

## Posudek vedoucího diplomové práce

Jméno studenta: Bc. Václav Hendrych

Téma práce: Optimalizace elektronického vychylování anténního svazku

Cíl práce: Diplomová práce se zabývá optimalizací vychylování hlavního svazku a tvarováním činitele anténní řady. Je zde porovnáno několik metod provádějících syntézu lineární anténní řady. Popsán je i přístup jednotlivých druhů anténních apertur ke změně směru vyzařování signálu do okolí. V některých případech je velmi užitečná možnost nulování vysílání nebo příjmu signálu z určitého směru. Tuto funkci umožňují anténní řady nebo anténní pole. Přidání nulových bodů do činitele anténní řady je jeden ze způsobů obrany proti aktivnímu rušení. Je zde předvedeno i použití konvexní optimalizace a MVDR pro vylepšení činitele anténního pole a přidání nulových bodů.

### Slovní hodnocení:

#### Naplnění cílů práce:

Cílem diplomové práce bylo analyzovat metody elektronického vychylování anténního svazku a optimalizovat rozložení buzení anténního pole s důrazem na tvarování vyzařovací charakteristiky, potlačení postranních laloků a potlačení rušení z definovaného směru. Tyto cíle byly studentem naplněny v plném rozsahu a na kvalitní odborné úrovni.

Student v teoretické části provedl přehledný a systematický výklad problematiky lineárních anténních řad, klasických metod jejich syntéz (Taylorova, Dolph-Chebysheva, Fourierova) i konstrukčních variant anténních polí (mechanické, ESA, AESA). Dále vhodně formuloval úlohu vychylování svazku pomocí komplexního buzení prvků a rozebral vliv rozestupu elementů na tvar hlavního anténního svazku a úroveň postranních laloků.

V praktické části byly cíle naplněny implementací dvou moderních metod optimalizace. Byla jím jednak Konvexní optimalizace pro tvarování vyzařovací charakteristiky dle zadaných parametrů (směr, šířka hlavního laloku, úroveň postranních laloků, nulování) a dále algoritmus MVDR, který umožňuje adaptivní beamforming v situacích značného rušení.

V obou případech byly výsledky doloženy simulačními výstupy, které prokazují vliv optimalizace na směrové vlastnosti anténního pole. Lze tedy konstatovat, že student naplnil nejen deklarované cíle práce, ale ve vybraných oblastech (např. vícesměrový MVDR) šel i nad rámec základního zadání.

#### Logická stavba a stylistická úroveň práce:

Práce je po formální stránce dobře logicky členěna a odpovídá běžné struktuře technicky zaměřené diplomové práce. Úvod správně vymezuje motivaci, cíl a kontext řešené problematiky. Následující kapitoly na sebe tematicky navazují a tvoří souvislý přechod od teoretického základu přes popis klasických syntéz anténních řad až po moderní optimalizační metody a praktické ověření navržených algoritmů prostřednictvím simulace v Matlabu.

Stylisticky je text psán převážně srozumitelně, přehledně a s důrazem na technickou přesnost. Přesto se v práci objevují nedostatky v podrobnosti výkladu v některých kapitolách praktické části – zejména v popisu postupu simulací, implementace optimalizačních metod a interpretace výsledků. V několika případech chybí detailnější vysvětlení konkrétních parametrů, výpočetních kroků nebo odkaz na výchozí vztahy, z nichž by bylo možné jednoznačně replikovat nebo ověřit dosažené výsledky.

Využití obrázků a grafů přispívá k názornosti, avšak některé z nich by zasluhovaly doprovodný komentář s hlubším rozbořením souvislostí. Výklad je celkově dobře uspořádaný a navazuje logicky, ale v praktické části by bylo dobré lépe popsat jednotlivé kroky řešení a podrobněji je okomentovat.

**Využití záměrů, námětů a návrhů v praxi:**

Práce se věnuje tématu, které má přímou vazbu na vývoj a návrh moderních radarových a komunikačních systémů, zejména v oblasti elektronicky řízených anténních polí (ESA/AESA). Představené metody konvexní optimalizace a adaptivního beamformingu (MVDR) patří mezi perspektivní nástroje pro zvyšování směrovosti, selektivity a odolnosti systémů vůči rušení. Navržené a simulované postupy mají praktický přínos například při návrhu vyzářovací charakteristik anténních polí s potlačením postranních laloků a pro směrové nulování rušivých signálů. V prostředí reálných radarových aplikací nacházejí využití v oblasti sledování cílů, ochrany proti elektronickému rušení (ECM/ECCM) či v adaptivním prohledávání zájmového prostoru. Zvláště v kontextu výzkumných projektů FEI a aplikací v obranném a bezpečnostním průmyslu je možné na předložené postupy dále navázat a implementovat je do pokročilejších simulačních nebo experimentálních platforem. Práce tak přináší nejen teoretický přínos, ale také konkrétní praktický potenciál využití ve vývoji anténních systémů nové generace.

**Případné další hodnocení (připomínky k práci):**

Práce působí odborně a systematicky, student prokázal dobrou orientaci v problematice optimalizace anténních polí a správně formuloval výpočetní principy. Je však třeba dodat, že na práci začal intenzivněji pracovat až v závěrečných měsících studia, což se částečně projevilo v méně podrobném popisu některých simulačních kroků a výsledků. Některé části praktické části by si zasloužily důslednější vysvětlení a dokumentaci. Přesto student zvládl uchopit náročné metody a vytvořil funkční řešení s relevantními výstupy. Práce splňuje požadavky kladené na diplomovou práci a má praktický přínos.

Při kontrole na plagiátorství byla zjištěna pouze nízká míra shody (maximálně 6 %), a to v podstatě výhradně v teoretické části práce, kde šlo o úseky vycházející z podkladových materiálů vedoucího práce; tato shoda je považována za akceptovatelnou a nijak nesnižuje původnost ani odbornou hodnotu práce.

**Otázky k obhajobě (max 2):**

Jak ovlivňuje rozestup mezi prvky anténní řady vznik parazitních (difrakčních) laloků a jak jste toto ve své práci zohlednil?

**Doporučení práce k obhajobě:** Práci doporučuji k obhajobě

**Navržený klasifikační stupeň:** B

**Posudek vypracoval:**

Jméno, tituly: Tomáš Zálabský, Ing., Ph.D.

Zaměstnavatel: Univerzita Pardubice

V Pardubicích dne: 30.5.2025

Podpis: