

# SZÉNHYDROGÉN SZÁLLÍTÓ VEZETÉKEK LÉGI VIDEOFELÜGYELETE

Szerző: Gálicz Zsolt, MOL Rt., Földgázzállítás

## I. Előzmények

A Magyar Olaj- és Gázipari Részvénytársaság Földgázzállítás szervezete 1980. óta végzi a nagynyomású / 63 bar / földgázzállító vezetékének légi ellenőrzését. Napjainkban az 5200 km hosszúságú földgáz szállító vezetékrendszer 95%-ának ellenőrzése repülőgéppel történik. A kezdés óta eltelt időszak alatt bizonyítást nyert, hogy ezen módszer hatékonyságában felülmúlja a földi megfigyelést, mivel a nyomvonalak és a hozzájuk kapcsolódó biztonsági övezet állapotáról legtöbb információ repülőgépen helyet foglaló légi figyelőknek a vezeték nyomvonalát szemmel történő figyeléséből származik. Jól bizonyítja ezt a tény, hogy pl. a szivárgási helyek legalább 80%-a a levegőből kerül felderítésre. Az ellenőrzést végzők létszámát összehasonlítva 1980-ban kb. 300 vonalór járta gyalogosan a gáz és olajvezetékek nyomvonalát - mára mindösszesen 1 fő maradt - míg a légi figyelők 4 - en vannak. Az ellenőrzésre kijelölt vezeték 10 db. repülési útvonalba vannak csoportosítva, mely útvonalak 2 hetente kerülnek lerepülésre. Az útvonalak szervezése olyan, hogy az egyes kiemelt fontosságú vezeték (pl. Testvériség gázvezeték) hetente kerüljenek ellenőrzésre.

A repülőgépet és annak vezetőjét MOL Rt. az INDICATOR légitársaságtól bérlő, a figyelést saját - erre szakosodott - szakembereink végzik. A repülőgép indulása a budaörsi repülőtérről történik, az útvonalak átlaghossza kb. 850-900 km., ami mintegy 4,5 óra repülési időnek felel meg.

A repülésből származó észrevételeit a légifigyelő az előtte levő 1:25.000 ma-ú vezeték átnézeti térképre rögzítette, majd visszaérve az üzembe egy formanyomtatványon elkészítette jelentését. Ezt eljuttatta a területileg illetékes távvezeteki üzembe, aki intézkedik az észrevételek vonatkozásában. Amennyiben azonnali beavatkozást igénylő észrevétel van (pl. vezeték törés), azt rádióon keresztül jelenti a figyelő a diszpécser-szolgálatnak.

## II. A repülőgépes vonalfelügyelet feladatai

A repülőgépes nyomvonal ellenőrzésnek jelenleg az alábbi feladatokat kell ellátnia, illetve információkat kell nyújtania:

- a távvezeték biztonsági övezetét érintő, vagy azt várhatóan közelítő keresztező tevékenységekről,
- a szemmel érzékelhető szivárgási helyekről, felszíni talajszennyezésekről,
- a talaj eróziójáról,
- a távvezeték veszélyeztető növényi kultúrákról,
- a nyomvonal felszíni tartozékainak meglétéről, állapotáról,
- a vizek, vízfolyások parti szakaszainak állapotáról,
- telekalakítások, építkezések távvezeték érintő változásairól,
- távvezetésekre veszélyes talajművelésről, pl. mélyszántás, rigoli ekézés, de ilyen lehet a régészeti ásatás is.

- a nyomvonal bejárhatóságáról, megközelíthetőségéről, havária esetén a gépi ráhajt-hatóságról, illetve alternatívák kiválasztásáról,
- nyomvonalon és területigényes létesítményeken munkát végző saját és idegen karbantartók azonosíthatóságáról, munkavégzésének minőségéről.
- új vezetékek építésének felügyelete, egyes építési fázisok rögzítése.

Az előzőekben felsorolt tényezők miatti fokozott ellenőrzés igénye, az észlelhető nagymennyiségű adathalmaz korrek, objektív feldolgozásának támogatása, valamint a figyelő személyzet fárasztó munkájának megkönnyítése érdekében szükségessé vált a repülőgépes információgyűjtés fejlesztése.

A légi ellenőrzéshez olyan műszaki támogatást kellett biztosítani, amely a felügyeletet végző személyzet (vezető geodéta és figyelő geodéta) megfigyelői tevékenységét segíti, biztosítja a földgázszállító vezetékeken harmadik fél által végzett szakszerűtlen beavatkozások gyors észlelését, ezek objektív rögzítését és utólagos elemzését.

A feladat megoldására kínáló módszer műholdas helyzet meghatározáson alapuló számítógépesített légi videó felügyeleti rendszer, melyet PAC-nak (Pipeline Air Control) neveztünk el. Néhány évvel ezelőtt kísérleteket folytattunk a videotechnika alkalmazására, de a rendelkezésre álló technika szintjén ez nem hozott kielégítő eredményt.

A PAC kifejlesztése érdekében a MOL Rt számítástechnikai, repülési, valamint a videotechnikában jártas szakemberek bevonásával kísérleti repüléseket végzett a kijelölt nyomvonalak felett, melynek során meghatározásra került az a hardver eszközpark, és egyéb, a kiértékelést elősegítő módszerek (pl. irányjelzők festése), amelyek használatával a hatékony felügyelet elvégezhető vált.

### III. A PAC felépítése

A kifejlesztett rendszer alapjában nagyfelbontású digitális videofelvételek készítését, valamint GPS által vezérelt, a repülés végrehajtásához szükséges, meghatározott funkciókkal és tematikával rendelkező térinformatikai alapú digitális nyomvonalterképeken az útvonalak követését foglalja magában. Ezáltal lehetővé válik a felvételek utólagos, korrekt kiértékelése, események képi és hang kommentjeinek a MOL Rt-nél alkalmazott Nyomvonal Információs Rendszer ( NYIR) adatbázisba történő eljuttatása. A Pipeline Air Control (PAC) alrendszer három fő komponens alkotja: a teljes rendszert, az alrendszereket összefogó **Felügyelet kezelő rendszer**, a videó felvételek készítésével, visszajátszásával és tárolásával kapcsolatos tevékenységeket kezelő **Kamera alrendszer**, valamint a térképeket és a térképhez kapcsolódó információkat kezelő **Moving Map alrendszer**. A Moving Map alrendszer az alábbi három darab modulból tevődik össze:

#### 1. Földi modul, repülési forgatókönyv összeállítása:

■ Feladata a kiválasztott útvonal konkrét lerepülésének előkészítése. Háttér információként hozzá kell rendelni az útvonalra vonatkozó útvonal térképet, a repülni kívánt nyomvonal alaptérképét, sávtérképét, a hozzá kapcsolódó adatbázis adatokkal és a korábbi repülések felvételeivel. Ezek alapján készül el a repülés forgatókönyve, amelynek keretén belül lehetővé kell tenni:

- a tervezett és esetleges alternatív repülési útvonalak összeállítását, meghatározását
- a feltétlenül figyelendő objektumok, nyomvonalpontok előjelölését
- a korábbi repülésekből származó észlelt pontok megjelölését

## 2. Fedélzeti modul és feladatai:

■ **pozíció meghatározás:** GPS-ről beolvassa a pillanatnyi pozíciót és azt minden egyéb körülménytől függetlenül regisztrálja.

■ **repülőgép útvonal kezelése:** feladata a repülőgép útvonalának a térképre rajzolása. Az útvonal táblában tárolt koordináták alapján felrajzolja a repült útvonalat és az utolsó pontba felteszi a repülőgép szimbolikus rajzát.

■ **térkép mozgatása:** a repülőgép pillanatnyi helye és repülési iránya alapján meghatározza a térkép mozgatásának szükséges nagyságát és irányát.

■ **nyomvonal kezelés:** az útvonaltábla alapján meghatározza a pillanatnyi pozícióhoz tartozó vezeték szelvényszámot és az így meghatározott szelvény számnak megfelelően térképen megjelöli a lerepült útvonalat.

■ **repülési forgatókönyv kezelés:** a repülési forgatókönyvben összeállított figyelendő objektumokra előírt jelzésekkel felhívja a figyelmet

■ **nyugtázás kezelése:** lehetővé teszi a légifigyelők számára az előző pontban írt figyelemfelhívó jelzések confirmálását valami új jelzések regisztrálását.

### 2.1. A fedélzeti modul eszközei

- fedélzeti számítógép, digitális hang és - videó kép rögzítéssel
- GPS egység
- Színes videó monitor
- Videó kamera, zoom
- Kamera és zoom vezérlő
- Kamera mozgató vezérlővel
- Szünetmentes tápegység
- Külső LCD monitor (navigátornak)
- Fejhallgató mikrofon készlet
- Rezgésmentesített kameratartó egység
- Rezgésmentesítő bútorzat
- Az eszközöket működtető szoftver

A rendszerrel szemben támasztott alapkövetelmény továbbá, hogy a MovingMap alrendszer Kamera alrendszer nélkül is, csupán a navigációt segítő rendszerként is funkcionáljon. Erre akkor van szükség, amikor a felvételezés egyes esetekben csak digitális fényképezőgép használatával történik. Éppen ezért a teljes rendszer úgy került kialakításra, hogy ugyan mindkét alrendszer azonos hardveren és alapszoftver felügyelete alatt fut, de egymástól teljesen függetlenül is működnek. A két rendszer szinkronizálását biztosítani kell, és az egyes alrendszerek meghatározott interfészen keresztül információt szolgáltatnak a másik rendszer számára. A két rendszer szinkronizálásának

biztosításaként az útvonal szerepel kulcs tényezőként. Az útvonalnak a PAC keretében nyilvántartott és elérhető információihoz és az útvonal egyes pontjaihoz

- A Kamera alrendszerben felvett kép tartozik, míg
- A MovingMap alrendszerben a megfelelő térképrészlet, nyomvonalrészlet, ezen keresztül mindazok az információk, amelyek a NYIR-ben a nyomvonalrészlethez a NYÍR adatbázisban elérhetők.

A két alrendszertől ily módon annyi az elvárás, hogy a hatáskörében tartozó információk az útvonal alapján ne csak szekvenciálisan, hanem direkt módon is elérhetők legyenek, erre épülve a PAC valamennyi elvárt funkciója realizálható.

A szinkronizálást a felvételek készítésénél, tehát a repülés során kell biztosítani. Ekkor a két rendszer két önálló és folyamatos felvételt készít.

A Kamera alrendszer a kamera által felvett képet rögzíti, míg

A MovingMap alrendszer a GPS által szolgáltatott útvonalat.

Tekintettel arra, hogy mindkét alrendszer ugyanazon a számítógépen fut, az információk szinkronizálására legegyszerűbben a számítógép belső órája (time kód) használható fel. Ez a gyakorlatban azt jelenti, hogy a MovingMap alrendszer a GPS-től kapott és EOVB-ba transzformált koordináták tárolása mellett eltárolja a hozzájutásnak a számítógép által jelzett időpontját, a kamera alrendszer pedig a rögzített frame-k mellé tárolja az ugyaninnen vett időpontokat, továbbá az egyes frame-k-re felírja az aktuális koordinátákat.

### **3. Videó felvétel készítésével történő felügyelet**

A földi kiértékelő rendszeren a repülést megelőző munkanap el kell készíteni a repülési forgatókönyvet a PAC MovingMap alrendszer menüpontjainak segítségével. Az előkészítésnél az előzetesen (előző ellenőrzéskor) rendelkezésre álló információkat (eseményeket) a repülési forgatókönyvben, mint figyelemfelhívás, szerepeltetni kell a figyelmeztetés módjával (képi, hangi, vagy a kettő együtt). Az előkészített anyagot a cserélhető winchesterre át kell másolni, hogy az ellenőrzés végrehajtható legyen a következő munkanap. Mivel a videó felvétel hagyományos módon is rögzítésre kerül a fedélzeten, az üres S-VHS elő kell készíteni.

A földi kiértékelő állomáson előkészített repülési forgatókönyvet be kell másolni a repülőgépes rendszer számítógépének a winchesterére. Ezután kezdődhet meg a repülés végrehajtása. Amennyiben időjárás, vagy egyéb okok miatt nem a földi kiértékelő állomáson előkészített útvonal kerül lerepülésre, úgy a repülési forgatókönyvet a repülőgépes rendszer számítógépén kell elkészíteni felszállás előtt.

A konkrét repülés felosztható előkészületi és megfigyelési szakaszokra, s ennek megfelelően a felügyeleti támogatás is két szintű:

- előkészületi szakaszban a felügyelendő nyomvonalra történő ráállás, illetve az ezzel kapcsolatos feladatok végrehajtása történik.

- megfigyelési szakaszban a nyomvonalra történő ráállás után a konkrét nyomvonal felügyeletét kell elvégezni. A repülőgép útvonalának regisztrálása mellett a felügyeleti információk is gyűjtődnek.

Az *előkészületi szakaszban* a figyelendő nyomvonal felügyeletére történő előkészítés. A felügyelet kezelőnek az alábbi várható történésekre, illetve azok kezelésére kell felkészülnie:

- nyomvonalszakaszra való ráállás és ismételt ráállás,
- nyomvonalszakasz kihagyása,
- nyomvonalszakasz repülése kikapcsolt kamerával,
- egy adott nyomvonalon belüli nyomvonalszakaszra ellenkező irányból való ráállás és ilyen irányú repülés,

- útvonal megszakítása – pl. havária esemény, időjárás, technikai okok miatt -, majd az eredeti útvonal folytatása

A *felügyeleti szakasz* a repülés azon fázisa, ahol a tényleges nyomvonal felügyelet történik. A repülőgép útvonalának regisztrálása mellett a felügyeleti információk is gyűjtődnek. A nyomvonal felügyeletet a figyelő geodéta (navigátor) és a felvételező geodéta (operátor) végzi.

A figyelő geodéta feladatai:

- a felügyelendő nyomvonalakon repülés és nyomvonal követés biztosítása navigálásal.
- nyomvonal események és a nyomvonal környezetének figyelése.
- az észlelt események felvételező geodétával való közlése.
- rendkívüli esemény esetén – azonnali beavatkozást igénylő- az érintett üzemeltető értesítése.

A felvételező geodéta feladatai:

- kamera vezérlése a vezérlőegységgel.
- MovingMap kezelése és szükséges beavatkozások elvégzése.
- nyomvonal események megfigyelése a videó monitor képe és a MovingMap alapján.
- események rögzítése a komment és a beszédhang rögzítésével.
- beszédhang kapcsolattartás a figyelő geodétával és a repülőgép vezetőjével.
- a repülési forgatókönyvben előírt események, létesítmények nyugtázandó pontjainak észlelése és nyugtázása a megfelelő komment gombbal.
- biztonsági S-VHS szintű videó felvétel készítése a fedélzeti videó rekorderrel.

A felügyeleti repülés befejezését követően a felvételező geodéta a felügyelet alatt készített videó felvételt és a MovingMap útvonalra vonatkozó részét a hordozható adathordozóra kell, hogy átmásolja a földi kiértékelés elvégzéséhez. Az elkészített videó anyagokat, a begyűjtött anyagokat a kiértékelő központba kell szállítani.

#### **4. Földi modul, repülés kiértékelése**

■ a repülés folyamatos, teljes, vagy részleges újrakisztása, állítható időskálával (gyorsítás, lassítás, megállítást)

■ a repülés szakaszonkénti újrakisztása, ahol az újrakisztandó szakaszok meghatározására a repülés során regisztrált információk és a repülési forgatókönyv mellett rendelkezésre áll a teljes NYIR adatbázis is. Így gyakorlatilag tetszőleges kritériumok állíthatók fel adott nyomvonalpont keresésére, mint például előírt szelvényszámokra való ráállás, vagy a repülés során a repülési forgatókönyvben rögzített bizonyos típusú bejegyzésekre történő ráállás stb.

A földi kiértékelés során a repülési információkat össze kell vetni a korábbi repülések információival és a NYIR-ben nyilvántartott adatokkal, ennek alapján:

- a megjelölt pontokhoz megjegyzéseket, képi, hang információkat lehet hozzáfűzni
- a repülési információk és az azokhoz kapcsolódó NYIR adatok alapján leválogatásokat és riportokat lehet készíteni, a Felügyeleti archívum naprakészen tartásához
- a repülési információk megfelelő leválogatásán alapuló kigyűjtést lehet készíteni a NYIR rendszerbe való bevezetéshez.

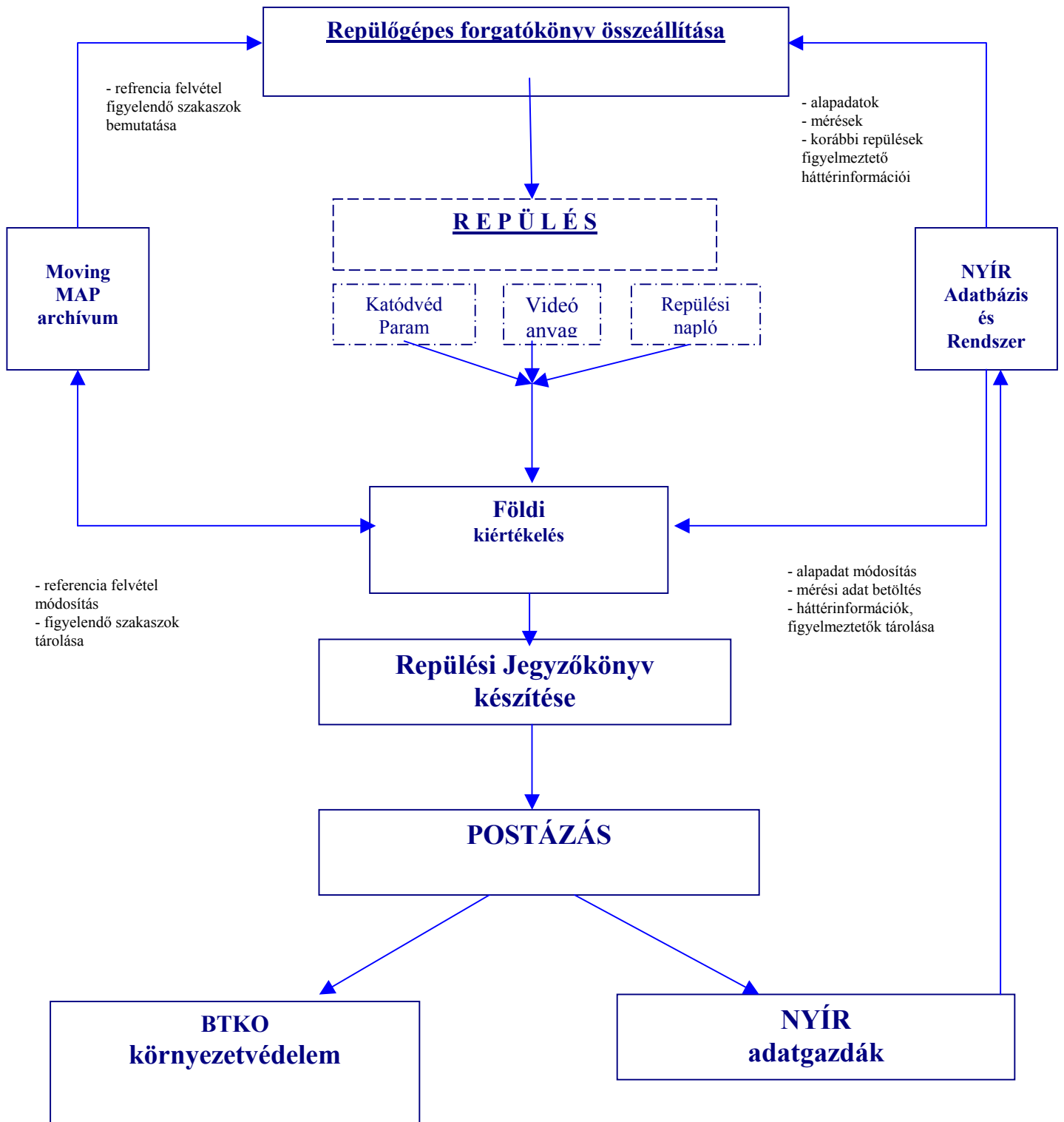
Fenti követelményeknek megfelelő szoftver kifejlesztéséhez a MicroStation 95 térinformatikai szoftver szolgál alapul, melynek a felhasználói igényekhez való megfeleltetésével valósult meg teljes mértékben a Moving Map alrendszer és annak egymásra épülő, működőképes moduljai.

A kiértékelés eredményeként létrejövő repülési jegyzőkönyveket a MOL Rt. belső hálózatán keresztül a Microsoft Outlook segítségével kerülnek továbbításra a távvezetési üzemekbe, az észrevételek kivizsgálása érdekében.

#### **4.1. A földi modul eszközei**

- számítógép
- digitális videó kép kezelő
- színes videó printer
- S-VHS videó rekorder
- Precíziós videó monitor
- Videó képet rögzítő nagykapacitású háttértároló
- Az eszközöket működtető szoftver

**PAC működésének információs folyamatábrája**



#### IV. A PAC jelentősége

A szénhidrogén szállító távvezetékek nyomvonalának, biztonsági övezetének, felszíni jelző, tiltó és funkcionális tartozékainak felügyelete, ellenőrzése alapvető, bányatörvényben rögzített üzemeltetői feladat.

A szigorodó hazai és európai környezetvédelmi előírások követelményként állítják eléink a preventív eljárások alkalmazását, amely nagymértékben csökkentheti az országos környezeti terheléseket.

A PAC bevezetésével és működtetésével a távvezetékek külső veszélyeztetettsége nagymértékben csökkent. Alkalmazásával egy sor jelentős műszaki-gazdaságossági hátrány, szüntethető meg, melyek a következők:

- A PAC technikával nem alátámasztott szubjektív légi információ gyűjtés esetenként hézagoss, csak a pillanatnyi észrevételekre alapuló dokumentált megfigyelést tett lehetővé, ezért előfordult, hogy hibahelyek, események maradtak felderítetlenül. A felügyelet ellenőrzésének, önkorrekciójának nem volt technikai eszköze.

- A nem észlelt felszíni tartozékok (tiltó, jelző, funkcionális) sérülésének, eltűnésének késői észlelése növeli a távvezetékek potenciális veszélyeztetettségét, hiányuk miatti káresemény bekövetkezése jelentős költség kihatású lehet.

- A meg nem gátolt külső irányú vezetéksérülésekből havária, fogyasztói korlátozás, hibaelhárítási költségnövekedés áll elő.

- A vezetéksérülésekből környezetszennyezés jön létre, (légszennyezés, talaj- és vízszennyezés), melynek bírsága, környezeti rehabilitációs költsége, illetve a MOL "image" romlása egyaránt jelentős kár momentum.

- A meg nem gátolt külső irányú vezetéksérülés során a tűz- és robbanásveszély miatt veszélyeztetett az élet- és vagyonbiztonság.

- Az azonosító jelek (GPS koordináták, vagy felszíni szerelvények) hiánya következtében pontatlan észlelések adódtak, melyek miatti felesleges nyomvonal kiutazások jelentős munkaidőkeretet és szállítási költséget kötöttek le. Ebből adódóan a vezeték nyomvonalával érintett területtulajdonosok is többlet "zöldkár" igénytel léptek fel, amely a rendellenességek helyének pontos behatárolásával csökkenthetővé vált.

- A művelési módok szabálytalan alakításából, a vezeték nyomvonal járhatóságát akadályozó munkálatokból adódó, üzemeltetési feladatokat gátló, veszélyeztető módosítások kései észlelése jelentős többlet költséget eredményezett.

- A talajerózió kései észlelése veszélyezteti a távvezetékek biztonságát, a minél későbbi helyreállítás további költségnövekedést eredményez.

- A tulajdonviszonyok változása ugrásszerűen megnövelte a távvezetéseket érintő tulajdonosok, valamint építést, keresztezést, megközelítést végzők számát. A karbantartási tevékenység külső cégekkel történő végeztetése szintén igényli a fokozott légi ellenőrzést.

## **V. A PAC elvárásai**

Előzőekben ismertettük alapján a légi járőr tevékenység korszerűsítésével az alábbiakat valósítottuk meg:

- Rendszeresen elkészülnek a nyomvonalas létesítmények jó minőségű videoképei a teljes rendszerről.

- E képi dokumentum kommentjeivel, azonosítóival együtt, minden repülőgépes kényelmetlenség, zavaró körülménytől mentesen „lekerül” a felügyelő geodéta asztalára- monitorára úgy, hogy a vezeték tulajdonosa a leghatékonyabb módon tud „együtt élni” távvezetékeivel, azok minden veszélyeztetésével, változásaival, a környezeti állapot figyelemmel kísérése mellett.



A fenti procedura végeredménye, hogy létre jön egy

- dokumentáció erejű és hitelű,
- mérhető, minősíthető,
- az üzemközponttól távol, nehezen megközelíthető helyeken bekövetkező minden változást rögzítő és értékelhető módon tartalmazó információs adathalmaz.

A rendszert speciális érzékelőkkel kiegészítve (infravörös, UV kamera) lehetségessé válik annak további hasznosítása is:

#### MOL Rt-n belül

- fúráspontri rekultivációk visszaellenőrzése,
- lefűrt, de termelésbe nem állított kutak kútkörzetének környezetvédelmi ellenőrzésére,
- gáz- és olajtermelő mezőbeni rendszerek (kutak és csővezetékek) környezetvédelmi ellenőrzésére,
- pont és diffúz légszennyező források levegő tisztaságvédelmi ellenőrzésére, hatásterületének vizsgálatára,

#### MOL Rt-n kívül

- veszélyes hulladék, vadlerakás helyének meghatározására
- pont és diffúz légszennyező források ellenőrzésére és hatásterületének felmérésére
- folyók szennyezettségének felmérésére
- más nyomvonalas létesítmények (pl. légvezetékek) ellenőrzésére