

HARC A FÖLDDEL A FÖLD ALATT

Hogyan épül földalatti gyorsvasútunk alagútja

Amióta megkezdték a budapesti földalatti gyorsvasút építését, mind gyakrabban hallunk arról, hogy a földalatti vasútak építésének az a legelőkeltebb módja, amelyet pajzs segítségével hajtunk végre.

Bizonyára sokan törték már a fejüket azon, hogy ugyan milyen is lehet az alagúti védőpajzs, milyen is annak működési módja.

Hogy az alagúti pajzs előnyeit jobban megértsük, érdemes néhány szóban megemlékezni a pajzs nélküli alagútépítésről, annak nehézségeiről.

A városok alatti földalatti vasútak ritka kivételtől eltekintve, vízdús talajban vezetnek. Még nem is olyan régen az

alagútépítés vízdús talajban

olyan munka volt, mely az ember képességeit akkor még meghaladta. Ezért nagyobb földalatti üreget többnyire csak olyan talajban létesítettek, mely vagy sziklaszerű volt, vagy annyira összeállott, hogy a talaj önmagát hordta. Ez esetben az elvégzendő munka a létesítendő üreg kivájására és a kivájt anyag eltávolítására szorítkozott. Ezt szükség esetén a bélelő falazat elkészítése követte. Ha azonban a talaj nem hordta önmagát, vagy csak rövidebb ideig tartott ki, a kivájáshoz és elszállításához még az a feladat is járult, hogy megvédjék a kivájt alagútüreget az összeomlástól.

Ha a kivájt üreg nem áll meg magában, úgy azt ácsolattal kell biztosítani az összeomlás ellen. Laza közetben ez az ácsolat aránylag egyszerű lehet, de igen rossz talajban, például nedves, folyós homokban, köröskörül: felül, oldalt, sőt a fenekén is összefüggően zárt burkolattal készítik az ácsolatot. Az alagút építése még az esetben is nehézkes és veszélyes, ha a kivájt üreg kisméretű. Fokozottan növekednek azonban a nehézségek, ha az előállítandó üreg olyan nagyméretű, mint amilyen például egy vasúti alagúthoz szükséges. Ilyen nagy üreg ácsol-

sel, palástelemekkel védik meg a beomlástól.

Az alagúti pajzs főalkatrészeit az 1. számú ábrán tüntettük fel: „A” fekvő henger alakú lemez a pajzs köpenye, melynek a haladás irányában előre eső „D” vége a vágóél, míg a közepe táján az „F” jelű vasszerkezetű merevítőgyűrű látható. Ennek belsejében foglalnak helyet a víznyomásmérésű sajtók: „E”. A köpeny hátsó része belül üres és ezt nevezik pajzsfaroknak.

Az alagúti pajzs használati módja a következő:

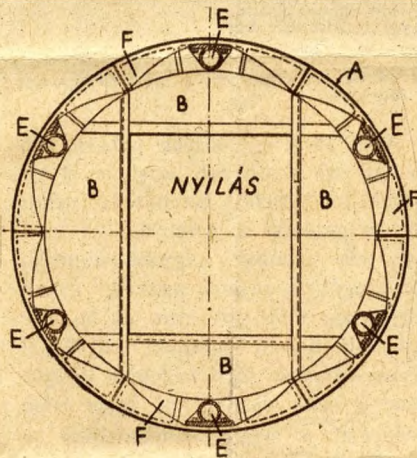
A vágóél előtt kivájják a talajt olyan hosszúságban, mely megfelel egy bélelő palástelem szélességének. Ennek befejeztével a pajzsot víznyomásmérésű sajtók segítségével a kivájt üregbe előre nyomják, miközben a sajtók hátul a pajzs mögött már elkészült bélésnek támaszkodnak. Az előrenyomás befejeztével a sajtók dugattyúit behúzzák hengereikbe és ezáltal szabadabb teszik a pajzsfarok belsejét. Úgylogy ott újabb palástelem-sor helyezhető el.

A pajzsos alagútépítés

a felsorolt lépések folytatólagos ismétléséből áll.

A pajzs nem teszi mellőzhetővé általában a kivájás munkáját, valamint a kivájt üreg végleges jellegű bélelését. Ezért a pajzsok elrendezése általában olyan, hogy szabad hozzájutást tesz lehetővé a pajzs előtti úgynevezett homokfelülethez és így a vájás elvégezhető.

A kivájás elvileg rövid darabon történik, hogy a kivájt terület mentén semmi vagy csak kevés dúcolás legyen szükséges. A vájás előhaladásához képest azonnal előrenyomják a pajzsot, de csak oly mértékben, hogy a pajzs hátsó vége még takarja a kivájt üreget, mindaddig, míg az újabb bélelést elhelyezik.



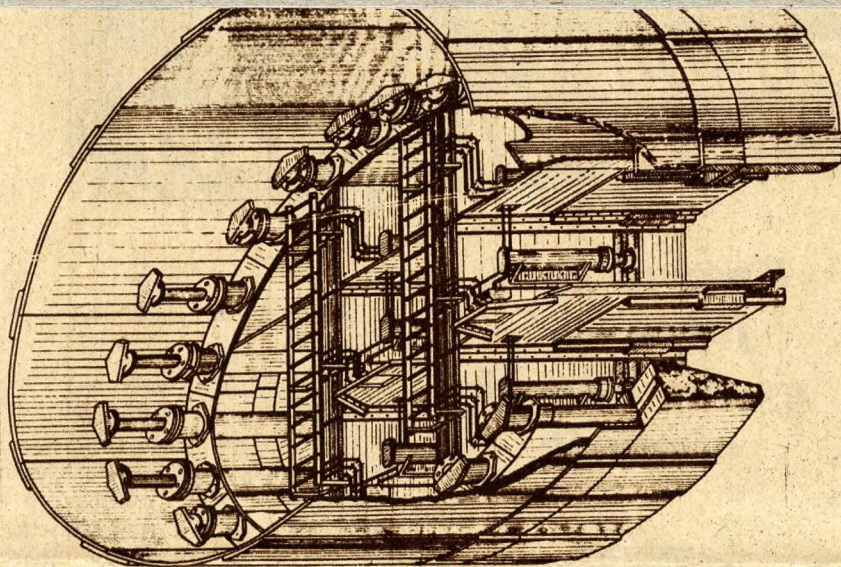
1. ábra. Kisebb átmérőjű pajzs részletei: „A” pajzs-köpeny (hátsó része a pajzsfarok), „F” merevítő szögvasgyűrű, „E” víznyomásmérésű sajtók, „D” vágóél, „B” diafragma vaslemezről

lattal biztosított kivájása különösen vízdús talajban rendkívül körülményes. A munkát rövid szakaszokban, gyűrűkben kell elvégezni, nagymennyiségű ácsolati fára van szükség, s a sok fa már-már oly sűrűn áll egymás mellett, hogy a munkát akadályozza. Ezenkívül a gyors enyészetnek kitett rengeteg faanyag pótlása a népgazdaságnak is nagy terhet jelent. Mindehhez még az összeomlás veszélye is állandóan fenyeget.

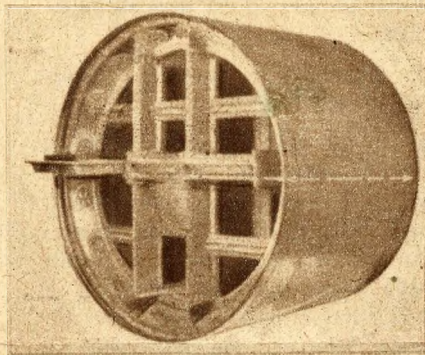
Ezek a nehézségek tették szükségessé egy alkalmas alagútépítési berendezés: a pajzs megszerkesztését.

Az alagúti pajzs

lényegében egy vízszintes fémhengerből áll, amely elől eltávolítják a földet és az így előálló üregbe nyomják a pajzsot, majd az előnyomás folytán hátul képződő üreget bélelés-



2. ábra. Kisebb pajzs aqyqतालajban, hátulról nézve. Az előtérben a már elhelyezett palástelemek láthatók



3. ábra. Nagyobb pajzs távlati képe előlről. A vágóélen belül láthatók a merevítők: két függőleges, három vízszintes. A középső vízszintes merevítő alatt ki-behúzható konzolos vas-állvány a homlokfal fejtésén dolgozók részére

A 2. ábra egy kisebb pajzsot (kb. 3–3,5 m) tüntet fel, amelynél a vágárok különösebb berendezés nélkül is elvégezhetik a homlokfelület fejtését. Ha azonban nagyobb átmérőjű az alagút, a pajzsot merevítő gyűrűt egy vagy több vízszintes és függőleges kitámasztó bordával látják el. Ezek egyrészt jobb védelmet nyújtanak a talaj összenyomó ereje ellen, másrészt a magas homlokfelület lefejtésénél munkahelyet biztosítanak az ott dolgozók részére. A 3. ábra ilyen, több emeletre osztott pajzsot



4. ábra. A moszkvai Metro pajzsának vázlatos képe. Baloldalt a pajzsfarok, belsejében a víznyomású sajtók dugattyúi részben kinyitott állapotban. Jobbról a vágóél, a pajzs belsejében pedig két vízszintes és két függőleges merevítőborda látható. A vízszintes merevítéseken a ki-behúzható munkaplatók, míg a függőleges merevítéseken a homlok-feszítő sajtók láthatók

mutat be. Itt a homlokfelület minden pontja könnyen elérhető, annál is inkább, mert az egyes emeletek padlószintjén kihúzható vastartók vannak, hogy a vágárok azon állva megközelíthessék a fejtendő felület legtávolabbi pontját is.

A moszkvai földalatti vasút, a Metro építésénél a pajzsok két fő típusát alkalmazzák. Az egyik, az állomások közötti folyópálya-alagút a vonalcső kiépítésére szolgál és kb. 6 m átmérőjű. Ezzel szemben az állomási cső kiépítésére 9,5 m átmérőjű pajzsokat használnak. Állomási csöveknél tehát nemcsak az áthaladó vonatok részére kell helyet biztosítani, hanem a perron részére is. Az ilyen nagyméretű pajzsot még több vízszintes és függőleges oszttal látják el, tehát még több emelet létesíthető a homlokfelülethez való hozzájutás biztosítása céljából.

Eddig feltételeztük, hogy a pajzs előtt

a homlokfelület anyaga

oly állékony, hogy az függőleges falak mellett is megáll mindaddig, amíg a pajzsot előrenyomják a kivált üregbe. Ez azonban a legtrikább esetben fordul elő. A homlokfelület nagy magassága mellett komoly feladatot jelent annak beomlás ellen való biztosítása fejtés közben, de még inkább a rákövetkező előrenyomás alatt. A homlokfelület megtámasztására kínálkozik a pajzs, csak hogy az előrenyomás alatt a meghatározott hosszra levágott dúcoló-fák, stb. akadályt jelentenének. Ezért a homlokfelület megtámasztására is víznyomású sajtókat, homlokfeszítő sajtókat alkalmaznak. Ezeket legcélyszerűbben a pajzsot merevítő vízszintes és függőleges osztóbordákra erősítik. (4. ábra.)

A budapesti földalatti vasútnál alkalmazni fognak oly pajzsokat, melyeknél a homlokfelület fejtése gépi úton, marógömb segítségével fog történni. Ezt a berendezést az 5. ábránkon mutatjuk be. A marógömb működtetése is víznyomású sajtóval történik.

Amint már láttuk, a víznyomású sajtónak nagy szerepe van a pajzsok működtetésénél: az előrenyomás céljára 24 sajtó szolgál, melyek egyenként 75 tonna erőt fejtenek ki míg

az állomási pajzsokon 36 sajtót alkalmaznak egyenként 90 tonna nyomóerőre.

Az alagútak bélelése

a Szovjetunióban 1935 óta kizárólag öntöttvas-palástelemekkel történik. A Szovjetunióból már eddig is kaptunk nagy mennyiségben olyan öntöttvas-palástelemeket amelyek vonalcső építésére alkalmasak. Ezekből próbaképpen összeállítottak néhány gyűrűt. (6. ábra.) Az összeállítás azzal a darúval történt, amelyet a budapesti földalatti vasútnál szándékoznak alkalmazni.

Az alagútak bélelése történhetik azonban előregyártott vasbeton-palástelemekkel vagy beton-idomkövekkel is. Kisebb méretű pajzsoknál a bélelő palástelemek kézzel helyezhetők el. Ha azonban a pajzs nagyobb, az emelés és elhelyezés gépi berendezéssel történik. Erre a célra szolgáló egyik szerkezet; az erektor, a másik: a darú. Az erektor egyik típusánál a berendezést magára a pajzsra szerelik, azzal együtt mozog. A másik esetben az erektor független a pajzstól és külön alzaton fut (7. ábra). Moszkvában szívesebben alkalmazzák ezt az utóbbi típust.

Az erektor lényegében egy vízszintes tengely körül forgó emelő, kibehúzható, azaz változtatható hosszúságú karral, amely az alagúttengelyvel párhuzamos csap körül lendíthető. Az erektor mozgatására is víznyomású sajtó szolgál. Segítségével az alagút alján lévő szállítópályáért beszállított palástelemek megemelhetők és helyükre rakhatók. A palástelemeket az erektor erre alkalmas fogókészülékével egyenként rakja le a kör kerülete mentén alulról felfelé a tetőpontra való zárásig. A palástelemeket mind a négy oldalukon csavarokkal erősítik egymáshoz, míg a palástelemek elhelyezésének befejezése után az előrenyomó sajtók talpait nekifeszítik az utolsó palástelemgyűrűnek.

Meg kell emlékeznünk még arról is, hogyan történik

a betóduló víz eltávolítása

a pajzs térségéből. Ha az alatt olyan tömör, hogy abban a víz áramlása nem okozhat kimosást, szivattyúzással távolítják el a vizet. Ez

a helyzet a moszkvai Metro-építés túlnyomó részénél és ez remélhető a budai oldalon épülő földalatti vonalaknál is. Ahol azonban a szivattyúzás a talaj fellazulását okozhatja, ott helyette azt az eljárást célszerű alkalmazni, amelynél sűrített levegő segítségével tartják távol a vizet a munkatértől.

A sűrített levegőben való munkáztatás csak megfelelő mélységben sikeres, mert a talaj repedésein a nyomás alatt lévő levegő utat talál magának, sőt útját tágíthatja és levegőkitörés állhat elő. Ennek következménye a légnyomás csökkenése és víz betódulása folytán a munkatér elárasztása lehet.

Ha a pajzsral hajtott alagút laza homokos talajban, a terepszín alatt kisebb mélységben készül, a munkát sokszor csak talajkövesítéssel lehet végrehajtani. Ennél az eljárásnál az egyik mód az, hogy a vágóél kerülete mentén vékony csöveket vernek előre a talajba és vegyi anyagokat sajtolnak be, melyek percek alatt elkövesítik azt. Így az áramló víz vagy a levegő nem törhet magának utat és nem lazíthatja fel a pajzs előtti homlokfelületét.

Amint láttuk, az alagúti pajzsok üzemképes állapotban összeszerelve hatalmas, 6—10 méter terjedelmű darabok, súlyuk is elég tekintélyes: 60—100 tonna. Még csak azt nem mondtuk el, hogyan kerülnek azok a föld mélyébe, rendeltetési helyükre. A pajzsok összeszerelése céljából megfelelő nagyságú földalatti térséget, pajzskamrát kell létesíteni ott, ahol a pajzsot megindítják. Ennek az alagútépítési műveletnek lehetünk szemtanúi most, a budapesti földalatti gyorsvasút építésénél.

Miklós Pál

5. ábra. Marógömbbel ellátott pajzs előnézete. Az ábra bal szélén a pajzs vágóéle látható, míg a marógömb abban a helyzetben látható, amint egy alagútrész bevégezése után az aknába érkezik, ahol kiszerelik

6. ábra. Öntöttvas palást-elemek összeszerelése. A Szovjetunióból érkezett palást-elemek próbaszerelése, — különlegesen erre a célra szolgáló darúval

7. ábra. A moszkvai földalatti vasút építése már ügyszólván valamennyi műveletben géppel történik. A falazat tökéletes vízzárására szolgáló acélszelencéket erektorok illesztik a boltozathoz

