900 m	1.02000 m	0.00018 m
₽ <u>9-10 (E343)</u>	Enabled	0.90700 m	-0.00016 m	0.90684 m	1	89.870 m	1.93100 m	1.02400 m	0.00021 m
2 <u>10-pt17 (E344)</u>	Enabled	0.81400 m	-0.00016 m	0.81384 m	1	89.570 m	1.87300 m	1.05900 m	0.00021 m
pt17-gt1028 (E345)	Enabled	0.45800 m	-0.00009 m	0.45791 m	1	48.640 m	1.68300 m	1.22500 m	0.00015 m
gt1028-22 11 (E346)	Enab led	0.41500 m	-0.00013 m	0.41487 m	1	71.180 m	1.65400 m	1.23900 m	0.00019 m
2 <u>11-12 (E347)</u>	En abled	0.12300 m	-0.00018 m	0.12282 m	1	100.500 m	0.92700 m	0.80400 m	0.00022 m
₽ <u>12-13 (E348)</u>	Enabled	0.72300 m	-0.00010 m	0.72290 m	1	57.620 m	2.01100 m	1.28800 m	0.00017 m
₽ <u>13-14 (E349)</u>	Enabled	-3.10200 m	-0.00010 m	-3.10210 m	1	57.620 m	0.22900 m	3.33100 m	0.00017 m
14- HP319 (<u>E350)</u>	Enabled	0.55400 m	-0.00004 m	0.55396 m	1	24.590 m	1.52800 m	0.97400 m	0.00011 m

<u>Run - Група Недко (N16)</u> Reduced Coordinates

Point ID	Status	Elevation
₩ <u>HP139</u>	Enabled	595.41200 m
₩ <u>HP319</u>	Enabled	603.89200 m

ИЗРАВНЕНИЕ НА ЪГЛОВО-ЛИНЕЙНА МРЕЖА

Информация за проекта		Информация за студентите	Геодезическа координатна система			
Име:	D:\Praktiki\2016\Prakti	Участвали в	Проекция:	BGS2005 Kadastralna		
	ka2016_TotalStation.vc	измерванията:				
	e	Участвали в	Хор. реф.	ETRS89		
		обработката:	система:			
Размер:	165 KB		Зона:	BGS2005 Kadastralna		
Променен на:	22.7.2017 г.		Геоид:			
	17:29:47 (UTC:3)					
Часова зона:	FLE Standard Time		Верт. реф.			
			система:			
Идентификатор:						
Описание:						

Отчет за изравнение на мрежа

Настройки на изравнението

Априорни грешки в станционирането

ГНСС	
Височина на антена:	0.000 m
Центриране:	0.000 m
Тотална станция	
Височина на инструмента:	0.005 m
Центриране на инструмента:	0.002 m
Височина на сигнала:	0.005 m
Центриране на сигнала:	0.002 m
Нивелация	
Грешка на 1 km двоен ход:	0.0007 m
Грешка на отделна станция:	0.0000 m

Ковариационни единици

Хоризонтални: Тип на линейната грешка⁷⁶ [Е]: U.S. Константа [С]: 0.000 m Доверителен коефициент [S]: 1.000 Тримерни: U.S. Тип на линейната грешка [Е]: U.S. Константа [С]: 0.000 m Доверителен коефициент [S]: 1.000 Тип на линейната грешка [Е]: U.S. Константа [С]: 0.000 m Доверителен коефициент [S]: 1.000

Резултати от изравнението

5
0.99
Passed
1-sigma
311

Статистика за обработените ГНСС вектори

Дисперсия на единица тежест след изравнението: Свръхизмервания:

Априорна тежест:

Статистика за ъглово-дължинните измервания

Хоризонтална посока:	D на ед. тежест:	0.92	Свръхизмервания:	88.26	Апр. тежест:	3.80
Вертикален ъгъл:	D на ед. тежест:	1.00	Свръхизмервания:	122.99	Апр. тежест:	2.63
Наклонено разстояние:	D на ед. тежест:	1.04	Свръхизмервания:	99.75	Апр. тежест:	5.85

Статистика за нивелачните измервания

Дисперсия на единица тежест след изравнението: Свръхизмервания: Априорна тежест:

 $^{^{76}}$ U.S. означава стандартна грешка на оценката на изравнената величина

Сравнение на координатите на изходните точки

Разлики между известните координати и височини (h – наделипсоидна, H – нормална/ортометрична) на точките и изравнените им стойности.

Точка	Δx (Meter)	Δy (Meter)	Δh (Meter)	ΔH (Meter)
gt1028	?	?	?	-7.636
gt1029	?	?	?	-7.674
gt1030	?	?	?	-4.576
rt22	-0.013	0.020	?	36.816

Ограничения за изходните точки

Точка	Тип	σ _x (Meter)	σ _y (Meter)	σ _h (Meter)	σн (Meter)		
gt1028	Grid	Fixed	Fixed				
gt1029	Grid	Fixed	Fixed				
gt1030	Grid	Fixed	Fixed				
Фиксирането означава задаване на стандартна грешка = 0.000001 (Meter)							

Изравнени проекционни координати

Тонка	X	σ _x	У	σ _y	Н	σн	Ограниче-
104Ka	(Meter)	(Meter)	(Meter)	(Meter)	(Meter)	(Meter)	ние
gt1028	4726294.103	?	323521.380	?	613.278	0.012	NE
gt1029	4726634.130	?	323549.288	?	609.962	0.011	NE
gt1030	4726735.889	?	323764.777	?	606.864	0.007	NE
HP139	4726718.562	0.032	324078.384	0.016	603.104	0.013	
pt1	4726811.970	0.007	323723.023	0.008	606.349	0.007	
pt10	4726513.977	0.025	324011.615	0.024	604.852	0.008	
PT11	4726566.978	0.028	324040.260	0.020	604.114	0.009	
pt12	4726734.117	0.027	324048.111	0.013	602.611	0.008	
pt13	4726387.247	0.027	323978.233	0.037	605.560	0.013	
pt14	4726444.988	0.023	323856.484	0.025	607.854	0.009	
pt15	4726467.544	0.013	323694.906	0.010	609.841	0.010	
pt17	4726360.396	0.014	323537.749	0.010	612.882	0.011	
pt17c	4726356.968	0.012	323532.953	0.007	612.981	0.011	
pt19	4726580.091	0.007	323535.854	0.004	610.723	0.008	
pt2	4726774.541	0.005	323797.252	0.005	605.621	0.007	
pt3	4726710.462	0.005	323725.622	0.005	607.688	0.007	
pt305	4726462.038	0.033	323855.698	0.023	607.745	0.013	
pt4	4726815.953	0.017	323946.713	0.012	603.617	0.007	
pt5	4726657.265	0.013	323889.304	0.009	606.010	0.007	
pt6	4726578.169	0.007	323693.951	0.009	609.139	0.007	
pt7_a	4726588.506	0.010	323788.237	0.010	607.750	0.008	
pt700	4726550.557	0.017	323805.235	0.012	607.786	0.012	
PT9	4726629.680	0.027	324046.826	0.015	603.445	0.008	
rt21	4726671.218	0.020	323969.221	0.014	604.360	0.010	
rt22	4726501.047	0.022	323955.443	0.027	607.626	0.010	
rt23	4726511.079	0.022	323893.661	0.027	607.415	0.010	
rt24	4726427.130	0.025	323959.505	0.032	607.688	0.013	
Точка	Голяма полуос (Meter)	Малка полуос (Meter)	Азимут				
-------	--------------------------	-------------------------	--------				
HP139	0.032	0.016	180°				
pt1	0.009	0.006	61°				
pt10	0.031	0.016	43°				
PT11	0.031	0.015	29°				
pt12	0.027	0.012	173°				
pt13	0.040	0.023	64°				
pt14	0.029	0.018	52°				
pt15	0.013	0.010	176°				
pt17	0.014	0.009	164°				
pt17c	0.012	0.007	9°				
pt19	0.007	0.003	10°				
pt2	0.005	0.005	101°				
pt3	0.006	0.004	42°				
pt305	0.034	0.021	18°				
pt4	0.018	0.010	150°				
pt5	0.014	0.007	29°				
pt6	0.009	0.007	82°				
pt7_a	0.012	0.008	45°				
pt700	0.018	0.012	166°				
PT9	0.028	0.013	16°				
rt21	0.020	0.013	16°				
rt22	0.031	0.017	54°				
rt23	0.031	0.016	55°				
rt24	0.035	0.021	59°				

Компоненти на елипсите на грешките

Изравнени измервания

Трансформационни параметри

A A
0.000 sec (1-sigma)
0.000 sec (1-sigma)
0.000 sec (1-sigma)
1.00000000 (1-sigma)

Изравнени ъглово-дължинни измервания (редуцирани)⁷⁷

Измерване		Компоненти	Грешки след изравнението	Отклонения	Нормирани отклонения
	Az	359°15'00"	19.490 sec	3.848 sec	0.352
PT9-pt12 (T350)	ΔH	-0.835 m	0.006 m	-0.088 m	-5.019
	d	104.451 m	0.008 m	-0.024 m	-1.020
	Az	193°18'09"	14.566 sec	-12.607 sec	-4.135
pt10-pt13 (T792)	ΔH	0.708 m	0.011 m	-0.026 m	-1.814
	d	131.062 m	0.013 m	0.018 m	0.976
	Az	26°56'01"	28.767 sec	58.504 sec	4.135
pt10-PT11 (T790)	ΔH	-0.738 m	0.007 m	-0.012 m	-0.850
	d	60.250 m	0.011 m	-0.002 m	-0.060
	Az	277°46'04"	27.750 sec	-30.647 sec	-4.036
rt22-rt23 (T906)	ΔH	-0.211 m	0.008 m	0.003 m	0.235
	d	62.595 m	0.019 m	-0.030 m	-1.000
	Az	12°30'07"	15.008 sec	-53.661 sec	-1.890
pt19-gt1029 (T841)	ΔH	-0.761 m	0.008 m	-0.065 m	-3.820
	d	55.688 m	0.007 m	-0.038 m	-1.821
rt24-rt22 (T873)	Az	355°23'56"	24.359 sec	-13.822 sec	-3.708
	ΔH	-0.063 m	0.010 m	-0.003 m	-0.191
	d	74.033 m	0.012 m	-0.017 m	-0.912
rt24-pt13 (T875)	Az	153°23'30"	38.919 sec	36.707 sec	3.708

77 Отчетът е със съкращения

ИЗРАВНЕНИЕ НА ЪГЛОВО-ЛИНЕЙНА МРЕЖА

	ΔH	-2.128 m	0.014 m	0.031 m	2.494
	d	44.064 m	0.017 m	-0.007 m	-0.468
	Az	207°54'11"	23.855 sec	-9.633 sec	-2.787
rt23-pt14 (T914)	ΔH	0.439 m	0.011 m	0.016 m	1.109
	d	75.835 m	0.015 m	-0.017 m	-1.035
	Az	27°54'09"	24.104 sec	0.000 sec	?
pt14-rt23 (T885)	ΔH	-0.439 m	0.011 m	-0.026 m	-1.817
	d	75.835 m	0.015 m	0.045 m	2.741
	Az	13°18'08"	14.882 sec	0.000 sec	?
pt13-pt10 (T834)	ΔH	-0.708 m	0.011 m	0.005 m	0.317
	d	131.062 m	0.013 m	-0.049 m	-2.635
PT9-pt12 (T897)	Az	359°15'00"	10.702 sec	11.673 sec	0.789
	ΔH	-0.835 m	0.006 m	0.011 m	0.637
	d	104.451 m	0.008 m	0.055 m	2.627
pt5-rt21 (T929)	Az	78°38'24"	19.044 sec	-8.374 sec	-0.676
	ΔH	-1.650 m	0.011 m	-0.007 m	-0.472

Изравнени ъглово-дължинни измервания (нередуцирани)⁷⁸

Измерване		Компоненти	Грешка след изравнението	Отклонение	Нормирано отклонение
	Хоризонтална посока	126°44'27"	19.490 sec	3.848 sec	0.352
PT9-pt12 (T350)	Вертикален ъгъл	90°28'51"	12.386 sec	174.168 sec	5.030
	Наклонено разстояние	104.465 m	0.008 m	-0.023 m	-0.988
	Хоризонтална посока	280°16'21"	14.566 sec	-12.607 sec	-4.135
pt10-pt13 (T792)	Вертикален ъгъл	90°21'20"	17.822 sec	40.322 sec	1.806
	Наклонено разстояние	131.077 m	0.013 m	0.018 m	0.983
	Хоризонтална посока	113°54'13"	28.767 sec	58.504 sec	4.135
pt10-PT11 (T790)	Вертикален ъгъл	90°59'15"	23.237 sec	42.165 sec	0.853
	Наклонено разстояние	60.265 m	0.011 m	-0.002 m	-0.054
	Хоризонтална посока	6°02'56"	27.750 sec	-30.647 sec	-4.036
rt22-rt23 (T906)	Вертикален ъгъл	90°06'23"	27.118 sec	-9.594 sec	-0.231
	Наклонено разстояние	62.601 m	0.019 m	-0.030 m	-1.005
	Хоризонтална посока	52°16'46"	15.008 sec	-53.661 sec	-1.890
pt19-gt1029 (T841)	Вертикален ъгъл	92°08'44"	27.950 sec	244.035 sec	3.903
	Наклонено разстояние	55.733 m	0.007 m	-0.036 m	-1.704
rt24-rt22 (T873)	Хоризонтална посока	157°17'49"	24.359 sec	-13.822 sec	-3.708
	Вертикален ъгъл	89°59'01"	27.410 sec	8.328 sec	0.190
	Наклонено разстояние	74.040 m	0.012 m	-0.017 m	-0.912
	Хоризонтална посока	315°17'23"	38.919 sec	36.707 sec	3.708
rt24-pt13 (T875)	Вертикален ъгъл	92°39'21"	63.539 sec	-144.185 sec	-2.469
	Наклонено разстояние	44.116 m	0.017 m	-0.008 m	-0.568

⁷⁸ Отчетът е със съкращения

rt23-pt14 (T914)	Хоризонтална посока	100°54'59"	23.855 sec	-9.633 sec	-2.787
	Вертикален ъгъл	89°31'17"	31.123 sec	-44.295 sec	-1.118
	Наклонено разстояние	75.844 m	0.015 m	-0.017 m	-1.025
	Хоризонтална посока	277°46'15"	24.104 sec	0.000 sec	?
pt14-rt23 (T885)	Вертикален ъгъл	90°16'53"	31.123 sec	71.394 sec	1.802
	Наклонено разстояние	75.843 m	0.015 m	0.045 m	2.739
	Хоризонтална посока	298°28'33"	14.882 sec	0.000 sec	?
pt13-pt10 (T834)	Вертикален ъгъл	90°29'05"	17.822 sec	-6.434 sec	-0.288
	Наклонено разстояние	131.079 m	0.013 m	-0.049 m	-2.641
	Хоризонтална посока	35°30'12"	10.702 sec	11.673 sec	0.789
PT9-pt12 (T897)	Вертикален ъгъл	90°29'30"	12.386 sec	-23.002 sec	-0.664
	Наклонено разстояние	104.465 m	0.008 m	0.055 m	2.621
	Хоризонтална посока	149°10'19"	19.044 sec	-8.374 sec	-0.676
pt5-rt21 (T929)	Вертикален ъгъл	91°09'08"	27.007 sec	15.820 sec	0.409
	Наклонено разстояние	81.155 m	0.013 m	0.048 m	2.589
PT9-pt12 (T898)	Хоризонтална посока	35°30'12"	10.702 sec	0.657 sec	0.044
	Вертикален ъгъл	90°29'30"	12.386 sec	-21.706 sec	-0.627
	Наклонено разстояние	104.465 m	0.008 m	0.053 m	2.526
pt17-pt19 (T508)	Хоризонтална посока	352°54'10"	8.925 sec	-8.277 sec	-1.589

Project file data		Coordinate System	
Name:	D:\Praktiki\2017\GNSS\Praktika_2017_GNSS.vce	Name:	World wide/UTM
Size:	626 KB	Datum:	ETRS89
Modified:	13.8.2017 г. 19:02:37 (UTC:3)	Zone:	35 North
Time zone:	FLE Standard Time	Geoid:	
Reference number:		Vertical datum:	
Description:			

Surface Information Report

General	
Name	Височинен модел
Classification	Original

Numbers	
Number of vertices:	682
Number of triangles:	1315
Number of breaklines:	0
Number of drapelines:	0

Limits			
	Minimum	Maximum	Difference
Easting (Meter)	200798.277	201111.360	313.083
Northing (Meter)	4728599.040	4729081.902	482.862
Elevation (Meter)	595.170	601.481	6.311

Measurements	
Planimetric surface area:	111567.1 m ²
Actual surface area:	111641.2 m ²
Maximum slope:	207.66%

Area by Elevation			
Minimum Elevation (m)	Maximum Elevation (m)	Planimetric Surface Area (m ²)	Actual Surface Area (m ²)
595.170	595.388	163.2	163.3
595.388	595.605	521.8	522.4
595.605	595.823	962.3	963.4
595.823	596.040	1272.5	1273.6

596.040	596.258	1933.2	1934.9
596.258	596.476	2619.9	2621.9
596.476	596.693	2530.4	2532.1
596.693	596.911	2883.7	2885.9
596.911	597.129	2839.9	2842.9
597.129	597.346	2700.3	2703.6
597.346	597.564	3036.4	3039.8
597.564	597.781	2766.4	2769.8
597.781	597.999	2695.4	2699.0
597.999	598.217	2866.7	2870.7
598.217	598.434	3201.5	3205.6
598.434	598.652	3451.0	3454.8
598.652	598.869	3747.9	3752.0
598.869	599.087	4016.0	4020.2
599.087	599.305	5050.5	5056.7
599.305	599.522	10692.8	10700.6
599.522	599.740	15082.9	15089.7
599.740	599.957	11564.0	11566.8
599.957	600.175	7335.5	7336.5
600.175	600.393	5513.2	5513.9
600.393	600.610	4349.9	4350.5
600.610	600.828	3405.8	3406.2
600.828	601.046	2376.8	2377.1
601.046	601.263	1447.8	1448.0
601.263	601.481	539.2	539.3
601.481	601.481	0.0	0.0
Area by Slope			

Minimum Slope	Maximum Slope	Planimetric Surface Area	Actual Surface Area (m ²)
0.00%	1.00%	19589.4	19590.0
1.00%	2.00%	48906.7	48912.3
2.00%	5.00%	32068.2	32084.4
5.00%	20.00%	10748.7	10788.2
20.00%	207.66%	254.2	266.4

Код	Категория	Клас обект	
112a	Промишлени предприятия и	Водосточна решетка, правоъгълна	
	комунални съоръжения		
112b	Промишлени предприятия и	Водосточна решетка, кръгла	
	комунални съоръжения		
113g	Промишлени предприятия и	Шахта, кръгла	
	комунални съоръжения	-	
113s2	Промишлени предприятия и	Шахта, правоъгълна	
	комунални съоръжения		
113w	Промишлени предприятия и	Шахта, квадратна	
	комунални съоръжения		
114	Промишлени предприятия и	Пожарен кран	
	комунални съоръжения		
160	Железопътни линии	Бариера	
169	Шосета, пътища и пътеки	Пътека	
174a	Шосета, пътища и пътеки	Табела	
174b	Шосета, пътища и пътеки	Пътеуказател	
175	Шосета, пътища и пътеки	Тревни алеи, паркове	
208	Хидрография и хидрографски	Чешма в парк	
	съоръжения	*	
238a	Растителна и почвена покривка	Изоставена нива (група знаци)	
238b	Растителна и почвена покривка	Изоставена нива	
239a	Растителна и почвена покривка	Ливада, суха (група знаци)	
240a	Растителна и почвена покривка	Ливада, мокра (група знаци)	
240b	Растителна и почвена покривка	Ливада, мокра	
241a	Растителна и почвена покривка	Мера и пасище (група знаци)	
241b	Растителна и почвена покривка	Мера и пасище	
242a	Растителна и почвена покривка	Зеленчукова градина (група знаци)	
242b	Растителна и почвена покривка	Зеленчукова градина	
247a	Растителна и почвена покривка	Овощна градина (група знаци)	
247b	Растителна и почвена покривка	Овощна градина	
248a	Растителна и почвена покривка	Плодни храсти (група знаци)	
248b	Растителна и почвена покривка	Плодни храсти	
249a	Растителна и почвена покривка	Лозе (група знаци)	
249b	Растителна и почвена покривка	Лозе	
250a	Растителна и почвена покривка	Иглолистно дърво	
250b	Растителна и почвена покривка	Широколистно дърво	
250g	Растителна и почвена покривка	Кипарис	
250w	Растителна и почвена покривка	Топола	
251	Растителна и почвена покривка	Отделно дърво	
253	Растителна и почвена покривка	Храст	
254	Растителна и почвена покривка	Тясна ивица храсти	
255a	Растителна и почвена покривка	Гора широколистна	
255b	Растителна и почвена покривка	Гора	
255d	Растителна и почвена покривка	Гора широколистна, с примес	
255g	Растителна и почвена покривка	Гора иглолистна, с примес	
255w	Растителна и почвена покривка	Гора иглолистна	
260	Растителна и почвена покривка	Храсти	
292	Растителна и почвена покривка	Ливада с храсти (група знаци)	
293	Растителна и почвена покривка	Мера с храсти (група знаци)	
33	Населени места	Комин над 5 т	
36	Населени места	Бордюр	
39a	Населени места	Беседка, квадратна	
39b	Населени места	Беседка, шестоъгълна	
39g	Населени места	Пейка	

39w	Населени места	Беседка, кръгла
44	Населени места	Отделен гроб
46	Населени места	Оброчище
47	Населени места	Паметник
48	Населени места	Скулптурна фигура
49	Населени места	Караулен пост
50	Населени места	Църква
51a	Населени места	Параклис, масивен
52	Населени места	Джамия
54	Населени места	Синагога
55a	Населени места	Гробища, християнски (група знаци)
55b	Населени места	Гробища, християнски
56a	Населени места	Гробища, нехристиянски (група знаци)
56b	Населени места	Гробища, нехристиянски
61a	Населени места	Кула, масивна
61b	Населени места	Кула, паянтова
64	Населени места	Помийна яма
68	Промишлени предприятия и	Вход на действаща шахта
	комунални съоръжения	
69	Промишлени предприятия и	Вход на недействаща шахта
	комунални съоръжения	
70	Промишлени предприятия и	Вход на минна галерия
	комунални съоръжения	
71	Промишлени предприятия и	Вход на проучвателна шахта
	комунални съоръжения	
91h	Промишлени предприятия и	Дървен стълб - високо напрежение
	комунални съоръжения	
91hb	Промишлени предприятия и	Дървен стълб - високо напрежение-2
	комунални съоръжения	
92h	Промишлени предприятия и	Железен стълб - високо напрежение
	комунални съоръжения	
92hb	Промишлени предприятия и	Железен стълб - високо напрежение-2
	комунални съоръжения	
96a	Промишлени предприятия и	Ел. лампа а, лява
0.61	комунални съоръжения	
96b	Промишлени предприятия и	Ел. лампа 6, лява
0.6	комунални съоръжения	
96g	Промишлени предприятия и	Ел. лампа 6, дясна
0.6	комунални съоръжения	
96w	Промишлени предприятия и	Ел. лампа а, дясна
	комунални съоръжения	

Командни кодове				
Код	Описание			
close	Затвори линия в площ			
end	Край на права линия			
endarcnt	Кран на крива без тангента			
endarct	Край на крива с тангента			
endspline	Край на гладка крива			
join	Свържи към точка			
spline	Начало на гладка крива			
st	Начало права линия			
starcnt	Начало на крива без тангента			
starct	Начало крива с тангента			

КООРДИНАТЕН РЕГИСТЪР

Приложение 12

Точка	x (UTM 35N, ETRS89)	y (UTM 35N, ETRS89)	h (ETRS89)	Статут	Време за измерване в RTK
					режим
gt1028	4728628.146	200593.640	650.246	ГММП	30 s
gt1029	4728967.885	200627.615	646.880	ГММП	30 s
gt1030	4729065.870	200845.045	643.812	ГММП	30 s
gt1010	4729210.72	201567.38	629.691	ГММП	30 s
gt1011	4728633.58	201606.95	630.114	ГММП	30 s
pt1	4729142.707	200804.629	643.222	РГО	30 s
pt2	4729103.938	200878.222	642.534	РГО	30 s
pt3	4729041.144	200805.412	644.691	РГО	30 s
pt4	4729142.690	201028.487	640.565	РГО	30 s
pt5	4728984.957	200968.237	642.959	РГО	30 s
pt6	4728909.306	200771.372	646.087	РГО	30 s
pt7	4728917.974	200865.926	644.691	РГО	30 s
pt9	4728954.540	201125.300	640.420	РГО	30 s
pt10	4728843.396	201090.028	641.779	РГО	30 s
pt11	4728891.941	201117.610	641.105	РГО	30 s
pt12	4729059.001	201128.471	639.585	РГО	30 s
pt13	4728694.302	201031.114	644.434	РГО	30 s
pt14	4728773.210	200931.649	644.810	РГО	30 s
pt17	4728694.163	200611.187	649.808	РГО	30 s
pt19	4728914.033	200613.272	647.625	РГО	30 s

Приложена е извадка от "Инструкция № рд-02-20-25 от 20 септември 2011 г. За определяне на геодезически точки с помощта на глобални навигационни спътникови системи, в сила от 11.10.2011 г., Издадена от Министерството на регионалното развитие и благоустройството, Обн. ДВ. бр.79 от 11 Октомври 2011г." (МРРБ, 2011)

Раздел І. Геодезически мрежи с местно предназначение

Чл.26. Точките от ГММП се определят с помощта на статични ГНСС методи, осъществявани с двучестотни фазови измервания с последваща обработка. **Чл.27.** При проектиране на ГММП се спазват следните изисквания:

1. изходните точки трябва да бъдат:

а) точки от Държавната GPS мрежа и/или станции от ГНСС инфраструктура;

б) минимум три на брой;

2. точките от ГММП се определят единично или групово, както следва:

а) всяка единична точка се свързва с три или повече изходни точки;

б) в случай на групово определяне всяка точка от ГММП се свързва с две или повече базови станции;

3. векторите, свързващи точките в ГММП, трябва да са:

а) с максимална дължина съгласно чл. 12, т. 1;

б) независими или частично независими помежду си;

4. трансформационни точки се проектират за определяне на ГММП в локални координатни и височинни системи в случаите по чл. 25, ал. 2.

Чл.28. (1) Номиналната продължителност на ГНСС измерванията се определя съгласно таблица 1, изхождайки от:

1. вида на базовите станции;

2. средната дължина на векторите - за цялата ГММП;

3. индивидуалните дължини на векторите - за свързване с отдалечени изходни точки.

Таблица 1. Продължителност на ГНСС	Потребителски или	Виртуални
измерванията в ГММП и интервалите между	реални	базови станции
тях Дължини	инфраструктурни	
	базови станции	
До 10 km	15 min	15 min
10 - 20 km	40 min	-
Had 20 km	60 min	-

(2) Продължителността на измерванията по таблица 1 може да се увеличава, както следва:

1. за постигане на пределно висока точност в случаите по чл. 1, ал. 1, т. 1 - двойно;

2. заради отклонения от изискванията по чл. 19 - до 50 %;

3. при свързване на базовите станции в мрежата - двойно.

(3) Интервалът между измерванията е 5 секунди.

(4) За документиране на измерванията се подготвят:

1. файлове с първични данни във формат RINEX;

2. карнети - за всички точки, измерени с потребителска ГНСС апаратура съгласно приложението. **Чл.29.** (1) Обработката на ГНСС измерванията се състои от следните етапи:

1. изчисление на векторите, свързващи базовите станции помежду им и базовите станции с определяемите точки; осъществява се с прецизни орбитни данни съгласно следните изисквания: *а) тип на решенията - фиксирани;*

б) средна квадратна грешка по всяка координатна ос - до 2 ст;

2. проверка на геометричните условия в мрежата:

a) векторите във фигури с несключвания, по-големи от тт, където k е броят на върховете, се проверяват за груби грешки и се преизчисляват;

б) средните квадратични грешки, изчислени от несключванията, трябва да са в границите по т. 3, букви "в" и "г";

3. изравнение на мрежата по метода на най-малките квадрати при спазване на следните изисквания:

а) изравнението се осъществява в два етапа - с минимум изходни данни и като включена мрежа;

б) в случаите по чл. 25, ал. 2, когато изходните точки не отговарят на изискванията на чл. 27, т. 1, изравнението се осъществява с минимум изходни данни;

ИНСТРУКЦИЯ ЗА ГНСС ИЗМЕРВАНИЯ

в) средна квадратна грешка по положение - до 2 ст;

г) средна квадратна грешка по височина - до 5 ст.

(2) Трансформационни изчисления се извършват по реда на чл. 25, когато резултатите от

обработката на ГММП трябва да се представят в локална координатна и височинна система.

(3) Резултатите от ГНСС измерванията в ГММП и тяхната обработка се представят в обяснителна записка съгласно приложението, която съдържа:

1. изходни данни;

2. резултати от обработката на вектори;

3. резултати от проверката на геометрични условия;

4. резултати от изравнението;

5. резултати от определянето на трансформационни параметри;

б. координатни списъци;

7. документи от измерванията съгласно чл. 28, ал. 4.

Раздел II. Работна геодезическа основа

Чл.30. Точките от РГО се определят с помощта на:

1. кинематични методи в реално време (RTK), осъществявани с двучестотни фазови измервания;

2. статични методи, осъществявани с едночестотни или двучестотни фазови измервания с последваща обработка.

Чл.31. (1) При прилагане на ГНСС методи по чл. 30, т. 1 всяка точка от РГО се определя двукратно съобразно следните изисквания:

1. базови станции могат да бъдат:

а) базови станции от наличната ГНСС инфраструктура;

б) виртуални базови станции;

в) потребителски базови станции, определени по чл. 27, 28 и 29;

2. максимално разстояние между определяемите точки и базовите станции - съгласно чл. 12, т. 2, 3 и 4;

3. минимална продължителност на измерванията на всяка определяема точка - 30 sec;

4. интервал на измерванията - 1 sec;

5. тип на решенията - фиксирани;

6. средни квадратични грешки по положение и височина - до 5 ст;

7. в случаите по чл. 25, ал. 2 се определят трансформационни точки;

8. резултатите от работата се представят с обяснителна записка, към която се прилагат следните данни за определянето на всяка точка:

а) начало и край на измерването;

б) географски и проекционни координати в БГС 2005;

в) средни квадратични грешки по положение височина.

(2) При прилагане на ГНСС методи по чл. 30, т. 2 се прилагат разпоредбите на чл. 27, 28 и 29 със следните изменения:

1. ако се използва едночестотна потребителска ГНСС апаратура:

a) максималната допустима дължина на векторите между определяемите точки и базовите станции е 15 km;

б) продължителността на измерванията по таблица 1 се увеличава двойно;

2. тип на орбитните данни - прецизни или радиоефемериди;

3. средни квадратични грешки по положение и височина - до 5 ст;

4. средните квадратични грешки, изчислени от несключванията, трябва да са в границите по т. 3.

Раздел III. Геодезически снимки

Чл.32. (1) Основен метод за извършване на геодезически снимки е кинематичният в реално време (*RTK*) или с последваща обработка (*PPK*).

(2) В случай че се изисква точност по положение и височина 10 ст и по-висока, всички точки се определят с фиксирани решения.

(3) Когато се изисква дециметрова или по-ниска точност по положение, е допустимо използването на опростени относителни методи по реда на чл. 13.

(4) В случай че се изисква точност по положение на заснетите точки не по-висока от 0,5 m, може да се използват диференциални ГНСС методи.

Чл.33. Базовите станции трябва да отговарят на следните изисквания:

1. допустимото разстояние до базовите точки се лимитира от метода за измерване, както следва:

а) RTK и PPK - съгласно чл. 12, т. 2, 3 и 4;

б) опростени статични и кинематични методи - съгласно чл. 13, т. 1;

в) диференциални методи - до 200 km;

2. в случай че се използва ГНСС инфраструктура, допустимо е прилагането на данни от реални и виртуални базови станции.

Чл.34. Изходни точки в геодезическите снимки могат бъдат всички точки по реда на чл. 23.

Чл.35. (1) Измерванията се извършват, както следва:

1. на трайно означени точки - по реда на чл. 31, ал. 1;

2. на нетрайно означени точки - по реда на т. 1, но с продължителност 10 sec;

<u>3. на теренни и контурни точки, както и на подробни точки от водни снимки - по реда на т. 1, но с</u> единични измервания в покой или движение.

(2) Контрол се извършва на трайно означените и възловите точки в зависимост от прилаганите ГНСС методи, както следва:

1. с последваща обработка - чрез двукратно станциониране или от две базови станции;

2. в реално време - чрез двукратно станциониране.

(3) В случай че се прилагат методи с последваща обработка:

1. по време на измерванията се регистрират първични данни;

2. обработката се извършва с прецизни орбитни данни или радиоефемериди.

(4) Трансформационни изчисления се извършват по реда на чл. 25, когато резултатите от обработката на ГММП трябва да се представят в локална координатна и височинна система.

(5) Резултатите от геодезическите снимки се представят, както следва:

1. списъци, съдържащи идентификаторите, моментите на измерване и проекционните координати

2. схеми на разположението на измерените точки.

За сведение: **Чл.13 от Раздел II.** В случаите, когато се изисква постигането на дециметрова или пониска точност, може да се прилагат опростени методи за определяне и трасиране на точки, които имат следните особености:

1. отдалечение от базовите станции - до 80 km;

2. динамика на ГНСС апаратурата за измерване на определяемите точки - в покой или движение;

3. минимална обща продължителност на измерванията - 2 min;

4. обработка на измерванията - в реално време или последваща.

Чл.31. (1) При прилагане на ГНСС методи по чл. 30, т. 1 всяка точка от РГО се определя двукратно съобразно следните изисквания:

1. базови станции могат да бъдат:

а) базови станции от наличната ГНСС инфраструктура;

б) виртуални базови станции;

в) потребителски базови станции, определени по чл. 27, 28 и 29;

2. максимално разстояние между определяемите точки и базовите станции - съгласно чл. 12, т. 2, 3 и 4;

<u>3. минимална продължителност на измерванията на всяка определяема точка - 30 sec;</u>

4. интервал на измерванията - 1 sec;

<u>5. тип на решенията - фиксирани;</u>

<u>6. средни квадратични грешки по положение и височина - до 5 ст;</u>

7. в случаите по чл. 25, ал. 2 се определят трансформационни точки;

8. резултатите от работата се представят с обяснителна записка, към която се прилагат следните данни за определянето на всяка точка:

а) начало и край на измерването;

б) географски и проекционни координати в БГС 2005;

в) средни квадратични грешки по положение височина

РАЗДЕЛ IV.

Трасиране

Чл.36. Трасирането се извършва с помощта на ГНСС измервания, обработени в реално време, като: 1. основен е кинематичният метод в реално време (*RTK*);

2. когато се изисква точност по положение, по-ниска от 0,1 m, може да се прилагат опростени относителни методи в реално време;

3. когато се изисква точност по положение 0,5 т или по-ниска, може да се прилагат диференциални методи в реално време.

Чл.37. Трасирането се осъществява с помощта на ГНСС инфраструктура или потребителски базови станции.

Чл.38. Трасирането в локални координатни и височинни системи се извършва, както следва:

1. ако локалните системи са напълно определени, данните за тях се задават чрез настройките на подвижните ГНСС приемници;

2. когато локалните координатни и височинни системи не са дефинирани с необходимата точност, трябва предварително да се определят трансформационни параметри съгласно чл. 25, ал. 2.

Чл.39. Трасирането обхваща следните теренни работи:

1. постигане на съвпадение на текущите координати, индицирани числено или графично от подвижния ГНСС приемник, с проектното положение на трасираните елементи, в рамките на зададената точност;

2. контролни измервания, извършвани:

а) на местата, определени по реда на т. 1;

б) по методи съгласно чл. 35, ал. 1 в зависимост от вида на трасираните обекти.

ФИЗИЧЕСКИ ПАРАМЕТРИ НА АНТЕНИТЕ

Дадени са официално приетите от IGS наименования на съответните типове антени; източник

- https://igscb.jpl.nasa.gov/igscb/station/general/antenna.gra



№ на нивелираната точка	Хоризонтално разстояние	ОТЧЕ назад	ЕТИ напред	PA3J +	ики	Надморска височина на хоризонта	Надморска височина	№ на нивелираната точка
HP139	76 73	778			-0 194		595.412	HP139
1	70175	1709	972				594.988	1
pt4	90.44	1835	999	0.710			595.698	pt4
2	76.31	2042	1032	0.803			596.501	2
3	99.83	1623	1166	0.876			597.377	3
pt1	51.57	1013	567	1.056			598.433	pt1
4	80.00	1519	113	0.900			599.332	4
pt3	30.03	938	1068	0.451	0.051		599.783	pt3
gt1030	53.22	639	1789		-0.851		598.932	gt1030
pt2	50.56	1555	1891	0.157	-1.252		597.681	pt2
5	102.19	1735	1398	0.157			597.837	5
6	50.61	2612	1506	0.229			598.066	6
pt7	72.56	1356	1104	1.508			599.574	pt7
7	50.27	2071	1131	1.200			599.799	7
pt6	62.38	1405	775	0.105			601.095	pt6
8	41.06	1861	1300	0.105			601.200	8
pt?	90.66	1729	998	0.863			602.063	pt?
9	09.47	1931	1020	0.709			602.772	9
10	09.07	1873	1024	0.907			603.678	10
pt17	89.57	1683	1059	0.814			604.492	pt17
gt1028	48.04	1654	1225	0.458			604.950	gt1028
11	/1.18	927	1239	0.415			605.365	11
12	57.62	2011	804	0.123			605.488	12
13	57.62	229	1288	0.723	2 102		606.211	13
14	24.39	1528	3331	0.554	-3.102		603.109	14
HP319	12.65		974				603.892	HP319
			•					

$$h_a = 38256$$
 $h_b = 29773$

HP319 595.412 m

 $f_{\text{hgon}} = 20 \qquad \qquad \text{HP318} \ \ 603.892 \ \text{m}$

 $0.003=f_{\rm h}$

Аспарух Камбуров РЪКОВОДСТВО

за провеждане на учебна практика по ОГМ и ГНСС

Редактор: проф. д-р инж. Керанка Василева Снимка на предна корица: Георги Палазов Снимка на задна корица: д-р инж. Таня Славова Първо издание, българска *ISBN: 978-954-353-349-7* Издателска къща "Св. Иван Рилски" София, 2018

