

SLOVENSKÁ POĽNOHOSPODÁRSKA UNIVERZITA

V NITRE

TECHNICKÁ FAKULTA

1132762

**METÓDY HODNOTENIA KVALITY PRÁCE
ROZHADZOVAČOV PRIEMYSELNÝCH HNOJÍV**

2011

Miloš Satora

SLOVENSKÁ POĽNOHOSPODÁRSKA UNIVERZITA

V NITRE

TECHNICKÁ FAKULTA

**METÓDY HODNOTENIA KVALITY PRÁCE
ROZHADZOVAČOV PRIEMYSELNÝCH HNOJÍV**

Bakalárska práca

Študijný program: Poľnohospodárska technika
Študijný odbor: 4112700 Poľnohospodárska a lesnícka technika
Školiace pracovisko: Katedra strojov a výrobných systémov
Školiteľ: Ing. Miroslav Macák, PhD.

Nitra, 2011

Miloš Satora

ABSTRAKT

Táto bakalárska práca sa zaoberá metódami hodnotenia práce rozhadzovačov priemyselných hnojív. Hlavným cieľom práce, je objasniť základné fyzikálno-mechanické vlastnosti hnojív a ich vplyv na samotné rozhadzovanie. Vysvetliť základné technologické pracovné spôsoby práce rozhadzovačov tuhých priemyselných hnojív. Pomocou noriem opísať základné postupy skúšania rozhadzovačov a poukázať na vplyv fyzikálno-mechanických vlastností priemyselných hnojív, na kvalitu aplikácie v poľných podmienkach. Porovnať jednotlivé normy a zistiť prípadné rozdiely medzi Európskymi normami a normou Spojených štátov amerických. Porovnať jednotlivé spôsoby výpočtu variačného koeficientu, veľkosť zberných nádob a ich rozmiestnenie, zohľadniť vplyv poveternostných podmienok.

Kľúčové slová:

- Rozhadzovač priemyselných hnojív
- Tuhé priemyselné hnojivo
- Norma
- Aplikácia

ABSTRACT (v cudzom jazyku)

This bachelor thesis contains assessment methods of work of broadcaster fertilizers. The main reach of this thesis is explanation of basic physical-mechanical properties of fertilizers and their influence on spreading. Explain method works spreaders of solid fertilizers. Describe basic test procedures of spreading by standards and refer on influence of physic-mechanical properties of fertilizers on application quality by field conditions. Compare different standards and identify any differences between the European standards and the United States. Compare different ways of calculating the coefficient of variation, the size of bins and their location, take into account the impact of weather conditions.

Keywords:

- Spreaders
- Fertilizers
- Standard
- Application

Čestné prehlásenie

Podpísaný, Miloš Sátora, čestne prehlasujem, že bakalársku prácu na tému „Metódy hodnotenia kvality práce rozhadzovačov priemyselných hnojív“ som spracoval samostatne, s použitím uvedenej literatúry.

V Nitre dňa 29. 4. 2011

.....

Pod'akovanie

Touto cestou si dovoľujem poďakovať môjmu školiteľovi Ing. Miroslavovi Macákovi, PhD. za starostlivé vedenie, odborný dozor a cenné rady pri riešení problémov, ktoré sa vyskytli pri spracovaní bakalárskej práce.

Obsah

ÚVOD	9
1. Cieľ práce	11
2. Metodika práce	12
3. Charakteristika priemyselných hnojív a ich vlastnosti	13
3.1 Charakteristika a rozdelenie hnojív	13
3.1.1 Rozdelenie hnojív podľa účinnosti	14
3.1.2 Rozdelenie hnojív podľa pôvodu	14
3.1.3 Rozdelenie hnojív podľa skupenstva	14
3.1.4 Rozdelenie hnojív podľa chemického zloženia	15
3.2 Fyzikálno-mechanické vlastnosti tuhých priemyselných hnojív	15
3.2.1 Granulometrické zloženie	16
3.2.2 Mechanická pevnosť častíc	17
3.2.3 Sypný uhol	17
3.2.4 Uhol sklzu	18
3.2.5 Sypkosť	19
3.2.6 Trecie vlastnosti	19
3.2.7 Vybrané vlastnosti priemyselných hnojív	19
4. Technologické rozdelenie rozhadzovačov priemyselných hnojív	20
4.1 Aplikácia s gravitačným spôsobom rozhadzovania	21
4.2 Aplikácia s núteným rozhadzovaním	21
4.2.1 Kotúčové rozhadzovacie ústrojenstvo	22
4.2.2 Kývavé odstredivé rozhadzovacie ústrojenstvo	23
4.2.3 Pneumatický rozhadzovač priemyselných hnojív	23
5. Charakteristika pozdĺžnej a priečnej rovnomernosti aplikácie priemyselných hnojív	25
6. Metódy hodnotenia kvality práce a aplikácie priemyselných hnojív	26
6.1 Slovenská technická norma STN EN 12 944	26
6.1.1 Slovenská technická norma STN EN 12 944- 1	27
6.1.2 Slovenská technická norma STN EN 12 944- 2	27
6.1.3 Slovenská technická norma STN EN 12 944- 3	28
6.2 Slovenská technická norma STN EN 13 739	29
6.2.1 Slovenská technická norma STN EN 13739-1	29
6.2.2 Slovenská technická norma STN EN 13739-2	33

6.3 Slovenská technická norma STN EN 13 740	36
6.3.1 Slovenská technická norma STN EN 13740-1	36
6.3.1 Slovenská technická norma STN EN 13740-2	40
6.4 Slovenská technická norma STN 47 0127	42
7. Normy Spojených štátov amerických	49
7.1 ASABE S341.3	49
8. Porovnanie noriem merania kvality aplikácie priemyselných hnojív	50
9. Záver	51
10. Zoznam použitej literatúry	52
11. Zoznam použitých internetových stránok	53

ÚVOD

Poľnohospodárska výroba, kvalita, úroveň a náročnosť jednotlivých poľnohospodárskych plodín má v každom štáte špecifické postavenie. Zabezpečenie kvalitných a zdravotne nezávadných potravín pre stále sa zvyšujúci počet obyvateľov predstavuje globálny problém. Pri zabezpečení dostatku potravín má značný význam výživa rastlín prostredníctvom hnojenia organickými alebo priemyselne vyrábanými hnojivami.

Hnojenie je cieľavedomá, uvedomeľá činnosť, prostredníctvom ktorej človek dodáva do pôdy živiny, ktorými sa zabezpečuje zdravý rast rastlín. Úrodou sa z pôdy odčerpávajú živiny v určitom pomere, v závislosti od intenzity a druhu pestovania poľných plodín. V snahe zachovať pôdnu úrodnosť sa musia úrodou odobraté živiny nahradiť hnojením. Samotný pojem hnojenie, zahŕňa podstatne viac cieľov, ktoré sa touto činnosťou sledujú. Za tieto ciele sa spravidla označujú:

- dopestovať viac produktov
- vyrobiť kvalitnejšie produkty z hľadiska ich použitia
- dopestované produkty vyrábať hospodárnejšie
- zabezpečiť dostatočné množstvo živín v pôde

Poľnohospodárske plodiny potrebujú počas svojho vegetačného obdobia neustálu starostlivosť, v čom spočíva náročnosť na ľudí, ale i na mechanizačné prostriedky. Na zdraví rast a vývoj rastlín, sa v dnešnej dobe nepodieľa len počasie, ale dôraz sa kladie aj na spoľahlivé a výkonné stroje, ktoré spolu s dobre kvalifikovanou obsluhou, dokážu splniť všetky operácie v agrotechnických termínoch.

V podnikoch bez živočíšnej výroby, čiže bez produkcie maštalného hnoja, je možný prísun živín do pôdy len cez priemyselne vyrábané tuhé a tekuté hnojivá.

Na hodnotenie kvality rozhadzovačov priemyselných hnojív je zameraná aj táto práca pod názvom „ **Metódy hodnotenia kvality práce rozhadzovačov priemyselných hnojív**“.

Kvalita práce aplikačných strojov je ovplyvnená typom rozhadzovacieho ústrojenstva, individuálnym technickým riešením samotného výrobcu, poveternostnými vplyvmi počasia a v neposlednom rade aj fyzikálno-mechanickými vlastnosťami aplikovaných priemyselných hnojív.

1. Cieľ práce

Cieľom mojej bakalárskej práce bolo analyzovať problematiku hodnotenia kvality práce rozhadzovačov priemyselných hnojív. Oboznámiť sa z normami, ktoré pojednávajú o metódach hodnotenia kvality aplikácie tuhých priemyselných hnojív platných v rámci Európskej únie a USA. Porovnať jednotlivé metódy hodnotenia, poukázať na prípadné rozdiely kvalitatívnych požiadaviek kladených na rozhadzovače priemyselných hnojív. Pri hodnotení kvality aplikácie sa zamerať hlavne na priečnu a pozdĺžnu rovnomernosť a tiež vyšpecifikovať najnovšie trendy vo vývoji kontroly kvality aplikácie priemyselných hnojív počas práce rozhadzovača.

2. Metodika práce

Práce je zameraná na hodnotenie práce rozhadzovačov priemyselných hnojív. Vysvetľuje základné rozdelenie hnojív, ich chemické zloženie a fyzikáľno-mechanické vlastnosti. Vysvetľuje základné spôsoby rozdelenia a princípy práce jednotlivých druhov rozhadzovačov tuhých priemyselných hnojív. Opisuje spôsoby skúšania podľa platných slovenských technických noriem a definuje jednotlivé normy a ich metodiku.

3. Charakteristika priemyselných hnojív a ich vlastnosti

V dnešnej dobe stále narastajúcich cien vstupov do poľnohospodárskej prvovýroby je potrebné poznať základné charakteristiky a teórie používania strojových súprav. Pri hnojení je základná strojová súprava tvorená energetickým prostriedkom, čo najčastejšie býva kolesový traktor a rozhadzovač priemyselného hnojiva. Tento rozhadzovač môže byť nesený v trojbodovom závесе traktora, alebo ťahaný za traktorom.

Priemyselné hnojivá predstavujú v dnešnej dobe podstatnú časť nákladov v rastlinnej výrobe. Preto by sa malo dbať na ich správnu aplikáciu. Pre správne nastavenie, určenie dávky hnojiva a výber správneho typu rozhadzovača je potrebné poznať základné vlastnosti priemyselných hnojív.



Obr.1 Odstredivý rozhadzovač tuhých priemyselných hnojív Vicon Rotaflow RS-M.

Zdroj: www.agrovkservis.sk

3.1 Charakteristika a rozdelenie hnojív

Podľa Facenka a Ložeka (2000), je možné hnojivá charakterizovať ako látky, ktoré obsahujú rastlinné živiny, prípadne sa dajú definovať ako látky, ktoré svojimi fyzikálnymi vlastnosťami zlepšujú výživu rastlín a zvyšujú úrodnosť pôdy. Na rozdiel od organických hnojív, ktoré sú rastlinného alebo živočíšneho pôvodu, priemyselné hnojivá sú

výsledkom zložitého chemicko- technologického procesu chemickej výroby. Kompletná schéma rozdelenia priemyselných hnojív ako aj definície jednotlivých druhov sú stanovené v norme STN EN 13 535.

3.1.1 Rozdelenie hnojív podľa účinnosti

Podľa účinnosti rozdeľujeme priemyselné hnojivá:

- Priame.
- Nepriame.

Priame hnojivá poskytujú rastlinám živiny nevyhnutné pre ich rast a vývoj. Môžu obsahovať rastlinné živiny v minerálnej alebo organickej podobe.

Nepriame hnojivá vo svojej podstate rastlinám živiny nedodávajú, ale svojim zložením a vlastnosťami upravujú pôdne prostredie. Sem zaradíme napríklad hnojivá pôsobiace na tvorbu pôdnej štruktúry.

3.1.2 Rozdelenie hnojív podľa pôvodu

Priemyselné hnojivá podľa pôvodu možno rozdeliť na:

- Anorganické (priemyselné).
- Organické.

Anorganické hnojivá sú definované ako jednoduché chemické zlúčeniny (solí), alebo ich zmesi, a len výnimočne sa používajú zložité chemické zlúčeniny.

Organické hnojivá sú rastlinného alebo živočíšneho pôvodu. Tieto hnojivá možno pokladať za takzvané plné hnojivá, pretože na ich zložení sa podieľajú tie isté látky, ktoré sa zúčastňujú pri tvorbe rastlinnej hmoty a teda obohacujú pôdu o všetky živiny.

3.1.3 Rozdelenie hnojív podľa skupenstva

Podľa tohto kritéria rozoznávame nasledovné druhy priemyselných hnojív:

- Tuhé hnojivá.

- Kvapalné hnojivá.

Tuhé hnojivá môžeme rozdeliť podľa veľkostí častíc na:

- práškové (veľkosť častíc \square 1 mm)
- zrnité (veľkosť častíc \square 1 mm) pričom podľa spôsobu výroby ich môžeme ešte rozdeliť na:
 - Kryštalické.
 - Granulované.

Kvapalné hnojivá, sem zaradujeme hnojovica, močovka.

3.1.4 Rozdelenie hnojív podľa chemického zloženia

Priemyselné hnojivá sú zlúčeniny, alebo zmesi solí chemického priemyslu. Majú podstatne vyšší obsah živín ako organické hnojivá.

Z hľadiska obsahu hlavnej živinnej zložky tieto hnojivá rozdeľujeme na:

- Jednozložkové:
 - Dusíkaté.
 - Draselné.
 - Fosforečné.
 - Vápenaté.
 - Horečnaté.
- Viaczložkové:
 - Zmiešané.
 - Kombinované.

3.2 Fyzikálno-mechanické vlastnosti tuhých priemyselných hnojív

Okrem chemického zloženia, ktoré z pohľadu výživy rastlín je jedným z kritérií kvality, existuje aj ďalšia rada vlastností, ktoré ovplyvňujú kvalitu hnojív z hľadiska ich aplikácie, skladovania manipulácie a dopravy.

Existuje veľa fyzikálno-mechanických vlastností priemyselných hnojív. V práci si uvedieme vlastnosti, ktoré môžu priamo ovplyvniť kvalitu práce rozhadzovačov priemyselných hnojív.

Tieto vlastnosti vieme ako konštruktéri ovplyvniť tvarovými plochami rozhadzovačov, voľbou správneho sypného uhla a samotným rozhadzovacím ústrojenstvom.



Obr. 2 Granulované hnojivo

Zdroj: www.duslo.sk

3.2.1 Granulometrické zloženie

Táto vlastnosť udáva priemer častice, ktorý je charakteristický pre podstatnú časť granulátu určitého druhu tuhého priemyselného hnojiva. Obvykle udáva interval, ktorý musí byť dodržaný pre dohodnutý percentuálny podiel hmoty, ako udáva norma STN 65 4804.

3.2.2 Mechanická pevnosť častíc

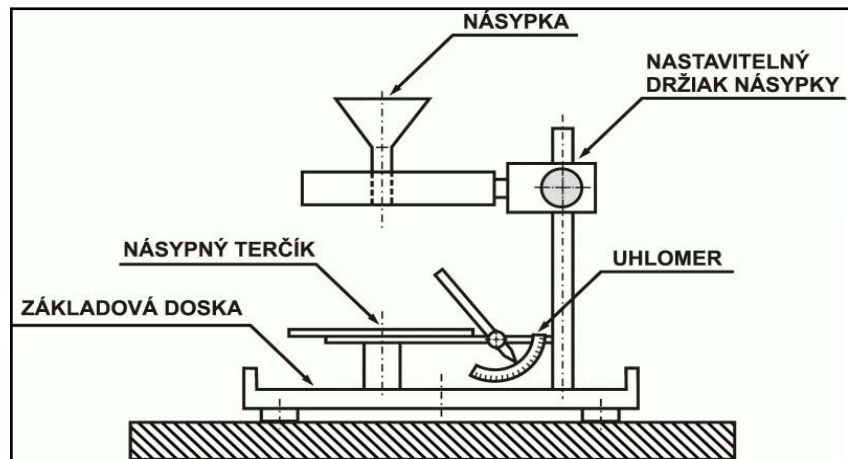
Vyrobené hnojivo sa skladuje, dopravuje rôznymi druhmi dopravníkov a dopravných prostriedkov. V konečnej fáze sa aplikuje na pole väčšinou odstredivými alebo pneumatickými aplikátormi. Pri všetkých týchto operáciách, by malo zostať v pôvodnom stave, bez výrazného nárastu prachovitého podielu. To znamená, že granule by sa nemali drviť pôsobením tlaku v hromade, vzájomným trením pri doprave a manipulácií, a tiež pri náraze o rotujúci kotúč a jeho lopatku, pri odstredivých rozhadzovačoch.

Tieto podmienky sa vyznačujú nasledovnými tromi typmi mechanickej pevnosti:

- Bodová pevnosť:
 - Vyjadruje aká sila je potrebná na rozdrvenie jednej granulky. Postup merania je určený normou STN 65 4824.
- Pevnosť proti oteru:
 - Definujeme ju ako množstvo prachu, ktorý vznikol pri otieraní granúl oceľovými guľčkami za definovaných experimentálnych podmienok. Postup merania určuje norma STN 65 4825.
- Pevnosť proti nárazu (dynamická pevnosť):
 - Udáva sa ako percentuálny podiel hmoty v ktorom bolo zachované pôvodné zrnienie po náraze na pevnú plochu. Metodický postup stanovuje norma STN 65 4827.

3.2.3 Sypný uhol

Sypný uhol je definovaný ako rovinný uhol, ktorý zvierajú povrchová priamka kužeľa voľne nasypanej hromady hnojiva zo základňou. Väčšinou sa pohybuje medzi 25° až 55°. Meria sa v stupňoch. V norme STN EN 12 047, ktorá popisuje spôsob jeho stanovenia, sa tiež udáva pod názvom statický sypný uhol. Jeho význam je v odhade plochy, ktorú zaberú nasypané hromady hnojiva.

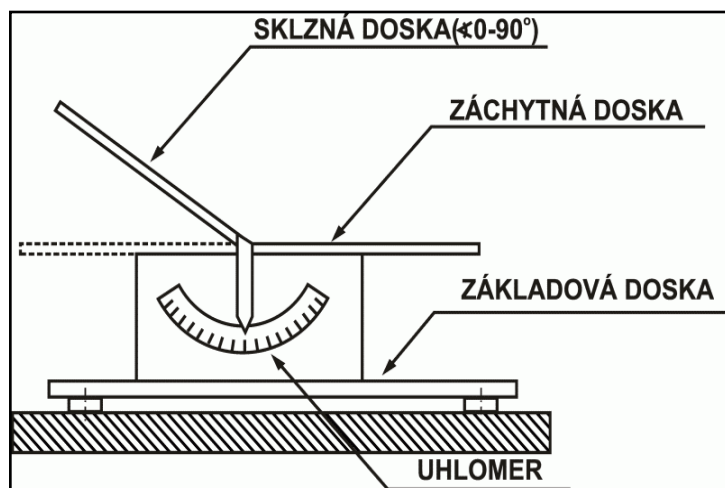


Obr. 3: Zariadenie na meranie sypaného uhla.

Zdroj: www.tuzvo.sk

3.2.4 Uhol sklzu

Uhol sklzu definujeme ako rovinný uhol o ktorý musí byť odklonená rovná podložka, aby sa z nej začal samovoľne sypať skúšaný materiál vplyvom gravitačnej zložky. Býva tiež označovaný ako dynamický uhol.



Obr. 4: Zariadenie na meranie uhla sklzu.

Zdroj: www.tuzvo.sk

3.2.5 Sypkosť

Z požiadaviek spotrebiteľov vyplýva, že hnojivo by malo byť dokonale sypké pri skladovaní, vyprázdňovaní a plnení zásobníkov a tiež pri rozhadzovaní. Sypkosť vyjadruje dynamické vlastnosti, to znamená, že vyprázdňovanie zásobníkov by malo byť dokonalé. Sypkosť zahŕňa aj statickú vlastnosť, zachovanie granulometrického zloženia aj pri dlhodobom skladovaní.

3.2.6 Trecie vlastnosti

Z trecích vlastností má najväčší význam súčiniteľ šmykového trenia. Tento súčiniteľ sa mení v dôsledku vlhkosti hnojiva a materiálu podložky.

3.2.7 Vybrané vlastnosti priemyselných hnojív

Tab.1 Trecie vlastnosti.

druh hnojiva	merná hmotnosť (t.m ⁻³)	súčiniteľ trenia f		hydrokopičnosť
		po oceli	po dreve	
liadok amónny	0,85-0,9	0,51	0,33	silná
superfosfát	1,2-1,25	0,7	0,61	slabá
síran amónny	0,7-0,77	0,53		slabá
mletý vápenec	1,6-1,7	0,75	0,7	slabá
draselná soľ	1,0-1,1	0,85		stredná
močovina	0,67-0,7			slabá

Zdroj: Neubauer K. a kol, *Stroje pro rastlinnou výrobu*.

Z vybraných uvedených charakteristických a fyzikálo-mechanických vlastností môžeme dospieť k záveru, že na požadovanú kvalitu práce a výkonnosť rozhadzovačov má priamy vplyv rozhadzované hnojivo a jeho vlastnosti. Preto by sa malo používané priemyselné hnojivo aspoň vizuálne preskúmať a podľa tejto kontroly následne určiť aj vhodné rozhadzovacie ústrojenstvo. Treba dbať aj na správne skladovanie, a pri manipulácii sa snažiť nepoškodiť mechanickú štruktúru hnojiva.

4. Technologické rozdelenie rozhadzovačov priemyselných hnojív

Hlavnou technologickou požiadavkou na rozhadzovače priemyselných hnojív je rovnomerná celoplošná aplikácia hnojív v celom zábere stroja. Pracovná šírka je závislá od typu rozhadzovacieho ústrojenstva.

Každý rozhadzovač priemyselného hnojiva sa skladá so samotného rozhadzovacieho ústrojenstva, podávacieho zariadenia, zásobníka hnojiva, čuchrača a regulačného prvku. Je potrebné aby tie časti, ktoré vstupujú do priameho kontaktu s priemyselným hnojivom boli z laminátu, prípadne z antikoru, alebo s povrchovou úpravou ako je napríklad pochrómovanie. Týmito úpravami sa odstráni prípadná agresivita hnojiva na kovy a zabezpečí sa dlhšia životnosť zariadenia.

Rozhadzovače priemyselných hnojív môžeme rozdeliť na nesené a ťahané. Nesené rozhadzovače sú uchytené v zadnom trojbodovom závесе traktora. Ťahané rozhadzovače sú zapojené do agroháka, alebo spodného tiahla traktora.

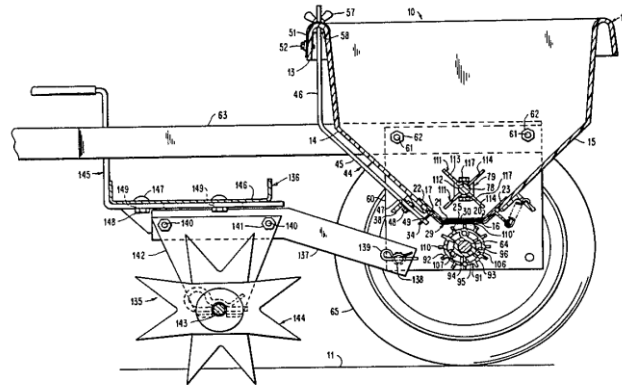
Pohon rozhadzovacieho ústrojenstva je riešený cez vývodový hriadel' traktora. Krútiaci moment je prenášaný cez kĺbový hriadel' na prevodové ústrojenstvo rozhadzovača. Pri ťahaných typoch je objem zásobníka niekoľkonásobne väčší a vzhľadom na to, že rozhadzovacie ústrojenstvo je v zadnej časti, tak na dopravu hnojiva sa používa gumený pás ktorý je poháňaný od kolies podvozku. Jedná sa o trecí prevod pri ktorom je na koleso podvozku pritláčané spojovacie koleso pohonu pásového dopravníka. Množstvo hnojiva sa reguluje nastavením medzery medzi pásom a hradidlom. Samotné rozhadzovacie kotúče sú poháňané rotačnými hydromotormi.

Z technologického hľadiska aplikovanie hnojív na pôdu môže prebiehať:

- Gravitačným spôsobom
- S núteným rozhadzovaním

4.1 Aplikácia s gravitačným spôsobom rozhadzovania

Pri tomto spôsobe je hnojivo vynášané zo zásobníka a padá voľne vplyvom gravitačnej sily na zem. Pri tomto spôsobe sa pracovný záber rovná šírka stroja.



Obr. 5: Funkčná schéma gravitačného rozhadzovača.

Zdroj: <http://www.freepatentsonline.com/4624195.pdf>

4.2 Aplikácia s núteným rozhadzovaním

Pri tomto spôsobe sa hnojivo rozptyľuje vplyvom udelenej kinetickej energie, využitím odstredivej sily alebo silným prúdom vzduchu. Pri odstredivom rozhadzovacom ústrojenstve je kinetická energia udeľovaná rotačným alebo kývavým pohybom. Šírka pracovného záberu je väčšia ako je šírka stroja.

Pri pneumatickom ústrojenstve je hnojivo pomocou dávkovacích valčekov vedené k ústiu injektora do vzduchového prúdu.

4.2.1 Kotúčové rozhadzovacie ústrojenstvo

Rotujúci kotúč s priemerom do 500 mm, ktorý pri obvodovej rýchlosti 12 až 15 $\text{m}\cdot\text{s}^{-1}$, udeľuje hnojivu kinetickú energiu odstredivou silou. Rozhadzovacie ústrojenstvo má jeden alebo dva kotúče. Na udelenie kinetickej energie hnojivu, sú na povrchu kotúča umiestnené priamkové alebo zakrivené rebrá (lopatky), ktoré možno prestavovať.



Obr. 6: Odstredivý rozhadzovač Vicon, RotaFlow RS-M.

Zdroj: www.agrovokservis.sk



Obr. 7 Rozhadzovacie ústrojenstvo Vicon, RotaFlow

Zdroj: www.agrovokservis.sk

Na kvalitu rozhadzovania má vplyv plynulosť podávania hnojiva a miesto dopadu hnojiva na kotúč, merná dávka a pracovná rýchlosť stroja.

Šírka rozhadzovania je daná konštrukciou rozhadzovacieho ústrojenstva, veľkosťou rozhadzovacieho uhla (uhol ktorý zvierajú okraje záberu s bodmi na kotúči, v ktorých hnojivo opúšťa jeho povrch), výškou kotúča nad povrchom poľa a druhom rozhadzovaného materiálu.

4.2.2 Kývavé odstredivé rozhadzovacie ústrojenstvo

Tvorí ho rozhadzovacia trubica mierne kužeľovitého tvaru. Trubica vykonáva kývavý pohyb vo vodorovnej rovine pod uhlom okolo 37°. Počet kmitov 540 min^{-1} , zodpovedá počtu otáčok vývodového hriadeľa traktora. Trubica je vymeniteľná čím sa dosahuje rôzny pracovný záber.



Obr. 8 Kývavý hubicový rozhadzovač Vicon PS.

Zdroj: www.agrovokservis.sk

4.2.3 Pneumatický rozhadzovač priemyselných hnojív

Hnojivo zo zásobníka je pomocou dávkovacích valčekov vkladané k ústiu injektora do vzduchového prúdu. Pohon dávkovacích valčekov je riešený pomocou hydromotorov. Dávkovacie valčeky su rozdelené na jednotlivé sekcie, ktoré môžu pracovať nezávisle na sebe. Toto riešenie umožňuje správne hnojenie okrajov pozemkov. Mnohí výrobcovia umožňujú technickými riešeniami výmenu valčekov pre aplikáciu mikrogranúl, alebo sejbu malých trávnatých semien.

Hnojivo je dopravované prúdom vzduchu cez trubice, ktoré sú upevnené do rozvádzacích rámov. Oblúky s vychyľovacími lamelami, ktoré sú namontované na konci trubíc, vytvárajú malé prekryté rozhadzované plochy v tvare vejáru a rozhadzujú priemyselné hnojivo rovnomerne na povrch poľa.



Obr. 9 Pneumatický rozhadzovač Kuhn AERO

Zdroj: www.arbo-kt.cz

5. Charakteristika pozdĺžnej a priečnej rovnomernosti aplikácie priemyselných hnojív

Pri hnojení pracovné orgány rozhadzovača vykonávajú pohyb, počas ktorého aplikované hnojivo pokrýva pozemok v tvare pruhu rozloženého pozdĺž osi pracovnej jazdy so šírkou rozhadzovania.

Rozdelenie hnojiva v tomto páse je dôležitým hodnotiacim kritériom pri hodnotení a porovnaní kvality práce rôznych typov rozhadzovacích ústrojenstiev.

Pri kontrole kvality aplikácie priemyselných hnojív sa rozhadzované hnojivo zachytáva do zberných misiek. Zachytené hnojivo sa potom zváži a z jednotlivých hmotností hnojiva v miskách sa vytvoria profilové obrazce.

Pozdĺžny profilový obrazec je vytvorený z hmotnosti vzoriek, ktoré sú zachytené v zberných miskách umiestnených pozdĺžne s osou stroja. Z tohto obrazca vieme zistiť, aká je pozdĺžna rovnomernosť rozhadzovania hnojiva.

Priečny profilový obrazec je vytvorený z hmotnosti vzoriek, ktoré sú zachytené v zberných miskách umiestnených kolmo na os stroja. Z tohto obrazca vieme zistiť, aká je priečna rovnomernosť rozhadzovania.

6. Metódy hodnotenia kvality práce a aplikácie priemyselných hnojív

Slovenské technické normy určujú základné parametre rozhadzočov priemyselných hnojív, definujú názvoslovie a základné podmienky zábehu, údržby a popisujú postup skúšania rozhadzočov priemyselných hnojív.

Jednotlivé Slovenské technické normy sme prevzali so spoločnej minulosti Českej a Slovenskej republiky, keď sme tvorili jeden štát Československú republiku. Po rozpade tejto republiky sa normy označované ako ČSN (československé normy) prevzali a dátumom 1. 1. 1993 nadobudli platnosť ako STN (slovenské technické normy).

6.1 Slovenská technická norma STN EN 12 944

Túto normu schválila organizácia Európska komisia pre normalizáciu (CEN) 5. 9. 1999. Európske normy existujú v troch oficiálnych verziách (anglickej, francúzskej a nemeckej). Verzia v akomkoľvek inom jazyku, ktorú na vlastnú zodpovednosť vydal člen CEN prekladom do národného jazyka a oznámil to Ústrednému sekretariátu CEN, má rovnaké postavenie, ako majú oficiálne verzie.

Členmi CEN sú národné normalizačné organizácie Belgicka, Česka, Dánska, Fínska, Francúzka, Grécka, Holandska, Islandu, Írska, Luxemburska, Nemecka, Nórska, Portugalska, Rakúska, Spojeného kráľovstva, Španielska, Švajčiarska, Švédska a Talianska.

Táto európska norma musí získať postavenie národnej normy buď vydaním identického textu, alebo jej schválením do mája 2000, pričom národné normy, ktoré sú s touto normou v rozpore, musia sa zrušiť najneskôr do mája 2000.

Táto norma je rozdelená do troch častí:

- Časť 1: Všeobecné termíny
- Časť 2: Terminológia priemyselných hnojív
- Časť 3: terminológia vápenatých hnojív

6.1.1 Slovenská technická norma STN EN 12 944- 1

Názov:

Priemyselné a vápenaté hnojivá a pôdne kondicionéry

Slovník

Časť 1: Všeobecné termíny

Podľa vnútorných predpisov CEN sú túto normu povinné prevziať národné normalizačné organizácie týchto krajín: Belgicka, Česka, Dánska, Fínska, Francúzka, Grécka, Holandska, Islandu, Írska, Luxemburska, Nemecka, Nórska, Portugalska, Rakúska, Spojeného kráľovstva, Španielska, Švajčiarska, Švédska a Talianska.

Predmet normy a rozsah použitia:

Táto európska norma definuje všeobecné názvy priemyselných hnojív, vápenatých hnojív a pôdnych kondicionérov.

Abecedný zoznam všetkých termínov definovaný v tejto časti EN 12 944 spolu s ich francúzskymi a nemeckými ekvivalentmi je uvedený v prílohe A.

6.1.2 Slovenská technická norma STN EN 12 944- 2

Názov:

Priemyselné a vápenaté hnojivá a pôdne kondicionéry

Slovník

Časť 2: Terminológia priemyselných hnojív

Podľa vnútorných predpisov CEN sú túto normu povinné prevziať národné normalizačné organizácie týchto krajín: Belgicka, Česka, Dánska, Fínska, Francúzka, Grécka, Holandska, Islandu, Írska, Luxemburska, Nemecka, Nórska, Portugalska, Rakúska, Spojeného kráľovstva, Španielska, Švajčiarska, Švédska a Talianska.

Predmet normy a rozsah použitia:

Táto európska norma uvádza definície názvov priemyselných hnojív.

Abecedný zoznam všetkých termínov definovaný v tejto časti EN 12 944 spolu s ich francúzskymi a nemeckými ekvivalentmi je uvedený v prílohe A.

6.1.3 Slovenská technická norma STN EN 12 944- 3

Názov:

Priemyselné a vápenaté hnojivá a pôdne kondicionéry

Slovník

Časť 3: Terminológia vápenatých hnojív

Túto európsku normu schválila organizácia CEN 29. 9. 2001

Podľa vnútorných predpisov CEN sú túto normu povinné prevziať národné normalizačné organizácie týchto krajín: Belgicka, Česka, Dánska, Fínska, Francúzka, Grécka, Holandska, Islandu, Írska, Luxemburska, Nemecka, Nórska, Portugalska, Rakúska, Spojeného kráľovstva, Španielska, Švajčiarska, Švédska a Talianska.

Predmet normy a rozsah použitia:

Táto európska norma definuje terminológiu vápenatých hnojív.

Abecedný zoznam všetkých termínov definovaný v tejto časti EN 12 944 spolu s ich francúzskymi a nemeckými ekvivalentmi je uvedený v prílohe A.

Abecedný register všetkých termínov definovaný vo všetkých troch častiach EN 12 944 spolu s ich francúzskymi a nemeckými ekvivalentmi je uvedený v prílohe B.

Vápenaté hnojivo	liming material, agricultural lime Amendement minéral basique Calsium-/Magnesium- Bodenverbesserungsmittel; Kalkdunger
------------------	---

Anorganické hnojivo obsahujúce jeden alebo obidva prvky vápnik a horčík, prevažne vo forme oxidu, hydroxidu, uhličitanu alebo kremičitanu, hlavne na udržiavanie alebo zvýšenie pH pôdy a vody, zlepšenie výživy rastlín a na zmenu fyzikálnych vlastností pôdy.

6.2 Slovenská technická norma STN EN 13 739

Táto národná norma je identická s EN 13739-1: 2003 a je vydaná so súhlasom CEN, rue de Stassart 36, B-1050 Brusel, Belgicko.

Táto európska norma musí získať postavenie národnej normy buď vydaním identického textu, alebo jej schválením najneskoršie do septembra 2003 a normy, ktoré sú s ňou v rozpore, musia sa zrušiť najneskoršie do septembra 2003.

Táto európska norma obsahuje nasledujúce časti pod spoločným názvom: Poľnohospodárske stroje. Rozhadzovače naširoko a aplikátory tuhých priemyselných hnojív. Ochrana životného prostredia:

- Časť 1: Požiadavky.
- Časť 2: Skúšobné metódy.

Podľa vnútorných predpisov CEN sú túto normu povinné prevziať tieto krajiny: Belgicko, Česko, Dánsko, Fínsko, Francúzsko, Grécko, Holandsko, Írsko, Island, Luxembursko, Maďarsko, Malta, Nemecko, Nórsko, Portugalsko, Rakúsko, Slovensko, Spojené kráľovstvo, Španielsko, Švajčiarsko, Švédsko a Taliansko.

6.2.1 Slovenská technická norma STN EN 13739-1

Názov:

Poľnohospodárske stroje.
Rozhadzovače naširoko a aplikátory
tuhých priemyselných hnojív.
Ochrana životného prostredia.
Časť 1: Požiadavky

Cieľom tejto európskej normy je špecifikovať požiadavky na rozhadzovače tuhých priemyselných hnojív používaných podľa návodu na obsluhu tak, aby sa:

- predišlo neželateľnému rozhadzovaniu hnojív
- dosiahla rovnomernosť vyžadovanej aplikačnej dávky hnojiva.

Predmet normy:

Táto európska norma špecifikuje požiadavky na ochranu životného prostredia pri navrhovaní a výrobe nesených, privesných a samohybných rozhadzovačov naširoko a aplikátorov tuhých priemyselných hnojív používaných v poľnohospodárstve a v záhradníctve. Uvádza aj požiadavky na minimálny obsah návodu na obsluhu.

Norma definuje všeobecné požiadavky na rozhadzovače priemyselných hnojív:

1. technické riešenie

- Stroj musí byť navrhnutý tak, aby umožnil jednoduchú manipuláciu a nastavovanie pre rozličné typy používaného hnojiva.
- Stroj musí byť navrhnutý tak, aby umožnil dosiahnutie rovnomerného dávkovania hnojiva na jednotku plochy ošetrovaného pozemku.

2. Otvor na plnenie zásobníka

- Stroj musí byť navrhnutý tak, aby sa minimalizovalo riziko vniknutia neželateľných materiálov spôsobujúcich zablokovanie funkcie stroja, čo by mohlo negatívne ovplyvniť dávkovanie alebo spôsob aplikácie hnojiva. Môže sa to dosiahnuť napríklad použitím roštu.

3. Čistenie a vyprázdňovanie zvyškov hnojiva

- Vyprázdňovanie a odstraňovanie zvyškov hnojiva zo zásobníka musí byť riešené tak, aby sa hnojivo nerozhadzovalo a nevypadávalo zo stroja na povrch pôdy. Ak je na vyprázdňovanie zásobníka potrebné použiť náradie, musí sa dodať so strojom a náradie sa musí skladovať na stroji.

4. Odhad objemu zásobníka

- Základný zásobník stroja (napríklad zásobník bez všetkých prídavných stien) musí byť opatrený stupnicou v litroch, ktorou sa môže určiť objem hnojiva v zásobníku. Stupnica musí zahrnúť aspoň 10 % až 80 % objemu základného zásobníka a musí mať delenie aspoň po každých 10 % menovitého objemu základného zásobníka. Presnosť delenia musí byť medzi ± 10 % odčítania.

Pre nastavenie dávkovania norma definuje tieto požiadavky:

Stroje s objemom násypníka 600 l alebo viac musia byť opatrené:

- vhodnými kalibračnými pomôckami (napríklad žľabmi, vedeniami, zberačmi) na nastavenie dávky
- alebo systémom, ktorý automaticky ovláda dávkovanie (napríklad snímačom prietoku hnojiva, ovládačom dávkovania)

Ak je stroj opatrený ručne ovládaným systémom umožňujúcim zmenu dávkovania hnojiva, rozsah zmeny musí byť aspoň $\pm 20\%$ požadovaného dávkovania.

Ak je stroj opatrený automatickým systémom na ovládanie dávkovania závislým od rýchlosti pohybu, pracovnej šírky záberu a aplikačnej dávky, odchýlka prijatej dávky od vyžadovaného dávkovania hnojiva musí spĺňať požiadavky uvedené v tabuľke 2.

Tab. 2 Maximálna dovolená odchýlka skutočného dávkovania od požadovaného dávkovania.

Požadované dávkovanie	Maximálna dovolená odchýlka skutočného dávkovania od požadovaného dávkovania.
$\text{kg} \cdot \text{min}^{-1}$	%
□25	15
25 až 150	10
□250	7,5

Zdroj: STN EN 13739-1

Ovládače (napríklad páky, vypínače atď.) dávkovacieho mechanizmu musia byť zreteľne označené v zapnutej a vypnutej polohe vyznačujúcej otvorený a zatvorený dávkovací mechanizmus. Toto označenie sa môže nahradiť ukazovateľom, ktorý je pre obsluhu zreteľne viditeľný v mieste vodiča a ktorý ukazuje, či je dávkovací mechanizmus otvorený alebo zatvorený.

Priečna rovnomernosť rozhadzovania:

Priečna rovnomernosť rozhadzovania rozhadzovačov tuhých priemyselných hnojív musí byť taká, aby vypočítaná hodnota variačného koeficienta (*CV*) pri riadení stroja zo strany na stranu neprekročila 15 % hodnoty vypočítanej podľa normy EN 13739-2: 2003. Táto požiadavka sa musí splniť pri všetkých určených podmienkach (ako je napríklad pracovná šírka záberu a typ hnojiva) okrem rozhadzovania na hraniciach polí.

Pre hnojivá uvedené v zozname hnojív v návode na obsluhu musí byť možné nastaviť dávkovanie hnojiva v rozsahu medzi uvádzaným maximálnym a minimálnym dávkovaním hnojiva. Maximálna dovolená odchýlka skutočného dávkovania od požadovaného dávkovania musí byť podľa tabuľky 2, ak sa meria podľa normy EN 13739-2: 2003.

Rovnomernosť skutočného dávkovania:

Počas skúšky rozhadzovania nesmie odchýlka skutočného dávkovania prekročiť hodnoty uvedené v tabuľke 3. Požiadavka sa musí splniť pri zásobníku naplnenom do všetkých hladín nad 5 % objemu základného zásobníka a pri všetkých sklonoch do 10°.

Tab. 3 Maximálna dovolená odchýlka skutočného dávkovania.

Priemerné skutočné dávkovanie	Maximálna dovolená odchýlka skutočného dávkovania
kg·min ⁻¹	%
□25	10
25 až 150	7,5
□150	5

Zdroj: STN EN 13739-1

Norma STN EN 13739-1 udáva aj základné body návodu na obsluhu. Spolu so strojom sa musí dodať návod na obsluhu. Text musí byť aspoň v jednom z oficiálnych jazykov krajiny, do ktorej sa stroj distribuoval. Podľa normy STN EN 13739-1 návod na obsluhu musí obsahovať:

- opis funkcie stroja a primeraného používania stroja;
- zoznam typov hnojív, ktoré sú pre stroj vhodné;

- opis manipulácie so strojom, starostlivosti o stroj a údržby stroja, ktorý vodičovi umožní nastaviť, kontrolovať a používať stroj určeným spôsobom obsluhy;
- inštrukcie o rizikách korózie a o možnostiach ich obmedzenia, vrátane odporúčaní o výmene dôležitých častí v dôsledku opotrebovania a korózie;
- vysvetlenie vzťahov medzi rýchlosťou pohybu a aplikačnou dávkou, vrátane inštrukcií na kontrolu dávkovania hnojiva alebo pri strojoch s náhonom od pojazdových kolies na kontrolu aplikačnej dávky;
- vplyvy na spôsob rozhadzovania hnojiva (rozhadzovanú vzorku), napríklad viac alebo menej hnojiva v strede rozhadzovanej vzorky, prípadne viac alebo menej hnojiva v rozsahu prekrytia rozhadzovanej vzorky a spôsob nastavenia rozhadzovanej vzorky;
- možná pracovná šírka a inštrukcie o spôsoboch dosiahnutia rozličnej pracovnej šírky (normálnej a zníženej);

6.2.2 Slovenská technická norma STN EN 13739-2

Názov:

Poľnohospodárske stroje.
Rozhadzovače naširoko a aplikátory
tuhých priemyselných hnojív.
Ochrana životného prostredia.
Časť 2: Skúšobné metódy

Predmet normy:

Táto európska norma sa špecializuje na testovacie metódy, privesných a samohybných rozhadzovačov naširoko a aplikátorov tuhých priemyselných hnojív používaných v poľnohospodárstve a v záhradníctve.

Norma pozostáva s týchto častí:

- predmet normy,
- normatívne odkazy,
- termíny a definície,
- skúšobné podmienky,
- testovacie zariadenie,
- testovacie metódy
- výpočet a uvedenie výsledkov skúšky,
- správa o výsledku skúšky.

Skúšobné podmienky:

Počas testu musí byť stroj používaný v súlade s návodom na obsluhu.

Testovacie zariadenie by sa malo pohybovať rýchlosťou 4 km. h^{-1} , norma dovoľuje toleranciu $\pm 0,4 \text{ km.h}^{-1}$. Ak tok hnojiva nedovoľuje použiť rýchlosť 4 km. h^{-1} , potom sa musí nastaviť rýchlosť toku na pracovnú rýchlosť 8 km. h^{-1} .

Dovolené odchýlky pracovnej rýchlosti:

- $8 \text{ km. h}^{-1} \pm 0,4 \text{ km.h}^{-1}$,
- $10 \text{ km. h}^{-1} \pm 0,5 \text{ km.h}^{-1}$,
- $12 \text{ km. h}^{-1} \pm 0,6 \text{ km.h}^{-1}$,

Testovaný materiál, ktorý sa používa pri skúške musí byť v súlade s návodom na obsluhu.

Aplikačná dávka:

Odporúčaná rýchlosť je 8 km. h^{-1} , prípadne a sa použije iná rýchlosť musí sa to zaznamenať do protokolu o skúške. Norma stanovuje meranie pri troch rôznych objemoch zaplnenia zásobníka:

- aplikačná dávky pri minimálnom zaplnení zásobníka,
- aplikačná dávka pri maximálnom zaplnení zásobníka,
- aplikačná dávka v rozmedzí minimálneho a maximálneho zaplnenia.

Objem zásobníka sa berie ako základný objem bez nastavieb objemu.

Norma určuje aj hodnoty tolerancie toku hnojiva. Ak je tok hnojiva menší ako 100 kg. min⁻¹, potom dovolená hodnota je ± 5 kg. min⁻¹. Pri toku hnojiva väčšom ako 100 kg. min⁻¹, je dovolená hodnota ± 5% s celkovej hodnoty.

Tab. 4 Minimálna a maximálna dávka výživných látok v závislosti na obsahu živín v pôde.

výživné látky	aplikačná dávky kg. ha-1	
	minimum	maximum
N	20	120
P2O5	30	150
K2O	40	300
MgO	25	100

Zdroj: STN EN 13 739.2

Rozmery zberných misiek:

- 500mm x 500mm,
- 250mm x 500mm,
- 250mm x 1000mm.

Miesto vykonávania skúšok:

Skúška by sa mala vykonávať na rovnom a spevnenom povrchu. Rýchlosť vetra by nemala prekročiť 2m. s⁻¹, vlhkosť vzduchu 65% a teplota by sa mala pohybovať v rozmedzí 10°C až 25°C. Testovaný materiál by nemal byť vystavený poveternostným vplyvom viac ako 4 hodiny pred skúškou.

Výpočet variačného koeficientu:

$$CV = \frac{s}{x} \cdot 100 \quad (1)$$

Kde:

s – štandardná odchýlka,

$$\text{Vypočítame podľa vzorca: } s = \sqrt{\frac{1}{n-1} \sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})^2} \quad (2)$$

\bar{x} – priemerná hmotnosť hnojiva, zachytená v jednej zbernej nádobe v gramoch, ktorú vypočítame podľa vzorca:
$$\bar{x} = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n x_i \quad (3)$$

n- počet misiek na aplikačnej šírke,

6.3 Slovenská technická norma STN EN 13 740

Táto národná norma je identická s EN 13740-1: 2003 a je vydaná so súhlasom CEN, rue de Stassart 36, B-1050 Brusel, Belgicko.

Táto európska norma musí získať postavenie národnej normy buď vydaním identického textu, alebo jej schválením najneskoršie do októbra 2003 a normy, ktoré sú s ňou v rozpore, musia sa zrušiť najneskoršie do októbra 2003.

Táto európska norma obsahuje nasledujúce časti pod spoločným názvom: **Poľnohospodárske stroje. Riadkové rozhadzovače tuhých priemyselných hnojív. Ochrana životného prostredia.**

- Časť 1: Požiadavky.
- Časť 2: Skúšobné metódy.

Podľa vnútorných predpisov CEN sú túto normu povinné prevziať tieto krajiny: Belgicko, Česko, Dánsko, Fínsko, Francúzsko, Grécko, Holandsko, Írsko, Island, Luxembursko, Maďarsko, Malta, Nemecko, Nórsko, Portugalsko, Rakúsko, Slovensko, Spojené kráľovstvo, Španielsko, Švajčiarsko, Švédsko a Taliansko.

6.3.1 Slovenská technická norma STN EN 13740-1

Názov:

Poľnohospodárske stroje.
Riadkové rozhadzovače
tuhých priemyselných hnojív.

Ochrana životného prostredia.

Časť 1: Požiadavky

Cieľom tejto európskej normy je špecifikovať požiadavky na rozhadzovače tuhých priemyselných hnojív používaných podľa návodu na obsluhu tak, aby sa

- predišlo neželateľnému rozhadzovaniu hnojív;
- dosiahla rovnomernosť vyžadovanej aplikačnej dávky hnojíva.

Predmet normy:

Táto európska norma špecifikuje požiadavky na ochranu životného prostredia pri navrhovaní a výrobe nesených, prívesných a samohybných rozhadzovačov naširoko a aplikátorov tuhých priemyselných hnojív používaných v poľnohospodárstve a v záhradníctve. Uvádza aj požiadavky na minimálny obsah návodu na obsluhu.

Norma definuje všeobecné požiadavky na rozhadzovače priemyselných hnojív:

1. technické riešenie

- Stroj musí byť navrhnutý tak, aby umožnil jednoduchú manipuláciu a nastavovanie pre rozličné typy používaného hnojíva na dosiahnutie rovnomerného dávkovania hnojíva na jednotku plochy ošetrovaného pozemku.

2. Otvor na plnenie zásobníka

- Stroj musí byť navrhnutý tak, aby sa minimalizovalo riziko vniknutia neželateľných materiálov spôsobujúcich zablokovanie funkcie stroja, čo by mohlo negatívne ovplyvniť dávkovanie alebo spôsob aplikácie hnojíva. Môže sa to dosiahnuť napríklad použitím roštu.

3. Čistenie a vyprázdňovanie zvyškov hnojíva

- Vyprázdňovanie a odstraňovanie zvyškov hnojíva zo zásobníka musí byť riešené tak, aby sa hnojivo nerozhadzovalo a nevypadávalo zo stroja na povrch pôdy. Ak je na vyprázdňovanie zásobníka potrebné použiť náradie, musí sa dodať so strojom a náradie sa musí skladovať na stroji.

4. Odhad objemu zásobníka

- Základný zásobník stroja (napríklad zásobník bez všetkých prídavných stien) musí byť opatrený stupnicou v litroch, ktorou sa môže určiť objem hnojiva v zásobníku. Stupnica musí zahrnúť aspoň 10 % až 80 % objemu základného zásobníka a musí mať delenie aspoň po každých 10 % menovitého objemu základného zásobníka. Presnosť delenia musí byť medzi ± 10 % odčítania.

Pre nastavenie dávkovania norma definuje tieto požiadavky:

Stroje s objemom násypníka 600 l alebo viac musia byť opatrené:

- vhodnými kalibračnými pomôckami (napríklad žľabmi, vedeniami, zberačmi) na nastavenie dávky
- alebo systémom, ktorý automaticky ovláda dávkovanie (napríklad snímačom prietoku hnojiva, ovládačom dávkovania).

Ak je stroj opatrený ručne ovládaným systémom umožňujúcim zmenu dávkovania hnojiva, rozsah zmeny musí byť aspoň 20 % požadovaného dávkovania.

Musí byť možnosť plynulého nastavenia alebo krokového nastavenia s maximálnou hodnotou 10 % požadovaného dávkovania.

Ak je stroj opatrený automatickým systémom na ovládanie dávkovania závislým od rýchlosti pohybu, pracovnej šírky záberu a aplikačnej dávky, odchýlka prijatej dávky od vyžadovaného dávkovania hnojiva musí spĺňať požiadavky uvedené v tabuľke 2.

Ovládače (napríklad páky, vypínače atď.) dávkovacieho mechanizmu musia byť zreteľne označené v zapnutej a vypnutej polohe vyznačujúcej otvorený a zatvorený dávkovací mechanizmus. Toto označenie sa môže nahradiť ukazovateľom, ktorý je pre obsluhu zreteľne viditeľný v mieste vodiča a ktorý ukazuje, či je dávkovací mechanizmus otvorený alebo zatvorený.

Ak je dávkovacie zariadenie uzavreté alebo je odpojený pohon dávkovania, počas prepravy nesmie hnojivo vypadávať zo stroja.

Priečna rovnomernosť rozhadzovania:

Priečna rovnomernosť rozhadzovania rozhadzovačov tuhých priemyselných hnojív musí byť taká, aby vypočítaná hodnota variačného koeficienta (CV) pri riadení stroja zo strany na stranu neprekročila 15 % hodnoty vypočítanej podľa normy EN 13739-2: 2003. Táto požiadavka sa musí splniť pri všetkých určených podmienkach (ako je napríklad pracovná šírka záberu a typ hnojiva) okrem rozhadzovania na hraniciach polí.

Nastavovanie dávkovania:

Pre hnojivá uvedené v zozname hnojív v návode na obsluhu musí byť možné nastaviť dávkovanie hnojiva v rozsahu medzi uvádzaným maximálnym a minimálnym dávkovaním hnojiva. Maximálna dovolená odchýlka skutočného dávkovania od požadovaného dávkovania musí byť podľa tabuľky 1, ak sa meria podľa normy EN 13739-2: 2003.

Rovnomernosť skutočného dávkovania:

Počas skúšky rozhadzovania nesmie odchýlka skutočného dávkovania prekročiť hodnoty uvedené v tabuľke 3. Požiadavka sa musí splniť pri zásobníku naplnenom do všetkých hladín nad 5 % objemu základného zásobníka a pri všetkých sklonoch do 10.

Norma STN EN 13740-1 udáva aj základné body návodu na obsluhu. Spolu so strojom sa musí dodať návod na obsluhu. Text musí byť aspoň v jednom z oficiálnych jazykov krajiny, do ktorej sa stroj distribuoval. Podľa normy STN EN 13740-1 návod na obsluhu musí obsahovať:

- opis funkcie stroja a primeraného používania stroja;
- zoznam typov hnojív, ktoré sú pre stroj vhodné;
- opis manipulácie so strojom, starostlivosti o stroj a údržby stroja, ktorý vodičovi umožní nastaviť, kontrolovať a používať stroj určeným spôsobom obsluhy;
- inštrukcie o rizikách korózie a o možnostiach ich obmedzenia, vrátane odporúčaní o výmene dôležitých častí v dôsledku opotrebovania a korózie;

- vysvetlenie vzťahov medzi rýchlosťou pohybu a aplikačnou dávkou, vrátane inštrukcií na kontrolu dávkovania hnojiva alebo pri strojoch s náhonom od pojazdvových kolies na kontrolu aplikačnej dávky;
- možná pracovná šírka a inštrukcie o spôsoboch dosiahnutia rozličnej pracovnej šírky (normálnej a zníženej);

6.3.1 Slovenská technická norma STN EN 13740-2

Názov:

Poľnohospodárske stroje.
Riadkové rozhadzovače
tuhých priemyselných hnojív.
Ochrana životného prostredia.
Časť 1: Skúšobné metódy

Predmet normy:

Táto európska norma špecifikuje požiadavky na ochranu životného prostredia pri navrhovaní a výrobe nesených, privesných a samohybných rozhadzovačov naširoko a aplikátorov tuhých priemyselných hnojív používaných v poľnohospodárstve a v záhradníctve. Uvádza aj požiadavky na minimálny obsah návodu na obsluhu.

Norma pozostáva s týchto častí:

- predmet normy,
- normatívne odkazy,
- termíny a definície,
- skúšobné podmienky,
- testovacie zariadenie,
- testovacie metódy
- výpočet a uvedenie výsledkov skúšky,
- správa o výsledku skúšky.

Skúšobné podmienky:

Pri skúške by sa mali používať iba hnojivá, ktoré sú v návode na obsluhu a zariadenie je nastavené na toto hnojivo. Norma definuje dve základné podmienky skúšky.

Statický test aplikátorov priemyselných hnojív:

Pri statickom teste je aplikátor uložený v pevnom nepohybujúcom sa ráme. Pohyb vykonávajú zberné nádoby.

Test za pohybu aplikátora priemyselných hnojív:

Pri tomto spôsobe testu sa pohybuje samotný aplikátor a zberné nádoby sú uložené, nepohybujú sa.

Pre obidva prípady norma definuje aj požadovanú rýchlosť aplikátora alebo pohybujúcich sa misiek. Rýchlosť pohybu je stanovená na $8 \text{ km.h}^{-1} \pm 0,4 \text{ km.h}^{-1}$. V prípade že sa zvolí iná rýchlosť, tak sa to uvedie v protokole o skúške.

Aplikačná dávka

Odporúčaná rýchlosť je 8 km. h^{-1} , prípadne ak sa použije iná rýchlosť musí sa to zaznamenať do protokolu o skúške. Norma stanovuje meranie pri troch rôznych objemoch zaplnenia zásobníka:

- aplikačná dávky pri minimálnom zaplnení zásobníka,
- aplikačná dávka pri maximálnom zaplnení zásobníka,
- aplikačná dávka v rozmedzí minimálneho a maximálneho zaplnenia.

Tab. 5 Minimálna a maximálna dávka výživných látok v závislosti na obsahu živín v pôde.

výživné látky	aplikačná dávky kg. ha-1	
	minimum	maximum
N	20	120
P ₂ O ₅	30	150
K ₂ O	40	300
MgO	25	100

Zdroj: STN EN 13 739.2

Miesto vykonávania skúšok:

Skúška by sa mala vykonávať na rovnom a spevnenom povrchu. Rýchlosť vetra nesmie prekročiť $2\text{ m}\cdot\text{s}^{-1}$, vlhkosť vzduchu 65% a teplota by sa mala pohybovať v rozmedzí 10°C až 25°C . Testovaný materiál nesmie byť vystavený poveternostným vplyvom viac ako 4 hodiny pred skúškou.

Výpočet variačného koeficientu:

$$CV = \frac{s}{\bar{x}} \cdot 100 \quad (4)$$

Kde:

s – štandardná odchýlka,

Vypočítame podľa vzorca:
$$s = \sqrt{\frac{1}{n-1} \sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})^2} \quad (5)$$

\bar{x} – priemerná hmotnosť hnojiva, zachytená v jednej zbernej nádobe v gramoch, ktorú

vypočítame podľa vzorca:
$$\bar{x} = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n x_i \quad (6)$$

n – počet misiek na aplikačnej šírke,

6.4 Slovenská technická norma STN 47 0127

Názov:

Rozhadzovače tuhých priemyselných hnojív

Metódy skúšania

Časť 1

Táto norma bola vydaná 17.2. 1970 pre univerzálne rozhadzovače tuhých priemyselných hnojív a stanovovala metódy ich skúšania. Bola zrušená 1. 12. 1991, kedy bola nahradená normou STN EN 13 739 a STN EN 13 740.

Prístroje:

Pri skúšaní rozhadzovačov sa používajú meracie prístroje a meradlá, u ktorých presnosť merania neprevyšuje hodnoty uvedené v tabuľke 6.

Tab. 6 Merané veličiny a ich tolerancie.

<u>Meraná veličina</u>	<u>Presnosť merania, %</u>
Dĺžkové rozmery	±1
Objem	±2
Hmotnosť rozhadzovača	±2
Hmotnosť materiálu	±1
Sila	±2,5
Čas	±0,5
otáčky	±0,5
Tlak	±2
vlhkosť	±2
Teplota	±2
Spotreba PHM	±2
Krútiaci moment	±3

Zdroj: STN 47 0127

Príprava ku skúške:

1. Pred zahájením skúšky musí byť stroj zabehnutý podľa návodu k obsluhu.
2. Zábeh stroja sa uskutočňuje najmenej 5 hodín hlavného času, pokiaľ návod na obsluhu to nestanovuje inak.
3. Určenie funkčných ukazovateľov sa musí vykonávať na otvorenom rovinnom pozemku, pri najväčšej rýchlosti vetra do $2 \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}$, alebo v uzavretej skúšobnej hale. Veľkosť skúšobnej haly musí umožniť vykonanie stanovených pracovných postupov.
4. Pri skúšaní rozhadzovačov sa používajú granulované, kryštalické, práškové a vápenaté priemyselné hnojivá, pričom ich vlhkosť a charakteristika musí zodpovedať predpísaným požiadavkám.
5. Rozhadzovače určené pre prácu na svahoch sa musia skúšať na najväčšom svahu.

Skúška:

- Pri funkčných skúškach musí byť zásobník naplnený najmenej do 2/3 svojho najväčšieho objemu.
- Charakteristiku používaného hnojiva určujú tieto ukazovatele:
 - o vlhkosť hnojiva v percentách
 - o Objemová hmotnosť v kilogramoch na decimeter kubický
 - o sypný uhol
 - o granulometrické zloženie
 - Určuje sa preosievaním vzorky hnojiva o hmotnosti 1000g súpravou sít s veľkosťami otvorov 0,125; 0,250; 0,500; 0,710; 1,000; 2,000; 2,800; 4,000 mm. Vážením sa určí hmotnosť každej skupiny. Výsledkom je aritmetický priemer.

Ukazovatele akosti práce sa určujú najmenej u dvoch druhov hnojiva. Pritom sa nadstavujú dávky:

- Práškové hnojivá 600 kg. ha⁻¹
- Kryštalické hnojivá 150 kg. ha⁻¹
- Granulované hnojivá 400 kg. ha⁻¹

Tieto ukazovatele sa skúmajú pri práci rozhadzovača, ktorý sa pohybuje rýchlosťou 8 km. h⁻¹ , 15 km. h⁻¹ , a najväčšou pracovnou rýchlosťou ktorú stanovuje výrobca v návode na obsluhu. Dovoľená odchýlka rýchlosti je najviac ±10%.

Pri práci ťahaných rozhadzovačov na svahu musí byť jedna strana v pozdĺžnej rovine o 100 mm vyššie ako druhá strana.

Pri nesených rozhadzovačoch je stanovený sklon 7%.

Priečna nerovnomernosť

Priečna nerovnomernosť sa určuje v celej šírke rozhadzovania hnojiva. Pre zistenie priečnej nerovnomernosti sa používajú zberné nádoby o rozmeroch 1000 x 250 mm, alebo 500 x 500 mm, s výškou stien 150 mm. U zberných nádob musí byť zabránené stratám hnojiva pri spätnom odraze od dna nádoby.

Zberné nádoby sa rozmiestnia vedľa seba, kolmo na smer jazdy. Rozhadzovač priemyselného hnojiva prechádza stredom rozmiestnených zberných nádob. Hmotnosť

hnojiva rozhodného na tejto ploche sa stanoví s aritmetického priemeru hmotnosti hnojiva zachyteného zbernými nádobami po oboch stranách kolies. Hnojivo zachytené v zberačoch sa v poradí zľava doprava zváži a jeho hmotnosť sa zaznamená.

Celková šírka rozhodného hnojiva sa rovná vzdialenosti medzi vnútornými okrajmi protiľahlých zberných nádob, v ktorých je hmotnosť zachyteného hnojiva menšia ako je 1 g.

Priečna nerovnomernosť rozhadzovania hnojiva (N_p) sa vypočíta ako variačný koeficient v percentách podľa vzorca:

$$N_p = \frac{\sigma}{\bar{m}} \quad (7)$$

kde:

σ - smerodajná odchýlka

\bar{m} - priemerná hmotnosť hnojiva, zachytená v jednej zbernej nádobe v gramoch, ktorú vypočítame podľa vzorca:

$$\bar{m} = \frac{1}{n} \cdot \sum_{i=1}^n m_i$$

(8)

kde:

m_i - hmotnosť hnojiva zachytené v i -tej zbernej nádobe

n - počet zberných nádob

Smerodajná odchýlka (σ) v gramoch sa vypočíta podľa vzorca:

$$\sigma = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (m_i - \bar{m})^2}{n-1}} \quad (9)$$

Pracovná šírka záberu rozhadzovača

U odstredivých rozhadzovačov, ktoré pracujú s prekrytím, je pracovná šírka záberu určovaná s prihliadnutím na toto prekrytie.

Pracovná šírka záberu sa určuje grafickou metódou. Prekrytie sa vykoná člnkovým, alebo záhonovým spôsobom jazdy, pri ktorom sa pravá strana pohnojeného pruhu prekrýva ľavou stranou pri postupnom znižovaní meraných hodnôt. Pre každú šírku záberu sa vypočíta variačný koeficient, pričom počet meraní z ľavej a pravej strany musí byť rovnaký. Vzájomná závislosť variačného koeficientu a šírky záberu sa znázorní

v histograme. Z histogramu sa určí efektívny pracovný záber a doporučené šírky pracovného záberu, pri ktorých sa variačný koeficient pohybuje v tolerancii dovolenej nerovnomernosti rozhadzovania.

Pozdĺžna nerovnomernosť

Skúšky sa uskutočňujú v pracovných podmienkach. Zberné nádoby sa rozmiestnia v smere jazdy stroja do radu v dĺžke 10m.

Pri odstredivých rozhadzovačoch sa zberné nádoby umiestnia v jednej rade medzi kolesá stroja.

U ostatných priemyselných hnojív sa zberné nádoby umiestnia v piatich radoch a to týmto spôsobom:

- Jedna rada v ose jazdy.
- Po jednej rade na oboch okrajoch pohnojeneho pruhu (pracovná šírka záberu podľa návodu k obsluhu).
- Po jednej rade v strede medzi vnútornými okrajmi a osou jazdy.

Hnojivo zachytené v zberných nádobách sa odváži a jeho hmotnosť sa zaznamená do grafu. Pozdĺžna nerovnomernosť sa vypočíta ako variačný koeficient .

Priechodnosť rozhadzovača

Pri určovaní priechodnosti musí byť zabezpečené spoľahlivé zachytenie hnojiva. Pri určovaní sa odpojí alebo demontuje rozhadzovacie ústrojenstvo. Priechodnosť sa určuje v laboratórnych podmienkach otáčaním dopravného zariadenia rozhadzovača na skúšobnej stolici, alebo v pracovných podmienkach pri jazde rozhadzovača na skúšobnom úseku. Doba merania musí byť najmenej 30 sekúnd.

Meranie sa uskutočňuje pre najmenší, najväčší a tri ľubovoľne zvolené hodnoty rozsahu priechodnosti rozhadzovača. Z nameraných údajov sa zostroja grafy priechodnosti a vypočítajú sa dávky rozhadzovaného hnojiva (D) v kilogramoch na hektár podľa vzorca:

$$D = \frac{Q_r}{v_r \cdot B_p} \cdot 10^4 \quad (10)$$

kde:

- Q_r - priechodnosť rozhadzovača pri skúške, $\text{kg} \cdot \text{s}^{-1}$
- v_r - rýchlosť jazdy rozhadzovača, $\text{m} \cdot \text{s}^{-1}$

B_p - pracovná šírka záberu, m

Priechodnosť rozhadzovača (Q_r) v kilogramoch za sekundu sa vypočíta ako podiel hmotnosti hnojiva zachyteného v priebehu merania v kilogramoch a doby merania v sekundách.

Nerovnomernosť dávkovania hnojiva

Nerovnomernosť dávkovania hnojiva (λ) v percentách sa určuje v závislosti naplnenia zásobníka a rôznych rýchlostí jazdy pracovnej súpravy.

Nerovnomernosť dávkovania (λ_R) v závislosti od rýchlosti jazdy, sa určí na základe údajov zistených pri meraní dávok rozhádzaného hnojiva. Vypočítame to podľa vzorca:

$$\lambda_R = \frac{\sqrt{\sum_{i=1}^n \frac{(D_i - \bar{D})^2}{n}}}{\bar{D}} \quad (11)$$

kde:

\bar{D} - priemerná dávka s troch meraní, pri rôznych rýchlostiach jazdy, $\text{kg} \cdot \text{ha}^{-1}$

D_i - dávka hnojiva pri i - tom meraní, $\text{kg} \cdot \text{ha}^{-1}$

n - počet meraní

Pri meraní sa zaznamenávajú aj tieto ukazovatele:

- Krútiaci moment hnacieho hriadeľa, N. m;
- Otáčky hnacieho hriadeľa, min^{-1} ;
- Ťahový odpor, N;
- Prejdená dráha počas merania, m;
- Doba merania, s;
- Spotreba pohonných hmôt počas skúšky, kg;

S výsledkov merania vypočítame tieto hodnoty:

- Rýchlosť jazdy, $\text{m} \cdot \text{s}^{-1}$;
- Výkon motora potrebného pre pojazd rozhadzovača, kW;
- Ťahový výkon, kW;
- Celkový pracovný príkon rozhadzovača, kW;
- Koeficient celkového využitia výkonu motora, %;
- Spotreba pohonných hmôt, $\text{kg} \cdot \text{h}^{-1}$; $\text{kg} \cdot \text{h}^{-1}$

Výsledky skúšok sa spracovávajú metódami matematickej štatistiky. S vykonanej skúšky sa zostaví protokol a skúške.

Protokol o skúške musí obsahovať:

- Úvod (cieľ skúšky, charakteristiku a priebeh skúšania).
- Popis rozhadzovača (určenie, technickú charakteristiku, technologický postup).
- Podmienky skúšky
- Výsledky skúšky
- Hodnotenie merania

7. Normy Spojených štátov amerických

7.1 ASABE S341.3

Táto norma platí od februára 2004.

Názov:

Postup merania pričnej rovnomernosti a kalibrácia rozhadzovačov tuhých priemyselných hnojív.

Táto norma definuje metodický postup merania, klimatické podmienky, sklon pozemku, šírku zberných nádob a zaplnenie zásobníka.

Postup merania:

Pri meraní je zaplnenie zásobníka 40% až 50%, s celkového objemu zásobníka. Rýchlosť jazdy je určená výrobcom rozhadzovača hnojiva, pričom táto rýchlosť musí byť konštantná.

Klimatické podmienky sú určené rýchlosťou vetra do 8 km.h⁻¹. Rozhadzovacie zariadenie musí byť umiestnené 1,5m nad povrchom a norma dovoľuje aj sklon pozemku do 2°.

Šírka zberných nádob je zafinovaná ako 10% s efektívnej šírky záberu.

Výpočet variačného koeficientu CV:

$$X = \sum \frac{X_i}{N}$$

(12)

$$\text{Smerodajná odchýlka: } \sigma = \sqrt{\frac{\sum (X_i - X)^2}{N - 1}}$$

(13)

$$CV = \frac{\sigma}{X}$$

(14)

X – aritmetický priemer

X_i – i -ta zberná nádoba

N – počet zberných nádob

8. Porovnanie noriem merania kvality aplikácie priemyselných hnojív

V tabuľke 7, sme porovnávali základné pracovné parametre, výpočet variačného koeficientu a pracovných rýchlostí ako definujú jednotlivé normy. S tejto tabuľky je možné zistiť pracovnú rýchlosť, kde pri STN EN je definovaná normou, tak norma ESABE necháva rýchlosť určiť výrobcom. Zaplnenie zásobníkov je v podstate skoro rovnaké. Pri zberných nádobách je STN EN presne definovaný rozmer, ale ESABE ich rozmer definuje v percentuálnom vyjadrení podľa efektívnej šírky záberu.

Normy sú na medzinárodnej kvalite.

Tab. 7 Porovnávacía tabuľka

NORMA	Výpočet CV	Pracovná rýchlosť	Naplnenie zásobníka počas skúšky	Rozmery zberný nádob	Dovolená rýchlosť vetra pri skúške
STN 47 0127	$Np = \frac{\sigma}{m}$	8 km. h ⁻¹ , 15 km. h ⁻¹ ±10%.	najmenej do 2/3 svojho najväčšieho objemu	1000 x 250 mm, 500 x 500 mm, s výškou stien 150 mm.	2 m. s ⁻¹
STN EN 13739-2	$CV = \frac{s}{x} \cdot 100$	8 km. h ⁻¹ 10 km. h ⁻¹ 12 km. h ⁻¹	Minimum, maximum a v rozmedzí minima a maxima	500mm x 500mm, 250mm x 500mm, 250mm x 1000mm	2m. s ⁻¹
STN EN 13740-2	$CV = \frac{s}{x} \cdot 100$	8 km.h ⁻¹ ± 0,4 km.h ⁻¹	Minimum, maximum a v rozmedzí minima a maxima	500mm x 500mm, 250mm x 500mm, 250mm x 1000mm	2m. s ⁻¹
ESABE S341.3	$CV = \frac{\sigma}{X}$	Rýchlosť jazdy je určená výrobcom rozhadzovača hnojíva.	je zaplnenie zásobníka 40% až 50%, s celkového objemu	Šírka zberných nádob je zadaná ako 10% s efektívnej šírky záberu.	8 m. s ⁻¹

9. Záver

Zhodnotením Slovenských technických noriem týkajúcich sa kvality aplikácie tuhých priemyselných hnojív, sme dospeli k poznatkom, že sú na kladené celosvetovo vysoké požiadavky.

Z pohľadu našej krajiny, je možné konštatovať, že normy STN EN 13 739 a STN EN 13 740 spĺňajú základné požiadavky kladené na kvalitnú aplikáciu v celej Európskej únii. Sú v nich zahrnuté všetky požiadavky na minimálne hodnoty kvalitatívnych parametrov (hlavne minimálne hodnoty koeficientu variácie). Zostali na rovnakej úrovni ako tomu bolo pred vstupom SR do EÚ, kedy bola na Slovensku v platnosti norma 47 0127 prevzatá s bývalej ČSN 47 0127, platnej za bývalej Československej republiky.

Pri porovnaní európskych štandardov kvality aplikácie tuhých priemyselných hnojív s normami platnými v USA možno konštatovať ich celkovú zhodu na podstatných minimálnych požiadavkách hodnôt variačných koeficientov, ktoré sú v oboch prípadoch definované na úrovni CV 15%. Rozdiely však existujú v rôznych rozmeroch použitých zberných nádob, kde v prípade normy ASABE S341.3 (USA) je definovaná maximálna šírka týchto nádob ako 10 % s efektívnej šírky záberu rozhadzovača. Na rozdiel od normy STN EN 13739, kde sa uvádza rozmer nádob 1000x250mm alebo 500x500mm (s rovnakou plochou 0,25m²). Výpočet štatistického parametra koeficientu variácie a jeho interpretácie je v oboch normách rovnaká.

Na záver je možné konštatovať, že kvalita aplikácie tuhých priemyselných hnojív je v uvedených normách stanovená veľmi prísne, s dostatočným dôrazom na detailný opis metodologického postupu pri vykonávaní skúšok priečnej a pozdĺžnej rovnomernosti aplikácie. Na základe týchto informácií, má možnosť, ktorýkoľvek užívateľ rozhadzovača priemyselných hnojív, vykonať vlastné merania kvality aplikácie svojho stroja a zakúpeného priemyselného hnojiva.

10. Zoznam použitej literatúry

- [1] Macák M., Nozdrovický L., Krupička J., *Vplyv fyzikálno-mechanických vlastností priemyselných hnojív na funkciu rozhadzovačov z pohľadu požiadaviek presného poľnohospodárstva*, vedecká monografia, 1. vydanie: Česká zemědělská univerzita v Praze, ISBN 978- 80- 213- 2023- 9, 210 str.
- [2] Piszczalka J., Maga J., *Mechanizácia rastlinnej výroby*, 1. vydanie: Slovenská poľnohospodárska univerzita v Nitre, ISBN 80- 8069- 071- 5, 202 str.
- [3] Nozdrovický L., Rataj V., Mihál P., *Mechanizácia rastlinnej výroby a jej hospodárne využívanie*, 1997 Bratislava, ISBN 80- 7137- 439- 3, 128 str.
- [8] Neubauer K., a kol., *Stroje pro rostlinnou výrobu*, 1989, ISBN 80- 209- 0075- 6, 720 str.
- [4] Slovenská technická norma STN 12 944, *Priemyselné a vápenaté hnojivá a pôdne kondicionéry*,
- [5] Slovenská technická norma STN 13 739, *Polnohospodárske stroje. Rozhadzovače naširoko a aplikátory tuhých priemyselných hnojív. Ochrana životného prostredia*.
- [6] Slovenská technická norma STN 13 740, *Polnohospodárske stroje. Riadkové rozhadzovače tuhých priemyselných hnojív. Ochrana životného prostredia*.
- [7] Slovenská technická norma STN 47 0127, *Rozhadzovače tuhých priemyselných hnojív, Metódy skúšania*.
- [8] ESABE S341.3, *Postup merania priečnej rovnomernosti a kalibrácia rozhadzovačov tuhých priemyselných hnojív*.

11. Zoznam použitých internetových stránok

- [1] www.agrovokservis.sk
- [2] www.duslo.sk
- [3] www.tuzvo.sk
- [4] <http://www.freepatentsonline.com/4624195.pdf>
- [5] www.arbo-kt.cz