



**FAKULTA
INFORMAČNÍCH
TECHNOLOGIÍ
ČVUT V PRAZE**

**Výzkumné léto na FIT 2025 (VýLeT 2025):
Program podpory letního studentského výzkumu na
FIT ČVUT**

VYPSANÁ TÉMATA

Část 1: Základní informace k přihlášení do programu VýLeT 2025

Tento dokument obsahuje **soupis výzkumných témat vypsaných v rámci programu VýLeT pro rok 2025**.

Podrobné informace k programu VýLeT 2025 a pravidla programu jsou uvedeny v samostatném dokumentu „Výzkumné léto na FIT 2025 (VýLeT 2025): Program podpory letního studentského výzkumu na FIT ČVUT – PROPOZICE“ zveřejněném na stránce programu na webových stránkách FIT ČVUT.

Kdo se může přihlásit?

1. Přihlásit do programu se může student **bakalářského** nebo **navazujícího magisterského** programu na FIT ČVUT, a to v období stanoveném v harmonogramu.
2. Témata se dělí na volná a rezervovaná. Rezervovaná témata jsou určena pro konkrétní studenty vybrané mentorem. Zvolit si rezervované téma může pouze student, pro kterého je téma rezervováno.
3. Kterýkoliv student, který je studentem dle bodu (1) tohoto odstavce se může přihlásit na jakékoliv volné téma.
4. Jeden student se může přihlásit na více témat, vlastní přiřazení zájemců k tématům proběhne až ve výběrovém řízení.
5. Student se může přihlásit a následně řešit výzkumné téma, které je v překryvu s tématem jeho závěrečné práce.
6. Student se může přihlásit a následně řešit výzkumné téma, a posléze si toto téma zvolit jako téma závěrečné práce.
7. Během doby, kdy je program otevřen pro příjem přihlášek od studentů, se student může přihlásit s novým rezervovaným tématem, a to za následujících podmínek: student si najde mentora, dohodne se s ním a následně mentor zadá nové rezervované téma a student se na toto téma přihlásí.
8. Během doby, kdy je program otevřen pro příjem přihlášek od studentů, je možné přidávat témata pouze podle bodu (7) Není možné přidávat témata volná, neurčená pro žádného studenta.

Jak se přihlásit?

Přihlášení probíhá odesláním elektronického formuláře. Odkaz na formulář je uveden na webu FIT na stránce programu VýLeT 2025. Tento způsob přihlášení je jediný možný a jediný platný. Přihlášení prostřednictvím jiného komunikačního kanálu nebude považováno za platné.

Do kdy je třeba se přihlásit?

Je třeba se přihlásit ve lhůtě určené pro přihlašování studentů. **Tato lhůta končí 8. 5. 2025.**

Část 2: Vypsaná výzkumná témata

Vysvětlitelná detekce anomálie v síťovém provozu pomocí doladěného LLM / Explainable Anomaly Detection in Network Traffic using Fine-Tuned LLM

ID zadání / Topic ID: 2

Mentor: Ing. Josef Koumar

Mentor specialista / Mentor specialist: Ing. Kamil Jeřábek, Ph.D., MBA, doc. Ing. Tomáš Čejka, Ph.D.

Zadání: Cílem tématu je použití Open-Source LLM modelu, doladění na bezpečnostních blozích, zprávách atd. A vyhodnotit, jak správně mohou vysvětlit detekované anomálie, pokud jde o přesnost najít falešně pozitivní ve smyslu, že detekovaná anomálie byla označena jako anomálie, i když to pravděpodobně není. LLM by mělo navíc klasifikovat anomálie na základě pozorovaných metrických a historických statistik časových řad do kategorií, jako je bezpečnostní incident, management incident atd. Kromě toho by LLM mělo navrhnout kategorii incidentu hlouběji (DOS, DDOS, Skenování portů, změna chování, změna trasy, ...), vysvětlení proč, závažnost a prioritu pro tým SOC a navrhanou akce pro tým SOC. Tento výzkum rozšiřuje dříve přijatý dokument na konferenci NOMS „Explainable Anomaly Detection in Network Traffic Using LLM“ (autoři Kamil Jeřábek, Josef Koumar, Jiřího Setinština, Jaroslav Pehek), který používá známé komerční modely například Chatgpt a Gemini.

Assignment: The goal of the theme is use open-source LLM model, fine-tune on security blogs, reports, etc. And evaluate how properly can explain detected anomalies in terms of accuracy of find False Positive in meaning that detected anomaly was marked as anomaly even it is probably not. Moreover, the LLM may classificate the anomalies based on the observed time series metric and historical statistics into categories like security incident, management incident, and so on. Furthermore, the LLM should suggest the category of incident in more depth (DoS, DDoS, Port Scan, Behavior change, Route change, ...), explanation why, severity and priority for SoC team, and suggested action for the SoC team. This research extend previously accepted paper to conference NOMS „Explainable Anomaly Detection in Network Traffic Using LLM“ (authors Kamil Jeřábek, Josef Koumar, Jiří Setinský, Jaroslav Pešek), which uses well-known commercial models for example ChatGPT and Gemini.

Predikce síťového provozu pomocí konfomiálních predikcí / Network Traffic Forecasting using Conformal Predictions

ID zadání / Topic ID: 3

Mentor: Ing. Josef Koumar

Mentor specialista / Mentor specialist: doc. Ing. Tomáš Čejka, Ph.D.

Zadání: Hlavním tématem tohoto výzkumu je hodnocení inovativních metod predikce síťového provozu pomocí konfomiálních predikcí na datovém sadě sesbírané na vysokorychlostní ISP síti. Výzkum se zaměřuje na řešení složitostí a nuancí predikce síťového provozu v prostředích charakterizovaných obrovskými objemy dat a vysokými přenosovými rychlostmi. Cílem výzkumu je otestovat existující strategie a modely pro konfomiální predikce. Hodnocení existujících řešení z hlediska zvládnutí jedinečných výzev, které přináší vysokorychlostní síťový provoz, včetně velkého objemu, rychlosti a rozmanitosti dat.

Assignment: The main subject of this research is the evaluation of innovative network traffic forecasting methods using conformal prediction on a dataset derived from high-speed network traffic. The research is focused on solving the complexities and nuances of network traffic forecasting in environments characterized by huge amounts of data and fast transmission rates. The aim of the research is to test existing strategies and models for conformal predictions. Evaluation of existing solutions in terms of handling the unique challenges presented by high-speed network traffic, including the large volume, speed and diversity of data.

Studying a relaxed notion of the locally irregular chromatic index

ID zadání / Topic ID: 4

Mentor: Dr. Foivos Fioravantes

Mentor specialista / Mentor specialist: Dr. Nikolaos Melissinos

Assignment: Description of the problem:

A graph is locally irregular if any of its adjacent vertices have different degrees. Locally irregular graphs are of theoretical importance as they stand as a potential antonym to regular graphs (graphs where all vertices have the same degree). There is an important line of work that deals with locally irregular edge decompositions: given a graph $G(V,E)$, partition the set E into k sets that induce locally irregular subgraphs of G . This can be seen as assigning a unique colour to each edge of G , so that each subgraph of G that is produced by only considering the edges of any specific colour is locally irregular. Observe that not all graphs are decomposable in this fashion (think about the complete graph on three vertices for example). In case G is decomposable, the interesting parameter to compute is that of locally irregular chromatic index of G (denoted as $\chi_{irr}(G)$): the minimum number of different colors that are needed in order to have a locally irregular edge decomposition of G .

We propose a novel edge decomposition that, in some sense, is a relaxation of the one described above: what if we allow more than one colours to be assigned on each edge of G ? Are there any graphs that are not decomposable through this relaxed notion (observe that the complete graph on three vertices can indeed be decomposed through the relaxed notion using just 2 colours)? We will refer to the corresponding parameter as $r\text{-}\chi_{irr}$ (r for relaxed).

In the initial study of χ_{irr} , it was conjectured that $\chi_{irr}(G) \leq 3$ for every decomposable graph. This conjecture was then disproven, after the discovery of some graphs that require 4 colours to be decomposed. Moreover, it was shown that deciding whether $\chi_{irr}(G) \leq 2$ is NP-complete even for planar graphs.

What is expected:

We will begin with a short literary review about the known results for the χ_{irr} parameter.

It would then be extremely beneficial if the student could code some basic implementation of a brute force algorithm that would compute the $r\text{-}\chi_{irr}$ of small graphs. Using such an algorithm can help us answer some of the following questions in a formal way.

Can we show that every graph admits a relaxed decomposition? It's clear that $r\text{-}\chi_{irr}(G) \leq \chi_{irr}(G)$ in general. Can we show that $\chi_{irr}(G) < r\text{-}\chi_{irr}(G)$ for specific families of graphs for which we know the value of χ_{irr} ? Would it be safe to propose a conjecture similar to the one proposed for χ_{irr} ? Is it also true that computing $r\text{-}\chi_{irr}$ is NP-complete? If yes, can we propose polynomial, or even linear, algorithms for specific families of graphs (like trees)?

References

1. O. Baudon, J. Bensmail, J. Przybyło, M. Woźniak. On decomposing regular graphs into locally irregular subgraphs. *European Journal of Combinatorics*, 49:90-104, 2015.
2. O. Baudon, J. Bensmail, É. Sopena. On the complexity of determining the irregular chromatic index of a graph. *Journal of Discrete Algorithms*, 30:113-127, 2015.
3. J. Bensmail, M. Merker, C. Thomassen. Decomposing graphs into a constant number of locally irregular subgraphs. *European Journal of Combinatorics*, 60:124-134, 2017.
4. H. Lei, X. Lian, Y. Shi, R. Zhao. Graph classes with locally irregular chromatic index at most 4. *Journal of Optimization Theory and Applications*, 195:903–918, 2022.
5. B. Lužar, J. Przybyło, R. Soták. New bounds for locally irregular chromatic index of bipartite and subcubic graphs. *Journal of Combinatorial Optimization*, 36:1425–1438, 2018.
6. J. Sedlar, R. Škrekovski. Remarks on the Local Irregularity Conjecture. *Mathematics*, 9(24):3209, 2021.

Aplikování principů Normalizovaných systémů / Applying Principles of Normalized Systems

ID zadání / Topic ID: 5

Mentor: Ing. Marek Suchánek, Ph.D. et PhD.

Zadání: Toto výzkumné téma se zabývá výskytem a dopady tzv. kombinatorických efektů v komplexních systémech ve vybrané oblasti. Tyto efekty – kdy změna v jedné části vede k nepředvídatelným dominovým efektům v ostatních – jsou klíčovou překážkou pro vývoj a udržitelný růst systému. Studie se inspirovat teorií normalizovaných systémů (NS), která nabízí formální principy pro konstrukci modulárních a stabilních softwarových architektur, a snaží se prozkoumat, jak lze tyto principy aplikovat i mimo software, aby se snížila složitost a podpořila dlouhodobá adaptabilita.

Primárním cílem výzkumu je analyzovat a zdokumentovat, jak se kombinatorické efekty projevují ve vybrané oblasti, identifikovat opakující se vzorce a specifické případy, kdy se systémové komponenty zaplétají do interakcí náchylných ke změnám. Prostřednictvím této analýzy si studie klade za cíl odhalit a formalizovat modulární struktury – stávající i potenciální – které by mohly sloužit jako stabilní stavební bloky. Tyto struktury budou abstrahovány a reprezentovány prostřednictvím vývoje (meta)modelů, které zachycují jejich vzájemné závislosti a dynamiku vývoje.

Aplikací principů normalizovaných systémů (NS), jako je oddělení zájmů, zapouzdření změn a transparentnost verzí, bude výzkum systematicky vyhodnocovat, jak lze tyto modulární struktury rekonfigurovat nebo přeprogramovat, aby se zmírnila kombinatorická složitost. Studie tak vytvoří metodologické vodítko pro návrh vyvíjejících se systémů v dané oblasti, podpořené případovými studiemi, simulacemi nebo implementacemi prototypů.

Mezi očekávané výsledky patří podrobná klasifikace kombinatorických efektů v dané oblasti, sada modulárních vzorů sladěných s NS a jeden nebo více (meta)modelů, které umožňují explicitní a zvládnutelné chování systémových změn. Studie si dále klade za cíl poskytnout přenositelný rámec nebo sadu nástrojů pro aplikaci NS myšlení v komplexních, nesoftwarových prostředích. Tento výzkum v konečném důsledku přispívá k širšímu zobecnění teorie normalizovaných systémů a demonstruje její užitečnost jako perspektivy pro zlepšení vyvíjející se schopnosti rozmanitých systémů.

Assignment: This research investigates the occurrence and impact of combinatorial effects in complex systems within a selected domain. These effects—where a change in one component results in unpredictable ripple effects across others—are a key barrier to evolvability and sustainable system growth. Drawing inspiration from the theory of Normalized Systems (NS), which offers formal principles for constructing modular and stable software architectures, this study seeks to explore how these principles can be applied beyond software to reduce complexity and support long-term adaptability.

The primary goal of the research is to analyze and document how combinatorial effects manifest in the selected domain, identifying recurring patterns and specific instances where system components become entangled in change-prone interactions. Through this analysis, the study aims to uncover and formalize modular structures—both existing and potential—that could serve as stable building blocks.

These structures will be abstracted and represented through the development of (meta-)models that capture their interdependencies and evolution dynamics.

Applying NS principles such as separation of concerns, encapsulation of change, and version transparency, the research will systematically evaluate how these modular structures can be reconfigured or reimaged to mitigate combinatorial complexity. In doing so, the study will produce methodological guidance for designing evolvable systems in the domain, supported by case studies, simulations, or prototype implementations.

Expected outcomes include a detailed classification of combinatorial effects in the domain, a set of NS-aligned modular patterns, and one or more (meta-)models that make system change behavior explicit and manageable. Furthermore, the study aims to deliver a transferable framework or toolkit for applying NS thinking in complex, non-software environments. Ultimately, this research contributes to the broader generalization of Normalized Systems theory and demonstrates its utility as a lens for improving the evolvability of diverse systems.

Downscaling climate data and single image super-resolution

ID zadání / Topic ID: 8

Mentor: Ing. Ondřej Podsztavek

Mentor specialista / Mentor specialist: doc. Ing. Pavel Kordík, Ph.D.

Assignment: Climate data with high spatial resolution are necessary for local decision-making, such as urban planning or forest management. However, only climate data with low spatial resolution are usually available, which are often insufficient. Therefore, increasing their spatial resolution (i.e. downscaling or super-resolution) is an important task.

The task can be approached using single image super-resolution (SISR). SISR treats coarse-resolution climate data as low-resolution images and applies deep learning models to generate high-resolution versions. The deep learning models include convolutional neural networks, generative adversarial networks, diffusion models, neural operators, normalizing flow models, vision transformers, etc.

The research goal is to experiment with the models mentioned above for downscaling climate data.

The expected output is a scientific publication.

This topic is part of the solution of the FOCAL project funded by the European Commission. FOCAL aims to efficiently explore climate data locally.

Downscaling climate data and station-based super-resolution

ID zadání / Topic ID: 9

Mentor: Ing. Ondřej Podsztavek

Mentor specialista / Mentor specialist: doc. Ing. Pavel Kordík, Ph.D.

Assignment: Climate data with high spatial resolution are necessary for local decision-making, such as urban planning or forest management. However, only climate data with low spatial resolution are usually available, which are often insufficient. Therefore, increasing their spatial resolution (i.e. downscaling or super-resolution) is an important task.

The task can be approached using station-based super-resolution. Station-based super-resolution involves training regression models using weather station observations. The regression models include gradient boosting (XGBoost, CatBoost, or LightGBM), Bayesian neural fields etc.

The research goal is to experiment with the models mentioned above for downscaling climate data.

The expected output is a scientific publication.

This topic is part of the solution of the FOCAL project funded by the European Commission. FOCAL aims to efficiently explore climate data locally.

Assessing the suitability of tree species using machine learning

ID zadání / Topic ID: 10

Mentor: Ing. Ondřej Podsztavek

Mentor specialista / Mentor specialist: doc. Ing. Pavel Kordík, Ph.D.

Assignment: Many forests in Central Europe are currently dominated by coniferous species particularly vulnerable to drought, pest outbreaks, and other climate-related stressors. These vulnerabilities pose significant risks to forest health, ecosystem stability, and sustainable timber production in the face of the ongoing climate crisis. To address these challenges, it is crucial to identify tree species that are better adapted to both present and projected environmental conditions. However, selecting appropriate species requires a deep understanding of the complex interactions between tree growth and environmental variables.

The research goal is to support the selection by developing a machine learning-based model capable of predicting tree growth. This model will be trained using a combination of historical tree growth measurements and relevant environmental variables such as climate, soil and other site-specific conditions. The model aims to guide forest management practices towards enhanced resilience, productivity, and sustainability by leveraging data-driven insights.

The expected output is a scientific publication.

This topic is part of the solution of the FOCAL project funded by the European Commission. FOCAL aims to efficiently explore climate data locally.

Počítání k-merů v fulltextových indexech / k-mer counting in fulltext indices

ID zadání / Topic ID: 15

Mentor: prof. Ing. Jan Holub, Ph.D.

Zadání: Cílem práce je prozkoumat současné fulltextové indexy a zjistit, jak je možné v těchto indexech spočítat počet různých k-merů (řetězců délky k) bez procházení zaindexovaného textu a to pro různé velikosti k . Počty k-merů hrají zásadní roli při zpracování DNA sekvencí v bioinformatice. Výstupem by pak měl být algoritmus, který nad zvoleným indexem počítá k-mery.

Assignment: The aim of this work is to investigate current full-text indexes and to find out how to count the number of different k-mers (strings of length k) in these indexes without going through the indexed text for different sizes of k . The number of k-mers plays a crucial role in the processing of DNA sequences in bioinformatics. The output should then be an algorithm that counts k-mers over the chosen index.

Experimenty s unikátními řešeními / Unique solutions — experimental analysis

ID zadání / Topic ID: 18

Mentor: doc. RNDr. Dušan Knop, Ph.D.

Mentor specialista / Mentor specialist: Ing. Jan Pokorný

Zadání: Některé dosavadní výzkumy uvádějí nějakou motivaci, že pokud má problém unikátní optimální řešení, je těžší jej najít. Oproti tomu, například algoritmus PPSZ jako subrutinu používá řešení unikátního SATu, pro který autoři prezentují rychlejší algoritmus. Cílem výzkumu bude porozumět tomu, kde je pravda — je těžší či lehčí najít unikátní řešení? Začněme a budeme se soustředit na problém vrcholového pokrytí.

Assignment: Some recent papers claim that it might be harder to find an optimal solution if it is unique. In the other hand, the PPSZ algorithm uses a subroutine where they ask for a unique solution; for this, the authors present a faster algorithms. Thus, it is not clear if the motivation behind the recent papers is valid. We shall work with the Vertex Cover problem at least in the beginning.

Parser konfigurovatelného jazyka DCLSH / A parser of a configurable language DCLSH

ID zadání / Topic ID: 19

Mentor: Ing. Jiří Kašpar

Zadání: Tradiční interpret příkazů DCL na systému OpenVMS má celou řadu zajímavých rysů nepoužitých na jiných systémech, efektivně podporuje VMS příkazy s jejich syntaktickou strukturou. Linuxový interpret příkazů bash je nepodporuje, ale pro změnu nabízí mnoho vlastností a funkcí daných podporou unixových utilit s tradiční unixovou syntaktickou strukturou.

Operační systém OpenVMS se používá v oblastech, kde jsou kritické potřeby na vysokou dostupnost a nepřetržitý provoz. Proto byl z proprietárních platform naportován na standardní architekturu x64. Je spolehlivý a bezpečný, ale z důvodu omezeného množství odborníků dražší na správu. Protože většina vývojářů dnes používá Linux, bylo již mnoho linuxových příkazů na OpenVMS naportováno. Stále však chybí lepší provázání tradičních OpenVMS příkazů s interpretem příkazů bash i Linuxových příkazů s tradičním interpretem příkazů DCL.

Účelem nového interpretu příkazů DCLSH je lepší podpora tradičních VMS i linuxových uživatelů. Cílem je, aby mohli používat syntaxi příkazů, na kterou jsou zvyklí pro VMS i unixové konstrukce a utility, tak i výhody opačného prostředí. DCLSH pak zařídí převod příkazové řádky do potřebného formátu.

V předchozích fázích projektu bylo vytipováno asi dvacet voleb, kterými si uživatel bude moci vybrat, má-li interpret respektovat chování DCL, bash či obojí (je-li to možné).

Použití běžně používaného tabulkou řízeného parseru (Yacc/Bison) v tomto případě vede na exponenciálně velký počet tabulek daných množinou voleb. Úkolem tohoto subprojektu je nalézt vhodnou metodu parsování a demonstrovat li na vhodné podmnožině potřebných syntaktických konstrukcí, tj. vytvoření prototypu interpretu DCLSH.

Assignment: The traditional command interpreter DCL on OpenVMS has a lot of interesting features not seen on other operating systems. It is very effective in supporting VMS commands with their syntactic structure. Linux interpreter bash does not support them, but it offers a lot of other features implied from support of Unix utilities and traditional Unix syntactic structure.

OpenVMS has been used in many projects where high availability and uptime are critical. That is why it was ported from proprietary platforms to standard x64 architecture. It is reliable and secure, but expensive to maintain. As most developers use Linux today, many utilities were ported. However, good cooperation between traditional VMS commands and bash, as well as Linux commands, with DCL is still missing.

The purpose of the new command interpreter DCLSH is to provide good support for both traditional VMS users and new Linux users. The aim is to enable command syntax as they used to for VMS and Unix features and utilities, but also the advantages of the complementary environment. The DCLSH then translates a command line to a proper format.

In the previous stages of the project, we identified about twenty options by which a user will be able to select the behavior of the interpreter, i.e., DCL, bash, or both, if it is possible.

Usually used parsers (Yacc/Bison) are table-driven. In our case, it leads to a switch among an exponentially large number of tables based on user selection.

This subproject aims to find a proper method of parsing and to demonstrate it on a suitable subset of required syntactic structures, i.e., to create a prototype of the DCLSH interpreter.

Parametrizované algoritmy pro loupací a geodetické číslo grafu / Parameterized algorithms for the Hull and Geodetic Number of a Graph

ID zadání / Topic ID: 20

Mentor: RNDr. Ondřej Suchý, Ph.D.

Zadání: Mějme orientovaný nebo neorientovaný graf. Množina jeho vrcholů je konvexní, pokud každá nejkratší cesta mezi libovolnými dvěma vrcholy této množiny leží celá v této množině. Konvexní obal zadané množiny vrcholů je taková nejmenší nadmnožina zadané množiny, která je konvexní. Množina vrcholů je loupací, pokud její konvexní obal tvoří všechny vrcholy grafu. Množina vrcholů je geodetická, pokud každý vrchol grafu leží na nějaké nejkratší cestě mezi dvěma vrcholy této množiny. Loupací a geodetické číslo grafu jsou po řadě velikosti jeho nejmenší loupací a nejmenší geodetické množiny. Rozhodnout, zda loupací číslo zadaného grafu je nejvýše zadané k je NP-úplné i pro značně omezené grafy. Podobně rozhodnout, zda geodetické číslo grafu je nejvýše zadané k je $W[2]$ -těžké vzhledem ke k například i pro orientované bipartitní grafy. Cílem výzkumu bude navrhnout algoritmy či ukázat jejich pravděpodobnou neexistenci pro grafy s jednoduchou strukturou danou nízkými hodnotami vhodných parametrů. Mezi parametry, které budeme uvažovat, jsou např. maximální počet listů v kostře grafu, feedback edge set number, feedback vertex set number, velikost vrcholového pokrytí nebo stromová šířka či hloubka.

Assignment: Let us have a directed or undirected graph. A set of vertices is convex if every shortest path between two vertices of the set is completely contained in the set. A convex hull of a given set of vertices is the smallest superset of the given set which is convex. A set of vertices is a hull set, if its convex hull is the whole vertex set of the graph. A set is geodetic if each vertex of the graph lies on a shortest path between two vertices of the set. The hull (geodetic) number of the graph is the size of the smallest hull (geodetic) set in the graph, respectively. Deciding, for a given graph and integer k , whether the hull number of the graph is at most k , is NP-complete even for rather restricted classes of graphs. Similarly, deciding, for a given graph and integer k , whether the geodetic number of the graph is at most k , is $W[2]$ -hard with respect to k even for directed bipartite graphs. The goal of the research will be to develop algorithms or prove their existence unlikely for graphs with simple structure given by low values of suitable parameters. Some parameters to be considered are, e.g., maximum leaf number, feedback edge set number, feedback vertex set number, vertex cover number, or treewidth or treedepth.

Parametrizované algoritmy pro sledovací hranově-geodetické množiny orientovaných grafů / Parameterized algorithms for Monitoring Arc-Geodetic Sets of Oriented Graphs

ID zadání / Topic ID: 21

Mentor: RNDr. Ondřej Suchý, Ph.D.

Zadání: Monitorovací hranově-geodetické množiny v grafu jsou podmnožiny vrcholů takové, že každá hrana grafu musí ležet na všech nejkratších cestách mezi dvěma vrcholy monitorovací množiny.

Rozhodování o tom, zda pro daný graf a celé číslo k existuje v grafu monitorovací hranově-geodetická množina o velikosti nejvýše k , je NP-úplné, a to i pro některé omezené třídy grafů.

Zatímco pro neorientované grafy je tento problém z parametrizovaného hlediska dobře prostudován, pro orientované grafy tomu tak není.

Cílem výzkumu bude vyvinout algoritmy nebo dokázat jejich pravděpodobnou neexistenci pro orientované grafy s jednoduchou strukturou danou nízkými hodnotami vhodných parametrů jeho symetrizace. Některé parametry, které budou uvažovány, jsou např. max leaf number, feedback edge number, feedback vertex number, velikost vrcholového pokrytí, stromová šířka nebo hloubka.

Assignment: Monitoring edge-geodetic sets in a graph are subsets of vertices such that every edge of the graph must lie on all the shortest paths between two vertices of the monitoring set.

Deciding, for a given graph and integer k , whether there is a monitoring edge-geodetic set in the graph of size at most k is NP-complete, even for some restricted classes of graphs.

While the problem is well studied from the parameterized perspective for undirected graphs, this is not the case for directed graphs.

The goal of the research will be to develop algorithms or prove their existence unlikely for directed graphs with simple structure given by low values of suitable parameters of its underlying undirected graph. Some parameters to be considered are, e.g., maximum leaf number, feedback edge set number, feedback vertex set number, vertex cover number, or treewidth or treedepth.