

Csővezetékintegritás-irányítási rendszer – válasz a földgázszállító rendszer üzemeltetésével kapcsolatos kihívásokra

Chován Péter¹, Lukács János^{2*} 

¹FGSZ Földgázszállító Zrt., Siófok, Magyarország

²Miskolci Egyetem, Gépészmérnöki és Informatikai Kar, Anyagszerkeztani és Anyagtechnológiai Intézet, Miskolc, Magyarország

*Levelező szerző, e-mail: janos.lukacs@uni-miskolc.hu

Beérkezett: 2023. december 4.; elfogadva: 2024. január 3.; Online megjelent: 2024. március 28.

Összefoglalás

A különböző szerkezetek és rendszerek biztonságos üzemeltetése gazdasági, környezeti és fenntarthatósági érdek. Ilyen rendszer a hazai nagynyomású, földgázszállító csőtávvezetési rendszer, amelynek meghatározó része maga a csővezeték. A csővezetékeken előfordult káresetek ráirányították a figyelmet arra, hogy a megjelenő kihívásokra új, 21. századi válaszokra van szükség. A válasz kulcsa a csővezetékek integritásának biztosítása, rendszerszemléletű megközelítésben és informatikai támogatással. A megoldás a csővezetékintegritás-irányítási rendszer (PIMS), amely a kor technikai és technológiai színvonalán ötvözi az észszerű kockázatvállalás és a biztonságra való törekvés kompromisszumát. A közlemény bemutatja a bevezetés előtt álló hazai rendszert, illetve annak legfontosabb elemeit.

Kulcsszavak: földgázszállító csőtávvezeték, szerkezetintegritás, fenyegetés, integritásirányítás, biztonság

Pipeline integrity management system - a response to the challenges of operation a natural gas transmission system

Péter Chován¹, János Lukács²

¹FGSZ Ltd., Siófok, Hungary

²University of Miskolc, Faculty of Mechanical Engineering and Informatics, Institute of Materials Science and Technology, Miskolc, Hungary

Summary

The safe operation of different structures, of high importance and often unique systems, is important for the designer, contractor, the operator and the user; it is also an economic, environmental and sustainability interest. Safe operation must cover and manage the whole lifetime of the structure, which is a complex task. Such a system is the domestic high-pressure natural gas transmission pipeline system, of which the steel pipeline itself is a major part, with a length of approximately 6000 km. Damage to pipelines has highlighted the need for new 21st century responses to emerging challenges. The age of the pipeline has a negative impact on the occurrence of damages, while the development of technical and technological culture has a positive impact. We can be satisfied if the result is positive, i.e. if the response to the challenges reduces the relative frequency of incidents. The key to the response is to ensure the integrity of pipelines through a systems approach and complex IT support. Integrity is the ability to operate of a structure at any point in its life-cycle, including the reliable knowledge of the current state, potential threats and all relevant elements of their management. Identifying and detecting a threat (non-destructive testing), mapping its assessment

principles and options, performing the assessment and then reflecting this through performance indicators, together define the direction to follow. Such a complex task is unthinkable without sufficient data in terms of quantity and quality, and special attention must be paid to the availability of such data. The solution is the Pipeline Integrity Management System (PIMS), which combines the technical and technological state of the art with the compromise between reasonable risk-taking and the striving of safety. This publication presents the domestic PIMS that is about to be implemented and its key elements. The logic of the regulation in line with leading international practice is described, the levels of assessment of threats to integrity are presented, and a flowchart of the operation of the envisaged system is presented too.

Keywords: natural gas transmission, structural integrity, threat, integrity management, safety

Bevezetés

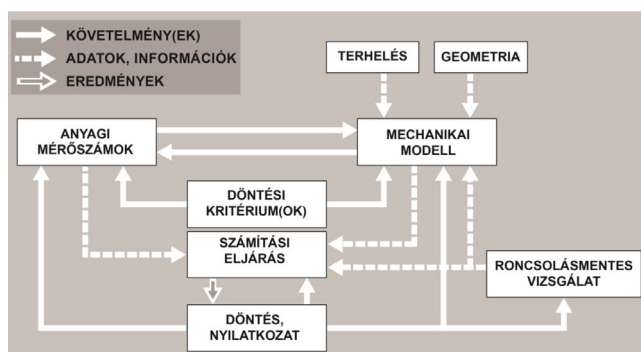
A szerkezetek, a nagy fontosságú és gyakran egyedi rendszerek – a továbbiakban az egyszerűség kedvéért: szerkezetek –, biztonságos üzemeltetése az építő, az üzemeltető és a felhasználó számára egyaránt fontos, de igaz ez a szerkezettel közvetlenül kapcsolatba nem kerülő szereplőkre is. A biztonságos működtetésnek ki kell terjednie a szerkezet teljes élettartamára, és ezzel az élettartammal gazdálkodni is kell, amely egy összetett feladat. Az élettartam-gazdálkodás különböző dimenziókban (politikai, gazdasági, műszaki) értelmezhető (Lukács 2005), annak műszaki dimenzióját az 1. ábra (Lukács et al. 2012) mutatja be.

Ahogy az az 1. ábrán látható, a műszaki dimenzió három alappilléren nyugszik: az egyik az anyagminőséggel (anyagi mérőszámok, beleértve természetesen az anyagjellemzőket is), a másik a szerkezettel (mechanikai modell), a harmadik pedig a döntésekkel, nyilatkozatokkal (döntési kritérium[ok], számítási eljárás) van összefüggésben. A mechanikai modell a szerkezet kialakítására (geometria) és igénybevételére, valamint annak változásaira (terhelés) támaszkodik, a roncsolásmentes vizsgálatok pedig mindhárom alappillérrel kapcsolatban vannak. Mivel a különböző szerkezettípusok eltérő sajátosságúak, a roncsolásmentes vizsgálatok széles skálájának az alkalmazására van, illetve lehet szükség. Meghatározó szerepe ebben az egyes vizsgálatokkal kimutatható hibák típusának, illetve a hibakimutatás pontosságának és megbízhatóságának (Hellier 2013) van. Alacsony biztonsági szintet reprezentáló vizsgálat alkalmazása esetén a leg-

pontosabb számítás is vezethet hibás következtetésekhez, vagyis a szerkezet biztonságának csökkenéséhez, miközben a szándék és a cél éppen azzal ellentétes volt, a biztonság növelése.

Az élettartam-gazdálkodásnak több megközelítése lehet, a következők szerint:

- Módszertani megközelítés, a szilárdsági jellemzőkre történő méretezés és/vagy ellenőrzés oldaláról, amely magában foglalja a klasszikus eljárást (az anyagfolytonossági hiányok nem megengedettek, vagyis „hibátlan” szerkezet feltételezése) és a törésmechanikai eljárást (az anyagfolytonossági hiányok megengedettek, vagyis hibafeltételezésen alapuló módszer).
- Anyagszerkezettani megközelítés, amely a legveszélyesebb anyagfolytonossági hiányok, a repedések oldaláról nézve, a repedéskeletkezési, a repedésterjedési és a törési fázisokat különíti el (Polak 2000; Schijve 1996; 2010). Az első két fázis tovább bontható, azok anyagszerkezettani változásokat visszatükröző elemei azonban a gyakorló üzemeltető számára már igen nehezen értelmezhetők és alkalmazhatók. Ennek alapvető oka az, hogy az egyes alfázisokhoz nehéz a gyakorlati élet követelményei támasztotta anyagi mérőszámokat rendelni.
- Tervezési megközelítés, amely a két szélső eset, a biztos élettartamra való méretezés és a sérülésbiztos méretezés közötti skálát fogja át (Newman 1997). A biztos élettartamra való méretezés azt feltételezi, hogy nincs az adott szerkezetben hiba, illetve ha van, akkor azt nem tudjuk kimutatni; vagyis a szerkezet élettartama „végtelen”. Ez természetesen elképzelhető és megvalósítható, szinte törvényszerűen magában hordozza azonban a „túlméretezés” tényét, ami nem feltétlenül növeli a biztonságot. (Elegendő utalnunk a ridegtörési érzékenység és az anyagvastagság összefüggésére.) A sérülésbiztos méretezés azt jelenti, hogy a szerkezetben lévő hibával együtt kívánunk élni, és a szerkezet – ezzel a hibával – legalább addig ellátja feladatait, amíg a hiba megszüntetésére sor nem kerül.
- Üzemeltetési megközelítések, amelyek közé soroljuk a hagyományos módszereket (ASME B31G 2023), a célra való alkalmasság (FFP = Fitness for Purpose) filozófiáját (Fingerhut–Westlake 2000a), a szerkezetintegritási (Koncsik 2019; 2021) és a kockázatirányítási (Mannan–Pfenning–Zinn 1991; Rittinger 2006) megközelítéseket. A szerkezetintegritás nem más,



1. ábra Az élettartam-gazdálkodás rendszerének műszaki dimenziója

Forrás: Lukács 2005

mint az üzemeltetésre való alkalmasság az élettartam bármely pillanatában. A szerkezetintegritásnak három vetületét különböztethetjük meg: a globális vetületet, a vizsgálati vetületet és a számítástechnikai (mai fogalommal: IT) vetületet. Ezek szinergiáját mutatja be a szerkezetintegritási tetraéder síkba terített változata (Lukács et al. 2012), szemléltetve az egyes vetületek legfontosabb elemeit és az azok közötti kapcsolatokat (2. ábra). A csőtávvezetékek esetében használatos szerkezetintegritási rendszer a csővezetékintegritás-irányítási rendszer (PIMS = Pipeline Integrity Management System), maga a folyamat pedig a csővezetékintegritás-irányítás (PIM = Pipeline Integrity Management) (Fingerhut–Westlake 2000b).

Jelen cikkben a csővezetékintegritás-irányítási rendszerrel foglalkozunk, megoldást és válaszokat találva abban a csőtávvezeték-üzemeltetés napjainkban értelmezhető kihívásaira.

A hazai földgázszállító rendszer

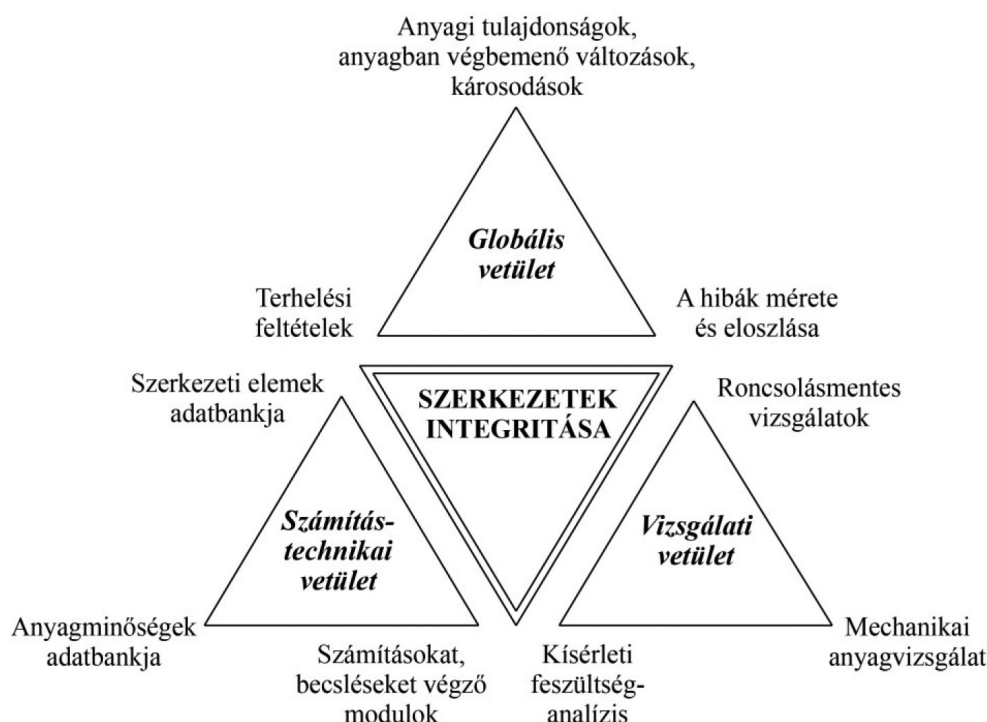
A hazai földgázszállító rendszer legfontosabb adatai

A magyar nagynyomású földgázszállító távvezetékrendszerbe a gáz – a betáplálási pontokon keresztül – import forrásokból, hazai gázmezőkből, illetve hazai gáztárolókból kerül be. A nagynyomású vezetékrendszer látja el a gázszolgáltató társaságokat, az erőműveket és a nagyipari fogyasztókat. A rendszer 5889 km hosszúságú acél

csővezetékekből áll, és jellemzően 63 barig (egyes esetekben 75 barig) terjedő nyomás alatt működik. A vezetékhálózat egy teljesen integrált gázszállító rendszer, amely betáplálási pontokból, kompresszorállomásokból, vezetéki csomópontokból, nagynyomású vezetékrendszerből és gázátadó állomásokból áll.

- A földgáz mennyiségi és minőségi átvételéről 17 hazai és 6 import (Balassagyarmat, Beregdaróc, Csanádpalota, Drávaszerdahely, Kiskundorozsma, Mosonmagyaróvár) betáplálási pont gondoskodik.
- A távvezetékrendszeren a kapacitásnövelő nyomásfokozás, illetve a fogyasztók megfelelő mennyiségű és minőségű gázzal való folyamatos ellátása érdekében 8 kompresszorállomás működik: Bátán, Csanádpalotán, Beregdarócon, Hajdúszoboszlón, Mosonmagyaróváron, Nemesbikken, Szadán és Városföldön.
- A földgáz szétosztása és az átadási pontok felé történő továbbítása a vezetékhálózat kapcsolódó pontjain üzemelő csomópontokon történik. A megfelelően szagosított földgáz kiadása a gázátadó állomásokon keresztül valósul meg. A közel 400 kiadási pont legfontosabb feladata, hogy a csatlakozó rendszerüzemeltetők és a közvetlen ipari fogyasztók számára folyamatos és biztonságos ellátást biztosítson. A fogyasztási csúcsok kiegyenlítését a föld alatti gáztárolók biztosítják, amelyekhez a távvezeték-hálózat öt ponton kapcsolódik.
- A nagynyomású vezetékrendszer jellemző átmérője 100–1400 mm, átlagéletkora meghaladja a 30 évet.

A rendszert a 3. ábra szemlélteti (Magyar Energetikai és Közmű-szabályozási Hivatal 2023).



2. ábra | A szerkezetintegritási tetraéder és annak vetületei

Forrás: Lukács et al. 2012



3. ábra | Az FGSZ Földgázszállító Zrt. nagynyomású földgázszállító vezetékei
 Forrás: Magyar Energetikai és Közmű-szabályozási Hivatal 2023

Meghibásodások

A csőtávvezetéseket, illetve vezetékrendszereket üzemeltetők rendszeresen készítene meg hibásodás statisztikákat és állapotértékelő jelentéseket. A meg hibásodási statisztikai adatok gáz- és olajipari társaságokat tömörítő szervezeteken, illetve kormányzati szerveken keresztül kerülnek publikálásra. Az adatokat összesítve adják közre, egy-egy naptári időszakokra és az összes üzemeltetett vezetékekre vonatkozóan, amely egyúttal korlátossá teszi az összehasonlításokat:

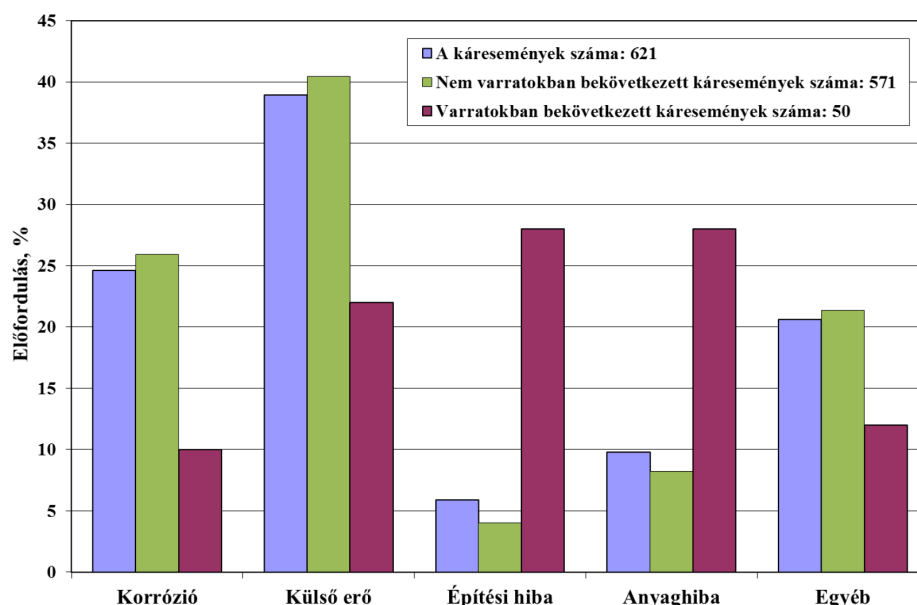
- az adatbázisokban szereplő vezetékek funkciója, nyomvonala és a szállított közeg jelentősen eltérő;
- az adatfeldolgozási időszakok, illetve azok hosszúsága eltérő, az eredmények az adott korszak műszaki színvonalát és meg hibásodási gyakoriságát jelenítik meg;
- a meg hibásodás fogalmának meghatározása gyakorta (földrész, üzemeltető) eltérő;
- az adatok csoportosítása az egyes adatforrások esetében nem szükségszerűen azonos;
- az adatok csoportosítása az egyes időszakokban sem azonos, a leggyakrabban alkalmazott csoportosítás (korrózió, harmadik fél okozta kár, konstrukciós hiba, anyaghiba, egyéb hiba) mellett, illetve helyett vannak más meg közelítések is (például a korróziós hibák további felosztása, üzemeltetési hiba).

A mérvadónak tekintett adatbázisok, mint a NEB (Kanada), DOT (USA), EGIG (Európa), UKOPA

(Egyesült Királyság), Gosgortehnadzor (Oroszország), APIA (Ausztrália) (Bolt 2006) által kezelt vezeték-hosszak nagyságrendekkel nagyobbak a hazai rendszer hosszánál, amely mindenképpen torzító hatású.

Egy statisztikai szemléletű tanulmány (Eiber-Jones 1992) egy 6,5 éves kutatási folyamat jelentésre kötelezett eseményeit foglalja össze. A 4. ábra az összes káresemény (621 tétel), a nem a varratokban (571 tétel) és a varratokban (50 tétel) bekövetkezett káresemények alapvető okainak az eloszlását mutatja. Mivel nincs okunk azt feltételezni, hogy a varratok a korrózió és a külső erő szempontjából kedvezőbb helyzetben vannak, mint a csővezetékek többi részei, meg állapítható, hogy a varratok a sérülékenyebb részek. Az építési (konstrukciós) hibák és az anyaghibák lényegesen nagyobb arányban fordulnak elő a varratokban, mint a csővezetékek más részein.

A hazai földgázszállító rendszer meg hibásodási adatait mutatja be az 5. ábra, hasonló csoportosításban, mint ahogyan azt a 4. ábrán láthatjuk, a teljes időintervallumot két időszakra bontva. A két időszakot tekintve kisebb átrendeződés figyelhető meg a korrózió, a harmadik fél és a varrathiba szempontok – mint a káresemények alapvető okai – között, a varrathibák aránya azonban – a teljes időszakot tekintve – a legnagyobb. Nem hagyhatjuk figyelmen kívül azt sem, hogy a varrathibák jellemzően az üzemeltetés kezdeti éveiben (évtizedében) jelentkeznek, a korróziós hibák bekövetkezésének való-



4. ábra

Káresemények alapvető okainak megoszlása

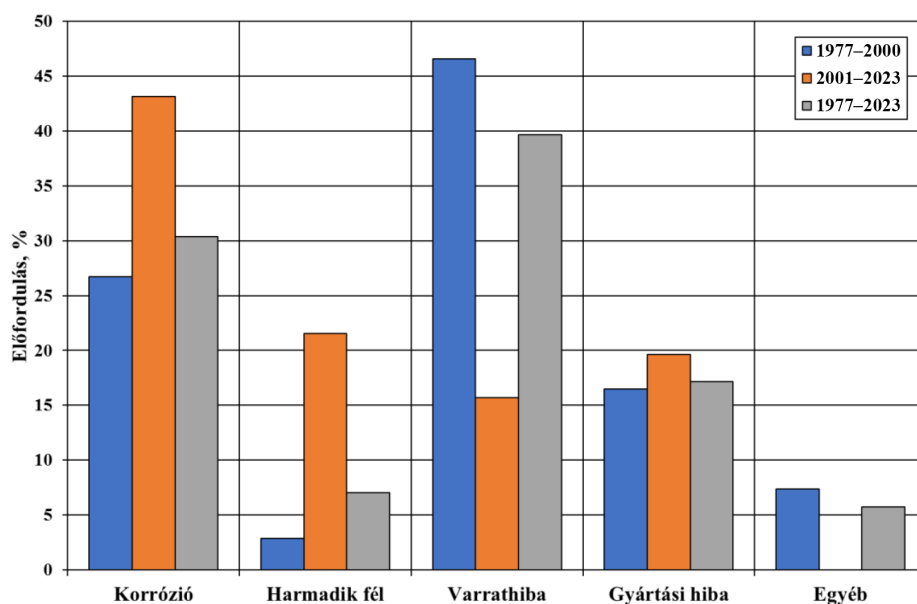
Forrás: saját szerkesztés Eiber-Jones 1992 adatai alapján

színűsége, és ezzel együtt aránya pedig az üzemeltetés idejének a növekedésével nő. A varrathibák nagy száma és aránya egyaránt az azokkal való kiemelt foglalkozás igényét veti fel.

A nemzetközi és a hazai szabályozás legfontosabb elemei

A csővezetékintegritás-irányítási rendszer szabványokba foglalásának végső kiváltó oka két sajnálatos káreset volt, amelyek folyékony halmazállapotú üzemanyagot szállító

(Bellingham, Washington, 1999. június 10. – *National Transportation Safety Board* 2002), illetve földgázt szállító (Carlsbad, New Mexico, 2000. augusztus 19. – *National Transportation Safety Board* 2003) csőátvezetéseken következtek be. A két előírás első kiadásai 2001-ben jelentek meg (*API Recommended Practice 1160 2001*; *ANSI/ASME B31.8s 2001*), a több módosításon átesett, utolsó változatok kiadásai pedig 2019-ből (*API Recommended Practice 1160 2019*), illetve 2022-ből (*ASME B31.8S 2022*) származnak. A szárazföldi vezetékek integritásirányításának leírásával foglal-



5. ábra

Káresemények alapvető okainak megoszlása az FGSZ Földgázszállító Zrt. nagynyomású földgázszállító vezetékrendszerén

Forrás: saját szerkesztés

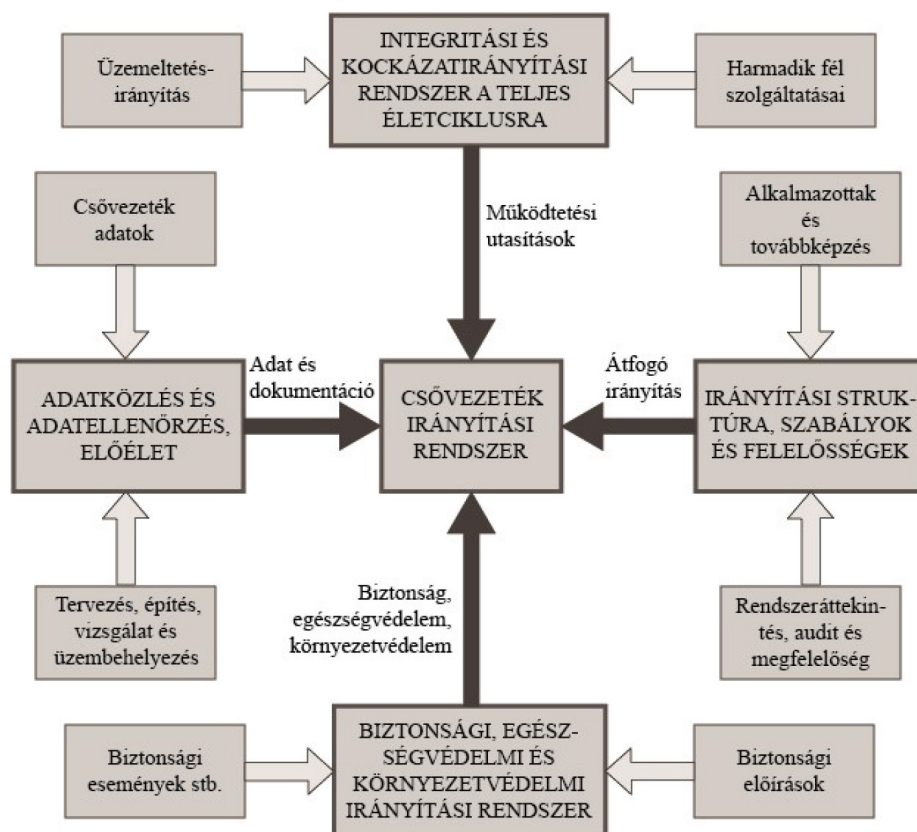
kozó nemzetközi szabvány 2019-es keltezésű (ISO 19345-1 2019), az amerikai előírásokhoz szakmai tartalmában hasonló európai szabvány pedig 2022-ben jelent meg (EN 17649 2022).

A csővezetékirányítási-rendszer egy általános (egyszerű) irányítási rendszer csővezetésekre adaptált változata, a releváns és értelemszerű bővítésekkel, illetve szűkítésekkel. A 6. ábra egy lehetséges változatot mutat be, amelyen jól látható az irányítási rendszer felépítése, továbbá elkülöníthetők egyes hierarchikus szintek is (Hopkins–Lamb 1997; Hopkins 1998; Hopkins–Cosham 1997).

A csővezeték-integritási irányítási rendszer célja annak biztosítása, hogy a csővezeték az üzemeltetésének ideje alatt biztonságosan működjék, integrált részét képezve a tipikus csővezetékirányítási-rendszernek (Fingerhut–Westlake 2000b). A rendszer tartalmára és szerkezetére vonatkozó egyik első javaslat (Hopkins–Lamb 1997) a következő volt:

- bevezetés (célok, tervek, küldetésnyilatkozat);
- szervezet és ellenőrzés (felépítés, elszámolási kötelezettségek és felelőségek, szervezet, külső kapcsolatrendszer, kommunikációs rendszerek);
- a csővezetékrendszer(ek) leírása;
- jogi és törvényi kötelezettségek;
- kapcsolódási pontok más üzemeltetők létesítményeivel vagy csővezetékével;
- tervezési, építési stb. szabványok leírása;

- integritás-ellenőrzési, karbantartási, beavatkozási és felügyeleti elvek, eljárások és meghatározások:
 - = belső erózió, korrózió és külső sérülés (ellenőrzés, csökkentés és felügyelet),
 - = csővezeték-geometria, szivárgás, talajmozgás (ellenőrzés, csökkentés és felügyelet),
 - = nyomás és túlnyomás (ellenőrzés és felügyelet),
 - = a jelentési kötelezettség alá tartozó események/károsodások, esemény vizsgálata és elemzése,
 - = az alkalmazott integritásfelügyeleti eljárások felsorolása, intervallumok, felelőségek, külső fél által végzett munkák, jelentések,
 - = javítási, módosítási és havária utasítások és módszerek,
 - = havária tervek és más szolgáltatókkal való kapcsolatok,
 - = a csővezeték integritására vonatkozó információk és dokumentációk,
 - = nyilatkozat a csővezeteki biztonsági előírásoknak és a vonatkozó jogszabályoknak való megfelelésről;
- hatékonyságmérés;
- a csővezeték-integritási irányítási rendszer felülvizsgálata (felelősség és gyakoriság);
- vezetői felülvizsgálat (felelősség és gyakoriság);
- az összes folyamat auditja (visszacsatolás és a változtatások megvalósítása).



6. ábra Csővezetékirányítási-rendszer (Pipeline Management System = PMS)

Forrás: Lukács et al. 2012; Hopkins–Lamb 1997; Hopkins 1998; Hopkins–Cosham 1997 alapján

A hatályban lévő előírások (*API Recommended Practice 1160 2019; ASME B31.8S 2022; EN 17649 2022; ISO 19345-1 2019*) tartalmának ismeretében megállapítható, hogy azok, a formába öntésük óta eltelt időben végbe ment fejlődést (például intelligens görényes vizsgálatok tartalmának bővülése) is figyelembe véve, részleteiben és egészében visszatükrözik az eredeti koncepciót. Ugyanakkor, a megismerhető gyakorlatban található csővezeték-integritás-irányítási rendszerek (PIMS-ek), illetve rendszerelemek (PIMS-elemek) különböző megközelítéseket tartalmaznak, általában különböző részletezettséggel és más-más részletet helyezve a középpontba. Vannak olyan megközelítések, amelyek a beavatkozásokra vagy a rehabilitációra (felülvizsgálat-javítás folyamat), vannak olyanok, amelyek az irányításra, s vannak olyanok is, amelyek az adat-, illetve információáramlásra helyezik a hangsúlyt.

A PIMS konkrét felépítésétől tulajdonképpen független az a tény, hogy a csővezetékek (felül)vizsgálata a működtetés integrált részét képezi. Természetesen sem a vizsgálatok során alkalmazott módszerek típusa, sem a vizsgálatok gyakorisága nem lehet közömbös, hiszen azok befolyásolják mind a műszaki, mind pedig a gazdasági döntéseket, különösen pedig azok egymásra gyakorolt hatását. Ez egyúttal azt is jelenti, hogy a módszereket definiálni, az alkalmazási gyakoriságokat pedig rögzíteni kell.

A csővezetékek üzemeltetésében visszatérő elem a kockázat, illetve a kockázattal való foglalkozás kérdése, akár szerepel az direkt módon a PIMS-ben, akár nem. A kockázat fogalma szoros kapcsolatban van a megbízhatóság fogalmával, egyik kiegészíti a másikat és viszont.

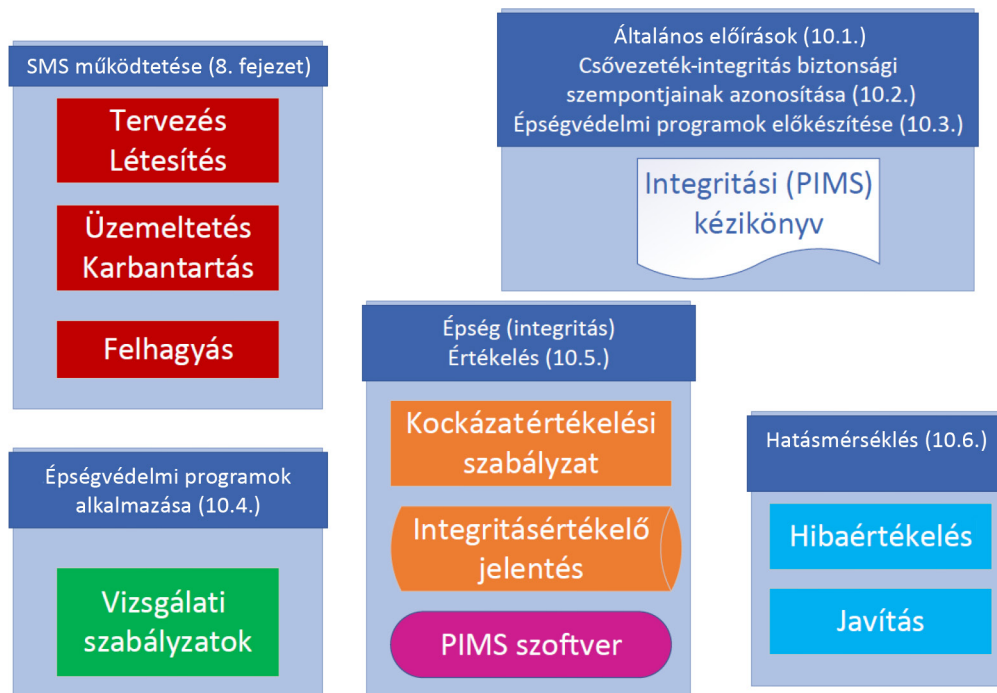
A kockázat értelmezése elvileg egységes, egy nem kívánt esemény bekövetkezési valószínűségének és az esemény következményeinek az összességét – matematikailag szorzatát – értjük alatta. Az integritás felügyeleti és/vagy értékelési eljárásoknak a kockázatelemzés és a kockázat-értékelés része kell hogy legyen, annak hiányában a biztonság bizonyosan csorbát szenved.

A hazai megoldás, válasz a kihívásokra

A hazai megoldás nem lehet más, mint a csővezeték-integritás-irányítási rendszer. A kérdés az, hogy milyen tartalommal, milyen szervezettel, milyen (informatikai) támogatással stb. épüljön fel a rendszer. Nyilvánvaló, hogy az eddig alkalmazott gyakorlatot nem lehet – és nem is szabad – feladni, a rendelkezésre álló adatokat és információkat fel kell használni (értékmegőrzés), ugyanakkor a nemzetközi és a hazai tapasztalatok bázisán újat is kell építeni (értékteremtés). Az új építése természetesen új feladatokat is jelent a rendszer és szereplőinek minden szintjén.

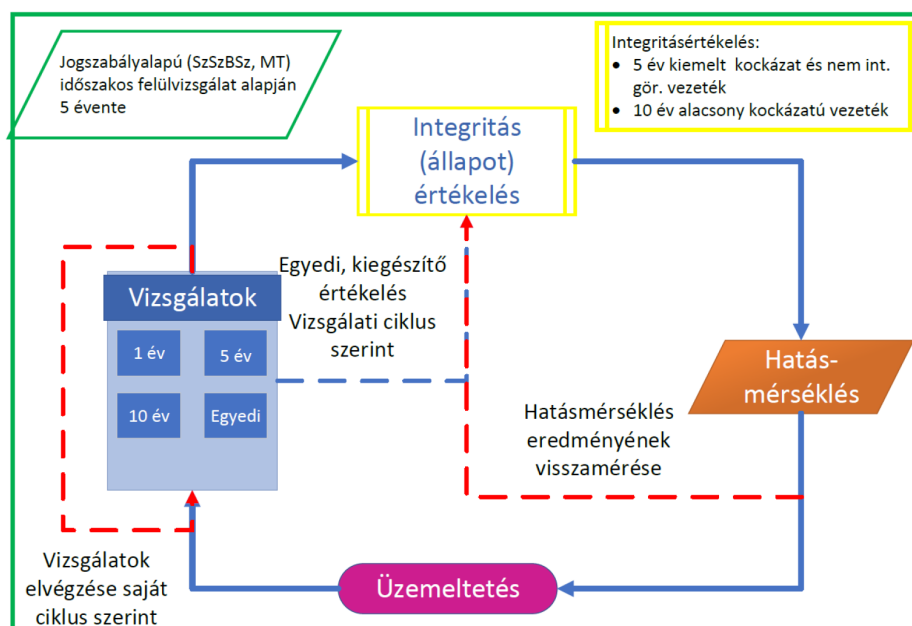
A 7. ábra bemutatja, hogy a tervezett PIMS és az azt megtestesítő kézikönyv milyen fő elemekből épül fel. Az ábrán látható számok, a közvetlen kapcsolódás érzékeltetése céljából, az európai előírás (*EN 17649 2022*) fejezeteinek a számait jelentik.

Az integritásértékelés, ahogyan arra a korábbiakban már utaltunk, nem nélkülözheti különböző vizsgálatok elvégzését, méghozzá különböző gyakorisággal. A jogszabályi alapú (*SZTFH 2022*) és a saját ciklus szerint elvégzendő vizsgálatok elvi folyamatát a 8. ábra mutatja be.



7. ábra | A tervezett csővezeték-integritás-irányítási rendszer (Pipeline Integrity Management System = PIMS) fő elemei: a szabályozás logikája

Forrás: saját szerkesztés



8. ábra Az integritásértékeléshez elvégzendő vizsgálatok elvi folyamatábrája

Forrás: saját szerkesztés

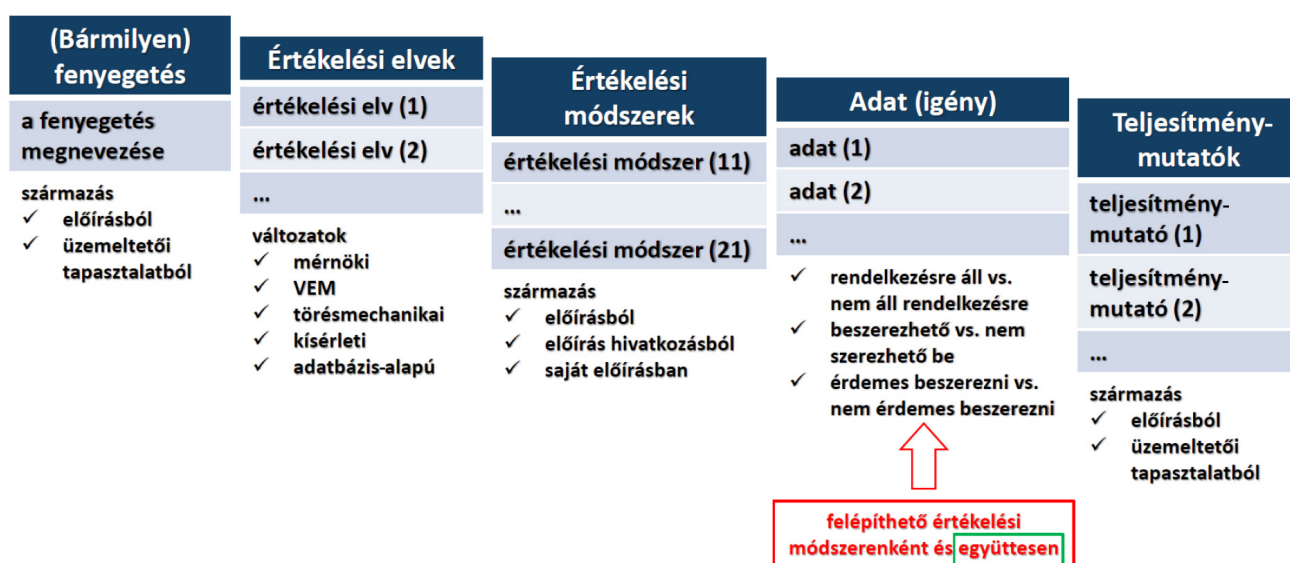
Az elvégzendő vizsgálatok célja az integritás, azon keresztül a biztonságos működés magas szintű biztosítása. A vizsgálatokkal információhoz juthatunk az integritást veszélyeztető fenyegetések pillanatnyi állapotáról, ezen állapotnak az előző vizsgálat óta bekövetkezett változásairól, alapot adva ezzel a fenyegetések értékeléséhez. Az értékelés síkjait, összességében annak felépítését – elvileg – a 9. ábra mutatja be.

A hivatkozott előírásokban (*API Recommended Practice 1160 2019; ASME B31.8S 2022; EN 17649 2022; ISO 19345-1 2019*) értelmezett fenyegetések közül kiragadva egyet, nem ok nélkül a külső korróziót, a 10. ábrán be-

mutjuk az értékelés síkjainak egy metszetét (gyakorlati megközelítés).

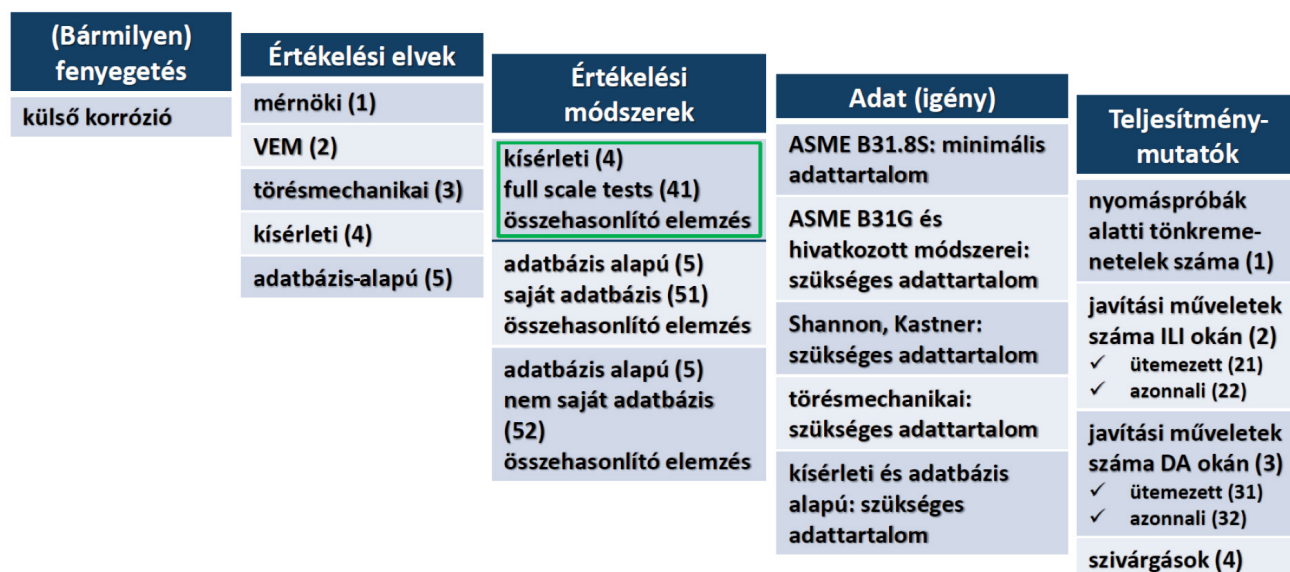
A 10. ábrán bemutatott metszet jelzi a lehetőségek sokrétűségét; egy fenyegetés értékelése több – megközelítésünkben öt – elv alapján is elvégezhető, egy-egy elvhez több értékelési módszer is tartozhat, és bizonyosan több teljesítménymutató értelmezése és alkalmazása szükséges a hatékonyság jellemzéséhez, megtartásához és növeléséhez.

Mindezek ismeretében a tervezett PIMS megvalósításának folyamatábráját a 11. ábrán láthatjuk. Az ábrán látható számok, hasonlóan a 7. ábrához, az európai



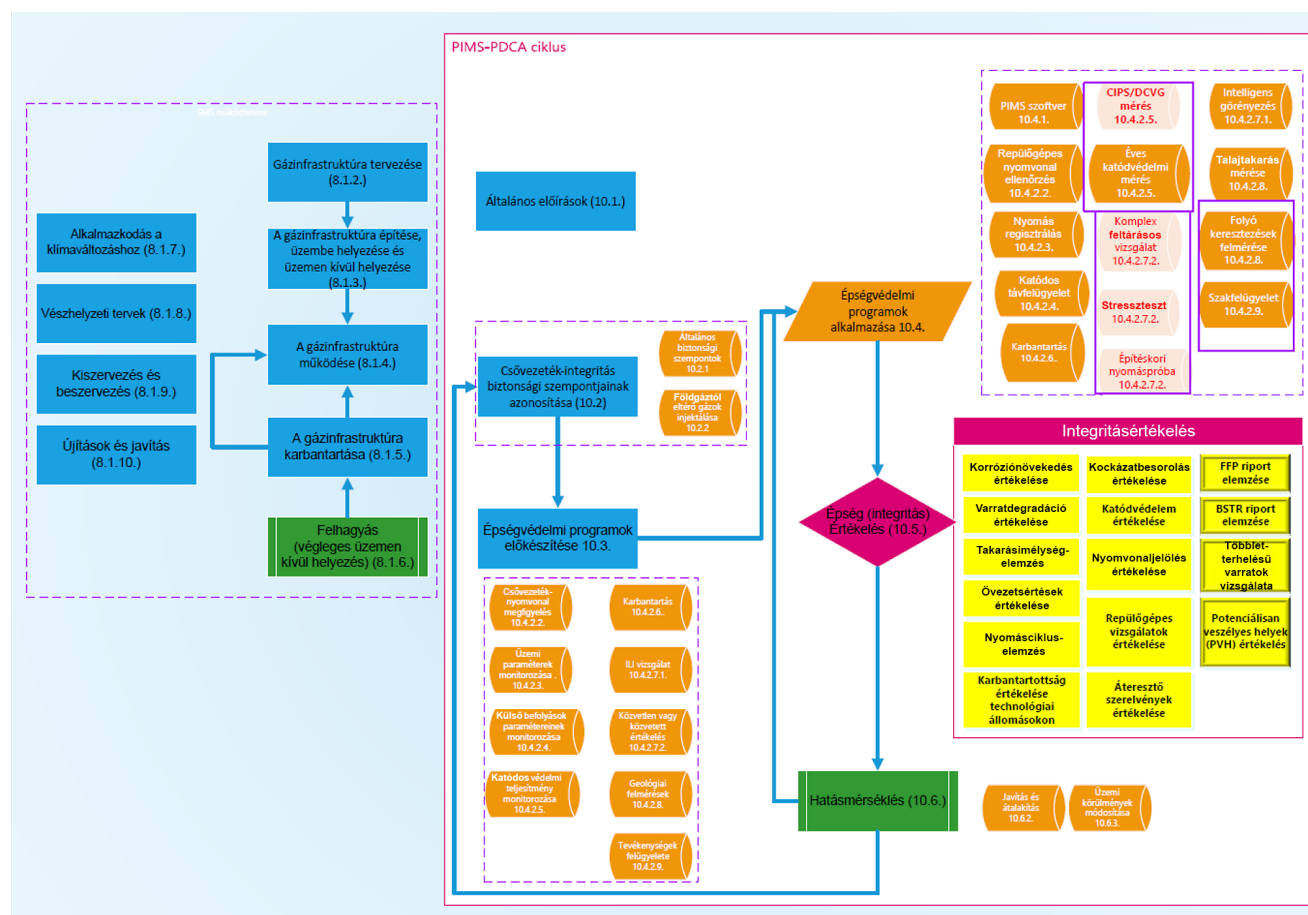
9. ábra Az integritást veszélyeztető fenyegetések értékelésének síkjai (elvi ábra)

Forrás: saját szerkesztés



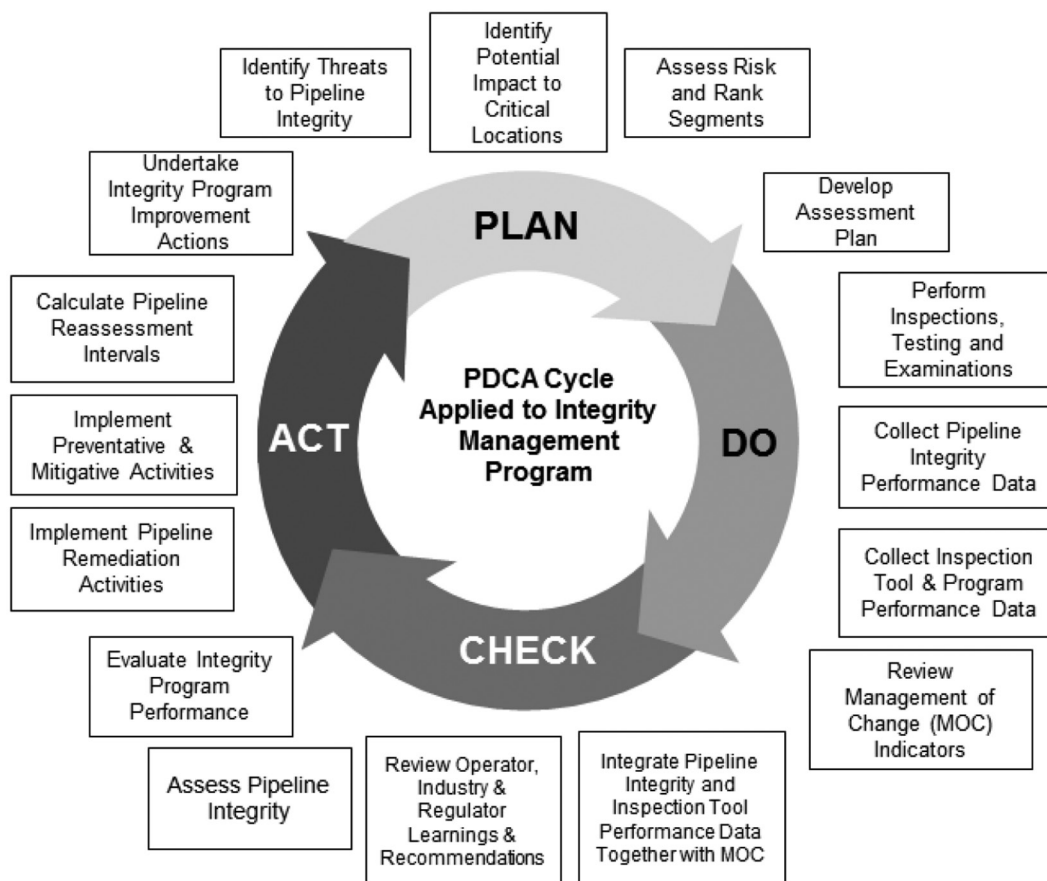
10. ábra A külső korrózió mint az integritást veszélyeztető egyik fenyegetés értékelése síkjainak egy metszete, gyakorlati megközelítésben (ILI = In-Line Inspection, DA = Direct Assessment)

Forrás: saját szerkesztés



11. ábra A tervezett PIMS megvalósításának folyamatábrája

Forrás: szerzők szerkesztése



12. ábra | A Plan – Do – Check –Act, azaz Tervezni – Elvégezni – Ellenőrizni – Cselekedni (PDCA) ciklus

Forrás: API Recommended Practice 1160 2019

előírás (EN 17649 2022) fejezeteinek a számait jelenítik.

A 11. ábrán bemutatott folyamatábra leképezi az API RP 1160 (2019) és az ANSI/API RP 1173 (2015) előírásokban bemutatott és az EN 17649 (2022) szabványban is körülírt PDCA (Plan – Do – Check –Act, illetve Tervezni – Elvégezni – Ellenőrizni – Cselekedni) ciklust, amelyet a 12. ábrán láthatunk (API Recommended Practice 1160 2019).

Összefoglalás

A szerkezetek, a nagy fontosságú és gyakran egyedi rendszerek biztonságos üzemeltetése a tervező, az építő, az üzemeltető és a felhasználó számára egyaránt fontos. Mivel az ilyen szerkezetek közvetett szereplőkkel (például lakosság) is kapcsolatba kerülnek, egyúttal gazdasági, környezetgazdálkodási és fenntarthatósági érdekről is beszélhetünk. A biztonságos működtetésnek át kell fognia a szerkezet teljes élettartamát, gazdálkodva is azzal, menedzselve is azt.

Ilyen rendszer a hazai nagynyomású földgázszállító csőtávvezetési rendszer, amelynek meghatározó része maga az acél csővezeték, mintegy 6000 km hosszúságban. A csővezetéseken előfordult káresetek – különösen

hosszabb távon – ráirányították a figyelmet arra, hogy a megjelenő kihívásokra új, 21. századi válaszokra van szükség. A káresetek bekövetkezésére az egyedi vezeték és a teljes rendszer életkorának a növekedése alapvetően kedvezőtlen, a műszaki kultúra fejlődése pedig – ezzel ellentétesen – alapvetően kedvező hatással van. Elégedettek akkor lehetünk, ha az eredő kedvező, vagyis ha a kihívásokra adott válaszok a káresetek relatív gyakoriságát csökkentik. A válasz kulcsa a csővezetékek integritásának biztosítása, rendszerszemléletű megközelítésben és komplex informatikai támogatással.

Az integritás az üzemeltetésre való alkalmasság az élettartam bármely pillanatában, magában foglalva a pillanatnyi állapot legteljesebb feltárását és ismeretét, a potenciális fenyegetéseket és azok kezelésének minden lényeges elemét. Egy adott fenyegetés felismerése és roncsolásmentes vizsgálattal, illetve vizsgálatokkal való feltárása, értékelési elveinek és lehetőségeinek feltérképezése, az értékelés elvégzése, majd mindezek teljesítménymutatókon keresztül való visszatükrözése együttesen jelöli ki a követendő irányt. Ez a komplex feladat csak megfelelő mennyiségű és minőségű adat segítségével végezhető el, azok egyedi és idősoros rendelkezésre állására tehát külön figyelmet kell fordítani.

A megoldás a csővezetékintegritás-irányítási rendszer (Pipeline Integrity Management System = PIMS), amely a kor technikai és technológiai színvonalán ötvözi az észszerű kockázatvállalás és a biztonságra való törekvés kompromisszumát. A bevezetés előtt álló hazai rendszer ilyen, annak elemei egyedileg és szinergikusan ezt szolgálják. A szabályozás logikája összhangban van az élenjáró nemzetközi gyakorlattal, az integritást veszélyeztető fenyegetések értékelési síkjai és értékelési módszerei egyenként kerültek feltérképezésre és kidolgozásra, az azokhoz rendelhető teljesítménymutatókkal együtt. A tervezett rendszer minden eleme egy közös adatbázist használ, amelyben egy adott kihívásra való reagáláshoz szükséges minden adat strukturáltan érhető el.

Irodalomjegyzék

- ANSI/API Recommended Practice 1173 (2015) Pipeline Safety Management Systems
- ANSI/ASME B31.8s (2001) Managing System Integrity of Gas Pipelines
- API Recommended Practice 1160 (2001) Managing System Integrity for Hazardous Liquid Pipelines
- API Recommended Practice 1160 (2019) Managing System Integrity for Hazardous Liquid Pipelines
- ASME B31G (2023) Manual for Determining the Remaining Strength of Corroded Pipelines
- ASME B31.8S (2022) Managing System Integrity of Gas Pipelines
- Bolt, R. (2006) Report of Study Group 3.4: A Guideline "Using or Creating Incident Databases for Natural Gas Transmission Pipelines". 23rd World Gas Conference, June 1–5, 2006 Amsterdam, The Netherlands, pp. 1–56.
- Eiber, R. J., & Jones, D. J. (1992) An analysis of reportable incidents for natural gas transmission and gathering lines, June 1984 through 1990. Technical Report, NG-18/200, American Gas Association, Inc., Arlington, VA (USA); Battelle, Columbus, OH (USA)
- EN 17649 (2022) Gas infrastructure – Safety Management System (SMS) and Pipeline Integrity Management System (PIMS) – Functional requirements
- Fingerhut, M., & Westlake, H. (2000a) Pipeline fitness-purpose certification. The Pipeline Pigging, Integrity Assessment, and Repair Conference, Houston, TX (USA), February 1–2, 2000. pp. 1–15.
- Fingerhut, M., & Westlake, H. (2000b) Pipeline fitness-for-purpose certification. Pipes and Pipelines International, Vol. 45. No. 2. pp. 11–22.
- Hellier, C. J. (2013) Handbook of Nondestructive Evaluation. The McGraw-Hill Companies, Inc.
- Hopkins, P. (1998) Risk and integrity management of a transmission pipeline. 2nd International Conference on Advances in Pipeline Technology 98, Dubai, UAE, IBC, October 1998. pp. 1–17.
- Hopkins, P., & Cosham, A. (1997) How do you manage your pipeline? 7th International Conference on Pipeline Risk Management and Reliability, Houston, TX (USA), November 1997. pp. 1–9.
- Hopkins, P., & Lamb, M. (1997) Incorporating intelligent pigging into your pipeline integrity management system. Onshore Pipelines Conference, Berlin, Germany, 8–9 December 1997. pp. 1–25. <https://www.penspen.com/wp-content/uploads/2014/09/pigging-and-pims.pdf> [Letöltve: 2023. 10. 31.]
- ISO 19345-1 (2019) Petroleum and natural gas industry – Pipeline transportation systems – Pipeline integrity management specification
- Koncsik Zs. (2019) A szerkezetintegritás helye és szerepe az oktatásban és a kutatásban. Multidiszciplináris tudományok, Vol. 9. No. 4. pp. 63–71. <https://doi.org/10.35925/j.multi.2019.4.5>
- Koncsik Zs. (2021) Szerkezetintegritási kutatások az Innovatív Anyagtechnológiák Tudományos Műhelyben. Multidiszciplináris Tudományok, Vol. 11. No. 2. pp. 372–379. <https://doi.org/10.35925/j.multi.2021.2.49>
- Lukács, J. (2005) Dimensions of lifetime management. Materials Science Forum, Vol. 473–474. pp. 361–368.
- Lukács J., Nagy Gy., Harmati I., Koritárné F. R., & Kuzselláné K. Zs. (2012) Szemelvények a mérnöki szerkezetek integritása témaköréből. Miskolc, Miskolci Egyetem
- Magyar Energetikai és Közmű-szabályozási Hivatal (2023) A magyar földgázrendszer 2022. évi adatai. https://fgsz.hu/file/documents/2/2607/fgr_2022.pdf [Letöltve: 2023. 10. 31.]
- Mannan, M., Pfennig, D. B., & Zinn, C. D. (1991) Risk-analysis procedures ensure system safety. Oil and Gas Journal, Vol. 89. No. 22. pp. 83–87.
- National Transportation Safety Board (2002) Pipeline Rupture and Subsequent Fire in Bellingham, Washington, June 10, 1999. Pipeline Accident Report NTSB/PAR-02/02, Washington, DC (USA), <https://www.ntsb.gov/investigations/AccidentReports/Reports/PAR0202.pdf> [Letöltve: 2023. 10. 31.]
- National Transportation Safety Board (2003) Natural Gas Pipeline Rupture and Fire Near Carlsbad, New Mexico, August 19, 2000. Pipeline Accident Report NTSB/PAR-03/01, Washington, D.C. (USA), <https://www.ntsb.gov/investigations/AccidentReports/Reports/PAR0301.pdf> [Letöltve: 2023. 10. 31.]
- Newman, J. C., Jr. (1997) The merging of fatigue and fracture mechanics concepts: a historical perspective. In: Underwood, J. H., Macdonald, B. D., & Mitchell, M. R. (eds) Fatigue and Fracture Mechanics: 28th Volume, ASTM STP 1321. American Society for Testing and Materials, pp. 3–51.
- Polak, J. (2000) Fatigue-cyclic Behaviour. In: Miannay, D., Costa, P., Francois, D., & Pineau, A. (eds) Advances in Mechanical Behaviour, Plasticity and Damage. Proceedings of EUROMAT 2000. Elsevier, Vol. 1. pp. 29–40.
- Rittinger, J. (2006) Hegesztett szerkezetek kockázatelemzése. Anyagvizsgálók Lapja, Vol. 16. No. 4. pp. 128–132. Elektronikus folyóirat, https://epa.oszk.hu/04600/04631/00060/pdf/EPA04631_anyagvizsgalok_lapja_2006_4.pdf#page=10 [Letöltve: 2023. 10. 31.]
- Schijve, J. (1996) Predictions on fatigue life and crack growth as an engineering problem. A state of the art survey. In: Lütjering, G., & Nowack, H. (eds) Proceedings of the Sixth International Fatigue Congress (FATIGUE'96). Elsevier, Vol. II. pp. 1149–1164.
- Schijve, J. (2010) Fatigue of Structures and Materials. Springer Science – Business Media, B. V.
- SZTFH (2022) 26/2022. (I. 31.) SZTFH rendelet a szénhidrogén szállítóvezeték biztonsági követelményeiről és a Szénhidrogén Szállítóvezeték Biztonsági Szabályzatáról