

**НЯКОИ ОСОБЕНОСТИ ПРИ МОДЕЛИРАНЕТО КОНСТРУКТИВНИ И
НЕКОНСТРУКТИВНИ ЕЛЕМЕНТИ НА МОСТОВЕ**

Петър Николов¹

УАСГ, Факултет по Транспортно строителство, катедра „Пътища и транспортни
съоръжения”

Резюме:

При изчислителното моделиране на строителните конструкции се правят редица приемания и опростявания. Много често те са свързани със сравнително остарели разбирания за поведението на отделните конструктивни елементи и взаимодействието между тях. За разглеждане нов пътен надлез в гр.Първомай, са проведени вариантни решения при отчитане на различни особености на конструкцията. Много добра възможност за проверка на коректността на моделите дава сравняването на изчислителните резултатите със съответните им стойности, получени при изпитването с пробно натоварване, което е проведено във връзка с пускането на моста в експлоатация.

Ключови думи: моделиране на мостове, изпитване на мостове.

1. ВЪВЕДЕНИЕ

Като част от проекта по модернизация и удвояване на ЖП-линията Пловдив-Свиленград, в района на гара Първомай (km.200+850) в периода 2008-2010 е проектиран и построен пътен надлез с обща дължина около 230m. През лятото на 2010 той е изпитан с пробно натоварване.

Проектът на моста е изготвен от колектив с ръководител проф.д-р инж. Костадин Топуров и членове проф.д-р инж. Енчо Дулевски, инж. Петър Николов, инж. Лазар Георгиев, инж.Андрей Маринов.

Изпитването с пробно натоварване е изпълнено от колектив с ръководител проф.Топуров и с участието на инж.Петър Николов, инж.Андрей Маринов, инж.Явор Стоев, инж.Пламена Колева, инж.Иван Иванов, техн.Георги Цонев.

Надлезът се състои от три части – два стоманобетонни рамкови подхода с отвори съответно 14.8+19+19+15m и 16.5+19+19+16m и централна част – комбинирана непрекъсната греда с отвори 29+36+29m (Фигура 1). Фундирането на всички стълбове е пилотно, с изливни пилоти с диаметър 120cm и дължина, в зависимост от големината на реакцията. При двата устоя фундамето е плоскостно (Фигура 2).

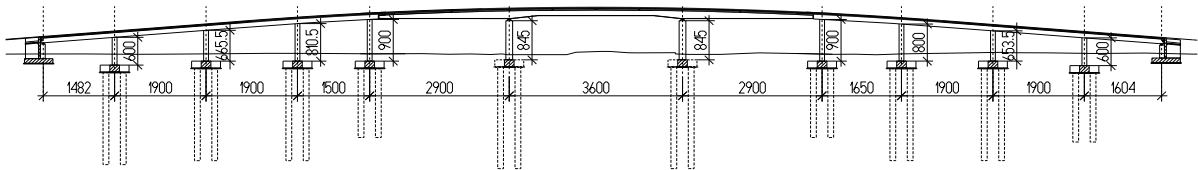
По моста преминават двулентов автомобилен път и два тротора, върху единия от които е проектирана велосипедна алея (Фигура 3).

Централната част е подпряна върху стълбовете чрез неподвижни сферични лагери. Връзката между стоманобетонната и комбинираната част се осъществява чрез специално проектирани ставни устройства.

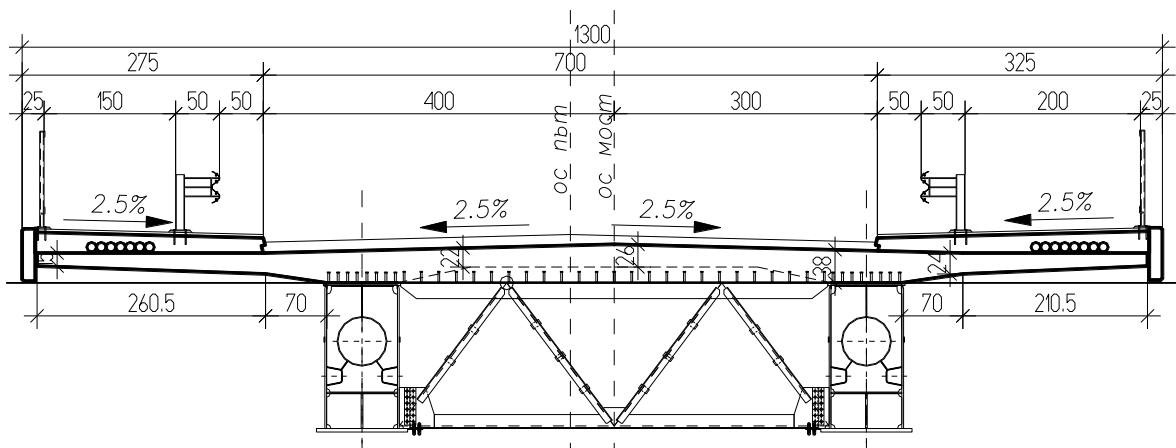
¹ Петър Николов, доцент д-р инж., e-mail : nikolov_fte@uacg.bg



Фигура 1.Общ изглед



Фигура 2. Надлъжен разрез



Фигура 3. Централна част - напречен разрез при стълб

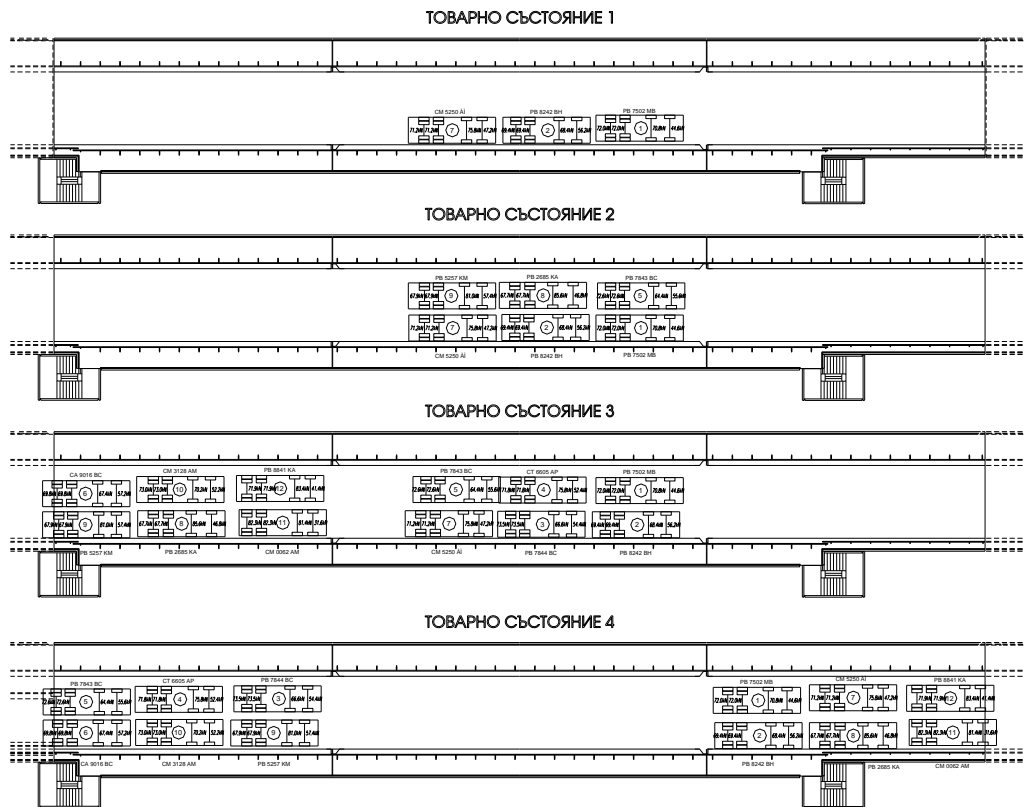
2.ИЗПИТВАНЕ С ПРОБНО НАТОВАРВАНЕ

Във връзка с пускането му експлоатация, мостът е изпитан с пробно натоварване в съответствие с [2].

Провисванията са измервани с индикаторни провисомери. В представените резултати са показани само крайните стойности на провисванията в средния отвор, след реализиране на затихването.

Използвани се 12 четириосни товарни автомобили, натоварени с трошен камък. Брутната маса на всеки един от автомобилите е в границите от 26 до 28 тона.

Изследвани са четири товарни състояния, в които разположението на автомобилите определено с отчитане на статическата схема на връхната конструкция и линиите на влияние за получаване на максималните стойности на провисванията в трите отвора (Фигура 4).



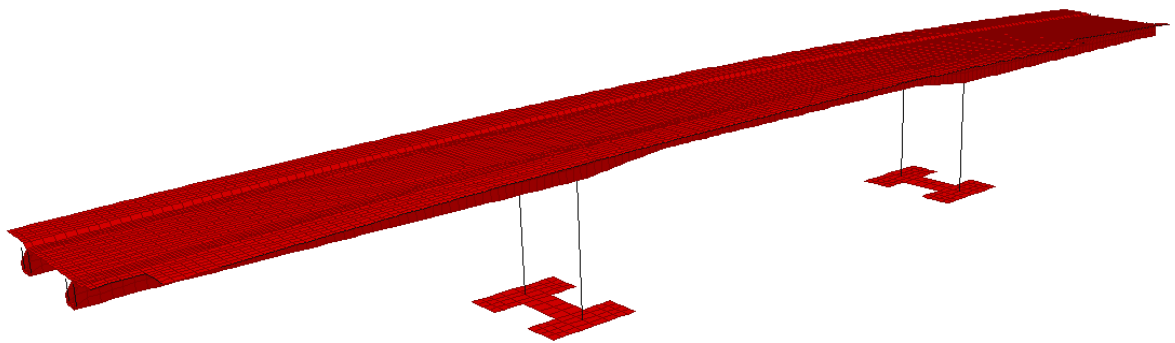
Фигура 4. Разположение на автомобилите при различните товарни състояния

3. ИЗЧИСЛИТЕЛНИ МОДЕЛИ

Изчислителните (теоретични) стойности на сравняваните параметри са получени от цялостни тримерни изчислителни модели с равнинни (SHELL) крайни елементи за връхната конструкция и надпилотните фундаменти и с прътови (FRAME) елементи за стълбововете и пилотите. Използван е програмния продукт SAP 2000.

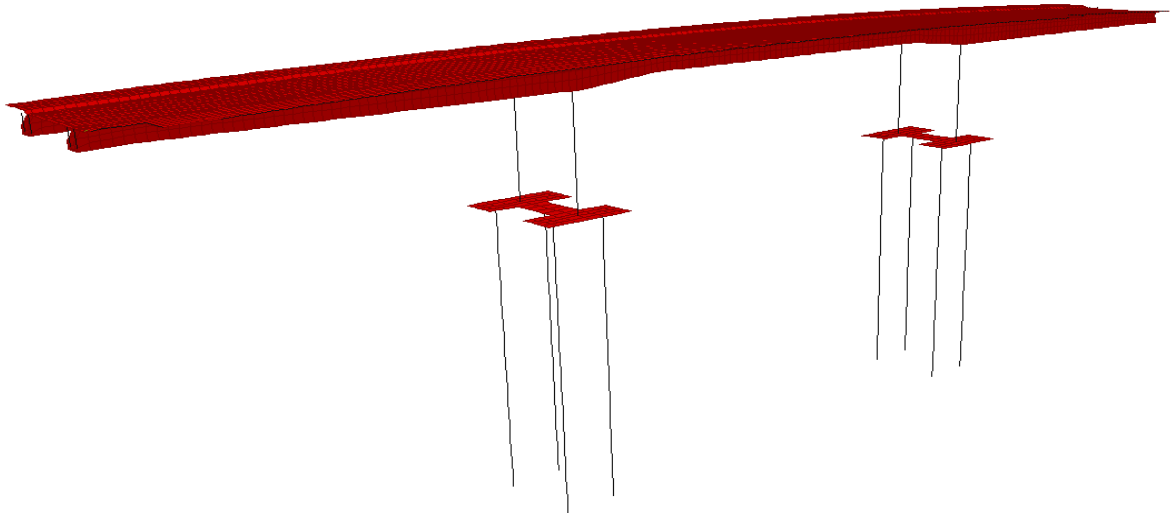
Проведени са вариантни изследвания с отчитане по различен начин на взаимодействието между фундирането и земната основа.

За базов е приет модел, при който пилотите не са моделирани, а надпилотният фундамент е подпрян с неподвижни опори – хоризонтални и вертикални (Фигура 5).



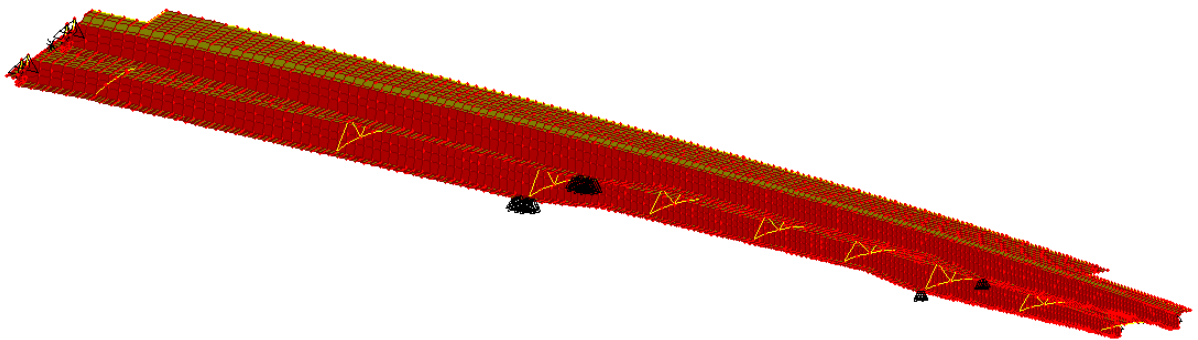
Фигура 5. Модел 1

Като друг краен вариант е приет модел, в който са отчетени и пилотите с реалните им размери (Фигура 6), както и взаимодействието им със земната основа, съгласно изискванията на [1].



Фигура 6. Модел 2

За сравнение е проведено изчисление при моделиране само на връхната конструкция, което е честа практика при проектирането на стоманени и комбинирани мостове. Подпорните условия са моделирани като корави неподвижни опори по долния пояс на връхната конструкция (Фигура 7).



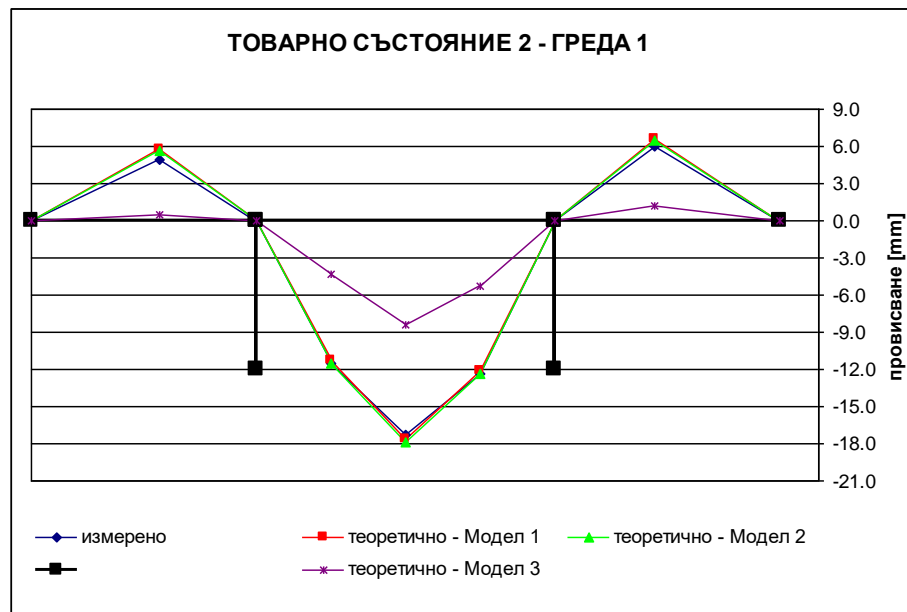
Фигура 7. Модел 3

И за трите модела, теоретичните стойности на провисванията на връхната конструкция са получени с отчитане на реално измерените тегла на товарните автомобили и с реално заснетото им разположение върху моста.

4.РЕЗУЛТАТИ ОТ ИЗПИТВАНЕТО И СРАВНЯВАНЕТО ИМ С ИЗЧИСЛИТЕЛНИТЕ СТОЙНОСТИ

Основният параметър, който е измерван по време на изпитването на конструкцията е вертикалното преместване в характерни сечения.

За онагледяване на влиянието на точността на изчислителния модел върху достоверността на резултатите, са представени част от сравнителните резултати за провисванията на главна греда №1 от товарно състояние 2 (Фигура 8)



Фигура 8. Провисвания на Греда 1 от Товарно състояние 2

Анализът на резултатите показва, че при този надлез, моделирането на пилотите не оказва практическо влияние на провисванията на връхната конструкция. Разликите в теоретичните стойности, получени от двата модела са в рамките на около (2.6-3.2)%. Все пак, разликата е очаквана и се дължи основно на хоризонталната компонента на реакцията при стълбовете, която е резултат от криволинейното очертание на надлъжната ос на връхната конструкция, обусловено от вертикалната крива на пътя и от променливата геометрия на главните греди.

Както може и да се очаква, по-големите стойности на провисванията (по-мека конструкция) са при модела с пилотите (Модел 2).

Друг много важен извод може да се направи от изключително близките стойности на теоретично очакваните и действително измерените провисвания и за двете греди при всички товарни състояния. В най-голяма степен, това се дължи на прецизните 3D изчислителни модели, с които се работи. Те отчитат всички особености на геометрията на връхната конструкция, както следва :

- променливата дебелина на стоманобетонната плоча в широчината на напречното сечение;
- задаване на стоманобетонната плоча в центъра на тежестта ѝ – отместена спрямо горния пояс на стоманените греди;
- прецизно моделиране на стоманените греди, включително променливата геометрия и дебелина на плочите в надлъжно направление;
- допълнителното съдействие от тротоарния блок, който е бетонизиран заедно с пътната плоча. При това той е отчетен не само като дебелина, но и като разположение – над нивото на плочата

В модела, в който долното строене не е отчетено, разликите в провисванията стигат до осем пъти по-малки от тези при другите два модела и от измерените на място, по време на изпитването. За максималните стойности на провисването в централния отвор разликите са от порядъка на два пъти. Това показва, че цялостното и прецизно моделиране на връхната конструкция не е достатъчно условие за получаване на реални резултати дори и от вертикално натоварване. Като се отчитат всички особености на

всяко едно съоръжение трябва да се търси оптималния изчислителен модел, при който да се получават резултати, близки до тези от реалната работа на конструкцията, без излишно усложняване на входните и особено на изходните данни.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

На базата на сравнителния анализ на резултатите от изпитването с пробно натоварване и тези от различните изчислителни модели могат да се направят следните изводи :

- изчислителните модели трябва да описват достатъчно вярно действителното поведение на изследваните конструкции и в частност на мостовете;
- според възможностите на използвания софтуерен продукт, може да се отчете и влиянието на някои специфични особености на конструкциите. При преизчисление на съществуващи мостове такъв подход ще позволи удължаване на доказаня остатъчен период на експлоатация чрез използване на допълнителни резерви [3], [4] ;
- неотчитането на долното строене на мостовете при моделирането на връхната конструкция би могло да доведе до сериозни грешки в получените резултати;
- изпитването на конструкциите с пробно натоварване дава много добра възможност за оценка на предимствата и недостатъците на различни изчислителни модели и за натрупване на значителен опит за бъдещето.

ЛИТЕРАТУРА

- [1] Норми за проектиране на пилотно фундиране, БСА кн.6/1993
[2] Методика за изпитване на пътни мостове БСА кн.3/1980
[3] Топурова, Ив.; Гайслер, К.: Оценка на съществуващи пътни мостове, Международна научна конференция УАСГ 2012, 12-17 Ноември 2012
[4] Топурова, Ив.; Гайслер, К, Грасе, В.: Принципи за оценяване на съществуващи стоманени мостове, Втори симпозиум по мостове "Нормативи в областта на мостовете - състояние и перспективи" -УАСГ 2006г