

Szent István Egyetem Ybl Miklós Építéstudományi Kar
Építőmérnöki Intézet
Infrastruktúramérnöki Szakcsoport

SZÜCS LÁSZLÓ

Neptun kód: [REDACTED]
Építőmérnöki levelező BSC / településmérnöki szakirány

**ÜZEMBEN LÉVŐ SZÉNHIDROGÉN VEZETÉKEK
KERESZTEZŐ KÖZLEKEDÉSI
LÉTESÍTMÉNYEK ALATTI KIVÁLTÁSA**

Szakdolgozat

Konzulensek:

Dr. Molnár Ildikó

Szent István Egyetem Ybl Miklós Építéstudományi Kar
Építőmérnöki Intézet Infrastruktúramérnöki Szakcsoport, adjunktus

Dudás József

OT INDUSTRIES Zrt., tervezési szakágvezető

Tartalomjegyzék

1. Történeti áttekintés

- 1.1. Szénhidrogén bányászat
- 1.2. Szénhidrogén feldolgozás
- 1.3. Távfűtési szállítás
- 1.4. Fizikai jellemzők

2. Távfűtési rendszerek

- 2.1. Távfűtési rendszerek kiváltása
 - 2.1.1. Lokális hibahelyek
 - 2.1.2. Kiváltások
 - 2.1.3. Rekonstrukció
 - 2.1.4. Havária

3. Alkalmazható technológiák

- 3.1. Peremfeltételek
 - 3.1.1. Nyomáspróba
 - 3.1.2. Élettartam növelés
 - 3.1.3. Iránypontosság
- 3.2. Spirális fűtőgép
- 3.3. Hidraulikus sajtolás
- 3.4. Vízszintes irányított fűrés
- 3.5. Microtunneling
- 3.6. Ütve sajtolás
 - 3.6.1. A szükséges alkatrészek
 - 3.6.2. A helyszín kialakítása
 - 3.6.3. Előkészítés
 - 3.6.4. Az ütve sajtolás
 - 3.6.5. A föld kinyomása, tisztítás
 - 3.6.6. Ellenőrzés

4. A kiváltási folyamat

- 4.1. Az igény megszületése, a döntés
- 4.2. Tervezés és előkészítés
- 4.3. A kivitelezés
 - 4.3.1. Előkészítés
 - 4.3.2. A sajtolás
 - 4.3.3. A műtárgy végleges kialakítása, nyomáspróbák
 - 4.3.4. Az előrekötés
 - 4.3.5. Befejező munkálatok
- 4.4. A kivitelezés sajátosságai
- 4.5. A megvalósulás dokumentálása

5. Barátság I. kőolajvezeték 3. számú főközlekedési út és Budapest – Gödöllő HÉV vasútvonal keresztezésének változatai 1962-től napjainkig

- 5.1. A helyszín bemutatása, az eredeti állapot ismertetése
- 5.2. 1962 – a Barátság I. kőolajvezeték építése
- 5.3. 2003 – kiváltások a vezeték mentén
- 5.4. 2009 – az M31 autópálya építése
- 5.5. 2014-2015 – teljes rekonstrukció

6. Mellékletek

7. Felhasznált irodalom

1. Történeti áttekintés

1.1. Szénhidrogén bányászat

Szénhidrogén-származékok felhasználásáról már a 17. század óta vannak emlékek, ezek mindig valamilyen természetes előfordulásból származtak, többnyire hadászati vagy egészségügyi céllal. Az első változást a Magyarországon 1860-ban megjelent petróleumlámpák, majd a századfordulón elterjedő belső égésű robbanómotorok hozták.

A világháborúk előtti Magyarországon elsőként a felszíni lelőhelyek közelében, főként Erdélyben és a Muraközben folyt kitermelés. A megnövekedett petróleumfogyasztás kielégítésére alapított finomítók (13db 1898-ban) eleinte külföldről behozott nyersolajat dolgoztak fel, az 1893-ban megkezdett kitermelés-fejlesztés eredményeképpen 1905-re a bányászott kőolajkincs éves volumene 55.000 tonnára emelkedett.

Az első jelentős eredményt 1908-ban kálisó felkutatására irányuló próbafúrás hozta meg az erdélyi Kissármás közelében egy földgázmező feltárásával. Ezt követően 1911-ben állami monopóliummá tették az ásványolaj és földgáz bányászatot, a többi ásványkincshez képest azzal a kitétellel, hogy annak koncesszióját akár külföldi, tőkeerős vállalatokra is át lehet ruházni. Az első ilyen koncessziót a angliai Persian Oil Company kapta kutatási céllal, de komoly eredmények nélkül fel is hagytak tevékenységükkel.

Az első sikeres koncessziós jogot 1933-ban váltotta a nyugat-dunántúli területekre a European Gas And Electric Company - EUROGASCO, aki az első ipari termelésre is alkalmas lelőhelyet a zalai Budafapuszta határában 1937-ben tárta fel. Ezután a koncessziós jog értelmében, hazánkban is vállalatot kellett alapítani, melyet meg is tett Magyar Amerikai Olajipari Részvénytársaság – MAORT néven. Az elkövetkező években a környéken Lovászipan, Pusztaszentlászlón és Lendvaujfaluban megindított termelés szellemi központja Bázakerettye lett, innen irányították a növekvő termelést, amely 1940-re már ellátta a belföldi keresletet, 1943-ra elérte a 837.000 tonnát, amit az 1949-es államosításig (az elhíresült MAORT koncepció per keretei közt) nem is sikerült túlszárnyalni.



1.kép Tároló medence Bázakerettyén a 30-as években

Forrás: www.olajmuzeum.hu

A MAORT sikerein felbuzdulva további koncessziós jogok kerültek értékesítésre az ország területén: Magyar Német Ásványolajművek – MANÁT az alföldi régióban, Magyar Olasz Ásványolajipari Rt. – MOLÁRT Észak-Magyarországon, Olasz Német Ásványolajipari Rt. - ONART a dévidéken. A második világháborút követően ezek vagy megszűntek, vagy szovjet tulajdonba kerültek, ezeket egyesítették először MASZOVOL, majd 1950-ben MASZOLAJ, Magyar Szovjet Olaj Rt. néven. A kitermelés fejlődését az 50-es években a nagylengyeli, a 60-as években az algyői, majd a 70-es években a zsanai eredményes kutatások tartották fenn, utóbbi kettő a 70-es évek végére át is vette a honi szénhidrogén kitermelésben a vezető szerepet.

1954-ben a MASZOLAJ megszűnésével egyidejűleg, annak romjain megalakul siófoki központtal a Kőolajvezeték Vállalat, a KVV. Öt fő tevékenysége a kőolaj – és földgázvezetékek építése, üzemeltetése, hírközlő rendszerek építése és üzemeltetése, beruházói teendők ellátása, PB gáz töltése és forgalmazása. Ezeket az ellátandó feladatok jobb átláthatósága és a megnövekedett mennyiségek miatt 1974-ben újra átszervezték, a Kőolajvezetéképítő Vállalat, továbbra is KVV, felelt a kivitelezésért, a Gáz – és Olajipari Vállalat, GOV, felelt az üzemeltetésért, valamint az Olajterv a beruházásokért. Mindezek az 1960-ban életre keltett Országos Kőolaj és Gázipari Tröszt (OKGT) égisze alatt fejtették ki tevékenységüket.

1991-ben az OKGT átalakulásával 100%-os állami tulajdonnal megalakul a Magyar Olaj - és Gázipari Részvénytársaság, a MOL Rt.. 2008-ig a kőolaj és földgáz kitermelése, kezelése, feldolgozása és szállítása külön üzemszféként, de egy cégben történik, ezt követően megalakul a Földgázszállító Zrt (FGSZ Zrt), ami a nevéhez híven „csak” a szállítási feladatokat szervezi önálló gazdasági egységbe.

1.2. Szénhidrogén feldolgozás

Feldolgozásról leginkább a folyadék halmazállapotú részek esetén lehet beszélni, mivel a légneműek – többnyire földgáz - esetében csak kezelés szükséges (folyadékreszkek és egyéb szennyeződések leválasztása), amit követően alkalmassá válik ipari és lakossági felhasználásra is. Ezek a kezelést végző üzemek mindig a kitermelési övezetek központjában létesülnek, a kutakból összegyűjtött földgázt egyesítve kezelik, nyomását szabályozzák, majd átadhatóvá válik az országos nagynyomású hálózatba.

A kőolaj feldolgozása finomítóban történik, amiből az ország területén már a hazai kitermelést megelőzően is jelentős darabszám és kapacitás állt rendelkezésre. Az első ilyen létesítményt 1882-ben Fiumében adták át, majd a következő évben már Budapesten is üzemelt egy Magyar Petróleumipari Rt néven. A világháborút követően az országhatáron belül maradt finomítókat 1924 Fanto Művek néven egyesítették (1933-tól Fanto Egyesült Magyar Ásványolajgyárak Rt.). 1930-ra a Shell felépítette a legnagyobb kapacitású (130.000 tonna) és legfejlettebb honi finomítót a Csepel szigeten. 1931-ben került átadásra a Szőregi Petróleumgyár, a Dél-Magyarországi igények kielégítésére. Állami tulajdonban került megépítésre 1937-ben pétfürdőn majd 1941-ben szőnyben jelentős kapacitásra tervezett, tárolásra is kialakított gyár.

A második világháborúban a teljes finomítói kapacitás jelentős károkat szenvedett, ezek helyreállítása a háborút követően azonnal megkezdődött. A rablógazdálkodás és a kiszámíthatatlanság miatt mind az igények, mind a kapacitások elmaradtak a háború előttitől, ezáltal elmaradtak az elengedhetetlen fejlesztések is. Ezt a nagylengyeli mező termelésbe állítása törte meg 1950-ben, amire egy évvel később már új üzemet is alapoztak, létrejött a Zalai Kőolajipari Vállalat, ami 1952-ben meg is kezdte működését (jelenleg Zalai Finomító).

Az újra fokozódó igények miatt szükségessé vált a régi kapacitások fejlesztése. Első lépésben az almásfüzitői és a szőnyi gyárak összevonásával és felújításával megszületett a Komáromi Kőolajipari Vállalat.

Az iparosítás jelmondatának megfelelően az 50-es évek végére a jórészt elavult üzemek felújításaiból, vagy gazdaságtalan továbbüzemeltetéséből adódó kapacitáshiányra hosszú távú megoldást kellett keresni. Ennek lett eredménye az 1962-ben elkezdett majd 1965-ben átadott Százhalombattai Finomító, ami már nem csak a hazai kitermelésből származó nyersolajat, hanem a szovjet importból származó mennyiségek gazdaságos feldolgozását tette lehetővé.

1970-ben az import alapanyagra alapozva, de kettős céllal (kőolaj-finomítás és műanyagipar) megépült a Tiszai Finomító életre keltve akkori nevén Leninvárost, a mai Tiszaújvárost.

A két fő finomító, a tiszai és a dunai további fejlesztéseinek eredménye, hogy a 80-as évek végére az összes többi üzem jelentősége lecsökkent, csak továbbfeldolgozásra és tárolásra használatosak, ami mind a mai napig így maradt.

1.3. Távvezetékes szállítás

Az előző két tárgyalott pontból jól látszik, hogy a megtermelt mennyiségek, a feldolgozó kapacitások és a felmerülő igények rendszerint nem egy helyen lépnek fel. A termelés kezdeti helyszíne kizárólag a zalai dombság volt, ezzel egy időben a fejlődés motorja a főváros. Az ehhez hasonló távolságok a kitermelés délfelföldre tolódása és az iparosodás északra húzódása miatt folyamatosan megvolt és meg is van az országban.

A távolsági problémákra eleinte megoldást jelentett a közúti, de leginkább a vasúti szállítás. Ennek kapcsán épült meg 1938-ban az ország első szállító vezetéke, a 12km hosszú Bázakerettye és Ortaháza közötti 3 colos csővezeték. Ezzel egy időben elkészült a vasúti töltő, átfutó állomás is. Ugyanebben az évben készült el az első gázvezeték Budafa és Újudvar között. Ezt követte öt év múlva a Bázakerettyét Nagykanizsával összekötő gázvezeték, ami a később kialakított Zalai Regionális Gázrendszer alapját képezte, mind a mai napig ez látja el a környező településeket földgázzal.

Az igények növekedésével és a sorozatos balesetek miatt azonban új megoldás után kellett nézni. 1941-ben adták át az ország első távvezetékét, a zalai 8 colos vezetékét. Ez kötötte össze 250km hosszban Bázakerettyét, Újudvaron keresztül Budapesttel, konkrétan a Shell csepeli finomítójával. Ehhez kapcsolódóan épült Balatonszemesen és Kápolnásnyéken vasúti töltőállomás, valamint Balatonbogláron és Budafokon szivattyúállomás. 1943-ra kiegészült a 250km-es távvezeteki szakasz két leágazással, egy Kápolnásnyéktől Szönyig, egy pedig Mezőszentgyörgytől Pétfürdőig.

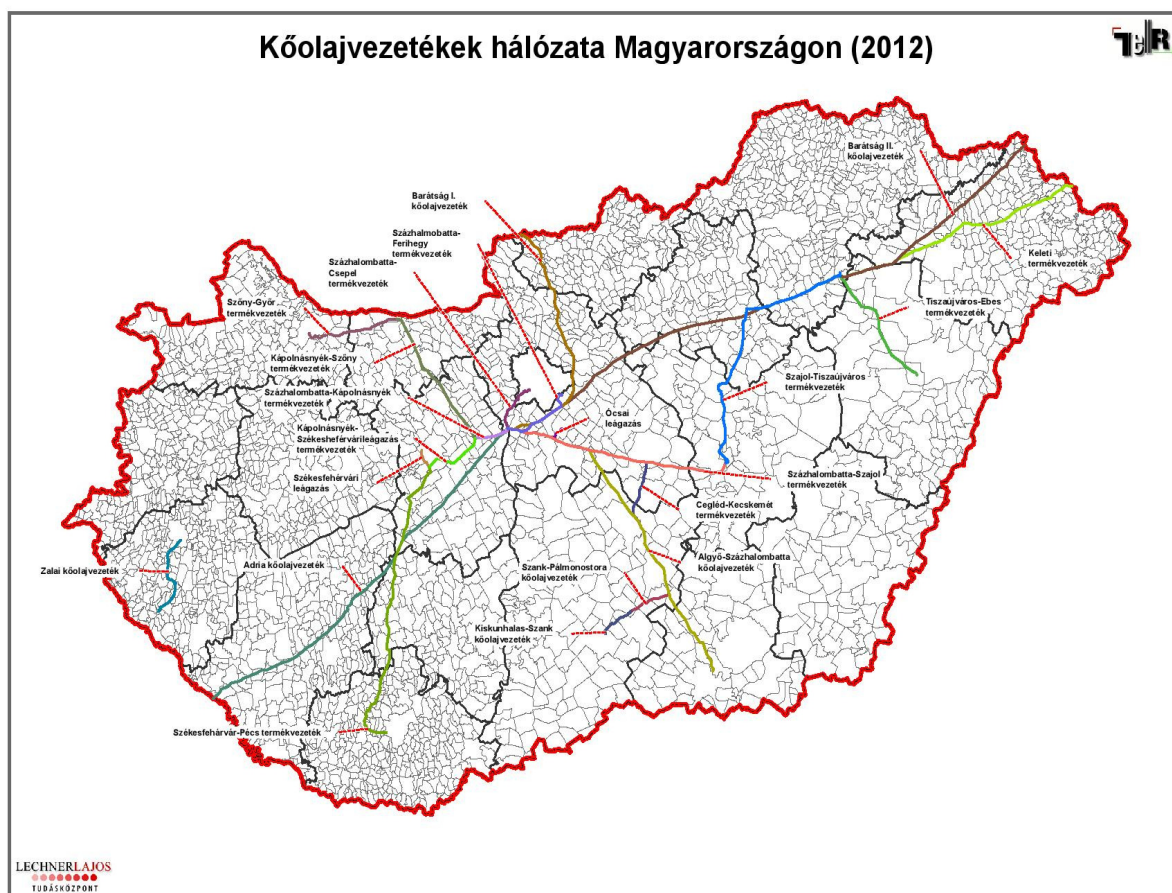
Az olajfinomítók igényeit ez által sikerült kielégíteni, de a világháború után rohamos fejlődésnek induló főváros gázigényét nem. Az akkori gazdasági lehetőségek nem tették lehetővé egy párhuzamos gázvezeték megépítését, de egy világújdonságnak számító újítással sikerült megoldani a problémát. Ez lett a „dugós szállítás”, amit Czupor Andor és dr. Gyulay Zoltán bányamérnökök találtak fel. Lényege, hogy a különböző anyagokat (akár halmazállapotukban is különbözőek) egy „dugóval” (csőgörények korai megfelelőivel) egymástól elválasztva lehet ugyanazon a távvezetéken szállítani. A forradalmi újításnak köszönhetően 1949-ben megindult Budapestre a földgázszállítás. A kezdeti problémákat (beleköt, elakad, kilyukad) Zachemski Ferenc ötletes megoldásaival sikerült kiküszöbölni. Ez a fajta szállítási mód egészen 1966-ig fennmaradt. Időközben ezen a vezetéken kerültek kikísérletezésre és kialakításra a görényezhetőség (tisztítás) feltételei, az első aktív korrózióvédelmi (katódvédelmi) megoldások és az első hírközlő hálózat, légvezeték formájában.

A távvezeteki hálózat fejlődése az 50-es években a budapesti körvezeték építésével és az őrszentmiklósi mező (eleinte kitermelés, majd csúcsidei tárolás) hálózatba kapcsolásával folytatódott.

1958-ra épült meg az első nemzetközi vezeték, kizárólag földgáz szállítására Románia irányából, Csengertől Kistokajig tartó 133km hosszú magyar szakasszal. A vezetéken és későbbi leágazásain DN300-as átmérőben PN28 bar üzemi nyomással nagy mennyiségben lehetett ellátni jó minőségű román gázzal az időközben

robbanásszerűen fejlesztett észak-keleti ipart (Lenin Kohászati Művek, Diósgyőri Gépgyár, Mályi téglagyár, Tiszai Vegyi Kombinát, később Ózdi Kohászat, Borsodi Vegyi Kombinát, Hejőcsabai Cementgyár).

A hatvanas évek rohamos fejlődése révén szinte minden nagyvárosba, régióba és komolyabb ipari komplexumba eljut a távvezeték, jó minőségű földgáz, részben importból, részben az időközben felfedezett további hazai mezők kitermeléséből. Az import további térnyerésével, eléri hazánkat is a keleti blokkot behálózó Barátság Kőolajvezeték, az első ütem 1964-től üzemel a szlovákiai Tupa városától Kápolnásnyéig (később Százhalombattáig) terjedő 148km-es DN400-as szakasz révén, a második ütem a mai ukrán határtól Százhalombattáig 1972-ben megépített DN600-as közel 300km hosszan tart.



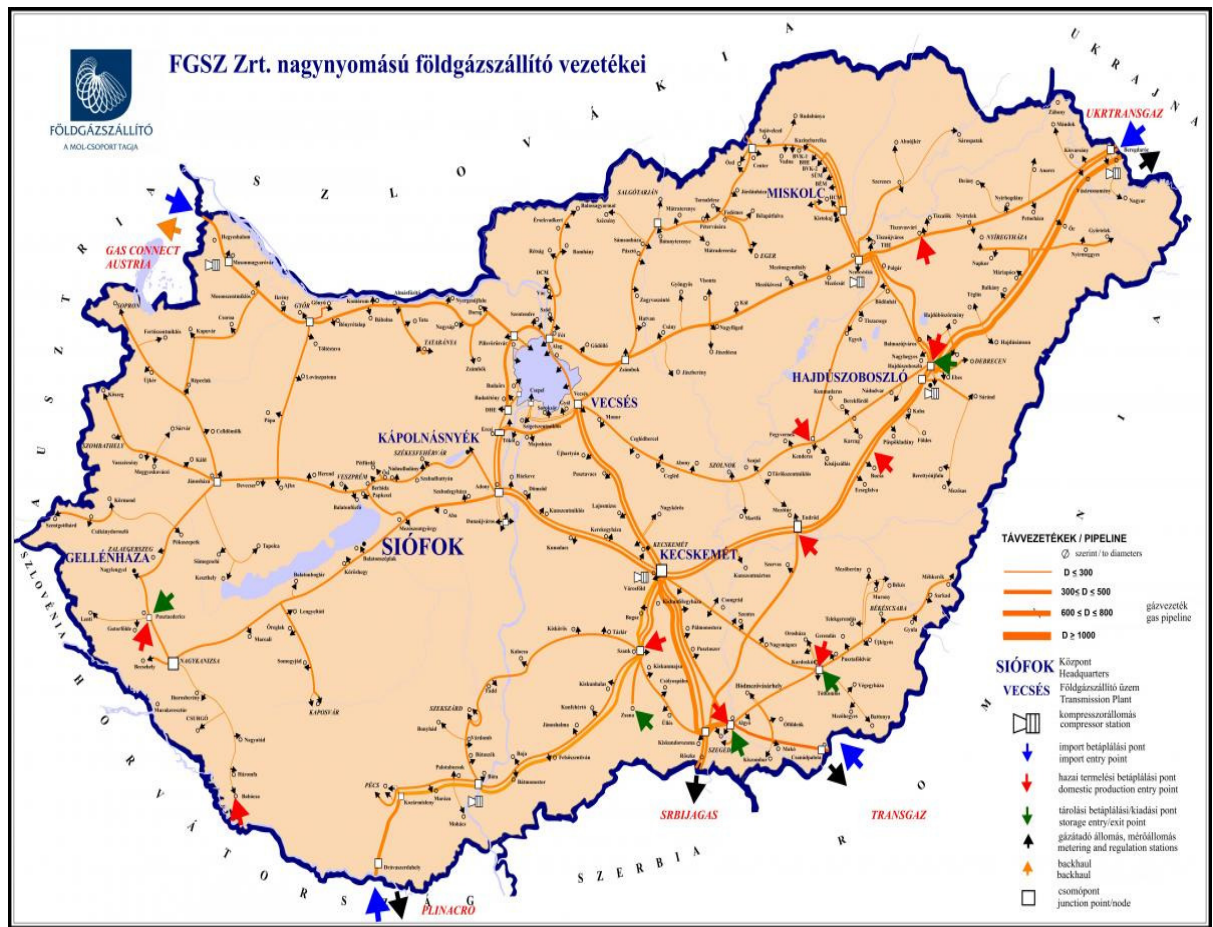
2.kép *Kőolajvezetékek hazánkban 2012*

Forrás: www.mol.hu

A keleti import nem csak a kőolaj, hanem a földgáz esetében is hamar kulcsfontosságú lett. 1975-től a Testvériség gázvezeték révén beregdaróci belépési ponttal épül ki kapcsolat az akkori Szovjetunió felé, mely mind a mai napig stratégiai pontja a hazai gázellátásnak.

A nagy szállítási távolságok és jelentős átmérőkülönbségek miatt a vezetékek között nyomáskiegyenlítésre, és annak pótlására van szükség. Ezeket a magyarországi hat nagy csomópont valamelyikében (Gellénháza, Vecsés, Miskolc, Hajdúszoboszló,

Városhőd, Kápolnásnyék) vagy a hozzájuk kapcsolódó kompresszor-állomásokon (Nemesbikk, Beregdaróc, Városhőd, Báta, Mosonmagyaróvár, Hajdúszoboszló, Zsana, és 2014 óta Szada) lehet megtenni.



3.kép Földgázszállító vezetékek 2014

Forrás: www.fgsz.hu

Hamar felmerült az igény tranzitországgként való részvételre is a nemzetközi gázpiacon. Az első erre irányuló próbálkozások már 1979-ben megtörténtek, kis átmérőjű, rövid vezetékek formájában. Az egyetlen kizárólag ilyen céllal megépített vezeték sokáig az Ausztria felé forgalmazó „HAG” vezeték volt, majd a 2000-es évek Európai Unió ösztönzésének köszönhetően megépült a Román Tranzit (47km hazánkban Algyő és Arad között, 2009), Horvát Tranzit (206km hazánkban Városhőd és Drávaszerdahely között, 204km) majd a Szlovák Tranzit (Vecsés és Balassagyarmat között 93km hosszan, 2014).

Az ellátási biztonság fokozására Magyarországon kivételesen jó geológiai megoldást nyújtanak a földalatti földgáztárolók. Ezek valamely megfelelő méretű és elhelyezkedésű, nem elviesedett kitermelés helyén kerülnek kialakításra, az áramlási irányok megváltoztatásával, azok kétirányúvá tételével. Ezek a tározók lehetnek piaci alapon és stratégiai alapon működők is (általában kombinált a szerepük). Ilyen gáztároló hazánkban öt helyen működik: Pusztaderics, Hajdúszoboszló, Kardoskút, Zsana és a Szőregi Stratégiai Gáztároló. Az utóbbi kapcsán épült meg az orosz import kapacitását jelentősen megnövelő stratégiai

gázvezeték három szakasza: az Ukrán-magyar Országhatár és Beregdaróc között 5km DN1400 PN75, Beregdaróc és Hajdúszoboszló között 124km DN1000 PN63 és Városhíd és Algyő között 86km DN1000 PN63.

A biztonságos üzemeltetés szükségessé teszi a mérési eredmények (nyomás, áramlás, mennyiség, hőmérséklet...) gyors továbbítását. Ezt hamar felismerték a vezetékek üzemeltetői, így már a zalai 8 colos esetében is alkalmaztak hírközlő hálózatot, légvezeték formájában. Ezek a hírközlő hálózatok később a föld alá „költöztek” a távvezetékek mellé ún. bányászati hírközlő kábelek (BÜK) formájában. Az időközben rohamosan fejlődő mérés-technika és ezzel együtt megnövekedő adathalmaz feldolgozására képes informatika, szükségessé teszi nagyobb volumenű és gyorsabb hírközlési rendszerek kiépítését. Rövidtávon (kútkörzetek, állomásrészek) ezeket rádiófrekvenciás távadók által, hosszabb távon optikai kábelekkel oldják meg manapság.

Az így összegyűjtött adatok összevetésére, elemzésére és tárolására nem csak az adott üzemrésznek, hanem a teljes országos hálózatot üzemeltető cégeknek is szükségük van. Ezzel a céllal jött létre Siófokon (a zalai 8 colos vezeték felezőpontján) diszpécserközpont, ami hosszútávra a szénhidrogén-ipar egyik szellemi központjává tette a várost.

1.4 Fizikai jellemzők

A távvezetékek szilárdsági jellemzőit mindig az előforduló legnagyobb nyomásértékhez, jellemző korróziós hajlamhoz és elérni kívánt garantált élettartamhoz kell igazítani. A hazai szabályozás a 25 bar feletti túlnyomással üzemelő vezetékeket mind a nagynyomású hálózathoz kategorizálja. A vezetékek hosszából (városokat, régiókat kötnék össze) és céljából (minél kisebb ráfordítással, minél nagyobb mennyiség továbbítása) adódóan ezek rendre 25 bar felett üzemeltethetők. Általában 63bar túlnyomásra vannak méretezve, de előfordulhat ettől kisebb (rendszerint 40bar) és nagyobb (75bar, kútkörzetek esetében akár 210bar is) érték is. Mindezeknek megfelelően csak acél alapanyagú csövek jöhetnek számításba (az elmúlt évek kísérletei DN100 alatti átmérőben PN100bar nyomásig PE alapú csövek felhasználását fejlesztették ki, egyelőre nem üzemvitelszerűen).

A felhasznált alapanyagtól és a nyomásértéktől függetlenül jelentős különbség még a szállítani kívánt anyag halmazállapota, ami lehet folyadék és légnemű is. A különbség a tervezési és üzemeltetési ciklusban mutatkozik, mivel teljesen más belső eróziót fejtenek ki a csővezeték belső falára

2. Távvezetékek

Minden távvezeték három fő részre bontható: technológiai gépészet, nyomvonal szakaszok és műtárgyak. Ezek a részek a vezeték minden életciklusában – tervezés, kivitelezés, üzemeltetés – egymástól elkülönülnek.

A technológiai gépészet szerepe az üzemeltetés során a legnagyobb. Ezeken a hazánkban földfelszín feletti létesítményekben történik az áramlás irányítása, felügyelete, a nyomásviszonyok ellenőrzése, a távvezeteki szakaszok elválasztása. Az itt található szerelvények – gömbcsapok, tolózárak, szelepek, manométerek, görénykamrák – teszik a vezeték üzemeltethetővé.

Ezek a technológiai területek mindig a környezettől elválasztva, jól megjelölve, a veszélyekre figyelmeztetve kerülnek kialakításra állomások formájában. A távvezeték menti elhelyezkedéstől és az üzemeltetés során betöltött szereptől függően többféle állomás típus különböztethető meg.

A betáplálási pontokon és a nagyobb csomópontokban nyomásbiztosító állomások kerülnek kialakításra. Betáplálási pont lehet az országhatár, kitermelő üzem vagy tároló üzem. Légnemű anyag, jelen esetben földgáz továbbítása esetén kompresszorállomásokról beszélünk. Kialakításuk mindig az országos vagy nemzetközi hálózat valamely jelentős csomópontjában történik, például az FGSZ Zrt. Városföldi Kompresszorállomása, amely 11 különböző irányú távvezeték üzemeltetését és nyomásfokozását látja el. Folyadék közeg esetén a nyomásfokozás szivattyú gépházakban történik, elhelyezésük mindig a kitermelés, feldolgozás, tárolás fázisok valamelyikéhez kötődik, például a MOL Nyrt. Dunai Finomító, Százhalombatta.

Nagy távolságok esetén kb. 30km-enként szakaszoló állomások kerülnek kialakításra, szerepük különböző lehet, melyek közül az üzembiztonság a legfontosabb. Földfelszíni kialakításuk miatt állapotuk mind vizuálisan mind műszeresen jól követhető, üzemelés közben is ellenőrizhető, az esetleges változtatások és átépítések jelentős földmunkát nem kívánnak.

A nyomvonal szakaszok a távvezetékek unalmas vízfordói. A tervezés során a cél a gazdaságosság, könnyű kivitelezhetőség, és üzemeltethetőség. Arányuk ennek megfelelően mindig a lehető legmagasabb. Kivitelezésük nyílt árokban történik, lehetőségek szerint minél magasabb arányban felszíni munkálatokkal. Üzemeltetés közbeni ellenőrzéshez, diagnosztikához, földmunka szükséges, ami a normál takarási mélység (~1,20m) és elhelyezkedés (külterület) miatt különösebb nehézséget nem okoz.

A harmadik alkotóelem a műtárgy. Műtárgynak nevezünk minden olyan vezetékszakaszt, amely valamilyen épített létesítményt, természetes „akadályt” jelentős hosszban keresztez vagy a kivitelezés módja a nyomvonal szakaszokétól eltér.

Épített létesítmények közül a közlekedési célúak a fordulnak elő a leggyakrabban. Ezek lehetnek utak - legalacsonyabb rendű magánutaktól kezdve egészen a

gyorsforgalmi úthálózatot alkotó többsávos autópályákig – és vasutak. Az épített és a természeti akadályok leggyakrabban előforduló közös halmaza a vízfolyás.

Rendszerint a nyomvonalai szakaszoktól nagyobb takarási mélység, nehezebb vagy közel lehetetlen hozzáférhetőség jellemzi ezeket a szakaszokat. Mindezek miatt mind a tervezés, mind a kivitelezés során kitüntetett figyelemmel kell eljárni. Az esetlegesen elkövetett hibák megbosszulják magukat, jelentős anyagi és szellemi ráfordítást igényel megoldásuk, ami az üzemelés szüneteltetésével jár.

2.1. Vezetékek kiváltása

Minden távvezeték a meglévő vagy már építési engedéllyel rendelkező keresztező és párhuzamos létesítmények figyelembe vételével, birtokviszonyok szem előtt tartásával egy adott élettartamra terveznek. A kivitelezés során felmerülő akadályokat a műszaki átadás előtt tervezői segédlettel meg lehet és kell is oldani, azonban az üzemeltetés közben megváltozó körülményekre előre nem lehet felkészülni. A tervezési élettartam letelte nem jelenti automatikusan a létesítmény üzemeltetésének végét is. Megfelelő karbantartás mellett, esetlegesen üzemeltetési paraméterek változtatásával (maximális nyomás, áramlási sebesség), ezen kor után is használható a vezeték.

Amennyiben a vezeték üzemeltetése során a külső vagy belső körülmények olyan szintű megváltozása következik be, hogy azok nem teszik lehetővé a további biztonságos üzemvitelt, átalakítások válnak szükségessé. Ezek léptéke eltérő lehet, az egészen kicsinytől (lokális hibahely), kiváltásokon át (műtárgyak), az egész vezeték cseréjéig (teljes rekonstrukció).

2.1.1. Lokális hibahelyek

A fent nevezett hibák észlelése a folyamat legnehezebb pontja, javításuk („mini kiváltásuk”) a másik két esethez képest elenyésző anyagi ráfordítással jár.

Az elszigeteltség hiányából fakadó hibahelyek lokalizálására rendelkezésre állnak kitakarás nélküli módszerek: CIPS – nagy sűrűségű nyomvonalai potenciálmérés, DCVG – egyenáramú feszültségessési módszer.

Az anyaghibákból (gyártási hiba, eróziós hiba) vagy a hegesztési varratok elégtelenségeiből (hossz menti, spirál - vagy körvarrat) adódó hibák észlelésére felszín alatti szakaszok esetén megoldást jelenthet az intelligens görényezés. A technológia költségessége és a létrejövő adathalmaz időigényes feldolgozása miatt erre csak az élettartam utolsó ciklusában vagy sorozatos meghibásodások esetén kerül sor.

Azonban mind a további pontosítás, mind a hibahely javítása feltárást igényel, amennyiben ez lehetséges. Elérhető helyek esetén - technológiai gépészet, nyomvonalai szakaszok – a kitakarást követően az észlelt jelenségeket (elszigeteltség hiánya, felületi korrózió, anyaghiány, varrathiba, repedés, deformáció) további diagnosztika alá kell vetni. Ezek lehetnek az egyszerű felülettisztítást követően szemrevételezés és geometriai mérésektől kezdve a mágneses, ultrahangos vagy folyadékkristályos repedésvizsgálatokon át a radiográfiai vizsgálatokig bármi, ami a

hiba jellegét és mértékét egyértelműen megmutatja. Ezt követheti a javítási módszer tervezése és megvalósítása.

Szigetelési hiányosságok esetében a feltárással egyidejűleg meg is történhet a javítás, majd az újbóli ellenőrzés. Mindez hideg technológiák esetén nem befolyásolja a vezetékek üzemelését, az előírt biztonsági intézkedések betartása mellett jól tervezhető és biztonságosan végrehajtható.

Anyag és – varrathibák esetében mindez általában időigényes folyamat, ami a hibahely pontos bemérését és diagnosztikai céllal kiásott munkaárkok betakarását eredményezi. A hiba mértékétől függően az adott vezetékszakasz javítható vagy cserélendő, mindkét esetben szükséges azonban a vezetékek nyomásmentesítése és leürítése. Ezek pontos technológiai megtervezése és időzítése (gázvezetékek esetében nagyfogyasztók érdekei, fűtési szezon) az üzemeltető feladata, miközben a kiválasztott kivitelező megteszi a szükséges előkészületeket (újbóli feltárás, szükséges előzetes nyomáspróbák lefolytatása, gépek és eszközök helyszínre szállítása és a személyzet biztosítása). A javítható hibák esetében a varrat vagy varratok javítását követően, a vezetékszakasz cseréje esetében az új körvarratok elkészülését követően varratvizsgálat szükséges (szemrevételezés VT, ultrahangos repedés és folytonosságvizsgálat ÚT, folyadékkristályos felszíni repedésvizsgálat PT, és radiográfiai vizsgálat RT). Mindezek megfelelő minősítését követően tölthető fel újból a vezetékek, majd tömörségi ellenőrzést követően üzemeltethető.

A fentiekben leírt diagnosztikát és javításokat folyamatosan dokumentálni kell, amik a megvalósulási dokumentáció (D-terv) részét képezik a továbbiakban.

2.1.2. Kiváltások

Kiváltások egyik legkézenfekvőbb oka lehet az előző pontban taglalt lokális hibahelyek elhelyezkedéséből adódó hosszabb vezetékszakaszok, rendszerint műtárgyak cseréje. Amennyiben a szigetelési hiányosság, anyaghiba vagy varrathiba valamely műtárgy nem feltárható szelvényében van (útburkolat alatt, vasúti pálya alatt, folyómeder alatt), úgy a teljes műtárgy cseréje, kiváltása szükséges. A kiváltás abban az esetben is indokolt, amennyiben hibahely feltárásának és javításának költsége (például esetleges útlezárás, felbontás, javítás és helyreállítás) és a teljes kiváltás költségének aránya ezt nem is feltétlenül jelentené egyértelműen, de a hiba jellege előre vetíti annak ismételt előfordulását, vagy az üzembe helyezés óta az elérhető technológia (anyagok, gyártás, kivitelezés) jelentős javuláson ment keresztül.

Kiváltások jellemző okai még különböző műszaki létesítmények építése, felújítása bővítése. Ezek közt előfordulhatnak szűk építési sávok esetében elektromos légvezetékek építése, nagyobb átmérőjű szénhidrogén vezetékek létesítése, de leginkább a közlekedési hálózat bővítése vagy fejlesztése.

Jó példa az elmúlt húsz évben rohamosan fejlődő gyorsforgalmi úthálózat által gerjesztett műtárgyépítési hullám. Régóta meglévő vezetékek nyomvonalai szakaszai kerültek kiváltásra és váltak egyúttal műtárggyá, az épülő autópályák és autópályák keresztező nyomvonalai alatt. A közúthálózat fejlesztésének – szélesítés, forgalmi sávok számának növelése, osztályozó sávok létesítése, körforgalmú csomópontok

építése - következménye egy sor műtárgy kiváltása, csakúgy, mint az utóbbi időben fellendülő vasútfejlesztése is – kétirányúvá fejlesztés, pályák villamosítása.

A közlekedési infrastruktúra fejlesztése minden esetben a távvezetéki hálózat fejlesztését hordozza magában. Az üzemeltetők egy új út vagy vasúti pálya építése esetén mindenféleképpen a kiváltás mellett fognak dönteni, akkor is ha a vezeték takarási mélysége (úttest töltésen halad, a vezeték szintjének feltárása nélkül), szilárdsága (megfelelő falvastagság és anyagminőség a megnövekedett igények szerint is) és elhelyezkedése (leginkább derékszöghöz közeli keresztezési szög) nem is indokolná mindezt. A kiváltással egy meglévő vezetékszakaszt újra tudnak cserélni, az üzemszünet alatt más felújítási munkálatokat is el tudnak végezni, és mindezt rendszerint nem a saját, hanem a közlekedést fejlesztők költségén. A közutak és vasúti pályák fejlesztése más szempontból is a kiváltások számát növeli, a már meglévő műtárgyak hosszai csak a legkritikább esetben elegendőek egy új forgalmi sáv vagy vasúti pálya építéséhez.

Az üzemeltetők által kezdeményezett kiváltások oka lehet még a technológiai fejlődés. Számos példa van ezekre a kiváltásokra, esetekben akár évekig eltartó programok keretében is. Ilyen hosszú távú program a védőcsöves műtárgyak védőcső nélküli kivételben való kiváltása. Ez több technológia együttes fejlődésének eredménye: régen használatos hidraulikus sajtolást vagy spirálos fúrást (vagy ezek kombinációját) felváltotta az ütve sajtolás, a rendkívül idő - és költségigényes mederkotrás követően mára elérhető a vízszintes irányított fúrás, a kézzel vagy géppel a helyszínen szigetelt csövek helyett ma már gyárilag PE szigeteléssel ellátott csőszálak kerülnek beépítésre, a régen csak nyílt árokban vizsgált szigetelésmerést felváltotta az átütésvizsgálat és a teljes takarást követő DCVG mérés.

Mindezeket erősítette az útépitések miatt kiváltott szakaszok régi csöveinek vizsgálata, amely azt mutatta, hogy nincs megfelelő védőcsöves műtárgy. A gyűrűstér lezárása és ez által a védőcső és a haszoncső elszigetelése csak rövidtávon megoldható, idővel mindegyik lezárás átenged, ami nem csak a korróziót, hanem annak kimérhetetlenségét is magával hordozza.

2.1.3. Rekonstrukció

Rekonstrukciónak nevezzük azt a vezetékkiváltást, amely annak teljes vagy jelentős hosszában történik, a nyomvonal szakaszok, műtárgyak és esetlegesen a kapcsolódó gépészettel együtt.

Erre a vezetékjavítási módra akkor van szükség, amikor a vezeték minősége már az üzemeltethetőséget veszélyezteti. Annyi lokális hibahely és műtárgy kiváltására lenne szükség az üzembiztonság megfelelő szinten tartásához, hogy azonos vagy kicsit nagyobb anyagi ráfordítással a teljes vezeték cseréje megoldható. Ez remek alkalom további változtatások véghez vitelére is – kapacitásnövelés átmérő vagy nyomásnöveléssel, gépészeti átalakítások.

2.1.4. Havária

Utoljára maradt minden üzemeltető és kivitelező rémálma, a havária. Ez olyan előre nem látható, balesetből, felelőtlenségből adódó üzemzavar, ami a vezeték hirtelen állapotromlásához – legtöbbször lyukadásához vezet. Ez egy előre nem tervezhető kiváltás, aminek a legritkább esetben van vége az elsődleges helyreállítást követően – ez az amiért bekerült ebbe a felsorolásba. A helyszínen meg kell történnie a kármentésnek és a vezeték ideiglenes helyreállításának, de a végleges megoldást rendszerint csak egy alapos tervezést követő, már tervezett kiváltás adja.



4.kép *Havária a Barátság II. kőolajvezetéken, Maglód külterületén – Forrás: www.mixonline.hu*

3. Alkalmazható technológiák

Az utak, vasutak, vízfolyások és egyéb nyílt árkos fektetést akadályozó tényezők, mint a műtárgyépítést életre keltő körülmények együtt fejlődtek a távvezetékes szállítással. A kezdeti időkben a kitakarás nélküli építés elképzelhetetlen volt, csakúgy, mint a földmunka gépesítése vagy bármilyen építési folyamat automatizálása. Ezeken a kezdeti korlátokon kellett túllépni a technológiai fejlődést és innovációt kihasználva. A ma már mindennaposnak számító építési módok eredményei mind teljesítményben, mind időben elképzelhetetlenek voltak akár csak 40-50 évvel ezelőtt is, nem hogy az első megépült vezetékek korában.

Ennek a fejlődésnek az állomásait mutatja be ez a fejezet, nem feltétlenül időrendi sorrendben. Az egymást követő kivitelezési megoldásokat több szempont szerint lehet összehasonlítani, úgy mint helyigény, gazdaságosság, gépesítettség, szakemberigény, költségek, időtartam vagy termelékenység. Ezek együttes figyelembe vétele alakítja ki a végleges képet, ami minden helyzetben más-más technológia előnyeit vagy hátrányait emeli ki.

A műtárgyak kivitelezését felvállalni tudó cégek rendre egy-egy konkrét módszer mellett teszik le voksukat, abban szereznek minél több tapasztalatot, képeznek ki minél sokrétűbb szakembereket, biztosítva ezzel a beruházási költségek minél gyorsabb megtérülését, megnyitva az utat a további fejlődés előtt.

3.1. Peremfeltételek

Az alkalmazható technológiák felsorolása és ismertetése előtt álljanak itt azok az iparági sajátosságok és követelmények, amelyek befolyásoló tényezői a műtárgyak megépítésének.

3.1.1. Nyomáspróba

Minden olyan csőszakaszt, ami a későbbiekben olyan helyre kerül beépítésre, ahol az a későbbiekben nem kitakarható (okozhatja ezt a beépítés technológiája, vagy a terület későbbi hasznosításának módja) és vizsgálható meg, előzetes szilárdsági és tömörségi nyomáspróbának kell alávetni. A nyomáspróbában részt kell vennie minden olyan alapanyagnak és varratnak, ami a végleges üzemeléskor is a rendszer részét képezi majd.

Fentiekből látszik, hogy a közlekedési létesítmények keresztezésének technológiái közül csak azok alkalmazhatóak, amelyek képesek a teljes műtárgyszakaszt egy darabban a helyére juttatni. Az elérhető technológiák közül ez nem zár ki egyet sem, de alkalmazási módjukat jelentősen befolyásolja.

3.1.2. Élettartam növelés

A beruházások megtérülését nagyban befolyásolja az elérhető élettartam. Ennek növelésére tett minden erőfeszítés busásan megtérül, ha az bizonyítottan elősegíti a minimálisan elvárt 30 éves üzemelési idő túllépését.

Az acél csővezetékek egyik legnagyobb ellensége a korrózió. Ez ellen már jó ideje többféle módon lehet és kell is védekezni. Megkülönböztethetünk aktív és passzív korrózióvédelmi módokat, melyek közül közvetlenül a passzív van befolyással a sajtolási technológiákra. A csőanyagokat külső felületükön PE anyagú, háromrétegű, összességében legalább 3mm vastagságú bevonattal fedjük gyárilag, így szigetelve azt el környezetétől, a talajtól. Ennek a szigetelésnek (és az ezzel egyenértékű, körvarratokat fedő helyszíni szigetelésnek is) biztosítani kell a sértetlenségét a sajtolás közben. Ennek megfelelőségét a sajtolás vagy fúrás elkészültét követően többször, többféle módon is ellenőrizni és bizonylatolni kell. Az utak és vasutak alá kerülő csőszakaszok sajtolásai során különös figyelemmel kell eljárni a szigetelés épségének megóvása érdekében.

A csővezeték elhasználódásának másik oka lehet a belső erózió. Ennek csökkentésére elterjedt mód a csőszálak belső palástjának festése – földgáz esetében kivétel nélkül. Ez többszörösen megtérül, nem csak a kisebb eróziós kopások miatt (jellemzően ívek külső oldalán, és ezeket áramlási irányban megfelelően követően körkörösén), hanem a kisebb hossz menti súrlódásból adódó nyomásvesztés miatt is. Járulékos nyereség még a görényezhető távolság növekedése is, a görénygumik kopásának csökkenése növeli azok élettartamát.

Sajtolás közben ezt a bevonatot is óvni kell, ami kizárja a földkihordó spirálok vagy csigák használatát termelőcső esetében. Ez nem zárja ki az ezt alkalmazó technológiákat, de megbonyolítja azokat vagy jelentősen megnöveli helyigényüket.

3.1.3. Iránypontosság

A megkövetelt pontosság az esetek túlnyomó többségében a tervezett és a megvalósult állapot közti 1D-nél kisebb eltérés. Ez más iparágakhoz képest – például szennyvízelvezetés – már-már nevetséges. Azért ilyen megengedő a gyakorlat, mert a lejtési viszonyoknak, egy-egy cm eltérésnek, jelen esetben elhanyagolható a jelentősége. Az üzemelő rendszer mindig túlnyomásos, a vezeték feltöltése és leürítése minden esetben valamilyen csőgörénnyel történik. A pontossági követelmény szigorítása a költségek növekedésével is járna, aminek nincs sem műszaki, sem más oka.

A nagy nyomású vezetékek minden esetben külterületen épülnek, így ritkák a túl sűrűn elhelyezkedő keresztező és párhuzamos közművek, amiket rendre amúgy is alulról kereszteznek.

3.2. Spirálos fúrógép

A használható kitakarás nélküli technológiák közül a legegyszerűbb és egyben a legszűkebb keretek közt használható. A gép lényege egy téglalap keretre szerelt sín páron előre-hátra mozgatható, egytengelyű, elektromotor meghajtású fúróspirál. Általában a spirális tagok 1m hosszúságúak, valamilyen profil mentén egymásba tolható, stiftes biztosítással összeköthetőek. A sín mentén a fúrás során az előre haladást (előtolást) egy a kerethez rögzített karral, emberi erővel kell biztosítani. A spirál által kihordott földet szintén kézi erővel kell eltávolítani a fúrás közben. A gép rögzítését 30cm-es levert acéltüskék biztosítják.



5.kép Kisméretű csigás talajfúró

Forrás: www.eurokomax.hu

Előnyei közé tartozik a kis helyigény (2m fenékhosszúságú árokban vagy aknában már összeállítható), alacsony költségek és gyors munkavégzés. Mindezt két fő személyzet és megfelelő emelőgép segédletével el lehet érni.

Ezekből adódnak hátrányai is: a maximálisan csatlakozható 250mm átmérőjű spirálok által készített furatba DN200-as cső a legnagyobb behúzható méret. A fúrást követően a behúzásig a furat szabadon áll, fennáll a beszakadás veszélye. Ebből is látszik, hogy csak kötött talajokban alkalmazható. A célpontosság korlátozott, csakúgy, mint a fúrási hossz. A spirál elé kerülő bármilyen akadály jelentős irányeltérést okozhat, vagy akár meg is hiúsíthatja a fúrást. Az elérhető hossz a kézi erővel történő előtolás miatt 6-8m-t nem haladja meg.

A fentiekből látszik, hogy ez csak bevezető lehet az utak és vasutak kitakarás nélküli műtárgyépítésének világában. Komoly keretek közt nem lehet megoldás, csak „tűzoltás”.

3.3. Hidraulikus sajtolás

Az egyik legelterjedtebb és legszélesebb körben használható sajtolási mód. Különböző változatai és fejlettségi szintjei változatos lehetőségeket rejtenek magukban.

A berendezés egy acél keretből, egy vagy több ebben a keretben előre és hátra mozgatható hidraulikus munkahengerből és a fúráshoz használatos csőben járó földkihordó spirálból áll. A munkaárokba nem kerülő alkatrész a meghajtást biztosító

hidromotor és az energiaellátásért felelős aggregátor (általában egy egységbe összeépítve). Méretváltozatai a DN200-as mérettől egészen a 2m feletti átmérők befogadására alkalmas gépekig terjed.



6.kép Hidraulikus sajtoló berendezés

Forrás: www.acelvakond.hu

A berendezés helyigénye nem jelentős, ám annak precíz kialakítására meglehetősen érzékeny. Az indító akna aljzatának megfelelő alátámasztást kell biztosítani a nagy tömegű fúrógépnek. A lejtési viszonyok és a stabil telepítés biztosítják alapvetően a fúrési pontosságot. A fogadó oldalon általában csak a csőkötés kialakításának megfelelő helyet kell biztosítani, de az előzetes nyomáspróba és a belső bevonat megóvása miatt nagy nyomású vezetékek esetében a fogadó oldalon a fúrési hosszal megegyező lejtésű és hosszúságú munkaárkot kell biztosítani a fúrócső és a termelőcső összehegesztéséhez és annak visszahúzásához.

Használat közben a keretbe helyezett fúrócső (általában 3-6m hosszú szakakban) előrehaladását biztosítja a munkahenger. A megfelelő erőátadás érdekében a sajtó és a cső közé teherelosztó keretet kell helyezni a nem tökéletes méret – és alakpontosság kiküszöbölése érdekében. A fúrócső elejére vágóél kerül felszerelésre, amely segíti a behatolást és csökkenti a palást külső felülete mentén a súrlódást. Előrehaladás közben a központosan beépített spirál felelős a földkihordásért, biztosítva a mindig üres csövet (kisebb mozgató tömeg, kisebb súrlódás, nagyobb célpontosság). A munkahenger teljes kitolását követően a fúrócső bennmaradása mellett következik a visszahúzás és a következő szál cső behelyezése. A csövek közti kapcsolatot, jelen esetben a hegesztési körvarratot a fúrógép eleje és a földfal közti térben kell elkészíteni. Ezt megelőzi a kihordott

földtömeg eltávolítása és egy hegesztési fejtördör kialakítása. Az egymást követő szálak toldása egészen a fogadóárok eléréséig tart.

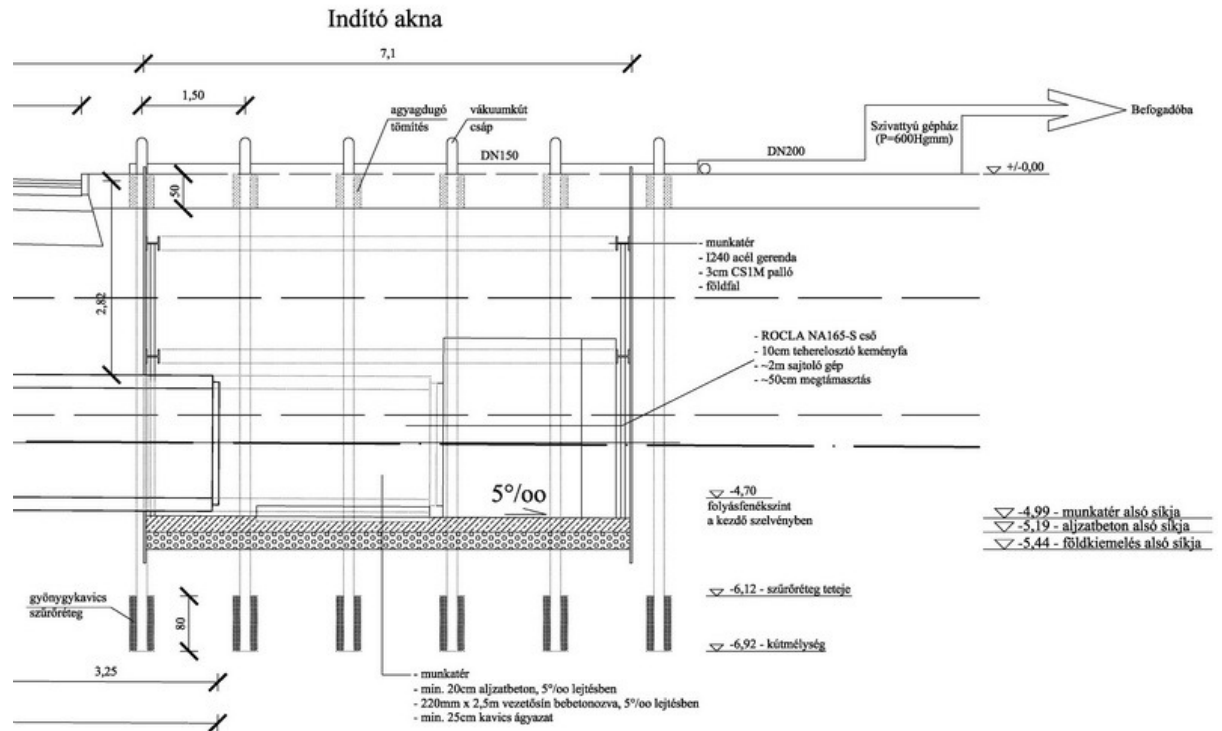
A berendezés egyértelmű előnye a nagy iránypontosság, az elérhető akár 100m-es fúrási hossz és a széles mérettartomány. Ezek közül jelen esetben csak a célpontosság realizálható, mivel a fúrási hosszt befolyásolja a helyszükséglet, a visszahúzáskor kifejthető erő és az erőátadás biztosítása. A behúzás megoldható a fúróberendezés fogadó oldalra való áttelepítésével is, de ennek időigényessége már hátrány.

További hátrány a nagy igényességgel kialakítandó indító árok vagy akna. Ennek mind a költsége mind az időigénye jelentős.

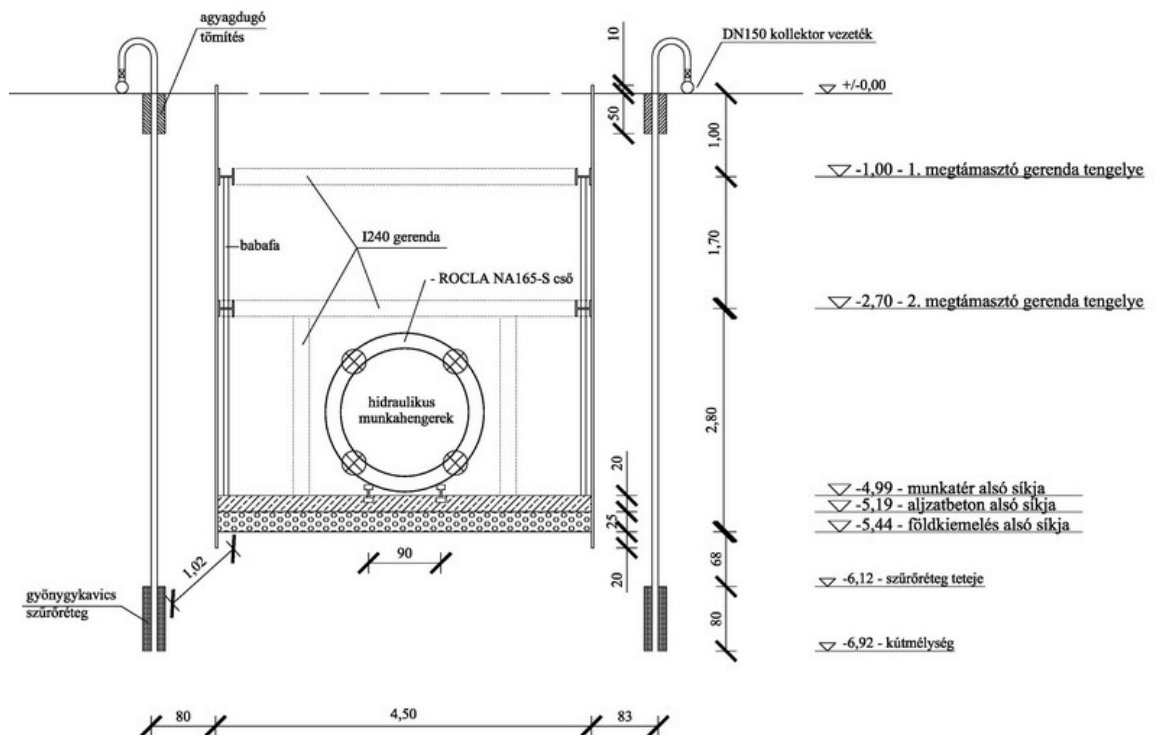


7.kép Sajtoló berendezés indító árka
Forrás: www.hobas.hu

A készülék üzemeltetésének emberi és gépi erőforrás igénye nem nagy – 4fő és egy megfelelő teherbírású daru már elegendő. A járulékos erőforrás igények viszont megnehezítik a folyamatos munkavégzést, mivel minden fúrószál behelyezéskor a következő szálát hegeszteni kell, ennek személyzetével és gépigényével együtt már jelentős létszám szükséges.



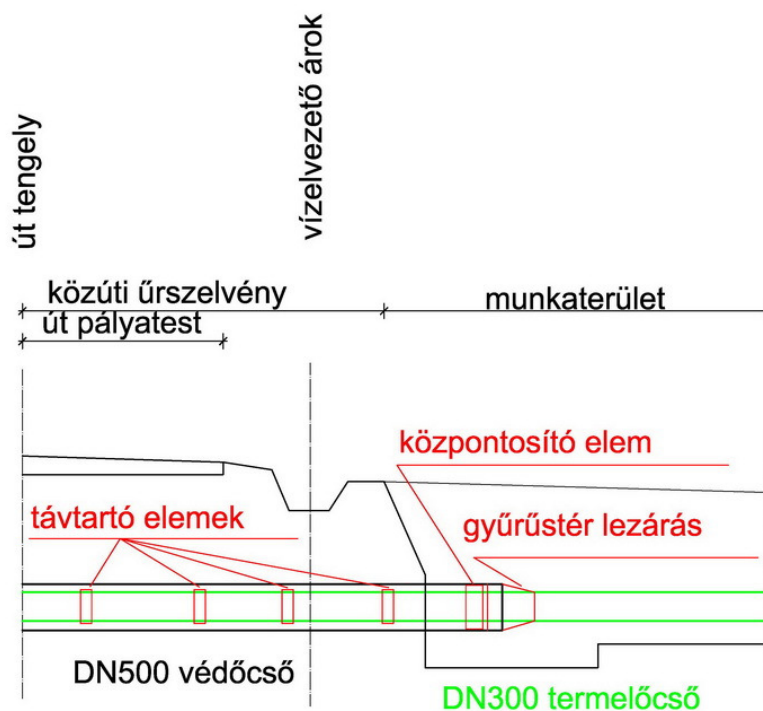
8.kép Indító akna elvi vázlata víztelenítéssel – hosszmetset
 Forrás: Szűcs László – Műtárgy I.,2010



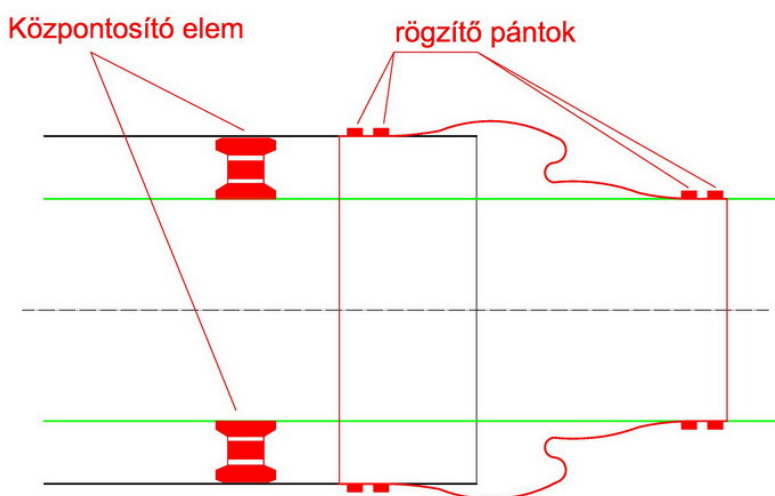
9.kép Indító akna elvi vázlata víztelenítéssel – keresztmetszet
 Forrás: Szűcs László – Műtárgy I., 2010

A hidraulikus sajtoló berendezések használata hosszú ideig az olaj – és gáziparban kizárólagos volt, minden érintett cég gépparkjában megtalálható volt rendszerint több gép is, a hozzá szükséges alkatrészekkel, fúrószárakkal és tapasztalt személyzettel.

Háttérbe szorulását a műtárgyépítésben a korrózióvédelmi okokból végbemenő már-már forradalmi változás hozta el. A 90-es évek végéig (néhány üzemek területén még tovább is) a közlekedési létesítményeket keresztező műtárgyakat védőcsöves kivitelben készítették el.



10.kép Védőcsöves műtárgy elvi kialakítása
Forrás: Szűcs László, 2015

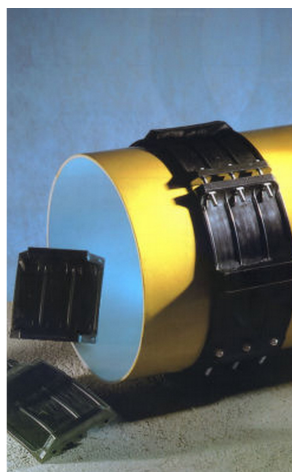


11.kép Védőcsöves műtárgy – gyűrűstér lezárása
Forrás: Szűcs László, 2015



12.kép Gyűrűstér lezárása gumiharanggal
Forrás: Szűcs László, 2010

Ez abból állt, hogy egy a termelőcsőnél rendszerint két léptékkal (például DN400-as termelőcsőhöz DN600-as) nagyobb védőcső került átsajtolásra a keresztezendő létesítmény alatt. Annak elkészülte után ebbe húzták be a végleges termelőcsövet a központosításhoz szükséges távtartó elemek és központosító elemek felszerelését követően. Az így kialakuló gyűrűsteret „kettős S” vagy kúp profilú gumiharanggal zárták le. Az így kialakított műtárgy egyik hátránya a kivitelezés közbeni sok emberi tényező: nem megfelelő szerelés, a védő – és a termelő cső nem egytengelyűsége, a gumiharangok kettős lezárásának slendrián kialakítása, a föld visszatöltés közbeni hiányosságok (tömörítés, nem porózus anyag használata).



13.kép Távtartó papucs – csúszka
Forrás: www.tervan.hu



14.kép Védőcsőbe behúzásra előkészített csőszakasz, 2m-re szerelt távtartókkal
Forrás: Szűcs László, 2011



15.kép Központosító elem, linkseal gyártmány
Forrás: www.tervan.hu

A fenti okokból adódik, hogy a gyűrűsterek lezárása elégtelennek bizonyult minden(!) esetben, ami beszivárgó nedvesség formájában jelentkezik, jelentős korróziós károkat okozva.



16.kép Diagnosztikai céllal feltárt védőcső, gumiharang lebontását követően
Forrás: Szűcs László, 2011

A korróziós károk nem csak jelenlétükkel okoznak kárt, hanem a védőcsöves műtárgyak esetében a kimutatás nehézségével is. A gyűrűstérbe szivárgó nedvesség és az esetleges szigetelési hibák miatt nem tudható, hogy a felszínen végzett katódvédelmi mérések a védőcső, a termelőcső vagy mindkettő szigetelési hiányosságaiból adódik-e. Ennek egyértelmű eldöntéséhez szükséges a védőcső végeinek kibontása, aminek költsége nagyságrendekkel nagyobb az időszakos felszíni mérésekhez képest.



17.kép Gyűrűstér utólagos lezárása, ragasztott gumiharang
Forrás: Szűcs László, 2010

A fentiekből látszik, hogy a nagynyomású vezetékek kivitelezése során használt technológiák közül egy-két ritka kivételtől eltekintve (rezgésektől mentes sajtolás, kétes állapotú azbeszt-cement anyagú cső keresztezése esetén) kikopott a hidraulikus sajtolás.

3.4. Vízszintes irányított fúrás

A kitakarás nélküli műtárgyépítés egyik legfejlettebb módja a vízszintes irányított fúrás (Horizontal Directed Drilling, HDD). A fúrás alapgépe egy láncalpakra szerelt hidraulikus gép, ami a fúrószárakat (4,5m és 9m közötti hossz), adagolja, tolja előre vagy húzza vissza, forgatja vagy rögzíti.



18.kép Irányított fúró berendezés

Forrás: www.vermeer.com

További gépigény még a zagy-szeparator, zagy-szivattyú, pilot-fej az irányítható fejegységgel és a hozzá tartozó vevővel, bővítő fejek és a behúzó fej.



19.kép Nagy teljesítményű zagy szeparátor

Forrás: www.szigep.hu

A gép telepítése a felszínre történik, amennyiben kialakítható a megfelelő behatolási szög (5-10fok). Amennyiben a helyi adottságok miatt ettől a szögtől jelentősen el kell térni, a berendezés a lejtésben kialakított földmű tükörre is felállítható. A behatolás helyétől biztosítani kell a kiáramló zagy elvezetését és tárolását megfelelő térfogatú zagy tárolóban. Helyigény szempontjából a zagy tároló jelenthet akadályt, mivel annak térfogata meg kell, hogy egyezzen a furat várható legnagyobb térfogatával. Gépigénye van még a fúróberendezés megtámasztásának vagy lehorgonyzásának. Ezt rendszerint Larsen típusú szádpallók lehajtásával kell megtenni.

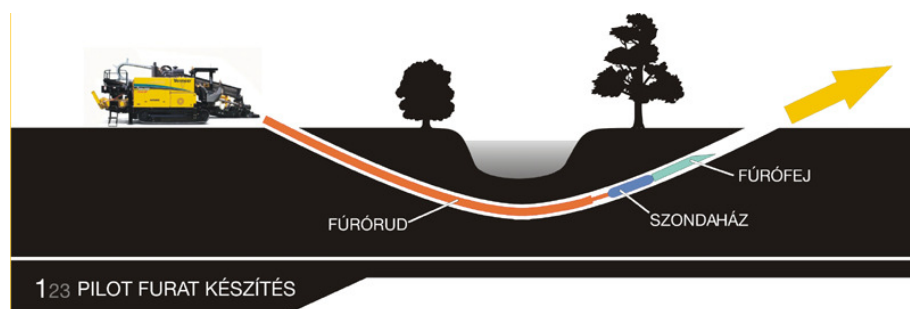


20.kép HDD berendezés telepítése

Forrás: Szűcs László, 2010

A fúrás három lépcsőben történik. Első lépésként egy ún. pilot fúrással elkészül az elsődleges furat, méretében ez még csak 15cm átmérőjű, de ez adja meg a leendő cső irányát. Ennek az elkészítése során a fúróberendezésből előretolt és forgatott fúrószárak elejére szerelt fúrófej és az ebbe szerelt irányító berendezés segítségével, folyamatos bentonit zagy áramoltatás mellett elvégezhetőek a kellő iránytörések, kialakítható a kellő mélység, elkerülhető a fúrással alkalmatlan talajréteg. Ennek elkészítéséhez kell a legnagyobb türelem és szakértelem, mivel a pilot fúrás során előfordulhat, hogy többször vissza kell húzni a szárakat, új irányt kell keresni, mindezt úgy, hogy figyelemmel kell lenni a behúzendó cső önhajlási képességére is, ami elengedhetetlen feltétele a későbbi sikeres behúzásnak.

A pilot fúrása során a jeladástól származó koordinátákat és a hozzájuk tartozó magassági értékeket el kell tárolni. Ebből készíthető később pontos hosszmetesz nem csak magáról a fúrással, hanem a kapcsolódó nyílt árkosan épített szakaszok geodéziai bemérésével egységet alkotva az egész vezetékről.

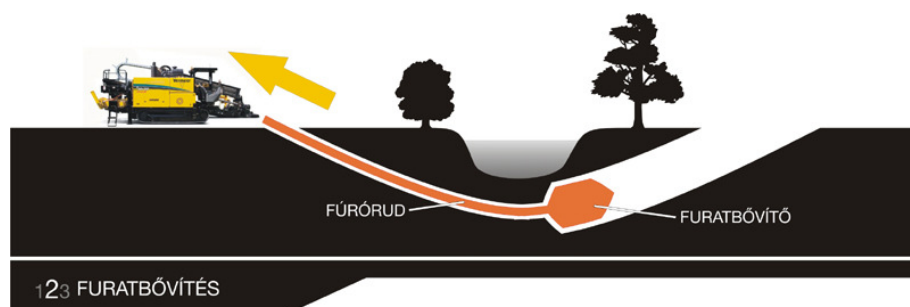


21.kép Első művelet - pilot furat készítése

Forrás: www.szigep.hu

Második lépcsőben a már meglévő furatot fel kell bővíteni a behúzendó csőnél nagyobb átmérőjűre (általában két dimenzióval nagyobb a furat, mint a cső). A bővítés során a furat nem marad üresen, a fogadó oldalon a pilot-fej lecserélésre kerül egy bővítő fejre, amihez további fúrószárak csatlakoztathatóak a túloldali fúrógép toló –és forgató ereje által. Ezt a lépést akár több lépcsőben is a megfelelő méret eléréséig kell folytatni – akár 1600mm-es átmérőig is.

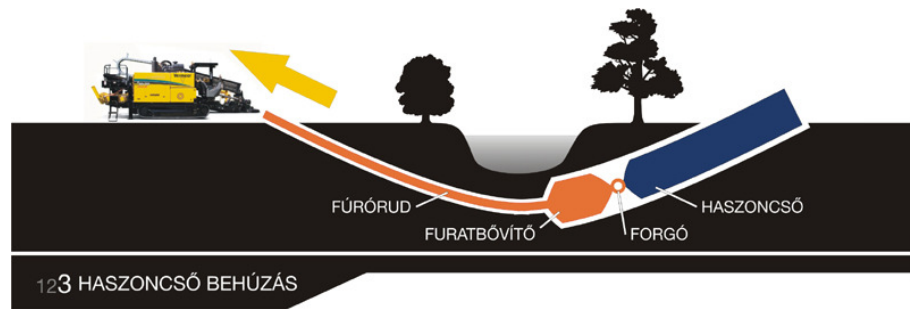
A furat másik biztosítása a bentonit zagy. Ezt nem csak a megfelelő fajsúlyúra kell keverni ($1050-1070 \text{ kg/m}^3$, hogy a többlet talaj és talajvíz ne tudjon beáramolni a furatba), hanem folyamatosan kezelni is kell, mivel a furatban a bővítőfej mozgásával áramlás alakul ki, ami magával hordja a talajszemcséket. A kiáramló zagyot a szeparátorral meg kell tisztítani a kihordott szemcséktől, és a fúrógépen keresztül a fej furatain át vissza is kell juttatni. Tapasztalt szemnek és kéznek a szeparátorból kiáramló talajszemcsék sokat mondhatnak.



22.kép Második művelet – furat bővítése

Forrás: www.szigep.hu

Az utolsó lépcső a behúzás. A megfelelő átmérőjűre bővített furatba a fogadó oldalon előkészített (összehegesztett, nyomáspróbázott, szigetelt, mechanikai védelemmel ellátott és görgőkre rakott) csövet egy behúzófej és két forgókapocs segítségével a fúrógéppel behúzzák. A fúrógép hidraulika rendszerének nyomásmérő manométereiből leolvasható a cső mozgatásához szükséges erő, ami beszédes a furat minőségére nézve. A zagy tározók méretének szerepe itt mutatkozik meg, a behúzott cső által kiszorított zagyot be kell tudnia fogadnia.



23.kép Harmadik művelet – Haszoncső behúzása
Forrás: www.szigep.hu

A helyére került csövet a fúrógépről lecsatlakoztatni csak a behúzás utáni 24 órát követően szokás – nagy szintkülönbségek esetén még több várakozási idő után – mivel az a felhajtó erőnek és a zagynak köszönhetően visszacsúszhat a furatba.

Amennyiben a furat nagyon hosszú, vagy sok függőleges iránytörés került kialakításra, akkor előre pontosan kiszámított mennyiségű és a megfelelő helyre juttatott ballaszt-vízzel a behúzás elősegíthető – megakadályozható a cső furatba való szorulása a magas vagy a mélypontokon.

A fent leírt technológia előnye a nagy fúrási hossz, a nagy pontosság, a kialakítható – akár többszörös – görbület és a fúrás közbeni munkavégzés folyamatos felszín felett tartása. Földmunka igénye elenyésző, emberi munkavégzésre alkalmas munkaárkot csak a fúrást követően a csővégek nyomvonalhoz kötéséhez kell kialakítani.

Ezek közül elsődleges a nagy fúrási hossz, ami elérheti akár az 1000m-t is. Ezzel a technológiával megkerülhető a régebben vízfolyások keresztezésére alkalmazott nagy költségű és időrabló mederkotrásos fektetés (folyami kotrók a kitermeléshez, uszályok az elszállításához, búvárok az ellenőrzéshez, beton nehezékek a lesúlyozáshoz, fordítócsigák és harctéri láncaltapasok a behúzáshoz). Nem csak folyók, hanem autópályák, vasutak, utak vagy ezek együtteseinek keresztezésére is alkalmas.

További előny a jó gépesítettség és gyors kivitelezés – például DN400 cső, DN550 furattal 400fm hosszban akár 3 nap alatt is elkészíthető.

A széleskörű alkalmazásnak csak a költségoldal vet gátat. Gazdaságossága a máshogy nem megoldható 10D-nél vagy 60m-nél hosszabb csőszakaszok fúrásánál kezdődik, de inkább ezek többszörösénél mutatkozik meg igazán.

3.5. Microtunneling

A microtunneling az alagútépítésben használatos technológia lekicsinyített mása, a csővezetékek építési viszonyaira alkalmazva.

A fúrópajzs előrehaladását három időben egyszerre teljesülő feltétel teszi lehetővé: a pajzs előre sajtolása, a föld fejtése és annak kiszállítása. A sajtolás a már ismert hidraulikus módon történik, a furat biztosítására behelyezett elsődleges vagy

másodlagos csőszálak folyamatos toldásával. A föld fejtését a pajzson lévő bontó tüskék, karmok vagy forgófejek és a nagy nyomáson bejuttatott bentonit zagy együttesen végzi. A fejtett föld elszállítása a zaggyal történik, szivattyúk segítségével. Ezt a talajjal kevert zagyt szeparátorral tisztítani kell, hogy az újra felhasználhatóvá váljon.



24.kép Fúrópajzs

Forrás: www.a-hakdrillcon.nl

Az indító ároknak mind szilárdságban, mind méretben alkalmazkodnia kell a berendezéshez. Szilárdság tekintetében megfelelő megtámasztást kell biztosítani a hidraulikus sajtoláshoz az árok falán, és megfelelő alátámasztást az árok alján. Ezeknek a feltételeknek csak egy monolit vasbeton akna tud megfelelni. A fogadóároknak csak méretében kell alkalmazkodnia a fúrópajzshoz, annak kiemelésén és a csőcsatlakozás kiépítésén kívül más funkciója nincs. A fent leírt technológia egyik válfaja a nyílt pajzsos technológia. Előnye, hogy a talaj változásaira könnyebben lehet reagálni, kisebb az elakadás veszélye. Ebben az esetben nem egy zárt pajzs halad előre a rajta lévő tüskékkel, hanem egy nyitott vágóél halad előre, amiben a föld fejtését akár marófejjel, akár kotrókanállal meg lehet oldani.

Ennek a technológiának előnye a szinte végtelen fúrési hossz és a nagy átmérőjű fúrás. Ezek közül csak a nagy fúrési hossz kihasználható, mivel 1400mm-es átmérőnél nagyobb acél csővezetékkel nagy nyomású rendszerek esetében nem találkozunk. Célpontossága nagy, az irány finoman változtatható a fúrás során.

A technológia leírásából látszik még, hogy előre összehegesztett hosszú csőszakaszok végleges helyére juttatására alkalmatlan. Azt csak két lépcsőben tudná biztosítani, további problémákat felvetve (helyigény, központosítás, gyűrűstér lezárás). Az elterjedését gátolja még az időigényes előkészítés és a jelentős költségek.

A fentiek tükrében érthető, hogy a szénhidrogéniparban nem terjedt el, alkalmazása inkább csak lehetőség, nem tapasztalat. Az előző pontban ismertetett vízszintes irányított fúrás bír mindazokkal az előnyökkel, amivel a microtunneling, de mentes annak hátrányaitól.

3.6. Ütve sajtolás

Utolsó ismertített technika az ütve sajtolás, ami számszerűleg az iparágban leginkább elterjedt, ennek okai lentebb ki fognak derülni. Az ütve sajtolást végző eszközt sajtoló rakétának vagy a nemzetközi elnevezést követve vakondnak nevezik.

Az ütve sajtolás során a termelőcsőre erősített befogadó idomba illesztett sajtoló rakéta végzi a sajtolást úgy, hogy a teljes fúrési hosszhoz tartozó csőszakaszt egyszerre mozgatja. A sajtoló rakéta egy résvezérelt pneumatikus szerkezet, aminek belsejében egy előre-hátramozgó kalapács biztosítja az ütőerőt. Az előrehaladást könnyíti a csőre, haladási irányának egyezően elhelyezett vágóél. A sajtolás során a föld fejtése nem történik meg, a földmag a csőben marad, ennek eltávolítási külön technológiai lépcsőben történik. A föld kinyomása szinten sűrített levegővel történik egy a csővég lezárására alkalmas eszközzel és a csőben áthajtott csőgörénnyel.



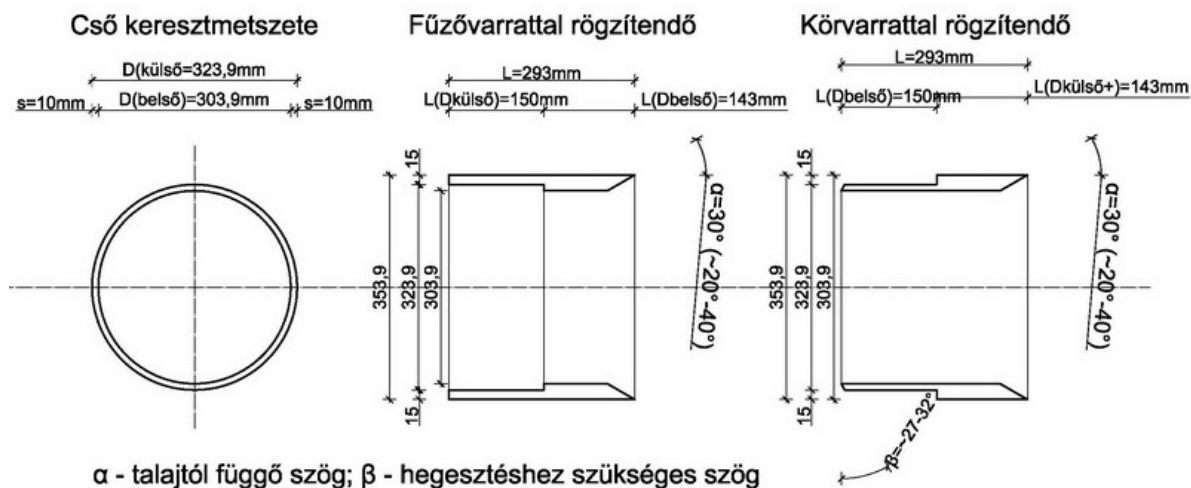
25.kép Ütve sajtolás elvi ábrázolása

Forrás: www.tracto-technik.de

3.6.1. Szükséges alkatrészek

Vágóél

Ez az elem egyszerre biztosítja az erő minél teljesebb átadását a talajnak és a furat belseje és a cső külső palástja közti ellenállás csökkentését. Külső méretben meg kell, hogy haladja a cső külső átmérőjét, belsejében általában megegyezik a csőével. Az erőátadás a vágófelület szögének a talaj belső súrlódási szögéhez való igazításával segíthető elő.



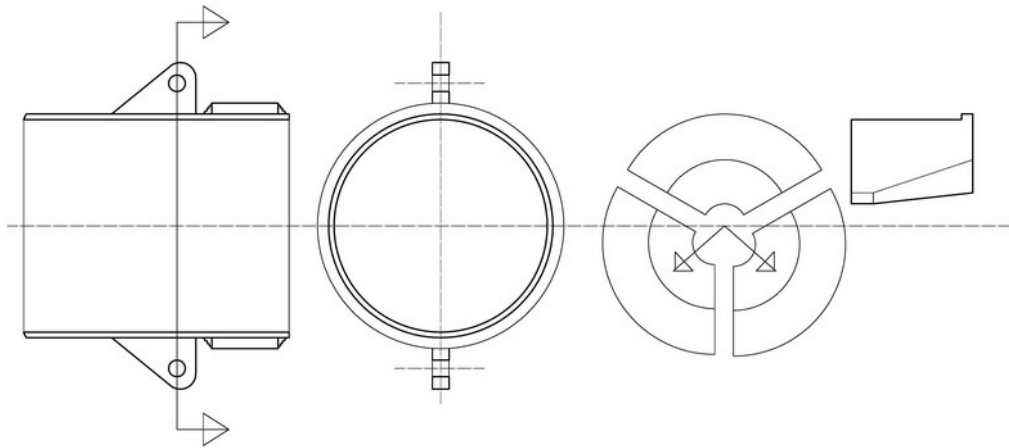
26.kép Vágóél kialakítása ütve sajtolóhoz, DN300 méretben
 Forrás: Szűcs László, 2015

A vágóél felerősítése hegesztéssel történik, de ez nem jelent minden esetben teljes körvarratot. Amennyiben ráhúzható kialakítású, úgy elég 10-20mm hosszú fűzővarratokkal rögzíteni azt. A legfontosabb szempont az egytengelyűség biztosítása, ez van leginkább hatással az iránypontosságra.

Ütővég

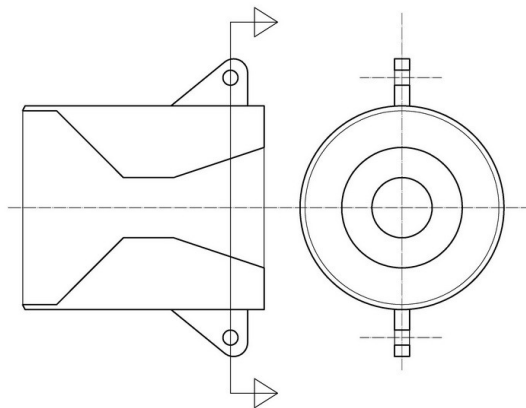
Ez az elem teszi lehetővé a sajtoló rakéta csőhöz illeszkedését. Sokféle kialakítás ismert, ami függ a cső és a rakéta közti erőátadás módjától is. Mindig hegesztve kapcsolódik a csőhöz, itt is elsődleges szempont az egytengelyűség, mind a pontosság, mind a dinamikus terhelésnek való ellenállás miatt. Külső palástjára egymással szemben egy-egy fül van hegesztve, ami a szerelés közbeni rögzítést biztosítja.

Amennyiben az erőátadás szegmensekkel történik, akkor természetesen azok külső mérete és a cső átmérője közti átmenetet kell biztosítani minél erősebb módon, mivel a kifejtett ütőmunka hatása itt a legnagyobb, főleg, hogy egy ütővég nem egy sajtolásra, hanem hosszútávra készül. A szegmensek beszerelésére mindig a sajtolócső árokba emelését követően kerül sor. DN400 feletti méretben az egyes elemek (akár 90°-os akár 120°-os osztás esetében) nagy tömege miatt célszerzsám segíti a beszerelést.



27.kép Vastag falú csőből készített, hevederrel megerősített, füllel ellátott ütővég, szegmensek befogadásához, vakondéval megegyező belső kúpos kialakítással
 Forrás: Szűcs László, 2015

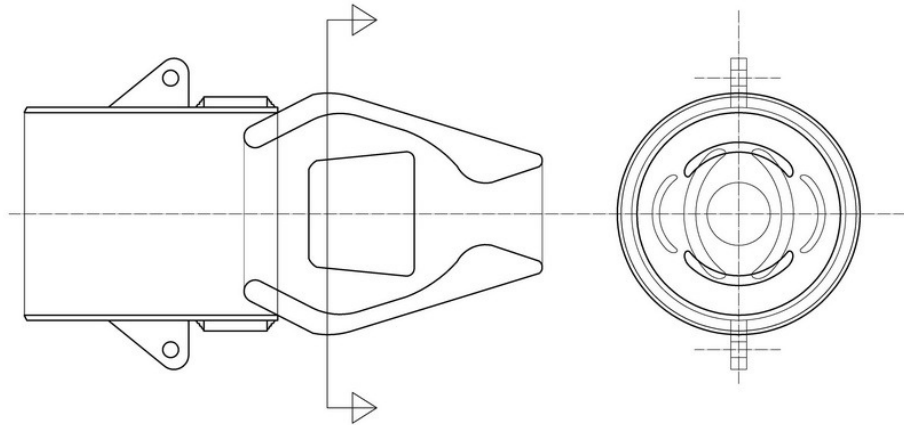
Ütővég készíthető egy darabból is, szegmensek alkalmazása nélkül is. Ebben az esetben a forgácsolt idom belsejét kell igazítani a sajtoló rakéta orr részének kúpos kialakításához.



28.kép Egy munkadarabból forgácsolással készített ütővég füllel ellátva, vakondéval megegyező belső kúpos kialakítással
 Forrás: Szűcs László, 2015

Ennek előnye, hogy kevesebb elemből áll és a munkaárokban nem kell szerelni – ellentétben a szegmenseket alkalmazó ütővéggel.

Az ütővég és a vakond közé szerelhető elem még a földkidobó kúp, ami a sajtolás közben megszakadó földmagból leváló talajrészecskék csőből való távozását teszi lehetővé. Az ütővéggel azért kerül együtt említésre, mert a használat során a megerősített csővég és a kúpos földkidobó általában elválaszthatatlanul összeszorul, szétválasztásuk csak roncsolással oldható meg.



29.kép Vastag falú csőből készített, hevederrel megerősített, füllel ellátott ütővég, bele illeszkedő földkidobó kúppal, vakondéval megegyező belső kúpos kialakítással
Forrás: Szűcs László, 2015



30.kép DN1000 méretű csőbe illeszkedő földkidobó kúp
Forrás: www.tracto-technik.de

Sajtoló rakéta, a vakond

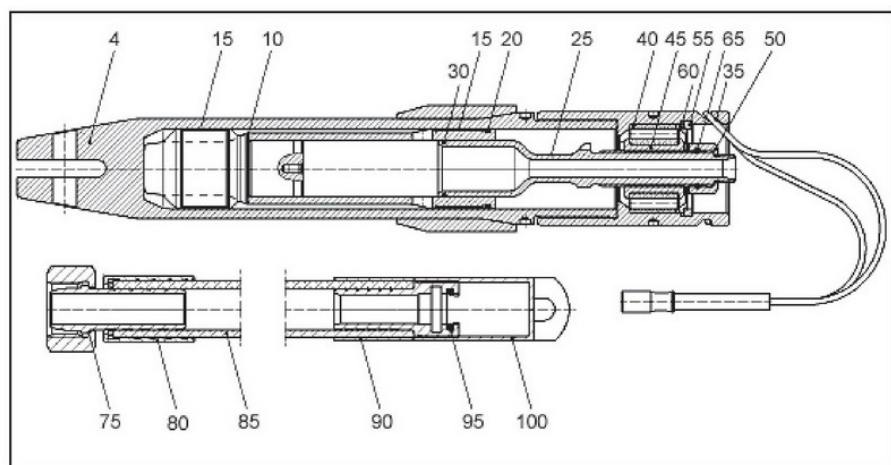
Az ütőerőt biztosító szerkezet, a technológia lelke. Külső felülete egy darabból kialakított forgácsolt acél palást, aminek orr része kúpos kialakítású. Belsejében teflon anyagú tömítések közt történik központosan a verőkalapács kényszerítése. A résvezérelt kialakításnak köszönhetően a beáramló levegő előrelöki a kalapácsot, ami erőt fejt ki a palástra és ez által a teljes csőre. A beáramló levegő útját az előrehaladó kalapács elzárja, miközben megnyitja a kiáramló rést. A kiáramlás és a beáramlás keresztmetszetei közül a kifelé irányuló a nagyobb felület, így adott légmennyiség mellett a kalapács haladási sebessége előre felé nagyobb és hátra felé kisebb – előre felé üt a vakond. A hátra felé haladó kalapács az előzőhöz képest fordítva szabályozza a levegő útját. Folyamatos levegőbetáplálás mellett ezt a holtpontok közti ciklikus mozgást követi a belső szerkezet. A belső tér lezárását egy

csavarokkal egyenletesen rögzített tányér adja, aminek közepében rugalmasan megoldott a levegőcső rögzítése. Ezen a tányéron körkörös furatok vannak, amiken keresztül a már felhasznált levegő távozik. A vakond leghátsó eleme egy tömlő menetes végelemmel, ehhez kell csatlakoztatni a további elemeket.

Az ütővég és a vakond közti kapcsolatot a működést megelőzően és annak első pillanataiban is biztosítani kell. Erre szolgál egy a vakond hátsó részéhez peremmel illeszkedő szorító tányér, amit az ütővég oldalán lévő fülékhez kell rögzíteni egy-egy fülben végződő kötéllel és az ezt megfeszítő kilincsművel (erre tökéletesen megfelel a rakományrögzítésre használatos „spanifer” is).



31.kép 16"Hammerhead Mole – 400mm-es sajtoló rakéta és a szükséges alkatrészek: tároló keret, levegő tömlők, olajozó állomás és olaj
 Forrás: www.hammerhaedtrenchless.com



32.kép 14"Grundoram – 350mm-es sajtoló rakéta, belső felépítés
 Forrás: www.tracto-technik.de

Levegőtömlő és kenés

A sajtoló rakéta működését biztosító levegőt el kell juttatni a légsűrítő berendezéstől a vakondig. Erre szolgál a kívánt légmennyiséghez és nyomáshoz méretezett levegőtömlő, a vakondhoz és a légsűrítőhöz is illeszkedő menetes csatlakozással. Két ilyen tömlő kell az üzemeltetéshez, mert a vakond belsejében lévő mozgó alkatrészek kenésére szolgáló olajozó állomást is a rendszerbe kell iktatni. Itt adagolható az a természetes alapanyagokból álló, környezetre nem káros olaj, ami a légáramba jutva a kenést biztosítja, majd a légárammal együtt a környezetbe távozik.

Légsűrítő berendezés, a kompresszor

A működéshez szükséges energia sűrített levegő formájában a csatlakoztatott kompresszorból érkezik. Nyomás szempontjából minden elérhető rendszer egységes, 7 és 8 bar közötti túlnyomás működteti megfelelően a sajtoló rakétát. Az ettől nagyobb nyomás a belső mozgó és álló részek állapotát veszélyezteti, gyors tönkremenetelhez vezethet. A sajtolás ütemének lassulása nem adhat okot a nyomásérték feljebb srófolására, ez legfeljebb rövid távon tűnhet megoldásnak, hosszú távon mindig nagy árat kell érte fizetni. A kisebb nyomáson való üzemeltetés egy ideig csak teljesítmény csökkenéssel jár (~5barig), ez alatt a vakondon a levegő csak áthalad, nem mozgatja az ütőkalapácsot. Ezt a kívánt nyomásértéket a mozgatható kompresszorok mindegyik stabilan tudja biztosítani, nem úgy a szükséges légmennyiséget.

A kívánt mennyiség függ a vakond típusától és méretétől is (a gyártók táblázatosan rendelkezésre bocsátják az adatokat). A kompresszort úgy kell megválasztani, hogy komfortosan tudja biztosítani a kívánt mennyiséget, mert ennek elmaradása rohamosan csökkenti a gép teljesítményét (adott időtartam alatti kevesebb ütésszám). Amennyiben egy légsűrítő nem elég, úgy kettőt kell párhuzamosan kapcsolni, a megfelelő visszacsapó szelepek és elzáró szerelvények közbeiktatásával.

Végzáró tárcsa és csőgörény

Ezek a sajtolást követően szükségesek a már végső pozícióban lévő csőszakaszból a benne lévő földmag eltávolításához.

A végzáró tárcsa egy a csővég gyors lezárására való eszköz, nem igényel hegesztést, csak szerelést. Két egymással párhuzamos acél tárcsából áll, amik között a kerület mentén egy elasztikus gumigyűrű van, amiket a köztük lévő csavarokkal egymáshoz lehet szorítani. A tárcsák mérete az adott csőátmérőhöz tartozó belső átmérőnél kisebb, így nyitott állapotban a végzáró könnyedén a csőbe helyezhető, majd a csavarok körkörös meghúzásával a gumigyűrű a cső belső falához szorul, ezáltal lezárva azt. Az eszköz tengelyében egy DN50-es menetes csővég biztosítja kompresszor csatlakoztathatóságát.



33.kép Végzáró tárcsa, Tracto-Technik Technologies gyártmány
DN450 méretben, balra kiszerelt állapotban, jobbra a csővégebe
illesztve – elzáróval, nyomásmérővel és 2" levegőtömlővel
Forrás bal oldali kép: Szűcs László, 2014
Forrás jobb oldali kép: Horváth Gusztáv, 2014

Megfelelő méretű tárcsa hiányában edényfenék (vagy leginkább ebből készített nyomóvég) is használható, ám így a tisztítási feladat sokkal munka – és időigényesebbé válik.

Csőgörény sokféle van, ezek mindegyike megfelel technikailag, alkalmazni a legkisebb költséggel beszerezhető és pótolható kell, mivel ezek sérülhetnek. Szerepük annyi, hogy a sajtoló csőszakaszon végig lehessen őket hajtani, eltávolítva a benne lévő földmagot.



34.kép KÖOP gyártmányú csőgörények használat után. Balra DN800 méretben
két irányba járatható egyenes gumikkal szerelve, jobbra DN450 méretben
egy irányba járatható szoknyás gumikkal szerelve
Forrás: Szűcs László, 2014

Emelő – és földmunkagép

A berendezés működtetéséhez, a sajtolás végrehajtásához elengedhetetlen valamilyen emelőgép helyszínen tartása. Ennek feladata a sajtolandó csőszakasz előkészítésétől (vágóél és ütővég illesztése), a sajtoló rakéta be – és kiemelésén át minden felmerülő anyagmozgatás elvégzése. Ez az emelőgép lehet autódaru, megfelelő technológiával (zuhanásgátló) rendelkező mélyásó-rakodó (kotró) vagy csőfektető daru (oldalgémes daru).



35.kép 90tonna teherbírású oldalgémes daru
Forrás: Szűcs László, 2013

A szükséges földmunka volumene mindenféleképpen gépi munkavégzést igényel, nem csak a sajtolás megkezdése előtt, hanem azt követően is.

Vakond típusok

Világviszonylatban két gyártó termékei érhetőek el, a német Tracto-Technik Technologies által forgalmazott Grundoram, és az egyesült-államokbeli Vermeer cég által kínált Hammerhead Mole nevű eszköz. Mindkettő a fenti elv szerint működik, különbség a csatlakozó felület, a méretsor és a rendelkezésre álló kiegészítők tekintetében van. Mindkét gép neve a vakond szóból ered, annak német illetve angol megfelelőjéből.

A Grundoram méretsora 5"-os mérettől egészen 32"-os méretig terjed (125mm-től 800mm-ig), 11 különböző méretben. Ezzel a spektrummal az összes használatos acélcső méret sajtolási feladatai megoldhatók, de természetesen ez nem jelenti azt, hogy mind a 11 méretűvel rendelkezni kell. Általánosságban a sajtolandó cső átmérőjéhez viszonyítva, az azzal megegyezőtől csökkenően haladva az ahhoz

képes fele méretű vakonddal végezhető sajtolás (például: DN800-as cső esetén az extrém nagy 800-as vakondtól, a még éppen megfelelő 350-esig terjed a használatos méret).

Működését tekintve mindegyik változat egy soros levegőtömlővel és a hozzá tartozó olajozó állomással szerelendő, összeállítása egyszerű. Az egyszerűséget elősegítő eszközökből egy teljes rendszert kínálnak: vágóéleket és ütővégeket minden használatos csőátmérőhöz, csatlakozókat levegőtömlőkhöz, olajozókat és a szükséges olajt, szerelvényeket, szorító tányérokat és pótalkatrészeket minden típushoz, tömítő készletet és a cseréjükhöz szükséges szerszámokat, feszítő köteleket, emelőhevedereket, tároló keretet, stb.

GRUNDORAM TOOL SPECIFICATIONS							
Tool Model	Tool Diameter in. (mm)	Length in. (mm)	Weight lbs. (kg)	Strokes/Minute	Air Cons. cfm (m3/min)	Recomm. Pipe Dia. in. (mm)	Bore Length ft. (m)
Mini-Atlas	5 (125)	37 (946)	132 (60)	580	60 (1.7)	2-8 (50-200)	50 (15)
Titan	5.7 (145)	61 (1545)	302 (137)	310	141 (4.0)	8-15 (200-400)	80 (25)
Mini-Olympus	7 (180)	43 (1080)	385 (175)	500	124 (3.5)	4-16 (100-400)	80 (25)
Olympus	7 (180)	66 (1690)	507 (230)	280	177 (4.5)	8-20 (200-500)	115 (35)
PCG 180	7 (180)	66 (1690)	490 (222)	280	159 (4.5)	8-20 (200-500)	115 (35)
Hercules	8.5 (216)	75 (1913)	811 (368)	340	282 (6.5)	12-20 (300-500)	130 (40)
HV 220	8.5 (216)	79 (2010)	945 (429)	300	282 (6.5)	12-20 (300-500)	130 (40)
Mini-Gigant	10.5 (270)	48 (1230)	1014 (460)	430	353 (10.0)	8-24 (200-600)	115 (35)
Gigant	10.5 (270)	79 (2010)	1356 (615)	310	424 (12.0)	15-32 (400-800)	165 (50)
PCG 270	10.5 (270)	84 (2134)	1540 (699)	310	424 (12.0)	15-32 (400-800)	165 (50)
Koloss	14 (350)	92 (2341)	2601 (1180)	220	706 (20.0)	20-48 (500-1200)	230 (70)
KV 350	14 (350)	102 (2591)	3375 (1531)	220	706 (20.0)	20-48 (500-1200)	230 (70)
Goliath	18 (460)	112 (2852)	5434 (2465)	180	1236 (35.0)	24-56 (600-1400)	265 (80)
Taurus	24 (600)	144 (3645)	10,580 (4800)	180	1766 (50.0)	56-78 (1400-2000)	265 (80)

Maximum bore lengths will vary depending on actual pipe diameter installed and GRUNDORAM tool used to install it.
Contact TT Technologies for detailed pipe vs bore length information.

36.kép Grundoram táblázat, amely oszloponként tartalmazza a vakondok elnevezését, méreteit, ütőszámát, szükséges légmennyiséget, sajtolható átmérőt és sajtolható hosszt.

Forrás: www.tracto-technik.de

A Hammerhead Mole típus felépítését tekintve teljesen megegyezik az előzővel. Itt a méretsor 4"-tól (100mm-től) kezdődően 4"-os léptékekben 24"-ig (600mm-ig) terjed. Ez a sor is megfelel az összes felmerülő sajtolási feladat megoldására.

Működése az előzőektől a 16"-os, 400mm-es mérettől felfelé tér el egy kicsit. Ezeknél a sajtoló rakétáknál a részvezérlés nem egy bemenő ágból és a távozást biztosító lyukkörből áll, hanem két bemenő és egy kisebb keresztmetszetű visszatérő ágból áll a lyukkörön túl. Ennek megfelelően az olajozó egység is bonyolultabb, nem csak továbbhaladást biztosít, hanem a különböző irányból érkező légáramlatot kormányozza. Ennek két esetben van jelentősége. Az egyik a felhasznált légmennyiség. A felhasznált levegőnek csak egy része távozik a vakond hátulján lévő lyukakon, egy része a visszatérő tömlőn keresztül újra az olajozóba, majd onnan a vakondba kerül. Ezáltal kisebb teljesítményű kompresszorral is működtethető. A másik előny a kiserelésnél jelentkezik. Az ütővégebe szorult vakond eltávolítása az olajozóba szerelt három-állású kapcsoló (előre – áll – hátra) átváltásával könnyedén megoldható, így a vakond hátrafelé üt (nem ugyanakkorát, mint előre mivel a visszatérő ág kisebb légmennyiséget mozgat). A Grundoram esetében az ütővégből való eltávolítás minden esetben külső gépi erővel történik, kifeszítve vagy kiütve azt a csővégből.

A fenti előny mellett hátrányai is vannak. Az elérhető segédeszközök sora sokkal rövidebb, a gyártó a vevőre bízta bizonyos csőkapcsolatok, tömlőcsatlakozások kiépítését, ami sokszor kísérletezéshez vezet. Van elérhető vágóél, de ütővég már nincs, csak a szegmensek és azok befogadáshoz egy méretsor. A gyártást már a kivitelezőnek kell megoldania. Az olajozó és a vakond végén lévő menetes csatlakozások adottak (nem metrikus menettel), de tömlőt már nem kínálnak hozzájuk.

HAMMERHEAD RAMMING HAMMER EQUIPMENT SPECIFICATIONS										
Model	Diameter in (mm)	Length in (cm)	Weight lb (kg)	Air cfm (m3/min)	Tailbolt Access	Pressure psi (bar)	Reverse	Blows Per Min.	Rec. Pipe Ram Size in (cm)**	Rec. HDD Assist Drill Class
4" (98) RH SR	3.88 (98)	63.95 (162.4)	136 (62)	68 (1.9)	6	110 (7.6)	7 turns	370	2-4 (5-10)	n/a
5.125" (130) SR	5.13 (130)	65.92 (167.4)	214 (97)	98 (2.8)	8	110 (7.6)	7 turns	333	4-8 (10-20)	n/a
5.5" (140) SR †	5.50 (140)	63.95 (162.4)	170 (77)	68 (1.9)	6	110 (7.6)	7 turns	370	2-4 (5-10)	n/a
5.75" (145) SR	5.75 (145)	79.5 (201.9)	305 (138)	132 (3.7)	8	110 (7.6)	9 turns	300	6-12 (10-30)	n/a
7" (180) AR	7.00 (180)	81.0 (205.7)	511 (232)	235 (6.7)	8	110 (7.6)	Air Reverse	295	8-20 (15-50)	24K
8" (200) AR	8.00 (200)	105.0 (266.7)	900 (408)	308 (8.7)	12	110 (7.6)	Air Reverse	223	8-24 (20-60)	24-50K
12 (300) AR	12.00 (300)	91 (231.4)	1,568 (711)	600 (17.0)	16	110 (7.6)	Air Reverse	256	12-30 (30-75)	33-80K
16 (400) AR	16.00 (400)	97 (245.1)	2,701 (1,225)	1,050 (29.7)	20	110 (7.6)	Air Reverse	231	16-48 (30-120)	80K
20 (500) AR	20.00 (500)	108.4 (275.3)	5,750 (2,608)	1,290 (36.5)	24	110 (7.6)	Air Reverse	190	20-54 (50-140)	80-150K
24 (600) AR	24.00 (600)	117 (295.9)	9,831 (4,459)	1,700 (48.1)	20	110 (7.6)	Air Reverse	177	24-72 (60-180)	150K and Larger

*12" and 24" Tools are not field replaceable. **Maximum ramming lengths vary based on pipe diameter installed, ground conditions and ramming tool used to install the pipe.
†Bulbed tool. Contact your HammerHead representative for more detailed tool vs. ram length information. RH—Replaceable Head, SR—Screw Reverse, AR—Air Reverse.

37.kép Hammerhead vakondok táblázata, oszloponként tartalmazza a vakond méreteit, szükséges légmennyiséget, maximális nyomást, levegő irányítás lehetőségét, ütésszámot és csőméretet

Forrás: www.hammerheadtrenchless.com

3.6.2. A helyszín kialakítása

Az ütve sajtolás során a teljes csőhossz mozgatása egyben történik, így az indító árok hosszát ehhez kell igazítani. Ez jelenti a sajtolandó csőhosszt, az ütővéget és a sajtoló rakétát is, valamint a levegőtömlők biztonságos elvezetésének lehetőségét. Például egy 40m hosszúságú cső sajtolásához: 40m cső + 2m ütővég + 2m vakond + tömlő = 45m hosszúságú indító árok szükséges. A sajtolás irányát már a tervezési fázisban úgy kell megválasztani, hogy a szükséges hely rendelkezésre álljon.

Első lépésben pontos geodéziai kitűzéssel és magassági alappont biztosítással kell kezdeni. Ezek hiányában sem a megfelelő irány, sem a megfelelő szint nem biztosítható. A kitűzésnek tartalmazni kell minden jellemző pontot, úgymint irány, kezdőpont, végpont, keresztező közművek helye és szintje. Ezt követően a keresztező közműveket kézi erővel fel kell tární, a terv helyességéről ellenőrző mérésekkel meg kell bizonyosodni.

Az indító árok kiásása gépi erővel, folyamatos szintezés mellett történik. A munkagödör aljzatának megfelel a termett altalaj is, amennyiben süllyedés nélkül biztosítható a cső elhelyezése. Nagy átmérőjű és ez által nagy tömegű csöveknél a süllyedés elkerülhetetlen, de amíg ez egyenletes a hossz mentén, addig nem okoz gondot.

Az indítóárokknak a teljes hosszban alkalmasnak kell lenni a munkavégzésre, emberi tartózkodásra, így annak kialakításánál figyelembe kell venni annak állékonyságát. Rendszerint a megfelelő rézsús megtámasztás kialakítható, mivel annak helyigénye nem okoz gondot külterületen. Amennyiben a rézsús megtámasztás nem elég, úgy dűcolást kell alkalmazni – lehetőleg valamilyen jól gépesített, gyorsan kivitelezhető módon (például előrehozott szádlemezekkel és azok gerenda-kerettel való összekötésével). Amennyiben talajvízre kell számítani, úgy rendelkezni kell a szivattyúzás közbeni víztelenítésről is. Mindig törekedni kell a helyszíni anyagok használatára, de a munkagödör kialakításának és víztelenítésének módját rendszerint a terv tartalmazza, attól eltérni csak írásos tervezői hozzájárulás birtokában lehet.

A kitermelt földet egy oldalon, szelektíven kell deponálni (külön a termőréteget és külön az altalajt), míg a másik oldalon a munkagépeknek és a szabad mozgásnak kell helyet biztosítani.



38.kép Szintezett indító árok
Forrás: Szűcs László, 2007

A fogadó árok kialakításánál figyelemmel kell lenni az esetleges pontatlanságra, a későbbi munkavégzés megkönnyítésére (hegesztési fejtető biztosítása), és a földkinyomás során a csőből kikerülő földmennyiségre. Ez annyit jelent, hogy az indítóárokknál szélesebb kell legyen, a fenékmélysége minimum 50cm-rel haladja

meg a cső aljának várható szintjét. Hossza annyi legyen, hogy abból a kiszoruló földet gépi erővel ki lehessen termelni.

3.6.3. Előkészítés

A sajtolást megelőzően nem csak földmunkát, hanem bizonyos gépészeti és szervezési munkát is el kell végezni. A sajtolandó csőszakaszt elő kell készíteni – feltételezve, hogy az túl van a sikeres szilárdsági nyomáspróbán, a bennmaradó körvarratok szigetelésén, a teljes hossz szigetelésének ellenőrzésén és javításán, valamint a mechanikai védelmet biztosító üvegszál erősítésű műgyanta réteg felvitelén. Ez az előkészítés áll a vágóél és az ütővég felhegesztéséből, a csőszakasz feliratozásából (csősorszámok, hosszok jelölése) és a sajtolandó csőszakasz indító árokba emeléséből. A beemelést követően ellenőrizni kell a megfelelő irányt (ha kell geodéta által), és a cső folyamatos felfekvését.

A beemelést követően a sajtoló berendezést a csővégre kell szerelni, a feszítőkötelekkel rögzíteni kell azt, emelőgéppel vagy alátámasztással biztosítani kell a vakond és a cső egytengelyűségét. Csatlakoztatni kell a levegőtömlőket, olajozó egységet és a kompresszort. Ellenőrizni kell a kötések megfelelőségét.



39.kép Újrarendítést megelőző beszerelés
Forrás: Szűcs László, 2007

3.6.4. Az ütve sajtolás

Megfelelő előkészítést követően elkezdhető a cső áthajtása a keresztező közlekedési létesítmény alatt. Ekkor már nem tartózkodhat senki sem a munkagödörben, mivel a vakond üzemeltetése nagy zajjal és rezgéssel jár!

Az eszköz működését először csökkentett teljesítménnyel kell elkezdni (a bejutó légmennyiséget az elzáró szerelvénytől lehet szabályozni), hogy ellenőrizni lehessen a megfelelő működést. Bármilyen rendellenesség esetén csak nyomásmentesítést követően szabad munkát végezni a munkaárokban! Amennyiben a csökkentett teljesítménnyel való üzemeltetés közben minden rendben van – vakond beleszorult az ütővégbe, egytengelyű a csővel, a cső haladása megkezdődött – teljes teljesítményre lehet kapcsolni.

A sajtolás során figyelemmel kell követni a berendezés működését, a cső haladását, a munkagödör állékonyságát. Gyakorlott kezelő a fület nem bántó távolságból is meg tudja ítélni hallás alapján a berendezés működését. A cső haladásának lassulása természetes, de annak mértéke nem mehet az 1m/2óra szint alá. A lassulás egyik oka lehet a csőben lévő földmag „leszakadása” és hátra rázkódása. Ez azzal jár, hogy a hátra rázott föld az ütővégbe tömörödik és rontja a vakond és a cső közti erőátadást. Erre megoldás a földkidobó elemmel szerelt ütővég, vagy földkidobó nyílás vágása az ütővégen. Amennyiben mégis a kívánt szint alá süllyed a sebesség, akkor a sajtolást abba kell hagyni és valamilyen változtatást kell alkalmazni – nagyobb teljesítményű vakond, földmag eltávolítása, csőhossz növelése.

Készülni kell rá, hogy a cső fogadóárokba érkezésekor annak homlokfalát a nagy haladási sebesség miatt megbonthatja (ezért nem mindig célszerű azt előre kiásni). A fogadó árokban ellenállás nélkül előrehaladó cső gyorsabb, mint előtte, annak haladását a légmennyiség szabályozásával csökkenteni lehet. Amennyiben elérte a vágóél a megfelelő pontot a sajtolást le kell állítani.

Meg kell bizonyosodni, hogy a sajtolási hossz megfelelő-e, a cső elérte-e tervezett pozícióját. Amennyiben igen, akkor ki kell szerelni a sajtoló rakétát a csővégből, és ki kell emelni a munkaárból. Ezt követően el kell távolítani a csőről a vágóélt és az ütővéget és elő kell készíteni azokat a következő sajtolásra.

3.6.5. A föld kinyomása, tisztítás

Az alkalmazott technológia sajátossága, hogy a földmag nem a sajtolással egy lépcsőben, hanem azt követően kerül eltávolításra. Ennek eszköze a végzáró tárcsa és a görény, valamint továbbra is a légsűrítő berendezés.

Első lépésben el kell távolítani a cső végéből az esetlegesen ott lévő földet kézi erővel ~1m hosszban. Ezt követően be kell szerelni a végzáró tárcsát, majd csatlakoztatni kell a kompresszort. A kompresszort az elérhető legmagasabb nyomáson üzemeltessük – rendre 10-16bar. A földkinyomás időtartama alatt a fogadó árok környezetében és a cső tengelyében nem tartózkodhat senki! A közlekedési létesítmény üzemeltetőjétől szakfelügyeletet kell igényelni és a forgalmat meg kell állítani, vagy a földkinyomás időpontját úgy megválasztani – vasutak – hogy akkor ne legyen forgalom! A végzáró tárcsa és a földmag közti térben túlnyomást kell

létrehozni a kompresszor üzemeltetésével, amely túlnyomás a földmagot a fogadóárok irányába elmozdítja, a csőből kihajtja. Ebben a lépésben ritkán fordul elő (csak kötött és nedves talajok esetében - például telített agyag), hogy a teljes földmag távozik a csőből, rendre csak fellazul az. Ez is volt a cél.

Következő lépésben a végzáró kiszerezését követően, egy a csőben tökéletesen tömítő görényt helyezünk el, majd visszaszereljük a végzáró tárcsát. A biztonsági előírások most még fontosabbak: a földkinyomás időtartama alatt a fogadó árok környezetében és a cső tengelyében nem tartózkodhat senki! A közlekedési létesítmény üzemeltetőjétől szakfelügyeletet kell igényelni és a forgalmat meg kell állítani, vagy a földkinyomás időpontját úgy megválasztani – vasutak – hogy akkor ne legyen forgalom! A tárcsa és a csőgörény közti térben túlnyomást alakítunk ki, úgy hogy az végighajtsa a görényt a teljes csőszakaszon.

A fogadóárokba a görény robbanásszerűen érkezik meg, maga előtt kirepítve a földmagot! A folyamat a földmag megmozdulását követően nem szabályozható.



40.kép Fogadó árok földkinyomást követően – látható a kiváltandó védő – és termelőcső, az új csőből kivetődő földmag darabjai és a tisztításhoz használt habgörény
Forrás: Szűcs László, 2007

Amennyiben a forgalommentes időszak (általában kevesebb, mint 10perc) semmilyen úton nem biztosítható, úgy a végzáró tárcsa helyett edényfeneket kell hegeszteni a csővégre a megfelelő DN25 csatlakozással, majd a görény áthajtását tartálykocsiból szolgáltatott nagy nyomású vízzel kell biztosítani. Ilyen módon akár 160-200bar túlnyomás is elérhető! Figyelemmel kell lenni a csőanyag szilárdságára, a nyomáspróba előírt értékét a víznyomás ne haladja meg. Ez a mód akkor is, ha valamilyen okból sűrített levegővel nem sikerül a tisztítás. Ennek az a hátránya, hogy a cső térfogatával megegyező mennyiségű vizet juttatunk a munkagödörbe, ennek eltávolításáról gondoskodni kell.

Előfordulhat, hogy a nagy nyomású vízzel való görény áthajtási kísérlet is sikertelen marad, ekkor a fogadó oldal felől a csatornatisztításhoz hasonló módon kell a földet kimosni a görény elől, majd ezután áthajtani azt.

Amennyiben a sikertelen tisztítás rendre megismétlődik azonos feltételek mellett (hasonló hossz, hasonló talaj, azonos vágóél és ütővég), akkor valamilyen változtatást kell alkalmazni a felhasznált eszközökben – vágóél külső átmérője, használt görény, kompresszorral elérhető maximális nyomás.

3.6.6. Ellenőrzés

A sajtolást és a földkinyomást követően még nem ért véget a feladatok sora. El kell végezni az előírt bizonylatolást (készen jelentés az érintettek felé, technológia, időtartam, használt berendezések) és a szükséges ellenőrző méréseket. Ezek egyrészt a sajtolás geometriájára irányulnak, ellenőrizni kell geodéziai módszerekkel a megfelelő pozíciót, bizonylatolni kell a tervtől való eltérés mértékét és ennek megfelelőségét.

Másrészt ellenőrizni kell a csőszakasz szigetelését szivárgó áram méréssel. Ehhez biztosítani kell a szigeteletlen csővégek szabadon állását (ne érintkezzen semmivel) és szárazságát. A csőanyagot egyenárammal megtáplálva ellenőrizni kell annak visszamérhetőségét, mind a cső másik végén, mind a talajban. Amennyiben a talajtól való elszigeteltség biztosított, a sajtolás megfelelt.

A fenti lépésekből látszik, hogy a módszer legnagyobb előnye annak igénytelensége: helyszíni anyagokból rövid idő alatt, jól gépesíthetően lehet műtárgyak kivitelezését elvégezni a nem túl szigorú pontossági követelmények mellett. Jó szervezéssel a módszer termelékenysége figyelemre méltó: kellő létszámmal (4-6 fő), kellő gépesítéssel (áramforrás, földmunkagép, emelőgép) és előkészítéssel (nyomáspróbázott és szigetelt fúrócső, feltárt közművek) akár 2-3 naponta is elvégezhető egy-egy sajtolás.

4. A kiváltási folyamat

4.1. Az igény megszületése, a döntés

A kiváltási folyamat első lépésének hátterét és alapját már elemeztem a 2. fejezet 1-es pontjában (12-15 oldal). Az igény megszületése az ott felsorolt négy fő ok valamelyikére vezethető vissza: lokális hibahelyek, kiváltások, rekonstrukció és havária. Ebben a fejezetben egy műtárgykiváltás lépését veszem sorra, alapesetben egy nagynyomású gázvezeték feltételezve, de megemlítve a kőolajvezetékek sajátosságait is.

A döntés a műszaki szempontokon túl gazdasági jellegű is, függ az üzemeltető pillanatnyi és hosszú távú érdekeitől, valamint aktuális lehetőségeitől is. A döntés megszületése visszahat az üzemeltetésre és az éves rendszeres karbantartási feladatok ütemezésére is – egy kisebb volumenű ideiglenes javítás az adott időpont lehetőségeihez igazítva, magában hordozza egy későbbi jól előkészített teljes körű kiváltás lehetőségét a hosszú távú érdekeknek megfelelően.

4.2. Tervezés és előkészítés

A tervezési folyamat első lépése az adatgyűjtés. Ennek nagyobbik hányada adatigénylés formájában az üzemeltető nyilvántartásából, a területen érintett közműkezelőktől és a területileg illetékes földhivaltaltól beszerezhető. A még ezután is hiányzó vagy nem kellően pontos információkra helyszíni felméréssel lehet szert tenni. Amire minden bizonnyal szükség lesz:

- az üzemeltető elvárásai (belső szabályzatok és előírások)
- a kiváltandó közmű adatai (pontos elhelyezkedés, geometriai jellemzők, szigetelés és korrózióvédelem módja, üzemi és engedélyezési nyomás, anyagminőség, végpontok, irányítástechnikai lehetőségek)
- az érintett párhuzamos vagy keresztezett közművek adatai (pontos elhelyezkedés, közműkezelő adatai, geometriai jellemzők, védőtávolságok)
- birtokjogi környezet (érintett telkek, helyrajzi számok, tulajdonosok elérhetősége, bejegyzett szolgalmi jogok, jogerős és elvi építési engedélyek, a területileg illetékes önkormányzat fejlesztési tervei).

A tervezés minőségének és megvalósíthatóságának alapfeltétele az elérhető technológiák ismerete. Ennek hiányában a terv csak a végeredményre vonatkozóan lehet pontos, az odáig vezető utat nem fogja mutatni.

Az engedélyezési terv nem tartalmazza a kiváltás pontos jellemzőit, csak azok főbb sarokpontjait, célját és módját. Annyi információt kell hordozzon magában, hogy az engedélyező hatóság - nagynyomású szénhidrogén szállító vezetékek esetében a területileg illetékes ún. bányakapitányság, hivatalos nevén a Magyar Bányászati és Földtani Hivatal égisze alatt működő Megyei Kormányhivatal, Műszaki Engedélyezési és Fogyasztóvédelmi Főosztály, Bányászati Osztály – az abban foglaltak alapján határozatát meg tudja hozni – a létesítési engedélyt ki tudja adni. Kiváltások esetében (lokális hibahelyek, műtárgykiváltások), amennyiben az átalakítás nem érint új helyrajzi számokat és a már bejegyzett szolgalmi jog nem bővül, nincs szükség az engedélyezésre. Ebben az esetben csak bejelentési kötelezettség keletkezik.

A kiviteli terv két fő elemből áll: a rajzi részekből és a műszaki leírásból. A tervlapok egyértelműen kell, hogy tartalmazzanak minden jellemző adatot, mind a meglévő, mind a megépítendő műtárgy vonatkozásában. A helyszínrajz alapja valamely nyilvántartás megfelelő felbontású részlete, mely tartalmazza a terület megnevezését, a közművek jelölését, a munkaterület lehatárolását, a vonatkozó méreteket és mennyiségeket. Ehhez szorosan kapcsolódik a hossz-metszet, mely fentiekén túl a magassági adatokat és alépítményi elvárásokat is megjeleníti.

A kiviteli terv fő része a műszaki leírás és annak mellékletei. Tartalmaznia kell a tervezés során figyelembe vett minden körülményt, vonatkozó szabványokat, törvényi és jogszabályi előírásokat, üzemeltetői előírásokat. Útmutatásul kell szolgálnia a kivitelező részére a munka elvégzésének minden lépésére vonatkozóan, egyértelműen meg kell, hogy határozza a megvalósítandó műszaki tartalmat és betartandó előírást minden érintett szakág tekintetében: előkészítés, eljáró hatóságok, egészség – biztonság és környezetvédelem, közlekedés, földmunka, gépészet, építészet, technológiai szerelés, anyagvizsgálat, korrózióvédelem, geodézia. A mellékletek egységekre bontva jelenítik meg a tervezés feltételeit, módját és eredményét – hozzájárulások, engedélyek, számítási mellékletet, koordinátajegyzék.

A tervek utóélete legalább olyan fontos, mint az előélete. Azokat a megrendelővel el kell fogadtatni, az engedélyező és/vagy felügyeletet ellátó hatóság részére be kell nyújtani. A kivitelezés során szükségessé váló módosításokat a terven is követni kell, revíziók formájában, megjelölve a változás okát és helyét. Az így végelegessé váló kiviteli terv lesz az alapja a megvalósulási dokumentációnak.

Minden felelős közműkezelő nyilvántartást vezet a területén előforduló munkákat elvárt minőségben elvégezni képes vállalkozásokról, azokat fejlett szempontrendszer szerint kategorizálja, képességeit és kapacitásait felméri, fejlődését nyomon követi. Ebben segítséget nyújtanak a különböző tanúsító rendszerek is. Az így leszűkített vállalkozói körből pályáztatás útján könnyen és gyorsan kiválasztható a megfelelő kivitelező, aki megfelelő minőségben, elvárt határidőre a kialakult anyagi keretek között be tudja szerezni a beépítendő anyagokat és meg tudja építeni a létesítményt.

4.3. A kivitelezés

4.3.1. Előkészítés

A kivitelezés első lépései továbbra is az íróasztal mellett történnek. Az elvégzendő munkához emberi és anyagi erőforrásokat, alkalmazható eszközöket kell rendelni, meg kell határozni a kompetenciákat és a felelősséget, be kell szerezni a beépítendő anyagokat. A leendő munkaterület ismeretében pontosan meghatározhatóak a gépigény és a felvonulás részletei is. A körültekintő előkészítés mindig megéri az áldozatot, kellemetlen meglepetésektől menti meg a felkészült kivitelezőt.

A területre lépés előtt értesíteni kell a munkakezdetéről minden érintettet, tértivevényrel igazolható módon (hatóságokat, közműkezelőket, területtulajdonosokat, önkormányzatot). Munkaterület átadás-átvételt kell tartani, meg kell nyitni az építési naplót (a 2015-ös évtől digitálisan is), az üzemeltetőtől engedélyt kell kérni a munkavégzésre (ez szólhat a kivitelezés teljes időtartamára, egy-egy

technológiai folyamatra, adott évre, hónapra vagy hétre, vagy az elmúlt időszak tapasztalatai szerint egy adott napra), meg kell tartani az új munkaterülethez kapcsolódó munkavédelmi oktatást. Mindezek után megkezdhető a munkavégzés.

Első lépés a felvonulás: munkagépek, anyagok, eszközök szállítása és a munkaterület előkészítése – növényzet eltávolítása, átjárók építése, vízátereszek kialakítása.

A rakodási munkákkal egyidejűleg megkezdhető a hegesztési és a földmunka is. Hegesztési a sajtolásra szánt csőszakaszokat és az előzetes nyomáspróbához szükséges nyomóvégeket kell (nyomóvég: edényfenékkal egyik irányból zárt, másik irányból hegeszthető csőszál, 1/2" - 1" -2" menetes csónkokkal).



41.kép DN450 nyomóvég szerelvényezett állapotban nyomás alatt,
balról: 1/2" csónk gömbcsappal, háromjáratú tűszeleppel abban manométer és PTT távadó,
1" csónk elzáróval a nyomásfokozáshoz, 2" csónk elzáróval a feltöltéshez,
M20 x 1,5 csónk a hőmérséklet távadó elhelyezéséhez
Forrás: Horváth Gusztáv, 2014

A hegesztési munkát az előzetesen elkészített és elfogadott hegesztés technológiai utasítás alapján kell elvégezni, azok előírásait betartva, különös tekintettel a WPS lapok tartalmára (WPS: Gyártói Hegesztési Utasítás).

A jellemző pontok geodéziai kitűzését követően a földmunka a keresztező és párhuzamos földalatti közművek kézi feltárásával megkezdhető. Ezek helyének ellenőrzését követően már gépi erővel, folyamatos szintezés mellett végezhető a sajtoláshoz szükséges indítóárok kialakítása (**38.kép**).

A gépi munkavégzés során kitüntetett figyelemmel kell lenni az üzemelő közművekre, köztük a kiváltandó vezetékekre. Az ásás folyamán a kézi erőnek mindig rendelkezésre kell állni, mivel bármilyen előre nem ismert körülmény csak kézi erővel tárható fel. A keresztezések környezetében csak azok kezelőjének a hozzájárulásában foglaltak szerint szabad munkát végezni, amennyiben az tiltja a

gépi földmunkát, úgy azt kézi erővel kell megtenni (általában kézi feltárás és azonosítás után egy, maximum 2 méterre terjed ki a tiltás).

Amennyiben az elkészült körvarratok az anyagvizsgálaton megfelelő minősítést szereztek, elvégezhetővé válik az előzetes szilárdsági nyomáspróba. Ez üzemeltetési előírás, amely rendre a tervezési nyomás 1,5-szeresét írja elő ($P_{pr} = 1,5 \times P_{terv}$), légnemű közegre tervezett vezetékek esetén egy óra, folyadék esetén 6 óra időtartamra.

Sikeres nyomáspróbát követően az ellenőrzött varratok szigetelése elkészíthető, majd a teljes sajtolócső mechanikai védelme is kialakítható 3-5mm vastagságú üvegszál réteggel, műgyanta erősítéssel. Ez idő alatt a sajtolásra szánt csőről a nyomóvég levágható, helyére a sajtoláshoz szükséges vágóél (**26.kép**) és ütővég (**27.kép**, **28.kép**, **29.kép**, **30.kép**) kerül felhegesztésre, valamint a közlekedési létesítmény másik oldalán a fogadóárok is kialakítható.

4.3.2. Sajtolás

A cső árokba emelése és irányának ellenőrzése után megkezdhető a sajtolás. Ehhez a sajtoló berendezést (**31.kép**, **32. kép**) a csőbe kell szerelni, a csatlakozó egységeket összeállítani. Elkezdhető a cső áthajtása a keresztező közlekedési létesítmény alatt.

Az eszköz működését először csökkentett teljesítménnyel kell elkezdni, hogy ellenőrizni lehessen a megfelelő működést. Amennyiben a csökkentett teljesítménnyel való üzemeltetés közben minden rendben van – vakond beleszorult az ütővégbe, egytengelyű a csővel, a cső haladása megkezdődött – teljes teljesítményre lehet kapcsolni.

A sajtolás során figyelemmel kell követni a berendezés működését, a cső haladását, a munkagödör állékonyságát. Amennyiben elérte a vágóél a megfelelő pontot a sajtolást le kell állítani.

Amennyiben megbizonyosodtunk, hogy a sajtolási hossz megfelelő, a cső elérte tervezett pozícióját, akkor ki kell szerelni a sajtoló rakétát a csővégből, és ki kell emelni a munkaárokból. Ezt követően el kell távolítani a csőről a vágóélt és az ütővéget és elő kell készíteni a munkaárkot a csőben maradt földmag eltávolítására.

A földkinyomás a **3.6.5** pontban ismertetett módon egy végzáró tárcsa (**33.kép**) és egy csőgörény (**34.kép**) segítségével történik. A tisztítást két lépcsőben nagy nyomású levegővel kell elvégezni, amely után egy teljesen tiszta és sérülésmentes csövet kell kapnunk. Így már az elszigeteltségre vonatkozó ellenőrző mérések is elvégezhetőek (**41.kép**).

A fenti folyamatot összetettsége (földmunka, teheremelés, hegesztés, nagy nyomású levegő és víz használata) és a fontossága miatt érdemes technológiai utasításban rögzíteni annak menetét.

4.3.3. A műtárgy végleges kialakítása, nyomáspróbák

A sikeres sajtolást követően elvégezhető a teljes földmunka, kialakítható a teljes árokhossz. Az időközben elkészült hidegen hajlított csőíveket (vagy helyszínen készítve vagy odaszállítva) és egyenes szakaszokat a terveknek megfelelően a műtárgyhosszba kell hegeszteni elérve az élőrekötés pontját (élőrekötés: az új és a régi cső találkozási pontja, a nyomáspróbában nem szereplő ún. technológiai varrat helye, egyúttal a folyamat neve is: a vezeték nyomásmentesítése, leürítése, szellőztetése és a technológiai varrat elkészítése egyben).

Nyomáspróba

A teljes kialakítást követően újra nyomáspróba következik, ellenőrizni kell az összes elkészült varratot – a roncsolásmentes vizsgálatokon túl is. Ehhez a már használt nyomóvegeket újra fel kell hegeszteni, majd a teljes szakaszt fel kell tölteni vízzel. Rövid szakaszok esetén ez történhet közvetlenül is, azonban hosszabb kiváltások vagy nagy szintkülönbségek esetén ezt csőgörénnyel célszerű kivitelezni (használható a földkinyomáskor is szereplő görény), így kell elérni a minél inkább légmentes állapotot. Görénnyel való feltöltéskor meg kell akadályozni a annak edényfenékre való beszorulását (távtartó alkalmazása), valamint célszerű mindkét irányba járatható típust választani, amivel a víz leürítése is megoldható.

A szilárdsági nyomáspróba az előzeteshez hasonló módon és értékekkel történik: $P_{pr} = 1,5 \times P_{terv}$, légnemű közegre tervezett vezeték esetén egy óra, folyadék esetén 6 óra időtartamra. Folyadék halmazállapotra tervezett vezeték esetében ez a nyomáspróba egyúttal tömörségi is, mivel a szállított közeggel megegyező halmazállapotú anyag felhasználásával történik. Sikeres szilárdsági nyomáspróbát követően a felhasznált víz eltávolítható a csőből. Ez történhet szerencsés lejtés mellett gravitációsan is, de legtöbbször a feltöltéshez használt görény levegővel való meghajtásával.

Légnemű szállított közeg esetén a tömörségi nyomáspróba levegővel vagy valamilyen inert gázzal történik (inert gáz: környezetével és más anyagokkal nehezen reakcióba lépő egészségre és környezetre ártalmatlan gáz, például a nitrogén). A két nyomáspróba között a hegesztett és csavarozott kapcsolatok megbontása tilos! A víznél jóval veszélyesebb nagy nyomású gáz miatti elővigyázatosság szülte a vízzel való tesztelést, tehát csak olyan szerelvény, varrat, csatlakozó, elzáró szerepelhet a tömörségi nyomáspróbában, amit már a szilárdságin leellenőriztünk.

A tömörségi nyomáspróba értéke a tervezési nyomással megegyezik ($P_{pr} = P_{terv}$), időtartama 24 óra.

Biztonság

Minden nyomáspróba fokozott figyelmet követel meg biztonsági és műszaki szempontból is. Biztonsági szempontból csak a feladatra kiképzett, arra alkalmas személyek vehetnek részt benne, a nyomásfokozó berendezéseket (nagy teljesítményű szivattyú és kompresszor) csak az arra jogosult kezelők kezelhetik. A

nyomáspróba területét jól láthatóan el kell határolni, meg kell akadályozni, hogy illetéktelenek a nyomás alatti rendszerhez férjenek. A nyomás alatti rendszeren és annak környezetében semmilyen munka nem végezhető, rendellenesség észlelése esetén mindig csak a rendszer nyomásmentesítése után kezdhető meg a hiba elhárítása.



42.kép Nyomás alatti rendszer

Forrás: Dénes Pál, 2014

A nyomásmentes állapotot minden beavatkozás előtt ellenőrizni kell. Ez nem merülhet ki a manométer leolvasásában, az akár el is romolhat. A „0” érték leolvasása után a tűszelep leeresztő csapját meg kell nyitni, amennyiben nincs érzékelhető kiáramlás, akkor mindezt az elzáró szerelvényt meg kell ismételni. A nyitást mindig olyan pozícióban kell megtenni, hogy az esetleges kiáramlás senkiben és semmiben ne tudjon kárt tenni.

Műszaki szempontból a figyelem a zavartalan körülmények biztosítására kell, hogy összpontosuljon. Zavartalan körülményt jelent minden olyan tényező, ami befolyásolhatja a nyomás és valamely ezzel összefüggő tényező értékét (például a hőmérséklet és a rendszer zárt mivolta) a nyomáspróba időtartama alatt. A feltöltés és nyomásfokozás csak olyan ütemben történhet, hogy a zárt térben túl nagy áramlási sebesség vagy ún. lengés ne tudjon kialakulni. A feltöltött cső és a töltő közeg közti hőmérsékletkülönbség kiegyenlítődére elegendő időt kell hagyni, alakulását ellenőrizni kell. A rendszert teljesen zárttá kell tenni, a feltöltésre használt csonk és a nyomásfokozó közti kapcsolatot meg kell szüntetni, minden csonkot vagy mérőműszerrel, vagy menetes dugóval zárttá kell tenni. A nyomáspróba időtartama alatt törekedni kell az azonos feltételek biztosítására.

A fenti alapelvek betartásának érdekében minden esetben technológiai leírást kell készíteni, amit minden érintettel – műszaki ellenőr, üzemeltető, nyomáspróbát végzők – dokumentáltan meg kell ismertetni, jóvá kell hagyatni.

Sikeres nyomáspróbákat követően a nyomóvégek levághatóak, hátra van még az új vezetékszakasztisztítása és kalibrálása. A tisztítás célja, hogy a cső belseje víztől, portól, mindennemű szennyeződéstől mentes, minél szárazabb legyen. Ezt az egyik

végén nyitott csőszakaszon való többszöri görényáthaladással lehet elérni, ami kihajtja maga előtt a szennyeződéseket.

Kalibrálás

A kalibrálás a csőszakasz belső méreteinek ellenőrzését jelenti. Az üzemeltetéshez szükséges minimális méret meghatározásra kerül, általában százalékosan, ennek meglétét kell ellenőrizni. Például DN400 cső és 96%-os elvárás esetén: $D=406,4\text{mm}$, $s=8,2\text{mm}$, $d=D-2s=390\text{mm}$, az elvárt $d_{\min}=dx0,96=374,4\text{mm}$. Ezt legegyszerűbben egy kis vastagságú alumínium lemezből gyártott tárcsával lehet megtenni. A tárcsa külső méretét a $d_{\min}=374,4\text{mm}$ -hez kell igazítani, a belsőt a rendelkezésre álló görényéhez úgy, hogy a tárcsát azzal egytengelyűen arra fel lehessen szerelni és rögzíteni.



43.kép Alumínium kalibráló tárcsával szerelt DN450 görény
Forrás: Dénes Pál, 2014

Az így felszerelt görényt kell a vizsgálandó szakaszon áthajtani, majd a végén ellenőrizni a tárcsa éleinek épségét. A könnyebb észlelés érdekében a tárcsa élét 45° -ban le lehet „törni”, a terület mentén sugárirányban $\sim 15^\circ$ -onként be lehet „sliccelni”, valamint a cső belsejével várhatóan érintkező részeket be lehet festeni.



44.kép Sérült kalibráló tárcsák: balra éles bemaródás,
jobbra durva elhajlás
Forrás: Dénes Pál, 2014

Sérült kalibráló tárcsa esetén a hiba helyét és okát meg kell keresni, azt ki kell javítani, majd a kalibrálást meg kell ismételni.

A tisztító és kalibráló görényezés veszélyes munkafolyamat. A csővégből kivágódó görény és a maga előtt hajtott szennyeződések súlyos sérüléseket tudnak okozni emberben és eszközben egyaránt. Ez ellen védekezni kell valamilyen módon: görényfogó kamrával, csőszájfékkal vagy a csővég földdel való leterhelésével. A cél a görény megfogása, a kivágódás megakadályozása olyan módon, hogy a mögötte feltorlódott levegő távozni tudjon. A biztonságon kívül a védekezés oka még a kalibráló tárcsa megóvása. Utólag nem eldönthető, hogy a sérülés az áthaladás közben vagy a megérkezéskor keletkezett, ezért a kivitelező elemi érdeke a tárcsa megóvása.

Az élőrekötés előkészítése van még hátra. Ez alatt a készítendő varrat helyének kialakítását, tisztítását és ellenőrzését kell érteni. A hegesztési fejtű kialakítása alapvető érdek, itt történik majd az élőrekötés érdemi részének 90%-a. A felületek tisztítása alatt értendő a régi cső megtisztítása a szigeteléstől (és azok alapozó festékeitől), valamint az új cső végeinek előkészítése hegesztéshez (egyenest vágás, rézselt vég kialakítása). Ellenőrizni a régi cső hegeszthetőségét kell (amennyiben az előzetes diagnosztika erre nem terjedt ki). Erre azért van szükség, hogy olyan helyen vágjuk el a régi vezetékét, ahol azt később meg is tudjuk hegeszteni. Ellenőrizni kell a geometriai jellemzőket (ovalitás-körköröség, falvastagság) és ki kell zárni a csőanyag belső rétegződését - ultrahangos berendezéssel. Szükséges még a régi csőszakaszok feltárása és kitakarása 50-100D hosszban (pl.: DN400 csőhöz 20-40m hosszban), hogy azokat mozgatni lehessen majd, össze lehessen illeszteni az új csővel.

Ha ezen is túl vagyunk, akkor kijelölhető a rákötési varrat helye, nyugodtan várhatjuk az élőrekötést. Adminisztráció szempontjából meg kell még említeni az ilyenkor esedékes részleges műszaki átadást, aminek keretében ellenőrzésre kerül az elvégzett munka és a felhasznált anyagok megfelelő dokumentálása azok naprakész mivolta.

A sok előkészület azért indokolt, mivel a rákötés időpontja rögzített, időtartama rendszerint szűk keretek közé van szorítva. Minden lehetséges esetre fel kell készülni, hogy a rendelkezésre álló időt arra lehessen használni, amire való.

4.3.4. Az élőrekötés

Az élőrekötés komoly együttműködést igényel az üzemeltető és a kivitelező között, precíz felkészülést mindkét fél részéről. A folyamat minden elemét és lépését előre meg kell határozni, hozzárendelve a szükséges erőforrásokat. Műtárgykiváltás ritka esetben van szakaszoló állomás közelében, a vezeték másik zárási pontja még így sem látható. A nagy távolság miatt fontos a jó kommunikáció. Az üzemszünet idejét (kezdetét és végét) az üzemeltetőknek 6 hónappal előre be kell jelenteniük a fogyasztóik (a lakossági, ún. egyetemes szolgáltatók jelen esetben a fogyasztók) felé. Az időpont nem eshet fűtési szezonba, vagy annak közelébe (09.15 és 04.01 közé). A szakaszoló állomásokon végzett technológiai beavatkozásokról értesíteni kell a helyileg illetékes katasztrófavédelmi szervezetet. A fentiekből látszik, hogy a hibázás következményei súlyosak lehetnek, mind műszakilag, mind anyagilag.

A leírt folyamat elvégzésére minden üzemeltetőnek pontos technológiai előírásai vannak, amiket kérésre a kivitelezővel ismertetnek. Ezzel a lehetőséggel élni kell, akár egy közös technológiai utasítás formájában is.

Első lépésben az üzemeltető csökkenti a nyomást a vezetékben, ezt általában a betáplálás megszüntetésével viszont a fogyasztás fenntartásával lehet elérni a még biztonságos szintig (általában 5-20bar túlnyomásig). A vezetékben maradt földgáz eltávolításának egyetlen biztonságos és szabályozott módja, annak elégetése. Ezt egy a szakaszoló állomáshoz kapcsolódó fáklyán keresztül lehet megtenni.



45.kép DN800 PN63 vezetékhez csatlakoztatott DN300 méretű fáklya
A 10m magas vezeték eltörpül a láng magasságához képest
Forrás: Szűcs László, 2009

A fáklya kialakítását követően a rendszer nyomásmentes, de légköri nyomáson földgázzal töltött. Ezt a mennyiséget többféle módon lehet eltávolítani. Kedvező domborzati viszonyok esetén természetes szellőztetéssel távozhat a mindkét végén (vagy akár az előrekötés helyén is) nyitott vezetékből. Ez a legritkább esetben fordul elő. (A földgáz legnagyobb részt alkotó metán sűrűsége $0,717\text{kg/m}^3$, azaz könnyebb a levegőnél.)

A szellőztetést elő is lehet segíteni. A leürített szakasz valamelyik végén kompresszorral betáplált levegővel áramlást kell kelteni a vezetékben, amiből így a

fáklya felé távozik a maradék földgáz. Ezt az öblítést a szabályozatlan áramlási viszonyok (turbulencia, szűkületek) miatt legalább a szakasz névleges térfogatának háromszorosáig folytatni kell.

Folyadékot szállító vezetékek esetében a leürítés sokkal egyszerűbb, az időpont is rugalmasabb (nincs harmadik fél, fogyasztó). A leürítést egy kompresszorral meghajtott görénnyel meg lehet oldani, a kiáramló folyadékot megfelelő méretű tárolóedénybe kell irányítani.



46.kép Állóhengeres tárolótartály, 20.000m³ névleges térfogat
Forrás: Szűcs László, 2015

Az üzemeltető itt átadja a képzeletbeli stafétabotot a kivitelezőnek, következhet a vezeték elvágása. A leürítés sikerességének tényét műszeresen csak az elvágást követően tudjuk bizonyítani (tehát földgáz jelenlétét kell feltételezni), emiatt a vágás során tűzveszéllyel járó eszközök használata nem megengedett.

Erre szolgál a szikramentes csővágó, aminek manuális verziójából DN25-től DN800-ig rendelkezésre áll a teljes méretsor. DN300-as mérettől felfelé elérhető még a pneumatikus vágófelszerelés is (valójában marógép). Megfelelő használat mellett percek kérdése egy átlagos falvastagságú cső elvágása. A vágást követően eldönthető a leürítés sikeressége. Amennyiben még mindig van éghető gáz a csőben, a szellőztetést folytatni kell.

Az éghető gázok jelenlétét műszeresen mindig ellenőrizni kell, egy az ilyen célra hitelesített légtérelmző készülékkel. Általános munkavégzés az ARH 40%-a alatti koncentráció esetén végezhető, tűzveszéllyel járó munkát csak ARH 20% alatt szabad folytatni (az országos tűzvédelmi szabályzattól szigorúbb feltételeket szabhatnak meg az üzemeltetők; ARH: alsó robbanási határérték: éghető gáz és levegő alkotta elegy koncentrációjának az az értéke, ahol már az égés feltételei elégségesek). A mérőműszerek hitelesítése során beállított riasztási érték általában

ARH 10%-a, az érzékelt szénhidrogén pedig pentán vagy metán (így a műszerünk felkészít a veszély közeledtére).



47.kép Szikramentes vágás bemutatása kézi berendezéssel, DN800 méretben
Forrás: www.reedmfgco.com

Következő lépésben a régi és az új cső hegesztése a feladat, valamint az elkészült körvarratok roncsolásmentes vizsgálata. A helyszínen lévő emelőgépek, földmunkagépek és képzett szakembereknek az alapos előkészítést követően ez nem okozhat gondot. Megfelelő minősítést követően ismét az üzemeltető a feladat neheze, következik a vezeték feltöltése.

A cél a vezeték levegő és szennyeződésmentes feltöltése földgázzal. A szennyezést elkerülni az elvágott és széttemelt állapot közben lehet elkerülni a figyelmes munkavégzéssel. A légmentes feltöltést többszöri öblítéssel (a leürítés mintájára) vagy az egyik irányból földgázzal meghajtott görénnyel lehet biztosítani. A feltöltés és nyomásfokozás során a technológiai varratokat (és az esetlegesen megbontott szerelhető csonkokat, karimákat) folyamatosan ellenőrizni kell – a többféle roncsolásmentes vizsgálat ellenére a szivárgás lehetőségét a maximális üzemi nyomás eléréséig nem lehet kizárni. A fenti folyamatot hívják tömörségi ellenőrzésnek, ami megfelel egy nyomáspróbának – csak a nyomott közeg maga a szállított anyag. Kőolaj – és termékvezetékek esetében a feltöltés mindig csőgörénnyel történik, a nyomásfokozás az üzemi szivattyúházon keresztül, az ellenőrzés folyamata a fent leírtakkal megegyezik.

A szivárgásmentes, feltöltött és nyomás alá helyezett rendszerrel, az lényegében újra üzembe is lett helyezve, az élőrekötés lezárult.

4.3.5. Befejező munkálatok

A vezeték újbóli üzembe helyezését követően a munkálatok célja az eredeti vagy annál kedvezőbb környezet minél hamarabbi helyreállítása. Gépészeti szempontból ez a vezeték környezettől való elszigeteltségének biztosítását jelenti. Az elkészült technológiai varratok és szükség esetén a kibontott vezetékszakaszok szigetelése már csak hideg technológiával végezhető – az üzemelő vezeték melegítése már nem megengedett.

A felhagyott vezetékszakasz az elvárt műszaki tartalomtól függően, kezelendő valamilyen módon: feltöltése betonnal, vízzel, nitrogénnel, végeinek lezárása, avagy részleges vagy teljes elbontása.

A nyílt árkos geodéziai bemérést kell még elvégezni, melynek ki kell terjednie az elkészült varratokon túl a vezeték többi jellegzetes pontjára (függőleges és vízszintes iránytörések, keresztezések) és a szolgalmi övezetben található valamennyi jellemző pontra (korlát, vízelvezető árok, pályatest, jelzőoszlop, szintemelkedés, stb.).

Újra a földmunkáké a főszerep, a kiásott munkaárkot vissza kell temetni. A réteges tömörítés és vezeték megfelelően szilárd alátámasztása elengedhetetlen, miközben figyelemmel kell lenni annak mechanikai védelmére. Az altalaj visszatöltése után a külön deponált termőréteget is vissza kell teríteni, majd annak a környezetbe való illeszkedését rekultiváció keretében elősegíteni (keresztirányban végzett talajlazítás és szerves trágyázás). Ennek a megfelelőségét minden esetben a terület tulajdonosa és a hatóságok (megyeileg illetékes kormányhivatal, növény és – talajvédelmi igazgatóság, szervezetileg a földhivatalok része) is ellenőrzik, ez előfeltétele a mezőgazdasági jellegű hasznosítás folytatásának.

Ki kell még helyezni a vezeték jellemző pontjait jelölő nyomvonaljelző oszlopokat. Irányelv, hogy minden vízszintes iránytörést jelölni kell, valamint minden oszloptól szabad szemmel láthatónak kell lenni a megelőző és a követő oszlopnak.



48.kép Nyomvonaljelző és kotrást tiltó tábla
Forrás: Dénes Pál, 2015

4.4. A kivitelezés sajátosságai

A fent leírt munkafolyamatok elvégzését, azok időbeni és térbeli lefolyását sok-sok tényező befolyásolja: területi adottságok, megrendelői igények, időjárás, rendelkezésre álló eszközpark, emberi, gépi és anyagi kapacitások, résztvevők rugalmas hozzáállása, az iparágban megszerzett tapasztalat, kialakult munkarend.

Egy általános esetre vetítve szerepel a „**Műtárgykiváltás munkafolyamatai**” című táblázatban (I.melléklet) az elvégzendő lépések és azok szakipari ágának megnevezése. A különböző színekkel jelölt ágazatok egymást követő munkarészein keresztül nyomon követhető a teljes műtárgykiváltás. A táblázat követi az iparágban kialakult dekádos munkarendet: 10 nap folytonos munkavégzést, 4 nap pihenő követ.

Bizonyos munkafolyamatokat párhuzamosan is lehet végezni, lerövidítve a kiváltásra szánt időtartamot – ilyen például a földmunkavégzés alatt is végezhető gépészeti tevékenységek sora.

A munkarészek összevonása is elősegítheti a kivitelezést. Például a vezetékek kalibrálása és tisztítása rendre egyszerre készül, de akár még a nyomáspróbához felhasznált víz kinyomásával egyidejűleg is meg lehet tenni azokat. Ehhez kell, hogy a minőségi elvárásoknak való megfelelésen ne essen csorba és az érintettekkel való előzetes egyeztetés.

Alkalmazkodni kell a munkarészek előrehaladásának üteméhez. A folyamatleírás diagramjából is látszik, hogy nincs minden szakág minden kapacitása folyamatosan lekötve. Az így rendelkezésre álló szabad kapacitásokból az általánosnak jelölt folyamatok lefedése lehetséges.

A kapacitások nem csak az emberi oldalt jelentik, hanem a gépparkot is. Megfelelő képességekkel rendelkező mélyásó-rakodó kiválthatja a daru jelenlétét. Ez negatívan befolyásolja a földmunkavégzés ütemét, de jelentős megtakarítást eredményez a kevesebb gép üzemeltetése által (területre szállítás, üzemanyag, karbantartás, kezelő). A sajtolási munka során szükséges egy kompresszor munkaterületen tartása, de kis átmérőjű (ezáltal kis térfogatú) vezetékek esetében a tisztítás, kalibrálás és tömörségi nyomáspróba során azt ki lehet váltani (valójában másik kompresszor lenne szükséges). A fenti célokra megfelelhet a palackos gáz is, általában nitrogén formájában. A tömörségi nyomáspróba után a palackokban megmaradó gáz nyomása és mennyisége bőven elegendő a görényezéssel járó feladatokhoz. Járulékos előnye a módszernek a gáz tisztasága: nem jut kondenzátum a csőbe, valamint a könnyű kezelhetőség (egy 12db 6m³-es 250baros palackból álló rakat mozgatása és kezelése könnyebb, mint egy 70-80barra képes kompresszoré).

A szükséges vizsgálatok elvégzése nem jelent egész napos, folyamatos munkát. A vizsgálatot végző szakembereket nem kell állandóan a munkaterületen tartani, jó szervezéssel és mobilitással azok elvégzése egy-két óránál nem tartanak tovább. ezeket az intervallumokat úgy kell megválasztani, hogy más munkafolyamatot ne befolyásoljanak.

Egy műtárgy kiváltása minden esetben az adott vezetékszakasz teljes hosszának leürítésével jár, ami jelentős költségvonzattal bír. Ezért az üzemeltetők törekednek arra, hogy lehetőleg az adott szakaszban minden problémás vagy a hibalehetőséget magában hordozó műtárgyat azonos időben váltsanak ki. Ez a törekvés azt jelenti, hogy egy időben nem egy, hanem több – akár 8-10 is épülhet.

A rendelkezésre álló kapacitások kihasználása ilyenkor kerül előtérbe. A különböző helyszínek közti térbeli mobilitás és az időbeni lefolyás ütemezésével megoldható az eszközök és a létszám minél jobb kihasználása. Kettőzött kapacitással nem kétszer annyi munka (kiváltás) készíthető el, hanem attól jóval több. Az előre rögzített előretekintési időponttól visszafelé gondolkodva a munkafolyamatok időrendben jól tervezhetőek.

A műtárgyak közti távolság és a nyomvonal átjárhatósága lehetővé teheti a munkák összevonását is, leegyszerűsítheti a munkagépek mozgását. Példa lehet erre az előzetes nyomáspróba, amit több műtárgy csövének összehegesztését követően egyben is meg lehet tartani, majd azokat méretre vágva a sajtolandó csőszakaszokat szét lehet hordani a kívánt helyekre.

4.5. A megvalósulás dokumentálása

Az egyes munkafolyamatokat leíró pontokban nem esett szó azok dokumentálásáról. A minőségi munkavégzés semmit sem ér, ha az nincs folyamatában rögzítve, majd megvalósulási dokumentáció formájában, egy ún. „D-terv”-be foglalva, összegyűjtve.

A D-tervnek tartalmazni kell minden olyan iratot, ami az üzemeltetést befolyásolhatja akár műszaki, akár jogi szempontból, valamint igazolja a kivitelezés szakszerű és jogszerű elvégzését. A megfogalmazás tág, mindig további egyeztetést igényel az elvárásokról, de címszavakban, rövid magyarázatokkal, álljon itt egy általános lista a szükséges dokumentumokról.

Nyilatkozatok: a kivitelező képviselője, a felelős műszaki vezető, a műszaki ellenőr és az üzemeltető képviselője aláírásával igazolja a rá eső felelősség viselését. A tervező mindezt a kiviteli terv műszaki leírásában teszi meg. Ide tartozhat még a munkavédelem, a környezetvédelem a biztonságtechnika és a hulladékkezelés felelősségének köre is.

Engedélyek: a jogerős építési engedély, azaz létesítési engedély, amennyiben ez nem volt szükséges, akkor a munkavégzés bejelentése az érintett hatóságok felé.

Jogosultságok: minden olyan dokumentum, ami a vállalkozót feljogosítja az adott munka elvégzésére, igazolja képességeit és lehetőségeit. Ide tartozik az összes tanúsítvány, akkreditáció, a munkaterület átadása, a munkavégzéshez szükséges engedélyek megléte. Kiterjed az adott személyek végzettségére is – hegesztői minősítés, anyagvizsgálói végzettség, kamarai jogosultságok.

Technológiai utasítások: a kiemelt munkafolyamatok esetében rögzített eljárás, az abban foglaltak oktatásával együtt, a résztvevők aláírásával. Készül(het) a hegesztési eljárásról, emelési tevékenységről, földmunka elvégzéséről, nyomáspróba lefolytatásáról, a szigetelések módjáról, a tisztítási és kalibrálási

feladatról, az előrekötésről és bármi az adott esetben kiemelten kezelendő munkafolyamatról.

Építési napló: a kötelező dokumentálás legelemibb formája, a nyilvántartási résszel, mellékletekkel együtt a teljes munkafolyamat időtartamáról, megnyitásától annak lezárásáig, említve minden naptári napot. Az építési napló vezetésének alapvető szabályait minden nyomtatvány tartalmazza valamelyik belső oldalon. Fontossága abban is rejlik, hogy jogilag a napló és mellékletei a hivatalos kommunikáció terepe a megrendelő, a kivitelező és a munkát felügyelők között.

Bizonylatok: minden felhasznált és beépített anyag megfelelőségét igazolni kell a gyártástól a beépítésig terjedő spektrumon. Ez a beépített csőanyagtól kezdve, a felhasznált hegesztési hozaganyagig mindenre vonatkozik, a mérőműszerek hitelességét is beleértve.

Jegyzőkönyvek: minden elvégzett vizsgálat, ami az anyagok beépíthetőségére vonatkozik és a beépítéssel hozzáadott érték megfelelőségét igazolja. Varratvizsgálatok, geometriai ellenőrzések, elszigeteltség vizsgálatai, nyomáspróbák, szárítás, talajtömörtség mérése és minden az adott műtárgykiváltáshoz kapcsolódó igazolás.

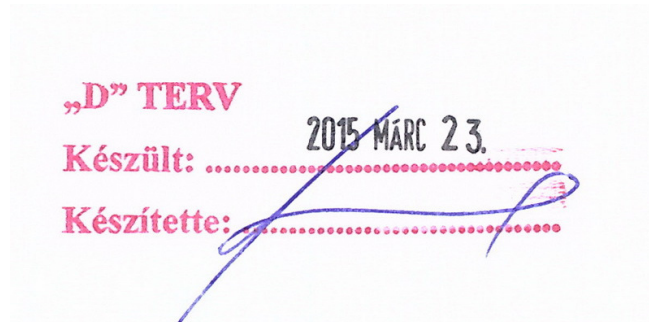
Hegesztési tevékenység: az előző ponthoz kapcsolódik, de kiemelt szerepe miatt rendszerint külön kezelendő. Beletartozik a hegesztési napló, ahol dokumentálva van a hegesztés időpontja, a vonatkozó terv, a szelvény, időjárási körülmények, felhasznált és beépített anyagok azonosító jele és mérete, az elvárt anyagvizsgálat mértéke és módja, valamint a hegesztésért felelősök személye és azonosítója. A táblázatos megjelenítésen túl elvárt a varratkép csatolása is, ami valamely ismert ponthoz képest egy ábrán vázlatosan bemutatja a varratok és a beépített anyagok elhelyezkedését. A kettőt együttesen varratanyagkönyvnek is hívják. Az így megjelenített műszaki tartalomnak egyeznie kell a többi vizsgálatban említett elemmel – azonosítók, műbizonylatok, anyagvizsgálatok, geodéziai felmérés, időpontok.

Geodézia: bizonylatolás mind a kivitelezés megkezdéséhez szükséges kitűzésről, mind az elvégzett munka felméréséről. Rendre táblázatos (koordinátajegyzék) és rajzi megjelenítést is magában foglal, sőt elképzelhető, hogy az üzemeltető által használt rendszerbe való beillesztést is meg kell tenni.

Üzembe helyezés: az üzemeltetéshez szükséges minden hozzájárulás, engedély és jóváhagyás. Tartalmazza a területtulajdonosok és a területen illetékes közműszolgáltatók hozzájárulásait, az önkormányzatok és a hatóságok határozatait.

Kiviteli tervek: tartalmaznia kell az elfogadott, utolsó revízió szerinti teljes tervdokumentációt, valamint az attól való eltéréseket, annak okaival, anyagi és műszaki vonzataival és a tervezői hozzájárulással együtt. Külön terlapokon piros színnel jelezni kell a megvalósulás tervhez képesti eltéréseit. Az esetleg kapcsolódó más szakipari tervrészletek megvalósulásait is itt kell megjeleníteni (építészeti, villamosság, irányítástechnika)

Elvárás minden az országban jelen lévő üzemeltető részéről minden D-tervben szereplő lap piros színű „D-terv” pecséttel, dátummal és készítőjének aláírásával való ellátása. A teljes dokumentációt minimum három fizikai példányban kell elkészíteni (üzemeltető, irattár, kivitelező). A kor elvárásának megfelelően digitálisan is el kell készíteni és a létesítmény üzemelésén túl öt évig garantáltan meg kell őrizni.



49.kép D-terv pecsét
Forrás: Szűcs László, 2015

5. Barátság I. kőolajvezeték 3. számú főközlekedési út és Budapest – Gödöllő HÉV vasútvonal keresztezésének változatai 1962-től napjainkig

5.1. A helyszín bemutatása, az eredeti állapot ismertetése

A címben említett keresztezés Pest megyében, Gödöllő város külterületének keleti és Mogyoród község külterületének délnyugati határán, egy völgyben található. A völgyet kelet – nyugat irányban kettészeli a 3-as számú főút Kerepest és Gödöllőt összekötő szakasza. A főút északi oldalán erdős területeket találunk, míg a déli oldalon mezőgazdasági művelésben aktívan résztvevő területeket. Ezek közül kiemelkedik az Országos Mesterséges Termékenyítő Zrt. telepe, amelyet egy a főútról nyíló alsóbbrendű útról lehet megközelíteni Gödöllő-Nagyremete irányába. Az OMT Zrt. telepe 1960 óta létezik változatlan alapterülettel. Ugyanerről a bekötőútról érhető el egy lovarda, melyet magánszemélyek alapítottak 1995-ben. A főút, az OMT Zrt és a lovarda által határolt terület közrezár egy háromszöget, ami önkormányzati tulajdonban van. A főút északi oldalán az épített környezet részeként említendő a jelenlegi nevén H8-as, Budapest – Gödöllő helyi érdekű vasútvonal. Vonalvezetését 1911-ben alakították ki, amely északnyugat felől érkezvén, a tárgyalt területen „simul” a 3-as főúttal párhuzamos irányba. (Érdekessége a menetirány szerinti bal oldali közlekedés, amit munkavégzés közben érdemes nem elfelejteni.)

5.2. 1962 – a Barátság I. kőolajvezeték építése

A Barátság I. kőolajvezeték építése 1962-ben kezdődött el DN400 méretben - akkori szabványoknak megfelelő 419,0mm x 8,0 acélcsőből. Ezzel a vezetéssel indulhatott meg a külföldi, az akkori Szovjetunió felől érkező energiaforrások hazai feldolgozása. A vezetékek észak-déli irányát a Barátság kőolajvezeték-rendszer külföldi ágai indokolják. A kelet felől érkező távvezeték az akkori Csehszlovákiát – a mai Szlovákiát és Csehországot - kelet-nyugat irányban szeli ketté, ennek a szakasznak egy leágazása a magyarországi 117km (ennek megfelelő a szelvényezés is, Hont irányából növekvő Százhalombatta irányába). A kivitelezés 1962-ben kezdődött, az üzemelés 1964-ben indult meg.

Sajnálatos módon sem az üzemeltető (MOL Nyrt. - Magyar Olaj – és Gázipari Részvénytársaság, előtte OKGT - Országos Kőolaj - és Gázipari Tröszt) sem a kivitelező (KVV Zrt – Kőolajvezetéképítő Vállalat) irattárában nem lelhető fel eredeti tervlap az érintett műtárgyról vagy nyomvonal szakasról. Így a legközelebbi módosításkor alapul vett kiindulási állapotot kell elemezni, ebből kell következtetni a kivitelezés módjára és annak nehézségeire.

Ezt az II-es mellékletként csatolt 2001-es keltezésű „**Budapest – Gödöllő HÉV és a 3.sz.Bp – Miskolc fkl. út keresztezése, Műtárgyterv**” című „Olajterv csoport” pecséttel ellátott rajz alapján lehet megtenni (II.melléklet).

A 3-as számú főutat a főút 26+042,2 km szelvényében (a vezetékek 62+965,0km szelvényében) keresztezi. A HÉV pályát a 284+75,2km szelvényben (vezeték szerinti 62+934,9km) keresztezi. A rajz és a 2003-ban helyszínen munkát végzők szerint az

első kivitelezéskor a két közúti létesítményt, két kialakításában egymástól független műtárgyként kezelték.

Mindkét esetben DN600 méretű védőcső került besajtolásra, a HÉV pályatest alá 14,10m, a 3-as főút alá 16,50m hosszban. A kivitelezés módja bizonyossággal állítható, hogy hidraulikus sajtolás volt, a 60-as években ekkora átmérőben és hosszban nem volt más elérhető technológia.

A két sajtolás külön kezelésének okát valószínűleg az akkori technológia által elérhető sajtolási hosszban kell keresni. A fenti módon a hosszabbik sajtolás is csak 16,50m, ami 6m befogadóképességű berendezést feltételezve csak 3 szál cső. Amennyiben a két műtárgyat egy sajtolással kellett volna megépíteni azonos végpontokkal, akkor a két védőcső hossza összeadódik a kettő közti távolsággal is: $13,90\text{m} + 15,40\text{m} + 16,50\text{m} = 45,80\text{m}$. A KVV Zrt. alkalmazásában 1972 óta álló sajtolásokkal foglalkozó kollégák elmondása szerint az akkori berendezésekkel a 25m-nél hosszabb sajtolások már nem voltak biztonsággal elvégezhetőek.

A hosszából adódó probléma megoldása szüli a következőt, nevezetesen a két műtárgy közti csekély hosszt (15,40m védőcsövek végei között). A két sajtolás pontosságán sok múlik, mivel ezen a rövid hosszban nagy irányeltérést – esetleg térben kitérő egyeneseket – korrigálni ívekkel nem lehet. Így biztosítani kell a két műtárgy egytengelyűségét vagy legalább az azonos síkban fekvését. Ennek egyik alapvető feltétele a folyamatos geodéziai kontroll, mind a berendezés beállításaikor, mind a sajtolás elkezdésekor.

Ütve sajtoláskor bevált módszer az azonos árokból egymást követően két ellentétes irányba való sajtolás. Itt ezt megnehezíti a berendezés helyigénye a stabil hátsó megtámasztásra (ezt termelt talajból logikus kialakítani, nem kitermelni majd visszatölteni tömörítés mellett). A fentiek tükrében ez nem jelent előnyt.

A sajtolás irányát befolyásolja a helyigény is, ami a legkisebb szelvény felől nem lehetett eleve adott (vagy csak az előírtnál nagyobb erdőirtással és területfoglalással), mivel a vezeték egy vízszintes ívvel fordul rá a védőcsőre. Mégis ez tűnik a járható útnak, mivel a 3-as főút és a HÉV közti területből csak 15,40m hosszú árok nyitható, ami a berendezésnek elegendő, de a kiszolgáló emelő – és földmunkagépeknek már nem. A két közlekedési létesítmény közti terület elfoglalása biztos, hogy a közúti forgalom korlátozásával járt, de annak mértéke nem azonos egy sajtolás elvégzéséhez szükséges idő vagy csak az összekötéshez szükséges idő esetében. A vezeték nagyobbik szelvényében, a 3-as főút déli oldalán 1962-64-ben még rendelkezésre állt a szükséges hely (akár felvonulási területként is), mivel akkor még sem lovarda, sem párhuzamos gázvezetékek nem határolták be a lehetőségeket.



50.kép 2002-es légi felvétel a területről – Észak-keleti irányban jól látható a nyiladék az erdőben, ami a vezeték védelmi övezete
Forrás: Google Earth

5.3. 2003 – kiváltások a vezeték mentén

2000-ben a Barátság I. kőolajvezetéket tulajdonló és üzemeltető MOL Rt. közeledve a vezeték 40 éves életkorához (és egyben a Barátság II. 30 éves és az Adria vezeték 20 éves életkorához is) elhatározta, hogy állagmegóvó és élettartam-növelő céllal felméri az üzemelő vezetékek állapotát. A felmérés kiterjedt a méretbeli elváltozásokra (falvastagság csökkenés, horpadás, ovalítás) és azok okainak (korrózió, erózió, mechanikai behatás, kivitelezési hiányosságok, anyaghibák) feltárására is.

Ennek a teljes körű felmérésnek lett az eredménye a 2001-ben megtervezett, majd kisebb változtatásokkal 2002-ben engedélyeztetett és 2003-ban végrehajtott nagy volumenű rekonstrukciós munkát. A felmérés során dokumentált sok lokális hibahely és hiányosság mellett megállapítást nyert, hogy a közel 40 éves védőcsöves kialakítású műtárgyak gyűrűsterei beáztak, azok lezárása hiányos, az előrehaladt korróziós folyamatok nyomán követése csak a védőcsövek végeinek feltárásával lehetséges az aktív korrózióvédelmi rendszer üzemelése mellett is.

A kiváltások tervezési szakaszában az akkor már más területeken bevált és elfogadott módon, védőcső nélküli kialakítással lettek megtervezve a műtárgyak. Ebbe a kiváltási folyamatba illeszkedett bele a tárgyalts helyszín is. A 2003-as kiváltás az 5.2 fejezetben említett **„Budapest – Gödöllő HÉV és a 3.sz.Bp – Miskolc fkl. út keresztezése, Műtárgyterv”** (II.melléklet) című rajz alapján készült el. A tervezéskor a V4U9 sorszámot kapta (adott évi kiváltások közül a nyomvonal mentén a 4. vasút és a 9. közút keresztezése). A tervező az Olajterv Tervező Iroda Kft. volt, a kivitelező az Egerfém Kft..

A tervek a birtokjog figyelembe vételével készültek, azaz a kiváltás a már addig is bejegyzett szolgalmi jogi határokon belül valósult meg, új helyrajzi számot nem érintett. Mindez lehetővé tette, hogy nem kellett új engedélyezési eljárást lefolytatni, létesítési engedélyt beszerezni. A vonatkozó hatóságok és közműkezelők hozzájárulása szükséges volt, de a területileg illetékes Bányakapitányság felé csak bejelentési kötelezettségnek kellett eleget tenni.

A terület megváltozott az első üzembe helyezés óta. Elkészült a Budapest körüli gázvezeték, aminek Vecsést követően Gödöllőn, majd Fót mellett az Alagi-majorban épültek meg a szakaszoló állomásai. A gödöllői állomás a Barátság I. vezeték mentén az Országos Mesterséges Termékenyítő Zrt. telepét követően került kialakításra, ami magával hozta, hogy a környék gázellátását innen kell megtáplálni. Ezért megépült a „Szada” és a „Szada párhuzamos” gázvezeték. Ezek alapanyagukat tekintve polietilén (PE) csövekből, középnyomású vezetékként kerültek megépítésre NA200 méretben. Nyomvonaluk közel párhuzamosan halad mindkét oldalon 5-5m távolságban, majd a 3-as főút déli oldalán egy keresztezést követően mindkettő a szelvény szerinti bal (keleti) oldalra kerül. Üzemeltetésüket a TIGÁZ Zrt. látja el.

A felszín alatti helyzet ezzel bonyolódott, de a föld feletti tisztult: a két gázvezeték és egy légvezeték miatt az addig csak 10 méteres biztonsági övezet 20 méternél is szélesebbre nyílt a HÉV északi oldalán. Ez is lehetővé tette az akkor már használatos ütve sajtolásos technológia használatát.

A kivitelezés az akkor helyszínen munkát végzők és felügyelők szerint nem teljesen a csatolt kiviteli terv szerint folyt. A tervlap felső feliratmezőjében olvasható, hogy az indító gödör ~15m hosszú, miközben a gépi sajtolás hossza 49,80m, amihez egy 52,20m hosszúságú műtárgycsövet kell előkészíteni előzetes nyomáspróbával és a megfelelő szigeteléssel együtt. A kivitelező ettől hosszabb, ~60m-es csövet készített elő és ennek megfelelő 65m-es indítóárkot ásott, figyelemmel az elvárt lejtési viszonyokra. A nyomvonaltól eltávolodva (vízszintes ív miatt) az indító árok fenéksíntje felülről keresztezi az NA200-as PE gázcsövet.

A sajtolást egy Vermeer Hammerhead Mole gyártmányú 200-as vakonddal kezdték el (a beszerzés alatt lévő 400-as méretű vakond késedelmes szállítása miatt). Ez az eszköz a DN400-as csőből a gyártó ökölszabály szerinti kapacitása szerint legfeljebb 40m cső besajtolására képes. Ez az alultervezés be is igazolódott, 30m után a sajtolás lelassult a leszakított földmag a csőben hátrarázódott és az ütvégbe szorult. A megoldást nem csak a föld eltávolítása (ütvég levágása, cső kimosása, ütvég visszahégesztése), hanem az időközben szállított és beüzemelt nagyobb sajtoló rakéta jelentette. A sajtolás a nehézségek miatt 3 naposra nyúlt, de végül megfelelő minőségben elkészült. Csakúgy, mint a műtárgykiváltás összes többi munkafolyamata. Nem csak ezen a helyszínen, hanem az összes érintett szakaszoló állomáson, műtárgynál és lokális hibahelynél, így egy három napos tervezett üzemszünetet, előretekintést követően a vezeték üzemelhetett tovább.

A kiváltás befejező munkáinak része a felhagyott vezetékszakasz elbontása. A későbbi könnyebb azonosíthatóság miatt célszerű azokat a lehető legnagyobb mértékben eltávolítani – a felhagyott termelőcső védőcsőből való kihúzását is

beleértve. Az így „kiürült” védőcső végeit mindig le kell zárni, annak belsejét pedig légmentesen betonnal feltölteni, megakadályozva ezzel egy későbbi süllyedést.

A beruházás ma már tudjuk, hogy elérte célját, több mint 11 évvel meghosszabbította az építmény élettartamát, időt adva ezzel az üzemeltetőnek a Barátság I. kőolajvezeték további sorsának eldöntésére, a körülmények felmérésére, felelős döntés meghozatalára.



51.kép 2005-ös légi felvétel a területről – A műtárgykiváltás nyoma jól kivehető, a hiányos rekultiváció miatti tájseb a HÉV vonal mindkét oldalán látható
Forrás: Google Earth

5.4. 2009 – az M31 autópálya építése

1997-ben készült egy tanulmány, ami két lépcsőben tartalmazta a 2005-ig majd 2015-ig megépítendő gyorsforgalmi úthálózat tervezett elemeit. Ennek tartalmát kormányrendeletben erősítették meg. Ez a tanulmány és rendelet már tartalmazza az M31-es autópálya megépítését 2004-es határidővel. Ez finanszírozási, engedélyezési és pályáztatási nehézségek miatt végül csak többszöri halasztással valósult meg. A beruházó az állami tulajdonú Nemzeti Infrastruktúra Fejlesztő Zrt., a tervező az Unitef-Szalamandra Mérnöki Iroda Kft., a kivitelező az M31-Colas-Hídépítő Konzorcium volt. Az elkészült 12,410km hosszú autópálya-szakasz az M0 autótutat (Nagytarcsa) köti össze az M3-as autópályával (Gödöllő) 2010 júliusa óta.

Említett tervező iroda a kapcsolódó szakipari terveket a szénhidrogén-vezetékek kiváltásáról a Moline Szénhidrogén Szállítási Mérnöki Iroda Kft.-vel készítette el, a fővállalkozó konzorcium a szakipari kivitelezést a Kőolajvezetéképítő Zrt. - Egerfém Divízióval végeztette el.

A mellékletként csatolt „**M31 autópálya 0+000-12+410 km sz. között, Szénhidrogén vezetékek, Részletes helyszínrajz II., Barátság I. DN400 PN64 kőolajszállító vezeték**” című rajzról leolvasható (III. melléklet), hogy az addigi állapotokat az M31 autópálya építése jelentősen megváltoztatta. Az 1964 óta fennálló birtokjogi viszonyok megváltoztak, a bejegyzett szolgalmi jog egy része megszűnt, újak alapításra kerültek. Ennek megfelelően a kivitelezés csak a létesítési engedélyek birtokában volt megkezdhető. Többes szám mivel az autópálya építése nem csak a Barátság I. vezetéket érintette, hanem az azzal párhuzamos középnyomású NA200-as Szada, Szada párhuzamos, és NA300-as Szada párhuzamos II. vezetékeket is, továbbá a közelben haladó DN800 nagynyomású gázvezetéket két helyen.

A kiváltás folyamatát több részre kell osztani. Első szempont a kitakarás nélküli műtárgyépítés, ami a 3-as számú főközlekedési út és a Budapest – Gödöllő HÉV nyomvonalának keresztezését érinti. Ennek volt a része a Barátság I. kőolajvezeték sajtolása, de nem csak ezt, hanem a másik három PE vezeték védőcsövét is át kellett sajtolni, közel azonos körülmények között. A kitakarás nélküli építésen túl látszik, hogy az érintett műtárgy teljes hossza közel 360m. Ebbe a hosszba esik bele az épülő M31 autópálya alá kerülő csőszakasz is, amely nyílt árkos technológiával épült. Emellett a másik három vezeték nyílt árkos fektetése is feladat volt.

A szénhidrogén-vezetékek kiváltásakor az épülő autópálya földmunkáit már elkezdték, a keresztezés helyén a bevágás kialakításának föld fejtése megtörtént. Ez befolyásolta a 3-as sz. főút és a Budapest – Gödöllő HÉV keresztezésének kivitelezését. Jól látszik az „**M31 autópálya 0+000-12+410 km sz. között, Szénhidrogén vezetékek, Hossz - szelvény II., Barátság I. DN400 PN64 kőolajszállító vezeték**” című rajz D-tervi verzióján (IV. melléklet), hogy az 58m-es sajtolási hosszak megfelelő (megvalósulás szerint 61,52m) indítóárokhoz szükséges hely nem állt rendelkezésre. A rajz és annak D-tervi verziója tartalmazza a megvalósulás jelentősebb geodéziai jellemzőit a tervhez viszonyítva, a beépített anyagok egyedi azonosítóit, valamint a hegesztést végzők azonosítóját.

A sajtolás időpontjában a HÉV nyomvonala át volt helyezve déli irányba ~10méterrel az M31 autópálya feletti híd építése miatt, de ez nem jelentette azt, hogy az eredeti (majd később helyreállított) pályatest megbontásához annak kezelője hozzájárult volna. A szükséges 65m hosszú indító árok két harmadát ásni kellett, a hátsó egy harmadot viszont a kiásott földből kellett töltésként megépíteni. A biztonságos rézsű kialakítása a több mint 3m-es relatív mélység miatt csak úgy volt lehetséges, hogy a négy sajtoláshoz szükséges árokfenék szélesség egyben lett kiásva. Első lépcsőben csak durva szintezés folyt, 40-50cm ráhagyással a teljes szélességben a talaj ki lett termelve, illetve a töltés és a feljáráshoz szükséges rámpa meg lett építve.

Ide tartozik, hogy az eredeti hossz-szelvények egymástól függetlenül készülhettek, mivel a négy párhuzamos vezeték különböző szinteken és különböző lejtésekkel kellett volna, hogy megépüljön. Ez a szükséges földmunka egységesítését nem tette volna lehetővé, így a tervező és a műszaki ellenőr belegyezését követően a legkisebb lejtés és a legnagyobb mélység lett figyelembe véve mind a négy vezeték esetében.



52.kép 2009-es légi felvétel a munkaterületről – Látható az M31 autópálya építése az áthelyezett 3-as főúttal és HÉV pályával, valamint a vezetékek új nyomvonala a HÉV északi oldalán
Forrás: Google Earth

Ezután a sajtolások ütemét követve mindig csak egy indító árok pontos szintezése történt meg, a kiszoruló föld oldalra terítésével, ezzel biztosítva a gépeknek felvonulási területet. A sajtolás befejezését követően egy következő indítóárok került kiásásra, a föld oldalra terítésével. A sajtolásokat a 2003-ban ezen a helyszínen beüzemelt, majd sikeresen használt Vermeer Hammerhead Mole 400mm-es sajtoló rakétával végezték, jelentősen túlméretezve annak gépigényét.



53.kép Indító árok a 3-as számú főút és a Budapest – Gödöllő HÉV alatti sajtolásokhoz – jobbra a már elkészült védőcső végek és PE csövek
Forrás: Szűcs László, 2009

További nehézséget a két közlekedési útvonal jelentős forgalma, és a sajtolást követő földkinyomás kontrollálhatatlan mivolta jelentett. Mivel sem a 3-as főutat, sem a HÉV vonalat nappal lezárni nem lehetett, így a tisztítási folyamat mindig éjszakára maradt, az utolsó HÉV szerelvény elhaladását követően, a főút ideiglenes lezárása mellett. Ezt az első két esetben meg kellett ismételni, mivel a talaj olyan mértékig betömörödött a csőbe, hogy azt levegővel csak nagy nyomású vizes mosást követően lehetett eltávolítani.

Ezek a körülmények szülték az amúgy eretnekségnek számító vágóél kialakítást. A sajtoló berendezés túlméretezése nyújtotta biztonság és a nehezen eltávolítható föld kettőssége adta az ötletét a kifelé vágó kialakításnak. A fellépő erőhatások arányát megfordítva: nagyobb ellenállás sajtolás közben (kifelé tömöríti a termett talajt), kisebb ellenállás tisztításkor (befelé lazább szerkezetű földmagot hagy). Ez a fajta vágóél helyben készült, a sajtolandó cső anyagából, kétszer lett használva, majd az utolsó sajtolás közben rejtélyes módon tönkrement. A két tisztítás mosás nélkül is sikerült.



54.kép Kifelé vágó vágóél – Helyben készített rögtönzött megoldás a csőből vágott „karikák” felhasználásával, bal oldalon eredeti állapotban, jobb oldalon behorpadva
Forrás: Szűcs László, 2009

A négy, egyenként 60m körüli üte sajtolás a kapcsolódó tisztítással együtt kevesebb, mint 10 nap alatt elkészült. Az elszigeteltségi követelményt a műtárgy teljesítette, elvárt pontosság tekintetében az északra fekvő „Szada gázvezeték” D-terven is látható módon nem illeszkedik a sorba, ám nem az ott látható módon. Nem az indító árokban való pontatlan elhelyezés okozta a rossz irányt, az a sajtolás közben meghajlott védőcső miatt alakult ki (a vágóél behorpadásával egy időben). Ennek a védőcsőnek a két végpontját kötik össze egy egyenessel a rajzon, a tényleges ívelt mód helyett.



55.kép 2011-es légi felvétel – Már üzemel az M31 autópálya, az építési terület helyre lett állítva
Forrás: Google Earth

5.5 2014-2015 – teljes rekonstrukció

A 2003-as állapotfelmérés és az azt követő intézkedések megnövelték a vezeték élettartamát, de világossá vált, hogy a rendeltetés szerinti használatot azzal együtt is korlátozni kell. Ezt csak az üzemi nyomások csökkentésével lehet elérni, ezáltal a közeg sebessége és a szállított mennyiség is csökken. Ezt ráadásul csak a domborzati viszonyok adta keretek közt tehető meg: a legkisebb magasságú pont Duna alatti mélypont, a legmagasabb a szadai és a rétsági szakaszoló állomások közti Naszály-hegy, Ősagárd térségében. A kettő közti magasságkülönbség majd 300m, ami 30bar túlnyomást jelent a mélyponton, úgy hogy a magasponton légköri viszonyok uralkodnak. Az elméletileg elérhető legnagyobb túlnyomás 63bar, a kettő közti különbség leszűkíti a lehetőségeket.

A fentiek tükrében a vezeték teljes rekonstrukciója nem volt kérdés, csak annak időpontja és műszaki tartalma. A különböző szempontok figyelembe vételét követően – megtérülés, szükséges kapacitás, helyigény, stb – a döntés az alábbiak szerint alakult: a Duna alatti vezetékszakasz kivételével (kiváltása már ezelőtt megtörtént) a teljes csővezeték, és az összes felszíni létesítményt ki kell cserélni, az előregedett DN400-as cső mellé párhuzamosan 2-5m távolságra a mai kor igényeinek megfelelő minőségű DN450-es (457,0 x 8,0mm, L360MB) vezetékkel kell megépíteni.

A tervezést az Olajterv Zrt. végezte 2013-ban, a kivitelezést a Kőolajvezetéképítő Zrt. 2014 márciusában kezdte el és 2015 februárjában a megújult vezeték a megrendelő MOL Nyrt. újra birtokba vehette. Az átadás eljövételét a tervező és kivitelező cég már egyesülve, OT Industries néven élte meg.

A tárgyalt műtárgy környezete, mint az előző fejezetben látható volt, teljesen beépült. Mindkét oldalán párhuzamosan gázvezetékek futnak, az M31 autópálya, a Budapest – Gödöllő H8-as HÉV vonal és a 3-as főút műtárgyai szorosan követik egymást, a főút déli oldalán elektromos felsővezetékkel létesítettek, ráadásul a 2013-as évben megépítésre került a DN800 PN75 Szlovák-magyar gázvezeték is, a Barátság I. nyomvonala mellett. A nyugati irányba való kitérés lehetőségét két megépült híd az autópálya felett, valamint a 2003-as és 2009-es kiváltásokból a pályatest alatt maradt betonnal kiinjektált védő- és termelőcsövek lehetetlenítik el.

Már a 2014-es rekonstrukció tervezési fázisában egyértelmű volt, hogy a hagyományos módokon – a felszín alatt néhány méterre, azzal közel párhuzamosan – a vonatkozó műtárgy nem megépíthető, a kivitelezés aránytalanul nagy kockázatot rejtene magában. Az elfogadott technológiák közül csak a vízszintes irányított fúrás oldhatja meg a felmerült gondokat. Ezt a folyamatot az A.HAK Drillcon nevű holland cég végezte a Kőolajvezetéképítő Zrt. megbízásából 254m hosszban.

A technológia kiválasztásával nem oldódott meg minden. A nyomvonal magassági értelemben függetlenné vált a felszíni létesítményektől és a felszínhez közeli közművektől, de a fúrás kivitelezéséhez szükséges helyet és a csővezeték önhajló képességét még figyelembe kellett venni. E két fő szempont szerint lett kiválasztva a fúrás indulópontja az M31 autópályától észak-keletre, a 2009-ben módosított nyomvonal sarokpontjának közelébe. Ez a pont látható a **„Barátság I. kőolajvezeték kiváltó rekonstrukció, Szada – Vecsés nyomvonalszakasz, M31 autópálya M0 –**

M3 között, Gödöllői HÉV és 3sz. Budapest – Miskolc – Tornyosnémeti elsőrendű főút, Keresztezési terv” című rajzon (V. melléklet).

A fúrás végpontja a terület bemutatásakor említett lovarda területén, annak északi bekötő útját követően került kijelölésre. A kettő közti távolság vízszintes és függőleges, minimum 1000D (450m) görbületi sugarú ívekkel összeköthető kellett legyen.



56.kép 2014-es légi felvétel – A műtárgy irányított fúrással már elkészült, látható a frissen takart nyomvonal miatti színeltérés. A Barátság I. nyomvonalától eltérő, attól északra leágazó védelmi övezet a 2013-ban épített DN800 PN75 Szlovák – magyar gázvezeték
Forrás: Google Earth

A kivitelezés közben két fő akadálya adódott. Egyrészt a behúzendő csőszakasz oly módon való elhelyezése, hogy a lovarda üzemelése ne lehetetlenüljön el és megmaradjon a kiszolgáló gépek közlekedési lehetősége. Ezt az északi bekötő út szabadon hagyásával lehetett elérni, ehhez kellett a fúrási végpont északabbra tolása, az út elé, valamint a végponton kilépő bentonit zagy elvezetése, a kapcsolódó berendezések messzebb való elhelyezése. Ezek kellemetlenül érintik a fúrás végzők komfortját, de nem jelentősen növelik a fúrás időtartamát.



57.kép A behúzendó csőszakasz
Forrás: Dénes Pál, 2014

A másik megoldandó probléma az indítási pont megközelítése és a szükséges gépek és zagytározók helyigényének megoldása. A megközelítést csak az M3-as autópálya alatt a 25-ös km szelvényben áthaladó Mogyoród – Jakabpusztai bekötőútról, a nyomvonal mentén lehetett megoldani. A frissen visszatöltött és elterített talajon (Szlovák-magyar gázvezeték 2013 év végi kivitelezése miatt) a közlekedést függetlenné kellett tenni az időjárástól. Ezt egy 5m szélességű 2,8km hosszú bekötőúttal lehetett biztosítani, alapanyaga építőipari inert hulladék, betonzúzalék.



58.kép Ideiglenes bekötőút építése 2800m hosszan
Forrás: Dénes Pál, 2014

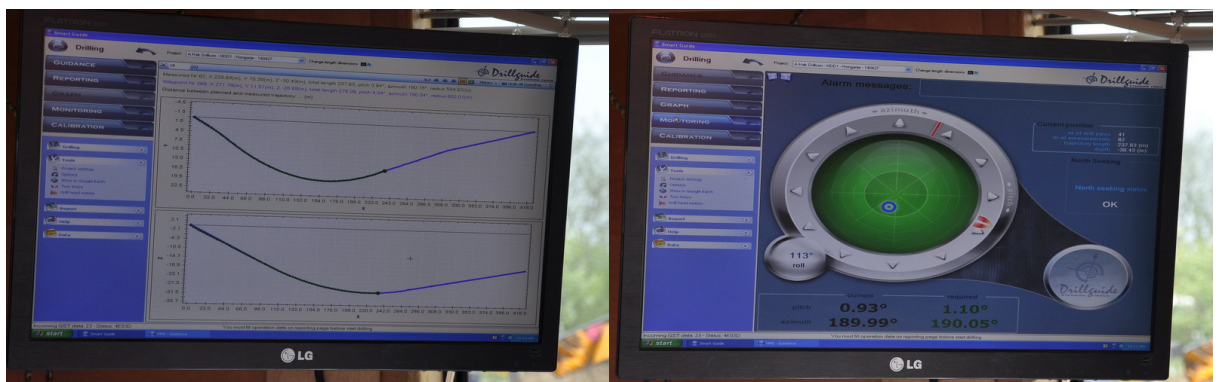
A bejárás biztosított, de a gépek elhelyezésére is megoldást kellett találni. Ezt a fúrást végző holland partner szállította, az egymásra telepíthető, „elemes” kiszolgáló gépek telepítésével.



59.kép Kiszolgáló gépek telepítése
Forrás: Dénes Pál, 2014

A zagytározó jelen esetben nem földbe mélyítve, hanem a sok párhuzamos közmű miatt a terepből kiemelve, mint egy medence, került kialakításra.

A fenti akadályok elhárítását követően a fúrást el lehetett kezdeni. A pilot furat készítése közben kapcsolatot az irányítható fejjel egy felszíni szondával szokás tartani. Mivel az autópályán keresztül ez nem lehetséges (vagy aránytalanul sok szervezést és kockázatot jelentett volna), a kapcsolatot egy beépített jeladó és a fúrógép közti műholdas kapcsolattal oldották meg.



60.kép Műholdas távérzékelés a pilot fúrása közben,
bal oldalon a megtett és tervezett út hossz-szelvénye, jobbra az irányítható fej állapota
Forrás: Horváth Gusztáv, 2014

Mindezek után a furat elkészült, a bővítés rendellenesség észlelése nélkül megtörtént. A behúzás során kirívó húzóerőre nem volt szükség, normál mederben folyt minden. Az ellenőrző mérések jó eredményt mutattak, így nem volt akadálya a műtárgy nyomvonalba kötésének.



61.kép M31 autópálya, 3-as főút, Gödöllő HÉV sikeres keresztezése,
balra a műtárgy déli, jobbra az északi végpontja
Forrás: Horváth Gusztáv

A fentiekből látszik, hogy a 2014-es évben a nehézséget minden szempontból a helyszín maga jelentette. A tervezés során a meglévő sok közmű és azok műtárgyai, a kivitelezés során a nehéz megközelítés és a szűk építési sáv. A jó kommunikáció, az érintettek rugalmas hozzáállása és a szakszerű munkavégzés azonban meghozta a várt eredményt. Az 1964 óta meglévő vezeték ismét a kor legmagasabb színvonalán üzemelhet tovább, csakúgy megépülésekor.

6. Mellékletek

I. melléklet

Cím: Műtárgykiváltás munkafolyamatai
Terjedelem: A3
Szerző: Szűcs László
Kelt: 2015.

II. melléklet

Cím: Budapest – Gödöllő HÉV és a 3.sz.Bp – Miskolc fkl. út keresztezése, Műtárgyterv
Terjedelem: A2 x 1,72m
Szerző: Olajterv csoport, Kiss E.
Kelt: 2001.

III. melléklet

Cím: M31 autópálya 0+000-12+410 km sz. között, Szénhidrogén vezetékek, Részletes helyszínrajz II., Barátság I. DN400 PN64 kőolajszállító vezeték
Terjedelem: A4 x 0,64m
Szerző: Moline Szénhidrogén Szállítási Mérnökiroda Kft., Tobak Ottó
Kelt: 2008.

IV. melléklet

Cím: M31 autópálya 0+000-12+410 km sz. között, Szénhidrogén vezetékek, Hossz - szelvény II., Barátság I. DN400 PN64 kőolajszállító vezeték – „D-terv”
Terjedelem: A3 x 1,60m
Szerző: Moline Szénhidrogén Szállítási Mérnökiroda Kft., Tobak Ottó, D-tervi változások jelölése: KVV Zrt. - Egerfém Divízió, Malik Gábor
Kelt: 2008., 2009.

V. melléklet

Cím: Barátság I. kőolajvezeték kiváltó rekonstrukció, Szada – Vecsés nyomvonalszakasz, M31 autópálya M0 – M3 között, Gödöllői HÉV és 3sz. Budapest – Miskolc – Tornyosnémeti elsőrendű főút, Keresztezési terv
Terjedelem: A3 x 1,82m
Szerző: Olajterv, Kosztik Sz.
Kelt: 2013.

VI. melléklet

Cím: Szakdolgozat, digitális verzió
Terjedelem: CD lemez
Szerző: Szűcs László
Kelt: 2015.

Felhasznált irodalom:

1.1, 1.2 és 1.3 fejezetek:

www.fgsz.hu „70 éves a földgázszállítás 2010”, szerző: Szilágyi Balázs, 2010.
www.mol.hu „Társaságunkról / Történetünk / Történeti áttekintés”
www.turatars.hu „Nyárbúcsúztató olajtörténeti séta Bázakerettyén / Hazai olajbányászat” szerző: delzala, 2010.
www.kvv.hu „Cégünkről / Cégtörténet”
www.olajmuzeum.hu „Ipartörténet”

3.4 fejezet:

www.szigep.hu
www.a-hakdrillcon.nl

3.5. fejezet:

www.acelvakond.hu
www.a-hakdrillcon.nl

5.3 fejezet:

Barátság I-II. kőolajvezeték, ADRIA kőolajvezeték és állomásainak rekonstrukciója, Megvalósulási dokumentáció, D-terv - OT Industries – KVV Kivitelező Zrt. Irattár, Siófok

5.4 fejezet:

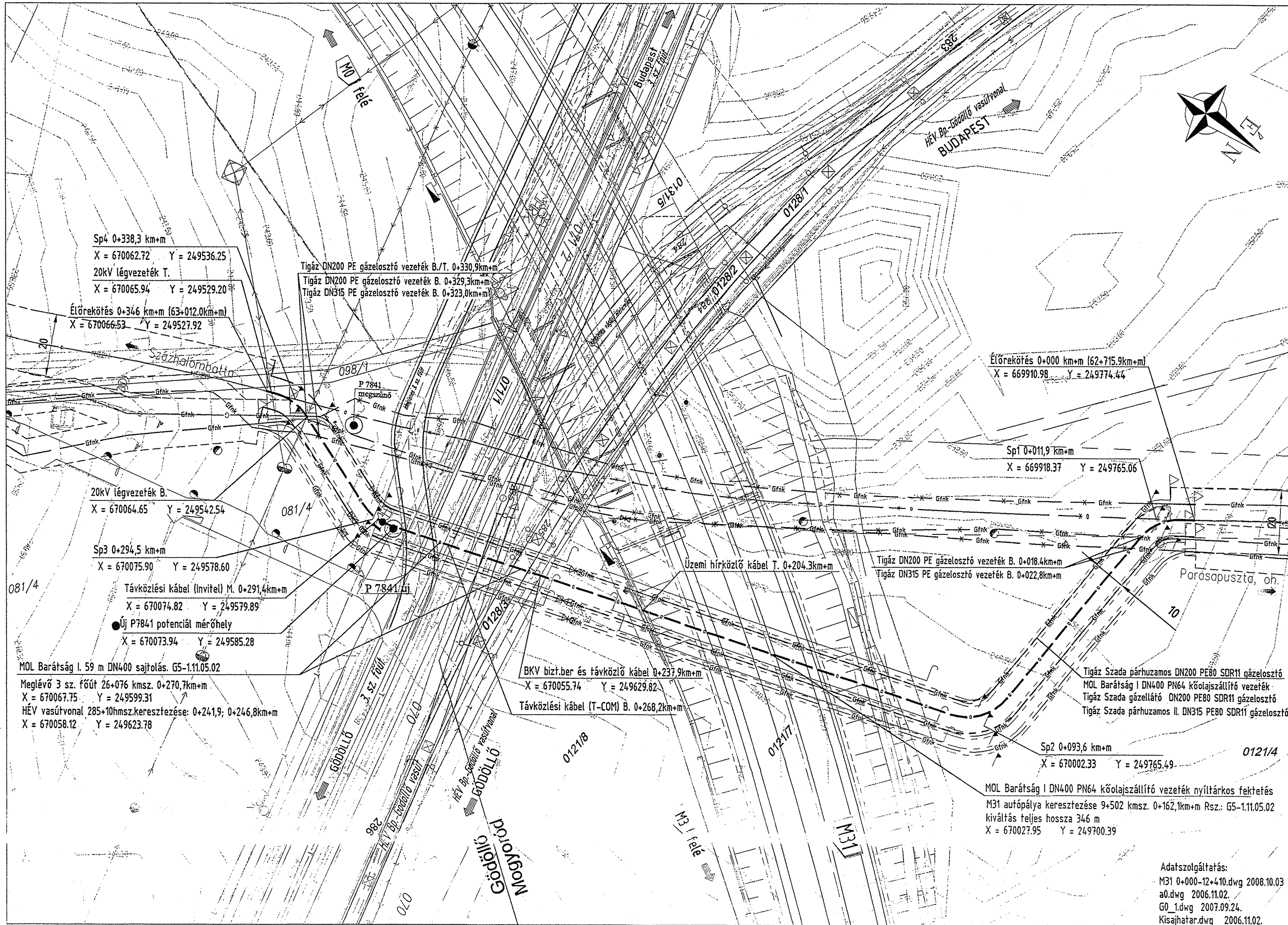
M31 autópálya 0+000 – 12+410 km sz. között, Szénhidrogén vezetékek, Barátság I. DN400 PN64 kőolajszállító vezeték – Megvalósulási dokumentáció, D-terv - OT Industries – KVV Kivitelező Zrt. Irattár, Siófok

5.5. fejezet:

Barátság I. kőolajvezeték kiváltó rekonstrukció, Szada – Vecsés szakasz, M31 autópálya M3 – M0 között, Gödöllői HÉV és 3.sz Budapest – Miskolc – Tornyosnémeti elsőrendű főút, KERESZTEZÉSI TERV, Kiviteli és engedélyezési terv, OT Industries – KVV Kivitelező Zrt. Kivitelezési Igazgatóság, Siófok

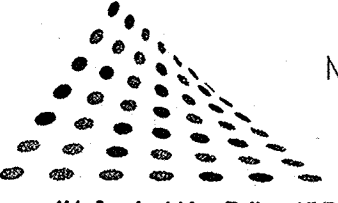
1. **Mutassa be milyen esetekben van szükség a szénhidrogén vezetékek kiváltására.**
2. **Ismertesse a kiváltási folyamat lépéseit az igény megszületésétől a tervezés, kivitelezés, üzemeltetés időszakáig.**
3. **Mutassa be az alkalmazott technikákat, és részletesen ismertesse az üve sajtólási technológiát.**
4. **Egy a konzulens által kijelölt példán ismertesse a kiváltás folyamatait, elemezze a kivitelezés kapcsán felmerült problémákat és a megoldásuk módját.**

Műtárgykiváltás munkafolyamatai																												
S.sz.	Munkafolyamatok				Munka - és pihenőnapok																							
	Általános	Földmunka	Gépészet	Anyagvizsgálat	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10					11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
1.	Felvonulás																											
2.	Geodéziai kitűzés																											
3.		Terepelőkészítés																										
4.		Kézi feltárás																										
5.		Indító árok ásása																										
6.			Sajtolócső hegesztése																									
7.				Varratvizsgálat																								
8.			Nyomóvég hegesztése																									
9.				Varratvizsgálat																								
10.			Előzetes nyomáspróba																									
11.	Varratszigetelés																											
12.				Átütésvizsgálat																								
13.	ÜPE szigetelés																											
14.				Keménységvizsgálat																								
15.			Sajtolócső előkészítése																									
16.		Fogadó árok ásása																										
17.			Sajtolás																									
18.				Szivárgó áram mérés																								
19.			Ívhajlítás																									
20.				Ovalitásmérés																								
21.			Ívek hegesztése																									
22.				Varratvizsgálat																								
23.			Nyomóvég hegesztése																									
24.				Varratvizsgálat																								
25.	Varratszigetelés																											
26.				Átütésvizsgálat																								
27.			Szilárdsági nyomáspróba																									
28.			Tömörségi nyomáspróba																									
29.			Kalibrálás, tisztítás																									
30.		Vezeték kitarakás																										
31.			Élőrekötés előkészítés																									
32.				Hegeszthetőség vizsgálata																								
33.	Régi szigetelés eltávolítása																											
34.			Élőrekötés																									
35.				Varratvizsgálat																								
36.			Tömörségi próba																									
37.	Kibontott szakasz újraszigetelése																											
38.	Élőrekötő varrat szigetelése																											
39.	Nyílt árkos geodéziai bemérés																											
40.		Takarás																										
41.				Elszigeteltség mérés																								
42.				Talajtömörség mérés																								
43.	Nyomvonaljelzők kihelyezése																											
44.		Rekultiváció																										
45.	Levonulás																											



MO

KELETI SZÉKTOR M31 AUTÓPÁLYA
(0+000-12+410 km sz.) KÖZÖTTI SZAKASZ
ÉPÍTÉSI TERVE

Építtető:  NEMZETI INFRASTRUKTÚRA FEJLESZTŐ Zrt.
1134 Budapest, Váci út 45.

A térkép adatai EOVS rendszerben vannak és a BALTI alapszintre vonatkoznak.

Szaktervező:		MOLINE		Szénhidrogén Szállítási Mérnökiroda Kft.	
8600 Siófok, Vármű utca 4.		E-mail: moline@moline.hu		Tel: 36-84 / 505 964 Fax: 36-84 / 505 500	
Vezető tervező:	Tobak Ottó	Felelős tervező:	Tobak Ottó	Ellenőr:	Sásik Mária
Tobak Ottó		Tobak Ottó		Munkaszám: 2005-01	

Generáltervező:		Unitef-Céh Mérnökiroda Kkt.	
1119 Budapest, Bornemissza tér 12. Tel.: 205-6330 Fax.: 205-6325 E-mail: unitef@unitef.hu		1119 Budapest, Bornemissza tér 12. Tel.: 205-6330 Fax.: 205-6325 E-mail: unitef@unitef.hu	
Szakági koordinátor:	Projektvezető:	Projektigazgatóhelyettes:	Projektigazgató:
Szathmáry János	Herpai László	Körösi Gábor	Jancsár Péter
Szakosztályvezető:		Cégvezető igazgatók:	
Szathmáry János		Szórádi Róbert Tóth Attila	

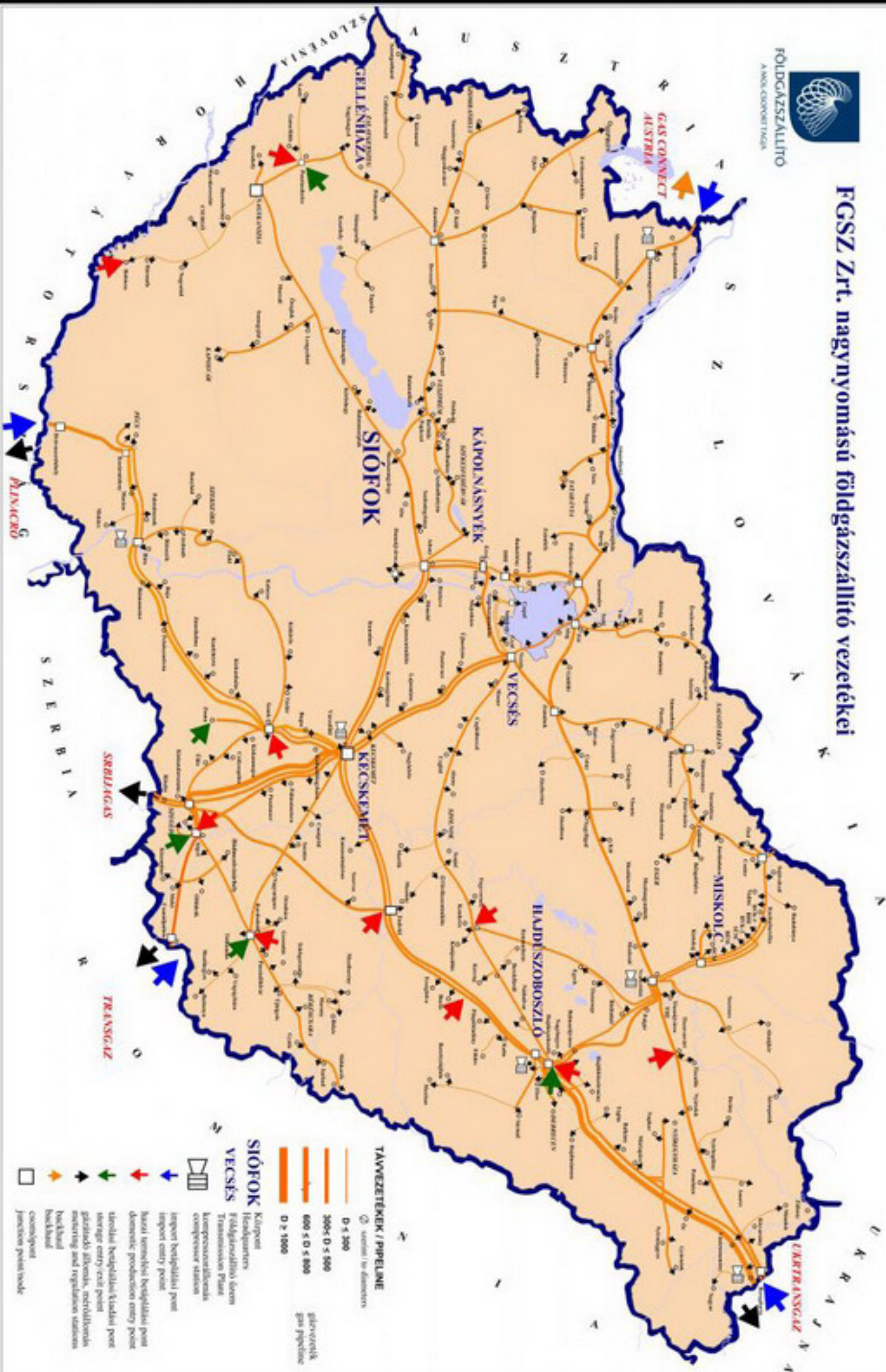
Szakosztályvezető:		unitef		UNITEF-SZALAMANDRA	
Felelős tervező:		Tervező:		Ellenőr:	
Kiss Csaba		Cseh Kristóf		Kenéz Attila	
Tervező:		Tervező:		Ügyvezető-igazgató:	
Zámbo Zsolt		Zámbo Zsolt		Kovács Ákos	

Tervezési szakasz:		M31 autópálya	
II/B (6.)		0+000-12+410 km sz. között	
Tervjel:	Szakterv:	SZÉNHIDROGÉN VEZETÉKEK	
II/B(6.) G5-1.			
Tervező:	Részlet:	Részletes helyszínrajz II. Barátság - Békés közötti szállítás vezetéke	
II/C-110/K3-1905/K3			
Kelt:	Rajzméret:	Méretarány:	Rajzszám:
2008.12.	0,18 m ²	1:1000	65-1.11.04.02.

Jelen terv az Unitef-Céh Kkt. szellemi tulajdona, melynek védelmét jogszabály biztosítja.



FGSZ Zrt. nagynyomású földgázszállító vezeték





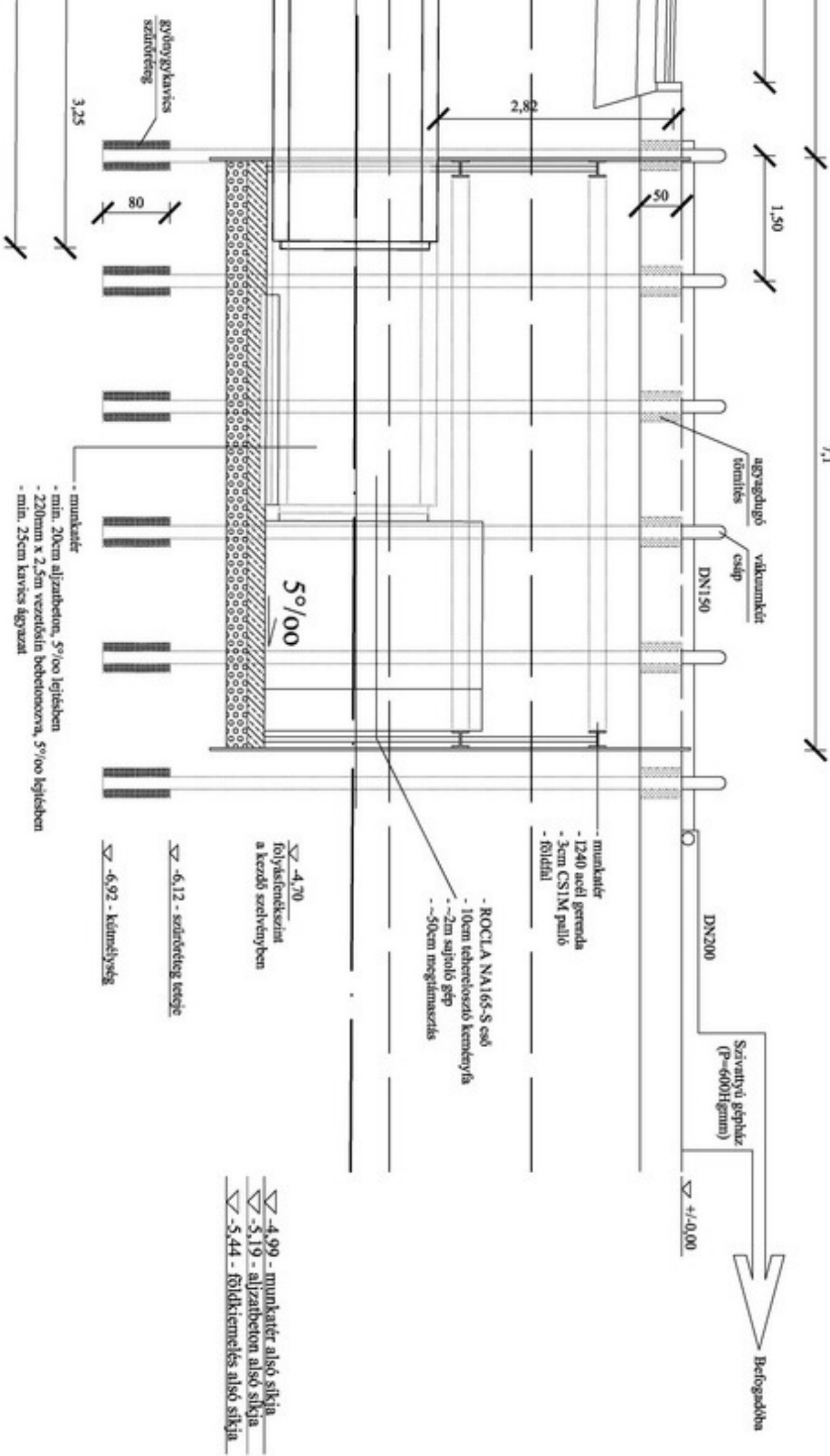


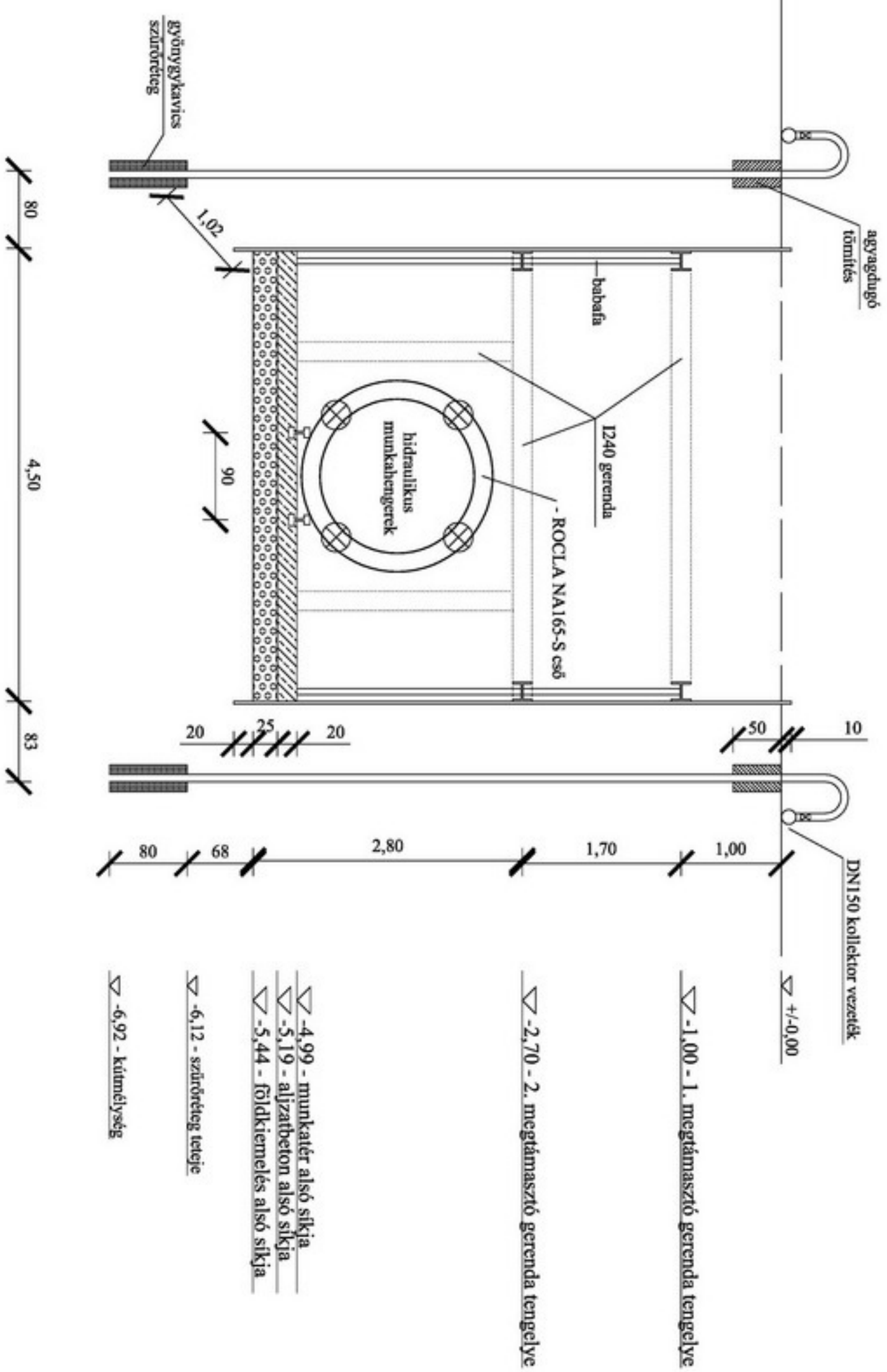




Indító akna

7.1





út tengely

vízelvezető árok



közúti úrszelvény

út pályatest

munkaterület

távtartó elemek

központosító elem

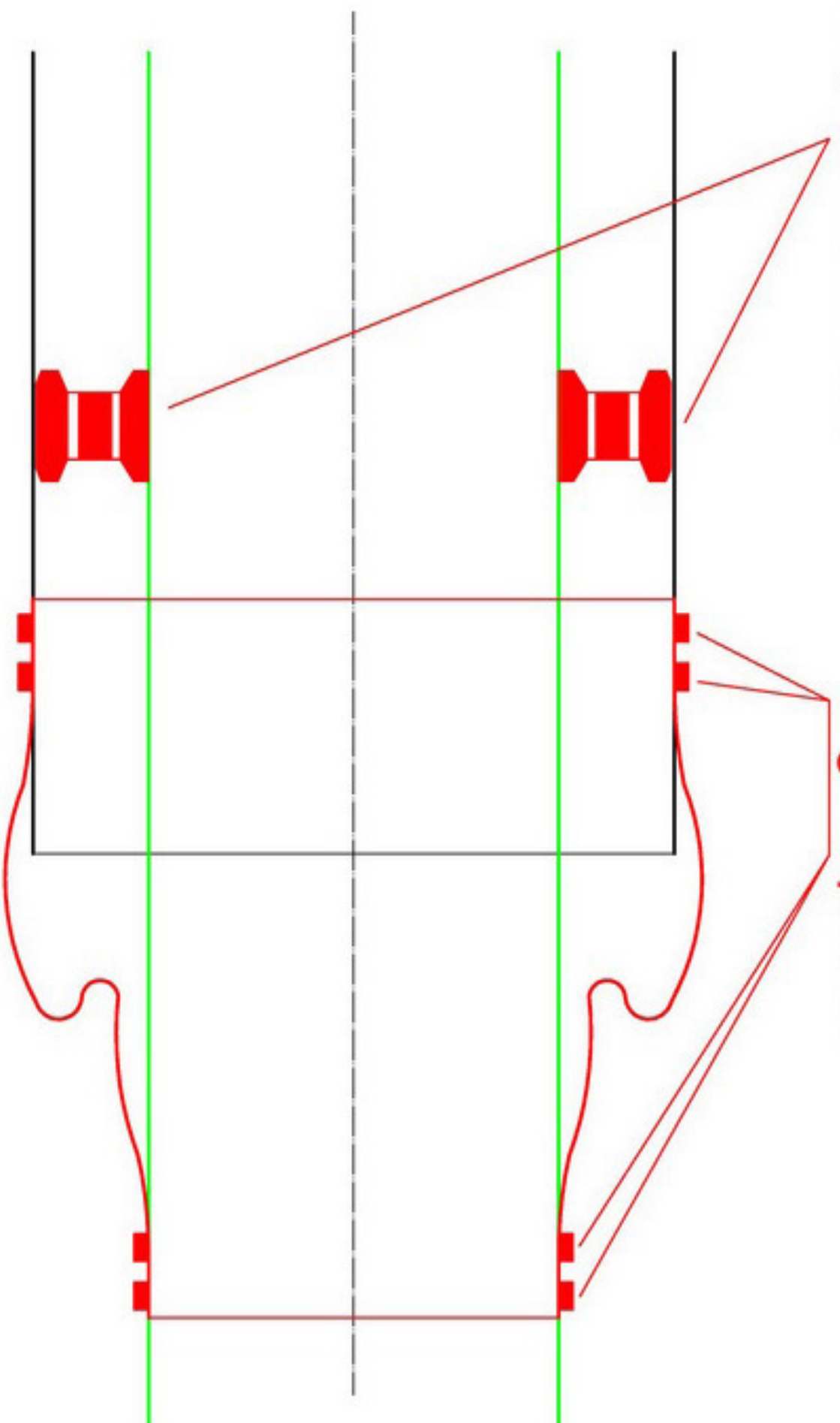
gyűrűstér lezárás

DN500 védőcső

DN300 termelőcső

Központosító elem

rögzítő pántok





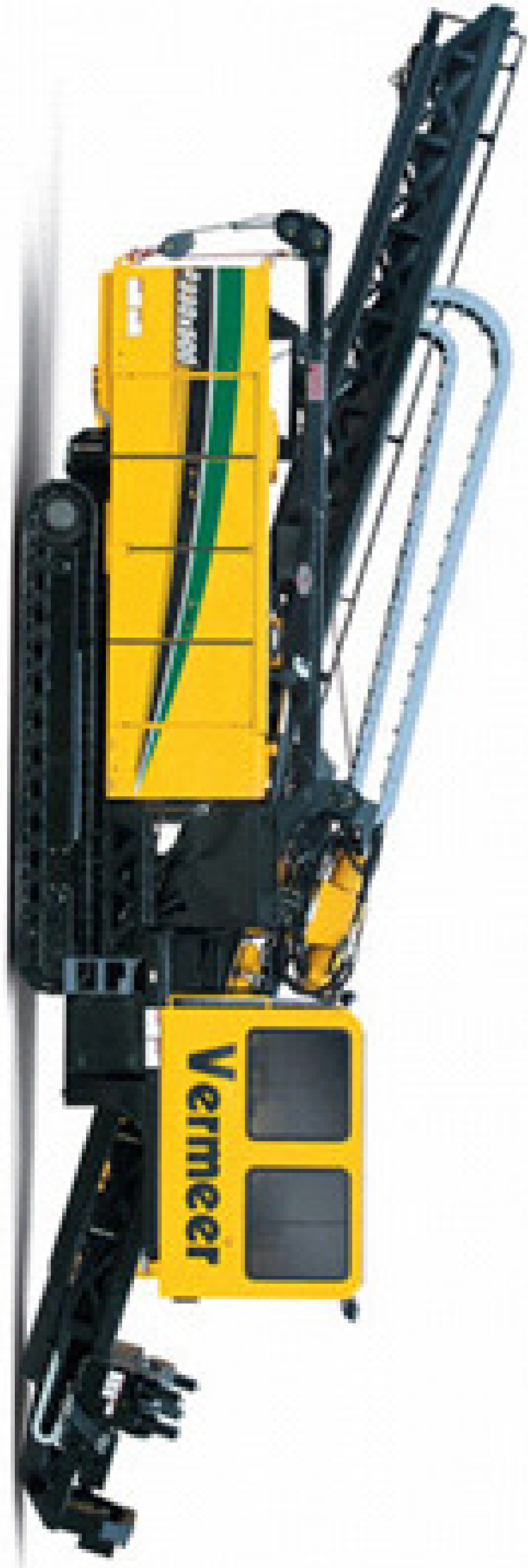


















1²³ PILOT FURAT KÉSZÍTÉS

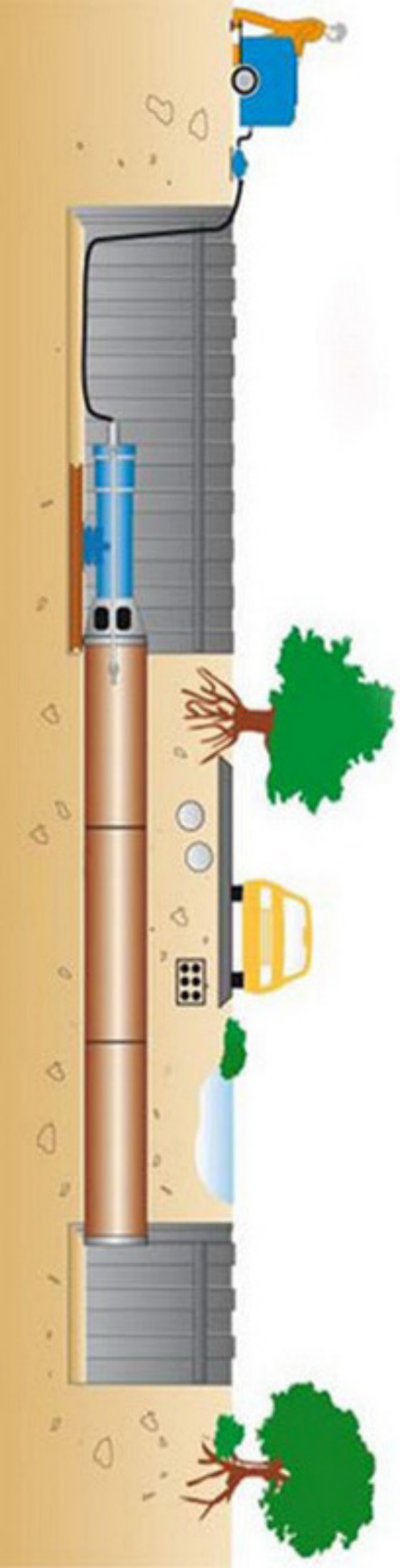


123 FURATBŐVÍTÉS



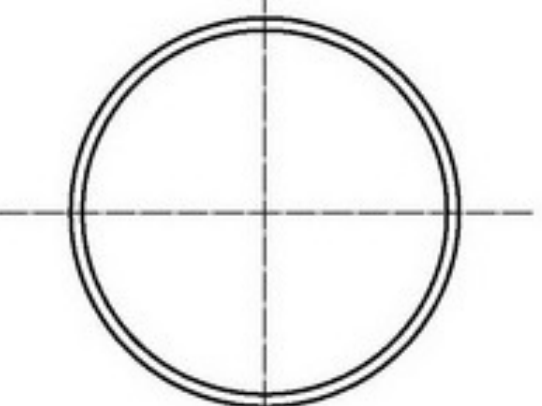
123 HASZONCSŐ BEHÚZÁS





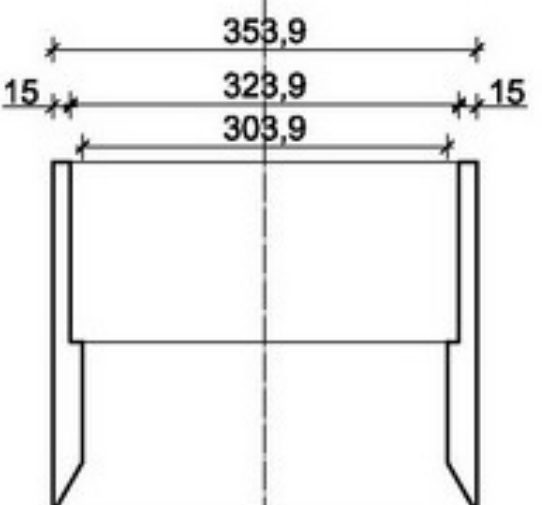
Cső keresztmetszete

$D(\text{külső})=323,9\text{mm}$
 $D(\text{belső})=303,9\text{mm}$
 $s=10\text{mm}$



Fűzővarrattal rögzítendő

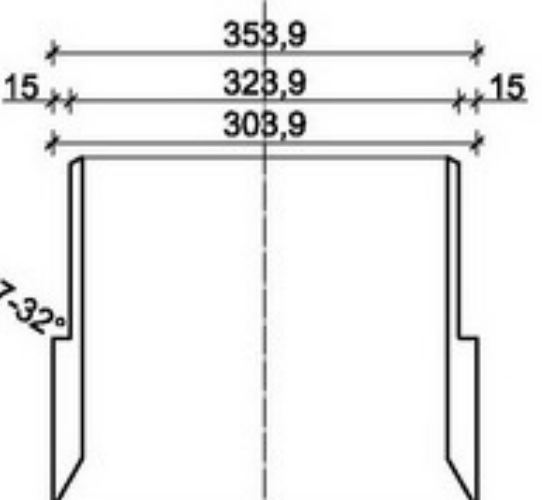
$L=293\text{mm}$
 $L(D_{\text{külső}})=150\text{mm}$
 $L(D_{\text{belső}})=143\text{mm}$



$\alpha=30^\circ (\sim 20^\circ-40^\circ)$

Körvarrattal rögzítendő

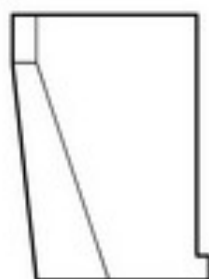
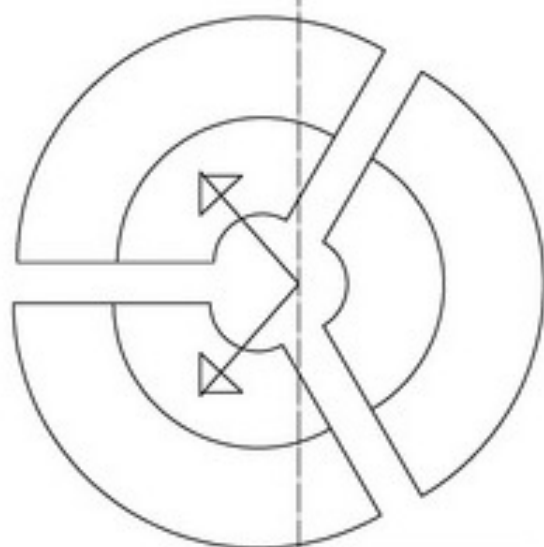
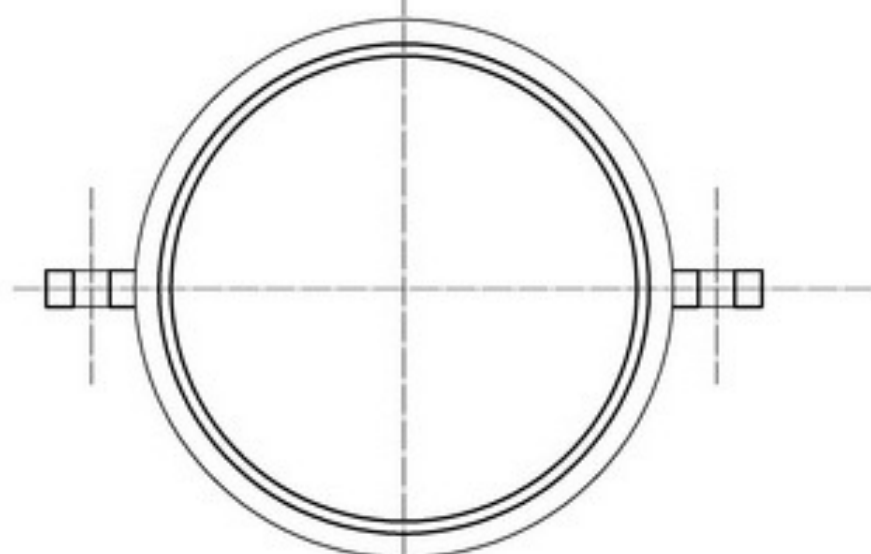
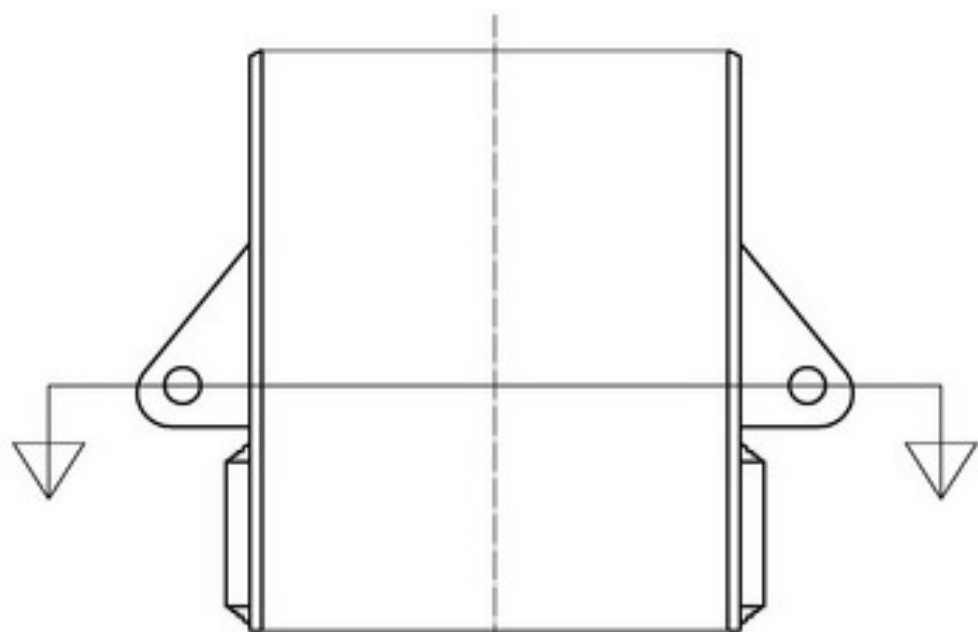
$L=293\text{mm}$
 $L(D_{\text{belső}})=150\text{mm}$
 $L(D_{\text{külső}})=143\text{mm}$

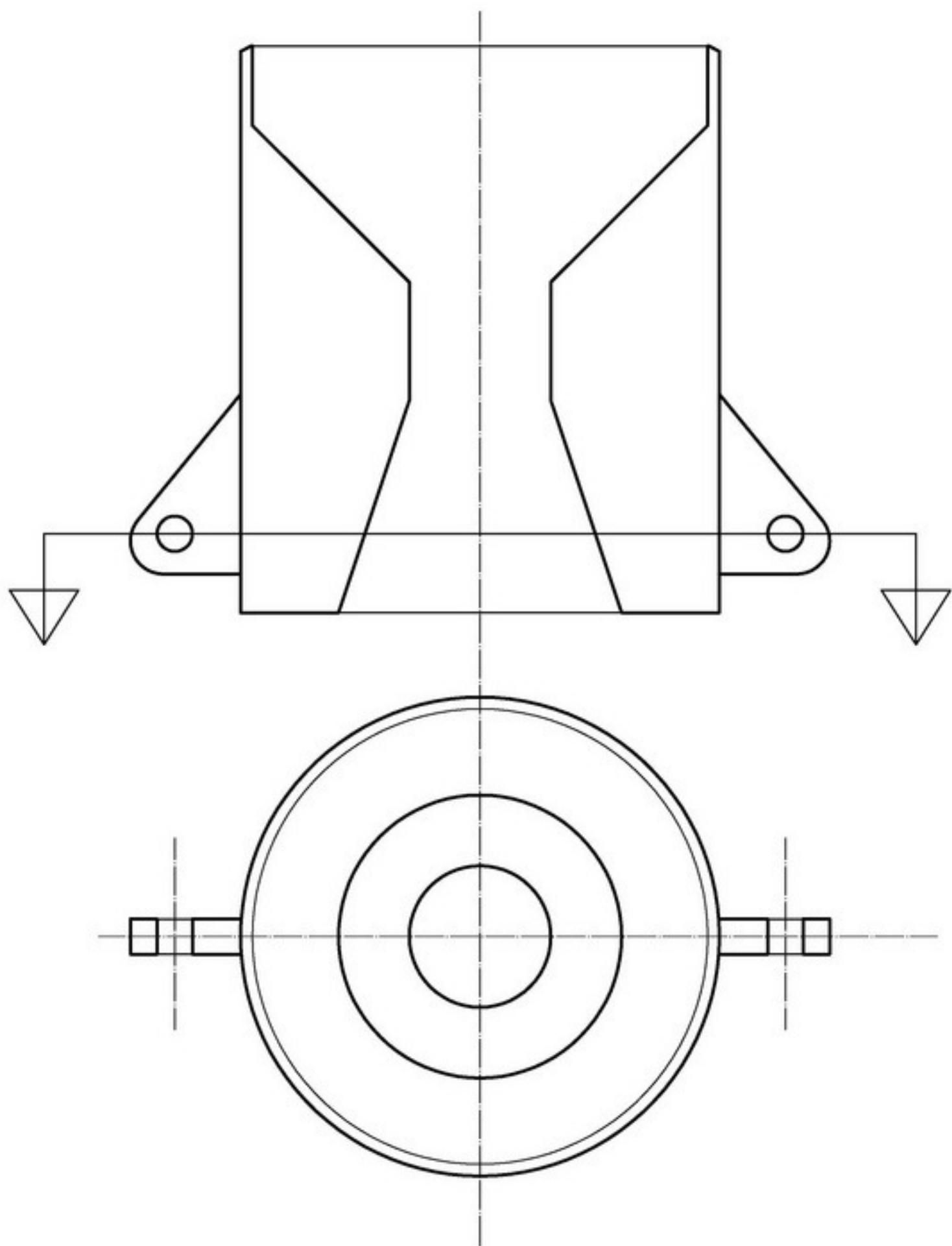


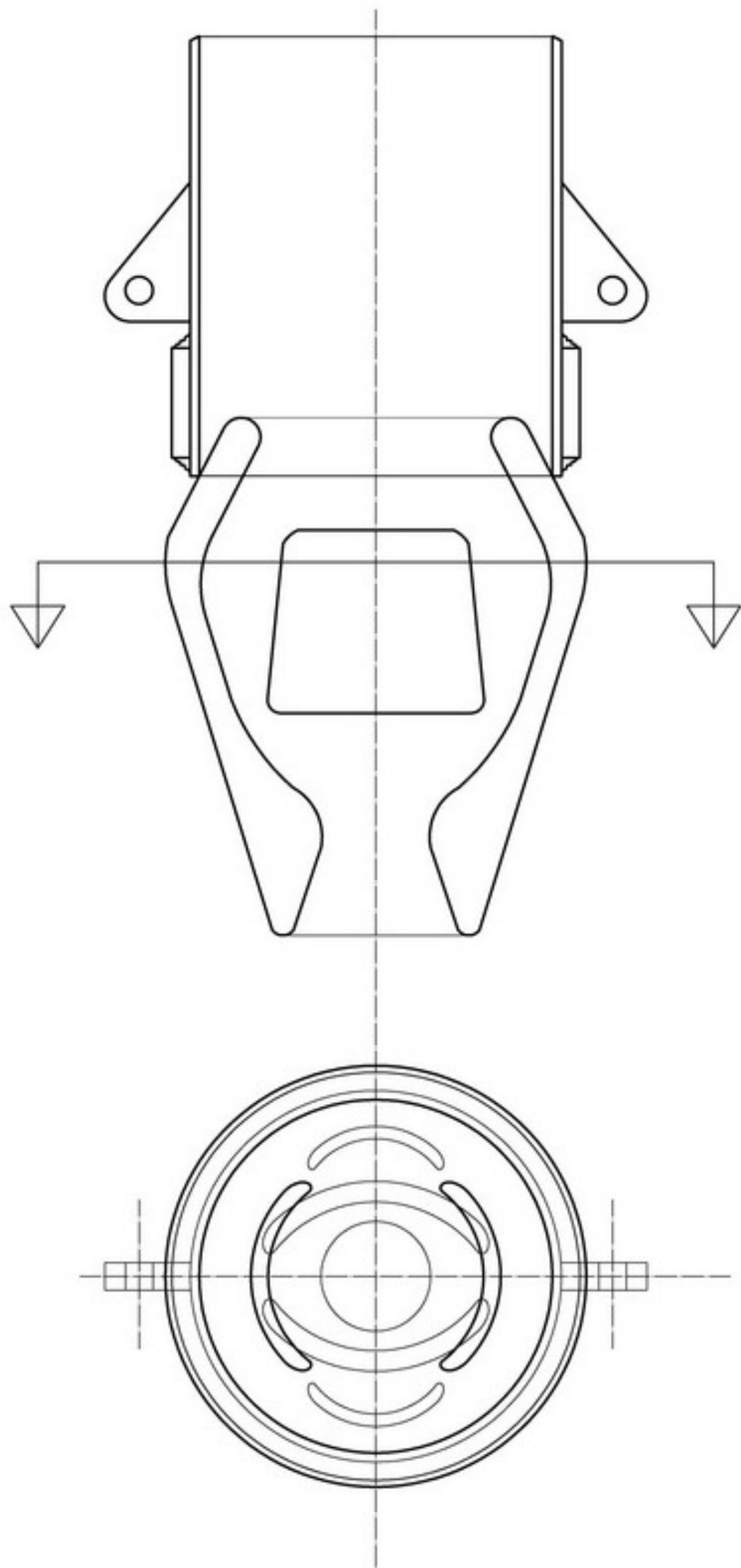
$\alpha=30^\circ (\sim 20^\circ-40^\circ)$

α - talajtól függő szög; β - hegesztéshez szükséges szög

$\beta \sim 27-32^\circ$

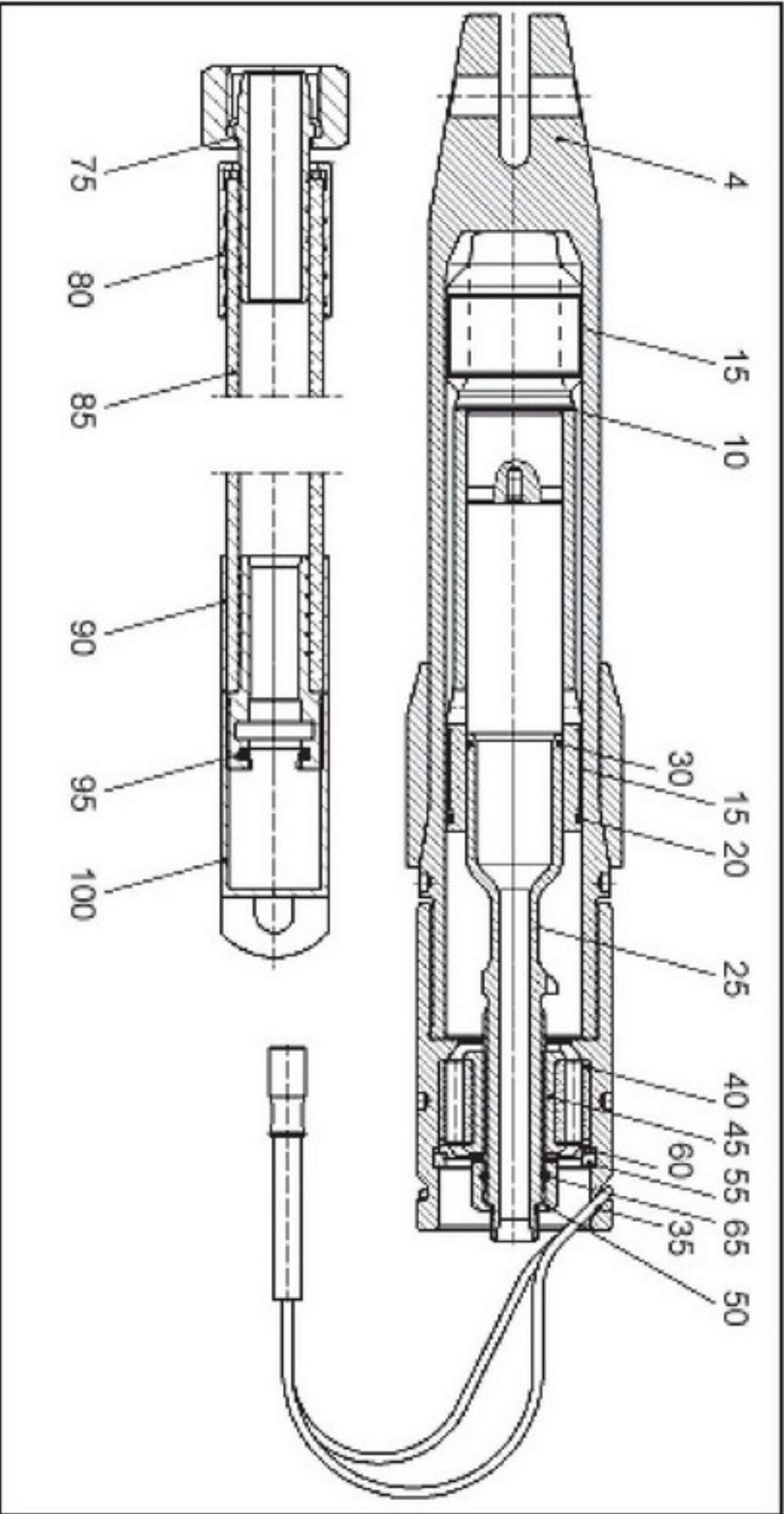














2159 678

DRUCKPLATE
RDP
Druck-Technik
Druck-Technik
Druck-Technik









GRUNDORAM TOOL SPECIFICATIONS

Tool Model	Tool Diameter In. (mm)	Length In. (mm)	Weight lbs. (kg)	Strokes/ Minute	Air Cons. cfm (m3/min)	Recomm. Pipe Dia. In. (mm)	Bore Length ft. (m)
Mini-Atlas	5 (125)	37 (946)	132 (60)	580	60 (1.7)	2-8 (50-200)	50 (15)
Titan	5.7 (145)	61 (1545)	302 (137)	310	141 (4.0)	8-15 (200-400)	80 (25)
Mini-Olympus	7 (180)	43 (1080)	385 (175)	500	124 (3.5)	4-16 (100-400)	80 (25)
Olympus	7 (180)	66 (1690)	507 (230)	280	177 (4.5)	8-20 (200-500)	115 (35)
PCG 180	7 (180)	66 (1690)	490 (222)	280	159 (4.5)	8-20 (200-500)	115 (35)
Hercules	8.5 (216)	75 (1913)	811 (368)	340	282 (6.5)	12-20 (300-500)	130 (40)
HV 220	8.5 (216)	79 (2010)	945 (429)	300	282 (6.5)	12-20 (300-500)	130 (40)
Mini-Gigant	10.5 (270)	48 (1230)	1014 (460)	430	353 (10.0)	8-24 (200-600)	115 (35)
Gigant	10.5 (270)	79 (2010)	1356 (615)	310	424 (12.0)	15-32 (400-800)	165 (50)
PCG 270	10.5 (270)	84 (2134)	1540 (699)	310	424 (12.0)	15-32 (400-800)	165 (50)
Koloss	14 (350)	92 (2341)	2601 (1180)	220	706 (20.0)	20-48 (500-1200)	230 (70)
KV 350	14 (350)	102 (2591)	3375 (1531)	220	706 (20.0)	20-48 (500-1200)	230 (70)
Goliath	18 (460)	112 (2852)	5434 (2465)	180	1236 (35.0)	24-56 (600-1400)	265 (80)
Taurus	24 (600)	144 (3645)	10,580 (4800)	180	1766 (50.0)	56-78 (1400-2000)	265 (80)

Maximum bore lengths will vary depending on actual pipe diameter installed and GRUNDORAM tool used to install it.

Contact TT Technologies for detailed pipe vs bore length information.

HAMMERHEAD RAMMING HAMMER EQUIPMENT SPECIFICATIONS

Model	Diameter in (mm)	Length in (cm)	Weight lb (kg)	Air cfm (m ³ /min)	Tailbolt Access	Pressure psi (bar)	Reverse	Blows Per Min.	Rec. Pipe Ram Size in (cm)**	Rec. HDD Assist Drill Class
4" (98) RH SR	3.88 (98)	63.95 (162.4)	136 (62)	68 (1.9)	6	110 (7.6)	7 turns	370	2-4 (5-10)	n/a
5.125" (130) SR	5.13 (130)	65.92 (167.4)	214 (97)	98 (2.8)	8	110 (7.6)	7 turns	333	4-8 (10-20)	n/a
5.5" (140) SR †	5.50 (140)	63.95 (162.4)	170 (77)	68 (1.9)	6	110 (7.6)	7 turns	370	2-4 (5-10)	n/a
5.75" (145) SR	5.75 (145)	79.5 (201.9)	305 (138)	132 (3.7)	8	110 (7.6)	9 turns	300	6-12 (10-30)	n/a
7" (180) AR	7.00 (180)	81.0 (205.7)	511 (232)	235 (6.7)	8	110 (7.6)	Air Reverse	295	8-20 (15-50)	24K
8" (200) AR	8.00 (200)	105.0 (266.7)	900 (408)	308 (8.7)	12	110 (7.6)	Air Reverse	223	8-24 (20-60)	24-50K
12 (300) AR	12.00 (300)	91 (231.4)	1,568 (711)	600 (17.0)	16	110 (7.6)	Air Reverse	256	12-30 (30-75)	33-80K
16 (400) AR	16.00 (400)	97 (245.1)	2,701 (1,225)	1,050 (29.7)	20	110 (7.6)	Air Reverse	231	16-48 (30-120)	80K
20 (500) AR	20.00 (500)	108.4 (275.3)	5,750 (2,608)	1,290 (36.5)	24	110 (7.6)	Air Reverse	190	20-54 (50-140)	80-150K
24 (600) AR	24.00 (600)	117 (295.9)	9,831 (4,459)	1,700 (48.1)	20	110 (7.6)	Air Reverse	177	24-72 (60-180)	150K and Larger

*12" and 24" Tools are not field replaceable. **Maximum ramming lengths vary based on pipe diameter installed, ground conditions and ramming tool used to install the pipe.

†Bulbed tool. Contact your HammerHead representative for more detailed tool vs. ram length information. RH—Replaceable Head, SR—Screw Reverse, AR—Air Reverse.













س











„D” TERV

2015 MÁRC 23.

Készült:

Készítette:



6/1/2002



Image © 2014 DigitalGlobe

Google earth



2002

Képek dátuma: 6/1/2002 47°35'24.78" É 19°18'51.69" K magasság 248 m szemmagasság: 869 m



11/23/2005



Image © 2014 DigitalGlobe

Google earth



2002

Képek dátuma: 11/23/2005 47°35'24.78" É 19°18'51.69" K magasság 248 m szemmagasság: 869 m

7/31/2009

Image © 2014 DigitalGlobe

Google earth

Képek dátuma: 7/1/2009 47°35'24.78" É 19°18'51.69" K magasság: 248 m szemmagasság: 869 m









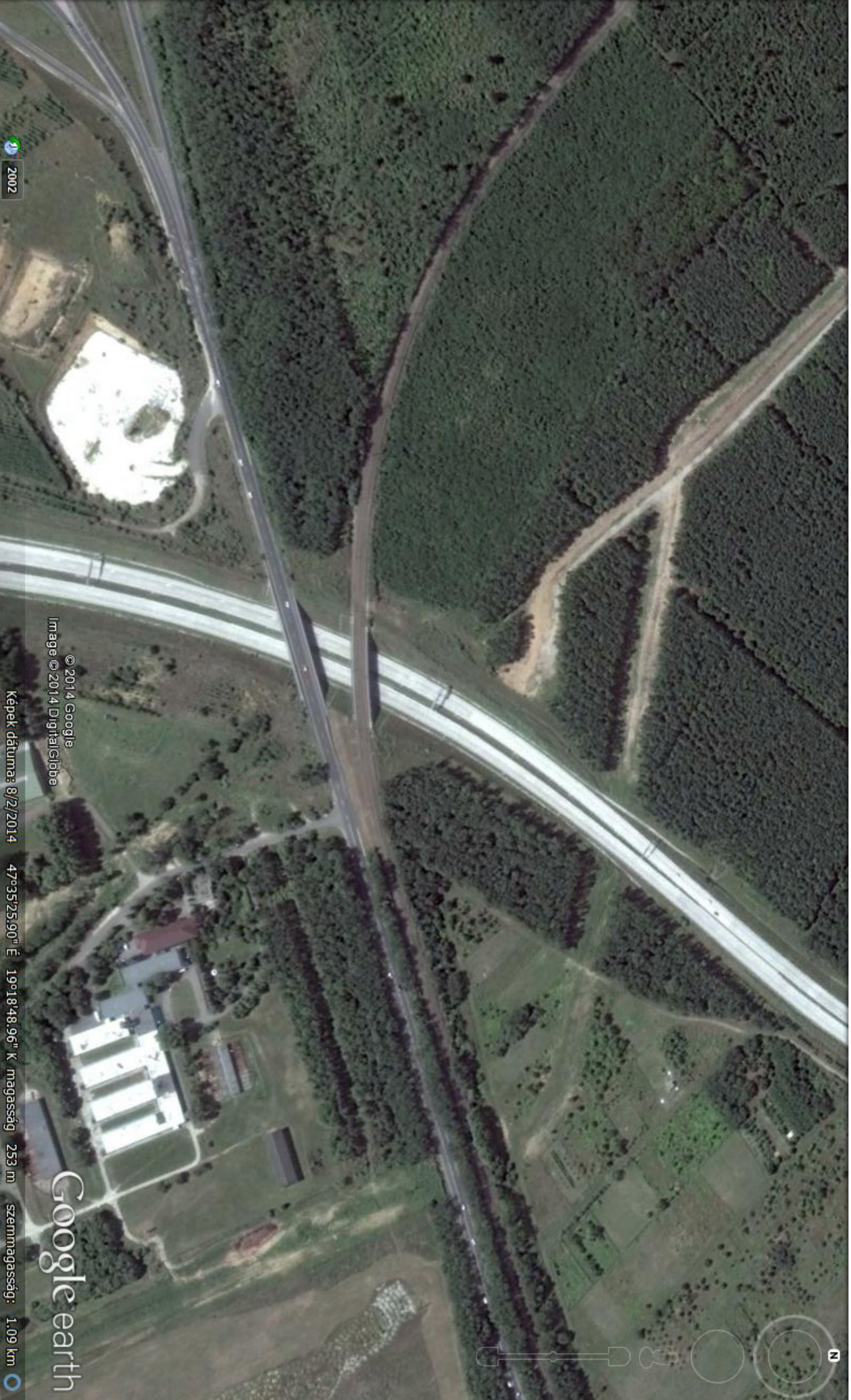
8/23/2011

2002

Image © 2014 DigitalGlobe

Képek dátuma: 8/23/2011 47°35'24.78" É 19°18'51.69" K magasság 248 m szemmagasság: 869 m

Google earth



2002

© 2014 Google
Image © 2014 DigitalGlobe

Képek dátuma: 8/2/2014

47°35'25.90" E 19°18'48.96" K magasság: 253 m

szemmagasság: 1.09 km

Google earth







Drilling

GUIDANCE

REPORTING

CREATING

MONITORING

CALIBRATION

Drilling

Tools

Project settings

Options

Draw in Google Earth

True Wave

Drill head position

Help

Data

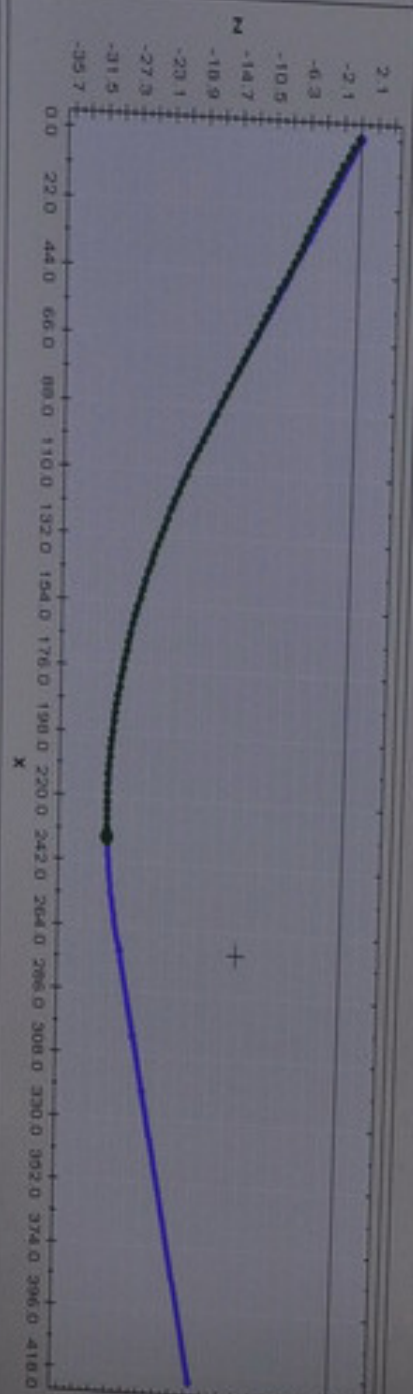
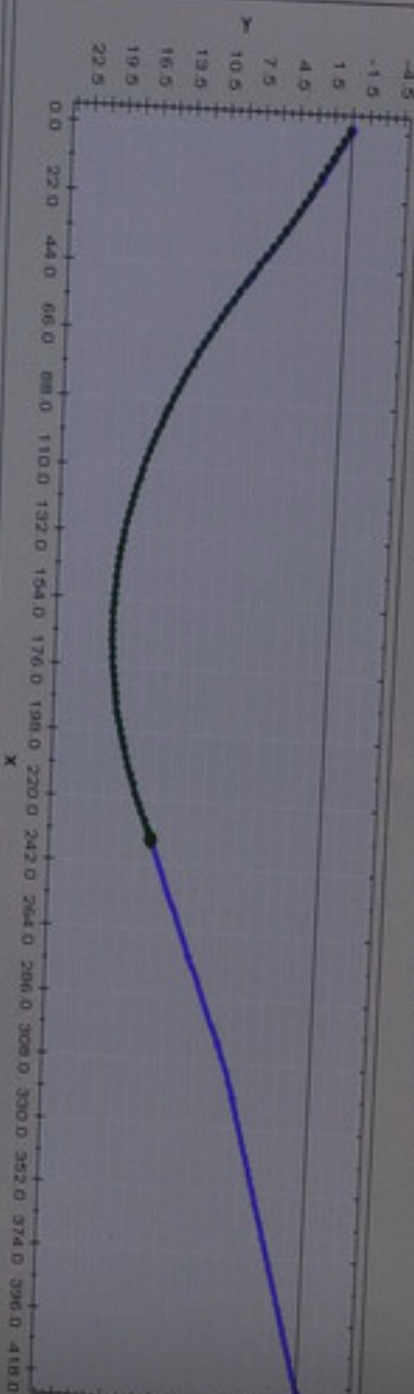
Project: Atlas Dikson - H001 - Hongkong - 100427

15 (m)

Change length dimensions

Measured Rr: 82, X 233.64(m), Y 15.30(m), Z -30.43(m), total length 237.63, pitch 0.64°, azimuth 190.15°, radius 534.67(m)
 Whopoint Nr 209, X 271.78(m), Y 11.51(m), Z -28.60(m), total length 278.09, pitch 4.34°, azimuth 190.04°, radius 602.01(m)
 Distance between planned and measured trajectory... (m)

Drillguide



You must fill operation data on reporting page before start drilling.





Drilling



GUIDANCE



REPORTING



GRAPH



MONITORING



CALIBRATION



Tools



Project settings



Options



Show in Google Earth



Two Ways



Call head position

Request

Help

Data

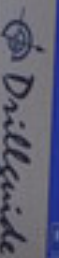
Project:

Alpha Drilling - HQ01 - Hurgate - 140427

Change length dimensions



Alarm messages:



Current position

nr of drill pipes	41
nr of measurements	82
trajectory length	237.63 (m)
depth	-30.43 (m)

North Seeking

North seeking status

OK





