



Václav Stejskal a kol.

**METODA MONITORINGU ŠKŮDCŮ,
TEPLOTY A VLHKOSTI ZA POMOCI
NOVÉ INTEGROVANÉ SONDY**

dewolf[®]
GROUP

aviko
PRAHA

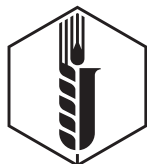


VÚRV
Výzkumný ústav
rostlinné výroby

Václav Stejskal, Jiří Vinš, Jan Slouka, Jan Prokop,
Jindřich Sobotka ml., Radek Aulický

Metoda monitoringu škůdců, teploty a vlhkosti za pomoci nové integrované sondy

METODIKA PRO PRACOVNÍKY SSHR



Výzkumný ústav rostlinné výroby, v.v.i.



AVIKO Praha s.r.o.



De Wolf GROUP s.r.o.

© 2021, Výzkumný ústav rostlinné výroby, v.v.i.
ISBN 978-80-7427-367-4

Dedikace výsledku na projekt:

Metodika vznikla za finanční podpory MV a je výstupem řešení projektu:
VH20182021038.

Technologie pro dlouhodobé strategické skladování hmotných rezerv (obilnin, luštěnin).

Uplatnění metodiky:

Metodika je určena pro pracovníky ve skladech Státní správy hmotných rezerv ČR (SSHR) Metodika byla schválena Ústředním kontrolním a zkušebním ústavem zemědělským pod č. UKZUZ 004365/2022.

Odborný oponent: MVDr. Jan Plachý; DDD Servis spol. s r.o.

Oponent ze státní správy: RNDr. Jan Juroch,
Ústřední kontrolní a zkušební ústav
zemědělský (ÚKZÚZ)

Výzkumný ústav rostlinné výroby, v.v.i.

AVIKO Praha s.r.o.

De Wolf GROUP s.r.o.

© 2021, Výzkumný ústav rostlinné výroby, v.v.i.

ISBN 978-80-7427-367-4

Metoda monitoringu škůdců, teploty a vlhkosti za pomoci nové integrované sondy

Skladištní škůdci způsobují vážné ztráty na skladovaných komoditách. V rozvinutých zemích se tyto ztráty mohou pohybovat až do 10 procent. Výsledné škody ovlivňuje řada faktorů, jako např. druh škůdce, populační hustota škůdce, typ komodity, teplota, vlhkost a způsob skladování. Prodlužování délky skladování s sebou přináší vyšší rizika ztrát způsobených těmito škůdci. Z tohoto důvodu je důležité, aby byl v dlouhodobě skladovaných komoditách zaveden kvalitní monitorovací systém, který odhalí včas výskyt skladištních škůdců a současně sledovat teplotu a vlhkost v komoditě. Proto bylo cílem řešení projektu vyvinout novou multifunkční integrovanou sondu, která by kromě monitorování dvou hlavních abiotických faktorů (teplota a vlhkost), byla schopna včas detekovat přítomnost skladištních škůdců. Pro včasnou detekci výskytu škůdců byl zvolen mechanismus snímání akustických signálů, který se ukazuje jako velmi účinný systém, zejména pro monitorování skladovaných komodit ve velkoobjemových vacích (big-bag). Metodika popisuje použití této multifunkční integrované sondy.

Methods for monitoring of stored-product pests, temperature and humidity with a new integrated probe

Stored-product pests cause serious losses on stored commodities. In developed countries, these losses can reach 10 percent. The resulting damage is affected by a number of factors, such as the type of pest, pest population density, the type of commodity, temperature, humidity and method of storage. Extending the length of storage carries a higher risk of losses due to these pests. For this reason, it is important that a high-quality monitoring system is put in place in long-term stored commodities to rapidly detect the occurrence of storage pests (in a timely manner) and at the same time monitor the temperature and humidity in the commodity. Therefore, the aim of the project was to develop a new multifunctional integrated probe which, in addition to monitoring two main abiotic factors (temperature and humidity), would be able to detect the presence of stored-product pests in time. For early detection of pests, a mechanism for sensing acoustic signals was chosen, which is proving to be a very effective system, especially for monitoring stored commodities in large-bag bags. The methodology describes the use of this multifunctional integrated probe.

OBSAH

I. CÍL METODIKY	7
II. VLASTNÍ POPIS METODIKY	9
1. ÚVOD	9
1.1. Obecné použití integrované sondy pro monitorování skladištních škůdců.....	10
1.2. Základní popis sondy ADH-3 a lokální stanice MSHR-1	13
1.3. Popis softwaru pro hodnocení dat	16
2. POPIS VLASTNÍ METODIKY	18
2.1. Vymezení použití metodiky.....	18
2.2. Bezpečnostní pokyny a informace.....	19
2.3. Obecné zásady použití monitorovacího zařízení.....	19
2.3.1. Obecné zásady pro používání sondy ADH-3.....	19
2.3.2. Obecné zásady pro používání sběrné stanice MSHR-1	20
2.4. Aplikace monitorovacího systému	20
2.4.1. Aplikace (instalace) sondy.....	20
2.4.2. Připojení sondy do systému	23
2.4.3. Sběr dat.....	24
2.4.4. Vyhodnocení dat.....	25
3. VLASTNÍ EXPERIMENTÁLNÍ DATA	26
III. SROVNÁNÍ „NOVOSTI POSTUPŮ“	29
IV. POPIS UPLATNĚNÍ METODIKY	30
V. EKONOMICKÉ ASPEKTY	31
VI. SEZNAM POUŽITÉ SOUVISEJÍCÍ LITERATURY.....	32
VII. SEZNAM PUBLIKACÍ, KTERÉ PŘEDCHÁZELY METODICE	33
PŘÍLOHA 1 – UŽIVATELSKÝ MANUÁL PRO OVLÁDÁNÍ SOFTWARE	34

I. CÍL METODIKY

Tato metodika popisuje použití nové integrované automatické sondy pro monitorování výskytu skladištních škůdců v uskladněných komoditách (rýže, luštěniny), které jsou uloženy ve velkoobjemových pytlích (tzv. big-bag), pomocí akustických signálů produkovaných různými vývojovými stádii hmyzu. A dále její využití pro současné sledování dvou hlavních abiotických faktorů (teplota a relativní vzdušná vlhkost), jako parametrů pro bezpečné skladování komodit z hlediska infestace skladištním škodlivým hmyzem.

Skladištní škůdci, zejména hmyz, patří mezi významné faktory ovlivňující kvalitu dlouhodobě skladovaných komodit. Škody, které mohou způsobit, dosahují ztráty od několika procent až prakticky po úplné znehodnocení uskladněných komodit. Výsledné škody ovlivňuje řada faktorů, jako např. druh škůdce, populační hustota škůdce, typ komodity, teplota, vlhkost a způsob skladování. Jedním z důležitých aspektů pro dlouhodobé skladování je pravidelné monitorování teploty a relativní vzdušné vlhkosti v mezi-zrnovém prostoru a dále monitorování výskytu skladištních škůdců. K tomuto účelu lze využít celou řadu postupů, ale v praxi se ukazuje, že nejvhodnějším postupem je automatizace monitorovacích systémů. Důvodem je eliminace lidského faktoru a časové náročnosti na dané úkony. Zatímco obslužný personál je vždy omezen časem vymezeným na kontrolu, tak automatické systémy jsou schopné provádět kontroly kontinuálně a v kratších časových intervalech.

Na základě těchto poznatků byla vyvinuta nová integrovaná automatická sonda pro současné monitorování 3 parametrů komodit skladovaných uvnitř velko-objemových textilních vaků (tzv. big-bagů o obsahu 1 t): **(1)** aktivitu škůdců; **(2)** teplotu a **(3)** vlhkost. Pro monitorování skladištních škůdců využívá sonda akustické signály, které jsou generované při napadení a aktivitě škůdců v komoditě. Tento systém monitorování je citlivější než běžně používané metody, které se opírají o nálezy dospělých a dalších vývojových stádií nalézající se v mezi-zrnovém prostoru. Akustický systém je schopen znamenat také vývojová stadia vyvíjející se uvnitř zrn (tzv. skryté napadení) na základě zvuků vydávaných larvami při žíru.

Cílem této metodiky je:

- ▶ Poskytnout objektivní informace pro pracovníky SSHR za účelem kontroly uskladněných komodit (rýže a luštěniny) ve velkoobjemových pytlích (big-bag) pomocí nové integrované automatické sondy.
- ▶ Poskytnout informace pro obsluhu a použití nové integrované automatické sondy.
- ▶ Poskytnout informace pro využití a implementaci softwaru integrované automatické sondy.
- ▶ Souhrnně popsat metodické postupy implementace monitorovacího systému včetně vyhodnocení získaných dat.

II. VLASTNÍ POPIS METODIKY

1. Úvod

V současné době existuje mnoho metod používaných pro monitorování a zjišťování přítomnosti skladištních škůdců ve skladovaných komoditách. Mezi tyto metody patří vizuální kontrola, lapače, vzorkování a prosevy, tepelná extrakce škůdců ze vzorků, akustické metody monitorování, zobrazovací techniky a mnoho dalších postupů (Fleurat-Lessard, 2011; Neethirajan a kol., 2007; Rajendran, 2005). V praxi se nejčastěji používají metody, které jsou jednoduché a ekonomicky méně nákladné. Mezi tyto metody patří zejména odběry vzorků a jejich prosévání nebo využití termo-foto-eklektorů (tzv. Berleseho přístroj) (Neethirajan a kol., 2007). Použití těchto metod s sebou přináší časovou náročnost, ale také nízkou účinnost, kdy ve vzorcích je nalézáno pouze 30–70 % hmyzu (Minkevich a kol., 2002). Stejskal a kol. (2007) uvádějí ve své metodice pro státní správu, že *„detekční metody mají dostačující citlivost pro potřeby praktického managementu škůdců ve skladech obilovin, ale zároveň upozorňují na fakt, že v případě zjištěné nepřítomnosti skladištních škůdců v analyzovaném obilném vzorku nelze vzhledem k nenulovým detekčním limitům chemických a fyzikálních metod konstatovat, že analyzovaný vzorek je ze 100 % bez škůdců“*.

Současný vědecko-technický rozvoj umožnil vývoj zcela nových technologií pro monitorování škůdců v komoditách za přijatelných ekonomických nákladů. Tyto nové metody zvyšují účinnost monitorovacích systémů škůdců a zároveň snižují časovou náročnost. Jednou z potencionálně využitelných technologií je akustická detekce hmyzu. Tato metoda umožňuje detekovat kromě škůdců i mezi-zrnovém prostoru, také vývojová stádia škůdců vyvíjející se uvnitř zrna (Hagstrum a kol., 1996; Mankin a kol., 2011). Skladištní škůdci v komoditách produkují různé prostým lidským uchem nezachytitelné zvuky spojené s žírem zrn, kladením vajíček nebo samotným pohybem. V posledních letech se výrazně zvýšila účinnost supercitlivých akustických senzorů. A to nejen v důsledků vývoje vylepšených technických vlastností samotných akustických zařízení, ale i rovněž metod zpracování signálu (Mankin a kol., 2011). Autoři Hagstrum a kol. (1994) uvádějí ve své práci, že pomocí detekce akustických signálů detekovali iniciální napadení vzorků již 39. den, zatímco první detekce škůdců pomocí odběrů vzorku byla zjištěna až 70. den (tj. o 31 dní později). Trend rozvoje akustických metod pro monitorování skladištních škůdců lze dokumentovat také na zvýšené publikační aktivitě vědeckých prací v této oblasti. Autoři Mankin

a kol. (2021) dokumentují počty vědeckých publikací v jednotlivých dekádách. Zatímco například v letech 1961 – 1970 byla publikována pouze jedna vědecká publikace na toto téma, tak v letech 1991 – 2000 to bylo již 14 publikací a v posledním desetiletí (2011 – 2020) bylo publikováno celkem 133 vědeckých publikací. Nicméně většina z nich skončila ve formě publikací ve vědeckých časopisech bez finalizace do prakticky využitelných forem a produktů (tj. hardwarového zařízení a softwaru) a návodů na jejich použití ve skladech.

Cílem metodiky je seznámit pracovníky SSHR (zajišťujícími skladování obilnin a luštěnin) s metodickým i postupy k použití nově vyvinuté multifunkční sondy. Ta slouží k monitorování 3 parametrů: **(1)** aktivity skladištních hmyzích škůdců v komoditách pomocí akustických signálů, **(2)** teploty a **(3)** relativní vzdušné vlhkosti v mezi-zrnovém prostoru. Teplota a vlhkost jsou dva nejvýznamnější abiotické faktory ovlivňující (podporující či inhibující) vývoj hmyzích skladištních škůdců.

1.1. Obecné použití integrované sondy pro monitorování skladištních škůdců

Akustický systém detekce hmyzu

Základní složkou navrženého monitorovacího systému jsou **integrované multifunkční sondy ADH-3** (obrázek 1.1.1), umístěné v monitorované komoditě, která je uložena ve velkoobjemových pytlích (big-bag). Jednotlivé integrované multifunkční sondy ADH-3 jsou sdruženy do skupin maximálně po 8 kusech, které jsou napojeny na jednu **lokální stanici MSHR-1** (obrázek 1.1.2) pro řízení a sběr dat.

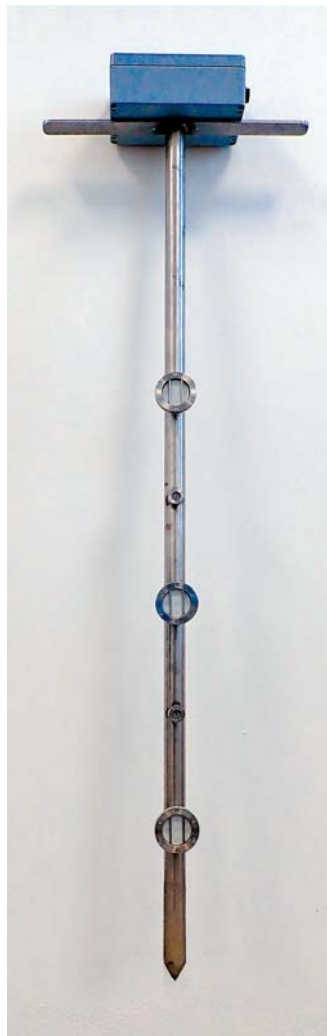
Tyto lokální stanice poskytují sondám ADH-3 napájení (zdroj energie), v nastavené časové periodě odečítají data naměřená sondami, data dle uživatelsky konfigurovatelných kritérií zpracovávají a archivují. Lokální stanice poskytují signály pro případné připojení k signalizačním výstupům (maják, siréna), upozorňují na detekovaný výskyt skladištních škůdců a jsou pro uživatele výchozí (vstupní) bránou pro nastavení parametrů celého detekčního systému a pro přístup k archivovaným záznamům.

Lokální stanice jsou vybaveny malým dotykovým panelem (obrázek 1.1.3) pro přímý přístup do systému, využitelný jak při instalaci tak i během případných kontrol uživatelem přímo v místě instalace (skladu). Současně umožňují

napojení na síť a tím i vzdálený přístup z dohledového PC uživatele, který tak získává okamžitý a nepřetržitý přístup k informacím o stavu kontrolovaných komodit, včetně možnosti dle potřeby průběžně upravovat hodnotící kritéria.

Archivované záznamy jsou uloženy ve formátu CSV, přímo načitatelné do tabulkových a databázových aplikací, např. do programu Excel.

Obrázek 1.1.1. Integrovaná multifunkční sonda ADH-3.
Obrázek 1.1.3.



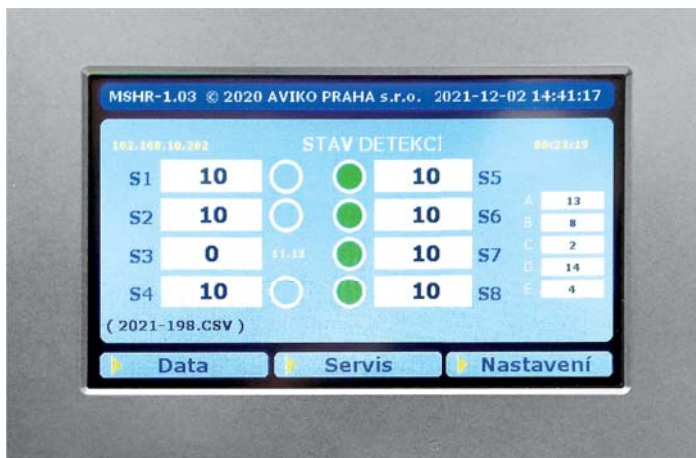
Obrázek 1.1.2A.
Celkový pohled na čelní panel
a bok lokální stanice MSHR-1
pro napojení integrované
multifunkční sondy ADH-3.



Obrázek 1.1.2B. Celkový vzhled lokální stanice MSHR-1 pro napojení integrované multifunkční sondy ADH-3.



**Dotykový panel
lokální stanice
MSHR-1 pro
základní ovládání.**



1.2. Základní popis sondy ADH-3 a lokální stanice MSHR-1

Celý monitorovací systém je složen ze dvou základních modulů:

- 1) integrované multifunkční sondy ADH-3 (**obrázek 1.1.1**) a
- 2) lokální stanice MSHR-1 (**obrázek 1.1.2**).

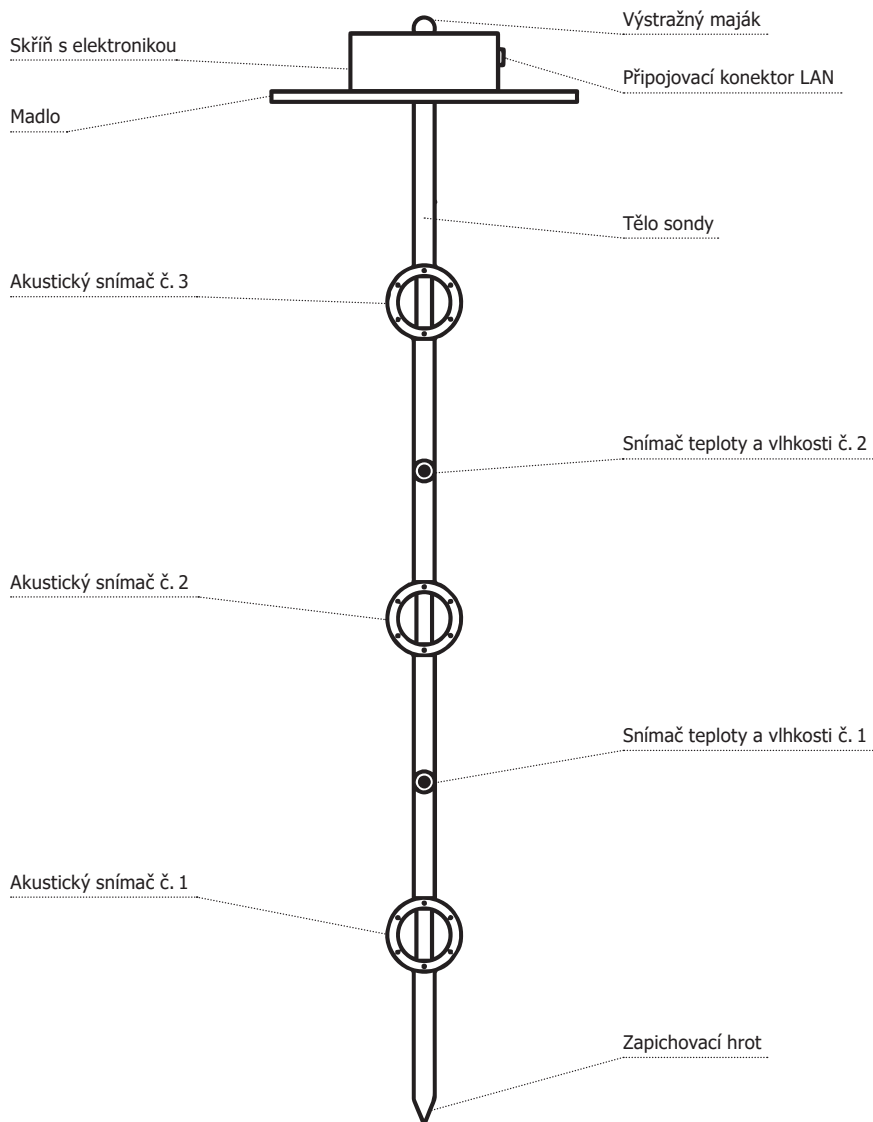
Základním modulem, který zajišťuje systém monitorování, je lokální stanice MSHR-1, ke které jsou připojeny sondy (1 – 8 sond). Lokální stanice MSHR-1 je vybavena malým dotykovým displejem pro přímý přístup do systému (ovládání), využitelným jak při instalaci tak i během případných kontrol uživatelem přímo v místě instalace.

Lokální stanice umožňuje napojení do datové sítě a tím i vzdálený přístup z PC uživatele, který tak získává okamžitý a nepřetržitý přístup k informacím o stavu kontrolovaných komodit, včetně možnosti dle potřeby průběžně upravovat monitorovaná kritéria. Lokální stanice archivuje naměřené hodnoty a ukládá je do souborů ve formátu CSV. Soubory může uživatel průběžně stahovat a dále zpracovávat. Formát souborů CSV umožňuje snadný přenos dat a jejich zobrazení v běžně používaném softwaru Microsoft EXCEL.

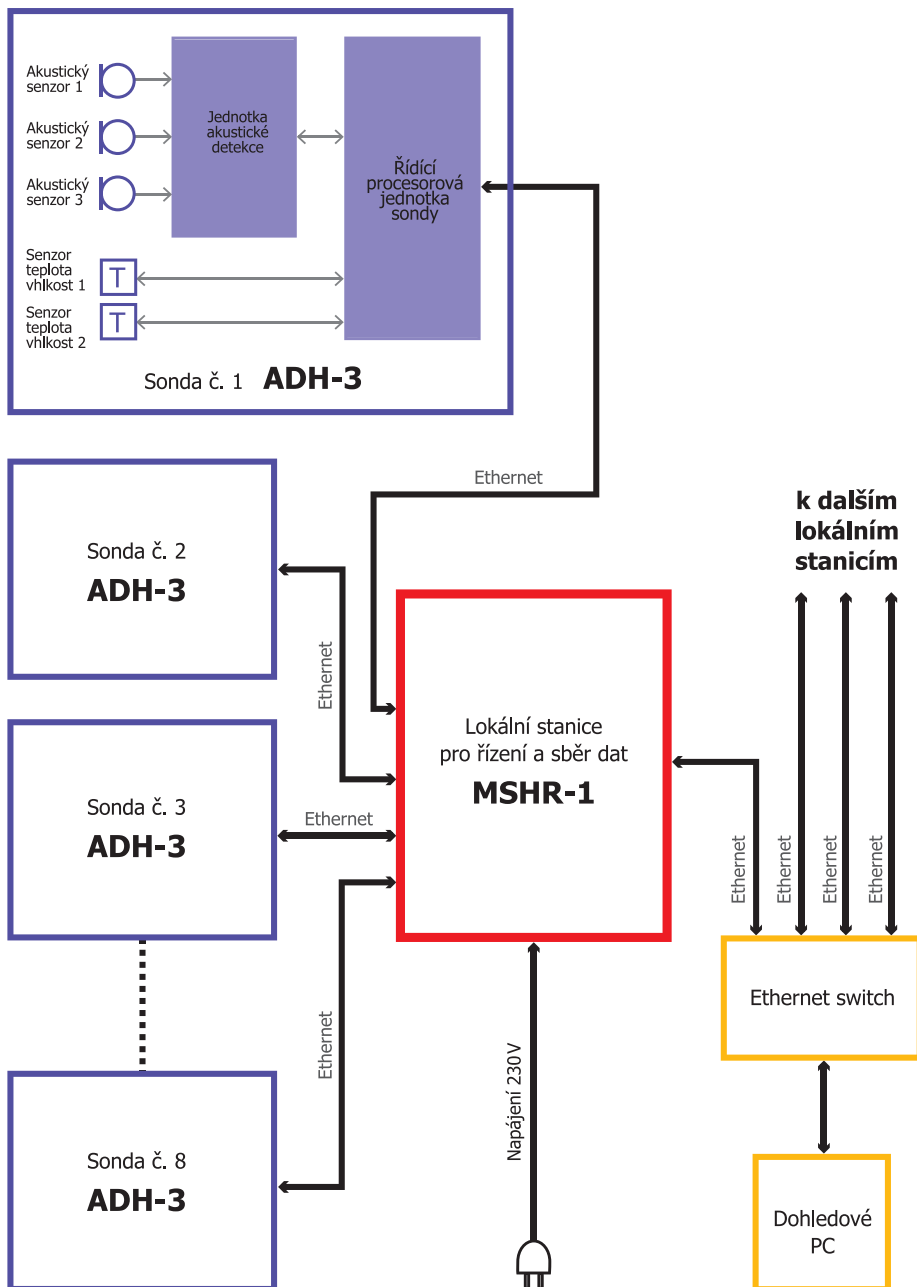
K lokální stanici je možné také připojit signalizační systém „maják“ s vizuální kontrolou – zelená, žlutá, červená sekce nebo s akustickou (zvukovou) signalizací.

Integrovaná sonda ADH-3 je vybavena akustickým detektorem hmyzu, dvěma teplotními snímači a dvěma snímači relativní vlhkosti vzduchu (**obrázek 1.2.1**). Integrovaná sonda je do lokální stanice zapojena pomocí jednoho kabelu, který sdružuje napájení a přenos dat. Celkové schematické znázornění propojení celé soustavy je zobrazeno na **obrázku 1.2.2**.

Obrázek 1.2.1. Nákres s popisem integrované multifunkční sondy ADH-3.



Obrázek 1.2.2. Schematické znázornění propojení monitorovací soustavy.



Základní parametry sondy ADH-3

snímače:	3x akustický snímač 2x snímač měření teploty 2x snímač měření vlhkosti
rozsah pracovních teplot:	- 20 °C až + 60 °C
frekvenční pásmo pro zpracování akustických signálů:	100 Hz až 100 kHz
rozsah měření teploty:	- 10 °C až + 50 °C
rozlišná měření teploty:	0,1 °C
rozsah měření vlhkosti:	0 % až 80 %
rozlišná měření vlhkosti:	1,5 %
objem komodity pro zaručenou detekci 1 sondou:	1 m x 1 m x 1 m
citlivost akustické detekce:	0,1 škůdce na 1 kg komodity
způsob komunikace:	ethernet
napájení sondy:	PoE

Základní parametry lokální stanice MSHR-1

napájení:	230 V / 50 Hz / 60 W
elektrické krytí:	IP 40
počet připojených sond:	1 až 8
uživatelský přístup:	webové rozhraní

1.3. Popis softwaru pro hodnocení dat

Software je nedílnou součástí monitorovacího systému a umožňuje kromě zpracování dat také jejich vyhodnocení a převedení do uživatelsky srozumitelného prostředí.

Činnost softwaru lze rozdělit do čtyř základních oblastí:

Oblast 1: Periodické měření veličin snímaných integrovanými sondami

Oblast 2: Vyhodnocení takto získaných hodnot s cílem detekovat případné napadení monitorovaných objektů hmyzem

Oblast 3: Archivace naměřených hodnot doplněných o datum a čas měření a informaci o stavu systému

Oblast 4: Komunikace s uživatelem.

Uživatel komunikuje s lokální stanicí (MSHR-1) formou menu, které:

- zobrazuje informace o probíhajícím monitoringu,
- umožňuje konfigurovat systém a editovat jeho parametry,
- zpřístupňuje soubory naměřených hodnot.

Periodické měření

Systém po nastavené periodě (typicky 1 h) načte z každé integrované sondy hodnotu akustického detektoru, hodnoty dvou snímačů teploty a hodnoty dvou snímačů relativní vlhkosti vzduchu. Těchto pět naměřených hodnot doplněných o datum a čas měření a informaci o stavu systému uloží do souboru formátu CSV. Soubory jsou organizovány tak, že pro každou sondu je každý kalendářní rok vytvořen právě jeden soubor. Název souboru je generován automaticky:

RRRR-LLS.csv

RRRR = kalendářní rok, převzatý z data aktuálního měření

LL = uživatelem nastavené identifikační číslo lokální stanice (00 až 99)

S = pořadové číslo integrované sondy v lokální stanici (1 až 8)

Detekce napadení hmyzem

Princip detekce spočívá v průběžném porovnávání filtrovaných hodnot akustického signálu, teploty a vlhkosti. Napadení je detekováno v případě, že aktuální hodnota překročí hodnotu zpožděnou o víc, než je nastavený limit. Detekce je signalizována zobrazením v menu provoz, záznamem do položky „stav“ v souboru naměřených hodnot a aktivací výstupu pro červenou nebo žlutou kontrolku současně s aktivací výstupu zvukové signalizace.

Uživatelský přístup

Uživatel se k zasíťované lokální stanici připojuje běžným webovým prohlížečem zadáním IP adresy stanice ve tvaru: <http://aaa.bbb.ccc.ddd/index.xml>

Například pro stanici s nastavenou IP adresou „192.168.10.129“:

<http://192.168.10.129/index.xml>

Obvykle postačí jenom zkrácený zápis 192.168.10.129, ostatní doplní prohlížeč.

Připojení poskytuje plnohodnotný přístup do všech menu.

Lokální stanice je vybavena dotykovým displejem, který kromě menu „DATA“ nabízí stejný přístup do všech ostatních menu jako připojení webovým prohlížečem.

Vítejte a přihlašte se, prosím.

Uživatelské jméno

Heslo

Login

2. Popis vlastní metodiky

2.1. Vymezení použití metodiky

- ▶ Metodika je určena pro sklady SSHR (Státní správy hmotných rezerv) České republiky.
- ▶ Metodika je určena pro monitorování 3 parametrů ve skladovaných komoditách ve velkoobjemových pytlích (big-bag) s kapacitou 1 tuna za účelem kontroly aktivního výskytu skladištních škůdců (hmyzu) a podmínek pro jejich množení (teplota, vlhkost)
- ▶ Monitorování hmyzu je prováděno nově vyvinutou integrovanou multifunkční sondou ADH-3, která zajišťuje monitorování výskytu pomocí akustických signálů vydávaný aktivním hmyzem při jeho výskytu v komoditách.
- ▶ Monitorovací sonda dále zajišťuje monitorování abiotických faktorů – teplota a relativní vzdušná vlhkost ve sledované komoditě.
- ▶ Monitorovací systém je elektrické zařízení, které je funkční v rozsahu provozní teploty - 20 °C až + 55 °C.
- ▶ Limitujícím faktorem pro monitorování hmyzu pomocí akustických signálů je zejména teplota, kdy hmyz s klesající teplotou snižuje celkovou (zejména pohybovou a vývojovou) aktivitu.
- ▶ Pohybová aktivita hmyzu v závislosti na teplotě může být odlišná u jednotlivých druhů hmyzích škůdců a dále u jednotlivých kmenů stejného druhu hmyzu – obecné informace k vlivu teploty jsou shrnuty v přechozím dokumentu *„Ověřená technologie pro dlouhodobé skladování rýže a luštěnin v podmínkách skladů hmotných rezerv v Příloze III – Teplotní parametry skladování.“*
- ▶ V rámci validace zařízení byla ověřena teplotní hranice monitorování laboratorního kmene pilouse černého pomocí integrované sondy ADH-3 ve skladované pšenici. Tato hranice se nacházela kolem 8 °C.

2.2. Bezpečnostní pokyny a informace

- ▶ Tyto pokyny **nenahrazují platnou legislativu ČR a EU v oblasti bezpečnosti a zdraví při práci.**
- ▶ Při používání této metodiky v praxi **se musí vždy postupovat dle platné legislativy ČR a EU v oblasti bezpečnosti a zdraví při práci.**
- ▶ **Monitorovací systém je zapojen na zdroj elektrické energie** – při práci s tímto zařízením je nutné dodržovat všechny bezpečnostní pokyny a bezpečnost práce.
- ▶ **Před započetím prací s tímto zařízením je vždy nutné se seznámit s návodem**, kde jsou uváděny aktuální bezpečnostní pokyny a požadavky na ochranné pomůcky.

2.3. Obecné zásady použití monitorovacího zařízení

Integrovaná multifunkční sonda ADH-3 s lokální stanicí MSHR-1 byla vyvinuta za účelem monitorování aktivity (aktivního výskytu) skladištních škůdců pomocí snímání akustických signálů, teploty a relativní vzdušné vlhkosti v mezi-zrnovém prostoru ve velkoobjemových vacích (big-bag) s kapacitou 1 tuna pro skladované komodity – obilí a luštěniny.

2.3.1. Obecné zásady pro používání sondy ADH-3

- sonda je určena pouze pro způsoby použití, pro které byla vyvinuta a pro které je určena;
- sonda se může používat pouze v prostorech se standardním prostředím;
- sonda nesmí být používána v prostorech s nadměrně vysokou relativní vlhkostí, v mokřem prostředí, silně znečištěných provozech a v prostorech s chemicky agresivním prostředím;
- sonda je mechanicky citlivým akustickým elektronickým zařízením, a tudíž je citlivá na mechanicky nešetrné zacházení (při manipulaci se sondou je nutno se vyvarovat jakýchkoli mechanických rázů a úderů);
- při manipulaci se sondou se doporučuje sondu odkládat ve vodorovné poloze, ve které je minimalizováno riziko jejího pádu (pokud je sonda odložena ve svislé poloze, je její odložení nestabilní z důvodu vysoko umístěného těžiště sondy a hrozí pád a poškození akustických snímačů);

- čištění sondy se může provádět pouze suchou cestou (štetce, stlačený vzduch), sonda se nesmí čistit prostřednictvím jakýchkoli kapalin;
- skladování sond musí být zajištěno v čisté a suché místnosti, sondy se doporučuje skladovat ve vodorovné poloze se senzory nasměřovanými směrem dolů. Sondy musí být chráněny před jakýmkoli znečištěním a vniknutím kapalin.

2.3.2. Obecné zásady pro používání sběrné stanice MSHR-1

- stanice slouží ke sběru dat z maximálně 8 sond ADH-3 a následnému propojení s datovou sítí uživatele (Ethernet) za účelem monitorování a sběru dat;
- stanice se může používat pouze v prostorech s normálním prostředím;
- stanice nesmí být používána v prostorech vlhkých, mokrých, silně znečištěných a v prostorech s chemicky agresivním prostředím;
- stanici lze při instalaci přišroubovat ve svislé poloze na zeď;
- stanice je elektrickým zařízením a je napájena z elektrorozvodné sítě pomocí kabelu s vidlicí, která se zapojuje do standardní zásuvky 230 V 50 Hz – elektrický příkon stanice činí maximálně 60W;
- stanice nesmí být provozována bez namontovaného ochranného víka rozvaděče;
- postup při obsluze stanice je popsán v samostatném návodu.

2.4. Aplikace monitorovacího systému

Aplikaci monitorovacího systému lze rozdělit do několika kroků:

- 1)** aplikace (instalace) sondy ADH-3 do skladované komodity;
- 2)** připojení sondy ADH-3 do lokální stanice;
- 3)** nastavení parametrů a spuštění monitorovacího systému.

2.4.1. Aplikace (instalace) sondy

Integrovaná sonda ADH-3 je určena pro monitorování skladištních škůdců, teploty a relativní vzdušné vlhkosti ve skladovaných komoditách (obilí a luštěniny) umístěných ve velkoobjemových vacích (big-bag). Za tímto účelem je uzpůsoben tvar sondy pro lepší manipulaci a aplikaci.

Postup a návod na instalaci sondy ADH-3 pro monitoring

Rozměry sondy ADH-3 a způsob rozmístění snímačů jsou optimalizovány pro monitorování komodity, která je skladovaná ve velkoobjemovém obalu typu big-bag.

Před instalací sondy se musí provést vizuální kontrola sondy, při které se musí zkontrolovat následující:

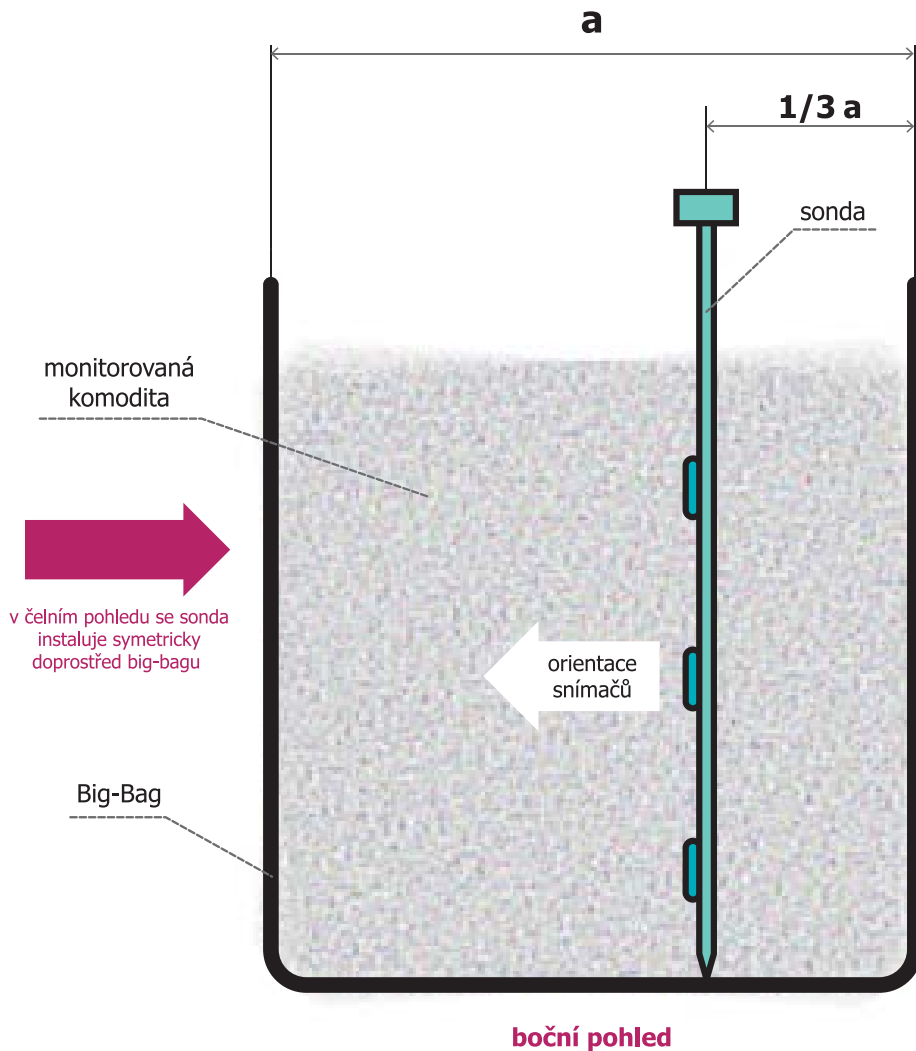
- 1)** Oddělovací membrány v akustických senzorech musí být nepoškozené, nesmí být perforované a nesmí být znečištěné. Případné nečistoty lze odstranit buď jemným štětcem, nebo vyfouknutím stlačeným vzduchem.
- 2)** Prostor mezi ochrannou mřížkou a oddělovací membránou musí být zcela volný, v tomto prostoru nesmí být uvízlé žádné předměty (např. zrnka obilí).
- 3)** Kovové sítky, které chrání senzory teploty a vlhkosti nesmí být perforované a nesmí být ucpané prachem. Případné vyčištění se provede buď jemným kartáčkem, štětcem, nebo stlačeným vzduchem.

Zásady instalace sondy:

- a)** sonda se do monitorované komodity instaluje zapíchnutím ve svislém směru. Při zapichování se sonda drží za horní madlo. Během zapichování je dovoleno se sondou pohybovat pouze ve svislém směru.
- b)** pokud je již sonda umístěna v komoditě, nesmí se s ní pohybovat ve směrech, které by měnily její svislou orientaci. Při těchto pohybech hrozí vznik neúměrně vysokého mechanického tlaku na membrány akustických snímačů a jejich následné poškození.
- c)** sonda se do big-bagu zapichuje do místa, které je ve vzdálenosti 1/3 šířky big-bagu od jeho zadního okraje, přičemž senzory musí být nasměrovány do prostoru, který obnáší zbývající 2/3 šířky big-bagu (viz **obrázek 2.4.1.**). V čelním pohledu se sonda do big-bagu umísťuje symetricky doprostřed.
- d)** sonda se do big-bagu zasunuje (zapichuje) do plné hloubky profilu komodity, tzn. „na doraz“.

Obrázek 2.4.1.

Schématické znázornění umístění sondy ADH-3 do velkoobjemového vaku (big-bag).



- e) po zapíchnutí se provede malé pootočení sondy okolo její osy, a to několikrát střídavě na obě dvě strany o několik stupňů (zavrtění), aby byl zajištěn stabilní mechanický kontakt komodity s membránami v akustických senzorech.
- f) horní akustický senzor musí být skryt minimálně v hloubce 20 cm pod vrstvou komodity. Pokud toto není zajištěno, musí se vrstva komodity ke snímači přihnout a následně zopakovat postup, uvedený v bodu e).
- g) k sondě se připojí datový kabel a mechanicky se na madlu zajistí takovým způsobem, aby připojovací konektor nebyl staticky namáhán tahem nebo ohybem kabelu. Vhodné je např. zafixování kabelu vůči madlu stahovacím páskem.

2.4.2. Připojení sondy do systému

Po umístění integrované multifunkční sondy ADH-3 do monitorované komodity se provede její připojení na lokální stanici MSHR-1 pomocí propojovacího datového kabelu, který je na obou koncích opatřen kovovými konektory MIC s převlečnými maticemi. Tento kabel zajišťuje přenos dat mezi sondou a lokální stanicí a dále zajišťuje napájení sondy elektrickou energií.

Po zapojení sondy do lokální stanice je nutné nastavit parametry v obslužném softwaru a zajistit spuštění sondy. To lze provést pomocí ovládání na displeji umístěném na lokální stanici MSHR-1 nebo pomocí připojeného PC obsluhy.

Postup zprovoznění sondy:

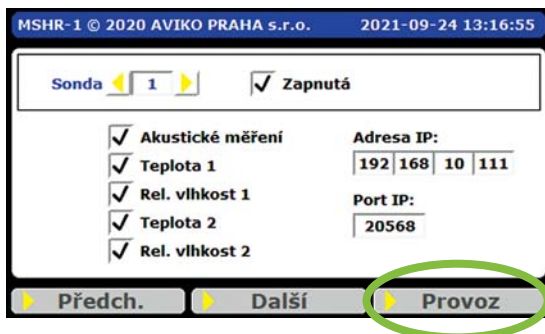
- 1) V menu „Nastavení“ vyberu pomocí šipek vedle rámečku s pořadovým číslem zapojené sondy ADH-3 volnou pozici (tj. 1–8 v závislosti na počtu připojených sond, **obrázek 2.4.2.** – **zelený** kroužek).
- 2) Nastaví se IP adresa a IP port (**obrázek 2.4.2.** – **žlutý** kroužek).
- 3) Potvrdí se zapnutí sondy (**obrázek 2.4.2.** – **červený** kroužek).
- 4) Po potvrzení zapnutí sondy se zobrazí jednotlivé konfigurace senzorů integrované multifunkční sondy ADH-3 (**obrázek 2.4.3.** – zde jsou standardně vybrány všechny senzory, jako zapnuté, ale uživatel může v určitých případech některé snímače vypnout).

- 5) V případě, že jsou všechny sondy ADH-3 nakonfigurované, provede uživatel zapnutí systému pomocí tlačítka „Provoz“ (**obrázek 2.4.3. – zelený kroužek**).

Obrázek 2.4.2.
Základní zobrazení v menu „Nastavení“ pro výběr a připojení sondy ADH-3.



Obrázek 2.4.3.
Konfigurace jednotlivých senzorů na integrované multifunkční sondě ADH-3.



2.4.3. Sběr dat

Sběr dat probíhá automaticky v pravidelné časové periodě, která je odvozená od činnosti akustického snímače (senzoru) na integrované multifunkční sondě ADH-3. Akustický snímač vybírá ze spektra zvukových signálů frekvence typické pro aktivitu skladištních škůdců v uskladněných komoditách. Standardní nastavení měřicí časové periody je 1 hodina. Pro snadnější porovnávání naměřených hodnot, jsou pulzy detekované při libovolné časové periodě jednotně přepočteny na počet pulzů za hodinu. Ve stejném okamžiku, kdy se načítají detekované pulzy z akustického snímače, tak se načítají i aktuální hodnoty dvou snímačů měřících teplotu a relativní vlhkost vzduchu. Těchto pět naměřených hodnot lokální stanice MSHR-1 doplní o datum a čas měření, kód vyhodnocení napadení (viz následující kapitola 2.3.4.), případně také o poznámku rozpoznané závady a jako jeden záznam (tj. jeden řádek formátu CSV) uloží do příslušného souboru. Soubory může uživatel průběžně kopírovat do svého počítače.

2.4.4. Vyhodnocení dat

Data jsou vyhodnocována paralelně dvěma algoritmy. Základem výpočtu je porovnávání aktuálních filtrovaných hodnot s referenční hodnotou tvořenou archivními filtrovanými hodnotami.

Pro vyhodnocení méně intenzivního napadení uskladněné komodity je nastaven kratší čas zpoždění mezi aktuální a referenční hodnotou (např. 5 h) a tomu odpovídající kratší filtrování (např. 3 měřicí periody) a také nižší povolené odchylky mezi aktuálními a referenčními hodnotami jednotlivých čidel. V případě, že je vyhodnoceno překročení limitu alespoň jedné z pěti měřených veličin (akustika, teplota1, rel. vlhkost1, teplota2, rel. vlhkost2) je žlutou kontrolkou, případně i sirénou, signalizováno napadení.

Pro vyhodnocení více intenzivního napadení uskladněné komodity je nastaven delší čas zpoždění mezi aktuální a referenční hodnotou (např. 24 h) a tomu odpovídající delší filtrování (např. 6 měřicích period) a také vyšší povolené odchylky mezi aktuálními a referenčními hodnotami jednotlivých čidel. V případě, že je vyhodnoceno překročení limitu alespoň jedné z pěti měřených veličin (akustika, teplota1, rel. vlhkost1, teplota2, rel. vlhkost2) je červenou kontrolkou, případně i sirénou, signalizováno napadení.

3. Vlastní experimentální data

V rámci vývoje a ověřování účinnosti integrované sondy ADH-3 byly realizovány poloprovozní testy, jejichž účelem byla validace získaných dat a ověření funkčnosti systému v rámci eliminace nežádoucích akustických signálů. V běžném prostředí jsou generovány různé akustické signály, které mohou ovlivňovat akustický monitorovací systém. Z tohoto důvodu bylo důležité ověřit funkčnost filtru, jehož úkolem je odstínit nežádoucí akustické signály a tím zajistit správné fungování monitorovacího systému.

Metodika a materiál

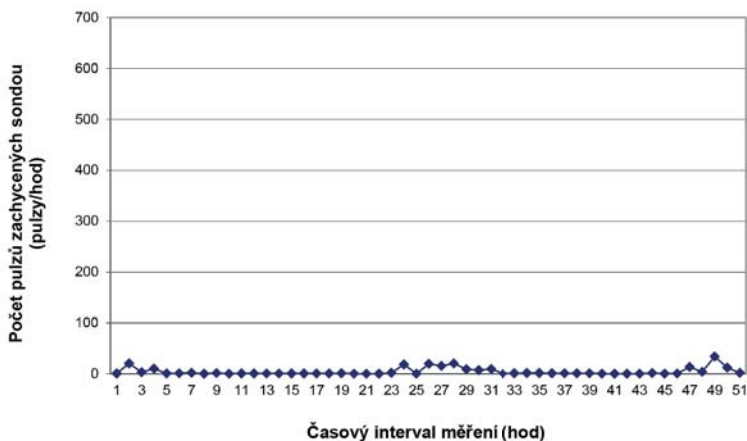
V rámci poloprovozních testů bylo prováděno monitorování výskytu hmyzích škůdců pomocí integrované sondy ADH-3 v areálu VÚRV, v. v. i. Testy probíhaly v zrnu pšenice uskladněné v objemu 800 kg ve velkoobjemovém vaku (big-bag), který byl položen na dřevěné paletě a uskladněn v plechovém podlahovém skladu. Důvodem výběru místa uskladnění bylo zajistit co nejvíce vnějších zvukových signálů o různých frekvencích, které by mohla sonda snímat a vyhodnocovat chybně jako signály napadení škůdci. Validáčnı monitorování bylo zahájeno 20. 7. 2021 v pšenici prostě skladištních škůdců. Následně po ukončení měření čistého obilı byla provedena umělá kontaminace pšenice dospělci pilouse černého (*Sitophilus granarius*). Celkem do vaku s pšenicı bylo umístěno 80 ks dospělců pilouse černého o stáří 7 – 21 dnů. Hustota populace odpovídala 0,1 brouka na 1 kg pšenice, což je hluboko pod limity záchytu škůdců běžnými metodami monitorování pomocí odběru vzorků a jejich prosevem. Tyto limity jsou na hladině 2 brouci na 1 kg obilı. Monitorování probıhalo do pozdnıho podzimu, tak aby byla ověřena účinnost sondy také v nižších teplotách. Cılem bylo ověřit útlum akustických signálů produkovaných škůdci při nižších teplotách, kdy dochází k přirozenému snížení aktivity všech vývojových stádiı. Toto ověřování probıhalo v časovém intervalu od 14. 10. do 4. 11. 2021. Během měření byla průměrná teplota obilı 8,6 °C a s maximální teplotou 11,1 °C a minimální 6,5 °C.

Výsledky

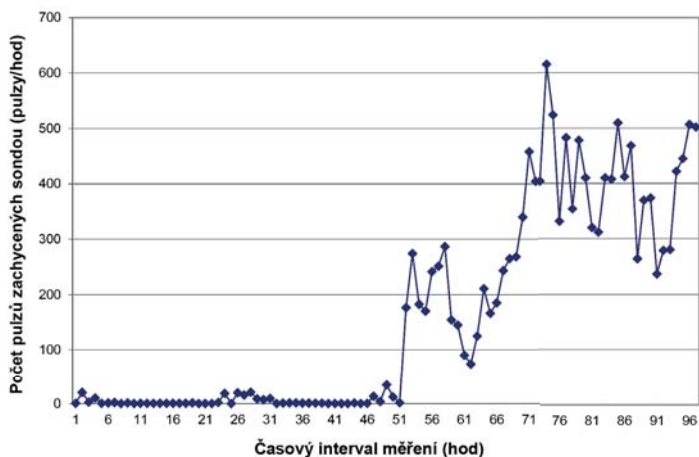
Vybrané výsledky jsou shrnuty v **grafech 3.1. – 3.3.** V průběhu monitorování čistého obilı byly zaznamenány integrovanou sondou ADH-3 v některých časových úsecích signály. Kumulativně v časovém intervalu 1 hodina bylo zaznamenáno maximálně 34 pulzů (**graf 3.1.**). Přestože byly zaznamenány některé pulzy, tak jejich počet a opakování nedopovıdal výskytu skladištnı škůdců. **Graf 3.2.** ukazuje významný nárůst zachycených pulzů v rámci měřených

hodinových intervalů. Tento nárůst byl zaznamenán po umělé kontaminaci pšenice 80 dospělci pilouse černého. Zatímco před kontaminací byl průměrný počet zaznamenaných pulzů 4,4 (0,25 – 34), tak v případě výskytu pilouse černého tento průměrný počet pulzů vzrostl na 322,6 (74,5 – 615,5). Tento výsledek jednoznačně potvrzuje funkčnost integrované sondy ADH-3 v rámci monitorování výskytu skladištních škůdců v obilí. **Graf 3.3.** ukazuje pokles zaznamenaných pulzů při výskytu pilouse černého v obilí včetně jeho vývojových stádií, který je v závislosti na snižující se teplotě skladované pšenice.

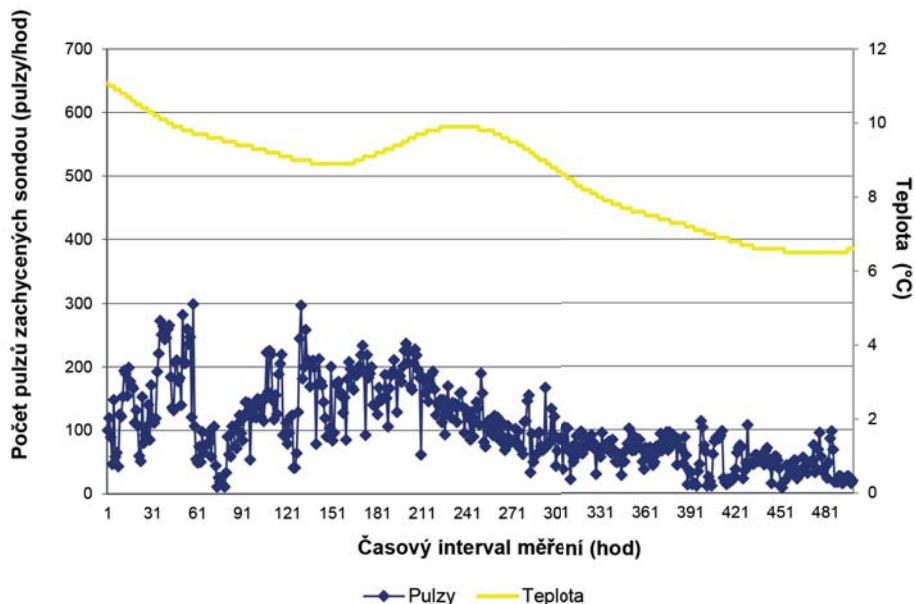
Graf 3.1. Akustické signály zachycené před umělou kontaminací obilí dospělci pilouse černého. Perioda měření je 1 hodina.



Graf 3.2. Změna počtu akustických signálů zachycených po umělé kontaminaci pšenice 80 ks dospělci pilouse černého. Perioda měření je 1 hodina.



Graf 3.3. Akustické signály zaznamenané během zamoření pšenice při poklesu teploty. Perioda měření je 1 hodina.



Závěry

- Byla ověřena funkčnost integrované sondy ADH-3 pro monitorování výskytu dospělců pilouše černého pomocí akustických signálů na hladině hustoty 0,1 brouk na 1 kg obilí.
- Byla ověřena funkčnost filtru zvukových signálů integrované sondy ADH-3 za účelem omezení planých poplachů výskytu skladištních škůdců v uskladněné komoditě.
- Byla ověřena teplotní hranice monitorování laboratorního kmene pilouše černého pomocí integrované sondy ADH-3 ve skladované pšenici. Tato hranice se nacházela kolem 8 °C.

III. SROVNÁNÍ „NOVOSTI POSTUPŮ“

Předložená metodika monitorování škůdců, teploty a vlhkosti skladované komodity za pomoci nové integrované sondy popisuje implementaci a použití nového zařízení pro kontrolu skladovaných komodit ve velkoobjemových pytlích (big-bag) o objemu 800 – 1000 kg. Automatický systém sondy zaznamenává a vyhodnocuje kromě dvou významných abiotických faktorů – teplota a relativní vzdušná vlhkost – ve skladované komoditě také pomocí integrovaného systému akustické signály vydávané hmyzími škůdci při napadení komodity. Tyto signály jsou vyhodnocovány pomocí speciálně vyvinutého softwaru, který umožňuje automatizovat rozhodující proces – napadená nebo nenapadená komodita skladištními škůdci.

V současné době ve světě existují různé systémy využívající akustických signálů pro monitorování skladištních škůdců. Jejich výhodou je detekce vývojových stádií škůdců vyvíjejících se i uvnitř zrn bez přítomnosti dospělých jedinců v mezi-zrnovém prostoru. Některé tyto systémy jsou již v praxi využívány, ale v omezeném rozsahu, důvodem jsou vyšší náklady na taková zařízení a problémy se správnou interpretací naměřených dat (Mankin a kol, 2021).

V současné době nejsou žádné ověřené informace, že by byl ve skladech s obilím v ČR používán systém pro monitorování skladištních škůdců pomocí akustických signálů. Předložená metodika je první, která popisuje využití nově vyvinuté integrované sondy včetně vyhodnocovacího softwaru pro monitorování skladištních škůdců pomocí akustických signálů.

IV. POPIS UPLATNĚNÍ METODIKY

Metodika je součástí systému monitorování výskytu skladištních škůdců v komoditách skladovaných ve velkoobjemových vacích (big-bag) pomocí integrované sondy ADH-3. Tato sonda byla vyvinuta v rámci řešeného projektu MV č. VH20182021038 s názvem „**Technologie pro dlouhodobé strategické skladování hmotných rezerv (obilnin, luštěnin)**“. Tento projekt byl realizován pro potřeby Státní správy hmotných rezerv ČR (SSHR), jehož cílem bylo vytvořit technologii, která by umožňovala kontrolovat dlouhodobě skladované komodity ve skladech SSHR a omezila ztráty působené skladištními škůdci (hmyzem) při napadení.

Uplatnění metodiky je předpokládáno ve skladech SSHR, kde bude realizováno dlouhodobé skladování komodit (obilí a luštěnin) ve velkoobjemových vacích (big-bag) s kapacitou 1 tuna.

V. EKONOMICKÉ ASPEKTY

Monitorovací systém skladištních škůdců pomocí integrované multifunkční sondy je koncipován pro kontrolu dlouhodobě skladovaných komodit ve velkoobjemových vacích (big-bag). Dlouhodobé skladování komodit se považuje při délce 12 a více měsíců. Za tuto dobu jsou skladištní škůdci schopní v optimálních podmínkách způsobit obrovské ztráty, které mohou dosahovat až desítek procent na skladované komoditě. Vzhledem k druhu předpokládané skladované komodity (rýže a luštěniny) lze predikovat případné ztráty způsobené škůdci za velmi vážné s vysokými ekonomickými dopady. Důvodem jsou vstupní náklady při nákupu těchto komodit, které se pohybují například u rýže *parbol* kolem 17,50 Kč/kg nebo jasmínové rýže kolem 20,50 Kč/kg. U luštěnin se tyto ceny pohybují ještě výše, například u fazole je cena kolem 23,50 Kč/kg a u čočky zelené dokonce 24,50 Kč/kg. Z těchto nákladů lze odvodit hodnotu obsahu jednoho velkoobjemového vaku s kapacitou 1.000 kg, která se pohybuje v závislosti na druhu komodity mezi 17.500 – 24.500 Kč. Při skladování pouhých 1.000 tun (objem odpovídá přibližně 1/3 – 1/2 kapacity běžného podlahového skladu typu Bios pro skladování pšenice) se hodnota komodity pohybuje v rozmezí 17.500.000 – 24.500.000 Kč. Při průměrných ztrátách způsobených skladištními škůdci během dlouhodobého skladování, které se uvádí pro rozvinuté státy ve výši 10 %, může dojít ke značným škodám až ve výši 100 tun, což představuje hodnotu 1.750.000 – 2.450.000 Kč. Tyto ztráty jsou obvyklé při dlouhodobém skladování se zanedbaným systémem kontroly skladištních škůdců.

Náklady na pořízení kompletního jednoho monitorovacího systému (tj. 1x lokální stanice MSHR-1 a 8x integrovaná multifunkční sonda ADH-3), které jsou kalkulovány pro rok 2022, se pohybují 505.000 Kč bez DPH. Náklady na lokální stanici MSHR-1 jsou 65 tis. Kč bez DPH a na náklady na jednu multifunkční integrovanou sondu jsou 55 tis. Kč bez DPH.

Tento vyvinutý systém je v současné době unikátní, z tohoto důvodu nelze provést bližší srovnání cen obdobných zařízení. Lze pouze provést porovnání např. s automatickým přístrojem pro hodnocení koncentrace fosforovodíku během ošetření skladovaných komodit jako je zařízení PhosCapt s pořizovací cenou 20.000 EUR nebo s ručním přístrojem Dräger X-am® 7000 pro měření koncentrace fosforovodíku během ošetření s pořizovací cenou 140.000 Kč.

VI. SEZNAM POUŽITÉ SOUVISEJÍCÍ LITERATURY

Fleurat-Lessard F., 2011. Monitoring insect pest populations in grain storage: the European context. *Stewart Postharvest Rev.* 3, 4.

Hagstrum D. W., Flinn P. W., Shuman D., 1996. Automated monitoring using acoustical sensors for insects in farm-stored wheat. *J. Econ. Entomol.* 89, 211-217.

Hagstrum D. W., Flinn P. W., Shuman D., 1994. Acoustical monitoring of stored-grain insects: An automated system. *Proceedings of the 6th International Working Conference on Stored-Product Protection.* 17-23 April 1994, Canberra, Australia. 403-405.

Mankin R., Hagstrum D., Guo M., Eliopoulos P., Njoroge A., 2021. Automated Applications of Acoustics for Stored Product Insect Detection, Monitoring, and Management. *Insects* 12, 259. <http://doi.org/10.3390/insects12030259>

Mankin R. W., Hagstrum D. W., Smith M. T., Roda A. L., Kairo M. T. K., 2011. Perspective and promise: a century of insect acoustic detection and monitoring. *Am. Entomol.* 57, 30-44.

Minkevich J. M., White N. D. G., Jayas D. S., Demianyk C. J., Timlick B., 2002. A rapid method to detect *Cryptolestes ferrugineus* (Coleoptera:Cucujidae) larvae in stored grain. *Can. J. Plant Sci.* 82, 591-597.

Neethirajan S., Karunakaran C., Jayas D. S., White N. D. G., 2007. Detection techniques for stored product insects in grain. *Food Control.* 18, 157-162.

Rajendran S., 2005. Detection of insect infestation in stored foods. *Adv. Food Nutr.Res.* 49, 163-232.

Stejskal V., Nesvorná M., Kučerová Z., Aulický R., Hubert J., 2007. Detekce kontaminace skladovaných obilovin a cereálních produktů škůdci pomocí fyzikálně-chemických technik. *Metodika pro útvary státní správy. Výzkumný ústav rostlinné výroby, v. v. i.* ISBN 978-80-87011-20-1.

VII. SEZNAM PUBLIKACÍ, KTERÉ PŘEDCHÁZELY METODICE

Aulický R., Frýdová B., Prokop J., Stejskal V., 2019. Rezistence skladištních škůdců k fosforovodíku a účinnost tří expozičních časů fumigace. DDD 28 (1): 92-95.

Aulický R., Frýdová B., Prokop J., Stejskal V., 2019. Výskyt rezistentních škůdců k fosforovodíku v dovážených potravinách. DDD 28 (1): 27-30.

Aulický R., Slouka J., Vinš J., Sobotka J., Stejskal V., 2019. Nové metody monitorování skladištních škůdců pomocí akustických senzorů. DDD 28 (3): 95-98.

Aulický R., Sobotka J., Prokop J., Fraňková M., Vendl T., Stejskal V., 2020. Ověřená technologie pro dlouhodobé skladování rýže a luštěnin v podmínkách skladů hmotných rezerv. Technické podklady.

Aulický R., Stejskal V., 2019. Prevence a opatření proti výskytu skladištních škůdců v obilí. Úroda 9/2019: 58-59.

Shah J. A., Vendl T., Aulický R., Stejskal V., 2021. Frass produced by the primary pest *Rhyzopertha dominica* supports the population growth of the secondary stored product pests *Oryzaephilus surinamensis*, *Tribolium castaneum*, and *T. confusum*. Bull Entomol Res. 111(2):153-159. <https://doi.org/10.1017/S0007485320000425>

Stejskal V., Vendl T., Li Z., Aulický R., 2019. Minimal Thermal Requirements for Development and Activity of Stored Product and Food Industry Pests (Acari, Coleoptera, Lepidoptera, Psocoptera, Diptera and Blattodea): A Review. Insects. 2019, 10(5), 149. <https://doi.org/10.3390/insects10050149>

Vendl T., Frankova M., Aulický R., Stejskal V., 2020. First record of the development of *Sitophilus oryzae* on two rodent bait formulations and literature overview of stored product arthropods infestations in rodent baits, Journal of Stored Products Research, Volume 86, 101557. <https://doi.org/10.1016/j.jspr.2019.101557>

PŘÍLOHA 1 – UŽIVATELSKÝ MANUÁL PRO OVLÁDÁNÍ SOFTWARE

Uživatelský přístup

Uživatel se k lokální stanici, která je připojena k síti připojuje běžným webovým prohlížečem pomocí **zadání IP adresy stanice ve tvaru:**
<http://aaa.bbb.ccc.ddd/index.xml>

Například pro stanici s nastavenou IP adresou „192.168.10.129“:
<http://192.168.10.129/index.xml>

Obvykle postačí jenom **zkrácený zápis** „192.168.10.129“, ostatní doplní prohlížeč.



The image shows a login interface with a light blue background. At the top, it says "Vítejte a přihlašte se, prosím." Below this are two input fields: "Uživatelské jméno" (Username) and "Heslo" (Password). At the bottom center is a yellow button labeled "Login".

Připojení poskytuje plnohodnotný přístup do všech menu.

Lokální stanice MSHR-1 je vybavena dotykovým displejem, který kromě menu „DATA“ nabízí stejný přístup do všech ostatních menu jako připojení webovým prohlížečem.

Menu provoz

Je výchozí menu, které se zobrazí automaticky po zapnutí lokální stanice. Je zde zobrazen přehled všech osmi integrovaných sond S1 až S8.

Číslo v rámečku informuje o stavu komunikace se sondou. Pokud se sondou není navázána komunikace, jsou vedle příslušného rámečku žlutě vypsaná poslední dvě čísla IP adresy. V případě, že sonda komunikuje, je místo čísla zobrazen kruh, jehož barva signalizuje:

- zelená** monitorovaný objekt hodnocen jako čistý
- žlutá** v monitor. objektu detekována **nižší** úroveň napadení hmyzem
- červená** v monitor. objektu detekována **vyšší** úroveň napadení hmyzem
- šedá** sonda komunikuje, ale posílá neplatná data

Kódy stavu komunikace se sondou:

- 0 = inicializace komunikace
- 1 = vysílání signálu PING
- 2 = čekání na signál IDENT
- 3 = začátek resetu komunikace (např. po změně parametrů)
- 4 = dokončení resetu komunikace
- 10 = zákl. stav, komunikace navázána, čeká na příkazy
- 12 = navázání přijímaných/vysílaných bloků jednoho příkazu
- 30 = vysílání signálu IDENT
- 31 = čekání na signál ACK
- 35 = přijmutý příkaz „nastavit registry“ vykonán
- 36 = přijmutý příkaz „vyslat registry“ vykonán
- 101 = probíhá nastavení parametrů sondy
- 102 = vysílání signálu „start měření sondy“
- 103 = probíhá čtení dat ze sondy

Vlevo nahoře je zobrazena celá IP adresa lokální stanice.

Vpravo nahoře je zobrazen čas, zbývající do dalšího měření.

U pravého okraje je zobrazen sloupec čísel, označených „**A**“ až „**E**“. Jsou to pomocné ladicí informace, jejichž význam se v případných dalších verzích software může měnit.

IP adresa:

- IP adresa je číslo ve tvaru „aaa.bbb.ccc.ddd“, kde každé číslo „aaa“, „bbb“, „ccc“, „ddd“ má ručně nastavenou hodnotu v rozsahu 0 až 255.
- IP adresy všech sond připojených do jedné lokální stanice mají čísla v rozsahu nenulové masky IP (typicky „aaa“, „bbb“, případně „ccc“) shodná s touto stanicí.
- Naopak čísla v rozsahu nulové masky IP (typicky poslední číslo „ddd“, případně i předposlední „ccc“) musí být různé pro stanici i pro každou k ní připojenou sondu.

Ve spodní liště menu je přepínání do dalších menu: „**Data**“, „**Servis**“, „**Nastavení**“.



Menu data

Zobrazí složku archivovaných souborů. Kliknutím na název souboru dojde k jeho stažení. Tlačítko „Del“ soubor smaže. Menu data není přístupné dotykovým displejem stanice MSHR-1, ale pouze při napojení na PC.

Příklad složky se soubory naměřených hodnot:

Index of ROOT/WWW/DATA/			
[..]			
2021-191.CSV	164864 B	2021-08-25-07:28:42	Del
2021-192.CSV	173216 B	2021-08-25-07:28:42	Del
2021-193.CSV	165089 B	2021-08-25-07:28:42	Del
2021-194.CSV	177788 B	2021-08-25-07:28:42	Del
2021-195.CSV	177134 B	2021-08-25-07:28:42	Del
2021-196.CSV	177134 B	2021-08-25-07:28:42	Del
2021-197.CSV	183984 B	2021-08-25-07:28:42	Del
2021-198.CSV	164864 B	2021-08-25-07:28:42	Del

Příklad obsahu souboru naměřených hodnot:

Datum	Čas	Stav	Akustika[pulzy/h]	Teplota1[°C]	Vlhkost1[%]	Teplota2[°C]	Vlhkost2[%]	Poznámka
2021-09-20	16:22:20	0	1877	18,6	58,1	19,3	60,1	
2021-09-20	17:22:20	0	1996	18,6	58,1	19,3	60,1	
2021-09-20	18:22:20	0	1727	18,5	58,1	19,3	60,1	
2021-09-20	19:22:20	0	1961	18,5	58,1	19,2	60,1	
2021-09-20	20:22:20	0	2744	18,4	58,1	19,2	60,1	
2021-09-20	21:22:20	0	3308	18,4	58,1	19,2	60,1	
2021-09-20	22:22:20	0	2553	18,4	58,1	19,1	60,1	
2021-09-20	23:22:20	0	3396	18,4	58,1	19,1	60,1	
2021-09-21	0:22:20	0	3797	18,4	58,1	19,1	60,1	
2021-09-21	1:22:20	0	2684	18,3	58,1	19	60,1	
2021-09-21	2:22:20	1	2844	18,3	58	19	60,1	
2021-09-21	3:22:20	1	2773	18,3	58	18,9	60,1	
2021-09-21	4:22:20	1	2460	18,3	58	18,9	60,1	
2021-09-21	5:22:20	1	2930	18,2	58	18,9	60,1	
2021-09-21	6:22:20	1	14	18,2	58	18,8	60,1	
2021-09-21	7:22:20	1	4727	18,2	58	18,8	60,1	
2021-09-21	8:22:20	1	5731	18,1	58	18,7	60,1	
2021-09-21	9:22:20	1	7944	18,1	57,9	18,7	60	
2021-09-21	10:22:20	1	7043	18,1	57,9	18,7	60	
2021-09-21	11:22:20	1	4552	18,1	57,9	18,6	60	
2021-09-21	12:22:20	1	4879	18	58	18,6	60	
2021-09-21	13:22:20	1	4807	18	58	18,5	59,9	
2021-09-21	14:22:20	1	6387	18	58	18,5	59,9	
2021-09-21	15:22:20	1	5708	17,9	58	18,5	59,9	
2021-09-21	16:22:20	1	6181	17,9	57,9	18,4	59,9	
2021-09-21	17:22:20	0	5791	17,8	57,9	18,4	59,8	
2021-09-21	18:22:20	0	6275	17,8	57,9	18,4	59,8	
2021-09-21	19:22:20	0	7717	17,8	57,8	18,4	59,8	
2021-09-21	20:22:20	0	6164	17,8	57,8	18,3	59,8	
2021-09-21	21:22:20	0	4030	17,7	57,8	18,3	59,8	
2021-09-21	22:22:20	0	3037	17,7	57,8	18,2	59,8	
2021-09-21	23:22:20	0	1855	17,7	57,8	18,2	59,8	
2021-09-22	0:22:20	0	2572	17,6	57,8	18,1	59,7	
2021-09-22	1:22:20	0	3486	17,6	57,8	18,1	59,7	
2021-09-22	2:22:20	0	4440	17,6	57,7	18	59,7	
2021-09-22	3:22:20	0	3670	17,5	57,7	18	59,7	
2021-09-22	4:22:20	0	3268	17,5	57,7	18	59,7	
2021-09-22	5:22:20	0	4018	17,5	57,7	18	59,7	
2021-09-22	6:22:20	0	5335	17,4	57,7	17,9	59,7	
2021-09-22	7:22:20	0	6007	17,4	57,7	17,9	59,7	
2021-09-22	8:22:20	1	6004	17,4	57,7	17,8	59,7	
2021-09-22	9:22:20	1	5492	17,4	57,7	17,8	59,6	
2021-09-22	10:22:21	1	6351	17,3	57,7	17,8	59,6	

Datum, čas: datum a čas měření.

Stav: stav detekce: „0“ ... nedetekováno napadení,
 „1“ ... překročena mez vyšší úrovně,
 „2“ ... překročena mez nižší úrovně,
 „3“ ... překročeny obě meze současně.

Akustika, teplota1, teplota2, vlhkost1, vlhkost2: naměřené hodnoty.

Poznámka: automaticky generovaná textová informace.

Menu servis

První obrazovka

menu servis –

poskytuje tabulkové zobrazení naměřených hodnot všech snímačů všech sond.

MSHR-1 © 2020 AVIKO PRAHA s.r.o.		2021-10-18 11:26:34			
	Akustika	Teplota1	Rel.vlhkost1	Teplota2	Rel.vlhkost2
S1	--	--	--	--	--
S2	1293 p./h	19,4°C	59,0%	19,6°C	58,2%
S3	--	--	--	--	--
S4	--	19,5°C	59,0%	19,7°C	59,2%
S5	887 p./h	19,7°C	69,7%	19,9°C	69,1%
S6	2329 p./h	19,6°C	57,2%	19,8°C	57,9%
S7	1668 p./h	18,8°C	59,7%	20,0°C	59,2%
S8	1345 p./h	20,0°C	--	19,2°C	--

▶ Předch.
▶ Další
▶ Provoz

Druhá obrazovka

menu servis –

zobrazuje tabulku stavových (chybových) kódů všech snímačů všech sond.

MSHR-1 © 2020 AVIKO PRAHA s.r.o.		2021-10-18 11:44:54			
	Akustika	Teplota1	Rel.vlhkost1	Teplota2	Rel.vlhkost2
S1	0	0	0	0	0
S2	8	0	0	0	0
S3	--	--	--	--	--
S4	8	0	0	0	0
S5	18176	0	18176	0	0
S6	18176	0	18176	0	0
S7	18176	0	18176	0	0
S8	18176	0	--	0	--

▶ Předch.
▶ Další
▶ Provoz

Třetí obrazovka menu servis –

zobrazuje stav binárních vstupů IN0 až IN11 a binárních výstupů OUT0 až OUT11. Stav každého výstupu lze kliknutím změnit. Vstupy a výstupy používané programem jsou pojmenovány podle jejich využití:

Výstupy:	Vstupy:
OUT0: --	IN0: --
OUT1: --	IN1: --
OUT2: --	IN2: --
OUT3: zvuk. signalizace	IN3: --
OUT4: kontrolka zelená	IN4: --
OUT5: kontrolka červená	IN5: --
OUT6: kontrolka žlutá	IN6: --
OUT7: --	IN7: --
OUT8: --	IN8: --
OUT9: --	IN9: --
OUT10: --	IN10: --
OUT11: --	IN11: --

MSHR-1 © 2020 AVIKO PRAHA s.r.o.		2021-12-14 11:51:53			
Vstupy:					
IN0	IN1	IN2	IN3	IN4	IN5
IN6	IN7	IN8	IN9	IN10	IN11
Výstupy:					
OUT0	OUT1	OUT2	siréna	zel.	čer.
žlu.	OUT7	OUT8	OUT9	OUT10	OUT11

▶ Předch.
▶ Další
▶ STOP
▶ Provoz

Menu nastavení

První obrazovka menu nastavení – obsahuje identifikátor lokální stanice (0 až 99) použitý v názvu souborů naměřených hodnot, periodu měření a parametry pro detekci případného napadení monitorovaných objektů hmyzem. Lze nastavit dvě úrovně napadení: vyšší v červeném rámečku a nižší ve žlutém rámečku.

Zpoždění – definuje časový odstup mezi filtrovaným aktuálním a filtrovaným referenčním měřením.

Akustika – max. povolený rozdíl počtu pulzů za hodinu mezi filtrovaným aktuálním a filtrovaným referenčním měřením, překročení limitu je hodnoceno jako napadení.

Teplota – max. povolený rozdíl teplot mezi filtrovaným aktuálním a filtrovaným referenčním měřením, překročení limitu je hodnoceno jako napadení.

Vlhkost – max. povolený rozdíl relativní vlhkosti vzduchu mezi filtrovaným aktuálním a filtrovaným referenčním měřením, překročení limitu je hodnoceno jako napadení.

Filtr – počet period měření, použitých pro filtraci měřených hodnot.

MSHR-1 © 2020 AVIKO PRAHA s.r.o. 2021-09-24 13:16:25

Identifikátor	19	Perioda	1 h
Zpoždění1	24 h	Zpoždění2	5 h
Akustika1	200 p./h	Akustika2	100 p./h
Teplota1	5.0 °C	Teplota2	2.0 °C
Vlhkost1	6.0 %	Vlhkost2	2.5 %
Filtr1	6	Filtr2	3

Druhá obrazovka menu nastavení – umožňuje konfigurovat jednotlivé sondy. Listování mezi sondami je zajištěno šipkami vedle rámečku s pořadovým číslem sondy. Je možné změnit parametry IP adresy a v případě, že je sonda ve stavu „zapnutá“ zapnout nebo vypnout jednotlivé snímače.

MSHR-1 © 2020 AVIKO PRAHA s.r.o. 2021-09-24 13:16:55

Sonda 1

Zapnutá

<input checked="" type="checkbox"/> Akustické měření	Adresa IP:
<input checked="" type="checkbox"/> Teplota 1	<input type="text" value="192"/> <input type="text" value="168"/> <input type="text" value="141"/> <input type="text" value="11"/>
<input checked="" type="checkbox"/> Rel. vlhkost 1	Port IP:
<input checked="" type="checkbox"/> Teplota 2	<input type="text" value="20568"/>
<input checked="" type="checkbox"/> Rel. vlhkost 2	

Třetí obrazovka menu nastavení – umožňuje změnit nastavení lokální stanice: aktuální datum a čas a parametry IP adresy. Je možné modifikovat formát souboru CSV naměřených hodnot: zápis desetinných čísel s desetinnou čárkou nebo desetinnou tečkou a povolit nebo zakázat záznam prázdných řádků, které neobsahují žádnou platnou naměřenou hodnotu, pouze mají datum a čas. Záznam řádků bez naměřených hodnot může mít význam pro další zpracování dat, kdy je např. zapotřebí zachovat pozice na časové ose i tehdy, když některá měření byla vynechána.

The screenshot shows a configuration window for MSHR-1. At the top, it displays 'MSHR-1 © 2020 AVIKO PRAHA s.r.o.' and the current date and time '2021-10-18 12:42:15'. Below this, there is a section for setting the date and time, with a play button icon and a text box containing '2021-10-18-12:34:41'. There are two radio button options for CSV formatting: 'Okamžité měření' (selected) and 'Minutové měření'. A checkbox for 'CSV - prázdné řádky' is checked. The IP address is set to '192.168.10.129', the subnet mask to '255.255.0.0', and the port to '20568'. At the bottom, there are three buttons: 'Předch.' (Previous), 'Další' (Next), and 'Provoz' (Operation).

Okamžité měření – v případě, že je například po změně instalace sondy žádoucí provést měření ihned a nečekat na uplynutí periody měření, je možné aktivovat položku „okamžité měření“. Následně po přepnutí do menu „Provoz“ se na spodní liště místo nabídky „Data“ zobrazí nabídka „Start měření“. Teprve kliknutím na „Start měření“ se měření na všech připojených sondách odstartuje. Pokud by od předchozího měření uplynula doba kratší než 1 min, příkaz se nevykoná.

Minutové měření – přepne nastavení periody měření do rozsahu od 3 do 59 min, jinak je perioda nastavitelná v celých hodinách.

Přehled nastavených parametrů lze stáhnout ze složky:

<http://aaa.bbb.ccc.ddd/log/>

(„aaa.bbb.ccc.ddd“ je IP adresa lokální stanice). Složka obsahuje automaticky generované textové soubory s názvem MSHRnnnn.LOG, kde „nnnn“ je průběžně vzrůstající číslo.

v y d á v á

OSVĚDČENÍ

UKZUZ 004365/2022

o uznání metodiky v souladu s podmínkami Metodiky hodnocení výzkumných organizací a programů účelové podpory výzkumu, vývoje a inovací, schválené usnesením vlády dne 8. února 2017, číslo 107 a její samostatné přílohy č. 4 schválené usnesením vlády dne 29. listopadu 2017 č. 837.

Název metodiky: **METODIKA MONITORINGU ŠKŮDCŮ, TEPLOTY
A VLHKOSTI ZA POMOCI NOVÉ INTEGROVANÉ SONDY**

Autor/autoři: **Ing. Václav Stejskal, Ph.D.; Ing. Ing. Jiří Vinš; Ing. Jan Slouka;
Jindřich Sobotka ml.; Ing. Jan Prokop; Ing. Radek Aulický, Ph.D.;**

Název organizace/cí: **Výzkumný ústav rostlinné výroby, v.v.i.
AVIKO Praha s.r.o.
De Wolf GROUP s.r.o.**

Místo vydání: **Praha**
Rok vydání: **2021**

Metodika byla vypracovaná v rámci výzkumného projektu/podpory na rozvoj výzkumné organizace MV č.VH20182021038.

Brno 10. 1. 2022

Ing. Daniel Jurečka
ředitel ústavu

.....
Podpis/elektronický podpis
zástupce odborného útvaru státní správy

Souhlas ředitele Odboru vědy, výzkumu a vzdělávání MZE:

V dne

Mgr. Jan Radoš

Digitální podpis: 20.01.2022 09:54

.....
Podpis/elektronický podpis
ředitele/ředitelky Odboru vědy, výzkumu
a vzdělávání

Metoda monitoringu škůdců, teploty a vlhkosti za pomoci nové integrované sondy

Autoři: Ing. Václav Stejskal, Ph.D.; Ing. Ing. Jiří Vinš;
Ing. Jan Slouka; Ing. Jan Prokop; Jindřich Sobotka ml.;
Ing. Radek Aulický, Ph.D.

Vydal: Výzkumný ústav rostlinné výroby, v.v.i.;
Drnovská 507, 161 06 Praha 6 - Ruzyně

Redakce: Výzkumný ústav rostlinné výroby, v.v.i.;
Drnovská 507, 161 06 Praha 6 - Ruzyně

Grafická úprava: J. Kovářová

Metodika je veřejně přístupná na adrese **www.vurv.cz**

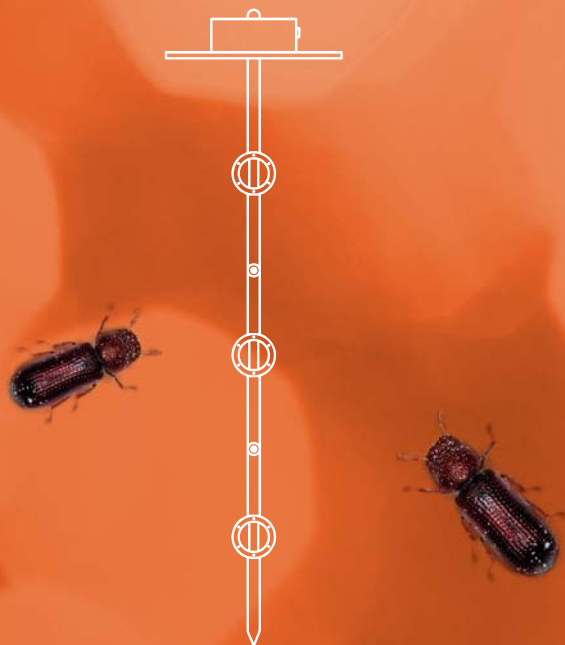
Kontakt na autora: **stejskal@vurv.cz**

Vydáno bez jazykové úpravy.

Vyšlo v roce 2021.

© 2021, Výzkumný ústav rostlinné výroby, v.v.i.

ISBN 978-80-7427-367-4



Metoda monitoringu škůdců, teploty a vlhkosti za pomoci nové integrované sondy

Autoři: Ing. Václav Stejskal, Ph.D.; Ing. Ing. Jiří Vinš; Ing. Jan Slouka;
Ing. Jan Prokop; Jindřich Sobotka ml.; Ing. Radek Aulický, Ph.D.

Vydal: Výzkumný ústav rostlinné výroby, v.v.i.;
Drnovská 507, 161 06 Praha 6 - Ruzyně

Grafická úprava: J. Kovářová

Metodika je veřejně přístupná na adrese **www.vurv.cz**.
Vydáno bez jazykové úpravy.

© 2021, Výzkumný ústav rostlinné výroby, v.v.i., Drnovská 507, 161 06 Praha 6 – Ruzyně

ISBN 978-80-7427-367-4