

# **A METRÓVONALAK LÉTESÍTÉSÉNEK CÉLJA, FELADATA, ÉPÍTÉSÜK ÉS KIALAKÍTÁSUK FAJTÁI, ALAPVETŐ JELLEMZŐI**

**Kasza Anett pv. hadnagy**

*PhD hallgató*

## **BEVEZETÉS**

A földalatti vasútépítés gondolata és annak megvalósítása egyidejű a londoni vasútvonalak születésével. Londonban 1860-ban kezdtek hozzá az építéshez és 1863-ban helyezték üzembe az első földalatti vasutat. Budapesten, London után, kontinensünkön elsőként a millenniumi kiállítás időpontjára készült el a Sugár út (mai Andrási út) alatt haladó földalatti, mely a belváros és a Városliget közti kapcsolatot teremtette meg. A városligeti földalatti vasút a maga korában korszerű, szép létesítmény volt, sajnálatos módon a további fejlesztése nem folytatódott. Az 1930-as évektől kezdődően, a nagyvárosok kialakulásával a felszíni közlekedés zsúfoltsága miatt új igény fogalmazódott meg a közlekedés szervezéséért felelős szakemberek fel és ez nem volt más, mint a földalatti közlekedés fejlesztése. Erre jó példaként szolgáltak a londoni és a budapesti létesítmények. A II. világháború után, azon túlmenően, hogy a metróvonalak építésének elsődleges célja a közlekedés fejlesztése volt, és a felszíni forgalom tehermentesítése a nagyvárosokban, fontos szempontként jelentkezett a létesítmények védelmi funkcióinak erősítése is. Így alakultak ki napjainkban – főleg közép-európában a kettős rendeltetésű metróvonalak. Azon túlmenően, hogy a cél minden városban azonos volt, a tervezés és megvalósítás számos metropolisban más – más elképzelést és irányt követett.

A Budapesti Metro széles körű, hazai és nemzetközi együttműködéssel épült meg. A magyar munkások és műszaki dolgozók ezrei mellett, részesei voltak az

eredményeknek azok a nagy tapasztalattal rendelkező szovjet emberek, akik az alagútépítő gépeket, motorkocsikat, mozgólépcsőket gyártották és ezek kezelésére megtanították a magyar METRO dolgozóit. Amikor a metró első szakaszát üzembe helyezték, Budapest lakossága mellett, hazánk egész társadalma nagy figyelemmel kísérte annak első útját, büszkeséggel és tisztelettel gondoltak a metró tervezőire, alkotóira és az üzemeltetésében résztvevő dolgozókra.

Ebbe a cikkemben áttekintem a metróvonalak építésének történetét, és elemzem azok kialakításának különböző fajtáit, valamint az építési technológiák fejlődését.

## **A METRÓVONALAK ÉPÍTÉSÉNEK CÉLJA ÉS PRIORITÁSA A NAGYVÁROSOK KÖZLEKEDÉSI RENDSZERÉBEN**

A legtöbb nagyvárosban ma már működik metró. A városok fejlődésével és terjeszkedésével az épületek és a lakosság létszáma gyarapodott, ezáltal a belvárosok sűrűsége drasztikusan megnőtt. Az úthálózatok kiépítése általában nem felelt meg az új igényeknek, elsősorban a lassú lovas kocsik, kézikocsik és az első autók számára tervezték őket. Ezek az utak és utcák ma már túlságosan szűknek bizonyulnak ahhoz, hogy elbírják a nagyvárosi forgalmat. Nemzetközi szinten a közlekedési szakemberek egyet értettek abban, hogy a nagyvárosok forgalmi torlódásait egyféleképpen lehet megoldani, amely nem más, mint a földalatti tömegközlekedés. Metróhálózat nélkül a modern nagyvárosok élete egyszerűen leállna. A földalatti vonatok tehermentesítik a felszíni közlekedést, és a leggyorsabb módon képesek nagy tömeget, rövid idő alatt, a zsúfolt városon át, annak egyik pontjáról egy másikba juttatni.

Közel száz év alatt rendkívül sokat fejlődött az alagutak konstrukciója, a földalatti fúrások kivitelezése, az alagutakban közlekedő szerelvények

kialakítása, teljesítménye és biztonságos közlekedése. Megnőtt a mozdonyok húzóereje és folyamatosan bővült a hálózatok kiterjedése.

### A különböző közlekedési formákra jellemző sajátosságok

A közlekedési tevékenység, az előnyei mellett, olyan káros hatásokkal is rendelkezik, amelyek visszahatnak környezetre is. Nem tagadható, hogy korunkban a modern gazdaságok egyik legjelentősebb környezetszennyező tevékenysége az ipar mellett, a közlekedés. A fő károsító hatások a következők:

- **Levegőszennyezés:** Ez elsősorban a belső égésű motorok által kibocsátott gázok miatt következik be. Ennek a szennyezésnek egyik legfőbb okozója a közúti közlekedés. A környezetszennyező hatások attól is függenek, hogy milyen magasságban kerülnek a légterbe a káros anyagok. Ebből a szempontból is a legkárosabb a közúti közlekedés hatása. A vasúti – vízi és a légi közlekedés káros anyag kibocsátása alacsonyabb mértékű, mint a közúti közlekedés. [1] A kipufogó gázok káros anyagok összetételét az **1. számú táblázat** mutatja.

Kibocsátás, 10 <sup>2</sup> t/év			
	Közlekedés	Összesen	Közlekedés részesedése, %
Szénmonoxid	450, 39	721, 62	62, 4
Széndioxid	10831	62231	17, 4
Illékony szerves anyag	71, 2	145, 4	49, 0
Nitrogénoxidok	112, 54	200, 66	56, 1
Kéndioxid	2, 85	590, 15	0, 5
Szilárd szennyezők	19, 91	127, 68	15, 6

**1. sz. táblázat:** A közlekedés káros anyag – kibocsátása (1999) <sup>1</sup>

<sup>1</sup> (Közlekedés és környezet c. e-jegyzet (SZE-MTK)

<http://eki.sze.hu/ejegyzet/ejegyzet/kozlekedestan/9whtml.htm> Letöltési idő: 2011-10-28)

- **Zaj – és rezgésterhelés:** A zaj – és rezgésterhelés függ a járművek típusától, azok számától és az útburkolat minőségétől. A városi tömegközlekedésben különösen fontos a megfelelő járműtípusok kiválasztása, az úthálózat megfelelő minőségének fenntartása és az utak terhelésének csökkentése. A zaj – és rezgésterhelés tovább mérsékelhető a forgalomszervezési és korszerű műszaki megoldások alkalmazásának segítségével.

A mai közlekedéspolitika alapvető célkitűzése az egyre növekvő közlekedési igények magas szintű kiszolgálása, figyelembe véve az Európai Unió előírásait, és a környezet védelmének kiemelt jelentőségét. A cél, környezetbarát közlekedési rendszerek kialakítása, fenntartása és a meglévő rendszerek környezettudatos fejlesztése. Ebből a szempontból a földalatti közlekedés kiemelt figyelmet érdemel a mai kor környezeti problémáinak megoldása során. A földalatti közlekedés esetén közúti közlekedés káros hatásai nem érvényesülnek, és fejlesztése esetén csökkenni fog a felszíni tömegközlekedés káros hatása.

A földalatti tömegközlekedés alagút- és gerinchálózatának kiépítésével egy időben, vagy azt követően, felszíni és felszínalatti közlekedési csomópontokat kell kialakítani, mellyel lehetővé válik a két közlekedési szint több irányból történő becsatlakoztatására és a metróvonalakkal való összeköttetésére. Korunk műszaki és technológiai fejlettsége minden lehetőséget felkínál arra vonatkozóan, hogy kihasználjuk a földalatti közlekedés adta lehetőségeket és az azzal járó előnyöket.

## **A FÖLDALATTI MŰTÁRGYAK ÉPÍTÉSI TECHNOLÓGIÁINAK FAJTÁI ÉS JELLEMZŐI**

A földalatti műtárgyépítésnél sok fajta módszer és eljárás létezik. Alapvetően két típust különböztetünk meg:

- *Zárt építési módszerek és technológiák,*
- *Nyitott építési módszerek és technológiák.*

## **A zárt alagút - építési technológia lényege, kiválasztásának szempontjai és fejlődése**

### ***A zárt építési technológia lényege:***

Ezen technológiák alkalmazásával a mőtárgyak úgy épülnek meg, hogy csak a mőtárgy külső kontúrja kerül a föld alatt kifejtésre, vagyis a mőtárgy körüli (feletti, melletti) talajtömeget nem távolítják el. Ezek a mőtárgyak mindig csak egy felülről nyitott módszerrel megépített, rendszerint egy függőleges tengelyű akna mőtárgyhoz csatlakozóan építhetők meg, hiszen a kitermelt talajt a felszínre kell juttatni, illetve a szerkezet anyagát a mélybe kell szállítani.

### ***A zárt építési technológia kiválasztásának szempontjai:***

A zárt építési módszer kiválasztásánál számtalan szempont kell figyelembe venni. Ezek közül a fontosabbak a következők:

- a mőtárgy környezete, tektonikai és talajvíz érzékenység, a talaj szilárdsága, töredezettsége, kötöttsége, kohéziós tulajdonsága;
- a kőzetkörnyezetben jelenlévő víz jellege, (kötött vagy szabad víz), szennyezettség, nyomása, áramlása, gáztartalma, hőmérséklete, stb;
- a mőtárgy mélységi elhelyezkedése, amely lehet kis, közepes, vagy nagy mélységű mőtárgy;
- a felszín beépítettsége;
- a mőtárgy keresztmetszetének geometriai alakja és hossza;
- A mőtárggyal szemben támasztott szárazsági igény. <sup>2</sup> [2]

---

<sup>2</sup> BMEEOHSAT16 segédlet a BME Építőmérnöki Kar hallgatói részére- Földalatti mőtárgyak)  
[http://www.gtt.bme.hu/gtt/oktatas/feltoltesek/BMEEOGTSC1/foldalatti\\_mutargyak.pdf](http://www.gtt.bme.hu/gtt/oktatas/feltoltesek/BMEEOGTSC1/foldalatti_mutargyak.pdf)  
Letöltési idő: 2011-10-28

Az alagút kialakításánál megvizsgált tényezők és körülmények együttes értékelése szükséges a megfelelő fúrési eljárás kiválasztásához.

### *A zárt alagút - építési technológia fejlődése*

Az első alagút építését 1807-ben kezdték el Londonban, a Temze déli partján. A technológia alapja a föld kifúrásán, majd az alagút megerősítésén alapult. Első lépésként egy un. tisztító akna került süllyesztésre, majd egy kísérleti alagutat ástak, ami 1, 5 méter magas és 0, 9 méter széles volt.<sup>3</sup> Amikor a vágat kiépítése során elhagyták a folyó közepét, és elkezdtek a talajszint felé ásni, a futóhomok elöntötte az alagutat. Az eset következtében a biztosítatlan főté<sup>4</sup> összedőlt. Miután megtisztították az alagutat a homoktól és a törmeléktől, újra nekiláttak az alagút fúrásának. A munkálatok közben ismét homokba ütköztek, és ezúttal a víz is betört a járatba. A sikertelenségek után mindaddig szüneteltették a munkálatokat, amíg megfelelő építési technológiát dolgoztak ki.

Az első alagútfúró pajzs Marc Brunel ötlete alapján született meg 1817-ben. Ennek kialakítása látható az **1. számú képen**. Brunel „Az alagutak és vágatok építése a föld alatt” elnevezésű technológiai szabadalmának köszönhetően új időszámítás kezdődött az alagutak építésének történelmében.

Az új szerkezet, mely biztonságosabbá tette a földalatti fúrás folyamatát, tizenkét öntöttvas keretből állt, mindegyik 0, 9 méter széles, 6, 4 méter magas és 1, 5 méter mély volt. Ezeket úgy kötötték össze, hogy egy hosszú fúrópajzsot alkossanak. A pajzs tartotta a teljes földémet és az alagút alapját az ásás során. Ennek a megoldásnak köszönhetően nemcsak a munkák haladtak megfelelő ütemben, hanem a munkások is biztonságban végezheték a tevékenységüket. Ez az eljárás lehetővé tette, hogy mintegy 70 négyzetméter fejtési területű alagutat ássanak.

---

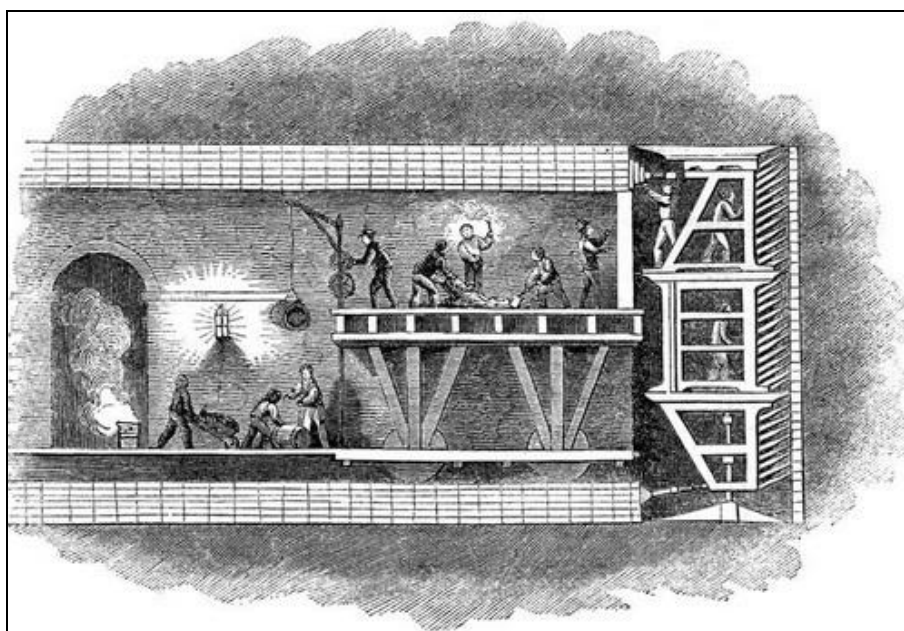
<sup>3</sup> Forrás: David Bennett: Metro, The story of the underground railway (London, 2004. - pp. 16.)

<sup>4</sup> Főtének nevezzük a bányatértséget felülről határoló kőzetfelület.



**1. sz. kép:** Az első alagútúró pajzs makettje a londoni Brunel Múzeumban <sup>5</sup>

Az alagút homlokzatát cellákra osztotta fel, egy cellában egy ember dolgozott. Ez a megoldás látható *2. számú képen*.



**2. sz. kép:** Az alagút homlokzatának cellákra történő felosztása <sup>6</sup>

<sup>5</sup>Forrás: (<http://www.origo.hu/tudomany/20071214-a-4es-metro-furopajzsainak-tipusa-es-mukodese.html>) Letöltési idő: 2011-10-28

<sup>6</sup>Forrás:(<http://www.origo.hu/tudomany/20071214-a-4es-metro-furopajzsainak-tipusa-es-mukodese.html>) Letöltési idő: 2011-10-28

Az alagút építése során a fejtési területet, horizontálisan, szádpallóval fedték be és egy munkás az ásás során egyszerre csak egy pallót mozdított el. Továbbásáskor visszahelyezte a pallót, mielőtt a következőt elmozdította volna. Ez addig folytatódott, míg a cellában ki nem ásott egy sor földet. A következő lépés a cella előretolása volt, pontosan egy sorral. A pajzs felállításához csavaremelőt használt. A pajzs mögött közvetlenül, kőművesek dolgoztak, akik habarccsal és téglával rakták ki a kifúrt felületet. Ez is a **2. számú képen** látható.

A szabadalom azért jelentett rendkívül nagy lépést az alagútfúrás történetében, mert a felület cellákra történő felosztása, lehetővé tette az eddigieknél sokkal szélesebb alagút fúrását. Ezen technológia alapjait a mai napig is alkalmazzák, az elv nem változott. Napjainkban a *fúrópajzsos építési technológia* nagyon elterjedt, és széles körben alkalmazzák az alagutak építése során. A folyamatos fejlesztések és korszerűsítések alapján, egyre korszerűbb fúrópajzsok állnak az építők rendelkezésére, működési elvük változatlan, csak méretükben és speciális kialakításukban különböznek egymástól.

Kezdetben a fúrópajzsos építési technológia alkalmazása során komoly gondot okozott a kemény kőzet eltávolítása. Ezt a problémát küszöbölte ki az 1950-es években épült „Robbins” – gép, mely a kemény kőzetek átfúrását hivatott megvalósítani. A már korábban több városban is alkalmazott alagútfúró gépekre vésőket szereltek, melyek barázdákat vájtak a sziklába, mielőtt a tárcsakés megpróbálta széthasítani a követ. A tárcsakéseket körkörösén forgó gyűrűkből álló munkasorba állították, így érték el a legmagasabb hatékonyságot. Az átfúrt homogén sziklát az esetek többségében betonnal burkolták. Ennek köszönhetően, létrejött egy gyorsszerkezetű ideiglenes váz, amely a szikla felületének alátámasztására is szolgált.

Az alagút fúrásához *robbantással járó technológiát* is alkalmazhatnak, kiegészítve speciális fúrópajzs használatával, amennyiben a geológiai körülmények azt indokolják. Ilyen körülmény lehet például a kemény kőzet.



Léteznek olyan kőzetek, melyek alkalmasak a robbantást követően, megtámasztás nélkül is, - vagy csak kis teherbírású megtámasztással - biztonságos teret alkotni. Ilyen esetben az alagútszelvény megtámasztás nélkül fejthető ki. A beépített falazat a lazuló kőzetrészek megtámasztására, illetve a később esetleg kialakuló kisebb kőzetnyomás felvételére szükséges. A robbantásos technológiájú földalatti műtárgyépités fő munkafázisai következő:

- robbantási furatok készítése;
- robbanóanyag beépítése;
- robbantás;
- szellőztetés;
- laza részek eltávolítása;
- anyag kiszállítása;
- alagút bélés elkészítése (falazat).

A robbantási eljárás alkalmazásának egyik legjellegzetesebb példája a stockholmi metró alagútja, amely a **3. számú képen** látható.



**3. sz. kép:** A kőzetbe vájt stockholmi metró aluljárója <sup>7</sup>

---

<sup>7</sup> Forrás: <http://www.visitstockholm.com/en/to-do/attractions/art-in-the-subway/1158> )  
Letöltési idő: 2011-10-28

A svéd metróépítés azért is egyedülálló mert, ahogy a képen is látható, nem alkalmazták az alagút bélelését a közet magas fokú állékonysága miatt.

### **A nyitott alagút - építési technológia lényege és fejlődése**

A földalatti alagutak, (műtárgyak) kialakításához, a zárt építési technológia mellett, gyakran alkalmazzák a nyitott építési eljárás is.

#### ***A nyitott építési technológia lényege:***

Nyitott építési technológia alkalmazása esetén a megépítendő földalatti műtárgy felett teljesen eltávolítják a talajt, majd ideiglenesen megtámasztják a beomlás ellen, ez az ún. „cut and cover” technológia. Ez a megoldás a **4. számú képen** látható Az így létrejött nyitott munkagödörben építik meg az igényeknek megfelelően szigetelt műtárgyat. Ezt az építési módszert akkor alkalmazzák, ha a műtárgy a felszín közelében létesül.

A korábbi évtizedekben alkalmazott zárt technológiák egyik hátránya volt, hogy hosszú időt vett igénybe a közlekedési pálya kiépítése. A felülről történő építkezés legnagyobb hátránya viszont az volt, hogy a nyomvonal mentén minden épületet le kellett bontani, és hatalmas felfordulást okozott az érintett városrészben. A fejlődéssel együtt járt az építkezési idők lerövidítésének igénye is. A várakozási idő lerövidülése és az építés költséghatékonysága miatt azonban előszeretettel alkalmazták a nyitott építési technológiát a metróépítések során. A londoni metróon kívül, ezzel a technológiával, kevesebb mint két év alatt, 1896-ban épült meg Budapesten, Európa első földalatti vasútja is.



4. sz. kép: „Cut and cover” technológiával épül a londoni metró<sup>8</sup>

## A NAGYVÁROSOK FÖLD ALATTI MŰTÁRGYAINAK TERVEZÉSI SZEMPONTJAI ÉS FELADATAI NAPJAINKBAN

A XX. század utolsó évtizedeiben létesült metróvonalak tervezése és építése során a mérnökök és az építők olyan műszaki problémákkal és helyzetekkel találkoztak, amelyek megoldása során különleges szempontokat kellett figyelembe venniük és szem előtt tartaniuk. Ezek ismerete azért fontos, mert napjainkban is igazak, ezekkel számolni kell. A legfontosabb tervezési szempontok és feladatok az alábbiakban foglalhatók össze.

- A metróvonalak általában olyan nagyvárosok alatt húzódnak, amelyek talajrétegei különböző geológiai adottságokkal rendelkeznek, továbbá a városok szerkezete, épületállománya, valamint a meglévő infrastruktúrája is komoly korlátai lehetnek a metróépítésnek. A jelenlegi nagyvárosok rendszerint fiatalos talajrétegekre (feltöltések, hordalékok, korábbi épületek maradványai, stb.) épültek.

---

<sup>8</sup>Forrás:[http://hu.wikipedia.org/w/index.php?title=F%C3%A1jl:Constructing\\_the\\_Metropolitan\\_Railway.png&filetimestamp=20090524024430](http://hu.wikipedia.org/w/index.php?title=F%C3%A1jl:Constructing_the_Metropolitan_Railway.png&filetimestamp=20090524024430)) Letöltési idő: 2011-10-28

Ez viszont befolyásolja a város alatt megépítendő metróvonalak elhelyezkedésének mélységét, (korlátozott mélységi határok között mozoghatnak), valamint a létesítmények vonalvezetését és méreteit is.

- A fentiek miatt el kell végezni minden olyan geológiai vizsgálatot, amely alapján, ki lehet választani a legcélszerűbb és az adott talajszerkezetnek legjobban megfelelő építési technológiát, tovább ennek ismeretében kell meghatározni a létesítmény nyomvonalát és elhelyezkedési mélységét.
- Különösen fontos a vízzáró és vízvezető rétegek vastagságának vizsgálata és ismerete. A rétegvizek nyomása és mennyisége hatással van a földalatti építmények pontos helyének kijelölésére. Az építkezés során egyes vízzáró rétegek összenyomása következtében a víz kitér valamilyen irányba, ami hatással lehet a környezetben lévő építmények várható süllyedésére és stabilitási biztonságára is.
- A gyakorlatban az is bebizonyosodott, hogy a tervezés és kivitelezés szempontjából a mélyen fekvő alagutaknál, az alagút fölötti boltozat talajrétegeinek teherbírása a meghatározó. A felszín közelében épülő, (fekvő) alagutak, műtárgyak statikai nyomásának fontos a talaj teherbírásának az ismerete, vagyis tudni kell azt, hogy a létesítmény, (műtárgy) mennyire terhelheti a talajt.<sup>9</sup>
- A tervezés során, fontos a térszín alatti közműhálózat elhelyezkedésének, és a környező épületek alapozási viszonyainak ismerete is. [8] A legtöbb városban rendkívül bonyolult egzakt módon feltérképezni ezeket a hálózatokat, a meglévő épületek alapozásainak statikai jellemzőit, valamint a régebbi építkezések alapozási maradványait. Ezért a tervezésnél és az építkezésnél a legkedvezőtlenebb helyzetekre kell felkészülni.

---

<sup>9</sup> Forrás: Dr. Széchy Károly: Földalatti műtárgyak BME Tankönyvkiadó Bp. 1992. pp. 18.

- A tervezési és a kivitelezési munkák során a földtani vizsgálatok mellett, fontos a városban már meglévő közlekedési rendszerének, a népesség kultúrájának ismerete, továbbá tudni kell a rendelkezésre álló idő és a költséghatékonysággal kapcsolatos elvárásokat.
- A metróvonalak kialakításának egyik fő jellemzője a teljesen zárt, elkülönített vasúti pálya, mely nem rendelkezik szintbeli keresztezésekkel. A vonalak vezetése mélységét a város közműhálózatának bonyolultsága, és mélységi elhelyezkedése is befolyásolja. A mélyvezetésű vonalak kialakítás a legkedvezőbb egy nagyvárosban, hisz így zavarja legkevésbé a város életét, azonban ez a megoldás drága, nem költség hatékony. Egyes szakaszok azonban a felszínen, vagy magas pályán is vezethetők, amennyiben a kivitelezés során valamilyen tényező tovább emelné a kiadásokat. Kiváló példa erre a New York városában létesített metró, ahol a geológiai adottságok miatt, a felszínhez közel, de 4-6 m mélyen is, kemény szikla található. A szikla keresztülfúrása meglehetősen drága vállalkozásnak tűnt, ezért a vonalat kivezették a felszínre, és a fő közlekedési útvonalon, egy viadukton közlekednek a szerelvények. Ez a megoldás látható az **5. számú képen**.

A felszíni vezetésű metróvonalak létesítése költséghatékonyabb megoldásnak bizonyultak a térszín alattiakhoz képest, ezért több nagyvárosban előszeretettel alkalmazták és alkalmazzák mai is. A felszíni közlekedési vonalak, így a felszíni metróvonalak is, helyenként szintbeli keresztezésekkel kapcsolódnak egymáshoz és a közutakhoz, mely gyorsítja a zsúfolt városok közlekedését. Ilyen jellegű a frankfurti, a kölni, a stuttgarti vagy a düsseldorfi városi metró.



5. sz. kép: A felszíni vezetésű metróvonal New Yorkban <sup>10</sup>

## ÖSSZEGZÉS

A földalatti közlekedés lehetőségének megteremtése már a XIX. században is ugyanazzal a céllal született meg, ami napjainkban is motivációs tényező, a „közlekedés hatékonyabbá tétele”. A megfelelő műszaki megoldások kialakítására vonatkozó elvek, ma is alapjait képezik a földfelszín alatti vonalak kiépítésének. A tudomány fejlődése hozta magával azokat a technológiai változásokat, mely a XX. és XXI. század éveiben rohamosan felgyorsították és tökéletesítették a városi közlekedési útvonalak felszín alatti megépítését.

A cikkben elemeztem a metróvonalak építésének történetét, a megoldások fajtáit és részletesen ismertettem a különböző technológiák fejlődési szakaszait. Megállapítottam, hogy a különböző építési technológiák közül a legideálisabb megoldás kiválasztásához ismerni kell a város alatti talajszerkezet geodéziai jellemzőit, a város beépítettségét, közlekedési szerkezetét és kultúráját, valamint a rendelkezésre álló időt és a pénzügyi források nagyságát. Összegeztem a nagyvárosok földalatti műtárgyainak tervezési szempontjait és megállapítottam, hogy napjainkban a kombinált kivitelezési eljárások tekinthető uralkodónak.

<sup>10</sup> Forrás: (<http://ti.org/antiplanner/?p=483>) Letöltési idő: 2011-10-30

Ezen belül is, kiemelt szerepe van a földalatti és a felszíni vonalvezetés együttes kombinációjának. Néhány országban az új vonalak építését helyezik előtérbe, (például az Egyesül – Arab Emírségek esetében), de a legtöbb városban ahol már rendelkeznek metróval, a már meglévő metróvonalak bővítésében látják a megoldást az urbanizáció okozta fokozott közlekedési problémák kezelésére.

### Irodalomjegyzék

- [1] (Közlekedés és környezet c. e-jegyzet (SZE-MTK)  
<http://eki.sze.hu/ejegyzet/ejegyzet/kozlekedestan/9whtml.htm> Letöltési idő:  
2011-10-28)
- [2] BMEEOHSAT16 segédlet a BME Építőmérnöki Kar hallgatói részére-  
Földalatti  
műtárgyak)[http://www.gtt.bme.hu/gtt/oktatas/feltoltesek/BMEEOGTSC1/foldalatti\\_mutargyak.pdf](http://www.gtt.bme.hu/gtt/oktatas/feltoltesek/BMEEOGTSC1/foldalatti_mutargyak.pdf) Letöltési idő: 2011-10-28
- [3] David Bennett: Metro, The story of the underground railway (London, 2004.  
- pp. 16.)
- [4] (<http://www.origo.hu/tudomany/20071214-a-4es-metro-furopajzsainak-tipusa-es-mukodese.html>) Letöltési idő: 2011-10-28
- [5] (<http://www.origo.hu/tudomany/20071214-a-4es-metro-furopajzsainak-tipusa-es-mukodese.html>) Letöltési idő: 2011-10-28
- [6] (<http://www.visitstockholm.com/en/to-do/attractions/art-in-the-subway/1158>)  
Letöltési idő: 2011-10-28
- [7] ([http://hu.wikipedia.org/w/index.php?title=F%C3%A1jl:Constructing\\_the\\_Metropolitan\\_Railway.png&filetimestamp=20090524024430](http://hu.wikipedia.org/w/index.php?title=F%C3%A1jl:Constructing_the_Metropolitan_Railway.png&filetimestamp=20090524024430)) Letöltési idő:  
2011-10-28
- [8] Dr. Széchy Károly: Földalatti műtárgyak BME Tankönyvkiadó Bp. 1992. pp.  
18.
- [9] (<http://ti.org/antiplanner/?p=483>) Letöltési idő: 2011-10-30