

**Téma dizertační práce:** Randomizované iterativní algoritmy v logické syntéze

**Školitel:** doc. Ing. Petr Fišer, Ph.D.

### **Anotace**

Základy logické syntézy a optimalizace byly položeny již v 60. letech 20. století, nicméně je to téma stále se rozvíjející a živé – se zvětšující se hustotou integrace současných integrovaných obvodů také rostou požadavky na minimalizaci plochy a zpoždění.

Současné nástroje pro logickou syntézu a optimalizaci (komerční i akademické) z převážné míry kladou důraz na rychlost, na úkor kvality. Nedávný výzkum ukázal, že tyto nástroje mají tendenci uváznout v hlubokých lokálních minimech a často produkuje velice suboptimální výsledky (plocha, zpoždění) [1], [2], [3]. Randomizované iterativní algoritmy se ukázaly být jako jedním z řešení tohoto problému [4], [5] – nabízejí možnost zlepšit kvalitu řešení za cenu delšího výpočetního času.

Současné studie navíc ukazují, že většina nástrojů pro logickou syntézu a optimalizaci je velice citlivá na „náhodnost“ vnesenou zvnějšku, samotným návrhářem [5], [6]. Syntéza pak při nepatrné změně zdrojového kódu (při zachování funkční ekvivalence) produkuje kvalitativně značně odlišné výsledky. Toto chování není příliš žádoucí. Je tedy záhodno analyzovat toto chování, identifikovat jeho příčiny a navrhnout efektivnější algoritmy.

Cílem výzkumu bude analýza chování dostupných nástrojů (algoritmů) pro logickou syntézu a optimalizaci [8], [9], identifikace příčin výše zmíněného chování, identifikace bodů algoritmu, kam lze explicitně vložit náhodnost a randomizace těchto algoritmů. Bude analyzován vliv náhodnosti a navrženy algoritmy, které vliv náhodnosti minimalizují, případně ji využijí v pozitivním smyslu [5], [6].

Dále mohou být navrženy nové algoritmy, které budou minimálně citlivé na náhodnost zanešenou zvenku, při zachování akceptovatelné výpočetní složitosti.

## Dissertation Thesis Theme: Randomized Iterative Algorithms in Logic Synthesis

### Abstract

Basics of logic synthesis and optimization were established already in 60's of the last century. However, this topic is still developing and alive. With increasing integration density of circuits, also requirements on minimization of their area and delay increase.

Contemporary logic synthesis and optimization tools (both commercial and academic) mostly emphasize speed, at expense of design quality. Our recent research has shown, that these tools tend to get stuck in deep local optima, and therefore they often produce very inferior results (in terms of area and/or delay) [1], [2], [3]. Randomized iterative algorithms appear to efficiently solve this problem [4], [5] – they offer a trade-off between the run-time and result quality.

Moreover, present studies have shown that most of logic synthesis and optimization tools are very sensitive to randomness accidentally introduced “from outside”, by the designer itself [5], [6], [7]. Synthesis then produces results significantly differing in quality, when only slight changes in the source circuit description are made. Such a behavior is highly unwanted. Thus, it is required to analyze this behavior, determine its reasons, and to suggest more efficient algorithms.

The aim of the research is to analyze selected logic synthesis and optimization algorithms [8], [9], identify the reasons of the above-mentioned behavior, and identify points, where randomness can be introduced. The influence of randomness will be then analyzed and algorithms exploiting the randomness in a positive way will be devised [5], [6]. Next, new algorithms minimizing the sensitivity on the external randomness will be developed.

- [1] P. Fišer and J. Schmidt, "The Observed Role of Structure in Logic Synthesis Examples," in Proc. of 18th International Workshop on Logic and Synthesis 2009 (IWLS), Berkeley, California (USA), July 31-August 2, 2009, pp. 210-213.
- [2] P. Fišer and J. Schmidt, "The Case for a Balanced Decomposition Process," in Proc. of 12th Euromicro Conference on Digital Systems Design (DSD), Patras (Greece), August 27-29, 2009, pp. 601-604.
- [3] P. Fišer and J. Schmidt, "Small but Nasty Logic Synthesis Examples," in Proc. of 8th Int. Workshop on Boolean Problems (IWSBP), Freiberg (Germany), September 18-19, 2008, pp. 183-190.
- [4] P. Fišer and J. Schmidt, "Improving the Iterative Power of Resynthesis," in Proc. of 15th IEEE Symposium on Design and Diagnostics of Electronic Systems (DDECS), Tallinn (Estonia), April 18-20, 2012, pp. 30-33.
- [5] P. Fišer and J. Schmidt, "On Using Permutation of Variables to Improve the Iterative Power of Resynthesis," in Proc. of 10th Int. Workshop on Boolean Problems (IWSBP), Freiberg (Germany), September 19-21, 2012, pp. 107-114.
- [6] P. Fišer, "Randomized Iterative Logic Synthesis Algorithms," Habilitation Thesis, Brno, 2012, p. 84.
- [7] A. Puggelli, T. Welp, A. Kuehlmann, and A. Sangiovanni-Vincentelli, "Are Logic Synthesis Tools Robust?," in Proc. of the 48<sup>th</sup> ACM/EDAC/IEEE Design Automation Conference (DAC), 5-9 June 2011, pp. 633-638.
- [8] Berkeley Logic Synthesis and Verification Group, "ABC: A System for Sequential Synthesis and Verification" [Online]. Available: <http://www.eecs.berkeley.edu/alanmi/abc/>.
- [9] R. Brayton and A. Mishchenko, "ABC: An Academic Industrial Strength Verification Tool," in Proc. of the 22<sup>nd</sup> International Conference on Computer Aided Verification, Edinburgh, UK, July 15-19, 2010, LNCS 6174 6174, Springer 2010, pp. 24-40.