УНИВЕРСИТЕТ ПО АРХИТЕКТУРА СТРОИТЕЛСТВО И ГЕОДЕЗИЯ

КИИП

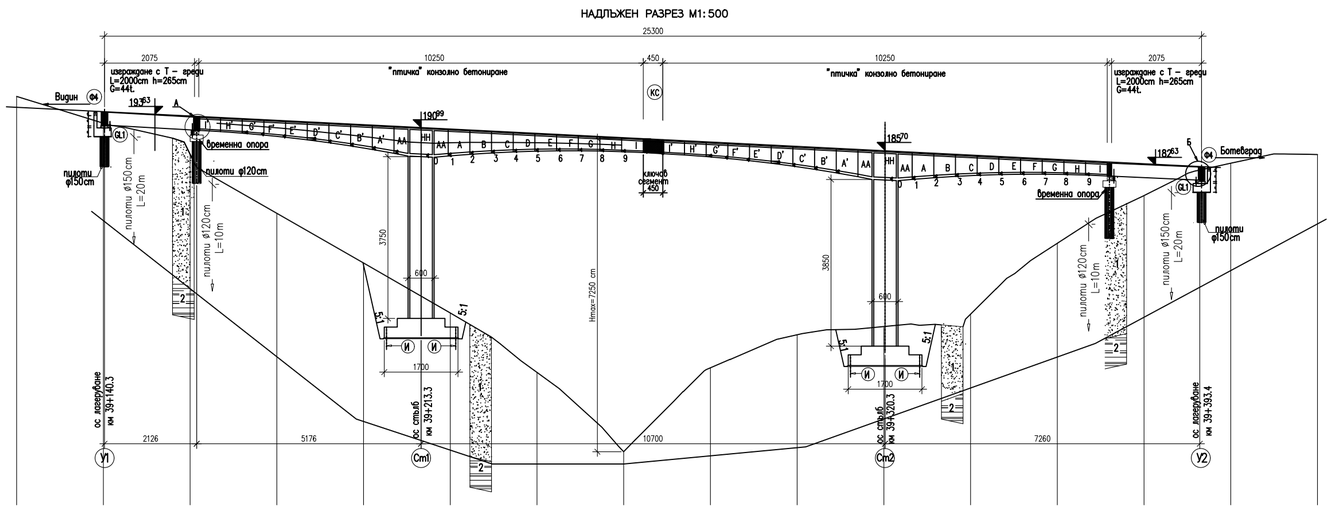
КАМАРА НА ИНЖЕНЕРИТЕ В ИНВЕСТИЦИОННОТО ПРОЕКТИРАНЕ
РЕГИОНАЛНА КОЛЕГИЯ СОФИЯ-ГРАД
КИИПРК СОФИЯ-ГРАД
www.kiip-sofia.com

Катедра "Масивни конструкции"
Строителен факултет
бул. "Христо Смирненски" №1, София 1046
E-mail: aceadm@uacg.bg; http://www.uacg.bg

Тема на дипломната работа:
Конструктивен проект на стоманобетонен пътен мост по технологията "конзолно бетониране"

Дипломант:
Йордан Валентинов Милчев, ССС, Ф.№16495
Дипломент ръководител:
Проф. Димитър Димитров
Консултант:
д-р инж. Николай Керенчев
Рецензент:
инж. Виктория Стоилова

НАДЛЪЖЕН РАЗРЕЗ М1:500



1. Въведение

Предмет на дипломната работа е проектирането на стоманобетонен триотворен пътен мост с дължина 253 m с кутиеобразно напречно сечение изпълнен по технологията „конзолно бетониране“ на СП „Видин - Ботевград“. При мостовете изпълнени по технологията „конзолно бетонира“ по – специфично е отчитането на вертикалните премествания от съсхване и пълзене на всеки сегмент в различните моменти от изпълнението на връхната конструкция. Поради тази причина проектирането на съоръжението трябва да се извърши на база отвърден проект по част „Технология“, съдържащ график за изпълнението във времето на всеки чифт сегменти.
В ситуация мостът се намира в права без косота, а в надлъжно направление нивелетата на пътя е със спускащ наклон 5,0%.
Съоръжението е с габарит Г14.
- Едно платно за движение с широчина 11,00 m;
- Два външни тротоарни блока с широчини по 1,50 m.

2. Описание на конструкцията

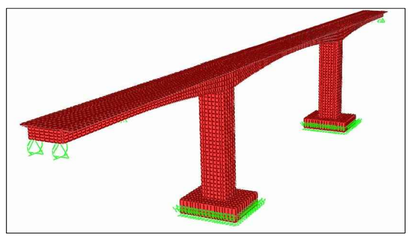
В статическо отношение съоръжението представлява рамка. Връхната конструкция е кораво свързана към стълбовете посредством надстълбовия блок (наричан още „чукова глава“). Стъпването при устоите е осъществено чрез хибридни линейно подвижни в едно хоризонтално направление лагери по каталог на фирма FREYSSINET.
Общата дължина на съоръжението е 253m с отвори – 72,60 m, 107,00 m, 72,60 m.
Връхната конструкция представлява стоманобетонно кутиеобразно напречно сечение с променлива височина. Тя е изградена от отделни сегменти с размер в напречно направление 13,70 m и променлива височина от 6,50 m при стълбовете до 3,00 m при ключовия сегмент, а в надлъжно направление дължината на един сегмент 5,00 m. Долната плоча в надлъжно направление във вертикално отношение описва квадратна парабола.
Долното строене на съоръжението е монолитно. Стълбовете имат кутиеобразно напречно сечение с размери 6,00 m x 8,90 m. В горната си част са кораво свързани с надстълбовия блок с размери в план 12,00 m x 14,00 m и височина 5,00 m. В долната си част стълбовете са свързани кораво с фундаментите, представляващи двустъпален плосък фундамент с размери в план 17,00 m x 15,00 m и пълна височина 4,50 m

3. Моделиране

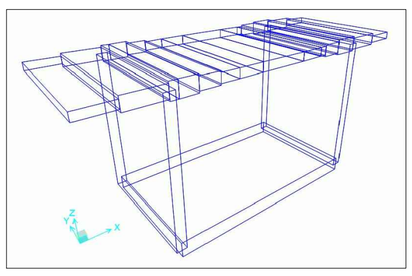
Моделирането на конструкцията е направено с помощта на програмата SAP2000, работеща по метода на крайните елементи.
Съоръжението е моделирано без отчитане на надлъжния наклон от 5%, както и на едностранния напречен наклон от 2,5%. Връхната конструкция, стълбовете и фундаментите са моделирани с черупкови елементи (shell). Връзката между връхната конструкция и стълбовете е корава. Земната основа е моделирана посредством пружинни опори.
Този модел се използва за получаване на:
- Положителни огъващи моменти за оразмеряване на напрягащата армировка за експлоатационно състояние в долна плоча в зоната с положителни огъващи моменти на средния и крайния отвор;
- Усукващ момент и срязваща сила за оразмеряване на сегмента до стълба за оразмеряване на комбинирано действие на усукване и срязване;
- Разрезни усилия за оразмеряване на стълбовете на огъване, срязване и усукване
- Разрезни усилия за оразмеряване на плоските фундаменти под стълбовете;
- Разрезни усилия за оразмеряване на пилотните фундаменти и ростверка при временните опори и при устоите;
- Премествания от температурна комбинация при устоите, използвани за избор на хибриден лагер и определяне на параметрите на дилатационната фуга;
- Разрезни усилия и премествания необходими за част Геотехника.

За част Геотехника опорите на конструкцията са моделирани като запънати в горен ръб фундамент. Получените усилия се редуцират за центъра на основната плоскост, след което се намират напреженията под основната плоскост на фундамента. След това се извършват проверките и оразмеряването на тялото на фундамента.
Проверката за слягане на земната основа под плоския фундамент е извършена в друг модел, като фундаментите са моделирани с геометричните си размери и характеристики. Земната основа е моделирана, чрез пружинни опори във възлите на фундамента. Съответните пружини са дефинирани с пружинни константи във вертикално направление и по периферията в двете хоризонтални направления.

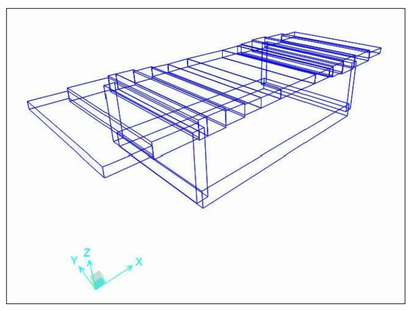
3.1. Глобален 3D Модел



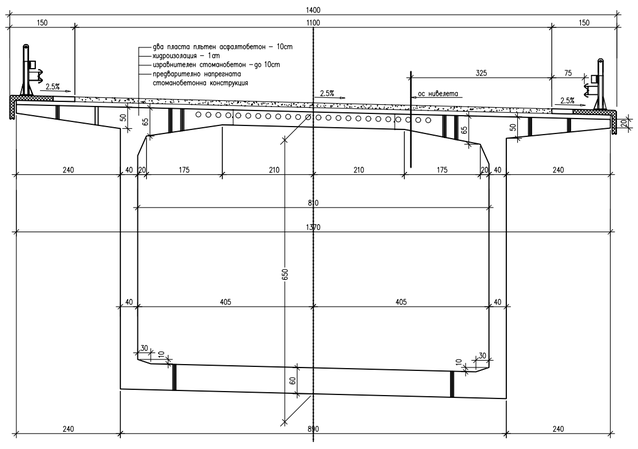
3.2. Модел на сегмент до опора



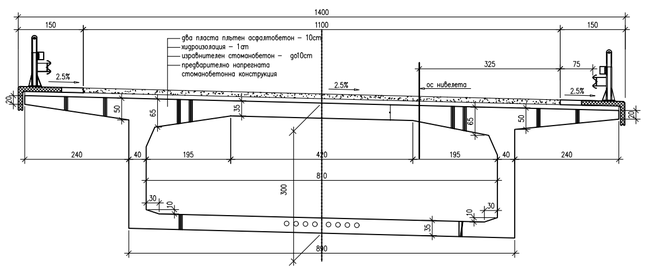
3.3. Модел на ключов сегмент



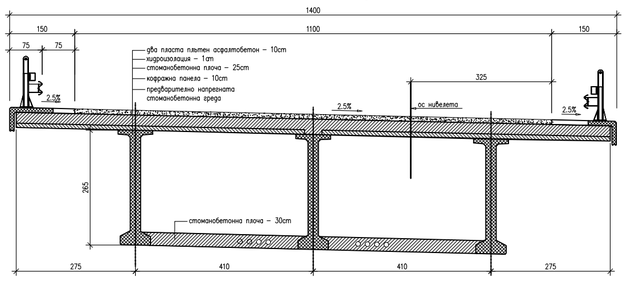
НАПРЕЧЕН РАЗРЕЗ ПРИ ОПОРА М1:50



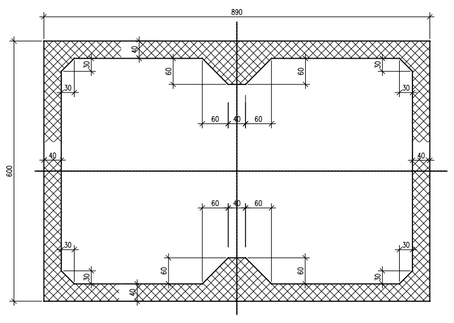
НАПРЕЧЕН РАЗРЕЗ В ПОЛЕТО М1:50



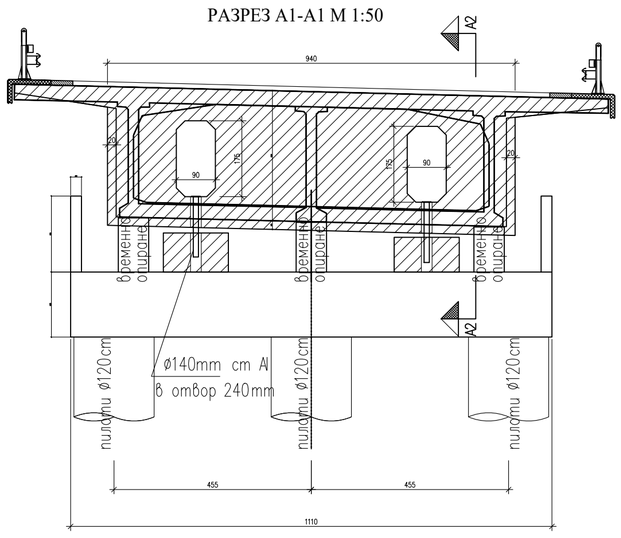
НАПРЕЧЕН РАЗРЕЗ Т - греди М1:50



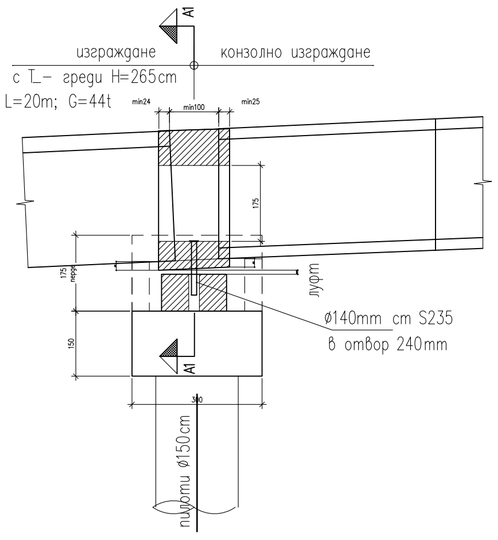
НАПРЕЧЕН РАЗРЕЗ НА КОЛОНА ПРИ СТЪЛБ М 1:50



РАЗРЕЗ А1-А1 М 1:50



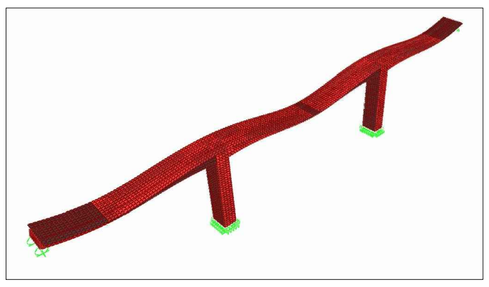
ДЕТАЙЛ А М 1:50



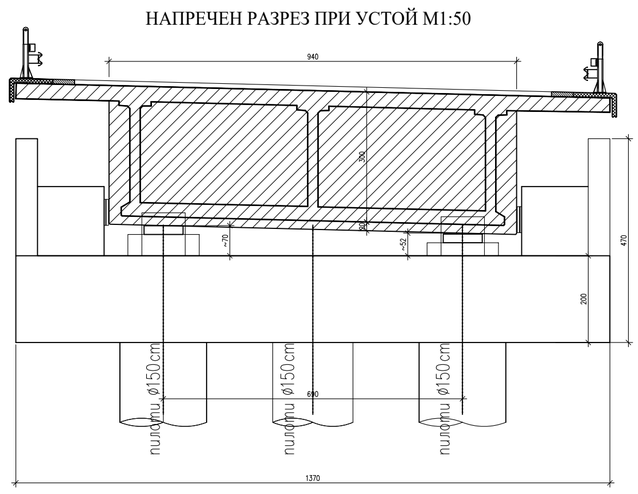
4. Изпълнение на връхната конструкция

След завършване изпълнението на чуковата глава се пристъпва към изграждане на връхната конструкция. Първата стъпка е монтажа на ИКБ върху чуковата глава, посредством кулокрана на съответния стълб. ИКБ се закрепва здраво към чуковата глава посредством напрегателни пръти (DYWIDAG пръти).
Едва след тези стъпки може да започне поетапното изпълнение на връхната конструкция. При отливане на чифтовете сегменти, бетонирането се извършва едновременно, за да може стълба винаги да се натоварва със симетрични товари и да се предотврати възникването на нежелани огъващи моменти в него. Изпълнението на чифт сегменти се извършва по предварително определен план – график (цикъл). В настоящия проект е избран десет дневен цикъл с оглед постигане на 70% от якостта на 28-я ден на бетона при напрягане на сноповете.
За изпълнението на връхната конструкция е избрана VBC инсталация за конзолно изграждане на фирма PERI. Инсталацията дава възможност за бетониране на сегменти с дължина до 5,75m и маса до 270t, като се изискват двойно по-малко дивидаг пръти за стягане на инсталацията към предходните сегменти, съпоставимо с продукти на конкурентни производители. Тя е максимално приспособима към надлъжни и напречни наклони, както и към циркулярни и преходни криви. Теглото е оптимизирано благодарение на високото ниво на използваемост на материала. Инсталацията предоставя висока точност на размерите при бетониране, благодарение на автоматизираното настройване чрез хидравлични механизми. Всички модули на инсталацията могат да бъдат повторно използвани, без бъдеща преработка. Не на последно място VBC инсталация за конзолно изграждане на фирма PERI осигурява високо ниво на безопасност и лесна за експлоатация от работниците механизация.

ДЕФОРМАЦИИ ОТ СОБСТВЕНО ТЕГЛО

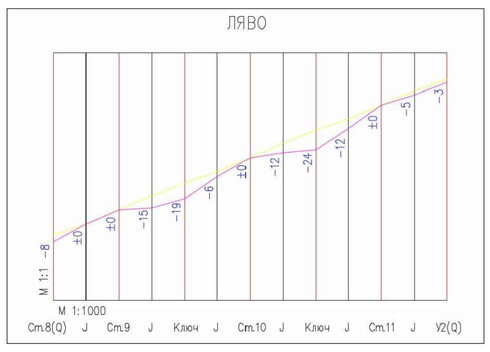


НАПРЕЧЕН РАЗРЕЗ ПРИ УСТОЙ М1:50



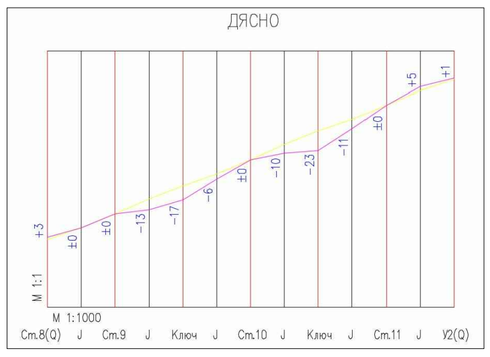
5. Опитно определяне на деформациите от пълзене на бетона в експлоатационно състояние

От изследователска гледна точка бе извършено геодезическо заснемане на реален проект изпълнен по технологията конзолно бетониране. Бяха определени котите на специфични точки по връхната конструкция на моста на река Синкевица, намиращ не на обходния път на град Габрово. Мостът е с обща дължина 640 m, като най – големите му отвори са 160 m. Към този момент конструкцията представлява най – големият стоманобетонен мост в Република България. Измерването е извършено една година след завършване на конструкцията.
Теоретично изчисленото преместване в клчовия сегмент в момент t∞ е – 50 mm.
Максималното преместване в ключов сегмент, отчетено при измерването е – 24 mm
Над 90% от деформациите от пълзене се развиват през първите две години след завършване на конструкцията

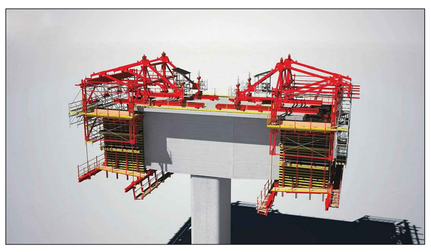


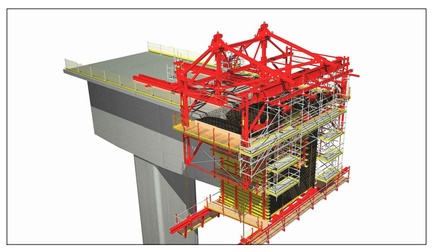
План график за изпълнение на чифт сегменти

Работни операции	ден 1	ден 2	ден 3	ден 4	ден 5	ден 6	ден 7	ден 8	ден 9	ден 10
Местене на главните релси	—									
Местене на инсталацията		—								
Фиксиране на инсталацията и юстиране на кофража			—							
Армиране на долната плоча и ребрата			—	—						
Изтегляне напред и фиксиране на вътрешния кофраж				—						
Армиране на горната плоча и тротоарните конзоли					—					
Бетониране на чифта сегменти симетрично						—				
Подготвяне на армировката за следващия чифт							—	—	—	
Избутване/издърпване на сноповете напрягаща армировка в каналообразувателите									—	—
Изпитване на бетонна										—
Напрягане на сноповете										—
Инжектиране на каналообразувателите										—
Разклаване на DYWIDAG прътите и декофриране на сегментите										—



ИНСТАЛАЦИЯ ЗА КОНЗОЛНО БЕТОНИРАНЕ PERI VBC





СКАНИРАЙТЕ ТУК ЗА ЕТАПНОСТТА НА ИЗПЪЛНЕНИЕ НА ВРЪХНАТА КОНСТРУКЦИЯ

СКАНИРАЙТЕ ТУК ЗА ПЪРВА ФОРМА НА ТРЕПТЕНЕ T=1,40

СКАНИРАЙТЕ ТУК ЗА ВТОРА ФОРМА НА ТРЕПТЕНЕ T=1,13

СКАНИРАЙТЕ ТУК ЗА ТРЕТА ФОРМА НА ТРЕПТЕНЕ T=0,91

СКАНИРАЙТЕ ТУК ЗА ЧЕТВЪРТА ФОРМА НА ТРЕПТЕНЕ T=0,64