

**Česká zemědělská univerzita v Praze**

Technická fakulta

**Měření elektrické vodivosti vybraných  
minerálních hnojiv**

diplomová práce

Vedoucí diplomové práce: Ing. Josef Krupička, CSc.

Diplomant: Bc. Jaroslav Kužel

PRAHA 2015

## **Prohlášení**

Prohlašuji, že jsem tuto diplomovou práci *Měření elektrické vodivosti vybraných tuhých minerálních hnojiv* vypracoval samostatně pod vedením Ing. Josefa Krupičky, CSc. a uvedl v seznamu literatury všechny použité literární a jiné odborné zdroje v souladu s právními předpisy.

V Praze, dne 5. dubna 2015

---

vlastnoruční podpis autora

## **Poděkování**

Na tomto místě bych chtěl poděkovat Ing. Josefu Krupičkovi, CSc. za cenné připomínky a odborné rady, kterými přispěl k vypracování této diplomové práce.

**Abstrakt:** V mé diplomové práci se věnuji měření elektrické vodivosti vybraných druhů minerálních hnojiv. Celá práce se skládá ze čtyř kapitol. V úvodní kapitole se věnuji elektrické vodivosti a jejímu vlivu na zasolení půdy. V druhé kapitole popisuji definici elektrické vodivosti a přístroje k měření elektrické vodivosti, definuji vlastnosti tuhých minerálních hnojiv a jejich rozdělení. Předposlední kapitolu jsem věnoval popisu vybraných druhů minerálních hnojiv vybraných k měření, samotnému měření významných velikostních skupin minerálních hnojiv, postupu měření a grafickému znázornění výsledků. V poslední kapitole neboli závěru popisuji výsledky měření.

**Klíčová slova:** elektrická vodivost, roztok, granule, konduktometr, koncentrace hnojiva

### **The Measurement of the Electrical Conductivity of Selected Mineral Fertilizers**

**Summary:** In my diploma thesis I focus on measuring electrical conductivity of selected types of mineral fertilizers. The thesis consists of four chapters. First chapter is dedicated to electrical conductivity and its influence on salinization of soil. In the second chapter, I write about electrical conductivity and machines that measure it. I explain the features of solid mineral fertilizers and its categories. Third chapter describes selected types of mineral fertilizers chosen for the measurements. Then there is the actual measuring of significant groups of mineral fertilizers itself, description of the measurement proces and graphical representation of the result. In the final chapter I expalin the results of my measurements.

**Key words:** electrical conductivity, solution, granule, conductivity meter, concetration of fertilizer

# Obsah

<b>1</b>	<b>Úvod .....</b>	<b>1</b>
<b>2</b>	<b>Cíl práce a metodika .....</b>	<b>4</b>
<b>3</b>	<b>Minerální hnojiva a elektrická vodivost .....</b>	<b>5</b>
3.1	Minerální hnojiva .....	5
3.1.1	Jednosložková tuhá hnojiva .....	6
3.1.2	Vícesložková tuhá hnojiva .....	8
3.1.3	Mísitelnost minerálních hnojiv .....	10
3.1.4	Fyzikální vlastnosti minerálních hnojiv .....	11
3.1.5	Chemické složení .....	12
3.2	Měrná elektrická vodivost a měřicí přístroje .....	12
3.2.1	Měřicí sondy .....	13
3.2.2	Měřicí převodník .....	14
<b>4</b>	<b>Měření .....</b>	<b>15</b>
4.1	Příprava vzorků vybraných tuhých minerálních hnojiv .....	15
4.2	Příprava vzorku na laboratorní třídiče .....	17
4.2.1	Postup měření .....	18
4.3	Příprava vzorku na laboratorních sítích .....	20
4.4	Měření elektrické vodivosti .....	22
4.5	Tabulky a grafy naměřených hodnot .....	24
4.5.1	Naměřené hodnoty el. vodivosti hnojiva NPK 20-8-8 .....	24
4.5.2	Vyhodnocení vzorku NPK 20-8-8 .....	30
4.5.3	Naměřené hodnoty el. vodivosti hnojiva Dolophos 26 .....	31
4.5.4	Vyhodnocení vzorku Dolophos 26 .....	37
4.5.5	Naměřené hodnoty el. vodivosti hnojiva LAD 27 .....	38
4.5.6	Vyhodnocení vzorku LAD 27 .....	44
4.5.7	Vyhodnocení vzorků NPK 20-8-8, Dolophos 26, LAD 27 .....	45
<b>5</b>	<b>Závěr .....</b>	<b>46</b>

# 1 Úvod

Má diplomová práce pojednává o měření elektrické vodivosti vybraných druhů tuhých minerálních hnojiv, měření bude použito k vytvoření etalonu pro kvalitativní posouzení roztoků hnojiv. V úvodu bych se rád zmínil o problematice využití elektrické vodivosti v precizním zemědělství, o metodách měření elektrické vodivosti, o vlivu elektrické vodivosti na salinitu půdy, o koncentraci půdy a také o všeobecném použití hnojiv.

Elektrická vodivost minerálních hnojiv nám určuje celkovou míru koncentrace solí rozpuštěných v živném roztoku. Její hodnoty se využívají při určení vhodnosti hnojiva pro konkrétní typ půd, tedy v oblasti precizního zemědělství aplikace hnojiv, ale neposkytuje nám informace o přesném obsahu minerálů v živném roztoku. [1]

Analýza minerálních hnojiv je dnes velmi důležitou součástí správného plánování aplikace hnojiva. Hodnota elektrické vodivosti při precizní aplikaci hnojiv má zajistit přesné dávkování hnojiva, aby nedošlo k možnému poškození plodiny vlivem zvýšené salinity půdy. Elektrická vodivost se využívá k testování minerálních hnojiv, aby se snížilo riziko nesprávného použití hnojiva, které by vedlo k nižší produktivitě růstu plodiny, ke zvýšení rizika degradace půdy a v neposlední řadě také k nižším ziskům z výnosu plodiny. [1]

Přístroje pro metodu měření elektrické vodivosti patří mezi základní prostředky pro analýzu přírodních, odpadních vod, provozních kapalin a finálních produktů v oblasti průmyslu a odpadního hospodářství. Podle elektrické vodivosti je možné velmi přesně posoudit kvalitu měřené tekutiny a snadno z ní lze odvodit i jiné údaje, jako stupeň znečištění, koncentraci různých složek roztoku apod. Hodnota elektrické vodivosti může sloužit pro precizní aplikaci hnojiv v kapalně formě. Elektrická vodivost je převrácená hodnota elektrického odporu v roztoku a její základní jednotkou je Siemens, značí se písmenem S. [2]

Přístroje pro měření měrné elektrické vodivosti kapalin se skládají z měřícího převodníku s vyhodnocovací jednotkou a měřící sondy, neboli snímače vodivosti. Většinu přístrojů je možné použít i pro měření měrného odporu a váhové koncentrace některých složek roztoku, kterou lze odvodit z elektrické vodivosti. Přístroje umožňují měřit obsah rozmanitých koncentrací, od velmi malých až po vysoké, a často se používají i pro řízení celé řady průmyslových procesů. [2]

Kvalita plodin závisí na výběru a stanovení množství vybraného druhu hnojiva. V obecném hledisku je hnojení součástí opatření, která jsou nutná ke zvyšování úrodnosti půdy a svou roli zde hrají také hlediska ochrany životního prostředí. Pokud má být hnojení účinné, musí se provádět v souladu se správně prováděným obděláváním půdy, s dodržováním požadovaných pěstitelských termínů, výběrem vhodných odrůd ve spojení s pečlivým ošetřováním a ochranou rostlin. [3]

Velký vliv na kvalitu půdy má salinita neboli zasolení půdy. Salinita je obsah rozpuštěných solí ve vodě a jejím ukazatelem je konduktivita (elektrická vodivost). Může být způsobena různými příčinami jako třeba nadměrným hnojením, či hnojením hnojivy s vysokou hodnotou elektrické vodivosti. Zasolení půdy je způsobeno nahromaděním lehce rozpustných solí pocházejících ze spodní nebo zálivkové vody a z minerálních hnojiv v horních vrstvách půdy. Jde především o soli obsahující draselné, hořečnaté, vápenaté, chloridové, síranové, uhličitanové a sodné ionty. Za zasolené půdy považujeme nasycený vodní extrakt, který vykazuje vyšší hodnotu elektrické vodivosti než  $4 \text{ dS}\cdot\text{m}^{-1}$ . Jako příklad značně citlivé plodiny lze uvést salát, který na zasolení půdy reaguje zpomalenou tvorbou hlávek a tvorbou tmavých tvrdých listů. Tato porucha se vyskytuje především v prostorách, kde dávky vody do půdy jsou nižší než jejich odpar. [1]

Primární salinizace spočívá v nahromadění solí přírodními procesy v důsledku vysokého obsahu solí v podzemní vodě nebo matečném materiálu. Sekundární salinizace je způsobována lidskými zásahy, jakou jsou například nevhodné zavlažovací postupy při zavlažování vodou bohatou na soli či při nedostatečném odvodňování.

K přírodním činitelům, které přímo ovlivňují salinitu půd patří:

- klima, matečný materiál půdy, krajinný pokryv
- záplavová voda
- působení větru, který v pobřežních oblastech může navát do vnitrozemí určité množství soli. [1]

Člověkem způsobené činitele, které mohou vést k zasolování půdy:

- zavlažování vodou bohatou na soli
- vzestup hladiny podzemní vody v důsledku lidské činnosti (chybné zavlažovací postupy, nesprávné odvodňování atd.)
- vedlejšími produkty průmyslu
- používání hnojiv a dalších přísad, zejména má-li půda nízkou propustnost a omezené množství na vylouhování. [1]

Hromadění solí v půdě je jednou z hlavních fyziologických hrozeb pro ekosystémy. Sůl narušuje vývoj rostlin omezením příjmu živin a snížením kvality vody, která je pro rostlinu k dispozici. V neposlední řadě také ovlivňuje metabolismus půdních organismů, což má za následek dramatické snížení úrodnosti půdy. Salinita půdy vyvolává úhyn rostlin jednak vinou osmotického tlaku a jednak kvůli toxickým účinkům soli. [1]

Salinizace je jeden z nejrozšířenějších procesů degradace půdy na světě. V Evropě se nejvíce vyskytují zasolené půdy v Maďarsku, Rumunsku, Řecku a Itálii. V severských zemích vzhledem k vysokému solení silnic v zimním období, za účelem odstranění náledí, dochází k lokalizovanému zasolení. Podle odhadů postihuje zasolení 1 až 3 miliony hektarů půdy v EU. Představuje závažnou formu degradace půdy a považuje se za významnou příčinu diversifikace. S poklesem srážek a růstem teploty, které jsou stále více charakteristické pro klima v posledních letech se problém zasolení půdy v Evropě zhoršuje [1]



## **2 Cíl práce a metodika**

Cíl práce:

Cílem práce je stanovení elektrické vodivosti vybraných druhů tuhých minerálních hnojiv.

Metodika práce:

Na základě opakovaných měření stanovit elektrickou vodivost pro vybraná tuhá minerální hnojiva NPK 20-8-8, Dolophos 26 a LAD 27 pomocí laboratorního přístroje inoLab Cond 720, který je určen pro měření elektrické vodivosti.

## 3 Minerální hnojiva a elektrická vodivost

Tato kapitola se skládá ze dvou částí. V první části se budu věnovat obecné problematice minerálních hnojiv. Bude zde popsáno použití, dělení a vlastnosti. Druhou část bude tvořit téma elektrická vodivost. Objasním zde, co nám elektrická vodivost vyjadřuje, v jakých odvětvích se uplatňuje a čím se měří.

### 3.1 Minerální hnojiva

Minerální hnojiva se používají zejména pro korekce nedostatku živin u plodin, a pro cílené udržování vlastností půdy. Jedná se většinou o výrobky chemického průmyslu. Na jejich výrobě se také kromě chemického průmyslu podílí stavebnictví a hutnictví. Jsou typické svým vysokým obsahem živin a mohou obsahovat jednu nebo více základních živin. Vyrábějí se z přírodních surovin, jako jsou např. vápence, fosfáty, draselné minerály. Pro minerální hnojiva pochází dusík ze vzduchu. Stávající minerální hnojiva jsou jednoduché chemické sloučeniny nebo jejich směsi a jen v malé míře se používají složité sloučeniny (např. pomalu působící dusíkatá hnojiva).[3]

Obsahy živin v hnojivech se v odborné literatuře uvádějí v prvcích. V odvětví výroby a obchodu se ovšem u nás i v Evropské unii udává obsah živin v oxidech s výjimkou síry, dusíku a stopových prvků. Pro příklad tedy fosfor se udává jako  $P_2O_5$ , draslík jako  $K_2O$  apod. [3]

Na trh se mohou dodávat pouze registrovaná hnojiva a jejich způsobilost k uvedení na trh zajišťuje Ústřední kontrolní a zkušební ústav zemědělský (ÚKZÚZ) po přezkoumání účinnosti a jakosti. U účinnosti se zkoumá obsah živin a jejich formy, které jsou důležité zejména u fosforečných, draselných, vápenatých a hořečnatých hnojiv. Také se hodnotí obsah rizikových prvků, zejména kadmium (Cd), chrom (Cr), olovo (Pb), arzen (As) a rtuť (Hg). [4]

Dělení hnojiv podle obsahu základních živin:

- dusíkatá
- fosforečná
- draselná
- vápenatá
- hořečnatá
- s obsahem síry
- vícesložková. [3]

### **3.1.1 Jednosložková tuhá hnojiva**

Předností těchto hnojiv oproti speciálním hnojivům je nižší cena, jak pro maloobchodníky, tak i pro zahrádkáře. V podstatě jsou nejpoužívanější. Pouze v mimokořenové výživě a pro hnojivou zálivku potřebujeme speciální hnojiva a stopové prvky. Obsahují jednu živinu jako hlavní a mohou obsahovat také doprovodné ionty (např. vápník, hořčík, sodík) popř. mikroelementy. [4]

#### **Dusíkatá hnojiva**

Nejpodstatnějším dusíkatým hnojivem je ledek amonný s vápencem (LAV). Lze ho použít téměř pro všechny plodiny a kultury. Jelikož obsahuje polovinu dusičnanového a polovinu čpavkového dusíku, působí rychle, tak i do určité míry pozvolněji. Na druhé straně ledek vápenatý je typickým hnojivem k přihnojování během vegetace s rychlým účinkem a příznivým působením vápníku. Dále se používá ledek amonný s dolomitem (LAD) zvláště tam, kde je potřeba hnojit hořčíkem. Pokud se jedná o půdy zásadité (alkalické), používá se síran amonný, který má okyselující vliv a zlepšuje přijatelnost stopových prvků. Dusík je zde ve čpavkové formě. Zvláštní postavení mezi dusíkatými hnojivy zaujímá dusíkaté vápno, protože při jeho přeměně vznikají v půdě přechodné meziprodukty a také močovina, v které se dusík nachází v amidické formě a vzhledem k jeho vysokému obsahu ji musíme pečlivě dávkovat. [3]

### **Fosforečná hnojiva**

Z fosforečných hnojiv je nejdůležitější superfosfát jednoduchý s vysokým obsahem sádry, která řeší nedostatek síry v půdě. Používají se v předseťové přípravě i před orbou. Převážná část fosforu je ve vodorozpustné formě, a tudíž je lehce dostupná pro rostliny. Superfosfáty by neměly přijít na půdy s výrazně kyselou půdní reakcí (pH pod 5,5), jelikož vodorozpustný fosfor z hnojiva zde rychle přechází na formy pro rostliny málo přijatelné. Méně používaný superfosfát trojitý neobsahuje sádro, ale má stejné použití jako jednoduchý superfosfát. [3]

### **Draselná hnojiva**

Draslík se vyskytuje v draselných hnojivech jako chlorid nebo síran. Při použití chloridových hnojiv musíme brát v potaz, že mnoho zahradních plodin může nepříznivě reagovat na přísun chloridů vzhledem k vysoké rychlosti vyplavení chloridů z půdy. Proto se draselná hnojiva používají hlavně několik týdnů před přípravou půdy nebo nejlépe na podzim. [3]

### **Vápenatá hnojiva**

Slouží jako zdroj vápníku pro rostliny, ale také vytváří příznivé podmínky pro výživu i ostatními živinami. Semletím přírodního vápence se získávají mleté vápence, o jejichž kvalitě rozhoduje nejen obsah vápníku a hořčíku, ale také jemnost mletí. Nejvyšší kvalita vápence jsou výrobky s obsahem uhličitanu vápenatého nad 90 %. Působení vápenců je pozvolné a z tohoto hlediska lze vápencem vápnit na všech půdách. Pro těžké a zasolené půdy se používají pálené vápno a sádra. Pálené vápno se aplikuje především na pozemcích s extrémní kyselostí, a jelikož obsahuje oxid a hydroxid vápenatý, který působí jako žíravina a může poškodit rostliny, tak se používá výhradně mimo vegetaci. [3]

## Hořčnatá hnojiva

Z těchto hnojiv se používají zejména dolomitické vápence, kieserit a hořká sůl. Dolomitické vápence se používají především pro půdy chudé na hořčík a současně pro půdy, které mají potřebu vápnění. Lze s nimi ovšem počítat pouze na půdách s hodnotou pH nižší než 6. Například granulové hořčnaté hnojivo se sírou (Kieserit) se používá u půd s hodnotou pH vyšší než 6. Hořká sůl se osvědčila hlavně v mimokořenové výživě a také s ní lze používat kapalná hnojiva obsahující hořčík (např. Fytovit). [5]

## Hnojiva se sírou

Jsou převážně sírany, které jsou zčásti velmi dobře rozpustné ve vodě. Dusíkatá, fosforečná, draselná a hořčnatá hnojiva již byla uvedena výše a kromě superfosfátu jsou velmi dobře rozpustná ve vodě. Rychle působící dusíkatá, hořčnatá a draselná hnojiva síranového typu se aplikují při předset'ové přípravě půdy na jaře, protože se síra z půdy lehko vyplavuje. [3]

### 3.1.2 Vícesložková tuhá hnojiva

Obsahují dvě nebo tři hlavní živiny (draslík, fosfor a dusík) a dle tohoto počtu je dělíme na dvousložková (NP, NK, PK) a třísložková (NPK). Dále dělíme vícesložková hnojiva podle fyzikálních vlastností na:

- tabletová
- granulovaná
- krystalická
- kapalná.

Při hnojení je nutné zvážit způsob hnojení, zda v tuhé nebo kapalně formě, náročnost rostlin na dusík, formu obsažených živin a také nároky plodin a zásobenost půd přípustnými živinami. [3]

### **Přepočet dávek živin na minerální hnojiva:**

Vypočítané údaje umožňují porovnat obsah živin v různých hnojivech, jelikož je v nich velký rozdíl. K dodání požadované živiny prostřednictvím minerálních hnojiv musíme zajistit takové množství hnojiva, které odpovídá danému obsahu čistých živin.

K tomu využíváme následující vzorec:

$$\frac{\text{požadované množství čistých živin [kg] na } 100 \text{ m}^2 \text{ x hnojená plocha v m}^2}{\text{obsah živin v hnojivu [\%]}}$$

Příklad:

Dle tabulkové hodnoty ke hnojení se má přihnojit zelí 0,6 kg dusíku (N) na 100 m<sup>2</sup>. Hnojená plocha je 130 m<sup>2</sup>. Jako hnojivo se použije ledek amonný s dolomitem, který obsahuje 27 % dusíku (N) a používá se jako univerzální hnojivo pro všechny zemědělské a zahradnické kultury.

Výpočet:

$$\frac{0,6 \text{ [kg] na } 100\text{m}^2 \text{ x } 130 \text{ m}^2}{27 \text{ [\%]}} = 2,89 \text{ kg}$$

Je potřeba 2,89 kg ledku amonného.

Stejný postup se využívá i u dalších minerálních hnojiv. Pro vícesložková hnojiva se za základ pro výpočet považuje výpočet dávky hnojiva dusíku. [5]

### **3.1.3 Mísitelnost minerálních hnojiv**

Půdu a rostliny je nutné ve většině případů zásobovat nikoliv jednou, nýbrž několika živinami. Z důvodu účelnosti se u větších ploch využívá předpříprava směsi hnojiv. Mícháním se připravují směsi hnojiv, které odpovídají daným požadavkům. Samozřejmě je nutné dbát na to, aby byla všechna hnojiva vzájemně mísitelná. [4]

Směsi připravované těsně před použitím obsahují podíl hnojiv, jež silně přijímá vlhkost ze vzduchu, což je samozřejmě důvod toho, že takto upravená hnojiva mazovatěji, hrudkovatí a ztrácí rozmetatelnost. V případech, kdy mohou vznikat při míchání škodlivé plyny, by nemělo míchání probíhat v uzavřených prostorách. To platí například při míchání superfosfátu s hnojivy obsahujícími dusičnanový dusík. [3]

#### **Použití hnojiv**

V obecném pojetí je hnojení součástí všech opatření, která jsou nutná ke zvyšování úrodnosti půdy. Je účinné pouze tehdy, je-li hnojení prováděno v souladu se správně prováděným obděláváním půdy, s dodržováním pěstitelských termínů a ve spojení s pečlivým ošetřováním a ochranou rostlin. V komplexu hnojařských opatření rozlišujeme tři velké okruhy, a to hnojení minerálními hnojivy, organické hnojení a vápnění. Půdní vlastnosti jsou zlepšovány především organickými a vápenatými hnojivy, kdežto minerální hnojiva slouží jako zdroj živin pro rostliny.

Při minerálním hnojení musíme zohlednit nároky rostlin a také obsah živin v půdě. K hnojení se používají nesená, návěsná a samojízdná rozmetadla. [3]

#### **Skladování minerálních hnojiv**

Minerální hnojiva musí být skladována tak, aby nedošlo ke znehodnocení kvality nebo ke ztrátám živin. Nejdůležitější zásadou při skladování je ochrana před vlhkostí. Častokrát je to právě sama vlhkost, která působí negativně na jakost hnojiv. Skladování je nutné provádět v suchých prostorách, která jsou chráněna před povětrnostními vlivy. Volně ložená hnojiva skladujeme tak, aby měla malý povrch, tedy na vysoké hromadě.

Jako podklad se používají prkna nebo střešní lepenka. Stěny, se kterými přijdou hnojiva do styku, by měly být rovněž opatřeny ochranným prvkem. [3]

### **3.1.4 Fyzikální vlastnosti minerálních hnojiv**

K nejdůležitějším fyzikálním vlastnostem tuhých minerálních hnojiv patří relativní vlhkost a kritická relativní vlhkost. Kritickou relativní vlhkostí je brána míra relativní vlhkosti, kdy materiál začíná vstřebávat vlhkost z okolního prostředí a mění své vlastnosti. Tuhá průmyslová hnojiva při styku s vnější vlhkou atmosférou vlhnou, to má za následek, že sorbují vodu ze vzduchu a tím se zvyšuje obsah vody v granulátu. Vlhkost je tedy ovlivňována teplotou okolního prostředí a chemickým složením hnojiva. [4]

Další velmi důležitou vlastností hnojiva je spékavost, což je tendence částic hnojiva spékat se do větších aglomerátů. Projevuje se působením vnějších vlivů, jako je teplota, vlhkost okolí a vlastnosti hnojiv (granulometrické a chemické složení a vlhkosti). Působením těchto vnějších vlivů se při skladování v hromadách, pytlích i v zásobnících tvoří pevné aglomeráty, které silně narušují další plynulou manipulaci nebo ji dokonce znemožňují. Spečená hnojiva se poté musí v zemědělských závodech drtit, přičemž dochází ke zvýšené spotřebě energie a znehodnocení práce vložené do granulace ve výrobních závodech.

Mechanická pevnost granulí nám vypovídá o odolnosti vůči rozpadu, nárazům a otěru. Granule by se neměla rozdrtit působením tlaku v hromadě a také po nárazu na rotující kotouč rozmetadla by měla zůstat v původním tvaru. Snahou je v tomto případě minimalizovat nárůst prachových částic granulátů hnojiva.

Také můžeme zmínit sypkost, což je schopnost hnojiva zůstat po určitou dobu v sypkém stavu a v neposlední řadě také skladovatelnost, při které by měly být při skladování zachovány původní vlastnosti hnojiva. [4]



### 3.1.5 Chemické složení

Kromě chemického složení, které je jedním z kritérií kvality jakosti, existuje řada dalších vlastností, které ovlivňují kvalitu hnojiv a jsou významné pro manipulaci, dopravu, skladování i zemědělskou aplikaci. Za základní parametr jakosti je brán obsah živin a jejich vzájemný poměr. Vychází se ze základu, že každá zemědělská plodina musí mít pro zajištění optimálního růstu jiný poměr živin a jiné množství. Na tyto dvě veličiny působí i další faktory, jako např. klimatické podmínky, kvalita půdy. [1,4]

## 3.2 Měrná elektrická vodivost a měřicí přístroje

Měrná elektrická vodivost neboli konduktivita je fyzikální veličina, která popisuje schopnost látky vést elektrický odpor a značí se písmenem G. Vysokou hodnotu konduktivity má látka, která je dobrým vodičem, špatně vodící látky mají tuto hodnotu nízkou. Měrná elektrická vodivost závisí na množství a druhu rozpuštěných látek v roztoku, ale i na jeho teplotě. [1]

Měřiče elektrické vodivosti neboli konduktometry se vyskytují v celé řadě průmyslových odvětví, jako je chemický průmysl (při měření koncentrace jednosložkových kyselin, louhů a solí organických i anorganických kyselin), potravinářský průmysl (pro měření koncentrace čistících roztoků u myček lahví a při čištění technologických zařízení v mlékárnách a pivovarech), textilního průmyslu (ke kontrole vody pro přípravu barvicích lázní) a v neposlední řadě také v zemědělství (pro určení salinity půdy). Nejčastější využití měřičů vodivosti můžeme vidět v energetických provozech, v elektrárnách a větších kotelnách ke kontrole jakosti napájecích vod a k měření roztoků pro regeneraci iontoměničů. [2]

Měrná elektrická vodivost G je definována jako převrácená hodnota měrného odporu R, tedy  $G = 1/R$ , který je stanoven jako podíl intenzity elektrického pole a proudové hustoty. Mezinárodně uznávanou jednotkou (SI) měrné vodivosti je siemens na metr [ $S \cdot m^{-1}$ ], v analytice vody bývá hodnota nejčastěji vyjadřována v miliSiemens na centimetr [ $mS \cdot cm^{-1}$ ]. Tato jednotka je také nejvíce používána v konduktometrech. Dříve často užívaná jednotka mikroSiemens na centimetr [ $\mu S \cdot cm^{-1}$ ] může být také převedena podle vztahu:  $1 mS \cdot cm^{-1} = 1\,000 \mu S \cdot cm^{-1}$ . Pro tuto práci se podle normy SI používá jednotka deciSiemens na metr [ $dS \cdot m^{-1}$ ], kdy  $1 dS \cdot m^{-1} = 1\,000 \mu S \cdot cm^{-1}$ . [1]

Konduktivita závisí na koncentraci iontů, jejich pohyblivosti, náboji a na teplotě roztoku. Vzhledem k vysoké závislosti konduktivity na teplotě (cca 2 % vzrůstu při zvýšení teploty o 1 °C) má temperování vzorku při měření velký význam.

Předností stanovení konduktivity je, že její hodnotu lze získat poměrně snadno, a že umožňuje přímý odhad koncentrace iontově rozpuštěných látek a celkové mineralizace ve vodách, koncentrace anorganických látek v přírodních, užitkových a odpadních vodách. [1]

U vodičů z kovu přenášejí elektrický náboj elektrony, kdežto u elektrolytů je přenos zprostředkován disociovanými ionty rozpuštěné látky a vodivost roztoku je závislá na stupni disociace. V rozkladu se z daného množství látky štěpí na ionty pouze část molekul, ostatní molekuly zůstávají nedisociované. V poměru počtu disociovaných molekul vzhledem k jejich celkovému počtu ve vodném roztoku nazýváme stupeň disociace, který se označuje písmenem  $\alpha$ . Definice disociace je definována jako děj, při kterém dochází ke štěpení komplexů, molekul nebo solí na menší molekuly, radikály nebo ionty. [7]

### 3.2.1 Měřicí sondy

Kontaktní měřicí sondy, které zasahují přímo do měřeného roztoku, mají dvě nebo čtyři elektrody. Vzhledem k tomu, že jsou elektrody velmi často smáčeny agresivním roztokem, musí být vyrobeny z materiálu vysoce odolného vůči korozi. Podstatnou charakteristikou měřicí sondy je tzv. elektrická odporová konstanta měřicí cely  $K$ , která definuje objem cely  $K$ , ve kterém se vodivost média měří a je dána poměrem vzdálenosti elektrod a její smáčené plochy. Konstrukce sondy určuje konstantu  $K$  a pohybuje se od hodnoty  $0,01\text{--}10\text{ cm}^{-1}$ , výjimečně i do  $100\text{ cm}^{-1}$ . Pro konkrétní aplikaci se volí podle očekávaného rozsahu měrné vodivosti. K měření vodivosti se používá střídavý proud o kmitočtu  $50\text{--}5\,000\text{ Hz}$ , který potlačuje vliv polarizace a nedochází tak k elektrolýze roztoku. Pro měření elektrické vodivosti čisté vody nebo silně zředěných vodných roztoků s měrnou vodivostí od  $0,04\text{--}25\text{ dS}\cdot\text{m}^{-1}$  se používají dvouelektrodové měřicí sondy s deskovými, kolíkovými nebo soustředěnými elektrodami. Při měření u dvouelektrodových soustav může docházet vlivem polarizačních jevů k možným chybám v měření, hlavně pak při vodivostech nad  $5\text{ dS}\cdot\text{m}^{-1}$ . Proto se při měření se středně

velkou měrnou vodivostí přibližně od 0,01–500 dS.m<sup>-1</sup> používají čtyřelektrodové měřicí sondy. Společným problémem kontaktních měřících sond je možnost zněčištění elektrod usazenými či vyloučenými látkami z roztoku a nutnost přizpůsobit snímače vodivosti pro daný měrný roztok. Těchto nedostatků jsou zbaveny indukční měřicí sondy, které jsou bezelektrodové. [7]

Konstrukce měřicí sondy je tvořena z trubice z elektricky nevodivého materiálu, k níž je přivedena měřená vodivá kapalina tvořící uzavřený proudový okruh. Trubice je provlečena jádry dvou transformátorů s označením TR1 a TR2, takže vodivá kapalina v trubici představuje v podstatě jednozávitové sekundární vinutí budícího transformátoru TR1 a současně jednozávitové primární vinutí měřícího transformátoru TR2. [7]

Přesnost měření může výrazně ovlivnit teplotní koeficient, který se pohybuje mezi 2 až 6 %, proto je elektrická vodivost roztoků teplotně velmi závislá, zejména při nízkých hodnotách. Z tohoto důvodu je součástí měřících sond teplotní čidlo, jehož signál se využívá v měřícím převodníku k automatické kompenzaci vlivu teploty na přesnost měření. [6]

### **3.2.2 Měřicí převodník**

Měřicí převodníky pro měření vodivosti různých výrobců se liší uspořádáním vstupního obvodu, pracovní frekvencí, přesností, měřícím rozsahem, počtem vstupů a výstupů, způsobem teplotní kompenzace aj., či dalším doplňujícím vybavením. Vyrábějí se v různých provedeních jako kompaktní přístroje pro montáž do panelu, na stěnu nebo přímo na potrubí či nádrž s měrným médiem, ale také v robustních skříních pro nasazení ve venkovním prostředí, např. v čistírnách odpadních vod. Měřicí sonda se připojuje kabelem až do vzdálenosti několika metrů k měřicímu převodníku. Z převodníku se sonda napájí několika způsoby a to střídavým proudem nebo napětím se sinusovým nebo obdélníkovým průběhem vhodné amplitudy a frekvence. Vstupní obvod měřícího převodníku samozřejmě musí odpovídat použité měřicí sondě, ale jinak se koncepce a provedení převodníku v podstatě neliší od měřících převodníků pro měření elektrochemických veličin. [7]

## 4 Měření

Měření se skládá celkem ze třech částí. V první části jsem si připravil vzorky jednotlivých vybraných hnojiv a navážené množství jsem roztřídil na laboratorní vzduchové třídícíce K-293 ve vertikálním vzduchovém proudu. Ze vzniklých vzorků jsem vybral tři nejzastoupenější rychlostní skupiny. Ty jsem ve druhé části roztřídil na čtyřech typech laboratorních sít o různých průměrech ok. Z nich jsem vybral dvě nejzastoupenější skupiny a navážil z nich 5 gramové vzorky. V poslední, třetí části jsem vzorky různých velikostních skupin rozpustil v destilované vodě a zjistil hodnoty elektrické vodivosti a vytvořil grafy závislosti elektrické vodivosti na čase.

### 4.1 Příprava vzorků vybraných tuhých minerálních hnojiv

Pro vlastní měření jsem vybral různé druhy tuhých minerálních hnojiv, a to trávnickové tříslžkové hnojivo NPK 20-8-8 (obr. 1), ledek amonný s dolomitem LAD 27 (obr.2) a fosforečné hnojivo Dolophos 26 (obr. 3)

*Obr. 1 NPK 20-8-8*



*Obr. 2 LAD 27*



*Zdroj: Vlastní*

*Obr. 3 Dolophos 26*



*Zdroj: Vlastní*

### **NPK 20-8-8**

Vegetační trávnickové hnojivo NPK 20-8-8 je kombinované hnojivo s vysokým obsahem dusíku, fosforu a draslíku, které podporuje růst a intenzitu odnožování trav. Dusík je cca z 9 % v dusičnanové a z 11 % v amonné formě. V hnojivu jsou vedle sebe přítomny: citrátově rozpustná složka tvořící cca 30 % celkového fosforu, okamžitě přijatelná forma fosforu vyjádřená obsahem vodorozpustné složky tvořící cca 20 % celkového fosforu, pocházející ze superfosfátu a zásobní fosfor. Draslík je obsažen ve vodorozpustné chloridové formě. Také je obohacený o hořčík a řadu stopových prvků. Živiny jsou ve formě vápenatých, amonných a draselných solí anorganických kyselin. Hnojivo tvoří granule o velikosti 2 až 5 mm. Výrobek je povrchově upraven proti spékání. Hnojivo je určeno pro základní výživu všech typů trávníků s použitím od března do poloviny září. Obsah živin zlepšuje zdravotní stav trávniku a odolnost vůči letním vysokým teplotám. [8]

Složení hnojiva musí odpovídat následujícím technickým požadavkům: dusík (N) v 20 %, fosfor (P) v 8 %, draslík (K) v 8 %. [8]

### **Ledek amonný s dolomitem LAD 27**

Hnojivo LAD 27 je granulovaná směs dusičnanu amonného s jemně mletým dolomitem. Obsahuje v průměru 27 % dusíku, který je z poloviny ve čpavkové a z poloviny v dusičnanové formě. Dále obsahuje 9 % uhličitanu hořečnatého. Hnojivo obsahuje asi 2 % hmotnosti vodorozpustného vápníku vyjádřeného ve formě oxidu jako oxid vápenatý. Ledek amonný s dolomitem jsou bělavé až světle růžové granule (podle druhu použitého dolomitu) o velikosti 2 až 5 mm. Ledek amonný s dolomitem se používá jako dusíkaté hnojivo k základnímu hnojení a k přihnojování během vegetace, zejména pro půdy s velmi malým nebo středním obsahem hořčíku. Používá se od jara do pozdního léta. Protože dusík je v tomto hnojivu ve dvou formách, je účinek pro výživu rostlin velmi rychlý a delší dobu trvající. Ledek amonný s dolomitem je vhodný zejména pro plodiny a kultury náročné na hořčík, kam patří brambory, luskoviny, ovocné plodiny, zelenina a réva vinná. [9]

## **Dolophos 26**

Hnojivo Dolophos 26 se používá zejména k hnojení kyselých půd, ale můžeme jím hnojit i na slabě kyselých nebo neutrálních půdách. Celkový obsah rozpustný pouze v minerální kyselině jako oxid fosforečný v min. 26 %, ve dvou procentní kyselině mravenčí jako oxid fosforečný v min. 15 %. Vápník je nerozpustný ve vodě jako oxid vápenatý v 40 % a hořčík je nerozpustný ve vodě jako oxid hořečnatý v 3 %. Fosfor, vápník a hořčík působí pomaleji, což je výhodné zejména na lehčích až středních půdách. Nejvhodnější období pro použití je po sklizni na podzim při orbě nebo na jaře při předset'ové přípravě. Hnojivo může být přednostně použito k zásobnímu hnojení fosforem pro všechny plodiny. O množství dávkování hnojiva Dolophos 26 rozhoduje rozbor půdy vzhledem k obsahu přípustného fosforu. [10]

## **4.2 Příprava vzorku na laboratorní tříděče**

Měření probíhalo ve vzduchovém proudu za teploty 21 °C a vlhkosti prostředí 23 %. Měření bylo provedeno pro minerální hnojiva NPK 20-8-8, LAD 27 a Dolophos 26. Rozdělení hnojiva bylo prováděno v laboratoři Katedry zemědělských strojů na laboratorní vzduchové tříděče K-293 (obr. 4), což je zařízení sloužící k rozdělování daného materiálu podle aerodynamických vlastností. Ty jsou především závislé na vlastnostech materiálu, tj. na hmotě, tvaru a povrchu. Kromě toho také závisí na rychlosti a sklonu přívodu materiálu do vzduchového proudu, rovnoměrnosti proudění, průchodnosti materiálu atd. [11]

Obr. 4 Laboratorní vzduchová třídička K-293



Zdroj: Vlastní

Popisky: 1 – nastavitelné hradítko násypky, 2 – aspirační kanál, 3,4 – zásobníky, 5 – ovládací panel s tlačítky, 6 – malý a velký odměrný válec, 7 – regulační šrouby válců, 8 - ventilátor

#### 4.2.1 Postup měření

Na začátku měření jsem nejprve kalibroval váhu na nulu a navážil si do nádoby 1 200 g hnojiva. Pro celé měření jsem použil váhu Kern KB 500 (obr. 5), kdy jsem zajistil správnou polohu váhy tak, abych zajistil přesnost měření. Nejprve se na laboratorní třídičce K-293 určí rozsahy potřebného množství vzduchu, neboli minimální množství vzduchu, při kterém jsou částice hnojiva unášeny a naopak maximální množství vzduchu, při kterém je vzorek kompletně roztržěn. Za pomoci odměrného válce se zvolí interval postupného zvyšování rychlosti proudu vzduchu tak, aby počet tříd byl 7 až 10.

Obr. 5 Váha Kern KB 500



Zdroj: Vlastní

Na laboratorní vzduchové třídiče K-293, znázorněné na obr. 4, jsem za použití odměrného válce a pomocí regulačního šroubu (7) nastavil objem vzduchu  $80 \text{ m}^3 \cdot \text{h}^{-1}$  a navážené hnojivo jsem nasypal do násypky třídičky. Při takto nízkém množství proudění vzduchu došlo k oddělení prachových částic a nečistot hnojiva. Z odseparovaného množství hnojiva od prachu a nečistot jsem si navážil  $1\,000 \text{ g}$  hnojiva. Následně jsem přistoupil k samotnému měření požadovaných hodnot a na velkém odměrném válci (6) jsem si nastavil množství vzduchu  $85 \text{ m}^3 \cdot \text{h}^{-1}$ . Připravený vzorek jsem opět nasypal do násypky třídičky (1), odkud se pomocí gravitační síly a vibračního mechanismu vzorek rovnoměrně přesouval do aspiračního kanálu, kde došlo k oddělení granulí hnojiva podle kritických rychlostí. Násypka vzduchové třídičky je opatřena stavitelným hradítkem (1) pro nastavení průtoku množství hnojiva do aspiračního kanálu (2). Stavitelné hradítko (1) jsem nastavil do krajní polohy, aby hnojivo vlivem gravitační síly a vibračního mechanismu propadávalo do aspiračního kanálu velmi pomalu a následné odseparování velikostních tříd granulí hnojiva tak bylo co nejpřesnější. Granule hnojiva s větší kritickou rychlostí než je nastavena, propadávají na konci kanálu do zásobníku (3). Granule s menší kritickou rychlostí jsou vertikálně unášeny vzduchovým proudem a v koncové části kanálu padají do zásobníku (4). Množství hnojiva uneseného do zásobníku (4) jsem následně umístil do předem připravené a označené misky a naměřené množství jsem zvažil na váze. Hnojivo ze zásobníku (3) je poté nasypáno opět do násypky (1) a na odměrném válci (6) je nastavena hodnota rychlosti vzduchového proudu vyšší o  $10 \text{ m}^3 \cdot \text{h}^{-1}$  až do hodnoty  $155 \text{ m}^3 \cdot \text{h}^{-1}$ . Celý tento postup jsem opakoval u každého vybraného hnojiva. Ze vzniklých a navážených vzorků jsem vybral tři nejzastoupenější



skupiny (viz. tab. 1). V této tabulce jsem hodnoty vyznačil červeně a tyto hodnoty se u každého vybraného vzorku hnojiva lišily.

Tab. 1 Rozdělení granulí na vzduchové třídícíce K-293 [g]

Vzorek / množství vzduchu [m <sup>3</sup> .h <sup>-1</sup> ]	85	95	105	115	125	135	145	155	155+	Σ [g]
NPK 20-8-8	119,62	145,38	158,90	266,39	200,80	90,43	17,07	0,00	0,00	998,63
Dolophos 26	19,08	34,71	103,25	232,07	263,97	211,06	100,59	27,13	8,19	999,98
LAD 27	32,14	32,02	165,35	361,08	282,62	96,89	29,85	0,00	0,00	999,93

### 4.3 Příprava vzorku na laboratorních sítích

Poslední část přípravy hnojiv probíhá na laboratorních sítích stroje HAVER EML 200 digital plus (obr. 4). Tento laboratorní síťovací stroj s elektromagnetickým pohonem lze použít pro prosevání až 3 kg materiálu. Hlavní pohyb stroje tvoří kruhový a vibrační pohyb, díky kterému se materiál v sítích pohybuje a tím dochází k propadávání materiálu síťovými oky. Tento přístroj má plně elektronickou regulaci a digitální displej pro všechny funkce a je vybaven vodícími tyčemi pro ustavení sít. [12]

Obr. 6 Laboratorní síť Haver EML 200



Zdroj: Vlastní

Na začátku jsem nastavil přístroj na požadované hodnoty času, intervalu a amplitudy. Pro své měření jsem si stanovil čas 60 s, interval 6 a amplitudu 0,9. Poté jsem vždy jednotlivě

vysypal do vrchního síta připravené vzorky z předchozího měření a stroj zapnul. Prosetím každého naváženého vzorku hnojiva jsem zjistil zastoupení jednotlivých frakcí ve vzorcích a tyto frakce (množství granulí v gramech na jednotlivých sítích) jsem zvažil na váze Kern KB a zapsal to tabulek (viz. tab. 2, tab. 3, tab. 4). Síta měla velikosti ok 1, 2, 3,15 a 4 mm.

Ze vzorků prosetých na sítích jsem vybral vzorky dvou nejzastoupenějších podílů (vyznačeny červeně v tab. 2, tab. 3, tab. 4) o hmotnosti 5 g a to vždy ve třech opakováních. Dohromady tedy ze tří druhů tuhých minerálních hnojiv jsem měl 54 vzorků po 5 g.

Tab. 2 Síta NPK 20-8-8 [g]

Množství vzduchu [m <sup>3</sup> .h <sup>-1</sup> ] /síta [mm]	4	3,15	2	1
105	12,21	102,44	55,71	0,06
115	35,86	148,71	48,18	33,54
125	12,11	235,09	18,60	3,22

Tab. 3 Síta Dolophos 26 [g]

Množství vzduchu [m <sup>3</sup> .h <sup>-1</sup> ] /síta [mm]	4	3,15	2	1
115	6,27	72,33	154,08	1,11
125	9,68	164,92	87,15	0,16
135	34,17	160,62	16,09	0,06

Tab. 4 Síta LAD 27 [g]

Množství vzduchu [m <sup>3</sup> .h <sup>-1</sup> ] /síta [mm]	4	3,15	2	1
105	3,29	95,90	65,82	0,12
115	22,90	315,87	25,45	0,06
125	79,34	198,24	6,19	0,00

## 4.4 Měření elektrické vodivosti

Pro měření elektrické vodivosti jsem použil přístroj inoLab Cond 720 (obr. 7). Celý přístroj se skládá ze tří částí: stojánku, cely (měřící sondy) a samotného měřicího přístroje s ovládacími tlačítky a displejem. Přístroj je určen výhradně k měření konduktivity, specifického odporu a salinity v laboratorních podmínkách. Hodnota konduktivity popisuje celkový obsah iontově rozpuštěných látek v měřeném vzorku. Podle normy EN 61010-1 je přístroj konstruován a také pravidelně kontrolován. Vzhledem k tomu, že měřící cely stárnou, musí v pravidelných časových intervalech (cca jednou za šest měsíců) docházet ke kalibraci, čímž se určuje aktuální hodnota konstanty cely, která se ukládá do paměti přístroje. Měřené hodnoty se mohou zobrazovat jako konduktivita v jednotkách  $\text{mS}\cdot\text{cm}^{-1}$  nebo jako specifický odpor v jednotkách ohmmetr  $[\Omega\cdot\text{m}]$ . V mé práci uvádím naměřené hodnoty v jednotkách SI tedy deciSiemens na metr  $[\text{dS}\cdot\text{m}^{-1}]$ . [1,13]

Samotnému měření předcházela příprava vzorků a pomůcek. Destilovanou vodu, v které se naměřené vzorky rozpouštěly, jsem musel před samotným měřením nechat odstát den v místnosti, kde probíhalo měření, aby měla stejnou teplotu, jako byla teplota okolního vzduchu.

Jednotlivé navážené vzorky jsem si připravil do kelímků a do každého kelímku jsem nalil 50 ml destilované vody. Před každým měřením jsem jednotlivé vzorky zamíchal, aby došlo k promísení hnojiva usazeného na dně kelímku s destilovanou vodou, a měření hodnot elektrické vodivosti bylo tak co nejpřesnější. Každý vzorek jsem jednotlivě vkládal na stojánek přístroje inoLAB Cond 720 (obr. 7) a pomocí vodící tyče stojánku, na které byla ustavena sonda, jsem ponořil sondu do kelímku s koncentrovaným roztokem hnojiva a destilované vody. Sondu jsem v měřeném roztoku nechal do té doby, než se ustálila na displeji přístroje hodnota elektrické vodivosti a teplota vzorku. Všechny hodnoty jsem poté zapsal do tabulek (viz. tab. 5-24). První hodnotu jsem změřil za třicet minut od nalití destilované vody do kelímku a další hodnoty v intervalu jedné hodiny po dobu devíti hodin. Celkem se tedy vzorky měřily devět hodin a třicet minut. Po každém změření vzorku jsem otřel měřící sondu destilovanou vodou, kterou jsem nanesl na nastříhanou buničinu, aby nebyla sonda znečištěná a před ponořením sondy do dalšího vzorku byla na displeji přístroje hodnota elektrické vodivosti nulová.

Obr. 7 Měřicí přístroj inoLab Cond 720



*Zdroj: Vlastní*

Po ukončení měření elektrické vodivosti jsem každý vzorek přefiltroval přes filtrační papír a zajistil tak hmotnost nerozpuštěného zbytku hnojiva. Jednotlivé zbytky zachycených hnojiv na filtračním papíře jsem odstavil na vhodné místo k odpaření zbylé destilované vody a ustálení hmotnosti pevných částic hnojiv zachycených na filtračním papíře. Toto měření již nebylo v rozsahu mé práce, proto zde tyto hmotnosti neuvádím. Měření bylo provedeno jako orientační a na jeho základě byla provedena další měření, kdy byl vzorek rozpuštěn do té doby, než se přestala měnit hodnota elektrické vodivosti tzn. bylo ukončeno jeho rozpouštění. Zbytky nerozpuštěného hnojiva byli zvaženy. Vzorky byly dále nabídnuty pracovníkům České zemědělské univerzity, kteří pracují ve specializovaných laboratořích, kde se dále zjišťovalo rozbořem živin, zda nerozpuštěný vzorek obsahuje živiny anebo se jedná o nosnou balastní látku.

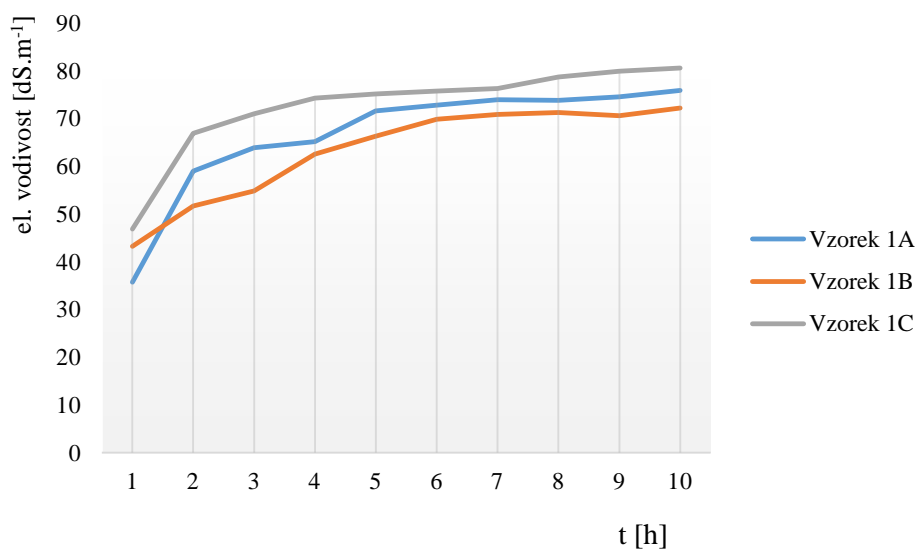
## 4.5 Tabulky a grafy naměřených hodnot

### 4.5.1 Naměřené hodnoty el. vodivosti hnojiva NPK 20-8-8

Tab. 5 Hnojivo NPK 20-8-8 vzorek 1

Hnojivo	NPK 20-8-8						
Množství vzduchu [m <sup>3</sup> .h <sup>-1</sup> ]	105						
Síta [mm]	2,00						
Hmotnost [g]	4,99		5,01		5,00		
Vzorek	1A		1B		1C		
Č. měření	Kapa [dS.m <sup>-1</sup> ]	Teplota [°C]	Kapa [dS.m <sup>-1</sup> ]	Teplota [°C]	Kapa [dS.m <sup>-1</sup> ]	Teplota [°C]	Průměr [dS.m <sup>-1</sup> ]
1	35,70	17,40	43,20	17,20	46,80	17,20	41,90
2	58,90	17,20	51,60	17,10	66,80	17,00	59,10
3	63,80	17,10	54,80	16,90	70,90	16,90	63,20
4	65,10	17,00	62,50	16,90	74,20	17,00	67,30
5	71,50	17,00	66,20	17,00	75,10	17,00	70,90
6	72,70	17,80	69,80	17,60	75,70	17,50	72,70
7	73,90	17,90	70,80	17,70	76,20	17,60	73,60
8	73,70	17,90	71,20	18,30	78,60	18,00	74,50
9	74,50	17,80	70,50	17,90	79,80	17,90	74,90
10	75,80	18,20	72,10	18,00	80,50	18,00	76,10

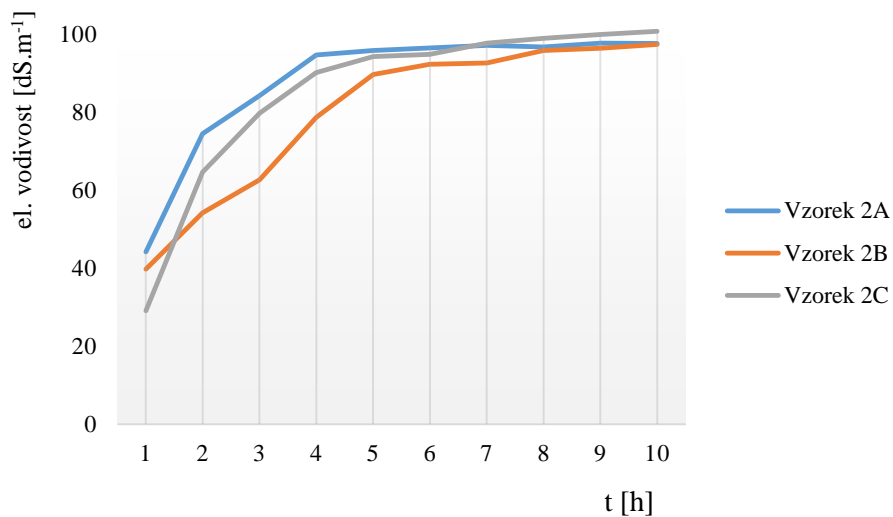
Obr. 8 Graf závislosti el. vodivosti roztoku na čase NPK 20-8-8 vzorek 1



Tab. 6 Hnojivo NPK 20-8-8 vzorek 2

Hnojivo	NPK 20-8-8						
Množství vzduchu [m <sup>3</sup> .h <sup>-1</sup> ]	105						
Síta [mm]	3,15						
Hmotnost [g]	4,99		5,01		4,98		
Vzorek	2A		2B		2C		
Č. měření	Kapa [dS.m <sup>-1</sup> ]	Teplota [°C]	Kapa [dS.m <sup>-1</sup> ]	Teplota [°C]	Kapa [dS.m <sup>-1</sup> ]	Teplota [°C]	Průměr [dS.m <sup>-1</sup> ]
1	44,10	17,10	39,70	16,90	29,00	17,20	37,60
2	74,30	16,80	54,10	17,20	64,50	16,90	64,30
3	84,10	17,00	62,50	17,30	79,60	17,00	75,40
4	94,50	17,20	78,50	17,50	90,00	17,30	87,70
5	95,60	17,10	89,50	17,30	94,10	17,10	93,10
6	96,30	17,10	92,10	17,30	94,60	17,20	94,30
7	96,90	17,50	92,40	17,50	97,50	17,50	95,60
8	96,50	17,80	95,60	17,80	98,70	17,80	96,90
9	97,50	17,80	96,20	18,00	99,70	18,10	97,80
10	97,40	17,90	97,20	18,30	100,50	17,90	98,40

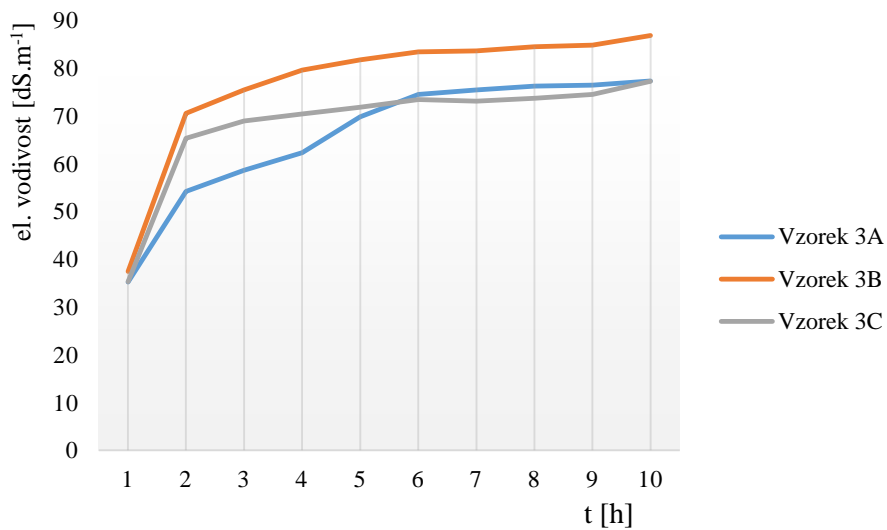
Obr. 9 Graf závislosti el. vodivosti na čase NPK 20-8-8 vzorek 2



Tab. 7 Hnojivo NPK 20-8-8 vzorek 3

Hnojivo	NPK 20-8-8						
Množství vzduchu [m <sup>3</sup> .h <sup>-1</sup> ]	115						
Síta [mm]	2,00						
Hmotnost [g]	5,00		5,02		5,01		
Vzorek	3A		3B		3C		
Č. měření	Kapa [dS.m <sup>-1</sup> ]	Teplota [°C]	Kapa [dS.m <sup>-1</sup> ]	Teplota [°C]	Kapa [dS.m <sup>-1</sup> ]	Teplota [°C]	Průměr [dS.m <sup>-1</sup> ]
1	35,20	17,40	37,40	17,40	35,30	17,30	36,00
2	54,20	16,40	70,50	16,50	65,30	16,60	63,30
3	58,60	16,70	75,40	16,80	68,90	16,60	67,60
4	62,30	16,80	79,60	16,80	70,40	16,60	70,80
5	69,80	17,10	81,70	17,10	71,80	16,90	74,40
6	74,50	17,30	83,40	17,30	73,40	17,30	77,10
7	75,40	17,50	83,60	17,50	73,10	17,70	77,40
8	76,20	17,80	84,50	17,90	73,70	17,90	78,10
9	76,40	17,90	84,80	18,10	74,50	18,20	78,60
10	77,30	18,20	86,80	18,20	77,20	17,90	80,40

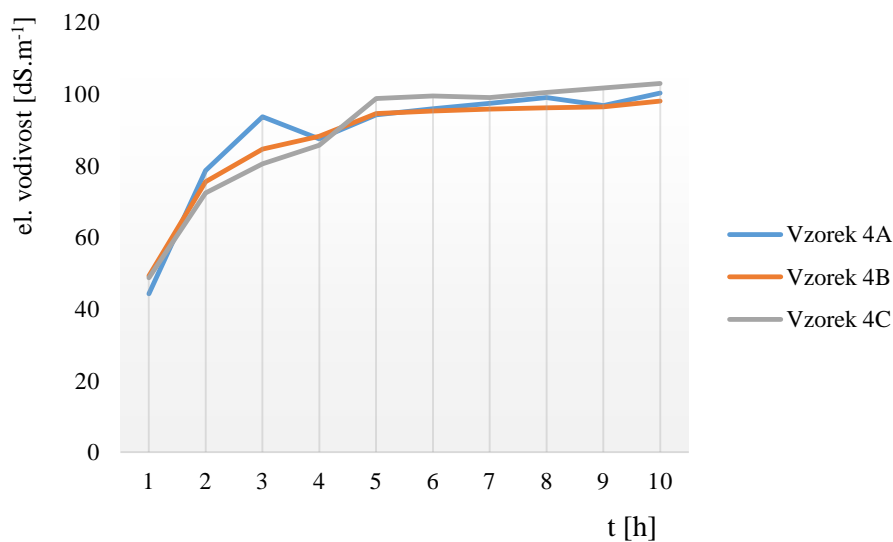
Obr. 10 Graf závislosti el. vodivosti na čase NPK 20-8-8 vzorek 3



Tab. 8 Hnojivo NPK 20-8-8 vzorek 4

Hnojivo	NPK 20-8-8						
Množství vzduchu [m <sup>3</sup> .h <sup>-1</sup> ]	115						
Síta [mm]	3,15						
Hmotnost [g]	4,98		5,00		5,01		
Vzorek	4A		4B		4C		
Č. měření	Kapa [dS.m <sup>-1</sup> ]	Teplota [°C]	Kapa [dS.m <sup>-1</sup> ]	Teplota [°C]	Kapa [dS.m <sup>-1</sup> ]	Teplota [°C]	Průměr [dS.m <sup>-1</sup> ]
1	44,20	17,20	49,20	16,90	48,60	17,00	47,30
2	78,60	16,40	75,40	16,50	72,30	16,60	75,40
3	93,60	16,40	84,50	16,50	80,40	16,40	86,20
4	87,40	17,10	88,10	17,30	85,60	17,20	87,00
5	94,10	17,20	94,50	17,10	98,70	17,10	95,80
6	95,80	17,50	95,20	17,60	99,40	17,80	96,80
7	97,30	17,60	95,70	17,50	98,90	17,40	97,30
8	98,90	17,80	96,10	17,80	100,40	17,90	98,50
9	96,70	18,60	96,30	18,50	101,60	18,70	98,20
10	100,20	17,90	97,90	18,00	102,90	18,00	100,30

Obr. 11 Graf závislosti el. vodivosti na čase NPK 20-8-8 vzorek 4

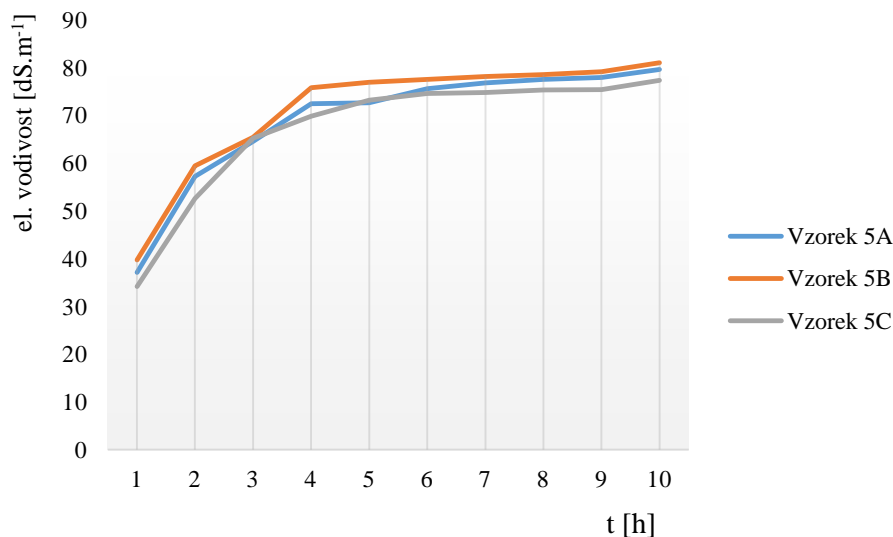




Tab. 9 Hnojivo NPK 20-8-8 vzorek 5

Hnojivo	NPK 20-8-8						
Množství vzduchu [m <sup>3</sup> .h <sup>-1</sup> ]	125						
Síta [mm]	2,00						
Hmotnost [g]	5,00		5,00		5,01		
Vzorek	5A		5B		5C		
Č. měření	Kapa [dS.m <sup>-1</sup> ]	Teplota [°C]	Kapa [dS.m <sup>-1</sup> ]	Teplota [°C]	Kapa [dS.m <sup>-1</sup> ]	Teplota [°C]	Průměr [dS.m <sup>-1</sup> ]
1	37,10	17,30	39,70	17,30	34,20	17,20	37,00
2	57,20	16,70	59,40	16,80	52,60	16,50	56,40
3	64,50	16,60	65,40	16,50	65,20	16,90	65,00
4	72,40	16,90	75,80	17,00	69,80	17,00	72,70
5	72,60	17,30	76,90	17,40	73,200	17,40	74,20
6	75,60	17,20	77,50	17,30	74,60	17,30	75,90
7	76,80	17,60	78,10	17,30	74,80	17,40	76,60
8	77,50	18,40	78,50	17,90	75,30	17,90	77,10
9	77,90	18,00	79,10	18,00	75,40	18,50	77,50
10	79,60	17,80	81,00	17,70	77,30	17,60	79,30

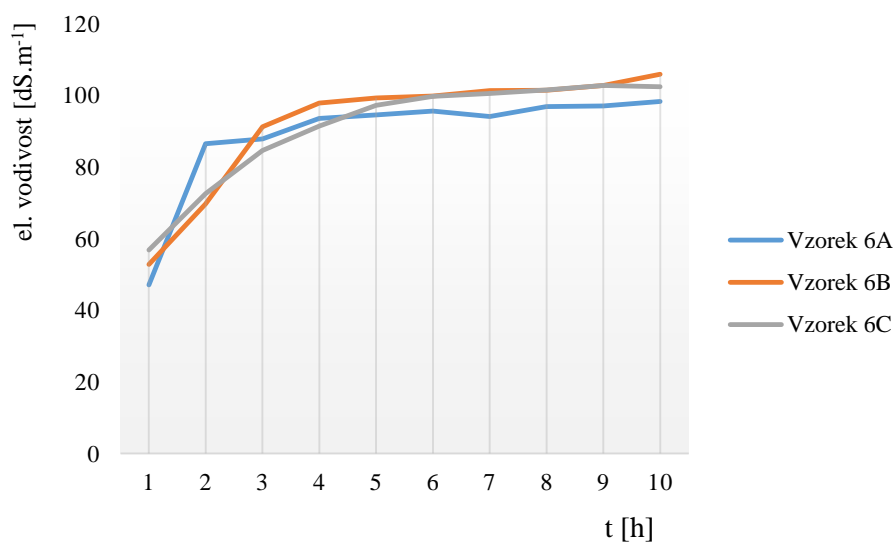
Obr. 12 Graf závislosti el. vodivosti na čase NPK 20-8-8 vzorek 5



Tab. 10 Hnojivo NPK 20-8-8 vzorek 6

Hnojivo	NPK 20-8-8						
Množství vzduchu [m <sup>3</sup> .h <sup>-1</sup> ]	125						
Síta [mm]	3,15						
Hmotnost [g]	5,00		5,01		5,01		
Vzorek	6A		6B		6C		
Č. měření	Kapa [dS.m <sup>-1</sup> ]	Teplota [°C]	Kapa [dS.m <sup>-1</sup> ]	Teplota [°C]	Kapa [dS.m <sup>-1</sup> ]	Teplota [°C]	Průměr [dS.m <sup>-1</sup> ]
1	47,10	17,20	52,80	17,00	56,80	16,90	52,20
2	86,50	16,50	69,70	16,60	72,50	16,40	76,20
3	87,80	16,70	91,20	16,50	84,60	16,60	87,90
4	93,50	16,80	97,80	16,90	91,40	16,60	94,20
5	94,50	16,90	99,30	16,90	97,20	17,00	97,00
6	95,60	17,30	99,80	17,10	99,70	17,20	98,40
7	94,10	16,90	101,30	17,30	100,50	17,50	98,60
8	96,80	17,80	101,40	17,50	101,50	17,90	99,90
9	97,00	18,00	102,70	18,40	102,70	18,40	100,80
10	98,30	17,90	105,90	18,00	102,40	18,10	102,20

Obr. 13 Graf závislosti el. vodivosti na čase NPK 20-8-8 vzorek 6

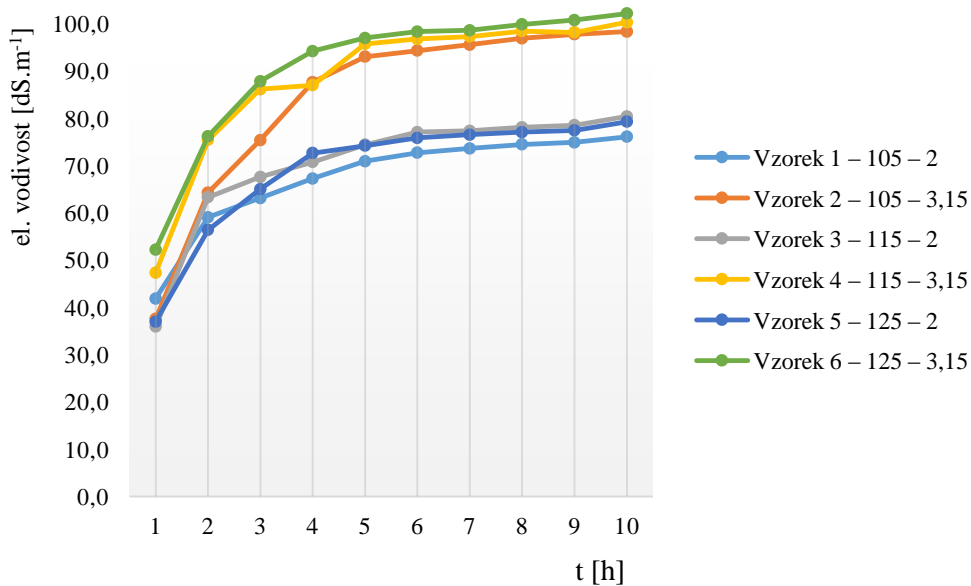


## 4.5.2 Vyhodnocení vzorku NPK 20-8-8

Tab. 11 Průměrné hodnoty el. vodivosti jednotlivých vzorků NPK 20-8-8

Hnojivo	NPK 20-8-8					
Vzorek	1	2	3	4	5	6
Č. měření	průměrné hodnoty el. vodivosti [ $\text{dS}\cdot\text{m}^{-1}$ ]					
1	41,90	37,60	36,00	47,30	37,00	52,20
2	59,10	64,30	63,30	75,40	56,40	76,20
3	63,20	75,40	67,60	86,20	65,00	87,90
4	67,30	87,70	70,80	87,00	72,70	94,20
5	70,90	93,10	74,40	95,80	74,20	97,00
6	72,70	94,30	77,10	96,80	75,90	98,40
7	73,6	95,60	77,40	97,30	76,60	98,60
8	74,50	96,90	78,10	98,50	77,10	99,90
9	74,90	97,80	78,60	98,20	77,50	100,80
10	76,10	98,40	80,40	100,30	79,30	102,20

Obr. 14 Graf závislosti el. vodivosti na čase hnojiva NPK 20-8-8 vzorky 1-6



Popisek legendy grafu: Vzorek – množství vzduchu [ $\text{m}^3\cdot\text{h}^{-1}$ ] – síta [mm]

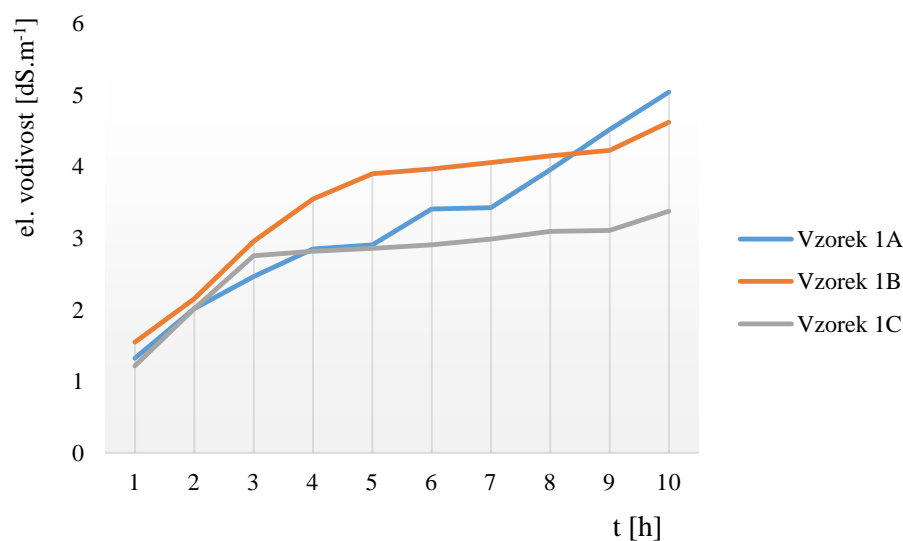
Vzorky minerálního hnojiva NPK 20-8-8 mají hodnoty elektrické vodivosti v rozmezí od cca 35 do 105  $\text{dS}\cdot\text{m}^{-1}$ . Z grafu je tedy patrné, že křivka naměřených hodnoty konduktivity má logaritmický stoupající charakter. V první půl hodině až hodině měření došlo k výraznému nárůstu konduktivity a kolem páté hodiny měření došlo ke stabilizaci hodnot konduktivity nebo spíše k mírnému nárůstu.

## 4.5.3 Naměřené hodnoty el. vodivosti hnojiva Dolophos 26

Tab. 12 Hnojivo Dolophos 26 vzorek 1

Hnojivo	Dolophos 26						
Množství vzduchu [m <sup>3</sup> .h <sup>-1</sup> ]	115						
Síta [mm]	2,00						
Hmotnost [g]	5,00		5,01		5,01		
Vzorek	1A		1B		1C		
Č. měření	Kapa [dS.m <sup>-1</sup> ]	Teplota [°C]	Kapa [dS.m <sup>-1</sup> ]	Teplota [°C]	Kapa [dS.m <sup>-1</sup> ]	Teplota [°C]	Průměr [dS.m <sup>-1</sup> ]
1	1,32	17,60	1,54	17,50	1,21	17,70	1,36
2	2,01	17,10	2,15	17,10	2,01	17,00	2,06
3	2,46	16,50	2,95	16,60	2,75	16,80	2,72
4	2,84	16,80	3,54	16,80	2,81	17,40	3,06
5	2,90	17,50	3,89	17,40	2,85	17,30	3,21
6	3,40	17,50	3,96	17,40	2,90	17,30	3,42
7	3,42	17,60	4,05	17,60	2,98	17,30	3,48
8	3,95	18,30	4,14	18,00	3,09	17,90	3,73
9	4,51	18,30	4,22	18,30	3,10	18,40	3,94
10	5,03	17,80	4,61	17,60	3,37	18,00	4,34

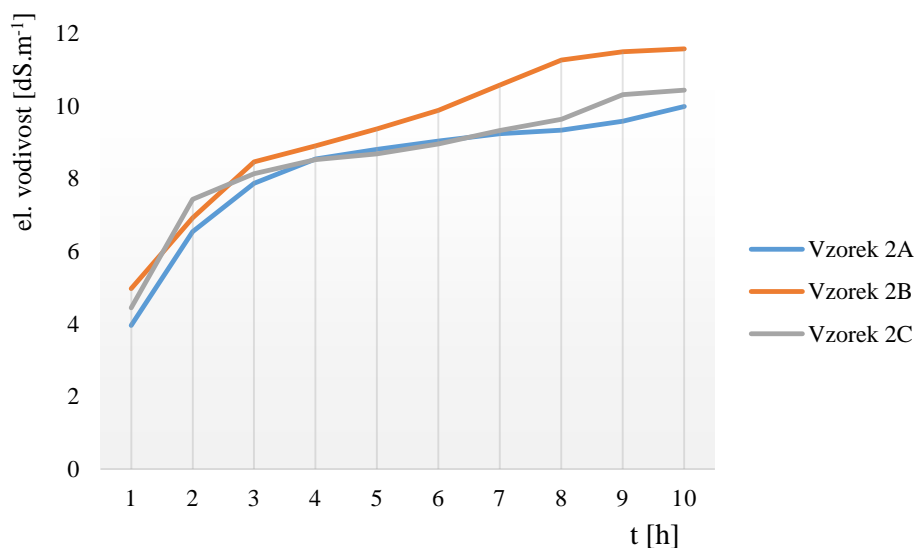
Obr. 15 Graf závislosti el. vodivosti hnojiva na čase Dolophos 26 vzorek 1



Tab. 13 Hnojivo Dolophos 26 vzorek 2

Hnojivo	Dolophos 26						
Množství vzduchu [m <sup>3</sup> .h <sup>-1</sup> ]	115						
Síta [mm]	3,15						
Hmotnost [g]	5,00		5,00		5,01		
Vzorek	2A		2B		2C		
Č. měření	Kapa [dS.m <sup>-1</sup> ]	Teplota [°C]	Kapa [dS.m <sup>-1</sup> ]	Teplota [°C]	Kapa [dS.m <sup>-1</sup> ]	Teplota [°C]	Průměr [dS.m <sup>-1</sup> ]
1	3,95	17,70	4,96	17,60	4,43	17,20	4,45
2	6,53	17,20	6,91	17,20	7,42	17,00	6,95
3	7,86	16,80	8,45	16,70	8,12	16,80	8,14
4	8,53	17,30	8,89	17,00	8,51	17,20	8,64
5	8,79	17,10	9,36	17,40	8,67	17,40	8,94
6	9,02	17,00	9,87	16,90	8,94	17,10	9,28
7	9,22	17,50	10,56	17,60	9,31	17,70	9,70
8	9,32	18,10	11,25	18,00	9,62	17,90	10,06
9	9,57	18,50	11,48	18,30	10,30	18,60	10,45
10	9,97	17,60	11,56	17,90	10,42	17,70	10,65

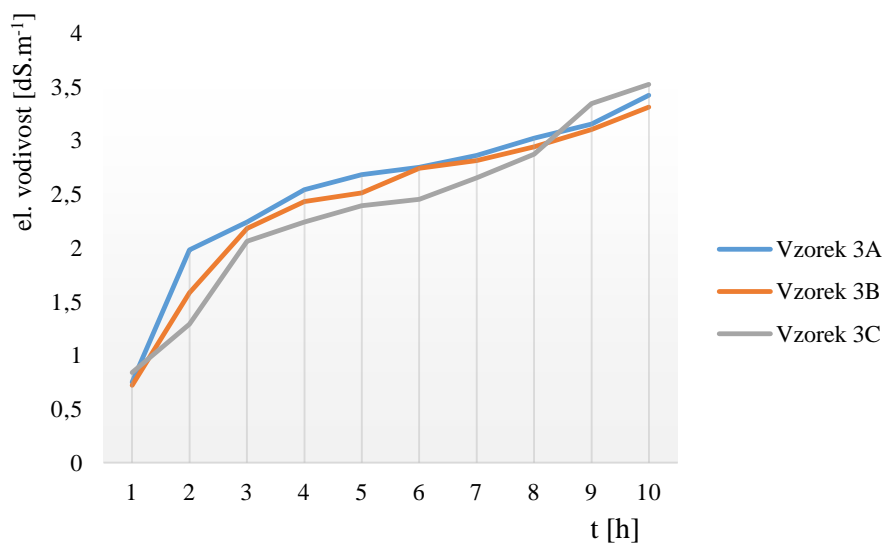
Obr. 16 Graf závislosti el. vodivosti na čase Dolophos 26 vzorek 2



Tab. 14 Hnojivo Dolophos 26 vzorek 3

Hnojivo							
Množství vzduchu [m <sup>3</sup> .h <sup>-1</sup> ]	125						
Síta [mm]	2,00						
Hmotnost [g]	5,00		5,01		5,00		
Vzorek	3A		3B		3C		
Č. měření	Kapa [dS.m <sup>-1</sup> ]	Teplota [°C]	Kapa [dS.m <sup>-1</sup> ]	Teplota [°C]	Kapa [dS.m <sup>-1</sup> ]	Teplota [°C]	Průměr [dS.m <sup>-1</sup> ]
1	0,75	17,50	0,72	17,20	0,84	17,40	0,77
2	1,98	17,00	1,58	16,90	1,29	16,90	1,62
3	2,24	17,00	2,18	16,90	2,06	16,80	2,16
4	2,54	16,90	2,43	17,20	2,24	17,30	2,40
5	2,68	17,50	2,51	17,50	2,39	17,40	2,53
6	2,75	17,70	2,74	18,00	2,45	18,00	2,65
7	2,86	17,70	2,81	17,40	2,65	17,60	2,77
8	3,02	18,00	2,94	17,90	2,87	18,00	2,94
9	3,15	18,50	3,10	19,00	3,34	18,60	3,20
10	3,42	17,90	3,31	18,00	3,52	18,30	3,42

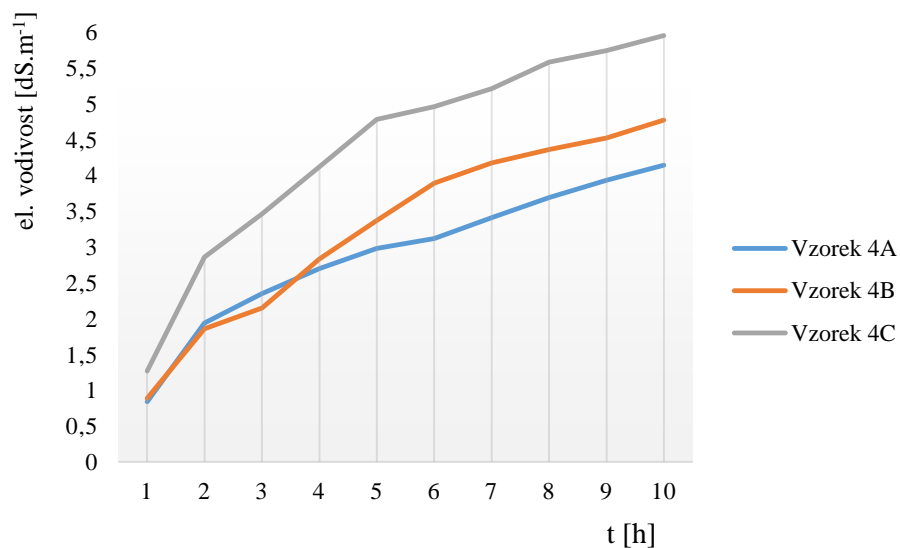
Obr. 17 Graf závislosti el. vodivosti na čase Dolophos 26 vzorek 3



Tab. 15 Hnojivo Dolophos 26 vzorek 4

Hnojivo	Dolophos 26						
Množství vzduchu [m <sup>3</sup> .h <sup>-1</sup> ]	125						
Síta [mm]	3,15						
Hmotnost [g]	5,01		5,00		4,99		
Vzorek	4A		4B		4C		
Č. měření	Kapa [dS.m <sup>-1</sup> ]	Teplota [°C]	Kapa [dS.m <sup>-1</sup> ]	Teplota [°C]	Kapa [dS.m <sup>-1</sup> ]	Teplota [°C]	Průměr [dS.m <sup>-1</sup> ]
1	0,84	17,50	0,89	17,40	1,27	17,30	1,00
2	1,94	17,10	1,86	16,90	2,86	17,10	2,22
3	2,35	17,10	2,15	17,20	3,46	17,20	2,65
4	2,7	17,10	2,83	17,00	4,12	17,00	3,22
5	2,98	17,50	3,37	17,40	4,78	17,40	3,71
6	3,12	18,10	3,89	18,00	4,96	17,90	3,99
7	3,41	17,60	4,17	17,50	5,21	17,50	4,26
8	3,69	17,80	4,36	17,90	5,58	17,90	4,54
9	3,93	18,20	4,52	18,20	5,74	18,10	4,73
10	4,14	18,00	4,77	18,50	5,95	18,40	4,95

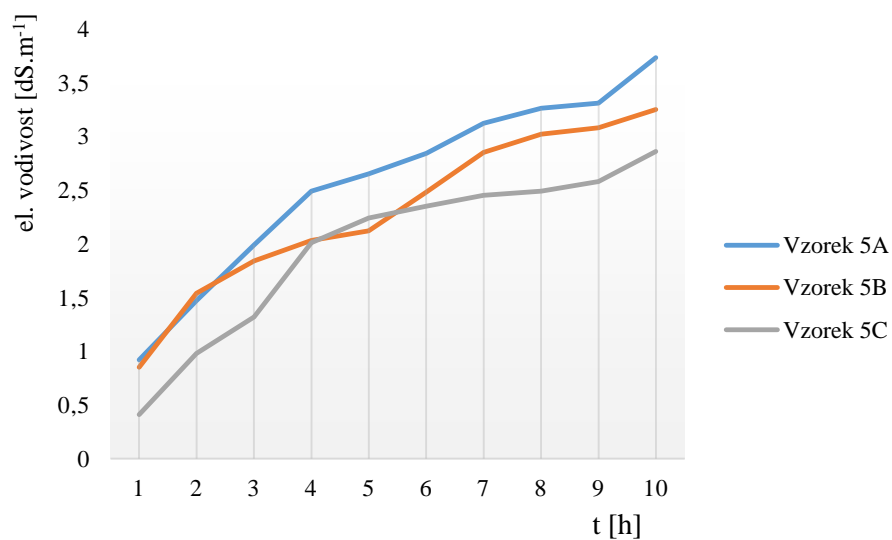
Obr. 18 Graf závislosti el. vodivosti na čase Dolophos 26 vzorek 4



Tab. 16 Hnojivo Dolophos 26 vzorek 5

Hnojivo	Dolophos 26						
Množství vzduchu [m <sup>3</sup> .h <sup>-1</sup> ]	135						
Síta [mm]	3,15						
Hmotnost [g]	5,00		4,99		5,00		
Vzorek	5A		5B		5C		
Č. měření	Kapa [dS.m <sup>-1</sup> ]	Teplota [°C]	Kapa [dS.m <sup>-1</sup> ]	Teplota [°C]	Kapa [dS.m <sup>-1</sup> ]	Teplota [°C]	Průměr [dS.m <sup>-1</sup> ]
1	0,92	17,50	0,85	17,50	0,41	17,30	0,73
2	1,47	17,20	1,54	17,20	0,98	17,00	1,33
3	1,99	17,20	1,84	17,10	1,32	17,10	1,72
4	2,49	16,90	2,03	17,20	2,01	16,90	2,18
5	2,65	17,40	2,12	17,40	2,24	17,40	2,34
6	2,84	18,00	2,48	18,00	2,35	18,10	2,56
7	3,12	17,60	2,85	17,50	2,45	17,60	2,81
8	3,26	17,80	3,02	17,50	2,49	17,50	2,92
9	3,31	18,20	3,08	18,00	2,58	18,10	2,99
10	3,73	17,80	3,25	18,20	2,86	18,20	3,28

Obr. 19 Graf závislosti el. vodivosti na čase Dolophos 26 vzorek 5

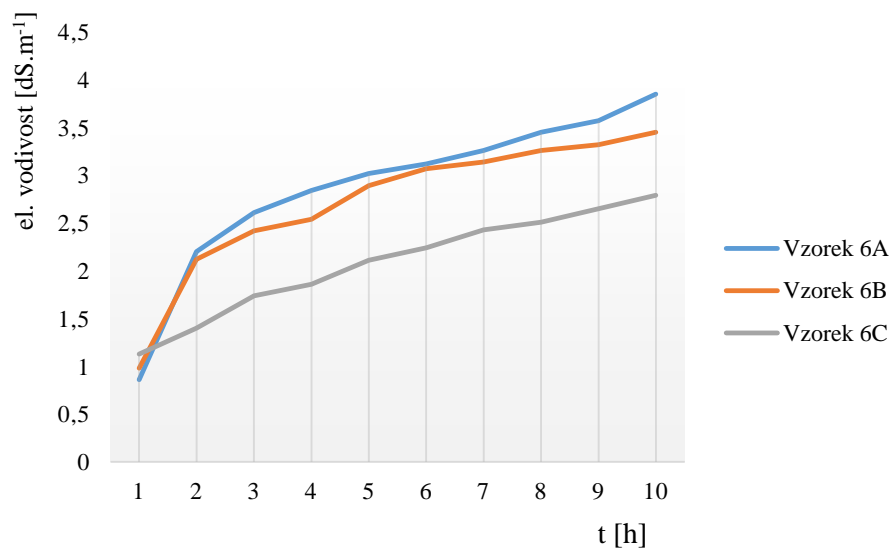




Tab. 17 Hnojivo Dolophos 26 vzorek 6

Hnojivo	Dolophos 26						
Množství vzduchu [m <sup>3</sup> .h <sup>-1</sup> ]	135						
Síta [mm]	4,00						
Hmotnost [g]	5,01		4,98		5,01		
Vzorek	6A		6B		6C		
Č. měření	Kapa [dS.m <sup>-1</sup> ]	Teplota [°C]	Kapa [dS.m <sup>-1</sup> ]	Teplota [°C]	Kapa [dS.m <sup>-1</sup> ]	Teplota [°C]	Průměr [dS.m <sup>-1</sup> ]
1	0,86	17,20	0,98	17,30	1,13	17,40	0,99
2	2,20	17,00	2,12	17,10	1,40	17,10	1,91
3	2,61	17,40	2,42	17,20	1,74	17,10	2,26
4	2,84	16,90	2,54	17,00	1,86	17,30	2,41
5	3,02	17,60	2,89	17,50	2,11	17,60	2,67
6	3,12	18,00	3,07	18,00	2,24	17,80	2,81
7	3,26	17,60	3,14	17,60	2,43	17,50	2,94
8	3,45	17,90	3,26	17,60	2,51	17,70	3,07
9	3,57	18,20	3,32	17,80	2,65	18,00	3,18
10	3,85	17,90	3,45	18,40	2,79	18,10	3,36

Obr. 20 Graf závislosti el. vodivosti na čase Dolophos 26 vzorek 6

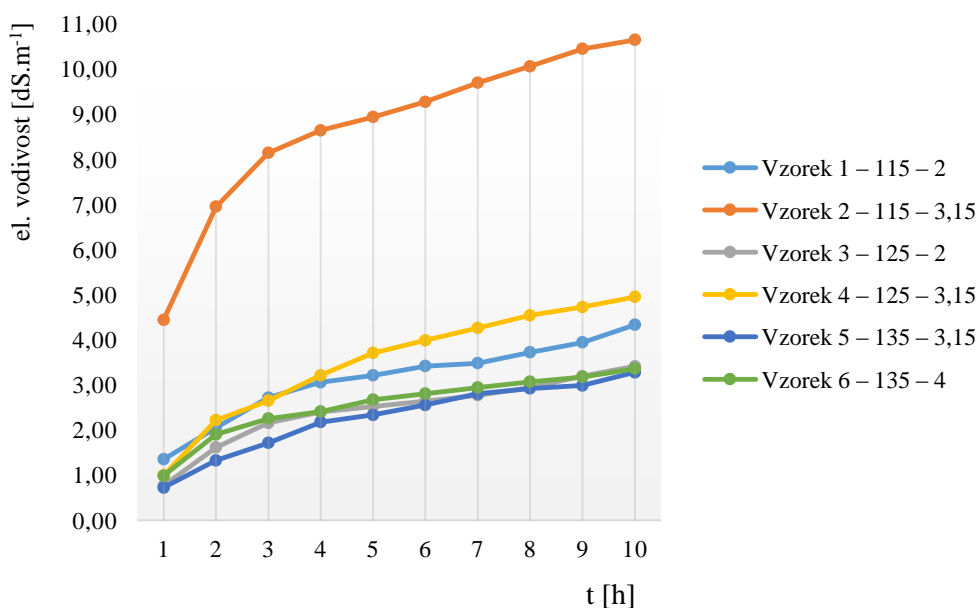


## 4.5.4 Vyhodnocení vzorku Dolophos 26

Tab. 18 Průměrné hodnoty el. vodivosti jednotlivých vzorků Dolophos 26

Hnojivo	Dolophos 26					
Vzorek	1	2	3	4	5	6
Č. měření	průměrné hodnoty el. vodivosti [ $\text{dS}\cdot\text{m}^{-1}$ ]					
1	1,36	4,45	0,77	1,00	0,73	0,99
2	2,06	6,95	1,62	2,22	1,33	1,91
3	2,72	8,14	2,16	2,65	1,72	2,26
4	3,06	8,64	2,40	3,22	2,18	2,41
5	3,21	8,94	2,53	3,71	2,34	2,67
6	3,42	9,28	2,65	3,99	2,56	2,81
7	3,48	9,70	2,77	4,26	2,81	2,94
8	3,73	10,06	2,94	4,54	2,92	3,07
9	3,94	10,45	3,20	4,73	2,99	3,18
10	4,34	10,65	3,42	4,95	3,28	3,36

Obr. 21 Graf závislosti el. vodivosti na čase hnojiva Dolophos 26 vzorky 1-6



Popisek legendy grafu: Vzorek – množství vzduchu [ $\text{m}^3\cdot\text{h}^{-1}$ ] – síta [mm]

Hnojivo Dolophos 26 má hodnoty elektrické vodivosti velmi nízké. Pohybují se od 1 do 11  $\text{dS}\cdot\text{m}^{-1}$ . U vzorku 2 došlo ke zvýšené hodnotě konduktivity, což nebylo způsobeno výrazně vyšším nárůstem teploty, ale patrně došlo u tohoto vzorku ke změně fyzikálně-chemických vlastností hnojiva, např. k poškození granulí, tím pádem rozpadem

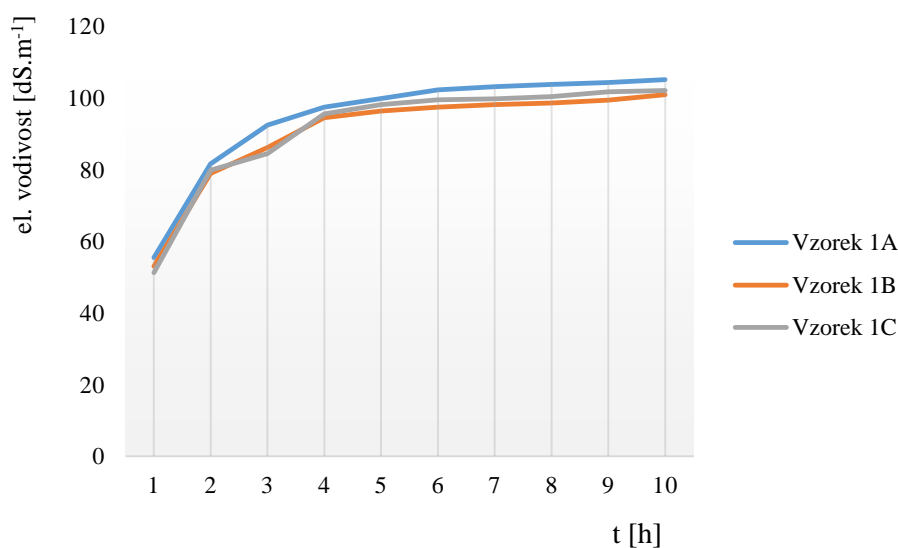
granulí na menší kusy a došlo tak k rychlejšímu rozpuštění hnojiva v roztoku. Hodnoty konduktivity mají pozvolný stoupající logaritmický charakter.

#### 4.5.5 Naměřené hodnoty el. vodivosti hnojiva LAD 27

Tab. 19 Hnojivo LAD 27 vzorek 1

Hnojivo	LAD 27						
Množství vzduchu [m <sup>3</sup> .h <sup>-1</sup> ]	105						
Síta [mm]	2,00						
Hmotnost [g]	5,01	5,00		5,01			
Vzorek	A		B		C		
Č. měření	Kapa [dS.m <sup>-1</sup> ]	Teplota [°C]	Kapa [dS.m <sup>-1</sup> ]	Teplota [°C]	Kapa [dS.m <sup>-1</sup> ]	Teplota [°C]	Průměr [dS.m <sup>-1</sup> ]
1	55,40	17,20	53,00	17,00	51,20	16,80	53,20
2	81,60	16,70	78,90	16,90	79,80	16,50	80,10
3	92,40	16,90	86,20	16,80	84,50	16,70	87,70
4	97,40	16,90	94,50	17,10	95,50	17,10	95,80
5	99,80	17,50	96,30	17,40	98,10	17,30	98,10
6	102,20	17,90	97,40	17,80	99,50	17,50	99,70
7	103,10	17,40	98,10	17,20	99,70	17,50	100,30
8	103,80	17,30	98,60	17,50	100,40	17,80	100,90
9	104,30	17,60	99,40	17,70	101,70	17,80	101,80
10	105,10	18,30	100,90	18,00	102,10	18,20	102,70

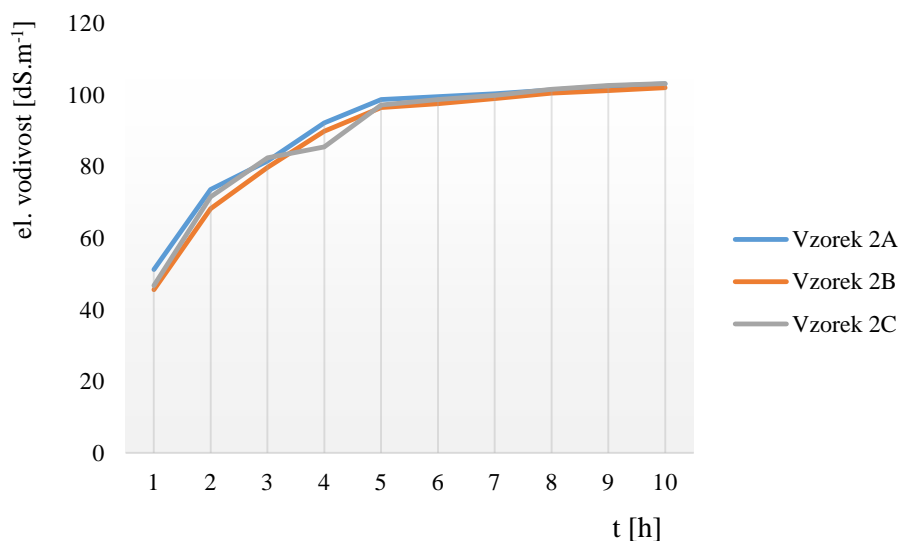
Obr. 22 Graf závislosti el. vodivosti na čase LAD 27 vzorek 1



Tab. 20 Hnojivo LAD 27 vzorek 2

Hnojivo	LAD 27						
Množství vzduchu [m <sup>3</sup> .h <sup>-1</sup> ]	105						
Síta [mm]	3,15						
Hmotnost [g]	5,01		5,00		5,00		
Vzorek	2A		2B		2C		
Č. měření	Kapa [dS.m <sup>-1</sup> ]	Teplota [°C]	Kapa [dS.m <sup>-1</sup> ]	Teplota [°C]	Kapa [dS.m <sup>-1</sup> ]	Teplota [°C]	Průměr [dS.m <sup>-1</sup> ]
1	51,20	16,60	45,60	16,50	46,70	16,30	47,80
2	73,50	16,50	68,20	16,60	71,50	16,80	71,10
3	81,50	16,60	79,70	16,80	82,40	16,70	81,20
4	92,10	17,20	89,80	17,10	85,40	17,10	89,10
5	98,60	17,50	96,40	17,50	97,10	17,40	97,40
6	99,40	17,80	97,50	17,60	98,60	17,50	98,50
7	100,20	17,50	98,90	17,60	99,80	17,60	99,60
8	101,30	17,80	100,40	17,90	101,50	17,80	101,10
9	102,40	18,00	101,10	18,20	102,60	18,10	102,00
10	103,00	17,80	101,90	17,70	103,10	18,00	102,70

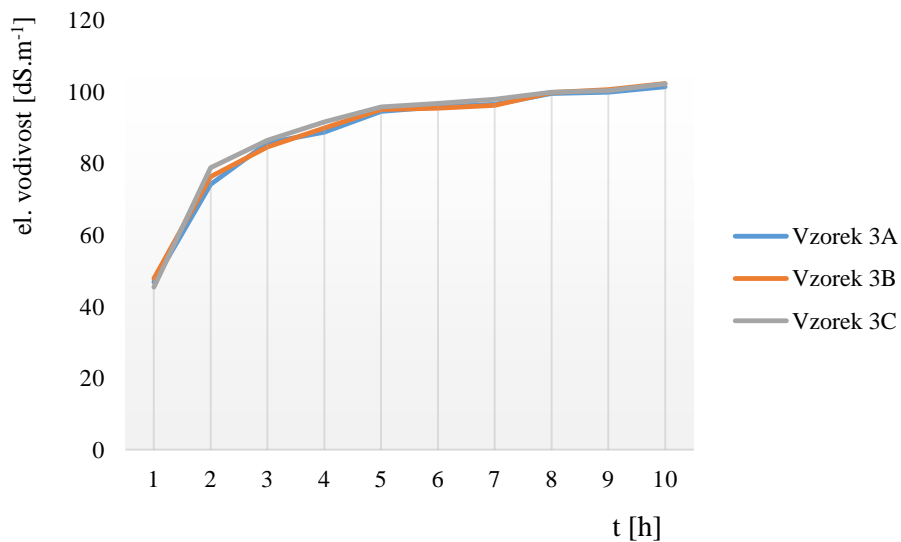
Obrázek 23 Graf závislosti el. vodivosti na čase LAD 27 vzorek 2



Tab. 21 Hnojivo LAD 27 vzorek 3

Hnojivo	LAD 27						
Množství vzduchu [m <sup>3</sup> .h <sup>-1</sup> ]	115						
Síta [mm]	2,00						
Hmotnost [g]	5,00		5,01		5,01		
Vzorek	3A		3B		3C		
Č. měření	Kapa [dS.m <sup>-1</sup> ]	Teplota [°C]	Kapa [dS.m <sup>-1</sup> ]	Teplota [°C]	Kapa [dS.m <sup>-1</sup> ]	Teplota [°C]	Průměr [dS.m <sup>-1</sup> ]
1	46,80	16,50	47,80	16,50	45,40	16,30	46,70
2	74,10	16,70	76,20	16,80	78,70	16,80	76,30
3	85,70	16,70	84,50	16,80	86,40	16,60	85,50
4	88,60	17,20	89,80	16,80	91,50	16,80	90,00
5	94,40	17,30	95,00	17,10	95,70	17,30	95,00
6	95,70	17,30	95,30	17,60	96,70	17,40	95,90
7	96,40	17,60	96,10	17,50	97,80	17,50	96,80
8	99,40	17,80	99,70	17,700	99,80	17,80	99,60
9	99,80	17,90	100,50	17,90	100,20	18,00	100,20
10	101,30	18,20	102,20	18,00	102,10	17,90	101,90

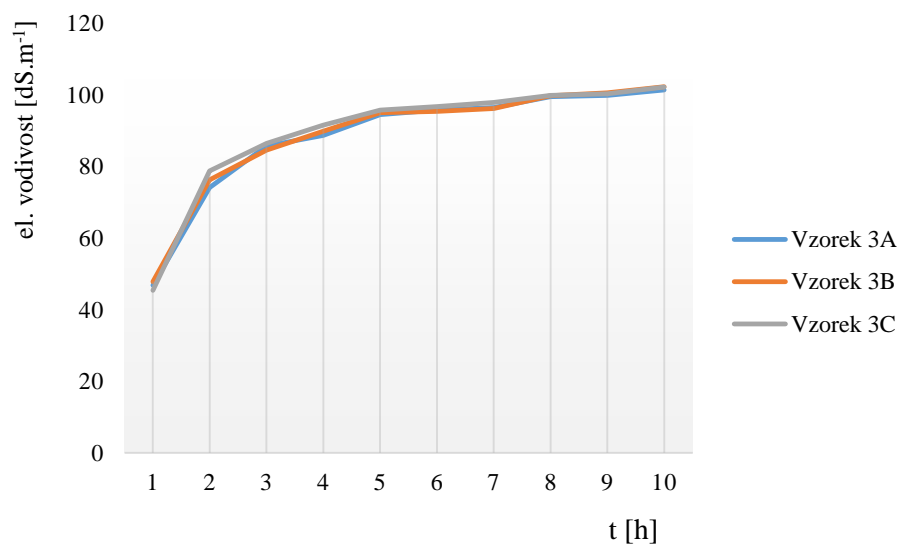
Obr. 24 Graf závislosti el. vodivosti na čase LAD 27 vzorek 3



Tab. 22 Hnojivo LAD 27 vzorek 4

Hnojivo	LAD 27						
Množství vzduchu [m <sup>3</sup> .h <sup>-1</sup> ]	115						
Síta [mm]	3,15						
Hmotnost [g]	4,99		4,98		5,01		
Vzorek	4A		4B		4C		
Č. měření	Kapa [dS.m <sup>-1</sup> ]	Teplota [°C]	Kapa [dS.m <sup>-1</sup> ]	Teplota [°C]	Kapa [dS.m <sup>-1</sup> ]	Teplota [°C]	Průměr [dS.m <sup>-1</sup> ]
1	46,80	16,50	47,80	16,50	45,40	16,30	46,70
2	74,10	16,70	76,20	16,80	78,70	16,80	76,30
3	85,70	16,70	84,50	16,80	86,40	16,60	85,50
4	88,60	17,20	89,80	16,80	91,50	16,80	90,00
5	94,40	17,30	95,00	17,10	95,70	17,30	95,00
6	95,70	17,30	95,30	17,60	96,70	17,40	95,90
7	96,40	17,60	96,10	17,50	97,80	17,50	96,80
8	99,40	17,80	99,70	17,70	99,80	17,80	99,60
9	99,80	17,90	100,50	17,90	100,20	18,00	100,20
10	101,30	18,20	102,20	18,00	102,10	17,90	101,90

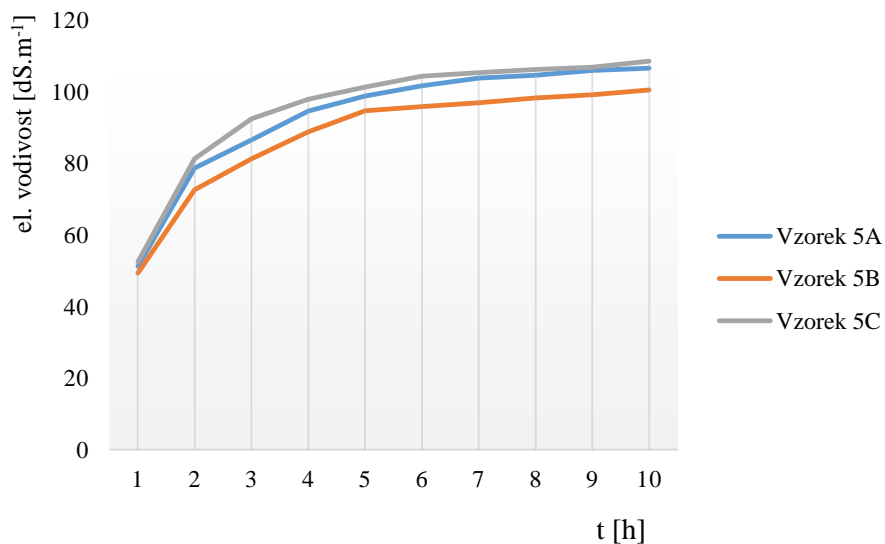
Obr. 25 Graf závislosti el. vodivosti na čase LAD 27 vzorek 4



Tab. 23 Hnojivo LAD 27 vzorek 5

Hnojivo	LAD 27						
Množství vzduchu [m <sup>3</sup> .h <sup>-1</sup> ]	125						
Síta [mm]	3,15						
Hmotnost [g]	5,01		5,02		5,00		
Vzorek	5A		5B		5C		
Č. měření	Kapa [dS.m <sup>-1</sup> ]	Teplota [°C]	Kapa [dS.m <sup>-1</sup> ]	Teplota [°C]	Kapa [dS.m <sup>-1</sup> ]	Teplota [°C]	Průměr [dS.m <sup>-1</sup> ]
1	51,20	16,50	49,30	16,60	52,40	16,00	51,00
2	78,60	16,60	72,50	16,40	81,20	16,50	77,40
3	86,50	16,70	81,20	17,00	92,40	16,60	86,70
4	94,50	17,30	88,70	17,30	97,80	17,30	93,70
5	98,70	16,90	94,60	17,10	101,20	16,80	98,20
6	101,60	17,40	95,80	17,50	104,30	17,50	100,60
7	103,70	17,30	96,80	17,50	105,20	17,60	101,90
8	104,50	17,80	98,20	17,60	106,10	17,80	102,90
9	105,90	18,00	99,10	17,90	106,80	17,90	103,90
10	106,50	17,90	100,40	18,00	108,50	18,20	105,10

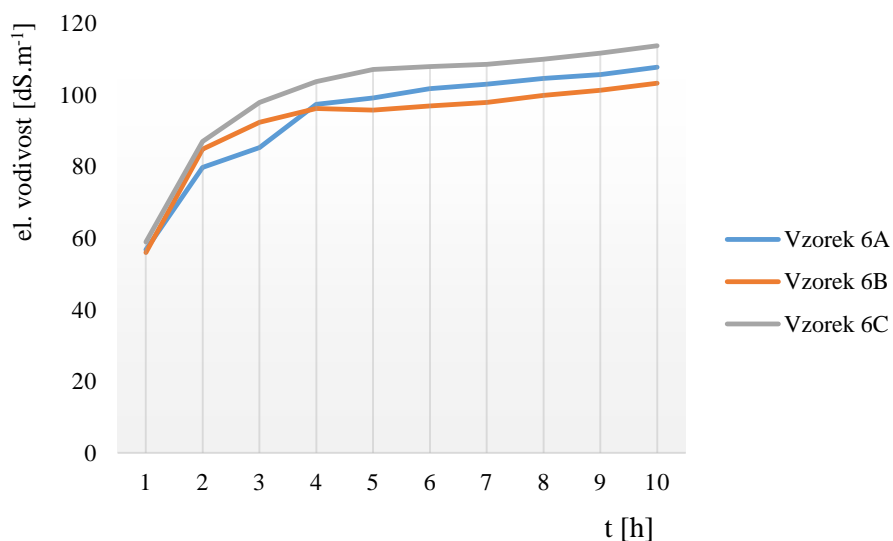
Obr. 26 Graf závislosti el. vodivosti na čase LAD 27 vzorek 5



Tab. 24 Hnojivo LAD 27 vzorek 6

Hnojivo	LAD 27						
Množství vzduchu [m <sup>3</sup> .h <sup>-1</sup> ]	125						
Síta [mm]	4,00						
Hmotnost [g]	5,00		5,00		5,01		
Vzorek	6A		6B		6C		
Č. měření	Kapa [dS.m <sup>-1</sup> ]	Teplota [°C]	Kapa [dS.m <sup>-1</sup> ]	Teplota [°C]	Kapa [dS.m <sup>-1</sup> ]	Teplota [°C]	Průměr [dS.m <sup>-1</sup> ]
1	56,70	16,90	55,90	16,70	58,90	16,70	57,20
2	79,70	16,80	84,80	17,00	86,90	17,10	83,80
3	85,20	17,00	92,30	17,20	97,80	17,20	91,80
4	97,30	17,40	96,10	17,70	103,60	17,50	99,00
5	99,10	17,00	95,70	17,50	107,00	17,10	100,60
6	101,70	17,40	96,80	17,50	107,80	17,50	102,10
7	102,90	17,20	97,80	17,30	108,50	17,30	103,10
8	104,50	17,60	99,80	17,90	109,90	17,90	104,70
9	105,60	17,80	101,20	18,00	111,60	18,20	106,10
10	107,70	18,00	103,20	18,40	113,60	18,20	108,20

Obr. 27 Graf závislosti el. vodivosti na čase LAD 27 vzorek 6



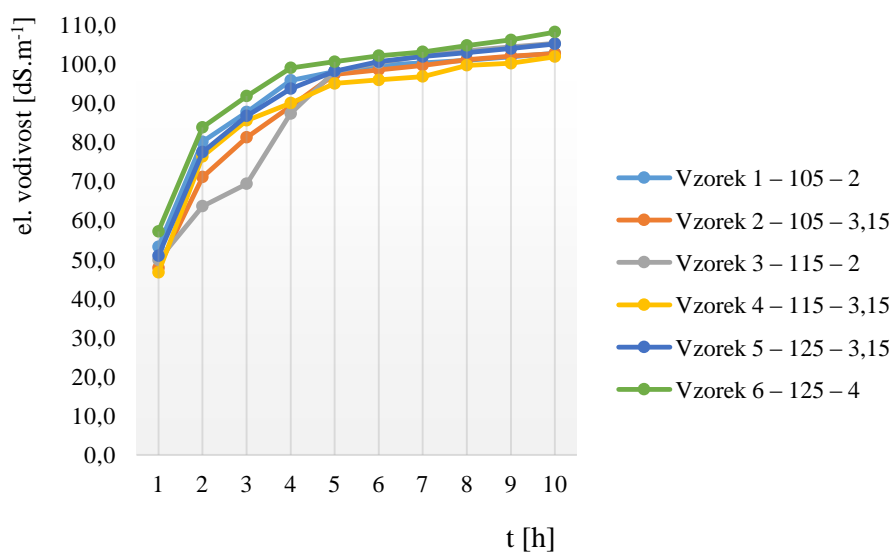


## 4.5.6 Vyhodnocení vzorku LAD 27

Tab. 25 Průměrné hodnoty el. vodivosti jednotlivých vzorků LAD 27

Hnojivo	LAD 27					
Vzorek	1	2	3	4	5	6
Č. měření	průměrné hodnoty el. vodivosti [ $\text{dS}\cdot\text{m}^{-1}$ ]					
1	53,20	47,80	49,80	46,70	51,00	57,20
2	80,10	71,10	63,60	76,30	77,40	83,80
3	87,70	81,20	69,30	85,50	86,70	91,80
4	95,80	89,10	87,30	90,00	93,70	99,00
5	98,10	97,40	98,10	95,00	98,20	100,60
6	99,70	98,50	100,30	95,90	100,60	102,10
7	100,30	99,60	102,10	96,80	101,90	103,10
8	100,90	101,10	103,40	99,60	102,90	104,70
9	101,80	102,00	104,40	100,20	103,90	106,10
10	102,70	102,70	105,30	101,90	105,10	108,20

Obr. 28 Graf závislosti el. vodivosti na čase hnojiva LAD 27 vzorky 1-6



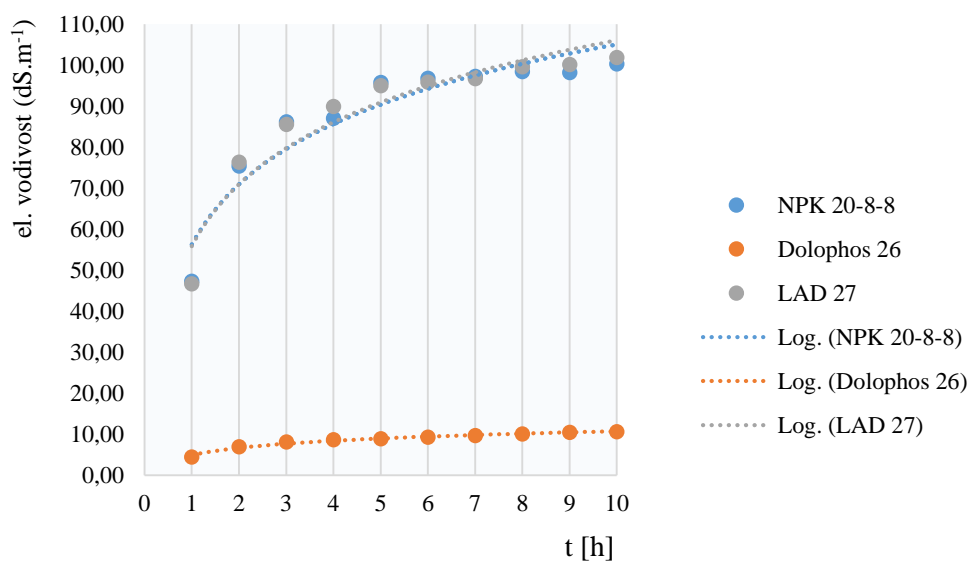
Popisek legendy grafu: Vzorek – množství vzduchu [ $\text{m}^3\cdot\text{h}^{-1}$ ] – síta [mm]

Hnojivo LAD 27 má hodnoty elektrické vodivosti v rozmezí od 45 do 110  $\text{dS}\cdot\text{m}^{-1}$  a její funkce je lineárně rostoucí. Z grafu vyplývá, že k největšímu nárůstu elektrické vodivosti došlo mezi první a druhou hodinou měření a do zhruba šesté hodiny

měření měla hodnota konduktivity stále strmě stoupající charakter. Po šesté hodině měření došlo k ustálení hodnot nebo k mírnému nárůstu.

#### 4.5.7 Vyhodnocení vzorků NPK 20-8-8, Dolophos 26, LAD 27

Obr. 29 Grafické znázornění závislosti el. vodivosti na čase NPK 20-8-8, Dolphos 26, LAD 27



Popisek grafu: Uvedená hodnoty jsou pro hnojiva (množství vzduchu  $115 \text{ m}^3 \cdot \text{h}^{-1}$ , síta  $3,15 \text{ mm}$ )

Zde jsem uvedl graf, do kterého jsem zvolil průměrné hodnoty elektrické vodivosti od každého vzorku hnojiva. Pro porovnání hnojiv jsem od každého druhu hnojiva vybral takový vzorek, který odpovídá stejnému množství vzduchového proudu a patří do stejné skupiny průměru sít. Tedy množství vzduchu  $115 \text{ m}^3 \cdot \text{h}^{-1}$  a síta o průměru  $3,15 \text{ mm}$ . Z grafu, který je na obr. 29, je patrné, že všechny hnojiva mají rostoucí logaritmický průběh.

## 5 Závěr

V mé diplomové práci jsem se věnoval elektrické vodivosti, vlivu elektrické vodivosti na salinitu půdy a v praktické části jsem se věnoval měření elektrické vodivosti vybraných druhů tuhých minerálních hnojiv.

V první fázi měření jsem si vybral vzorky minerálních hnojiv, konkrétně trávnickové tříslůžkové hnojivo NPK 20-8-8, ledek amonný s dolomitem LAD 27 a fosforečné hnojivo Dolophos 26. Dále následovalo samotné měření v laboratořích. Nejdříve se hnojiva roztřídila na laboratorní vzduchové třídiče K-293 na granule o stejné měrné hmotnosti. Ze vzorků naměřených ve vzduchovém proudu jsem od každého druhu hnojiva odebral tři vzorky významných podílů. Tyto vzorky jsem následně pro větší exaktnost měření posel na laboratorních sítích o různých průměrech ok a následně vybral od každého typu hnojiva dvě třídy hmotnostně nejzastoupenějších granulí. Nakonec jsem od každé třídy granulí prosetých na laboratorních sítích vybral tři konečné vzorky o hmotnosti 5 g. Celkem tedy ze tří druhů hnojiv vzniklo padesátčtyři vzorků po 5 g pro zachování přesnosti a pro statistickou věrohodnost údajů.

Poslední část měření se zabývala měřením elektrické vodivosti. Vzorky byly rozpuštěny v destilované vodě o objemu 50 ml. Naměřené hodnoty elektrické vodivosti jsem zapisoval do tabulek, z kterých jsem následně vytvořil grafy znázorňující závislost elektrické vodivosti na čase.

Z grafů naměřených hodnot vyplývá, že všechny tři druhy minerálních hnojiv mají stoupající logaritmický charakter zvyšující se v závislosti na čase.

Hnojiva NPK 20-8-8 a LAD 27 mají takřka stejný stoupající charakter. U těchto dvou typů hnojiv dochází k výraznému nárůstu elektrické vodivosti v prvních pěti hodinách měření. Poté nastává spíše pozvolný nárůst až na hodnoty mírně přesahující  $100 \text{ dS}\cdot\text{m}^{-1}$ . Hodnoty konduktivity těchto hnojiv jsou vysoké, což značí, že ionty jsou velmi dobře přijímány kořenovým systémem rostlin a tyto hnojiva by se měly používat zejména při půdním hnojení. Fyzikálně-chemické vlastnosti hnojiv NPK 20-8-8 a LAD 27 umožňují velmi dobrou rozpustnost v roztoku. Vzhledem k vysokým hodnotám konduktivity by se hnojivo mělo používat při hnojení v oblastech, kde půda neobsahuje soli, aby nedošlo k zasolení půdy. Při celém měření stoupla teplota okolního vzduchu přibližně o  $2 \text{ }^\circ\text{C}$ , což je

pro přesnost měření přijatelná hodnota, vzhledem k závislosti růstu elektrické vodivosti roztoku na teplotě.

Hnojivo Dolophos 26 mělo mírný nárůst hodnot elektrické vodivosti v průběhu celého měření. Maximální hodnoty elektrické vodivosti tohoto hnojiva u všech vzorků se pohybovaly kolem  $5 \text{ dS}\cdot\text{m}^{-1}$ , až na jeden vzorek, u kterého vystoupala hodnota konduktivity až na  $10 \text{ dS}\cdot\text{m}^{-1}$ . Vzhledem k tomu, že teplota okolního vzduchu se od počátku měření zvýšila pouze o  $2 \text{ }^\circ\text{C}$ , tak tento výkyv hodnot mohl být způsoben změnou fyzikálně-chemických vlastností konkrétního vzorku, např. poškozením povrchu granulí hnojiva, a tím došlo k rychlejší rozpustnosti iontů hnojiva a zvýšení koncentrace elektrické vodivosti. Takto vysoká hodnota také mohla být způsobena rozdílnou koncentrací látek, které zvyšují elektrickou vodivost. Hnojivo Dolophos 26 vykazovalo po celou dobu měření horší rozpustnost v roztoku, oproti předchozím dvěma druhům. Nízké hodnoty elektrické vodivosti poukazují na nižší koncentraci iontů v roztoku, takže je možné hnojivo používat i v půdách s vyšším obsahem solí.

Poslední část měření, která již nebyla náplní mé diplomové práce, bylo zajištění nerozpuštěných zbytků hnojiva měřených vzorků pomocí filtračního papíru. Jednotlivé vzorky jsem přefiltroval přes filtrační papír. Pevné částice nerozpuštěného hnojiva byly zachyceny na filtračním papíře a poté vysušeny do stálé hmotnosti a následně zváženy. Vzorky byly dále nabídnuty laboratořím na rozbor živin, resp. zdali nerozpuštěný vzorek obsahuje živiny nebo se jedná o nosnou balastní látku.

Výsledky mé diplomové práce mohou být využity pro precizní zemědělství a mohou být použity jako etalon pro kvalitativní posouzení roztoků hnojiv.

## **Seznam literatury:**

- [1] RHOADES, J.D., CHANDUVI, F., LESCH, S.: Soil salinity assessment, Rome, Fiat Panis, 1999. ISBN 92-5-104281-0.
- [2] KABEŠ, K.: Přehled trhu – přístroje pro měření elektrolytické vodivosti, Praha, 1999, roč. 42, č. 11, s. 826-832.
- [3] KALINA, M.: Hnojení v zahradě, Praha, GRADA Publ. 2001. 109 ISBN 80-247-0173-1.
- [4] JAGER, L., HEGER, P.: Kvalita tuhých průmyslových hnojiv, SNTL Praha, 1987. 228 s. Typové číslo L16-B2-IV-31/62148.
- [5] HARMANIÁK, I.: Priemyselná hnojiva, ALFA Bratislava, 1975, 404 s.
- [6] KADLEC, K.: Snímače elektrolytické vodivosti kapalin. Automatizace, 1999, roč. 42, č. 11, s. 823 - 825.
- [7] ESHANI, R., SULLIVAN, M.: Soil electrical conductivity sensors. Ohio State University Extension, AEX-562-02. [online]. [cit. 24-2-2015]. Dostupné z: <http://ohioline.osu.edu/aex-fact/pdf/0565.pdf>
- [8] TRÁVNÍKOVÉ HNOJIVO. NPK 20-8-8, [online]. [cit. 10-02-2015]. Dostupné z: <https://megazahrada.cz/1:vyber-produktu-dle-rostlin/9:vyber-produktu-dle-rostlin-travnik/08502-floria-travni-smes-park-1-kg/>
- [9] HNOJIVA. Ledek amonný s dolomitem LAD 27, [online]. [cit. 10-02-2015]. Dostupné z: [http://www.agpjic.cz/inc/agpjc\\_hnojiva\\_01.pdf](http://www.agpjic.cz/inc/agpjc_hnojiva_01.pdf)
- [10] FOSFOREČNÁ HNOJIVA. Dolophos 26, [online]. [cit. 10-02-2015]. Dostupné z: [http://www.yaraagri.cz/doc/29005\\_DOLOPHOS%2026\\_YARA%20Agri%20Czech%20Rep%20u%20blic%20Praha\\_5305.pdf](http://www.yaraagri.cz/doc/29005_DOLOPHOS%2026_YARA%20Agri%20Czech%20Rep%20u%20blic%20Praha_5305.pdf)
- [11] BERNÁŠEK, K., BŘEČKA, J., NEUBAUER, K.: Návod k laboratornímu měření, Praha 1974, 34s.

[12] LABORATORY SIEVE SHAKER. Haver EML 200, [online]. [cit. 10-02-2015].

Dostupné z: <http://www.haver-partikelanalyse.com/en/sieve-analysis/haver-ws-tylerR-test-sieve-shakers/haver-eml-200-dp/>

[13] CONDUCTIVITY METER. WTW inoLab Cond 720, [online]. [cit. 24-2-2015].

Dostupné z: [http://www.wtw.de/uploads/media/US\\_L\\_07\\_Cond\\_038\\_049\\_I\\_02.pdf](http://www.wtw.de/uploads/media/US_L_07_Cond_038_049_I_02.pdf)

## Seznam tabulek:

*Tab. 1 Rozdělení granulí na vzduchové třídiče K-293 [g]*

*Tab. 2 Síta NPK 20-8-8 [g]*

*Tab. 3 Síta Dolophos 26 [g]*

*Tab. 4 Síta LAD 27 [g]*

*Tab. 5 Hnojivo NPK 20-8-8 vzorek 1*

*Tab. 6 Hnojivo NPK 20-8-8 vzorek 2*

*Tab. 7 Hnojivo NPK 20-8-8 vzorek 3*

*Tab. 8 Hnojivo NPK 20-8-8 vzorek 4*

*Tab. 9 Hnojivo NPK 20-8-8 vzorek 5*

*Tab. 10 Hnojivo NPK 20-8-8 vzorek 6*

*Tab. 11 Průměrné hodnoty el. vodivosti jednotlivých vzorků NPK 20-8-8*

*Tab. 12 Hnojivo Dolophos 26 vzorek 1*

*Tab. 13 Hnojivo Dolophos 26 vzorek 2*

*Tab. 14 Hnojivo Dolophos 26 vzorek 3*

*Tab. 15 Hnojivo Dolophos 26 vzorek 4*

*Tab. 16 Hnojivo Dolophos 26 vzorek 5*

*Tab. 17 Hnojivo Dolophos 26 vzorek 6*

*Tab. 18 Průměrné hodnoty el. vodivosti jednotlivých vzorků Dolophos 26*

*Tab. 19 Hnojivo LAD 27 vzorek 1*

*Tab. 20 Hnojivo LAD 27 vzorek 2*

*Tab. 21 Hnojivo LAD 27 vzorek 3*

*Tab. 22 Hnojivo LAD 27 vzorek 4*

*Tab. 23 Hnojivo LAD 27 vzorek 5*

*Tab. 24 Hnojivo LAD 27 vzorek 6*

*Tab. 25 Průměrné hodnoty el. vodivosti jednotlivých vzorků LAD 27*



## Seznam obrázků:

*Obr. 4 NPK 20-8-8*

*Obr. 5 LAD 27*

*Obr. 6 Dolophos 26*

*Obr. 4 Laboratorní vzduchová třídička K-293*

*Obr. 5 Váha Kern KB 500*

*Obr. 6 Laboratorní síta Haver EML 200*

*Obr. 7 Měřicí přístroj inoLab Cond 720*

*Obr. 8 Graf závislosti el. vodivosti roztoku na čase NPK 20-8-8 vzorek 1*

*Obr. 9 Graf závislosti el. vodivosti roztoku na čase NPK 20-8-8 vzorek 2*

*Obr. 10 Graf závislosti el. vodivosti roztoku na čase NPK 20-8-8 vzorek 3*

*Obr. 11 Graf závislosti el. vodivosti roztoku na čase NPK 20-8-8 vzorek 4*

*Obr. 12 Graf závislosti el. vodivosti roztoku na čase NPK 20-8-8 vzorek 5*

*Obr. 13 Graf závislosti el. vodivosti roztoku na čase NPK 20-8-8 vzorek 6*

*Obr. 14 Graf závislosti el. vodivosti roztoku na čase NPK 20-8-8 vzorky 1-6*

*Obr. 15 Graf závislosti el. vodivosti roztoku na čase Dolophos 26 vzorek 1*

*Obr. 16 Graf závislosti el. vodivosti roztoku na čase Dolophos 26 vzorek 2*

*Obr. 17 Graf závislosti el. vodivosti roztoku na čase Dolophos 26 vzorek 3*

*Obr. 18 Graf závislosti el. vodivosti roztoku na čase Dolophos 26 vzorek 4*

*Obr. 19 Graf závislosti el. vodivosti roztoku na čase Dolophos 26 vzorek 5*

*Obr. 20 Graf závislosti el. vodivosti roztoku na čase Dolophos 26 vzorek 6*

*Obr. 21 Graf závislosti el. vodivosti roztoku na čase Dolophos 26 vzorky 1-6*

*Obr. 22 Graf závislosti el. vodivosti roztoku na čase LAD 27 vzorek 1*

*Obr. 23 Graf závislosti el. vodivosti roztoku na čase LAD 27 vzorek 2*

*Obr. 24 Graf závislosti el. vodivosti roztoku na čase LAD 27 vzorek 3*

*Obr. 25 Graf závislosti el. vodivosti roztoku na čase LAD 27 vzorek 4*

*Obr. 26 Graf závislosti el. vodivosti roztoku na čase LAD 27 vzorek 5*

*Obr. 27 Graf závislosti el. vodivosti roztoku na čase LAD 27 vzorek 6*

*Obr. 28 Graf závislosti el. vodivosti roztoku na čase LAD 27 vzorky 1-6*

*Obr. 29 Graf závislosti el. vodivosti roztoku na čase NPK 20-8-8, Dolphos 26, LAD 27*

## Přílohy:

Příloha 1 – příbalový leták hnojiva NPK 20-8-8

Příbalový leták

### Trávníkové hnojivo NPK 20-8-8 (+2 MgO)

Granulované hnojivo je určeno pro jarní hnojení i přihnojování v průběhu roku. **Obsahuje vyvážený poměr živin a vysoký podíl dusíku (20%).** Současně hořčík obsažený v hnojivu **dodá trávníku sytě zelenou barvu.**

#### BENEFITY HNOJIVA

- Působí ihned po aplikaci
- Zajistí sytě zelený trávník
- Zvyšuje regenerační schopnost trávníku

#### Způsob použití:

Aplikaci hnojiva provádějte **rovnoměrným rozhozem granulí na oschlý trávník**, krátce po sečení. **Na větší plochy použijte posypový vozík.** Hnojení provádějte **od dubna až do začátku září, každý měsíc.** Po jeho aplikaci je vhodné plochu dostatečně zavlažit. **Poslední přihnojení proveďte na začátku září** a potom přejděte na podzimní trávníkové hnojivo, které zvýší odolnost trávníku proti vymrzání. Pravidelně přihnojovaný trávník má lepší schopnost regenerovat, rychle obnovuje listovou plochu a zlepšuje jeho celkový vzhled.

#### TIP:

Hnojivo lze použít také k základnímu vyhnojení, při přípravě půdy před založením trávníku. Pro výsev použijte některou travní směs z řady AGRO, např. Sport, Park, Univerzál nebo Louka – pastvina.

**Doporučené dávkování:** 15 g/m<sup>2</sup> plochy za měsíc.

**Upozornění:** Uvedené dávkování je orientační. Při konkrétním stanovení dávky vycházejte z půdní zásoby živin a aktuální potřeby rostlin. Při předávkování hrozí poškození trávníku.

**Skladování:** Hnojivo skladujte v suchu, v původních obalech.

HNOJIVO ES	
Označení typu:	Hnojiva NPK (Mg) 20-8-8 (+2MgO), směsné hnojivo
Celkový dusík jako N	20 %
Dusičnanový dusík jako N	8 %
Amonný dusík jako N	12 %
Fosforečnan rozpustný ve vodě jako P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	7 %
Fosforečnan rozpustný pouze v neutrálním citronanu amonném a ve vodě jako P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	8 %
Draslík vodorozpustný jako K <sub>2</sub> O	8 %
Celkový hořčík jako MgO	2 %
Hmotnost:	10 kg
Výrobce:	AGRO CS a.s., č.p. 265, 552 03 Říkov

Název směsi: **Trávníkové hnojivo NPK 20-8-8 (+2 MgO)**

**Výrobce: AGRO CS a.s., č.p. 265, 552 03 Říkov, CZ, tel.:+420 491 457 111**



**Varování:** Způsobuje vážné podráždění očí.

Uchovávejte mimo dosah dětí.

Je-li nutná lékařská pomoc, mějte po ruce obal nebo štítek výrobku.

Po manipulaci důkladně omyjte ruce vodou a mýdlem.

Používejte ochranné rukavice/ochranný oděv/ochranné brýle.

**PŘI ZASAŽENÍ OČÍ:** Několik minut opatrně vyplachujte vodou.

Vyjměte kontaktní čočky, jsou-li nasazeny a pokud je lze vyjmout

Příloha 2 – příbalový leták hnojiva Dolophos 26

Příbalový leták

**Dolophos 26**

Výrobce: SeNaPro GmbH., Hartmanshof, Hunaser Str. 3, Pommelsbrunn, Německo Dovoze: YARA Agri Czech Republic, s.r.o., Dušní 10, Praha 1  
 číslo typu: 2.6 číslo rozhodnutí o registraci: 1126

**Chemické a fyzikální vlastnosti**

chemická a fyzikální vlastnost	hodnota
Fosforečnan rozpustný pouze v minerální kyselině jako P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> v %	26
Fosforečnan rozpustný v 2% kyselině mravenčí jako P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> v %	15
Vápník nerozpustný ve vodě jako CaO v %	40
Hořčík nerozpustný ve vodě jako MgO v %	3
Částice od 2mm do 5mm v %	min. 90,0
Částice pod 1mm v %	max. 3,0
Částice nad 10mm v %	0,0

**Obsah rizikových prvků**

splňuje zákonem stanovené limity (kadmium v mg/kg P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>, ostatní v mg/kg hnojiva): kadmium 50, olovo 15, rtuť 1,0, arzen 10, chrom 150.

**Rozsah a způsob použití**

Dolophos se používá zejména k hnojení kyselých půd, ale můžeme jím hnojit i na půdách slabě kyselých a neutrálních. Fosfor, vápník a hořčík působí pomaleji, což je výhodné zejména na lehčích a středních půdách. Nejvhodnější období pro použití Dolophosu je po sklizni na podzim při orbě a přípravě půdy k setí nebo na jaře při předsetěvé přípravě. Hnojivo může být přednostně použito k zásobnímu hnojení fosforem pro všechny plodiny. Po aplikaci hnojiva je vhodné jeho zapravení do půdy.

O dávce Dolophosu rozhoduje rozbor půdy na obsah přípustného fosforu. Orientační dávky jsou uvedeny v následujících tabulkách pro bilancování při zásobním hnojení a pro hnojení dle plodin.

**Doporučené roční dávky Dolophosu:**

obiloviny	250 - 300 kg/ha
ozimá řepka	350 - 400 kg/ha
cukrovka	400 - 500 kg/ha
jetel, vojtěška	400 - 500 kg/ha
zelenina	400 - 500 kg/ha
kukuřice na siláž	250 - 350 kg/ha

### **Pokyny pro bezpečnost a ochranu zdraví při práci**

Při práci je nutné používat ochranné pracovní pomůcky (rukavice, brýle ochranný oděv).

Při práci není dovoleno jíst, pít kouřit. Je nutné dodržovat osobní hygienu a po práci omýt ruce teplou vodou a ošetřit reparačním krémem.

### **První pomoc**

Při zasažení očí vyplachovat oba spojivkové vaky velkým množstvím vody po dobu alespoň 10 minut. Při zasažení kůže opláchnout dostatečným množstvím vody, důkladně bez mechanického dráždění omýt vodou a mýdlem.

Při požití vypít větší množství pitné vody a vyhledat lékařské ošetření.

### **Podmínky skladování**

Dolophos musí být skladován v suchých skladech na hnojiva.

**Doba použitelnosti:** 24 měsíců od data dodávky hnojiva při dodržení podmínek skladování.

**Hnojivo se dodává volně ložené.**

**Toto hnojivo je možné použít v ekologickém zemědělství dle Nařízení Rady (ES) č. 834/2007 o ekologické produkci a označování ekologických produktů.**

## Ledek amonný s dolomitem

### Popis hnojiva, obsah živin, rizikové látky, forma a rozpustnost

Ledek amonný s dolomitem LAD 27 je granulovaná směs dusičnanu amonného s jemně mletým dolomitem. Obsahuje v průměru 27 % dusíku, který je z poloviny ve čpavkové a z poloviny v dusičnanové formě. Dále obsahuje 9 % uhličitanu hořečnatého. Ledek amonný s dolomitem jsou bělavé až světle hnědé granule (podle druhu použitého dolomitu) o velikosti 2 až 5 mm. Na jeden litr hnojiva připadá 1,061 kg hnojiva.

- celkový obsah dusíku v % N.....27, 0  
 -celkový hořčík v MgO v % ..... 4,0

zrnitostní složení :

částice 2 až 5 mm v %.....min. 90,0  
 pod 1 mm v % .....max. 1,0  
 nad 10 mm v % .....max. 0,0

### Rizikové látky

kadmium méně než 1 mg/kg hnojiva olovo méně než 10 mg/kg hnojiva rtuť méně než 1 mg/kg hnojiva arsen méně než 10 mg/kg hnojiva chrom méně než 50 mg/kg hnojiva

### Rozsah a způsob použití

Ledek amonný s dolomitem se používá jako dusíkaté hnojivo k základnímu hnojení a k přihnojování během vegetace, zejména pro půdy s velmi malým až středním obsahem hořčíku. Používá se od jara do pozdního léta. Protože dusík je v tomto hnojivu ve dvou formách, je účinek pro výživu rostlin velmi rychlý i pozvolnější a delší dobu trvajících. Ledek amonný s dolomitem je vhodný zejména pro plodiny a kultury náročné na hořčík, kam patří brambory, luskoviny, ovocné plodiny, zelenina a réva vinná. Svým složením vyhovuje též pro přihnojování luk a pastvin.

### Doporučené dávkování:

ozimá pšenice a ozimý ječmen	170 – 500 kg/ha
žito ozimé	150 – 400 kg/ha
jarní pšenice a jarní ječmen	120 – 350 kg/ha
jarní ječmen sladovnický	90 – 200 kg/ha
oves	120 – 300 kg/ha
řepka olejka	180 – 600 kg/ha
slunečnice	200 – 300 kg/ha
brambory	170 – 500 kg/ha
cukrovka	220 – 500 kg/ha
luskoviny	100 – 200 kg/ha
kukuřice na siláž	600 – 750 kg/ha
louky a pastviny	100 – 500 kg/ha
bobuloviny	250 – 400 kg/ha
květiny	300 – 400 kg/ha
peckoviny	200 – 400 kg/ha.

**Upozornění:**

Tyto údaje jsou pouze informativní. Pro konkrétní plodiny je vhodné upřesnit dávky a jejich případné dělení s využitím platných norem při zohlednění hnojení statkovými hnojivy a vlivu předplodin, nebo objektivních diagnostických postupů. Uvedené doporučené dávkování nezbavuje uživatele odpovědnosti za dodržování směrnice č. 69/1986 Sb. Hygienické předpisy, kterými se mění a doplňuje směrnice č. 50/1978 Sb., Hygienické předpisy o cizorodých látkách v poživatinách, ve znění směrnice č. 63/1984 Sb. Hygienické předpisy. Prodejce neručí za škody způsobené nesprávným použitím hnojiva.