

---

**ПРОЕКТИРАНЕ И СТРОИТЕЛСТВО НА ТРАНСПОРТНИ  
СЪОРЪЖЕНИЯ ПО Ж.П. МАГИСТРАЛАТА ПЛОВДИВ –  
СВИЛЕНГРАД, УЧАСТЪК ХАРМАНЛИ – СВИЛЕНГРАД**

**Иван Хр. Лалов, Даниела Г. Савова, Георги И. Лалов, Росен И. Джамбов,  
Кристина Е. Димитрова, Ивана А. Тодорова**  
[office@transgeo-bg.com](mailto:office@transgeo-bg.com)

**„Трансгео“ ООД  
гр. София 1756, бул. "Климент Охридски" №14, ет.14  
БЪЛГАРИЯ**

**Ключови думи:** стоманобетонни ж.п. мостове, ж.п. надлези, пътни и пешеходни подлези, плочни и тръбно водостоци, дюкери, проходи за костенурки и животни, рехабилитация.

**Резюме:** В този доклад ще бъде изложено проектирането на основната част от съоръженията, извършено от отдел „Транспортни съоръжения“ на фирмата „Трансгео“ ООД. Общият брой на съоръженията, проектирани от отдела е 73.

По видове могат да се класифицират, както следва: стоманобетонни мостове, ж.п. надлези, прокари, плочни и тръбни водостоци, дюкери, проходи за костенурки и животни, рехабилитация на пешеходен подлез на гара Харманли, част от рехабилитацията на стоманен мост на р. Харманлийска.

Всички съоръжения са проектирани съгласно изискванията на Технически Спецификации за Оперативна Съвместимост и БДС EN.

В доклада ще бъдат изнесени специфични изисквания и особености при проектирането на посочените съоръжения. Указани са недостатъци на нормативната база и БДС EN, които пречеха и пречат при проектирането на инфраструктурни обекти в транспорта.

Ще бъдат предоставени части от проекти на сложни рамкови съоръжения.  
Построени съоръжения са илюстрирани със снимков материал.

### **1. Общи бележки**

Проектирането на ж.п. магистралата Пловдив – Свиленград, участък Харманли - Свиленград се извършва от фирмата “Трансгео”ООД.

Транспортните съоръжения в участъка са 88 бр., от тях 73 бр. са проектирани от отдел “Транспортни съоръжения” на фирмата.

По видове могат да се класифицират както следва:

- стоманобетонни ж.п. мостове – 5 бр.;
- ж.п. надлези – 2 бр.;
- пътни и пешеходни подлези – 2 бр.;
- прокари – 3 бр.;

- плочни и тръбни водостоци – 47 бр.;
- дюкери – 3 бр.;
- проходи за костенурки и животни – 9 бр.;
- рехабилитация на пешеходен подлез на гара Харманли;
- рехабилитация на стоманен мост на р. Харманлийска;

Разнообразието на транспортните съоръжения изисква познаване на нормативните документи в различните специфични области.

Всички съоръжения са проектирани съгласно изискванията на Технически Спецификации за Оперативна Съвместимост, БДС EN и Националните им приложения.

## 2. Особенности на проектираните съоръжения

В надлъжна посока връхните конструкции на мостовете са тип “проста греда”. Някои тяхни характеристики са дадени по долу:

- Стоманобетонен мост на km 288+713 с отвори 10+20+10m на р. Белишка (фиг.1);



Фиг.1

- Стоманобетонен мост на km 291+557 с отвори 10+20+10m на р. Лозенска (фиг.2). Фундирането е плоско;



Фиг.2

- Стоманобетонен мост на km 293+901 с отвор 20m на Сива река (фиг.3). Фундирането е плоско;



Фиг.3

- Стоманобетонен мост на км 296+372.50 с отвор 13,00m на Мезешка река (фиг.4). Мостовите съоръжения са три едно до друго. По всяко от тях преминава по един коловоз. Фундирането е плоско;



Фиг.4

- Стоманобетонен мост на км 284+720 с отвори 20+20m на река Бисер (фиг.5). Фундирането е пилотно с изливни пилоти. Диаметърът им е 1,20m. дължината им е 19,00m;



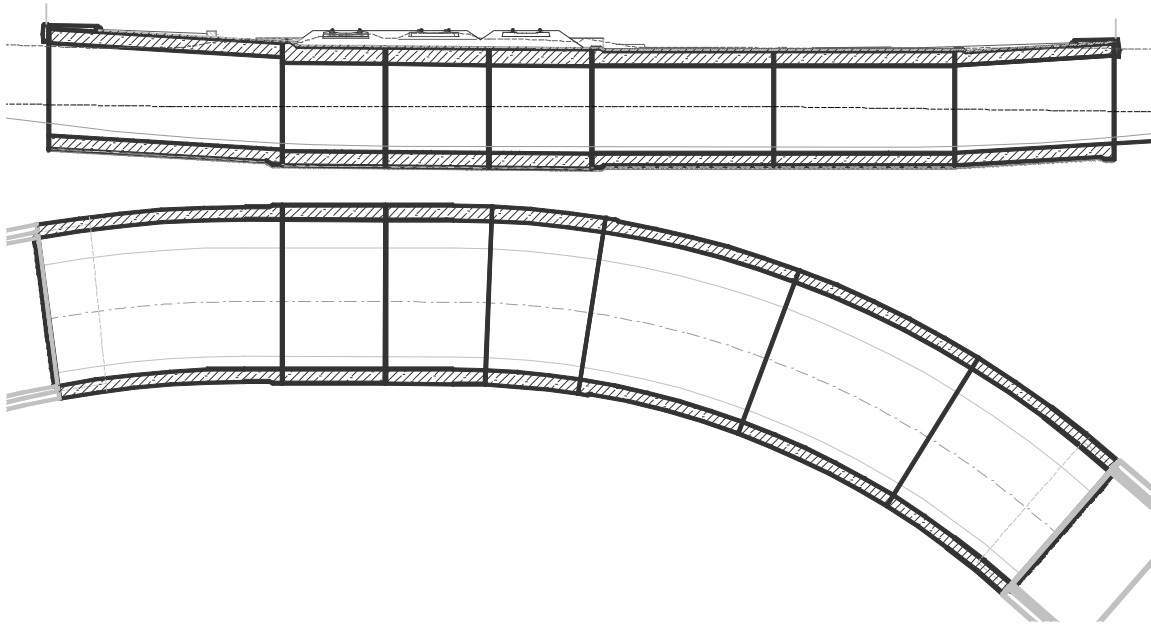
Фиг.5

Ж.п. надлезите за два:

- Ж.п. надлез на км 277+718. Рамкова конструкция със светли размери на напречното сечение – ширина 6m, височина 4,72m. Съоръжението е с косота около 40°. Фундирането е плоско;

- Ж.п. надлез на км 278+652. Гредоскарова конструкция с 5 главни греди, пътна плоча и три напречни греди – две крайни и една в средата на полето. Фундирането е плоско;

Пътните и пешеходните подземи са 2 броя. Статическата им схема е рамкова конструкция. Имат сложно очертание в план и профил (фиг.6). Участъци от тях са в права, други участъци са в хоризонтални криви. В надлъжен разрез оформянето на дънната плоча на рамката следва оформянето на транспортната артерия.



**Фиг.6** Вертикален и хоризонтален разрез на пътен подземи на км 286+620

Прокарките са три броя. Служат за преминаване на хора и животни. Статическата им схема е рамкова конструкция.

Плочните и тръбните водостоци (фиг.7) са предназначени да провеждат повърхностните води. От изискванията за почистването им следва, че минималният диаметър на тръбните водостоци е 1,50m. В зависимост от разположението им в план могат да бъдат: успоредни, полузавърнати и завърнати.



**Фиг.7**

За дюкерите са изпълнени изискванията, свързани с проектирането им под ж.п. линии.

При проходите за костенурки и животни са спазени изискванията за безопасно преминаване на животните, за които са предназначени (фиг.8).



Фиг.8

При рехабилитацията на пешеходния подлез на гара Харманли стремежът е санирането на съществуващото съоръжение при спазване на техническите спецификации за обекта.

Рехабилитацията на стоманения мост на км 268+106 обхваща проверка на всички нитове и болтове и смяна и/или възстановяване на мостовите елементи, смяна на дървени траверси, релси и контра релси и др.

При проектирането са извършени доказателства в гранично състояние по носеща способност и в гранично състояние по експлоатационна пригодност.

Извършените изчисления по гранични състояния по носеща способност съдържат основно:

- Гранично състояние по носеща способност за огъване с надлъжна сила;
- Гранично състояние по носеща способност за напречна сила и усукване;
- Гранично състояние по носеща способност за умора;

Доказателства в гранично състояние по експлоатационна пригодност:

- Ограничаване на напреженията за огъване с надлъжна сила;
- Гранично състояние за образуване на пукнатини;
- Гранично състояние за деформации;

За проверката на опорите е необходимо да се извърши следното:

- Да се определят усилията в долното строене. Това е направено с отчитане на съвместното реагиране на конструкцията и релсовия път при променливи въздействия;

- Проверка на външната устойчивост – проверка срещу преобръщане, сигурност срещу хлъзгане, определяне на съпротивлението срещу разрушение на земната основа, определяне на напреженията в основната плоскост на фундамента и определяне на слягането.

Вътрешната устойчивост е свързана с определяне на съпротивителната способност на опорите, включително фундаментите. За това е необходимо да се определят размерите на опорите и армировката и да се извършат необходимите проверки.

Използваните бетони зависят от класа на въздействие и от необходимата носеща способност.

Най-малкият клас на бетона при използване на обикновена армировка и при ново строителство е C25/30.

Използваните класове бетон са както следва:

- За връхни мостови конструкции и кусинетни греди – C35/45‘

- За стълбове, устои и фундаменти им – С30/37;
- За рамкови конструкции – С35/45;
- За пилоти – С35/45;

За връхни конструкции и долно строене от обикновен стоманобетон се използва стомана В500С или В500В.

### 3. Недостатъци на БДС EN

Проектирането в отдел „Транспортни съоръжения“ на „Трансгео“ ООД беше тест за БДС EN.

При това проектиране се появила редица съществени недостатъци на разработените въз основа на Евронормите БДС EN.

Като основен недостатък може да се отчете фактът, че в много случаи разработването на тези норми не винаги е извършено с използването на вероятностния подход, както е написано в началото на Евронормите. В някои раздели от нормите не са дадени точни зависимости за обезпечаване на изискуемата по европейските стандарти надеждност. Националните приложения не се основават на вероятностния подход, а се търси презапасаване. В БДС EN има грешки, има текстове, които са неразбираеми и текстове с нееднозначно тълкуване. В реалното проектиране това води до време за изясняване на възникналите проблеми между надзор, технически контрол и проектантите. Води до удължаване на сроковете на проектиране и съответно за строителство на проекти, финансирани от ЕС. По надолу са дадени някои основни недостатъци.

В NA към [1] т.2.5.2. е записано, че коефициентът за класифициран товар е  $\alpha=1,33$ , докато в DIN е  $\alpha=1,00$ . Т.е. усилията и преместванията в мостовите съоръжения ще бъдат с 1,33 пъти по-големи. Нима у нас има концепция за подвижните състави на влаковете по-тежки в сравнение с германските железници. Как е определен този коефициент за нашите норми?

С коефициента  $\alpha$  се умножават освен вертикалните товари за LM71 още:

- еквивалентно вертикално натоварване върху земното платно и ефекти от земен натиск;
- центробежни сили;
- лъкатушни сили;
- ускорителни и спирателни сили;
- комбинирано реагиране на конструкцията и коловози на променливи въздействия;
- въздействия от дерайлиране при извънредни изчислителни ситуации;
- товарен модел SW/0 – за мостове с непрекъснати връхни конструкции;

Може да се досетите до какви разходи на бетон и армировка може да доведе  $\alpha=1,33$  вместо  $\alpha=1,00$ .

Съгласно изискванията на техническите спецификации съществуващите мостови съоръжения трябва да се проверяват за изискванията, включително и въздействията по БДС EN.

В такъв случай усилването на съществуващите съоръжения с  $\alpha=1,00$  е по-поносимо. Ако е възможно този коефициент да се преразгледа и да се нормира  $\alpha=1,00$  както е в DIN Fb 101.

Друг проблем беше свързан с изчисленията на умора. От точка 6.9 (2) разбирам, че и за нормалния трафик, базиран върху характеристичните стойности на товарен модел LM71, умножени с динамичен коефициент  $\Phi$ , преценката за умора трябва да се направи въз основа на смесен трафик от вида „стандартен трафик“, „тежък трафик с оси по 250kN” и т.н. „Подробности за влаковете в експлоатация и разглежданите влакови

композиции, както и за динамичните коефициенти, които трябва да се прилагат, са дадени в приложение D.“

От написаното се разбира, че и влак тип LM71, освен дадените в приложение D, може да бъде използван за изчисление на умора. Впрочем влак LM71 се използва за изчисление на умора в германските и в други европейски ж.п. администрации. В такъв случай при изчисления по БДС EN 1992 1-1 в изразът за  $f_{cd,fat}$  коефициентът  $k_1=1,00$  (съгласно DIN). Докато в БДС EN за влаковете от приложение D,  $k_1=0,85$ . За влак LM71 в комбинацията за умора  $\psi_{11}=0,8$ , за влакове от приложение D съгласно БДС EN  $\psi_{11}=1,00$ . Вижда се, че дадените в БДС EN коефициенти за  $k_1$  и  $\psi_{11}$  не се отнасят за LM71. Ако се приеме, че се отнасят и за LM71 се получават ненужно тежки и скъпи конструкции.

Относно сеизмичното въздействие.

До 1987 г. ж.п. мостове не се оразмеряваха на сеизмични въздействия. През 1987 г. със заповед № РД – 02 – 14 – 9 се утвърди [2]. В [2] стойността на реагиране на мостови конструкции беше определена на  $R = 0,25$ . След земетресението във Вранча всички степени в картата за сеизмичност се увеличиха с 1. През 2007 г. излезе [3], където стойността на коефициента на реагиране за мостови конструкции беше определена на  $R = 0,40$ .

През 2012 г. за изчисление на земетръс бе въведен [4]. За най – често проектираните конструкции на неопренови лагери е определен  $R = 0,67$ .

За тези 25 годините, през които мостовете се изчисляват на сеизмични въздействия се наблюдава едно завишение на коефициента на реагиране с около 270 %. С толкова се завишават и изчислителните сеизмични сили върху мостовите конструкции.

Съмненията дали е възможно такова увеличение на сеизмичната сила са много големи.

По мнението на много проектант и специалисти, които са участвали в разработването на правилниците за земетръс, коефициентът на реагиране 0,67 е много завишен. Това се подсилва от факта, че при земетресението във Вранча и при други земетресения повреди по виадуктите нямаше.

Има ж.п. мостови съоръжения от 1930 г. До сега те нямат повреди от сеизмични въздействия, нямат изместване на връхните конструкции, няма паднали връхни конструкции, нямат антисеизмични блокове.

При изчисление на тези мостове по [4] с началните им характеристики се оказва, че усилията в конструкциите не могат да бъдат поети, а в действителност по съоръженията няма повреди.

При горе дадения коефициент на реагиране, при земен натиск при земетръс, за VII степен, сеизмичната комбинация се явява меродавна за преобръщане на опорите.

За същата степен всички лагери за мостове с отвори от 10м и нагоре е задължително да бъдат с анкери.

До сега в практиката на проектиране на пътни мостове се използваха основно конструкции с еластомерни лагери без анкери. До сега от сеизмични въздействия няма паднали връхни конструкции.

При изчисление по [4] за ж.п. мостове се получават неподвижни лагери с тегло на един лагер 465kg.

Извършените статически изчисления за голяма част от мостовете проектирани до 1987 г. доказват, че долното строене не може да понесе земетръсните въздействия, съгласно действащите нормативни документи в момента, докато статическите изследвания за връхните конструкции на тези мостове показват, че те могат да поемат основните вертикални натоварвания, съгласно изискванията на Еврокод. Усилването на долното строене за сеизмични сили в случая е почти невъзможно, а там където то е

възможно едва ли би било икономически целесъобразно. Трябва ли съществуващите мостове да бъдат разрушени? Голяма част от тези съоръжения могат да поемат сеизмични товари при коефициент на реагиране  $R = 0,40$ .

Затова моля специалистите по хармонизация на [4] да представят статистическите и вероятностни изследвания за определяне на коефициента на реагиране  $R = 0,67$  или коефициента на поведение.

Дали ще бъде коефициент на реагиране, или коефициент на поведение, то е необходимо получаваната сила да бъде равна на вероятно получената земетръсна сила.

Буди недоразумение и написаното в т. 6.6.2.3(1) на [4]:

„(1) Еластомерните лагери може да се използват в следните случаи:

a/ при отделни опори, които поемат принудени деформации и се съпротивляват само на несеизмични хоризонтални въздействия, докато съпротивлението от изчислително сеизмично въздействие се осигурява от конструктивни съединения (монолитни и чрез неподвижни лагери) на връхната конструкция с другите опори (стълбове или устои).

b/ .....

c/ При всички опори, които се съпротивляват на несеизмични и сеизмични въздействия.“

От написаното излиза, че еластомерни лагери не могат да осигуряват изчислително сеизмично въздействие.

Цитираният текст има следните недостатъци:

- При слаби сеизмични въздействия и за тях ли е задължителна т. 6.6.2.3(1)?

- Когато се говори за единична опора се има предвид сеизмичното въздействие в напречна посока на моста. В горния текст не се уточнява дали лагерите са неподвижни само в напречна посока. Надзорът тълкува написаното като неподвижен лагер в двете посоки. Съседните лагери на неподвижния в двете посоки на една опора, също трябва да бъдат такива или неподвижни в напречна посока и подвижни в надлъжна.

До какво води проектиране на строителните конструкции по [4] в сравнение с [3].

- Увеличаване размерите на опорите и фундаментите им. Оскъпяване на строителството.

Какви са резултатите от поставянето на неподвижен в двете посоки лагер и други неподвижни само в напречна посока на един стълб?

Опората с неподвижни лагери поема практически цялата хоризонтална сеизмична сила в надлъжна посока, докато при еластомерни лагери, неподвижни само в напречна посока, тази сила се разделя върху двете опори. Това води до около два пъти по – голяма армировка в натоварената мостова опора в сравнение с ненатоварената и до по – голям размер на фундамента на опората в надлъжна посока.

Има и други средства за разпределение на усилията между опорите основно от земетръс – шок-трансмитери. Те обаче са скъпи и изискват поддържане.

Дали е рационално претоварването на една опора за сметка на другата? Освен, че е свързано с преразход на материали в опората, върху която има неподвижни в напречна посока лагери се явяват много по – големи усилия и вероятността за получаване на отказ в нея е по – голяма, отколкото при опори на отвори, върху които са разположени подвижни в надлъжна посока лагери. При връхна конструкция с опора с неподвижни в надлъжна посока лагери, другата ѝ опора е с подвижни в надлъжна посока лагери, т.е от земетръс в нея се поемат не големи хоризонтални товари.



Изпратените писма до Министерството на регионалното развитие и други държавни институции не дадоха резултат.

**Литература:**

[1] БДС EN 1991-2 Въздействия върху строителните конструкции. Част 2: Подвижни натоварвания върху мостове (BDS EN 1991-2 Vazdeystvia varhu stroitelnite konstruktsii. Chast 2: Podvizhni natovarvania varhu mostove).

[2] Норми за проектиране на сгради и съоръжения в сеизмични райони, София, 1987 г. (Normi za proektirane na sgradi i saorazhenia v seizmichni rayoni, Sofia, 1987 g.)

[3] Наредба №2 от 23.07.2007 г. за проектиране на сгради и съоръжения в земетръсни райони, Държавен в-к бр. 74 (Naredba №2 ot 23.07.2007 g. za proektirane na sgradi i saorazhenia v zemetrasni rayoni, Darzhaven v-k br. 74).

[4] БДС EN 1998–2, Еврокод 8: Проектиране на конструкциите за сеизмични въздействия. Част 2: Мостове (BDS EN 1998–2, Evrokod 8: Proektirane na konstruktsiite za seizmichni vazdeystvia. Chast 2: Mostove).

## **DESIGN AND CONSTRUCTION OF TRANSPORTATION FACILITIES ALONG THE RAILWAY LINE PLOVDIV – SVILENGRAD, RAILWAY SECTION HARMANLI – SVILENGRAD**

**Ivan Hr. Lalov, Daniela G. Savova, Georgi I. Lalov, Rosen I. Djambov, Christina E.  
Dimitrova, Ivana A. Todorova**  
[office@transgeo-bg.com](mailto:office@transgeo-bg.com)

**„Transgeo“ LTD  
14 Kliment Ohridski blvd., 1756 Sofia  
BULGARIA**

**Key words:** *reinforced concrete railroad bridges, railroad overpasses, road and pedestrian underpass, slab and pipe culverts, inverted siphons, tortoises' and animals' pipe crossings, rehabilitation.*

**Abstract:** *In this report will be discussed the design of structures made by "Transportation facilities" department of "Transgeo" LTD. The total number of the facilities designed by the department is 73.*

*They can be classified by type as: reinforced concrete bridges, railroad overpasses, road underpasses, pedestrian underpasses, slab and pipe culverts, inverted siphons, tortoises' and animals' pipe crossings, rehabilitation of pedestrian underpass at Harmanli railway station, part of the rehabilitation of steel bridge over Harmanlijska river.*

*All the facilities are designed in accordance with the requirements of the technical specifications for interoperability and BDS EN.*

*In the report will be exported computing demands and specific features in the design of the facilities. Disadvantages of regulations and BS EN are specified which prevented and interfere with the design of infrastructural projects in transport.*

*There will be provided projects of complex framework structures.*

*Built facilities are illustrated with pictures.*