



Приета: 18.03.2016 г.
Преработена: 11.04.2016 г.
Одобрена: 22.04.2016 г.

СИСТЕМА ЗА ГЕОДЕЗИЧЕСКИ КОНТРОЛ ПРИ КОНЗОЛНО ИЗГРАЖДАНЕ НА ВРЪХНИ МОСТОВИ КОНСТРУКЦИИ

Т. Костадинов¹, А. Стефанова²

Ключови думи: геодезически контрол, конзолно изграждане, Sofistik

РЕЗЮМЕ

В доклада са изложени основната идея, функционалната блок-схема и апаратурният състав на система за геодезически контрол при строителството на връхни мостови конструкции по метода на конзолното изграждане – бетониране или монтаж. Тя се състои от два модула: основен (наблюдателен) и потребителски (монтажен). Наблюдателният модул включва роботизирана тотална станция, свързана с портативен лаптоп (таблет или PDA), на който е инсталиран специализиран софтуер за обработка на текущите геодезически измервания, извършвани за контрол на пространственото състояние на конзолната инсталация или изградените сегменти от конзолите. Изчислените данни за корекция на инсталацията се въвеждат в тоталната станция за последващи трасировъчни операции и се изпращат чрез радиоинтерфейс за визуализация и използване към таблета на монтажния модул.

1. Въведение

Една от най-разпространените технологии за строителство на мостове при тежки терени условия е технологията на конзолно изграждане, която се реализира по два начина: монолитен, наречен още „конзолно бетониране“ и сглобяем – „конзолен монтаж“. В България има два моста, изпълнени с технологията за конзолно бетониране и два

¹ Тодор Костадинов, доц. д-р инж., кат. „Приложна геодезия“, УАСГ, бул. „Хр. Смирненски“ № 1, 1046 София, e-mail: todork_fgs@abv.bg

² Ани Стефанова, инж., кат. „Приложна геодезия“, УАСГ, бул. „Хр. Смирненски“ № 1, 1046 София, e-mail: animiroslavova@gmail.com

моста с конзолен монтаж. Първият мост, изпълнен чрез „конзолен монтаж“ се намира в центъра на гр. Пловдив, над р. Марица и е завършен през 1986 г. Вторият мост, изграден по същата технология е виадуктът на 48-ми километър от автомагистрала „Хемус“ [4].

С технологията „конзолно бетониране“ е построен мостът на граничния проход „Маказа“, в близост до гр. Момчилград и подходът към моста над р. Дунав при Видин – Калафат.

През целия период на изграждане, строително-монтажните работи (СМР) се съпровождат от прецизни геодезически измервания с цел извършване на екзекутивна снимка на вече построените части от моста и трасировъчни работи при изграждане на следващите му части. В оскъдната литература по този въпрос [1, 4] се споменава, че измерванията се извършват с тотална станция, като за всеки етап от изпълнението на конзолите, в зависимост от геометрията на проекта се извършват съответни подготвителни изчисления – предимно координатни трансформации и трасировъчни данни.

Като се има предвид изключителната важност на геодезическите измервания при конзолното изграждане на мостове, на всеки етап от изпълнението трябва да се осъществява надежден контрол на изчислителната работа и на геодезическите трасировъчни работи за пространственото ориентиране (т.нар. навигация) на конзолите. По наше мнение това предполага разработването на система за геодезичен контрол, включваща най-малко високоточен геодезичен уред за определяне на пространствени координати, портативен полеви компютър с инсталиран специализиран софтуер за изчисляване на трасировъчни данни и средство за комуникация между тях.

Тази идея е залегнала в основата на изследователски проект, разработван в Университета по архитектура, строителство и геодезия, чиято цел е да се създаде действащ модел на система за геодезичен контрол при конзолно изграждане на връхни мостови конструкции. Основната идея, функционалната блок-схема, апаратурният състав и функционалният модел на системата са предмет на настоящата статия.

2. Конзолно изграждане на мостове

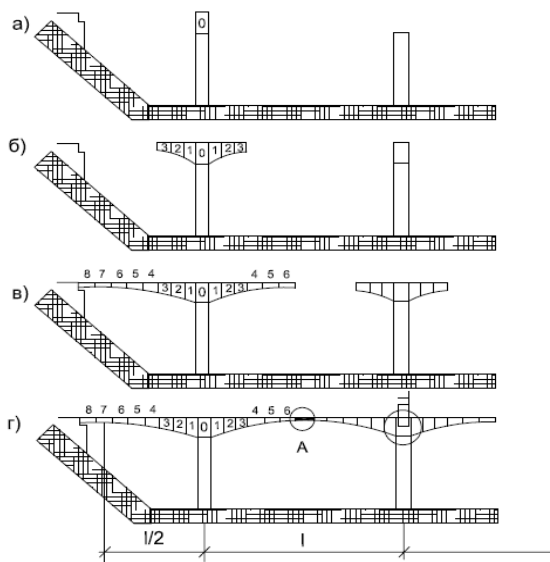
2.1. Общи положения

По същество, методът на конзолното изграждане се отнася до изпълнението на връхната (носещата) конструкция на мостовете. Принципът и основните етапи на изпълнение по този начин са показани на фиг. 1.

Строителството на връхната конструкция започва след изграждането на устоите и стълбовете, които се изпълняват монолитно. Надстълбовият блок О (фиг. 1) при конзолното бетониране се изгражда по монолитен начин, а при конзолния монтаж – или монолитно, или като сглобяем блок над съответния стълб. Разликата между двете технологии се вижда при изграждането на конзолите, които се изпълняват по свършено различен начин.

Конзолното бетониране се реализира чрез специални инсталации за конзолно бетониране (ИКБ), които се монтират върху всеки един от стълбовете на моста. Изграждането на конзолите се извършва най-често едновременно, обикновено „уравновесено“, в двете посоки – към предходния и към следващия стълб. За тази цел съответните две части на ИКБ се ориентират в проектно положение с помощта на геодезически методи. Следва изграждане (бетониране) на двойката блокове (сегменти) от конзолите, разположени симетрично спрямо стълба, свързването им помежду си и с изградените преди това части от конзолата чрез напъгаща армировка и напъгането им с определен брой напъ-

гащи елементи. След като бетонът е набрал необходимата якост, двете части на ИКБ се разскачат, преместват се напред за изпълнение на следващата двойка сегменти от конзолите. Съгласно технологичния план, след бетонирането на двойката противоположни сегменти се изчаква определено време, необходимо за набиране на първоначалната якост на бетона. Вследствие на собственото си тегло, съсхването и пълзенето на бетона, изградената част на конзолата се отклонява от проектната си траектория, като най-често „провисва“. Ето защо е необходимо да се извършат геодезически измервания за определяне на пространственото положение на челното напречно сечение („челото“) на конзолата и отклоненията му от проекта. Ако констатираните отклонения са в рамките на допустимото, се продължава с изграждането на следващата двойка сегменти. В противен случай носещата конструкция се преизчислява, като се взема предвид действителното положение на изпълнените сегменти така, че да се компенсират допуснатите отклонения от проекта. Всяка следващата двойка сегменти се изпълнява в същата последователност, след като ИКБ се трасира и ориентира в съответствие с новото си пространствено положение. След изграждане на срещуположните конзоли от два съседни стълба, последните два сегмента от тях се свързват помежду си чрез замонолитващ блок „А“ (фиг. 1з) и се напрягат.



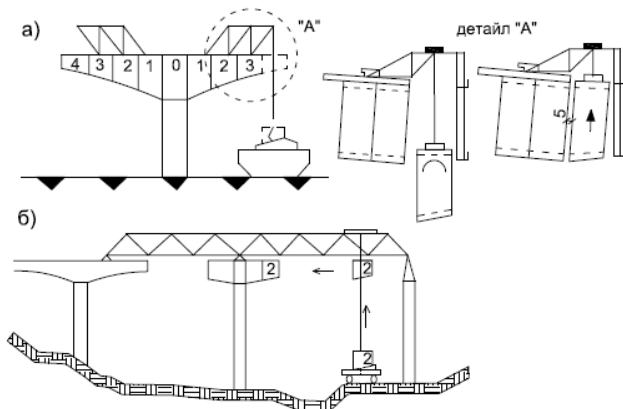
Фиг. 1

- а) изпълнено долно строене (устои и стълбове) и надстълбовия блок О от върхната конструкция над първия стълб; б) начало на конзолно уравновесено изпълнение (сегменти 1, 2 и 3); в) завършено уравновесено изпълнение от първия стълб и изпълнение на два сегмента неуравновесено от страната на устоя (сегменти 7 и 8); г) изпълнение на конструкцията над втория стълб и изпълнение на замонолитващ сегмент А между двете конзоли*

При конзолния монтаж съставните сегменти на конзолите се изготвят на строителната площадка, транспортират се до мястото на монтаж и се монтират с кранове по двойки, симетрично на носещия стълб (фиг. 2). В зависимост от конкретните условия транспортирането може да се извърши със специален автомобилен транспорт, плавателен съд (баржа) и др.

Изпълнението на една двойка сегменти на всеки етап от изграждане на конзолата се извършва по следния начин: нанасяне на лепило върху челото на вече монтирания

елемент и осъществяване на корекции за ориентиране на конзолата в проектната ѝ траектория (например изпълнение на клиновидна фуга); монтаж на следващия сегмент; временно напрягане; повторение на същите операции и на срещуположната страна на стълба; изчакване известно време лепилото да полимеризира; напрягане на основните напрягащи елементи; инжектиране на напрягнатите елементи и евентуално освобождаване на временното напрягане.



Фиг. 2. Схема за монтаж на сегменти

а) над воден път; б) с използване на монтажна ферма при частичен достъп отдолу или чрез транспорт отгоре

През целия период на строителството се извършват прецизни геодезически измервания с цел определяне на пространственото положение на челното напречно сечение на всеки монтиран сегмент и отклоненията му от проекта. Въз основа на тези резултати се изчисляват необходимите корекции в ориентирането на следващия сегмент и в моделите за пресмятане на деформациите с цел съгласуване на деформационните характеристики с резултатите, получени от измерването. Описаната последователност се повтаря до пълното завършване на моста.

2.2. Точност при изграждане на връхни мостови конструкции по метода на конзолното бетониране или монтаж

В действащата у нас нормативна уредба за изпълнение и приемане на СМР липсват конкретни изисквания за точност при изграждане на връхни мостови конструкции по метода на конзолното бетониране. В „Техническата спецификация” на агенция „Пътна инфраструктура“ при МРР от 2014 г. (част 10200, табл. 10212.1) са дадени допустими отклонения на геометрични параметри при изграждане на устои и стълбове. В части 10300 („Монолитни връхни конструкции за пътни мостове“) и 10400 („Сглобяеми връхни конструкции за пътни мостове“) подобни изисквания също не са указани. Единствено в [1] са дадени допустими отклонения δH за достигната кота при изграждане на носещата конструкция чрез конзолно бетониране, а именно: за горна плоча $\delta H = \pm 15 \text{ mm}$ и за долна плоча $\delta H = \pm 30 \text{ mm}$. Поради липса на друга информация в следващите разчети се използва по-малкото от двете допустими отклонения, т.е. това при изработването на горна плоча.

Известно е, че от геодезическа гледна точка, допустимото отклонение в геометричните параметри (размери, коти, наклони и др.) на изградени строителни елементи се разглежда като допустима грешка на съответния параметър. В случая допустимото

отклонение δH се третира като допустима грешка m_H^{don} във височината на точка от горния контур на напълно готов блок от конзола. Съгласно закона на Гаус за предаване на грешките m_H^{don} може да се представи като функция от няколко съставлящи я грешки:

$$\left(m_H^{don}\right)^2 = \left(m_H^{dop}\right)_{GM}^2 + \left(m_H^{dop}\right)_{изм}^2 + \left(m_H^{dop}\right)_{СМР}^2, \quad (1)$$

където $\left(m_H^{dop}\right)_{GM}$ е допустима грешка във височината на наблюдателната станция (точка от геодезическата мрежа на моста или друга точка, определена от нея);

$\left(m_H^{dop}\right)_{изм}$ – допустима грешка на определяне на височината на наблюдаваната точка от конзолата вследствие на грешките от геодезическите измервания;

$\left(m_H^{dop}\right)_{СМР}$ – допустима грешка във височината на точката от конзолата в резултат на изпълнение на строително-монтажните работи.

Необходимата точност по височина $\left(m_H^{dop}\right)_{изм}$, която трябва да се осигурява при геодезическите измервания за трасиране и контрол на изпълнението на конзолите, може да се определи от формула (1) при прието съотношение на влияние на съставлящите я грешки върху m_H^{don} . Ако се приеме принципът на равните влияния, при $m_H^{don} = 15$ mm се получава:

$$\left(m_H^{dop}\right)_{изм} = \left(m_H^{dop}\right)_{GM} = \left(m_H^{dop}\right)_{СМР} = m_H^{don} / 3^{0.5} = 8.7 \text{ mm}. \quad (2)$$

Съответната средно квадратична грешка за измерена височина при доверителен интервал $(-3 \text{ m}, +3 \text{ m})$ ще е $m_H = 2.9$ mm. Тъй като липсват изисквания за допустими отклонения в план, за тях ще приемем същите, както по височина, т.е. $\delta P = \pm 15$ mm. По аналогия с горния анализ за ср. кв. грешка в плановото положение на измерена точка при същия доверителен интервал $(-3 \text{ m}, +3 \text{ m})$ се получава $m_p = 2.9$ mm. Тези стойности могат да бъдат използвани в качеството на минимален критерий за точност при избор на геодезически инструменти и методика на измерване, подходящи за обслужване на строителството по метода на конзолното бетониране.

3. Проект за система за геодезичен контрол (СГК) при изграждане на връхни мостови конструкции по метода на конзолното бетониране

3.1. Изисквания към системата

Цел на проекта е разработката на Система за Геодезичен Контрол (СГК) при изграждане на връхни мостови конструкции по метода на конзолното бетониране или монтаж, която да осигурява:

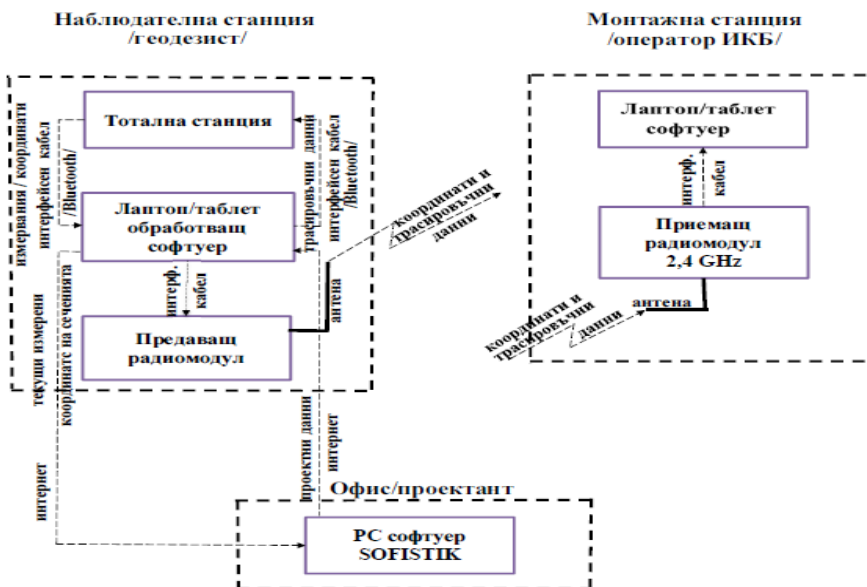
- бърза и надеждна подготовка на необходимите данни за пространствено ориентиране на инсталацията за конзолно бетониране или коригиране на монтирания сегмент от конзолата във всеки един етап от строителството в съответствие с проекта на съоръжението;

- предоставяне на графична и текстова информация, необходима на оператора на ИКБ или монтажния кран;
- надежен двустранен контрол на ориентирането на ИКБ;
- двустранна оперативна връзка с проектанта на съоръжението по интернет;
- автоматизирана подготовка на екзекутивна документация за всеки етап от строителството.

За функционирането на SGK е необходимо:

- Да е създадена мостова геодезическа мрежа, осигуряваща необходимата точност в план и височина за трасиране и контрол при изграждане на мостове по монолитен начин и/или чрез монтаж на сглобяеми носещи конструкции. Препоръчително е при проектирането на мрежата да се включат точки, които ще служат за наблюдателни станции при конзолния монтаж или бетониране.
- Да се разполага с резултати (файлове) от оразмеряването на носещата конструкция на моста със специализиран софтуер, например **SOFISTIK*** и елементите, дефиниращи локалната координатна система на моста, приета в използвания софтуер.
- Да са налице конструктивни работни чертежи (файлове) на устоите, стълбовете и носещата конструкция; надлъжен профил на линейния обект (път, жп линия и др.), координати на пикетните точки на оста на линейния обект в обхвата на моста в геодезическа координатна система.
- Да се разполага с резултатите от екзекутивните измервания на изградените конструктивни елементи от долното строене: устои и стълбове.

3.2. Функционална блок-схема на SGK



Фиг. 3

3.2.1. Апаратурен състав:

Изискването от т. 3.1 за предоставяне на графична и текстова информация на оператора на ИКБ или монтажния кран за подпомагане на дейността им при ориентиране на ИКБ или монтираните сегменти предполага наличие на два модула на системата: наблюдателен и потребителски.

А. Наблюдателен модул (наблюдателна станция)

Модулът включва следните компоненти:

- Тотална станция, по възможност роботизирана, или най-малко с възможност за безпризмено измерване на разстояния до 150 – 200 m, с подходяща ъглова и дължинна точност и интерфейс – RS232/USB, Wi-Fi.
- Управляващ лаптоп-таблет/таблет, подходящ за полска работа (outdoor use; sunlight readable, 3G-модул), закрепен към триногата на тоталната станция.
- Предаващ радиомодул 2.4 GHz с насочена антена ($60^{\circ}/75^{\circ}$), закрепен на триногата на тоталната станция и свързан с управляващия лаптоп с интерфейс кабел.
- Специализиран софтуерен модул за обработка на измерителната информация, подготовка на трасировъчни данни, визуализация, комуникация и трансфер на данни от и към тоталната станция, към таблета на монтажната станция чрез радиоинтерфейс и към компютъра на проектанта чрез Интернет.

Б. Монтажен модул (монтажна станция)

Монтажният модул се състои от:

- Лаптоп или таблет със същите качества, като този на наблюдателната станция.
- Приемаш радиомодул 2.4 GHz с ненасочена антена, свързан с таблета.
- Специализиран софтуерен модул за приемане и визуализация на трасировъчни данни, изпратени от наблюдателния модул.

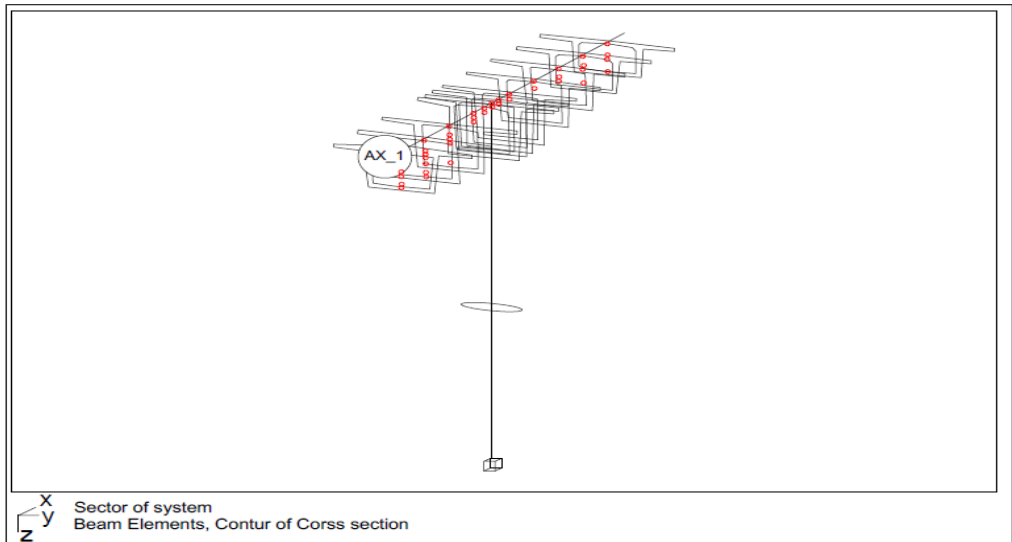
3.2.2. Модел на функциониране на СГК при конзолно бетониране

Изложеният тук функционален модел е разработен въз основа на общия технологичен план за изпълнение на носещата конструкция и съответстващите етапи от изчислителния модел, използван в SOFISTIK. Геометричната ос на носещата конструкция на моста е част от оста на линейния обект (път, жп линия), която е дефинирана чрез главните и подробните си точки в геодезическа координатна система. В SOFISTIK оста на съоръжението се представя от поредица точки (възли), но в локална за съоръжението координатна система *OXYZ* (фиг. 4).

Началото на системата може да бъде избрано в който и да било възел, но се предпочита то да съвпада с пикетна точка от прав участък преди началния устой или в центъра на самия устой. Посоката на ос *X* е по направление на оста на съоръжението, ако тя е в права и съответно в посока на общата тангента, ако е в крива. Посоките на оси *Y* и *Z* се виждат на фиг. 4.

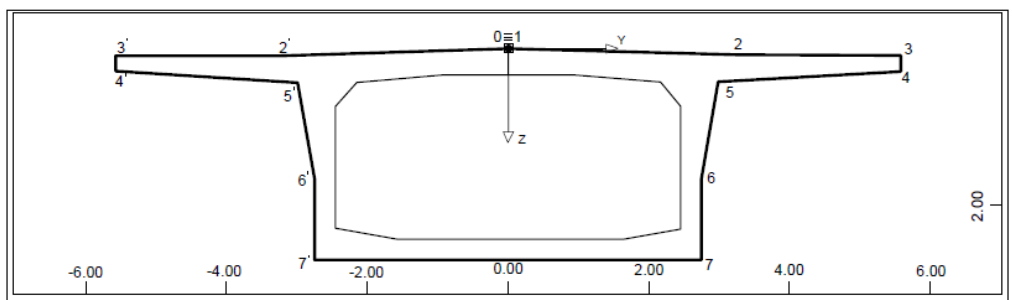
Всяка двойка последователни възли от оста затваря т.нар. „гредови краен елемент“, който физически представлява конструктивен елемент (блок или сегмент) от кон-

золата. От изчислителна гледна точка, елементът се определя от две последователни напречни сечения, „закачени“ към оста на съоръжението с централните си точки (фиг. 4). SOFISTIK извежда текстов файл с тримерните координати на възлите от оста в локалната система на моста.



Фиг. 4

Оразмеряването на конструкцията се извършва за всеки възел, в последователни стъпки, наречени товарни състояния, съответстващи на етапите на строителството. В резултат на изчислението се извеждат файлове, съдържащи стойностите на ротациите и транслациите на централната точка на всяко сечение (т. О), за всяко товарно състояние, в локалната координатна система на моста и координатите на контурните точки на всяко сечение, но в локална система за самото сечение с начало в съответния възел (фиг. 5).



Фиг. 5

3.2.2.1. Подготовка на системата

Подготовката започва със създаване на проект и въвеждане на файловете от конструктивното решение на моста със софтуера **SOFISTIK** и файла **Network.kor**, съдържащ координатите на точките от мостовата трасировъчна мрежа в управляващия лаптоп.

Тоталната станция се центрира над точката, избрана за наблюдателна станция, свързва се с управляващия лаптоп и предавателния радиомодул. Аналогично се свързват компонентите на монтажния модул. Следва прехвърляне на файла с координатите на точките от мостовата мрежа от управляващия лаптоп в паметта на тоталната станция. Операторът извършва необходимите измервания към точки от мостовата мрежа с цел първоначално определяне или контрол на координатите на наблюдателната станция с опцията „Free Station“. Записва (добавя) координатите на станцията във файла **Network.kor** или в нов текстов файл с име **St№.kor**.

3.2.2.2. Модел на функциониране на СГК при изграждане на конзолата

Предполага се, че надстълбовият блок е изграден и инсталацията за конзолно бетониране е монтирана за бетониране на първия сегмент от конзолата, но не е ориентирана по проекта, а само приблизително. Необходимо е да се определят координатите на кофражния контур на челото на инсталацията, да се сравнят с проектните, да се изчислят необходимите корекции по трите координатни оси и да се направят необходимите корекции в насочването на инсталацията така, че челото ѝ да заеме проектното положение. Всички тези операции ще се реализират по следния начин:

- С тоталната станция се визират последователно контурните точки от напречното сечение (челото) на кофражната инсталация и се изчисляват техните координати в геодезическа координатна система, които се записват в текстов файл с име: **Sec№GS-date.kpt**, например **Sec110GS-01-01-15.kpt**. Номерът на сечението съвпада с номера на възела, от оста за който е „закачено“ съответното сечение.
- Файлът **Sec№GS-date.kpt** се прехвърля в управляващия лаптоп. В специализирания софтуер операторът задава номера на сечението и номера на стъпката на изпълнение (по терминологията на SOFISTIK – Loadcase №). От файловете на **SOFISTIK** се въвеждат проектните координати на възела на сечението, които са в координатната система на моста (файл **Nodes.kor**), проектните координати на контура на сечението (файл **Sec№LS.txt**) и стойностите на преместванията и ротациите в указания възел (файл **displacement.txt**) след изпълнението на строителния процес.
- Проектните координати на контура на сечението от файл **Sec№LS.txt**, които са в локална координатна система (**Local System**), в равнината на сечението се трансформират последователно в КС на моста и оттам в геодезическа КС. Записват се във файл **Sec№GS.txt**.
- От измерените геодезически координати на контура на сечението (файл **Sec№GS-date.kpt**) и проектните координати на същите точки – файл **Sec№GS.txt**, се изчисляват транслациите dx , dy и dH по трите геодезически оси, с които трябва да се коригира челото на ИКБ, за да заеме проектното си положение.
- На дисплея се изчертава графика – контура на сечението (в равнината на сечението) с означени премествания: dx , dy и dH с техните знаци и посоките на осите на КС.
- Изпращане на данните от предходната точка по радиointерфейса към таблета на монтажния модул.

- Изпращане на файл **Sec№GS.txt** в тоталната станция. Операторът на тоталната станция преминава в режим на трасиране, избира файла с координатите на точките от контура на трасираното сечение **Sec№GS.txt** и избира номер на трасирана точка – взела на „окачване“ на сечението.
- Операторът на инсталацията за конзолно бетонизиране ръководи насочването ѝ по данните, визуализирани на дисплея на таблета. Едновременно с това геодезистът наблюдава през зрителната тръба и контролира насочването на ИКБ.

След коригиране на **ИКБ** геодезистът отново измерва пространствените координати на всички точки от контура на сечението и ги записва във файл **Sec№GS-date.kpt**. Ако отклоненията от проектното им положение са в допустимите граници, които станцията веднага изчислява и визуализира на нейния екран, се преминава към следващата технологична стъпка – бетонизиране, което съответства на следващо товарно състояние – „собствено тегло“.

Следва бетонизиране на трасирания сегмент от конзолата и симетричния му срещу-положен елемент от другата страна на стълба. След определения технологичен срок за набиране на необходимата якост на бетона ИКБ се демонтира. Изпълнява се следващият цикъл геодезически измервания:

- Измерване с тоталната станция на пространствените координати на контурните точки на челото на сегмента след бетонизирането, записване във файл **Sec№GS-date.kpt**.
- Прехвърляне на файла **Sec№GS-date.kpt** в управляващия лаптоп и изпращане в офиса на проекта за анализ и евентуални корекции в изчислителния модел на конструкцията.

Проектантът преценява дали е необходимо преизчисляване на конструкцията и дава разрешение за изпълнение на следващата технологична стъпка от строителството – налягане на конструкцията, а съгласно изчислителната схема – следващо товарно състояние. Ето защо е необходимо геодезистът да избере от изчислителния софтуер новото товарно състояние – „налягане“ за същото напречно сечение, вследствие на което от съответния файл на SOFISTIK се използват данните, съответстващи на това товарно състояние.

- Следва измерване с тоталната станция на пространствените координати на контурните точки на челото на сегмента след налягането; записване във файл **Sec№GS-date.kpt**;
- Прехвърляне на файла **Sec№GS-date.kpt** в управляващия лаптоп и изпращане в офиса на проекта за анализ и евентуални корекции в изчислителния модел на конструкцията.

Тази последователност на действие се повтаря при всяка стъпка, т.е. при всяко товарно състояние до изграждане на цялата конзола. Изграждането на срещуположната конзола се следи от съседна наблюдателна станция по аналогичен начин.

Описаният функционален модел по същество включва и обобщения алгоритъм за обработка на информацията на всеки етап от изграждането на носещата конструкция.

4. Заключение

На настоящия етап на изпълнение на проекта действащият модел на СГК се реализира с използване на роботизирана станция *Topcon IS 203*; 10.4 лаптоп-таблет *Panasonic CF 19*; 10.4 лаптоп-таблет *Asus 104TM* и комплект радиомодули с обхват около 200 m. Наличието на радиомодули дава възможност за включване в системата на различни модели тотални станции, включително и такива без Bluetooth и Wi-Fi. При използване на тотални станции с разширени комуникационни възможности, (например Long Range Wi-Fi) с обхват около 200 m, системата може да се конфигурира без радиомодулите, но пък това от своя страна изисква лаптопът на монтажната станция да разполага с аналогични комуникационни възможности.

Благодарности

Настоящата научноизследователска разработка по договор БН-70/2014 е подкрепена финансово от Център за научни изследвания и проектиране при УАСГ.

ЛИТЕРАТУРА

1. Банков, Б. Геодезически работи при изграждане на мост по метода на конзолното бетониране. Геодезия, картография, земеустройство, бр. 4, 1997.
2. Иванчев, И. Мостове. История и съвременност. 2012.
3. Национална агенция „Пътна инфраструктура“. Техническа спецификация. 2009.
4. Топуров, К. Стоманобетонни пътни и железопътни мостове. Том 1, 2012.

GEODETIC CONTROL SYSTEM FOR CONSTRUCTION OF CANTILEVER BRIDGE SUPERSTRUCTURE

T. Kostadinov¹, A. Stefanova²

Keywords: geodetic control, cantilever construction, Sofistik

ABSTRACT

The paper presents the basic idea, the functional block diagram and the system equipment for geodetic control in the bridge superstructure construction using cantilever

¹ Todor Kostadinov, Assoc. Prof. Dr. Eng., Dept. “Applied Geodesy”, UACEG, 1 H. Smirnenski Blvd., Sofia 1046, e-mail: todork_fgs@abv.bg

² Ani Stefanova, Eng., Dept. “Applied Geodesy”, UACEG, 1 H. Smirnenski Blvd., Sofia 1046, e-mail: animiroslavova@gmail.com

construction and cantilever installation methods. The system consists of two units: basic (observing) and consumer (installation) one. The observing unit consists of a robotic total station connected to a portable laptop-tablet (tablet or PDA) on which an additional software is installed in order to calculate the current geodetic measurements performed to control the three-dimensional position of the cantilever installation or cantilever construction segments. The calculated data for the installation corrections is put into the total station for subsequent tracing operations and transmitted to the tablet of the installation unit via radio interface for visualization and using.