

# RADIATION OF ANTENNA ARRAY IN NEAR-FIELD AREA

**Jiří Hermany**

Master Degree Programme (2), FEEC BUT  
E-mail: xherma09@stud.feec.vutbr.cz

Supervised by: Zdeněk Nováček  
E-mail: novacek@feec.vutbr.cz

## ABSTRACT

The goal of this work is to analyze the radiation of antenna array computation methods and then produce the radiation of antenna array computation program. The program should display the electrical and magnetical intensity distribution over the cylindrical surface in near-field area. The aim of this paper is to propose some steps which were needed for building this program up.

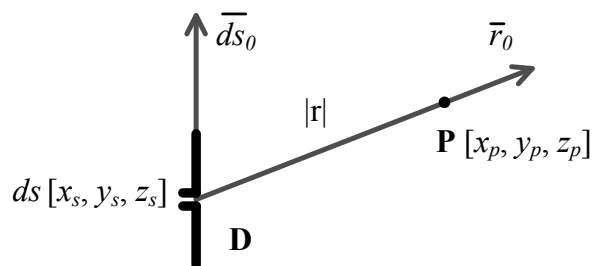
## 1. ÚVOD

Práce popisuje postupy výpočtu záření soustavy elektrických dipólů s reflektorem v blízké zóně. Výpočtem je možné získat hodnoty intenzity elektrického nebo magnetického pole a výkonové hustoty záření elektrického dipólu. Vhodnou volbou bodů, ve kterých se budou uvedené veličiny zjišťovat, je možné získat rozložení intenzity elektrického a magnetického pole na rovinné nebo válcové ploše.

## 2. ROZBOR

Při tvorbě demonstračního programu bylo nejprve nutné analyzovat způsob výpočtu složek intenzity elektromagnetického pole. Poté bylo třeba definovat rozměry a rozlišení rastru, na kterém budeme rozložení pole antény nebo anténní soustavy zjišťovat – byla vybrána rovinná a válcová plocha. Poté bylo možné program realizovat.

### 2.1. VÝPOČET INTENZITY ELEKTROMAGNETICKÉHO POLE



**Obrázek 1:** Poloha bodu pozorování  $P$  vzhledem k poloze a orientaci dipólu  $D$

Pro výpočet intenzity elektrického (příp. magnetického) pole je nutné definovat obecně polohu ( $d_s$ ) a orientaci ( $d_{s0}$ ) dipólu a bod ( $\mathbf{P}$ ), ve kterém zjišťujeme velikost intenzity pole (obr. 1). V případě, že je definována vzájemná poloha dipólu vzhledem k bodu, ve kterém je zjišťováno záření dipólu, platí pro hodnotu intenzity elektrického a magnetického pole vztahy

$$\vec{E} = \frac{k^3}{4\pi\epsilon} \left\{ j \frac{\vec{r}_0 \times (\vec{r}_0 \times \vec{d}_{s0})}{k|\vec{r}|} + \frac{3(\vec{r}_0 \cdot \vec{d}_{s0}) \cdot \vec{r}_0 - \vec{d}_{s0}}{k^2|\vec{r}|^2} - j \frac{3(\vec{r}_0 \cdot \vec{d}_{s0}) \cdot \vec{r}_0 - \vec{d}_{s0}}{k^3|\vec{r}|^3} \right\} e^{-j\omega t}, \quad (1)$$

$$\vec{H} = -\frac{j\omega}{4\pi} e^{-j\omega t} \left( \frac{1}{|\vec{r}|^2} - \frac{jk}{|\vec{r}|} \right) \vec{d}_{s0} \times \vec{r}_0, \quad (2)$$

kde je vlnové číslo  $k = \frac{2\pi}{\lambda}$ .

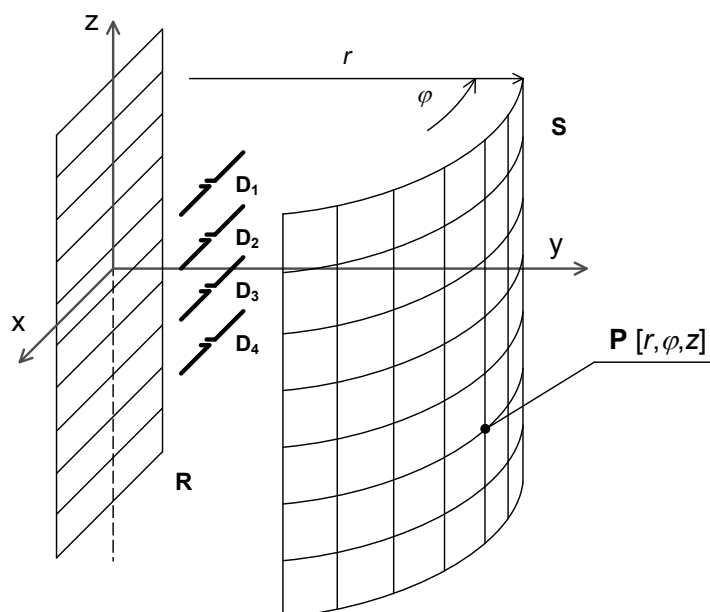
Z vektorů intenzity elektrického a magnetického pole lze zjistit vektor hustoty výkonu (Poyntingův vektor)

$$\vec{\Pi} = \vec{E} \times \vec{H}^* \quad (3)$$

Pro zjištění hodnot intenzity záření soustavy dipólů, je nutné sečíst příspěvky záření ode všech prvků dané soustavy. Vliv reflektoru pak lze nahradit, za uvážení vlivu proudu na jeho vodivý povrch, zářením dipólu umístěného zrcadlově za reflektorem, který je buzen stejně velkým budícím proudem s opačnou fází.

## 2.2. PLOCHY

Pro výpočet rozložení intenzit na rovinné a válcové ploše byly vybrány body, které tvoří danou plochu. Body rastru na válcové ploše jsou zadány ve válcových souřadnicích  $r, \varphi, z$ , které je pro výpočet intenzit nutné převést na kartézské ( $x = r \cos \varphi, y = r \sin \varphi, z = z$ ).

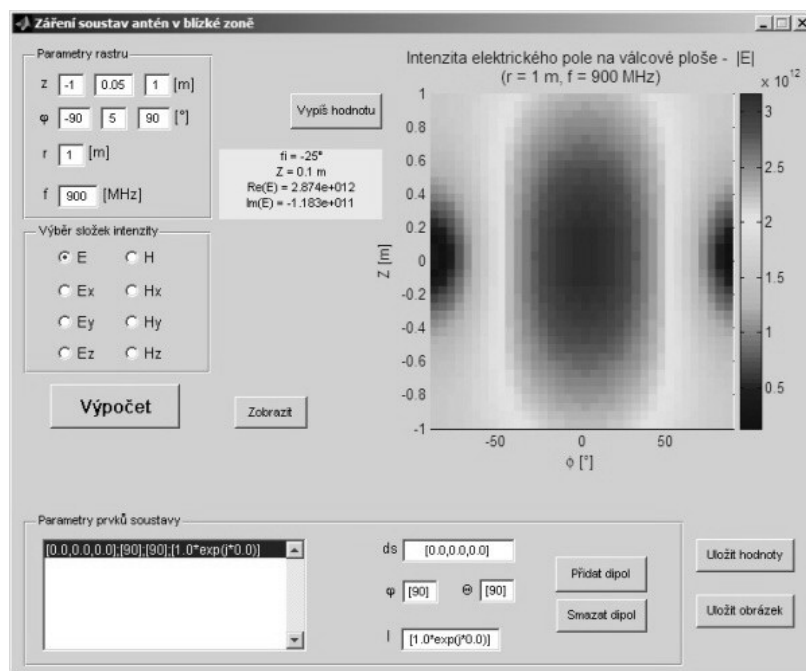


**Obrázek 2:** Válcová plocha pro výpočet rozložení intenzity soustavy dipólů s reflektorem

Na obr. 2 je znázorněna vzájemná poloha válcové plochy, pro kterou je počítáno rozložení intenzit elektromagnetického pole vzhledem k obecně definované anténní soustavě elektrických dipólů s reflektorem.

### 2.3. PROGRAM

Demonstrační program byl vytvořen v grafickém uživatelském rozhraní (GUI) programu MATLAB. Program umožňuje sledovat rozložení jednotlivých složek intenzity elektrického a magnetického pole soustavy dipólů.



**Obrázek 3:** Okno demonstračního programu

Na obr. 3 je náhled okna demonstračního programu. V něm je možné nastavit velikost a rozlišení rastru, v jehož bodech chceme zobrazit vypočtené hodnoty intenzity elektromagnetického pole soustavy elektrických dipólů.

### 3. ZÁVĚR

Program umožňuje zobrazení jednotlivých složek (ve směru os  $x$ ,  $y$  a  $z$ ) intenzity elektrického a magnetického pole soustavy dipólů s reflektorem. Umožňuje zjištění hodnot v jednotlivých bodech rastru a také export vypočtených dat do textového souboru. Program může být využit například pro ověření rozložení intenzity záření při návrhu antény nebo pro demonstrační účely ve výuce.

### LITERATURA

- [1] STRATTON, J. A.: *Teorie elektromagnetického pole*. SNTL, Praha 1961, 592 s.
- [2] ČERNOHORSKÝ, D., TICHÝ, J.: *Vyzařování a šíření rádiových vln, II. Díl Antény*. Vojenská akademie Antonína Zápotockého, 1977.
- [3] NOVÁČEK, Z.: *Elektromagnetické vlny, antény a vedení*. Elektronické skriptum. Brno: VUT, FEKT, 2003, 135 s.