



DISTRIBUCE

KONTROLA ENERGETICKÉHO ZAŘÍZENÍ POMOCÍ DRONŮ

Distribuční maturita, Hradec Králové 4. 10. 2017

Ing. Pavel Derner

POJMY

❑ Základní pojmy

➤ Dron (počeštěný výraz anglického slova drone)

Dle slovníku je drone dálkově řízené letadlo bez pilota na palubě.

➤ Multikoptéra

Je létající zařízení, které má na ramenou umístěné motory poháněné vrtule se svislou osou otáčení. Řízení okolo všech os (pohyb do stran, změna výšky) je zabezpečeno změnou tahu jednotlivých vrtulí. Podle počtu ramen pak rozlišujeme trikoptéry (3 ramena), kvadrokoptéry (4), atd.



➤ **Bezpilotní letadlo – UA (UAV)**

Letadlo určeno k provozu bez pilota na palubě. Jedná se o nadřazenou kategorii dálkově řízených letadel, autonomních letadel i modelů letadel (kromě modelů letadel s maximální vzletovou hmotností nepřesahující 20 kg).

➤ **Bezpilotní systém - UAS**

Systém skládající se z bezpilotního letadla, řídicí stanice a jakéhokoliv dalšího prvku nezbytného k umožnění letu, jako například komunikačního spojení a zařízení pro vypuštění a návrat.

➤ **Autonomní letadlo**

Bezpilotní letadlo, které neumožňuje zásah pilota do řízení letu.

PILOTNÍ PROJEKT

❑ Cíl

- Vyhodnocení současných možností využití malých bezpilotních zařízení (Dronů) při kontrole zařízení distribuční soustavy.
- Vyhodnocení podmínek a oblastí pro jejich možné nasazení v ČEZ Distribuci.

❑ Předmět projektu

- Na konkrétních vedeních provést kontrolu stavu izolace pomocí malých bezpilotních zařízení (dronů).
- Provést vyhodnocení nabízených technologií, ekonomickou náročnost a na základě výsledků provést rozbor dalších možných oblastí využití (např. některé činnosti v rámci ŘPU apod.).

❑ Přínos

- Zhodnocení potenciálu malých bezpilotních zařízení (dronů) v oblasti zvyšování efektivity provozu distribuční soustavy a stanovení podmínek pro jejich nasazení.
- Zjištění reálných možností efektivního využití bezpilotních zařízení v činnostech ČEZ Distribuce, vytipování případných možných oblastí využití.

VYBRANÁ ZAŘÍZENÍ PRO PROJEKT

❑ V rámci tohoto projektu byla vybrána dvě vedení vn provedená izolovanými vodiči

- Vybraná vedení jsou v lesních průsecích, obtížně přístupná
- Kontrola vedení bude zaměřena na identifikaci a lokalizaci poškození izolace z horní strany vodičů, která nejsou při vizuální kontrole ze země zjistitelná - je to vhodný případ pro možné využití bezpilotních zařízení.
- Vybraná vedení jsou sledovány v rámci dalšího projektu „Detektor poruch izolovaných vodičů vn“ – byly indikovány dotyky nebo pády větví na vedení.

❑ Hledaná poškození

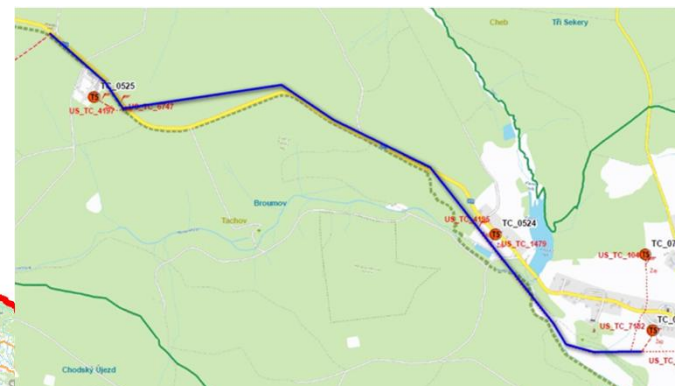
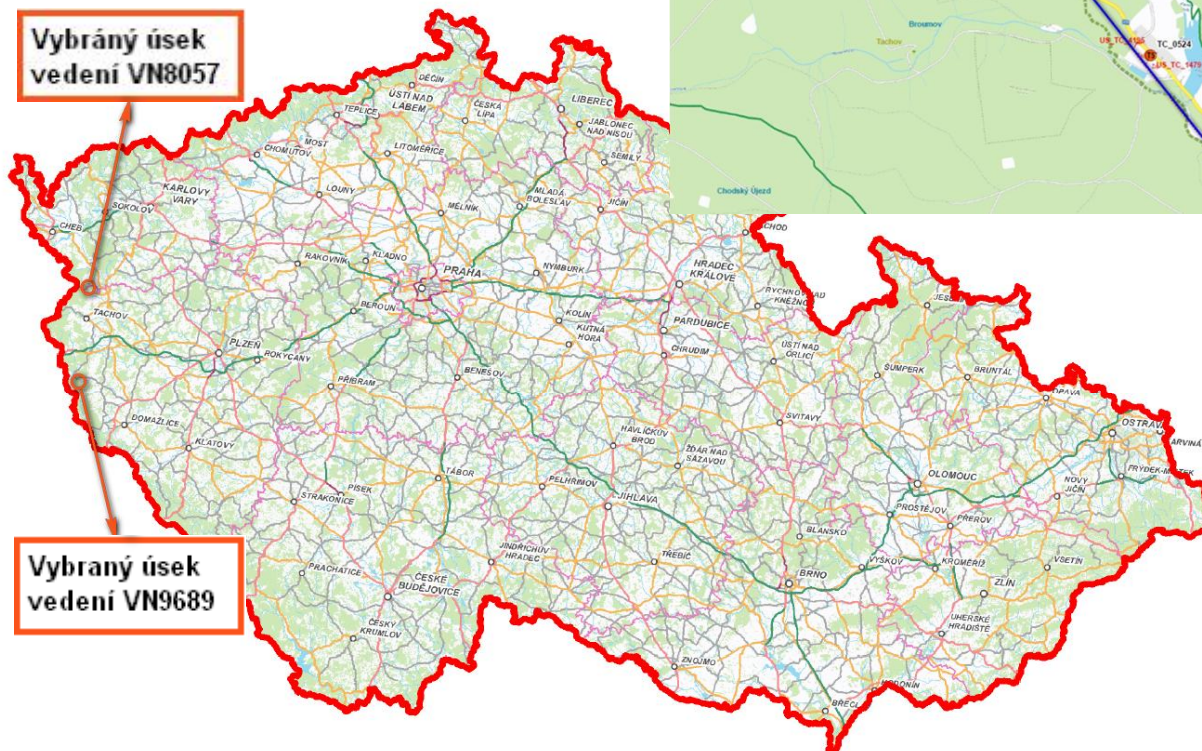
- Při delším kontaktu větve s izolovaným vodičem může dojít vlivem výbojů k poškození izolace, případně i vodiče.



VYBRANÉ ÚSEKY VEDENÍ - LOKALIZACE

❑ Lokalizace vybraných úseků vedení v mapě ČR

- vybraný úsek vedení 22 kV VN8057 cca 4,2 km - okres Tachov



Vybraný úsek
vedení VN9689

- Vybraný úsek vedení VN9689 22 kV cca 2,3 km - okres Domažlice

SHRNUTÍ LEGISLATIVY

- ❑ **49/1997 Sb.**, Zákon o civilním letectví – základní norma pro civilní využívání vzdušného prostoru a provoz letadel v ČR.
- ❑ **Letecké předpisy**
 - **Letecký předpis L2 – pravidla létání**
 - Obsahuje 5 hlav, 5 dodatků a 9 doplňků (značené písmeny).
 - **Doplněk X – Bezpilotní systémy**
 - Stanovuje závazné národní požadavky na projektování, výrobu, údržbu, změny a provoz bezpilotních systémů splňujících kritéria přílohy II nařízení Evropského parlamentu a Rady (ES) č. 216/2008 v platném znění a je doporučeným postupem pro provoz modelů letadel s maximální vzletovou hmotností nepřesahující 20 kg.
 - Kromě definic obsahuje podmínky provozu a prostory kde smí být provozováno a za jakých předpokladů.
 - Dále obsahuje tabulku s rozdělením do kategorií dle váhy a účelu použití a požadavky na ně (v tomto případě to bude skupina „výdělečné, experimentální, výzkumné“).

SHRNUTÍ LEGISLATIVY

- ❑ **Při provozu bezpilotního letadla musí být dodrženy následující podmínky:**
 - letecké prostředky a pilot podléhá evidenci Úřadem civilního letectví (ÚCL)
 - podmínkou evidence pilota je prokázání schopnosti bezpečně řídit
 - podmínkou provozu je povolení k létání vydané ÚCL
 - podmínkou provozování leteckých prací je povolení k provozování těchto činností vydané ÚCL
 - bezpilotní letadlo musí být označeno identifikačním štítkem
 - stanoveny jsou min vzdálenosti od osob a hustě obydleného prostoru
 - stanovena je minimální výše pojištění odpovědnosti za škodu způsobenou provozem bezpilotního letadla
 - bezpilotní letadlo musí být vybaveno vestavěným bezpečnostním systémem „failsafe“
 - povinnost hlásit události spojené s bezpilotním letadlem (nehoda, incident nebo vážný incident)
 - Dále musí být bezpilotní letadla provozována v přímém dohledu pilota.
 - Nepovolí-li ÚCL jinak, smí být let prováděn jen v určitých vzdušných prostorech (nesmí být prováděno v zakázaných a nebezpečných prostorech).

REALIZACE

- ❑ Vzhledem k legislativním požadavkům na provoz bezpilotních zařízení je pro vyhodnocení možností zvolena cesta zajištění realizace kontrolních letů pomocí vybrané firmy s následujícími nároky:
 - splňuje všechny legislativní podmínky pro letecké práce
 - nabízí komplexní profesionální služby (případně i vyhodnocovací nadstavby), mají zkušenosti
 - vlastní a provozují letová zařízení
 - nabízí dále poradenské a konzultační služby
- ❑ Vybrány byly dvě společnosti, každá zajišťovala kontrolu a vyhodnocení jednoho vybraného úseku vedení

REALIZACE

KONTROLA ÚSEKU VEDENÍ VN8057

❑ Kontrola úseku vedení VN8057

- K otestování využití dronů byly využity tři profesionální drony jako zástupci různých profesionálních kategorií. Multikoptéry byly osazeny různými záznamovými zařízeními



- Hexacopter – osazený kamerou pro vysoce kvalitní fotografický záznam
- Výstupem jsou letecké fotky ve formátu jpg, trajektorie pohybu dronu, souřadnice středů leteckých fotek

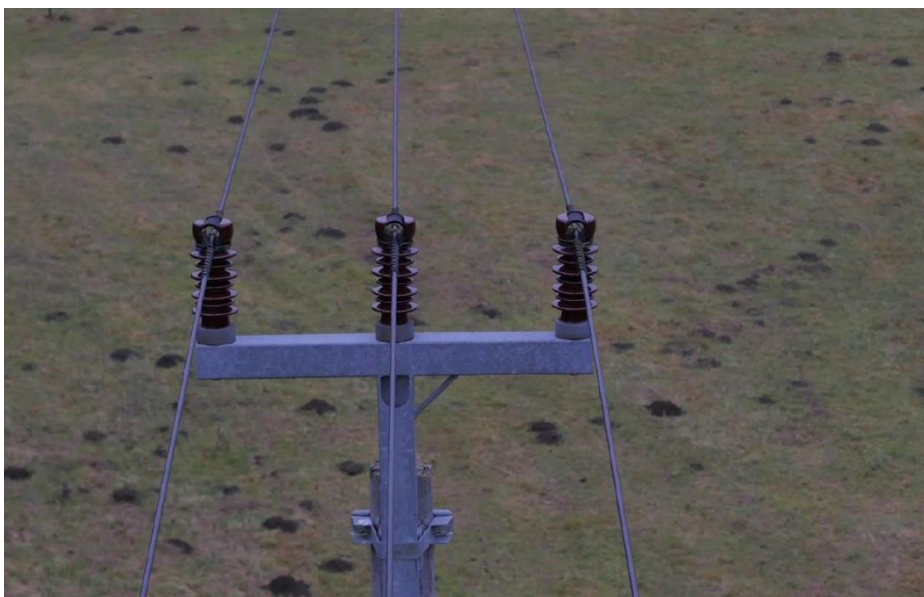


REALIZACE

KONTROLA ÚSEKU VEDENÍ VN8057



- Octocopter – osazený kamerou pro pořízení videozáznamu
- Výstupem je videozáznam v rozlišení 4K, export do fullhd



REALIZACE

KONTROLA ÚSEKU VEDENÍ VN8057



- Bezpilotní letoun – osazený kamerou pro snímkování
- Výstupem jsou aktuální ortofotomapy s možností digitálních modelů povrchů nebo 3D modelů



- Byly provedeny celkem tři výstupy obrazového záznamu a k nim vybrán nejlepší možný testovaný dron.
- Při přípravě a na základě testů v terénu byla pro kontrolu zvolena jako finální metoda letecké fotodokumentace vedení vn se záznamem GPS polohy středu každé fotografie. Ostatními metodami se pořídily odpovídající další výstupy pouze části úseku pro srovnání všech výstupů.
- Dron může ovládat pouze jeden člověk – pilot, druhý člověk mu dělá operátora, který kontroluje online záznam fotodokumentace (případně ovládá kameru).

REALIZACE

KONTROLA ÚSEKU VEDENÍ VN8057

- Při vlastní letecké foto inspekci vedení bylo provedeno celkem 16 letů a pořízeno bylo 1899 leteckých fotek s GPS polohami středů fotek.
- Celkem bylo ve vybraném úseku (cca 4,2 km) vedení identifikováno 34 poškození.

14.

Poloha: N 49.8905922, E 12.5917332

Snímky: 2903, 2904



REALIZACE

KONTROLA ÚSEKU VEDENÍ VN9689

❑ **Kontrola úseku vedení VN9689**

- Pro testování byly připraveny dvě alternativy:
 - Menší dron se záznamovým zařízením při stabilizovaném zoomu
 - Velký typ dronu se záznamovým zařízením, které dokáže vedení přiblížit.
- V tomto typu prostoru se nebylo možno velkým dronem přiblížit, aniž by nehrozila kolize s vedením nebo okolním porostem.
- Pro kontrolu celého vybraného úseku vedení byla zvolena alternativa menšího dronu. Ten byl osazen záznamovým zařízením s absencí zoomu a létal v menších vzdálenostech od vedení.
- Ovládání dronu zajišťoval pilot, druhý člověk sledoval na monitoru videopřenos z dronu a hledal případnou závadu.
- Aby bylo možno případnou závadu najít bylo potřeba jednotlivé úseky (případně jednotlivá poškození) označit - pomocí fotografií s GPS souřadnicí, kterou pořídil samotný dron.

REALIZACE

KONTROLA ÚSEKU VEDENÍ VN9689

- Videozáznam je nahráván a je poté možno zkontrolovat na PC.
- Nalezená poškození lze dle označených úseků najít a případně se k tomu vrátit, použít dron se zoomem a zaměřit se na konkrétní poškození a provést podrobnější snímek. Pro možnost vyhodnocení byl v části úseku testován i větší dron a se zoomem.



OBECNÉ SHRnutí VYUŽITELNOSTI DRONŮ

VÝHODY A NEVÝHODY VYUŽITÍ DRONŮ

- V současné době probíhá neustálý vývoj a zdokonalování technologií dronů a jako každá nová moderní technologie má své výhody a nevýhody.
- Výhody dronů plynou z jejich hlavních parametrů, což je jejich menší velikost a jednodušší ovládání v porovnání s pilotovanými prostředky

□ Výhody

- Snadná manipulace a mobilita.
- Flexibilita nasazení strojů do akce.
- Možné použití na špatně přístupných místech (start a přistání).
- Použití ve špatně přístupném terénu a pořizování dat, která nebyla dříve nijak možná.
- Monitoring zařízení pod napětím bez nutnosti vypínání.
- Online přenos obrazu na vzdálenost (observace nebezpečných prostor).
- Nízká hlučnost.
- Levnější provoz oproti využití pilotovaných strojů.

OBECNÉ SHRNUÍ VYUŽITELNOSTI DRONŮ

VÝHODY A NEVÝHODY VYUŽITÍ DRONŮ

❑ Nevýhody

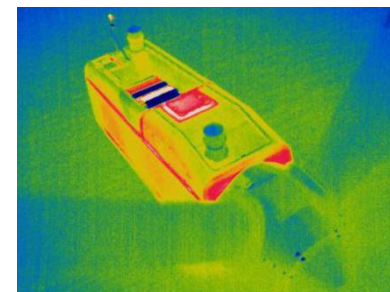
- Dolet (pouze několik km) ve srovnání s pilotovanými prostředky.
- Letový čas (desítky min) – závisí na použitých bateriích a na okolních klimatických podmínkách.
- Legislativní nároky na provoz dronů.
- Nízká nosnost
- Provoz pouze ve vizuálním dohledu pilota bez optických pomůcek.
- Nejednotná mezinárodní legislativa (pravidla v každé zemi jiná, včetně EU).
- Provoz dronů závisí na okamžitých klimatických a světelných podmínkách (silný vítr, déšť, mlha, nízká oblačnost, apod).

OBECNÉ SHRNUTÍ VYUŽITELNOSTI DRONŮ

OBLASTI MOŽNÉHO VYUŽITÍ DRONŮ

❑ Z možných oblastí využití je to:

- Letecká inspekce vedení.
 - Letecká inspekce podpěrných bodů (izolátory, svorky, nátěry).
 - Letecký pohled na rozvodny.
 - Letecké mapování – rastrové, digitální mapy (podklady projektů, terén, analýzy, GIS, apod.).
 - Letecké inspekce výškových objektů.
 - Marketing.
- Pro inspekci vedení, podpěrných bodů nebo rozvoden je možno kromě obrazového záznamu použít i jiný typ záznamového zařízení např. termokameru.
- V současné době není předpoklad pro systematické denní nasazení dronů.
- Využití dronů by mohlo být využito jako doplňkové ve specifických případech, kde nejsou jiné možnosti nebo je jejich využití efektivnější.
- Technologie dronů je relativně mladá, velmi rychle se vyvíjí a má do budoucna potenciál pro využití.



OBECNÉ SHRNUÍ VYUŽITELNOSTI DRONŮ

ZÁVĚR

❑ Závěr

- Pilotní projekt potvrdil naše původní předpoklady - pomocí dronů lze s velkou přesností detekovat místa poškození izolace.
- Kladem je určitě snadná manipulace, mobilita, využití v nepřístupném terénu a levnější provoz oproti využití pilotovaných strojů.
- V zimním období, ve kterém probíhalo pilotní ověření, je třeba počítat s těmito problémy:
 - překážky v podobě klimatických podmínek jako např. námraza, sněžení, mlha, nízká oblačnost, apod.,
 - krátká délka dne, resp. omezené světelné podmínky,
 - nízká teplota, která snižuje výdržnost baterií a tím i časově bezpečnou délku letu.
- Drony jsou ovládány dvoučlenným týmem. Dron ovládá pouze jeden člověk – pilot, druhý člověk mu dělá operátora. Z hlediska legislativy musí být splněny veškeré podmínky a povolení pro provoz, létání je možné pouze na vizuální kontakt.
- V rámci provedeného pilotního projektu nebyl nabízen ani identifikován žádný SW pro automatické vyhledávání poškození v pořízeném obrazovém záznamu. Úspěšnost vyhledání poškození závisí na kvalitě pořizovaného záznamu a pečlivosti osoby kontrolující záznam.

Děkuji za pozornost