



ОСНОВНИ ПОЛОЖЕНИЯ

за практическо прилагане на Българска геодезическа система 2005 (БГС2005)

1. Обективни предпоставки

През 2006 г. официално са приети резултатите от създаването на Държавната GPS мрежа. Оттогава насам координатите на близо 450-те точки от мрежата се ползват в качеството на изходни данни за създаване на геодезически мрежи за специфични цели и редица други приложения от всички заинтересувани. С това негласно е въведена геодезическата координатна система, дефинирана в рамките на „Българска геодезическа система 2005“ (БГС2005) (*Наредба №2/30.07.2010 г. за дефиниране, реализация и поддържане на Българската геодезическа система*)

Към момента на територията на страната функционират две напълно изградени инфраструктурни ГНСС мрежи, чрез които се разпространяват данни, определени в БГС2005. Статутът на тези мрежи и резултатите от приложението им е регламентиран с *Инструкция за определяне на геодезически точки с помощта на глобални навигационни спътникови системи*

Така на практика съществуват различни източници на изходни геодезически данни:

- държавна геодезическа мрежа (ДГМ I – IV кл.) и местни геодезически мрежи (ГММП V – VII кл.) до 2000 година;
- мрежи и отделни точки, определени в рамките на международни кампании за включване на страната в Европейската референтна система ETRS89, глобални и регионални геодинамични проекти и пр.;
- геодезически мрежи с местно предназначение (ГММП), създадени с помощта на ГНСС измервания след 2000 г.;
- инфраструктурните ГНСС мрежи;
- геодезически мрежи, създадени от заинтересувани геодезически фирми с цел да компенсират липсата на еднозначно определена геодезическа основа в районите на тяхната дейност.

Геодезическите дейности, възлагани от Министерството на инвестиционното проектиране (АГКК), Министерството на регионалното развитие (АПИ), Министерството на земеделието и храните и по други линии се регламентират с временни указания и остарели, практически почти неприложими инструкции, което създава затруднения на възложители и изпълнители, и това води до създаване на геодезически продукти с недостатъчно качество.

В отсъствието на актуална нормативна база се създават сериозни предпоставки за получаване на нееднозначни и противоречиви резултати. Сама по себе си Държавната GPS мрежа осигурява условия, но не и гаранции за създаване на качествени геодезически продукти.

1.1 Държавна геодезическа мрежа

Приемането на наредба за Държавната геодезическа мрежа по реда на чл. 13 на ЗГК ще регламентира следните приоритети за развитието на изходната геодезическа основа за кадастъра, инвестиционното проектиране и редица отрасли на икономиката:

- поддържането и усъвършенстването на съвременна ДГМ, създадена с помощта на ГНСС измервания, която фиксира и разпространява БГС2005 на територията на страната;
- обхватът на ДГМ, като се укажат геодезическите точки в нейния състав и се зададат правила за ползването на онези от тях, които отпадат от него;
- предоставянето на данни за точките от ДГМ за ползване от страна на заинтересуваните организации и частни лица.

1.2 Геодезически мрежи с местно предназначение

За практическо прилагане на БГС2005 в дейността на АГКК първостепенно значение имат ГММП, създавани въз основа на чл. 13 от ЗГК за съгъстяване на ДГМ. В сравнение със съществуващите едноименните мрежи V, VI и VII класове, новите ГММП се различават както по предназначение, така и по начин на създаване.

По отношение на предназначението, задачите решавани с помощта на съвременните ГММП са по-различни от традиционните заради въздействието на следните фактори:

- класическата ДГМ I – IV кл. е значително по-гъста от съвременната, определена с ГНСС;
- необходимата плътност на изходната геодезическа основа е по-малка поради отпадане на изискването за пряка видимост между точките и наличието на ГНСС инфраструктура.

Въпреки широкото разпространение на ГНСС технологиите в масовите геодезически работи, БГС2005 е необходимо да бъде еднакво пригодна както за тях, така и за традиционните технологии, осъществявани с помощта на линейно - ъглови измервания. Намирането на баланс между въздействията на горните фактори е едно от основните изисквания към проектирането на съвременни ГММП.

По отношение на начина на създаване, в съвременните ГММП се допускат единствено ГНСС измервания. Котите на точките се определят с помощта на наличните числени модели на референтната височинна повърхнина, а в случаите когато се изисква по-висока точност – чрез геометрична нивелация.

Както съществуващите, така и съвременните ГММП се създават на регионален принцип, с цел достигането на зададена плътност на точките, разположени в обхванатата територия.

В двата случая от съществено значение са:

- трайността на знаците, с които са стабилизирани точките;
- достъпът до точките;
- видимостта към съседни точки.

За точките от новите ГММП се отнасят също и допълнителни изисквания, свързани със спецификата на ГНСС измерванията – вертикална видимост, липса на смутители, отразяващи и екраниращи повърхности, и пр.

1.3 Работна геодезическа основа на кадастралната карта

Освен ГММП, в дейността на АГКК е регламентирано създаването и приемането на РГО съгласно Наредба № 3 за съдържанието, създаването и поддържането на кадастралната карта и кадастралните регистри, като елемент на геодезическата основа на кадастралната карта.

Нова РГО се създава в урбанизираните територии, където съществуващата не отговаря на изискванията на горепосочената наредба. РГО е необходима и в редица други дейности, свързани с геодезическо заснемане и трасиране.

Изхождайки от предназначението им, точките от РГО не е необходимо да се стабилизират по начини, създаващи максимални предпоставки за физическото им съхранение и възможности за възстановяването им, нито с дълготрайни знаци. Затова изборът на местата им трябва да се съобразява преди всичко с това къде са необходими за най-ефективно изпълнение на проекта, за който са предназначени. Изискванията към защитеността на точките с оглед на последващото им използване за други цели отстъпват на заден план.

РГО се определя с помощта на ГНСС или на линейно - ъглови измервания. Независимо от избрания начин:

- на всяка точка от РГО се осигурява видимост към най-малко две съседни точки;
- точките от ДГМ, ГММП и ГНСС инфраструктурата се приемат за изходни.

1.4 Изводи

За успешното практическо приложение на БГС2005 в дейността на АГКК и в изпълнение на чл. 13, ал. 2 и 4 от ЗГК, е необходимо:

1. Да се разработи и приеме наредба за създаване, приемане и поддържане на ГММП, която да се предхожда от наредба за създаването и поддържането на ДГМ, въз основа на чл. 13, ал. 1 и 3 от ЗГК.
2. Препоръчително е регламентът на дейностите по създаването на РГО да се преосмисли и да се въведат изменения в съответните нормативни документи.

2. Трансформиране на координатите на точките от ГММП в БГС2005

2.1 Анализ на резултатите от трансформацията от система „1970 г.” към БГС2005

За установяване на закономерностите на разпределението на деформациите в Държавната триангулация, въз основа на която е дефинирана и въведена координатна система „1970 г.”, както и за получаване на представителни стойности на параметрите на трансформационния модел, подходящ за осъществяване на прехода от тази система към БГС2005, е извършен анализ въз основа на координатите на значителен брой идентични точки.

В анализа са включени 330 точки от Държавната GPS мрежа, които същевременно са точки от съществуващата Държавна геодезическа мрежа I – IV кл. Макар неравномерно, тези точки обхващат територията на цялата страна.

Тъй като в система „1970 г.” са определени само проекционните координати на точките, при това в четири зони, с различна ориентация и индивидуални параметри на конформната конична проекция, първата стъпка от анализа е трансформирането на координатите на точките от съответните им зони в географски координати в система „1950 г.”. Трансформацията е извършена по строги формули, дадени в Инструкцията за преобразуване на съществуващите геодезически и картографски материали и данни в БГС2005“

Следващите стъпки се състоят в последователното трансформиране на координатите от система „1950 г.” в система „1942 г.” и система „1942/83 г.” Трансформациите са полиномиални, с коефициенти надеждно изведени въз основа на голям брой точки.

По-нататък, координатите в система „1942/83 г.” се преобразуват от повърхността на елипсоида на Красовски в тримерното пространство.

Съпоставката на пространствените координати на идентичните точки, изчислени по описания начин с тези, получени в резултат на обработката на Държавната GPS мрежа води до определянето на параметрите на конформния трансформационен модел на Молоденски.

Тези стойности – координатите на централната точка, транслациите по трите оси – dX , dY , dZ , ротациите около тях – R_x , R_y , R_z , както и мащабният параметър, са изчислени и представени, заедно с оценката на точността им (без първите три).

По-нататък се трансформират, с изведените параметри, координатите на идентичните точки и се сравняват със стойностите им в БГС2005, известни от Държавната GPS мрежа.

Накрая са представени разликите по меридиана и паралела за всяка точка, които всъщност са основа за по-нататъшния анализ.

Привидно резултатите получени по горната схема са задоволителни – съдейки по сравнително ниските стойности на средните квадратични грешки на транслациите по трите оси – 18 mm, дължащи се, очевидно, на значителния обем на извадката.

Седемпараметрова трансформация между система „1950 г.“ и БГС2005

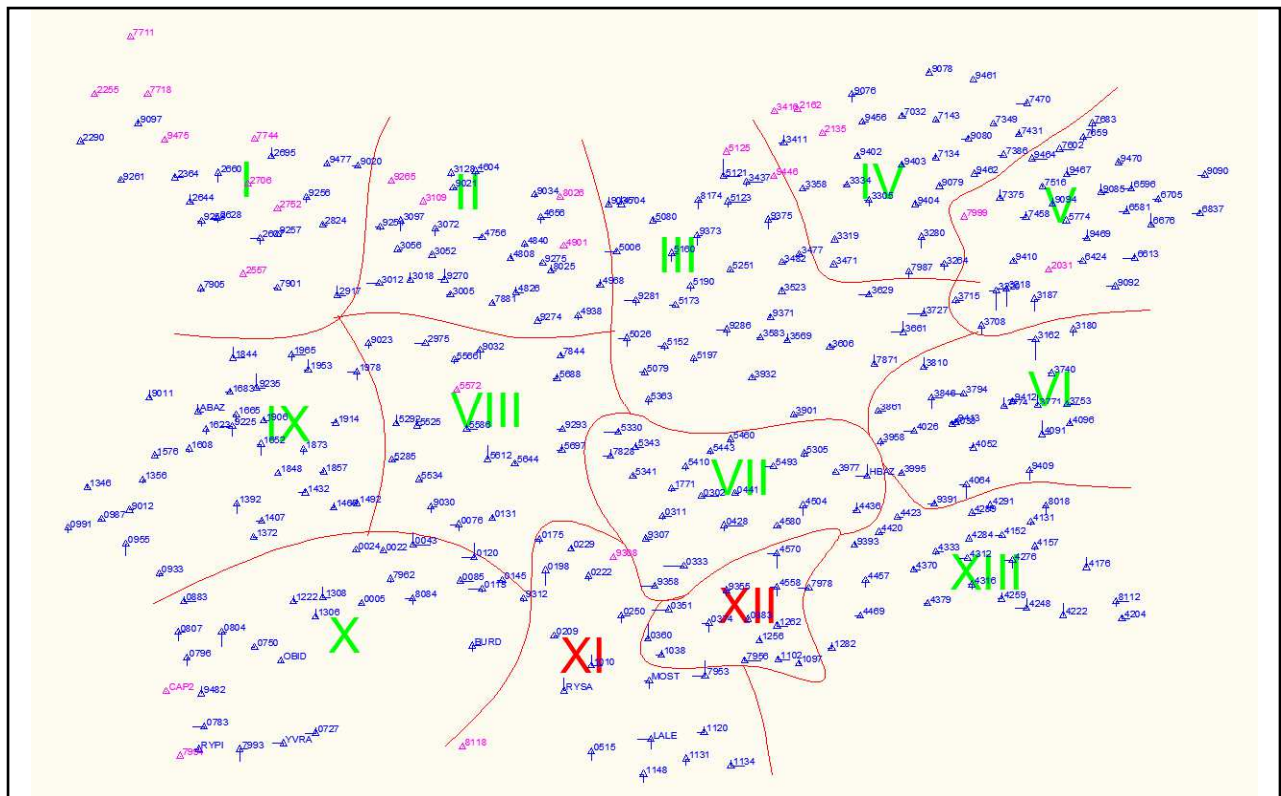
1.Трансформационен модел		Молоденски
2.Централна точка		
X	Y	Z
4223673.829	2016286.151	4315972.206
3.Трансформационни параметри		
Параметри	Стойности	Ср. кв. грешки
Транслация dX	-3.033 m	0.018 m
Транслация dY	127.243 m	0.018 m
Транслация dZ	104.541 m	0.018 m
Ротация Rx	0.0246"	0.0349"
Ротация Ry	1.4023	0.0448"
Ротация Rz	-4.5567"	0.0280"
Мащаб	0.9999954	0.0000001
4.Оценка на точността		
Ср.кв. грешка на едно измерване по положение		0.336 m
Брой точки по положение		330
Брой точки по височина		330

Остатъчните отклонения на точките, обаче, са с далеч по-висока средна квадратична стойност – 336 mm, което е твърде песимистично на фона на очакванията за грешки по координатите на точките от старата триангулация в рамките на 10 cm.

Това налага анализът да продължи с опит за установяване на териториална закономерност на разпределението на остатъчните отклонения. В крайна сметка, анализирайки индивидуалните стойности на отклоненията за всяка точка, се стига до схемата представена на фиг. 1.

Обособени са общо 13 зони – с прилагане на метода на пробите и грешките и не без субективната преценка на анализаторите. В хода на изследването по райони са отпаднали някои точки с екстремални стойности на отклоненията (над 3σ); тези точки са отбелязани с виолетов цвят. Други критерии за филтриране не са прилагани.

С червени линии са представени границите на зоните – общо 13. С червени номера са отбелязани онези от тях, където средните квадратични стойности на остатъчните отклонения са над 10 cm (2 зони), а със зелени – зоните под тази стойност.



Фиг.1. Зониране на територията при търсене на оптимален преход между система „1970 г.” и БГС2005

2.2 Изводи

От извършения анализ личи, че ако грешките в Държавната GPS мрежа се приемат за пренебрежимо малки в сравнение с тези на старата триангулация (всички основания за това са на лице), то деформациите на последната са нехомогенни, с изразено териториално разпределение. Съдейки по положението на точките, отпаднали от анализа заради екстремално високи стойности на остатъчните отклонения – в крайните югозападни и северни райони на страната, ролята на маргиналният ефект в геодезическите мрежи става очевидна, а именно повисоките грешки в определянето на координатите на периферните точки заради по-лошата геометрична обусловеност на измерванията.

Получените резултати от извеждането на трансформационни параметри по зони свидетелстват, че в рамките на всяка от тях е постижима точност около 10 cm на прехода от система „1970 г.” към БГС2005. Това съответства на възможностите на геодезическите методи от първата половина на XX век и на начина, по който те са били прилагани в страната. В масовия случай, обаче, не може да се очаква, че трансформацията по райони ще бъде приложима, а преходът от един район към друг би довел до катастрофални резултати.

Затова, официалното въвеждане на единни за страната трансформационни параметри изглежда без разумна алтернатива.

В заключение следва да се подчертае, че в масовия случай с официалното въвеждане на единни за територията на страната трансформационни параметри ще се даде възможност за достатъчно удобно и точно трансформиране на цифрови модели от всякакъв вид.

За геодезическите мрежи този подход е неприложим, както на практика се оказва и с приложението на трансформационни модели, извеждани за всеки конкретен случай – по съдебни райони, общини и пр. Единствената възможност за пълноценно оползотворяване на ГНСС измерванията за определяне на ГММП, извършвани масово след 2000 г. е преизчисляването им с в съответствие с изискванията на Инструкция за определяне на геодезически точки с помощта на глобални навигационни спътникови системи и Инструкция за преобразуване на съществуващите геодезически и картографски материали и данни в

„Българска геодезическа система 2005“.

3. Вертикална референтна повърхнина за определяне на височини в Европейската вертикална референтна система EVRS от геодезически височини в Европейската земна координатна система ETRS89

Въпросът за създаване на вертикална референтна повърхнина, която да позволи определянето на физически височини (коти) от геодезически височини е непосредствено свързан с осъществяването на Европейският проект EUVN_DA (European Unified Vertical Network Densification Action) – съгъстяване на Европейската вертикална мрежа.

3.1. Проектът EUVN_DA

През 2003 г. Техническата работна група на подкомисия EUREF към Международната асоциация по геодезия стартира проекта EUVN-DA с основна цел да се създаде континентална и хомогенна GPS/нивелачна мрежа и база данни, съвместима със Европейската земна координатна система ETRS89 и Европейската височинна референтна система EVRS.

Една от основните задачи на проекта EUVN-DA е да се осигури континентална координатна система за определяне на височини с ГНСС технологии и да послужи за бъдещите реализации на континентална височинна референтна повърхнина. До 2009 г. 25 европейски страни, включително България, участват в проекта, а базата данни съдържа повече от 1400 GPS/нивелачни точки. Проектът EUVN-DA завършва в края на 2009 г., но поддържането на базата данни продължава и се разширява в рамките на дейностите по поддържане на EVRS.

Данните за всяка страна участник са продукт на проекта EUVN-DA и се използват за различни приложения, най-важното от които е получаването на височинна референтна повърхнина (Height Reference Surface, HRS). Последната е понятие алтернативно на модифицирания гравиметричен геоид, който се използва за определяне на физически дефинирани височини с помощта на ГНСС технологии (фиг. II.9).

Проектът EUVN-DA доказва на практика възможността за комбиниране на континентален модел на геоида и GPS / нивелация. Такава комбинация може да се постигне по следните начини:

- на ниво измервания, чрез колокация по метода на най-малките квадрати;
- чрез прилагане на площен интерполационен метод, при който съществуващ гравиметричен модел на геоида (повърхнина) се сравнява, в смисъла на най-малките квадрати, с прецизно определени GPS/нивелачни точки.

Изгладената повърхнина е гладка и остатъчните разлики са 7 cm за по-голяма част от територията на Европа. Резултатите показват нагледно възможността за реализиране на високоточна височинна референтна повърхнина, базирана на GPS / нивелация и EGG08, която да се използва за определяне на физически височини чрез ГНСС технологии.

3.2. Европейски модел на геоида EGG08

EGG08 е последният към настоящия момент реализиран гравиметричен модел на геоида от серията EGGуу, в рамките на проекта EGGP. За определяне на EGG08 са използвани гравиметрични данни за всички европейски страни, включително и България.

Българските данни в модела EGG08 включват резултати от гравиметрични измервания:

- в държавните гравиметрични мрежи нулев, първи и втори клас;
- в Еталонната гравиметрична мрежа;
- по проекта EUVN-DA.

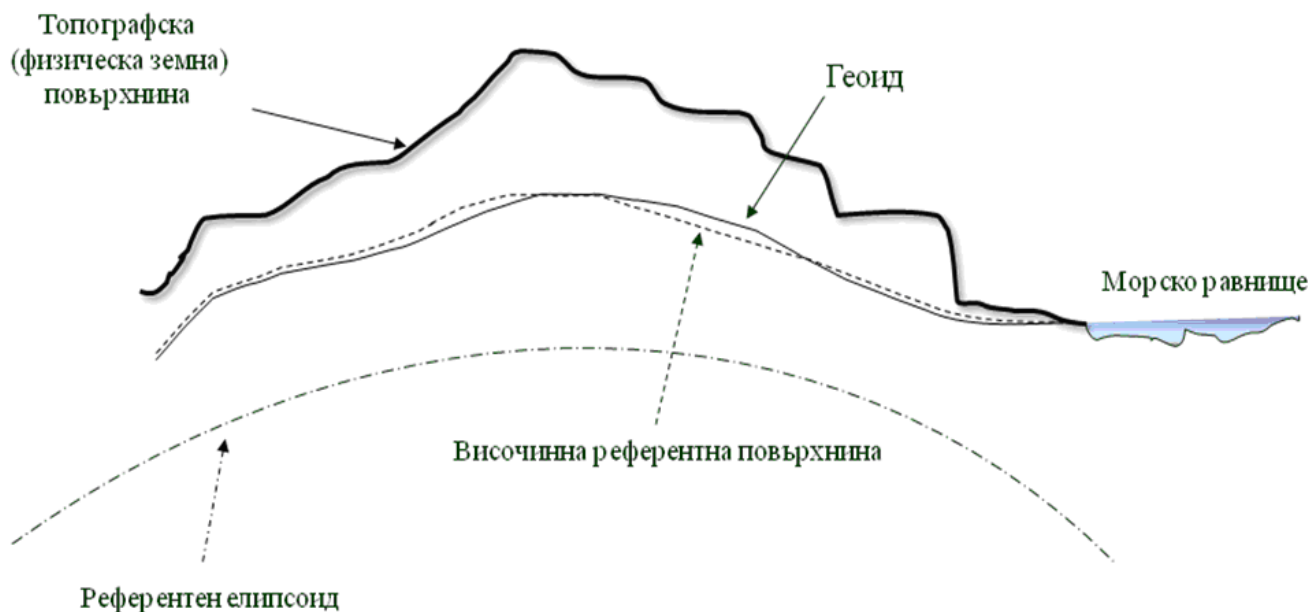
Всички данни са оцифрени, анализирани и проверени съвместно с изчислителния център по проекта EGGP Хановер. От всички гравиметрични данни като некачествени са оценени и изключени около 10 %, а останалите участват при получаването на модела.

Оценка на точността на модела за територията на България е изведена чрез сравнението му с GPS / нивелачни данни – около 350 равномерно разположени точки, предимно от Държавната GPS мрежа, с прецизно определени котни.

Сравнението показва много добри резултати. Изключение прави единствено районът на Югоизточна България – Странджа и Източните Родопи.

3.3. Референтна височинна повърхнина

Референтната височинна повърхнина представлява гريد, получен на базата на модела на Европейския геоид EGG08, коригиран с GPS / нивелачни данни за територията на страната. Европейският геоид, съответно референтната височинна повърхнина, е отнесен към EVRS, реализация EVRF2007.



Фиг. 2. Референтни повърхнини във височинните определения

Използвани са GPS / нивелачните данни от Държавната GPS мрежа (около 350 точки) и данни от ГММП.

Регистрите на ГММП съдържат координати на точките, определени с ГНСС и балтийските им височини, получени по трансформационен път. За разлика от точките от Държавната GPS мрежа, височините на точките от ГММП са получени в Европейската височинна система EVRS чрез трансформация, съгласно Инструкцията за преобразуване на съществуващите геодезически и картографски материали и данни в БГС2005“

Анализирани са общо 12 259 точки от ГММП, от тях като негодни са оценени и изключени 270 точки – около 0.5% от общия брой. Част от точките в съдебни райони Добрич, Кърджали и Кюстендил не са анализирани поради проблеми във входната информация (координатните регистри).

Средната квадратна грешка на получената референтна височинна повърхнина е 5.0 cm.

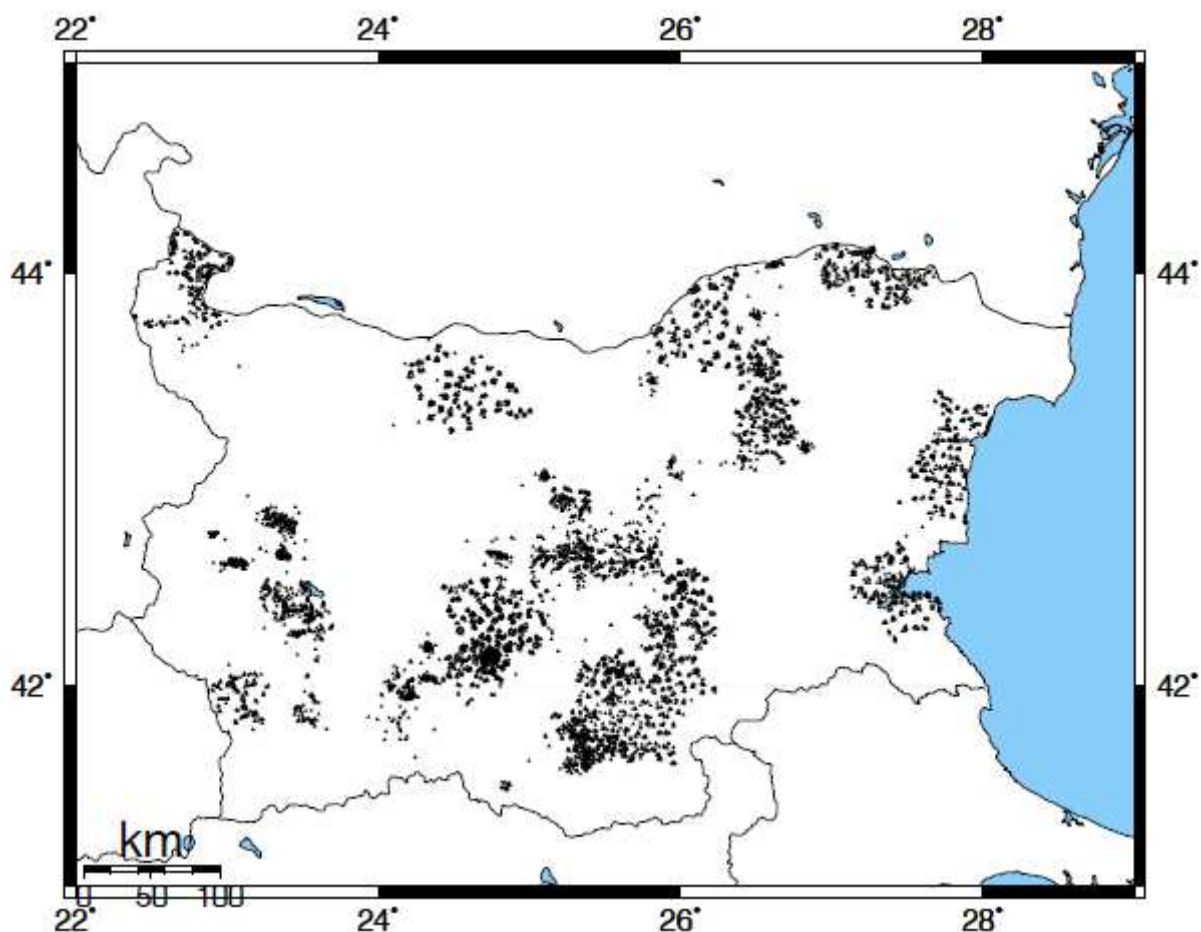
От получените резултати може да се направи извода, че точността при определянето на височини в официално приетата в България с въвеждането на БГС2005 височинна система EVRS, реализация EVRF2007, по резултатите от ГНСС определения е около 0.05 m (3. доверителен интервал – 0.15 m).

Получаване на работна височинна референтна повърхнина

Получаването на работна височинна референтна повърхнина е извършено на базата на GPS / нивелачните данни от Държавната GPS мрежа (около 350 точки) и малка част от точките от ГММП (около 3 000 точки). Работната повърхнина (средна квадратна грешка 11 cm) е получена за удобство при работата и основно за по-лесно установяване на груби грешки и бракуване на измервания.

Към момента са анализирани 6 511 точки от ГММП в страната. На Фиг. 3 е показано тяхното разположение на територията на страната.

Сравнението на точките с работната височинна повърхнина показва средна квадратна грешка от порядъка на 5.5 cm (резултатите не са окончателни). Общо 109 точки от всички 6 511 са бракувани при обработката.



Фиг. 3. Анализирани точки от ГММП към момента.

Получените до момента резултати от анализа на GPS/нивелачните данни доказват на практика възможността за получаване на референтна височинна повърхнина за определяне на височини от GPS измервания. Средната квадратна грешка на височинната повърхнина получена от GPS / нивелачните точки (6 511 към момента) е от порядъка на 5 cm (доверителен интервал 3σ - 15 cm).

3.4. Изводи

Трансформирането на координати от система „1970 г.“ в БГС2005 с помощта на унифицирани за територията на страната модели и параметри се извършва с точност до 0.30 m. Приложението на предварително определени трансформационни модели и параметри по отделни области може да се осигури точност на прехода в БГС2005 около 0.10 m. Този подход крие значителни рискове при работа по границите на обособените области и не се препоръчва. Затова определянето на координатите на геодезически точки в система БГС2005 чрез трансформация от система „1970 г.“ не бива да се допуска, освен в случаите посочени в съответната инструкция.

Котите на геодезическите точки на територията на страната, определени с ГНСС технологии могат да се получават с точност 0.05 m, след трансформация с помощта на референтната височинна повърхнина.

4. Оценка на качеството на получените резултати, анализ и препоръки за допълнителни GPS измервания

4.1. Анализ на резултатите от създаването на ГММП след 2000 г.

За успешното въвеждане на БГС2005 е от особено значение да се анализират резултатите от създаването на ГММП с помощта на ГНСС технологии. Тази дейност е възлагана от АГКК по съдебни райони, след 2000 г., и може да се раздели на два етапа:

- до 2005 г., когато ГММП са определяни в геодезическа координатна система ETRS89–реализация ETRF93, епоха 1989.0, въведена чрез GPS мрежата „Булреф“ и добила гражданственост под същото име;

- след 2005 г., когато вече са на лице – макар и неофициално – резултатите от създаването на Държавната GPS мрежа, с която се фиксира и разпространява на територията на страната геодезическата координатна система ETRS89 – реализация ETRF2000, епоха 2005.0, възприета по-късно като елемент от БГС200510.

Освен различните реализации на система ETRS89, в които са определени ГММП преди и след 2005 г., от съществено значение са броят и разположението на изходните точки, налични в двата периода:

- до 2005 г. – 15 точки от мрежата „Булреф“, разположени на средно разстояние около 100 km една от друга;

- след 2005 г. – над 350 точки от Държавната GPS мрежа, отдалечени на по-малко от 20 km.

Тази особеност води до съществени разлики в методите да свързване на ГММП към изходната геодезическа основа.

За оценка на актуалната ситуация са ползвани резултатите от създаването на 43 ГММП. Анализът на всяка от тях обхваща следните етапи:

- проверка на карнетите и уточняване на типовете и височините на ГНСС антените;

- преглед на координатните регистри;

- оценка на конфигурацията, плътността и продължителността на извършените измервания, начина на обработка на векторите, изравнението на мрежите, използваните изходни точки за привързване към съответната координатна система;

- контрол на пълнотата на данните в RINEX файловете чрез предварителна обработка на измерванията с помощта на софтуера TEQC11.

Особено внимание е отделено на ГММП, създадени до началото на 2005 г., които са определени в координатна система „Булреф“.

Извършена е частична обработка на измерванията както следва:

- подбрани са качествени GPS измервания от всички ГММП, с продължителност от 6 часа до няколко денонощия. По правило те служат за свързване към „Булреф“ или са извършени на базови станции;

- приложени са изискванията и изчислителните методи, използвани при създаването на Държавната GPS мрежа.

По-съществените изводи от извършения анализ са следните:

- не са изключени пропуските в подготовката на документацията – небрежно и непълно съставени обяснителни записки и приложения, отсъствие на коректни данни за типа и височините на ГНСС антените;

- за определяне на ГММП в система „Булреф“ са изчислявани вектори с дължина от 60 до 120 km. Често продължителността на извършените измервания е недостатъчна за високоточно определяне на вектори с такава дължина, а комерсиалните софтуерни продукти използваните от фирмите – изпълнители позволяват постигането на задоволителни резултати при дължина векторите едва до 20 – 30 km;

- в някои случаи – особено до 2005 г. – са използвани двучестотни приемници с квадриращи канали по честота L2, напр. в съдебни райони Асеновград, Несебър, Самоков, Сливен, Тутракан. Такива измервания не дават възможност за оценяване на влиянието на йоносферната рефракция с необходимата точност;

- използвани са различни видове ГНСС антени без да се прилагат подходящи модели на вариациите на фазовите им центрове. Това води до понижаване на точността както по положение, така и по височина - в отделени точки са забелязани отклонения до 10 cm;

На лице са пропуски при трансформиране на координатите на точките в система „1970 г.“, а на височините им – в Балтийска система, което е част от изискванията за създаване на ГММП по това време. Най-често те се свеждат до следното:

- използвани са трансформационни точки, определени в различни координатни системи – „1970 г.“ и „1970 г. – вариант Военно-географска служба“. Въпреки че е по-качествена, последната никога не е била приемана официално, което прави използването ѝ недопустимо, още повече, че отклоненията на координатите са от 5 до 20 cm;

- не са малко случаите, когато наред с точки от ДГМ I - IV кл. се използват трансформационни точки от мрежите по-нисък клас, вкл. от ГММП определени с ГНСС технологии, което също е недопустимо;

- не винаги са използвани достатъчно нивелачни репери или точки с геометрични коти (съгласно указанията – минимум 4);

- в някои ГММП са прилагани полиномиални трансформации, при това в райони с размери над 10 – 15 km.

В заключение е установено, че преобладаващата част ГММП отговарят на техническите задания и указанията на АГКК в частта им за определяне на координати в БГС2005 или „Булреф“. Регистрите в координатна системна „1970 г.“ и Балтийска височинна система, обаче, са спорни и не винаги достоверни.

4.2.Извеждане на трансформационни параметри между „Булреф“ и БГС2005

За извеждане на трансформационни параметри между координатните системи „Булреф“ и БГС2005 е възприет следният подход:

- подбрани са измерванията от всички 43 ГММП участващи в анализа, с продължителност минимум 6 часа, качествени данни и надеждна информация за типове и височините на ГНСС антените;

- всички вектори са обработени с прецизни ефемериди и релативен модел на вариациите на фазовите центрове на ГНСС антените;

- изчислени са координатите на 108 триангулационни точки, предимно от Държавната геодезическа мрежа I – IV клас;

- след изравнението са получени координатите на точките в двете координатни системи – БГС2005 и „Булреф“;

- изведени са трансформационни параметри с използването на 15 точки от мрежата „Булреф“ и 2 точки от EUVN97 – Бургас и Варна.

За осигуряване на по-плътно покритие на територията на страната е извършено повторно определяне на трансформационни параметри по същата методика, но с използване на допълнителни точки от ДГМ I – IV кл. – общо 91.

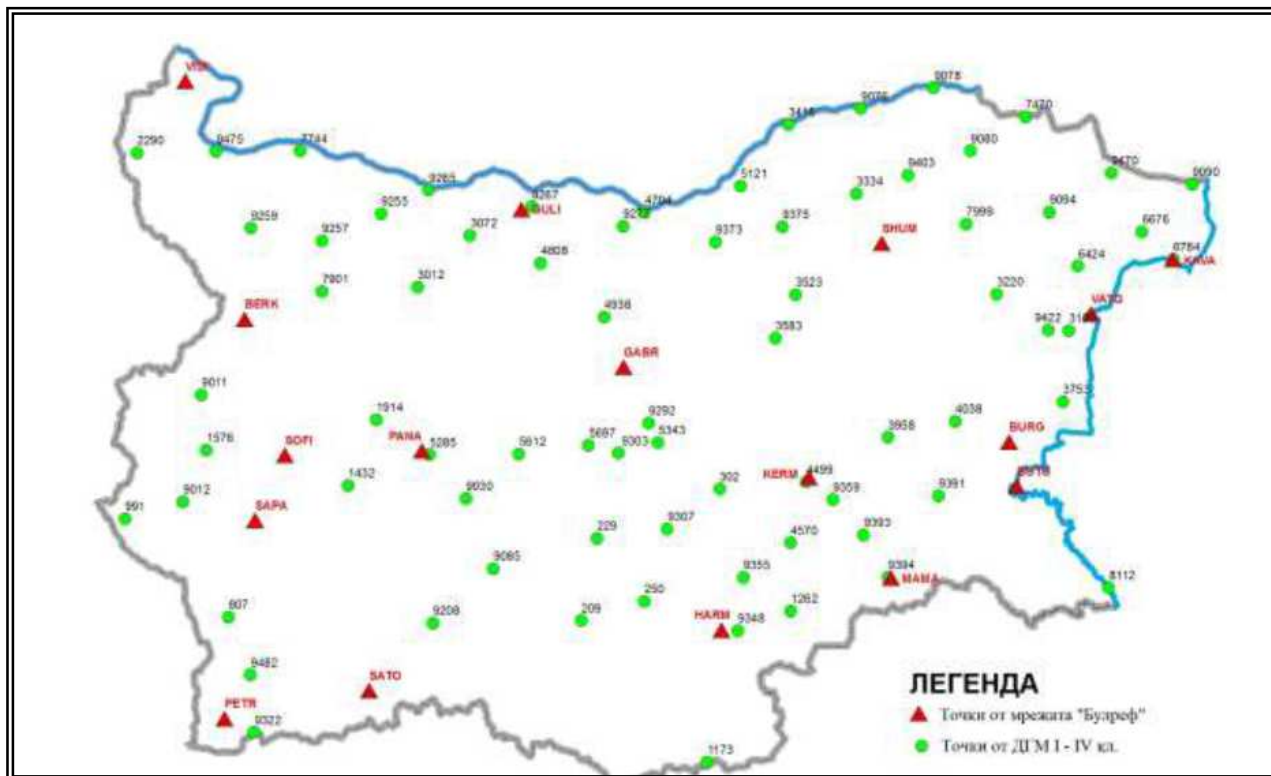
Контролът на получените трансформационни параметри е извършен по следния начин:

- изчислени са в координатни системи „Булреф“ и БГС2005 фрагменти от ГММП в съдебни райони Бургас, Видин, Габрово, Кърджали, Петрич, Сандански, Сливен, Троян, Шумен и Царево;

- координатите в система „Булреф“ на точките от посочените ГММП, получени от фирмите – изпълнители са трансформирани в система БГС2005 с помощта на изчислени параметри;

- сравнени са координатите на точките, получени по двата начина.

Контролът обхваща пространствените координати на над 250 точки от ГММП, разпределени по цялата територия на страната. За удобство, същите са представени в проекция УТМ, зона 35. Средните квадратични отклонения по осите x и y не надвишават 0.02 m, а по височина – 0.06 m. В някои от анализиранияте ГММП последната достига 0.08 – 0.10 m, което следва да се обясни с използването на ГНСС апаратура с квадриращи приемателни канали по честота L2 и с не отчитане на вариациите на фазовите центрове на ГНСС антените.



Мрежата „Булреф“ и точки от ДГМ I – IV кл., използвани на определяне на трансформационните параметри между система „Булреф“ и БГС2005 по 91 точки

4.3.Изводи

Изведените трансформационни параметри може успешно да бъдат използвани за привеждане на резултатите от всички ГММП, определени с ГНСС технологии след 2000 г., в единна геодезическа координатна система – БГС2005.

За пълноценното използване на ГММП, определени с ГНСС технологии след 2000 г. не е необходимо да се извършват допълнителни измервания за свързване с Държавната GPS мрежа.

Седемпараметрова трансформация между БГС2005 и „Булреф“

1.Трансформационен модел		Молоденски
2.Централна точка		
X	Y	Z
4222883.228	2013638.553	4318357.509
3.Трансформационни параметри		
Параметър	Стойност	СКГ
Транслация dX	0.0569	0.0009
Транслация dY	-0.0293	0.0009
Транслация dZ	-0.0601	0.0009
Ротация gx	0.010000	0.0016
Ротация gy	0.002308	0.0020
Ротация gz	-0.008512	0.0012
Мащаб m	0.9999999872	0.0000000054
4.Оценка на точността		
Ср.кв. грешка на едно измерване по положение и височина		0.008
Средна квадратична грешка по положение		0.007
Средна квадратична грешка по височина		0.009
Брой точки по положение		91
Брой точки по височина		91

5. Оценка на качеството на цифровите модели, поддържани от АГКК

Основният вид цифрови модели, поддържани от АГКК са свързани с кадастралната карта. Дейностите по създаването и обновяването им се регламентират със Закона за кадастъра и имотния регистър и Наредба № 3 за съдържанието, създаването и поддържането на кадастралната карта и кадастралните регистри.

В зависимост от произхода им, цифровите модели са:

- получени чрез сканиране на съществуващи графични документи;
- налични във векторни или растерни формати.

В зависимост от геодезическата им основа, цифровите модели могат да бъдат определени в координатна система:

- „1970 г.“ или друга от старите системи, използвани в страната;
- БГС2005.

Графичните оригинали, създадени по реда до въвеждането на ЗКИР са определени в координатна система „1970 г.“ или друга от старите системи, използвани в страната.

Растерните и векторните модели се трансформират в БГС2005 по установения ред за трансформиране на съответния вид данни;

5.1. Цифрови модели до въвеждането на ЗКИР

Значителна част от цифровите модели, поддържани от АГКК се получава чрез оцифряване на стари кадастрални планове. Данните извлечени от тях са натоварени със грешка по положение, определяна по формулата:

$$\sigma = \sqrt{\sigma_C^2 + \sigma_S^2 + \sigma_R^2},$$

където: σ_C – грешка по положение на графичните елементи в старите кадастрални планове,

σ_S – грешка на сканирането, σ_R – грешка от геореферирането.

Точността на нанасяне на геодезическата основа σ_C в графичните оригинали е 0.2 mm, а на обектите от местността (границы на имоти, сгради и др.) – по-ниска, което значи, че при мащаб 1:1000 следва да се очаква точност около 0.30 m. Като се отчете неминуемата деформация на материала, върху който е нанесена графиката (в някои случаи значителна), графичната точност на кадастралните планове може да спадне под 0.5 mm, дори да направи по-нататъшното им използване невъзможно.

Грешката на сканирането σ_S зависи от използваните устройства и големината на кадастралните планове. Обикновено се прилагат скенери с точност 0.1 mm, която при планове с мащаб 1:1000 води до допълнително огрешаване с около 0.10 m

Грешката от геореферирането σ_R обикновено е по-малка от предходните две взети заедно и е достатъчно да се използват афинни трансформационни модели. В случаите когато деформациите на координатната система са значителни, стойността на σ_R може да стане недопустимо висока дори ако се прилагат полиноми от втора и по-висока степен.

Следователно, ако качеството на графичните материали е добро и не се налага трансформиране в система БГС2005, данните извлечени от старите кадастрални планове се очаква да бъдат с точност (1σ) 0.35 – 0.40 m.

Отчитайки изводите, използването на унифициран набор от параметри за трансформиране на данни от система „1970 г.“ в БГС2005, следва да се очаква грешка σ_T със стойност над 0.30 m, а в отделни случаи отклоненията може да достигнат 1 m (3σ).

Допълнителни неточности може да се появят ако кадастралните планове са в координатна система „1930 г.“.

Алтернативният подход – приложението на локални трансформационни параметри, извеждани за всеки отделен случай, може да доведе до непредсказуеми резултати, поради което не се препоръчва при извличането на данни от старите кадастрални планове.

5.2. Цифрови модели след въвеждането на ЗКИР

Трансформирането на цифрови модели, създадени по реда на ЗКИР се характеризира със следните особености:

- в общия случай цифровите модели на кадастралните данни са налични в система „1970 г.“ и не се налага оцифряване на графични оригинали;

- тъй като ГММП, от които се изхожда за създаване на геодезическата основа на кадастралната карта са определени с помощта на ГНСС технологии, то резултатите от трансформирането им в система „1970 г.“ са огрешени със σ_L , с очаквана стойност около 0.10 m, дължаща се на локални трансформации с параметри извеждани за всеки отделен случай;

- за определяне на цифровите модели в БГС2005 се налага обратното им трансформиране. Ако то се осъществи с помощта на унифициран набор от параметри, то резултатите ще се огрешат със $\sigma_T \sim 0.30$ m.

Поне на теория е налице шанс локалните трансформационни параметри изведени за трансформиране в координатна система „1970 г.“ да се използват и за обратната трансформация, с което частично да се компенсират допуснатите заради σ_L грешки и да се избегне влиянието на σ_T . В противен случай общата грешка от правата и обратната трансформация ще бъде

$$\sigma = \sqrt{\sigma_L^2 + \sigma_T^2}$$

с очаквана стойност около 0.35 m, а в отделни случаи – до 1 m (3σ).

5.3. Изводи

Качеството на цифровите модели, получени изхождайки от наличните графични оригинали в координатна система „1970 г.“ зависи преди всичко от физическото състояние на последните. Ако те нямат значителни деформации и са в мащаб 1:1000, цифровите модели получени след сканиране и трансформиране в БГС2005 се очаква да бъдат натоварени с грешка около 0.50 m.

Цифровите модели, създадени съгласно ЗКИР и Наредба № 3 от 27.04.2005 г. в координатна система „1970 г.“, може да се трансформират в БГС2005 с грешка около 0.35 m.

В двата случая може да се очакват пределни (3σ) грешки с три пъти по-големи от посочените стойности.

6. Заключение

> Необходимо да се прекрати практиката геодезически точки от всякакъв вид, клас и начин на определяне, необходими като елемент от геодезическата основа на кадастралната карта, да се получават в БГС2005 по трансформационен път, изхождайки от наличните им координати в система „1970 г.“

> За основа на кадастралната карта могат да се използват единствено геодезически точки, определени по реда на съответната инструкция, с което се гарантира тяхната точност по положение и височина 0.05 m.

> ГММП създадени с помощта на ГНСС технологии след 2000 г. могат да се трансформират в БГС2005 без да са необходими нови измервания за свързването им с Държавната GPS мрежа.

> Данните от кадастралните карти и планове в координатна система „1970 г.“, налични в цифров вид или на хартиен носител, могат да използват след сканиране и трансформиране, или само след трансформиране, с очаквана точност около 0.50 m в първия случай, и 0.35 m – във втория случай.

> Цялостно решение на проблемите, свързани с геодезическата основа на кадастралната карта, както и на други дейности, ръководени и възлагани от АГКК, ще даде бъдещата наредба за ГММП, която следва да се разработи и въведе в изпълнение на чл. 13, ал. 2 и 4 от ЗГК.