Revize TPG 920 25 – změny a jejich důvody a nově legislativně zakotvené postupy a doporučení

Revision of TPG 920 25: Changes, Rationale and Newly Legislated Procedures and Recommendations

Autor: Daniel Hlinomaz

PPD, a.s.

Souhrn:

Loni byla ukončena náročná revize TPG 920 25, která řeší protikorozní ochranu (dále PKO) v oblastech s bludnými proudy a vliv proudového pole AU na okolní konstrukce. Problematické je nenalezení konsensu odborníků PKO na postupu při umísťování cizích staveb do pásma vlivu AU. Druhou komplikovanou oblastí je mezirezortní přesah, kdy bylo třeba sladit postupy „plynárenských korozních specialistů s technickými a ekonomickými potřebami z oblasti výstavby a provozu kolejové elektrifikované dopravy. Článek přibližuje tuto problematiku, popisuje, jak a proč byly dané věci vypořádány, seznamuje s novými odstupovými vzdálenostmi od anodového uzemnění včetně ostatních změn, které v předpisu proběhly.

Summary:

Last year saw the completion of a demanding revision of TPG 920 25, which addresses cathodic protection (CP) in areas with stray currents and the influence of the AU current field on surrounding structures. The problem is that CP experts have not reached a consensus on the procedure for placing foreign structures in the AU influence zone. Another complicated area is interdepartmental overlap, where it was necessary to harmonize the procedures of „gas corrosion experts“ with the technical and economic needs of the construction and operation of electrified rail transport. The article outlines this issue, describes how and why these matters were resolved, and introduces the new clearance distances from anodes, including other changes that have been made to the regulations.

Klíčová slova

Bludné proudy; korozní průzkum; EPD – elektrická polarizovaná drenáž; SKAO – stanice katodické ochrany; pásmo vlivu AU; proudová hustota, aktivní protikorozní ochrana; TPG

Key Words

Stray currents, Corrosion survey, EPD – electrically polarized drainage, SKAO – cathodic protection station, AU influence zone, Current density, active corrosion protection, TPG

Úvod

Od roku 2022 byla plánovaná revize TPG 920 25 se zadáním zestručnění a modernizace předpisu, zapracování změny Z1, doplnění požadavků pro SKAO s malým výstupním výkonem pro potrubí s PE izolací a modernizace poznatků okolo umísťování a provozu izolačních spojů v oblastech s bludnými proudy. Tato revize včetně obsáhlé diskuse probíhala v letech 2023 až 2024, kdy počátkem roku 2025 byl předpis schválen (12. 2. 2025) a vstoupil v platnost od 1. 3. 2025.

Předpis byl velmi rozsáhlý a obsahoval mnoho požadavků, které plynárenské podniky nemohou dostatečně ovlivnit. Pro příklad se jednalo o požadavky na výstavbu a provoz měníren elektrifikovaných tratí. Zároveň tělo předpisu obsahovalo mnoho upřesňujících či vysvětlujících detailů, místo aby tyto byly uvedeny pouze jako poznámky nebo byly uvedeny v příloze (pokud byly třeba nebo bylo vhodné je zachovat).

Revize se snažila tyto těžko realizovatelné nebo zbytné části (včetně rozsáhlé obrazové přílohy s obecnými postupy, patřící spíše do učebnice) vypustit či přesunout do poznámek. Současně byla snaha zachovat jádro předpisu tak, aby to nebyl de facto nový předpis na dané téma, ale pouze rozsáhlejší revize. To bylo poměrně náročné a svazující. Z nově zapracovaných či přepracovaných témat, která stojí za zdůraznění v úvodu a dále budou detailněji pojednána, uvedu zavedení práce s aritmetickým průměrem proudové zátěže přepočtené na určité období (zpravidla rok), úprava rizikové hodnoty proudového pole vystupujícího z plynovodu, definice korozních průzkumů při elektrizaci kolejové dopravy, doplnění pásem vlivu okolo AU pro anody s malým výstupním proudem a pro flexibilní anody, doporučení jednotného typového označení anod a doporučení pro regulaci interference přes pevné odpory.

Diskuse okolo znaleckého posudku při umísťování korozi podléhajících konstrukcí do pásma vlivu anod

Stanice katodické ochrany (SKAO) je pro cizí konstrukce zdrojem bludných proudů zejména okolo anod, kde je příliš silné proudové pole a tím pádem hrozí rychlejší korozní degradace cizích konstrukcí (jako jsou ocelové vodovody, zemnicí pásky, železobetonové konstrukce atd.). TPG 920 25 proto stanovuje pro korozi podléhající konstrukce minimální odstupy od anod tak, aby byla zajištěna jejich předpokládaná životnost. Vzdálenost od anod se liší podle jejich typu.

Ne vždy je možné a hlavně nutné tyto vzdálenosti dodržet. Obsahují totiž určitou rezervu pro nepříznivé geologické podmínky. Proto TPG připouští možnost, že po posouzení znaleckým posudkem, vycházejícím z provozních parametrů SKAO, geologických podmínek a znalosti plánované stavební konstrukce, může znalec stanovit podmínky pro umístění stavby v pásmu vlivu. Na příklad se jedná o zvýšení hmotnosti armování, vyšší třídu betonu, zdvojení zemnicího pásku a jeho uložení do betonového lože a podobně. V zásadě se jedná o málo nákladná opatření, pokud je toto podchyceno v rámci projektové přípravy.

Horizontální anody v jednoduchých geologických podmínkách mimo hustou zástavbu by bylo možné posuzovat zjednodušeným postupem. Zejména v městském intravilánu a složitých geologických podmínkách nelze postup zobecňovat a znalecký posudek bude vždy potřebný

Několik let probíhá mezi odborníky na protikorozní ochranu v plynárenských společnostech diskuse o revizi tohoto předpisu, a to zejména z důvodu jeho požadavku na znalecký posudek při umísťování korozi podléhajících staveb do pásma vlivu anod. Hlavní argument je, že v České republice scházejí soudní znalci, kteří by mohli posudky zpracovávat (odhadem se jedná o potřebu nižších jednotek posudků ročně na celou ČR). Je pravda, že zejména horizontální anody v jednoduchých geologických podmínkách mimo hustou zástavbu by bylo možné posuzovat zjednodušeným postupem. Pro představu by se jednalo o spočítání typových příkladů pro běžné rozměry horizontálních AU. Na jejich základě by byly vytvořeny grafy s rezistivitou a výkonem SKAO, z čehož by následně šlo odečítat minimální vzdálenosti pro stavby. Na druhou stranu se autor článku a někteří kolegové domnívají, že zejména v městském intravilánu a složitých geologických podmínkách nelze postup zobecňovat a znalecký posudek bude vždy potřebný.

Vzhledem k tomu, že není zpracován a odborníky prodiskutován zjednodušený postup pro posuzování horizontálních anod mimo aglomerace, nebylo možné tuto problematiku v předpisu zohlednit. Je to téma, na kterém je třeba dále pracovat a reflektovat jej v další revizi.

Autor článku spolu s redakcí plánují v blízké době tuto problematiku rozebrat víc do hloubky v samostatném příspěvku pro tento časopis.

Vlastní revize

Jak bylo v úvodu zmíněno, hlavní snahou bylo předpis zjednodušit a zestručnit. Vzhledem k doplnění mnoha nových věcí není tak krátký, jak bylo původně zamýšleno. Nicméně bylo vypuštěno mnoho pasáží, které jen popisovaly dnes již mezi odborníky obecně známé věci, pasáže okolo požadavků na provozovatele neplynárenských zařízení a výrazného zestručnění dosáhly i přílohy. Snaha

byla přiblížit se stavu, kdy předpis říká „musíte“, „doporučuje se“ a „nesmíte“. Toho nebylo bezvýhradně dosaženo, jelikož byla potřeba upozornit na věci, které nejsou v praxi plně zažité.

Termíny a definice, zkratky a značky

Zde došlo ke sjednocení terminologie a zkratek pro různé varianty anod (UA – uzemňovací anoda) včetně případného systematického doplnění (například UAF – uzemňovací anody flexibilní). Byl zaveden termín „Maximální průměrný roční výstupní proud“, který vyjadřuje maximální aritmetický průměr výstupního proudu, který může být dodán ze zdroje dané stanice katodické ochrany během jednoho roku, a „Uzemňovací anoda horizontální malá“, kdy se zpravidla jedná o FeSi nebo MMO Ti anody umístěné na malé ploše o straně maximálně 10 m. Relativně vysoký odpor okolo těchto malých UA je korigován usměrňovačem s vyšším výstupním napětím. Používá se zpravidla při potřebě malého výstupního proudu do 1 respektive 2 A. Pro tyto anody jsou stanovena nová pásma vlivu – viz níže. Dále bylo v této části zdůrazněno, že EPD – elektrická polarizovaná drenáž – není drážní zařízení (je jím pouze kabel od drážního zařízení k pojistce v EPD) a že svým principem fungování významně snižuje odpor obvodu bludných proudů, čím významně zvyšuje jejich tok chráněnou konstrukcí. Z tohoto důvodu se musí volit až jako poslední řešení.

Všeobecně

Bylo zde zdůrazněno několik postupů, které nejsou v praxi vždy využívány nebo dostatečně známy.

V bodě 3.8. se upřesňuje, že (volně cituji) „snížení velikosti bludných proudů a tím i podstatného omezení požadavků na zařízení aktivní ochrany lze dosáhnout:

- zvyšováním jejich podélného odporu (vsazením IS zpravidla s regulačním odporem – k regulaci se doporučuje využívat spolehlivé pevné odpory),
- zvyšováním přechodového odporu konstrukce – půda, to znamená zejména opravami izolací,
- zvyšováním přechodového odporu mezi konstrukcemi (jedná se zejména o styky s cizími konstrukcemi).

Tato opatření se dle charakteru realizují na anodických, katodických i přechodových oblastech.

Tato část upozorňuje na to, že je žádoucí se zaměřovat nejen na anodické oblasti, kde dochází k vlastní korozi, ale i na katodické úseky, kde bludné proudy do potrubí vstupují. Pokud zabráníme jejich vstupu, nemohou pak vystupovat a způsobovat korozi. Nejméně exponované jsou tak přechodové oblasti, kde bludné proudy pouze protékají, nebo dochází ke střídání vstupujících a vystupujících proudů nízké intenzity.

Dále se doporučuje (3.9.) v oblastech se silnými bludnými proudy a/nebo intenzivní APKO používat referenční elektrody s odděleným vzorkem, jelikož potenciálový kráter na vzorku ovlivňuje měřicí elektrodu a odpojený vzorek zase neposkytuje relevantní data (koroduje odlišně než potrubí). Vada izolace stejně jako vzorek sondy ovlivňuje přesnost měření, a to dle geologických podmínek v řádu i vyšších stovek mV (čím nižší rezistivita, tím větší vliv). Pokud vzorek oddělíme od elektrody a dle rezistivity jej dáme do vzdálenosti několika metrů, tak tento vliv výrazně eliminujeme.

> Rychlost úbytku korodovaného materiálu je přímo úměrná protékajícímu proudu v čase. Úbytek materiálu je tak přímo úměrný velikosti vytékajícího proudu v čase

V bodě 3.10. se uvádí, že rychlost úbytku korodovaného materiálu (zpravidla ocele) je přímo úměrná protékajícímu proudu v čase. Toto je důležitá část zmíněná již v úvodu. Úbytek materiálu je způsoben vytékajícím proudem. Koroze je elektrochemický děj, to znamená, že bez možnosti toku proudu neprobíhá. Úbytek materiálu je tak přímo úměrný velikosti vytékajícího proudu v čase. Nelze se proto zaměřit pouze na špičky proudové hustoty vystupujícího proudu, ale je třeba uvažovat o jeho „ploše“ za určitý čas (tedy o aritmetickém průměru). A zde je v poznámce i toto vysvětlení: „Z tohoto důvodu je třeba uvažovat o průměrných ročních zátěžích konstrukcí (například u SKAO stanovení maximálního průměrného ročního výstupního proudu nebo u korozní rychlosti potrubí o maximální průměrné roční proudové hustotě).“

Kritéria omezení interference bludnými proudy

Všechna kritéria hodnocení korozního rizika byla ponechána v zásadě beze změny – mezi specialisty PKO s nimi byla spokojenost – kromě proudového kritéria. Zde došlo k výraznému přepracování včetně posunu v logice tohoto parametru. Původní předpis uvažoval pouze s limitní hodnotou proudové hustoty 43,1 $mA.m^{-2}$ s úbytkem materiálu 0,05 mm/rok a životností 40 let. Jako rezervu uvažoval, že je tato proudová hustota pouze špičková. Nicméně bez dlouhodobého měření se na to nelze spoléhat, a navíc se uvažuje pouze s rovnoměrným úbytkem materiálu. To ale zejména u koroze bludnými proudy neplatí. V těchto případech se běžně počítá s dvojnásobným úbytkem, respektive 50% využitelností materiálu. Z tohoto důvodu došlo k přepracování předpisu, kdy je proudová hustota 43,1 $mA.m^{-2}$ považována za ekvivalent již nechráněného potrubí, byť situace bez APKO by mohla být ještě horší (v extrémních případech může dojít k perforaci potrubí bludnými proudy v řádu měsíců). Vznikla tak zcela nová tabulka Tab. 1, která je v Příloze 3, kde je pro úplnou APKO uvažován pouze vstupující proud do potrubí. Dále do proudové hustoty

Obr. 1 – koroze bludnými proudy s APKO (korozní napadení je již pasivované ochranným proudem)

Korozní průzkumy se zavádějí z důvodu nových elektrizací kolejové dopravy nebo jejich rekonstrukcí, kdy dochází k výrazným změnám v korozní situaci v dané oblasti. Často docházelo k záměně korozního průzkumu pro železobetonové stavby tratě s korozním průzkumem ovlivňovaných inženýrských sítí

Jkor = 8,6 mA.m^{-2} s životností potrubí asi 100 let je uvažováno jako s částečnou ochranou a proudová hustota vystupujícího proudu Jkor = 17,2 mA.m^{-2} je považována za již limitní a vyžaduje sledování telemetrickým systémem.

Původní obr. 4 až 6 a původní tabulka 1 k této problematice byly pro nesrozumitelnost a z výše uvedených důvodů vypuštěny bez náhrady, respektive nahrazeny níže uvedenou jednoduchou tabulkou. Pro rychlou práci nová tabulka uvádí i přepočty na běžnou referenční sondu MS110.

Korozní průzkumy při elektrifikaci tratí

Zde se jedná o zcela novou kapitolu, jejíž podstatné části odcituji. Zavádí se z důvodu častých nových elektrizací kolejové dopravy nebo jejich rekonstrukcí, kdy dochází k výrazným změnám v korozní situaci v dané oblasti. V plynárenských společnostech nebyl jednotný postup, a i projektanti kolejové dopravy postupovali rozličně. Jejich legislativa tuto problematiku sice řešila, ale nedostatečně, a ne zcela srozumitelně. Často docházelo k záměně korozního průzkumu pro železobetonové stavby tratě (mosty, tunely a podobně, kdy se hlavně měří proudová pole v těsné blízkosti železnice) s korozním průzkumem ovlivňovaných inženýrských sítí. Projektanti pak chtěli zadávat měření jen v těsné blízkosti tratě (řádově do 50, maximálně 100 m od tělesa dráhy) a projednání řádného korozního průzkumu, kdy zejména stejnosměrná železnice ovlivňuje korozní situaci do vzdálenosti vyšších kilometrů, byl značný problém.

Proto byly definovány tři, respektive čtyři stupně korozního průzkumu. První byl vyčleněn na žádost kolegů ze správy železnic, aby mohli při přípravě stavby plánovat prostředky na projektovou přípravu. My je běžně realizujeme v rámci 2., tedy referenčního korozního průzkumu.

Korozní průzkumy bludných proudů na plynárenském zařízení (KP BP PZ) je doporučeno realizovat v následujících časových milnících stavby:

1. Příprava referenčního KP BP PZ – posouzení možného vlivu bludných proudů stavby na PZ a návrh měřicích míst má na základě mapových a provozních podkladů určit předpokládaný rozsah měření tak, aby

Tabulka korozních rychlostí Jkor při vystupujícím proudu z potrubí a tomu odpovídající životnosti potrubí (úbytku Fe v mm)

		vystupující proud JKOR mA/m²	vystupující proud JKOR μA/m²	vystupující proud JKOR mA/100cm²	úbytek za rok mm/rok	životnost při úbytku 1 mm TEORETICKÁ (K=1) roky	životnost při úbytku 1 mm REÁLNÁ (K=0.5)* roky	životnost při úbytku 2 mm REÁLNÁ (K=0.5)* roky	poznámky
Úplná APKO	vstupující	vstupující proud	vstupující proud	vstupující proud	0	neomezeně	neomezeně	neomezeně	
Částečná APKO	do hodnoty	0,1	100	0,000	0,000	8 612	4 306	8 612	dle ČSN 03 8375 limit pro velmi agresivní půdy
	do hodnoty	1,0	1 000	0,001	0,001	861	431	861	
	do hodnoty	4,3	4 306	0,043	0,005	200	100	200	
	do hodnoty	8,6	8 612	0,086	0,010	100	50	100	
Limitní APKO	do hodnoty	17,2	17 224	0,172	0,020	50	25	50	
Nechráněné zařízení	do hodnoty	43,1	43 059	0,431	0,050	20	10	20	původní limitní hodnoty před revizí TPG 920 25
	nad hodnotu	≥ 43.1		≥0.431	nad 0.050	pod 20	pod 10	pod 20	

korozní rychlost Fe - 9.127 kg Fe na 1A za rok
hustota Fe - 7860 kg/m³
**pro reálnlnou životnost je uvažován koeficient nerovnoměrnosti koroze K=0.5*

investor a projektant věděli, s čím v dalších stupních počítat. Byl to jeden ze zásadních požadavků Správy železnic, aby byli schopni připravit rozpočty pro další stupně svých projektů.

2. Referenční KP BP PZ – provádí se před zahájením stavby/opravy tak, aby byly známy podmínky před tím, než dojde ke změně způsobené stavbou. S těmito daty se porovnává další stupeň korozního průzkumu, který probíhá po provedení stavby. Často je s tímto stupněm KP spojen návrh opatření. Je to z toho důvodu, že je známá situace na plynárenském zařízení a současně ze známých principů toků bludných proudů lze usuzovat na nejexponovanější místa, kde by bylo vhodné či možné realizovat efektivní APKO.

3. Kontrolní KP BP PZ – probíhá po uvedení stavby do zkušebního provozu. Pokud nedojde ke zhoršení, tak je tímto měřením a jeho vyhodnocením zapojení korozního oddělení plynárenské společnosti v daném projektu ukončeno. Pokud dojde ke zhoršení, je třeba nevrhnout a realizovat opatření, které se pak kontrolují dalším stupněm KP.

4. Ověřovací KP BP PZ – pokud v kontrolním korozním průzkumu bude zjištěno zhoršení situace a budou aplikována z toho plynoucí opatření. Tímto průzkumem se ověřuje jejich účinnost. Provádí se po každém doplnění protikorozních zařízení.

Korozní průzkum probíhá na místech vybraných provozovatelem liniové konstrukce v součinnosti s investorem (to je zmíněný 1. korozní průzkum, takzvaná příprava). U DC (stejnosměrných) železničních tratí je vliv v řádu vyšších kilometrů měřeno kolmo od tratě (vliv může být i přes 15 km; KP se zpravidla dělá v rámci nižších jednotek km), u AC (střídavých) železničních tratí se jedná o stovky metrů a u DC tramvajových tratí se jedná také o stovky metrů. Tomuto rozsahu je třeba přizpůsobit i rozsah korozního průzkumu. Ostatní elektrifikované tratě se posuzují analogicky (u DC tratí čím větší napětí trolej – kolej, tím větší dosah jejich vlivu).

U DC (stejnosměrných) železničních tratí je vliv v řádu vyšších kilometrů

Synchronizovaná měření by měla trvat minimálně 8 hod se záznamem minimálně jedné dopravní špičky v běžný všední den (ne mezi svátky a podobně) bez výluk a anomálií na elektrifikované trati. Doporučuje se monitoring 24 hod v běžný všední den.

Při DC elektrifikaci se zpravidla měří základní parametry zdrojů APKO (EON, EOFF, IUS, UUS, Rsmyčky, RAU, IEPD, REPD atd.) v řešené oblasti a dále na vybraných místech potenciál potrubí – půda EON, proudová hustota do/ze vzorku JKOR a na vhodných měřicích bodech tok proudu konstrukcí (směr a velikost), případně další doplňková měření, jako je proudové pole a rezistivita půdy a podobně. U AC elektrifikace se postupuje analogicky (praxe měření zde není ustálená). Je vhodné sledovat výkony DC zdrojů (měniren a podobně).

Zde bych upozornil, že kromě zaběhnutých opatření v podobě budování EPD a SKAO je možné pracovat i se vsazováním IS – izolačních spojů (ideálně do přechodových oblastí) a regulací přes ně tekoucích bludných proudů pevnými výkonovými odpory. Praxe také ukazuje, že projektová příprava a realizace opatření až po uvedení tratě do zkušebního provozu, kdy je zjištěno zhoršení stavu PKO, je velmi obtížně realizovatelná. Důvodem jsou jednak složité vlastnické poměry u potřebných pozemků a jejich projednání a jednak to, že investor má prostředky na realizaci stavebních prací jen do ukončení stavby a není tak schopen během zkušebního provozu, trvajícího zpravidla 1 rok, zajistit návrh a projekt opatření, projednání pozemků a zajištění finančního krytí.

Navrhování aktivní PKO (APKO)

V článku 5.2.3 je zdůrazněno, že při navrhování PKO, respektive APKO se musí postupovat „od pasivnějších metod k aktivnějším“, tedy:

- nejprve volíme vhodnou trasu
- poté navrhujeme pasivní ochranu
- následovně volíme APKO pomocí GA pro menší rozsahy APKO
- nebo APKO pomocí SKAO pro větší nebo náročnější aplikace APKO
- k EPD nebo ESA (z důvodu zvyšování toku bludných proudů chráněnou konstrukcí) se přistupuje pouze tam, kde pomocí SKAO nelze zajistit dostatečnou ochranu nebo SKAO nelze instalovat. I v těchto případech se doporučuje kombinace SKAO a EPD tak, aby výkon EPD mohl být co nejnižší.

Obr. 2 – nadzemní izolační spoj přírubový a propojovací objekt IS - POIS

Izolační spoje – IS

Dříve doporučené zdvojení IS s odstupem zhruba 20 m se již nedoporučuje, respektive je krajně nevhodné. Jednak se tím parametry IS nijak nezlepší, jelikož jsou IS relativně blízko u sebe, a navíc je proud stejně obtéká. Je třeba si uvědomit, že korozní děje působené bludnými proudy na potrubí neprobíhají v řádech metrů ani desítek metrů (vyjma interferencí při křížení konstrukcí), ale spíš vyšších desítek a stovek metrů až kilometrů. Kromě toho není rozumné na jednom místě proud zastavit – pouze tím vytvoříte jednu velkou anodickou oblast s výraznou korozí. Lepší je celý systém koncipovat tak, aby se co nejvíc blížil stavu „bez potrubí“. Je třeba si uvědomit, že ocel je velmi dobrý vodič a že potrubí, zejména větších průřezů, má velkou plochu vodiče. Jedná se tak o ekvipotenciály – se vzdáleností se jejich potenciál více méně nemění (až na úbytek způsobený tokem proudu) a mění se pouze půda okolo nich. Jsou to řádově lepší vodiče než půda, a to o několik řádů. Nabízí se tak logické řešení, kdy do trasy vsadíme izolační spoje (z elektrikářského pohledu do série) a osadíme je pevnými odpory v řádu 100 až 400 mΩ. Pokud jich takto umístíme několik za sebou (s odstupem v kilometrech; pro ty, co rádi čísla, řádově 1,5 až 3 km), dosáhneme těmito malými odpory vyšší kumulovanou hodnotu (odpory v sérii se sčítají) a vzhledem k rozestupu IS nebude docházet k jejich obtékání, jako v případě jednoho zdvojeného. Nevytvoříme tak výrazné anodické oblasti, ale současně výrazně zvedneme podélný odpor potrubí a dramaticky tak snížíme tok bludných proudů soustavou.

> Je třeba si uvědomit, že ocel je velmi dobrý vodič a že potrubí, zejména větších průřezů, má velkou plochu vodiče. Jedná se proto o ekvipotenciály – řádově lepší vodiče, než je půda

Interferenční propojka

Pro kontrolovaný tok interferujících proudů se používají interferenční propojky k propojení interferujících konstrukcí (v POIS, POB a podobně). Zpravidla se jedná o přímé galvanické propojení dvou konstrukcí (například dvou potrubí v POA), nebo propojení přes rezistor, polovodičový prvek, případně reostat. Při vsazování odporů se doporučuje k regulaci využívat spolehlivé pevné odpory před reostaty (variabilní odpor nastavovaný posuvníkem). Důvody jsou dva. Jednak s reostatem může kdokoliv pohnout tak, jak se mu zrovna hodí (správce druhé interferující sítě) nebo zlíbí (zvědavá mládež a podobně), a jednak vlivem oxidace kontaktů nejsou spolehlivé. Na jezdci, pokud se s ním pravidelně nepohybuje, vzniká přechodový odpor (měděnka). Pokud s ním bude provozovatel pravidelně hýbat, zase obtížně zajistí jeho přesné nastavení. Interferenční propojka musí být dostatečně dimenzovaná pro předpokládané toky špičkových proudů

Obr. 3 – vrtné práce pro vertikální anodu v intravilánu Prahy v sušších půdách

včetně odvodu tepla. To je důležité hlavně v blízkosti SKAO nebo železničních tratí, kde přes propojku mohou téct proudy o velikosti vyšších desítek A.

Omezení šíření bludných proudů zemnicími soustavami

Bod 7.2. upozorňuje na vliv proudového pole v zemi na měření potenciálu potrubí – půda. V oblastech se silnými bludnými proudy vzniká okolo jejich zdrojů proudové pole, které deformuje měření potenciálu potrubí – půda, a to až v řádu vyšších stovek mV (čím silnější zdroj, tím výraznější je vliv na měření). Měření tak neprobíhá ke vzdálené zemi, ale k zemi ovlivněné daným zdrojem bludných proudů. V případě kolísání tohoto zdroje bludných proudů (nestacionární pole) je tento vliv složité kvantifikovat. Tento bod souvisí s doporučením používat referenční sondy s odděleným vzorkem.

V bodě 7.6. se doporučuje snižovat interferenci mezi chráněnými plynovody a zemnicími soustavami: „Z důvodu snížení šíření bludných proudů všemi vodivými konstrukcemi (zejména plynovody a podobně) je doporučeno veškerou zemnicí soustavu (veřejné osvětlení, dopravní signalizace, bytové domy a tak dále) umísťovat minimálně 10 m od aktivně chráněných konstrukcí (plynovodů, vodovodů, produktovodů). V případech, kde to není možné, lze dané zařízení instalovat izolovaně a zemnicí soustavu umístit až do vzdálenosti 10 m od dotčené konstrukce. U konstrukcí s továrními PE izolacemi je možno tuto vzdálenost snížit.“ Doporučených 10 m vychází ze zvyklosti v oboru, kde je 10 m považováno za již dostatečné snížení interference se zemnicími soustavami (u VVN a VN stožárů, VTL RS a podobně). Opět je třeba si uvědomit, že proudová hustota klesá s druhou mocninou vzdálenosti.

Pásma vlivu uzemňovacích anod

Jak je uvedeno pod úvodem, SKAO jsou prostřednictvím svých anod zdroji bludných proudů, které mohou poškozovat korozi podléhající cizí konstrukce umístěné v jejich blízkosti. Běžně řešíme kolize se zemnicími soustavami zejména u veřejného osvětlení nebo rodinných a bytových domů, železobetonové konstrukce budov, mostů a podobně, méně často pak kolize s ocelovými vodovody a jinými sítěmi. Proto jsou stanovena minimální pásma okolo UA, kde by se tyto konstrukce neměly umísťovat. Tato pásma jsou stanovena již mnoho desítek let – původně v ČSN, dnes v TPG – a postupně se doplňují o nové varianty anod, které se zavádějí do praxe.

Níže uvedený seznam zachovává původní pásma a doplňuje je o malé horizontální anody a flexibilní anody. Výpočet velikosti pásma vychází z parametrů již platných pro horizontální anody v intravilánu s výkonem do 5 A (jelikož je u tohoto parametru uveden maximální výkon SKAO). Z tohoto uspořádání je vypočítáno proudové pole ve vzdálenosti 40 m od UA a následně

Pásma vlivu – Horizontální anody		
Uzemňovací anoda horizontální (UAH) Ochranné pásmo horizontálních AU je 1 m. Odstup trvalých nadzemních staveb z důvodu technologického přístupu k zařízení je minimálně 4 m.		
Horizontální AU (trubkové, FeSi, kombinované, hřebenové a podobně)		
Ius-r = bez omezení	PV – 100 m	h – zpravidla okolo 2 m
V zastavěných oblastech při rezistivitě půdy ρ≤ 100 Ωm:		
Ius-r ≤ 5 A	PV – 40 m	h – zpravidla okolo 2 m
Horizontální AU malá (UAH-m); (FeSi, Ti apod.) – délka UA do 10 m		
Ius-r ≤ 2 A	PV – 25 m	h – zpravidla okolo 2 m
Ius-r ≤ 1 A	PV – 18 m	h – zpravidla okolo 2 m
Flexibilní anody (UAF) (kabelová flexibilní AU, FeSi segmenty umístěné podle potrubí s rozestupem 2 až 15 m a podobně)		
Ius-r ≤ 1 A / 100 bm AU	PV – 7 m	h – v úrovni potrubí nebo málo pod

Pásma vlivu – vertikální anody		
Uzemňovací anoda vertikální (UAV) Ochranné pásmo vertikálních AU je 1 m. Odstup trvalých nadzemních staveb z důvodu technologického přístupu k zařízení je minimálně 10 m.		
Vertikální anodové uzemnění mělké (UAV-m) (FeSi, Ti, trubkové a podobně) – aktivní část začíná zpravidla těsně pod povrchem a celková hloubka AU bývá do 20 m až 30 m.		
Ius-r = bez omezení	PV – 60 m	h – 1 až 20 / 30 m
Vertikální anodové uzemnění hluboké (UAV-h) / Hloubkové anodové uzemnění (HAU) (FeSi, Ti a podobně) – aktivní část začíná minimálně 20 m pod povrchem (často hlouběji) a celková hloubka AU je minimálně 40 m (ale mohou být i výrazně hlubší)		
Ius-r = bez omezení	PV – 40 m úhlopříčně*	h – 20 až 40 / 60 m
** od začátku aktivní části k interferované konstrukci*		

je extrapolováno pro UA s malým výkonem, respektive flexibilní anody. Proudové pole – hlavní faktor korozní agresivity – je tak ve všech uvedených případech v pro ně stanovené vzdálenosti stejný.

Zde bych ještě zmínil, že bludné proudy ze SKAO (rozumějte proudová hustota) nejsou tak negativní, jako bludné proudy v okolí elektrizovaných železnic. Anoda SKAO je totiž v principu bodový zdroj, kdy z ní tekoucí bludné proudy do cizí konstrukce vstupují menší nebo stejnou plochou, než z ní následovně vystupují. Naproti tomu v případě elektrifikované dráhy s měnírnami po desítkách km bludný proud do konstrukce velkou plochou vstupuje a na malé ploše u měníren vystupuje. Proto i relativně malá proudová hustota může mít fatální korozní účinky. V případě SKAO tomu tak nebude. Mimoto železnice pracuje s 3 kV, SKAO s desítkami V a z měníren Správy železnic (SŽ) tečou stovky až tisíce A, kdežto ze SKAO jednotky až nižší desítky A.

Kolize s železobetonovými konstrukcemi je v poslední době možné řešit nevodivým kompozitním armováním. Tím se problému s korozí zcela vyhneme. Obdobně lze zemnicí soustavy obytných budov lokalizovat ve větší vzdálenosti od AU, případně je realizovat formou vrtů a betonovým obložením, čímž se násobně prodlouží jejich životnost.

Doporučené jednotné značení anod

Na tomto místě předpis doporučuje jednotné značení typu a konstrukce UA, vycházející z lety zavedeného označování horizontálních anod. Jde o systémové označení, které popisuje typ anody, její hloubku, délku a množství materiálu. Odborník z tohoto kódu odvodí veškeré důležité vlastnosti anody, ať již pro provoz nebo projekční práce. Sjednocení je důležité zejména pro externí projektanty, kteří tak napříč plynárenskými společnostmi dostanou jednotnou informaci. Z hlediska provozu není problém ji v moderních digitálních grafických systémech svázat s daným prvkem a zobrazovat ji na digitálních mapách. Projektanti tak spolu s mapovými podklady automaticky získají základní parametry potřebné pro jejich činnost.

Předpis doporučuje jednotné značení typu a konstrukce UA. Odborník z tohoto kódu odvodí veškeré důležité parametry anody

Obr. 4 – vrtné práce pro vertikální anodu na okraji Prahy u Vltavy – mokré štěrkové lavice

Samozřejmě, toto označení anod není povinné, ale pouze doporučené. Je tak na každém provozovateli, zda jej využije či ne. Ale je to jednoznačné vodítko, jak postupovat tak, abychom měli tento systém v rámci ČR jednotný a současně vycházel z letitých zvyklostí v oboru.

Ještě by bylo možné tento kód doplnit o další podstatné informace charakterizující anodu, jako je vybavení zavlažovacím systémem či uložení do koksového nebo bentonitového lože.

Níže citujeme strukturu kódu včetně jeho vysvětlení.

Doporučené značení anod:

- Délka a hloubka uložení je v m; DN a síla stěny v mm; hmotnost segmentů/prvků v kg
- U zde neuvedených typů UA se postupuje analogicky

Horizontální anody

Horizontální uzemňovací anody
UA: typ UA _ délka – hloubka uložení – DN / síla stěny (nebo počet x hmotnost FeSi segmentů)

Např. **UA: UAH TU 60–2–219/6,3 + FeSi 60–4,5–20x20 kg**

kde:

UAH	– uzemňovací anoda horizontální
TU	– trubkové uzemnění
60	– délka 60 m
2	– hloubka uložení 2 m
219/6,3	– použitá světlost/ tloušťka stěny
FeSi	– typ uzemnění
60	– délka 60 m
4,5	– hloubka uložení 4,5 m
20x20 kg	– 20 ks FeSi elektrod hmotnost 20 kg, délka: 1,5 m

Vertikální anody

Vertikální uzemňovací anody
Typ UAV _ počet UAV x celková hloubka/hloubka aktivní části – počet prvků/hmotnost prvků – materiál prvků

Např.: **UAV–m 2x20/18–8x20–FeSi**

kde:

UAV–m	– vertikální anodové uzemnění mělké (UAV–h uzemňovací anoda hloubková)
2x	– 2 ks respektive 2 vrty těchto anod
20/18	– celková hloubka / délka aktivní části
8x20–FaSi	– 8 ks FeSi elektrod hmotnost 20 kg, délka: 1,5 m

EPD – elektrické polarizované drenáže

V bodě 8.4.2.1 došlo k výraznějším úpravám a byl zestručněn na výčet typů EPD a doplněn o upozornění, že EPD snižuje odpor paralelní cesty a tím významně zvyšuje nežádoucí tok bludných proudů potrubím.

- EPD, jejíž polarita je řízena diodou, má spínací napětí zpravidla okolo 0,7 V.
- EPD neřízená – používá pouze diodu bez veškerých dalších řídících či omezujících částí.
- EPD spínaná – elektronikou řízený stykač, jenž spíná při polaritě, kdy je kolej zápornější než potrubí
- EPD omezovaná – před EPD je vřazen pevný regulační odpor, který snižuje protékající proud
- EPD řízená – regulační odpor EPD je proměnlivý a je řízen buď velikostí protékajícího drenážního proudu, nebo potenciálem potrubí – půda

Při běžném provozu na trati je potrubí drenážním proudem katodicky chráněno. Po nedefinovanou dobu je však potrubí nechráněno a může nastat změna potenciálu kladným směrem. EPD tak chrání potrubí pouze ve chvíli, kdy je kolej zápornější (zpravidla o víc jak 0,7 V) a nezajišťuje kontinuální ochranu jako SKAO.

EPD svým principem významným způsobem snižuje odpor paralelní cesty, čímž významným způsobem zvyšuje proud tekoucí touto cestou. Tím je i vyšší riziko interference. Z tohoto důvodu se EPD používá až tehdy, pokud GAN nebo SKAO nejsou dostatečně efektivní, nebo je v dané lokalitě nelze prostorově umístit.

DPD – dálkový přenos dat

Předpis prvně stanovuje v kapitole 8.5 minimální požadavky pro telemetrické systémy v oblasti PKO. Jedná se o konsensus odborníků, kdy všechny české plynárenské společnosti dané požadavky splňují. Jsou zde uvedeny i doporučující parametry, nicméně tím zdaleka nejsou vyčerpány všechny možnosti. PPD, a. s., například u PO snímá další hodnoty, jako je JKOR, IIS, IB apod. TPG 920 22 spolu s TPG 905 01 stanovuje spolehlivost provozu, to znamená při jak dlouhém výpadku je třeba se k zařízení začít chovat jako bez telemetrie (zejména z hlediska četnosti inspekčních kontrol).

SCADA

Musí umožňovat přehledy kontrolovaných zařízení včetně přehledu hodnot mimo nastavené limity. Vyhodnocování alarmů a limitů se může provádět jak v telemetrii, tak ve SCADA systému.

DPD SKAO

Přenášené hodnoty povinné: Eon, Uus, Ius

Minimální požadavky pro přenos: Nastavení periody měření a periody přenosu; záložní baterie pro odeslání alarmu při výpadku napájení SKAO; nastavení limitů pro jednotlivé hodnoty; u SKAO s nn napájením je požadován on–line přenos s periodou přenosu maximálně 10 min.

Doporučené požadavky: Možnost intenzivního měření po 1 s; možnost měření Eoff; signalizace závad; kontrola přepěťových ochran; kontrola neoprávněného vstupu

DPD EPD

Přenášené hodnoty povinné: Eon, Iepd

Minimální požadavky pro přenos: Nastavení periody měření; nastavení periody přenosu (minimálně 1 za den); systém napájení (nn + záložní baterie nebo bateriový nebo solární + bateriový); nastavení limitů pro jednotlivé hodnoty

Doporučené požadavky: Možnost intenzivního měření po 1 s; možnost měření Eoff; signalizace závad; kontrola neoprávněného vstupu

DPD PO

Přenášené hodnoty povinné: Eon

Minimální požadavky pro přenos: Nastavení periody měření a periody přenosu; systém napájení (nn + záložní baterie nebo bateriový nebo solární + bateriový); nastavení limitů pro jednotlivé hodnoty

Doporučené požadavky: nejsou

Ostatní zařízení aktivní ochrany

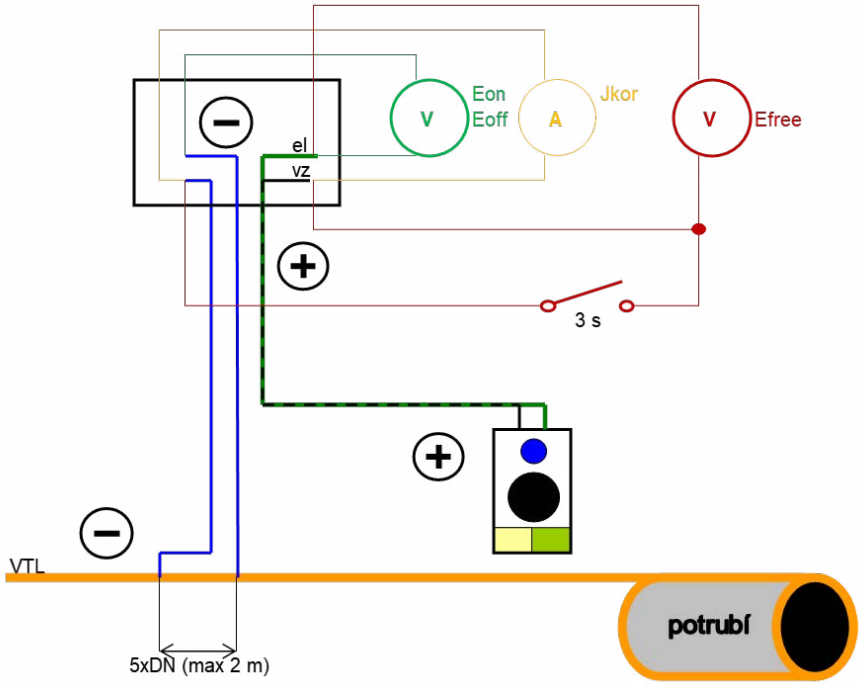
Jedná se o galvanické vývody z potrubí a z na něm instalovaných zařízení (POA, POB, POCH, POIS a podobně). Pro návrh těchto zařízení platí obecně příslušné normy jako ČSN EN 12954, ČSN EN 14505 a další předpisy. V oblastech s bludnými proudy musí být propojovací objekty instalovány v intravilánu obcí maximálně po 450 m, v extravilánu maximálně po 900 m. Tyto PO musejí umožňovat při běžném měření registraci 5minutových průběhů, vybrané objekty registrační měření s délkou 6 až 24 hod (dle rozsahu korozního průzkumu).

Do tohoto bodu byl doplněn vhodný rozestup PO, jelikož nikde není exaktně stanoven a projektanti často navrhují vývody pouze na instalovaných zařízeních plynovodů (například chráničkách, izolačních spojích, křížení a podobně). Nicméně z hlediska kontroly korozních parametrů, vytyčování a dalších geofyzikálních kontrol (zejména izolace), je třeba mít dostatečnou možnost napojení na potrubí. Vzdálenosti byly stanoveny konsenzem odborníků na základě jejich dlouhodobé praxe.

V oblastech s bludnými proudy musí být propojovací objekty instalovány v intravilánu obcí maximálně po 450 m

Zapojení měřicích přístrojů při měřeních

Na základě požadavku některých kolegů byl předpis doplněn o schéma zapojení měřicích přístrojů a odečtu polarity potrubí tak, aby se eliminovaly občasné záměny polarity.



Obr. 5 – Zapojení polarity při měření korozních parametrů

Při dodržení zapojení polarity na multimetru, to znamená záporný pól na záporný pól, tedy (–) na (–) (černý kabel na potrubí) a kladný pól na kladný pól, tedy (+) na (+) (červený na elektrodu nebo vzorek), pak:

1. Při měření E_{ON}, E_{OFF} a E_{FREE} se při záporné polaritě potrubí zobrazují hodnoty bez znaménka a znamená to, že potrubí je záporné (např. E_{ON} – 1.2 V, E_{OFF} – 0.96 a podobně).
   Pokud by se před hodnotou zobrazilo znaménko minus (–), znamená to, že je otočená polarita, tedy že je potrubí kladné (například E_{ON} + 0.5 V, E_{OFF} +0.2 V).
2. Při měření J_{KOR} pokud proud do vzorku vstupuje, tak se hodnota zobrazí bez znaménka, tedy polarita je správná (vzorek je kladnější než potrubí a proud teče ze vzorku do potrubí, tedy že z elektrolytu musejí vstupovat do vzorku).
   Pokud bude zobrazeno znaménko minus (–), znamená to, že je polarita opačná, tedy že potrubí je kladnější než vzorek a proud tudíž teče z potrubí do vzorku a ze vzorku do půdy (elektrolytu). Jedná se tak o vystupující proud.

Závěr

Předpis se dle požadavku podařilo modernizovat a zkrátit o víc jak 25 %, i když to bylo chvílemi náročné. Vzhledem k jeho rozsahu byly diskuse nad jednotlivými kapitolami delší a nepanovala plná shoda s odborníky z železniční dopravy v oblasti korozních průzkumů. Nedopatřením se k připomínkování předpisu přidal až v závěru projednávání specialista z oboru měření a protikorozních opatření na železnici a diskuse se v mnoha bodech vrátila na začátek, což zdrželo schvalování předpisu o několik týdnů. Perličkou pak bylo rozeslání chybné verze ke konečnému stanovisku, takže si tento předpis na své cestě vybral skoro všechny komplikace, které jej mohly potkat.

Závěrem bych chtěl poděkovat za spolupráci, věcné připomínky a postřehy všem kolegům z plynárenských společností, ze Správy železnic a z Jeku. Dík patří i kolegům z ČPS, kteří trpělivě zapracovávali všechny připomínky a korektury.

Daniel Hlinomaz (*1974)

V roce 1993 absolvoval SPŠ chemickou, obor analytická chemie. Od roku 1994 pracuje v Pražské plynárenské, a. s., respektive Pražské plynárenské distribuci, a.s., nejprve jako technik PKO. V letech 1996–2000 byl vedoucím oddělení PKO, od roku 2000 je specialistou řízení PKO systémů, technikem PKO a koordinátorem BOZP. Je členem výboru Protikorozní ochrana při ČPS. Pravidelně v oblasti PKO školí, přednáší a publikuje a spolupracuje na tvorbě české legislativy v daném oboru.