



## **ГОЛЕМИТЕ СЛАБОСТИ НА ИНЖЕНЕРИНГА ПРИ СТРОИТЕЛСТВОТО НА ПЪТНИ ТУНЕЛИ У НАС**

**Чавдар Колев**

e-mail: [ch\\_kolev@abv.bg](mailto:ch_kolev@abv.bg)

*Висше транспортно училище „Тодор Каблешков“  
ул. „Гео Милев“158, София,  
БЪЛГАРИЯ*

***Ключови думи:** тунели, оптимизация, проучване, Изумрудена книга, FIDIC, риск.*

***Резюме:** Стана традиция у нас строителството на пътните тунели да бъде възлагано на инженеринг. По този начин администрацията прехвърля целия риск върху изпълнителя. За тунелите този подход неминуемо води до огромни трудности пред изпълнителите и в крайна сметка - до по-скъпа реализация на проекта. Докладът изяснява съществените противоречия, които възникват систематично в инвестиционния процес при подобни казуси. Предложени са идеи за тяхното решаване. Тунелите се изграждат изцяло в подземна среда и проучването никога не може да бъде изчерпателно. Затова е необходимо в различните фази на проектиране да бъдат извършени постепенно максимални проучвания на геоложката среда и да бъдат проектирани необходимите оптимални укрепителни конструкции и тунелната облицовка. В доклада са представени аргументи, че не е оправдано възложителят да прехвърля огромния риск на изпълнителя. Отбелязано е, че няма норми за обхвата на геоложкото проучване за тунелите, но има други индиректни показатели, по които да се изготви техническото задание и да се контролират резултатите. Принизената роля на консултантите по проекта е подложена на критика. Представени са съвременни високотехнологични решения на проблема посредством решаване на оптимизационни задачи и изкуствен интелект. Изводите потвърждават, че инженерингът по-често води до по-скъпи проекти. Резултатите от прилагането на правилата на Жълтата и Червената книга на FIDIC у нас при строителството на пътни и железопътни тунели са сравнени и са направени редица изводи. Последователно са анализирани подходите при съставянето на тръжните условия и на техническите задания за изграждане на тунели у нас и са показани уязвимите места, които носят висок риск. Отчетено е, че Жълтата книга крие прекалено висок риск за строителите. Цитирани са основните моменти в новата Изумрудена книга на FIDIC, посветена специално на подземното строителство. Изтъкнати са преимуществата на тази книга пред останалите и е подчертана необходимостта от нейното бързо прилагане у нас.*

## **УВОД**

Усиленото строителство на автомагистрала у нас през последните десетина години е повод за редица критики към провеждания инвестиционен процес, защото крайният продукт много често е с ниско качество, кратка дълготрайност и спорна цена. В рамките на тези проекти се изграждат и няколко тунела, на които е посветен този доклад. Агенцията по пътна инфраструктура възприе строителството на магистралите, в т.ч. и на пътните тунели, да бъде възлагано на инженеринг, т.е. да се наподобяват правилата на Жълтата книга [1] на Международната федерация на инженерите – консултанти (FIDIC). По този начин възложителят прехвърля целия риск по проекта на изпълнителя. Именно размерът на риска предопределя проблемите, които възникват при изпълнението на проектите. Този риск се оказва непремерен, а нашите изпълнители не са добре подготвени да го поемат и преодолеят. Докладът изтъква слабостите на инвестиционния процес и представя идеи за решения на проблема.

### **I. СЪСТОЯНИЕ НА ПРОБЛЕМА**

След 1990 г. у нас отпаднаха по естествен път т.н. Правилник за капиталното строителство, както и Закона за териториално и селищно устройство и бяха заменени със Закона за устройство на територията, променян многократно. Производни на новия закон са, както редица наредби, така и няколко закона, логически свързани с него: за камаритена строителите, на инженерите, архитектите и т.н. В предприсъединителния ни период за Европейския съюз у нас започна прилагането и на международни стандарти за инвестиционния процес, каквито са тези на Световната банка, на Европейската банка за развитие и др. Строежите, финансирани от националния бюджет, следват регламента на индивидуалните технически задания, без да има пълно съответствие с някой от изброените международни стандарти. Въпреки това, в наши дни големите търгове са отворени за участие за контрактори от целия свят. Натрупаните негативи от провеждането на инвестиционния процес доведе неотдавна до дълга серия от неколkokратно отменени търгове за строителство поради несъвършенства в регламентите.

### **II. ОПИСАНИЕ НА ПРОБЛЕМА**

Поначало етапът на проектиране може да се проведе в една, две или три фази, след което да започне строителството. Ако еднофазното проектиране се отнася само за малки строежи, то големите строежи, каквито са автомагистралите, изискват трифазно проектиране – идеен проект, технически проект и работен проект (детайлиране). Възловата роля на идейните проекти в инвестиционния процес, както добре знаем, е в технико – икономическото сравнение на вариантите, с което тази фаза приключва. Убедителното решение при избора на вариант предопределя развитието на проекта по-нататък и определя рамките на неговата сметна стойност. По тази стойност би следвало да се изготвят, както работният проект, така и финансовият план за неговата реализация. Затова точно тук се взема решение по кои правила да се договарят големите международни проекти – по червения [2] или по жълтия FIDIC [1]. Ако се продължи по червения FIDIC, възложителят провежда и следващата фаза от процеса – изготвянето на техническия проект и след това го предлага на търг за изпълнение. При

жълтия FIDIC идейният проект служи като техническо задание за търг, на който контракторът се задължава да изготви работния проект и да го изпълни. Точно такъв е случаят с тунелите по нашите автомагистрали. Възложителят е решил, че на тази фаза ще възложи на изпълнителя строителството, заедно с работното проектиране. Всъщност, така възложителят прехвърля на изпълнителя и риска по реализацията на проекта в предварително определените финансови рамки. Щом говорим за риск, следователно трябва да има оценка на риска, но в публикуваните идейни проекти като част от техническото задание няма приложена подобна оценка. Вероятно възложителят е направил такава за себе си, но всеки изпълнител би следвало да си я изготви в процеса на оферирането. Така чрез отчитане на евентуалните извънредни разходи рискът ще бъде покрит, но естествено възниква противоречие със стремежа за конкурентна по-ниска цена на офертата.

### **III. ИНФОРМАЦИЯТА ОТ ПРОУЧВАНЕТО В ИДЕЙНИЯ ПРОЕКТ КАТО БАЗА ЗА ОБЕКТИВНА ПРЕЦЕНКА НА РИСКА**

Точно това е първият съществен въпрос – дали обемът на проучването в идейната фаза е достатъчен за обективната оценка на риска от контрактора? Според мен, в по-големия брой случаи отговорът е не! Вярно е, че са налице обективни пречки, но субективните възпрепятстват тяхното преодоляване. Какво имам предвид? Понякога теренът върху проектния тунел е недостъпен за механизация или площите не са очуждени за достъп и затова няма изпълнени сондажи по големи участъци от трасето. Направените добри геофизични проучвания не са достатъчни за разкриване на пълната картина на физико-механичните характеристики на скалите и особено на степента на тяхното напукване и раздробяване.

Ако в края на инженерно – геоложкия доклад има логично заключение, че скалите в масива са слаби до много слаби, това е ясен знак за трудни условия на строителство. Ако прибавим към това и разломените зони, често срещани по такива места, то задачата на изпълнителя се усложнява още повече.

Колкото и майсторски да са разработени възловите части от идейния проект чрез прилагане на подходящи технологически методи за прокопаване и укрепване, преминаването през разломените участъци се нуждае от детайлизиране и специално внимание при изготвянето на работния проект от Изпълнителя.

В условията на инженеринг има реална опасност от подценяване на предстоящите строителни дейности от страна на изпълнителите. Съвсем обективно е противоречието между здравия разум при оценката на риска и естествения стремеж у контракторите за по-ниска конкурентна цена, за да спечелят търга. Това е една от най-ярките прояви на дуализма в нашия свят. В нашите условия се страхувам, че в това противоборство трудно би надделял здравият разум.

### **IV. НОРМИРАНЕ И СТАНДАРТИЗАЦИЯ НА ПРОУЧВАТЕЛНИТЕ РАБОТИ**

Както у нас, така и по цял свят няма специални норми, които да предписват точния обем на проучвателните работи, особено при тунелите, макар да сме наследили добра практика от миналото. В новите норми за пътни тунели, които влязоха в сила

през тази година, въпросът не се третира, в старите – още по-малко. Еврокод 7 дава указания, но те не се свеждат пряко към тунелите. В такива случаи правилото е да се прилагат подходящи норми от други по-развити държави или на базата на добрата практика и световния опит възложителят да състави изисквания и да ги запише в техническото задание. В наши дни техническите задания се съставят от международни консултантски фирми, а възложителят ги преглежда и одобрява.

Според специален доклад на Международната асоциация по тунели (ITA) натрупаните познания за геологията и хидрогеологията по даден проект в края на идейната му фаза трябва да представляват 2/3 от необходимите, а в края на работната фаза – 90%. В нашия случай това условие не е изпълнено, защото поне за половината от участъка няма направени сондажи. В работната фаза по досегашната логика е ясно, че също няма да има такива сондажи в недостъпния терен и следователно, не 10%, а около 50% от проучването ще се извърши по време на строителството. Ето този факт предопределя високия риск – технологичен, организационен и най-вече финансов пред контракторите, които ще поемат инженеринга.

## **V. РАЦИОНАЛНО РЕШЕНИЕ НА ПРОБЛЕМА**

### **V.1. Тръжни условия**

Оценката на инвестиционните проекти не бива да представлява просто попълване на някакъв чек-лист, а задълбочена високо-професионална комплексна оценка. Такава оценка е основана на дълго вникване в същността на проекта откъм всичките му аспекти. Когато говорим за тунели, нека да не забравяме, че тяхната конструкция абсолютно отвсякъде, не само откъм фундамента е в контакт със скалната среда, т.е. геотехническите фактори са изцяло определящи и за проектирането и особено за изпълнението. Да, но скалната среда е несъвършена, често има разредполагаломии, които са пълни с вода, налице е и висок сеизмичен риск. Затова смятам, че е по-добре да се заделят средства за по-подробно проучване във фазата на техническия проект за сметка на възложителя, т.е. по принципите на Червената книга на FIDIC, за да не се плащат след това пари за предполагаемия риск, чиято стойност в условията на Жълтата книга на FIDIC се калкулира предварително и плаща, независимо дали рискът е висок или нисък. Впрочем, търговете за строителство на тунели по нашите жп линии са по принципите точно на Червената книга и са далеч по-близо до постигането на поставените цели.

Справедливата пазарна стойност на проекта може да се постигне само в условията на добре организирани честни търгове. Щом Правителството спря преди време толкова много търгове за около 2 млрд. евро, следователно записаните в тях правилата за феърплей са били несъвършени. В такъв случай е логично да се запитаме за ползата от работата на консултантските фирми, които са отговорни за изготвянето на техническите задания и останалите тръжни условия и процедури. Правилата за подготовка и провеждане на търговете много отдавна са световна практика и надали нашите търгове са казуси без анализи.

### **V.2. Техническо задание**

В световната практика има методи за проучване на тунелни трасета в недостъпни райони. Един от тях е да се направи контролиран насочен сондаж по цялата

проектна надлъжна ос на тунела, след което да се анализират лабораторно скалните ядки. Макар да е познат на специалистите, този метод все още не е прилаган у нас. Априори се счита, че той е много скъп. На мен не ми е известно обаче, възложителите да правят сравняване на вариантите за проучването по технико-икономически показатели или да изискват това от консултантските фирми. Затова, всъщност задачата за действителното изчерпателно проучване е оставена за фазата на работния проект. Само за сравнение ще посоча, че разходът за такъв сондаж би възлязъл от порядъка на около 0,2% до 1% от очакваната сметна стойност на строежа.

Какви допълнителни данни на практика би могло да се придобият във фазата на работното проектиране? Ако предположим, че теренът по голяма част от трасето остава недостъпен за механизацията и нови сондажи в тази зона няма да има, допълнителните геофизични изследвания ще допълнят наличните данни, без да бъде надхвърлен таванът на техните възможности. Хоризонтален сондаж по оста от единия до другия портал надали ще бъде изпълнен. Следователно, детайлното проучване минава във фазата на изпълнението, когато би следвало преди всеки цикъл на напредъка на прокопаването да се прави къс проучвателен хоризонтален сондаж по оста (10m до 30m), да се анализират резултатите и да се вземе адекватно технологично решение на място. Това е именно традиционната практика, тя не е отпаднала, нито отречена, но да се разчита само на нея през XXI век, е връщане в зората на индустриалната революция от края на XVIII век.

Така или иначе, това е съществуващата практика и за участниците в търговете е важно да се справят със задачата по оптимален начин от технико-икономическа гледна точка, т.е. да построят тунела на разумна цена и с високо качество. Точно тук е мястото да припомним, че завършените тунелни конструкции са най-безопасните, най-надеждните срещу разрушение по време на експлоатация. Затова си има редица предпоставки, добре известни в теорията. Същевременно прокопаването на тунели е сред най-рисковите дейности в световната строителна практика.

### **V.3. Новата изумрудена книга на FIDIC**

Всъщност, радикалното решение на поставените проблеми се дава от новата Изумрудена книга [3] на FIDIC, която се отнася специално и единствено за тунелното строителство. Отчитайки всичките проявени проблеми в договарянето и изпълнението на все по-сложните тунелни проекти в целия свят, Изумрудената книга има заглавие „Договорни условия за подземни работи“ и прави необходимия синтез между правилата на Жълтата и Червената книга. Тя е съвместно издание от 2019г. на FIDIC и Международна асоциация за подземно и тунелно строителство (ITA-AITES). На практика, 90% от клаузите на Жълтата книга 2017 г. са интегрирани без изменения в Изумрудената книга. В нея са включени няколко нови концепции при управлението на рисковете, свързани с подземните условия. Това са рисковете, които не могат достатъчно точно да се оценят преди подписването на Договора и затова не бива да се прехвърлят изцяло на Изпълнителя. Според Изумрудената книга възложителите трябва да вземат под внимание пет характеристики, критични за успеха на проекта и за коректното остойностяване на финансовото предложение. От тези пет характеристики три са уникални за подземните работи:

- Технологията за изпълнение на изкопните и пробивни работи и укрепването на скалната среда са основни фактори за успешната реализация на проекта и затова са важна част от работите;
- Физическият достъп до работите често е ограничен, което поставя редица условия за организацията на строителството;
- Теренът, под който се строи, обикновено е собственост на различни трети страни.

Останалите две важни характеристики не са уникални за подземното строителство и те са следните:

- Необходима е голяма инвестиция за строителна механизация и оборудване;
- Пробивните работи и облицовките имат голяма продължителност.

Към важните характеристики, които важат и за тунелното строителство би следвало да се прибави изискването за непрекъснатост на производствения цикъл:

- Всяко забавяне на укрепването при забоя крие висок риск от разрушение!
- Прокопаването нарушава природното равновесие на масива и той започва да се разхлабва. По-слабите скали се разхлабват по-бързо, стритите участъци – незабавно.
- Точно затова проучването и технологията са най-важните фактори за успешния проект.

## **VI. ЗАКЛЮЧЕНИЯ**

Един от методи за проучване на тунелни трасета в недостъпни райони е да се направи контролиран насочен сондаж по цялата проектна надлъжна ос на тунела, след което да се анализират лабораторно скалните ядки. Макар да е познат на специалистите този метод все още не е прилаган у нас. Априори се счита, че той е много скъп. За сравнение: разходът за такъв сондаж би възлязъл от порядъка на около 500 хил лв., което е само 0,2% от очакваната сметна стойност на строежа. Подобно просто сравнение на вариантите за проучване на трасето би променило намеренията на квалифицирания Възложител.

Завършените тунелни конструкции са най-безопасните, най-надеждните срещу разрушение по време на експлоатация. Затова си има редица предпоставки, добре известни в теорията. Същевременно, прокопаването на тунели е сред най-рисковите дейности в световната строителна практика.

Изумрудената книга предлага справедливо разпределение на риска и по-голяма сигурност с: конкретизиране на базовите данни; ясни примерни форми за оценяване отклоненията от очакваните условия и механизми за коригиране на сроковете и цената.

Ако възложителите осмислят и приемат тази модерна стандартна форма и внимателно подготвят тръжната документация с помощта на опитни есперти, изпълнителите ще се концентрират върху преодоляването на трудностите и качествено изпълнение на проектите.

## **ЛИТЕРАТУРА**

- [1] FIDIC – Жълт – ДОГОВОРНИ УСЛОВИЯ ЗА СТРОИТЕЛСТВО И ПРОЕКТИРАНЕ.

- [2] FIDIC Червен - Договорни условия за строителство и инженерингови работи, проектирани от възложителя".
- [3] FIDIC – Изумруден - Договорни условия за подземни работи .

## **MAJOR WEAKNESSES OF ENGINEERING IN THE CONSTRUCTION OF ROAD TUNNELS IN BULGARIA**

**Chavdar Kolev**

*University of Transport "Todor Kableshkov"  
158, Geo Milev Street, Sofia - 1574, BULGARIA*

**Key words:** *tunnels, optimization, investigation, Emerald book, FIDIC, risk*

**Abstract:** *It has become a tradition in our country to assign the construction of road tunnels to engineering. In this way, the administration transfers all the risk to the contractor. For tunnels, this approach inevitably leads to huge difficulties for contractors and ultimately - to more expensive project implementation. The report clarifies the significant contradictions that arise systematically in the investment process in such cases. Ideas for solving them are proposed. The tunnels are built entirely in an underground environment and the study can never be exhaustive. Therefore, it is necessary for the different phases of design to gradually carry out maximum studies of the geological environment and to design the necessary optimal fortification structures and tunnel lining. The report argues that it is not justified for the contracting authority to transfer the huge risk to the contractor. It is noted that there are no norms for the scope of the geological survey for the tunnels, but there are other indirect indicators on which to prepare the terms of reference and to control the results. The degraded role of project consultants has been criticized. Modern high-tech solutions to the problem by solving optimization problems and artificial intelligence are presented. The findings confirm that engineering more often leads to more expensive projects. The results of the application of the rules of the Yellow and Red Books of FIDIC in our country in the construction of road and railway tunnels have been compared and a number of conclusions have been drawn. The approaches in compiling the tender conditions and the terms of reference for the construction of tunnels in our country are consistently analyzed and the vulnerabilities that carry high risk are shown. It is reported that the Yellow Book poses too high a risk for builders. The main points in the new Emerald Book of FIDIC, dedicated especially to underground construction, are quoted. The advantages of this book over the others are highlighted and the need for its rapid implementation in Bulgaria is emphasized.*