

LOKALIZÁCIA A HODNOTENIE ZAŤAŽENIA ZASYPANÉHO POTRUBIA POMOCOU DRONU

Jan VYTRÍŠAL

Anotácia

Zatiaľ čo potrubia zohrávajú významnú úlohu v energetickej infraštruktúre, ich potenciál pre vplyv na životné prostredie je potrebné starostlivo riadiť a zmiernovať monitorovaním a zodpovednými prevádzkovými postupmi. A hoci potrubia jasne ukázali, že sú najbezpečnejším a najspoľahlivejším spôsobom prepravy energie, môžu zlyhať a zlyhávajú. Prevádzkovatelia potrubných systémov naďalej hľadajú spôsoby, ako zlepšiť bezpečnosť a spoľahlivosť svojich aktív, aby boli poruchy čo najmenšie. Na zlepšenie manažmentu bezpečnosti a spoľahlivosti potrubí vyvinula spoločnosť Skipper NDT vlastný vstavaný systém lokalizácie potrubia namontovaný na drone s cieľom získať vysoko presné digitálne údaje o lokalizácii zakopaných potrubí. Táto technológia umožňuje získavanie presných údajov o polohe s vysokou hustotou, ktoré možno využiť aj na posúdenie napätí vznikajúcich pohybom pôdy.

Kľúčové slová: inšpekcia potrubia, lokalizácia potrubia, zosuvné územia

Zabezpečenie bezpečnej a spoľahlivej prevádzky potrubí predstavuje niekoľko výziev, ktoré musia prevádzkovatelia potrubí riešiť a neustále ich zlepšovať prostredníctvom vývoja, overovania a aplikácie nových technológií a technických riešení. V súlade s týmito výzvami sa prevádzkovatelia tiež musia prispôbovať novým predpisom, očakávaniam verejnosti a požiadavkám akcionárov, ktorí zvyšujú zložitost' a tlak na udržanie a zlepšenie bezpečnosti a spoľahlivosti a na minimalizáciu pravdepodobnosti a následkov incidentov.

Vzhľadom na to, že sa neustále spoliehame na energetické potrubia spojené so zložitými výzvami a potenciálom vplyvu na životné prostredie, musia prevádzkovatelia neustále pracovať na tom, aby zostali o krok pred potenciálnymi hrozbami, aby bolo možné zabrániť ich následkom alebo ich minimalizovať. Inovácie zohrávajú významnú úlohu pri zlepšovaní riadenia integrity potrubí a môžu mať významný vplyv na nepretržitú bezpečnú dodávku energie s nízkym dopadom a minimalizovať potenciálne vplyvy na životné prostredie vyplývajúce z nehôd.

Programy riadenia integrity potrubných sietí (PIM) zabezpečujú riadenie a zmiernovanie množstva hrozieb a následkov. Mnohé z nich majú priame väzby na prostredie, ktorým priamo prechádzajú a ktoré môžu nepriamo ovplyvniť. Keďže sa nariadenia a očakávania spoločnosti naďalej zameriavajú na zlepšenie riadenia nášho prirodzeného prostredia, prevádzkovatelia potrubí sa musia zamerať na neustále zlepšovanie svojich programov riadenia integrity, aby s týmito požiadavkami udržali krok.

Zhromažďovanie presných údajov o polohe potrubia môže byť náročné a nákladné vo všetkých situáciách a na všetkých miestach, avšak vzostup inovatívnych systémov založených na dronoch na lokalizáciu a mapovanie podzemných oceľových konštrukcií a vyradenej infraštruktúry spoločnosti Skipper NDT (viď. obrázok 1) ponúka prevádzkovateľom inovatívne a nákladovo efektívne riešenia. riešiť tieto výzvy spoľahlivo a presne. Tieto technológie umožňujú neustále zlepšovanie programov

riadenia integrity, čím zaisťujú ochranu kritickej ekonomickej infraštruktúry, ako aj trvalú bezpečnosť životného prostredia a ľudí.

Zariadenie je skonštruované ako vstavaný systém, ktorý možno jednoducho namontovať na ľubovoľný dron (viď. obrázok 1).



Obr. 1 Sonda lokalizátora na drone DJI M300

Hlavnými komponentmi systému sú:

- Štyri trojzložkové magnetometre,
- Prijímač globálneho navigačného satelitného systému (GNSS) v reálnom čase s presnosťou na centimetre,
- Inerciálna meracia jednotka (IMU),
- Telemetrické snímače merajúce vzdialenosť medzi magnetometrami a zemou,
- Vlastná elektronická karta na zber dát, digitalizáciu a synchronizáciu.

Systém tvoria dva primárne senzory (magnetometre a GNSS) na získavanie magnetických údajov. Z nich sú obzvlášť dôležité magnetometre, pretože dokážu merať tri zložky magnetického poľa pri vzorkovacej frekvencii 1000 Hz so zaťažením 112 g na senzor.

V porovnaní s klasickými magnetometrami majú magnetometre použité v zariadení senzory, ktoré sú celkovo ľahšie a odolnejšie, so vzorkovacou frekvenciou, ktorá je desať až stokrát vyššia, vďaka čomu sú vhodnejšie pre použitie na dronoch.

Jednou z výrazných výhod sensorov je, že dokážu zachytiť 3-D zložky magnetického poľa, čo umožňuje kompenzovať magnetický efekt zabudovaného zariadenia a dronu. Vďaka tomu je možné systém prispôbiť rôznym vektorom bez potreby vlastnej charakterizácie.

Je však dôležité poznamenať, že tieto magnetometre nie sú absolútnymi prístrojmi a môžu obsahovať chyby súvisiace s posunmi, citlivosťou a uhlom (neortogonalita), ktoré sú kompenzované prostredníctvom vhodného kalibračného protokolu a patentovanej technológie s úpravou v softwari.

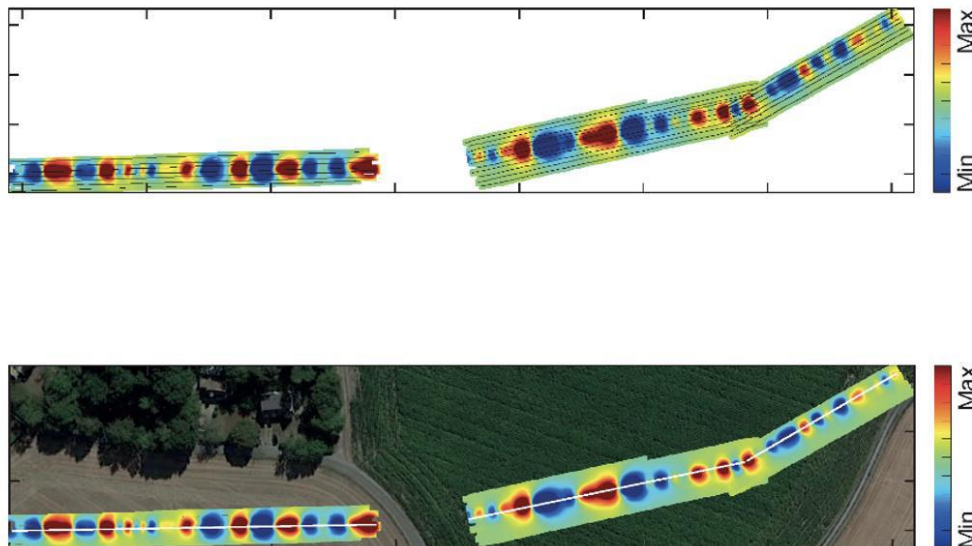
3D lokalizácia polohy potrubia

Spoločnosť Skipper NDT vyvinula automatický viackrokový postup na odvodenie profilov polohy podzemných potrubí. Prvý krok zahŕňa automatickú kontrolu založenú na drone, ktorá zahŕňa vymedzenie hranice kontrolovanej oblasti a definíciu trajektórie dronu (viď. obrázok 2).

Tento krok umožňuje zber údajov z ťažko dostupných alebo nebezpečných oblastí a zabezpečuje efektívne a bezpečné vykonanie kontroly. Druhý krok zahŕňa následné spracovanie a prieskum údajov, ktorý zahŕňa kalibráciu údajov na zníženie šumu a končí generovaním magnetickej mapy (viď. Obrázok 2).

Tento krok tiež zaisťuje, že zhromaždené údaje sú presné a spoľahlivé a magnetická mapa poskytuje komplexný prehľad o prostredí potrubia. Tretí bod zahŕňa magnetickú inverziu na odvodenie XYZ polohy a hĺbky krytu potrubia.

Typický dátový rozstup je 0,5 m, pretože pre väčšinu prevádzkovateľov nie je potrebné mať vyššiu definíciu trajektórie ich potrubia na účely určovania polohy. Tento dátový odstup možno zmenšiť na 0,05 m bez interpolácie. To poskytuje údaje o veľmi presnom umiestnení potrubia.



Obr. 2: Kontrolovaná oblasť a definícia trajektórie dronu (dole), zodpovedajúci analytický signál (hore).

Oblasti s vysokými rizikami (HCA)

Potrubia v oblastiach s vysokým rizikom (HCA) sú definované pre potrubné systémy blízkosťou obyvateľstva v blízkosti potrubia a pre potrubia na prepravu tekutín blízkosťou obyvateľstva, zdrojov pitnej vody, komerčne splavných vodných ciest a citlivých environmentálnych oblastí. Potrubia HCA vyžadujú vyššiu úroveň inšpekcie, monitorovania a zmierňovania, čo môže predstavovať problémy pri stanovovaní priorít zdrojov, zavádzaní a rozhodovaní.

Potrubia v rámci HCA musia mať presné a aktuálne údaje o presnej XYZ polohe potrubia, okrem aktuálnych prevádzkových údajov, kontrolných údajov a údajov o obchôdkach, ako aj údaje o akejkolvek potenciálnej zmene podmienok potrubia a okolitého prostredia.

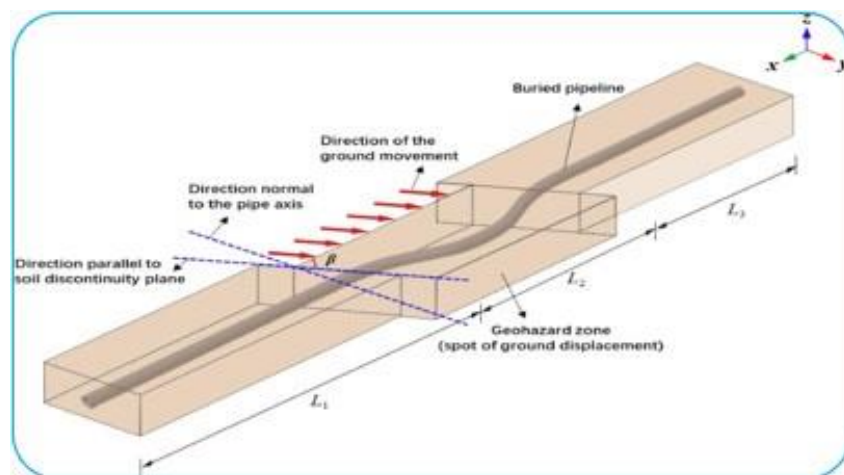
Zosuvné územia

Riadenie potrubí prevádzkovaných v oblastiach náchylných na zosuvy je náročná úloha, ktorú znásobuje niekoľko faktorov:

- Zmeny vo frekvencii a intenzite významných poveternostných udalostí ovplyvňujú prostredie zasypaných potrubí novými spôsobmi a rýchlo.
- Prevádzkovatelia potrubí majú obmedzené možnosti priameho merania zasypaných potrubí.
- Môžu byť umiestnené spoločne v rámci HCA.

Komplexná zložitosť podzemného prostredia (zasypaného potrubia) si vyžaduje inovatívne riešenia a pokročilé technológie na zabezpečenie proaktívneho monitorovania a účinných stratégií na zmiernenie rizík.

Potrubia prechádzajúce oblasťami s výskytom zosuvných území (vid'. obr. 3 a 4) musia mať okrem priebežného monitorovania okolitého prostredia (pôda, zrážky, erózia a pod.) presné a aktuálne údaje o presnej XYZ polohe potrubia. Vďaka aktuálnym a častým vysokokvalitným údajom o presnom umiestnení a geometrii potrubia spolu s pravidelnou analýzou deformácie v ohybe môže prevádzkovateľ pochopiť tieto zmeny polohy potrubia v zosuvných oblastiach, aby bolo možné použiť vhodné zabezpečenie.



Obr. 3 Zataženie potrubia na zosuvnom území

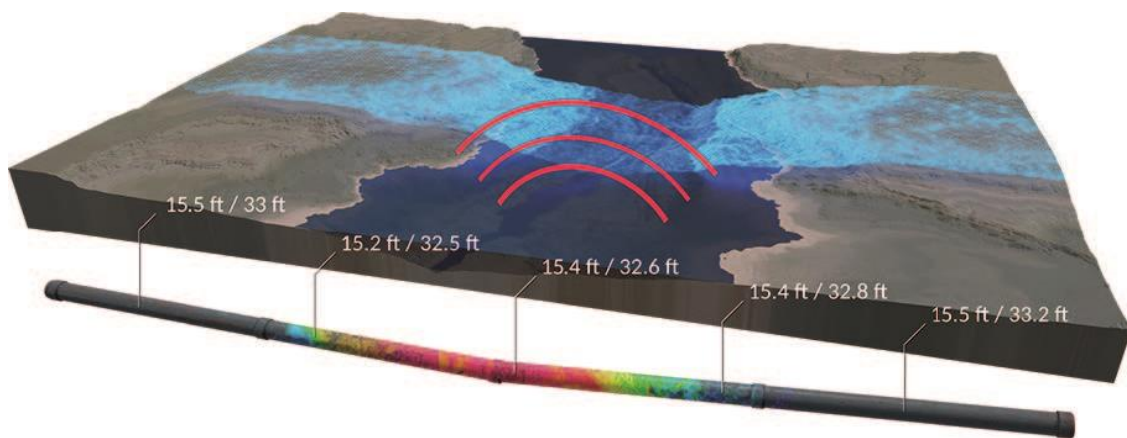


Obr. 4 Príklad zataženia potrubia na zosuvnom území

Prechody cez vodné toky

Prechody cez vodné toky sú typicky aktívnym nebezpečenstvom najmä počas povodní. Nedávne zmeny počasia viedli k nárastu extrémnych udalostí s výdatnými dažďami, suchozemskými záplavami a pobrežnými záplavami. Tieto udalosti majú priamy vplyv na potrubia, ktoré ich križujú. Vyčistenie koryta, erózia brehov a vytrhávajúce rieky môžu viesť k významným poruchám potrubia. Rovnako ako v prípade zosuvných území, aj prechody cez vodné toky sú často zaradené v rámci HCA.

Potrubia pretínajúce dynamické vodné útvary sa okrem informácií o samotnom vodnom útvare (rieke, hladina, prietok, zmeny brehov atď.) spoliehajú na presné a aktuálne údaje o presnej polohe potrubia XYZ (viď. obr. 5). Schopnosť pravidelne a presne zbierať údaje XYZ pre príslušné potrubie umožňuje prevádzkovateľovi sledovať a analyzovať trendy v zmenách kľúčových faktorov a predvídať problémy skôr, ako spôsobia škodu.

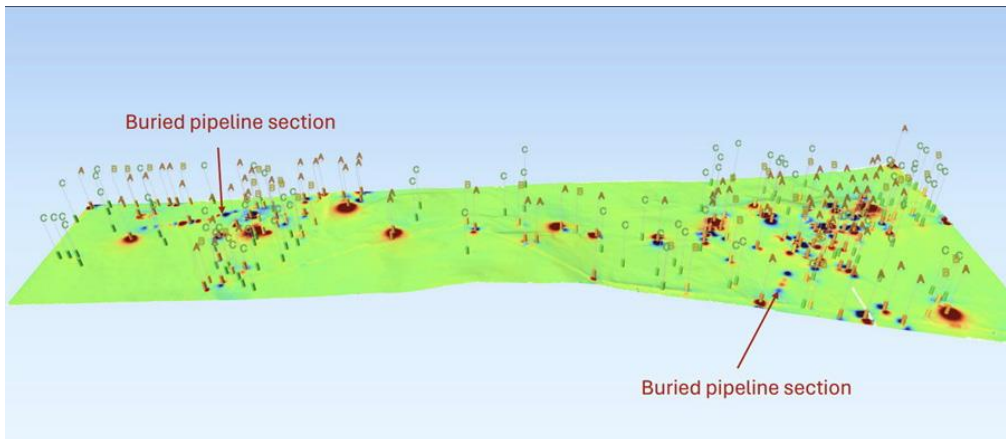


Obr. 5 Znárodnenie zaťaženia potrubia pod korytom vodného toku

Nová výstavba

Nová výstavba je naďalej obrovskou výzvou, ktorá sa vyznačuje vysokými nákladmi, regulačnými prekážkami a často čelí obavám verejnosti. Zložitá súhra rôznych zainteresovaných strán, vrátane regulačných orgánov a skupín verejného záujmu, toto úsilie ešte viac komplikuje, čo vedie k menšiemu počtu nových projektov, ktoré sa plánujú a schvaľujú, a narastá význam hľadania zlepšení v riadení starnúcich najmä diaľkovodných potrubných systémov. Ak je to možné, často existujú konštrukcie z minulosti (pod a nad zemou), ktoré je potrebné riadne zohľadniť pri plánovaní výstavby, aby sa predišlo nákladným neplánovaným prerušeniam počas výstavby.

Mnohé nové stavebné projekty sa považujú za projekty „na zelenej lúke“, ktoré môžu byť ovplyvnené existujúcimi starými konštrukciami (viď. obr. 6 - staré zasypané potrubia, elektrické káble a pod.) so slabými alebo žiadnymi záznamami. Tieto konštrukcie sú často zasypané pod zemou a keď sa s nimi staviteľ počas výstavby neočakávane stretne, môžu spôsobiť nákladné oneskorenia a zmeny objednávok. Predprojektový zber údajov môže zmierniť túto výzvu a umožniť stavebným tímom plánovať podľa toho.



Obr. 6 Príklad zhodnotenia záujmového územia s ohľadom na ocelové konštrukcie pod zemou

Vyradené a opustené konštrukcie

Okrem problémov s prevádzkou potrubí môžu staršie aktíva, najmä vyradené a opustené potrubia a studne, slúžiť ako potenciálne kanály pre eróziu podpovrchovej vody a úniky metánu alebo CO₂.

Vyradené a opustené konštrukcie sú výzvou pre vlastníkov aj regulačné orgány. Mať technológiu, ktorá dokáže efektívne a efektívne lokalizovať a zmapovať tieto konštrukcie (viď. obr. 6), je prvým krokom v procese uistenia sa, že sú riadne vyradené z prevádzky a nepredstavujú žiadne trvalé bezpečnostné alebo environmentálne riziko.

Technológia Skipper NDT prešla rozsiahlym testovaním a overovaním v teréne. Dôležitou výhodou použitých snímačov je ich schopnosť zachytenia 3D zložiek magnetického poľa. Použitím tejto funkcie spoločnosť Skipper NDT vyvinula vlastný protokol (software) umožňujúci kompenzovať akékoľvek vychýlenie snímača umožňujúce zvýšiť natívne rozlíšenie snímačov až 25-krát.

Využitím najmodernejšieho hardvéru a softvéru vytvára snímač (lokalizátor) spoločnosti Skipper NDT plne funkčnú automatizovanú magnetickú technológiu, ktorá umožňuje presnú identifikáciu a lokalizáciu potrubí s pozoruhodnou úrovňou presnosti.

Pokročilé riešenie spoločnosti Skipper NDT je navrhnuté tak, aby zefektívnilo úlohy inšpekcie a výkopových prác, čo vedie k zvýšeniu efektívnosti kontroly. Tým, že technológia Skipper NDT umožňuje dokončiť obe úlohy v ten istý deň, skracuje čas odozvy o viac ako mesiac. Využitím priebežných vyhodnotení na mieste počas meraní poskytuje táto technológia usmernenie pre výkopové práce v ten istý deň tzv. v reálnom čase.

Autor:

Ing. Jan Vytřísal, MBA
 generálny riaditeľ
 SEPS, a.s.
 Pri smaltovni 4, 85101 Bratislava
 Tel.: +421 (0)2 68 245 720 E-mail: jan.vytrisal@sepssk.sk