



MATEMATICKÉ MODELOVÁNÍ DEFEKTŮ V OCELOVÉM LANĚ

Michal Lesňák¹, Jaromír Pištora², Lukáš Slivečka³

Klíčová slova: ocelová lana, matematický model (FEM), magnetická defektoskopie

Abstrakt:

Magnetická defektoskopie je v současné době nejpoužívanější metodou pro kontrolu a testování ocelových lan. Tato metoda kromě detekce povrchových vad umožňuje i specifikaci interních poruch. Vysoká přesnost magnetických měření závisí nejen na magnetizaci zkoumaného objektu a použitých senzorech, ale i na schopnosti správně identifikovat vady v laně.

Matematické modelování se v současnosti často aplikuje v mnoha vědeckých oborech. Lze modelovat jednotlivé prvky a předměty včetně jejich technických vlastností, nebo sestavy těles a zařízení a jejich vzájemnou geometrickou návaznost. Výhodou tohoto postupu je možnost prezentace výsledků v grafické formě pomocí výpočetní techniky.

Příspěvek je věnován modelování defektů a vad metodou konečných prvků. Specifikace rozložení magnetického pole kolem různých druhů defektů, které se mohou v ocelových lanech nacházet, je velice důležitá.

1. Úvod

Pro zajištění přepravy osob a materiálu je nutná periodická kontrola ocelových lan. Opatřebená, poškozená nebo zkorodovaná lana, jejichž únosnost klesne pod předepsanou mez, je nutno odložit. Pravidelná diagnostika stavu lan má vedle bezpečnostních kritérií i své ekonomické důvody.

Ve světě se pro kontrolu ocelových lan téměř výlučně používá magnetická defektoskopie. Pracovníci Institutu fyziky VŠB-TU Ostrava v minulých letech vyvinuli magnetický defektoskop typu REMA pro kontrolu ocelových lan o průměrech od 20 do 60 mm.

Matematické modelování je v současnosti rozšířená a progresivní metoda, která dokáže simulovat matematický model jednotlivých fyzikálních předmětů, včetně jejich technických vlastností, nebo sestav těles s jejich nutnou vzájemnou geometrickou návazností. Pomocí počítače lze modelovat i jednotlivé fyzikálně - chemické pochody a jejich vzájemné ovlivňování. V dnešní době existují technické prostředky pro výpočet a následné modelování metodou konečných prvků (MKP, finite element method - FEM) a jejich vizualizace.

Magnetický defektoskop ocelových lan je založen na principu snímání rozptylového magnetického pole kolem defektů zmagnetovaného ocelového lana. MKP umožňuje v paměti počítače vytvořit zcela funkční matematický model magnetického defektoskopu. Pomocí počítače lze měnit geometrické rozměry modelu, vlastnosti jednotlivých komponent (typy použitých magnetů, druh jednotlivých materiálů apod.), případně okolí magnetického defektoskopu a získat výsledky bez použití

¹ **doc. Dr. Ing. Michal Lesňák**, VŠB-TU Ostrava, Fakulta HGF, Institut fyziky, 17. listopadu 15, Ostrava – Poruba 708 33, Česká republika, Tel.: +420 59 732 5206, Fax: +420 59 691 8589, e-mail: michal.lesnak@vsb.cz

² **prof. Ing. Jaromír Pištora, CSc.**, VŠB-TU Ostrava, Fakulta HGF, Institut fyziky, 17. listopadu 15, Ostrava – Poruba 708 33, Česká republika, Tel.: +420 59 732 3129, Fax: +420 59 691 8589, e-mail: jaromir.pistora@vsb.cz

³ **Ing. Lukáš Slivečka**, VŠB-TU Ostrava, Fakulta HGF, Institut fyziky, 17. listopadu 15, Ostrava – Poruba 708 33, Česká republika, Tel.: +420 59 732 3366, Fax: +420 59 691 8589, e-mail: lukas.slivecka@vsb.cz

skutečného přístroje. Tento přístup ušetří množství času a finančních prostředků, potřebných na praktickou realizaci a testování magnetického defektoskopu.

Pro aplikaci metody konečných prvků byl jako nejvhodnější vybrán program ANSYS [1] od stejnojmenné firmy. Problematika modelování defektoskopů a ocelových lan byla publikována v příspěvku [2]. Byly zde prezentovány úvodní informace z této oblasti.

2. Teoretická část

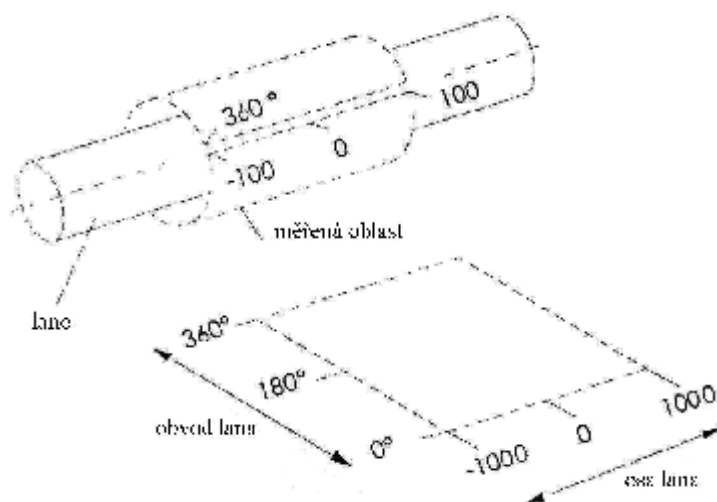
Při vytváření matematického modelu magnetického defektoskopu se vychází z Maxwellových rovnic. Pro řešení 2D úloh používáme vektorový potenciál a u 3D úloh se využívá skalárního potenciálu. Problematika teoretického popisu modelování je rozebrána v práci [2].

3. Výsledky matematických modelů

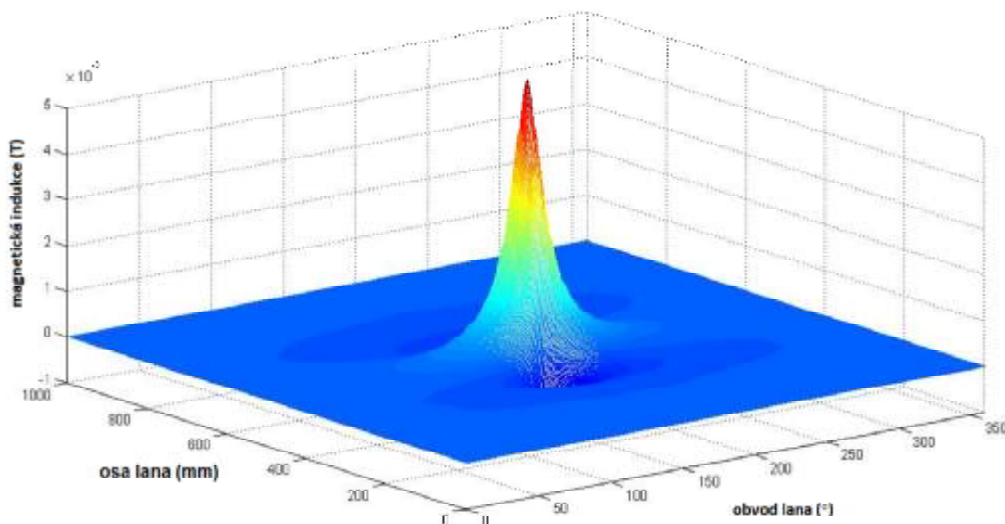
V minulosti jsme se snažili vytvářet matematické modely reálného defektoskopu a na základě těchto modelů jsme realizovali změny v konstrukci nových defektoskopů [3]. Tento přístup je potřebný pro vývojové práce na konstrukci defektoskopu. Výsledkem modelování jsou kvalitativní posuvy v parametrech magnetických defektoskopů.

V současnosti jsme se rozhodli pro modelování defektů ocelových lan. V první fázi se modelové postupy orientovaly na válcová tělesa o průměru 40 mm. Z praxe víme, že u lan tohoto průměru jsou nejproblematičtější dráty průměru 1 mm. Zvolili jsme proto tyto geometrické rozměry drátů s velikostí (axiální) defektu 1 mm.

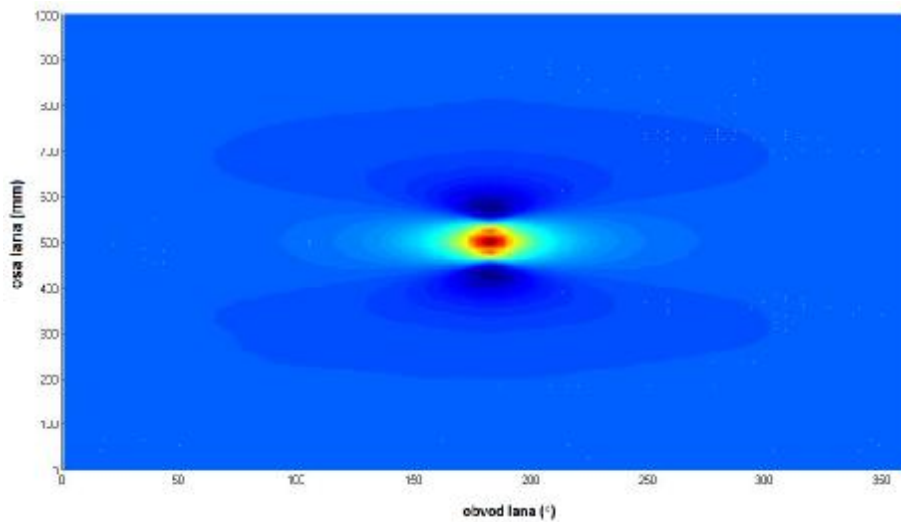
Na Obr. 1 je znázorněna rozbalená oblast lana, kterou počítáme pomocí metody konečných prvků. Provedli jsme výpočet povrchových defektů a také defektů blízko středu lana. Na Obr. 2. až 4. je zobrazení rozložení magnetického pole kolem lana s defektem na povrchu lana. Na Obr. 5. a 6. je grafický výstup distribuce magnetického pole v okolí lana s defektem blízko středu lana.



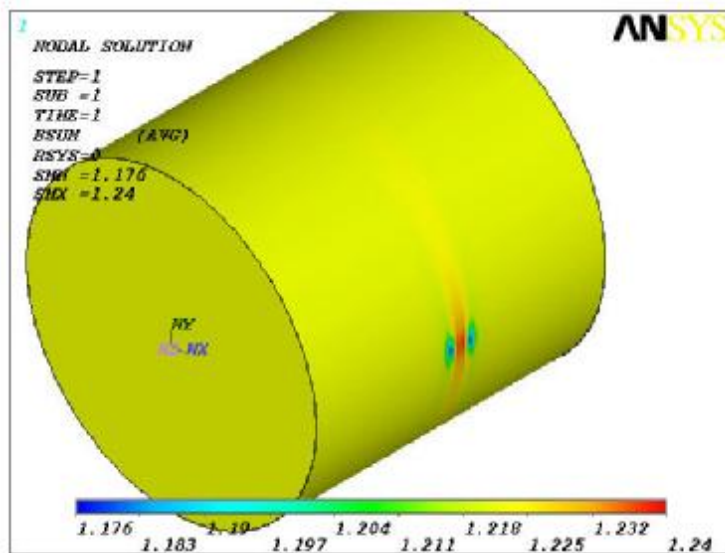
Obr. 1 Rozbalená měřená plocha lana



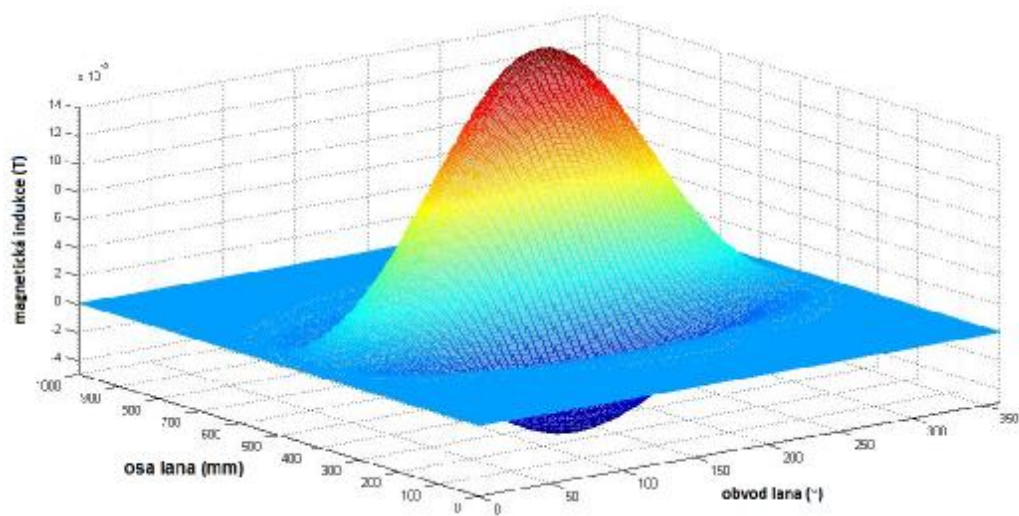
Obr. 2 Zobrazení magnetického pole kolem ocelového lana, defekt na povrchu lana



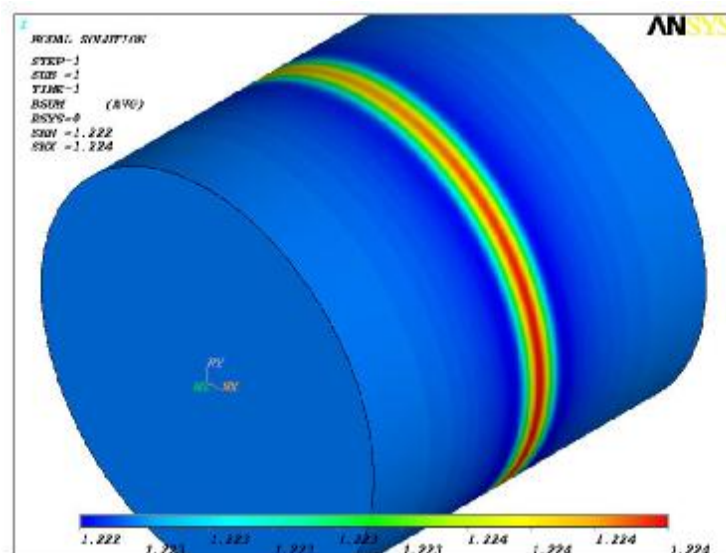
Obr. 3 Horní pohled na magnetické pole kolem lana, defekt na povrchu lana



Obr. 4 Zobrazení magnetického pole kolem ocelového lana, defekt na povrchu lana.



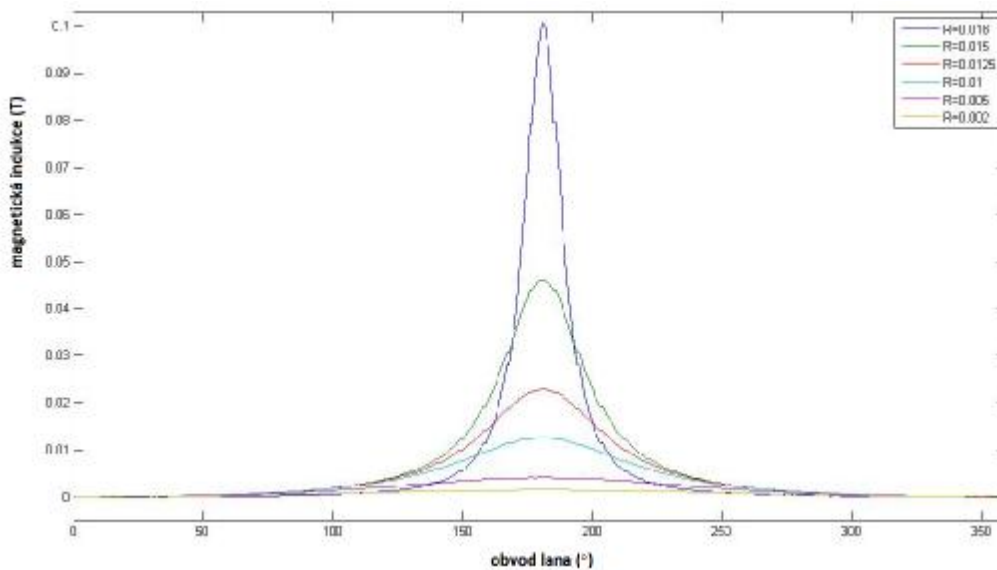
Obr. 5 Zobrazení magnetického pole kolem ocelového lana, defekt blízko středu lana



Obr. 6 Zobrazení magnetického pole kolem ocelového lana, defekt blízko středu lana

4. Závěr

V předloženém článku jsme ukázali rozdíly mezi rozložením magnetického pole pro defekty na povrchu a uvnitř lana. Na Obr. 7. je velmi dobře patrné, že defekty na povrchu lana (poloměr $R = 0,018$ m) generují vysokou hodnotu magnetické indukce v malé úhlové oblasti. Naopak defekty, které jsou blízko středu lana ($R = 0,002$ m), generují podstatně menší hodnotu intenzity, ale na podstatně větším obvodu kolem lana.



Obr. 7 Porovnání rozložení magnetického pole v závislosti na poloze defektu

Literatura:

- [1] ANSYS, inc., Southpointe, 275 Technology Drive, Canonsburg, PA 15317, USA 59.
- [2] Pištora, J., Lesňák, M.: Matematické modelování magnetického pole kolem ocelového lana. Doprava a logistika, str. 190 – 193, 2004, ISSN 1451-107X.
- [3] Pištora, J., Lesňák, M.: Modelování a konstrukce magnetického defektoskopu ocelových lan nové generace. Sborník vědeckých prací VŠB-TUO, řada HGF, ISSN 0474-8476, ISBN 80-248-0358-5, Vol. XLIX, č. 1, 2003, str. 51-58.

Recenzia/Review: doc. Ing. Gabriel Fedorko, PhD.