

\*\*\*

# Využití prostředků UAV v lesnické praxi

---

*Využití bezpilotní fotografie pro vlastníka lesa při  
obhospodařování jeho majetku*



V Kopřivnici dne 26. 10.2021

**Zpracoval: Ing. René Tauber, DAREON Innovation s.r.o.**

# OBSAH

OBSAH .....	2
Úvod .....	4
Předpoklady pro využití prostředků UAV .....	6
Pravidla létání s prostředky UAV .....	6
Pomůcky a vybavení pro létání s prostředky.....	6
Příprava Snímkování.....	6
Příprava dronu ke snímkování.....	6
Příprava letového plánu .....	6
Příprava základních pomůcek ke zjišťování dalších údajů přímým šetřením v lesním porostu .....	7
Snímkování lokalit .....	8
Nalezení stanoviště pro vypuštění dronu.....	8
Příprava dronu k vypuštění .....	8
Vypuštění dronu a snímkování lokality .....	9
Přistání dronu a ukončení náletu .....	9
Servis dronu a export pořízených snímků .....	9
Zásady snímkování dronem.....	10
Zpracování pořízených snímků.....	10
Spojení snímků a tvorba ortofotomapy .....	11
Načtení ortofotomapy do aplikace QGIS.....	12
Praktické využití prostředků UAV v lesnické praxi .....	13
Definice intenzity výchovných zásahů a stanovení optimální intenzity výchovy v tyčovinách na LHC Surý Lubomír .....	13
Stanovení aktuální počtu stromů porostní skupiny .....	15
Stanovení cílového počtu stromů.....	15
Analýza vývoje počtu stromů pomocí lokálního růstového modelu a stanovení optimálního scénáře vývoje počtu stromů v dané porostní skupině.....	16
Stanovení plánu porostní výchovy pro vybrané porostní skupiny .....	17

Určení délky dřevěného oplocení.....	19
Zjištění délky dřevěného oplocení v lokalitě „Závratě“ .....	19
Mapování a monitoring 20 ha ohrožených lokalit (kůrovec, václavka) na lesním majetku Obce Ratiboř.....	21
Cíl projektu .....	21
Podklady získané od správce lesního majetku .....	21
Pomůcky k šetření .....	21
Metodika zpracování projektu .....	21
Snímkování lokalit .....	23
Zpracování pořízených snímků .....	23
Tvorba ortofotomapy .....	23
Analýza poškození porostních skupin.....	24

## ÚVOD

Lesnická praxe byla vždy závislá na využívání kvalitních informací o lesním prostředí a informacích o jeho prostorovém uspořádání. Za tímto účelem jsou využívány údaje prezentované v lesnických mapách a dalších přidružených evidencích (LHP, LHE). Tyto informace však mají především statický charakter. Jejich výhodou je, že umožňují lesnickému personálu snadnou orientaci v terénu. Nevýhodou je mnohdy jejich neaktuálnost a i snížená vypovídací schopnost o vývoji lesního prostředí, které popisují.

Aktuálně se nacházíme v období výrazné změny lesních ekosystémů způsobené vlivem změny klimatu. Důsledkem je výrazné poškození lesů způsobených podkorním hmyzem. Tyto změny jsou velmi rychlé a způsobují neplatnost nebo obtížné využití nástrojů lesnické praxe.

Rozvojem a přístupností (finanční i technologickou) bezpilotních prostředků (dále jen UAV) se ukazuje, že tyto nové technologie mohou být užitečné v lesnické praxi.

Položíme-li si otázku využití technologií UAV, většinou nás napadne jejich využití v mapování změn hranic porostních skupin. Jedná se o možnost aktualizace lesnických map. Dalším využitím je možnost nahlédnout na lesní porost z ptáčích perspektivy a to s velkou mírou rozlišení (1cm/px). Znamená to, že lze kontrolovat s určitou nadsázkou každý strom jednotlivě. Na základě výše uvedeného lze stanovit tyto možnosti využití prostředků UAV:

1. Tvorba aktualizovaných lesnických map
  - a. Aktualizace hranic porostních skupin
  - b. Stanovení přesnějších rozměrů porostních skupin – přesnější plánování zalesnění, ochrany kultur, výchovných zásahů.
  - c. Aktualizace průběhu lesních cest a průseků
  - d. Mapování rozsahu živelných pohrom
2. Analýza struktury lesa – jedná se o zpřesnění druhové skladby lesních porostů nebo o zjištění skutečného prostorového rozmístění dřevin v rámci porostní skupiny.
3. Plánování výchovných zásahů – na základě zjištěného počtu stromů lze pomocí modelů vývoje lesa určit optimální intenzitu zásahů v mlazinách.
4. Kontrola lesa – zejména se jedná o kontrolu výskytu souší v rozsáhlých komplexech nebo poškození způsobené abiotickými vlivy.

Výše uvedené možnosti ukazují na využití běžného snímkování. Dnes již existují daleko sofistikovanější přístupy a to využití prostředků LIDAR nebo FLIR. Tyto postupy vyžadují vyšší úroveň

znalostí a zkušeností a také jsou ekonomicky nákladnější. Cílem tohoto příspěvku je zamyslet se nad využitím prostředků UAV, které jsou technicky, finančně i kvalifikačně dostupné lesnické praxi.

# PŘEDPOKLADY PRO VYUŽITÍ PROSTŘEDKŮ UAV

## PRAVIDLA LÉTÁNÍ S PROSTŘEDKY UAV

Od 31. 12. 2020 vstoupily v platnost nová pravidla pro létání s prostředky UAV a pro všechny prostředky UAV s kamerou, které zavádí povinnou registraci UAV a pilota. Zjednodušeně se jedná o získání pilotního oprávnění pro pilota a registrační značku na prostředek UAV. Bližší podrobnosti lze získat na adrese <https://www.caa.cz/provoz/bezpilotni-letadla/>

## POMŮCKY A VYBAVENÍ PRO LÉTÁNÍ S PROSTŘEDKY

- Prostředek UAS - Kvadroptéra Autel EVO II Pro s příslušenstvím (ovladač dronu, náhradní baterie, přenosový kabel mezi mobilním telefonem a ovladačem dronu, SD karta)
- Heliport
- Mobilní aplikace Autel Explorer
- Aplikace pro analýzu leteckých snímků
- Geografický informační systém QGIS
- Mobilní telefon k ovládání prostředku UAV.

## PŘÍPRAVA SNÍMKOVÁNÍ

Příprava šetření spočívá v těchto krocích:

1. Definice lokalit snímkování
2. Příprava dronu ke snímkování
3. Příprava letového plánu
4. Příprava základních pomůcek ke zjišťování dalších údajů přímým šetřením v lesním porostu

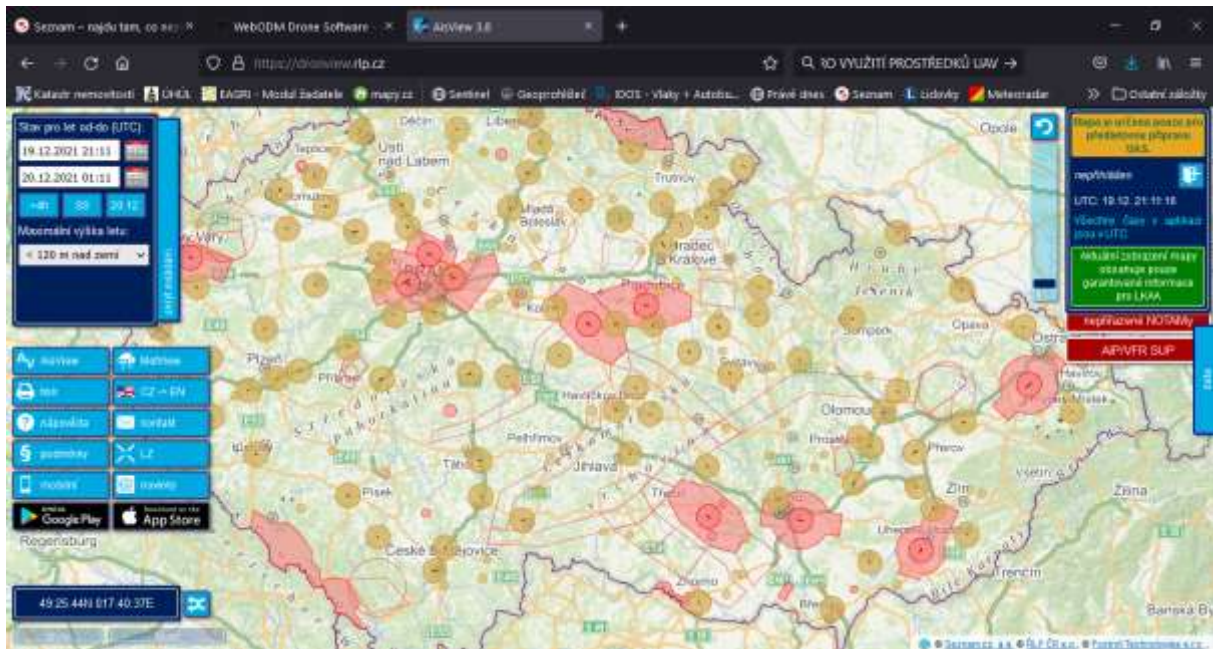
### Příprava dronu ke snímkování

Příprava dronu spočívá především v nabití baterií a ovladače, kontrole ovládacích součástí a paměťové karty a přípravě heliportu.

### Příprava letového plánu

1. Před samotným snímkováním je potřeba ověřit, zda se nad konkrétní lokalitou nevyskytuje bezletová zóna. Mapa bezletových zón se nachází na adrese [dronview.rlp.cz](http://dronview.rlp.cz).
2. Je potřeba zjistit jaké povětrnostní podmínky budou v den snímkování. Při snímkování nesmí pršet a vítr musí mít menší rychlost než je provozní rychlost dronu. Tyto okolnosti byly zjištěny na portálu [windy.com](http://windy.com).

3. Součástí snímkování je i zajištění souhlasu vlastníka lesního majetku. Souhlas vlastníka byl zajištěn podpisem poradenské smlouvy.



Obrázek 1: Ukázka webové aplikace pro předletovou přípravu UAV na adrese <https://dronview.rlp.cz/>

### Příprava základních pomůcek ke zjišťování dalších údajů přímým šetřením v lesním porostu

Ke zjištění stromových veličin byla provedena příprava měřických pomůcek:

- Mobilní telefon s aplikací AUTEL EVO II, ve které byla provedena příprava letového plánu.
- Mobilní telefon s aplikací SW MAPS.



Obrázek 2: Dron Autel EVO II na heliportu

## SNÍMKOVÁNÍ LOKALIT

Snímkování lokalit probíhá následujícím postupem:

1. Nalezení stanoviště pro vypuštění dronu
2. Příprava dronu k vypuštění
3. Příprava letového plánu
4. Vypuštění dronu a snímkování lokality
5. Přistání dronu a ukončení náletu
6. Servis dronu a export pořízených snímků.

### Nalezení stanoviště pro vypuštění dronu

- ✓ K úspěšnému snímkování je potřeba zvolit vhodnou lokalitu k vypuštění dronu. Jedná se o místo, kde bude umístěn heliport.
- ✓ Místo musí mít rovný povrch s minimálním sklonem, bez hrubých nečistot a nejlépe bez bylinného porostu. Nejsou vhodné pařezy nebo lokality s kameny. Je vhodné místo položení heliportu vyčistit od větví nebo nežádoucího porostu.
- ✓ Vzdálenost od okraje porostu musí být minimálně 15 m.
- ✓ Osoby by měly být vzdáleny od heliportu do 7,5 m.
- ✓ Pro umístění heliportu je vhodné stanoviště na vrcholu kopce, na louce s pevným, ale měkkým podkladem popřípadě na zalesněné ploše do věku dvou let, kterou je potřeba zbavit pevného bylinného porostu.



Obrázek 3: Mobilní aplikace Autel Explorer k plánování letu

### Příprava dronu k vypuštění

Po nalezení místo pro start dronu z heliportu a jeho úspěšný let, je potřeba provést následující úkony:

1. Rozložení dronu do pracovního stavu tj. rozložení ramen s vrtulemi, vložení baterie, odstranění krytu gimbálu a zapnutí dronu.
2. Rozložení ovladače dronu do pracovní pozice a připojení k mobilnímu telefonu.



3. Otevření aplikace AUTEK Explorer
4. Definice náletového plánu mise
5. Spárování dronu s ovladačem a telefonem.
6. Načtení letového plánu do dronu.

### Vypuštění dronu a snímkování lokality

Vypuštění dronu je řízeno mobilní aplikací AUTEK Explorer a je od vypuštění až po přistání plně automatické. Při provádění náletu dronem je potřeba, aby operátor měl přehled o pohybu dronu a měl nad ním plnou kontrolu. Zejména je nutné kontrolovat stav baterie v souvislosti s letovým plánem a spojení dronu s mobilním telefonem.

Snímkování předmětné lokality se řídí dle letového plánu. V této souvislosti je nutné pouze zkontrolovat, zda příslušná paměťová karta má dostatečnou kapacitu k uložení pořizovaných snímků.



Obrázek 4: Snímek pořízený dronem před spojením do ortofotomapy

### Přistání dronu a ukončení náletu

Přistání dronu se většinou řídí automaticky letovým plánem. Dron přistane většinou bez zásahu operátora. Pokud se na místě umístění heliportu vyskytují překážky nebo je místo nepřehledné v důsledku výskytu travního porostu, dron zůstane viset cca 1 m nad zemí a operátor si jej musí převzít a přistát s ním. Proto je nutné mít zkušenosti s létáním.

Při ukončení náletu je vhodné vyměnit baterii v případě, že nálet bude pokračovat. Pokud byl nálet ukončen, je nutné dron s příslušenstvím složit do přepravního boxu.

### Servis dronu a export pořízených snímků

Po příjezdu z mise je potřeba provést tyto úkony.

1. Nabíjení baterií a ovladače

2. Načtení pořízených snímků do příslušného úložiště k dalším analýzám.
3. Kontrola stavu dronu – kontrola gimbálu, vrtulí.
4. Zápis letu do letové knihy.

### Zásady snímkování dronem

1. Snímkování předmětných lokalit musí alespoň jednou řadou snímků překrývat hranice zájmové oblasti. Znamená to, že analyzovaná plocha leží vždy uvnitř nalétnuté plochy.
2. Doporučená výška náletu činí 60 – 80 m. Maximální výška náletu je omezena na 120m.
3. Doporučený překryv snímků je stanoven na 80/60. To znamená, že ve směru letu se snímky překrývají 80% a kolmo na směr letu se snímky překrývají 60%.
4. Rychlost větru nesmí být vyšší než polovina rychlosti dronu.
5. Snímkování může probíhat maximálně do vzdálenosti 500 m od pozice operátora tj. maximální náletová plocha 78,6 ha.

### ZPRACOVÁNÍ POŘÍZENÝCH SNÍMKŮ

Zpracování pořízených snímků spočívalo v těchto krocích:

1. Spojení snímků a tvorba ortofotomapy
2. Načtení ortofotomapy do aplikace QGIS
3. Definice lokalit analýz a dílčí analýzy
  - a. Stanovení počtu stromů pro určení intenzity zásahu
  - b. Měření délky oplocení
4. Definice vývoje lesních porostů a stanovení optimální výše intenzity zásahu

## Spojení snímků a tvorba ortofotomapy

Pořízené fotografie je potřeba zpracovat do ortofotomapy. K tomuto účelu jsou k dispozici různé aplikace nebo webové platformy. Například portál [opendronemap.org](https://opendronemap.org) nebo [pix4d](https://pix4d.com). Aktuálně využívám platformu od firmy Pix4D licenci aplikace Pix3DReact.

Pořízené snímky z náletu jsou načteny do aplikace Pix4DReact, ve které proběhne jejich spojení a vyrovnání do ortofotomapy. Výsledná ortofoto mapa je aplikací exportována do formátu GeoTiff nebo \*.jpeg.



Obrázek 5: Tvorba ortofotomapy v aplikaci Pix4DReact

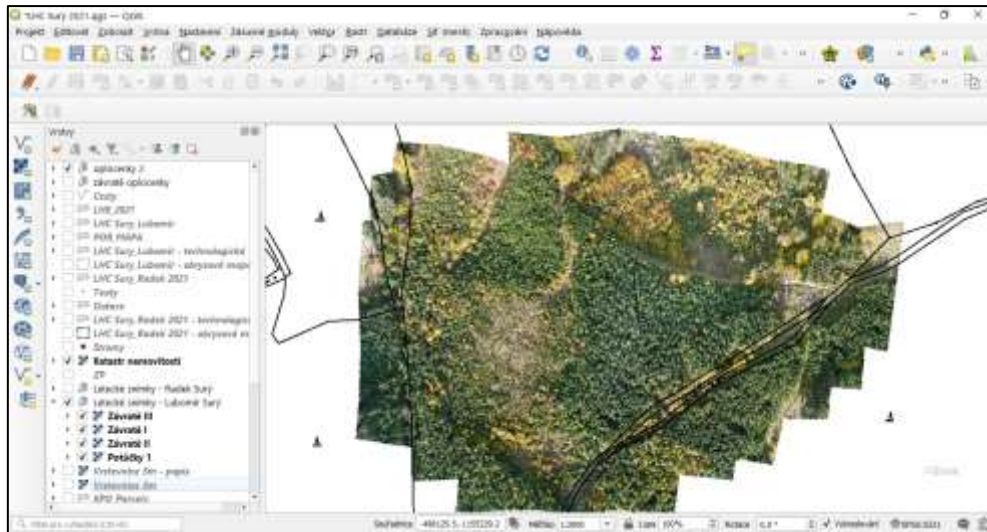
Současně s ortofotomapou je vytvořena výškopisná mapa, kterou lze také exportovat do georeferencovaného formátu \*.tiff. Výškopisnou mapu lze dále zpracovat v GIS, kde je možné například pomocí škálování vytvořit mapu výškopisných pásem.



Obrázek 6: Ukázka výškopisné mapy, kde šedo tónová škála je v rozsahu od 398,42m (nejtmavší) do 508,87m(nejsvětější).

## Načtení ortofotomapy do aplikace QGIS

Výsledné mapy ve formátu \*.tiff lze načíst<sup>1</sup> do aplikací GIS do připravených, které mohou obsahovat údaje lesního hospodářského plánu, katastrální mapy a dalších operativních map.



Obrázek 7: Ortofotomapa v dílci 3A v aplikaci QGIS nad katastrální mapou

<sup>1</sup> Souřadnicový systém načtené mapy (WGS 84) je aplikací QGIS automaticky převeden na souřadnicový systém projektu, který je uveden v S-JTSK/Křovák.

## PRAKTICKÉ VYUŽITÍ PROSTŘEDKŮ UAV V LESNICKÉ PRAXI

Vzhledem k charakteru a rozsahu úloh bylo přistoupeno k využití leteckých snímků pořízených prostředkem UAV v těchto praktických aplikacích.

1. Definice intenzity výchovných zásahů
2. Určení délky dřevěného oplocení
3. Kontrola výskytu souší

Snímkování bylo opakovaně provedeno v lokalitě „Závratě“ (3nálety) v katastrálním území Ratiboř u Vsetína na parcele 3232/1 v dílci 2D (obrázek 3), a v lokalitě „Potůčky“ (jeden nálet) v katastrálním území Rokytnice u Vsetína na parcele 1894/1 v dílci 3A (obrázek 4). Ověření délky oplocení bylo provedeno pomocí mobilní aplikace SW Maps.



**Obrázek 8: Lokalita náletu "Závratě s pořízenou ortofoto mapou.**

Při řešení tohoto projektu bylo pořízeno 985 snímků, ze kterých byly vytvořeny 3 ortofotomapy. V mapách bylo založeno 15 zkusných ploch a identifikováno 1 900 stromů. Do projektu byla vložena navíc ortofoto mapa vytvořená pro lokalitu Závratě z 342 snímků, která byla pořízena v červnu 2021.

### DEFINICE INTENZITY VÝCHOVNÝCH ZÁSAHŮ A STANOVENÍ OPTIMÁLNÍ INTENZITY VÝCHOVY V TYČOVINÁCH NA LHC SURÝ LUBOMÍR

Vzhledem k aktuální situaci lesních porostů, kdy velmi rychle mizí dospělé smrkové kmenoviny, je velmi důležité stanovit scénář vývoje porostních skupin. Scénář vývoje porostní skupiny lze definovat



jako řízenou redukcí počtu stromů od založení porostní skupiny po její zralost. Scénář vývoje porostní skupiny lze stanovit pomocí těchto nástrojů.

1. *Obecné růstové tabulky* – jedná se o obecný nástroj popisu vývoje lesních porostů. Nevýhodou je, že nemusí odpovídat vývoji porostů v dané lokalitě a konkrétním pěstebním zvyklostem.
2. *Lokální růstové tabulky* – dobře popisují místní růstové poměry a pěstební zvyklosti. Nevýhodou je jejich nedostupnost.
3. *Lokální růstové modely* – jsou popisné algoritmy vývoje lesních porostů v konkrétní lokalitě. Zahrnují v sobě definici používaných pěstebních postupů. Lokální růstové tabulky lze nahradit lokálním růstovým modelem. Jejich výhodou je, že k jejich využití není potřeba velkého množství měření. Jednotlivá měření lze do nich postupně doplňovat.

Na LHC Lubomír Surý, byl ke stanovení optimální strategie vývoje počtu stromů použit lokální růstový model vytvořený z měření zkusných ploch v oblasti Vsacké Beskydy, který byl použit pro analýzu lesního majetku BFP Lesy a statky Tomáše Bati v projektu „Analýza vývoje lesního majetku vzhledem k probíhající klimatické změně“ (TAUBER 2016). Tento model by bylo vhodné doplnit o další modely jiných dřevin.



**Obrázek 9: Aplikační rozhraní SW „RT modely“ pro využití lokálního růstového modelu pro smrk v oblasti Vsacké Beskydy (Tauber 2016) Doporučený scénář intenzity zásahu je znázorněn sloupcovým grafem.**

Postup stanovení optimálního vývoje porostní skupiny.

1. Stanovení aktuálního počtu stromů analyzované porostní skupiny
2. Stanovení cílového počtu stromů ve věku 100 let.
3. Analýza vývoje počtu stromů pomocí lokálního růstového modelu a stanovení optimálního scénáře vývoje počtu stromů v dané porostní skupině. Výsledkem je tvorba karty porostní skupiny

### Stanovení aktuální počtu stromů porostní skupiny

Aktuální počet stromů byl stanoven z leteckých snímků pořízených dronem v aplikaci QGIS níže uvedeným postupem.

1. Načtení ortofotomapy konkrétní lokality
2. Založení kruhové zkusné plochy v porostní skupině o poloměru 12,62 m tj. o výměře 500 m<sup>2</sup>.



Obrázek 10: Hranice zkusné plochy 24 v porostní skupině 2Da2a

3. Identifikace stromů včetně dřeviny a zdravotního stavu v rámci hranic definovaných kruhovou zkusnou plochou. (Zjednodušeně - sejmutí souřadnic stromů vyskytujících se ve zkusné ploše).



Obrázek 11: Zaujaté stromy v rámci zkusné plochy 24

4. Součet stromů zkusné plochy pomocí nástrojů QGIS.

### Stanovení cílového počtu stromů

Tato fáze definuje uživatelem zvolenou definici cílového počtu stromů v obmýtí nebo v období zralosti porostů. Nejvhodnější variantou je vybrat v dané lokalitě vzorový porost dané dřeviny. Počet stromů cíle se určuje shodným postupem jako v předchozí fázi a to spočítáním stromů určených

zkusných ploch. Myšlenka spočívá v tom, že cílem výchovného postupu porostní skupiny, ke kterým definujeme jejich vývoj, je dostat je do stavu vzorové porostní skupiny cílového věku.



Obrázek 12: Zkusné plochy ke stanovení aktuálního počtu (26) a cílového stavu (15 a 21)

### Analýza vývoje počtu stromů pomocí lokálního růstového modelu a stanovení optimálního scénáře vývoje počtu stromů v dané porostní skupině

Jedná se o finální fázi analýzy, která probíhá v těchto krocích:

1. V aplikaci „RT Modely“ se pro konkrétní věk porostní skupiny definuje počáteční aktuální počet stromů v analyzované porostní skupině.
2. Proveďte se definice cílového počtu stromů v cílovém věku (100 let).
3. Aplikace „RT Modely“ provede výpočet vývoje dle námi provedeného nastavení.
4. Výsledkem je základní scénář vývoje počtu stromů s odhadem základních taxačních veličin dle popisného vývojového modelu.
5. Výsledkem je **karta výchovy porostní skupiny**, kterou lze vytisknout a založit. Na základě této karty lze provádět výchovné opatření i s možností korekce na základě kontrol po již provedeném zásahu.



Obrázek 13: Výsledná karta výchovy porostní skupiny 2Da2a

Karta výchovy porostní skupiny informuje o optimální intenzitě výchovy pro konkrétní porostní skupinu nebo její část. Lze do ní vložit informace o stavu porostní skupiny po provedeném zásahu. Cílem je popsat stav porostní skupiny po provedeném zásahu tak, aby jej bylo možné kontrolovat a to fyzicky pomocí využití průměrného rozestupu na zkusné ploše nebo pomocí průměrného počtu na zkusné ploše nebo využitím dronů z analýzy leteckých snímků.

## STANOVENÍ PLÁNU POROSTNÍ VÝCHOVY PRO VYBRANÉ POROSTNÍ SKUPINY

Dle dříve uvedené metodiky byly ke každé zkusné ploše určeny základní parametry pro vytvoření karty výchovy porostní skupiny, které jsou uvedeny v tabulce.

Tabulka 1: Vstupní parametry pro tvorbu karet výchovy ze zkusných ploch

Zkusná plocha	Porostní skupina	Věk	Výměra (m <sup>2</sup> )	Zjištěný počet stromů	Přepočtený počet/ha	Typ	Karta výchovy
14	2Da3	24	500	111	2220	Aktuální počet	2Da03
15	2Da11	107	500	22	440	Cílový počet	
16	2Da3	24	500	121	2420	Aktuální počet	2Da03
17	2Da2a	18	500	126	2520	Aktuální počet	2Da2a-1
21	2Da11	107	500	24	480	Cílový počet	
22	3Aa3	24	500	106	2120	Aktuální počet	3Aa3-1
23	2Da2b	11	500	275	5500	Aktuální počet	2Da2b
24	2Da2a	18	500	137	2740	Aktuální počet	2Da2a-1
25	2Da2a	18	500	124	2480	Aktuální počet	2Da2a-1
26	2Da2a	18	500	322	6440	Aktuální počet	2Da2a-2
1	3Aa3	24	500	54	1080	Aktuální počet	3Aa3-2
2	3Aa3	24	500	105	2100	Aktuální počet	3Aa3-1
3	3Aa3	24	500	100	2000	Aktuální počet	3Aa3-1
4	3Aa2b	14	500	152	3040	Aktuální počet	3Aa2b
5	3Aa2b	14	500	121	2420	Aktuální počet	3Aa2b

Z výše uvedených údajů byly pomocí prostého aritmetického průměru vytvořeny základní parametry pro tvorbu karet výchovy.

**Tabulka 2: Agregace vstupních parametrů ze zkušných ploch do karet výchovy**

Karta výchovy	Aktuální stav		Cílový stav	
	Věk	Počet stromů	Věk	Počet stromů
<b>2Da2a-1</b>	18	2580	107	460
<b>2Da2a-2</b>	14	6440	107	460
<b>2Da2b</b>	11	5500	107	460
<b>2Da3</b>	24	2320	107	460
<b>3Aa2b</b>	14	2730	107	460
<b>3Aa3-1</b>	24	2050	107	460
<b>3Aa3-2</b>	36	1080	107	460

Na základě výše uvedených parametrů byly v aplikaci RT Modely vytvořeny karty výchovy pro jednotlivé porostní skupiny a jejich části.

## URČENÍ DÉLKY DŘEVĚNÉHO OPLOCENÍ

V lokalitě „Závratě“ bylo v roce 2021 vybudováno 7 dřevěných oplocenek, které jsou součástí projektu „Ochrana MZD oplocenkami – fáze II“ podporovaného platební agenturou SZIF. Plánovaná délka oplocení projektu činí 2 345 m. Úkolem je zjistit jaká je již vybudovaná délka oplocení.

Postup řešení:

1. Načtení ortofotomapy do aplikace QGIS.
2. Určení obvodu jednotlivých oplocenek
3. Pomocí nástrojů QGIS stanovení délky vybudovaných oplocenek.



Obrázek 14: Rozmístění dřevěných oplocenek v lokalitě "Závratě"

## ZJIŠTĚNÍ DÉLKY DŘEVĚNÉHO OPLOCENÍ V LOKALITĚ „ZÁVRATĚ“

Ke zjištění délky oplocení byly provedeny dvě měření. Měření A (délka A) je měření obvodu pomocí přijímače GPS s redukcí na svah a měření B (Délka B) je zjištění obvodu pomocí letecké fotografie. Kritériem přijatelnosti délky je hodnota rozdílu v měření u jedné oplocenky +/- 5 m, která je používána kontrolními pracovníky SZIF při venkovních kontrolách.

Tabulka 3: Výsledné hodnoty měření obvodu oplocení

id	Dílec	Rok	Typ	Název	Délka A (m)	Délka B (m)	Rozdíl (m)	Absolutní odchylka (%)
1	2D	2021	Dřevěná	21-01	288,31	288,96	0,65	0,23%
2	2D	2021	Dřevěná	21-02	251,35	249,16	-2,19	-0,87%
3	2D	2021	Dřevěná	21-03	120,64	118,10	-2,54	-2,11%
4	2D	2021	Dřevěná	21-04	158,79	159,48	0,69	0,43%
5	2D	2021	Dřevěná	21-05	423,99	418,45	-5,54	-1,31%

id	Dílec	Rok	Typ	Název	Délka A (m)	Délka B (m)	Rozdíl (m)	Absolutní odchylka (%)
6	2D	2021	Dřevěná	21-06	307,65	310,39	2,74	0,89%
7	2D	2021	Dřevěná	21-07	214,87	214,87	0,00	0,00%
<b>Celkem</b>					<b>1 765,59</b>	<b>1 759,41</b>	<b>-6,18</b>	<b>-0,35%</b>

Z výše uvedené tabulky je zřejmé, že odchylky v měření jsou v limitu projektu podporovaných SZIF tj. přípustná odchylka  $\pm 5$  m. Pouze oplocenka 21-05 vykazuje odchylku těsně nad limitem. Důvodem může být prudký svah.

Rozdíly mohou být ale také způsobeny transformací snímků do ortofotomapy. Zejména v okrajových částech náletu, kde překryvy vypočítané SW nebyly dokonalé.



Obrázek 15: Rozostření okraje oplocení v okrajích ortofotomapy

Řešením je provedení důsledného plánu náletu nebo spojení několika náletů do jedné ortofotomapy. Pokud je rozdíl způsoben svahem oplocení, jeví se jako řešení využití tvorby 3D mapy. V tomto projektu tento postup nebyl použit.

# MAPOVÁNÍ A MONITORING 20 HA OHROŽENÝCH LOKALIT (KŮROVEC, VÁCLAVKA) NA LESNÍM MAJETKU OBCE RATIBOŘ.

## Cíl projektu

Mapování a monitoring 20 ha ohrožených lokalit (kůrovec, václavka) na lesním majetku Obce Ratiboř. Terénní průzkumy budou provedeny bezpilotními prostředky – drony typu koptéra. Zpracování dat a export výsledků bude předán v elektronické formě.

Výstupem bude:

- ✓ georeferencovaná ortofoto mapa předmětné lokality ve formátu GEOTIFF,
- ✓ vektorová mapa vymezených ohrožených lokalit s definovanými patogeny.

## Podklady získané od správce lesního majetku

- ✓ Kopie porostní mapy oddělení 101 - 107

## Pomůcky k šetření

- ✓ Elektronická průměrka MANTAX Digitech
- ✓ Vytýčovací sada VERTEX III
- ✓ Kvadrokoptéra AUTEL EVO II Pro od společnosti AUTEL Robotics registrační číslo **CZEaistg4rei6prl** udělené *Úřadem pro civilní letectví dle č. j. 044337-21-533 ze dne 26. 1. 2021*
- ✓ Aplikace Pix4DReact
- ✓ Mobilní aplikace AUTEL EVO II
- ✓ Geografický informační systém QGIS ([www.qgis.org](http://www.qgis.org))
- ✓ Aplikace pro předpověď meteorologický jevů – windy.com

## Metodika zpracování projektu

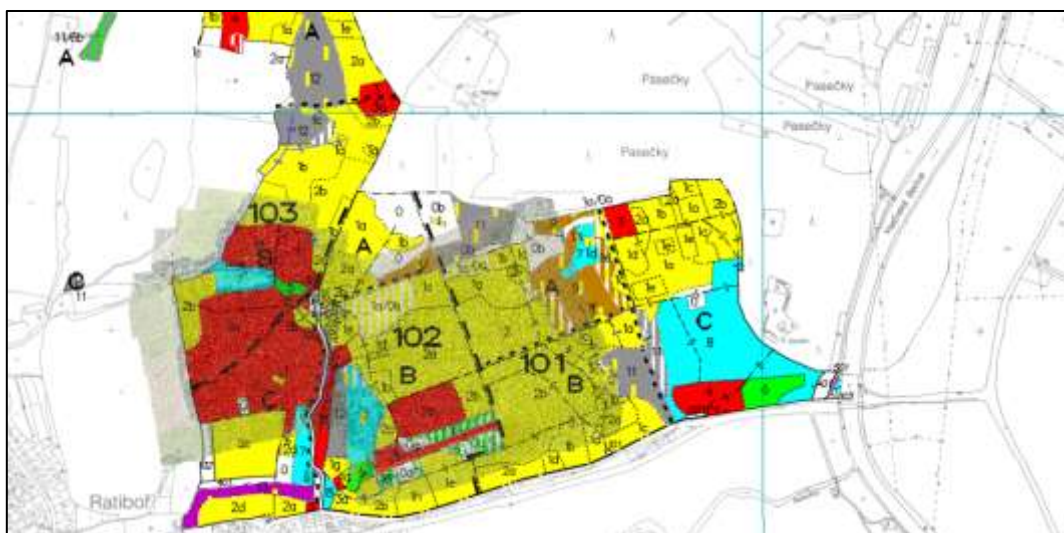
### ***Příprava Snímkování***

Příprava šetření spočívá v těchto krocích:

5. Definice lokalit snímkování
6. Příprava dronu ke snímkování
7. Příprava letového plánu
8. Příprava základních pomůcek ke zjišťování dalších údajů přímým šetřením v lesním porostu

### ***Definice lokalit snímkování***

Lokality snímkování byly definovány na základě konzultace s odborným lesním hospodářem. Byly vyznačeny rizikové oblasti lesních porostů v oddělení 101 – 103 a 107.



Obrázek 16: Oblast snímkování (šedý podklad) v odděleních 101 – 103

*Příprava základních pomůcek ke zjišťování dalších údajů přímým šetřením v lesním porostu*

Ke zjištění stromových veličin byla provedena příprava měřických pomůcek:

- Registrační průměrka Mantax Digitech od společnosti Haglof Se
- Vytyčovací sada VERTEX III s transpondérem od společnosti Haglof Se
- Mobilní telefon s aplikací AUTEL EVO II, ve které byla provedena příprava letového plánu.



- Obrázek 17: Překrytí náletu v dílci 107A



## Snímkování lokalit

Snímkování předmětných lokalit se provádí vždy z náletů, které musí alespoň jednou řadou snímků překrývat hranice zájmové oblasti. Znamená to, že analyzovaná plocha leží vždy uvnitř nalétnuté plochy.

Snímkování předmětných lokalit bylo provedeno ve dvou termínech 6. 8. 2021 a 28. 8. 2021 vždy v ranních hodinách od 8:30 do 11:30. V rámci snímkování byly provedeny 4 nálety.

V odděleních 101-103 byl proveden nálet o ploše 59,35 ha. Analyzována výměra o velikosti 28,61 ha

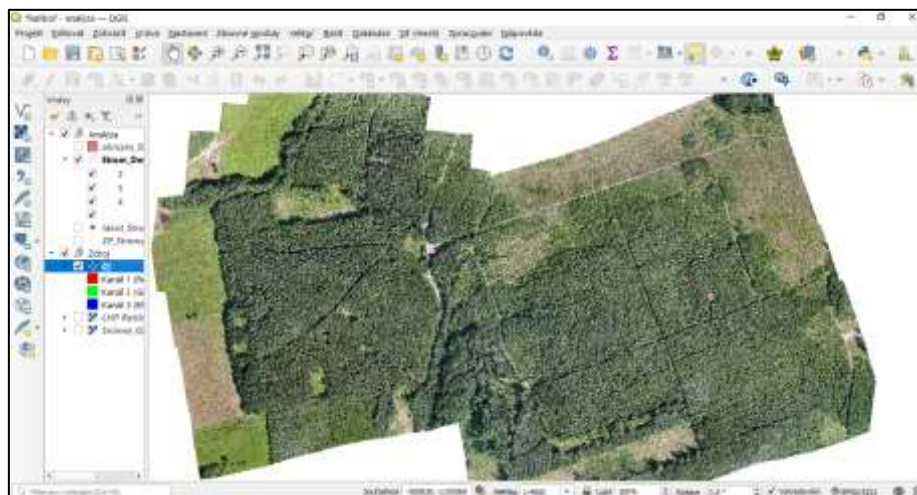
V oddělení 107 byl proveden nálet o ploše 21,84 ha. Analyzována výměra o velikosti 3,95 ha.

Celková analyzovaná výměra činila **31,56 ha**.

## ZPRACOVÁNÍ POŘÍZENÝCH SNÍMKŮ

### Tvorba ortofotomapy

Pořízené fotografie byly zpracovány do ortofotomapy pomocí aplikace PIX4DReact.



Obrázek 18: Ortofotomapa v oddělení 101-103 v aplikaci QGIS

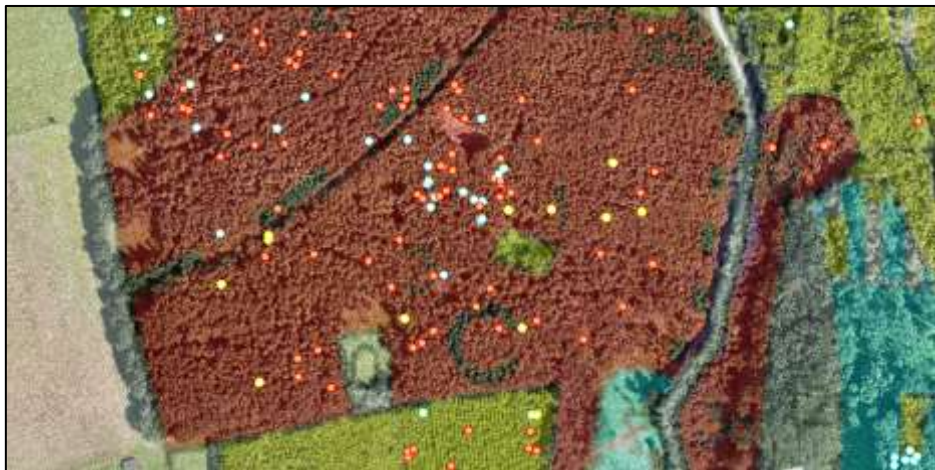


Obrázek 19: Ortofotomapa v oddělení 107 proložená nad ortofotomapou ze služby WMS portálu geoportal.eagri.cz

### Analýza poškození porostních skupin

Analýza poškození porostních skupin spočívala ve vizuálním zjišťování výskytu souší a stavu prosychání korun stromů a manuálním označením poškozených stromů. Tímto byla vytvořena základní bodová mapa, která byla podkladem pro tvorbu pásem poškození. Pro rozlišení typu poškozeného nebo podezřelého stromu byla vytvořena klasifikace stromů dle jejich zbarvení.

- Stupeň 2 – živé stromy s výrazně žlutým zbarvením. Mohou indikovat oslabený strom. (žlutý kruh)
- Stupeň 3 – mrtvé stromy s výrazně rezavým zbarvením, jedná se o čerstvé souše, s rizikem výletu podkorního hmyzu. (Červený kruh)
- Stupeň 4 – mrtvé stromy s šedým až bílým zbarvením – jedná se o staré souše bez rizika výletu podkorního hmyzu. (světle modrý kruh)



**Obrázek 20: Příklad indikace poškozených stromů v porostní skupině 102C3**

Na předchozím obrázku lze vidět rozmístění poškozených stromů v porostní skupině. Vzhledem k tomu, že se jedná o čerstvé souše lze předpokládat, že došlo k výletu alespoň jedné generace dospělců. Byl definován předpoklad, že může dojít k napadení dalších stromů v okruhu 10 m od suchého stromu. Na základě lokalizace poškozených stromů byla zpracována grafická analýza pomocí metodiky „obalové zóny“ v aplikaci QGIS pravděpodobnosti poškození stromů v jejich okolí.





Obrázek 21: Na obrázku je uveden příklad pravděpodobného vývoje holiny v porostních skupinách v důsledku poškození podkorním hmyzem.

Tabulka 4: Seznam porostních skupin s počty identifikovaných stromů dle stupně poškození.

Porostní skupina	Typ poškození			Celkový součet
	2	3	4	
101A1g		1		1
101A2		16	33	49
101B1c	1	1		2
101B2b	1	42	2	45
102A2a		2		2
102A2b		1		1
102B2a		5	1	6
102B2b		6	3	9
102B2d			1	1
102B3a	1	11	3	15
102B7			6	6
102C2c	1	9	2	12
102C3	11	48	15	74
103B2b	2	41	13	56
103B3			1	1
103B3a	6	54	18	78
103B3b	2	75	14	91
103B4		3	1	4
103B5		1		1
107A2b		21		21
107A2c		3	2	5
<b>Celkový součet</b>	<b>25</b>	<b>340</b>	<b>115</b>	<b>480</b>

Závěrem lze konstatovat, že zejména porostní skupiny 102C3, 103B2b, 103B3a, 103B3b jsou velmi ohrožené poškozením kůrovce.

Na základě aktuálního sdělení OLH došlo v porostní skupině 102C3 k plošnému výskytu čerstvých souší, které se již aktuálně zpracovávají.

## ZÁVĚR

Cílem příspěvku bylo ukázat možnosti využití prostředků UAV v lesnické praxi. Jedná se pouze o nástin využití prostředků UAV na základě zadání, které bylo již realizováno.

Zřejmé je využití prostředků UAV v mapování změn lesnického prostředí a v kontrole zdravotního stavu porostů. Záměrně jsem uvedl možnost definice intenzity plánovaných zásahů s využitím dalších metod popisu lesního prostředí, jako jsou lokální růstové modely. Myslím si, že je důležité se možnostmi technologie UAV zabývat a přemýšlet nad možnostmi jejího využití.

## PODKLADY A LITERATURA

TAUBER R.: Závěrečná zpráva poradenského projektu - Kontrolní mechanismy pro vlastníka lesa při obhospodařování jeho majetku, 2021

TAUBER R.: Analýza lesního majetku obce Ratiboř u Vsetína, Průvodní zpráva 1/2021, 2021