

Zemědělství a sady





Obsah

- 01 Úvod
- 02 Technika
- 03 Analýza
- 04 Popis služby
- 05 Ekonomika
- 06 DJI referenční projekty

Úvod

Moderní zemědělství vyžaduje k produkci kvalitních plodin kontinuální péči.

Drony jsou v tomto ohledu schopny poskytnout detailní zdroj informací, které byly do nedávna zemědělcům nedostupné.

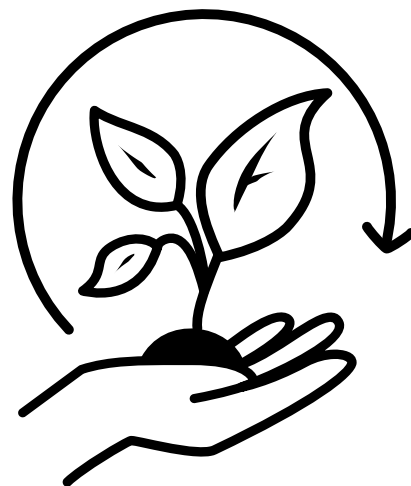
Zkušený zemědělec je schopný poznat, co jeho pole potřebuje. Pokud má však na starosti rozsáhlé plochy a nebo je zaneprázdněn i jinými činnostmi spojenými s provozem, není schopen monitorovat vše v dostatečném detailu a především ve stejném čase.

V průběhu roku se stav polí mění a je třeba monitorovat rozdílné faktory. Po celý rok je nutné sledovat zdraví jednotlivých rostlin a případné choroby. Těsně před sklizní je zase důležité naplánovat, v jakém pořadí lze sklízet a to ve stavu ideální zralosti.

Pro řešení těchto aspektů je nyní možné využít námi nabízené technologie, které jsou schopné zmapovat stav celých osevních ploch během několika hodin. Na základě nasbíraných dat je například možné určit, kde je nutné zvýšit množství závlahy bez nutnosti plošného zalévání nebo postřiku, což je důležité pro šetrné zemědělství a snížení nákladů.

Dále je možné odhalit počínající choroby a místa kde se vývoj plodin potýká s problémy. Lze se pak zaměřit pouze na problémová místa, zvýšit kvalitu a objem produkce a v neposlední řadě ušetřit hnojiva a urychlit dobu zásahu. Drony totiž mohou vzlétnout během několika hodin po bouři a nemusí čekat až bude terén sjízdný traktorem. Zároveň se zamezí kontaktu obsluhy s chemikáliemi.

Cílem tohoto dokumentu je představit zemědělcům a farmářům nové možnosti jak využít posun v technologiích k vyšší produkci a nižším nákladům.



Úvod - Hlavní benefity

- ☒ Včasná detekce problémů
- ☒ Cílená aplikace chemie
- ☒ Úspora času a lidské práce
- ☒ Zvýšení produkce a kvality
- ☒ Kvalitní dokumentace
- ☒ Dlouhodobá strategická data



Technika

Pro monitorování a péči o pole jsou nutné 2 diametrálně rozdílné typy dronů.

1. Dron pro analýzu s multispektrální kamerou
2. Dron schopný provést zálivku a postřik, případně přihnojení.

01 Dron s multispektrální kamerou

V prvním kroku je nutné provést důkladnou analýzu osevních ploch. K tomu je vhodný dron vybavený multispektrální kamerou - například **DJI MAVIC 3M**.



Mavic 3M umožňuje letecké zaměřování polí i ve svažité krajině a získání obrazových dat pomocí RGB a multispektrální kamery s pásmy (R/RE/G/NIR):

Red (červené pásmo)

- Vlnová délka: přibližně 650 nm
- Jedná se o viditelné světlo v červené části spektra.
- Význam ve vegetaci:
 - Zdravé listy absorbují většinu červeného světla kvůli chlorofylu.
 - Zvýšený odraz červeného světla může signalizovat nižší fotosyntetickou aktivitu nebo poškozenou vegetaci.

Red Edge (přechod mezi červeným a blízkým infračerveným světlem – NIR)

- Vlnová délka: přibližně 730 nm
- Není viditelné okem, ale je velmi důležité pro dálkový průzkum.
- Význam ve vegetaci:
 - Red Edge ukazuje prudkou změnu v odrazivosti vegetace mezi červeným a NIR spektrem.
 - Extrémně citlivý na časné změny ve zdraví rostlin, často dříve než jsou viditelné změny v červeném pásmu nebo běžným okem.
 - Klíčové pro výpočet vegetačních indexů jako NDRE (Normalized Difference Red Edge Index)

Technika

Green (zelené pásmo)

- Vlnová délka: přibližně 560 nm
- Viditelné světlo, které odpovídá tomu, co lidské oko vnímá jako zelenou.
- Význam ve vegetaci:
 - Zdravé rostliny odrážejí zelené světlo, protože neabsorbují tuto složku spektra tak silně jako modré a červené světlo.
 - Intenzita zelené odrazivosti je spojena s množstvím chlorofylu – zelená barva rostlin je důsledkem tohoto odrazu.
 - Používá se k hodnocení vitality listů a ke sledování barevných změn, například při nedostatku dusíku nebo napadení chorobami.

NIR (Near Infrared / blízké infračervené pásmo)

- Vlnová délka: přibližně 860 nm
- Neviditelné světlo, mimo spektrum lidského oka, ale velmi důležité pro dálkový průzkum.
- Význam ve vegetaci:
 - Zdravé rostliny silně odrážejí NIR světlo – jejich buněčná struktura (mezofyl) totiž velmi dobře rozptyluje infračervené záření.
 - Nemocné nebo suché rostliny tuto schopnost ztrácí, což vede ke snížení odrazivosti v NIR.
 - Klíčové pásmo pro NDVI (Normalized Difference Vegetation Index), kde se kombinuje s červeným pásmem.

Mavic 3M disponuje modulem RTK pro polohování na úrovni centimetrů. Díky tomu je schopný provádět vysoce přesné letecké zaměřování s rozlišením v jednotkách cm bez použití pozemních kontrolních bodů. Pro srovnání, družicové snímky nabízí rozlišení od 50 cm do 10 m. S tímto rozlišením není možné vyhodnocovat zdraví a stav jednotlivých rostlin.

Během jednoho letu dlouhého až 43 minut je dron schopný zmapovat oblast o rozloze až **200 hektarů v závislosti na potřebném detailu**. Data jsou následně zpracována pomocí specializovaného programu, který z dat vytvoří indexy **NDVI, NDRE, VARI, TGI, SIPI2, LCI, BNDVI, GNDVI a MCARI**, které mají jiný obrazový výstup a význam a na jejich základě lze provádět strategická rozhodnutí.

Technika

02 Dron pro zemědělské operace

Na základě analýzy je následně nutné provést akci. Tu lze provést konvenčním způsobem nebo zemědělskými drony například typu **DJI Agras T25P**.

Tento dron je schopný sázet, zavlažovat a postříkovat nebo například sušit listy. Vzhledem ke svým rozměrům cca 3x3 m a schopností nést až 40 kg tekutého hnojiva naprosto mění přístup a možnosti jak provádět dosud tradičně vykonávané a zdoluhavé operace bez námahy a v rekordním čase.



DJI Agras T50 umožňuje provádět zemědělské operace i v náročných terénech bez rozdílů. Díky integrovaným senzorům je schopný udržovat požadovanou výšku a rychlost a případně se automaticky vyhnout překážce. Jeho operování je spojené s dříve provedenou analýzou ploch. Dron tedy aplikuje požadované množství vody nebo postřiku dle skutečné potřeby bez zbytečného plýtvání. Rostliny tak dostanou co je potřeba za nejnižší možnou cenu.

Díky pokročilým senzorům, RTK navigaci a širokému záběru až 11 m dokáže efektivně pokrýt až 21 hektarů za hodinu. Je vybaven koaxiálními rotory, radary a kamerami pro bezpečný a stabilní provoz i v náročném terénu.

Kombinace těchto dvou dronů je schopna ušetřit až 30 % nákladů na údržbu polí snížením spotřeby chemie efektivnější aplikací postřiků a precizní zálivky díky atomizérům namísto trysek. Nezanedbatelné je také dramatické snížení množství lidské práce. To vše v kombinaci se zvýšením produkce až 10%.

Spojením moderní technologie s tradičním přístupem a znalostmi pěstitelů je v době dramatických změn počasí klíčem ke každoroční dobré sklizni a výnosu.

Analýza

Analýza dat je zásadním krokem k úspěšnému provozu dronů v zemědělství.

Během letu dron pořizuje snímky RGB a multispektrální kamerou a zaznamenává řadu parametrů a dat (pozice, sluneční osvit, čas, natočení a poloha kamery a další). Tyto vstupy následně pomocí specializovaného softwaru (DJI Terra, Pix4D) sloučíme a vytvoříme z nich následující výstupy.

Ortofoto (RGB i multispektrální)

- Vysoké rozlišení ortomozaiky z viditelného i multispektrálního spektra (Green, Red, Red Edge, NIR).
- Formát: GeoTIFF

Vegetační indexy

Automaticky generované indexy pro hodnocení stavu porostu:

- NDVI – zdravotní stav vegetace
- NDRE – stres v pozdějších fázích růstu
- GNDVI – citlivý na obsah chlorofylu
- VARI – index z RGB snímků
- CVI, SAVI, TGI aj.
- Možnost vytvářet i vlastní indexy podle vzorců.

Zónování ploch / Mapy variability

- Mapy pro rozdělení polí podle růstových podmínek nebo vitality porostu.
- Použitelné pro tvorbu aplikačních map.

Aplikační mapy

- Přesné mapy pro proměnlivé dávkování hnojiv, pesticidů nebo osiva.
- Export do ISOXML, Shapefile, CSV – kompatibilní s většinou zemědělských strojů.

Raw výstupy

- Export jednotlivých multispektrálních snímků včetně EXIF a pozic GPS.

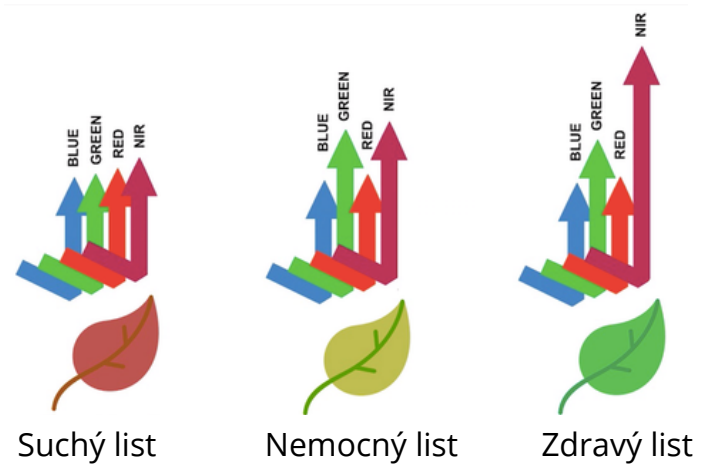
Analytické nástroje

- Měření oblastí, profilů a převýšení, histogramy
- porovnání více dat v čase (Time Series Analysis).

Analýza - Indexy

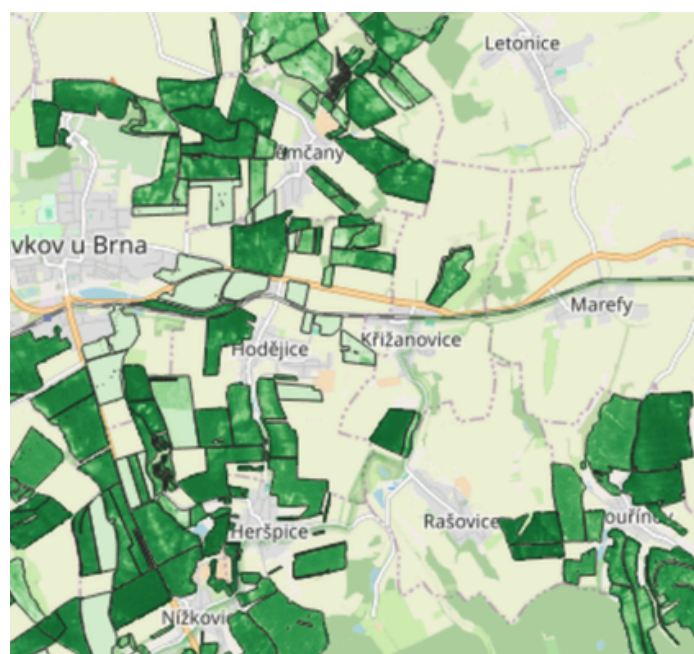
Pro plodiny jsou nejdůležitější výstupy z multispektrální kamery.

Mnoho zemědělců používá klasické kamery, senzory vlhkosti půdy a teploměry k monitorování stavu půdy a plodin. Tyto data však nedokáží rozeznat rozdíly mezi jednotlivými rostlinami a odhalit jejich stav. Díky spektrům, které jsou standardně lidskému oku nedostupné, vidí dron to co i zkušený zemědělec vidět nemůže.



NDVI (Normalized Differential Vegetation Index) je jeden z nejznámějších a nejčastěji používaných indexů. Využívá červené (R) a NIR (Near-infrared) spektrum a je silně spojen s druhem vegetace. Na druhou stranu je NDVI velmi citlivý na světelnost půdy či atmosférické jevy.

Hodnoty NDVI se teoreticky pohybují mezi -1 a +1, kde záporné hodnoty představují jiné povrchy než rostlinný pokryv (sníh, voda, mraky). Pro tyto je odrazivost červeného spektra vyšší než NIR. Pro holou půdu je pak R a NIR velice podobné a v NDVI se tak zobrazují pod hodnotami kolem 0. Rostlinné formace, na druhé straně, mají kladné hodnoty NDVI, obecně mezi 0,1 a 0,7 (čím vyšší, tím hustější pokryv vegetací).



Analýza - Indexy

NDRE je vegetační index citlivý na obsah chlorofylu v listech. Tento index je vhodný pro vzrostlou vegetaci nebo pro rostliny připravené na sklizeň.

Obvyklý rozsah hodnot NDRE je mezi -1 a +1 a tyto hodnoty mohou být interpretovány následovně:

- 1 až 0,2 : holá půda nebo plodiny v ranné fázi růstu;
- 0,2 až 0,6 : nezdravé nebo nedorostlé rostliny;
- 0,6 až 1 : zdravé, vzrostlé, nebo dorůstající rostliny.
- Nízké hodnoty NDRE mohou znamenat poškození, choroby, škůdce nebo nedostatek živin v plodině.

SIPI2 (Structure Insensitive Pigment Index) je vegetační index, který se používá pro detekci obsahu chlorofylu a celkového stresu rostlin, podobně jako NDVI nebo NDRE.

- Hodnotí poměr chlorofylu ku karotenoidům ve vegetaci.
- Je méně ovlivněn strukturou porostu než NDVI.
- Vhodný při detekci stresu, sucha nebo výživových nedostatků.
- Používá se především u listnatých porostů, kde jiné indexy selhávají.

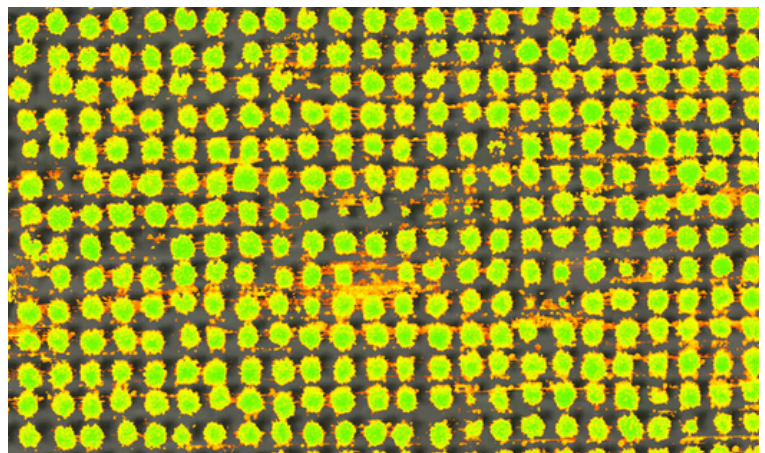
- Vyšší SIPI2 → zdravější porost s vyšším obsahem chlorofylu
- Nižší SIPI2 → rostlina ve stresu (např. sucho, choroby, nedostatek živin)

LCI (Leaf Chlorophyll Index) je vegetační index, který slouží k odhadu obsahu chlorofylu v listech rostlin. Je užitečný zejména při sledování fyziologického stavu porostu, detekci stresu, nedostatku dusíku a hodnocení vitality vegetace.

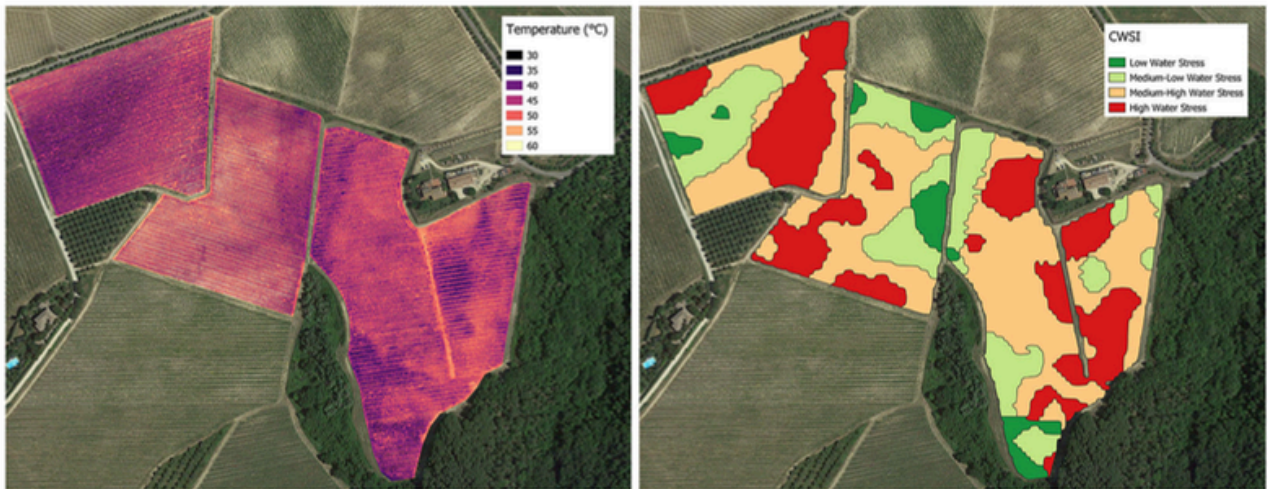
- Vysoké hodnoty: rostliny s vysokým obsahem chlorofylu (dobře vyživené, zdravé).
- Nízké hodnoty: stresované nebo oslabené rostliny (např. nedostatek dusíku, sucho, nemoci).

Existuje mnoho indexů a je možné si připravovat i vlastní pro specifické aplikace jako například sčítání rostlin.

Výstupy poskytují odborníkům odlišný pohled na věc. Jsou schopny detailně určit která rostlina je zdravá a která potřebuje péči. Identifikace problému a jeho řešení je již však na lidech.

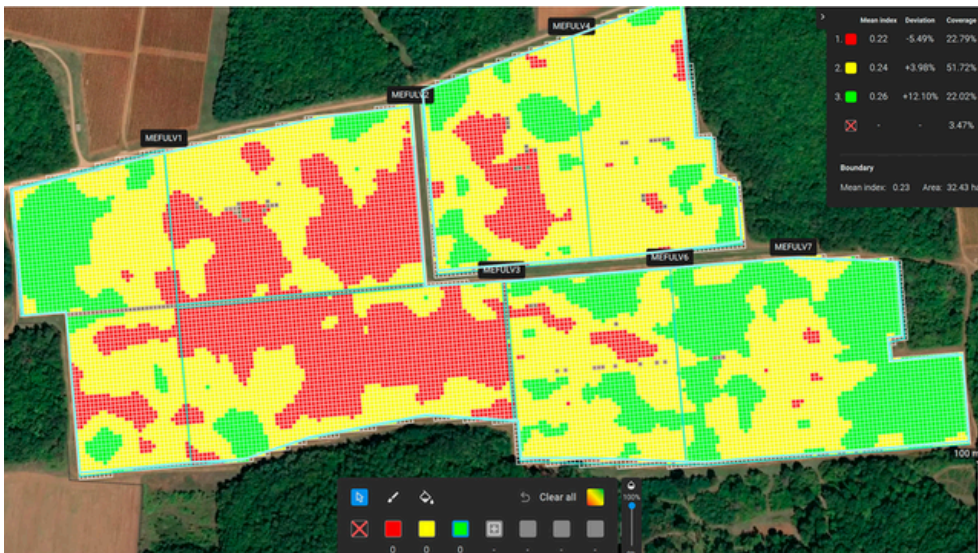
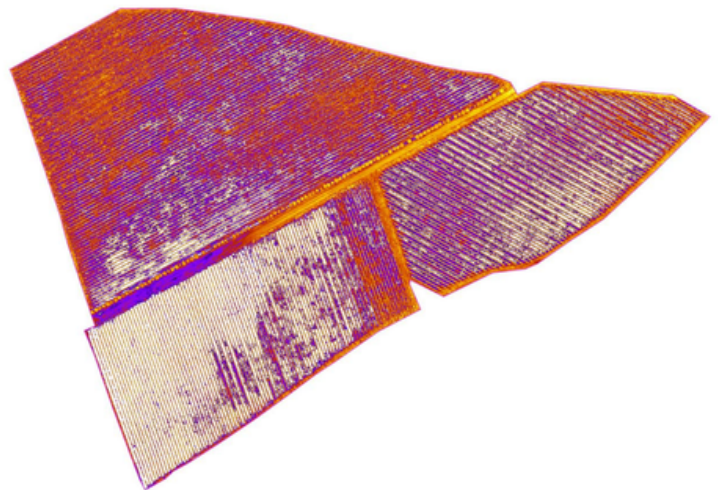


Analýza - příklady



Teplota a vodní zátěž - slouží k stanovení potřebné závlivky

Výskyt choroby
Moučnatka - lze určit kam
není nutné aplikovat
postřik



Zralost hroznů
těsně před
sklizení

Popis služby

Vše začíná seznámením se s lokalitou, rozlohou a typem zaseté plodiny. Následuje prvotním skenování a analýza dat.

Dle představ zákazníka je následně navrhována optimální služba:

Začínám a jen se chci seznámit s novou technologií

I jednorázová analýza může přinést zajímavé informace a možnosti do budoucna. Data vysvětlíme a v případě budoucí spolupráce již máme historická data k porovnání a plán letu. Nic se neztratí a zákazník nemusí znovu platit za přípravu letu.

Péči o pole zvládám, chci pouze vědět kde jsou případné problémy

Pro zkušené zemědělce, kteří již mají zavedené postupy a technologie není vždy nutné využívat drony pro každou operaci. Chtějí si však být jistí, že nikde nevzniká problém, který by mohl ovlivnit úrodu.

V tomto případě stačí provést 3-4 skenování v průběhu roku pro identifikaci míst, kde se rostlinám daří hůře, tak aby jim byla poskytnuta důležitá péče. Může se jednat o skenování během jara, následně 2x během léta a těsně před sklizní.

Chci využít drony pouze ke specifickým úkonům

Technologie mě zajímají a rád bych drony nahradil například postřik, který nyní děláme ručně nebo pomocí traktorů.

Tato služba bude kombinovat skenování a postřik na základě výsledků z dat. Postřik může být plánovaný nebo krizový, například v případě vydatných dešťů. Výsledkem je úspora chemie o cca 30% a zkrácení doby postřiku o 25 - 50 %.

Chci potenciál dronů využít naplno

Technologie mě uchvátila chci ji využít naplno. Prozatím třeba jen na odlehle ploše v náročném terénu nebo na konkrétním úseku jako test.

V tomto případě je nutné domluvit interval kontrol a potřebné lety. Jejich množství může být samozřejmě v průběhu roku upraveno dle potřeb vinic a přání zákazníka.

Popis služby

Ať už je vámi zvolený typ spolupráce jakýkoliv, vždy je postup následující:

1. Detailně s vámi probereme vaše potřeby a domluvíme varianty
2. Přípravíme cenové nabídky
3. Zařídíme administrativní náležitosti
4. Nasnímáme pole pomoci DJI Mavic 3M
5. Zpracujeme data a připravíme reporty
6. Předáme Vám data dle Vámi preferovaného způsobu
7. Doporučíme další postup a možnosti
8. Zařídíme péči pomoci zemědělských dronů



Ekonomika

Ekonomický přínos využívání dronů leží v několika rovinách.

1. Včasná detekce problémů (prevence ztrát)

- Drony s multispektrálními kamerami odhalí stres rostlin (např. sucho, choroby, škůdci, výživové nedostatky) ještě předtím, než jsou viditelné pouhým okem.
- Umožňuje cílený zásah jen tam, kde je problém → nižší náklady na chemii, hnojiva a práci.
- **Snížení ztrát z výnosu o 5–20 %, snížení nákladů na ošetření.**

2. Optimalizace vstupů (cílená aplikace)

- Dronová data umožňují rozdělení ploch na zóny podle aktuální vitality.
- Na základě toho lze aplikovat proměnlivou dávku hnojiv nebo postřiků pouze tam, kde je to nutné.
- **Úspora 10–30 % na hnojivech, pesticidech, palivu a práci.**

3. Úspora času a lidské práce

- Klasický monitoring vinic může trvat celé dny, dron to zvládne během pár hodin
- Automatické lety a analýza snižují potřebu terénních kontrol.
- **Nižší mzdové náklady, rychlejší reakce = vyšší efektivita provozu.**

4. Zvýšení výnosu a kvality plodin

- Díky lepšímu řízení zdraví plodin lze dosáhnout vyšší a rovnoměrnější produkce.
- Případně lze diferencovat sklizeň dle kvality (např. na základě NDVI).
- **Vyšší výkupní cena, lepší kvalita vína = vyšší zisk.**

5. Dokumentace a podklady pro rozhodování

- Drony poskytují přesnou dokumentaci vývoje vinice během sezóny.
- Podklady lze použít pro:
 - plánování sklizně,
 - evidenci pro SZIF / dotace,
 - interní rozhodování nebo audit.
 - pojistné události
- **Lepší plánování, snížení rizika sankcí, transparentnost pro investory nebo certifikace.**

6. Možnost dlouhodobé strategie (historická data)

- Pravidelné lety umožní vytvářet dlouhodobé mapy vitality a porovnávat sezóny.
- Identifikace "problémových zón" → možnost řešení (rekultivace, změna podnože).
- **Zlepšení výnosů v dlouhodobém horizontu, cílené investice do půdy.**

DJI Referenční projekty

Transformace postřikování sadů v Rumunsku ✨

- 7,2 hektaru sadů v Rumunsku.
- Zkrácení doby postřiku z 3-4 dní na 3h
- Více než 50% úspora chemikálií

Podpora pěstování vína ve Švýcarsku ✨

- Snížení spotřeby vody o 60%
- Snížení spotřeby chemikálií o 10%
- Potřeba pouze 2 lidí - Pilot a pomocník

Drony v italských vinicích ✨

- Zkrácení času postřiku ze 4 dní na 1 den
- Zvýšení bezpečnosti obsluhy
- Lepší výsledky postřiků

Zvýšení obhospodařené plochy a redukce lidské práce v mangových sadech ✨

- Postřik mangových sadů na rozloze 4 000 hektarů
- Redukce lidské práce o 90%
- Redukce pesticidů až o 40%

