

# Roje dronů pro inspekci elektrického vedení

Autonomní drony nejsou jen hračky, ale své místo začínají nacházet i v praxi. Jedním z příkladů je inspekce liniových staveb: silnic, elektrického vedení nebo plynovodů. Drony umožňují získat snadno a rychle letecký pohled na danou stavbu, určit její stav a popř. nutnost opravy nebo servisního zásahu.

Odborníci ze skupiny multirobotických systémů katedry kybernetiky Fakulty elektrotechnické ČVUT v Praze ve spolupráci se společností ČEPS v rámci evropského projektu Aerial-Core ověřují praktické možnosti inspekce elektrického vedení s pomocí rojů létajících dronů. Nynější výsledky výzkumu demonstrovali novinářům na úseku elektrického vedení na Berounsku.

## Drony nahradí pilotovaný letoun

Kromě co nejrychlejší detekce nenadálých poruch, např. po extrémních bouřkách nebo tornádech, se oba partneři soustředí na robotizaci preventivních kontrol celé rozsáhlé přenosové soustavy v ČR, kterou spravuje právě ČEPS. V současné době inspekci elektrického vedení zajišťuje pilotovaná helikoptéra, která letí od jednoho stožáru ke druhému a její posádka pořizuje dokumentaci. Koordinovaný tým dronů tyto úkoly dokáže zvládnout mnohem rychleji a také levněji. ČEPS chce v budoucnosti nahradit pilotované inspekce bezpilotními prostředky, které mohou mít různou míru autonomie.

Právě různá míra autonomie je vlastnost, která od sebe jednotlivé drony výrazně odlišuje. Základní úroveň představují drony, které po vymezené trase řídí operátor. Pokročilejší systémy navádějí dron samostatně podle předem naprogramovaných bodů GPS (popř. se zpřesněním pomocí pozemních stanic). Vědci z FEL ČVUT ale úroveň autonomie ještě zvyšují. Jejich cílem je vytvoření týmu samostatně uvažujících spolupracujících dronů – autonomních vzdušných robotků. Plně autonomní drony s využitím palubních senzorů upřesňují svůj let a přizpůsobují své chování změnám v okolním prostředí. To zvyšuje spolehlivost, přesnost a kvalitu získaných dat. „Naše drony tak mohou reagovat na nenadálé situace a nezaskočí je ani překážky v cestě či popadané větve,“ vysvětluje doc. Martin Saska, vedoucí skupiny multirobotických systémů z katedry kybernetiky FEL ČVUT (obr. 1).

Cílem spolupráce s firmou ČEPS je integrování skupiny vzájemně ve vzduchu spolupracujících dronů tak, aby byly schopné kon-

trolovat infrastrukturu v dosahu několika kilometrů a snímat přitom klíčové prvky, jako jsou izolátory, s velkou přesností a opakovatelností (obr. 2). To je nezbytné pro pořízení záběru vždy ze stejného místa a z požadova-



Obr. 1. Martin Saska s jedním z roje dronů

ného úhlu, což je rozhodující pro automatickou inspekci a sledování vývoje stavu jednotlivých komponent vedení v čase.

„Využití dronů by nám mělo přinést snížení nákladů na údržbu přenosové soustavy,



Obr. 2. Koordinovaně pracující drony



Obr. 3. Ovládání dronu gesty

zvýšení bezpečnosti kontrol a ve výsledku i jejich větší standardizaci,“ říká Milan Sedláček, ředitel sekce Řízení údržby společnosti ČEPS.

## Kooperace člověka s drony

Součástí ukázky na Berounsku byla také spolupráce člověka a dronu při práci na vedení, při které je pohyb dronu ve vzduchu ovládán gesty člověka – podobně, jako jsou dnes ovládány např. autonomní přepravní vozíky ve výrobní logistice (obr. 3). Drony jsou vybaveny kamerou a jsou schopné vnímat gesta svého operátora. V univerzitních laboratorních skupinách multirobotických systémů v Praze na Karlově náměstí pracují na vývoji „abeedy“, která bude jednoznačně definovat manipulační pokyny.

Výzkumníci při tom spolupracují s kolegy z Univerzity v Soluni. Systém bude možné v budoucnu využít pro instalaci rozumnějších částí vedení nebo autonomní zavážení kabelů pomocných lan v obtížně dostupných místech. „To je další schopnost, kterou operátoři ocení, protože nahrazuje lidskou práci

v obtížných a nebezpečných podmínkách,“ dodává doc. Martin Saska.

## Další možnosti využití

Zapojení robotů do oblastí rozvodných služeb tak, aby současně splňovaly požadavky na bezpečnou a efektivní spolupráci s pracovníky inspekce a údržby, je téma, které řeší operátoři v celé Evropě. Drony mají potenciál zásadně změnit dosavadní způsob inspekce a údržby liniových staveb typu elektrického vedení, ale nabízí se jejich využití i v oblasti dalších veřejných služeb či dopravy. Protože ukázka probíhala na louce v zemědělské krajině, diskutovalo se mj. o využití dronů v zemědělství nebo v lesnictví k monitorování stavu porostů a pláno-

vání závlah nebo chemického ošetření, hlídání a lokalizaci ohnisek lesních požárů či k dohledu nad pasoucími se stády apod. V souvislosti s válkou na Ukrajině se hodně hovoří o využití dronů pro průzkumné a bojové účely. Podobně však mohou být drony použity i v průzkumu oblastí po přírodních katastrofách.

### Evropský projekt Aerial-Core

Systém, jež skupina multirobotických systémů vyvíjí, je součástí evropského projektu Aerial-Core, který koordinuje univerzita v Seville (Španělsko). ČVUT na něm participuje jako jeden z důležitých partnerů a ČEPS je členem průmyslového poradního orgánu.

Skupina multirobotických systémů katedry kybernetiky FEL ČVUT pořádá od 1. do 5. srpna letní školu IEEE RAS 2022 o systémech spolupracujících vzdušných prostředků a rojů, včetně přednášek uznávaných odborníků v oboru a s praktickými zkušenostmi s experimenty v reálném světě s využitím nejmodernější techniky. Letní škola IEEE RAS 2022, motivovaná kromě projektu EU Aerial-Core také projektem DARPA SubT-Challenge, bude zaměřena na využití multirobotických systémů v podmínkách reálného světa. Akce je vhodná pro loňské studenty bakalářského, magisterského a doktorandského studia, ale pozváni jsou i mladí vědci z průmyslu a akademické sféry. Letní škola už má sice po uzávěrci přihlášek, ale zájemci mo-

hou zkusit kontaktovat organizátory na <http://mrs.felk.cvut.cz/contact-us>.

### Drone, podej mi prosím šroubovák

Na stránkách evropského projektu Aerial-Core (<https://aerial-core.eu/>) najdou zájemci množství videoukázek spolupracujících dronů. Upozorňují, že jde většinou o animace. Cesta k tomu, kdy dron na zavolání přiletí k montérovi na sloupu a podá mu např. klíč, který si zapomněl na zemi, je ještě dlouhá, ne však nemožná.

[Tisková zpráva FEL ČVUT, květen 2022.]  
(Foto: Petr Neugebauer, FEL ČVUT)

Petr Bartošík

# Magneticko-indukční vodoměr Waterflux 3070 v3

Voda se v posledních deseti letech stává i u nás drahou komoditou, jedním ze zdrojů, který je stále vzácnější. Vodní zdroje jsou v České republice intenzivně využívány, a to jak velké, tak i střední a malé. Přesné měření průtoku pramenité a pitné, říční nebo srážkové vody poskytuje, je-li spolehlivé za všech provozních stavů, velké množství údajů potřebných pro optimální hospodaření s vodou při její výrobě i při dopravě a distribuci ke konečným spotřebitelům.

Hospodaření s vodou je důležité nejen s ohledem na to, že jde o přírodní zdroj, který je nutné uvážlivě a hospodárně využívat, ale také pro to, že výroba a doprava vody jsou

ti použití magneticko-indukčních vodoměrů při přípravě i distribuci pitné i užitkové vody.

Magneticko-indukční vodoměr Waterflux má unikátně řešenou měřicí trubici obdél-

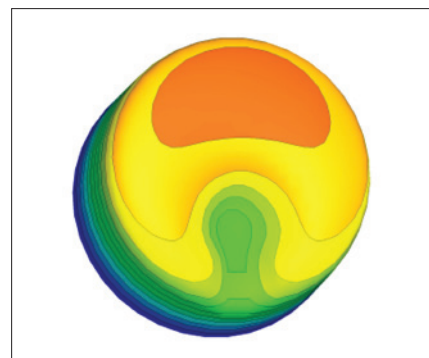


Obr. 1. Měřicí trubice magneticko-indukčního vodoměru Waterflux

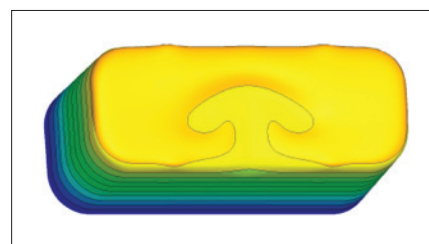
energeticky velmi náročné, a to jak z hlediska spotřeby elektrické energie pro čerpání, tak i s ohledem na značnou spotřebu chemikálií používaných k úpravě surové vody na vodu pitnou.

Po celou dobu své existence se firma Krohne zaměřovala na výzkum a vývoj perspektivní techniky, která zdokonalovala stávající způsoby měření neelektrických veličin, jako je např. měření průtoku kapalin.

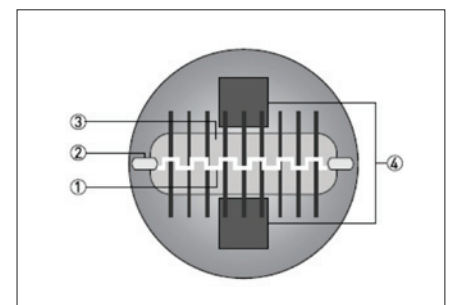
Jedním z výsledků tohoto úsilí je poslední verze magneticko-indukčního vodoměru Waterflux 3070 v3, která nabízí nové možnos-



Obr. 2. Okamžité rychlosti proudění v potrubí kruhového průřezu



Obr. 3. Okamžité rychlosti proudění v hydraulicky optimalizovaném potrubí obdélkového průřezu



Obr. 4. Generování magnetického pole v měřicí trubici obdélkového průřezu (1 – indukované napětí, 2 – snímací elektrody, 3 – magnetické pole, 4 – budicí cívky)



Obr. 5. Vestavěný snímač tlaku a teploty proudící vody

kového průřezu (obr. 1). Cílem této úpravy bylo snížení citlivosti přístroje na nesymetrický tvar rychlostního profilu proudění vstupujícího do vodoměru.

Tvar rychlostního profilu je obvykle narušen nedostatečným přímým úsekem potrubí,