

e-UT 06.02.21:202x

Jogszabályi véleményezésre 2025. április 15.



KITAKARÁS NÉLKÜLI KÖZMŰÉPÍTÉS
ÚTPÁLYÁK ALATT



Az ütügyi műszaki előírások kidolgozására, kiadására és közzétételére vonatkozó szabályokról szóló 16/2017. (V. 25.) NFM rendelet 7. § (1) bekezdésében kapott felhatalmazás alapján az **Ütügyi Műszaki Szabályozási Bizottság** a **xx/202x. (xx. xx.) ÚB** számú határozattal a Koordináló szerv által előkészített,

KITAKARÁS NÉLKÜLI KÖZMŰÉPÍTÉS ÚTPÁLYÁK ALATT című,

e-UT **06.02.21** számú

ütügyi műszaki előírást elfogadta.

Ez az ütügyi műszaki előírás **202x. hónap xx-jén** lép hatályba.

Koordináló szerv: Magyar Közút Nonprofit Zártkörűen Működő Részvénytársaság

Jogszabályi véleményezésre 2025. április 15.

TARTALOM

AZ ÚTÜGYI MŰSZAKI ELŐÍRÁS CÉLJA, ALKALMAZÁSI TERÜLETEK ÉS FELTÉTELEK	5
1. FOGALOMMEGHATÁROZÁSOK, SZAKKIFEJEZÉSEK, JELÖLÉSEK.....	6
1.1. Az előírás tárgyához szorosan kapcsolódó szakkifejezések, amelyeket az Útügyi alapfogalmak gyűjteménye már tartalmaz.....	6
1.2. A feltárás nélküli eljárásokhoz kapcsolódó fogalmak és szakkifejezések.....	9
2. ÁLTALÁNOS ELVEK ÉS ELŐÍRÁSOK.....	11
3. ÚTPÁLYÁK ALATTI KÖZMŰVEK LÉTESÍTÉSÉNEK SZABÁLYAI.....	12
3.1. Általános előírások, tervezési követelmények	12
3.1.1. Geotechnikai vonatkozások.....	12
3.2. Sajtolási műveletekkel összefüggő tervezési feladatok	16
3.2.1. A sajtoláshoz szükséges erő meghatározása	17
3.2.2. Sajtolási hossz	21
3.2.3. Indító- és fogadóaknak tervezése.....	22
3.2.4. Felszíni süllyedések és a túlmetszés mértéke	24
3.2.5. Homlokbiztosítás	24
3.2.6. Irányeltérések, pontosság.....	26
3.2.7. Víztelenítés	26
3.3. Védőcsövek és haszoncsövek anyagai	26
3.3.1. Műanyag (KPE, PE) csövek	27
3.3.2. Üvegszál-erősítésű poliészter (ÜPE)	28
3.3.3. Sajtolható betoncsövek	28
3.3.4. Sajtolható vasbeton csövek	28
3.3.5. Sajtolható vasbeton keretelemek.....	29
3.3.6. Acél	30
4. KITAKARÁS NÉLKÜLI ELJÁRÁSOK	31
4.1. Személyzet nélküli eljárások	32
4.1.1. Nem irányítható eljárások	32
4.1.2. Irányítható eljárások	33
4.2. Személyzettel ellátott eljárások	35
4.2.1. Nem irányítható eljárások	35
4.2.2. Irányítható eljárások	35
4.3. Általános kivitelezési szempontok	38
4.3.1. A kivitelezővel szemben támasztott elvárás.....	38
4.3.2. A kivitelezés megkezdésének és végzésének általános feltételei	38
4.3.3. A kivitelező felelőssége	40
5. KITAKARÁS NÉLKÜLI HAZAI ELJÁRÁSOK RÉSZLETES ISMERTETÉSE.....	43
5.1. Talajkiszorító kalapács (Pneumatikus földfúró rakéta) (6.2.2.2.2).....	43
5.1.1. Technológiai áttekintés.....	43
5.2. Vízszintes döngölt/sajtoló eljárás, nyitott csővel (Verőkos-technológia) (6.2.2.3.1).....	44
5.2.1. Technológiai áttekintés.....	44

5.3. Vízszintes sajtoló fúrási eljárás (6.2.2.3.2)	45
5.3.1. Acélcsőszajtolás.....	45
5.3.2. Kőzetfúrás acélbéléscsővel	46
5.3.3. Kőzetfúrás fúrókalapáccsal.....	47
5.4. Microtunneling és EPB-eljárások (6.2.3.1).....	48
5.4.1. A technológia általános ismertetése	48
5.4.2. A technológia lényeges elemei	48
5.4.3. Zárt pajzsos technológia kiválasztása.....	51
5.4.4. Microtunneling öblítőszállítással (6.2.3.1.3)	52
5.4.4.2. Ülepítőkonténer és a szeparáció használata	52
5.4.5. Microtunneling nagysűrűségű anyag szállításával és talajnyomás-biztosítással (EPB-pajzs) (6.2.3.1.5)	54
5.5. Pilotcső-előtolás talajkitermeléssel (vezényelt sajtolás) (6.2.3.2).....	56
5.6. Irányított talajfúrás (HDD-eljárás) (6.2.3.3)	59
5.6.1. Alkalmazási területek.....	59
5.6.2. A fúrás folyamata	59
5.6.3. Eszközök.....	61
5.6.4. Fúrófolyadék/zagy	64
5.6.5. Fektethető anyagok.....	65
5.6.6. Technológia.....	65
5.6.7. Technológiai tervezési szempontok.....	65
5.6.8. Felállás és fúrás határértékei.....	67
5.7. Hagyományos sajtolás pajzs (nyitott) részfelületű fejtéssel, biztosítás nélkül vagy mechanikus részleges biztosítással (6.3.3.2)	68
5.7.1. Víztelenítés	70
5.7.2. Segédszerkezetek.....	71
5.7.3. Jövesztés, szállítás.....	75
5.7.4. Irányítás, geodézia	76
5.8. Csőroppantás (6.2.2.2.5).....	77
A szövegben említett és kapcsolódó magyar nemzeti szabványok, üzemi műszaki előírások és jogszabályok	78

AZ ÚTÜGYI MŰSZAKI ELŐÍRÁS CÉLJA, ALKALMAZÁSI TERÜLETEK ÉS FELTÉTELEK

Az előírás különböző keresztmetszetű és anyagú csövek földalatti – kitakarás nélküli – beépítését tárgyalja, amelynél a talaj kiszorításával vagy fúrásával, és/vagy fejtésével a talajban üreget képeznek, melybe a csöveket betolják vagy behúzzák.

Az előírás célja, hogy biztosítsa a közművezetékek jó minőségű, környezetbarát és gazdaságos földalatti beépítését az itt tárgyalt nyílt feltárás nélküli módszerek valamelyikével.

Ennek érdekében az előírás a közműépítésben közreműködő legszélesebb szakmai kör (megrendelő, hatóságok, tervező, kivitelező, üzemeltető) számára egyértelmű és minden érdekelt fél számára betartandó szabályokat rögzít.

Az előírás önállóan nem érvényes a MÁV vasúti pályát keresztező közművel építésére, ahol az alkalmazási feltételek kibővülnek az e-VASUT 02.70.08 számú, H.1. Vasúti Szabályzat. H.1.8. utasítás. Vasúti pálya keresztezése közmű jellegű létesítménnyel című MÁV-utasítás előírásaival.

Jogszabályi véleményezésre 2025. április 15.

1. FOGALOMMEGHATÁROZÁSOK, SZAKKIFEJEZÉSEK, JELÖLÉSEK

1.1. Az előírás tárgyához szorosan kapcsolódó szakkifejezések, amelyeket az Útügyi alapfogalmak gyűjteménye már tartalmaz

Az alapfogalmak gyűjteményben már szereplő, de jelen előírás tárgya szempontjából fontosnak tekintett szakkifejezések és magyarázatuk módosítás nélkül és hivatkozással szerepelnek jelen felsorolásban. Az alább felsoroltakon túl az utasítás tárgyát érintő további útügyi alapfogalmak megtalálhatók az Útügyi alapfogalmak gyűjteményében (177/2024. (XI. 6.) számú ÚB határozat).

1.1.1. Átereszt

2,0 m vagy ennél kisebb szabad nyílású áthidaló műtárgy. (e-UT 03.01.11:2008)

1.1.2. Bemérés

Egy adott pont helyszíni vízszintes, illetve magassági értelmű helyzetének meghatározása geodéziai méréssel. (e-UT 09.04.15:2018)

1.1.3. Beszállítói deklarált érték

A referenciaértékhez mint jellemző értékhez képest megengedett eltérések mértéke. Ez az érték képezi a gyártásellenőrzési vizsgálatok alapját. (e-UT 05.01.15:2018)

1.1.4. Beton, vasbeton, feszített beton közúti műtárgy

Szerkezetek, hidak és átereszek, amik közúti terhet viselnek, közúti terhet viselő egyéb műtárgyak: gyalogos- és kerékpáros hidak, átereszek, geotechnikai műtárgyak, támfalak. (e-UT 07.02.11:2022)

1.1.5. Burkolatalap

Az útpályaszerkezet földműre épülő egy vagy több rétege, amely a burkolatból átadódó igénybevételeket jelentősen elosztva, lecsökkentve közvetíti a földműre. (e-UT 06.03.53:2018, e-UT 05.02.56:2019, e-UT 06.03.26:2020)

1.1.6. Csőernyő

Alagúttengellyel közel párhuzamosan elhelyezkedő acélcsövek, microcölöpök vagy injektált szerkezetek, amelyek a fejtési keresztmetszeten kívül helyezkednek el, és a fejtés környezetét felülről és oldalról biztosítják a hosszirányú teherelosztással. (e-UT 07.06.11:2021/M1:2024)

1.1.7. Építési munkaterület

Az építőipari kivitelezési tevékenység végzésének az építető által a fővállalkozó kivitelezőnek, alvállalkozói szerződés esetén a megrendelő vállalkozó kivitelező által az alvállalkozónak átadott helye.

Megjegyzés: Ennek minősül a munkaszervezéssel összefüggő felvonulási, előkészítési, valamint a tevékenység végzéséhez szükséges építési anyagok, gépek, szerkezetek, szerelvények és felvonulási épületek elhelyezésére és az előkészítő technológiai munkafolyamatok elvégzésére szolgáló terület is. [191/2009. (IX. 15.) kormányrendelet]

1.1.8. Forgalmi kategóriák

- (0a): nagyon könnyű forgalomra, elsősorban gyalogos- és kerékpáros közlekedésre tervezett felület,
- (0b): nagyon könnyű forgalomra, elsősorban gyalogos- és kerékpáros közlekedésre, esetenkénti kommunálishulladékszállítójármű-forgalomra,

- (1): könnyű forgalomra, esetenkénti kommunálshulladékszállítójármű-forgalomra, $\leq 3,5$ tonna össztömegű terhelésre tervezett felület,
- (2a, 2b): közepes forgalomra, 3,5 tonnánál nagyobb, de legfeljebb 12,0 t össztömegterhelésre tervezett közlekedési felület. A kategórián belüli megkülönböztetést az eltérő méretezési forgalomnagyság indokolja,
- (3): nehéz forgalomra, 12,0 tonnánál nagyobb, de legfeljebb 44,0 t össztömegterhelésre tervezett közlekedési felület. (e-UT 06.03.43:2022)

1.1.9. Földmű

A földműszerkezetnek a földműalap felső síkja és az úttükör közötti része, amely töltés esetén töltéstartóból és földmű felsőrészből, bevágás esetén csak földmű felsőrészből áll. (eUT 06.02.11:2022, e-UT 09.04.16:2023)

1.1.10. Főte

A fejtési szelvény felső része. (e-UT 07.06.11:2021/M1:2024)

1.1.11. Geotechnikai vizsgálatok

A talaj- és talajvízadottságok és viselkedésük megismerésére irányuló terepi és laboratóriumi vizsgálatok összessége, melynek célja a geotechnikai feladat talaj- és talajvízkörnyezetének modellezéséhez szükséges adatok előállítása. A terepi vizsgálatok céljuknak megfelelően hagyományosan két csoportba sorolhatók:

- feltárások, ezekből a talajok mechanikai és/vagy hidraulikai jellemzőinek laboratóriumi vizsgálattal történő közvetlen meghatározására alkalmas mintákat lehet venni. Ide tartoznak a fúrások, tárók, próbagödrök, vágatok, aknák,
- felderítések, ezek a talajjellemzők közvetett meghatározására alkalmas módszerek. Ilyenek a szondázások, geofizikai vizsgálatok és speciális esetekben a térinformatikai mérések is. A laboratóriumi vizsgálatok céljuknak megfelelően szintén két csoportba sorolhatók: egy-egy talajjellemző meghatározását célzó direkt vizsgálatok, melyekhez a feltárások mintáit használják,
- épített talajmodellek vizsgálatai, melyben adott méretarányú szerkezetek viselkedését vizsgáljuk különböző hatásokra. (e-UT 06.02.11:2022)

1.1.12. Giroszkóp mérőműszer

Saját tengelyének eltérését méri a haladási iránytól a tengely vízszintes síkjában.

(e-UT 09.02.28:2020)

1.1.13. Gyártásközi jellemző

A minőségügyi ellenőrzések során, az építési termék gyártása, illetve beépítése közben a vállalkozó által vizsgált, a műszaki döntéshozatalat segítő olyan tulajdonság, amelyből következtetni lehet valamely építési minősítési jellemző várható értékére. (e-UT 06.03.37:2021, e-UT 07.02.11:2022)

1.1.14. Használhatósági határállapot

A tervezett szerkezet, a talaj vagy a környező építmények olyan mértékű elmozdulása, deformációja, mely annak rendeltetésszerű használatát megnehezíti vagy korlátozza. (e-UT 06.02.11:2022)

Megjegyzés: az Eurocode szerint

1.1.15. Hatás

A talajra vagy a tartószerkezetre ható erők (terhek), illetve kényszer-alakváltozások vagy kényszer-gyorsulások, melyeket például önsúly, hasznos terhelés, hőmérséklet-változás, nedvességtartalom-változás, egyenlőtlen támaszmozgás vagy földrengés okoz. (e-UT 06.02.11:2022)

Megjegyzés: az Eurocode szerint.

1.1.16. Híd

A műtárgyak azon csoportja, amely 2,0 méternél szélesebb szabad nyílással vezeti át a közlekedési pályát a különféle természetes (pl. patak, folyó, völgy, szakadék stb.) és mesterséges (pl. csatorna, út, vasút stb.) akadályok felett. (e-UT 03.01.11:2008)

1.1.17. Homlokmegtámasztás

A nem állékony fejtési homlok megtámasztása fejtési technológiától függő módon. (e-UT 07.06.11:2021/M1:2024)

1.1.18. Immisszió

Szennyeződés következtében a terjedés (transzmisszió) által kialakult szennyezőanyag-koncentráció. (e-UT 03.01.11:2008)

1.1.19. Jogosultság

A névjegyzéket vezető szerv által engedélyezett és névjegyzékbe vett szakmagyakorlási tevékenység végzésének igazolt lehetősége, vagy a bejelentéshez előírt feltételeknek való megfelelés.

Megjegyzés: 266/2013. (VII. 11.) kormányrendelet

1.1.20. Kitörési szelvény

Az alagútépítés számára megnyitandó, tervezett keresztmetszeti terület egésze (lásd még építési határvonalak, B és C vonal). (e-UT 07.06.11:2021/M1:2024)

1.1.21. Megvalósulási terv

A megvalósult építmény befejezését követően, annak helyszíni felmérése alapján, a kiviteli terv részletezettségével készített terv. (e-UT 03.01.11:2008, e-UT 08.01.22:2020)

1.1.22. Mértékadó talajvízszint

A tervezéssel érintett területen mért legnagyobb talajvízszint értékének az előírt biztonsági mérettel módosított értéke. (e-UT 03.01.11:2008)

1.1.23. Minőségigazolási dokumentáció (MD)

A vállalkozó kivitelező által összeállított, az építtetőnek a műszaki átadás-átvételi eljárás megkezdésekor átadott és annak befejezéséig véglegesített – elrendelt javítási vagy kiegészítő munka esetén, annak elvégzését követően kiegészített –, a megvalósult útépítési munka előírt vagy megfelelő minőségét igazoló dokumentumok összessége. (e-UT 06.02.11:2022)

1.1.24. Mintavételi és minőségigazolási terv

Az adott útépítési munkára vonatkozó összes elvégzendő tevékenységhez, folyamathoz kapcsolódó vizsgált jellemzők felsorolása, amely megadja az igazoló ellenőrzések módszerét, gyakoriságát és az építési minősítési jellemzők, valamint a jótállási minősítési jellemzők küszöbszintjeit, és tartalmazza a minőségigazolási dokumentációhoz szükséges valamennyi egyéb dokumentum felsorolását (MMT). (e-UT 06.03.21:2018/M1:2021, e-UT 05.02.43:2019, e-UT 07.02.12:2021)

1.1.25. Munkakezdési hozzájárulás

A közút kezelőjének írásbeli hozzájárulása az illetékességi körébe tartozó, a közútkezelői hozzájárulásban meghatározott tevékenység megkezdéséhez (e-UT 03.03.32:2022/M1:2023).

1.1.26. Szilárdság

Egy anyag (pl.: a talaj, a beton) külső hatásokkal szembeni ellenállását kifejező mechanikai jellemző, rendszerint feszültség mértékegységben. (e-UT 06.02.11:2022)

Megjegyzés: az Eurocode szerint.

1.1.27. Talajvizsgálati jelentés

(TVJ) Valamely projekt geotechnikai feladataihoz az adott – tervfázisnak megfelelő részletességgel rendszerezett, a geotechnikai adatgyűjtés (1.4.2.1. pont) és – vizsgálatok (1.4.2.2. pont) adatait és eredményeit bemutató írásos összefoglaló. (e-UT 06.02.11:2022)

1.1.28. Technológiai utasítás

Az útépitési munka egy jól elhatárolt része (jellemzően egy építményrész) építési vagy bontási folyamatának részletes leírása (TU). A kivitelező által, az építőanyagok, termékek beépítésére, a műtárgy sajátosságait figyelembe véve összeállított részletes utasítás. A technológiai utasítást az adott konkrét munkára aktualizálni kell, és az építetővel el kell fogadtatni. (e-UT 07.04.13:2021)

Megjegyzés: Jelen esetben az útpályával összefüggésben a közműépítésnek egy jól elhatárolt részére vonatkozik.

1.1.29. Teherbírási határállapot

A tervezett szerkezet, a talaj vagy a környező építmények valamely részének törés jellegű tönkremenetele, mely a szerkezet rendeltetésszerű használatát lehetetlenné teszi, és általában a szerkezetet használókat, illetve a környezetben lévőket is veszélyeztet. (e-UT 06.02.11:2022)

Megjegyzés: az Eurocode szerint.

1.1.30. Tervezési érték

A talaj vagy a tervezett szerkezet valamely teherbírási vagy igénybevételi (terhelési) jellemzőjének az az értéke, melyet a tervező szerint valamely tervezési állapotban számításba lehet venni, és amelyet a karakterisztikus értékből és a parciális tényezőből kell számítani. (e-UT 06.02.11:2022)

Megjegyzés: az Eurocode szerint.

1.1.31. Túlfertés/Többletkitörés

A tervezett kitörési keresztmetszeten kívüli tényleges fertés. (e-UT 07.06.11:2021/M1:2024)

1.2. A feltárás nélküli eljárásokhoz kapcsolódó fogalmak és szakkifejezések

1.2.1. Belépőfal

A fogadóaknában kialakított és a sajtolási technológiához illesztett szerkezet, ami biztosítja a fertés körüli talajtérből a belépést fogadóaknába, talajtöréstől, talajvízbeáramlástól mentesen.

1.2.2. Geotechnikai kategória

A geotechnikai feladatot az MSZ EN 1997-1 előírásainak megfelelően a várható geotechnikai nehézségek és kockázatok, illetve az alkalmazandó eszközök, eljárások szempontjából értékelni kell, és a három geotechnikai kategória valamelyikébe kell besorolni. A besorolástól függően kerül sor a

kockázatok elemzésére és a megfelelő technológia kiválasztására, amelynek alkalmazásával biztosítható a technológia érkeztetése a fogadóaknába/munkaterületre.

1.2.3. *Építési hossz*

A belső csőtest hossza.

1.2.4. *Háttám*

A technológiák előrehaladásához szükséges megtámasztó szerkezet, amely a munkatérhatároló szerkezeten keresztül vagy közvetlenül viszi át a sajtolóerőket a talajkörnyezet felé.

1.2.5. *Homlok*

Az a hely, felület, ahol a talajt az előtolás során kitermelik.

1.2.6. *Kilépőfal*

Az indítóaknában kialakított és a sajtolási technológiához illesztett szerkezet, ami biztosítja a technológia kilépését a munkatérből talajtöréstől, talajvízbeáramlástól mentesen.

1.2.7. *Kitakarás nélküli építéstechnológia*

Olyan építéstechnológia, ahol a közmű jellegű létesítmény, illetve annak védelme az útpálya megbontása és a felszín zavarása nélkül, a forgalom fenntartása, esetleges minimális zavartatása mellett, jellemzően az út két oldalán vagy annak szerkezetében kialakított aknák (indító- és fogadóakna) vagy térszíni gödrök (indító- és fogadógdör) használatával kerül beépítésre (csősajtolás, vezényelt sajtolás, microtunneling, irányított fúrás).

1.2.8. *Közbenső nyomóállomás*

A sajtolási hosszak növelésére szolgáló szerkezet. Két speciálisan kiképzett csőelem közé épített hidraulikus hengercsoportot hordozó köpenycső a sajtoló hidraulikus hengerekkel együtt.

1.2.9. *Közműhíd*

Olyan híd jellegű tartószerkezet (alátámasztás és áthidaló szerkezet), amely kifejezetten közmű(vek) térszín feletti (át)vezetésére szolgál, azok számára folyamatos alátámasztást biztosítva, szükség szerint üzemi gyalogjáróval és védelmi berendezéssel kiegészítve. A vasúti pályához viszonyított elhelyezkedését tekintve lehet a vasúti pályát felül keresztező, illetve azt megközelítő (pl. a meder felett) létesítmény.

1.2.10. *Nyíltárkos építéstechnológia*

Felszíni bontással, az útpálya alatti közműkeresztezés esetén az útpálya szerkezetének elbontásával (majd visszaépítésével) járó, részleges vagy teljes útlezárás mellett, nyílt munkagödörben végzett közműfektetési építéstechnológia.

1.2.11. *Nyomógyűrű*

Segédszerkezet a hidraulikus hengerekből származó erők elosztására és egyenletes átvitelére a sajtoló csövek homlokfelületére.

1.2.12. *Rugalmas-elasztikus gyűrű*

Csövek homlokfelületének védelméhez gyűrű irányban elhelyezett közvetítő elem a hosszirányú erők átvitelére a sajtoló csövek homlokfelületei között.

1.2.13. *Takarás*

A pályaszint és a (külső) védőcső vagy védőműtárgy (külön védelem nélküli közműkeresztezés esetén a haszoncső) felső pontjának egymástól mért függőleges távolsága. Ha a pályaszint alatt

keresztező létesítmények (pl. drén- vagy talp-, illetve övárok) helyezkedik el, akkor a takarási mélység meghatározását statikai szempontok alapján mérlegelni szükséges.

Megjegyzés: Takarási mélység/magasság, jelölése: H

1.2.14. Tapadási hajlam

Agyagtartalmú talajok hajlama a tapadásra, pl. fúrógépek vágóberendezésein.

1.2.15. Túlmetszés

A furat átmérője és a cső külső átmérője közötti különbség fele (ideális esetben egy egyenletes gyűrűs hézag a csővezeték körül, kontrakció).

1.2.16. Vezetősín

Alátámasztó szerkezet az indítóaknában a fúrópajzs, illetve a fúrógép és a csövek eltolásához.

2. ÁLTALÁNOS ELVEK ÉS ELŐÍRÁSOK

Az útpályák alatti közművek (védőcsövek, védőműtárgyak, valamint a haszoncsövek) kitakarás nélküli létesítésénél – jelen útügyi műszaki előírásban rögzített erőtani, funkcionális, gyártói és egyéb útüzemeltetési követelményeken túl – elsődleges szempont, hogy biztosított legyen az útpálya hosszú távú forgalombiztonsága (pl. fenntartásmentesség, korrózióállóság).

A tervezett közművel vagy műtárggyal összefüggésben a geotechnikai feladatot az MSZ EN 1997-1 előírásainak megfelelően a várható geotechnikai nehézségek, kockázatok és az alkalmazandó eszközök, eljárások szempontjából értékelni kell, és a három geotechnikai kategória valamelyikébe kell besorolni. A besorolástól függően kerül sor a geotechnikai és más egyéb vonatkozású előkészítő munkálatokra, a kockázatok elemzésére és a megfelelő technológia kiválasztására.

3. ÚTPÁLYÁK ALATTI KÖZMŰVEK LÉTESÍTÉSÉNEK SZABÁLYAI

3.1. Általános előírások, tervezési követelmények

Útpályák alatti, kitakarás nélküli közműépítés tervezésének a terv célját, tartalmát és részletezettségét illetően a projekt aktuális szakaszához, időbeli üteméhez kell igazodnia. Az adott szakaszban esedékes döntésekhez és elvégzendő feladatokhoz szükséges információkat kell szolgáltatnia.

Az e-UT 03.01.11:2008 alapján elkülöníthető tervfázisok:

- 1. tervfázis: Közműhálózat-fejlesztési tervek,
- 2. tervfázis: Településrendezési tervek közművekre vonatkozó munkarésze,
- 3. tervfázis: Előkészítő vizsgálatok,
- 4. tervfázis: Diszpozíciós terv,
- 5. tervfázis: Tanulmányterv,
- 6. tervfázis: Engedélyezési terv,
- 7. tervfázis: Kiviteli (építési) terv,
- 8. tervfázis: Ajánlati terv,
- 9. tervfázis: Üzembe helyezéshez szükséges tervek,
- 10. tervfázis: Üzembe helyezés után készülő tervek.

A tervezés során a közműtervezőnek és más szakterületi tervezőknek – általában a főtervező irányításával – szorosan együtt kell működniük.

3.1.1. Geotechnikai vonatkozások

3.1.1.1. Általános előírások, követelmények

(Ennek a pontnak a szövege részben szó szerint átemelve az e-UT 06.02.11:2022 előírásból.)

Geotechnikai szempontból a tervezési feladatot minden tervezési szakaszban geotechnikai kategóriába kell sorolni az MSZ EN 1997-1 előírásainak és a Magyar Mérnöki Kamara Geotechnikai Tagozatának Segédlet az új, EC7 alapú geotechnikai dokumentációk tartalmi követelményeit bemutató munkarészekhez, a mérnöki és vizsgálati ráfordítások összeállításához, tervfázisonként elnevezésű kiadványának megfelelően, és ennek alapján kell meghatározni az adott tervfázis geotechnikai követelményeit.

A tervezés során biztosítani kell, hogy a geotechnikai tervezés alapját képező talajadatokat a tervtípusnak megfelelő részletességgel és pontossággal meghatározzák és bemutassák.

Ennek formája kétféle kell legyen:

- talajvizsgálati jelentés – az MSZ EN 1997-1 előírásának megfelelő dokumentum, amely csak a geotechnikai információkat közli, a feladatok megoldására nem ad előírást, és részletessége a tervfázisnak megfelelő lehet (ld. még 1.1 pont),
- geotechnikai tervezési beszámoló/terv, mely a geotechnikai információk közlése mellett megállapítja a geotechnikai feladatokat és megoldásukra előírást is ad, és részletessége a tervfázisnak megfelelő lehet.

A jelentés vagy beszámoló/terv típusa minden esetben illeszkedjék a tervtípusokhoz.

A geotechnikai tervezési beszámolónak/tervnek legalább a következőket kell tartalmazniuk:

- geotechnikai kiindulási adatok,

- helyszínrajzok, hossz- és keresztmetszvények,
- szerkezetek általános leírásai,
- geotechnikai modell (rétegszelvény, talajfizikai jellemzők karakterisztikus értéke, talajvízszint maximális szintjének karakterisztikus értéke),
- technológiai követelmények,
- szükség esetén számítások,
- várható süllyedések,
- monitoring követelmények,
- minőség szabályozási követelmények.

E munkarészek részletezettsége a tervtípushoz és a geotechnikai kategóriához igazodjék, elégítse ki továbbá az MSZ EN 1997-1 előírásait és a Magyar Mérnöki Kamara tervtartalmi követelményeit.

Az egyes geotechnikai kategóriákba tartozó tervezési feladatokhoz elvégzendő geotechnikai szolgáltatásokat a 3.1. táblázat foglalja össze.

Az előírás feltételezi, hogy a közművek és a kapcsolódó geotechnikai szerkezetek tervezését végző szakemberek megfelelő ismeretekkel és jogosultságokkal rendelkeznek.

Az előírás feltételezi, hogy a közművek és a kapcsolódó geotechnikai szerkezetek építését, az építéskivitelezés műszaki ellenőrzését és fenntartását irányító szakembereknek szakirányú végzettségük, igazolható talajmechanikai ismereteik vannak, és munkájukat szakszerűen végzik.

3.1. táblázat – Geotechnikai szolgáltatások

Tervezési művelet	1. Geotechnikai kategória		2. Geotechnikai kategória		3. Geotechnikai kategória	
	TVJ	GT	TVJ	GT	TVJ	GT
1–5. tervfázis	SZ	SZ	SZ	SZ	K	K
6. tervfázis	SZ	SZ	K	K	K	K
7. tervfázis	K	SZ	SZK	K	SZK	K

Jelmagyarázat: TVJ – Talajvizsgálati jelentés, GT – Geotechnikai tervezési munkarész (tervezési beszámoló/terv) és/vagy tervezői közreműködés, K – Kötelező munkarész, SZ – Szükség esetén, SZK – Szükség esetén kiegészítés

3.1.1.2. Terepi vizsgálatok

A geotechnikai terepi vizsgálatok típusának, számának és mélységének meghatározásakor MSZ EN 1997-1 előírásaival összhangban a következőket kell betartani.

Az 1–5. tervfázis készítése esetében alapvetően elegendőek a rendelkezésre álló archív geotechnikai és földtani adatok.

A geotechnikai fúrások esetébe a fúrési technológiát és a mintavételi módot az MSZ EN 1997-1 előírásainak és a Magyar Mérnöki Kamara Geotechnikai Tagozatának „Segédlet az új, EC7 alapú geotechnikai dokumentációk tartalmi követelményeit bemutató munkarészekhez, a mérnöki és vizsgálati ráfordítások összeállításához, tervfázisonként” elnevezésű kiadványának megfelelően kell meghatározni.

A geotechnikai terepi vizsgálatok vezeték esetében a terepi vizsgálatok maximális távolságát a 3.2. táblázat alapján lehet meghatározni.

Amennyiben a terepi vizsgálatok nem megvalósíthatóak a vezeték tengelyétől legalább 5 méteres távolságban vagy a nyomvonsávban valamely helyszíni akadály miatt, úgy a helyszíni adottságok vizsgálata alapján a geotechnikai tervező részletes magyarázata és indokolása mellett a vizsgálat a

nyomvonalsáv mellett is elkészülhet. Ez a nyomvonalsávtól való eltérés azonban még indoklás esetén se térjen el jobban, mint a 3.2. táblázatban megadott hosszirányú távolságok 20 százaléka.

A 6. tervfázis esetén minden ötödik fúrás mellé – amennyiben a helyszíni terepadottságok lehetővé teszik – egy azzal azonos mélységű nyomószonda (CPTu) készítése is szükséges.

A fúrás a laborvizsgálatokkal együttesen közel azonos adatot szolgáltat, mint a nyomószondázás, ezért a 3.3. táblázatban megadott fúrásmennyiség csökkenthető nyomószondázással, de a táblázat alapján meghatározható fúrásdarabszám legfeljebb 25 százaléka váltható ki ilyen módon. A nyomószondákat talajmechanikai egységenként kell kalibrálni, ahol talajmechanikai egységnek értjük a talajmechanikai jellemzők szerint azonos rétegbe sorolható részeket.

(Fenti három bekezdés az e-UT 06.02.11:2022 előírásból átemelve.)

A terepi vizsgálatok a kitakarás nélküli technológiák esetén legalább ériék el a vezeték alatt a vezeték átmérőjének megfelelő mélység kétszeresét, de legalább a vezeték alatti 2,0 métert. A kitakarással épülő szakaszok esetén a terepi vizsgálatok minimális mélysége a 3.1. ábra alapján legyen meghatározva.

A geotechnikai terepi vizsgálatok (indító- és fogadó-) aknák esetében a terepi vizsgálatok minimális számát aknánként, illetve azok maximális távolságát az aknáktól a 3.3. táblázat alapján kell meghatározni.

Amennyiben a terepi vizsgálatok valamilyen okból nem megvalósíthatóak, úgy a geotechnikai tervező részletes magyarázata és indokolása mellett a táblázatban megadott értékektől el lehet térni, de az eltérést a beruházónak jóvá kell hagynia.

Az aknák esetében a terepi vizsgálatok minimális mélysége a 3.2. ábra alapján legyen meghatározva.

3.2. táblázat – A talajfeltáró fúrások maximális távolsága közművezetékek esetén

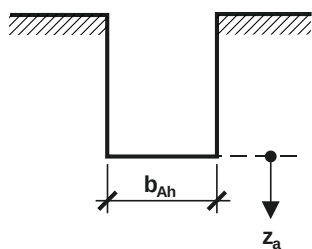
Geotechnikai kategória	Tervfázis		
	1–5.	6.	7.
1.	SZ 900 m	K 450 m	SZK
2.	K 600 m	K 300 m	
3.	K 300 m	K 150 m	

Jelmagyarázat: SZ – Szükség esetén, K – Kötelező, SZK – Szükség szerint kiegészítő

3.3. táblázat – A terepi vizsgálatok minimális száma és maximális távolsága aknák esetén

Geotechnikai kategória	Tervfázis		
	1–5.	6.	7.
1.	SZ 150 m (legalább egy fúrás és egy CPT)	SZ 80 m (legalább egy fúrás és egy CPT)	SZK
2.	K 150 m (legalább egy fúrás és egy CPT)	K 60 m (legalább egy fúrás és kettő CPT)	
3.	K 75 m (legalább egy fúrás és egy CPT)	K 35 m (legalább kettő fúrás és kettő CPT)	

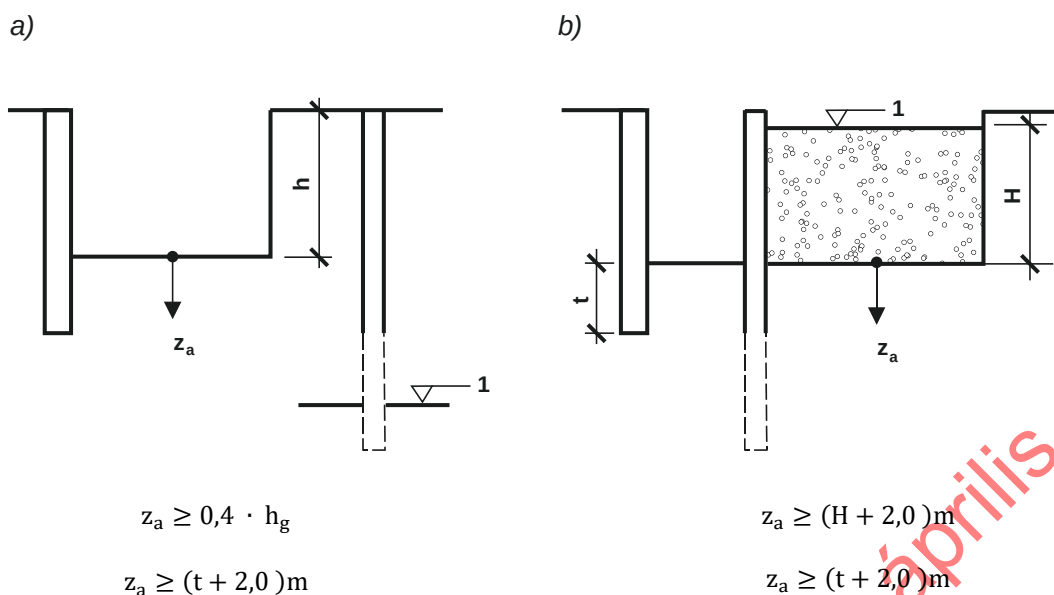
Jelmagyarázat: SZ – Szükség esetén, K – Kötelező, SZK – Szükség szerint kiegészítő



$$z_a \geq 2,0 \text{ m}$$

$$z_a \geq 1,5 \cdot b_{Ah}$$

3.1. ábra – Terepi vizsgálatok minimális mélysége kitakarással épülő szakaszok esetén



3.2. ábra – Terepi vizsgálatok minimális mélysége aknák esetén; a) Földkiemelés talajvíz szintje felett, b) Földkiemelés a talajvíz szintje alatt

3.1.1.3. Laborvizsgálatok

A kitakarás nélküli közműépítés esetén szükséges geotechnikai laborvizsgálatok típusát és számát az MSZ EN 1997-1 előírásainak megfelelően kell meghatározni, különös figyelmet fordítva az egyes építési technológiák igényeire és követelményeire (pl. microtunneling esetében a szemmegoszlás-vizsgálatok fontosságára).

3.2. Sajtolási műveletekkel összefüggő tervezési feladatok

A végleges közmű és műtárgy méreteinek, anyagának és elhelyezési pontosságának megtervezése mellett a tervezésnek ki kell térnie a sajtolási műveletek technológiai kérdéseire is, amely elsősorban a tervezők és megrendelők számára ad információkat a legalkalmasabb technológia (illetve a legalkalmasabb alternatívák) megválasztásához és a már kiviteli szintű műszaki megoldás megtervezéséhez.

A tervezőnek elemeznie kell az adott technológiától függő hatásokat is a sajtolás környezetére, ill. a környező építményekre gyakorolt hatásuk szempontjából. Konkrétan az adott technológia okozta hatásokat össze kell vetni a hatáskörzetben levő építményekre megállapított teherbírási és használhatósági határállapotokkal.

A közmű és a környezet, az ott található építményekkel összefüggő teherbírási és használati követelmények, valamint kockázati tényezők alapvetően határozzák meg az adott technológia alkalmazhatóságát (a 4.2. táblázatban foglalt paraméterek). A tervezési paraméterek technológiánként és azon belül is változnak.

Ezekon kívül a tervnek figyelembe kell vennie a kivitelezés megvalósíthatóságával összefüggő organizációs körülményeket is.

Fentiek alapján a sajtolási művelethez kapcsolódó tervezési tevékenység során a következő kérdésekkel kell foglalkozni:

- a sajtoláshoz szükséges erő várható nagysága,
- a takarás mértéke,
- a kontrakció, illetve süllyedés kezelésének módja,
- az egyben sajtolható hosszak és a maximális átmérők, keresztmetszetek,

- a közbelső állomások alkalmazása és ezzel összefüggésben az indító- és fogadóaknak kiosztása,
- a cső környezetében levő aktuális talajállapotok vizsgálatának szükségessége,
- a homlok biztosításának módja; víztelenítési igények,
- a létesítés környezetében lévő közművek védőtávolsága, védelme, esetleges kiváltásának szükségessége és annak technológiai megoldása.

3.2.1. A sajtoláshoz szükséges erő meghatározása

A sajtoló erő nagyságát leginkább befolyásolja a cső külső fala és a környező talaj közötti súrlódás, a vágóél, illetve pajzs homlokellenállása, valamint az irányeltérések kedvezőtlen hatása. Az egyéb tényezők elhanyagolhatók.

3.2.1.1. A súrlódási ellenállás meghatározása

- A súrlódási ellenállás meghatározása becsléssel: Mivel a sajtoló erő közel egyenesen arányos a fellépő súrlódó erővel, az viszont a súrlódási tényezőtől és a csőfelszín terhelésétől függ, ezért jól használható gyakorlati számok alkalmazhatók a várható érték meghatározására. A tapasztalat és az eddigi számítások is azt mutatják, hogy mintegy 20 kN/m² értékkel lehet kalkulálni bentonit köpenykenés nélkül, illetve 8–10 kN/m² értékkel szakaszosan ütemezett bentonitinjektálás alkalmazása esetén.

A súrlódás mértéke nem függ a súrlódó felülettől. Itt azonban az összefüggés abból adódik, hogy a csőre a környezetéből áttérhelődő földnyomás arányos a cső felületével.

- Súrlódási ellenállás meghatározása számítással: A földnyomás vízszintes és függőleges összetevőinek ismeretében a köpenysúrlódás (kN) a következő analitikus összefüggés alapján határozható meg:

$$K_r = [2(q_v + q_h) + p] \ell f_1$$

ahol:

q_v – a cső vízszintes vetületére ható függőleges teher, kN/m,

q_h – a vízszintes földnyomás, kN/m,

p – a cső önsúlya, kN/m,

ℓ – a sajtolás hossza, m,

f_1 – a cső köpenye és a talaj közötti súrlódási tényező.

A földnyomás vízszintes és függőleges összetevőinek analitikus meghatározása homogén talaj és merev cső feltételezésével:

$$a = r \frac{m}{2} \operatorname{tg} \left(45^\circ - \frac{\phi}{2} \right)$$

Csővezeték esetén: $\frac{m}{2} = r$

$$a = r + r \operatorname{tg} \left(45^\circ - \frac{\phi}{2} \right)$$

$$h = \frac{a}{f}$$

A talajterhelés nagyságának (kN/m) számítása során két esetet kell megkülönböztetni:

- az átboltozódáson belüli talajtest terhelését (q_v , kN/m) kell figyelembe venni, ha a takarási mélység (H) nagyobb, mint a lazulási boltozat (h) magassága, akkor

$$q_v = \frac{2\rho \cdot a^2}{f},$$

ahol:

a – a lazulási boltozat félszélessége, m,

f – a Protodjakonov-féle talajszilárdsági tényező (lásd a függelék!),

ρ – a talaj térfogatsűrűsége, kN/m³,

q_h – $q_v \cdot \tan\left(45^\circ - \frac{\phi}{2}\right)$.

- ha a lazulási boltozat magassága (h) nagyobb, mint a takarási magasság (H), a teljes geosztatikai nyomással kell számolni, figyelembe véve a silónyomás csökkentő hatását, akkor

$$q_v = C_F \cdot \rho \cdot D \cdot H$$

ahol:

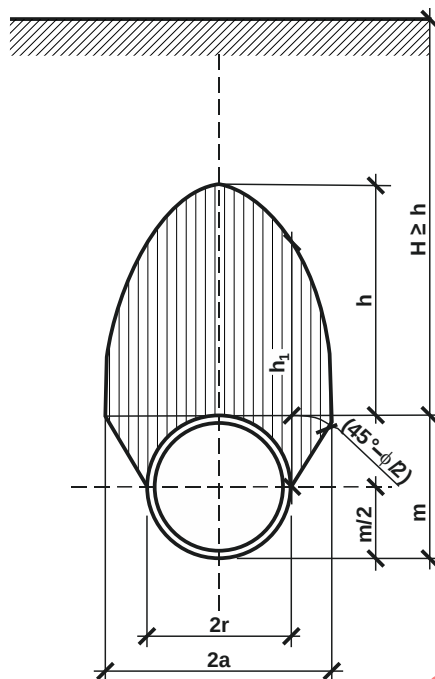
C_F – a műtárgy külső vízszintes méretétől, a takarási magasságtól, valamint a talajminőségtől függő tényező, az MSZ 15 003 szerint, dimenzió nélküli szám,

D – a cső külső átmérője, vagy a műtárgy vízszintes külső mérete, m,

H – takarási magasság, m.

A súrlódási ellenállás és a földnyomás eloszlása a cső palástja mentén numerikus úton, geotechnikai végesesemes programmal (Pl. Plaxis 2D, Plaxis 3D) is meghatározható különböző építési fázisokban és terhelési esetekben.

A súrlódási ellenállás – különösen kavicsos talajokban, ahol a súrlódási tényező értéke igen kedvezőtlen – már kis sajtolt hosszaknál is rendkívül nagy értéket mutathat. A súrlódási tényező javítására érdekében a cső külső palástja köré súrlódáscsökkentő kenőanyagot injektálnak. A leggyakrabban használt súrlódáscsökkentő anyag a bentonitszuszpenzió. Ennek eredményeként, mivel a gyakorlatban alkalmazott kis falvastagságú csövek tömege általában viszonylag kicsi a kiszorított térfogatukhoz képest, a csövek a palástjuk körül kialakult folyadéktérben gyakorlatilag úsznak. A sajtolás tervezésénél a fentiek alapján számított súrlódási ellenállás értéke a súrlódáscsökkentő kenőanyag használata esetén 25–40 százalékkal csökkenthető.



3.3. ábra – Átboltozódási ív kialakulása

3.2.1.2. Vágófej és a pajzs ellenállásának meghatározása

- A vágóél ellenállása: Sajtolási munkák tervezésénél nem hanyagolható el a vágóél-ellenállás problematikája. A különböző kialakítású vágóélek különböző nagyságú ellenállással hatolnak be a talajba. A sajtolás biztonsága érdekében nem engedhető meg, hogy a vágóél előtt felszakadások keletkezzenek, ebből viszont az következik, hogy helyes kivitelezés esetén a vágóélben valamilyen mértékű föld dugó képződik. Kisebb csőátmérő esetén a vágóélbe kerülő összepréselődött anyag fajlagosan nagyobb vágóél-ellenállást ad, mint nagyobb átmérőknél. A tapasztalat azt mutatja, hogy a vágóél-homlokfelületére vonatkoztatva 200–500 kN/m² vágóél-ellenállással lehet számolni. Az előzőekből következően nagyobb átmérőnél a kisebbik szám érvényes.
- A fúrópajzs ellenállása: a berendezés által szabályozott homloknyomás, amely biztosítja a homlokfelület állékonyságát, ami az aktív földnyomás és a víznyomás mindenkor egyensúlyozását jelenti.
- A sajtolóerő közelítő meghatározása során feltételezzük, hogy a csőakat megfelelő mennyiségű bentonitos zaggyal, megfelelő módon kenésre kerül, így a köpenysúrlódás mértéke elhanyagolható. Mivel a fúrópajzsral történő fejtés alapkövetelménye, hogy az előrehaladással összhangban a fejtett anyag kitermelésre kerüljön (máskülönben a ki nem fejtett anyag a túlvágásba kerül, eltömítve azt), így a vágóél belső felülete és a „csőbe” (törőtérbe) kerülő talaj között súrlódási erő is elhanyagolhatóan kicsi. A fentebb rögzített két erőn felül a rakat előrehaladásához, valamint a vágófej talajba tolásához szükséges erőt kell biztosítani, mely a sajtológép/vágóél vagy a pajzs és a gép mögött elhelyezkedő szervizcső, valamint a besajtolandó csövek súlyából adódik. Az így meghatározott sajtolóerőt $\gamma=1,5$ -ös parciális tényezővel szükséges felszorozni.

3.2.1.3. Az irányeltérések kedvezőtlen hatásának figyelembevétele

Az irányeltérések többlet erőket igényelnek a sajtolás során.

Vízszintes irányeltérés esetén e többlet erőt Q -val jelölve (3.4. ábra):

$$M_1 M_2 = P_1 \cdot e_1 + P_2 \cdot e_2 = Q \cdot 2/3 \ell_0$$

amiből:

$$Q = 3/2 \cdot (M_1 + M_2) / \ell_0$$

A Q mindkét oldalon működik, ezért a sajtolóerő-növekedést az általuk létrehozott súrlódóerővel azonosnak véve, azt ΔP -vel jelölve:

$$\Delta P = 2 \cdot Q \cdot \mu = 3 \cdot \mu \cdot (M_1 + M_2) / \ell_0$$

Az iránytörés függőleges síkban is bekövetkezhet. A 3.5. ábrán látható az az eset, amikor is az alsó felfekvő felületen az eredetileg egyenletes feszültségeloszlás az egyik végnél növekszik, míg a másik végnél csökken. (A nem vonalkódzott területű felfekvésvektor iránya az iránytörés előtti állapotot mutatja, iránytörés miatti feszültségcsökkenés miatt ez a rész már nem működik, így már ellenkező előjellel szerepel a képletben.) Az eredetileg lefelé mutató fe Ennek magyarázata, hogy az alulról felfelé hatoló földnyomást csak a ránehezedő súly ellensúlyozza, ami a forgatónyomatékok hatására csökken.

A feszültség eloszlása függőleges irányeltérés esetén a 3.5. ábra szerinti, a súrlódást létrehozó többleterő:

$$Q + 2 \cdot Q - Q = 2Q$$

A nyomatékok egyensúlya alapján:

$$2Q \cdot 2/3 \ell_0 = M_1 + M_2$$

amiből

$$Q = 3/4 (M_1 + M_2) / \ell_0$$

A sajtolóerő növekedése tehát függőleges irányeltérés esetén:

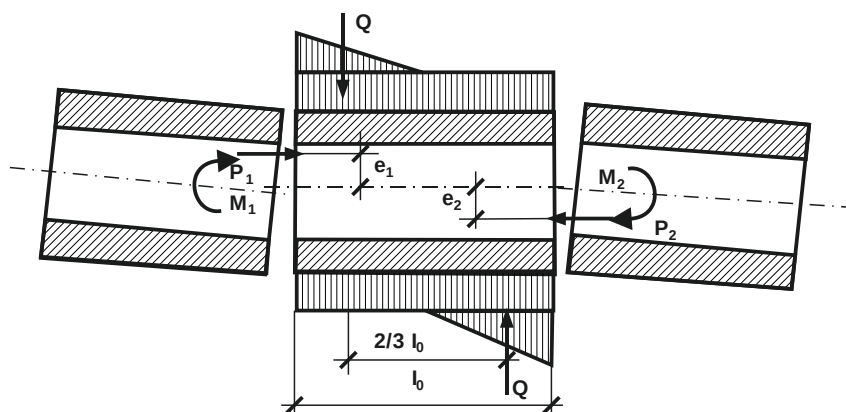
$$\Delta P = 2Q \cdot \mu = 3/2 \cdot \mu (M_1 + M_2) / \ell_0$$

Emlékeztetőül: vízszintes irányeltérésnél a $\Delta P = 3 \cdot \mu (M_1 + M_2) / \ell_0$ eredményt kaptuk.

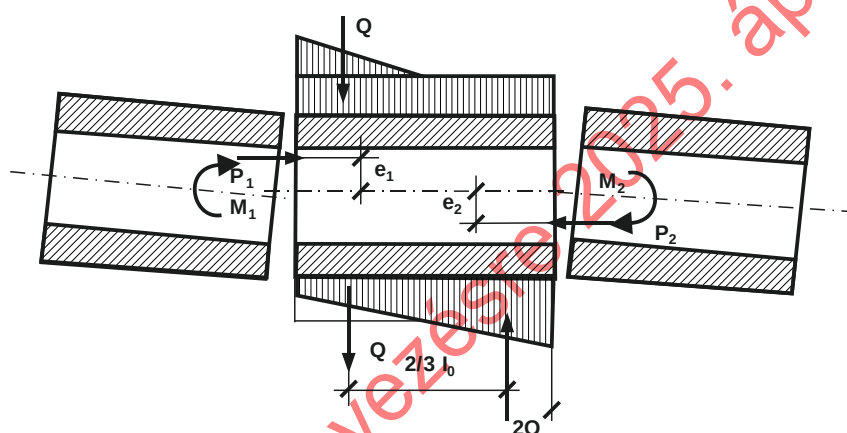
Összehasonlítva a vízszintes és függőleges iránytörésből adódó sajtolóerő-növekedést azt látjuk, hogy a vízszintes irányeltérés hatására a sajtolóerő-növekedés kétszeres nagyságú.

Megjegyezni kívánjuk, hogy a számítások és a kapott eredmények ugyan közelítő pontosságúak, hiszen a sajtolás folyamán több olyan erő lép fel, amelynek mellékhatását elhanyagoltuk, mégis megállapítható, hogy a főbb tendenciákat a gyakorlat is visszaigazolta.

További megfigyelés, hogy az illeszkedő csőbűtük az irányeltérés irányának megfelelően egymáson elcsúsznak, így függőleges irányú eltérésnél felfelé vagy lefelé, vízszintes eltérés esetén jobbra vagy balra „fogaznak”, jelentős erőhatást kifejtve a csöveket összekötő kötőgyűrűre. Ezért is van jelentősége a csőelemek farokrészére már a gyártás során beépített kötőgyűrűk alkalmazásának.



3.4. ábra – A vízszintes irányeltérés erőjátéka



3.5. ábra – A függőleges irányeltérés erőjátéka

3.2.2. Sajtolási hossz

Az sajtolási hosszak az indító- és fogadóaknak helyét alapvetően meghatározzák.

Az indítóaknából kisajtolható csőszakasz hosszát korlátozza a hidraulikus sajtolóberendezéssel elérhető maximális nyomóerő, továbbá ugyancsak korlátozott a sajtolt cső szilárdsági ellenállása a nyomóerővel szemben.

Az indítóaknában elhelyezett hidraulikus berendezés maximális nyomóerejét 80 százalékgig lehet igénybe venni. Amennyiben a sajtók nyomóereje a tervezett hosszon már nem elegendő, közbenső állomások beépítésével érhető el, hogy ugyanazon sajtolóerő mellett nagyobb csőhosszat lehet sajtolni az indítóaknából. A közbenső állomás egy speciális csőpár, melynek acélhengerében kis löket-hosszúságú hidraulikus hengereket szerelnek, amelyek együttesen működve, a mögöttük lévő csőszakatra támaszkodva képesek az előttük beépített csőszakaszt előre sajtolására.

Ezek működtetésével a sajtolási folyamat szakaszokra oszlik. Az egyes számú közbenső állomás működésekor az előtte lévő csőszakasz és a vágóél mozog előre, miközben a köpenyes cső lecsúszik a mögötte lévő közbenső állomási csőről. A kisméretű hidraulikus prések a közbenső állomás mögötti csőszakatra támaszkodnak, amelyet a főnyomóállomás támaszt meg. A következő technológiai lépcsőben a kettes közbenső állomás működik, a mögötte lévő rakatra támaszkodva, előretolva az egyes és kettes közbenső állomás közötti csőszakaszt. Ebben a technológiai fázisban a vágóél álló helyzetben van, a sajtolt szakasz első csőve pedig belecsúszik az egyes közbenső állomás köpenyes csővébe, összenyomva az ott beépített közbenső állomási hidraulikákat. A technológiai folyamat a következő közbenső állomások működtetésével ismétlődik. A leírásból is látható, hogy a

vágóél csak akkor halad előre, ha az első közbenső állomást működtetjük. A 3.6. ábrán a közbenső állomás működési ütemei láthatók.

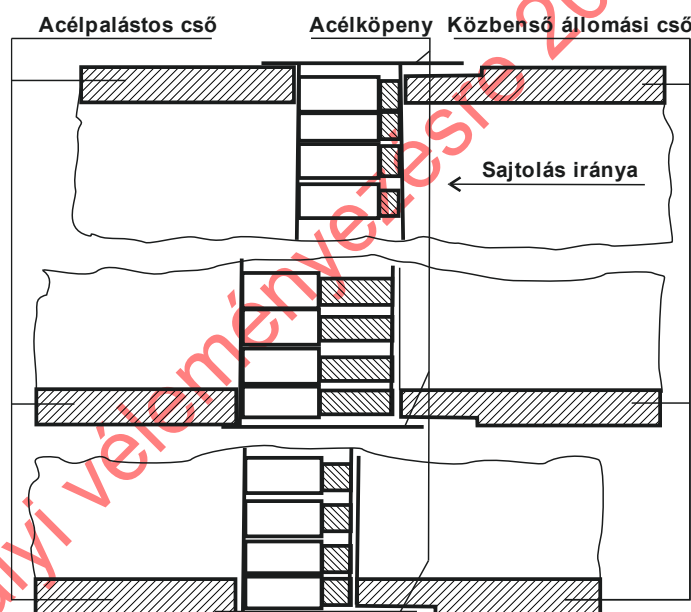
Az előzőekből következik, hogy minél több közbenső állomást építünk be, annál inkább visszaesik a sajtolás teljesítménye. A folyamatot lehet ugyan optimalizálni, az egyes közbenső állomások összehangolt működtetésével, ez azonban viszonylag bonyolult vezérlést kíván. E tényezőnek köszönhető, hogy a kialakult gyakorlatban csupán legfeljebb négy közbenső állomást szoktak alkalmazni szakaszonként. Ugyanakkor az 500 m hosszát meghaladó sajtoló rakatokban, microtunneling technológia alkalmazása során hat–nyolc közbenső állomás beépítésére is volt gyakorlat.

Ezért a jellemzően négy közbenső sajtolóállomás alkalmazása esetén a maximális sajtolási hosszát közelítően 300 m körül célszerű felvenni. Ennél hosszabb sajtolás esetében vagy a nyomvonal megfelelő pontján újabb indítóakna építése tervezendő, vagy az ún. ütemezett előtolást kell alkalmazni, ahol a közbenső állomások párosával ütemezetten kerülnek működtetésre.

Ugyancsak figyelembe kell venni azt a tényt, hogy nagy hosszaknál rendkívül megnövekszik az anyag kiszállításának ideje is, amennyiben a kiszállítás csillével vagy szalagon történik.

A sajtolási hosszaknak ugyancsak határt szab víztelenítési igény esetén a leszívási görbe alakja.

A maximális sajtolóerő megállapításánál az indítóaknában levő háttám megtámasztási körülményeit, geometriai méreteit és szilárdsági ellenállásának határait is mérlegelni szükséges.



3.6. ábra – A közbenső állomás működési ütemei

3.2.3. Indító- és fogadóaknák tervezése

3.2.3.1. Általános tervezési elvek

Az aknák tartószerkezeti és geotechnikai tervezése során be kell tartani az Eurocode szabványosozat vonatkozó előírásait. Különös figyelmet kell fordítani az alábbiakra vonatkozóan:

- geotechnikai és hidrogeológiai adottságok (víztelenítési szempontok),
- az alkalmazandó technológia által megkövetelt helyigény,
- a munkatér-határolás módja és szerkezeti kialakítása,
- háttámra háruló sajtoló erő,
- az akna talajkörnyezetének lokális és globális állékonysága és alakváltozási határállapotai,

- az épített (pl. épületek alapozása) és természeti környezet,
- az épített és természeti környezet által megengedett maximális felszínsüllyedés,
- az akna megmegvalósítása, a munkatér-határolás és az alkalmazandó technológia kiszolgálására rendelkezésre álló helyigény,
- rezgés, dinamikus hatásokra vonatkozó korlátozások,
- az esetleges rezgések, dinamikus terhelések hatása az épített és természeti környezetre,
- közműhelyzet (felszín alatt és felett),
- felszín alatti üregek, akadályok,
- felszín alatti szennyeződések,
- régészeti maradványok,
- környezetvédelmi követelmények,
- korábbi építési tapasztalatok,
- a fenékkialakítással kapcsolatos követelmények.

Egy indítóaknából a segédszerkezetek átfordításával ellenkező irányba is lehet sajtolni, a sajtolás fajlagos költségeinek és a környezet zavarásának csökkentése érdekében.

3.2.3.2. Indító- és fogadóaknák helye, organizációs szempontok

Az indító- és fogadóaknák kiosztását elsősorban a maximális sajtolási hosszak határozzák meg. Ezen kívül azonban mind az útpálya keresztezésénél, mind az út nyomvonalával párhuzamos sajtolásnál az alábbi szempontokat is figyelembe kell venni:

- Áram- és vízellátás, anyagszállítási útvonalak, daruzhatóság stb. Indító- és fogadóaknák helyének meghatározásánál lehetőség szerint kerülni kell a forgalmi csomópontokat, a forgalom folyamatos fenntartásának érdekében.
- A felvonulási terület kiválasztásánál figyelemmel kell lenni a meglévő közművekre (közműkiváltások minimalizálása). Fontos szempont, hogy a felvonulási területen áthaladó esetleges légvezetékek (szigetelt és szigetetlen egyaránt) jelentősen megnehezítik, bizonyos esetekben ellehetetlenítik a felvonulást.
- Törekedni kell a telephely kialakításánál, megtervezésénél, hogy az ne járjon teljes útlezárással.
- Az indítóakna 50 méteres környezetében hálózati víz (tűzcsap) csatlakozási pont szükséges. Amennyiben nem áll rendelkezésre, többletköltséggel kell számolni.
- Az indítóaknánál az elektromos áram lekötését szükséges biztosítani a kisfogyasztók részére. A sajtoló géplánc nagyfogyasztóit generátorral, vagy helyszínen telepített trafóval (amennyiben rendelkezésre áll KÖF hálózat) szükséges biztosítani.
- A felvonuláshoz szükséges terület meghatározása gépspecifikus, mely a sajtolandó átmérők függvényében változhat.

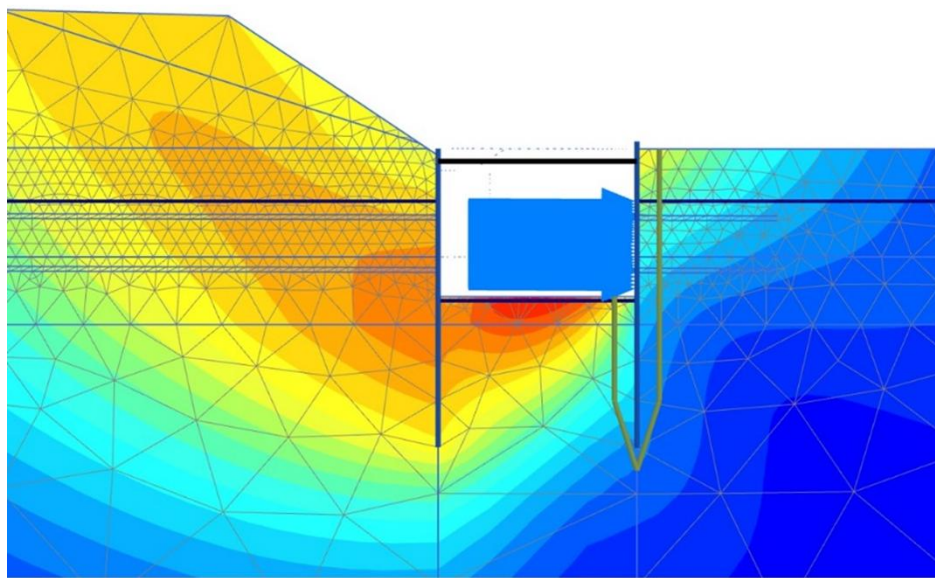
3.2.3.3. Háttám tervezése

A háttámasz (hátfal) feladata, hogy a szükséges sajtolóerő reakcióerejét közvetítse a munkatér-határoló szerkezeten keresztül vagy közvetlenül a talajkörnyezet felé.

A sajtolóerő, a sajtolás nyomvonalának mélysége és a munkatér-határolási rendszer függvényében kell a tervezést elkezdeni. Fokozottan figyelemmel kell lenni arra tényre, hogy a sajtolóerő nemcsak a háttám mögötti munkatér-határoló szerkezetre van hatással, hanem – közvetett úton – a sajtolandó csövek feletti földművet megtámasztó munkatér-határolás állékonyságát is csökkenti. Ezt

figyelembe véve, a globális állékonyságot abban az építési fázisban is ellenőrizni kell, amikor a sajtolóerő fellép.

2 m² terület nagyság felett előregyártott szerkezet vagy vasbeton hátfal alkalmazása és a munkatér-határolás teherbíró képességének vizsgálata szükséges! Ez szilárdsági méretezési feladatot jelent, ahol figyelembe kell venni a talaj-szerkezet kölcsönhatását, illetve a háttám és a munkatér-határoló szerkezet egymásra gyakorolt hatását is.



3.7. ábra – A sajtolóerő hatása a globális állékonyságra.
[Összes elmozdulás (ötvenszeresére növelve)]

3.2.4. Felszíni süllyedések és a túlmetszés mértéke

A furat átmérője és a cső külső átmérője közötti különbség (kontrakció) mértéke nagy mértékben befolyásolhatja a cső feletti térszín várható süllyedését. Ezért még a tervezési fázisban fontos a túlmetszés mértékének ismerete annak érdekében, hogy a műtárgy használati határállapota (süllyedések mértéke) megfelelően számítható és kezelhető legyen. Ehhez a vágófej, illetve a fúrópajzs méretét össze kell hangolni a sajtolandó cső méretével.

Ezzel összefüggésben az is megjegyzendő, hogy a cső külső palástja köré injektált zagynak egy másik szerepe is van, nevezetesen az, hogy a vágóél kismértékű túlvágása következtében keletkezett gyűrűs hézagot kitölti. Ez utóbbi feladatra a lehetőség szerint sűrű bentonitzagot kell használni.

3.2.5. Homlokbiztosítás

A homlokzaton lejátszódó folyamatok lényeges hatást fejtenek ki a talajkörnyezetre, a talajfelszínre, illetve a környező építményekre. Ennek megfelelően kell vizsgálni a homloksíkon kialakuló kölcsönhatásokat is. Az előrehaladás és a fejtés során a homloksíkon kialakuló erőhatások alsó és felső korlátjaira mindenképp figyelemmel kell lenni. Azaz hogy a homloksík még mekkora erővel terhelhető maximálisan, másrésről a fejtőegység mennyire biztosít a homlokfelületen fellépő földnyomással szemben kellő megtámasztást annak érdekében, hogy ne történjen a sajtoló cső környezetéből talajbeáramlás, ami a felszín süllyedését idézné elő. A tervezőnek elemeznie kell az adott technológiától függő hatásokat a sajtolás környezetére, illetve a környező építményekre gyakorolt hatásuk szempontjából. Konkrétan: az adott technológia okozta hatásokat (süllyedéseket) össze kell vetni a hatáskörzetben levő építményekre megállapított megengedhető süllyedésekkel, süllyedéskülönbségekkel. Az adott környezet, illetve építmény szabja meg, hogy milyen esetekben milyen eljárás alkalmazható. A környezet, illetve a hatásterületen található építményekkel összefüggő

megengedhető mozgások alapvetően határozzák meg a technológia alkalmazhatóságát. Ez a kérdés az egyes technológiákra vonatkozóan az alábbiak szerint alakul. (ld. 4.1. táblázat)

Homlokbiztosítás hidraulikus sajtolás (Pajzs (nyitott) részfelületű fejtéssel, biztosítás nélkül vagy mechanikus részleges biztosítással) vágóélel esetében (4.1. táblázat, 6.3.3.2):

A sajtolásos technológia lényeges tulajdonsága, hogy a vágóélel a talajba besajtoljuk és a vágóélbe bejutó talajt rakodjuk szállítóeszközzel és juttatjuk a felszínre.

A vágóél geometriai kialakítása olyan, hogy a jobb kormányozhatóság érdekében kismértékű 1-2 centiméteres túlvágás jöjjön létre. A túlvágás által képződött üreget ki lehet tölteni a kenőzaggal. A sajtolási folyamatnak úgy kell lezajlania, hogy a vágóél mindig a földfejtés előtt járjon. A vágóélben a talaj belső súrlódásának megfelelő természetes rézsű alakul ki, figyelembe véve a tömörödést is, amivel csaknem teljesen kizárható, hogy a sajtoló cső környezetéből talajbeáramlás történjen, ami a felszín süllyedését idézné elő. A nagyobb probléma akkor keletkezik, amikor kohézió nélküli talajokban kell sajtolni és a vágóélbe kialakított rézsű nagyon lapos lenne. Növeli a problémát az az állapot, amikor valamilyen oknál fogva nem tudtuk a sajtoló cső környezetéből eltávolítani a talajvizet és a vágóélben talajbemosódás keletkezik. Ilyen esetekben előfordulhat, hogy a homlok biztosításáról is gondoskodni kell, ami a vágóélben elhelyezett osztólemezekkel kezelhető.

Általában elmondható, hogy a sajtolás nyomvonalában megfelelő technológiai fegyver esetében felszíni süllyedés nem léphet fel.

Az előírt minimális takarásnál kisebb takarás esetén, amikor a sajtoló cső felülete feletti talaj vastagsága egy méternél kisebb, előfordul, hogy az előzőekben tárgyalt földtömörödés hatására a vágóél elhaladásának idején néhány milliméteres talajelmozdulás (felszín emelkedés) tapasztalható. Majd amikor a vágóél továbbhalad, az említett emelkedés eltűnik és néhány milliméteres süllyedésre változik. Számolni kell azzal is, hogy a vágóél lefelé kormányzásakor, tehát amikor a csőakat „felfelé áll”, a 3.9. ábrán látható erők lépnek fel, azaz a sajtolóerő egy része (F_1 erőkomponens) meg akarja emelni a cső feletti talajt.

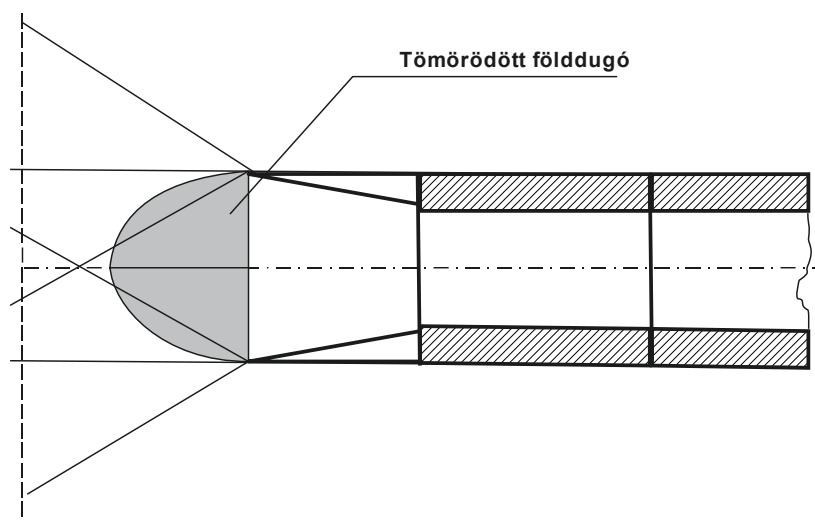
A talajviszonyok és a súrlódási kérdések tárgyalásánál kell kitérnünk a vágóélben jelentkező homlokellenállás problematikájára is. Különböző vágóél kialakítások esetén különböző ellenállás lép fel, amikor a vágóél előtt lévő talajt meg kívánjuk bontani. Itt csak azt a kérdést tárgyaljuk, hogy milyen talajállapotok jönnek létre a vágóél környezetében. Amikor a sajtolás folyamán a vágóél a talajba behatol, akkor elsősorban az útjába kerülő talajt tömöríti össze. Egy bizonyos előrehaladás után azonban a talaj megpróbál kitérni a vágóél útjából. A kitérés iránya jellemző módon a vágóél palástjára merőleges. Azok a talajrészek, amelyek a vágóél szelvényében akarnak elmozdulni, a vágóéltestben tömör magot fognak kialakítani.

A 3.8. ábra érzékelteti a vágóél környezetében lévő talaj tömörödését.

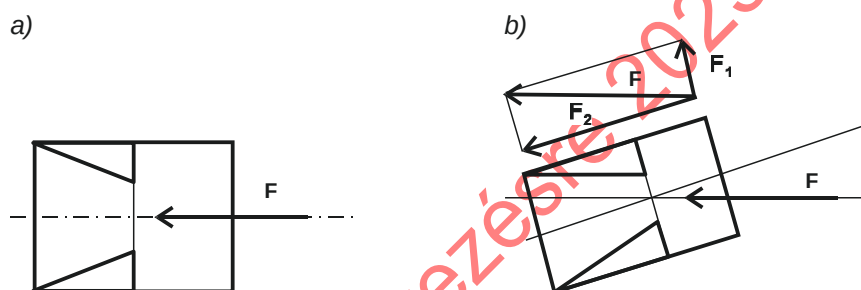
Természetesen a jelzett földmag a sajtoló cső palástján kívül is okoz tömörödést.

Nagyon kis takarásnál szükség lehet a felszín ideiglenes leterhelésére, a talaj szilárdítására stb.

A homlokbiztosítás microtunneling (AVN) és EPB-pajzs esetében teljes mértékben biztosított. (ld. 3.2.1.2. Fúrópajzs ellenállása)



3.8. ábra – Tömörödött talaj a vágóélben



3.9. ábra – Kormányzáskor fellépő erők; a) Egyenes haladás, b) Kormányzás

3.2.6. Irányeltérések, pontosság

Az alkalmazott technológiák pontossági paramétereit a 4.2. táblázat tünteti fel, amit össze kell hasonlítani a tervezett közmű, illetve műtárgy pontossági igényeivel.

3.2.7. Víztelenítés

A sajtolási művelethez szükséges víztelenítési feladatok szintén technológiaspecifikusak.

Microtunneling és EPB-pajzsos technológiák esetében a fúrópajzs a külső tértől vízzáróan elzárt belső munkateret biztosít. A vízzárás a közbelső állomásoknál is megoldott. Szintén vízzáró teret biztosít a vezényelt sajtolásnál alkalmazott fúróberendezés. Ezeknél az eljárásoknál a víztelenítési problémák az indító- és fogadóaknál merülhet fel csak.

Más technológiák esetében azonban mind a vágóél környezetében, mind a nyomvonal egyéb részein, például a közbelső állomásokban, vízmentes környezetet kell biztosítani. A víztelenítés módja mindenképp a víz távoltartását, azaz a talajvízszint süllyesztését jelenti, mert a víz megjelenése különösen a vágóél környezetében okozna súlyos kárt a szabadon beáramló és szilárd részeket is szállító víz hatásaként. A víztelenítést ezért általában nem lehet a legolcsóbb nyíltvíztartással megoldani, valamelyik talajvízszint-süllyesztési módszert kell alkalmazni. A maximális sajtolási hosszak és a leszívási görbe összefüggéseit vizsgálni kell, mert a víz távoltartását az egész sajtolási hosszra (az indító- és fogadóaknak is beleértve) fenn kell tartani.

3.3. Védőcsövek és haszoncsövek anyagai

Az útpályák alatti közművek védelmére szolgáló védőcsövek, védőműtárgyak, valamint a haszoncsövek anyagának megválasztásakor – a többi fejezetben rögzített erőtani, funkcionális, gyártói és

egyéb üzemeltetési követelményeken túl – elsődleges szempont legyen az útpálya hosszú távú forgalombiztonsága (pl. fenntartásmentesség, korrózióállóság).

Alapértelmezetten törekedni kell a korrózióálló anyagok (pl. vasbeton, ÜPE, KPE) használatára. Korrózióálló, vagy csak részben ellenálló anyagok speciális feltételek teljesítése esetén építhetők be (pl. kettős kialakítás, növelt betonfedés, víz elleni szigetelés, passzív és aktív korrózióvédelem).

A tervezéskor fentiekén kívül – amelyek végleges műtárggyal szemben támasztott követelmények – a kitakarás nélküli kivitelezhetőség szempontjából figyelemmel kell lenni a közműcsőméreteknél a választott kitakarás nélküli eljáráshoz tartozó méretbeli adottságokra és korlátokra. Ezen kívül a cső-típusnak meg kell felelnie a beépítési körülményekhez igazodó és a csatlakozó felületek között fellépő, nem mindig központosan terhelő sajtolóerővel szembeni szilárdsági követelményeknek is.

A csöveket az Eurocode előírásai szerint kell méretezni.

3.3.1. Műanyag (KPE, PE) csövek

Felhasználási területei:

- védőcsőként,
- haszoncsőként, jellemzően:
 - gravitációs víz, szennyvíz, csatorna,
 - nyomott ivó- és egyéb vízvezeték,
 - éghető gázok vezetésére szolgáló gázvezeték.

Tulajdonságai:

- nem vezetik az elektromos áramot,
- korrózióállóak,
- jó mechanikai tulajdonságok.

Lehetséges beépítési technológiái:

- irányított talajfúrás,
- vezényelt sajtolás,
- csőroppantás.

Toldás:

- elektrofitting idommal történő toldás az MSZ EN 1555 szabványsorozat szerint,
- tompahegesztés (min D160 méret esetén),
- fűtőszálas elektrofitting hegesztés (nyomás alatti csövek esetén kötelezően ez a technológia alkalmazandó).

Alkalmazás nyomott vezetékként:

- el kell végezni a haszoncső jövőbeni üzemeltetője által előírt nyomáspróbát. A közmű üzembehelyezésének és műszaki átadás-átvételének feltétele a sikeres nyomáspróbáról készült jegyzőkönyv.

Szabványok, előírások:

- MSZ EN 1555-ös szabványsorozat: Műanyag csővezeték-rendszerek éghető gázok szállítására. Polietilén (PE),
- MSZ EN 12 201-es szabványsorozat: Műanyag csőrendszer vízellátáshoz. Polietilén (PE),
- hegeszthetőség az MSZ EN 1555-1 és MSZ EN 12 201-1 szerint.

3.3.2. Üvegszál-erősítésű poliészter (ÜPE)

Felhasználási területei:

- védőcső/védőműtárgyként,
- haszoncsőként, jellemzően:
 - gravitációs víz, szennyvíz, csatorna,
 - nyomott ivó- és egyéb vízvezeték.

Tulajdonságai:

- nem vezeti az elektromos áramot,
- korrózióálló,
- vegyileg agresszív közegben is rendkívül jó ellenállóképesség,
- jó mechanikai tulajdonságok,
- hosszú élettartam (100 év).

Lehetséges beépítési technológiái:

- vezényelt sajtolás,
- microtunneling.

Toldás:

- tömítő illesztőgyűrűvel.

Alkalmazás nyomott vezetékként:

- el kell végezni a haszoncső kezelője által előírt nyomáspróbát. A kitakarás nélküli módszerrel fektetett közmű üzembehelyezésének és műszaki átadás-átvételének feltétele a sikeres nyomáspróbáról készült jegyzőkönyv.

Szabvány:

- MSZ EN ISO 23 856 Műanyag csővezeték-rendszerek nyomás alatti vagy nyomás nélküli vízellátáshoz, vízvezetéshez vagy csatornázáshoz. Telítetlen poliésztergyanta- (UP-) alapú, üvegszál-erősítésű, hőre keményedő műanyag. (GRP-) rendszerek. (ISO 23 856)

3.3.3. Sajtolható betoncsövek

Meg kell, hogy feleljenek az MSZ EN 1916 szabványban előírtaknak.

A vasalatlan sajtolható betoncsövek felhasználási területei:

- enyhén korrozív szennyvíz,
- csapadék- és felszíni vizek elvezetésére.

3.3.4. Sajtolható vasbeton csövek

Vasbeton csövek/műtárgyak felhasználási területei:

- védőcsőként, védőműtárgyként,
- közműalagútként,
- haszoncsőként, jellemzően: víz, gravitációs csapadékvíz, szennyvízvezeték/csatorna.

Vasbeton csövek/műtárgyak tulajdonságai a betonreceptúra, a geometria és a vasszerelés, valamint a vízszigetelés és a felületvédelem függvényében:

- jó mechanikai tulajdonságok,
- hosszú élettartam (akár 100 év),
- környezeti hatásokkal szembeni jó ellenállás (pl. agresszív talajkörnyezet).

Vasbeton csövek/műtárgyak beépítési technológiái:

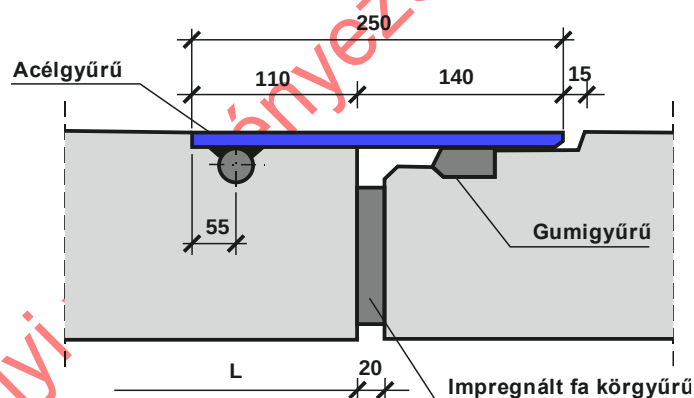
- vezényelt sajtolás,
- microtunneling.

Vasbeton csövek/műtárgyak toldása módját az alábbi tényezők határozzák meg:

- a keresztmetszet alakja: ívelt, kör, téglalap stb.,
- a gyártás módja: előregyártott (helyszíni/üzemi) vagy monolitikus,
- beépítés módja: nyíltárkos, kitakarás nélküli,
- a gyártó előírásai.

Az elemek toldása jellemzően:

- csapos, tokos belső gumigyűrűs tömítéssel,
- monolitikus hézaglezárással (nyíltárkos építésnél),
- hézaglefedő acélgyűrűvel (sajtolás esetén a 3.10. ábra alapján).



3.10. ábra – Sajtolt vasbeton védőcsövek/műtárgyak toldása

3.3.5. Sajtolható vasbeton keretelemek

- Üzemi előregyártással készülő vasbeton keretelemek,
- egyedi tervezésű vasbeton elemek, ahol a végleges szerkezetet terhelő hatások mellett a szerkezet Eurocode (MSZ EN 1992) szerinti méretezésénél figyelembe kell venni itt is, hogy sajtolás közben a sajtoló erő nem mindig központosan oszlik meg az egymásnak feszülő csapos-tokos felületek között, így azoknak kb. egynegyede vehető figyelembe, mint teherátadó felület.

3.3.6. Acél

Acélcsövek felhasználási területei:

- védőcsőként, védőműtárgyként (pl. hullámosított acélcső),
- haszoncsőként, jellemzően:
 - szénhidrogén-szállító vezeték,
 - gravitációs víz, szennyvíz, csatorna,
 - nyomás alatti vízvezeték (ivóvíz nem megengedett),
 - olajvezeték.

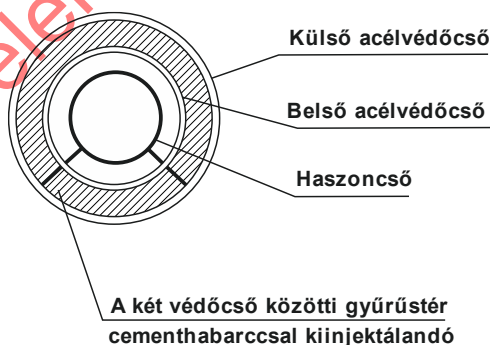
A tartósan talajjal takart és/vagy vízbe merülő acél szerkezeti elemet érő korróziós károkra, továbbá a villamosított vonalak esetén fellépő kóboráram korróziós hatására való tekintettel az acél anyagú védőcsövek alkalmazását kerülni kell.

Amennyiben az átvezetni kívánt vezeték technológiai (pl. csatlakozó/elzáró szerelvények) vagy egyéb szempontból megköveteli acél védőcső alkalmazását, az csak az alábbi feltételekkel alkalmazható:

- passzív és aktív korrózióvédelem: az acél anyagú szénhidrogén-szállító vezetéknekél használt speciális gyűrűstér nélküli kompozit anyagú bevonat (passzív) és katódvédelem (aktív) együttes alkalmazása,
- kettős acél védőcső: amennyiben passzív bevonat és katódvédelem együttesen nem alkalmazható, úgy acél védőcső csak a 3.11. ábra szerinti kettős kialakítással alkalmazható a gyűrűstér erőátadó kiinjektálásával (a két védőcső közötti hézag 5–7 cm legyen).

Acélcső beépítési technológiái:

- hagyományos sajtolás,
- vezényelt sajtolás,
- vízszintes sajtoló fúrási eljárás átlagos talajkörnyezetben és kőzetben.

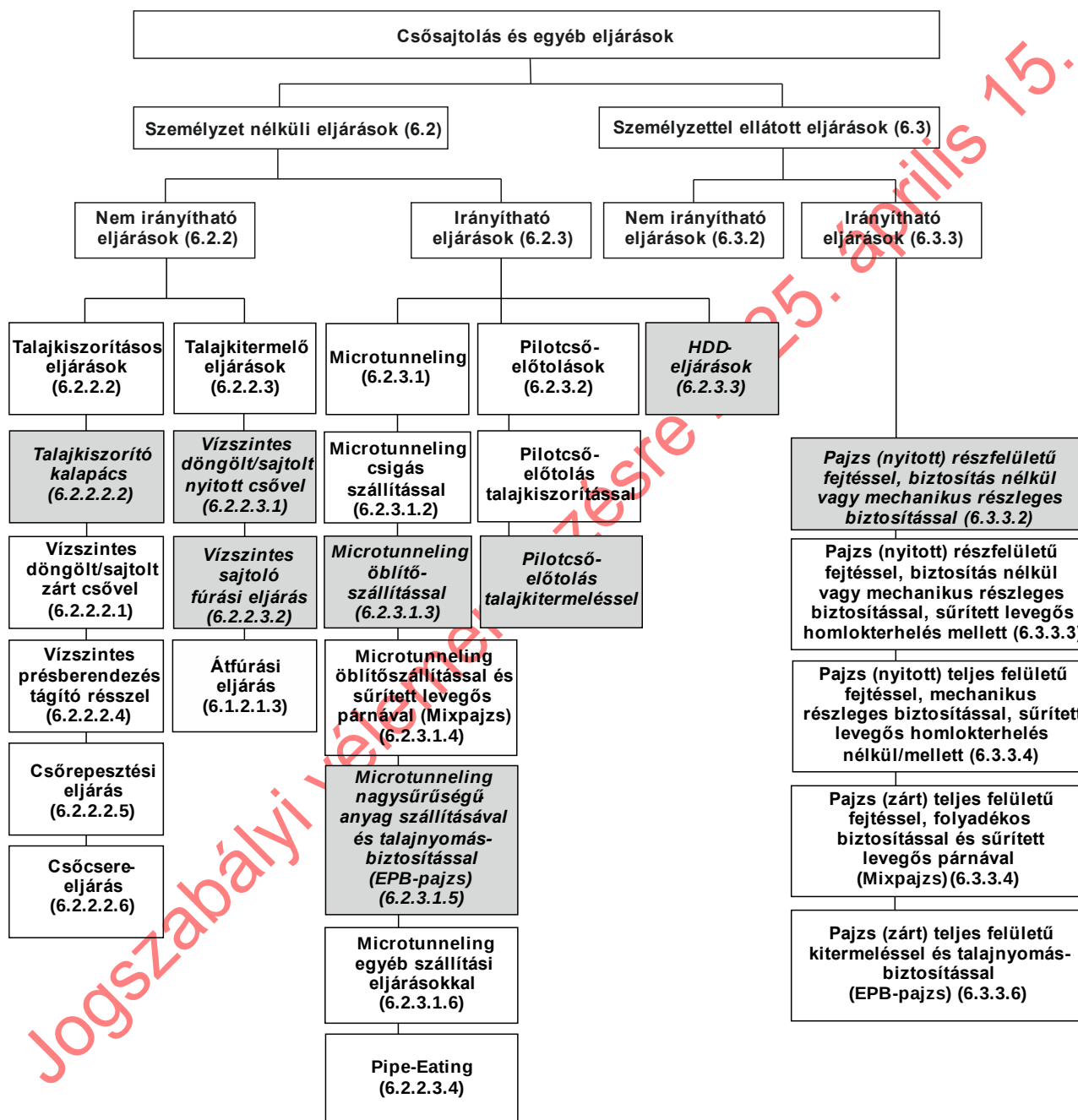


3.11. ábra – A kettős acél védőcső kialakítása a gyűrűstér kiinjektálásával

4. KITAKARÁS NÉLKÜLI ELJÁRÁSOK

Az osztályozást, az alkalmazási feltételeket a különböző létesítmények esetében a 4.1. ábra tartalmazza, a számozás az MSZ EN 12 889 szabvány szerinti.)

A hazai eljárások világosszürkével kiemelve és dőlt betűvel vannak ábrázolva.



4.1. ábra – Kitakarás nélküli és kapcsolódó eljárások

A táblázatban felsorolt kitakarás nélküli eljárások során a kezdőpont (indítóakna) és a végpont (célakna) között előre gyártott csöveket sajtolnak vagy húznak be. A talajt kiszorítják és/vagy a homlokzaton kitermelik és mechanikusan, hidraulikusan vagy pneumatikusan a kezdő- vagy végponthoz szállítják, vagy az előtolás befejezése után földmagként eltávolítják a csőből. Megkülönböztetünk személyzettel ellátott és személyzet nélküli eljárásokat. A feltárás nélküli módszer megválasztásánál a szükséges pontosságtól függően dönteni kell a nem irányítható vagy irányítható eljárások között.

Az itt felsorolt eljárásokat a fejezet általánosságban tárgyalja. Részletesebb ismertetésre a hazai eljárások esetében kerül sor (ezek a 4.1. ábrán dőlt betűvel és világosszürkével vannak kiemelve).

Az eljárás kiválasztása többek között függ:

- az útpálya besorolásától és rendeltetésétől,
- a szükséges helyzeti pontosságtól (ezt a megbízónak/tervezőnek kell megadnia),
- a tervezett/előírt közmű csőanyagától,
- a szomszédos ellátó- és mentesítővezetékek, valamint építmények és létesítmények távolságától,
- a megengedhető süllyedések mértékéről,
- a várható süllyedések mértékétől,
- az eljárásnak a környezetre gyakorolt rezgő és egyéb mechanikai hatásaitól,
- a külső átmérőtől,
- az sajtolási hosszúságtól,
- a talajviszonyoktól,
- a talajvízviszonyoktól,
- a minimális takarástól,
- a .ban történő személyzet alkalmazásához szükséges szabad tértől.

4.1. Személyzet nélküli eljárások

A személyzet nélküli eljárásoknál (6.2) a sajtoláshoz az ellenőrzési feladatok ellátásán kívül nincs szükség személyzet alkalmazására a csőakatban, illetve a fejtést végző szerkezetben.

4.1.1. Nem irányítható eljárások

Ezen kitakarás nélküli eljárások (6.2.2) alkalmazásánál a pontosság függ többek között a talajfajtától, a beágyazásoktól és rétegződésektől, a csőkötés típusától, a cső külső átmérőjétől, a csőfal vastagságától. A pontosság a csőhosszal aránytalanul csökken. Ebből adódóan alkalmazási korlátozások adódnak az olyan csővezetékeknél, amelyek üzemeltetési okokból pontos geometriai kivitelezést igényelnek. Szempont az is, hogy a szomszédos létesítmények sérülését megfelelő távolságok meghatározásával ki kell zárni. Ezért új építés esetén megfelelő helymeghatározási eljárásokat kell alkalmazni. Talajvíz alatti rétegekben történő alkalmazáshoz kiegészítő intézkedésekre, pl. talajvízszint-süllyesztésre van szükség.

4.1.1.1. Talajkiszorításos eljárások

Az itt említett összes eljárás kiszorításra alkalmas laza talajt, illetve kőzetet igényel.

- Talajkiszorító kalapács: A döngölési energia (sűrített levegő vagy hidraulika) segítségével működő kalapács hatására az előrehaladó fej a talajt kiszorítja. A béléscsővezetés vagy egyidejűleg történik vagy megfelelően állékony talaj esetén utólagos behúzással vagy betolással. Figyelembe kell venni a kihajtott üregátmérő 5–15 százalékos csökkenését.

- Vízszintes kalapács zárt csővel: Egy acélcsőszakaszt (védő- vagy haszoncső) pneumatikus vagy hidraulikus kalapács segítségével húznak előre. A talajt a cső zárt, elülső vége szorítja ki. A haszoncsővek méretezésénél a döngölő eljárással történő beépítéshez figyelembe kell venni a kiegészítő dinamikus terheléseket. Cementhabarcs-bélelésű és/vagy cementhabarcs burkolatú haszoncsőveket nem szabad döngölő eljárással beépíteni.
- Vízszintes présberendezés tágító résszel: Egy pilotrúd bepréselésével a talajt kiszorítják. A fogadóakna elérése után a rudat egy kúpos húzófejjel vagy egy talajkiszorító kalapáccsal, és ezt a csatlakozó köpeny- vagy haszoncsővekkel kötik össze. Ezután a teljes szárat visszahúzzák.
- Csőroppantásos eljárás: A meglévő csővezeték belülről feltörik vagy felvágják, és a körülötte lévő talajjal együtt egy statikusan vagy dinamikusan (hidraulikusan vagy pneumatikusan) hajtott/húzott tágító résszel kiszorítják. A tágító rész mögött húzzák be az új csővezeték. Ez lehet azonos vagy nagyobb átmérőjű, mint a meglévő csővezeték. Vízáteresztő talajokban adott esetben kiegészítő intézkedések szükségesek.
- Csőcsere-eljárás: Az eljárás egy munkamenetben végezhető a meglévő csővezeték kihúzásával és az új csővezeték egyidejű behúzásával, vagy két munkamenetben a meglévő csővezeték kipréselésével egy segédcsővel, majd az új csővezeték behúzásával, a segédcső egyidejű húzása mellett. Ha az új csővezeték átmérője nagyobb, mint a meglévő csővezetéké, akkor egy tágító részt használnak. Vízszállító talajokban adott esetben kiegészítő intézkedések szükségesek.

4.1.1.2. Talajkitermelő eljárások

- Vízszintes döngölő/prés nyitott csővel: Egy elől nyitott acélcsőszárat (köpeny- vagy termékcső) döngölő- vagy (ritkábban és rövid hosszaknál) hidraulikus energia segítségével tolnak előre. A csőbe belépő talajmagot általában a befejezett előtolás után hidraulikusan kinyomják, kimossák vagy mechanikusan kifújják. A sűrített levegővel történő kinyomás csak 50 méteres belső átmérőig megengedett, megfelelő biztonsági intézkedések betartása mellett. Cementhabarcs bélelésű haszoncsőveket nem szabad döngölő eljárással beépíteni. Erősen duzzadó képlékeny talajokban az alkalmazás feltételes, sziklás kőzetekben nem lehetséges. Vízáteresztő talajokban a talajvízszinttől és a talajfajtától függően kiegészítő intézkedések, pl. talajvízszint-süllyesztések válhatnak szükségessé.
- Vízszintes sajtoló-fúró eljárás: Egy acélcsőszárat (köpeny- vagy termékcső) tolnak előre egyidejűleg a talaj mechanikus fejtésével egy fúrófej segítségével és a fúrási törmelék csigákkal történő mechanikus elszállításával. A fúrófej csigákkal történő meghajtása az indítóaknában található. A fúrófej kiválasztása az altalajviszonyoktól függ. Fúrófejként ún. lyukkalapácsot is lehet alkalmazni. Vízszállító talajokban kiegészítő intézkedések, pl. talajvízszint-süllyesztések szükségesek.
- Átfúrási eljárás: Egy meglévő csővezeték adott esetben a körülötte lévő talajjal együtt bontanak el, miközben a fúrófej egy vezetőberendezés segítségével a meglévő csővezetékhez igazodik. A kibontott anyagot felaprítják és csigákkal, pneumatikusan vagy hidraulikusan szállítják el. Vízszállító talajokban kiegészítő intézkedések szükségesek.

A 4.1. táblázat tapasztalati értékeket tartalmaz a felsorolt, személyzet nélküli, nem irányítható eljárások alkalmazási területére vonatkozóan. A fennálló talajviszonyokat és projektspecifikus peremfeltételeket mindig figyelembe kell venni.

4.1.2. Irányítható eljárások

4.1.2.1. Microtunneling

Távirányítású, egylépcsős eljárás haszon- vagy védőcsővek sajtolására egy fúrópajzs alkalmazásával, egyidejűleg folyamatos teljes felületű talajbontással a mechanikusan és/vagy folyadékkal vagy talajnyomással biztosított homlokfelületen. A csőakat követi a fúrópajzsot, a szükséges tolóerőt hidraulikus sajtoló berendezés fejti ki az indítóaknában és adott esetben közbenső állomásokon

keresztül. A geodéziai mérést általában lézertechnikával vagy giroszkópos irányvezérléssel és tömlős vízmértékkel végzik. Az irányváltoztatásokat egy hidraulikusan állítható irányítófejjel hajtják végre. Az alkalmazott fúrófejet az altalaj- és talajvízviszonyokra, valamint az adott eljárástechnikára kell kiválasztani. A keresztmetszet növekedésével nőnek a követelmények a homlok- és gyűrűstérbiztosítással szemben. Ezen eljárások megkülönböztető jellemzője az anyagszállítás módja. A kibontott talajt szükség esetén szállítható szemcseméretre aprítják.

- Microtunneling csigás szállítással: A talajszállítás egy szállítócsigával történik, amely egy külön segédcsőben található. A fúrófejet és a szállítócsigát általában az indítóaknából hajtják meg. Külön fúrófej-meghajtások is lehetségesek. Kötött, szilárd konzisztenciájú talajoknál a talaj bontását és szállítását a homlokzaton történő vízadagolással lehet megkönnyíteni. Vízáteresztő talajokban kiegészítő intézkedések szükségesek.
- Microtunneling öblítőszállítással: A kibontott talajt hidraulikusan szállítják és a szállítóközegetől szeparáló berendezésekkel (pl. ülepítőmedencék; szükség esetén szitával, ciklonnal stb.) választják el. A szállítóközeg, ill. a zagy fajtáját és minőségét az altalaj- és talajvízviszonyokra kell hangolni.
- Microtunneling öblítőszállítással és sűrített levegős párnával (Mixpajzs): Az eljárás alapvetően megfelel az öblítőszállítással végzett microtunneling eljárásnak. Egy kiegészítő sűrített levegős párna minimalizálja a homlokfelületen fellépő nyomásingadozásokat.
- Microtunneling nagysűrűségű anyag szállításával és talajnyomás-biztosítással (EPB-pajzs): A kitermelt talajt egy csigás szállítóberendezés szállítja ki a fejtési kamrából és továbbítja nagy sűrűségű anyagot szállító szivattyú segítségével. A kondicionáló anyagok alkalmazása kibővíti az alkalmazási területet. A pépes talajokat hidraulikus kötőanyagokkal lehet utókezelni, hogy minimalizálják az anyag továbbszállításának, illetve lerakásának ráfordításait.
- Microtunneling más szállítási eljárásokkal: Ezeknél az eljárásoknál a kitermelt talajt a korábban említettektől eltérő eljárásokkal szállítják (pl. levegővel vagy más mechanikus eljárásokkal). A vízáteresztő talajokban szükséges kiegészítő intézkedések az alkalmazott eljárástól függenek.
- Pipe-Eating: A technika során egy microtunneling gépet használnak a meglévő cső összetörésére, és egy csigát vagy zagyöblítést a csődarabok eltávolítására, amennyiben bővítésre van szükség a környező talajjal együtt. Az új, különálló csőszakaszokat utána tolják be. A fúrógép a régi csőben fűtő meghosszabbított vezetővel rendelkezhet, hogy a gépet középen tartsa és tömítést alkalmazva megakadályozza a zagy beáramlását. A csöveknek és az ágyazóanyagnak alkalmasnak kell lennie az eljáráshoz. A szállítás lehetővé tétele vagy a kormányzás javítása érdekében a meglévő csövet előzetesen megfelelő anyaggal lehet feltölteni. A vízáteresztő talajokban szükséges kiegészítő intézkedések az alkalmazott eljárástól függenek.

4.1.2.2. Pilotcsőszállítás

Ennél az eljárásnál először egy pilotcsőszárat tolnak előre irányítottan, talajkiszorítással vagy -kitermeléssel. Az iránymérést főként elektronikus kamerával ellátott teodolittal vagy lézerrel végzik. Az irányváltoztatásokat vezérlőfelületekkel (pl. pilotcsúcs) hajtják végre, az altalaj reakcióerejének segítségével. Ezt követően védő- vagy haszoncsöveket tolnak előre azonos vagy nagyobb külső átmérővel, a pilotcsövek egyidejű kihúzása mellett. A nagyobb külső átmérők egy vagy több munkamenetben talajkiszorítással vagy -kitermeléssel történő tágitást igényelnek. Vízszállító talajokban kiegészítő intézkedések szükségesek.

- Pilotcső-előtolás talajkiszorítással: a pilotcsőszárat talajkiszorítással tolják előre,
- pilotcső-előtolás talajkitermeléssel: a pilotcsőszárat talajkitermeléssel tolják előre.

4.1.2.3. HDD-eljárás (Irányított horizontális fúrás)

Először egy pilotcsőszárat tolnak előre irányítottan, talajkitermeléssel/talajkiszorítással. Laza közetek fúrásánál a talaj fejtése hidromechanikusan, a fúrófejen lévő nagynyomású fúvókákkal és egyidejűleg mechanikusan, a fúrófejen lévő vágóelemekkel történik, szilárd közeteknél a fúrési előtolást forgatómotor és fúrófej végzi. A fúrófej helymeghatározása általában adó-vevő elv alapján történik. Az irányváltásokat a fúvókákkal ellátott fúrófej aszimmetrikus vezérlőfelületével hajtják végre.

A pilotfúrás tágitása bővítőfejekkel (Backreamer) egy vagy több munkamenetben történik. Végül a csőszárat behúzzák a fúrólyukba, adott esetben az utolsó tágitás során is. A kitermelt talaj kiszállítása és a fúrólyuk megtámasztása minden munkafolyamatnál fúróiszappal történik.

Az eljárás alkalmazható laza és szilárd közetben. Korlátozások adódnak kötőanyag nélküli kavicsos talajokban. Vízzállító talajokban nincs szükség kiegészítő intézkedésekre.

Gravitációs vezetékekhez az eljárás csak akkor alkalmazható, ha a 4.1. táblázat szerinti pontosságok betarthatók.

4.2. Személyzettel ellátott eljárások

Az eljárásokat az jellemzi, hogy a sajtolás során a csőszakatban és/vagy a fejtő berendezésben állandó személyzetet alkalmaznak.

4.2.1. Nem irányítható eljárások

A csővezeték előtt egy acélköpenyt tolnak előre irányítatlanul, amelynek védelme alatt a talajt a homlokzaton kitermelik és elszállítják. Vízzállító talajokban kiegészítő intézkedések (talajvízszint-süllyesztés, talajszilárdítás, sűrített levegő stb.) válnak szükségessé.

4.2.2. Irányítható eljárások

Ezeknél az eljárásoknál egy haszon- vagy védőcsővekből álló csőszakat követi a fejtést végző berendezést. A szükséges tolóerőt hidraulikus sajtolóberendezés fejt ki az indítóaknában és adott esetben közbső állomásokon keresztül. A geodéziai mérést általában lézertechnikával vagy giroszkópos iránytűvel és tömlős vízmértékkel végzik. Az irányváltásokat egy hidraulikusan állítható vágó-élpajzs biztosítja. Az alkalmazott fúrófejet az altalaj- és talajvízviszonyokra, valamint az adott eljárástechnikára kell kiválasztani. A keresztmetszet növekedésével nőnek a követelmények a homlok- és gyűrűstér-biztosítással szemben.

Megkülönböztetünk részfelületű (részfejtő gépek) és teljes felületű fejtéssel (teljes fejtő gépek) működő gépeket, ahol a megkülönböztető jellemző a pajzs típusa (nyitott/zárt) és a homlokzatbiztosítás.

A nyitott pajzsok nem nyújtanak lehetőséget a homlokzat aktív biztosítására. Dúcolólemezek vagy zárható szegmensek teszik lehetővé a homlokzat mechanikus biztosítását. A fő alkalmazási terület a talajvízszint feletti talajokra terjed ki. Talajvízben végzett munkákhoz lehetőség van sűrített levegős zsilipek elhelyezésére, de ezek hazai alkalmazása nem elterjedt.

A zárt pajzsok lehetőséget nyújtanak a homlokzat aktív megtámasztására. Ennek során a fejtési kamrában egy nyomás alatt álló támasztóközeg (pl. szuszpenzió vagy földpép) található. A biztosítónyomást megfelelő szabályozóberendezésekkel kell a szükséges, ill az előírt értékre beállítani és felügyelni. Ezáltal a nem állékony talajok talajvízszint alatt is fejthetők.

- Pajzs (nyitott) részfelületű fejtéssel biztosítás nélkül vagy mechanikus részleges biztosítással: Ennél az eljárásnál a talajt a homlokzaton kézzel vagy részfejtő gépekkel fejtik. Ha a homlokzat állékonyasága bizonyítható, akkor ez a pajzstípus a homlokzat kiegészítő biztosítása nélkül alkalmazható. Maga a gép csak a pajzsköpenyből és adott esetben a fejtőszerszámból áll. A kifejtett talajt szállítóberendezésekkel (pl. szállítószalag és szállítókonténer/csille) szállítják el.

Ha a homlokzat biztosítása szükséges, homlokzati dúcolólemezek vagy állványok beépítésével mechanikus részleges biztosítás érhető el. A boltozatban történő többletfejtés kockázata

a pajzsköpeny kupolaszerű kialakításával, illetve kések vagy egyes hidraulikusan mozgatható pajzsköpenyszegmensek elhelyezésével csökkenthető.

Talajvízszint alatti alkalmazásnál kiegészítő intézkedések szükségesek.

- Pajzs (nyitott) részfelületű fejtéssel biztosítás nélkül, vagy mechanikus részleges biztosítással sűrített levegős homlokzatterheléssel: A fejtést végző szerkezet alapvetően megegyezik az előző szakaszban leírtakkal, azzal a különbséggel, hogy itt a talajvíz távoltartására sűrített levegős módszert alkalmaznak a szükséges berendezésekkel.

Nem állékony, laza közetekben, kis takarás esetén figyelembe kell venni, hogy a sűrített levegő hatása a fejtési homlokra nem mindig biztosít elegendő támaszt a meglévő földnyomással szemben.

- Pajzs (nyitott) teljes felületű fejtéssel mechanikus részleges biztosítással sűrített levegős homlokzatterhelés nélkül/mellett: A meglévő altalajnak megfelelően kis vagy nagy, adott esetben méretben változtatható nyílásokkal rendelkező fúrófejeket alkalmaznak. A kifejtett talajt szállítóberendezésekkel (pl. szállítószalag és szállítókonténer/ csille) szállítják el.

Talajvízszint alatti alkalmazásnál kiegészítő intézkedések szükségesek.

Sűrített levegős terhelés esetén a szükséges berendezéseket alkalmazni kell.

Pajzs (zárt) teljes felületű fejtéssel és folyadékös biztosítással és sűrített levegős párnával (Mixpajzs): A homlokfelületet nyomás alatt álló folyadék biztosítja. A biztosítónyomást a szállítókör átfolyási mennyiségétől függetlenül egy sűrített levegős párna szabályozza. A szállítóközeg fajtáját és minőségét az altalaj- és talajvízviszonyok függvényében kell kiválasztani.

- Pajzs (zárt) teljes felületű fejtéssel és talajnyomás-biztosítással (EPB-pajzs): A homlokfelületet egy földpép biztosítja, amely a fejtési kamrában a kifejtett anyagból képződik. Egy nyomástartó csiga szállítja ki a talajt a fejtési kamrából. A kiszállítás nagysűrűségű anyagot továbbító szivattyúval, kocsis szállítással vagy más mechanikus eljárásokkal történik. A homlokfelületet biztosító nyomást az sajtolóerő és a csiga forgási, illetve szállítási sebessége szabályozza. Az alkalmazási terület bővítése érdekében különböző talajkondicionáló szerek alkalmazhatók.

4.1. táblázat – Hazai eljárások alkalmazásának paraméterei

Eljárás	Tapasztalati értékek az alkalmazási területre						
	Cső külső átmérője D _a mm	Max sajtolási hossz m	Minimális takarás	Homlok- biztosítás	Pontosság	Vizsgálandó speciális talaj- jellemző	Víztelenítés talajvíz alatti szinten
Talajkiszorító ³ kalapács (6.2.2.2.2)	65–180	50	1–1,5 ² m	nincs	nem irányítható	kötött talajoknál	szükséges
Vízszintes ³ döngölt/sajtoló nyitott csővel (6.2.2.3.1)	219–1000	60	1–1,5 m			–	
Csőroppantás (6.2.2.2.5)	65–1000	200	0,5 m		meglévő csőben halad	kötött talajoknál	
Vízszintes sajtoló fúrás eljárás (6.2.2.3.2)	110–219	10	4D, de min 80 cm		nem irányítható	–	
Microtunneling öblítőszállítással (6.2.3.1.3)	300–4000 ¹	gyártói adatlapok szerint ¹	1,5D	van	+10 cm (íves sajtolás is lehetséges)	szem- megoszlás	csak indító- és fogadó- aknában szükséges
Microtunneling nagy-sűrűségű anyag szállításával (EPB-pajzs) (6.2.3.1.5)	1400–4000 ¹						
Pilotcső-előtolás talajkitermeléssel (6.2.3.2)	110–3000	150	0,5 m				
HDD-eljárások ³ (6.2.3.3)	50–1000	1000	2D, de min 60 cm	nincs	±5 cm	–	nem szükséges
Pajzs (nyitott) részfelületű fejtéssel, biztosítás nélkül vagy mechanikus részleges biztosítással (6.3.3.2)	Átmérő 800–3000 kör- szelvény esetében négyzet- szelvény: ~2,8×6,7 méterig	200	1,5D	nincs vagy mechanikus részleges biztosítással	±10 cm		szükséges
Pajzs (zárt) teljes felületű kitermeléssel és talajnyomás- biztosítással (EPB-pajzs) (6.3.3.6)	1400–4000 ¹	gyártói adatlapok szerint ¹	–	van	±10 cm (íves sajtolás is lehetséges)	szem- megoszlás	csak indító- fogadó- aknában szükséges

Megjegyzés:

- 1) A részletes adatokat tartalmazó oldalak az alábbi linken megtalálhatók:
<https://www.herrenknecht.com/en/products/tunnelling/>
- 2) Talajrétegek, továbbá a felszíni burkolat függvényében
- 3) Beton- és vasbeton cső nem alkalmazható

4.3. Általános kivitelezési szempontok

A sajtolási munkálatok az év teljes időszakában kivitelezhetők, ugyanis a sajtolásnál nincs technológiai akadálya a téli munkavégzésnek. Az utépítés időjárási korlátozásai a kitakarás nélküli technológiára nem vonatkoznak, kivéve a szükséges burkolat-helyreállítási munkálatokat.

4.3.1. A kivitelezővel szemben támasztott elvárás

- Megfelelő technológiai felszereltség,
- megfelelő ismeretekkel rendelkező kezelőszemélyzet.

Fentieket részletesen a konkrét projektre vonatkozó technológiai utasításban kell rögzíteni és ezek rendelkezésre állást ellenőrizni.

4.3.2. A kivitelezés megkezdésének és végzésének általános feltételei

4.3.2.1. Minőségbiztosítás és -tanúsítás: Az építendő kitakarás nélküli közmű építések minőségbiztosítását és minőségtanúsítását a következő tervek, utasítások alapozzák meg:

- Kockázatértékelési és -kezelési terv: A kockázatértékelési, és -kezelési tervet a kivitelező készíti el az építtető által átadott és a kivitelező által készített feltárások, mérések, vizsgálatok és műszaki tervek alapján. Az építési technológia alapján meg kell határozni:
 - a kitakarás nélküli eljárások területén és környezetében lévő területeket, építményeket, egyéb objektumokat veszélyeztető kockázatokat,
 - a geológiai, geotechnikai adottságokból valószínűsíthető kockázatokat,
 - a talajvízből, rétegvizekből, illetve azok megváltozásaiból eredő kockázatokat,
 - az építés egyéb különlegességeit és kockázatait (pl.: belterületen vagy beépített övezetben való építés, közmű vagy közlekedési útvonal keresztezése stb.).

A kivitelező feladatain, felelősségi körén kívül a tervezői és/vagy építtetői feladatokat, felelősségeket is rögzíteni kell. A kockázatkezelési és értékelési tervet az építtető, üzemeltető döntésre felhatalmazott megbízottjának jóváhagyásra át kell adni.

- Technológiai utasítás (TU): A kivitelező által készített és az építtető döntésre felhatalmazott megbízottja által jóváhagyott, a megtervezett kitakarás nélküli eljárásokat a létesítmény geotechnikai besorolását és annak környezetét figyelembe vevő kivitelezési megoldásokat, a védőcsövek és haszoncsövek anyagait, termékek beépítését szabályozó részletes leírás. A TU-ban minden munkafolyamathoz szükséges személyzetet, eszközöket, építőanyagokat, termékeket, és szükséges eljárásokat, technológiákat és ezek feltételeit meg kell adni. A technológiai utasítás tartalmi követelményei:
 - a technológiai utasítás tárgya,
 - előkészítés, tervek stb.
 - a beépítésre tervezett anyagok, amelyek szabványosak és gyártói teljesítménynyilatkozattal kell, hogy rendelkezzenek,
 - gépek,
 - személyi feltétele,
 - a munkafolyamatok részletes leírása,
 - munkavédelem és munkaegészség,
 - tűzvédelem,
 - organizáció,
 - forgalomtechnika,
 - minőségirányítás,
 - környezetvédelem.

- Mintavételi és megfelelőségigazolási terv (MMT): Az MMT mintavételeket és vizsgálatokat tartalmaz. Kitér a védőcsövek és haszoncsövek anyagaira, és a munkahelyi vizsgálatokra. Fontos része a vonatkozó vizsgálati eljárások és az elvárt eredmények, valamint a nemmegfelelőség esetén követendő eljárás meghatározása. Az MMT összeállítása a – tervezői előírások figyelembevételével – a kivitelező feladata. Az MMT a kivitelező által készített, és az építető döntésre felhatalmazott megbízottja által jóváhagyott, az építési folyamatok, elkészült munkarészek vizsgálatát és elvárt minősítési paramétereit részletesen szabályozó leírás. Az MMT-ben az összes beépíteni kívánt termék jellemzőit, az építésközi és a kész szerkezet ellenőrző méréseit részletesen szabályozni kell. Az MMT-ben a mérési eljárásokat, a tervezett értékeket, és a megfelelőségi határokat is meg kell adni. A mérési, vizsgálati szempontok alapján, amennyiben nemmegfelelőséget állapítanak meg, a tervező, a mérnök, valamint beruházó bevonásával egyeztetést kell összehívni, és amennyiben szükséges, a hiba kijavítására, vagy a hibás rész, elem cseréjére az építető döntésre felhatalmazott megbízottja által jóváhagyott műszaki megoldással intézkedni kell, ami együtt járhat az értékcsökkenés megállapításával is.

Minősítési dokumentáció (mint a megvalósulási dokumentáció része): Az MMT szerinti mérések, vizsgálatok dokumentálására és egyben a megfelelőség igazolására minősítési dokumentációt készít a kivitelező, amit egyetértése esetén az építető döntésre felhatalmazott megbízottja jóváhagy. Fontos része a vonatkozó vizsgálati eljárások és az elvárt eredmények, valamint a nemmegfelelőség esetén követendő eljárás meghatározása. A minősítési dokumentációban minden az MMT-ben szereplő mérés, vizsgálat eredménye az előírt értékkel, tűréshatárral való összehasonlítással kell szerepeljen. A minősítési dokumentáció részét kell képezzék a mérések, vizsgálatok jegyzőkönyvei.

A mérőeszközöknek hitelesítettnek, vagy kalibráltnak kell lennie, a hibátlan működést a mérések megkezdése előtt minden esetben ellenőrizni szükséges. Nyomás alatti csővezetékeknél és azon szerkezeteken ahol ez előírás, a hegesztési feladatokat csak minősített (országos névjegyzékben szereplő) szakember végezhet.

- MMT-dokumentáció konkrét tartalma:
 - kiszoruló föld mennyiségének nyomon követése, jegyzőkönyvezése,
 - injektálás dokumentálása, jegyzőkönyv vezetése,
 - dokumentált vízzáró csőillesztés kiépítése,
 - dokumentált csőhegesztés (alapanyag, minősített hegesztőeszköz),
 - felelős műszaki vezető (FMV) nyilatkozata és adatszolgáltatás az üzemeltető felé,
 - e-naplóba minimálisan feltöltendő információk, dokumentumok:
 - indító- és fogadóakna paraméterei, képei,
 - pilotfúrás jegyzőkönyve, képekkel kiegészítve,
 - sajtolt cső maximális terhelhetősége, alkalmazható maximális sajtolóerő mértéke,
 - talajszerkezet leírása, talajvizsgálati jelentéstől való eltérés jelentése,
 - kiszoruló föld mennyiségét rögzítő jegyzőkönyv,
 - csőillesztés, csőkapcsolat dokumentumai.
- A sajtolóerő tervezési értékét meghaladó növelése csak a háttám, a munkatér-határoló szerkezetek szilárdsági, illetve a globális állékonyság geotechnikai újraellenőrzése mellett lehetséges (ld. 3.2.3.3. pont).
- Ha a talajréteg változása a feltárás eredményeitől jelentősen eltér, és ennek hátrányos következményei várhatók, úgy ebben az esetben a fúrást fel kell függeszteni, és csak a megrendelő, a beruházó és a Mérnök együttes jóváhagyásával lehet folytatni.

- A sajtolást végző vállalatnak saját alkalmazásában lévő megfelelő tapasztalattal és/vagy végzettséggel rendelkező szakemberrel/szakemberekkel kell rendelkeznie, aki/akik minden műszaki kérdésben releváns, naprakész beszámolót tud/tudnak nyújtani a tevékenységről, igény esetén számításokkal is alátámasztva.

4.3.2.2. Érintett építmények és környezetük állapotfelmérése

A kivitelezőnek figyelemmel kell lennie az általa alkalmazandó technológiáknak a környező építményekre gyakorolt hatására mind állékonysági, mind használati határállapotok szempontjából. Ezeket a hatásokat a kockázatértékelési terv már kell hogy tartalmazza. Az állapotfelmérés tényét és szükségességét a kiviteli tervnek tartalmaznia kell. A kockázatértékelési terv szerint kerül sor csak az építmények és kapcsolódó környezetük (homlokzatok külső felületek, az építési helyszínhez hozzátartozó utak burkolatainak, környező növényzet, illetve ha szükséges, akkor belső, részletesebb állapotfelmérésre is.

A kivitelezés előtt és után a kitakarás nélkül létesített közmű nyomvonalának meghatározott sávjában az érintett közútról és építményekről magasságmérést kell végezni a Mérnökkel egyeztetett mérési program szerint.

4.3.3. A kivitelező felelőssége

4.3.3.1. Felelősségbiztosítás

A tárgyi előírás hatáskörébe tartozó kivitelezési munkát csak olyan vállalkozó végezhet, aki rendelkezik az adott projektre is érvényes felelősségbiztosítással kiegészített építési-szerelési biztosítással. Az ennek meglétét igazoló dokumentumokat a vállalkozónak át kell adnia a beruházónak a munkaterület átadása előtt.

4.3.3.2. Biztonságtechnika

A kitakarás nélküli módszerrel kivitelezett projektekhez tartozó technológiai utasításban leírt munkafolyamatokhoz kapcsolódó minimális munkavédelmi követelményeket az adott projektre készített biztonsági és egészségvédelmi terv tartalmazza. A tervben leírtak és a munkavégzéssel kapcsolatos törvények, rendeletek betartása kötelező.

A csőrakatban történő személyzet alkalmazásának előfeltételei: A jelzett tevékenységeknél a fenti, egészséget nem veszélyeztető és biztonságos munkavédelmi sarokszabályok megtartása mellett, kötelezően alkalmazni szükséges az MSZ-09-57.0033 Munkavédelem. Veszélyes berendezésekben beszállással végzett munkák biztonságtechnikai követelményei szabványt.

Beszállással végzett munkák általános követelményei: Az indító- és fogadóaknában, sajtolási munkatérben, a vágóélpajzsban és fúrópajzsban munkavégzés csak beszállási engedéllyel végezhető.

- Előkészítés: A veszélyes berendezést a beszállással végzett munka megkezdése előtt – a feladat biztonságos ellátásához szükséges mértékben – elő kell készíteni.

Az előkészítésre írásos utasítást kell kidolgozni, vagy a konkrét követelményeket a beszállási engedélyben kell meghatározni.

Ha előkészítés közben egészségre ártalmas, tűz- és robbanásveszélyes, gázok, gőzök, ködök vagy porok áramolhatnak ki a veszélyes berendezésből, akkor a tevékenységet csak a berendezés környezetében szükséges biztonsági intézkedések (egyéni és kollektív védőeszközök biztosítása, terület lezárása, semlegesítés stb.) megtétele után szabad megkezdni.

Az előkészítési tevékenység során meg kell határozni a veszélynek megfelelő védőöltözetet, légzésvédő készüléket, éghető gázok esetén a robbanásbiztos felszerelést és szerszámokat.

A mérgező, vagy éghető gázokat a veszélyes berendezésből el kell távolítani.

A berendezés hőmérséklete 5–45 °C között legyen, amelyet szükség esetén hűtéssel, illetve fűtéssel kell biztosítani.

- **Leválasztás:** Beszállással végzett munka előtt a veszélyes berendezésnek más veszélyes berendezéssel, csővezetékkel való kapcsolatát úgy kell megszüntetni (leválasztani), hogy a berendezésbe veszélyes anyag ne juthasson.
- **Légtérelvezetés:** A veszélyes koncentrációjú, egészségre ártalmas gázok, gőzök, ködök, porok, valamint fulladást okozó oxigénhiány esetében az előkészítés után a veszélyes berendezés belső légtérének légtérelvezetését el kell végezni, és csak ennek alapján szabad a beszállási tevékenységet megkezdeni.

A légtérelvezetést a legnagyobb megengedhető szennyezettség figyelembevételével kell végezni.

Ha a mért gázkoncentráció a megengedett értéknél kisebb és egyértelmű, hogy a szennyezettség a munka végzése során nem változhat, akkor elégséges a munka megkezdése előtt mérni. Ha a munkát folyamatosan végzik (pl.: egyműszakos munkarend mellett több napon át), akkor a mérést a tevékenység újrakezdésekor minden esetben meg kell ismételni.

Ha a mért gázkoncentráció a megengedett értéknél kisebb, de a szennyezettség a munkavégzés során dúsulhat, akkor ennek függvényében a méréseket a munkavégzés során meg kell ismételni.

A mérési eredményeket a beszállási engedély munkát végzők példányára a mérés időpontjának megjelölésével rá kell vezetni, és a mérést végző aláírásával kell ellátni. Ha folyamatosan működő (akár folyamatosan, akár szakaszosan mintát vevő), automatikusan vészjelzést adó műszerrel ellenőrizzük a munkaterületet, akkor az eredmények munkavégzési engedélyre történő feljegyzését nem kell elvégezni.

Amennyiben oxigénhiány léphet fel, úgy a beszállással végzett munka megkezdése előtt a veszélyes berendezés légtérének oxigéntartalmát ellenőrizni kell. Ha az oxigénkoncentráció 17,00 tf% alá csökkenhet, akkor a légtér folyamatos ellenőrzéséről gondoskodni kell.

Ha a berendezés légtérében jelenlévő, felszabaduló, keletkező vagy beszivárgó gázok, gőzök, ködök éghetőek, akkor a tényleges gázkoncentrációt vagy a gáz alsó robbanási határát (ARH), százalékban megadott koncentrációját mérni kell.

Az ARH 5 százalékáig szennyezett légtérben, ha egyértelmű, hogy munkavégzés során ez nem változhat, akkor tűzveszélyes munka végezhető.

Az ARH 5–10 százalékában szennyezett légtérben tűzveszélyes munka (nyílt láng, szikraképződést eredményező munkaeszközök használata) nem végezhető.

Az ARH 10–20 százalékában szennyezett légtérben csak vizsgálat, tisztítás céljából engedélyezhető beszállás.

ARH 20% felett semmilyen munka nem engedélyezhető.

A szennyezőanyagok és az oxigénkoncentráció méréséhez csak hitelesített, vagy pontosított műszereket szabad alkalmazni.

A koncentrációméréseket nem helyettesíthetik a munkát végzők által használt felügyeleti jelzőriasztó, folyamatosan működő műszerek.

- **Beszállással végzett munkák engedélyezése:** Veszélyes berendezésbe beszállni, annak működtetését, tisztítását, karbantartását, javítását vagy átalakítását elkezdni csak a rendeltetésszerűen azt használó szervezeti egység vezetője vagy megbízottja által kiadott engedély alapján, a munka irányításával és állandó ellenőrzésével megbízott vezető vagy e munkára vezetői jogkörrel felruházott személy jelenlétében szabad.

Az engedélyt két példányban kell elkészíteni. Az eredeti példányt a munkavégzés helyszínén kell tartani, a munka befejezése után érvényteleníteni kell, és az engedélyezőnél maradó példányt egy évig meg kell őrizni.

A kitakarás nélküli technológia során alkalmazott berendezésekhez kötelezően rendelkezésre bocsátott használati útmutatóban megfogalmazott általános működtetési és biztonsági szabályok betartása minden esetben kötelező.

4.3.3.3. Környezetvédelem

- A karbonlábnyom csökkentése érdekében javasolt alkalmazni a MSZ EN ISO 50 001 szabvány szerinti energiagazdálkodási irányítási rendszert vagy ezzel megegyező eljárást.
- A környezeti károk megelőzése a vészhelyzeti tervben meg kell jelenjen.
- A környezettudatos munkavégzés érdekében a MSZ EN ISO 14 001 szabvány szerinti környezetközpontú irányítási rendszert vagy ezzel megegyező eljárást javasolt alkalmazni.
- Amennyiben a terület átadás-átvétele során megállapítást nyer, hogy a munkaterület hulladékkal terhelt, úgy azon terület munkavégzés céljára nem átvehető.
- Fúrófolyadékkal kapcsolatban kiemelt szempont, hogy környezetre káros kemikáliákat nem tartalmazhat.
- A bentonit maradékainak kezelése és ártalmatlanítása a 2012. évi CLXXXV. törvény, a 225/2015. (VIII. 7.) kormányrendelet, a 72/2013. (VIII. 27.) VM rendelet és a 2000. évi XXV. törvény¹ előírásai és útmutatásai szerint történjen.
- Kármentő anyagok és eszközök helyszínen tartása a fúrási folyamatok elengedhetetlen része.
- A folyamat során, amennyiben kiszoruló föld keletkezik, azt csak a munkafolyamattal érintett helyrajzszámra deponálható. Ha és amennyiben a deponálás így nem megoldható, úgy az érintett terület tulajdonosa írásos hozzájárulása mellett végezhető el az ideiglenes deponálás.

A munkagépek olajcseréjét csak szervizben lehet elvégezni. A környezeti károk megelőzése érdekében biológiailag lebomló hidraulika- és kenőolajok alkalmazása javasolt.

1 2000. évi XXV. törvény a kémiai biztonságról VI. fejezet *a kockázat kezelése. Egészségvédelem, munkavédelem, környezetvédelem* 20. § (7) bekezdés: *A fel nem használt és nem hasznosítható veszélyes anyagok, illetőleg veszélyes keverékek biztonságos kezeléséről a tevékenységet végző gondoskodik, és az erre vonatkozó dokumentációt az ellenőrzést végző hatóság részére – felhívására – rendelkezésre bocsátja.*

5. KITAKARÁS NÉLKÜLI HAZAI ELJÁRÁSOK RÉSZLETES ISMERTETÉSE

5.1. Talajkiszorító kalapács (Pneumatikus földfúró rakéta) (6.2.2.2)

5.1.1. Technológiai áttekintés

A földfúró rakéta egy pneumatikusan működő talajkiszorító technológia. A gépezet alapját a behúzendő vezeték előtt haladó talajkiszorító kalapács képezi, amelyet üténergia segítségével vezetnek a földbe. Egy indítógödörből a gépet egy állványra helyezve célzóoptika segítségével irányítják az érkezési pont felé. A készülék belsejében egy sűrített levegővel működtetett dugattyú biztosítja az előrehaladást. A munkaterületen levő kompresszor körülbelül 6–7 bar üzemi nyomással hajtja a földrakétát. A fák károsodásának elkerülése érdekében a földrakéták sima fejjel is használhatók. A munkafolyamat során a rakéta előrehaladásával a furatba védőcsövet húznak, amely egy lehetősége a feltárás nélküli csőfektetésnek.

A „rakétázás” során talaj kitermelése nélkül készíthető járat a felszín alatt. A terepdeformáció elkerülésének érdekében minden átmérőhöz tartozik egy minimálisan fúrható mélység:

$$z_{\min} = \varnothing \cdot 10$$

$z_{\min}$ – minimális fúrási mélység, mm,

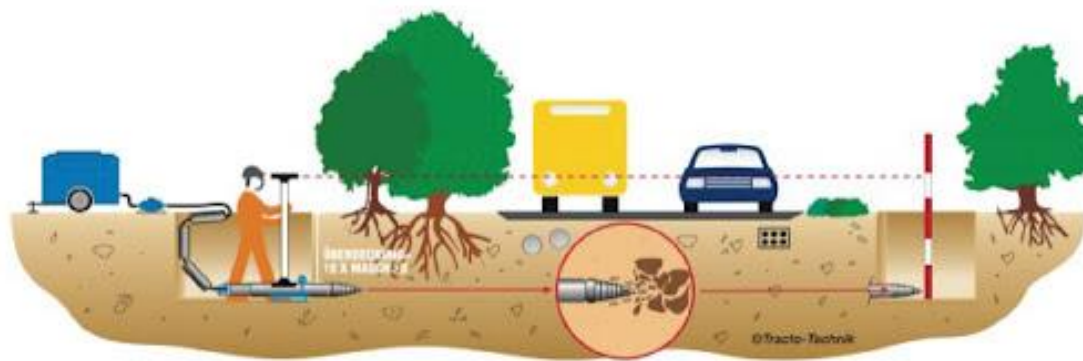
$\varnothing$ – csőátmérő, mm.

Amennyiben a minimumértéknél kisebb mélységben végzik a fúrást, nagy az esély a felszíni talajréteg felemelkedésére. Az eljárás lehetővé teszi a csövek fektetését legfeljebb 50 m hosszúságban, 65–180 mm átmérővel. Az ajánlott maximális hosszúság 20–25 m. A legnagyobb elérhető furatátmérő 200 mm, ellenben a tapasztalati úton kapott 8 százalékos járatzsugorodás miatt legfeljebb 160 milliméteres csőátmérő húzható a járatba. A minimális járatátmérő 45 mm, amelybe 32 milliméteres KPE-cső húzható.

A talajkiszorítás megfelelően tömöríthető talajtípusban végezhető el. A spektrum igen széles, azonban nagyon köves, kavicsos és nagy víztartalmú talajban rakéta nem alkalmazható.

A fúráshoz szükséges egy indító- és egy fogadógödör. A két főből álló személyzet egyik tagjának az indítógödörben a rakéta mellett helyet kell biztosítani. Az indítógödör fúrással megegyező irányú minimális hossza 220 cm, míg befoglaló szélessége legalább 100 cm. A fogadógödör hossza 150 cm, szélessége 100 cm. Az indítás a gödör legaljából történik.

A pneumatikus földkiszorító rakéta aktív irányítása – a HDD-fúrással ellentétben – nem lehetséges. Míg az irányított fúrás esetében a tér három dimenziójában képesek vagyunk befolyásolni a járat kialakulásának irányát, addig a rakétánál ez csak két dimenzióban lehetséges. Az indulási és végpont közötti egyenest képezve alakul ki a végleges járat, melyeknek magassági szintjei eltérhetnek. A fúrás kezdetekor megválasztott horizontális és vertikális irány utólagosan nem módosítható, így használata nagy odafigyelést igényel. Ha a már irányba állított földrakétát akadályok blokkolják a talajban, akkor vissza kell téríteni a kiindulási gödörbe. Az eljárás különösen alkalmas rövid keresztvezésekre közlekedési utak esetében, mivel a forgalmat nem zavarja.



5.1. ábra – Földfúró rakéta sematikus ábrája



5.2. ábra – Indítás munkagödörből

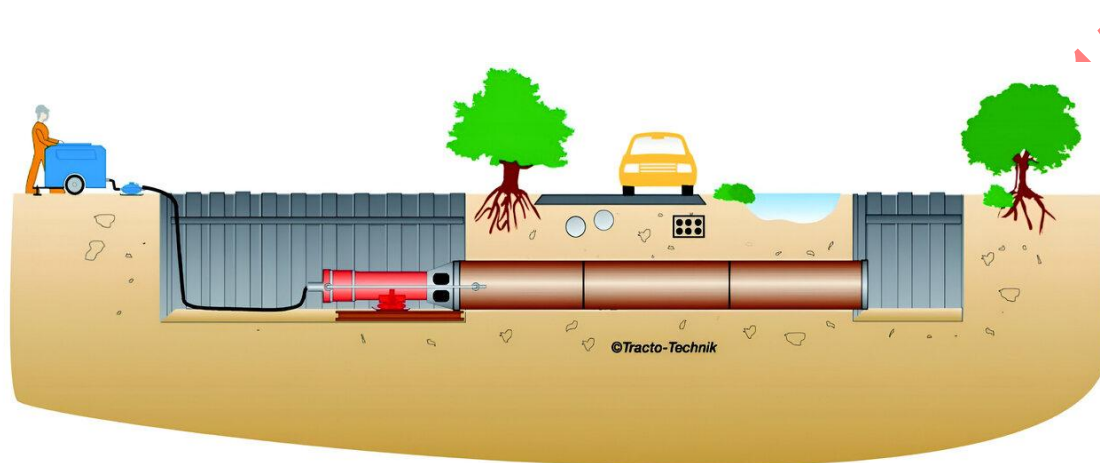
5.2. Vízszintes döngölt/sajtolt eljárás, nyitott csővel (Verőkos-technológia) (6.2.2.3.1)

5.2.1. Technológiai áttekintés

Ez a felszínbontás nélküli közműépítéshez tartozó eljárás, melynek során az elhelyezendő acélcsövet speciális csőbeverő berendezéssel (kossal) ütik át a keresztezendő létesítmény (út, vasút, vízfolyás stb.) alatt.

Egy pneumatikus meghajtású verőkos az acélcső végére megfelelő adapterekkel van csatlakoztatva. A Grundrom-ot (speciális verőkos) sűrített levegő hajtja, nem szükséges hozzá fix alátámasztás, a beverendő cső végéhez hevederek rögzítik. Az első cső peremére vágósaru szerelhető, melylyel a haszoncső védhető, maga a verőegység a csőhöz verőkúppal, verőszegmenssel, nem kényszerkapcsolattal csatlakozik. Az acélcső nyitott az elején és megerősítéssel vagy vágósarokkal van ellátva a deformációk elkerülése érdekében. A verőkos segítségével az acélcsövet a földbe ütjük, amivel együtt a föld bejut a csőbe. Ennek következtében nem történik talajkiszorítás. Az első csőtag sajtolása után a kossat leszerelik és a következő csődarabot hozzáhegesztik a bevert csőhöz, majd ehhez rögzítik vissza a kossat és folytatják a cső beverését. Ezt a folyamatot addig ismétlik újra és újra, amíg eléri a kívánt csőhosszt. A következő lépés a csőben lévő talaj eltávolítása, ami szintén sűrített levegővel, vagy vízóblítással egyszerűen megoldható. Ezt követően egy speciális szivacs-golyó vezetékben belüli átnyomásával, „görényezésével” kitisztítják a járatot.

Ahol a talajkiszorításos módszer a talajkörnyezet vagy a kívánt átmérő miatt nem alkalmazható, ott megoldást nyújt a verőkosos acélcsősajtolás. A 200 milliméteres átmérőtől egészen 3–4000 milliméteres átmérőig alkalmazható. Behajtási hossz az átmérőtől és a talajtípustól függően akár 100 méterig elérhető. Figyelembe kell venni alkalmazásánál, hogy a csőakat haladása nem kormányozható, így az esetleges szelvénybe eső akadályok szint- és iránytartásra kifejtett eltérítő hatása nem korrigálható! A verőkosos eljárás az e-UT 06.02.11 útügyi műszaki előírás 4.6. táblázata szerinti 1–5. fejtési osztályokban, és bizonyos mértékig a 6. fejtési osztályban is alkalmazható. A behajtás az indítógödörben kezdődik, és fogadógödörben ér véget. Támfal létesítése abban az esetben nem szükséges, amennyiben a gödör alja párhuzamos a fúrás tengelyével.



5.3. ábra – Verőkos (Sematikus ábra)

5.3. Vízszintes sajtoló fúrési eljárás (6.2.2.3.2)

5.3.1. Acélcsősajtolás

A sajtolási technológia bizonytalanságából adódóan csak kisebb átmérő és átvezetési hossz esetén alkalmazható.

Az eljárás során vágóélel előkészített csövet sajtolnak be a termett talajba csősajtoló gép alkalmazásával. A csőben lévő földdugót a belső átmérőjével azonos méretű talajjövőestő spirál fejtí és szálíltja az indítóaknába. A talajvizsgálati jelentés vagy geotechnikai tervezési beszámoló/terv alapján kerül megválasztásra a fúrófej és a vágóél. A kivitelezés során szükséges sajtolási tolóerő a vágóél nélküli csövet összehorpasztaná, ezért a csövet vágóélel kell ellátni. A csőállékonyság mellett az így kiképzett vágóél a túlvágás következtében a sajtolás közben fellépő felületi súrlódási erőt csökkenti. Védőcső nélküli fúrás szigorúan tilos!

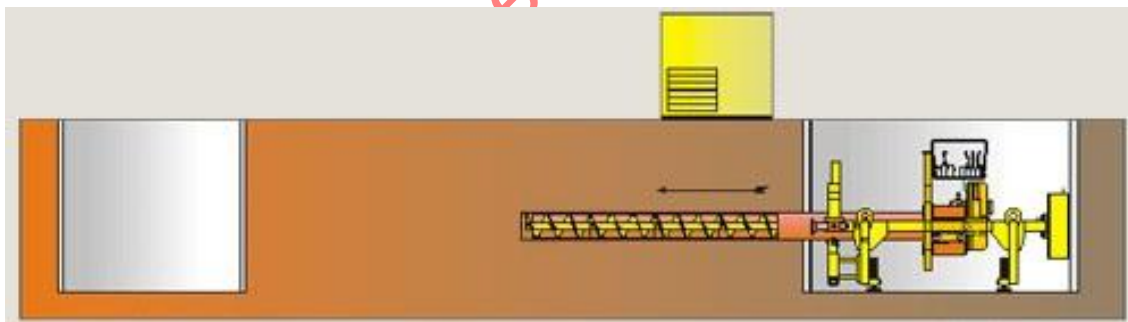
A technológia alkalmazásához indító- és fogadóakna építése szükséges. Az aknákat dúcolattal kell ellátni. A kivitelezéshez szükséges sajtolóerőt az indítóakna hátfalának kell átadni és eloszlatni. Az indítóakna hátfalának dúcolatát úgy kell kialakítani, hogy az a sajtolóerő felvételére megfeleljen.

Alkalmazhatóság: Az acélcsősajtolás sem vertikálisan, sem horizontálisan nem irányítható, így ez az építéstechnológia az alábbi esetekben alkalmazható:

- acél anyagú csövek,
- egyvágányú vasúti pálya alatt,
- 1×1 sávos közút alatt,
- nyomott vezetékek, elektromos védőcsövek,
- mérethatárok: 110–219 mm.

Technológiai, kivitelezési követelmények:

- sajtolást kizárólag gyártmányberendezéssel lehet végezni, melyet sajtolásra és nem csigás védőcső nélküli fúrásra gyártottak,
- a sajtológép tolási energiája nem helyettesíthető. A sajtológép forgatási energiáját hidraulikus motornak kell biztosítani, villanymotor nem alkalmazható,
- talajvízszint alatt ez a technológia nem alkalmazható,
- megfelelően végzett talajvízszint-süllyesztés mellett (pl. a talaj nem folyósodik, talajszemcséket nem szállít), illetve ha a megrendelő, beruházó, Mérnök jóváhagyja, a sajtolás elvégezhető,
- előfúrás nem megengedett, a sajtoló csőben föld dugót kell hagyni, melyet a fúrás kezdetekor a fúrási jegyzőkönyvben dokumentálni szükséges. Csőillesztésnél minden illesztett cső-, illetve talajjövészti spirál hosszát fel kell tüntetni a sajtolási jegyzőkönyvbe. Amennyiben ezt a munka közben a kivitelező nem tudja bemutatni akkor a munkát a beruházó, megrendelő és a Mérnök leállítani köteles. Az addig elvégzett furatot meg kell vizsgálni és az eredmények tükrében eldönthető a sajtolás folytatásának engedélyezése,
- a csövet kizárólag központosan, a sajtológép nyomógyűrűjével engedélyezett előtolni,
- sajtolást folyamatos üzemben kell végezni, a sajtolóberendezésnek a forgatónyomatékokat és a fúrási tolóerőt folyamatosan mutatnia kell és az értékeket jegyzőkönyvben kell dokumentálni sajtolás közben. Amennyiben ezek az adatok nem biztosíthatók, akkor a sajtolás nem kezdhető meg, illetve, ha ez a kivitelezés közben derül ki, akkor a sajtolást meg kell állítani,
- talajréteg-változás esetében a sajtolást fel kell függeszteni és csak a megrendelő, beruházó és a mérnök együttes jóváhagyásával lehet folytatni. Nagymértékű nyomásnövekedés esetén a munkát azonnal abba kell hagyni, a sajtolást fel kell függeszteni és csak a megrendelő, a beruházó és a Mérnök együttes jóváhagyásával lehet folytatni,
- sajtolást kizárólagosan csősajtoló vizsgálóval rendelkező gépkezelő végezhet.



5.4. ábra – Acélcsősajtolási technológia vázlata

5.3.2. Kőzetfúrás acélbéléscsővel

Magyarországon találhatók olyan tájegységek, melyeknél már 0,5 cm mélységben repedezett sziklás vagy élő sziklás talajkörnyezet található. Ezeken a helyszíneken speciális, erre a célra gyártott cél-sajtolóberendezésekkel, illetve sziklasajtolásra alkalmas vídiás fúrófejekkel valósítható meg a kivitelezés. Az ilyen talajszerkezetekben az indító-, illetve fogadóakna kialakítása is többletköltséget jelenthet, viszont talajállékonyságtól függően a munkatér-határolás részben vagy teljesen elhagyható. A sajtolás során acélcső kerül beépítésre technológiai okok miatt. Repedezett, illetve élő sziklában történő sajtolás esetén az átmérő és a sajtolási hossz is növelhető. Alkalmazható 159–1200 mm átmérőig.

A fúrófejet cserélhető betétes vídiákkal gyártják le. A talaj jövésztesét ugyanúgy spirálokkal végzik, mint a hagyományos sajtolásoknál. A vágóélet a talajszerkezet alapján meg kell erősíteni, továbbá

az acélcső falvastagságát is növelni kell. A fúrófej irányítása az első fúrócső billentésével történik. A fúrési irány ellenőrzése történet digitálisan vagy lézeresen, illetve slagvízmérték alkalmazásával.

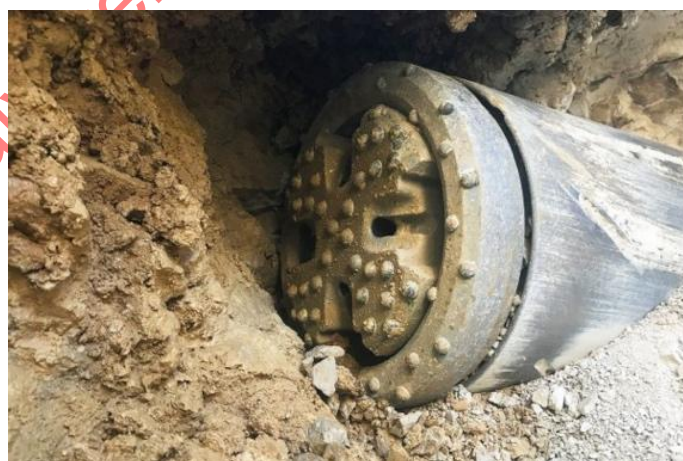


5.5. ábra – Kőzetfúrás acél béléscsővel

5.3.3. Kőzetfúrás fúrókalapáccsal

A fúrófejbe egy verőkalapács van beépítve, mely sűrített levegő segítségével mozgásba kerül és a maga előtt lévő talajkörnyezetet szétveri. A fejtett anyag kijuttatását ugyanúgy spirálok végzik. A fúrófej irányítása az indítóaknába telepített sajtolóberendezés pozicionálásával történik. Az alkalmazott acélcső falának vastagabbnak kell lennie az átlagosnál, mivel a fúrókalapács a csőillesztést követően elkészült hegesztéseket eltörheti. Alkalmazható 159–1200 mm átmérőig.

A sajtolóberendezés mellett egy nagyteljesítményű kompresszort is üzemeltetni kell.



5.6. ábra – Kőzetfúrás fúrókalapáccsal

5.4. Microtunneling és EPB-eljárások (6.2.3.1)

5.4.1. A technológia általános ismertetése

A microtunneling eljárás lényege, hogy a művelet során a fektetendő csöveket az indítóaknából sajtolják a fogadóakna irányába, az előbbiben elhelyezett hidraulikus sajtók segítségével. A csövek előtt egy alagútfúró berendezés halad, amely a fejtett talajt különböző módszerekkel továbbítja a felszínre.

Az előrehaladás során mind a függőleges, mind a vízszintes irány változtatható, tehát mindkét dimenzióban íves vonalvezetés is megvalósítható.

A technológia 250-től 3000 milliméterig terjedő átmérőjű csővezetékek kitakarás nélküli fektetését teszi lehetővé tetszőleges geológiai körülmények között.

A hidraulikus sajtók a háttámszerkezetre támaszkodva erőt fejtenek ki, melyet a nyomógyűrű felvesz, szétoszt és átad az előre haladó csőrakatnak.

A műveletsorban először a pajzsot beemelik, ezután a sajtolóhengerek lépnek működésbe. A pajzs előrehaladása során a beépített vágófej forogni kezd, ez végzi a földfejtést. Amikor a sajtolóhengerek eléri a maximális lökeshosszukat, az előrehaladás megáll, a hengereket visszahúzzák, majd behelyezik a fektetendő csővezeték egy elemét és a hengerek újra működésbe lépnek. A földfejtés és a földkiemelés a fúrópajzs előrehaladásával egy időben folyik. A folyamatot mindaddig ismétlik amíg a fúrópajzs el nem éri a fogadóaknát.

5.4.2. A technológia lényeges elemei

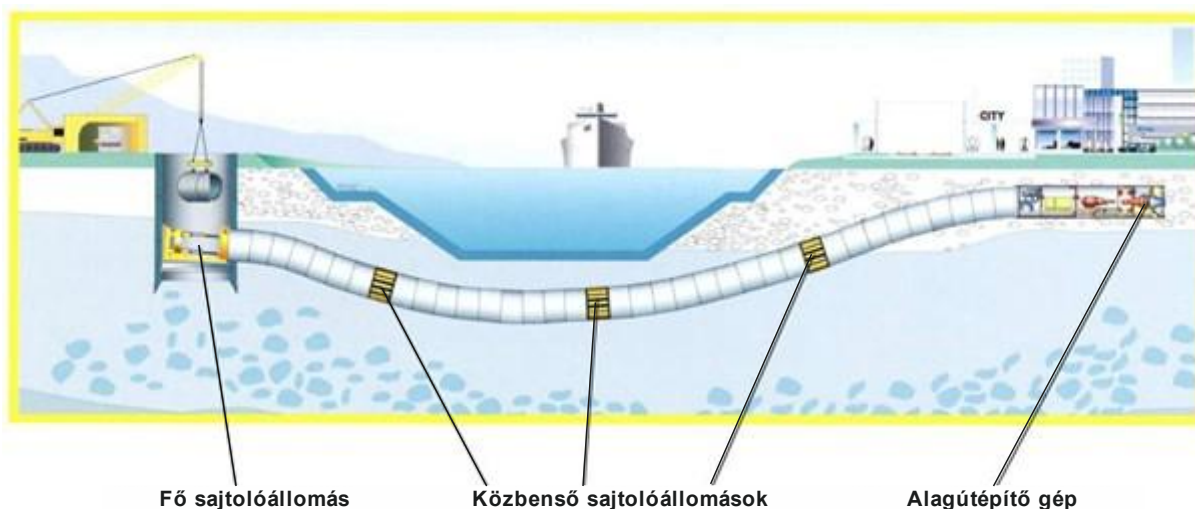
5.4.2.1. A sajtolókeret elhelyezése az indítóaknában

A keret vezetőpályaként szolgál a nyomógyűrűhöz, a hátsó részén lévő háttámlap úgy van kialakítva, hogy eloszlassa a terhelést az aknafalon. Hidraulikus hengerek segítségével lehet beállítani a keret lejtését az alagút kívánt lejtéséhez. A sajtolókeret beállításának pontosítása után a keret hátfallemaze és az aknafal közötti űrt gyorsan kötő betonnal kell kitölteni, mellyel biztosítható a fellépő tolóerők optimális felvétele.

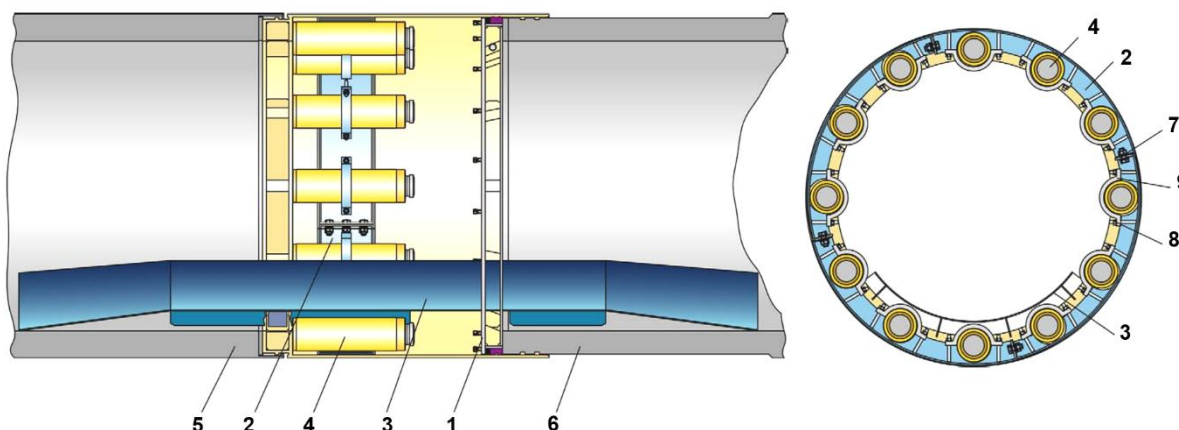
5.4.2.2. Közbenső állomások

Nagy távolságú átsajtolásnál közbenső sajtolóállomásokat használnak. Így a betolási ellenállást eredményező köpenysúrlódás megoszlik az egyes állomások között, ezáltal nem lépjük túl a csőre megengedett sajtolóerőt.

Az eljárási elv következtében soha nem mozog egyszerre az egész csőrakat, hanem mindig csak szakaszonként tolódik előre. Ennek következménye és előnye az, hogy a hajtóerők megoszlanak, így a csőanyag maximális engedélyezett terhelését nem haladjuk meg, és nagyobb szakaszt lehet megtenni. Hátránya, hogy az egyes részzszakaszok előre juttatása több időt vesz igénybe.



5.7. ábra – Közbenső sajtolóállomások elve



5.8. ábra – A közbenső sajtolóállomás felépítése; 1 – Tömítéstartó gyűrű, 2 – Hengertartó gyűrű a közbenső állomási köpenyben, 3 – Túlhaladást gátló szerkezet, 4 – Sajtoló hidraulikus henger, 5 – Köpenyes közbenső állomási cső, 6 – „Esztergált” közbenső állomási cső, 7 – Munkahenger tartószerkezete, 8 – Munkahenger-lefogató bilincs anyával, 9 – Tartóbilincs

5.4.2.3. Bentonitkenés

A csőfal és a talaj között súrlódási erők keletkeznek, melyeknek maximumát a sajtolóberendezés kapacitása és a cső maximálisan megengedhető terhelése alapvetően meghatároz és korlátoz is egyben. A bentonit kenőrendszer munkaterületének kialakítása az 5.9. ábrán látható.

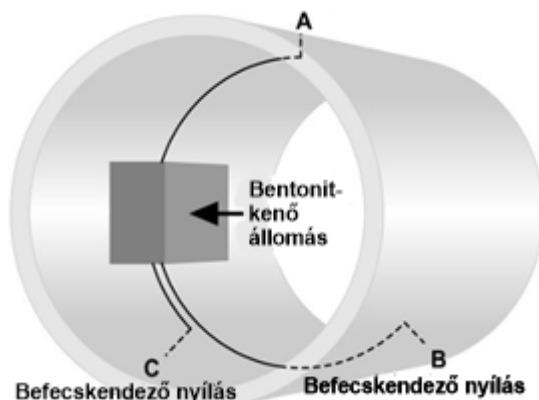
A súrlódás csökkentése érdekében a csővezeték folyamatosan kenni kell. A bentonitsuszpenzió kenőanyagként szolgál a sajtolás folyamatában.

A bentonitsuszpenziót a munkaterületen egy bentonitkeverő egységben keverik össze és egy bentonitszivattyú segítségével tömlőkön keresztül az alagútba nyomják. A kenőcsövekben lévő befecskendező fúvókákon keresztül a kenőanyagot a gyűrűs részbe nyomják.

A vasbeton csövek egy része golyósszeleppel ellátott bentonitkenő csövekkel vannak ellátva, melyek a bentonitellátó vezetékekhez csatlakoznak.

A vezérlőpanelről érkező elektromos jel aktiválja a szelepeket, hogy a bentonitsuszpenzió a kiválasztott fúvókához áramolhasson, de a szelepek vezérlése történhet manuálisan is. A suszpenzió a gyűrűstérbe áramlik. Ott a bentonit kenőfilmet képez a csövek körül, továbbá a gyűrűhézag körüli talajt stabilizálja. Ezáltal a gyűrű nem tud összeomlani, ami megakadályozná a súrlódási erők növekedését a csövek és a környező talaj között. Ezenkívül a kenőfilm csökkenti a csövek súrlódását is.

A nagy sajtolási hosszak elérésének feltétele a kenési helyek optimalizálása. 150 fm sajtolási hossz felett célszerű minden ötödik csőnek kenőcsövet kalkulálni és beépíteni, ezzel csökkentve az alkalmazott sajtológép terhelését is.



5.9. ábra – Betoncső bentonitkenő csomakkal



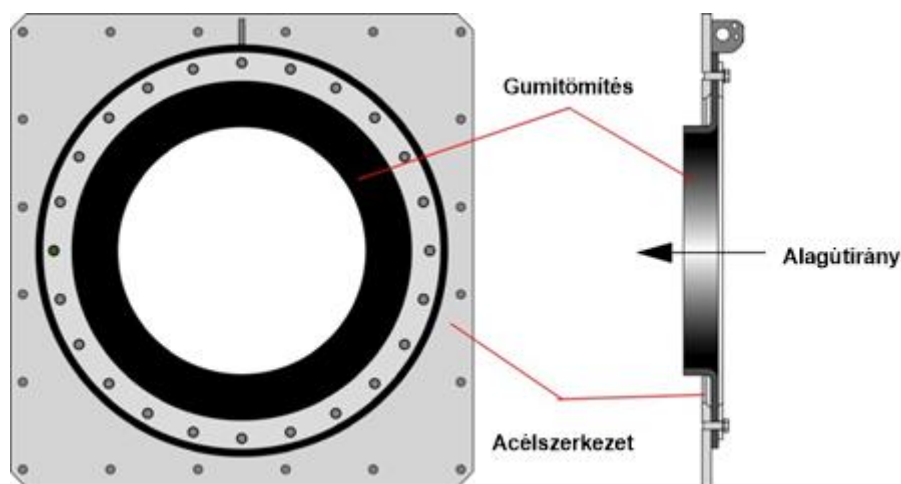
5.10. ábra – Bentonitkenő rendszer kialakítása

5.4.2.4. Kilépő tömítés

A vágófej által létrehozott túlmetszés miatt az akna falában olyan nyílás keletkezik, amelynek átmérője nagyobb, mint az alagútűrógép és a mögötte levő vasbeton csövek külső átmérője. A kettő közötti hézagon keresztül a talajvíz, esetleg zagy vagy a bentonitszuszpénzió beszívároghat az aknába.

Ezen a gyűrűn keresztül a talajvíz bejuthat az aknába, különösen az alagútépítés megkezdésekor, eláraszthatja azt. Ennek elkerülése érdekében a kilépést vízzáróan tömíteni kell.

Az elzárás pl. gumigyűrűvel ellátott acél tömítőelemmel történik. Mielőtt a gép elkezdene az alagút-fúrást, a kilépő falra kell a tömítő elemet felszerelni, a kilépő nyíláshoz képest központosan. A gumitömítés nyílásának eredeti átmérője kisebb, mint a sajtoló csövek külső átmérője. Így az áthajtás során garantált, hogy a gumitömítés a külső csőfalat szorosan körülveszi és a gyűrűhézagot a beszívargó talajvíz ellen az aknához lezárja. A fúrópajzs betolása után a cső ürszelvényébe eső szád-falak felhúzóhatók.



5.11. ábra – Kilépőfal-tömítő elem

5.4.2.5. A sajtolás irányítása

A sajtolás irányítása a sajtolandó hossz függvényében az alábbiak szerint történhet:

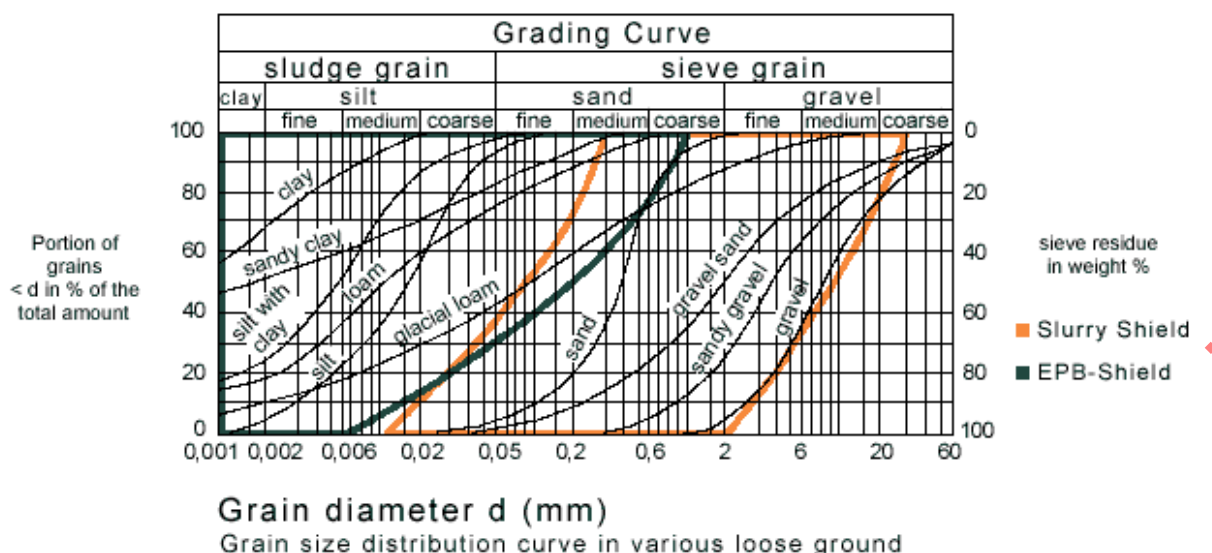
- 0–200 m között: a sajtolóberendezés a pajzs pozícióját a kilépő tömítésen a cső felett elhelyezett mérőkerék, a sajtolókeret mögött elhelyezett és beállított ipari lézer és a sajtoló fejben elhelyezett digitális lézercéltábla segítségével rögzíti.
- 200 m felett: a sajtolóberendezés a pajzs pozícióját a kilépő tömítésen a cső felett elhelyezett mérőkerék, a sajtolókeret mögött elhelyezett és beállított ipari lézer és a sajtolófejben elhelyezett digitális lézercéltábla, valamint a rendszerbe beépített nagy érzékenységű digitális slagvízmérték segítségével rögzíti.
- 400 m felett: a sajtolóberendezés a pajzs pozícióját a kilépő tömítésen a cső felett elhelyezett mérőkerék, a sajtolófejben elhelyezett giroszkóp, valamint a rendszerbe beépített nagy érzékenységű vízmérték segítségével rögzíti.

A technológia lehetőséget biztosít íves sajtolások elvégzésére is, ez esetben mindenképpen a 400 m feletti sajtoláshoz szükséges mérő eszközök használata szükséges. A giroszkóppal történő sajtolás során a pajzs pozícióját ~60 méterenként hagyományos geodéziai módszerekkel be kell mérni, a vezérlő számítógépben a koordinátákat és a magasságot ellenőrizni kell, szükség esetén kormányzási korrekciót kell megadni.

5.4.3. Zárt pajzsos technológia kiválasztása

Főleg a talaj szemmegoszlását és a vízáteresztő képességét kell figyelembe venni.

Szemcsés talaj esetében az EPB nem túl ideális megoldás, de kötött és nehezen, vagy egyáltalán nem szeparálható talaj esetében előnyösen alkalmazható. (Legfeljebb folyós homoknál lehet még alkalmazni, de már homoknál nem alkalmazható a szállítószalag miatt.) Ezen kívül még sok tényező – ilyen a munkahely helyi adottsága is – befolyásolhatja az alkalmazandó technológia kiválasztását. A sziklás vagy azzal egyenértékű geológiai környezetben görgösvésőkkel (diszkekkel) szerelt fúró-pajzs alkalmazása javasolt, melynek lehetősége 80–3000 mm átmérőtartományban biztosított.



5.12. ábra – Pajzsos technológiák a talajok szemmegoszlásának függvényében

5.4.4. Microtunneling öblítőszállítással (6.2.3.1.3)

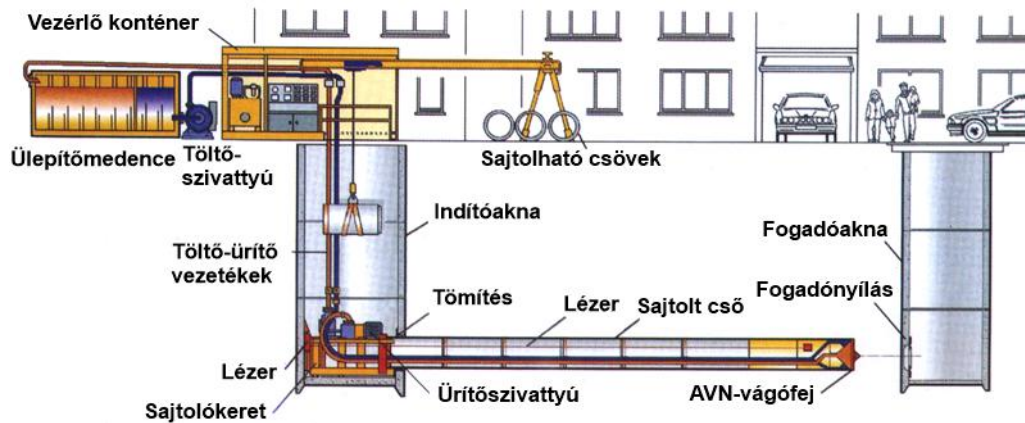
A fejtett talaj felszínre való juttatása ennél a technológiánál hidraulikus úton, csővezetékben történik. A talajjal kevert zagyot az erre a célra telepített berendezésben szétválasztják. A sajtolás bármilyen talajosztályban elvégezhető, csak a vágófejet kell a talajviszonyoknak megfelelően kiválasztani.

5.4.4.1. Vezérlő konténer

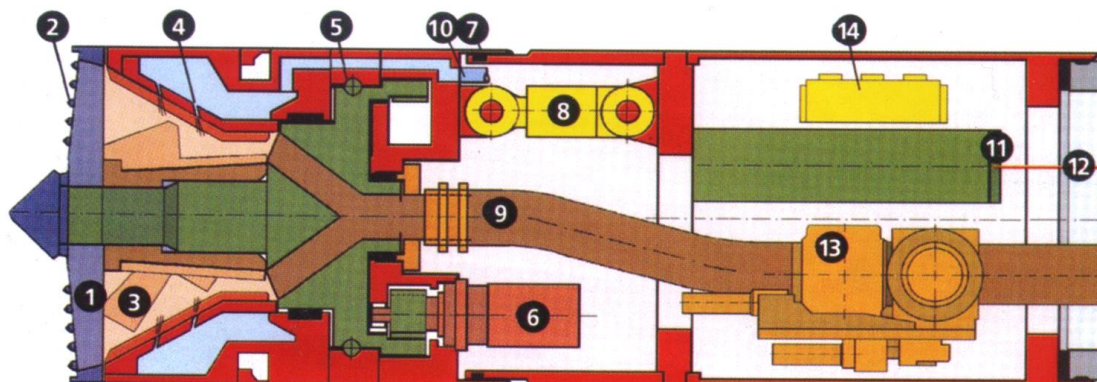
A sajtolási munka kellőképpen pontos kivitelezése érdekében az alagútúrógépeket vezérlő és ellenőrző egységgel szerelik fel. A vezérlőkonténerben van elhelyezve a vezérlőpanel és a hidraulikus ellátóegység, a zagyszállítás vezérlése, valamint az erőátviteli berendezések. Az alagútúrógép kormányzásához szükség van helyzetének meghatározására. A gépbe épített irányító rendszer bármely irányítási mód mellett folyamatosan adatot szolgáltat a vágófej helyzetéről, szükség esetén a vágófejben lévő kormányhengerekkel, fokozatos ívekkel korrigálható az eltérés.

5.4.4.2. Ülepítőkonténer és a szeparáció használata

A fejtett talaj felszínre juttatásához használt víz összekeveredik az aprítótérbe kerülő talajjal. A zagykeverék az iszapvezetéken keresztül az ülepítő konténerbe kerül, ahonnan a megtisztított vizet újra visszavezetik. A vágófej haladási sebessége függ a kitermelt talaj mennyiségétől, tehát lényeges, hogy a talajjal kevert szuszpenziót minél tökéletesebben meg lehessen tisztítani. Az ülepítőtartályhoz csatlakoztatott szeparátor a zagy szilárd részecskéktől való nagymértékű tisztítását teszi lehetővé. Az iszapvezetéken érkező szuszpenzió először a szeparátorban lévő szitára kerül, ami az 5 milliméternél nagyobb szemcséket leválasztja, majd a még homokot tartalmazó zagyot a ciklonba vezetik, ahol a homok elválik a szuszpenziótól. Utolsó lépésként a finom homokot tartalmazó zagy a víztelenítő szitára hullik, ennek során a homok elveszíti a maradék víztartalmát. A víztelenített homok a munkahelyről elszállítható, a visszamaradt szuszpenzió az ülepítőtartályba vezethető, ahol a homoknál finomabb lebegő részecskék leülepednek, így a vágófejbe visszavezetett víz további talajt tud felszínre juttatni.



5.13. ábra – AVN microtunneling eljárás hosszmet szete



5.14. ábra – AVN-alagútfűró pajzs felépítése; 1 – Vágófej, 2 – Keményfém vágóél, 3 – Aprítótér, 4 – Fúvókák, 5 – Főcsapágó, 6 – Hajtómotor, 7 – Köpenytömítés, 8 – Vezérlőhenger, 9 – Üritővezeték, 10 – Töltővezeték, 11 – Céltábla, 12 – Lézersugár, 13 – Bypass, 14 – Szeleptömb

5.4.5. *Microtunneling nagysűrűségű anyag szállításával és talajnyomás-biztosítással (EPB-pajzs) (6.2.3.1.5)*

Az Earth-Pressure-Balance-fúrópajzsokat (röviden EPB-fúrópajzs, illetve aktív földnyomású fúrópajzs) kiváltképpen olyan kötött talajok esetén alkalmazzák, melyeknek magas az agyag- vagy iszaptartalma, és amelyek vízáteresztő képessége csekély. Ez a technológia nagyobb átmérőjű csövek esetében jöhet szóba, a gépkezelő a pajzsból vezérli a berendezést, mind a hidraulikus ellátó rendszer, mind az irányítástechnika ide van beszerelve.

Szemcsés talaj esetében az EPB nem túl ideális megoldás, de kötött és nehezen, vagy egyáltalán nem szeparálható talaj esetében előnyösen alkalmazható. Ezen kívül még sok tényező – ilyen a munkahely helyi adottsága is – befolyásolhatja az alkalmazandó technológia kiválasztását.

A földnyomás-fúrópajzsok elve azon alapszik, hogy a felső talajrészt a kitermelt föld nyomásával támasztják meg. Az EPB (aktív földmegtámasztású pajzs) technológiánál a homlokat (a még nem fejtett talajtömeget) a fejtőkamrában levő kifejtett kőzetből és a kondicionáló anyagból álló földmaszsa támasztja meg, így kerülve el a felszínen keletkező kiemelkedéseket és besüllyedéseket. Ezt azáltal érik el, hogy a szállítócsigán kiszállított kitermelt anyag mennyiségéhez illeszkedően állítják be a hajtósebességet. A fejtés és a kiszállítás megkönnyítése érdekében a kifejtett földhöz kondicionáló, homogenizáló habképző anyagot adnak. Az így kezelt vagy kezeletlen földanyag a fejtőkamrából szállítószalagon és csilléken keresztül jut az indítóaknába – ahonnan daruval kerül kiemelésre és ürítik a depóniahelyen. A habképző anyagok a nemzetközi gyakorlatban elterjedten alkalmazott környezetbarát anyagok, amelyek kémiaiilag és biológiailag is lebomlanak. (Egyébként a hidraulikaolaj is növényi olaj.)

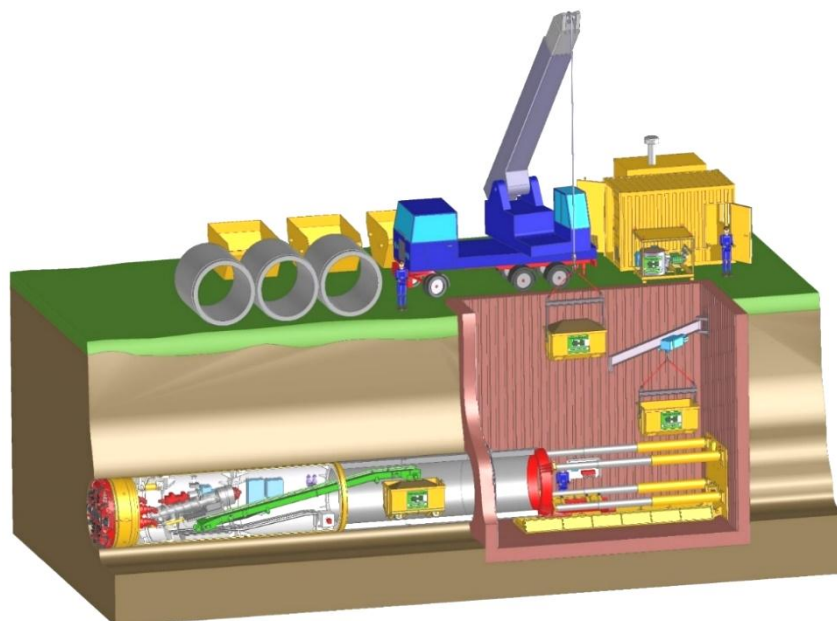
A földnyomást a nyomófalon található érzékelők segítségével lehet mérni. A mindenkori homloktéri nyomásviszonyok a vezérlőállvány kijelzőjén láthatók.

A kitermelt földet a szállítócsigán és a csiga-tolózárán keresztül a gépben, illetve az alagútban található szállítórendszer (szállítószalagok, szállítószivattyúk vagy emelőfülek) adja tovább.

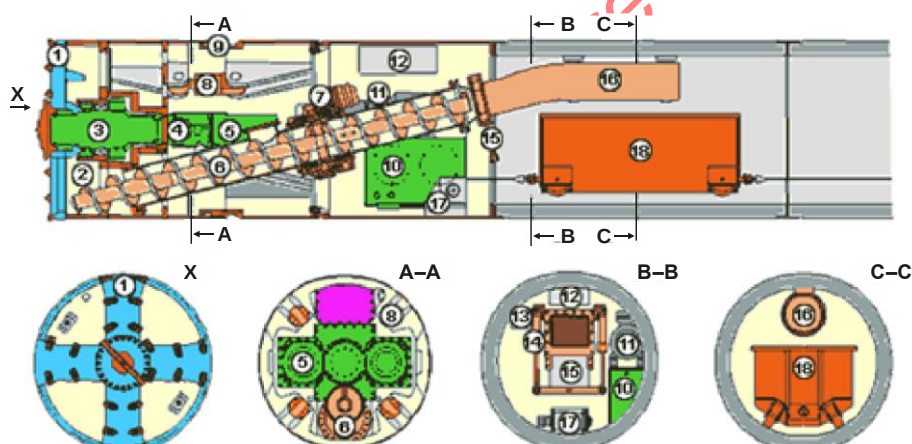
Az EPB-pajzs és kapcsolódó elemei: A pajzs külső szerkezete egy zárt acélhengerből és egy fejtő-homlokmegtámasztó tárcsából áll. A vágószerszám fejtő a homlok előtti kőzetet, mely a fejtőkamrába kerül. Innen a csigán keresztül jut a szállítószalagra. A csigáról kijutó fejtett kőzet kizárólag a csigán lévő hidroakkumulátorral biztosított, szabályozható nyílásméretű ajtón keresztül juthat a berendezés belsejébe.

A jövesztett anyag a fejtőkamrából a szállítószalagon keresztül, külön telepített alvázon levő szállítókonténerre kerül, ami hidraulikus csörlő segítségével az indítóaknába jut. Innen egy telepített daru segítségével üríthető a kialakított depóniába vagy szállítóeszköze.

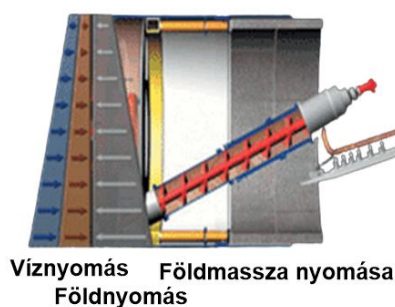
Az üzemirányító konténert kizárólag aggregátkonténerként használják. Ezen kívül még megtalálható benne a fő présgépegység és a hozzátartozó felszerelés, mint pl. a kompresszor, a prés lég-karbantartó egység stb. A berendezés működtetésére szolgáló vezérlőállvány magában a vágathajtó gépben, illetve a technikai csőben helyezkedik el.



5.15. ábra – AVN alagútfúró technológia felépítése



5.16. ábra – AVN alagútfúró pajzs felépítése; 1 – Fejtőszerszám (Vágóél), 2 – Fejtőkamra, 3 – Tengely, 4 – Meghajtás, 5 – Elektromos motor, 6 – Csiga, 7 – Csigameghajtás, 8 – Kormányhidraulika, 9 – Tömítés, 10 – Hidraulikus tank, 11 – Elektromotor, 12 – Elosztó, 13 – Céltábla ELS, 14 – Teleszkópcylinder, 15 – Kidobónyílás, 16 – Kidobócső, 17 – Csörlő, 18 – Szállítócsille



5.17. ábra – Az EPB-pajzs felépítése (Regelung des Stützdruckes)

5.5. Pilotcső-előtolás talajkitermeléssel (vezényelt sajtolás) (6.2.3.2)

A vezényelt sajtolás digitális kamera segítségével vezérelt, többlépcsős technológiai folyamat. A végleges sajtolási átmérőt talajkiszorítással történő pilotfúrás előzi meg, amely a sajtolási tengelyben halad az indítóaknáktól a fogadóaknáig, majd a haszoncsövet a pilotfurat rudazata segítségével juttatják tervezett helyére. A nagy pontosságú kivitelezhetőség gravitációs vezetékek építését is biztosítja ezzel a technológiával.

A kivitelezés megkezdésekor a sajtolóberendezést az indítóaknában a tervezett sajtolási tengelybe telepítik. A vertikális és horizontális beállításokat követően a berendezésre telepítik a vezényelt sajtolás elvégzéséhez szükséges pilotrendszert.

A rendszer pontosságát egy digitális teodolittal felszerelt kamera biztosítja, amely az indítóaknában a sajtolóberendezés mögé van telepítve. A kamera az üreges pilotacső belső terében a rudazat fúrófejében elhelyezett digitális céltáblát irányozza. A legelső pilotacső egy vágóéles fúrófejjel szerelt, melyben egy száskeresztrel ellátott jeladó van beépítve. A kamera a jeladó képét egy monitorra vetíti ki. A tervezett sajtolási tengelybe megfelelően beállított pilotrendszer alkalmazásával a fúrómester a sajtolási tengelyben tartja a pilotafuratot.

A pilotafurat fúrása talajkiszorítással történik. Abban az esetben, ha a pilótafej nagyobb az azt követő pilotacsőveknél, akkor a furat gyűrűsterét (10–15 mm) bentonitzaggal kell kitölteni. A bentonitzag a furat megtámasztása mellett a pilotacsővek felületi súrlódását is csökkenti.

A pilotafurat elkészítése után a sajtolóberendezést átszerelik, felkészítik a terveken szereplő átmérő sajtolásához. Az indítóaknában az utolsó pilótacsőhöz bővítőfejet rögzítenek, mely a pilóta cső és a sajtolandó haszoncső közti kapcsolatot képezi, majd a haszoncsövet előre sajtolják. A pilotafurat és a haszoncső egytengelyűsége biztosítja a nagy pontosságú kivitelezhetőséget.

Amennyiben a végleges sajtolási átmérő vagy a geotechnikai körülmények vagy a helyszíni adottságok megkívánják, úgy a végleges átmérő beépítése előtt a pilotfúrást követően egy köztes átmérő sajtolása történik a teljes szakasz hosszában. A talajvizsgálati jelentés vagy geotechnikai tervezési beszámoló/terv szerinti talajosztályhoz kell igazítani a bővítőfejet és a fúrófejet. A fúrófejet az első spirálhoz rögzítik, amely az első sajtolandó csőben kerül elhelyezésre. Az első sajtolandó csövet a bővítőfejbe betolják, majd a sajtolóberendezés nyomópajzsával a bővítőfejet a sajtoló csővel együtt előre sajtolják.

A fúrófej szerepe a talaj bontása, a spiráloké a talaj szállítása sajtoló csőből az indítóaknába. A megfelelően kialakított, a talajszerkezetre igazított bővítőfej alkalmazásával a fúrófej és a spirálok által csak annyi talaj jöveszthető, amely a besajtolandó cső beépítéséhez szükséges. A betervezett bővítőfej talajáteresztő, talajbefogadó adottságait, paramétereit a kivitelező cégnek sajtolási jegyzőkönyvben, illetve a technológiai utasításban kell rögzítenie.

A vezényelt sajtoláshoz szükséges indító- és fogadóaknák méretezésénél a forgalom és a munkagépek okozta terheléseket figyelembe kell venni.

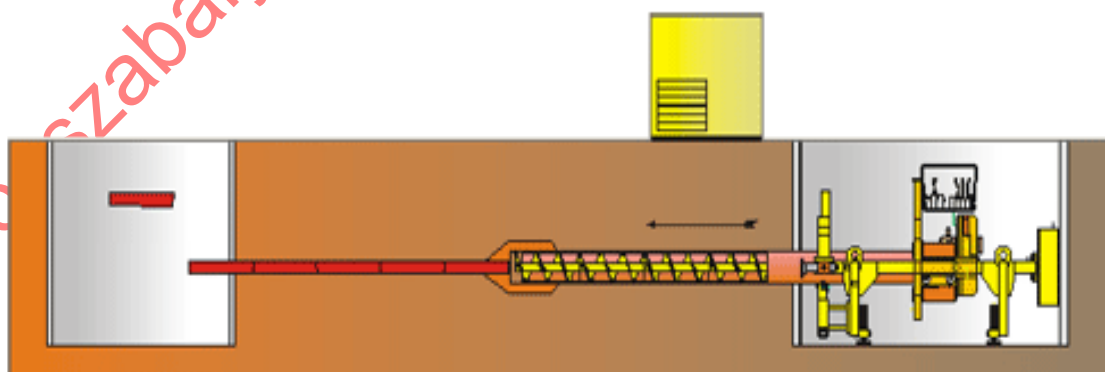
A vezényelt sajtolás lehetővé teszi a kivitelezést kismértékű takarás esetén is. Előre nem tervezett, akadályba, pl. felhagyott közműbe ütközés esetén a sajtolás nem hiúsul meg és nem kell a fúrófejjel, fúrópajzsra terepszintről rátárni. Az akadályelhárítás történhet a sajtoló csőszelvényen belül is, majd utána a sajtolás folytatható. A csőszakaszban történő személyzet alkalmazásának előfeltételei:

- A pilotafuratnak köszönhetően biztosított az iránytartás, így ez az építéstechnológia acél, vasbeton és ÜPE anyagú csövek vasúti pálya, út alatti átvezetésére alkalmazható akár 150 m hosszúságig, max 3000 mm átmérőig, többlépcsős kivitelezésben.
- Sajtolást kizárólag gyári berendezéssel lehet/szabad végezni.
- A fúrás folyamatos üzemben kell végezni, a fúróberendezésnek a forgatónyomatékok és a fúrási tolóerőt folyamatosan mutatnia kell és az értékeket jegyzőkönyvbe kell dokumentálni. Ezek hiányában a sajtolást nem kezdhető meg, illetve ha kivitelezés közben derül ki, akkor a sajtolást meg kell állítani.

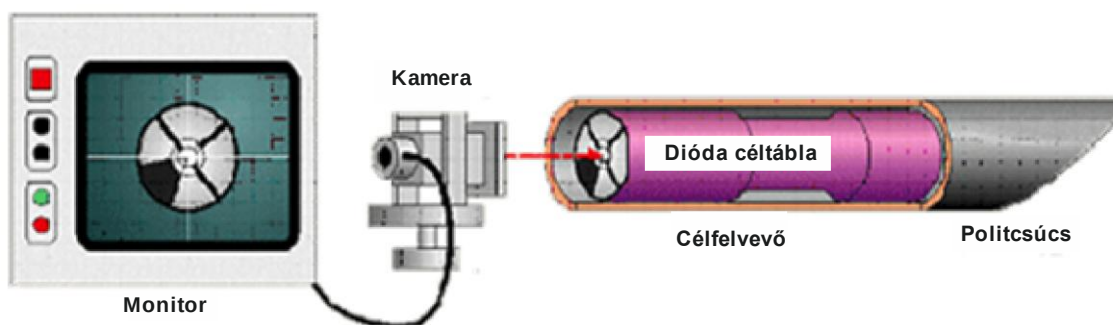
- Nagymértékű nyomásnövekedés esetén a munkát azonnal abba kell hagyni, fúrást fel kell függeszteni és csak a megrendelő, beruházó és a Mérnök együttes jóváhagyásával szabad/lehet folytatni.
- Talajvízszint alatt is alkalmazható a technológia az indító- és fogadóakna megfelelő víztelenítése mellett.
- Vezényelt sajtolást csak folyamatos üzemben lehet/szabad végezni.
- A sajtolást végző vállalatnak minősített sajtolóberendezéssel kell rendelkeznie. A kockázat kezelésével összefüggő gépigényeket a technológiai utasításban kell rögzíteni.
- Sajtolást kizárólagosan csősajtoló vizsgával rendelkező gépkezelő végezhet.
- A talajvíz pontos helyzetének meghatározása, kezelése: a talajvíz szintje az aknafenek alatt legalább 1,00 méterrel legyen az indító- és fogadóaknánál, a nyomvonal víztelenítése nem szükséges.
- Víztelenítés megtervezése (nyíltvíztartás, szükség esetén talajvízszint-süllyesztés).
- Az indító- és fogadóaknák megközelíthetőségének biztosítása (nyerges teherautóval, legalább 40 t teherbírással).
- A védőcső hosszát az aknába legalább 0,50–1,00 m benyúlással kell jelölni és számolni (kivéve élő közműre vagy meglévő aknára történő sajtolás esetében).
- Az aknaépítés helyének meghatározása.
- Az indító- és fogadóaknák közti átjárás biztosítása.
- Az indító- és fogadóaknák javasolt paraméterei: az indító- és fogadóakna méreteinek, illetve az alaplemez szintjének meghatározása a kivitelező szakcég által használt sajtolóberendezés műszaki paraméterei szerint történik.
 - Az indítóakna javasolt alaprajzi méretei:
 - D1000-ig: 6,50 × 3,00 m,
 - D1000-től: 8,50 × 4,50 m.
 - A fogadóakna javasolt alaprajzi méretei:
 - D1000-ig: 3,00 × 3,00 m,
 - D1000-től: 4,00 × 4,00 m.
 - Az indítóakna talpának javasolt betonszintje:
 - D1000-ig: sajtolási tengely –1,00 m,
 - D1000-től: sajtolási tengely –1,50 m.
 - A fogadóakna talpának javasolt betonszintje:
 - D1000-ig: cső/műtárgyfenék –40 cm,
 - D1000-től: cső/műtárgyfenék –60 cm.
 - Az indítóakna-alaplemez rétegrendje, legalább:
 - D600 átmérőig: 10 cm zúzalék + 10 cm beton,
 - D1200 átmérőig: 10 cm zúzalék + 20 cm beton,
 - D2000 átmérőig és a felett: 10 cm zúzalék + 30 cm beton.
 - Az indítóakna – szükség szerinti – háttámsoldali dúcolatának javasolt mérete (terepszint és aknatalp között):
 - D500 átmérőig: 1,50 m,

- D1000 átmérőig: 2,50 m,
- D1500 átmérőig: 3,00 m,
- D2000 átmérőig: 3,50 m,
- D2000 átmérő felett: egyedi elbírálás alapján.
- Az indító- és fogadóakna kialakítása függ a sajtolás nyomvonalának mélységétől, a sajtolás átmérőjétől, valamint a sajtolás hosszától:
 - beton alaplemez alakítandó ki az aknában a geotechnikai paraméterek függvényében 20 m sajtolási hossz felett és/vagy D300 átmérő felett,
 - az elvárt munkatér-határolás pontosítandó (zárt sorú dúcolás, ami lehet pl. táblás dúcolat vagy szádolás),
 - aknában keresztező közművédelmi műtárgy biztosítása nélkül nem lehet. Abban az esetben, ha a sajtológép űrszelvénye ezt lehetővé teszi, megfelelő intézkedések mellett (pl. függesztőhíd alkalmazása) a közmű keresztezése megengedhető,
 - kilépő-belépő gyűrű építése szükséges magas talajvíz esetén, a vákuumos víztelenítési rendszer meghibásodása esetén, így az aknába a vízbetörés elkerülhető,
 - a fogadóaknára ugyanazok a munkatér-határolási előírások vonatkoznak, mint az indítóaknára,
 - a fogadóakna homlokfala (fogadóoldal) dúcolva, pl. szádolva legyen a földbeomlás elkerülése érdekében.
- Talajinjektálás válhat szükségessé, ha
 - minimális a takarás,
 - laza, nem állékony a talajszerkezet,
 - talajszerkezet-változás van a sajtolás vonalában,
 - a sajtolás akadályba ütközik,
 - nagy átmérőjű cső kerül átsajtolásra csekély takarás mellett.

A talajinjektálásra külön technológiai utasítás (TU) készítendő.
- A pilótafúrás csak akkor kezdhető, ha mindkét akna elkészült.
- A talajszerkezet szerinti fúrófej/bővítőfejes vágóél-kialakítás alkalmazása – kiemelten laza, folyósodásra hajlamos talaj esetén – a 360 fokban bejutó talajmennyiség minimalizálása érdekében.



5.18. ábra – Vezényelt sajtolás (Elvi metszet)



5.19. ábra – Vezényelt sajtolás irányításának elve

5.6. Irányított talajfúrás (HDD-eljárás) (6.2.3.3)

(A szövegben leírtak minden tekintetben a DCA Horizontalbohrungen e.V. minőségvédelmi szövetség szerint elfogadott előírásokon alapulnak.)

A HDD egy nemzetközi mozaikszó, amely az USA-ból kiindulva szinte minden országban elterjedt (HDD – Horizontal Directional Drilling).

5.6.1. Alkalmazási területek

A HDD-technológiával változó mélységekben, változatos geológiai/geotechnikai környezetben és a legkülönbözőbb helymeghatározási eljárásokkal lehet irányítottan fúrni. A berendezések technikai felszereltsége a különféle igényekhez igazodva sokrétűbbé vált, így a HDD-technológián belül is különböző kategóriák jöttek létre.

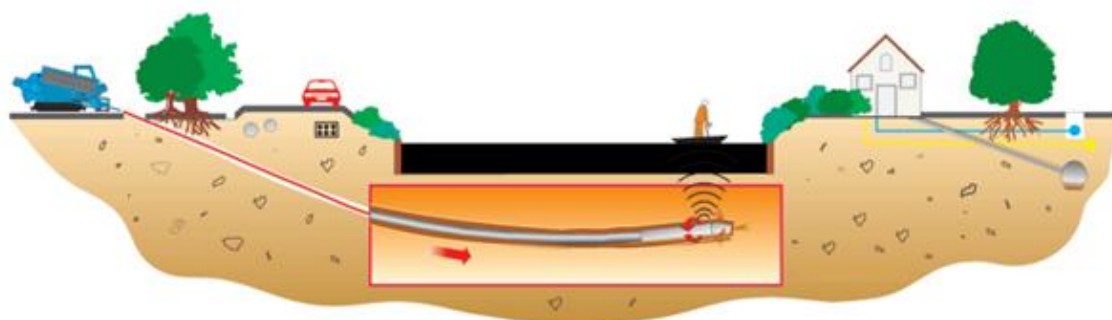
5.6.2. A fúrás folyamata

A furat elkészítése három fő folyamatból áll: a pilótalyuk fúrásából, a furat bővítéséből és a cső behúzásából.

5.6.2.1. A pilóta fúrása

A fúrási folyamat első lépése a pilótázás, amely az esetek többségében egy indító munkagödörben kezdődik és egy előre meghatározott célmunkagödörben ér véget. Amennyiben a munkaterület adottságai kedvezőek, akkor nem mindig szükséges a munkagödör. A fúróberendezés a felszínnel 5–17 fokos szöget zár be (szükséges esetekben legfeljebb 30° is megengedett). A pilóta fúrásakor egyidejűleg több folyamat is zajlik. A pilótafejet az indítószár végére rögzítik, majd forgatómotor (Mud-Motor) működtetésével a talajba vezetik. Minden szár behajtását követően további fúrószárral toldják a behajtott és összefűzött szárakat. A fúrószárat pilóta segítségével bevezetik a talajba, így meghatározzák a fúrási tengelyt.

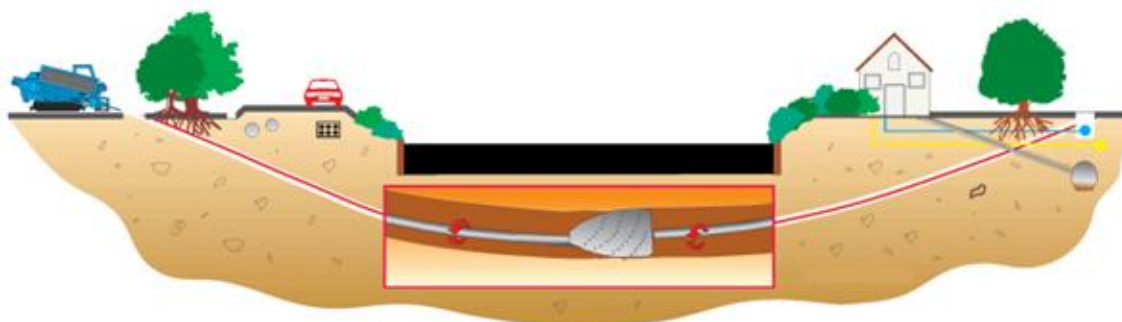
Ezzel egyidejűleg a talaj eltávolításra kerül, ami történhet hidromechanikusan, azaz öblítőfolyadékkal (víz, adalékanyagokkal gazdagítva) vagy mechanikusan a megfelelő fúrófej segítségével. A hengeres fúrófej alapteste aszimmetrikusan kialakított, és a fúrási homlokon ferde felületekkel rendelkezik irányíthatósági céllal. A fúrófej térbeli helyzete mindig nyomon követhető egy a fúrófejbe beépített adóval, amely elektromágneses mezőt hoz maga körül létre. Ez az adó egy felszíni helymeghatározó eszközzel (szonda) követhető, így a fúrófej térbeli elhelyezkedése és a fúrófej iránya bármikor meghatározható. A kapott értékeket a fúrási szakember értékeli, azok függvényében adja a további utasításokat a gépkezelőnek. Általában a hosszmeteszetben kapott forma kifli alakra hasonlít.



5.20. ábra – HDD-technológia hosszmetsete

5.6.2.2. Bővítés

Amikor a fúrófej eléri a célmunkagödört, lecsavarják a fúrószárról és helyette egy, az adott talajhoz megfelelő, fúrással ellentétes irányú bővítőfejet (Reamer) szerelnek fel. Ezzel kezdődik a fúrási folyamat második fázisa. Ezt a bővítőfejet visszafelé mozgatva, forgatva és öblítve húzzák át a pilótalyukon, így tágítják ki a furat keresztmetszetét. Nagyobb csőátmérőknél és nehéz geológiai/geotechnikai körülmények között lépcsőzetes bővítő művelet szükséges, ahol a két bővítés között „üres” fúrócsövet (tök) csatlakoztatnak a tágítófej mögé és úgy juttatják vissza a fogadó gödörbe. Csak az utolsó tágítás során húzzák be a termékcsövet. A kisebb fúróberendezésekkel a termékcsövek külső átmérője akár 600 mm is lehet, míg a legnagyobb fúróberendezésekkel a maximális átmérő elérheti a 2200 millimétert is.

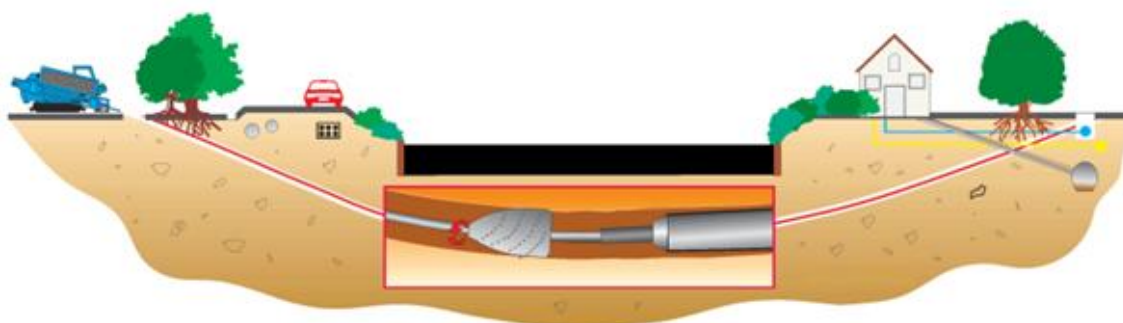


5.21. ábra – A furat bővítése (©Tracto-Technik)

5.6.2.3. A cső behúzása

A cső behúzása legtöbb esetben bővítéssel együtt történik. Amennyiben a keresztmetszet már lehetővé teszi a kívánt termékcső behúzását, akkor azt közvetlenül a bővítő mögött akasztják fel és behúzzák a talajba. A cső behúzásához egy speciális behúzóberendezést használnak, amely egy forgócsappal van összekapcsolva a bővítővel. Az utolsó bővítő névleges átmérőjének legalább 30 százalékkal nagyobb kell lennie a termékcső külső átmérőjénél, hogy a köztes térben elegendő bentonit és fúrási törmelék (duzzadó bentonit/föld/agyag keverék) legyen a cső megfelelő és szilárd ágyazásához.

Minden fázisban biztosítani kell az öblítőfolyadék körforgását. A talaj hidromechanikai megbontásához használt öblítőfolyadékot a fúrólyukból az eltávolított talajjal együtt termelik ki, miközben a friss öblítőfolyadékot a fúrócsövön keresztül a fúrófejhez pumpálják. A cső átérését követően a szabad nyílást lezárják, hogy szennyező anyag ne kerüljön bele.



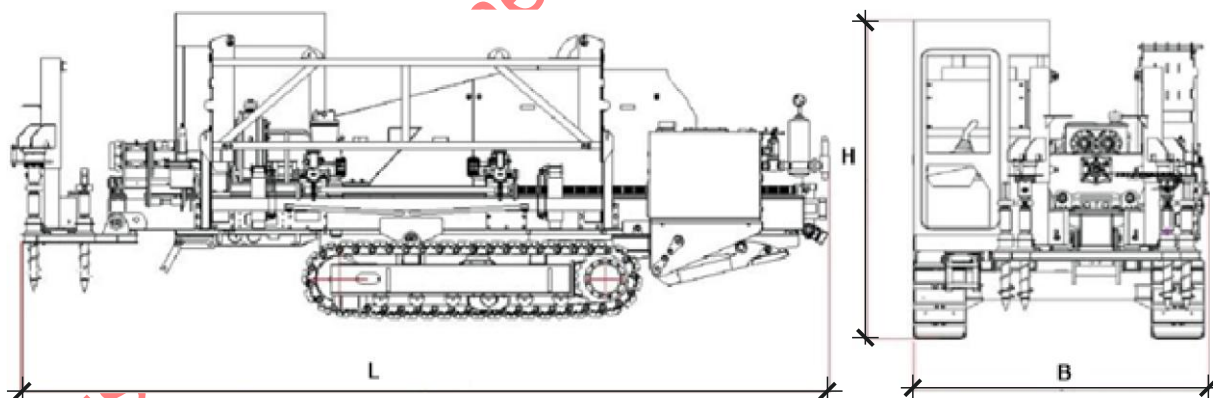
5.22. ábra – HDD-technológia – a cső behúzása

5.6.3. Eszközök

5.6.3.1. Fúrógép

A fúróberendezés a fúrási folyamat meghatározó része. Ez az eszköz közvetíti az erőket és forgatónyomatékokat a fúróberendezésre. A fúróberendezés több részből áll. A legfontosabbak a fúrókeret, a fogó- és oldóberendezések, opcionálisan egy kalapács a fúrófejbe építve, hidraulika, vezérlőpult és biztonsági berendezések. Nagyobb gépeknél beépített gémes emelő teszi helyére a fúrószárakat. A gép stabilitását önsúlyán kívül lecövekelés, nagyobb gépek esetében szádfalhoz rögzítés biztosítja.

Az 5.1. táblázat új gép gyári értékeit tartalmazza. A horizontális fúrástechnika teljes rendszere csak annyi teljesítményt tud kifejteni, amennyit a rendszer leggyengébb láncszeme elbír. Ezért a fúróberendezések teljesítménye különböző tényezőktől függ, például a fúróberendezés mechanikai paramétereitől, a szivattyúk és keverőberendezések hidraulikus kapacitásaitól. Emellett a teljesítményt befolyásolja az erőátvitel típusa, a talaj minősége és a furat tengelyének vonala is. Továbbá hatással vannak még a teljesítményre a behúzandó csőtermékek, minimális hajlítási sugarak, felületi érdesség és kötési technikák.



5.23. ábra – HDD-technológia – fúrógép

5.1. táblázat – DCA négyféle gépkategória [2]

Fúrógép (típus)	Max húzóerő, kN	Max nyomaték, kN	Súly, t
Mini	≤ 150	10–15	< 10
Midi	$400 \leq x < 1500$	15–30	10–25
Maxi	$2500 \leq x < 4000$	30–100	25–60
Mega	> 2500	> 100	> 60

5.6.3.2. Keverőberendezés és bentonit-újrahasznosító gép

A keverőberendezés általában külön ellátójárművekben található (5.24. ábra). A fúrógép innen kapja a fúrásnál felhasznált folyadék (zagy) mennyiségét. A fúrófolyadék elsősorban a furat megtámasztására és a talaj eltávolítására szolgál. Ezen kívül csökkenti a fúrószárak súrlódását a furat falával és hűti a talajban működő szerszámokat. Munkaszünetek elkerülése érdekében gyakran használnak a kettős kamrás rendszerrel működő keverőberendezéseket. Míg az egyik kamra üzemel, addig a másikban új fúrófolyadékot kevernek. A zagy/folyadék főleg vizet és bentonitot tartalmaz. Általában önkormányzati engedélyt követően a vizet helyi tűzcsapból szerzik. Néhány esetben víz természetes vízfolyásból is nyerhető, ebben az esetben szakaszos szűrő használata ajánlott. A bentonit fúrással szemponyjából számos pozitív hatással rendelkezik. A keverőberendezést általában áramfejlesztő hajtja.

Ezzel szemben a nagyobb fúrások során a keverő- és újrahasznosító berendezés gyakran különálló egységet jelent. Az újrahasznosító/szeparátor berendezés tisztítja és feldolgozza a használt fúrófolyadékot szitatálcák és ciklonok segítségével. A nagy szemcséjű visszamaradt anyagot deponálják és a munkát követően elszállítják. A nagy fúróberendezések esetében – amelyek 40 tonna feletti teljesítménnyel rendelkeznek – ez gazdaságos megoldást biztosít, mivel így az anyag- és szállítási költséget megtakarítják.



5.24. ábra – HDD-technológia keverőberendezése



5.25. ábra – HDD-technológia keverőberendezése nagy fúrások esetében

5.6.3.3. Fúrószár

A fúró a fúrószárból és a fúrófejből (pilóta/bővítő/tök) áll. A fúrószár továbbítja az erőket a fúró- vagy bővítőfejhez, üreges belsejében történik a fúrózagy szállítása. Mivel a furat bővítése során jelentős axiális húzóerő lép fel, a HDD-fúrószár általában húzásra méretezett. Ugyanakkor számos egyéb terheléssel szemben is ellenállónak kell lennie, mint például dinamikus terhelések, forgatónyomaték és hajlítás. A hajlító igénybevétel kezelésére speciális acélminőségeket és nagy, kúpos kialakítású meneteket alkalmaznak.

Minél nagyobb a menetátmérő, annál merevebb a fúrószár és ezzel együtt a rugalmasság csökken. A fúrórudak általában közvetlenül a fúróberendezés mellett vagy azokra szerelt tárban helyezkednek el, ezzel gördülékenyebb munkavégzést biztosítanak.



5.26. ábra – HDD-technológia fúrószárjai

5.6.3.4. Fúrófej (Pilóta)

A fúrófejek két fő kategóriába sorolhatóak: a pilóta és a bővítő fúróeszközök. Mindkét típusnál a fúrófolyadék fúvókákon keresztül nagy nyomással távozik. Ez a fúrófej haladását, hűtését és a talaj vagy kőzet mechanikai aprítását szolgálja. A hengeres fúrófej aszimmetrikusan kialakított, és ferde felületekkel rendelkezik a fúrófejen. Ez a ferde oldal irányító felületként működik, mivel kanyarodás során az ellentétes oldalra eső passzív földnyomás aktiválásával a ferde felület a megkívánt irányba téríti a fúrószárat.

A mérés eszköze egy saját inerciarendszerrel dolgozó, egy rádiószondából (pilótban) és egy mérőműszerből álló kettős, amely a kalibrálást követően a jelerősségből centiméteres pontossággal mutatja a terepszinten lévő műszer és a fúrószonda távolságát. Mérhető még a szonda hőmérséklete, dőlésszöge és a szonda hossz tengelye körüli elfordulása. Nagy hatótávolságú szonda használatakor nincs szükség a fúrófej felszínen való követésére.

A talaj típusától függően különböző kialakításokat használnak. Lokális kőzetekhez vannak fúrófejek, amelyek főként hidraulikus módon bontják a talajt és segítik a szemcsék szállítását, míg a kőzetekhez általában vésőket használnak, amelyek különféle kialakításban érhetők el.

5.6.3.5. Bővítő

A bővítő fúróeszközök a furat bővítésére és simítására szolgálnak. A helyi talajviszonyok, valamint a vágási sebességek és a talajlazító intézkedések miatt a laza talajokhoz nyolc különböző alapformájú bővítő eszköz létezik, amelyeket reamereknek neveznek. Ezek a reamerek további kopásvédelemmel rendelkeznek, például keményfémbevonattal, felrakóhegesztéssel vagy felületkezeléssel. Nagyobb bővítők felhelyezése gépi eszközzel történik.



5.27. ábra – Fúrófej (pilóta)



5.28. ábra – Dobbovító

5.6.4. Fúrófolyadék/zagy

A fúrófolyadék, akárcsak sok más elem a vízszintes fúrési technikában, a függőleges fúrési technikából származik. A bekevert anyag főleg vízből és bentonitből áll. A bentonit egy természetes, különböző duzzadó agyagásványokból álló keverék. Mivel a fúrófolyadéknak alkalmazkodnia kell a talajviszonyokhoz, előfordulhat, hogy az összetételét kiegészítő anyagokkal javítják. Például a polimerek hozzáadása növeli a viszkozitást, amely a csúsztatófeszültségeket csökkenti. A nátrium-karbonát vagy kalcium-hidroxid hozzáadásával szabályozható a pH-érték és ezzel együtt a vízkötési képesség, míg a farostok hozzáadása csökkenti a folyadékvesztéset repedezett talajban. Így a fúrófolyadékok összetevőik alapján különböző típusokra oszthatók. A folyadék célja a talajbontás, a hűtés és a furattal megtámasztása.



5.29. ábra – Kevert zagy

5.6.5. Fektethető anyagok

- Áramkábelek,
- üres csövek polietilénből (PE) és polipropilénből (PP),
- vékony falú és bevont acélcsövek,
- vízvezetékek PE vagy PP anyagból,
- földgázvezetékek nagy sűrűségű polietilénből (PE-HD),
- rugalmas távhővezetékek maximális külső átmérővel,
- hasított, lyukasztott vagy porózus felületű dréncsövek,
- szennyvízcsövek polietilénből (PE) és polipropilénből (PP),
- hosszirányban szilárd csatlakozásokkal rendelkező öntöttvas csövek.

5.6.6. Technológia

Az irányított fúrás komoly szakértelmet és tapasztalatot igénylő eljárás. A megfelelő gép és berendezés kiválasztása nagyban függ a talajviszonyoktól és a felhasználni kívánt anyagtól. Ezek mellett számos más szempontot is figyelembe kell venni a tervezés során. Általánosságban az 5.2. táblázat összefoglalja az adott géphez tartozó fúrószárátmérőt és minimális hajlítási sugarat. Az értékek empirikus értékekből származnak.

5.2. táblázat – Megengedhető minimális hajlítási sugar az átmérő arányában

Fúrógép (típus)	Fúrószárátmérő, mm	Minimális hajlítási sugar, m
Mini	38–54	12–60
Midi	60–86	80–120
Maxi	86–160	120–200
Mega	130–160	> 200

5.6.7. Technológiai tervezési szempontok

A HDD-technológia esetében a megfelelő fúrógép kiválasztásához az alábbi paraméterek ismerete szükséges:

- a fúrás hossza,
- a kívánt furat átmérője,

- a fúrás mélysége,
- a kívánt hajlítási sugár,
- a kívánt fektetési termék,
- a talajjellemzők és talajállapotok,
- szükséges fúrófolyadék mennyisége,
- helymeghatározási technika.

A fúrás tervezése során az alábbi paramétereket kell vizsgálni:

- vonatkoztatási mélység,
- maximális és minimális fúrási mélység,
- a termékcső adatai (például: átmérő, falvastagság, olvadási hőmérséklet, szilárdsági értékek, felhasználási terület stb.),
- minimális hajlítási sugár és maximálisan megengedhető húzóerő,
- az összes meglévő cső és kábel helyzete (nyilvántartott/nem nyilvántartott),
- az összes többi akadály helyzete,
- geotechnikai viszonyok,
- megengedhető távolság a meglévő vezetékektől,
- a terep topográfiája és lejtése,
- a fúrócsövek minimális hajlítási sugara,
- a furat átmérője (30 százalékkal nagyobb a behúzni kívánt cső átmérőjénél).

5.6.7.1. Geotechnikai viszonyok

A geotechnikai terepi és laborvizsgálatokat a 3.1.1. pont szerint kell elvégezni.

A fúrás szempontjából kiemelt jelentősége van, hogy a talajkörnyezet, melyben fúrni kell, szemcsés vagy kötött talajokból áll.

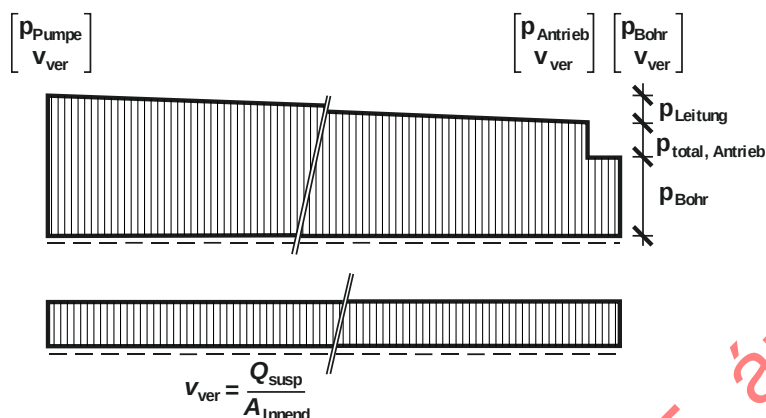
A talaj szemmegoszlása és összetétele általában heterogén az irányított fúrások hossz-szelvénye mentén, ezért fontos legalább a talajrétegek ismerete.

Már a fúrás technológiai tervezésénél szükséges a talajtípus megközelítő ismerete. A terv meghatározza a felhasználni kívánt fúrófolyadék típusát, annak keverési arányát, a pilótafej típusát, és a szükséges fúrógépet.

Fúrás szempontjából megkülönböztetünk öt típust:

- egyszerű normál fúrható talajok: ahol a talaj összetétele legalább 80% finom szemcséjű talaj (agyag+iszap) tartalmaz: agyag, iszap, lösz homokos iszap,
- nehezen fúrható talajok: ahol a talaj 40–80% finom szemcséjű talaj (agyag+iszap) tartalmaz: iszapos homok, iszapos kavics, köves agyag. Amennyiben az agyagtartalom a talajban meghaladja a 40 százalékot, kötött talajról beszélünk,
- különösen nehezen fúrható talajok: durva szemcséjű homok, homokos kavics, városi törmelékes talaj,
- csak speciális kiegészítőkkal fúrható talajok: minden összefüggő kőzet,
- nem fúrható talaj: amennyiben a fúrási nyomvonalon a talajszerkezet 10 méternél hosszabban görgetegköves, kötőanyag nélküli törmelékes,

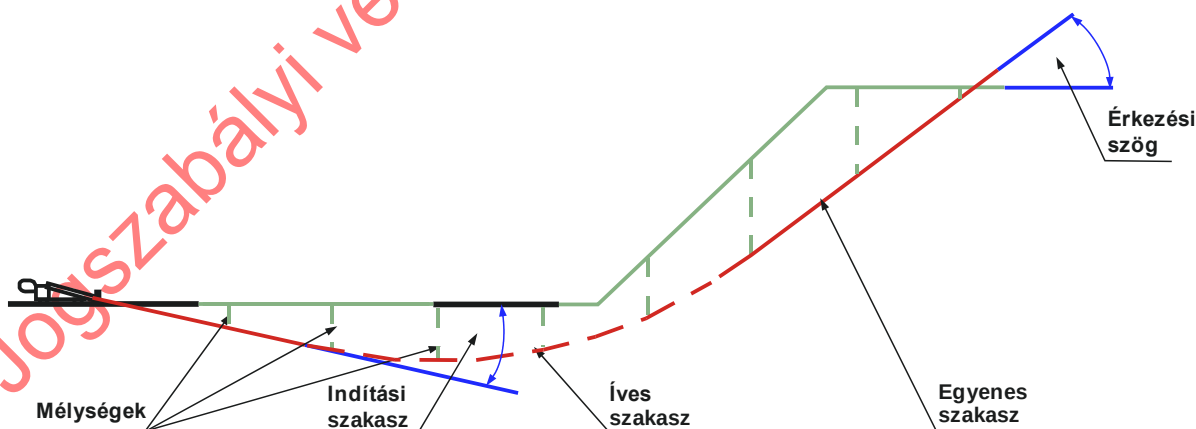
A technológiai tervezés során kiemelt figyelmet kell szentelni a visszaérkező fúrófolyadékra, mivel annak hiánya elfolyást jelenthet a talajban. Ez számos hátránnyal, súlyosabb esetben furatbeomlással járhat. Ilyen esetben nagyobb koncentrációjú bentonitkeveréket szükséges alkalmazni és amennyiben az sem segít, különféle elszívárgást gátló anyagok állnak rendelkezésre.



5.30. ábra – Nyomásváltozás a HDD-fúrás gyűrűs térfogatában homogén, nem repedezett földalatti környezetben

5.6.8. Felállítás és fúrás határértékei

Az irányított fúrógépeknek a vízszintessel bezárt szöge fúrasi pozícióba álláskor legfeljebb 17–19°, azaz 30–35% lejtésű lehet. Ez a fúrás maximális indulási szöge. A legáltalánosabban használt mérési módszer, a fúrófejben elhelyezett szonda a függőleges síkú dőlésszöget 45 fokos szögig (100%) tudja mérni. Ez a fúrás maximális érkezési szöge. Ennél meredekebben nem lehet érkeztetni a fúrást, laposabban természetesen igen. A mérési technológia korlátjai miatt a fúrás felszíntől mért legmélyebb pontja 12–15 m lehet. (Aktív és passzív interferenciától függően.) A mélységi korlátok legküzdésében segítséget jelenthet a giroszkóppal történő fúrás. Ebben az esetben a fúrószárak üreges járataiban vezetékkel vezetünk, így elérve, hogy egy speciális pilótafej közvetlen összeköttetésbe kerüljön egy számítógéppel. Az említett minimális hajlítási sugárból, a maximális indulási és érkezési szögekből, valamint a maximálisan elérhető mélység ismeretében szerkeszthető meg ívekből és egyenes szakaszokból a fúrás tengelye.



5.31. ábra – Tervezett fúrás (Mintapéllda)

5.6.8.1. Közművek

Bizonytalan közműhelyzet esetén jelentősen módosulhat a fúrás hossza a tervezetthez képest. Gyakran előfordul, hogy csak a helyszíni felméréskor derül ki, hogy egy közmű nem ott helyezkedik el, ahol a tervben van, ezáltal el kell térni a tervtől.

A technológiai tervezés során minden esetben figyelembe kell venni a meglévő közművezetékek nyomvonalait, azok felszín alatti elhelyezkedését. Amennyiben bizonytalan a tervező, kutatógödörös feltárást írhat elő.

5.6.8.2. Helyigény

A fúrás helyszín megközelítéséhez, amennyiben nem közút mellett található a fúrás, olyan út kialakítása szükséges, amelyen egy tehergépjármű a fúrás helyszínétől legfeljebb 40 m távolságban oda tud állni. Innen már a lánctalpas fúrógép bejutásának megoldása szükséges. A fúrógép telepítéséhez és az irányított fúrás végrehajtásához géptípustól függően legalább L -hosszúságú és H -szélességű szabad munkaterület szükséges a fúrás tengelyében. Az indítási hely megválasztásánál tekintettel kell lenni arra, hogy a fúrás indítási pontja előtt csigahorgonyokat vagy lecövekelő oszlopokat kell a talajba hajtani 1 m mélyen a gép rögzítése miatt.

A telepített fúrógép környezetében további területet kell biztosítani a bentonitkeverő berendezést szállító teherautó (önsúly: 12–20 t) számára. A teherautót a fúrógéphez minél közelebb, de legfeljebb 40 méterre lehet elhelyezni, tekintettel a bentonit tömlő és vezérlőkábel védelmére, melyekkel a bentonitzagy-keverő és a fúrógép össze van kötve. A behúzendó cső/csövek helyszükséglete is fontos lehet, hiszen pl. egy útkeresztezés nem kivitelezhető, ha a fogadó oldalra nem lehet elhelyezni a kiterített csövet. Amennyiben a behúzendó csöveket hegeszteni kell, a munkaterületen ennek is biztosítani kell a helyszükségletét.

5.6.8.3. Gödrök/Aknák

A tervezőnek figyelembe kell vennie az indító- és fogadógödrök elhelyezkedését, annak megfelelő tervezési méretét. A visszamaradt fúrófolyadék elszállítására érkező speciális gépjárműnek hozzá kell férnie az ürítés idejére. A munka során az indító- és fogadógödör nyomvonala hosszán legalább kétirányú megközelítése szükséges. Az indító- és fogadógödör névleges térfogata:

$$V = V_{\text{furat}} \cdot k \cdot n \cdot m$$

ahol:

- k – a talaj kötöttségétől függő tényező,
- n – a talaj nyesési ellenállásától függő tényező,
- m – a talaj víztartalmától függő tényező.

Pontos vizsgálatok ebben a témakörben még nem történtek, a tapasztalat szerint általában:

- agyagtalajoknál: $k \cdot n \cdot m \approx 2-5$,
- homoknál: $k \cdot n \cdot m \approx 1-2$.

5.7. Hagyományos sajtolás pajzs (nyitott) részfelületű fejtéssel, biztosítás nélkül vagy mechanikus részleges biztosítással (6.3.3.2)

Hidraulikus sajtok segítségével csövet sajtolnak a talajba az építendő műtárgy előre meghatározott nyomvonalán. A sajtolás közben a vágóélbe nyomuló talajt a csőszakat elején megfelelő szállítóeszközre rakják, majd a csőszakon és az indítóaknában keresztül a felszínre emelik.

A sajtolási munka végrehajtásához többféle eszköz szükséges. A sajtoló csőszakat elején acél vágóél halad a fogadóaknáig, ahol a vágóélet kiemelik és újból beépítik a következő csőszakat elejére. A csőszakat előresajtolását hidraulikus sajtokkal végzik, melyek az indítóaknába vannak beszerelve és a nyomógyűrű, valamint a háttámszerkezet segítségével az indítóakna falához és a sajtolandó csőszakat végéhez csatlakoznak. Az indítóaknába helyezik el azokat a csöveket, amelyekből azokat előresajtolva a nyomvonalas létesítmény elkészül. A technológia fő elemei: az indítóakna, benne a hidraulikus rendszerrel, segéd szerkezetekkel, a vágóél és a közbelső állomások.

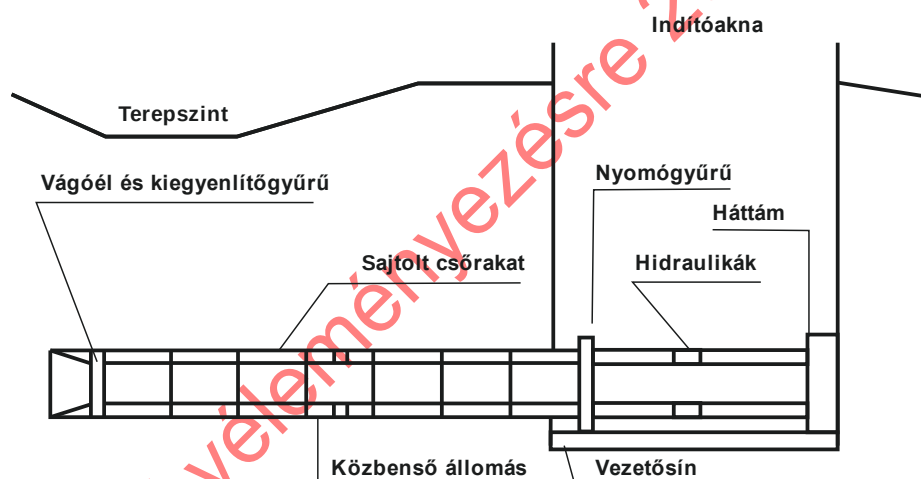
A sajtolás technológiai folyamata: az indítóaknába beszerelik a háttámszerkezetet és a nyomógyűrűt, majd közéjük csavaros kötással a hidraulikus sajtolókat.

A folyamat a vágóél talajba sajtolásával kezdődik, majd a nyomógyűrűt visszahúzzák, ezzel lehetővé téve az első cső elhelyezését. Az első csövet megfelelő módon a vágóélhez csatlakoztatják és a sajtolást folytatják mindaddig, amíg a cső elhagyja az indítóaknát. Ekkor a nyomógyűrűt újra visszahúzzák, helyet adva ezzel a következő csőnek, lehetőséget teremtve ezen technológiai lépések további megismétlésére. A technológia vázlatos rajza az 5.32. ábrán, a technológiai lépések az 5.33. ábrán láthatóak.

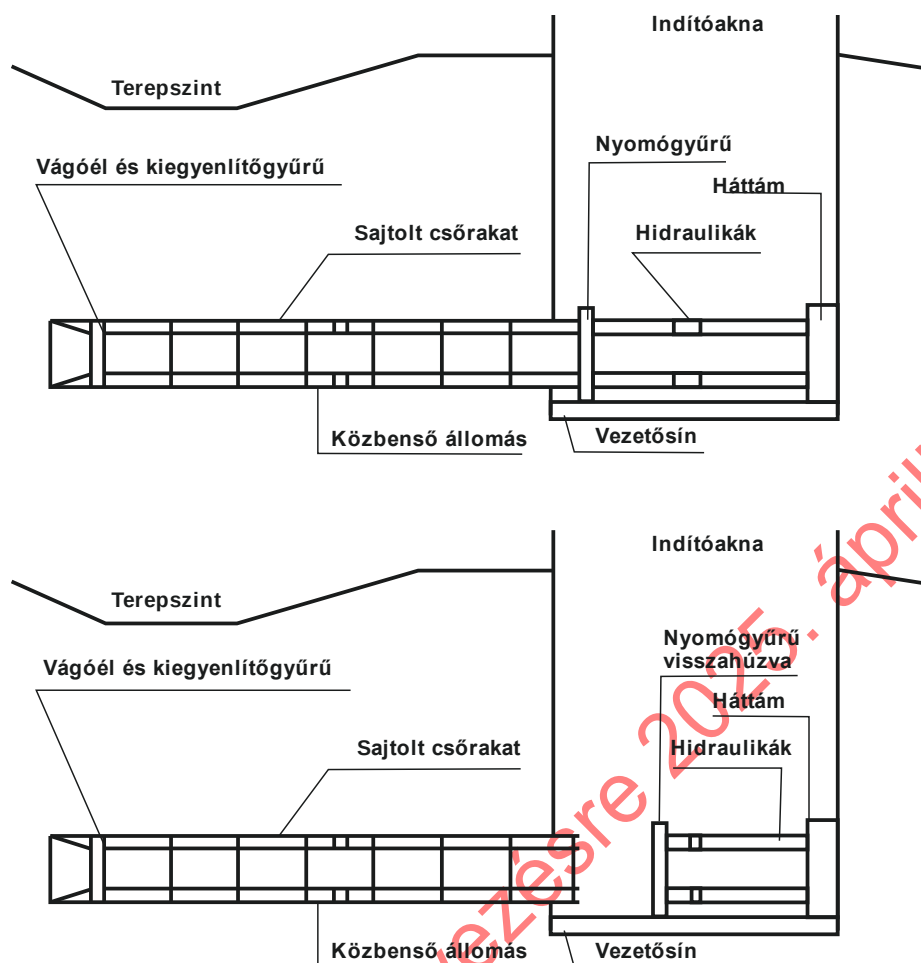
Az első technológiai szakaszban a nyomógyűrű előretolt állapotban van.

A második technológiai szakaszban a nyomógyűrű visszahúzott állapotban van, lehetővé téve az új cső elhelyezését az indítóaknába.

A csősajtolást általában olyan átmérőknél alkalmazzák, ahol az ember bejutása a vágóél térségébe még problémamentesen megoldható. A vasbeton csövek sajtolásának alsó mérethatára az 0,8 méteres belső átmérőnél jelölhető meg. Ebben a mérettartományban a járás és az anyag kiszállítása már nehézséget okoz. Meg kell említeni a szellőztetés kérdését is, hiszen ilyen átmérőben a szellőztetőcső viszonylag sok helyet foglalna el. Egészségügyi és biztonsági előírások korlátozzák, hogy ilyen kis szelvényben meddig dolgozhat ember. (Ld. a csőrakatban történő személyzet alkalmazásának előfeltételeit című fejezet.) Méretkorlátok a 4.2. táblázatban találhatók.



5.32. ábra – Vasbetoncső-sajtolás elvi vázlata



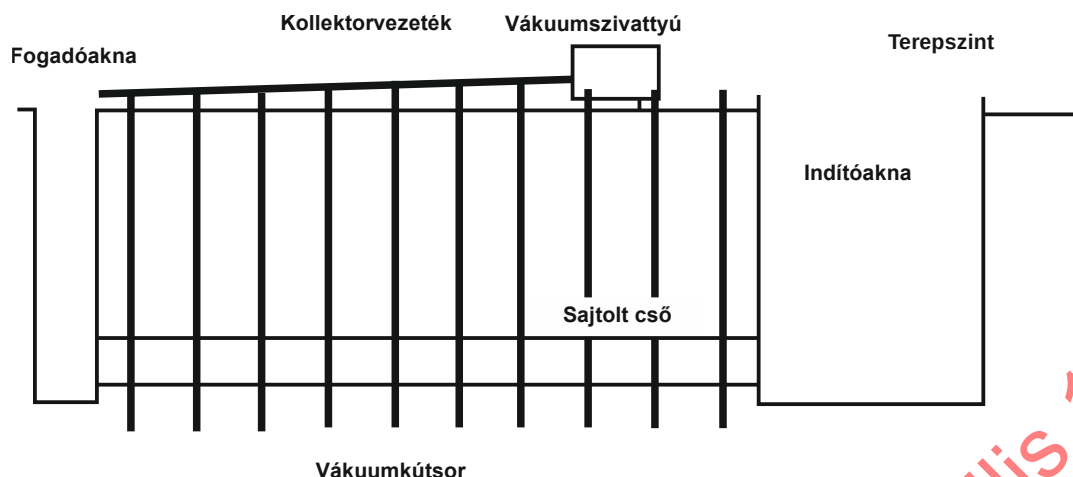
5.33. ábra – A sajtolás technológiai szakaszai

5.7.1. Víztelenítés

A nyomvonal víztelenítése mindig előre megoldandó, hiszen mind a vágóélben, mind a nyomvonal egyéb részein, például a közbenső állomásokban vízmentes környezetet kell biztosítani. Különösen a vágóélben okozna súlyos kárt a szabadon beáramló és szilárd részeket is szállító víz. A víztelenítést ezért általában nem lehet a legolcsóbb nyíltvíztartással megoldani. Mélykutakkal, Siemens-kutakkal vagy vákuumkutakkal különböző talajviszonyok között is eredményes víztelenítés érhető el. A jó víztelenítés kiemelten fontos. Eredményes víztelenítés viszont csak pontos tervezéssel, gondos kivitelezéssel és korszerű eszközökkel érhető el. Az 5.34. ábrán egy vákuumkutakkal víztelenített munkahely látható.

A víztelenítés elhagyására, vagy hatásának javítására különféle speciális vágóéleket használnak. Így vízzel telített, de nem folyós talajokban féldiafragmát, amely a sajtolás során a talajt jelentősen tömöríti. Iszapos vízzel telített anyagban az a megoldás, hogy a vágóélbe kettős zsilipkamrát építenek, amelyek egyenként telnek meg a folyós anyaggal, majd zsilipeléssel, tolózár segítségével ürítő nyíláson keresztül jut az anyag a szállítóeszközbe. Amennyiben a víztelenítésről a sajtolás során kiderül, hogy az nem volt sikeres vagy csak részben hozott eredményt, egyedileg lehet eldönteni, hogy a vágóélbe befolyó vízmennyiség veszélyezteti-e a környezetet, nem okoz-e kimosódást.

Egyedileg kell megvizsgálni a víztelenítés kérdését abban az esetben is, hogy ha nem nyitott homlokú vágóélet használnak, hanem olyan kialakításút, amelynek jövesztőszerkezete vagy más része a homlok megfogására alkalmas.



5.34. ábra – Víztelenítés vákuumkútsorral

5.7.2. Segédszerkezetek

5.7.2.1. Vezetősín

Az indítóakna talpán úgynevezett vezetősínt kell elhelyezni, amelynek az a feladata, hogy a sajtolandó csövek az előre meghatározott helyre kerüljenek. A vezetősínen, illetve sín páron csúszik a nyomógyűrű, amely a csövek előresajtolását végzi. A vezetősín elhelyezésének módját alapvetően a nyomógyűrű kialakítása határozza meg (Ld. részletesen 5.7.2.3. pont). A vezetősínek általában betonba épülnek, de létezik olyan rögzítési mód, amelynek lényege, hogy a talpbetonban előre elhelyezett acélapokra rögzítik a vezetősínt, csavarozással vagy lehegesztéssel.

5.7.2.2. Vágóél

A csősajtolás egyik leglényegesebb technikai eleme a vágóél. Itt zajlik a jövesztés, a rakodás és a vágóél elmozdításával lehet elérni, hogy a sajtoló cső a kívánt irányba haladjon. A vágóél maga tulajdonképpen két részből áll. A kiegyenlítőgyűrű az első sajtoló vasbeton csőhöz illeszkedik és ahhoz képest állandó helyzetben van. Szerepe az, hogy a vágóél kormányzásakor a kormányzó hidraulikák vagy orsók által átadott erőt egyenletesen ossza el az első cső homlokfalán. A vágóéltest a kiegyenlítőgyűrűhöz lazán kapcsolódik. Kormányzáskor a vágóéltestet a kiegyenlítőgyűrűhöz, következésképpen az első csőhöz képest is kis mértékben elfordítják. Az elfordulás szögeltérése igen kicsiny.

Követelmény a vágóéllel szemben az is, hogy geometriai kiképzése olyan legyen, amely megakadályozza a talaj felszakadását még akkor is, ha a sajtolást kohéziómentes talajban kell végezni. Ilyen esetekben sor kerülhet úgynevezett osztópadok beépítésére is, amelyek a talajrézsű megosztásával nagyobb átmérőben is biztonságos, felszakadás mentes sajtolást tesznek lehetővé.

Az 5.35. ábrán a vágóélszerkezet összeállítási rajza látható. A kiegyenlítőgyűrű lazán kapcsolódik a vágóélhez, valamint látható, hogy a kiegyenlítőgyűrű és az első cső közé már be kell tenni azt a fagyűrűt, amit a sajtoló csövek közé is szokásos elhelyezni.

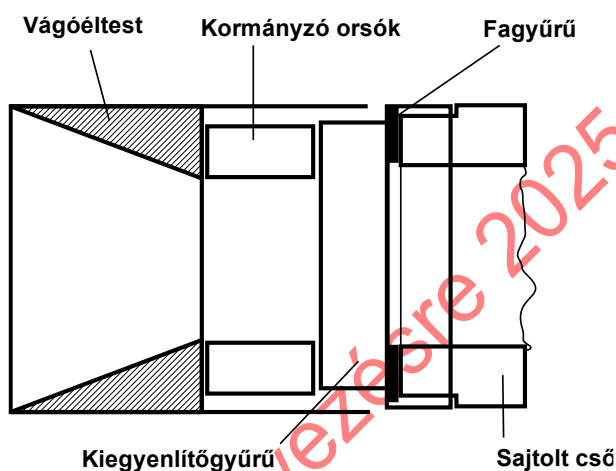
Egy vágóél kormányozhatósága attól függ, hogy az átmérője hogyan viszonyul a hosszához. Nagy átmérő-hossz viszony esetén a vágóél igen jól kormányozható, de megvan az a hátrányos tulajdonsága, hogy könnyen el is tér a kívánt irányból. Az 5.36. és az 5.37. ábrán pontosan látható, hogy a vágóélszerkezet hogyan kapcsolódik a csőakathoz. Érzékelhető, hogy kormányzáskor aszimmetrikus terhelés lép fel a csővégeken és az is, hogy az irányeltérítés mértéke milyen kicsiny. A jobb kormányozhatóság érdekében a vágóél elejére kismértékű túlvágást biztosító acéllemezt szoktak elhelyezni.

A vágóél kiképzésével szemben az is követelmény, hogy akadályozza meg a talaj felszakadását. A problémát osztólemez vagy osztópad beépítésével lehet megoldani. Az 5.38. ábrán látható az osztólemez nélküli és az osztólemezzel ellátott vágóél sematikus rajza.

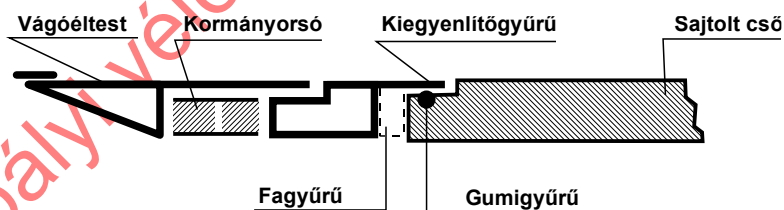
Ugyancsak a felszakadás megakadályozását szolgálja az olyan vágóélkiképzés, amelynél a vágóél palástját ernyőszerűen előre kinyúlva képezik ki. További variációs lehetőség, hogy az osztólemezeket különbözőképpen előretolva vagy hátrahúzva, esetleg külön peremmel ellátva alkalmazzák. Az 5.39. ábra ezen variációkat mutatja.

Az osztólemezek elhelyezésénél óvatosan kell eljárni, mert helytelen beépítés esetén a vágóélben olyan talajtömörödés jön létre, amely a jövesztést nagyon megnehezíti és a kormányzást csaknem lehetetlenné teszi. Az 5.40. ábrán látható, hogy az alsó osztólemez túl közel került a vágóél alsó részsűjéhez. A bevonalkázott területen erős tömörödés jön létre, ami a vágóélet lefelé húzza.

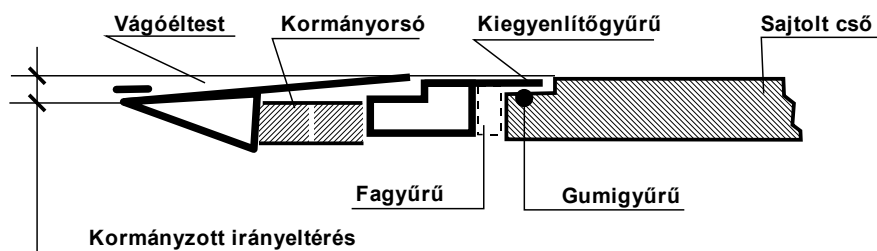
Tekintettel arra, hogy a megengedhető tömörödés mértéke függ a talajviszonyoktól, receptet nem lehet adni a helyes osztólemez beépítésre. A jó megoldás az, ha olyan vágóél készül, amelyben lehetséges az osztólemezek különböző magasságokba történő beépítése, sajtolás közbeni eltávolítása és előre-hátra mozgatása is. Az 5.41. ábrán helyesen beépített osztólemezpár látható.



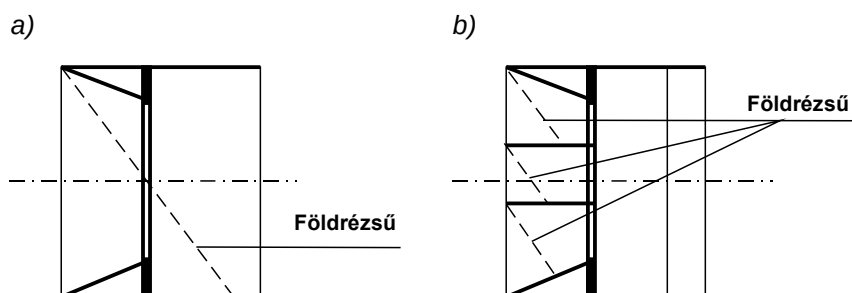
5.35. ábra – A vágóél és a kiegyenlítőgyűrű



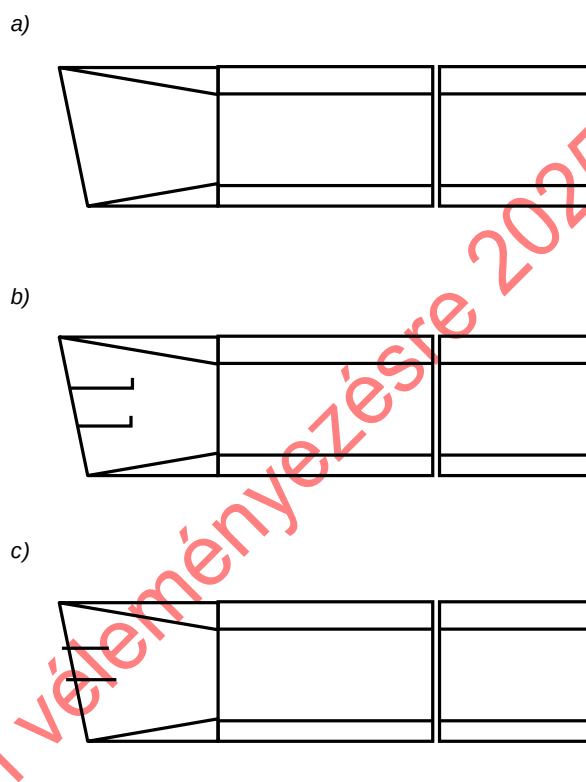
5.36. ábra – A vágóél és az első cső kapcsolata



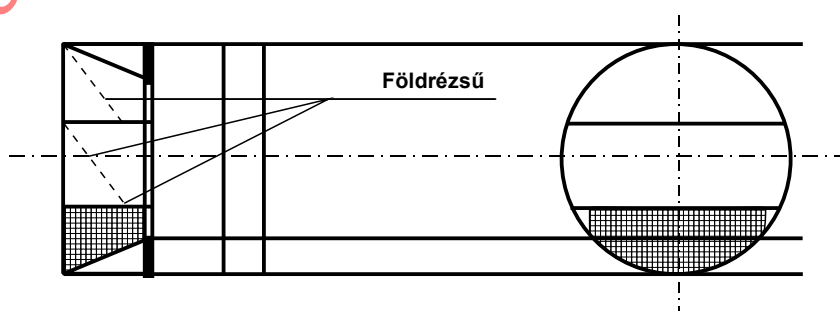
5.37. ábra – A vágóél helyzete kormányzáskor



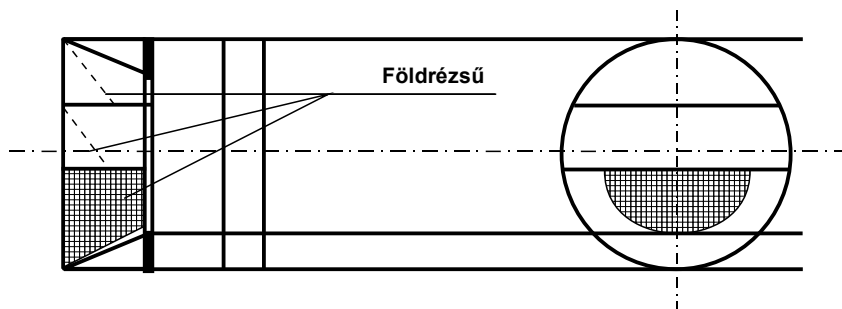
5.38. ábra – A vágóél kialakításának sematikus rajza; a) Osztólemez nélkül, b) Osztólemezszel



5.39. ábra – Különböző vágóélkialakítások a felszakadás ellen



5.40. ábra – Helytelenül beépített osztólemezek



5.41. ábra – Helyesen beépített osztólemezek

5.7.2.3. Nyomógyűrű

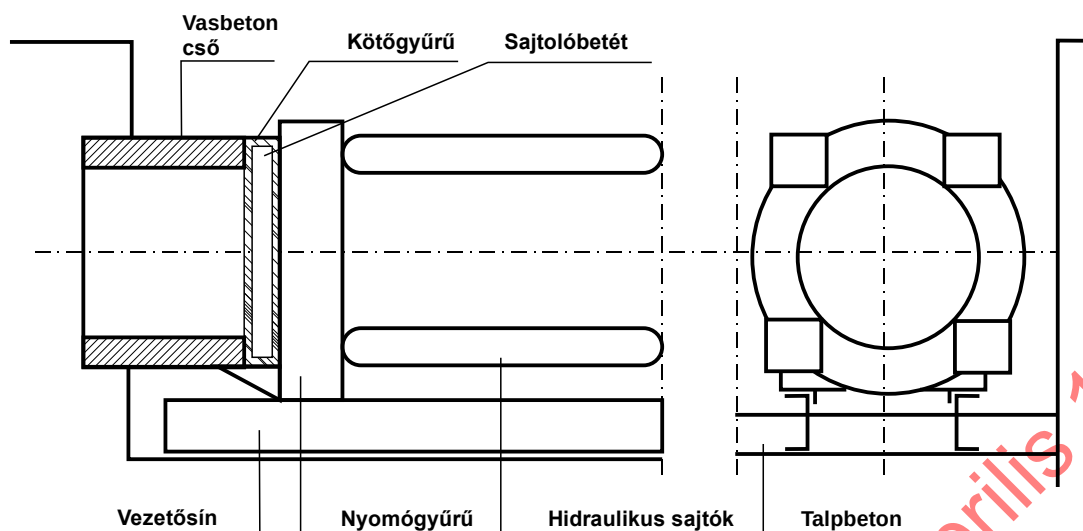
A nyomógyűrű az a segéd szerkezet, melynek segítségével az előresajtoláshoz szükséges erő átadódik a csőakatnak. A sajtoláshoz a csőátmérőtől függően a gyakorlatban legalább kétféle hidraulikus prést kell használni. Nagyobb átmérőnél a hidraulikus prések száma növekszik. Az előzőekben már szerepelt, hogy a sajtoláshoz szükséges erőt előre lehet számolni, figyelembe véve a cső és a háttám terhelhetőségét. A kiszámított értékkel összhangban kell meghatározni a hidraulikus prések számát. Ezeket a hidraulikus préseket a nyomógyűrűre és a háttámgyűrűre csavarosan rögzítik. A nyomógyűrűnek az a szerepe, hogy a hidraulikák pontszerű terhelését egyenletesen ossza el a sajtoló csőbűtű felületén és sajtolás közben olyan helyzetbe tartsa a csövet, amit előre, tervszerűen meghatároztak.

Miután a csövek kötése általában kötőgyűrű segítségével történik, a nyomógyűrűt úgy kell kialakítani, hogy a csővégekhez a kötőgyűrű megsérülésének veszélye nélkül lehessen csatlakoztatni.

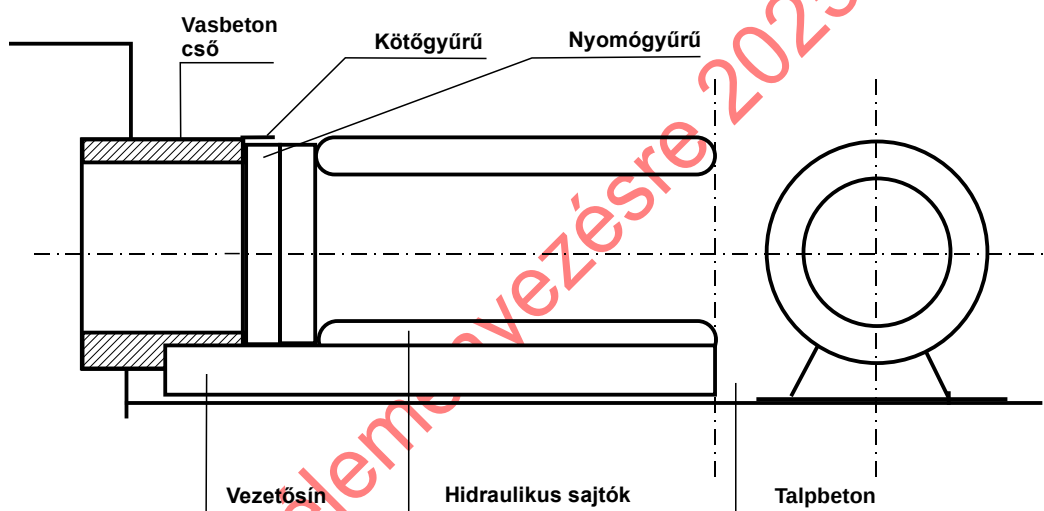
Kétféle kialakítású nyomógyűrű alkalmazása terjedt el. Az egyik változatnál a sajtoló cső a nyomógyűrű kiálló tartófülére támaszkodik. Ebben az esetben valamilyen sajtoló betét beépítése is szükséges. Az 5.42. ábrán ez a megoldás látható.

A másik esetben a nyomógyűrű elejét úgy képzik ki, hogy az a kötőgyűrűbe csúszhasson. Ezt a változatot az 5.43. ábrán láthatjuk.

Az 5.42. és az 5.43. ábrán érdemes megvizsgálni a vezetősín kialakítását is. A támasztófülél ellátott nyomógyűrű használatakor gondoskodni kell arról, hogy a függőleges helyzetbe épített U acélból, vagy I gerendából készült vezetősín tetején a nyomógyűrű oldalirányba ne tudjon elmozdulni, mert az irányeltérést okozna a csőakatban. Az elmozdulást a nyomógyűrű talpán lévő vezetőfüléllel lehet megakadályozni. Az aknába belógó sajtoló cső nincs szerves kapcsolatban a vezetősínnel, ezért még a külön alátámasztását is meg kell oldani. A cső megfelelő elhelyezése időigényes, ami a sajtolás teljesítményét csökkenti. A második esetben a vezetősín sugár irányban kerül beépítésre vagy bebetonozásra, ilyenkor a cső lerakáskor kényszerhelyzetben van, azaz rögtön a helyére kerül. Miután a nyomógyűrűt úgy képezték ki, hogy az eleje a kötőgyűrűbe csússzon, elmarad a külön betétdarabbal kapcsolatos tevékenység is. Mindebből következik, hogy ez utóbbi megoldás számít korszerűbbnek.



5.42. ábra – Nyomógyűrű kialakítása támasztófüllel



5.43. ábra – A kötőgyűrűbe illeszkedő nyomógyűrű

5.7.3. Jövesztés, szállítás

Az építendő létesítmény szelvényében lévő földanyag kitermelése a vágóélben történik. Az esetek nagy többségében talajkitermeléssel kell foglalkozni, bár kemény kőzet esetén vagy fagyasztásos víztelenítés alkalmazása esetén – megfelelő biztonsági intézkedések mellett – még robbantásos jövesztés is kivitelezhető a vágóélben.

A jövesztés legegyszerűbb módja az, amikor a vágóélbe benyomuló talaj kohézióját elvesztve szétomlik és lapátolással, kézi vagy gépi erővel szállítóeszközre rakható. Ez esetben csak a kissé keményebb területeket kell csákányozással fejteni. Gyakorlatilag ilyen talajviszonyok között fordul elő az is, hogy a jövesztésre és a felrakásra valamilyen egyszerű gépi szerkezetet használnak, amelynek kialakítása hasonlít az árokásásnál alkalmazott kanalak kiképzéséhez.

A gépi jövesztés másik eszköze, amikor kanalas rakodógépet, szállító gumiszalagot vagy csigás felhordógépet, illetve zagyszállítást használnak a föld felrakására. Általában elmondható, hogy nagyon bonyolult gépi eszközt azért nem építenek be a vágóélbe, mert az nagyon megemelné az építés költségét. Más a helyzet amikor 2 méternél nagyobb belső átmérőjű vezeték építése folyik és a létesítmény maga is több száz méter, esetleg néhány kilométer hosszú. Ilyen esetekben a drágább szerkezet is megtérül, a nagyobb építési hosszánál jelentkező teljesítménynövekedésből adódóan.

A jövesztés és a felrakás módja szoros összefüggésben van az anyag kiszállításához használt eszközzel. Az anyagszállítás legegyszerűbb eszköze a szállítócsille, amely külön alvázból és csilleszekrényből áll. A csilleszállítás alkalmazásánál a felrakóeszközt úgy kell kiképezni, hogy az a csillébe biztonságosan bejuttassa a talajt. A szállítócsille azért áll két részből, mert az aknába jutva csak a csilleszekrényt emelik a felszínre, hogy az akna mellett álló tehergépkocsira ürítsék a kiszállított talajt. A jobb teljesítmény érdekében az indítóaknában váltócsillét kell használni, ami csaknem folyamatos anyagkiszállítást eredményez.

5.7.4. Irányítás, geodézia

Mint minden építésnél, a nyomvonalas föld alá kerülő mérnöki létesítmények építésénél is alapvető követelmény, hogy a mű a tervezett helyre kerüljön. Különösen szigorúak a követelmények, amikor szennyvízcsatorna épül, hiszen ez esetben a lejtési viszonyok alapvetően meghatározzák a későbbi üzemeltetési viszonyokat.

Mint az már az 5.7.2.2. pontból ismert, a sajtolás során a vágóél folyamatos kormányzásával lehet elérni, hogy a csőakat a tervezett nyomvonalon haladjon. Amennyiben a vágóél átmérő-hossz viszonyyszáma nagy, akkor azzal kell számolni, hogy a talajviszonyok megváltozásakor vagy bármilyen kicsiny külső erőhatáskor a vágóél könnyen elbillen, de éppen a nagy átmérő-hossz viszony miatt a vágóél könnyen visszakormányozható a kívánt helyre. Ellenkező helyzet áll fenn a kicsi átmérő-hossz viszonyánál. Ez utóbbi eset nyilván a kisebb átmérőknél érvényes általában. A kormányzást tehát az egyes csőelemek átmérő-hossz viszonya is befolyásolja.

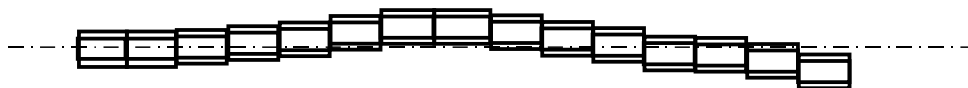
A helyes kormányzáshoz két dolog feltétlenül szükséges. Az egyik az első cső pontos helyzete, a másik pedig annak ismerete, hogy az első cső az előző mérésnél milyen helyzetben volt, azaz tudni kell, hogy milyen a rakat haladásának tendenciája. A kormányzási művelet maga azzal kezdődik, hogy regisztrálni kell a csőakat helyzetét a tervezett nyomvonalhoz viszonyítva. Amennyiben eltérés mérhető, megkezdődhet a vágóél visszabillentésével az irányítási művelet. A vágóél kormányzását a csőakat némileg késve követi, ebből az következik, hogy rendkívül gondosan kell regisztrálni a mért eredményeket, hogy a kormányzási műveletet időben legyen végrehajtva. Irányításkor természetesen a kis eltérések észlelését kis mértékű korrekció követi, előfordulhat tehát, hogy két-három korrekció után kezd a csőakat a helytelen irányból a helyesbe visszatérni. Az 5.44. ábrán az az eset látható, amikor az irányeltérést korrigálták, de korrigálás után a visszakormányzási műveletet nem kísérték figyelemmel és így ellenkező irányú eltérést okoztak.

Az 5.45. ábra a helyes kormányzást mutatja. Látható, hogy az ellenkormányzást időben megkezdtek, aminek eredményeképpen a rakat a tervezett vonalra újra rásimul.

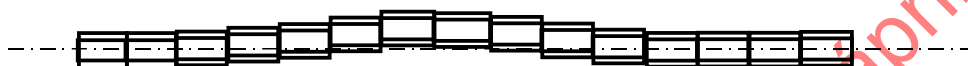
A kormányzási műveletnél figyelembe kell venni, hogy a vágóél geometriája nem mindig szabályos, rétegelt talajokban a talajellenállás a vágóél különböző részein eltérő, a sajtoló csőpaláston fellépő súrlódó erő változó, a jövesztést nem szimmetrikusan folytatják, a homlokodon kialakult természetes rézsű a vágóél alsó részén eleve nagyobb ellenállást jelent. Mindezen tényezők összessége adja azt, hogy minden vágóélnek és csőakatnak eltérő a viselkedése kormányzási szempontból. Ennek különösen induláskor van jelentősége, hiszen akkor még nem ismert, hogy adott körülmények között a vágóél merre fog kitérni. Ebből az következik, hogy a célpontosság nem függ a sajtoló hosszától, sőt a kedvezőtlen irányeltérések általában a sajtolás első métereiben jelentkeznek, itt kell tehát különös gondossággal ügyelni a kormányzási műveleteket.

Mint már az előzőekben említésre került, a csőakat kormányozhatósága a vágóél és a csőelemek átmérő-hossz viszonyával szoros összefüggésben van. A helyes irányba haladó csőakatnál az volna jó, hogy kicsi átmérő-hossz viszony legyen, hiszen ebben az esetben a rakat nem akar kitérni az irányból. Ha mégis irányeltérés tapasztalható, akkor szerencsés volna a nagy átmérő-hossz viszony. Ezt az ellentmondást úgy lehet feloldani, hogy megfelelő szerkezettel a vágóélet és az első csőeket összekötjük, mely összekötést oldható kivitelben alakítjuk ki. Amikor a csőakat helyes irányban halad, az összekötést fenntartjuk, de ha mégis irányeltérés keletkezik, akkor az összekötést feloldva megkezdjük a kormányzási műveletet mindaddig, amíg a helyes irányba nem kormányozzuk a rakatot. Ezt követően megismételhetjük az összekötést. A helyes kormányzáshoz pontos mérésre és a mérés regisztrálására van szükség. A sajtolás során ezen feladat megoldásához

gyakran használatos a lézeres irányítás, azonban alkalmazásánál ügyelni kell arra, hogy az esetleges refrakció ne torzítsa meg a mérési eredményeket. A legkorszerűbb megoldásoknál a csőakat elején olyan komplex vágóélrendszer halad, amelyben a gépesített jövesztésen és felrakáson kívül lézerefelfogó képernyő is található. Amennyiben a lézer által mutatott eredményeket visszacsatolják a vezérlésre, úgy elérhető az az optimális állapot, amelyben szinte folyamatos vezérléssel a csőakat a kívánt helyre építhető (ld. microtunneling eljárás).



5.44. ábra – Helytelen kormányzás



5.45. ábra – Helyes kormányzás

5.8. Csőroppantás (6.2.2.2.5)

A csőroppantás a leggyorsabb és leggazdaságosabb vezetékrekonstruktív eljárás. Általában a nem megfelelő kapacitású, teherbírású, eltömődött, előregeedett már meglévő vezeték cseréjére szolgál ez a technológia.

A roppantható acél-, öntöttvas, beton-, azbesztcement-, agyag- és műanyag vezeték helyére folytonosan összehegesztett új haszoncső húzható be az eredeti nyomvonalba.

A meglévő csővezetékbe belülről feltörik vagy felvágják és a körülötte lévő talajjal együtt egy statikusan vagy dinamikusan hajtott/húzott bővítő-tágító fejjel kiszorítják. A tágító rész mögött van csatlakoztatva az új csővezeték. Az új vezeték lehet azonos vagy nagyobb átmérőjű, mint a meglévő csővezeték. Átmérőbővítés esetén meg kell vizsgálni a takarási mélységet és a környező közművek távolságát.

A roppantáshoz szükséges egy roppantó-, és egy vagy több fogadóakna. Minden esetben szükséges vizsgálni a roppantandó teljes szakaszt. Iránytörésekhez célszerű telepíteni a roppantóaknát, melyből két irányba elhelyezkedő fogadóaknába végezhető a roppantás.

Esetenként roppantóaknaként elegendő a cserélendő vezetékszakszon meglévő akna.



5.46. ábra – Csőroppantás, az új haszoncső behúzása

A szövegben említett és kapcsolódó magyar nemzeti szabványok, ütiügyi műszaki előírások és jogszabályok

Szabvány és ütiügyi műszaki előírás alkalmazása előtt győződjön meg arról, hogy jelent-e meg módosítása, helyesbítése, nincs-e visszavonva, vagy műszaki tartalmú jogszabály hivatkozik-e rá.

(Ellenőrzés időpontja a Magyar Szabványügyi Testület honlapja, a Nemzeti Jogszabálytár és a MAÚT Reader alapján: 2025. február 17.)

MSZ EN 1555-1:2021	Műanyag csővezetékrendszerek éghető gázok szállítására. Polietilén (PE). 1. rész: Általános előírás (angol nyelvű)
MSZ EN 1916:2003	Vasalatlan, acélszálas és vasalt betoncsövek és idomok (angol nyelvű)
MSZ EN 1992 sorozat	Eurocode 2: Betonszerkezetek tervezése (angol nyelvű)
MSZ EN 1997-1:2004/A1:2015	Eurocode 7: Geotechnikai tervezés. 1. rész: Általános szabályok
MSZ EN 12 201-1:2024	Műanyag csővezetékrendszerek nyomás alatti vízellátáshoz és alagcsővezetéshez, valamint csatornázáshoz. Polietilén (PE). 1. rész: Általános előírás (angol nyelvű)
MSZ EN 12 889:2023	Csapadékvíz- és szennyvízelvezető csatornák kitakaras nélküli fektetése és vizsgálata (angol nyelvű)
MSZ EN ISO 14 001:2015	Környezetközpontú irányítási rendszerek. Követelmények alkalmazási útmutatóval
MSZ 15 003:1989	Tervezési előírások a munkagödörök határolására, megtámasztására és víztelenítésére (visszavonva: 2010.12.31.)
MSZ EN ISO 23 856:2021	Műanyag csővezetékrendszerek nyomás alatti vagy nyomás nélküli vízellátáshoz, vízelvezetéshez vagy csatornázáshoz. Telítetlen poliésztergyanta- (UP-) alapú, üvegszál-erősítésű, hőre keményedő műanyag (GRP-) rendszerek (angol nyelvű)
MSZ EN ISO 50 001:2019	Energiagazdálkodási irányítási rendszerek. Követelmények alkalmazási útmutatóval (angol nyelvű)
MSZ-09-57.0033:1990	Veszélyes berendezésekben beszállással végzett munkák biztonságtechnikai követelménye (angol nyelvű)
e-UT 03.01.11:2008	Közütak tervezése (KTSZ)
e-UT 03.03.32:2022/M1:2023	A jelzőlámpás forgalomirányítás tervezése, telepítése és üzemeltetése (Az 1. sz. módosítással egységes szerkezetbe foglalva)
e-UT 05.01.15:2018	Útépítési kőanyagalmazok

e-UT 05.02.43:2019	Útburkolati jelek anyagai és felhasználói követelményei
e-UT 05.02.56:2019	Hideg remix
e-UT 06.02.11:2022	Közutak létesítésének általános geotechnikai szabályai
e-UT 06.03.21:2018/M1:2021	Útpályaszerkezetek aszfaltburkolati rétegeinek követelményei (Az 1. sz. módosítással egységes szerkezetbe foglalva)
e-UT 06.03.26:2020	Rugalmas kötőanyagú burkolatalapok
e-UT 06.03.37:2021	Beton- és kompozitburkolatok tervezése és építése
e-UT 06.03.43:2022	Kiselemes burkolatok
e-UT 06.03.53:2018	Kötőanyag nélküli és hidraulikus kötőanyagú burkolatalapok
e-UT 07.02.11:2022	Beton, vasbeton és feszített vasbeton közúti műtárgyak építése
e-UT 07.02.12:2021	Acélhidak gyártása és szerelése
e-UT 07.04.13:2021	Kész betonszerkezetek korrózióvédelme
e-UT 07.06.11:2021/M1:2024	Közúti alagutak létesítése (Az 1. sz. módosítással egységes szerkezetbe foglalva)
e-UT 08.01.22:2020	Országos közúti adatbanki szolgáltatás
e-UT 09.02.28:2020	RST-mérés, -értékelés és az eredmények feldolgozása
e-UT 09.04.15:2018	Közutak geodéziai előírásai és geometriai követelményei
e-UT 09.04.16:2023	Mintavétel földműanyagból
e-VASUT 02.70.08	H.1. Vasúti Szabályzat. H.1.8. utasítás. Vasúti pálya keresztezése közmű jellegű létesítménnyel

Útügyi alapfogalmak gyűjteménye, 16. változat, 2024. IX. 30.;
177/2024. (XI. 6.) számú ÚB határozat

Közutak építésének szabályzata (KÉSZ) rendelettervezet

2000. évi XXV. törvény a kémiai biztonságról

2012. évi CLXXXV. törvény a hulladékról

191/2009. (IX. 15.) kormányrendelet az építőipari kivitelezési tevékenységről

266/2013. (VII. 11.) kormányrendelet az építésügyi és az építésüggyel összefüggő
szakmagyakorlási tevékenységről

225/2015. (VIII. 7.) kormányrendelet a veszélyes hulladékkal kapcsolatos egyes tevékenységek
részletes szabályairól

72/2013. (VIII. 27.) VM rendelet a hulladékjegyzékről