## Název projektu

**Technicko-ekonomická optimalizace vegetačních prvků staveb**

**Technical-economic optimization of vegetation elements of buildings**

## Anotace

Výzkumná náplň řešitelského kolektivu je zaměřena na krajinně-vegetační a technicko ekonomickou optimalizaci vegetačních prvků staveb. Cílem projektu je na základě rešerší a studií stávajících vegetačních systémů horizontálních i vertikálních konstrukcí navrhnout varianty vegetačních prvků a jejich technickou a ekonomickou optimalizaci (1. část projektu). Výsledky 1. části projektu budou následně použity pro návrh ekologických prvků liniových dopravních staveb (2. část projektu) ve formě architektonické studie. Hlavním výstupy projektu se předpokládají rešerše a souhrn současného stavu problematiky a poklady pro zpracování žádosti TAČR „Krajinně-vegetační a technicko-ekonomická optimalizace ekologických prvků liniových dopravních staveb“ zaměřená na návrh vertikální ochranné vegetační bariéry s řízeným vodním režimem ve spolupráci s OLIVIA s.r.o., RB Ecology, Jihočeským krajem a MZP ČR.

## Projektový tým

Hlavní řešitel (akademický pracovník) Ing. Michal Kraus, Ph.D.

Další řešitelé – studenti (magisterského programu)[1]

Bc. Petra Lencová, učo 17525
Bc. Lucie Krobová, učo 15876
Bc. Kristýna Mikulecká, učo 15986
Bc. Tomáš Miller, učo 17527
Bc. Tomáš Protiva, učo 12085
Bc. Markéta Žánová, učo 14347

Další řešitelé – akademičtí pracovníci Ing. et Ing. Petra Nováková (administrativní zajištění)
Ing. Jan Plachý, Ph.D.
doc. Ing. Jaroslav Žák, CSc. (mentor)

[1] Studentů musí být více jak 50 %

## Zásadní odborné výstupy členů výzkumného týmu relevantních pro projekt za poslední 3 roky

- JUHÁSOVÁ ŠENITKOVÁ, Ingrid, Michal KRAUS a Petra NOVÁKOVÁ. *Budovy a prostředí: Adresná identifikace, analýza výskytu a metodologie optimalizace vybraných složek vnitřního prostředí budov*. 1. vyd. Stalowa Wola, Polsko: Vysoká škola technická a ekonomická v Českých Budějovicích, 2018. 278 s. ISBN 978-83-63767-31-0.
- KRAUS, Michal, Terezie VONDRÁČKOVÁ a Vladimír NÝVLT. Defects, faults and accidents of contemporary constructions. In Ingrid Juhásová Šenitková. *MATEC Web of Conferences 93 (2017): 8th International Scientific Conference Building Defects (Building Defects 2016)*. Volume 93, 2017. France: EDP Sciences, 2016. s. 03004-3010. ISBN 978-2-7598-9012-5. doi:10.1051/matecconf/201779303004.
- KRAUS, Michal. Assessment of Carrying Capacity of Timber Element Using SBRA Method. In Marschalko M.,Drusa M.,Rybak J.,Yilmaz I.,Segalini A.,Coisson E.. *IOP Conference Series: Materials Science and Engineering*, Volume 245, Issue 2 (World Multidisciplinary Civil Engineering-Architecture-Urban Planning Symposium 2017). 1. vyd. Spojené království: Institute of Physics Publishing, 2017. s. nestránkováno, 8 s. ISSN 1757-8981. doi:10.1088/1757-899X/245/2/022008.
- KRAUS, Michal. Risk assessments of contemporary accidents in construction industry. In Ingrid Juhásová Šenitková. MATEC Web of Conferences 146 (2018): *9th International Scientific Conference Building Defects (Building Defects 2017)*. Volume 146, 2018. Francie: EDP Sciences, 2018. s. nestránkováno, 6 s. ISBN 978-2-7598-9032-3. doi:10.1051/matecconf/201814603004.
- MAROUŠEK, Josef, Simona HAŠKOVÁ, Robert ZEMAN, Jaroslav ŽÁK, Radka VANÍČKOVÁ, Anna MAROUŠKOVÁ, Jan VÁCHAL a Kateřina MYŠKOVÁ. *Polemics on Ethical Aspects in the Compost Business. Science and Engineering Ethics*, NETHERLANDS: SPRINGER, 2016, Volume 22, Issue 2, s. 581-589. ISSN 1471-5546.
- MYŠKOVÁ, Kateřina a Jaroslav ŽÁK. Data Envelopment Analysis for Technological, Environmental and Economic Analysis of Motorway Underpasses. *ACTA UNIVERSITATIS AGRICULTURAE ET SILVICULTURAE MNDELINEAE BRNUNENSIS*, Brno: Mendelu Brno, 2016, roč. 64, č. 1, s. 307-314. ISSN 2464-8310.
- NOVÁKOVÁ, Petra. Use of technical hemp in the construction industry. In Juhasova Senitkova I. *9th International Conference Building Defects, Building Defects 2017*. 1. vyd. France: EDP Sciences, MATEC Web Conf., 2017. s. nestránkováno, 8 s. ISSN 2261-236X.
- PLACHÝ, Jan, Jana VYSOKÁ a Radek VEJMELKA. IMPACT OF SURFACE MODIFICATION ON WATER ABSORPTION OF BITUMEN SHEETS. In neuvedeno. "*18th International Multidisciplinary Scientific GeoConference, SGEM 2018*". 1. vyd. Bulharsko: STEF92 Technology Ltd., 2018. s. 235-241, 8 s. ISSN 1314-2704.
- PLACHÝ, Jan, Jana VYSOKÁ a Radek VEJMELKA. Influence of the frontal joint of the bitumen sheet on the final strength of the joint. In Ingrid Juhásová Šenitková, Michal Kraus, Jan Plachý. *9th International Scientific Conference BUILDING DEFECTS 2017*. 1. vyd. France: MATEC Web of Conferences, 2017. s. nestránkováno, 5 s. ISBN 978-2-7598-9032-3.

- PLACHÝ, Jan, Jana VYSOKÁ, Radek VEJMELKA, Jan HORSKÝ a Vítězslav VACEK. Issue of Changes in Adhesion of Bitumen Sheet to Primary Layer over the Course of Time in Multilayer Waterproofing during Shear Testing. In Marian Drusa, Isık Yilmaz, Marian Marschalko, Eva Coisson, Jaroslaw Rybak and Andrea Segalini. *IOP Conference Series: Materials Science and Engineering*,. 1. vyd. Spojené království: Institute of Physics Publishing, 2017. s. nestránkováno, 7 s. ISSN 1757-8981.
- ŠÁL, Jiří a Petra NOVÁKOVÁ. Increase the porosity of the brick block using fermentation residues. In neuvedeno. *18th International Multidisciplinary Scientific GeoConference, SGEM 2018: Volume 18 Nano, Bio and Green and Space - Technologies for a Sustainable Future*, Issue 6.3. 1. vyd. Bulharsko: STEF92 Technology Ltd, 2018. s. 251-256, 6 s. ISBN 978-619-7408-52-2. doi:10.5593/sgem2018/6.3.
- VOCHOZKA, Marek, Vojtěch STEHEL, Anna MAROUŠKOVÁ, Ján MAJERNÍK, Monika KARKOVÁ, Ladislav KOLÁŘ a Jaroslav ŽÁK. Alternatives for the use of solid pyrolysis byproducts for electricity generation. *Energy Sources, Part A: Recovery, Utilization, and Environmental Effects*, USA: Taylor & Francis Group, LLC, 2017, roč. 39, č. 17, s. 1875-1878. ISSN 1556-7230.


## Odborná charakteristika projektu

### Současný stav

Při hodnocení klimatických podmínek vykazuje městská zástavba znatelně vyšší teploty než jiné oblasti nacházející se v nezastavěném okolním území. Je to následek překrývání velkých ploch původní vegetace zástavbou budov a komunikacemi. Betonové a asfaltové povrchy absorbují ze Slunce obrovské množství tepla, které následně vyzařují zpět do okolí. Přehřívání měst zapříčiňuje stoupání teplého vzduchu, který s sebou zvedá prachové částice, jež poté vdechujeme. V důsledku stále se rozšiřující městské zástavby se zvyšuje intenzita takzvaných tepelných ostrovů a život v některých městech se v letních měsících stává až obtížný. Například tepelné ostrovy v centru Prahy vykazují teplotu o více než 2 °C vyšší, než je teplota v okrajových částech města. Kvůli absenci zelených ploch ve městech zanikají přirozená odtoková místa a vodu je tak velice těžké na betonových či asfaltových plochách zadržet a s její pomocí ochladit okolí. Jedním z možných řešení, jak tomuto problému předcházet, je navrhovat více zeleně ve městech. Ozeleněné fasády, případně ozeleněné střechy, dokážou díky svým vlastnostem zadržovat vodu a následně ji pozvolna odpařovat. Je však nutné zdůraznit, že zeleň na budovách má přínos i pro samotnou budovu. Cílem adaptačních opatření ve městech je schopnost přizpůsobit se změnám klimatu. Toho lze dosáhnout trvale udržitelným rozvojem měst při zachování potřebné kvality života obyvatel. Hospodaření s vodou, které má také velmi důležitou roli. Je nutné se zaměřit na retenci vody a zpomalení odtoku vody ze zpevněných ploch. Dále je důležité zajistit zasakování či využívání srážkových vod a funkčně propojit plochy s převažujícími přírodními složkami. Důležitou roli zde budou hrát vodní a vegetační plochy s prvky, které významně ovlivňují mikroklima. Jejich základním mechanizmem je odpařování vody, což má vliv na snížení teploty okolního prostředí.

Výstavba, a především provoz liniových staveb (silnice, dálnice, železnice (především VRT)), znamená „tvrdé“ negativní vlivy na krajinu a související ekosystémy. Zásadní je násilná fragmentace krajinného prostředí, spojená s migračními retardacemi a ekosystémovými vegetačními bariérami. Obvyklými kompenzačními opatřeními jsou technické objekty, tzv. ekodukty. Jde o podzemní průchody, a především nadzemní přechody pro zoosložku a synergický transfer vegetace. Příslušné objekty jsou umisťovány na základě tzv. migračních koridorů. Klasikou jsou těžké železobetonové konstrukce zvláště nad dopravními liniemi. Znamenají tisíce tun betonu, dalších technických prvků, velkou stavební, energetickou i finanční náročnost. Jejich vegetační krytí je

většinou nefunkční, pro zcela zásadní deformace vodního režimu lokality, objektů a souvisejícího prostředí. A to zvláště v období klimatické změny a dlouhodobě očekávaného atmosférického i půdního sucha. Ekosystémové dopady jsou mnohdy ireverzibilní.

## Stručná charakteristika

Základní strategií přístupu a inovací nadzemního ekologického přechodu, ekoduktu, je lehká mostní konstrukce s okrajovými stěnami vytvořenými vertikálně kultivovanou vegetací, oddělující transferující jedince i společenstva od provozu překračované bariérní komunikace. U doposud aplikovaných řešení nadzemních betonových přechodů, bylo k jejich vegetačnímu efektu třeba min. metrové vrstvy zeminy, která umožňovala kultivaci, ale jen nižších forem vegetace (keřového patra). Recentní vrstvy zeminy, vzhledem ke směrovým odtokovým poměrům, nejsou vodné, vegetace trpí suchem a postupně zaniká. Objekt je pak pro krajinu plně cizorodým prvkem.

Nové řešení tzv. lehké mostní konstrukce vystačuje s cca 10 cm tloušťkou povrchové vrstvy zeminy s cíleně vytvořeným vodním režimem na bázi OZE. Toto řešení znamená velké odlehčení ekoduktu, razantně sníženou materiálovou a energetickou náročnost, větší flexibilitu i ekonomickou efektivitu. Sekundárním efektem je využití i vertikální – vysoké zeleně v bezprostředním okolí ekoduktu, vytvořením „tichých míst“ utilizujícím využití objektu, a tedy jeho krajinné i společenské smysluplnosti. Stěžejně související je efektivní využívání srážkových vod z přemosťované komunikace k zajištění závlahy vegetace. Sběrná voda z objektu liniové stavby bude jímána do zásobního retenčního prostoru a jednoduchým závlahovým systémem, prostřednictvím čidel vlhkosti půdy a zajištěním vlastního zdroje energie (solární panely), distribuována do půdně vegetačního prostředí.

Návrh nového řešení „zelených“ ekoduktů znamená nízké nároky na technické řešení, vyšší finanční efektivitu stavby a minimální zásah do konstrukce a výstavby přemosťované komunikace. Z hlediska krajinného je možno minimalizovat i rizika antropických impaktů v perimetru ekoduktu, a za úsporné finanční částky např. navyšovat četnost realizovaných přechodových tras na liniových stavbách.

Navrhované konstrukce, z hledisek stavebně-technických, budou podstatně lehčí a jednodušší, lze použít standardizovaných prefabrikovaných konstrukčních prvků a rutinních osvědčených metod výstavby. Technicky i technologicky bude zpracován postup jejich aditivního umisťování na již realizované liniové stavby, bez zásadního omezení stávajícího provozu. Je predikována a bude doložena vysoká materiálová, energetická i finanční úspornost, variabilita utilizace a pozitivní ekosystémové a krajinně-kreativní dopady.

## Cíle (předpokládané výstupy), způsob jejich dosažení a časový harmonogram

**Předpokládané výstupy**

- Poklady pro zpracování žádosti TAČR „Krajinně-vegetační a technicko-ekonomická optimalizace ekologických prvků liniových dopravních staveb“ zaměřená na návrh vertikální ochranné vegetační bariéry s řízeným vodním režimem (doc. Ing. Jaroslav Žák, CSc a kol.).

- 1–2 závěrečné kvalifikační práce na téma „Návrh budovy s nízkou spotřebou energie s integrovanými prvky zeleně“ (Bc. Tomáš Protiva a Bc. Markéta Žánová)

- Rešerše a souhrn současného stavu problematiky

- Podklady pro následnou publikační a výzkumnou činnost členů řešitelského kolektivu.

**Postup řešení**

1. Teoretická východiska
2. Definice problémů
3. Sběr a analýza dat
4. Analýza a vyhodnocení získaných dat
5. Příprava výstupů, návrhy řešení a příprava výstupů

**Časový harmonogram**

**Duben–červenec**
- 1. část projektu – Současné systémy vegetačních prvků horizontálních a vertikálních konstrukcí
- Rešerše a souhrn současného stavu problematiky

**Srpen–říjen**
- 2. část projektu – Návrh ekologických prvků liniových dopravních staveb ve formě arch. studie
- Příprava projektové žádostí TAČR Prostředí pro život (MŽP) - PP3

**Listopad–prosinec**
- Příprava závěrečné zprávy a hodnocení projektu

## Položkový rozpočet, včetně účastí na odborných akcích a konferencích

| **Rozpočet projektu** | | | |
|---|---|---|---|
| Osobní náklady | Odměny AP (4 x 8 000 Kč)<br>Odměny studenti (2 x 2 000 Kč, 4 x 11 000 Kč) | 32 000 Kč (40 %)<br>48 000 Kč (60 %) | 40 % |
| Materiálové náklady | 2 x notebook[1] | 60 000 Kč | 30 % |
| Služby a náklady nevýrobní | Konzultační a poradenská činnost (prof. Vyskot, DPP)<br>Cestovní náklady | 30 000 Kč<br>30 000 Kč | 30 % |
| **Celkem náklady** | | **200 000 Kč** | **100 %** |

1) Specifikace technických parametrů notebooků bude dodána po schválení projektové žádosti do 10 pracovních dnů v návaznosti na aktuální cenovou nabídku; prozatímní předpoklad: i5, i7 nebo Xeon procesor se 4 a více jádry; 8-16 GB (nebo více) RAM; minimálně 200 GB diskového prostoru typu SSD; 100% NVIDIA grafická karta s hardwarovou akcelerací (32-bit).

V Českých Budějovicích dne 15. 3. 2019

Hlavní řešitel