



ЗРГИМ
Здружение на
рударски и
геолошки инженери
на Македонија

VII СТРУЧНО СОВЕТУВАЊЕ НА ТЕМА:
Технологија на подземна и површинска експлоатација на
минерални сировини

ПОДЕКС – ПОВЕКС '14

Радовиш
14–15.11.2014 год.

ТЕХНОЛОГИИ ЗА ПОСТАВУВАЊЕ НА ПОДЗЕМНИ ИНСТАЛАЦИ

TECHNOLOGIES FOR PLACING OF UNDERGROUND INSTALLATIONS

*Николинка Донева¹, Зоран Десподов¹, Дејан Мираковски¹,
Марија Хаџи Николова¹*

¹УГД, ФПТН, Институт за рударство, Штип

Апстракт: Во урбаните средини често се јавува потреба од промена на постоечки подземни инсталации или поставување на нови.

Во овој труд ќе бидат разгледани две технологии за поставување на подземни инсталации и тоа: класична и современа, односно технологија со механичко пробивање на микротунели. За секоја од овие две технологии ќе бидат дадени предностите и недостатоците, како и искуствата од нивна примена.

Клучни зборови: ров, машини за изработка на микротунели, хидраулични системи, далечинско управување

Abstract: In urban communities often there is a need to change existing underground installations or placing new ones.

This paper will discuss two technologies for placing underground installations including: classic and contemporary technology (technology with mechanical excavation). For each of these two technologies will be given advantages and disadvantages, as well as experiences from their application.

Keywords: pit, microtunnel boring machines, hydraulic systems, remote control

ВОВЕД

Во пракса под поимот подземни инсталации се подразбираат сите инсталации, како водоводни, канализациони, електрични, телекомуникациски, кои се поставуваат под земјината површина. Сите овие инсталации во минатото, па и денес се поставуваат со примена на класична технологија, со копање на ровови со одредени димензии, зависно од типот на инсталации, независно дали рачно или механички. На светско ниво, имајќи ја предвид се поголемата примена на ТВМ (tunnel boring machines), се почесто за поставување на подземни инсталации се применуваа современата технологија со примена на МТВМ (microtunnel boring machines), односно машините за изработка на микротунели.

1. КЛАСИЧНА ТЕХНОЛОГИЈА ЗА ПОСТАВУВАЊЕ НА ПОДЗЕМНИ ИНСТАЛАЦИИ

Поимот класична технологија за поставување на подземни инсталации, подразбира поставување на водови на одредена длабочина со “ровови”, односно “отворени откопи” (“trenching” или “open cut” технологија).

Поставувањето на цевководи со технологија на отворени откопи во себе најчесто ги опфаќа следните работни операции:

1. подготвителни работи;
2. ископ на ровот;
3. поставување на цевководот;
4. затрупување на цевководот;
5. враќање на теренот во првобитна состојба.

1. После добивање на потребната документација и изготвување на проектот следуваат **подготвителните работи**. За оваа цел изведувачот на работата има задача да обезбеди: комплетна механизација, уреди, алат и материјали потребни за изведување на работата, пристапни патишта до градилиштето, снабдување со електрична енергија, вода, телефон и др. на градилиштето, средства за блокирање на патот и сообраќајни знаци, мобилна ограда (висока 2 m) на градилиштето, за време на копањето на ровот, сè до негово потполно затрупување и др. Потоа треба да контактира со јавните градски претпријатија за да ја утврди точната локација на веќе постоечките цевки и кабли, за да може да ги испочитува техничките норми кои што се однесуваат на потребните растојанија помеѓу различни типови инсталации. Сето ова се прави за да може работата да се одвива правилно, со помалку застој и побезбедно.

2. **Ископот на ровот** може да биде рачен или механизирани (со примена на багери, дозери и др.). Начинот на кој ќе се врши ископот на ровот зависи од повеќе фактори и тоа: длабочина на ровот, постоење на други подземни инсталации, големина на просторот во кој се работи и др. Длабочината на ровот од своја страна зависи од видот на инсталација што ќе биде поставена во него, од конфигурацијата на теренот и наклонот што цевководот треба да го има. Кај технологијата со отворени откопи максимална длабочина на ров е 8 m. После завршувањето на ископот неопходно е точно да се утврди дали добиениот наклон на ровот ќе одговара со наклонот што е предвиден во проектот. Понекогаш е неопходно рововите да се подградуваат. Ова се прави со цел да се спречи зарушување на ровот и да се зголеми безбедноста на работниците.

Рововите не се подградуваат во следните случаи:

- до длабочина од 1 m, кога работната средина е песок и чакал;
- до длабочина од 1,5 m, кога работната средина е глиновито-песоклива;
- до длабочина од 2 m, кога работната средина е збиена.

3. Пред да се **постави цевководот** во ровот неопходно е на дното од ровот да се стави подлога од чакал со дебелина 10 – 20 cm (ГГГ - горна гранична големина од 20 cm.). Потоа се пристапува кон спуштање на цевките во ровот и нивно поврзување. Спуштањето на цевките може да биде рачно или машински, во зависност од тежината на цевките. Центрирањето на цевките е битно за нивно полесно и правилно поврзување.

4. **Затрупувањето на цевководот** се врши со песок или чакал (ГГГ од 2 cm) во слоеви од по 30 cm кои се набиваат рачно или со мали набивачи. Ова се прави до 30 cm од темето на цевката. Потоа следува насипување на ровот со земја, која се набива машински и во слоеви. Земјата не треба да содржи леплив и вегетативен материјал.

5. **Враќањето на теренот во првобитната состојба** зависи од тоа дали трасата на цевководот оди низ зелена површина или коловоз. Доколку трасата минува низ зелена површина последниот слој на ровот ќе биде хумус, а доколку цевководот

минува низ коловоз потребно е тој да се обнови. Исто така неопходно е сите објекти, машини и материјали да се отстранат од тоа место, а остатокот од земја од ископот (10-20 %) да се однесе на претходно предвидена локација.

Поставувањето на подземни инсталации на класичин начин е проследено со низа проблеми и негативности:

1. Поради фактот што поголем број цевководи се поставуваат на самиот коловоз, за време на изведување на работата неопходно е прекопување на асфалтниот слој и блокирање на едната, а во некој случај и на двете сообраќајни ленти. Ова создава низа проблеми: го оневозможува нормалното одвивање на сообраќајот, ја намалува безбедноста, го зголемува времето потребно да се дојде до одредено место и др. Од друга страна пак, одзема дополнително време и средства за обнова на коловозот.
2. Огромни проблеми се јавуваат при постоење на други инсталации кои минуваат низ трасата каде што треба да се постави новата цевкина линија. Доколку таа треба да се постави под нивото на останатите инсталации мора да се работи рачно и многу внимателно за да не дојде до нивно оштетување, ова го прави процесот за поставување на цевковод многу напорен и нехуман. Исто така овој начин на работа битно ја намалува брзината на извршување на работата и во услови на ровови со поголеми длабочини и понестабилно тло може да предизвика загрозување на безбедноста на работниците кои директно се вклучени во работата. Ова бара ангажирање на поголем број работници и подолго време за извршување на работата.
3. Мало невнимание при заштитата и оградувањето на работилиштето може да има огромни последици по безбедноста на пешаците кои секојдневно минуваат во тој дел. Овде посебно треба да се истакне загрозената безбедност на децата, кои во текот на играта секогаш не се можат да бидат доволно внимателни.
4. Негативно влијание на времето потребно за поставување на цевкената линија имаат неповолните временски прилики. Речиси невозможно е да се работи во услови на дожд. Исто така дождот негативно влијае на стабилноста на ровот и може да предизвика одрони или негово потполно зарушување, што бара додатно време за отстранување на зарушената земја. Обилните дождови можат да доведат до пополнување на ровот до одредено ниво со вода, што е неопходно да се отстрани за да може поматаму да се продолжи со работа.

2. СОВРЕМЕНА ТЕХНОЛОГИЈА ЗА ПОСТАВУВАЊЕ НА ПОДЗЕМНИ ИНСТАЛАЦИИ

2.1. Машини за изработка на микротунели

Под поимот микротунели се подразбираат тунели со пречник до 2 m. Нивната намена може да биде различна, на пример за поставување на водоводни, гасоводни, канализациони и други типови мрежи. Изработката на микротунели (microtunneling) всушност ја заменува рововската метода (treching) за поставување на различни типови инсталации [3].

Машините за изработка на микротунели (слика 1) спаѓаат во групата на комбинирани машини: тие вршат механичко пробивање на полн профил од објектот, како и отстранување на откопаниот материјал. Овој начин на изработка на микротунели освен ротациона пробивна машина со мал дијаметар, користи и опрема за инсталирање на цевковод (pipe jacking), така што како краен продукт оваа метода дава микротунел со вграден цевковод, кој зависно од намената на микротунелот може да биде завршна линија или да служи само како потпора за цевководот кој ќе има функција на завршна линија [1].

Овој тип машини се конструираат строго наменски: со соодветен дијаметар кој ќе одовара на дијаметарот на цевките кои треба да бидат инсталирани и карактеристики на ротационата сечечка глава кои ќе обезбедат непречена работа на машината во конкретна работна средина.

Машините за изработка на микротунели се конструираат со дијаметар од 100 – 2 000 mm, зависно од функцијата што тој микротунел треба да ја врши. Овој тип машини во зависност од нивната конструктивна изведба, можат да работат во најразлични работни услови, како на пример во присуство на подземна вода, во глиновито - песокливи, распукани, цврсти, како и во цврсти и абразивни карпести формации.



Слика 1. Машина за изработка на микротунели

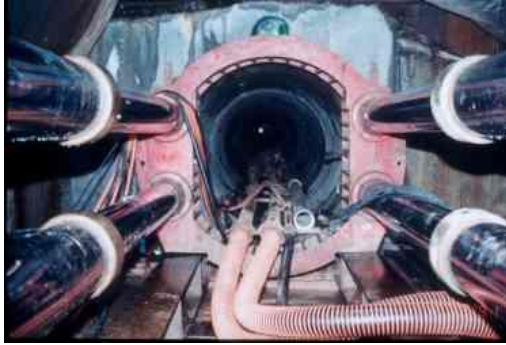
Најпознати светски производители на ротациони пробивни машини за изработка на микротунели се: Herrenknecht & Bohrtec (Германија), Wirth group (Soltau) – NFM technology, Akkerman (САД) и др.

2.2. Принцип на дејство

Работен орган кај машините за изработка на микротунели е ротационата сечечка глава, на која се распоредени сечечки елементи, чии тип и број зависи, пред сè од средината во која се пробива микротунелот.

Во рамки на механизацијата е вклучен и хидрауличен потисен систем (слика 2), со помош на кој се врши поставување на цевкина линија. Хидрауличниот потисен систем обично е сместен во влезната шахта (слика 3) и има задача да врши втиснување на цевката која со додатна механизација е спуштена долу во шахтата (слика 4). Токму заради ова димензиите на шахтите треба да одговараат на димензиите на цевките кои ќе бидат инсталирани. Доколку должината на микротунелот е голема, понекогаш се јавува потребата од изработка на меѓушахти во кои ќе биде сместен друг хидрауличен потисен систем со цел совладување на отпорот на триење помеѓу цевките и средината низ која тие минуваат. Хидрауличкиот потисен систем се состои од повеќе хидроцилиндри кои дејствуваат на специјално изработен метален прстен (слика 5), кој пак е нагласен на крајот од цевката која што треба да биде потисната.

Како дополнителен систем кој го помага и олеснува потиснувањето на цевките во пробиениот микротунел е системот за подмачкување на надворешноста на цевката. Како средство за подмачкување може да се користи бентонитска каша која овозможува намалување на отпорот од триење, а со тоа и полесно движење на цевката низ пробиениот микротунел [5].



Слика 2. Хидраулички потисен систем



Слика 3. Влезна шахта

Слика 4. Спуштање на цевка во шахтата



Слика 5. Метален прстен

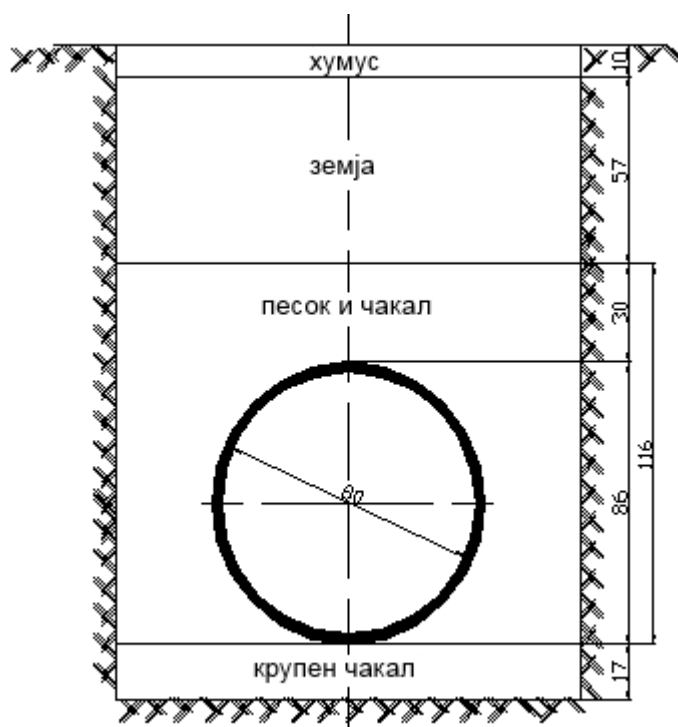
3. БРЗИНА НА ПОСТАВУВАЊЕ НА ПОДЗЕМНИ ИНСТАЛАЦИИ КАЈ ДВЕТЕ РАЗГЛЕДАНИ ТЕХНОЛОГИИ

3.1. Брзина на поставување на подземни инсталации кај класичната технологија

Во продолжение ќе бидат дадени податоци од реализиран проект за поставувањето на канализациона мрежа во Штип, на "Булевар ЈНА", со должина од 660 m. Внатрешниот пречник на канализационите цевки е 800 mm, а надворешниот 860 mm, додека попречниот пресек на ровот е со димензии: длабочина $h = 1,9-2$ m и ширина $b = 1,46$ m (слика 6). Проектираниот наклон на канализационата линија е 0,15 % .

Во табела 1 е дадена остварената динамика при поставувањето на цевковод, кој е дел од канализациона мрежа. Изведувач на овој проект беше АДГ Пелагонија. За поставување на оваа канализациона линија беа ангажирани вкупно 24 работници, од

кои 6 високо квалификувани, 16 за ископ и 2 машинисти. Се работеше во една смена, со 22 работни денови во месец. Само во случај кога беше неопходно побрзо да се заврши некоја делница, заради намалување на застојот во собраќајот, се работеше со продолжено работно време од 12 h, како и саботите и неделите. Во работата беа вклучени следните машини: багер тип RH 12, набивач W 62, компресор HA 350 и камион FAR со носивост од 8 t, кој служеше за донесување на потребниот чакал и песок, кои се користеа како соодветни слоеви во ровот. На поголем дел од трасата се работеше рачно, заради големиот број предходни инсталации кои минуваа низ трасата. Со проектот беше предвидено ровот да се подградува, но при работата се покажа дека тлото е доволно компактно и подградувањето не беше потребно [2].



Слика 6. Попречен пресек на ровот

Табела 1. Остварена динамика при поставување на канализациона мрежа и ефекти

Вид цевкина линија	Вид работна средина	Брзина на напредув. [m/smena]	Месечно напред. [m/mesec]	Ефект [m/nadn]	Ефект [m ³ /nadn]
канализација	компактна средина	4,3	94	0,18	0,33

3.2. Брзина на поставување на подземни инсталации кај современата технологија

Факторите од кои зависи брзината на напредување покрај средината во која се врши пробивањето на микротунелот, се и бројот на потребни шахти, како и времето за нивна изработка.

За да се добие појасна слика за напредувањето при изработка на микротунел со овој тип машини во продолжение ќе биде даден пример за изработен микротунел во Индијана (САД).

Заради рапидниот развој на градот Вестфилд, Индијана било потребно да се постават голем број подземни инсталации. Дел од нив биле поставени со рововска метода, а

дел со изработка на микротунели. Овој проект бил работен во 1997 година. Должината на цевководот кој бил поставен со пробивање на микротунел била 930 m, со внатрешен дијаметар на цевките од 600 mm и надворешен 770 mm. Длабочината на која се наоѓала трасата на микротунелот под површината на земјата се движела од 8,5 – 16,8 m, што претставувала и потребна длабочина на шахтите (слика 7). За овој микротунел била користена машина RVS 250-AS (Soltau) (слика 8).



Слика 7. Влезна шахта



Слика 8. Машина за изработка на микротунели тип RVS 250-AS

Оваа машина е далечински управувана, во нејзината конструкција е вклучен ласерски водечки систем, поврзан со комплетно дигитален оператор, на чија контролна табла непрекинато се добиваат податоци за прецизноста на пробивањето и за местоположбата на машината во даден момент. Отстранувањето на откопаниот материјал се врши со хидротранспорт.

Средината низ која минувала трасата на микротунелот ја чинеле: песокливи глини, збиен песок и чакал, на помала длабочина, а ситен до крупен песок и сивкаст глинест мил со песок и трагови од чакал биле карактеристични за длабочини поголеми од 7 m. При изработка на овој микротунел зависно од средината во која се работело е постигната средна брзина на напредување од 642 m/mесec [4]. Вака добиената брзина на напредување се однесува само на пробивањето на микротунелот и неговото обложување со цевкина линија, додека времето за изработка на шахтите не е земено предвид.

Исто така треба да се напомене дека и при овој начин на изработка, непостоењето на подземен катастер претставува проблем за имплементација.

4. ЗАКЛУЧОК

Врз база на согледувањата изнесени во овој труд, може да се заклучи дека со имплементацијата на комбинираниите машини за механичко пробивање со мал дијаметар (MTBM) при поставување на подземна инсталација се обезбедува:

- *зголемување на брзината на изработка*, многу важно барање, често поставувано пред изведувачот. Овој заклучок е базиран на споредувањето на резултатите од реализирани проекти со класичната и современата технологија, во приближно исти работни средини и ист попречен пресек на изработениот објект.
- *вршење на повеќе работни операции во рамките на самата машина*, што од своја страна ја олеснува организацијата на работата и обезбедува континуитет во работењето;

- *подобрена лична безбедност на работниците*, поради елиминацијата на рачната работа и присуство на вработените во самиот објект;
- *формирање на рамномерна гранулација на откопаниот материјал*, која дозволува имплементирање на системи за континуиран транспорт, какви што се пневматски и хидрауличен транспорт;
- *континуирано производство*, што е многу погодно за далечинско управување и автоматизација кај овие машини. Ротационите машини со откопен дијаметар $D < 2$ m, што се користат за изработка на микротунели најчесто се далечински управувани, што значи нема потреба од присуство на луѓе во објектот кој се изработува. Ова од друга страна придонесува за хуманизирање на процесот на изработка на објектот.

ЛИТЕРАТУРА

1. Carpenter R. R., Crohton R., The Development and Installation of Ductile Iron Microtunneling Pipe, Advances in Underground pipeline engenering-Second International Conference, Bellevue, Wash, 1995;
2. Донева Н., Современи технологии за изработка на специјални рударско – инженерски објекти, магистерски труд, Рударско геолошки факултет, Штип, 2005.
3. Essex R. J., Subsurfase Exploation Considerations for Microtunneling/Pipe Jacking, Proseeding of Trenchless Technology: An Advancced Tehnical Seminar, Trenchless Technology Center, Louisiana Tech University, Ruston, La, 1993;
4. Gokhale S. Abraham D.: A microtunneling first in Indiana, Trenchless technology magazine,1998;
5. Проспекти и интернет презентации на познати светски производители на МТВМ