

Požadavky na předizolované potrubí systému NORDIC z hlediska detekce netěsností

Požadavky na komponenty z výroby

U všech **nových** komponentů potrubí (trubek a tvarovek) z výroby se požaduje splnění následujících parametrů:

- Nejvyšší přípustná elektrická vodivost izolační pěny je **0,05 μS**
[nejnižší přípustný elektrický odpor izolační pěny je **20 M Ω**]
Platí pro jednotlivé detekční vodiče vůči nosné trubce i mezi detekčními vodiči navzájem.
- Nominální impedance jednotlivých detekčních vodičů vůči nosné trubce by měla být uvedena výrobcem a pohybovat se v rozsahu 200 až 260 Ω .
- Odchylky od nominální impedance by neměly překročit u jednotlivých komponentů (včetně lokálních odchylek v celé délce každého komponentu) toleranci $\pm 15\%$.
- Hodnota impedance by měla být v uvedené toleranci pro všechny komponenty minimálně v rámci dodávky pro jeden stavební celek.

Poznámka: Uvedené parametry splňují běžně všechny dodávané výrobky systému NORDIC na trhu, pokud se nejedná o výrobní vady.

Požadavky na potrubí v dokončené stavbě

Pro **novou** stavbu předizolovaných potrubních rozvodů se požaduje splnění následujících parametrů:

- Nejvyšší přípustná měrná elektrická vodivost izolační pěny je **5 $\mu\text{S}/\text{km}$** (5 mikrosiemens na kilometr délky detekčního vodiče).
[nejnižší přípustný měrný elektrický odpor je **200 k $\Omega \cdot \text{km}$**].
- Elektrická vodivost izolační pěny nesmí překročit limitní hodnotu **10 μS**
[elektrický odpor nesmí být nižší než limitní hodnota **100 k Ω**].
- Pro úseky kratší než 100m nesmí elektrická vodivost izolační pěny překročit limitní hodnotu **0,5 μS**
[elektrický odpor nesmí být nižší než limitní hodnota **2000 k Ω**].
- Nejvyšší přípustný odpor detekčního vodiče je **15 Ω/km** (15 ohmů na kilometr délky vodiče).

Pro již provozovanou stavbu lze po dobu životnosti potrubí připustit snížení přísnosti uvedených kritérií pro elektrickou vodivost izolační pěny:

- Nejvyšší přípustná měrná elektrická vodivost izolační pěny je 10 $\mu\text{S}/\text{km}$ [100 k $\Omega \cdot \text{km}$]
- Elektrická vodivost izolační pěny nesmí překročit limitní hodnotu 10 μS [100 k Ω]
- Pro úseky kratší než 100m nesmí elektrická vodivost izolační pěny překročit limitní hodnotu 1,0 μS .
[1000 k Ω]

Poznámky: Prostřednictvím měření elektrické vodivosti mezi detekčním vodičem a nosnou trubkou se posuzuje vlhkost izolační pěny.

Prostřednictvím měření elektrického odporu detekčního vodiče se posuzuje celistvost a kvalita propojení vodiče v potrubí. Měření se obvykle provádí při zkratování detekčního vodiče na konci úseku potrubí s trubkou. (Při kontrole pomocí vzájemného propojení dvojice vodičů do smyčky je délka vodiče vůči délce potrubí dvojnásobná.) Údaj platí pro standardní vodič systému NORDIC - Cu 1,5 mm².

Kvalitu propojení lze také vyhodnotit z reflektometrického měření jednotlivých úseků.

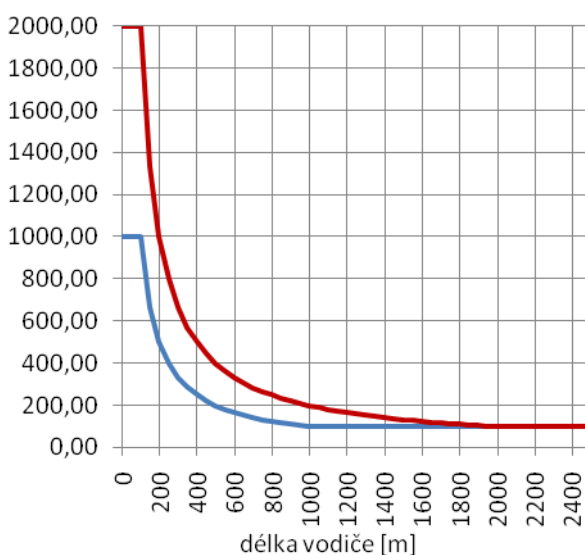
Následující tabulky a grafy ukazují přípustné hodnoty vodivosti, resp. odporu, přepočtené dle uvedených pravidel pro různé délky vodiče monitorovaného úseku.

Pro novou stavbu:

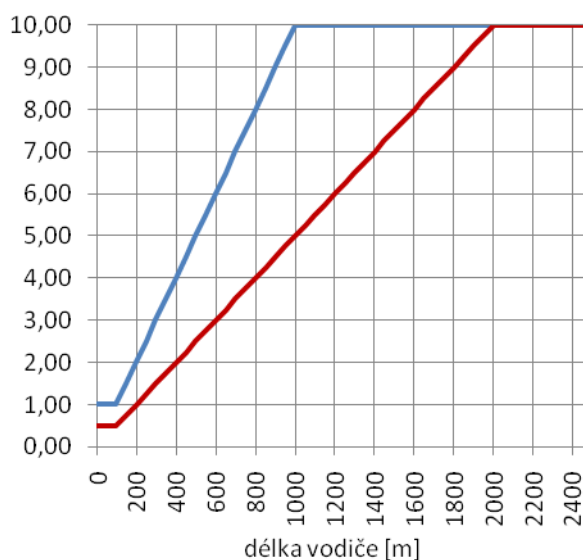
délka vodiče monitorovaného úseku [m]	maximální elektrická vodivost izolační pěny [μS]	minimální elektrický odpor izolační pěny [$\text{k}\Omega$]	maximální odpor detekčního vodiče [Ω]
<100	0,5	2000	---
100	0,5	2000	1,5
200	1,0	1000	3,0
500	2,5	400	7,5
1000	5,0	200	15
2000	10,0	100	30
>2000	10,0	100	---

Pro provozovanou stavbu po dobu životnosti potrubí:

délka vodiče monitorovaného úseku [m]	maximální elektrická vodivost izolační pěny [μS]	minimální elektrický odpor izolační pěny [$\text{k}\Omega$]	maximální odpor detekčního vodiče [Ω]
<100	1,0	1000	---
100	1,0	1000	1,5
200	2,0	500	3,0
500	5,0	200	7,5
1000	10,0	100	15
>1000	10,0	100	---



— minimální elektrický odpor izolační pěny (v provozu) [$\text{k}\Omega$]
 — minimální elektrický odpor izolační pěny (nová stavba) [$\text{k}\Omega$]



— maximální elektrická vodivost izolační pěny (v provozu) [μS]
 — maximální elektrická vodivost izolační pěny (nová stavba) [μS]

Zdůvodnění

Harmonizovaná norma ČSN EN 14419:2009 upravuje obecně problematiku kontroly provozu předizolovaných potrubních systémů. Neuvádí však konkrétní hodnoty jednotlivých požadovaných parametrů, jejich specifikaci ponechává na výrobcích trubek a komponentů pro tyto systémy.

Tato situace by obecně mohla vést k odlišným požadavkům jednotlivých výrobců, což by mělo za následek problematické posuzování kvalitativních parametrů zejména při kolaudaci hotových staveb, reklamačních řízeních i rozhodování o nezbytnosti oprav. Odchytky v požadavcích by mohly mít za následek také diskriminaci některých výrobců při volbách dodavatelů trubek.

Výrobky, pro které stanoví výrobce příliš vysoké nároky, jeví se jako velmi kvalitní. V praxi pak stavby z takových komponentů splňují požadavky jen velmi těžko. Závady při předávání stavby a následné reklamace řadí tyto výrobky do kategorie problematických.

Příliš nízko nastavené požadavky mohou být příčinou nedocení skutečných závad, které degradují parametry a životnost potrubních systémů.

Trvá-li výrobce na odlišných kritériích, měl by je prezentovat jednoznačně v dokumentaci i při prodeji.

Rozdílné požadavky výrobců jsou překážkou při jednotném posuzování závad nezávislými měřicími firmami.

Tento dokument si klade za cíl optimalizovat a sjednotit požadavky tohoto druhu na předizolované potrubní systémy. Vychází z praktických zkušeností s vlivy hlavních měřitelných parametrů na kvalitu a životnost potrubí. Zohledňuje dosud obvyklé a uznávané postoje k dané problematice.

Zadavatel zakázky - investor by měl smluvně vyžadovat a kontrolovat minimálně splnění zde uvedených parametrů.

Technické poznámky

Udávané hodnoty vodivosti izolační pěny jsou stanoveny pro měření stejnosměrným proudem. Tento způsob měření elektrické vodivosti kapalin (konduktivity) není z fyzikálního hlediska zcela korektní, ale vzhledem k specifiku měření v daném prostředí je nezbytný. Měření střídavým proudem nelze použít pro přítomnost vysoké nedefinované parazitní kapacity detekčního vodiče vůči trubce a okolí.

Vzhledem k polarizaci dielektrika stejnosměrným proudem je třeba použít měřicí napětí vyšší než cca 2V. Polarizace dielektrika je navíc dynamický jev a naměřené hodnoty se mohou lišit v závislosti na délce trvání aplikace měřicího proudu i na časovém odstupu po sobě provedených měření.

Dalším rušivým efektem je vznik elektrochemického napětí mezi detekčním vodičem a trubicou vlivem přítomnosti vody v pění jako elektrolytu. Toto napětí může běžně dosahovat velikosti $\pm 0,5V$ a je nezbytné kompenzovat jeho vliv na přesnost měření. Při použití vyššího měřicího napětí lze chybu považovat za zanedbatelnou, ale z bezpečnostních důvodů nelze v provozu použít napětí vyšší než 24V.

Přímý vliv na naměřenou hodnotu má samozřejmě velikost plochy styku vlhké pěny s detekčním vodičem i s trubicou. Významný je také vliv teplotní závislosti konduktivity, který činí asi 2%/°C.

Uvedené skutečnosti vnášejí do vyhodnocení vlhkosti pěny v předizolovaném potrubí určité nepřesnosti. Navržené přípustné hodnoty mají proto přiměřenou rezervu. Při bezchybně provedené stavbě z kvalitních trubek jsou hodnoty elektrické vodivosti pěny mnohonásobně nižší, prakticky neměřitelné. Stanovení rozumné závazné hranice je ale nezbytné.

Kontrolní postupy při výrobě trubek by samozřejmě měly být náročnější. Izolační odpor kvalitně vytvrzené suché PUR pěny dosahuje podstatně vyšších hodnot, řádově $10^{14} \Omega/m$.

Elektrický odpor měděného vodiče o průřezu $1,5 \text{ mm}^2$ činí přibližně $12 \Omega/km$. Pro měření odporu detekčního vodiče při zkratovaném konci měřeného úseku na trubku je vlastní odpor trubky zanedbatelný.

Relativní kritérium vodivosti nemůže být aplikováno pro extrémní délky detekčního vodiče:

Pro velmi dlouhé úseky by připouštělo příliš vysoké hodnoty vodivosti, které by mohly zastřít výskyt i významnějších poruch. (Proto se také nedoporučuje propojovat systém do úseků delších než 1000m).

Pro velmi krátké úseky by vyžadovalo příliš nízké hodnoty vodivosti limitující k nule. Takový požadavek není reálný, ani opodstatněný. Proto jsou zde doporučeny pro extrémní délky detekčního vodiče absolutní limity vodivosti.

Vzdálenost detekčního vodiče od trubky má přímý vliv na jeho nominální impedanci. Požadované tolerance jsou opodstatněny pro kontrolu přesnosti uložení vodiče v pění reflektometrickou metodou.