

## **СОФИЙСКИЯТ МЕТРОПОЛИТЕН – НОВ МЕТОД, КОНСТРУКЦИЯ И ТЕХНОЛОГИЯ ЗА ИЗГРАЖДАНЕТО МУ В ЦЕНТРАЛНАТА ГРАДСКА ЧАСТ**

**Александър Трайков**

*alex\_fce@uacg.bg*

*Университет по архитектура, строителство и геодезия, кат. "Строителна  
механика"*

*бул. "Хр. Смирненски" 1, София 1421, БЪЛГАРИЯ*

**Ключови думи:** *метрополитен, метод, конструкция*

**Резюме:** *В статията се разглежда нов метод за изграждане на метрополитен с използване на пространството над метротрасето. Методът е особено подходящ за приложение в централни градски части. Разработката е свързана с предложение за нов метод, конструкция и технология за изграждането на Софийския метрополитен и е предмет на патент за изобретение.*

Историческото развитие е формирало сложна градоустройствена ситуация в централната градска част на София. Специалисти от различни области подробно са формулирали съществуващите проблеми. Един от тях е недостигът на територия за осигуряване развитието на всички градски функционални системи. Нарастването на интензивността на живота в София, свързана с увеличаването на броя на живеещите и работещите в града, както и с увеличаване на броя на превозните средства и деловата активност, особено в централните градски части, с всяка следваща година показва недостига на площи в града, най-вече в централните му части, които да обслужват различни обществени потребности. При това с течение на времето все повече се разширява градската част, възприемана и функционираща като централна. Периферни и труднодостъпни с обществения транспорт до преди двадесетина години части на града се изравниха и надминаха като брой на живеещи и работещи в тях онези, които се възприемаха като централни. Това се дължи на различни фактори, най-важните сред които са рязко увеличения брой на построените и строящи се сгради, рязко нарасналия брой автомобили,

непрекъснато растящия дял на заетите в частния сектор в икономиката, както и цените на имотите и на наемите. Принос за това има и реализирането на няколко съществени градоустройствени и комуникационни проекта, което значително подобри функционирането на града. В това отношение довеждането на Софийския метрополитен до площад "Света Неделя", както и стартирането на дългоочакваното продължение са свързани с очакванията на гражданите за подобряване на транспорта, средата и условията на живот.

Една от възможностите за увеличаване на площите в централните градски части е вертикалното напластяване на функции. Високата степен на изграденост, обаче затруднява тази възможност. Разрушаването на сградния фонд се ограничава от редица нормативни документи, социалното напрежение при такива мероприятия е значително, а разходите - огромни.

В условията на пазарна икономика и тотално променяща се законова система, решаването на проблемите на централната градска част и реализацията на проектите за нейното обновяване срещат и нови по своя характер проблеми, някои от тях са следните: нова законова уредба за собствеността, рязко повишаване цената на градските терени, липса на средства в общината за реализиране на градоустройствените мероприятия.

Строителството на метрото е едно от приоритетните направления, което трябва да реши сложните транспортни проблеми на столицата. Известна е високата обществена цена, която съпровожда реализацията на такива проекти-цена, изразяваща се не само във финансови измерения, но и в значителни неудобства за изключително голям брой граждани-затруднен транспорт и увеличено време за придвижване, шум, висока запрашеност, ограничен достъп до места, намиращи се в близост до местата на извършваните строителни работи. Ето защо с основание винаги е стоял на дневен ред въпросът за максимално ефективното използване на влаганите средства и периода на строителни работи, като период на неудобства и затруднения, от гледна точка на получаваните промени в градската среда след завършване на строителството. Възприетата схема и технология за изграждане на метрополитена създават възможност за по-ефективно използване на подземното пространство и удовлетворяване на част от териториалните нужди на централната градска част. За съжаление тази възможност не е планирана. Пространството над тунела на метрото, което се изпълнява в по-голямата си част по открит способ, не се използва.

Подробното изучаване на чуждия опит показва, че при строителството на метро в много градове по света подземните пространства над метротунелите, които неминуемо се получават в процеса на строителството, се усвояват за различни цели. Така например при строителството на метрополитена във Виена подземните пространства служат за паркинги, магазини, складове, подземни комуникации, експониране на археологията и др. Аналогични, но с по-ограничена степен функции са застъпени при строителството на метрото в Мюнхен. Широко използване на подземните пространства се наблюдава и в при изграждането на метрополитен в Токио, Сеул, Хонг Конг, Сидни, Осака и др.

За рационалното използване на подземни пространства при строителството на метро и други подземни съоръжения има издадени редица патенти от САЩ, Русия, Франция и Германия.

Всичко това дава основание да се смята, че поставеният за разглеждане проблем е особено важен и актуален.

Както беше посочено по-напред, потребностите на град София, по-специално в централните градски части, спешно налагат търсенето на решения на проблемите с паркирането, гаражите, складовите и търговските площи, комуникациите, инженерните системи, екологията, археологическото наследство и др. Това е причината колектив от няколко специалисти от различни области, в който авторът участва с основен принос в конструктивната част, да предложи метод за изграждане на метрополитена с поне едно подземно ниво над него, а в някои случаи и повече. След продължително обсъждане и усъвършенстване методът е патентован като изобретение [1].

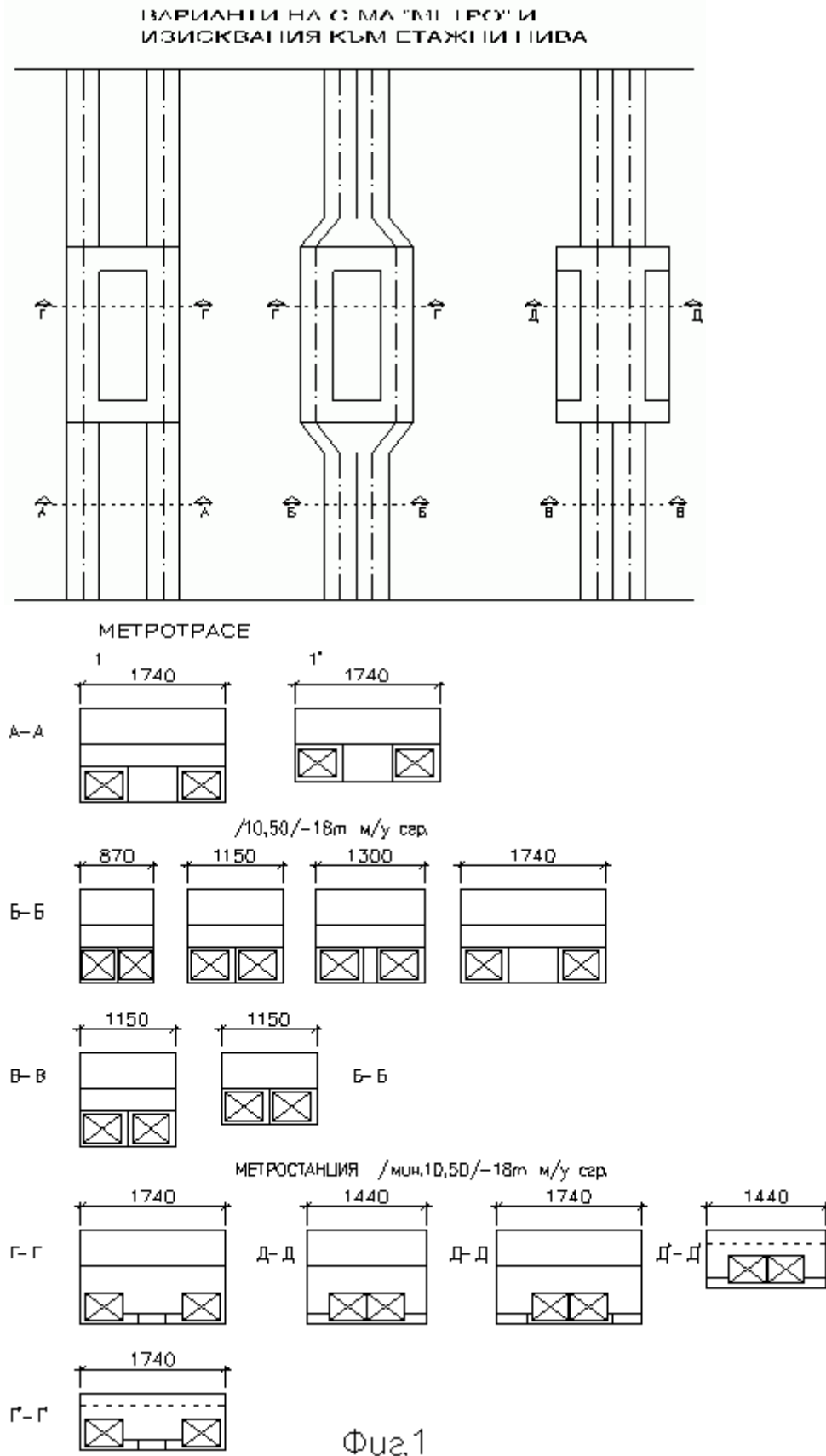
Разглеждането на проблема обхваща широк кръг проблеми-архитектурни, конструктивни, технологични, инженерно-геоложки, икономически и др.

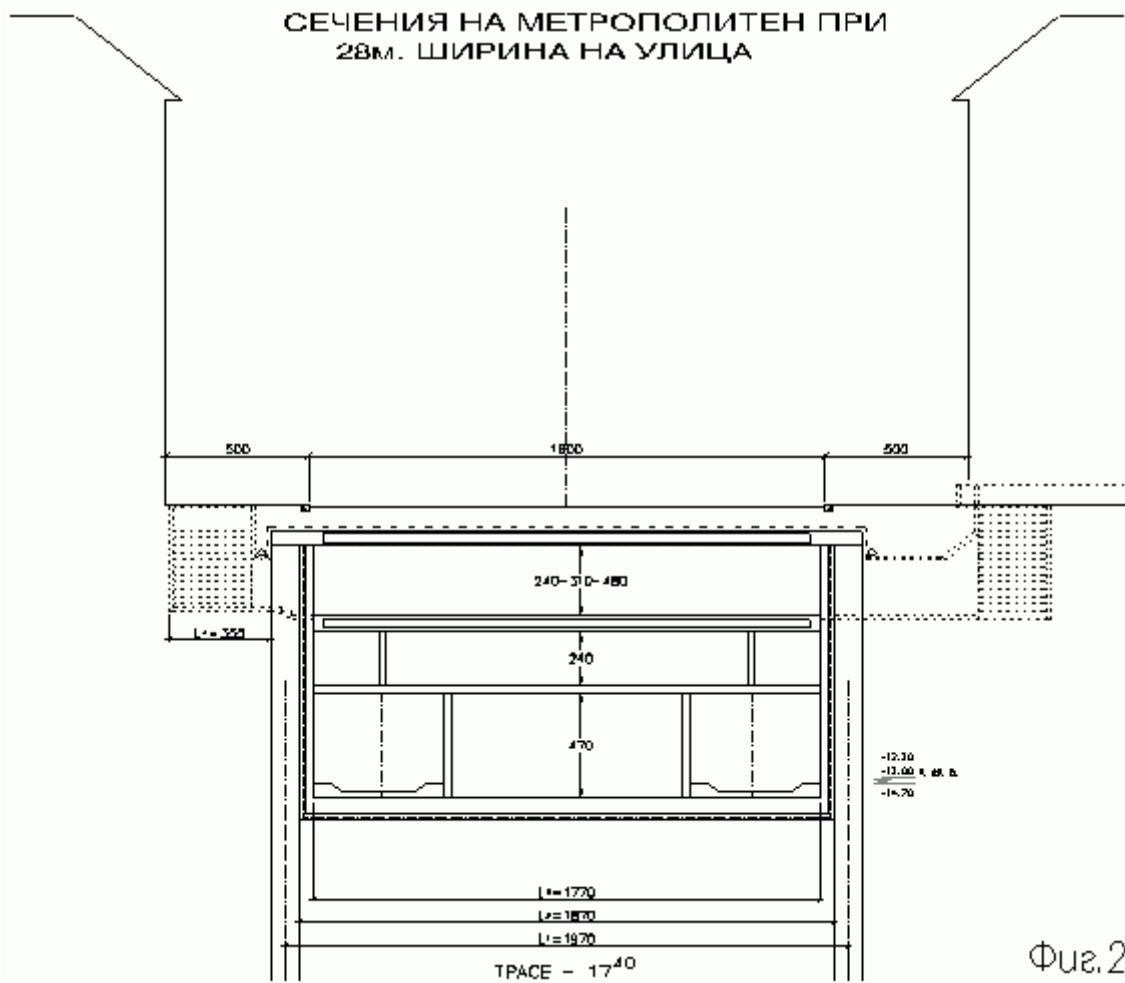
Разработената идея за технология на строителство и използване на пространството над метротунелите създава възможност за придобиване на нови функционални пространства за нуждите на централната градска част. По груба оценка чрез влагане на допълнителни средства могат да се получат два допълнителни етаж с обща площ 348000 m<sup>2</sup>, които могат да се използват за павилиони за обществено хранене, магазини, гаражи, паркиране, подземни преходи и улици, складово стопанство, многоцелеви колектори и др. Разчетът е направен на основата на ориентируваща дължина на метротрасето в централната градска част 10 km. По същество това е допълнителна площ, която се придобива от общината и тя може да се разпорежда с нея според нуждите на града. Като се има предвид, че цената на градските терени се увеличава значително, това се явява една от възможностите за самофинансиране на строителството на метрото или откупуването на капиталните вложения в един сравнително приемлив срок. При съществуващата остра нужда от търговска и складова площ, паркинги, гаражи, офиси и представителства, както и фактът, че търсенето им в централната градска част е най-голямо, това би определило на пазарен принцип и цената на тези площи или наема за тяхното ползване.

Разработката дава решение на множество разгледани варианти, като по принцип се търси решение за паркинги, гаражи и търговски обекти на първи подземен етаж, а за складови площи и инженерни системи на втори подземен етаж. Подходите и входовете в подземните пространства се предвижда да се решават с рампи, а между отделните подземни пространства се развива вертикален транспорт с асансьори. На трети подземен етаж е разположена системата на метрополитена, като се съобразяват изискванията за приетото ниво на релсовия път. При вариант с широко трасе се явяват възможности и за складови площи на трето подземно ниво. Фиксирани са възможностите за най-рационално използване на подземните пространства по метротрасето в централната градска част и за целия град. Посочени са ограничителите, с които трябва да се съобразява всеки един проект при конкретното проектиране.

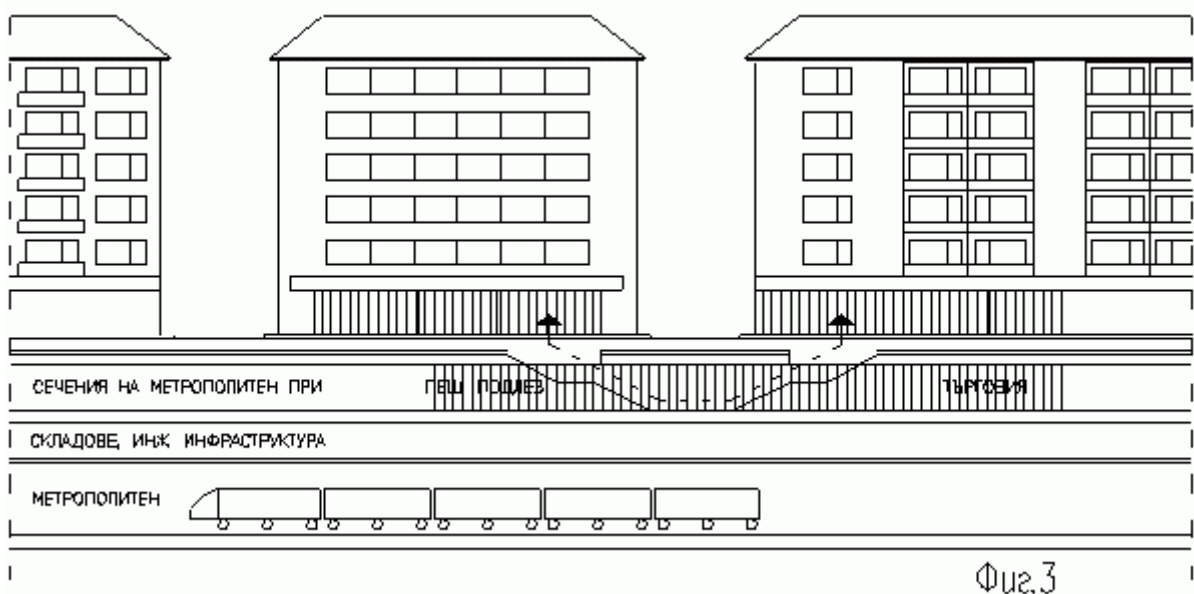
Архитектурно-строителните решения са разработени в най-характерни варианти, като подробно е илюстриран широкият вариант с отвор 17,40 m. Това е по-тежкият вариант на изпълнение и следва да се съсредоточи по-голямо

внимание на него. Някои основни варианти са показани на фиг.1, а характерен разрез през метрополитена при ширина на улица 28m – на фиг.2.





Едно от основните архитектурно-строителни решения – вариант с функции – метро, гаражи, инсталационни колектори, складове и др., е показан като принципна схема на фиг.3.



## 1. Принципна схема

1.1. Триетажна конструкция по трасе на метрополитена с функционални взаимовръзки между отделните нива и условно приети функции.

## 2. Кратка характеристика

2.1. Наземно ниво – автомобилно и пешеходно движение.

2.2. Първо подземно ниво - пешеходен подлез с търговия, паркинги и гаражи и др.

2.3. Второ подземно ниво – инженерни комуникации и съоръжения, складове, комунално стопанство, гражданска отбрана

2.4. Трето подземно ниво – метротунели, обслужващо пространство на метрополитена, гражданска отбрана

## 3. Предварителна експертна оценка

3.1. Безконфликтно пешеходно преминаване в напречна посока.

3.2. Разкриване на обществени паркинги – гаражи.

3.3. Разкриване на обществени дейности.

3.4. Автономност на инженерните системи

Разработени са и други примерни функционални решения по трасето, например с принципна схема триетажна конструкция с кратка характеристика

2.1. Наземно ниво – автомобилно (напречно) и пешеходно движение.

2.2. Първо подземно ниво – пешеходно движение, търговия, рекреация, паркинги и гаражи.

2.3. Второ подземно ниво – инженерни комуникации и съоръжения, складове, комунално стопанство, гражданска отбрана

2.4. Трето подземно ниво – метротунели, обслужващо пространство на метрополитена, гражданска отбрана

## 3. Предварителна експертна оценка

3.1. Безконфликтно пешеходно преминаване.

3.2. Богато архитектурно-пространствено решение

3.3. Разкриване на обществени дейности.

3.4. Разкриване на обществени паркинги – гаражи.

3.5. Автономност на инженерните системи.

Поради ограниченото място схемите и характеристиките на останалите варианти не могат да бъдат изобразени и разгледани.

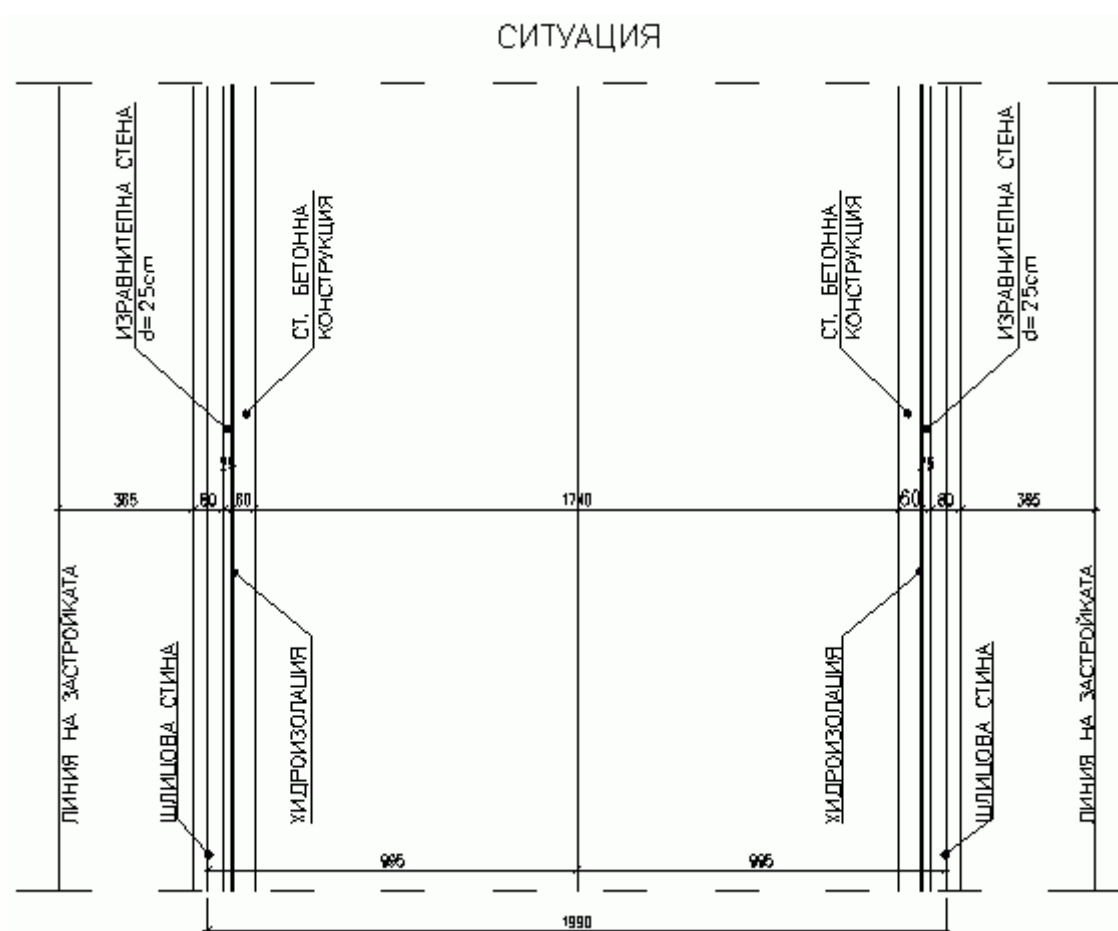
Подробно са разгледани и другите основни страни на проблема, свързани с предложението.

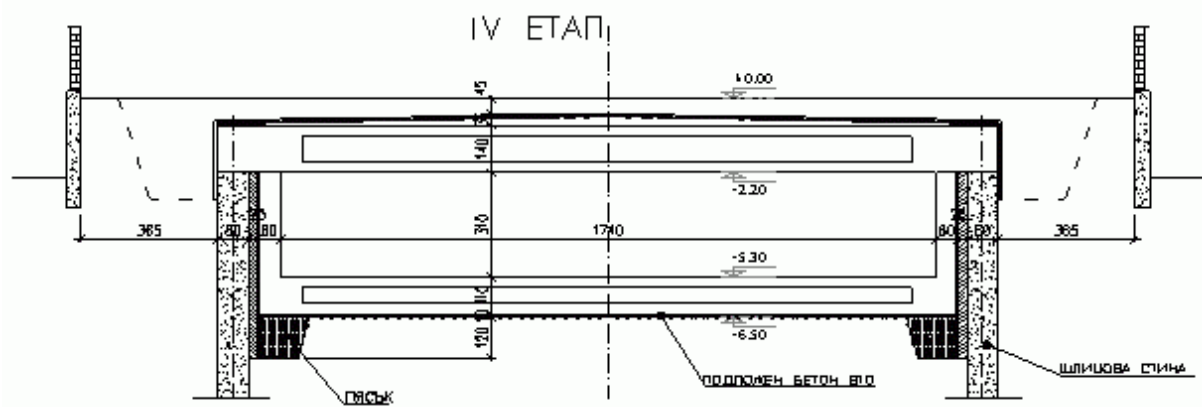
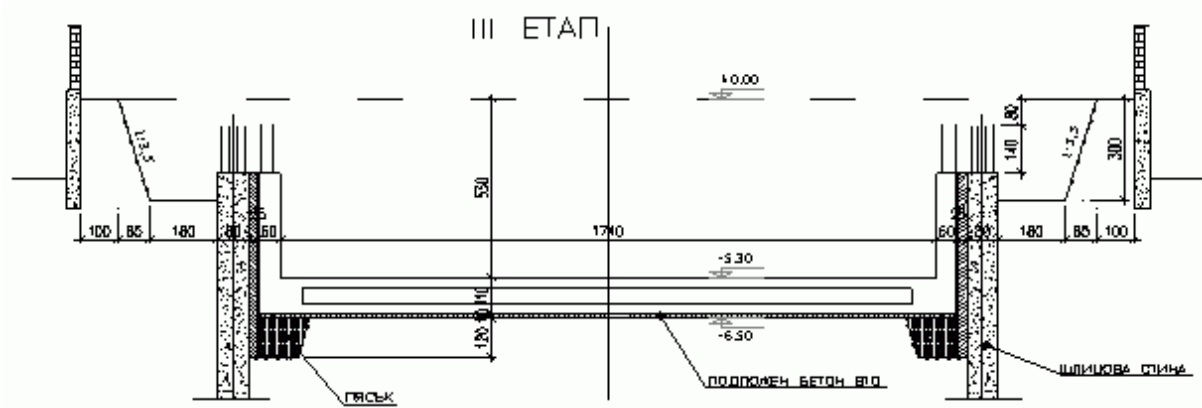
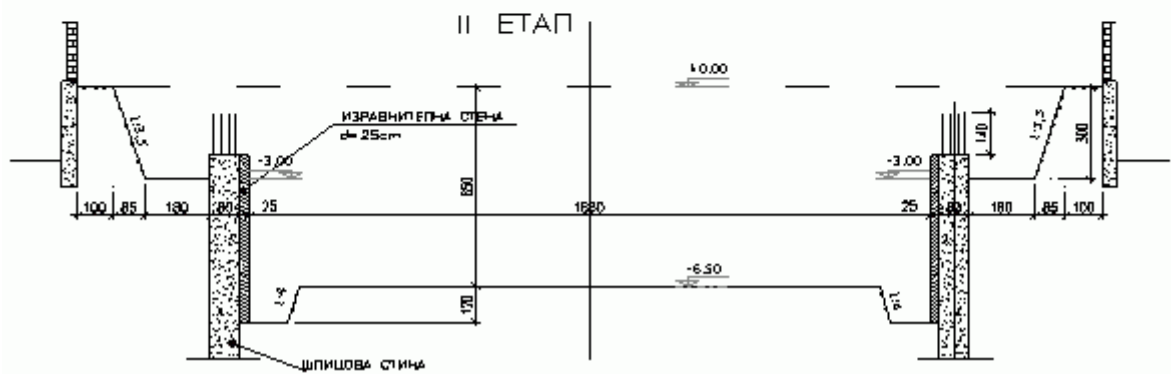
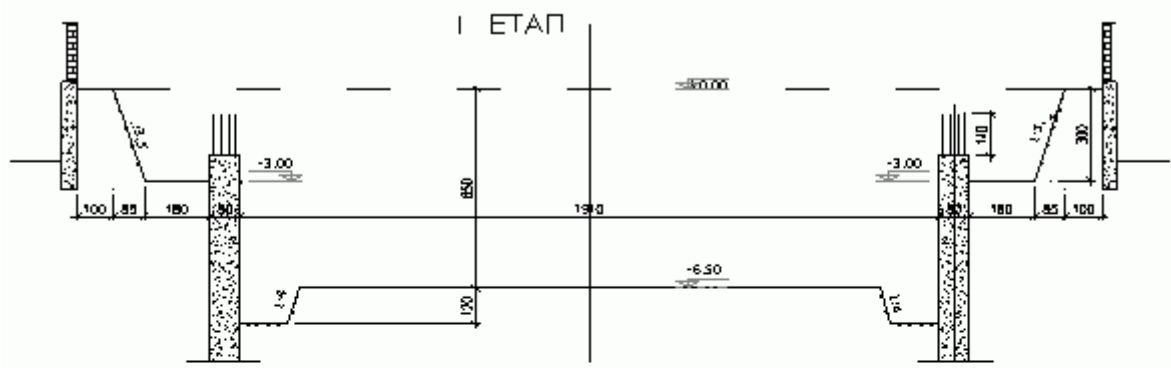
Геоложките и хидрогеоложките особености на град София налагат изработването на подробни проучвания, отразени в надлъжни профили по трасето. Посочени са най-характерните от тях, даващи представа за общата картина на геологията, както и съображенията, които следва да се имат предвид при разчетите на конструкцията и технологията на изпълнението.

Разработката е съпроводена с подробни статически и динамически изчисления на конструкцията по предлаганите решения за различни варианти

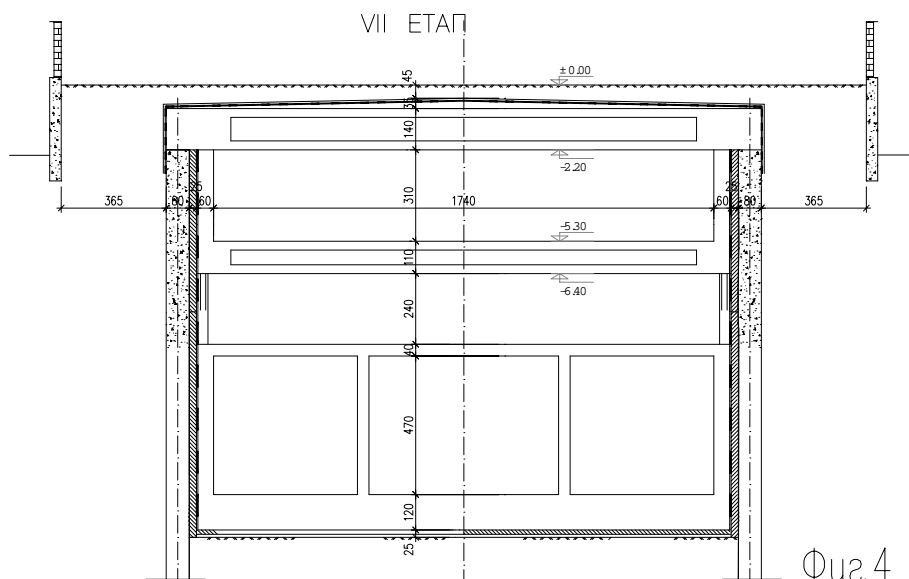
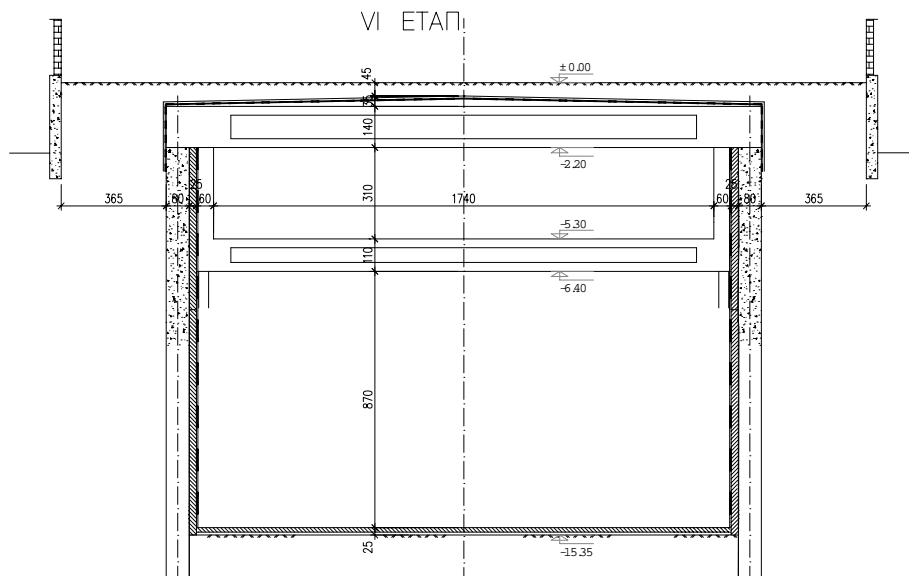
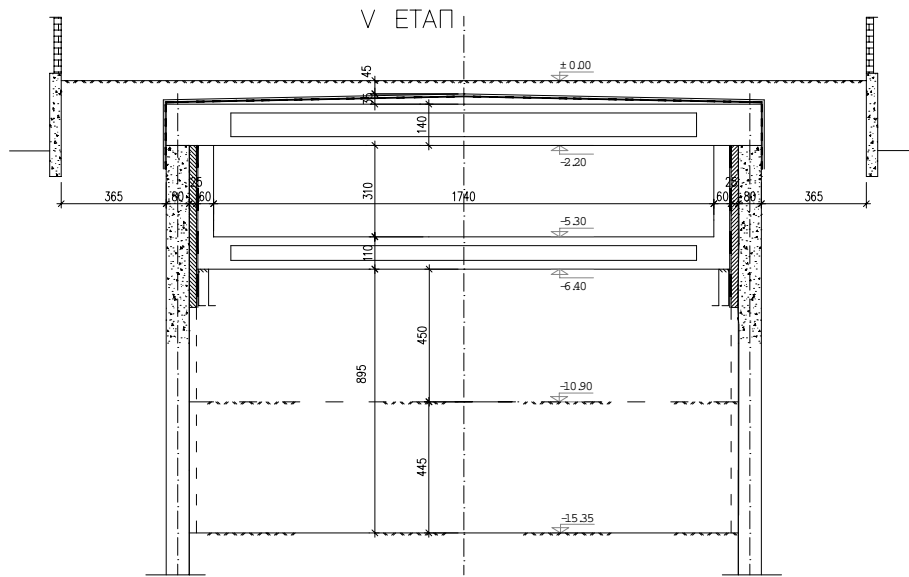
при отделните етапи на изграждане, за доказване размерите и носимоспособността на конструкцията. Извършено е оразмеряване на най-натоварените сечения на отделните елементи за меродавните съчетания на товарите. Разработени са много от най-важните възли и детайли на конструкцията.

Значителен обем в разработката е посветена на технологичните решения за изпълнение на основните строителни работи – изкоп на ваната, изпълнение на стоманобетонната плоча на кота  $-6^{40}$ ,  $-2^{20}$ ,  $-15^{10}$  и  $-9^{20}$ , изпълнение на стоманобетонните стени до кота  $-5^{30}$ ,  $-13^{90}$  и  $-8^{80}$ , доставката и монтажа на гредите за горната плоча на ваната, изпълнението на изкопите на второ и трето ниво – всичките с посочени технологични схеми и избрана механизация, както и организацията на изпълнението на строителството в неговата последователност и етапи. Разработени са и варианти на обобщени технологични схеми по конструктивните решения – едроплощен кофраж, предплочи и предстени. На фиг.4 е показан един от множеството разработени варианти на конструктивни решения в отделните етапи на изграждане.









Φυσ.4

При разработването на технологичните решения вниманието е съсредоточено върху използването на познати и усвоени в строителната практика у нас технологии.

Нов момент в разработката е варианта на изпълнението на защитната стена между пилотите с помощта на хидравличен нож.

Археологическите градежи и напречните на трасето колектори се провеждат с помощта на твърда връзка, осъществена посредством хоризонтално пробиване и изпълнение на хоризонтално укрепване. Цялата конструкция, вграждаща горните елементи, се окачва на носещите стени.

Конструктивно е илюстрирано и решение за изграждане на специалните помещения при метростанция.

Технологията за изпълнение на така предложения метод изисква специфични и детайлни решения на отделни моменти при изпълнение на строителните процеси. Разкривката на трасето да се изпълнява по познати и усвоени в досегашната практика начини. Изпълнението на изливни пилоти и шлицови стени се предвижда да се изпълнява с налична механизация и по начини, които се прилагат у нас. Изкопните работи за първия етаж се изпълняват по открит способ с универсални машини. Изпълнението на ваната се осъществява с едроплощен кофраж, предварително заготвени армировъчни скелети по технология, усвоена в строителната практика. Разгледан е и вариант за изпълнение с приложение на предстени и предплочи. Покриването на ваната с конструкция дава възможност за изпълнение на довършителните работи по пътното платно и пускане на движението по него. Предвидени са технологични отвори в конструкцията за обслужване на изпълнението на строителните работи на долните нива. Разработено е подземно-транспортно устройство за обслужване на изкопни, армировъчни, кофражни и други видове строителни работи. Изкопните работи в подземното пространство под ваната се изпълняват на табани със строителна техника, отговаряща на изискванията за техническа безопасност на труда. Разработен е вариант за хоризонтален транспорт на земни маси и строителни елементи с окачен транспорт, свързан с технологичния отвор и приетата технология по този метод.

Чрез защитения чрез патент за изобретение метод се осигуряват поточност на извършваните работи, запазване на съществуващи надлъжни и напречни инженерни подземни системи, както и запазване на археологични ценности. Строителството е екологически чист процес и има възможност за възстановяване на движението по повърхността по време на извършването му. Предложеният метод преодолява някои основни недостатъци на известните и прилагани при строителство на подобни съоръжения методи, като позволява осигуряването на хидроизолиране на конструкцията без използване на специални бетони, особено в случаите на големи по площ подземни пространства с вътрешни колони. Улеснено е и разкриването, консервацията и експонирането на археологичните находки, както и запазването или възстановяването на съществуващи комуникации, тъй като всички работи се извършват подземно.

Някои от резултатите и предложенията на различните страни на работата са били или ще бъдат предмет на самостоятелни публикации поради своя обем и важност.

**ЛИТЕРАТУРА:**

- [1] Република България. Патентно ведомство. Патент за изобретение № 60975/ 25.06.1996 (BG 60975 B2)

**THE SOFIA UNDERGROUND-NEW METHOD, STRUCTURE AND TECHNOLOGY FOR CONSTRUCTION IN THE CENTRAL CITY AREA**

**Alexander Traikov**

*Structural analysis department, University of Architecture, Civil Engineering and Geodesy  
1, Hr. Smirnenski Str., Sofia 1421, Bulgaria*

**Keywords:** *underground, method, structures*

**Summary:** *A new method, structure and technology for construction of underground in central city area are presented. The structure provides for at least one underground level that could be used as parking place, storages and areas for different activities.*