

UNIVERZITA KOMENSKÉHO V BRATISLAVE
PRÍRODOVEDECKÁ FAKULTA

OPTIMALIZÁCIA PÔDNEHO VZORKOVANIA
V ZÁVISLOSTI OD KONFIGURÁCIE TERÉNU

Diplomová práca

2018

Bc. Veronika Oršulová

UNIVERZITA KOMENSKÉHO V BRATISLAVE
PRÍRODOVEDECKÁ FAKULTA

OPTIMALIZÁCIA PÔDNEHO VZORKOVANIA
V ZÁVISLOSTI OD KONFIGURÁCIE TERÉNU

Diplomová práca

Študijný program:	Fyzická geografia a geoinformatika
Študijný odbor:	Geografia
Školiace pracovisko:	Katedra fyzickej geografie a geoekológie
Vedúci práce:	RNDr. Marián Jenčo, PhD.

Bratislava 2018

Bc. Veronika Oršulová



Univerzita Komenského v Bratislave
Prírodovedecká fakulta

ZADANIE ZÁVEREČNEJ PRÁCE

Meno a priezvisko študenta: Bc. Veronika Oršulová
Študijný program: fyzická geografia a geoinformatika (Jednoodborové štúdium, magisterský II. st., denná forma)
Študijný odbor: geografia
Typ záverečnej práce: diplomová
Jazyk záverečnej práce: slovenský
Sekundárny jazyk: anglický

Názov: Optimalizácia pôdneho vzorkovania v závislosti od konfigurácie terénu
Optimization of soil sampling depending on terrain configuration

Literatúra: CARTER, M. R. a GREGORICH, E. G. (eds.) 2008. Soil Sampling and Methods of Analysis. – 2. Ed. Boca Raton: CRC Press. 198 s. ISBN 978-0-8493-3586-0.
ČURLÍK, J. a ŠURINA, B. 1998. Príručka terénneho prieskumu a mapovania pôd. Bratislava: Výskumný ústav pôdnej úrodnosti. 134 s. ISBN 80-85361-37-X.
SWYNGEDOUW, Ch. a CRÉPIN, J. M. 2008. Sampling methods for site characterization. In: DE VIVO, B., BELKIN, H. E. a LIMA, A., eds., Environmental Geochemistry: Site Characterization, Data Analysis and Case Histories. Oxford: Elsevier. S. 13-27. ISBN 978-0-444-53159-9.

Kľúčové

slová: Pôdne vzorkovanie; DTM; reprezentatívne bodové pole; Modrany.

Anotácia: Dosaiahnutý stupeň reprezentatívnosti siete odberných miest pôdnych vzoriek ovplyvňuje prostredníctvom optimalizácie vstupov do pôdy rentabilitu a trvalú udržateľnosť poľnohospodárskej výroby. V práci je na základe detailného digitálneho modelu reliéfu navrhnutá reprezentatívna odberová sieť pôdneho vzorkovania pre potreby precízneho poľnohospodárstva. Výsledná optimalizovaná sieť má reprezentovať priestorovú distribúciu živín v pôde. Súčasťou práce je odber pôdnych vzoriek zo stanovišť zahustenej odberovej siete, z ktorých sa laboratórnymi analýzami stanovuje obsah jednotlivých vybraných živín. Na základe týchto údajov je následne optimalizovaná výsledná odberová sieť.

Vedúci: RNDr. Marián Jenčo, PhD.
Katedra: PriF.KFGG - Katedra fyzickej geografie a geoekológie
PriF vedúci katedry: prof. RNDr. Jozef Minár, CSc.

Dátum zadania: 22.09.2016

Dátum schválenia: 08.11.2016

prof. RNDr. Jozef Minár, CSc.
vedúci katedry



Univerzita Komenského v Bratislave
Prírodovedecká fakulta

.....
študent

.....
vedúci práce

Pod'akovanie

Touto cestou by som sa chcela poďakovať všetkým, ktorí mi akýmkoľvek spôsobom pomohli pri tvorbe tejto diplomovej práce, či už šlo o pomoc pri zbere údajov, analýze údajov alebo pri práci v teréne. V prvom rade patrí veľká vďaka vedúcemu práce RNDr. Mariánovi Jenčovi, PhD., za odborné vedenie, metodické usmernenie, početné rady a pripomienky počas tvorby diplomovej práce. Za uvedenie do problematiky precízneho poľnohospodárstva patrí moja vďaka RNDr. Igorovi Matečnému, PhD. Významným prínosom pre prácu bola spolupráca s RNDr. Jánom Kaňukom, PhD., a Mgr. Jánom Šašakom, ktorým patrí veľká vďaka za tvorbu a spracovanie dát z dronu. Za pomoc so štatistickým spracovaním výsledkov ďakujem Mgr. Mariánovi Gáborovi. V neposlednom rade by som sa rada poďakovala študentom 1. ročníka mZ-FI za pomoc pri terénnych prácach. Veľká vďaka patrí takisto mojej rodine, priateľovi, priateľom a známym, ktorí ma podporovali nielen počas písania záverečnej práce, ale aj počas celého štúdia. Za spoluprácu ďakujem Vinárskym závodom Topoľčianky, s.r.o., predovšetkým p. Szentemu ako správcovi vinohradu.

Táto práca vznikla v rámci výskumných projektov č. APVV-15-0054 a APVV-15-059.

ABSTRAKT

ORŠULOVÁ, Veronika: Optimalizácia pôdneho vzorkovania v závislosti od konfigurácie terénu. [Diplomová práca]. Univerzita Komenského v Bratislave. Prírodovedecká fakulta. Katedra fyzickej geografie a geoekológie. Vedúci práce: RNDr. Marián Jenčo, PhD., Bratislava: Prírodovedecká fakulta UK, 2018. 93 s.

Predkladaná práca sa zberá problematikou určenia optimálnej vzorkovacej siete pre potreby precízneho poľnohospodárstva. Hlavným kritériom určenia odberovej siete je konfigurácia reliéfu a vlastnosti pôd konkrétnej parcely. Pôdne vzorkovanie pre agrochemické skúšanie pôd je regulované legislatívou, pre vinohrad je určená hustota odberového poľa ako jedna vzorka na dva až tri hektáre pôdy. Pre zvolenú výskumnú parcelu vinohradu v katastrálnom území obce Modrany s rozlohou 17 ha bolo navrhnutých šesť odberných miest. Následne bola odberová sieť zahustená. Na základe vytvoreného detailného digitálneho modelu reliéfu bolo vytvorených 12 reprezentatívnych odberových sietí, ktoré zohľadňujú geometriu územia. Z jednotlivých navrhnutých stanovišť siete boli odobraté pôdne vzorky, z ktorých bol laboratórnymi postupmi zistený obsah vybraných živín. Nadmorská výška, odvodené derivácie digitálneho modelu reliéfu (sklon, horizontálna krivosť a normálová spádnicová krivosť) a zistené zásoby živín vstupovali do štatistického modelu závislosti obsahu živín v pôde na morfometrických parametroch. Primárnym zameraním práce je maximalizovať hustotu pôdneho vzorkovania a postupným zriedovaním siete určiť hodnotu straty informácie, čím sa stanoví optimálna hustota pôdneho vzorkovania s prihliadnutím na finančnú náročnosť laboratórných analýz pre zistenie stavu zásob živín.

Kľúčové slová: Pôdne vzorkovanie; DTM; reprezentatívne bodové pole; Modrany.

ABSTRACT

ORŠULOVÁ, Veronika: Optimization of soil sampling depending on terrain configuration. [Master's thesis]. Comenius University in Bratislava. Faculty of Natural Sciences. Department of Physical Geography and Geoecology. Tutor: RNDr. Marián Jenčo, PhD., Bratislava: Faculty of Natural Sciences CU, 2018. 93 p.

The presented thesis is focuses on the determination of the optimal soil sampling grid for precision agriculture. The main criterion for the determination of the sampling grid is the terrain configuration and soil characteristics of a specific parcel. Soil sampling for agrochemical soil testing is regulated by the legislation, for the vineyard is determined the density of the samples as 1 sample per 2-3 hectares of soil. For the selected vineyard parcel, in the cadastral territory of Modrany village with an area of 17 hectares, were designed 6 samples. Subsequently, the sampling grid was densificated. Based on the detailed digital terrain model, there have been created 12 representative sampling grids that take into account the geometry of the site. Soil samples were collected from each of the proposed sampling locations, content of selected nutrients was determined by the laboratory procedures from. The altitude, derivations of the digital relief model (slope, planform curvature and profile curvature) and the observed nutrient inventories entered the statistical model of relation of nutrient content in the soil and morphometric parameters. The primary focus of the work is to maximize density of the soil sampling grid and sequently to reduce of grid density to determine the value of the loss of information. This determines the optimal soil sampling density, taking into account the financial demands of laboratory analyzes to detect nutrient content.

Key words: soil sampling, DTM, representative field of points, Modrany

PREDHOVOR

Predkladaná diplomová práca predstavuje relatívne málo študovanú tému optimalizácie pôdneho vzorkovania vzhľadom k parametrom reliéfu. Zaujímavou robí túto tému jej aplikácia na silne antropogénne ovplyvnený reliéf – vinohrad.

Zohľadnenie skrytej rezervy - variability obsahu živín v pôde, je predpokladom efektívneho manažovania rastlinnej výroby za účelom dosiahnutia vyššej rentability. Variabilita obsahu živín v pôde býva často diferencovaná práve z dôvodu vysokej morfometrickej rozdrobenosti územia. Samotný odber pôdných vzoriek je kľúčovou časťou, ktorá rozhoduje o konečnej výslednej hodnote agrochemického skúšania pôd, býva bohužiaľ často podceňovaný. Aby bolo možné využiť variabilitu pôdy pre efektívnejšie hnojenie, je potrebné ju zohľadniť už pri príprave reprezentatívnej odberovej siete a následnom odbere pôdných vzoriek. Princíp spočíva vo vykonaní odberu pôdných vzoriek v presne vymedzených častiach pozemkov s rovnakou kvalitou a úrodnosťou pôdy. Vymedzenie jednotlivých zón pozemkov je možné vykonať na základe bežne dostupných podkladových materiálov, ktoré nie vždy sú schopné poskytnúť relevantnú a presnú informáciu. My sme sa v práci zamerali na využitie presných dát získaných stále rozširujúcou technológiou leteckého snímkovania – dronom.

Téma diplomovej práce bola vybraná práve z dôvodu vysokej miery aplikovateľnosti do praxe, výsledky boli dodané priamo poľnohospodárskemu podniku, kde bol vykonaný prieskum. Ďalším dôvodom výberu témy bola jej širokospektrálnosť. V práci sú aplikované rôzne výskumné metódy, čo pre mňa znamenalo veľkú výzvu. Bolo nutné aplikovať metódy pôdneho vzorkovania aj metódy interpretácie výsledkov získaných pôdnym vzorkovaním, čo sú bežne využívané metódy. Avšak aplikácia moderných technologických možností (dron) a využívanie rôznych štatistických a interpolačných metód vyhodnotenia získaných výsledkov je v podmienkach Slovenska stále len vo svojich začiatkoch.

Pevne verím, že práca prispeje svojou komplexnosťou a zistenými poznatkami k lepšiemu pochopeniu potreby zapojenia morfometrických parametrov do pedologického výskumu na rôznych úrovniach. Práca však nájde uplatnenie predovšetkým vo výskume poľnohospodárskych pôd.

OBSAH

ÚVOD	11
1 PREHĽAD PROBLEMATIKY V LITERATÚRE	13
1.1 Precízne poľnohospodárstvo	13
1.2 Pôdne vzorkovanie v precíznom poľnohospodárstve	15
1.3 Štatistické a interpolačné metódy v precíznom poľnohospodárstve	21
1.4 Variabilita pôdneho krytu vzhľadom k parametrom reliéfu	24
2 CHARAKTERISTIKA ÚZEMIA	27
3 METODIKA PRÁCE	35
3.1 Výber územia	35
3.2 Terénne a vzorkovacie práce	35
3.3 Spracovanie výsledkov laboratórnych analýz	38
3.4 Využitie drona pri tvorbe ortofoto snímky a DTM	39
3.5 Zhodnotenia štatistickej závislosti vlastností pôdy a reliéfu	40
3.6 Tvorba zriedených sietí	42
3.7 Vyčlenenie morfortopov	44
3.8 Štatistické porovnanie údajov zo zriedených a zahustených sietí; metóda výberu optimálnej odberovej siete	46
4 VÝSLEDKY A DISKUSIA	47
4.1 Vyhodnotenie a analýza laboratórnych výsledkov	47
4.2 Štatistická závislosť pôdných charakteristík na charakteristikách reliéfu	55
4.3 Segmentácia územia na morfortopy	58
4.4 Výber optimálnej odberovej siete	60
ZÁVER	63
LITERATÚRA	65
PRÍLOHY	71
PRÍLOHA A Opis kopaných pôdných sond	71
PRÍLOHA B Vyhodnotenie stavu zásob živín zo zahustenej siete podľa vyhl.	77
PRÍLOHA C Štatistické spracovanie zriedených odberových sietí	79

ZOZNAM OBRÁZKOV

Obrázok 1 Systém precízneho poľnohospodárstva.....	14
Obrázok 2 Príklad vzor a hustoty vzorkovacej siete pri metóde grid sampling.....	18
Obrázok 3 Príklady zone sampling pre územia s viacerými zónami.....	19
Obrázok 4 Geoštatistická metóda kriging	22
Obrázok 5 Interpolačná metóda IDW.....	23
Obrázok 6 Interpolačná metóda spline	24
Obrázok 7 Lokalizácia záujmového územia v rámci okresu Komárno.....	27
Obrázok 8 Pohľad na homogénny svah z úpätia	29
Obrázok 9 Digitálny model terénu kultúrneho dielu.....	29
Obrázok 10 Sklony kultúrneho dielu.....	30
Obrázok 11 Bonitované pôdno-ekologické jednotky kultúrneho dielu.....	32
Obrázok 12 Vegetácia kultúrneho dielu a okolia	33
Obrázok 13 Schéma štandardizovanej odberovej siete v rámci lokality.....	36
Obrázok 14 Schéma zahustenej odberovej siete v rámci lokality	37
Obrázok 15 Schematické znázornenie zriadených odberových sietí	43
Obrázok 16 Mapy generalizovaných morfometrických parametrov.....	45
Obrázok 17 Distribúcia oxidovateľného uhlíka (C_{ox}) na kultúrnom diele	51
Obrázok 18 Distribúcia celkového dusíka (N_{tot}) na kultúrnom diele	52
Obrázok 19 Distribúcia prijateľného horčíka (Mg) na kultúrnom diele	53
Obrázok 20 Distribúcia prijateľného fosforu (P) na kultúrnom diele	54
Obrázok 21 Výsledné grafy redundančnej analýzy pre obe sady premenných.....	56
Obrázok 22 Segmentácia územia na morfotopy.....	59
Obrázok 23 Zvolená optimalizovaná odberová sieť.....	62

ZOZNAM TABULIEK

Tabuľka 1	Technológie a metódy využívané v precíznom poľnohospodárstve	15
Tabuľka 2	Kategórie pôdneho výskumu a aplikácia vhodného vzorkovacieho postupu...	17
Tabuľka 3	Vzťahy závislosti charakteristík pôdy na charakteristikách reliéfu.....	26
Tabuľka 4	Bonitované pôdnoekologické jednotky kultúrneho bloku.....	32
Tabuľka 5	Vyjadrenie vhodnosti interpolačných metód na príklade modelovania pH	38
Tabuľka 6	Kritické hodnoty prvkov pre ovocné sady a vinice podľa vyhlášky.	39
Tabuľka 7	Technické parametre letu drona a výsledných dát.....	40
Tabuľka 8	Vybrané údaje z agrochemického skúšania pôd z júla 2017	48
Tabuľka 9	Výsledky redundančnej analýzy	56
Tabuľka 10	Koeficienty determinácie pre jednotlivé vzťahy	57
Tabuľka 11	Kategorizácia vyčlenených morfotopov	58
Tabuľka 12	Priemerná percentuálna odchýlka obsahu dusíka a uhlíka	61
Tabuľka 13	Priemerná percentuálna odchýlka obsahu fosforu a horčíka	61

ÚVOD

Priestorová variabilita vlastností pôdy v rámci krajiny je podmienená materskou horninou, podnebím, biotou a z veľkej časti je ovplyvňovaná aj morfometrickými parametrami reliéfu, keďže reliéf je jedným z dominantných diferenciačných faktorov toku látok a energie v krajine. Napriek tomu, že vzťah reliéfu a variability pôdy je pri prieskume pôdy elementárny, zriedka sa uvažuje o detailnej analýze priestorovej variability vlastností pôdy. Poznanie vzťahu medzi geometrickou štruktúrou reliéfu a pôdnymi vlastnosťami je možné využiť už pri samotnom pôdnom mapovaní. Vplyv morfometrických foriem na diferenciáciu pôdneho krytu vo fluvialnom reliéfe spracoval Jenčo a Pišút (2011). Je ale otázne, akou mierou ostáva deklarovaný vplyv reliéfu na pôdy v platnosti pri výrazne antropogénne ovplyvnených, poľnohospodárskych, územiach.

Konfigurácia terénu ako vstupný faktor zónového vzorkovania sa vykonáva predovšetkým cez analýzy geometrických foriem reliéfu. Tie sú zvyčajne interpretované z bežne dostupných mapových zdrojov, čo predovšetkým pri rozlohou malých a výrazne antropogénne ovplyvnených územiach, nie je dostačujúce. Preto bola v práci použitá pre tvorbu digitálneho terénneho modelu relatívne nová metóda – lidarové snímkovanie pomocou dronu.

Hlavným cieľom práce je na základe konfigurácie terénu navrhnuť optimalizovanú a reprezentatívnu sieť pre pôdne vzorkovanie na konkrétnej poľnohospodárskej parcele. Primárny cieľ je dosiahnuteľný niekoľkými čiastkovými cieľmi. V prvom rade bolo potrebné vytvoriť detailný digitálny terénny model a odvodiť z neho morfometrické parametre. Pôdne vzorky pre potreby precízneho poľnohospodárstva bolo nutné odobrať v dvoch cykloch – podľa štandardizovanej legislatívnej normy pre agrochemické skúšanie pôd a podľa navrhutej zahustenej odberovej siete. Zo získaných dát sme analyzovali a vyhodnotili reálne vplyvy morfometrických charakteristík na distribúciu živín v pôde. Prirodzeným záverom práce bolo porovnanie laboratórne zistených vlastností pôdy a stavu živín v pôde zo štandardizovanej a optimalizovanej odberovej siete.

Predkladaná práca je delená na 4 hlavné kapitoly, avšak prácu možno rozdeliť na dve časti – teoretickú a praktickú. V teoretickej časti je vecne opísaný súčasný stav riešenia skúmanej problematiky. Táto kapitola predstavuje teoretický úvod k zvoleným metódam. Venujeme sa teórii precízneho poľnohospodárstva, pôdneho vzorkovania, využívaniu štatistických a interpolačných metód v aplikovanom geografickom výskume a v tejto časti

práce sme zhromaždili aj známe poznatky o vplyve morfometrických parametrov na pôdne vlastnosti. V teoretickej časti predstavujeme územie výskumu – vinohrad v k.ú. obce Modrany, pričom sme sa zamerali predovšetkým na geomorfologické a pôdne pomery územia.

Praktická časť práce je zameraná na detailný opis metodického postupu. Nakoľko výskum prebiehal na viacerých úrovniach, metodika je veľmi členitá. Pre dosiahnutie cieľov práce bol potrebný rozsiahli terénny prieskum, spracovanie terénnych dát, spracovanie dát z dronu a následné štatistické vyjadrenie získaných údajov. Metodicky dôležitou časťou bola metodika vyčlenenia morfotopov. Celý metodický postup nás postupne doviedol až k splneniu samotného cieľa práce – výberu optimálnej siete pre pôdne vzorkovanie. Výstupy a výsledky našej práce dokumentujeme v poslednej kapitole práce, kde ich takisto porovnávame so zisteniami iných autorov.

Význam práce spočíva jednak v ucelenom podaní teoretických poznatkov z metodológie pôdneho vzorkovania a štatistického spracovania jeho výsledkov. V práci sa nám taktiež podarilo zhrnúť rôzne vplyvy morfometrických parametrov na vlastnosti pôdy. Najväčším prínosom práce je výsledok štatistického legislatívne zakotvenej štandardizovanej odberovej siete a navrhovaných zahustených odberových sietí.

1 PREHĽAD PROBLEMATIKY V LITERATÚRE

1.1 Precízne poľnohospodárstvo

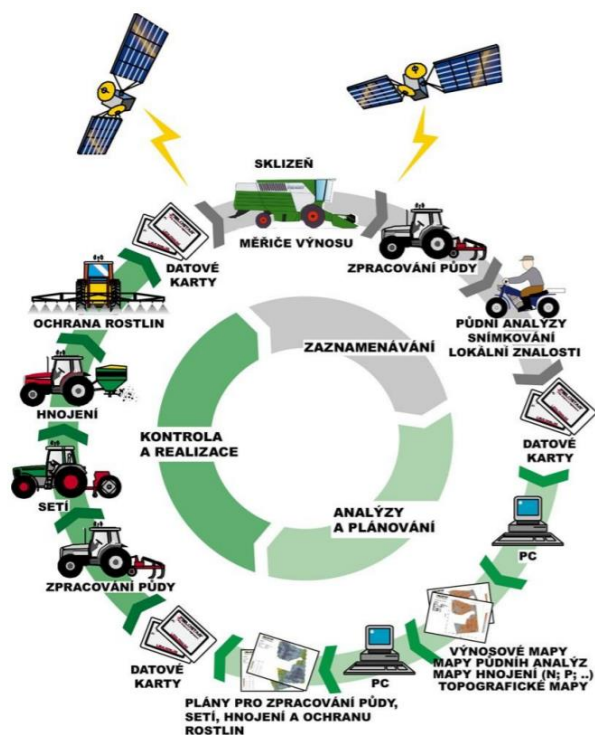
V priebehu niekoľkých desaťročí demografi predpokladajú výrazný nárast populácie, čo bude predstavovať zvýšený dopyt po potravinách. Z toho dôvodu je dôležité nájsť v poľnohospodárstve spôsoby, ako vyprodukovať viac potravín na nezmenenej ploche a zároveň znížiť potrebu tradičných vstupov na pestovanie plodín, napr. hnojív, insekticídov alebo herbicídov. Trvalo udržateľné poľnohospodárstvo si vyžaduje presné prispôsobenie sa prírodným, rovnako aj ekonomickým podmienkam. Z tohto pohľadu predstavuje riešenie precízne poľnohospodárstvo.

Precízne poľnohospodárstvo je v súčasnosti dôležitým prvkom v manažmente poľnohospodárskej krajiny, ktorého história siaha do 80. rokov 20. storočia (Oliver 2010). Prvými krajinami, kde sa precízne poľnohospodárstvo zavádza do praxe sú Spojené štáty americké, Kanada, Austrália, Francúzsko alebo Veľká Británia. Ryant (2001) definoval cieľ precízneho poľnohospodárstva ako *„usmerňovanie vstupov a technológií v závislosti na lokálnych podmienkach v rámci územia tak, aby bolo možné vykonať správny zásah na správnom mieste, v správnom čase a správnym spôsobom“*. Z toho vyplýva, že precízne poľnohospodárstvo zohľadňuje špecifické vlastnosti pôdy na konkrétnom mieste v rámci kultúrneho dielu. Rôznymi metódami a technológiami sú skúmané nasledovné vlastnosti jednotlivých areálov v rámci kultúrneho dielu (Heege 2013):

- statické vlastnosti: topografia, textúra pôdy (pôdny druh) a pôdny typ,
- dynamické vlastnosti:
 - vlastnosti pôdy: vlhkosť, organický podiel, chemizmus pôdy (N, Mg, P, K, Na, Ca)
 - špecifické vlastnosti plodín: koreňová sústava, fázy rastu, výnosy.

Winstead (2009) svojim výskumom v Alabame potvrdila hypotézu, že tradičné metódy pôdneho vzorkovania v súčasnosti nie sú schopné exaktne a efektívne diagnostikovať výživu rastlín. Implementáciou technológií na zber údajov do poľnohospodárskych zariadení, využívaním diaľkového prieskumu Zeme a vývojom špecializovaných softvérov započala nová éra precízneho poľnohospodárstva (obr. 1).

Modernými technológiami je možné aplikovať náročné metódy, ktoré bývali používané na malých územiach, na veľkoplošné územia.



Obrázok 1 Systém precízneho poľnohospodárstva (prevzaté z Ryant 2001)

V súčasnosti možno považovať kombináciu GNSS (Global Navigation Satellite System), GIS (Geografický informačný systém) a senzorov počasia, pôdy, škodcov či zavlažovacích požiadaviek za kľúčovú pri získavaní a následnej analýze dát. Ďalším dôležitejším prvkom v manažmente poľnohospodárskej krajiny sú ortofotomapy a korektné digitálne modely terénu, ktoré poskytujú vizuálnu aj topografickú informáciu o území. V súčasnosti sa využíva v precíznom poľnohospodárstve množstvo technológií (tab. 1).

Novým prvkom, ktorý sa aplikuje v precíznom poľnohospodárstve sú UAV zariadenia (bezpilotné lietadlá alebo tzv. „drony“). Na ich tele môžu byť inštalované rôzne senzory, ktoré umožňujú sledovanie zdravotného stavu rastlín a dôležitého normalizovaného diferenčného vegetačného indexu (NDVI) pomocou multispektrálneho snímkovania (Mach 2016). Vybrané typy UAV zariadení je možné využiť na samotnú cieľnú aplikáciu ochranných postrekov a hnojív. Ich využívanie je ale výrazne regulované legislatívou.

Pre potreby spracovania diplomovej práce bolo využité UAV zariadenie na vytvorenie digitálneho terénneho modelu územia a ortofotografie územia.

Tabuľka 1 Technológie a metódy využívané v precíznom poľnohospodárstve
(prevzaté z Heege 2013)

TECHNOLÓGIA	VYUŽITIE
terénne mapovanie	vytvorenie korektných hraníc v území
automatizované riadenie prístroja	prístroj sleduje vopred definované trajektórie
on-screen navigácia	navigácia vedená GPS.
monitoring výnosov	zhromažďovanie georeferencovaných údajov o výnosoch
mapovanie drenáže	určenie najvýhodnejšieho umiestnenia drenážnych systémov z leteckej snímky
sledovanie majetku (ekonomické)	sledovanie rentability podniku
odber pôdných vzoriek	zisťovanie stavu zásob živín
výskum rastliny	georeferencované údaje o rastlinách
variabilná aplikácia insekticídov, herbicídov, ...	automatické upravenie množstva hnojiva podľa údajov o rastline
variabilná výsadba	úprava výsadby, zvyčajne na základe údajov o pôde a živinách
variabilné zúrodňovanie pôdy	úprava množstva živín v pôde na základe výsledkov pôdných vzoriek
dial'kový prieskum Zeme	zhromažďovanie údajov zo satelitov, letecké snímkovanie

1.2 Pôdne vzorkovanie v precíznom poľnohospodárstve

Odber vzoriek a určenie odberovej siete je neoddeliteľnou súčasťou akéhokoľvek pedologického terénneho prieskumu. Odberovú sieť je potrebné navrhnuť reprezentatívne, nakoľko z učených vlastností sú odvodené parametre celej množiny bodov, resp. aj výskumného územia. Návrh odberovej siete zahŕňa predovšetkým zvolenie najefektívnejšej metódy výberu vzoriek, ktoré budú zvolený parameter najlepšie reprezentovať. Odberové pole musí podľa Eberhardt a Thomas (1991) definovať všetky špecifické parametre vzorkovaného územia a proces vzorkovania musí byť opakovateľný, tzn. že každá vzorka musí mať zaznamenanú svoju polohu. Existuje veľké množstvo podrobných návodov na zvolenie vzorkovania pre konkrétne územie. Vo všeobecnosti by ale malo pri výbere metódy platiť niekoľko pravidiel. Je vhodné vzorkovať:

- každý pôdny typ a pôdny druh vyskytujúci sa vo vzorkovanom areáli,
- každú vyskytujúcu sa formu (svah, úpätie svahu, rovinu...).

V podmienkach Slovenska sa umiestňujú pôdne vzorky zväčša podľa máp bonitovaných pôdnoekologických jednotiek (BPEJ), ktoré zohľadňujú vyššie uvedené

faktory. Správne zvolená metóda pôdneho vzorkovania je významná v oblasti manažmentu poľnohospodárskej krajiny.

1.2.1 Teória pôdneho vzorkovania v zahraničnej literatúre

Eberhardt a Thomas (1991) definovali dve hlavné kritériá pre používanie jednotlivých metód v pôdnom vzorkovaní. Prvé kritérium umiestnenia vzorky je závislé na druhu parametra, ktorý bude výskumom sledovaný – sleduje sa pôdna vlastnosť (prípadne ich komplex) narušená exogénnymi procesmi (napr. záplavami, toxickými škvrnami) alebo nenarušená pôdna vlastnosť. Druhé, dôležitejšie kritérium vychádza zo zohľadnenia rôznych faktorov (napr. vlhkosť prostredia, sklon svahu, predpokladaná textúra pôdy) pri lokalizácii vzorky – vzorky sa lokalizujú buď bez ohľadu na tieto faktory alebo s ohľadom na tieto faktory (tab. 2).

Princíp účelového umiestnenia vzorky a princíp pravdepodobnosti umiestnenia definovali okrem Eberhardt a Thomas (1991) aj Pennock (2004), Carter a Gregorisch (2008) a Swyngedouw a Crépin (2008). Prístup použitím tzv. účelového umiestnenia vzorky je založený na analýze pedogenetických, geologických a geomorfologických faktorov, ktoré by mohli vplyvať na kvalitu a reprezentatívnosť výsledku. Výskum touto metódou je určený predovšetkým k definovaniu distribúcie a rozsahu skúmaných taxonomických jednotiek. Prístup použitím pravdepodobnosti je podobný prístupu účelového umiestnenia, ale k odhadu umiestnenia vzorky používa širšie spektrum parametrov. Využitie nachádza predovšetkým pri agronomickom vzorkovaní, kde sa na určenie polohy vzorky používajú napríklad výnosové mapy.

Modelovo a dizajnovo orientované vzorkovanie bolo takisto definované viacerými autormi (Heuvelink a Bierkens 1992, Brus a Gruijter 1997, Pennock 2004, Brus a Heuvelink 2007, Carter a Gregorisch 2008), ktorí sa v definíciách metód z veľkej časti zhodujú. Dizajnovo orientované umiestnenie je založené na stochastickom princípe, pričom umiestnenie vzoriek sa určuje náhodným výberom. Základným predpokladom výberu tejto metódy je, že na pozorované vlastnosti by nemal mať výrazný vplyv iný exogénny faktor a výsledná hodnota vlastnosti by mala byť dlhodobou stabilná. Modelovo orientované umiestnenie používa matematickú abstrakciu na popísanie reality. To znamená, že je využité modelovanie na základe istých zákonitostí, ktoré sa menia podľa pozorovaných vlastností. Kľúčovým je pri modelovo orientovanom prístupe využívanie geoštatistiky.

Tabuľka 2 Kategórie pôdneho výskumu a aplikácia vhodného vzorkovacieho postupu (prevzaté z Pennock 2004)

ÚČEL VÝSKUMU	PRINCÍP VZORKOVANIA	DEFINÍCIA
výskum kontaminácie pôdy	účelové umiestnenie	Vymedzenie typu a závažnosti kontaminácie. Stratégia odberu vzoriek môže byť diktovaná príslušnou regulačnou požiadavkou (zákonom).
výskum (mapovanie) pôdy	účelové umiestnenie	Mapovanie priestorového rozloženia pôdnych taxonomických jednotiek spolu s určením vlastností pôdy.
monitoring pôdy	účelové umiestnenie a použitie pravdepodobnosti	Určenie súčasného stavu pôdy a jeho potenciálneho vývoja.
geomorfologický a pedologický výskum	účelové umiestnenie	Interpretácia vývoja pôdy alebo geomorfologickej formy na základe opisu a analýzy pedologických stratigrafických úsekov.
pedometrický / geoštatistický výskum	modelovo orientované umiestnenie	Zisťovanie stochasticky modelovaných vlastností pôdy, pričom sú používané geoštatistické prostriedky (odchýlky, interpolácie).
výskum porúch	dizajnové orientované umiestnenie a použitie pravdepodobnosti	Preskúmanie účinkov rozdielnych rušivých faktorov na pôdu (napr. záplavy, holuby, ...).
modelový výskum	dizajnové orientované umiestnenie a použitie pravdepodobnosti	Generovanie a testovanie hypotéz založených na analýze priestorových a časových modelov pravdepodobnosti.
potvrdenie modelu	účelové, modelovo a dizajnové orientované umiestnenie	Výskum vykonaný s cieľom odhadnúť pravdivosť fyzicky založených modelov a určiť funkčné vzťahy medzi premennými.
porovnávacie merania	dizajnové orientované umiestnenie a pravdepodobnosť	Testovanie hypotéz pre rozdiely a korelácie medzi triedami pôdnych a geomorfologických vlastností (napr. rozdiel/korelácia medzi topografickou pozíciou a textúrou pôdy).
výskum úrodnosti a výživy pôdy	dizajnové orientované umiestnenie a pravdepodobnosť	Testovanie hypotéz založených na porovnaní rôznych metód zúrodnenia pôdy (napr. výber hnojív a spôsoby ich aplikácie).

1.2.2 Využívanie pôdneho vzorkovania v precíznom poľnohospodárstve

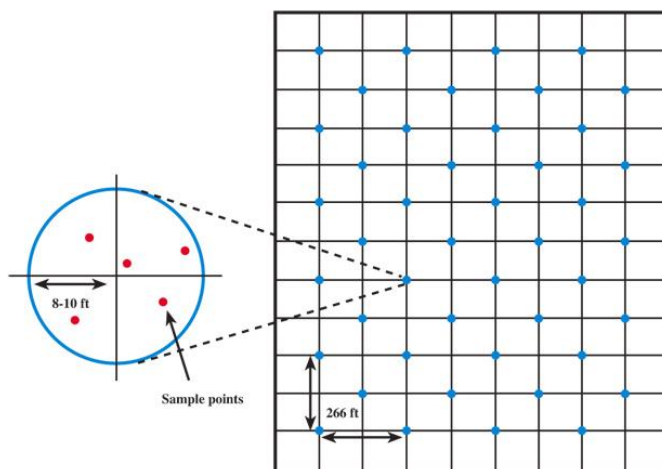
Vyššie uvedené prístupy v pôdnom vzorkovaní sú podkladom pre aplikovaný výskum v pôdoznactve, predovšetkým v oblasti precízneho poľnohospodárstva a variabilnej aplikácie hnojív (v zahraničnej literatúre uvedené ako Variable Rate Fertilization – VRT). Harrell (2014) vo svojej práci zdôrazňuje využívanie VRT nie len z dôvodu zníženia nákladov na aplikáciu hnojív, ale hlavne z dôvodu nízkeho dopadu nadmerného hnojenia na životné prostredie.

V praxi sa využíva niekoľko metód vzorkovanie, najpoužívanejšími sú tzv. grid sampling (sieťové vzorkovanie) a zone sampling (zónové vzorkovanie). Vo svojich prácach ich definovalo a použilo niekoľko autorov, napríklad Winstead (2014), Harrell (2014), Mylavarapu a Lee (2002), Schepers et al. (2004), Ferguson a Hergert (2009).

Grid sampling je organizované do systematického sieťového vzoru, pričom sieť (grid) je tvorená rovnocennými bodmi. Body bývajú lokalizované buď uprostred štvorcov siete, alebo na hranách štvorcov, ktoré sa spájajú (Ferguson a Hergert 2009). Metóda sa aplikuje v prípadoch, keď:

- je potrebné vzorkovať veľkú plochu,
- je pôda narušená predchádzajúcimi spôsobmi užívania (pastvou, terasovaním, odvodňovaním, aplikáciou agresívnych hnojív),
- je reliéf relatívne homogénny,
- je pôdny typ relatívne nemenný.

Výhodou metódy je možnosť nastaviť potrebnú hustotu bodov. V optimálnom prípade sa vzorky odoberajú v určitom primeranom rádiuse okolo vzorkovaného bodu, čím sa eliminujú možné nežiadúce vzory a zvýši sa reprezentatívnosť (obr. 2).

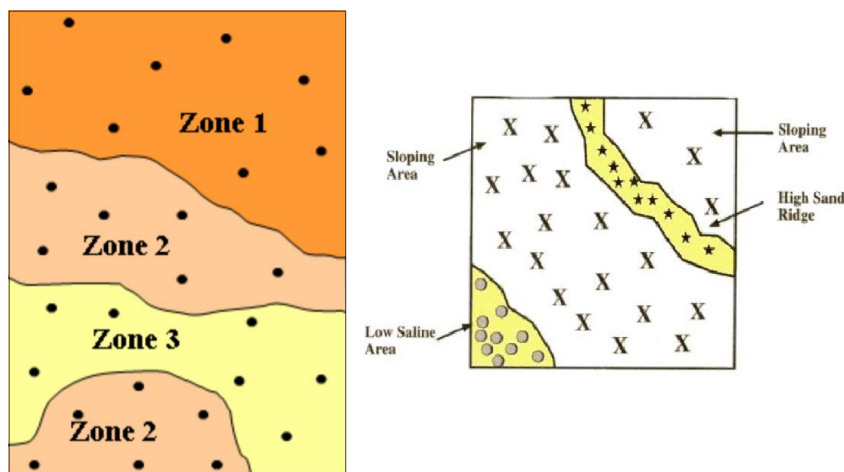


Obrázok 2 Príklad vzor a hustoty vzorkovacej siete pri metóde grid sampling (prevzaté z Ferguson a Hergert 2009)

Zone sampling je vzorkovanie podľa rozčlenia vzorkovaného územia na základe vlastností pôdy, vlastností reliéfu alebo histórie lokality. Metóda sa využíva v prípadoch:

- keď máme k dispozícii korektné pôdne mapy,
- keď máme k dispozícii výnosové mapy, príp. snímky z nalietavania územia senzormi,
- keď k územiu neexistuje história hnojenia a pastvy.

V praxi, ak sa v rámci konkrétneho vzorkovaného územia nachádza niekoľko pôdnych typov, druhov či topografických foriem, zóny sa vytvoria syntézou týchto charakteristík. Vhodné je vzorkovať v každej zóne, v krajnom prípade len v areáloch jednotlivých pôdnych typoch (obr. 3). V podmienkach Slovenska sa pre určenie zón využívajú mapy BPEJ.



Obrázok 3 Príklady zone sampling pre územia s viacerými zónami (prevzaté z Fergusson a Hergert 2009)

1.2.3 Pôdne vzorkovanie v podmienkach Slovenska

V podmienkach Slovenska sa pôdne vzorkovanie využíva pri agrochemickom skúšaní pôd (ASP), ktorým sa zisťuje obsah a dlhodobý vývoj obsahu živín (fosfor, draslík, horčík, vápnik, ...) a pH pôdy. Poverenou inštitúciou, ktorá vykonáva ASP je Ústredný kontrolný a skúšobný ústav poľnohospodársky (ÚKSUP). Výkon skúšania a kontroly pôdnej úrodnosti je ustanovený v § 11 a 13 zákona č. 136/2000 Z. z. o hnojivách v znení neskorších predpisov, podrobnosti výkonu ASP ustanovuje vyhláška Ministerstva pôdohospodárstva SR č. 338/2005 Z. z. ÚKSUP (2001) určuje presný metodický postup odberu vzoriek na ornej pôde pre ASP. Vzorky sa odoberajú sondážnymi tyčami, kde sa vzorka skladá z minimálne 30 vpichov alebo sa vzorky odoberajú z kopaných sond. Vzorky musia byť odobraté rovnomerne z celého pozemku. Hmotnosť jednej vzorky je 300 – 500 g, pričom vzorky by sa mali ukladať do papierového vrečka. Hustota odberovej siete sa podľa ÚKSUP líši na základe charakteru pozemku. Na trvalých trávnych porastoch sa odoberá jedna vzorka na 20 ha, v nížinných oblastiach jedna vzorka na 10 ha, v podhorských oblastiach jedna vzorka na 8 ha.

Vzorkovanie vo vinohradoch

V podmienkach vinohradu sa podľa vyhlášky odoberá jedna vzorka na 2 ha. V prípade, že je na kultúrnom diele vysadená jedna odroda, môže sa plocha zväčšiť na 4 ha, avšak je potrebné zohľadniť pôdnu vyrovnanosť a členitosť terénu (ÚKSUP 2011). Vzhľadom na rôzne techniky hnojenia, je nutné jednotlivé vpichy umiestniť do stredu medzi radom a brázdou a medzi dve brázdy, prípadne časť vpichov umiestniť v radoch a časť v medziradi. Odber pôdnej vzorky sa vykonáva do hĺbky 60 cm, ale vrchných 20 cm sa do objemu vzorky nezahŕňa.

1.2.4 Sezónne vplyvy na pôdne vzorkovanie

Pri odbere pôdnych vzoriek je nutné zväžiť vplyv premenlivosti sledovaných pôdnych parametrov. Podľa Balík et. al (2006) sa jednotlivé parametre od seba líšia priestorovou a časovou variabilitou a tým môže kolísať ich uplatnenie v systéme precízneho poľnohospodárstva. Pôdne charakteristiky s vysokou priestorovou variabilitou a naopak nízkou časovou variabilitou sa v precíznom poľnohospodárstve uplatňujú jednoduchšie.

Sezónna variabilita nastane pôsobením faktorov, ktoré ovplyvňujú príjem živín rastlinami a dopĺňovanie pôdneho roztoku živinami (transport vody, hodnota pH, sorpcia, desorpcia). Odber vzoriek je nutné vykonávať v období, keď hodnoty jednotlivých parametrov dosahujú priemerné hodnoty. Z toho dôvodu je optimálne vykonávať vzorkovanie buď v jarňých mesiacoch (marec – apríl), alebo na jeseň (október – november). V lete, v prípade viniča, dochádza k najvýraznejšiemu príjmu živín rastlinou. Vlastnosti pôdy bývajú v priebehu roka ľahko ovplyvniteľné predovšetkým klimatickými faktormi (ročným chodom zrážok a teplôt).

Balík et. al (2006) určili nízku sezónnu variabilitu hodnoty pH a obsahu prístupného draslíka, fosforu a horčíka, čím je umožnené viacročné (5 – 7 rokov) použitie výsledkov pôdnych testov. V prípade extrémnych zmien vlhkosti pôdy vplyvom zrážok sa môže veľmi premenlivo distribuovať draslík a minerálny dusík.

1.3 Štatistické a interpolačné metódy v precíznom poľnohospodárstve

Napriek tomu, že najstaršie písomné pamiatky štatistickej povahy pochádzajú už zo Sumerského obdobia (3000 – 200 p. n. l.), kedy sa bežne zapisovali počty osôb a počty dobytky, štatistiku ako vednú disciplínu poznáme až od novoveku. Je považovaná za nenahraditeľnú v hodnotení minulosti a určovaní budúceho smerovania. Význam štatistiky sa postupom času menil, zatiaľ čo v minulosti bola štatistika nástrojom pre získanie demografických dát, v súčasnosti je považovaná za komplexnú disciplínu. Zhromažďuje, analyzuje a klasifikuje dáta z rôznych sfér, výsledkom je zväčša formulácia záveru a samotné rozhodovanie. Prístup k štatistickým dátam je v princípe neobmedzený, preto je štatistika ako veda dlhodobo prehliadaná. Pre potreby precízneho poľnohospodárstva sa v procese modelovania priestorových javov sa využívajú špecifické štatistické a interpolačné metódy.

1.3.1 Geoštatistické metódy

Geoštatistiku možno definovať ako „súbor numerických techník, ktoré sa zaoberajú charakteristikou priestorových atribútov, pričom využíva primárne náhodné modely“ (Oliver 2010). Geoštatistické metódy využívajú pre opis priestorovej kontinuity prírodných javov techniku regresie. Geoštatistika sa začala rozvíjať v 60. rokoch minulého storočia, kedy Matheron (1963) uverejnil svoj príspevok *Principles of geostatistics*. Geoštatistika bola pôvodne využívaná pre potreby baníctva a geológie, neskôr sa začala výrazne uplatňovať v poľnohospodárstve, hydrológií alebo meteorológií (Oliver 2010). V pôdohospodárstve sa významne presadzuje v 80. rokoch, keď vznikali práce, ako napríklad Burgess a Webster (1980a, b), Burgess et al. (1981) alebo Warrick et al. (1986). Na základe týchto prác následne geoštatistiku explicitne aplikovali v precíznom poľnohospodárstve až Mulla a Hammond (1988). Vo svojej štúdií opísali tri oblasti využitia geoštatistiky v precíznom poľnohospodárstve:

- mapovanie obsahu živín v pôde,
- určenie povahy a rozsahu priestorových zmien plodín,
- určenie hustoty vzorkovania na identifikovanie jednotlivých vlastností pôdy.

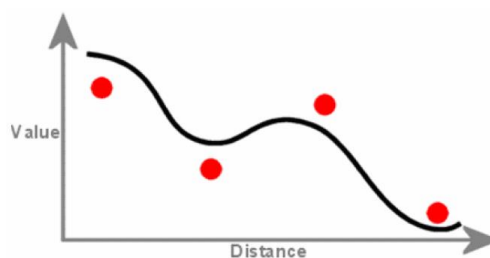
V období 80. až 90. rokov zapracovávajú geoštatistické metódy do precízneho poľnohospodárstva ďalší autori, napríklad Bhatti et al. (1991) a Robert et al. (1996), Webster a Oliver (1989). Vo svojich prácach pracujú s myšlienkou, že precízne

poľnohospodárstvo vyžaduje také spôsoby zhromažďovania informácií o priestorovej variabilite pôdy a ostatných potrebných prvkov, ktoré vedú k znižovaniu nutnosti nákladného a intenzívneho odberu vzoriek, čo je možné dosiahnuť pomocou proporcionálnych a priemerných variogramov.

Variogram hodnotí priestorovú závislosť vlastností (v našom prípade vlastností pôdy) pomocou semivariácie. Semivariácia je definovaná ako „priemerný rozdiel medzi každou dvojicou určených miest s danou vlastnosťou“ (Webster a Oliver 1989).

Získané dáta je potrebné efektívne spracovať a vyhodnotiť, aby bolo možné pristúpiť ku kvalifikovanému rozhodnutiu. Existuje niekoľko procesov a nástrojov, s ktorými je možné pracovať. Najpoužívanejšími je štatistické predpovedanie hodnôt naprieč skutočne zozbieranými dátami a interpolačné metódy. V 50. rokoch Danie Gerhardus Krige zistil, že variabilita blokov v juhoamerických zlatých baniach bola podstatne menšia ako priemerné hodnoty vo vzorkách jadier, a že medzi blokmi a jadrovými vzorkami existuje korelácia (Manda 2015). Krige vzťah upravil pomocou regresie, čím aplikoval metódu, ktorú dnes nazývame kriging.

Oliver (2010) opisuje **kriging** „ako pokročilý geoštatistický postup, ktorý generuje odhadovaný povrch z rozptýleného súboru bodov s hodnotami z“ (obr. 4). Kriging predpokladá, že vzdialenosť a smer medzi vzorkovanými bodmi odráža priestorovú koreláciu, ktorá môže byť použitá na vysvetlenie odchýlok výsledného povrchu. Kriging býva často chybne interpretovaný ako interpolačná metóda (metóda kriging je podobná metóde IDW, pozri nižšie), avšak v procese využíva štatistickú analýzu dát a variogramové modelovanie.



Obrázok 4 Geoštatistická metóda kriging (prevzaté z Blišťan 2012)

Podľa Blišťana (2012) v prípade použitia metódy kriging, váhy závisia na vzdialenosti medzi meranými bodmi a predpovedanom mieste a taktiež na priestorovom usporiadaní meraných bodov okolo miesta predpovedanej hodnoty. Z toho dôvodu je kriging vhodný, keď je známa priestorovo korelovaná vzdialenosť alebo smerová zaujatosť údajov, preto je často využívaný v geológii a pedológii.

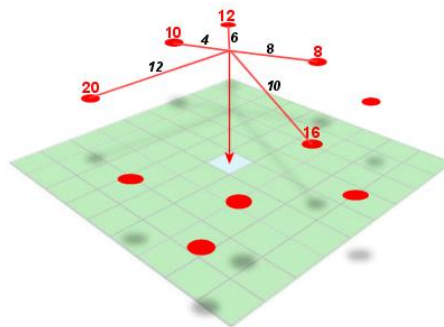
1.3.2 Interpoláčn  metody

Pojem interpolácia bodových údajov definoval Bli an (2012) ako „proces výpočtu neznámych hodnôt určitého javu na základe známych bodových údajov“. Z literatúry sú známe aj in  označenia pojmu interpolácia, často sa pou iva pojem odhad alebo predikcia neznámych hodnôt. Podmienkou interpolácie bodových údajov je, že sledovan  jav musí byť spojity alebo priestorovo z visl  (autokorelovan ).

K interpolácii sa priamo viaže pojem extrapolácia. Tieto dve metody sa odlišujú t m, že pri interpolácii sú odhadované neznáme hodnoty v rámci tzv. priestorovej domény známych údajov, zatiaľ čo pri extrapolácii sú odhadované hodnoty mimo ich rozsah. Extrapolácia je z toho dôvodu vo v seobecnosti menej presnou metódou. Bli an (2012) odpor a vyhnúť sa využitiu metódy extrapolácie a to z dôvodu možnosti ziskania záporných odhadov striktne pozitívnej premennej.

V prípade modelovania vlastn st  pôdneho krytu, podobne ako pri modelovan  reliéfu, je podľa Halvu (2012) vplyv interpoláčnej metódy významným faktorom, ktor  ovplyvňuje výsledok. O to významnejšia je presnosť dosiahnutých modelov, o čo viacej od nich závisia d al ie činnosti aplikovania princípov presného poľnohospodárstva.

Interpoláčn  metóda *Inverse Distance Weighting (IDW)* uplatňuje z kladn  geostatistick  princíp: javy, ktor  sú v priestore pri sebe bližšie sú viac podobn  ako tie, ktoré sú od seba vzdialenejšie. Podľa Bli ana (2012), ak chceme predikovat  hodnotu pre ak koľvek ur en  bod, IDW použije hodnoty nameran  v okolí (obr. 5).

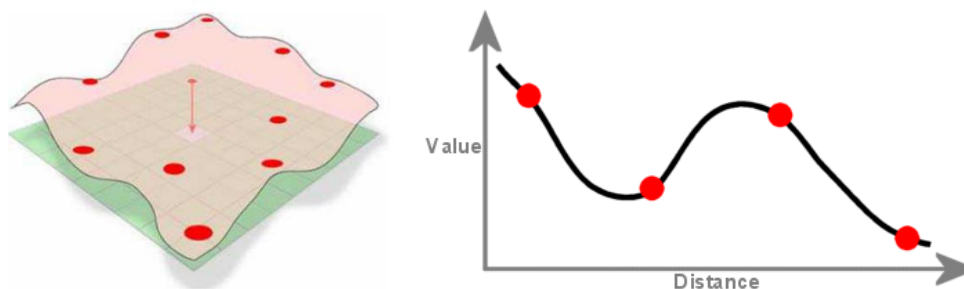


Obrázok 5 Interpoláčn  metóda IDW (prevzat  z Bli an 2012)

IDW predpokladá, že ka d  nameran  bod má lokálny vplyv, ktor  sa znižuje so vzdialenosťou. Z toho vyplýva, že väčšiu váhu ziska bod bližšie k predpokladanému umiestneniu zis ovanej hodnoty, to znamená, že váha sa riadi len inverznou vzdialenosťou modelovanou vhodnou mocninou (*power*). Metóda IDW nie je schopn  vypo itat  hodnoty väčšie alebo ni   ie ako sú hodnoty vstupných údajov. Nedostatkom metódy je tvorba

koncentrických izolínií v okolí vstupných bodov. Zdôvodniť ich vieme silným vplyvom týchto bodov vo svojom okolí, čo je možné vyriešiť zadenovaním vyhladzovacieho parametra.

Interpoláčna metóda *spline* odhaduje neznáme hodnoty pomocou matematickej funkcie, ktorá minimalizuje celkovú plochu zakrivenia, čo má za následok hladký povrch, ktorý prechádza presne cez vstupné body (obr. 6). Spline imituje tenký flexibilný povrch, ktorý je „nútený prechádzať exaktne meranými bodmi a zároveň tento povrch musí mať minimálne zakrivenie“ (Blišťan 2012). Metóda pri prechode vzorkovanými bodmi priradí matematickú funkciu určitému počtu najbližších vstupných bodov. Existujú dva typy interpoláčnej metódy spline – regularizovaný spline a spline s tenziou. Regularizovaný spline vytvára hladší, postupne sa meniaci povrch s hodnotami, ktoré môžu ležať mimo rozsah vstupných dát. Metóda mení podmienku minimalizácie krivosti pridaním členov tretej derivácie. Práve použitie tretej derivácie je kritériom, ktoré vedie k zhladeniu povrchu. Vyššia váha znamená hladší povrch alebo menšiu krivosť. Spline s tenziou ovplyvňuje flexibilitu, resp. tuhosť povrchu. Metóda obmieňa podmienku minimalizácie pridaním členov prvej derivácie. Čím vyššia je hodnota váhy, tým je povrch hrubší. Spline je interpoláčnou metódou vhodnou pri modelovaní najlepšia na vytváranie jemne sa meniacich plôch, ako je napríklad nadmorská výška alebo koncentrácia znečistenia (Halva 2012).



Obrázok 6 Interpoláčna metóda spline (prevzaté z Blišťan 2012)

1.4 Variabilita pôdneho krytu vzhľadom k parametrom reliéfu

Priestorová variabilita vlastností pôdy v rámci krajiny je ovplyvňovaná reliéfnymi faktormi, materskou horninou, podnebím, edafónom a časovými faktormi. Hoci je tento vzťah bežne zaužívanou paradigmou v pôdnom výskume, zriedka sa uvažuje o analýze priestorovej variability vlastností pôd. Väčšina kvantitatívnych regionalizačných metód v pedológii používa autokoreláciu pôdnych vlastností, ale niektoré štúdie integrujú

do regionalizačných kritérií aj vzťah medzi reliéfom a vlastnosťami pôdy (napr. Heuvelink a Bierkens 1992, Hudson 1992, Gessler a Peterson 1993, Moore et al. 1993, Odeh et al. 1994, Sinowski a Auerswald 1999, Gobin et al. 2001, Gessler et al. 2000).

Významné korelácie medzi charakteristikami pôdy a terénnymi atribútmi môžu byť vyjadrené ako tzv. *Soil – Landscape* modely, ktoré umožňujú študovať spôsoby sedimentácie v podmienkach foriem krajiny. Využívanie týchto modelov je v súčasnosti menej rozvinuté ako spracovanie závislosti pôdných vlastností a terénnych atribútov pomocou geoštatistiky (Gobin et al. 2001).

1.4.1 Geoštatistické modelovanie vlastností pôdy

Digitálne terénne modely poskytujú spoľahlivý a relatívne dostupný spôsob odvodenia atribútov terénu, ktorý následne možno využiť na predikáciu pôdy. Morfometrické parametre reliéfu často korelujú s priestorovým rozložením vlastností pôdy. Geoštatistické metódy kriging a co-kriging sú čoraz viac aplikované na predikovanie vlastností pôdy. Zatiaľ čo kriging využíva priestorovú koreláciu na určenie koeficientov lineárneho prediktora (vid' kap. *Štatistické a interpolačné metódy...*), co-kriging zahŕňa internú variabilnú koreláciu a priestorovú kovariáciu medzi premennými. Podľa Odeh et al. (1994), ponúka multi-lineárne regresné modelovanie alternatívu k predpovedaniu hodnoty pôdnej vlastnosti pomocou kovariácie.

Geoštatistické metódy sa najčastejšie uplatňujú, ak je jediným dostupným zdrojom informácií bodový terénny prieskum. Vtedy sa do procesu môžu zapojiť aj interpolačné techniky, ktorými je možné predikovať hodnoty pôdnej vlastnosti na nevzorkovanom mieste (Heuvelink a Bierkens 1992).

1.4.2 Korelácia pôdných vlastností s atribútmi terénu

Vplyv mikroforiem reliéfu na diferenciáciu pôdnej pokrývky je najčastejšie prezentovaný prostredníctvom vzťahu geometrických foriem reliéfu k hladine podzemnej vody. Jenčo a Pišút (2011) tvrdia, že „výškové rozdiely môžu spôsobovať výrazné zmeny v morfológii pôdneho profilu“, čo sa prejavuje predovšetkým vo fluvialnom reliéfe. Striedanie konkávných a konvexných foriem by sa preto malo prejaviť v náraste zložitosti pôdnej pokrývky.

Z hľadiska textúry pôdy Gobin et al. (2001) určili, že zložený topografický index a svahový gradient dobre koreluje s distribúciou prachovitých a ílovitých častí v pôde, zatiaľ

čo distribúcia väčších frakcií lepšie koreluje s veľkosťou príspevkovej plochy a indexom toku energie (výskum prebehol v Nigérii).

Gessler et al. (2000) poukázal na procesy redistribúcie, ktoré vedú k výrazne diferencovanej akumulácii uhlíka a organického materiálu v zbiehavých a rozbiehavých pozíciách. Vytvoril metodiku explicitného a kvantitatívneho modelu na 2 ha území (Kalifornia), čo umožňuje jeho použitie pre testovanie hypotéz o priestorovom rozložení aj na iných maloplošných územiach.

V podmienkach Slovenska sa problematike korelácie pôdných vlastností a terénnych atribútov venuje len hŕstka autorov. Pavlenda (2008) overil na príklade lesných pôd hypotézu, že zásoba uhlíka v pôde je určená najmä klimatickými údajmi, ktoré pre účely modelu nahradil parametrom nadmorskej výšky. Ďalej udáva, že korelácia s nadmorskou výškou pre pokryvný humus je oveľa slabšia ako pri zásobe samotného uhlíka v pôdach, pričom rozdiel je determinovaný prevládajúcou drevinou.

Závislosťou živín, predovšetkým fosforu, v pôde na parametroch terénu sa už v 90. rokoch venoval Moore et al. (1993), ktorý využil metódu viacnásobnej lineárnej regresie. Lineárna regresia je grafickou metódou vyjadrenia korelácie, ktorú získame výpočtom rovnice tzv. regresnej priamky. Regresná priamka je počítaná metódou najmenších štvorcov. Moore et al. (1993) postupne vytváral regresné modely a v každom kroku sa do regresie dostali len tie atribúty terénu, ktoré významne zlepšili hodnotu regresie. Výpočtom koeficientov závislosti jednotlivých pôdných charakteristík na parametroch reliéfu boli zistené dva parametre s najvýraznejším vplyvom - sklon a index vlhkosti. Pre niektoré textúrne atribúty pôdy bola významným parametrom orientácia a spádnicová krivosť (tab. 3).

Tabuľka 3 Vzťahy závislosti charakteristík pôdy na charakteristikách reliéfu (prevzaté z Moore et al. 1993)

	hĺbka A horizontu	organický podiel	obsah fosforu	pH	obsah piesku	obsah ílu
sklon	- 0,053	-	-1,466	0,190	2,941	- 2,009
vlhkostný index	0,031	0,190	2,311	-	- 1,320	2,076
index toku energie	-	- 0,070	- 0,769	-	-	-
orientácia	-	- 0,002	-	- 0,003	-	-
spádnicová krivosť	-	-	-	-	27,592	- 27,241
koeficient determinácie	0,503	0,482	0,483	0,409	0,517	0,636

2 CHARAKTERISTIKA ÚZEMIA

Obec Modrany leží 21 km severovýchodne od Komárna, z administratívneho hľadiska obec spadá do okresu Komárno. Spracovávané územie je lokalizované v západnej časti katastrálneho územia obce, východne od cesty III. triedy číslo 1468 (obr. 7). Podľa katastrálnej mapy ide o parcelu registra „C“ 1180/49. Rozloha územia je približne 17 ha.



Obrázok 7 Lokalizácia záujmového územia v rámci okresu Komárno

2.1 Geomorfologické a geologické pomery územia

Územie obce je z geomorfologického hľadiska súčasťou Alpsko-Himalájskej sústavy, v rámci nej je súčasťou podsústavy Panónska panva, provincie Západopanónska panva, subprovincie Malá Dunajská kotlina, oblasti Podunajská nížina. Riešené územie patrí do celku Podunajská pahorkatina, podcelok Hronská pahorkatina, oddiel Vojnická

pahorkatina, časť Chrbát a Búčske terasy.

Nadmorská výška územia obce sa pohybuje medzi 128 – 271 m n.m.. Najvyšší bod katastrálneho územia obce je vrch Chrbát s nadmorskou výškou 271 m n.m..

Typ geologického substrátu a typ reliéfu predstavujú prvotný diferenciačný prvok z hľadiska ostatných prírodných zložiek krajiny, ale aj z hľadiska možného využitia človekom. Geologický podklad väčšej časti riešeného územia je podľa Geologickej mapy Slovenska M 1: 50 000 tvorený kvartérnymi sedimentami pleistocénneho veku (nevápnité sprašové hliny a sprašiam podobné zeminy, deluviálne sedimenty) a fluviálnymi sedimentami holocénneho veku. Do severnej polovice katastrálneho územia obce zasahujú aj neogénne sedimenty (štrky, piesky, íly, uhoľné íly).

V riešenom území sa vyskytujú tieto základné typy reliéfu: reliéf nížinných pahorkatín (severná polovica katastrálneho územia obce), reliéf zvlnených rovín. Na základe exogénnych procesov je katastrálne územie obce akumuláčno-eróznym reliéfom s nasledujúcimi subtypmi:

- fluviálno-eolický reliéf: fluviálno-eolická zvlnená rovina, reliéf so slabým uplatnením litológie,
- proluviálno-eolický reliéf: proluviálno-eolická zvlnená rovina, reliéf so slabým uplatnením litológie,
- polygénny reliéf: polygénna pahorkatina, reliéf so slabým uplatnením litológie.

Z hydrogeologického hľadiska tvoria podklad severnej polovice riešeného územia neogénne súvrstvia ílov, slieňov a pieskov (mladší neogén) prekryté sprašou (priepustnosť zvodnených vrstiev je pórová, tzn. dobrá až slabá). V južnej polovici riešeného územia podklad tvoria kvartérne piesky a štrky význačnejších terás a náplavových kužeľov, priepustnosť zvodnených vrstiev je pórová – dobrá.

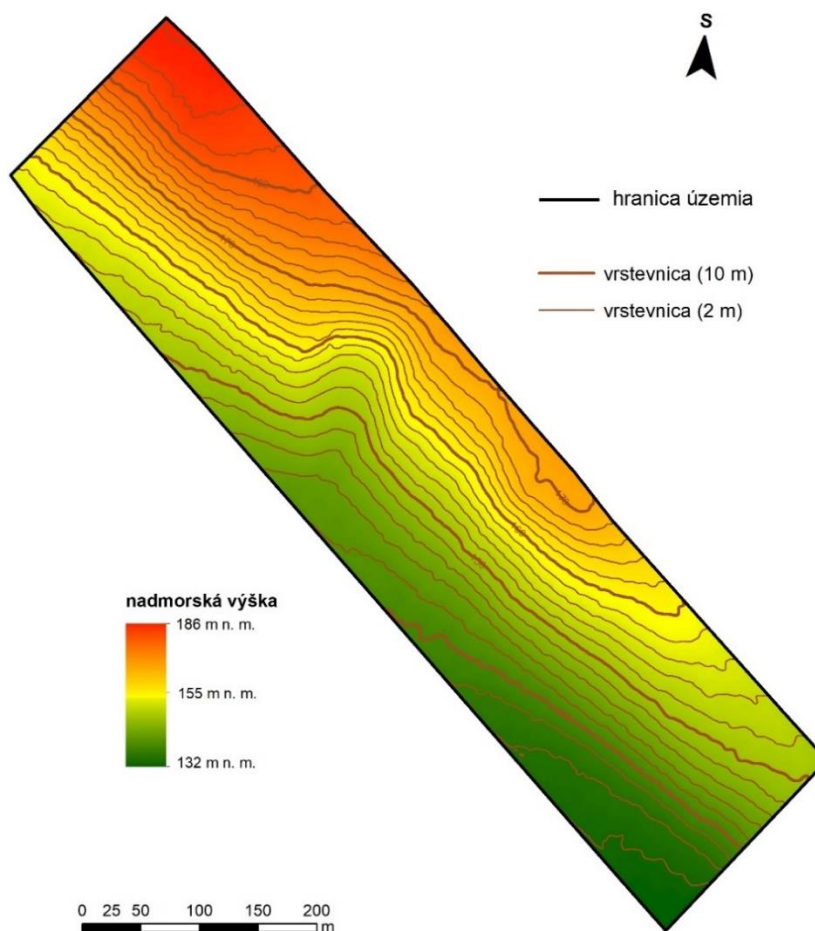
2.1.1 Geomorfológia a morfometria kultúrneho dielu

Spracovávaný kultúrny diel možno z hľadiska morfometrie považovať za relatívne homogénny svah (obr. 8) s malým výskytom extrémnych hodnôt. Jediným výrazným prvkom je depresia v nevysadenej časti vinohradu.



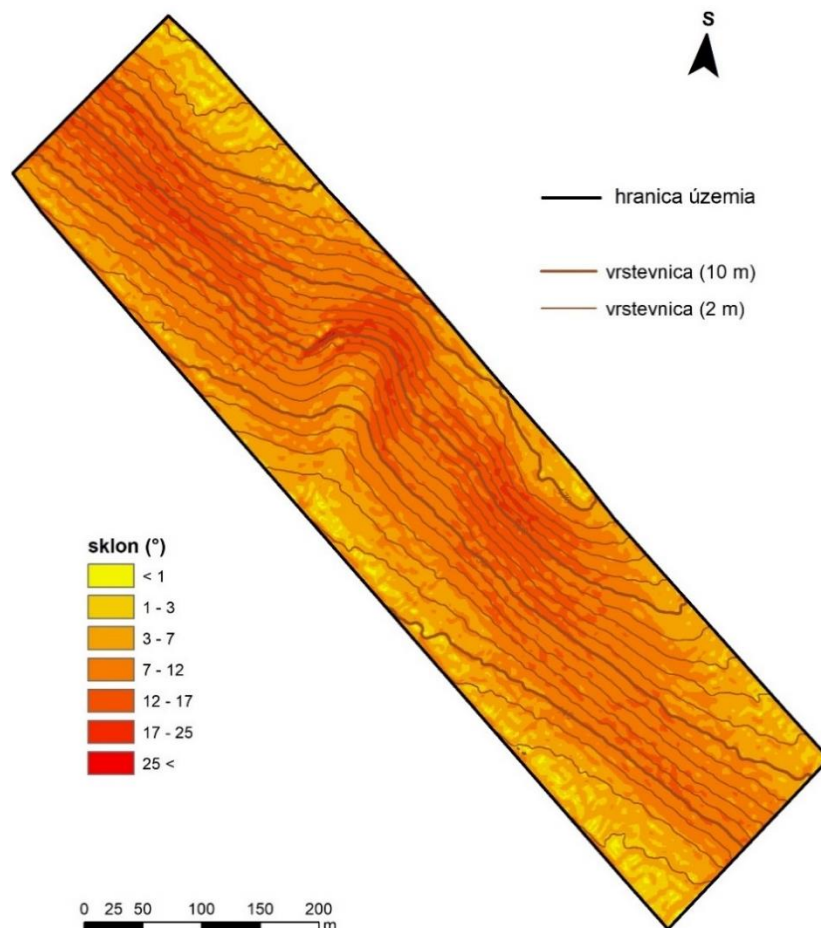
Obrázok 8 Pohľad na homogénny svah z úpätia

Nadmorská výška územia sa pohybuje v hodnotách od 131,5 m n. m. do 188 m n. m., z toho vyplýva výškový rozdiel 56,5 m. Nadmorská výška stúpa rovnomerne od juhozápadného okraja dielu k jeho severovýchodnej časti (obr. 9). Priemerná nadmorská výška územia je 159 m n.m.



Obrázok 9 Digitálny model terénu kultúrneho dielu

Sklon územia nadobúda hodnoty od $0,9^{\circ}$ do $38,7^{\circ}$. Najnižšie hodnoty sklonu lokalizujeme v juhozápadnej a severovýchodnej časti územia. Naopak, najvyššie hodnoty sklonu boli zistené v strednej časti svahu. Priemerný sklon územia je $6,9^{\circ}$ (obr. 10). Orientácia územia voči svetovým stranám je juhozápadná.



Obrázok 10 Sklony kultúrneho dielu

2.2 Klimatické a hydrologické pomery územia

Na základe mapy klimatických oblastí Slovenska (Lapin et al. 2002) patrí územie do teplého, veľmi suchého okrsku s miernou zimou.

Priemerná ročná teplota vzduchu v obci je $9,9^{\circ}\text{C}$. Najchladnejší je mesiac január, kedy priemerná mesačná teplota vzduchu dosahuje hodnoty $-2,1^{\circ}\text{C}$. Najteplejší je mesiac júl s priemernou mesačnou teplotou $20,5^{\circ}\text{C}$.

Územie patrí medzi najsuchšie oblasti Slovenska (oblasť je chránená pred západnými vetrami predhorím Álp a Malými Karpatmi), kde priemerný ročný úhrn zrážok je 550 – 600 mm. Najviac zrážok padne v mesiacoch máj, jún a júl - priemerne za mesiac $59,3$ mm zrážok.

Výskyt snehu a trvanie snehovej pokrývky na danom území sú z roka na rok veľmi premenlivé v závislosti od rázu zimy. Priemerný počet dní so snehovou pokrývkou za rok je 35,0, pričom najviac dní pripadá na mesiace január a február.

Z hľadiska veterných pomerov obec leží v jednej z najveternejších oblastí Slovenska. Najväčšie rýchlosti vetra a aj najviac veterných dní sa vyskytuje v zimnom a jarnom období. V chladnom polroku (od októbra do marca) je priemerná rýchlosť vetra 3,1 m/s, kým v teplom polroku (apríl až september) je 2,8 m/s. Prevládajúci smer vetra je SZ (24,5%), výskyt ostatných vetrov je nasledovný: S (17,7%), JV (16,3%), Z (8,5%), V (8,5%), J (6,1%), SV (6%), JZ (4,3%).

Priamo obcou preteká Modriansky potok, ide ľavostranný prítok Dunaja s dĺžkou 11,5 km. Tok pramení na Podunajskej pahorkatine, vyteká z jazera pri obci Modrany v nadmorskej výške okolo 135 m n. m. Tok má juhovýchodný smer. Pravostranným prítokom je Močaristý kanál, ľavostranným Vojnický potok. Tok ústi do Dunaja neďaleko obce Moča v nadmorskej výške cca 107 m n. m.

2.3 Pedologické podmienky územia

V katastrálnom území obce prevládajú hlinité a piesočnato-hlinité pôdne druhy. Pôdy sú bez skeletu až slabo skeletnaté. Potenciálna erózia pôdy je stredná až silná. Hlavnými pôdnymi typmi v katastrálnom území obce sú podľa Pôdnej mapy Slovenska M 1: 400 000 (Hraško et al., 1993) čiernice modálne, čiernice glejové, černoze modálne, regozeme modálne, černoze hnedozemné, černoze pseudoglejové a hnedozeme modálne.

2.3.1 Pôdy kultúrneho dielu

Priamo v riešenej lokalite vinohradu boli terénnym prieskumom zistené prevažne stredne ťažké, hlinité a hlinito-piesočnaté druhy pôd. Zistenými pôdnymi typmi v lokalite podľa nomenklatúry Societas pedologica slovacae (2014) boli hnedozeme a regozeme (Príloha A).

Z hľadiska bonity poľnohospodárskych pôd sa na väčšine kultúrneho dielu nachádzajú stredne produkčné pôdy (obr. 11, tab. 4).



Obrázok 11 Bonitované pôdno-ekologické jednotky kultúrneho dielu

Tabuľka 4 Bonitované pôdnoekologické jednotky kultúrneho bloku (podľa Linkeš et al. 1996)

	0147402	0041002	0040201
lokalizácia	prevládajúca BPEJ	JZ okraj bloku	JV okraj bloku
klíma	teplý, veľmi suchý, nížinný región	veľmi teplý, veľmi suchý nížinný región	veľmi teplý, veľmi suchý nížinný región
pôdny typ	regozeme, hnedozeme erodované	černozeme pseudoglejové, smonice na sieňoch	černozeme typické a černozeme hnedozemné
sklon	stredný svah (7 – 12 °)	rovina bez prejavu plošnej erózie (0 - 1°), rovina s možnosťou prejavu plošnej vodnej erózie (1 – 3 °)	mierny svah (3 - 7°)
orientácia	J, V a Z expozícia	rovina	J, V a Z expozícia
obsah skeletu	pôdy bez skeletu	pôdy bez skeletu	pôdy bez skeletu
hĺbka pôdy	hlboké pôdy	hlboké pôdy	hlboké pôdy
zrornosť pôdy	stredne ťažké pôdy (hlinité)	stredne ťažké pôdy (hlinité)	ľahké pôdy (piesočnaté a hlinito piesočnaté)

2.4 Vegetačné pomery

Z hľadiska fyto geografického členenia (Michalko et al. 1986) patrí územie do oblasti panónskej flóry (*Pannonicum*), obvodu eupanónskej xerotermej flóry (*Eupannonicum*), okresu Podunajská nížina. Potenciálnu prirodzenú vegetáciu riešeného územia predstavujú dubové, cerovo-dubové lesy, suchomilné dubové lesy, ponticko-panónské dubové lesy, dubovo-hrabové lesy, jaseňovo-brestovo-dubové a jelšové lužné lesy.

Vplyvom intenzívneho hospodárenia bola pôvodná vegetačná pokrývka vo väčšej časti odstránená, v okolí obce sa zachovali zvyšky lesov. Reálnu vegetáciu priamo výskumnej lokality v súčasnosti tvorí vinič odrody veltínske zelené (*Vitis vinifera* - *Gruner Veltliner*), miestami s výskytom krov ruže šípovej (*Rosa canina*). Okolie vinohradu tvoria stromoradia so zastúpením xerotermy drevín, napr. dub cerový (*Quercus cerris*), hrab obyčajný (*Carpinus betulus*), moruša čierna (*Morus nigra*) alebo baza čierna (*Sambucus nigra*). Nevysadená časť kultúrneho dielu a medziradie je vysadené trávny porastom (obr. 12).



Obrázok 12 Vegetácia kultúrneho dielu a okolia

3 METODIKA PRÁCE

Na začiatku tvorby diplomovej práce bolo potrebné definovať ciele a územie, na ktorom bude výskum realizovaný. Ciele práce sú jasne zadefinované, ale konečnému výsledku predchádzalo niekoľko čiastkových cieľov, čomu bolo potrebné prispôbiť metodiku. K dosiahnutiu všetkých cieľov diplomovej práce bolo použitých viacero priamych a nepriamych výskumných metód. S ohľadom na rozlohu územia a množstvo zadefinovaných cieľov bolo nutné explicitne určiť rozsah použitých metód a zamerať sa na presnosť a reprezentatívnosť použitých metód a získaných dát. Každá z použitých metód je podrobne popísaná v nasledujúcich podkapitolách.

3.1 Výber územia

Vinohrad, ako modelové územie pre potreby diplomovej práce, bol zvolený predovšetkým na základe dobrej aplikovateľnosti zistených výsledkov do praxe. Konkrétny kultúrny diel sa vyznačuje pravidelným geometrickým tvarom (obdĺžnik), relatívne homogénnym reliéfom, štruktúrou a druhovým zložením (Veltínske zelené). Tieto faktory vytvorili predpoklad reprezentatívnosti zvoleného územia. V neposlednom rade bolo potrebné zohľadniť dopravnú dostupnosť lokality a ochotu správcu vinohradu participovať na výskume, z dôvodu rozsiahlych terénnych prác. Finálne zvoleným územím sa stala parcela registra „C“ 1180/49 nachádzajúca sa v katastrálnom území obce Modrany (okr. Komárno), ktorá je v užívaní Vinárskych závodov Topoľčianky, s.r.o..

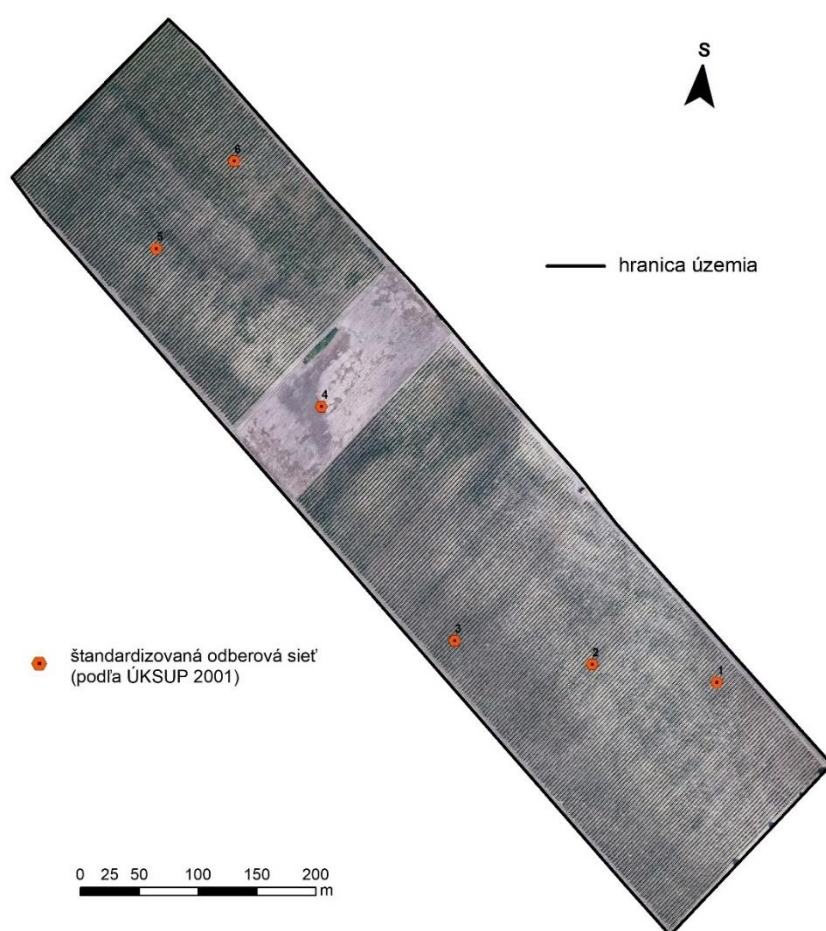
3.2 Terénne a vzorkovacie práce

3.2.1 Štandardizovaný odber vzoriek a terénna rekognoskácia reliéfu

Terénne práce sa uskutočnili v dvoch fázach. V rámci prvej fázy (júl 2017) boli vzorky pôdy odobraté podľa metodiky ÚKSUP (2001) a vyhlášky Ministerstva pôdohospodárstva SR č. 338/2005 Z. z.. Vyhláška odporúča vzorkovať 1 lokalitu na 2 – 4 ha. Keďže má kultúrny diel približne 17 ha a je na ňom pestovaná jedna odroda, vzorky pôdy sa odoberali na 6 lokalitách (obr. 13). Z každej lokality boli odobraté vzorky

pôdy z horizontu 20 – 40 cm a 40 – 70 cm, pričom každá lokalita bola zameraná GPS. Štandardizovaná vzorkovacia sieť bola navrhnutá RNDr. Igorom Matečným, PhD., na základe zhodnotenia máp BPEJ a morfometrických parametrov územia.

Sondy boli kopané zapožičaným bagrom. Každý vykopaný profil bol fotodokumentovaný a klasifikovaný na úrovni pôdneho typu a subtypu použitím nomenklatúry Societas pedologica slovac (2014) a príručky terénneho prieskumu Čurlík a Šurina (1998). Spolu bolo odobratých 12 vzoriek, ktoré boli riadne označené a vysušené, následne boli vzorky odovzdané na analýzy do laboratória *HL-LAB Debrecen*. Analýzami bol zisťovaný obsah živín v pôde (napr. dusík, fosfor, horčík, draslík), pH a mechanické vlastnosti pôdy (zrinitosť).

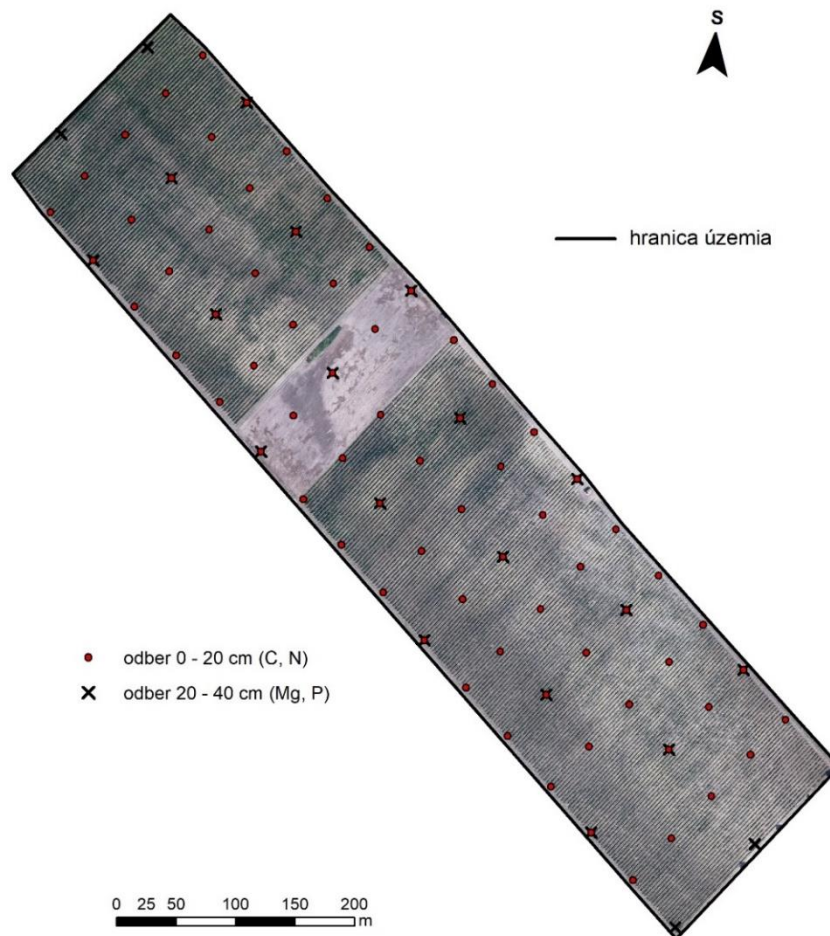


Obrázok 13 Schéma štandardizovanej odberovej siete v rámci lokality

V prvej fáze terénnych prác bol vykonaný aj rekognoskačný prieskum reliéfu, kde sme sa zamerali na lokalizovanie terénnych extrémov a anomálií zistených z podkladových máp. Pri prieskume terénu bol kladený dôraz aj na zistenie prípadnej miery erózie.

3.2.2 Vzorkovanie podľa zahustenej odberovej siete

Druhá fáza terénneho prieskumu (október 2017) zahŕňala odber vzoriek zo zahustenej odberovej siete. Jej hustota bola determinovaná objemom financií, ktoré boli k dispozícii na laboratórne analýzy. Tento faktor mal vplyv aj na voľbu prvkov, ktoré vstupovali do analýzy. Zvolili sme uhlík a dusík, ktorých výrazná zmena v rámci svahu by mohla indikovať eróziu. Napriek tomu, že pre vinič sú živiny koreňovou sústavou prijímané od hĺbky približne 20 cm, v záujme reprezentatívnosti a možnej aplikácie výskumu aj na iných lokalitách boli vzorky pre oba prvky odoberané z horizontu 0 – 20 cm. Z horizontu 20 – 40 cm bol zvolený na analýzy prirodzene sa vyskytujúci horčík a pravidelne antropogénne dodávaný fosfor. Zvolili sme sieť približne 50 x 50 m pre odber vzoriek na zistenie obsahu uhlíka a dusíka, a približne 100 x 100 m pre odber vzoriek pre horčík a fosfor (obr. 14). Odberové pole bolo pred odberom vzoriek zaznačené fotogrametrickými značkami (z dôvodu následného zhotovenia georeferencovanej ortofoto snímky), z toho vyplýva, že vzorky nebolo nutné exaktne zaznamenávať pomocou GPS. Tým sme dostali odberovú sieť s úplne presnými údajmi o polohe bodov v rámci reliéfu.



Obrázok 14 Schéma zahustenej odberovej siete v rámci lokality

Vzorky boli v teréne odoberané pomocou pôdneho vrtáku holandského typu. Pri odbere vzoriek, predovšetkým z horizontu 20 – 40 cm, bolo nutné v čo najvyššej miere zabrániť kontaminácií horizontu. Vzorky boli odoberané do plastových vreciek, ktoré boli riadne označené podľa kódu vzorky. Celkovo bolo odobratých 85 vzoriek na analýzu uhlíka a dusíka, 22 vzoriek na analýzu fosforu a horčíka. Z 85 vzoriek muselo byť z rôznych finančných a technických dôvodov vyradených 12 vzoriek, do laboratória bolo po vysušení odoslaných 73 vzoriek. Laboratórne analýzy boli vykonané *Laboratóriom pre pôdnu hygienu, analýzu vôd, odber vzoriek a interpretáciu výsledkov skúšok Výskumného ústavu pôdoznanectva a ochrany pôd v Bratislave*.

3.3 Spracovanie výsledkov laboratórnych analýz

Približne do mesiaca po odoslaní spracovaných pôdnych vzoriek do laboratória sme mali k dispozícii kompletne výsledky analýz. Dáta boli v programe ArcMap priradené do databázy k jednotlivým odberovým bodom, v prípade zahustenej odberovej siete boli dáta interpolované, čím sme získali vizualizáciu distribúcie uhlíka, dusíka, horčíka a fosforu.

Pri modelovaní bola využitá interpolačná metóda *spline s tenziou*. Zvolená bola na základe Haldu (2012), ktorý porovnával vhodnosť využitia interpolácií v precíznom poľnohospodárstve, konkrétne sa zamerl na modelovania pH. *Kriging* a *IDW* boli vyhodnotené ako nevhodné, predovšetkým z dôvodov vyplývajúcich z ich výpočtových algoritmov. Práve interpolačná metóda *spline* bola vyhodnotená ako najvhodnejšia, pravdepodobne vďaka aplikácií tzv. vyhladzovacieho parametra (tab. 5).

Tabuľka 5 Vyjadrenie vhodnosti interpolačných metód na príklade modelovania pH (prevzaté z Halva 2012)

	priemerná chyba pH	stredná kvadratická chyba RMS pH	štandardná odchýlka σ pH	rozptyl σ^2 pH	varičné rozpätie R pH
IDW	0,032496	0,043565	0,0290	0,0008	0,1034
Kriging	0,029399	0,041179	0,0288	0,0008	0,0934
Spline regul.	0,021142	0,025614	0,0145	0,0002	0,0491
Spline tenz.	0,00652	0,008018	0,0047	0,0000	0,0142

Použitá bola funkcia programu ArcMap *Spline with tension* (vstupné parametre: *output cell size = 2,5; weight = 0,1; number of points = 12*). Laboratórne analýzy fosforu a horčíka boli hodnotené aj z hľadiska obsahu prijateľných živín pre kategóriu pozemku podľa vyhlášky 338/2005 Z. z. (tab. 6).

Tabuľka 6 Kritické hodnoty prvkov pre ovocné sady a vinice podľa vyhlášky č. 338/2005 Z. z.

Obsah	Fosfor (mg.kg ⁻¹)		
	pôda		
	ľahká	stredná	ťažká
nízky	do 85	do 70	do 60
vyhovujúci	86- 130	71- 110	61- 130
dobry	131-180	111-150	91-130
vysoký	181-240	151-200	131-170
veľmi vysoký	nad 240	nad 200	nad 170

Obsah	Horčík (mg.kg-1)		
	pôda		
	ľahká	stredná	ťažká
nízky	do 80	do 150	do 250
vyhovujúci	81- 135	151-220	251-350
dobry	136-200	221-330	351-450
vysoký	201-300	331-440	451-550
veľmi vysoký	nad 300	nad 440	nad 550

Obsah	Draslík (mg.kg-1)		
	pôda		
	ľahká	stredná	ťažká
nízky	do 105	do 130	do 170
vyhovujúci	106 – 210	131 – 260	171 – 340
dobry	211 – 320	261 - 400	341 – 510
vysoký	321 - 430	401 – 540	511 – 680
veľmi vysoký	nad 430	nad 540	nad 680

3.4 Využitie dronu pri tvorbe ortofoto snímky a DTM

Ako už bolo spomenuté v predchádzajúcich kapitolách, spracovávané územie bolo nalietané tzv. dronom, na čom sa podieľal kolektív RNDr. Ján Kaňuka, PhD. z Univerzity Pavla Jozefa Šafárika v Košiciach. Dron bol využitý sa získanie ortofoto snímky a lidarových dát pre zhotovenie podrobného digitálneho modelu terénu (tab. 7). Na prvotné spracovanie dát z drona bola použitý softvér Agisoft PhotoScan.

Lidar funguje na princípe emitácie elektromagnetického žiarenia (EMG) s vysokou frekvenciou smerom k povrchu a na základe času, za ktorý prejde lúč od skenera k objektu a späť, dokáže určiť vzdialenosť medzi objektom a skenerom (Šašák 2015). Záznamom z laserového skenovania je mračno bodov tvorené jednotlivými odrazmi emitovaných lúčov od objektov. Štandardne sú tieto údaje produkované vo formáte LAS, čo je binárny formát obsahujúci informácie o odrazených lúčoch.

Tabuľka 7 Technické parametre letu drona a výsledných dát

výška letu	50 m	počet zhotovených snímok	1 200
rýchlosť letu	10 m/s	rozlíšenie výsledného rastra	1,6 cm/px
prekrytie snímok	70 %	veľkosť bodového poľa	49 237 b.
nalietaná rozloha	19 ha	nadmorských výšok	
počet vlícovacích bodov	6	priestorové rozlíšenie DTM	1 m

Pre potreby práce, kolektív Dr. Kaňuka ošetril a transformoval lidarovo získané mračno výškových bodov vo formáte LAS do formátu .shp, z ktorého sme vytvorili digitálny terénny model. Použitá bola funkcia programu ArcMap *Spline with tension* (vstupné parametre: *output cell size = 2,5*; *weight = 0,1*; *number of points = 12*). Z vytvoreného digitálneho modelu terénu boli následne vytvorené rastre sklonu v stupňoch (nástroj *Slope*) a krivostí (nástroj *Curvature*, ktorý generuje horizontálnu krivosť aj krivosť v smere spádnice). Všetky dáta sú registrované v súradnicovom systéme S-JTSK (EPSG: 5514).

V rámci terénnych prác boli v lokalite umiestnené fotogrametrické značky pre označenie miesta odberu pôdnej vzorky, ktoré mali formu oranžového kríža v kruhu s priemerom približne 40 cm. Zo zhotovenej priestorovo priradenej ortofoto snímky bolo možné lokalizovať všetky miesta odberu, čím odpadla povinnosť zaznamenať polohu sondy pomocou GPS.

3.5 Zhodnotenia štatistickej závislosti vlastností pôdy a reliéfu

Zo spracovaných laboratórnych dát a dát z digitálneho modelu terénu boli vytvorené štatistické analýzy. Zo štatistického spracovania bolo vylúčených 5 % hodnôt z hornej a 5 % z dolnej hranice spektra hodnôt pôdných charakteristík, z dôvodu vyvarovania sa vplyvu prípadných extrémov na výsledky štatistiky. Pri spektre uhlíka a dusíka sa jednalo o 4 najnižšie a 4 najvyššie hodnoty, pri fosfore a horčíku o 2 hodnoty z oboch extrémov spektra.

Hodnoty rastrov morfometrických charakteristík boli priradené k bodovým poliam pôdných vzoriek funkciou v programe ArcMap „*Extract Multi Values to Points*“.

Analýzy boli vytvorené na základe redundančnej analýzy (RDA – *Redundancy Analysis*) v programe CANOCO® a lineárnej regresie v programe MS Excel. Redundančná analýza zisťuje závislosť jednej skupiny premenných od druhej skupiny premenných. Ide o kanonickú, resp. obmedzenú formu analýzy hlavných komponentov (PCA – *Principal Components Analysis*). Cieľom analýzy je maximalizovať odpoveď sady závislých premenných Y (pôdne vlastnosti) na sadu nezávislých premenných X (charakteristiky georeliéfu). Metóda je rozšírením analýzy hlavných komponentov o krok, v ktorom je skóre sady objektovo závislých premenných X obmedzené tak, aby boli lineárnou kombináciou sady nezávislých premenných Y. Redundančnú analýzu možno považovať podľa Haruštiakovej at al. (2012) za viacnásobnú regresnú analýzu nasledovanú analýzou hlavných komponentov. Algoritmus v prvom kroku aplikuje regresiu každej závislej premennej Y na sade nezávislých premenných X pomocou viacnásobnej regresie a získa regresné koeficienty. V ďalšom kroku je aplikovaná na sade regresných koeficientov analýza hlavných komponentov, ktorá vypočíta maticu kanonických vlastností jednotlivých vektorov. Na záver sú použité kanonické vlastnosti vektorov k získaniu finálneho skóre jednotlivých objektov v priestore nezávislých premenných X.

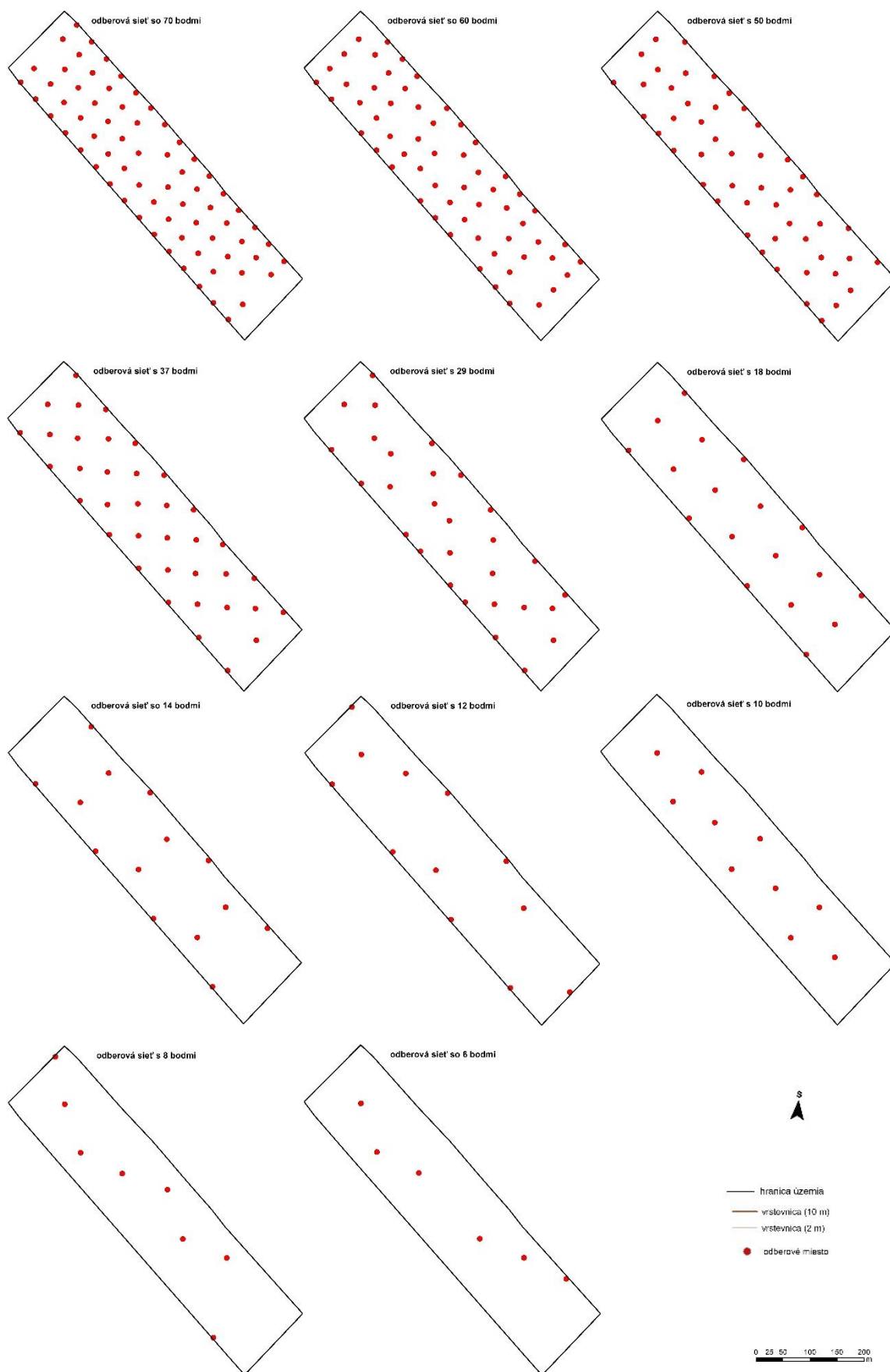
Redundančná analýza bola aplikovaná komplexne pre skupinu prvkov (dusík a uhlík; resp. fosfor a horčík), ktoré v analýze predstavovali sadu závislých premenných Y. Morfometrické charakteristiky reliéfu (nadmorská výška, sklon, horizontálna krivosť a krivosť v smere spádovej krivky) do analýzy vstupovali ako sada nezávislých premenných X. Posledným krokom štatistickej analýzy v programe CANOCO® bolo vypracovanie permutačného testu Monte Carlo pre každú analýzu s počtom opakovaní 999. Permutačný test Monte Carlo simuloval podmienky platnosti nulovej hypotézy o závislosti pôdných charakteristík na charakteristikách reliéfu.

Výsledky redundančnej analýzy boli následne porovnané s výsledkami lineárnej regresie spracovanej v programe MS Excel, pričom sme zisťovali závislosť každej pôdnej charakteristiky (premenná Y) na každej charakteristike reliéfu (premenná X). Výslednou hodnotou bol pre každú zisťovanú závislosť koeficient determinácie (R^2), ktorý bol získaný z lineárnej regresnej priamky (lineárnej trendovej čiary) grafu XY závislosti. Koeficient determinácie vyjadruje podiel rozptylu teoretických hodnôt závislej premennej z rozptylu empirických hodnôt závislej premennej.

3.6 Tvorba zriadených sietí

Zriadené odberové siete boli modelované z pôvodnej zahustenej odberovej siete, ktorá obsahovala 22 bodov pre určenie obsahu horčíka a fosforu, a 73 bodov pre určenie obsahu uhlíka a dusíka v pôde. Obe siete boli postupne zriedované na princípe zachovania čo najideálnejšej priestorovej rovnomernosti s primárnym vylučovaním bodov, v ktorých bola zistená extrémna hodnota prvku. Keďže v rámci reliéfu bol zaznamenaný len jeden extrém (úvalina v centrálnej časti parcely) a priestorová variabilita jednotlivých prvkov nebola determinovaná reliéfom, zamerali sme sa na relatívnu geometrickú pravidelnosť odberového poľa, tzn. nebol kladený dôraz na striktné umiestnenie vzorky do reprezentatívneho morfotopu. Pre zisťovanie uhlíka a dusíka bolo vytvorených 8 zriadených sietí a pre zisťovanie fosforu a horčíka bolo vytvorených 6 zriadených sietí, pričom 3 siete boli vytvorené s rovnakou geometriou.

Pre zisťovanie uhlíka a dusíka bolo vytvorených 8 zriadených sietí a počte vstupujúcich bodov: 70, 60, 50, 37, 29, 18, 14 a 10. Pre zisťovanie fosforu a horčíka bolo vytvorených 6 zriadených sietí, pričom sa jednalo o nasledujúce počty vstupných bodov: 18, 14, 12, 10, 8 a 6. Umiestnenie šiestich vzoriek sa polohovo približovalo umiestneniu vzoriek pri agrochemickom skúšaní pôd, preto bolo možné porovnať odporúčanú sieť so zahustenou odberovou sieťou (obr. 15). Kvôli lepšej aplikácii do praxe sme sa snažili vytvoriť rovnakú odberovú sieť pre zisťovanie všetkých štyroch prvkov – jedná sa o 18, 12 a 10 bodové siete.



Obrázok 15 Schematické znázornenie zriadených odberových sietí

3.7 Vyčlenenie morfortopov

Vytvorenie morfortometricky kvázi homogénnych areálov, resp. morfortopov bolo podkladom pre následné štatistické zhodnotenie vytvorených zriadených sietí. Krcho (1990) definoval morfortop ako „*oblasť platnosti istej intervalovej hodnoty sklonu, orientácie, krivosti, prípadne ďalších morfortometrických parametrov*“. Z metodologického hľadiska nie je striktne definované, aký je najoptimálnejší spôsob vyčlenenia morfortopov. Vyčleňovanie morfortopov pomocou intervalových škál jednotlivých parametrov považuje Minár (1998) za nevhodné, nakoľko táto metóda vedie ku vzniku množstva roztrieštených areálov, ktorých hranice (izočiary) často nereprezentujú skutočne významnú zmenu charakteristík georeliéfu.

V prípade našej práce je potrebné prihliadnuť na fakt, že sa jedná o poľnohospodársky využívaný areál, kde dochádza k pravidelným antropogénnym zásahom a z toho dôvodu nebolo možné vyhnúť sa použitiu poľnohospodárskej intervalovej škály pre sklony. Zvolená bola škála rozhodujúcich izočiari z hľadiska poľnohospodárskej praxe, ktorá je uvedená napr. v práci Matečný et al. (2010) – 3°, 7° a 12°. Keďže v spracovanom území by areály s intervalom sklonu 0 - 3° museli podliehať generalizácií kvôli ich malej rozlohe, zvolené boli nasledujúce intervaly: 0 - 7°, 7 - 12° a 12° a viac.

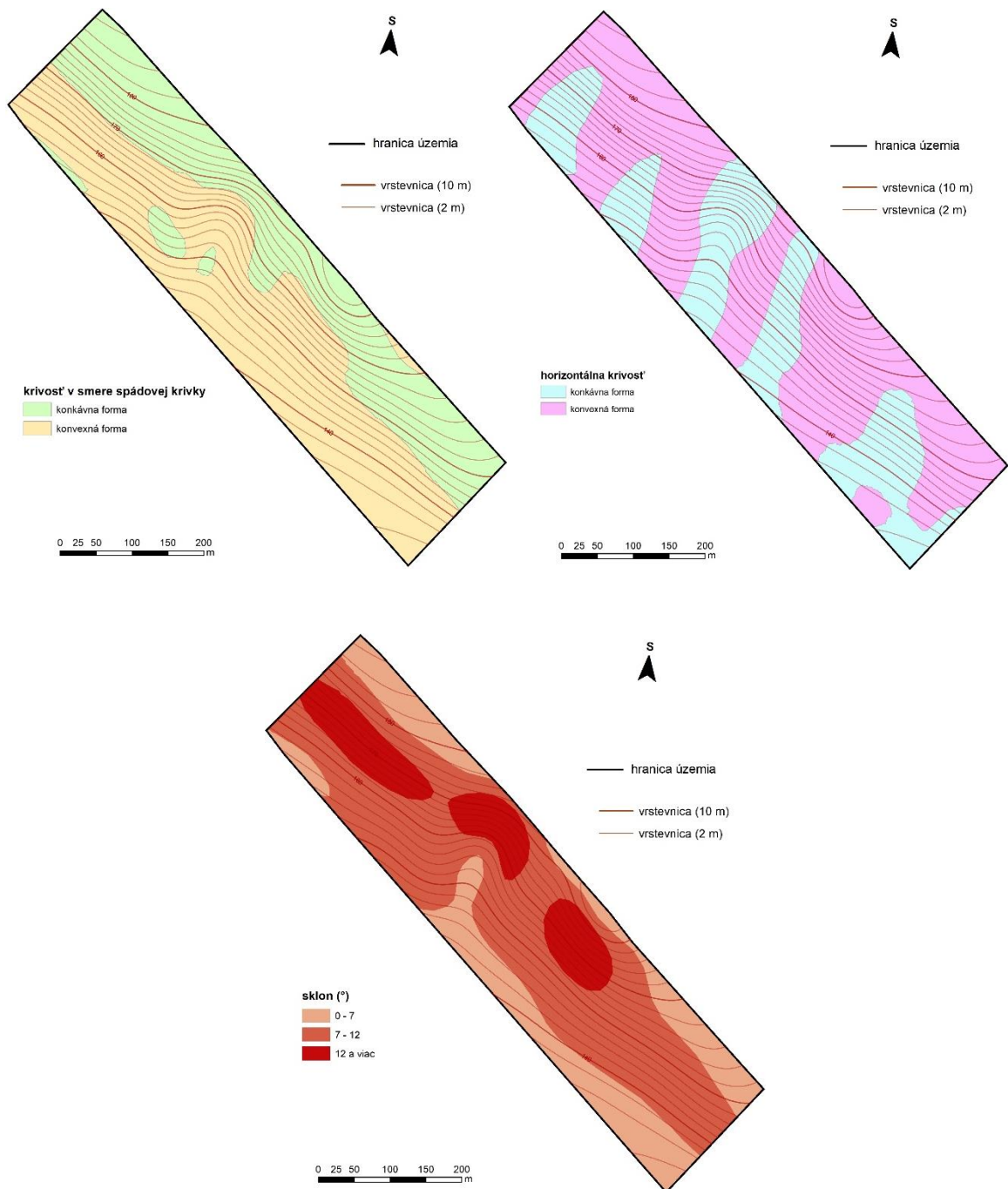
Pri tvorbe morfortopov boli využité okrem sklonu aj krivosti, konkrétne normálová krivosť v smere spádnice a horizontálna krivosť. Obe boli tvorené dvoma kategóriami oddelenými nulovou izočiariou, tzn. konvexná a konkávna forma. V rámci jednoduchej morfortometrii reliéfu kultúrneho dielu nebolo nutné do tvorby morfortopov zahrnúť polohový index, prípadne faktor nadmorskej výšky. Normálová krivosť v smere spádnice morfortometricky rozdelila kultúrny diel rovnomerne na dve časti – spodný a vrchný svah. Z dôvodu vysokej presnosti digitálneho terénneho modelu a jeho derivácií a z toho vyplývajúcej istej miery nehomogenity, boli vstupujúce rastre generalizované a zhladené (obr. 16). Zhladené boli funkciou programu ArcMap *Majority filter*.

V konečnom dôsledku do tvorby morfortopov vstupovali nasledujúce faktory:

- sklon (3 intervaly: 0 - 7°, 7 - 12° a 12° a viac)
- horizontálna krivosť (2 hodnoty: konvexná a konkávna forma; zároveň rozdelila kultúrny diel na spodný a vrchný svah)
- normálová krivosť v smere spádnice (2 hodnoty: konvexná a konkávna forma).

Na vytvorenie morfortopov bol v programe ArcMap využitý nástroj *Union*. Pôvodne bolo vytvorených 103 areálov, väčšina z nich mala malú rozlohu, preto bolo nutné zvoliť

isté generalizačné kritérium. Na základe rozlohy a celkovej morfológie reliéfu sme za optimálne generalizačné kritérium zvolili rozlohu 100 m² a minimálnu šírku areál 10 m. Areály menšie ako 100 m² boli spojené so susedným areálom, ktorý im bol z hľadiska morfometrie najpodobnejší. Pre podobnosť nebol určený jednotný vedúci faktor, bol určovaný pre každý generalizovaný areál zvlášť. Po uplatnení generalizácie vzniklo 41 morfotopov v 12 kategóriách.



Obrázok 16 Mapy generalizovaných morfometrických parametrov vstupujúcich do vyčlenenia morfotopov

3.8 Štatistické porovnanie údajov zo zriadených a zahustených sietí; metóda výberu optimálnej odberovej siete

Po navrhnutí zriadených odberových sietí a vyčlenení morfotopov sme pristúpili k štatistickému spracovaniu údajov. Prvým krokom bolo vytvorenie rastrov interpolácií dát zo zriadených sietí. Interpolácie boli vytvorené funkciou programu ArcMap *Spline with tension* (vstupné parametre: *output cell size* = 2,5; *weight* = 0,1; *number of points* = 12). Interpoláciou celkovo vzniklo 28 rastrov (8 rastrov pre uhlík a 8 pre dusík; 6 rastrov pre fosfor a 6 pre horčík), do štatistiky vstupovali aj už vytvorené interpolácie z pôvodnej odberovej siete.

Pomocou zonálnej štatistiky (nástroj *Zonal Statistics as Table* v ArcMap) sme zo všetkých rastrov distribúcie prvkov určili priemernú hodnotu každého prvku pre každý morfotop. Pri sieti s nízkym počtom bodov, nebolo možné interpoláciou zachytiť každý morfotop, preto sme zo štatistického spracovania vylúčili územia bez plnohodnotnej informácie o distribúcií prvku. Dáta sme prehľadne podľa indexu FID (jedinečný index pre morfotop generovaný v ArcMap) exportovali do programu MS Excel, v ktorom sme porovnávali hodnoty prvku v morfotop z pôvodnej zahustenej siete s jednotlivou zriadenou sieťou. Ako porovnávací faktor bola zvolená percentuálna odchýlka.

Percento odchýlky medzi údajmi v dvoch stĺpcoch, v našom prípade priemerná hodnota prvku v morfotop z pôvodnej zahustenej siete a priemerná hodnota prvku v morfotop z zriadenej siete, boli zisťované vydelením hodnoty zo zriadenej siete pôvodnou hodnotou. Výsledná odchýlka bola uvádzaná v percentách v absolútnej hodnote.

Optimálna sieť bola určená na základe priemernej hodnoty percentuálnych rozdielov hodnôt z pôvodnej zahustenej a zo zriadenej odberovej siete. Zo štatistického spracovania bolo vylúčených 10 % hodnôt z hornej a 10 % z dolnej hranice spektra hodnôt percentuálnych rozdielov, z dôvodu vyvarovania sa vplyvu prípadných extrémov na výsledky štatistiky.

4 VÝSLEDKY A DISKUSIA

4.1 Vyhodnotenie a analýza laboratórnych výsledkov

Do vzťahu medzi vínnou révou a pôdou vstupuje niekoľko pôdných vlastností – textúrne zloženie, štruktúra, dostupnosť živín, obsah organických látok, pH a dostupnosť vody. Pôda niektoré prvky a živiny dôležité pre rast vínnej révy obsahuje prirodzene v optimálnom množstve, iné je potrebné do pôdy pridávať hnojením. Pre optimálny rast a plodnosť révy sú dôležitými prvkami dusík, horčík, draslík, fosfor, vápnik, železo a stopové prvky, napríklad zinok, bór, meď, mangán. Počas vegetačného obdobia má rastlina vysoké nároky na obsah živín v pôde, preto je pôda po zbere úrody na konci vegetačného obdobia o tieto živiny čiastočne ochudobnená.

Množstvo prijateľných živín v pôde je vyjadrením zásobenosti pôd živinami, priamo podmieňujú úrodnosť pôdy. Akonáhle poznáme zásoby živín v pôde, vieme ich prípadný deficit regulovať priemyselnými hnojivami. V praxi sa množstvo prijateľných živín sleduje v rámci agrochemického skúšania pôd v 5-ročných cykloch za celé Slovensko Ústredným kontrolným a skúšobným ústavom poľnohospodárskym. Podrobnosti o agrochemickom skúšaní pôd ustanovuje vyhláška Ministerstva pôdohospodárstva a rozvoja vidieka Slovenskej republiky č. 151/2016 Z. z. a č. 338/2005 Z. z.

4.1.1 Vyhodnotenie výsledkov agrochemického skúšania pôd

V prvom kroku práce boli odobraté vzorky v dvoch horizontoch podľa metodického postupu ÚKSUP (2001) a podľa vyhlášky 338/2005 Z. z. na šiestich lokalitách v rámci riešeného územia (obr. 13 v kap. 3.2.1). Z hľadiska variability distribúcie živín, nebolo možné zhotoviť štatistický model, z dôvodu malého počtu vstupných dát.

Hodnoty pH sa na kultúrnom diele podľa Pavlouška (2011) pohybujú v jemne nadlimitnom intervale optimálnych hodnôt pre rast vínnej révy. Optimálna hodnota pH/KCl sa pre vínnu révu pohybuje v rozmedzí 6,5 – 7,2. Vysoké hodnoty pH pôdy môžu zapríčiniť zhoršenie dostupnosti živín pre rastlinu.

Vzhľadom na obdobie odberu vzoriek (júl 2017), vtedajšej fenofázy plného kvitnutia a množstva živín odoberaných rastlinou, bolo možné predpokladať, že zásobenosť pôdy živinami bude nižšia. Okrem toho, sme z osobnej komunikácie so správcom vinohradu

zistili, že vinohrad bol hnojený fosforom a draslíkom v roku 2016, čo znamená, že na kultúrnom diele v roku 2017 dochádzalo už k druhému zberu úrody po hnojení. Predpoklad zníženého obsahu živín v pôde bol potvrdený laboratórnymi analýzami (tab. 8).

Tabuľka 8 Vybrané údaje z agrochemického skúšania pôd z júla 2017

miesto odberu	hĺbka odberu	pH (KCl)	K (mg/kg)	Mg (mg/kg)	P (mg/kg)	zrinitosť
lokalita 1	20 – 40 cm	7,42	93	91	69	hlinitá
	40 – 70 cm	7,67	29	82	15	prachovito-hlinitá
lokalita 2	20 – 40 cm	7,78	56	93	42	piesočnato-hlinitá
	40 – 70 cm	7,97	14	64	12	hlinito-piesočnatá
lokalita 3	20 – 40 cm	7,45	164	65	329	piesočnato-hlinitá
	40 – 70 cm	7,34	137	65	118	piesočnato-hlinitá
lokalita 4	20 – 40 cm	7,45	138	102	227	hlinitá
	40 – 70 cm	7,50	85	123	73	hlinitá
lokalita 5	20 – 40 cm	7,50	83	66	233	piesočnato-ílovito-hlinitá
	40 – 70 cm	7,83	11	39	46	piesočnato-hlinitá
lokalita 6	20 – 40 cm	7,28	79	159	31	piesočnato-ílovito-hlinitá
	40 – 70 cm	7,51	26	186	42	piesočnato-hlinitá

Zásobenosť živín bola zhodnotená podľa vyhlášky č. 338/2005 Z. z. (tab. 6 z kap. 3.3). Laboratórne zistená zrinitosť pôdy hovorí o stredne ťažkých pôdach na kultúrnom diele, z čoho vychádzajú hraničné hodnoty obsahu prijateľných živín.

Obsah prijateľného draslíka

Obsah prijateľného draslíka sa až v deviatich vzorkách dostáva hlboko pod kritickú hodnotu 130 mg/kg, v ostatných troch prípadoch ide o vyhovujúce hodnoty. Jedná sa o lokalitu 3 v oboch hĺbkových situáciách a o lokalitu 4 v horizonte 20 – 40 cm. Z hľadiska pohyblivosti draslíka v pôde si možno všimnúť, že nedochádza k vyplaveniu draslíka do nižších častí profilu. Opačný prípad vo svojej práci zaznamenal Manda (2015). Tento fakt vieme odôvodniť vyšším obsahom horčíka v nami spracovanom území, ktorý brzdí príjem draslíka a bráni jeho relokácií. Ideálny pomer draslíka k horčíku je vo vinohrade 2:1 (Pavloušek 2009), čo okrem lokality 3, nie je dosiahnuté. Práve v týchto vzorkách je obsah draslíka vyhovujúci.

Draslík má priaznivý vplyv na kvitnutie, tvorbu plodov a koreňov, dopomáha mrazuvzdornosti a tvorbe cukrov. Pri nízkej hodnote pH pôdy je draslík menej pútaný pôdou a ľahšie sa vyplavuje do spodných horizontov pôdy (Barančíková et al. 2009). Nedostatok

draslíka v pôde sa podľa Vaneka (2010) prejavuje nekrozou listov, nedostatočným oplodnením, spôsobuje poruchy pri hospodárení s vodou a klesá odolnosť proti mrazom. Nadbytok znižuje koncentráciu horčíka a vápnika v rastline, pričom sa naruší sa rovnováha kationov. To má podľa Bedrnu (2002) za následok destabilizácie mikroorganizmov v pôde, spomalí sa rast a kvitnutie rastliny.

Obsah prijateľného horčíka

Obsah prijateľného horčíka prekročil kriticky nízku hodnotu (150 mg/kg) len vo vzorkách oboch horizontov lokality 6. Z ostatných vzoriek sú dosiahnuté relatívne vysoké hodnoty obsahu horčíka v oboch horizontoch lokality 4, v zostávajúcich ôsmich vzorkách sú zaznamenané hodnoty horčíka vysoko podlimitné. Kobza (2010) na druhej strane deklaruje, že obsah prístupného horčíka v poľnohospodárskych pôdach Slovenska sa pohybuje prevažne v rozpätí 200 – 400 mg/kg, čo je obsah vysoký.

Ako bolo nepriamo spomenuté vyššie, draslík pôsobí na horčík antagonisticky. Nedostatok horčíka v pôde má za následok fyziologické vädnutie strapiny. Často sa vyskytujúcim znakom nedostatku horčíka je zmena farby listov viniča z dôvodu zníženia obsahu chlorofylu. Podľa Pavlouška (2009) sa pri nízkej zásobe horčíka zhoršuje príjem fosforu a naopak jeho nadbytok môže spôsobiť nízku zásobenosť pôdy vápnikom. Bedrna (2002) definoval niektoré prejavy nadbytku horčíka v pôde: spomalenie rastu rastliny či blokovanie príjmu vápnika s následným spomalením rastu koreňov.

Obsah prijateľného fosforu

Obsah prijateľného fosforu sa vo ôsmich vzorkách nedostal cez kritickú hranicu 70 mg/kg. V oboch skúmaných horizontoch lokality 3 bol zistený dobrý, resp. veľmi vysoký obsah prijateľného fosforu. Vo horizonte 20 – 40 cm v lokalitách 4 a 5 bola zistená hodnota takisto veľmi vysoká. Laboratórnymi analýzami bola potvrdená nízka mobilita fosforu, ktorú definoval napríklad Pavloušek (2009, 2011). Výrazne vyšší obsah fosforu v horizonte 20 – 40 cm je badateľný na všetkých lokalitách, s výnimkou lokality 6.

Tieto zistenia podporili tézu Kobzu (2010), že obsah prístupného fosforu dosahuje v poľnohospodárskych pôdach Slovenska širokú škálu hodnôt, zväčša 10 – 160 mg/kg. S hĺbkou pôdneho profilu sa obsah prístupného fosforu výrazne znižuje.

Príznaky priameho nedostatku fosforu sú zriedkavé, nedostatok sa prejavuje nepriamo. Vanek (2010) definoval niektoré nepriame prejavy: nedostatočné opelenie, spýchavosť alebo slabší rast krov.

Nadbytok fosforu v pôde sa na rastlinách podľa Bedrnu (2002) prejavuje nasledovne: zníženie počtu baktérií v pôde, urýchlenie kvitnutia rastlín a tvorby plodov, nedostatočný rast rastlín, blokovanie príjmu molybdénu, zinku a mangánu. V prostredí môže nadbytok fosforu spôsobiť, podobne ako dusík, niekoľko negatívnych javov. Najzávažnejším javom je eutrofizácia vôd, kedy rastliny, vrátane rias a siníc, rastú neobmedzene.

4.1.2 Vyhodnotenie výsledkov zo zahustenej odberovej siete a priestorová distribúcia živín

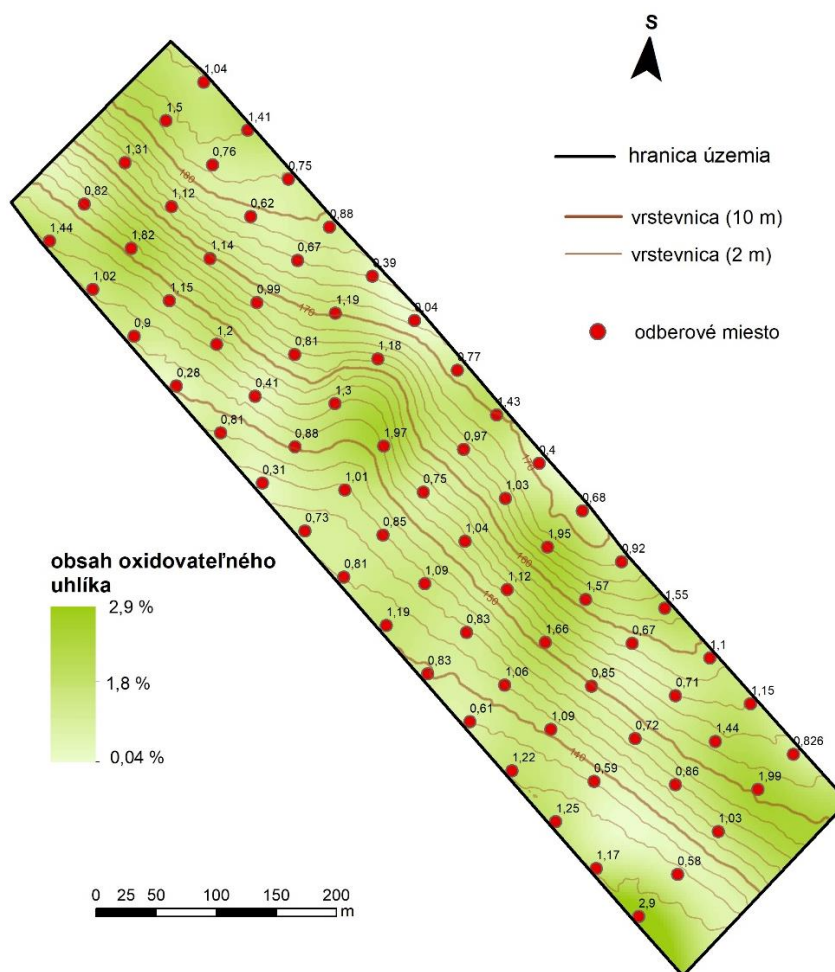
Odber vzoriek z navrhnutej zahustenej odberovej siete prebehol v októbri 2017 a bol zameraný na odber vzoriek pre analýzy obsahu uhlíka a dusíka z horizontu 0 – 20 cm (73 vzoriek) a pre analýzy obsahu fosforu a horčíka z horizontu 20 – 40 cm (22 vzoriek).

Obsah oxidovateľného uhlíka

Hodnoty obsahu oxidovateľného uhlíka (0,04 – 2,9 %, celoplošný priemer 1,02 %) v horizonte 0 – 20 cm hovoria o slabo humózných pôdach. Tento záver bol očakávaný, keďže má uhlík veľmi výrazný vertikálny gradient a kumuluje sa v humusovom horizonte. Samotný humusový horizont je na celej ploche vinohradu odstránený orbou a takisto nemá antropogénnym zásahom možnosť akumulácie.

Organická hmota má výrazný vplyv na kvalitu zakorenenia vínnej révy a zásobovanie rastliny dusíkom. Vyšší podiel organickej hmoty v pôde znižuje riziko zhutnenia pôdy, nižší obsah naopak riziko zhutnenia zvyšuje. Na základe Pavlouška (2009) možno tvrdiť, že pôdy s nedostatočným obsahom organickej hmoty nie sú pre pestovanie vínnej révy vhodné. V týchto pôdach totiž pomerne ľahko dochádza k vymývaniu dusíka a je v nich nízka biologická aktivita. Barančíková et al. (2009) tvrdí, že „*úzka vzájomná súvislosť medzi priemernými hodnotami organického uhlíka a celkového dusíka je potvrdená vysokou hodnotou korelačného koeficientu ($R=0,99$) medzi obsahom organického uhlíka a obsahom celkového dusíka*“. Koreláciu s uhlíkom sme v práci štatisticky nepotvrdili (korelačný koeficient 0,3), predovšetkým z dôvodu priameho hnojenia dusíkatými hnojivami.

Distribúcia a variabilita obsahu uhlíka v rámci územia je nerovnomerná (obr. 17). Ak by nastala na úpätí svahu akumulácia uhlíka, bolo by možné hovoriť o istom prejave erózie, pretože uhlík je ľahko vymývateľný (Barančíková et al. 2009). K výraznej akumulácii nedošlo ani v úvaline, čo značí, že kultúrny diel nie je deštruovaný eróziou.



Obrázok 17 Distribúcia oxidovateľného uhlíka (C_{ox}) na kultúrnom diele

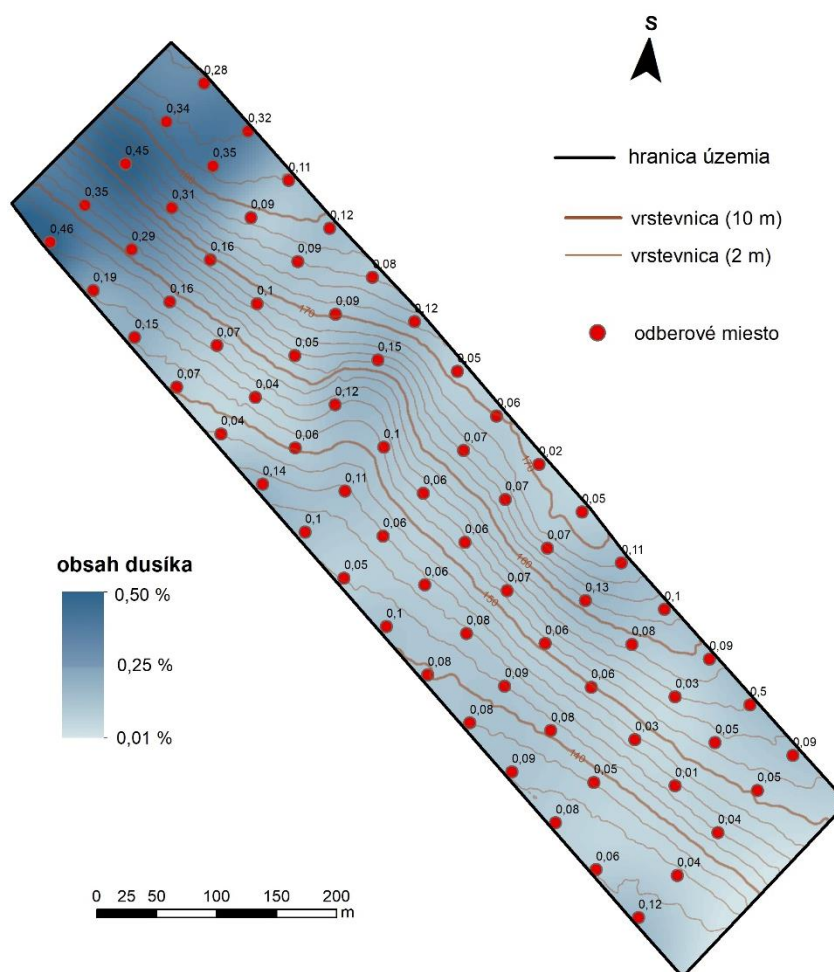
Obsah celkového dusíka

Hodnoty obsahu celkového dusíka (0,01 – 0,50 %, celoplošný priemer 0,15 %) hovoria o slabo dusíkatých pôdach. Priestorová distribúcia dusíka je relatívne nízka, výraznejší nárast obsahu dusíka je badateľný v SZ časti kultúrneho dielu (obr. 18). Príčinu tohto javu možno vysvetliť blízkosťou lesného porastu a eventuálnej zmene pôdnych vlastností a ich následného vplyvu a zásoby dusíka.

Dusík je považovaný za najdôležitejší prvok vo výžive vínnej révy. Jeho optimalizovaný pomer vedie k pravidelným výnosom a podporuje tvorbu zásobných látok. Nedostatok dusíka vedie podľa Pavlouška (2013) k brzdeniu príjmu a následnému využitiu živín, predovšetkým fosforu. Pri hnojení dusíkom je potrebné dbať na dodržanie dávky na hektár, v opačnom prípade by mohlo dôjsť k prehnojeniu. Nadbytok dusíka v pôde by podľa Bedrnu (2002) viedol k výraznému zníženiu mikroorganizmov v pôde fixujúcich vzdušný dusík a hľuzkotvorných symbiotických baktérií, čo sa negatívne prejaví na rastline

nedostatočnou tvorbou plodov, bujným rastom vegetatívnych orgánov či slabšou odolnosťou rastlín proti hubovým chorobám a takisto by dochádzalo k vymývaniu dusičnanov do podzemných vôd, čoho následkom by bola eutifikácia vôd.

Celkový pôdny dusík má podobný charakter distribúcie ako pôdny uhlík, ale priestorovo je menej variabilný. Napriek tomu že, obsah dusíka sa nevyznačuje tak výrazným vertikálnym gradientom ako obsah uhlíka, vertikálne rozdiely hodnôt dusíka medzi jednotlivými horizontami v pôdnom telese sú spravidla väčšie ako horizontálne rozdiely medzi jednotlivými pôdnymi jednotkami v katéne (Barančíková et al. 2009).

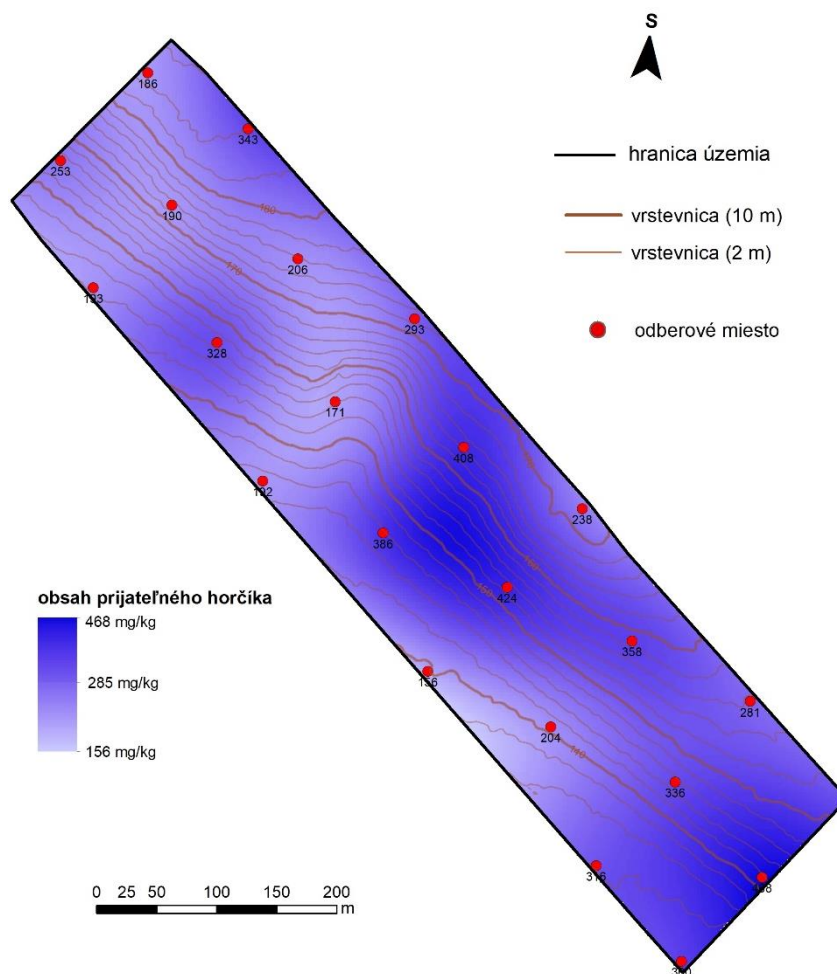


Obrázok 18 Distribúcia celkového dusíka (N_{tot}) na kultúrnom diele

Obsah prijateľného horčíka

Obsah prijateľného horčíka v kultúrnom diele osciluje medzi hodnotami 156 – 468 mg/kg, čo poukazuje na vyhovujúci až veľmi dobrý stav zásob (Príloha B.1), s výnimkou malej oblasti v centrálnej časti JZ okraja územia, kde je zaznamenaný nízky obsah horčíka. Ako bolo spomínané v predchádzajúcich kapitolách, horčík je prirodzene sa

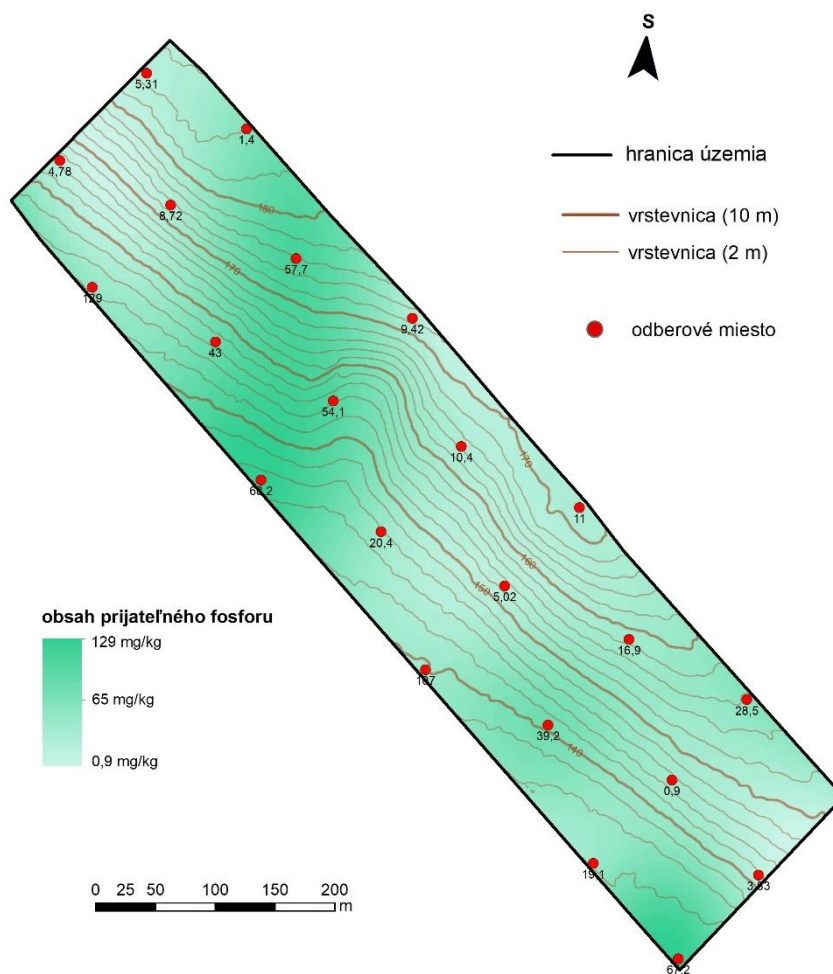
vyskytujúci prvok v pôde riešeného územia. Jeho priestorová distribúcia je nerovnomerná, bez výrazných lokálnych extrémov. Vizualizácia (obr. 19) zobrazuje len dva areály (v centrálnej časti a v JV časti) s vyšším obsahom horčíka.



Obrázok 19 Distribúcia prijateľného horčíka (Mg) na kultúrnom diele

Obsah prijateľného fosforu

Mapa obsahu prijateľného fosforu (obr. 20) poukazuje na jeho veľkú priestorovú diferenciáciu. Je zaznamenaných niekoľko areálov lokálnych extrémov, ktoré sú nerovnomerne rozmiestnené. Hodnoty obsahu prijateľného fosforu sa pohybujú v škále 0,9 – 129 mg/kg, pričom väčšina areálu je podľa vyhlášky 338/2005 Z. z. zaradená k oblasti nízkeho obsahu fosforu (Príloha B.2). Vyhovujúci stav zásob fosforu je zaznamenaný v dvoch malých areáloch na JZ okraji územia. Fosfor je vo spracovanom vinohrade pravidelne dodávaný v dvoj- až trojročných cykloch.



Obrázok 20 Distribúcia prijateľného fosforu (P) na kultúrnom diele

4.1.3 Porovnanie výsledkov agrochemického skúšania pôd a výsledkov zo zahustenej odberovej siete

V rámci extrakcie interpolovaných dát zo zahustenej odberovej siete k bodom zo štandardizovanej odberovej siete, boli zistené rozdiely medzi hodnotami obsahu fosforu a horčička v horizonte 20 – 40 cm. V prípade fosforu sa jednalo o rovnomerný pokles obsahu v priemere o 50 %, čo je pravdepodobne zapríčinené vyčerpaním živín rastlinou. Hodnoty obsahu prijateľného horčička, naopak, výrazne stúpili. Keďže môžeme vylúčiť dohnojenie, je možné sa v zmysle Pavlouška (2011) domnievať, že sezónnym vplyvom došlo k vyčerpaniu draslíka rastlinou a tým sa zvýšilo množstvo prijateľného horčička. Keďže neboli vykonané analýzy pre zistenie množstva prijateľného draslíka, toto tvrdenie nie je možné exaktne overiť.

Ďalším dôvodom zistených rozdielov môže byť samotná metóda porovnania pomocou interpolovaných dát. Tu sa stáva otáznou kvalita interpolácie, resp. samotná

modelovateľnosť dát. Odberové miesta zo zahustenej odberovej siete sme sa ale pokúsili priestorovo čo najviac priblížiť k tým zo siete agrochemického skúšania pôd, pričom sme zohľadnili aj pravidelnosť zahustenej siete. Preto sa nad interpoláciou dát ako dôvodom rozdielov vo výsledkoch laboratórnych analýz, zamýšľame ako nad málo pravdepodobnou možnosťou. Pre úplnosť pokladáme za dôležité pripomenúť, že laboratórne analýzy boli, podľa dodaných protokolov, v oboch laboratóriách vykonané rovnakými metódami.

4.2 Štatistická závislosť pôdných charakteristík na charakteristikách reliéfu

Štatistická závislosť bola zisťovaná na dvoch úrovniach – komplexne pre skupinu pôdných charakteristík a jednotlivo pre každú pôdnu a morfometrickú charakteristiku. Pre komplexné zisťovanie štatistickej závislosti bola použitá redundančná analýza a pre výpočet závislosti pôdnej charakteristiky na morfometrickej charakteristike bola využitá lineárna regresia.

Určitý typ závislosti medzi pôdnymi a morfometrickými charakteristikami je známy (napr. akumulácia humusu v úpätných častiach svahu), výskumy sú zväčša realizované na lesných pôdach alebo pôdach s malým antropogénnym zásahom. V týchto prípadoch prevláda relatívne významná korelácia. Pre územia s výrazným antropogénnym zásahom je ťažké predikovať, ako budú pôdne vlastnosti v kontexte závislosti na reliéfe, reagovať.

4.2.1 Výsledky redundančnej analýzy

Hodnota obsahu uhlíka a dusíka v pôde je podľa redundančnej analýzy sadou morfometrických parametrov ovplyvnená zo 4,9 %. Táto nízka miera závislosti obsahu uhlíka a dusíka na reliéfe je dosiahnutá z dôvodu výraznej miery antropogénneho ovplyvnenia.

Hodnota obsahu fosforu a horčíka je morfometrickými parametrami ovplyvnená v 34,4 % prípadov. Predpokladáme, že významnejší vplyv v tomto modeli má horčík, ktorý prirodzene sa vyskytujúci.

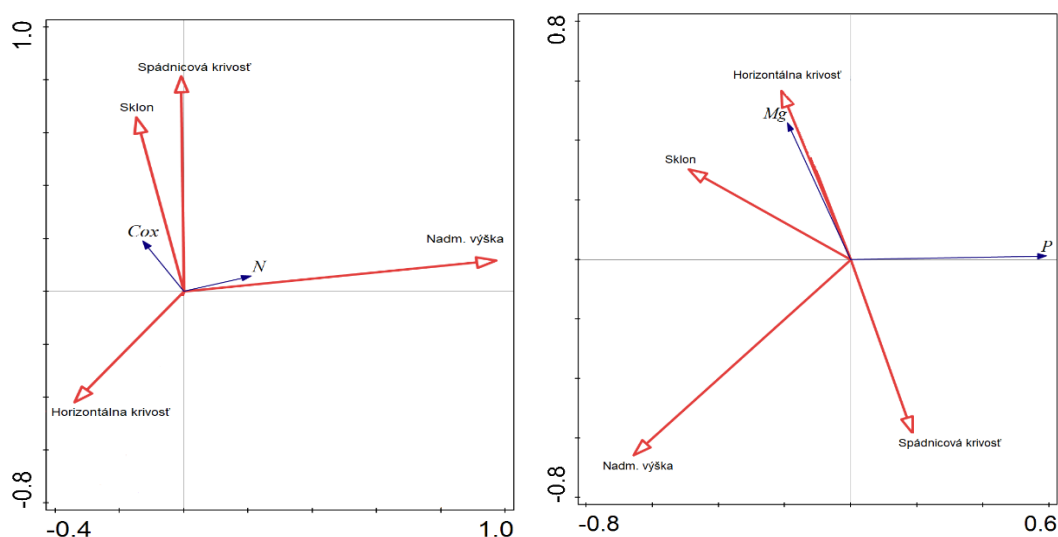
Permutačným testom Monte Carlo, ktorý testoval platnosť nulovej hypotézy, bola zistená kvalita a významnosť výsledných štatistických modelov. Hodnota *Pseudo F* vyjadruje kvalitu modelu, čím vyššie hodnoty dosahuje, tým je štatistický model kvalitnejší. Hodnota *P* vyjadruje významnosť modelu, nižšia hodnota znamená väčšiu významnosť

modelu, absolútnu významnosť modelu je možné potvrdiť, ak sa hodnota P dostane pod hodnotu 0,05 (tab. 9).

Tabuľka 9 Výsledky redundančnej analýzy

	sada uhlík – dusík	sada fosfor – horčík
Explanatory variables	4,9 %	34,4 %
<i>Permutačný test Monte Carlo (999 opakovaní)</i>		
Pseudo F	0,9	2,2
P	0,529	0,095

Na základe tabuľky možno tvrdiť, že štatisticky významnejší a kvalitnejší je model pre sadu fosforu a horčíka. Avšak na základe hodnoty P , nie je možné hovoriť o štatisticky významnom modeli. Napriek tomu výsledné grafy (obr. 21) dokázali istú mieru korelácie prvkov zo sady závislých a nezávislých premenných.



Obrázok 21 Výsledné grafy redundančnej analýzy pre obe sady nezávislých premenných

4.2.2 Porovnanie výsledkov redundančnej a lineárnej regresnej analýzy

Mieru korelácie v grafoch vyjadruje veľkosť uhla medzi jednotlivými priamkami. Je potrebné podotknúť, že dĺžka priamok nemá nijaký vplyv na tesnosť väzby, vyjadruje len numerickú veľkosť jednotlivých vstupných parametrov. Takisto tesnosť väzby by nemala prekročiť hodnotu *Explanatory variables*. Z toho vyplýva, že dusík (N) by mal najbližšie korelovať s nadmorskou výškou, ktorá v prípade riešeného územia supluje parameter polohy na svahu. Oxidovateľný uhlík (C_{ox}) vykazuje z grafu najbližšiu koreláciu so sklonom.

Z grafu sady fosfor (P) a horčík (Mg) je možné odčítať tesnú koreláciu horčíka s horizontálnou krivosťou. Korelácia fosforu s ľubovoľným morfometrickým parametrom nie je z grafu badateľná, čo je možné odôvodniť výrazným antropogénnym zásahom (hnojením).

Keďže mieru závislosti pôdných charakteristík a morfometrických charakteritík nie je možné z grafu explicitne vyjadriť, využili sme na vyjadrenie metódu lineárnej regresie (tab. 10). Koeficient determinácie (R^2) vyjadruje časť (percento) variability závislej premennej, ktorú je možné pomocou modelu vysvetliť. Koeficient determinácie je druhou mocninou korelačného koeficientu.

Tabuľka 10 Koeficienty determinácie pre jednotlivé vzťahy

	nadmorská výška	sklon	horizontálna krivosť	normálová krivosť v smere spádnice
uhlík	0,007	0,015	0,002	0,001
ďusík	0,001	0,001	0,011	0,001
horčík	0,044	0,074	0,098	0,103
fosfor	0,072	0,045	0,003	0,001

Vypočítané koeficienty determinácie potvrdili našu hypotézu, že vo výrazne antropogénne ovplyvnených územiach, je komplikované štatisticky predikovať distribúciu živín v kontexte morfometrie reliéfu. Dusíkatými hnojivami (C/N hnojivami) a fosforečnanmi je vinohrad hnojený v dvoj- až trojročných cykloch, preto tieto prvky dosahujú nízku, až zanedbateľnú mieru ovplyvnenia morfometrickými parametrami.

Pre horčík, aj keď je prirodzene sa vyskytujúcim prvkom v pôdnej hmote, je ovplyvnenie reliéfom takisto nízke, ale nie zanedbateľné (4,4 – 10,3 % vysvetlených údajov). Ako bolo zistené aj v rámci redundančnej analýzy, najovplyvňujúcejšími faktormi sú krivosti. To značí, že dochádza k zbiehaniu, resp. rozbiehaniu energie podľa charakteru formy, a tým k zvyšovaniu a znižovaniu energie.

Kvalita štatistického zhodnotenia je v prevažnej miere závislá aj od kvality, veľkosti vzorky a reprezentatívnosti vstupných údajov. Kvalita údajov vstupujúcich do našich výpočtov – hodnoty obsahu prvkov a digitálny terénny model, je viac ako dostačujúca. Avšak práve veľká priestorová podrobnosť digitálneho terénneho modelu môže výsledky jemne skresľovať. Vstupný digitálny terénny model totiž zaznamenáva aj najjemnejšie formy reliéfu – nanofomy, ktoré nevyhnutne nemusia mať vplyv na distribúciu živín.

4.3 Segmentácia územia na morfotopy

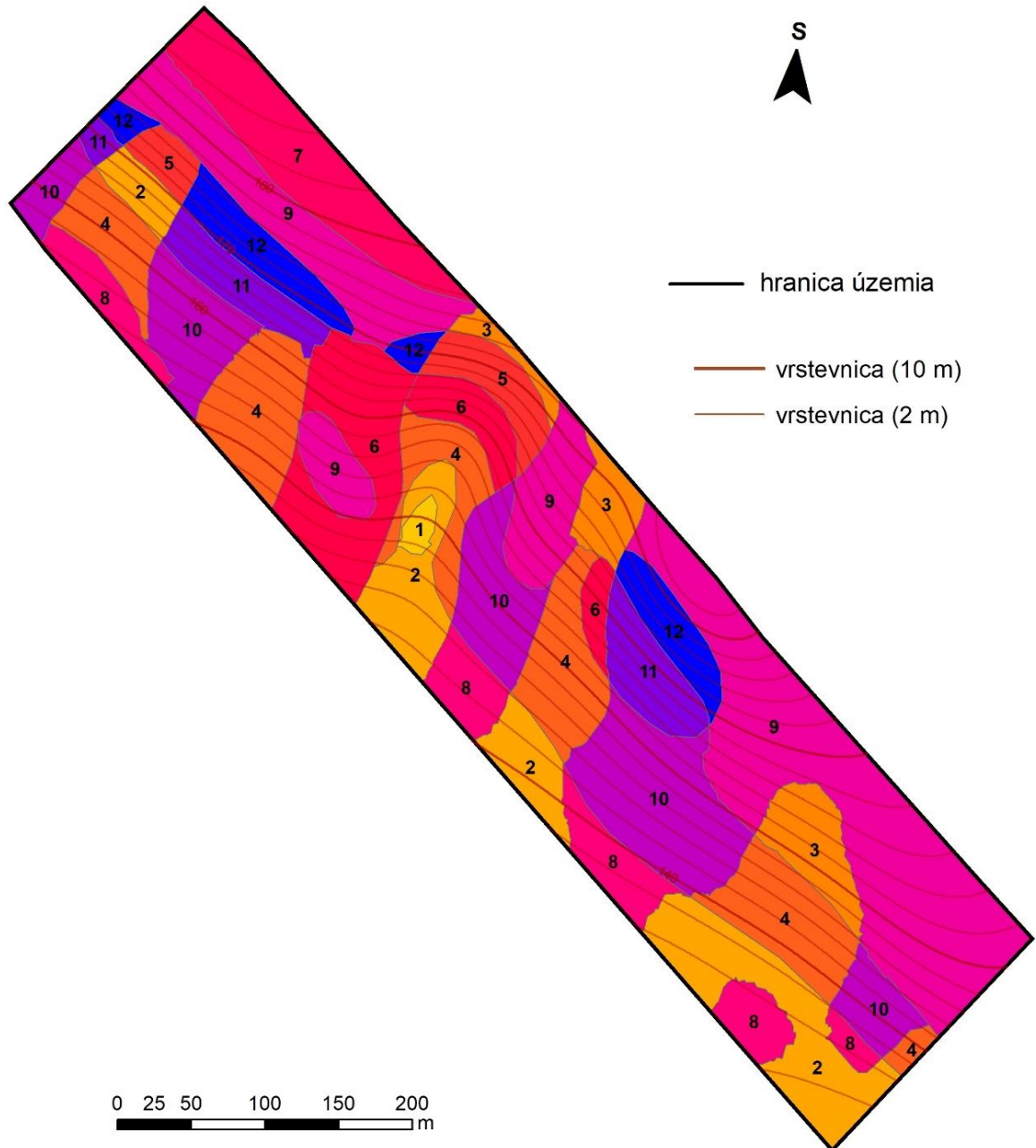
V riešenom území bolo vytvorených celkovo 41 morfotopov v 12 kategóriách. Územie je relatívne homogénne, s výnimkou úvaliny v centrálnej časti, čo vytvorilo predpoklad k rovnomernému zastúpeniu jednotlivých kategórií morfotopov (tab. 11). Faktor normálovej krivosti v smere spádovej krivky považujeme v tomto prípade zároveň za faktor polohy na svahu, keďže v našom areále v prevažnej miere platí, že konvexná forma reprezentuje dolnú časť svahu a konkávna hornú časť svahu. Takéto rozdelenie považujeme za vhodné, nakoľko po spádniciach prebieha gravitačne podmienený tok látky a energie.

Tabuľka 11 Kategorizácia vyčlenených morfotopov

kategória morfotopu	spádnicová forma	horizontálna forma	sklon	počet morfotopov v kategórii	rozloha kategórie (ha)
1	konkávna	konkávna	0 - 7°	1	0,07
2	konvexná	konkávna	0 - 7°	4	1,83
3	konkávna	konkávna	7 - 12°	3	0,73
4	konvexná	konkávna	7 - 12°	6	2,4
5	konkávna	konkávna	≥ 12°	2	0,45
6	konvexná	konkávna	≥ 12°	3	1,27
7	konkávna	konvexná	0 - 7°	1	1,02
8	konvexná	konvexná	0 - 7°	5	1,09
9	konkávna	konvexná	7 - 12°	4	4,09
10	konvexná	konvexná	7 - 12°	5	2,34
11	konvexná	konvexná	≥ 12°	3	0,77
12	konkávna	konvexná	≥ 12°	4	0,78

Početnosťou najnižšie sú morfotopy konkáv-konvexnej formy so sklonom 0 – 7° a morfotopy s konkáv-konvexnou formou a sklonom takisto do 7°. Prvý spomínaný morfotop sa viaže na úvalinu a druhý na kvázi plošinu na SV okraji územia. Najpočetnejšie zastúpené sú konvex-konkávne formy so sklonom 7 – 12°. Rozlohou sú tieto morfotopy stredne veľké, v súčte zaberajú 2,4 ha a polohou sú charakteristické na konkávnych jazykovitých formách horizontálnej krivosti nachádzajúcich sa v území (obr. 16 v kap. 3.7). Ostatné kategórie sú početnosťou zastúpené približne rovnomerne, čo možno považovať za znak relatívnej homogenity územia. Rozlohou výrazne najväčšia je kategória morfotopov s konkáv-konvexnou formou a sklonom 7 – 12°. Tieto morfotopy sú lokalizované v hornej časti svahu, s výnimkou časti úvaliny v centrálnej časti. V tejto oblasti sú morfotopy, vzhľadom na morfometrickú zložitosť útvaru, najzložitejšie usporiadané a majú zložitejšiu geometriu. Vo

všeobecnosti sú ale ostatné morfotopy, aj vplyvom generalizácie vstupných máp, geometricky relatívne jednoduché (obr. 22).



Obrázok 22 Segmentácia územia na morfotopy (legenda v tab. 11)

4.4 Výber optimálnej odberovej siete

Správne navrhnutá vzorkovacia sieť je prvotným predpokladom kvalitného pôdohospodárskeho výskumu. Optimalizácia pôdneho vzorkovania sa dostáva do popredia predovšetkým v precíznom poľnohospodárstve a agrochemickom skúšaní pôd. Dôraz je kladený na reprezentatívnosť vzorky, pretože v súčasnosti je primárnym problémom ekonomika a z toho vyplývajúca finančná náročnosť vzorkovania. Optimálne navrhnutie vzorkovacej siete je hlavným vstupom pre získanie reprezentatívnych podkladov pre plány hnojenia.

V práci bolo navrhnutých 8 zriadených odberových sietí pre odber vzoriek na určenie obsahu uhlíka a dusíka a 6 odberových sietí pre určenie fosforu a horčíka (obr. 15 v kap 3.6). Zriadené siete s 18, 14 a 10 bodmi boli navrhnuté rovnako pre obe skupiny prvkov. Štatistickým spracovaním údajov zo zriadených sietí vzhľadom k poľu areálov morfotopov a následným porovnaním so sieťou navrhnutou v rámci agrochemického skúšania pôd, sme boli schopní vybrať optimálnu sieť.

4.4.1 Štatistické porovnanie navrhnutých zriadených odberových sietí

Pre každý prvok, každú zriadenú sieť a pre každý morfotop bola vypočítaná percentuálna odchýlka hodnoty získanej zo zriadenej siete v porovnaní s hodnotou získanou v pôvodnej, hustej, odberovej sieti (Príloha C). Výsledné hodnoty boli následne spriemerované, čím sme získali priemernú percentuálnu odchýlku obsahu prvku v rámci celého kultúrneho dielu.

V prípade skupiny prvkov uhlík-dusík, si možno všimnúť jemne nižšie hodnoty odchýlok pre uhlík. Ako bolo spomenuté v predchádzajúcich kapitolách, dôvodom môže byť práve antropogénny zásah. Pravidelné hnojenie dusíkatými hnojivami znemožňuje presnejšie vymodelovanie distribúcie prvku. Avšak vo všeobecnosti možno na základe štatistických výsledkov tvrdiť, že zahusťovaním odberovej siete, ak máme počiatočnú sieť o 10 bodoch, pre uhlík a dusík sa priestorová informácia výraznejšie meniť nebude (tab. 12). V našom modelovom území by platilo, že pokiaľ nezvolíme absolútne zahustenú sieť (v prepočte 4 vzorky na hektár pôdy), je možné bez výraznej zmeny informácie pracovať buď s dvoma vzorkami na hektár, alebo 0,5 vzorky na hektár (1 vzorka/2 ha). Minimálne z finančného hľadiska je tento poznatok významným, nakoľko je možné získať rovnaké informácie za 4 krát nižšiu cenu.

Tabuľka 12 Priemerná percentuálna odchýlka obsahu dusíka a uhlíka v rámci morfotopov

počet bodov v sieti	dusík	uhlík
70	±0,93 %	±1,02 %
60	±8,11 %	±4,88 %
50	±14,18 %	±8,59 %
37	±22,22 %	±17,55 %
29	±28,03 %	±16,31 %
18	±25,45 %	±22,11 %
14	±33,38 %	±25,77 %
10	±29,57 %	±24,58 %

Podobné závery ako v prípade uhlíka a dusíka možno aplikovať aj na odberové siete pre zisťovanie obsahu fosforu a horčíka. V tomto prípade si všimame výrazný rozdiel medzi priemernými odchýlkami pre fosfor a horčík, čo opäť poukazuje na antropogénny zásah a hnojenie fosforečnanmi. Horčík, ktorý sa vyskytuje v území prirodzene je relatívne dobre modelovateľný, čo sa odrazilo, v porovnaní s ostatnými prvkami, na nízkych odchýlkach. Priestorová informácia sa, rovnako ako v prípade uhlíka a dusíka, zahusťovaním siete výrazne nemení (tab. 13).

Tabuľka 13 Priemerná percentuálna odchýlka obsahu fosforu a horčíka v rámci morfotopov

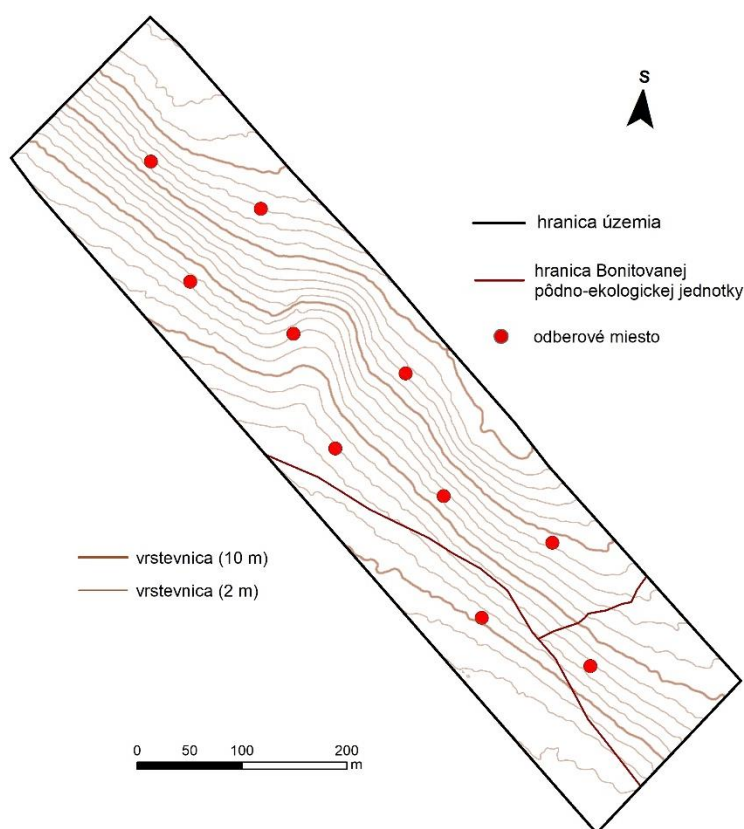
počet bodov v sieti	fosfor	horčík
18	±15,51 %	±4,00 %
14	±37,41 %	±16,00 %
12	±35,85 %	±15,41 %
10	±34,86 %	±12,06 %
8	±40,27 %	±11,27 %
6	±48,66 %	±46,61 %

4.4.2 Optimalizovaná vzorkovacia sieť

Legislatívny rámec (vyhláška č. 338/2005 Z. z.) definuje vo vinohradoch hustotu vzorkovania 1 vzorka/2 ha, v prípade homogenity územia 1 vzorka/4 ha. V prípade riešeného kultúrneho dielu by sa jednalo o 6 – 9 vzoriek rozmiestnených po celom území (cca 17 ha). Štatistickým porovnaním jednotlivých zriedených sietí a s ohľadom na minimalizáciu finančnej náročnosti vzorkovania, sme určili za optimálnu sieť 8 – 10 bodovú sieť. Treba ale podotknúť, že sa jedná o morfometricky relatívne homogénne územie a z hľadiska legislatívneho rámca sa pohybujeme na 6 vzorkách na kultúrny diel. Avšak aplikovaná sieť so šiestimi bodmi vykazuje príliš výraznú hodnotu odchýlky. Na základe vyššie uvedených

tabuliek by bolo možné vybrať optimálnu sieť pre každý jeden prvok zvlášť, avšak to by bolo finančne nevýhodné a v praxi neaplikovateľné. Preto uvažujeme nad jednou sieťou pre všetky skúmané prvky.

Syntézou legislatívneho rámca a našich výsledkov by bolo možné reprezentatívne vzorkovať riešené územie práve na hornej hranici legislatívne definovanej hustoty vzorkovania, čo znamená 1 vzorka/2 ha. Preto volíme za optimálnu sieť s 10 vstupnými bodmi, rovnomerne rozmiestnenými v celom území (obr. 23). Táto sieť reprezentuje jednak geometrické formy, ale aj všeobecne platný úzus, zohľadniť pri vzorkovaní rozmanitosť bonitovaných pôdnoekologických jednotiek. Z finančného hľadiska je táto sieť náročnejšia, avšak poskytne presnejšiu informáciu o prípadnej potrebe hnojenia. Považujeme za potrebné poznamenať, že získané výsledky nie je možné extrapolovať ku kultúrnym dielom iného charakteru. Ich aplikovateľnosť je potvrdená pre geometricky, morfometricky a chemicky konkrétny kultúrny diel.



Obrázok 23 Zvolená optimalizovaná odberová sieť

ZÁVER

Reliéf je jedným z dominantných diferenciacných faktorov toku látok a energie v krajine. Jeho vplyv sa prejavuje už v rámci veľmi malých území. Reliéf prostredníctvom svojich foriem vplyva na diferenciaciu množstva slnečnej energie dopadajúcej na zemský povrch a taktiež ovplyvňuje väčšinu gravitačne podmienených procesov. Preto majú geometrické formy reliéfu významný vplyv aj na diferenciaciu pedosféry. Konfigurácia terénu ako vstupný faktor zónového vzorkovania sa vykonáva práve cez analýzy geometrických foriem reliéfu. Optimalizované rozmiestnenie pôdných sond a správne odoberanie pôdných vzoriek pre identifikáciu pôdných zložiek je integrálnou časťou manažmentu v poľnohospodárskej krajine. Pre túto problematiku sa zaužíval pojem precízne poľnohospodárstvo.

Cieľom práce bolo vytvoriť optimalizovanú odberovú sieť pre pôdne vzorkovanie analýzou reliéfu vzorkovaného územia. Vzťah reliéfu a variability pôdy je pri prieskume pôdy elementárny, avšak zriedka sa uvažuje o detailnej analýze priestorovej variability vlastností pôdy. Na základe údajov z detailného digitálneho terénneho modelu získaného lidarovým snímkaním pomocou dronu a analýz pôdných vzoriek (73 vzoriek pre uhlík a dusík; 22 vzoriek pre horčík a fosfor), sme vytvorili štatistický model závislosti obsahu uhlíka, dusíka, horčíka a fosforu na morfometrických parametroch. Využili sme dve štatistické metódy – redundančnú analýzu a lineárnu regresnú analýzu. Ani jednou z analýz sme, predovšetkým z dôvodu výrazného antropogénneho ovplyvnenia územia, nezistili významnú koreláciu obsahu živín v pôde a morfometrických parametrov. Najvyššiu mieru ovplyvnenia reliéfom dosiahol horčík, ktorý je v lokalite prirodzene sa vyskytujúci, zvyšné zisťované živiny sú dodávané hnojením. Z toho vyplýva, že antropogénny zásah možno považovať za primárny faktor ovplyvňujúci distribúciu živín v pôde na spracovanom kultúrnom diele. V tomto prípade konfigurácia terénu figuruje až ako sekundárny činiteľ.

Vyčlenené morfotopy v území vytvorili areály, na základe ktorých sme hodnotili distribúciu živín v pôde zo zriadených odberových sietí. Zriadených sietí bolo vytvorených 14 – osem pre uhlík a dusík, šesť pre fosfor a horčík. Štatistickým zhodnotením sme získali percentuálne odchýlky hodnoty jednotlivých prvkov v každom morfotope. Po vytvorení priemeru odchýlok všetkých morfotopov pre každú zriadenú odberovú sieť, sme zistili, že pri modelovaní distribúcie živín sa priestorová variabilita prvkov zvyšovaním hustoty vzorkovania výrazne nemení. To znamená, že zahustením odberovej siete nedostaneme

presnejšiu informáciu ako pri vzorkovaní podľa legislatívneho štandardu, pokiaľ nevzorkujeme vo finančne náročnej absolútnej hustote. Tým sme potvrdili vhodnosť legislatívne zakotveného štandardu (jedna vzorka na 2, resp. 4 ha), čo pre naše územie predstavuje 6 – 9 vzoriek. Avšak na základe vykonaných štatistických úkonov, odporúčame vzorkovať na hornej hranici intervalu, t.j. 9 – 10 vzoriek. Na základe zistených údajov možno hodnotiť štandardizované vzorkovanie ako dostačujúce pre potreby precízneho poľnohospodárstva.

Je nutné podotknúť, že zistené výsledky nie je v súčasnej dobe, vzhľadom na potrebu verifikácie výsledkov, extrapolovať a aplikovať na územia s iným charakterom. Aplikovateľnosť je pravdepodobne možná pre geometricky, morfometricky a chemicky veľmi podobný kultúrny diel. Tým sa otvára možnosť opakovať nami vytvorený postup na území s iným charakterom, prípadne najskôr verifikovať zistenia na území s podobným charakterom. Každopádne, nami zvolenú metodiku možno považovať za vhodný metodologický podklad pre tvorbu práce so simiárnou tematikou.

LITERATÚRA

- BALÍK, J., ŠÍPEK, K. a ČERNÝ, J. 2006. Precizní zemědělství [online]. [cit. 2018-03-19] Dostupné na: http://www.phytopsanitary.org/projekty/2005/vvf_08_2005.pdf
- BARANČÍKOVÁ, G., FAZEKAŠOVÁ, D., MANKO, P. a TORMA, S. 2009. *Chémia životného prostredia*. Prešov: Prešovská univerzita v Prešove. 225 s. ISBN 978-80-555-0082-9.
- BEDRNA, Z. 2002. *Environmentálne pôdoznanectvo*. Bratislava: VEDA. 352 s. ISBN 978-80-224-0660-0
- BHATTI, A. U., MULLA, D. J. a FRAZIER, B. E. 1991. Estimation of soil properties and wheat yields on complex eroded hills using geostatistics and thematic mapper images. In: *Remote Sensing of Environment*. Roč. 37, č. 3. S. 181-191.
- BLIŠŤAN, P. 2012. *Interpolačné metódy pre modelovanie a vizualizáciu priestorových javov v prostredí GIS* [online]. [cit. 2018-03-21] Dostupné na: <https://www.researchgate.net/publication/236172485>
- BRUS, D. J. a GRUIJTER de, J. J. 1997. Random sampling or geostatistical modelling? Choosing between design-based and model-based sampling strategies for soil. In: *Geoderma*. Roč. 80, č. 1. S. 1-44.
- BRUS, D. J. a HEUVELINK, G. B. M. 2007. Optimization of sample patterns for universal kriging of environmental variables. In: *Geoderma*. Roč. 138, č. 2. S. 86-95.
- BURGESS, T. M. a WEBSTER, R. 1980a. Optimal interpolation and isarithmic mapping of soil properties I. The semi-variogram and punctual kriging. In: *Journal of Soil Science*. Roč. 31, č. 2. S. 315-331.
- BURGESS, T. M. a WEBSTER, R. 1980b. Optimal interpolation and isarithmic mapping of soil properties II. Block kriging. In: *Journal of Soil Science*. Roč. 31, č. 2. S. 333-341.
- BURGESS, T. M., WEBSTER, R. a McBRATNEY, A. B. 1981. Optimal interpolation and isarithmic mapping of soil properties IV. Sampling strategy. In: *Journal of Soil Science*. Roč. 31, č. 4. S. 643-654.
- CARTER, M. R. a GREGORICH, E. G. 2008 (eds.). *Soil Sampling and Methods of Analysis – 2. Ed.* Boca Raton: CRC Press. 198 s. ISBN 978-0-8493-3586-0.
- ČURLÍK, J. 2003. *Pôdna reakcia a jej úprava*. Bratislava: Štátny geologický ústav Dionýza Štúra. 300 s. ISBN 80-967696-1-8.
- ČURLÍK, J. a ŠURINA, B. 1998. *Príručka terénneho prieskumu a mapovania pôd*. Bratislava: Výskumný ústav pôdnej úrodnosti. 134 s. ISBN 80-85361-37-X.

- ČURLÍK, J. a JURKOVIČ, Ľ. 2012. *Pedogeochemia*. Bratislava: Univerzita Komenského v Bratislave. 227 s. ISBN 978-80-223-3210-1
- EBERHARDT, L. L. a THOMAS, J. M. 1991. Designing Environmental Field Studies. In: *Ecological Monographs*. Roč. 61, č. 1, s. 53-73.
- FERGUSON, R. B. a HERGERT, G. W. 2009. *Soil sampling for precision agriculture*. Lincon: University of Nebraska. 4 s.
- Geologická mapa Slovenska M 1:50 000* [online]. Bratislava: Štátny geologický ústav Dionýza Štúra. Aktualizované v auguste 2013. [cit. 2018-02-11]. Dostupné na: <http://mapserver.geology.sk/gm50js>
- GESSLER, P. E. a PETERSON, G. A. 1993. *Soil Attribute Prediction Using Terrain Analysis* [online]. [cit. 2018-03-19] Dostupné na: <https://www.researchgate.net/publication/240249923>
- GESSLER, P. E., CHADWICK, O. A., CHAMRAN, F., ALTHOUSE L. a HOLMES, K. 2000. *Modeling Soil–Landscape and Ecosystem Properties Using Terrain Attributes* [online]. [cit. 2018-03-19] Dostupné na: <https://dl.sciencesocieties.org/publications/sssaj/abstracts/64/6/2046>
- GOBIN, A., CAMPLING, P. a FEYEN, J. 2001. Soil-Landscape Modelling to Quantify Spatial Variability of Soil Texture. In: *Physics and Chemistry of the Earth*. Roč. 26, č. 1. s. 41-45.
- HALVA, J. 2012. Porovnanie výsledkov interpolácií pri tvorbe máp v presnom poľnohospodárstve [online]. [cit. 2018-04-19] Dostupné na: http://gisak.vsb.cz/GIS_Ostrava/GIS_Ova_2012/sbornik/papers/halva.pdf
- HARRELL, J. B. 2014. *An evaluation of soil sampling methods in support of precision agriculture in northeastern North Carolina* [online]. [cit. 2018-02-20] Dostupné na: <http://digitallibrary.usc.edu/cdm/ref/collection/p15799coll3/id/377297>
- HARUŠTIAKOVÁ, D., JARKOVSKÝ, J., LITTNEROVÁ, S. a DUŠEK, L. 2012. *Vícerozměrné statistické metody v biologii*. Brno: Akademické nakladatelství CERM. 111 s. ISBN 978-80-7204-791-8.
- HEEGE, H. J. 2013. *Precision in Crop Farming, Site specific Concepts and Sensing Methods: Applications and Results*. Dordrecht: Springer Science+Business Media. 356 s. ISBN 978-94-007-6759-1.
- HEUVELINK, G. B. M. a BIERKENS, M. F. P. 1992. Combining soil maps with interpolations from point observations to predict quantitative soil properties. In: *Geoderma*. Roč. 55, č. 1. S. 1-15.

- HRAŠKO, J., LINKEŠ, V., ŠÁLY, R. a ŠURINA, B. 1993. Pôdna mapa Slovenska. M 1: 400 000 [online]. [cit. 2018-02-19] Dostupné na: <http://www.podnemapy.sk/poda400/viewer.htm>
- HUDSON, B.D. 1992. *The Soil Survey as Paradigm-based Science*. [online]. [cit. 2018-03-19] Dostupné na: https://casoilresource.lawr.ucdavis.edu/w/images/f/fe/Paradigm_Based_Science_Hudson_1992.pdf
- JENČO, M. a PIŠŮT, P. 2011. Využitie digitálneho modelu reliéfu pri optimalizácii rozmiestnenia pôdnych sond. In: SOBOCKÁ, J. (ed.). *Diagnostika, klasifikácia a mapovanie pôd*. Bratislava: VÚPOP. s. 225-231. ISBN 978-80-89128-90-7.
- KOBZA, J. 2010. *Monitoring poľnohospodárskych pôd*. Bratislava: Výskumný ústav pôdozvedectva a ochrany pôdy. 38 s. ISBN 978-80-89128-73-0.
- KRCHO, J. 1990. Morfometrická analýza a digitálne modely georeliéfu. Bratislava: VEDA, 427 s.
- LAPIN, M., FAŠKO, P., MELO, M., ŠŤASTNÝ, P. a TOMLAIN, J. 2002. *Klimatické oblasti*. M 1: 1 000 000. In: Atlas krajiny Slovenskej republiky. Bratislava: Ministerstvo životného prostredia SR a Banská Bystrica: Slovenská agentúra životného prostredia. s. 95. ISBN 80-88833-27-2.
- LINKEŠ, V., PESTŮN, V. a DŽATKO, M. 1996. *Príručka pre používanie máp bonitovaných pôdno-ekologických jednotiek*. Bratislava: Výskumný ústav pôdnej úrodnosti. 104 s. ISBN 80-85361-19-1.
- MACH, D. 2016. *Využitie GIS a GPS pri manažmente v poľnohospodárskej krajine* [diplomová práca]. Vedúci práce: Igor Matečný. Bratislava: Univerzita Komenského.
- MANDA, A. 2015. *Využitie GIS pri manažmente v poľnohospodárskej krajine* [diplomová práca]. Vedúci práce: Igor Matečný. Bratislava: Univerzita Komenského.
- MATEČNÝ, I., JENČO, M. a MATEČNÁ, G. 2010. Sklon reliéfu ako súčasť kritérií pre plnenie environmentálne šetrných postupov v poľnohospodárstve Slovenskej republiky. In: *Acta Geographica Universitatis Comenianae*. Roč. 54, č. 1, s. 33-52. ISSN 0231-715X.
- MATHERON, G. 1963. Principles of geostatistics. In: *Economic Geology*. Roč. 58, č. 8. s. 1246-1266.
- MICHALCO, J., MAGIC, D., MAGLOCKÝ, Š. a BERTA, J. 1986. *Geobotanická mapa ČSSR: Časť SSR (Textová a mapová časť)*. M 1 : 200 000: list Levice. Bratislava: Veda. 152 s. + 12 mapových listov.

- MINÁR, J. 1998. K niektorým problémom geomorfologického mapovania. In: *Geografický časopis*. Roč. 50, č. 3-4. s. 248-259.
- MOORE, I. D., GESSLER, P. E., NIELSEN, G. A. E. a PETERSON, G. A. 1993. Soil Attribute Prediction Using Terrain Analysis. In: *Soil Science Society of America Journal*. Roč. 57, č. 2. s. 443-452.
- MULLA, D. J. a HAMMOND, M. W. 1988. Mapping of soil test results from large irrigation circles. In: *Proceedings of 39th Annual Regional Fertilizer Conference*. Pasco: Florida Fertilizer & Agrichemical Association. s. 169-176.
- MYLAVARAPU, R. S. a LEE, W. D. 2002. *UF/IFAS Nutrient Management Series: Soil Sampling Strategies for Precision Agriculture* [online]. [cit. 2018-02-20] Dostupné na: <https://edis.ifas.ufl.edu/pdffiles/SS/SS40200.pdf>
- ODEH, I. O. A., McBRATNEY, A. B. a CHITTLEBOROUGH, D. J. 1994. Spatial Prediction of Soil Properties From Landform Attributes Derived From a Digital Elevated Model. In: *Geoderma*. Roč. 63, č. 2. s. 197-214.
- OLIVER, M. A. 2010. *Geostatistical Applications for Precision Agriculture*. Berlín: Springer Science+Business Media. 325 s. ISBN 978-90-481-9132-1.
- PAVLENDÁ, P. 2008. Kvantifikácia zásob uhlíka v lesných pôdach. In: Kobza, J. (ed.), *Piate pôdoznalecké dni. Pôda – národné bohatstvo. Zborník z medzinárodnej konferencie, ktorá sa konala 15. – 16. 10. 2008 v Sielnici*. Bratislava: VÚPOP, s. 243 – 250.
- PAVLOUŠEK, P. 2009. *Pěstujeme stolní odrůdy révy vinné*. Praha: Grada Publishing. 104 s. ISBN 978-80-247-2787-5.
- PAVLOUŠEK, P. 2011. *Pěstování révy vinné*. Praha: Grada Publishing. 336 s. ISBN: 978-80-247-3314-2.
- PENNOCK, D.J. 2004. Designing field studies in soil science. In: *Canadian Journal of Soil Science*. Roč. 84, č. 1. S. 1-10.
- RIVOIRARD, J. 2005. Concepts and Methods of Geostatistics. In: *Bilodeau, M., Meyer, F., Schmitt M. (eds): Space, Structure and Randomness. Lecture Notes in Statistics, vol 183*. New York: Springer. S. 17-37. ISBN 978-0-387-20331-7.
- ROBERT, P. C., RUST, R. H. a LARSON, W. E. 1996. *Proceedings of the third international conference on precision agriculture*. Minneapolis: American Society of Agronomy. 22 s.
- RYANT, P. 2001. *Precizní zemědělství* [online]. [cit. 2018-02-21] Dostupné na: http://web2.mendelu.cz/af_221_multitext/hnojeni_plodin/pdf/precizni_zemedelstvi.pdf

- SCHEPERS, A.R., SHANAHAN, J.F., LIEBIG, M.A., SCHEPERS, J.S. a JOHNSON, S. 2004. Appropriateness of management zones for characterizing spatial variability of soil properties and irrigated corn yields across years. In: *Agronomy Journal*. Roč. 96, č. 1. S. 195-203.
- SINOWSKI, W. a AUERSWALD, K. 1999. Using Relief Parameters in a Discriminant Analysis to Stratify Geological Areas with Different Spatial Variability of Soil Properties. In: *Geoderma*. Roč. 89, č. 2. S. 113-128.
- SOCIETAS PEDOLOGICA SLOVACA 2014. *Morfogenetický klasifikačný systém pôd Slovenska: Bazálna referenčná taxonómia*. 2. uprav. vyd. Bratislava: NPPC – Výskumný ústav pôdozvedectva a ochrany pôdy. 96 s. ISBN 978-80-8163-005-7.
- SWYNGEDOUW, Ch. a CRÉPIN, J.M. 2008. Sampling Methods for Site Characterization. In: DE VIVO, B., BELKIN, H.E. a LIMA, A. (eds.), *Environmental Geochemistry: Site Characterization. Data Analysis and Case Histories*. Oxford: Elsevier. s. 13-27. ISBN 978-0-444-53159-9.
- ŠAŠAK, J. 2015. Spracovanie masívnych lidarových dát a odvodenie digitálnych modelov reliéfu z nich. In: ZELENĀK, V. (ed.), *Študentská vedecká konferencia PF UPJŠ, Košice, 2015, Zborník abstraktov*. Košice: Univerzita Pavla Jozefa Šafárika v Košiciach. S. 143. ISBN 978-80-8152-254-3.
- ÚKSUP. 2001. *Metodika ASP* [online]. [cit. 2018-03-23] Dostupné na: <http://www.uksupzv.sk/podstr/avr.php>
- VANEK, G. 2010. *Živiny* [online]. [cit. 2018-03-20]. Dostupné na: <http://www.galati.sk/doc/Ziviny.pdf>
- Vyhláška Ministerstva pôdohospodárstva Slovenskej republiky č. 338/2005 Z. z., ktorou sa ustanovujú podrobnosti o postupe pre odber pôdných vzoriek, spôsobe a rozsahu vykonávania agrochemického skúšania pôd, zisťovania pôdných vlastností lesných pozemkov a o vedení evidencie hnojenia pôdy a stavu výživy rastlín na poľnohospodárskej pôde a na lesných pozemkoch.*
- Vyhláška Ministerstva pôdohospodárstva a rozvoja vidieka Slovenskej republiky č. 151/2016 Z. z., ktorou sa ustanovujú podrobnosti o agrochemickom skúšaní pôd a o skladovaní a používaní hnojív.*
- WARRICK, A. W., MYERS, D. E. a NIELSEN, D. R. 1986. Geostatistical methods applied to soil science. In: KLITE, A. (ed.): *Methods of soil analysis - Physical and Mineralogical Methods*. Madison: Soil Science Society of America. S. 53-80.
- WEBSTER, R. a OLIVER, M. A. 1989. Disjunctive kriging in agriculture. In: *Geostatistics. Springer Netherlands*. S. 421-432. ISBN 978-94-015-6846-3.

WINSTEAD, A. 2009. *Precision Soil Sampling* [online]. [cit. 2018-03-20] Dostupné na:
http://www.aces.edu/anr/precisionag/documents/Precision_Soil_Sampling.pdf

Zákon č. 136/2000 Z. z. o hnojivách.

PRÍLOHA A

Popis kopaných pôdnych profilov na kultúrnom diele

Príloha A.1 Pôdny profil v *Lokalite 1* – hnedozem modálna/kultizemná



Označenie horizontu	A	B
Hrúbka	0 – 15 cm	15 – 85 cm
Zrinitosť	prachovito-hlinitá	prachovito-hlinitá
Skelet: obsah	nezistené	nezistené
zloženie		
veľkosť		
opracovanie		
Farba + škvrnitosť	10YR 4/4	10YR 6/4
Vlhkosť	navlhnutá	navlhnutá
Štruktúra	dobře vyvinutá, drobnohrudkovitá	dobře vyvinutá, drobnohrudkovitá
Novotvary – povlaky	nezistené	mycéliá CaCO ₃
Biologická aktivita	edafón nie je, prekorenenie slabé	edafón nie je, prekorenenie nie je

Príloha A.2 Pôdny profil v *Lokalite 2* – hnedozem modálna/kultizemná



Označenie horizontu	A	B
Hrúbka	0 – 2 cm	2 – 120 cm
Zrornosť		hlinito-piesočnaná
Skelet: obsah		5 % (do 70 cm)
zloženie		vápenec
veľkosť		štrk
opracovanie		3
Farba + škvrnitosť		10YR 6/4
Vlhkosť		suchá
Štruktúra		dobře vyvinutá, drobnohrudkovitá
Novotvary – povlaky		nezistené
Biologická aktivita		edafón nie je, prekorenenie nie je

Príloha A.3 Pôdny profil v *Lokalite 3* – hnedozem modálna/kultizemná



Označenie horizontu	A1	A2	B
Hrúbka	0 – 60 cm	60 – 120 cm	> 120 cm
Zrornosť	piesočnato-hlinitá	piesočnato-hlinitá	piesočnato-hlinitá
Skelet: obsah	nezistené	nezistené	nezistené
zloženie			
veľkosť			
opracovanie			
Farba + škvrnitosť	10YR 3/3	10YR 3/4	10 YR 6/3
Vlhkosť	suchá	navlhnutá	navlhnutá
Štruktúra	dobre vyvinutá, drobnohrudkovitá	dobre vyvinutá, drobnohrudkovitá	dobre vyvinutá, drobnohrudkovitá
Novotvary – povlaky	mycéliá CaCO ₃	nezistené	nezistené
Biologická aktivita	edafón nie je, prekorenenie slabé	edafón nie je, prekorenenie nie je	edafón nie je, prekorenenie nie je

Príloha A.4 Pôdny profil v *Lokalite 4* – hnedozem modálna/kultizemná



Označenie horizontu	A	A2	B
Hrúbka	0 – 40 cm	40 - 75 cm	75 - 120 cm
Zrornosť	hlinitá	hlinitá	hlinitá
Skelet: obsah	5%	nezistené	nezistené
zloženie	vápenec		
veľkosť	štrk		
opracovanie	3		
Farba + škvrnitosť	10YR 4/4	10YR 4/2	10 YR 4/5
Vlhkosť	suchá	suchá	suchá
Štruktúra	dobre vyvinutá, hrubohrudkovitá	dobre vyvinutá, strednehrudkovitá	dobre vyvinutá, strednehrudkovitá
Novotvary – povlaky	nezistené	nezistené	nezistené
Biologická aktivita	mezoedafón, prekorenenie slabé	edafón nie je, prekorenenie nie je	edafón nie je, prekorenenie nie je

Príloha A.5 Pôdny profil v *Lokalite 5* – regozem arenická



Označenie horizontu	A	A2	B
Hrúbka	0 – 30 cm	30 – 80 cm	80 - 120 cm
Zrornosť	piesočnatá	piesočnato-ílovito-hlinitá	piesočnatá
Skelet: obsah	5%	30 %	nezistené
zloženie	vápenec	vápenec	
veľkosť	štrk	štrk	
opracovanie	3	4	
Farba + škvrnitosť	7,5YR 5/3	7,5YR 6/3	10 YR 4/5
Vlhkosť	suchá	suchá	suchá
Štruktúra	dobře vyvinutá, drobnohrudkovitá	dobře vyvinutá, drobnohrudkovitá	dobře vyvinutá, drobnohrudkovitá
Novotvary – povlaky	nezistené	nezistené	nezistené
Biologická aktivita	mezoedafón, prekorenenie slabé	edafón nie je, prekorenenie nie je	edafón nie je, prekorenenie nie je

Príloha A.6 Pôdny profil v *Lokalite 6* – hnedozem modálna/kultizemná

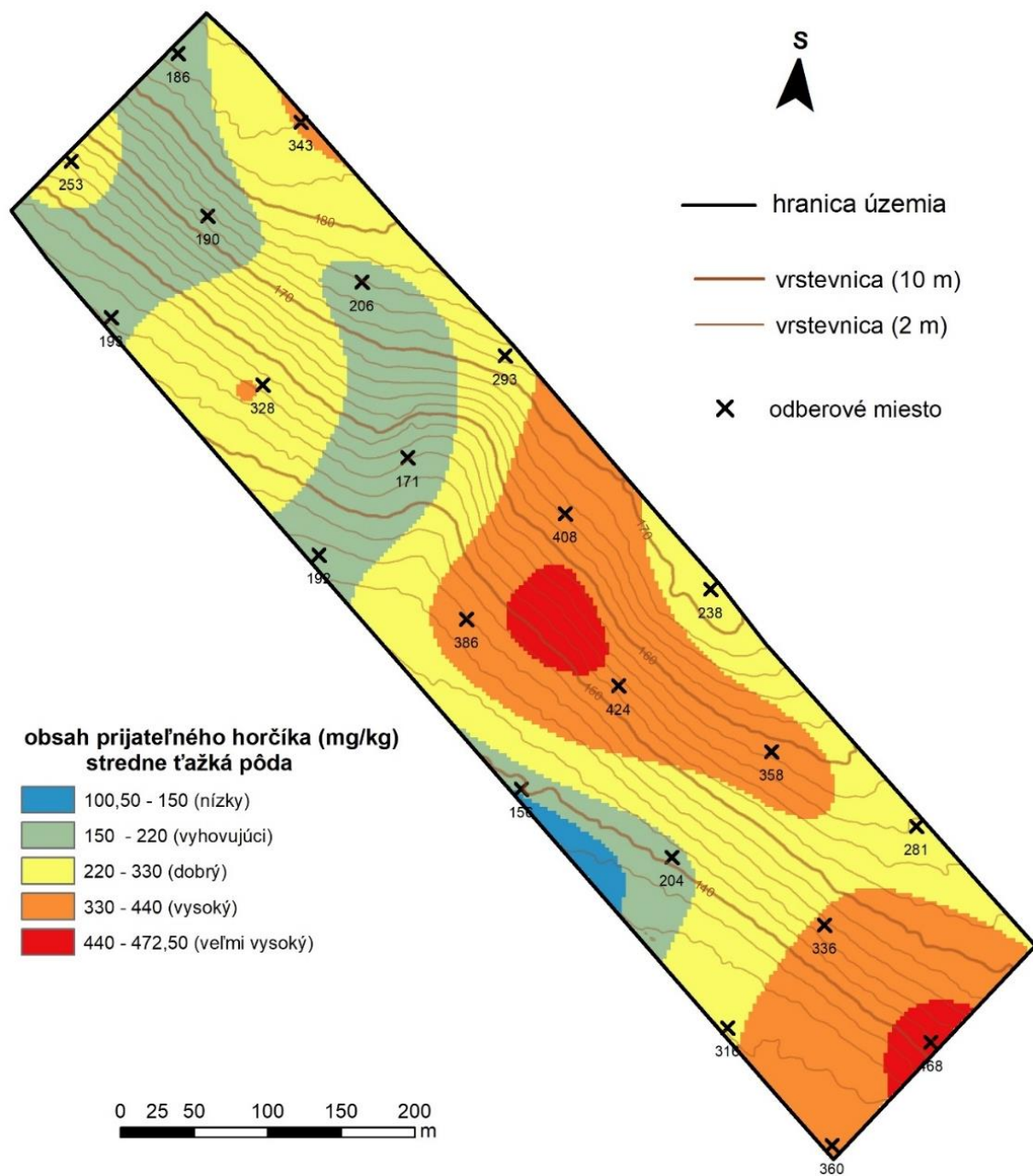


Označenie horizontu	A	B1	B2	C
Hrúbka	0 – 40 cm	40 – 70 cm	70 – 100 cm	100 - 120 cm
Zrornosť	piesočnato-hlinitá	piesočnato-hlinitá	piesočnato-hlinitá	piesočnato-hlinitá
Skelet: obsah	10%	10 %	5%	nezistené
zloženie	vápenec	vápenec	vápenec	
veľkosť	štrk	štrk	štrk	
opracovanie	3	4	3	
Farba + škvornosť	7,5YR 4/4	7,5YR 6/4	7,5YR 4/6	7,5 YR 5/6
Vlhkosť	suchá	suchá	suchá	suchá
Štruktúra	dobre vyvinutá, drobnohrudkovitá	dobre vyvinutá, strednehrudkovitá	dobre vyvinutá, drobnohrudkovitá	dobre vyvinutá, drobnohrudkovitá
Novotvary – povlaky	mycéliá CaCO ₃	mycéliá CaCO ₃	mycéliá CaCO ₃	mycéliá CaCO ₃
Biologická aktivita	edafón nie je, prekorenenie slabé	edafón nie je, prekorenenie nie je	edafón nie je, prekorenenie nie je	edafón nie je, prekorenenie nie je

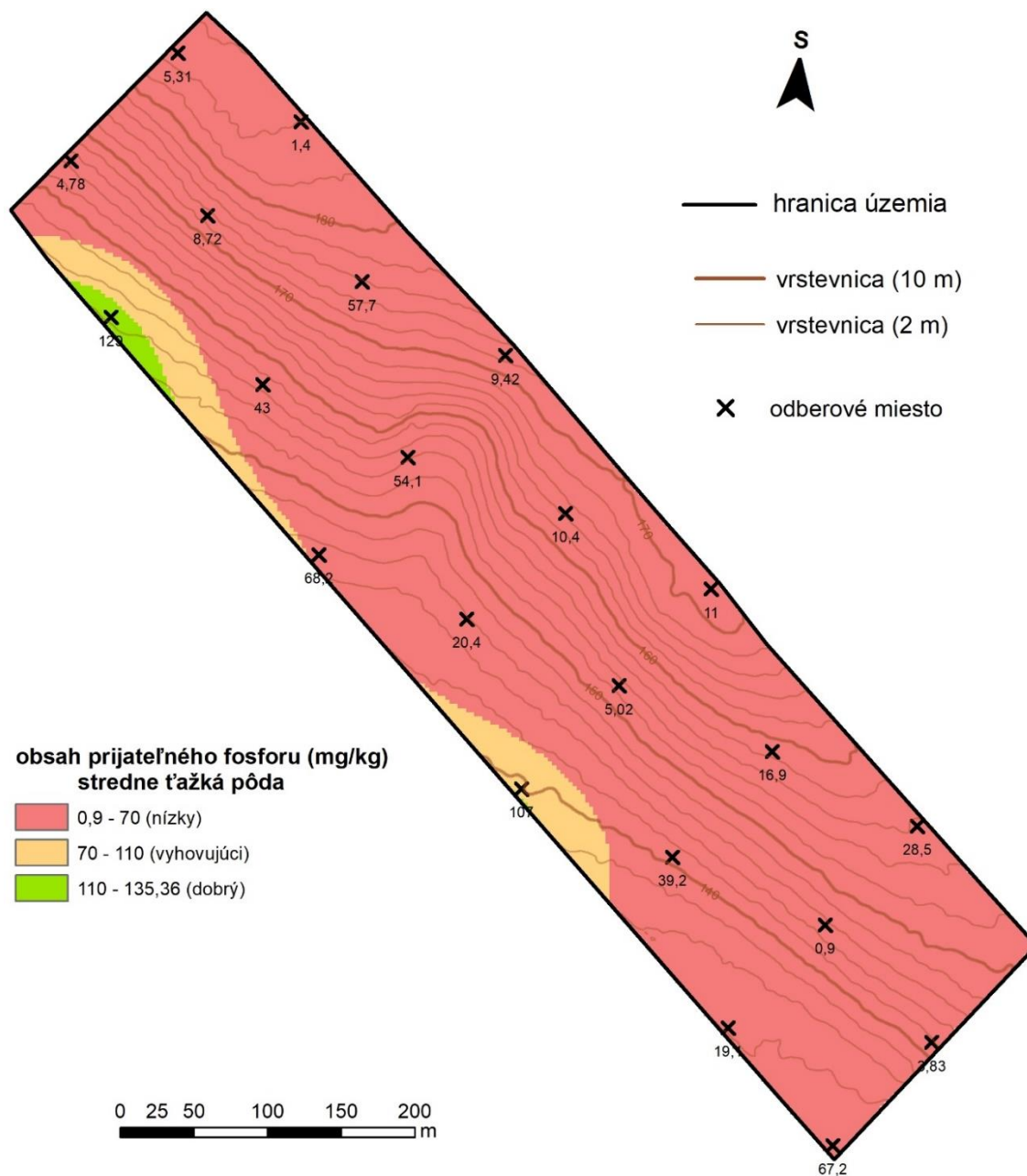
PRÍLOHA B

Vyhodnotenie stavu zásob živín zo zahustenej odberovej siete podľa Vyhlášky 338/2005 Z. z.

Príloha B.1 Obsah prijateľného horčička



Príloha B.2 Obsah prijateľného fosforu



PRÍLOHA C

Štatistické spracovanie zriedených odberových sietí

ZOZNAM ČASTÍ PRÍLOHY:

Príloha C.1 Štatistické spracovanie odberovej siete so 70 bodmi pre C_{ox} a N_{tot}	80
Príloha C.2 Štatistické spracovanie odberovej siete so 60 bodmi pre C_{ox} a N_{tot}	81
Príloha C.3 Štatistické spracovanie odberovej siete s 50 bodmi pre C_{ox} a N_{tot}	82
Príloha C.4 Štatistické spracovanie odberovej siete s 37 bodmi pre C_{ox} a N_{tot}	83
Príloha C.5 Štatistické spracovanie odberovej siete s 29 bodmi pre C_{ox} a N_{tot}	84
Príloha C.6 Štatistické spracovanie odberovej siete s 18 bodmi pre C_{ox} a N_{tot}	85
Príloha C.7 Štatistické spracovanie odberovej siete so 14 bodmi pre C_{ox} a N_{tot}	86
Príloha C.8 Štatistické spracovanie odberovej siete s 10 bodmi pre C_{ox} a N_{tot}	87
Príloha C.9 Štatistické spracovanie odberovej siete s 18 bodmi pre P a Mg.....	88
Príloha C.10 Štatistické spracovanie odberovej siete so 14 bodmi pre P a Mg.....	89
Príloha C.11 Štatistické spracovanie odberovej siete s 12 bodmi pre P a Mg.....	90
Príloha C.12 Štatistické spracovanie odberovej siete s 10 bodmi pre P a Mg.....	91
Príloha C.13 Štatistické spracovanie odberovej siete s 8 bodmi pre P a Mg.....	92
Príloha C.14 Štatistické spracovanie odberovej siete so 6 bodmi pre P a Mg.....	93

Príloha C.1 Štatistické spracovanie odberovej siete so 70 bodmi pre C_{ox} a N_{tot}

FID (číslo morfotopu)	Priemerná hodnota obsahu C_{ox} pre morfotop z pôvodnej zahustenej siete	Priemerná hodnota obsahu N_{tot} pre morfotop z pôvodnej zahustenej siete	Priemerná hodnota obsahu C_{ox} pre morfotop zo zriedenej siete so 70 bodmi	Percentuálny rozdiel hodnoty C_{ox} v morfotope z pôvodnej a zo zriedenej siete	Priemerná hodnota obsahu N_{tot} pre morfotop zo zriedenej siete so 70 bodmi	Percentuálny rozdiel hodnoty N_{tot} v morfotope z pôvodnej a zo zriedenej siete
0	1,314132	0,420124	1,17597		0,336353	
1	1,192603	0,216356	1,166294	2,26%	0,201996	7,11%
2	1,171097	0,101362	1,171723	0,05%	0,101395	0,03%
3	0,795029	0,106687	0,788158	0,87%	0,10657	0,11%
4	1,323895	0,122446	1,311928	0,91%	0,122289	0,13%
5	1,634896	0,085498	1,634487		0,085504	
6	1,132803	0,067639	1,116463	1,46%	0,069188	2,24%
7	1,588133	0,092659	1,58628	0,12%	0,092799	0,15%
8	0,963952	0,205971	0,944669	2,04%	0,1941	6,12%
9	0,332104	0,09427	0,331796	0,09%	0,094262	
10	0,855841	0,066996	1,010653		0,066456	0,81%
11	0,951311	0,06764	0,944773	0,69%	0,067389	0,37%
12	1,365062	0,05977	1,381613	1,20%	0,060309	0,89%
13	0,854365	0,020732	0,859742	0,63%	0,020876	0,69%
14	1,515352	0,111107	1,518393	0,20%	0,111018	0,08%
15	1,01242	0,061807	1,135968		0,060873	1,53%
16	0,94795	0,078729	0,947577	0,04%	0,079117	0,49%
17	1,037309	0,064148	1,055863	1,76%	0,064953	1,24%
18	0,635361	0,001233	0,648872	2,08%	0,001385	
19	0,951553	0,216504	0,947402	0,44%	0,219023	1,15%
20	1,345509	0,106601	1,343851	0,12%	0,106554	0,04%
21	0,811324	0,07293	0,78683	3,11%	0,073197	0,36%
22	1,073761	0,063663	1,053897	1,88%	0,064062	0,62%
23	0,848322	0,252983	0,848735	0,05%	0,252928	
24	0,903418	0,374932	0,907758	0,48%	0,375221	0,08%
25	1,048864	0,235007	1,048833		0,23368	0,57%
26	0,642164	0,050457	0,642562	0,06%	0,050474	0,03%
27	0,816081	0,056775	0,815803		0,056726	0,09%
28	1,003706	0,22447	0,968857	3,60%	0,205294	
29	1,238736	0,320094	1,255243	1,32%	0,321417	0,41%
30	1,23715	0,102481	1,229393	0,63%	0,102229	0,25%
31	1,07641	0,133787	1,085863	0,87%	0,133313	0,36%
32	1,089307	0,080859	1,110424	1,90%	0,082338	1,80%
33	1,178973	0,263393	1,202335	1,94%	0,267315	1,47%
34	1,239998	0,387751	1,114669		0,325913	
35	1,200994	0,066473	1,187183	1,16%	0,066089	0,58%
36	0,624671	0,095153	0,623834	0,13%	0,09514	
37	0,833116	0,080353	0,834035	0,11%	0,08051	0,20%
38	1,683427	0,11169	1,663535	1,20%	0,111358	0,30%
39	0,888044	0,068808	0,889103	0,12%	0,068722	0,13%
40	1,02257	0,079059	1,022391		0,078787	0,35%
				1,02%		0,93%
				priemerná odchýlka obsahu C_{ox} pre zriedenú sieť		priemerná odchýlka obsahu N_{tot} pre zriedenú sieť

Príloha C.2 Štatistické spracovanie odberovej siete so 60 bodmi pre C_{ox} a N_{tot}

FID (číslo morfotopu)	Priemerná hodnota obsahu C_{ox} pre morfotop z pôvodnej zahustenej siete	Priemerná hodnota obsahu N_{tot} pre morfotop z pôvodnej zahustenej siete	Priemerná hodnota obsahu C_{ox} pre morfotop zo zriedenej siete so 60 bodmi	Percentuálny rozdiel hodnoty C_{ox} v morfotope z pôvodnej a zo zriedenej siete	Priemerná hodnota obsahu N_{tot} pre morfotop zo zriedenej siete so 60 bodmi	Percentuálny rozdiel hodnoty N_{tot} v morfotope z pôvodnej a zo zriedenej siete
0	1,314132	0,420124	1,427863	7,97%	0,446529	5,91%
1	1,192603	0,216356	1,210722	1,50%	0,222909	2,94%
2	1,171097	0,101362	1,167739		0,102393	
3	0,795029	0,106687	0,807831	1,58%	0,108608	1,77%
4	1,323895	0,122446	1,335678	0,88%	0,123219	
5	1,634896	0,085498	1,640735	0,36%	0,086771	1,47%
6	1,132803	0,067639	1,100467	2,94%	0,066964	1,01%
7	1,588133	0,092659	1,495666	6,18%	0,090859	1,98%
8	0,963952	0,205971	0,941687	2,36%	0,208721	1,32%
9	0,332104	0,09427	0,352227	5,71%	0,100327	6,04%
10	0,855841	0,066996	1,041832		0,072383	7,44%
11	0,951311	0,06764	1,050939	9,48%	0,073736	8,27%
12	1,365062	0,05977	1,42376	4,12%	0,074481	19,75%
13	0,854365	0,020732	0,851503		0,006977	
14	1,515352	0,111107	1,525301	0,65%	0,109864	1,13%
15	1,01242	0,061807	1,153863	12,26%	0,067571	8,53%
16	0,94795	0,078729	0,945633		0,067481	16,67%
17	1,037309	0,064148	1,029404	0,77%	0,092003	30,28%
18	0,635361	0,001233	0,74476		0,011335	
19	0,951553	0,216504	1,025916	7,25%	0,21995	1,57%
20	1,345509	0,106601	1,371568	1,90%	0,104639	1,88%
21	0,811324	0,07293	0,670308		0,082123	11,19%
22	1,073761	0,063663	1,076728		0,072569	12,27%
23	0,848322	0,252983	0,916045	7,39%	0,064198	
24	0,903418	0,374932	1,044123	13,48%	0,062482	
25	1,048864	0,235007	0,927225	13,12%	0,224275	4,79%
26	0,642164	0,050457	0,638613	0,56%	0,051831	2,65%
27	0,816081	0,056775	0,838088	2,63%	0,057141	
28	1,003706	0,22447	1,032413	2,78%	0,237299	5,41%
29	1,238736	0,320094	1,220254	1,51%	0,315588	1,43%
30	1,23715	0,102481	1,321263	6,37%	0,134645	23,89%
31	1,07641	0,133787	0,999248	7,72%	0,145611	8,12%
32	1,089307	0,080859	0,858164		0,110737	26,98%
33	1,178973	0,263393	1,04208	13,14%	0,248523	5,98%
34	1,239998	0,387751	1,346414	7,90%	0,406975	4,72%
35	1,200994	0,066473	1,146271	4,77%	0,064073	3,75%
36	0,624671	0,095153	0,577266	8,21%	0,096585	1,48%
37	0,833116	0,080353	0,821988	1,35%	0,080111	
38	1,683427	0,11169	1,676648	0,40%	0,108033	3,39%
39	0,888044	0,068808	0,872147	1,82%	0,083782	17,87%
40	1,02257	0,079059	1,042558	1,92%	0,09394	15,84%
				4,88%		8,11%
				priemerná odchýlka obsahu C_{ox} pre zriedenú siet'		priemerná odchýlka obsahu N_{tot} pre zriedenú siet'

Príloha C.3 Štatistické spracovanie odberovej siete s 50 bodmi pre C_{ox} a N_{tot}

FID (číslo morfotopu)	Priemerná hodnota obsahu C_{ox} pre morfotop z pôvodnej zahustenej siete	Priemerná hodnota obsahu N_{tot} pre morfotop z pôvodnej zahustenej siete	Priemerná hodnota obsahu C_{ox} pre morfotop zo zriedenej siete s 50 bodmi	Percentuálny rozdiel hodnoty C_{ox} v morfotope z pôvodnej a zo zriedenej siete	Priemerná hodnota obsahu N_{tot} pre morfotop zo zriedenej siete s 50 bodmi	Percentuálny rozdiel hodnoty N_{tot} v morfotope z pôvodnej a zo zriedenej siete
0	1,314132	0,420124	1,27452	3,11%	0,4114	2,12%
1	1,192603	0,216356	1,266774	5,86%	0,225778	4,17%
2	1,171097	0,101362	1,130486	3,59%	0,099369	2,01%
3	0,795029	0,106687	0,888815	10,55%	0,110496	3,45%
4	1,323895	0,122446	1,407621	5,95%	0,125909	2,75%
5	1,634896	0,085498	1,73307	5,66%	0,094966	9,97%
6	1,132803	0,067639	1,160641	2,40%	0,062722	7,84%
7	1,588133	0,092659	1,636138	2,93%	0,108487	14,59%
8	0,963952	0,205971	1,0344	6,81%	0,194567	5,86%
9	0,332104	0,09427	0,34158	2,77%	0,09465	
10	0,855841	0,066996	1,180363		0,077747	13,83%
11	0,951311	0,06764	0,80708	17,87%	0,051866	30,41%
12	1,365062	0,05977	1,196382	14,10%	0,06572	9,05%
13	0,854365	0,020732	0,9843	13,20%	0,023896	13,24%
14	1,515352	0,111107	1,552571	2,40%	0,10876	2,16%
15	1,01242	0,061807	1,183222	14,44%	0,072695	14,98%
16	0,94795	0,078729	0,940074		0,008698	
17	1,037309	0,064148	1,017379	1,96%	0,012636	
18	0,635361	0,001233	0,623048	1,98%	0,043147	
19	0,951553	0,216504	1,123666	15,32%	0,217934	
20	1,345509	0,106601	1,423123	5,45%	0,0923	15,49%
21	0,811324	0,07293	0,809835		0,078486	7,08%
22	1,073761	0,063663	1,000772	7,29%	0,069029	7,77%
23	0,848322	0,252983	0,849922		0,149737	68,95%
24	0,903418	0,374932	0,894494	1,00%	0,320508	16,98%
25	1,048864	0,235007	1,315554	20,27%	0,250573	6,21%
26	0,642164	0,050457	0,865757		0,044529	13,31%
27	0,816081	0,056775	0,924303	11,71%	0,055834	1,69%
28	1,003706	0,22447	1,026436	2,21%	0,224972	
29	1,238736	0,320094	1,701977		0,391798	18,30%
30	1,23715	0,102481	1,031872	19,89%	0,070641	45,07%
31	1,07641	0,133787	1,016956	5,85%	0,010136	
32	1,089307	0,080859	1,131118	3,70%	0,095731	15,54%
33	1,178973	0,263393	1,508271	21,83%	0,323337	18,54%
34	1,239998	0,387751	1,451972	14,60%	0,426374	9,06%
35	1,200994	0,066473	0,984257	22,02%	0,056751	17,13%
36	0,624671	0,095153	0,871927		0,067564	40,83%
37	0,833116	0,080353	0,916528	9,10%	0,101311	20,69%
38	1,683427	0,11169	1,683683		0,104589	6,79%
39	0,888044	0,068808	0,93993	5,52%	0,068575	
40	1,02257	0,079059	1,001475	2,11%	0,080641	1,96%
				8,59%		14,18%
				priemerná odchýlka obsahu C_{ox} pre zriedenú sieť		priemerná odchýlka obsahu N_{tot} pre zriedenú sieť

Príloha C.4 Štatistické spracovanie odberovej siete s 37 bodmi pre C_{ox} a N_{tot}

FID (číslo morfotopu)	Priemerná hodnota obsahu C_{ox} pre morfotop z pôvodnej zahustenej siete	Priemerná hodnota obsahu N_{tot} pre morfotop z pôvodnej zahustenej siete	Priemerná hodnota obsahu C_{ox} pre morfotop zo zriedenej siete s 37 bodmi	Percentuálny rozdiel hodnoty C_{ox} v morfotope z pôvodnej a zo zriedenej siete	Priemerná hodnota obsahu N_{tot} pre morfotop zo zriedenej siete s 37 bodmi	Percentuálny rozdiel hodnoty N_{tot} v morfotope z pôvodnej a zo zriedenej siete
0	1,314132	0,420124	1,253947	4,80%	0,429879	
1	1,192603	0,216356	1,275035	6,47%	0,213652	
2	1,171097	0,101362	0,739179		0,112081	9,56%
3	0,795029	0,106687	0,970788	18,10%	0,109491	
4	1,323895	0,122446	1,356048		0,129611	5,53%
5	1,634896	0,085498	1,662456		0,079903	7,00%
6	1,132803	0,067639	1,342153	15,60%	0,062826	7,66%
7	1,588133	0,092659	1,808235	12,17%	0,053262	73,97%
8	0,963952	0,205971	0,794612	21,31%	0,239475	13,99%
9	0,332104	0,09427	0,655355		0,07906	19,24%
10	0,855841	0,066996	1,145118	25,26%	0,093142	28,07%
11	0,951311	0,06764	0,747547	27,26%	0,055378	22,14%
12	1,365062	0,05977	1,049522	30,07%	0,072804	17,90%
13	0,854365	0,020732	1,025723	16,71%	0,033049	37,27%
14	1,515352	0,111107	1,566334	3,25%	0,109341	
15	1,01242	0,061807	1,064566	4,90%	0,046782	32,12%
16	0,94795	0,078729	1,000059	5,21%	0,007283	
17	1,037309	0,064148	1,12854	8,08%	0,121842	47,35%
18	0,635361	0,001233	1,011039	37,16%	0,079313	
19	0,951553	0,216504	0,7637	24,60%	0,224549	3,58%
20	1,345509	0,106601	1,482672	9,25%	0,091872	16,03%
21	0,811324	0,07293	0,871395	6,89%	0,07099	2,73%
22	1,073761	0,063663	0,973129	10,34%	-0,026717	
23	0,848322	0,252983	0,75629	12,17%	0,625094	59,53%
24	0,903418	0,374932	0,958248	5,72%	0,797	52,96%
25	1,048864	0,235007	1,319567	20,51%	0,244875	4,03%
26	0,642164	0,050457	0,853329	24,75%	0,047012	7,33%
27	0,816081	0,056775	1,030329	20,79%	0,054549	4,08%
28	1,003706	0,22447	1,057183	5,06%	0,244609	8,23%
29	1,238736	0,320094	1,730898	28,43%	0,381602	16,12%
30	1,23715	0,102481	0,96569	28,11%	0,075271	36,15%
31	1,07641	0,133787	1,651577	34,83%	0,210391	36,41%
32	1,089307	0,080859	2,185123		0,279983	71,12%
33	1,178973	0,263393	1,426394	17,35%	0,326727	19,38%
34	1,239998	0,387751	1,580892	21,56%	0,411904	5,86%
35	1,200994	0,066473	0,878105	36,77%	0,063686	4,38%
36	0,624671	0,095153	0,78303	20,22%	0,070869	34,27%
37	0,833116	0,080353	0,855613		0,034819	
38	1,683427	0,11169	1,73192		0,099051	12,76%
39	0,888044	0,068808	0,993773	10,64%	0,061187	12,46%
40	1,02257	0,079059	0,835297	22,42%	0,075918	4,14%
				17,55%		22,22%
				priemerná odchýlka obsahu C_{ox} pre zriedenú siet'		priemerná odchýlka obsahu N_{tot} pre zriedenú siet'

Príloha C.5 Štatistické spracovanie odberovej siete s 29 bodmi pre C_{ox} a N_{tot}

FID (číslo morfotopu)	Priemerná hodnota obsahu C_{ox} pre morfotop z pôvodnej zahustenej siete	Priemerná hodnota obsahu N_{tot} pre morfotop z pôvodnej zahustenej siete	Priemerná hodnota obsahu C_{ox} pre morfotop zo zriedenej siete s 29 bodmi	Percentuálny rozdiel hodnoty C_{ox} v morfotope z pôvodnej a zo zriedenej siete	Priemerná hodnota obsahu N_{tot} zo zriedenej siete s 29 bodmi	Percentuálny rozdiel hodnoty N_{tot} v morfotope z pôvodnej a zo zriedenej siete
0	1,314132	0,420124	1,239212	6,05%	0,423933	
1	1,192603	0,216356	1,168175		0,213692	
2	1,171097	0,101362	0,862655	35,75%	0,130539	22,35%
3	0,795029	0,106687	0,902486	11,91%	0,104568	2,03%
4	1,323895	0,122446	1,294875	2,24%	0,127348	3,85%
5	1,634896	0,085498	1,740943	6,09%	0,053084	61,06%
6	1,132803	0,067639	1,218811	7,06%	0,108566	37,70%
7	1,588133	0,092659	1,839804	13,68%	0,086233	7,45%
8	0,963952	0,205971	0,90381	6,65%	0,256412	19,67%
9	0,332104	0,09427	0,619795	46,42%	0,075887	24,22%
10	0,855841	0,066996	0,637563	34,24%	0,054044	23,97%
11	0,951311	0,06764	0,35433		0,029592	
12	1,365062	0,05977	1,370756		0,029243	
13	0,854365	0,020732	1,092809	21,82%	0,006874	
14	1,515352	0,111107	1,661948	8,82%	0,115711	3,98%
15	1,01242	0,061807	1,042461	2,88%	0,095811	35,49%
16	0,94795	0,078729	1,240975	23,61%	0,127438	38,22%
17	1,037309	0,064148	1,190239	12,85%	0,134836	52,43%
18	0,635361	0,001233	0,929885	31,67%	0,078708	98,43%
19	0,951553	0,216504	0,727067	30,88%	0,251777	14,01%
20	1,345509	0,106601	1,828641	26,42%	0,104264	2,24%
21	0,811324	0,07293	1,053781	23,01%	0,110558	34,03%
22	1,073761	0,063663	0,960208	11,83%	0,108434	41,29%
23	0,848322	0,252983	0,94702	10,42%	0,214352	18,02%
24	0,903418	0,374932	0,943711	4,27%	0,934201	59,87%
25	1,048864	0,235007	1,038474		0,219903	6,87%
26	0,642164	0,050457	0,734267	12,54%	0,059224	14,80%
27	0,816081	0,056775	0,463546		0,058853	3,53%
28	1,003706	0,22447	1,090242	7,94%	0,254253	11,71%
29	1,238736	0,320094	1,270684	2,51%	0,322052	
30	1,23715	0,102481	1,228205		0,163853	37,46%
31	1,07641	0,133787	1,596069	32,56%	0,226143	40,84%
32	1,089307	0,080859	2,141439		0,278981	71,02%
33	1,178973	0,263393	1,045186	12,80%	0,228341	15,35%
34	1,239998	0,387751	1,323231	6,29%	0,393632	
35	1,200994	0,066473	0,585389		0,045281	46,80%
36	0,624671	0,095153	0,688177	9,23%	0,078571	21,10%
37	0,833116	0,080353	1,344355	38,03%	0,060107	33,68%
38	1,683427	0,11169	1,953474	13,82%	0,10814	3,28%
39	0,888044	0,068808	1,052403	15,62%	0,08491	18,96%
40	1,02257	0,079059	0,944998	8,21%	0,108869	27,38%
				16,31%		28,03%
				priemerná odchýlka obsahu C_{ox} pre zriedenú sieť		priemerná odchýlka obsahu N_{tot} pre zriedenú sieť

Príloha C.6 Štatistické spracovanie odberovej siete s 18 bodmi pre C_{ox} a N_{tot}

FID (číslo morfotopu)	Priemerná hodnota obsahu C_{ox} pre morfotop z pôvodnej zahustenej siete	Priemerná hodnota obsahu N_{tot} pre morfotop z pôvodnej zahustenej siete	Priemerná hodnota obsahu C_{ox} pre morfotop zo zriedenej siete s 18 bodmi	Percentuálny rozdiel hodnoty C_{ox} v morfotope z pôvodnej a zo zriedenej siete	Priemerná hodnota obsahu N_{tot} pre morfotop zo zriedenej siete s 18 bodmi	Percentuálny rozdiel hodnoty N_{tot} v morfotope z pôvodnej a zo zriedenej siete
0	1,314132	0,420124	1,353142	2,88%	0,424036	0,92%
1	1,192603	0,216356	1,115691	6,89%	0,184703	17,14%
2	1,171097	0,101362	0,760245	54,04%	0,093341	8,59%
3	0,795029	0,106687	0,519041	53,17%	0,107393	0,66%
4	1,323895	0,122446	0,947091	39,79%	0,106175	15,32%
5	1,634896	0,085498	0,908479		0,051877	64,81%
6	1,132803	0,067639	1,096445	3,32%	0,066316	1,99%
7	1,588133	0,092659	1,035935	53,30%	0,061372	50,98%
8	0,963952	0,205971	0,900207	7,08%	0,197047	4,53%
9	0,332104	0,09427	0,140917		0,11384	17,19%
10	0,855841	0,066996	1,088707	21,39%	0,071119	
11	0,951311	0,06764	0,898022	5,93%	0,067868	0,34%
12	1,365062	0,05977	0,824945		0,129506	53,85%
13	0,854365	0,020732	0,781965	9,26%	0,073159	71,66%
14	1,515352	0,111107	1,159972	30,64%	0,099433	11,74%
15	1,01242	0,061807	1,017379		0,066463	7,01%
16	0,94795	0,078729	1,06883	11,31%	0,06898	14,13%
17	1,037309	0,064148	1,062756	2,39%	0,079017	18,82%
18	0,635361	0,001233	0,90314	29,65%	0,002007	38,57%
19	0,951553	0,216504	0,813191	17,01%	0,20363	
20	1,345509	0,106601	1,094046	22,98%	0,098987	7,69%
21	0,811324	0,07293	0,562201	44,31%	0,089183	18,22%
22	1,073761	0,063663	0,706596	51,96%	0,070752	10,02%
23	0,848322	0,252983	0,894856	5,20%	0,079692	
24	0,903418	0,374932	1,075778	16,02%	0,095842	
25	1,048864	0,235007	1,084601	3,29%	0,134762	74,39%
26	0,642164	0,050457	1,060824	39,47%	0,110052	54,15%
27	0,816081	0,056775	1,017399	19,79%	0,080696	29,64%
28	1,003706	0,22447	1,108781	9,48%	0,237558	
29	1,238736	0,320094	1,141884	8,48%	0,28896	10,77%
30	1,23715	0,102481	0,767483	61,20%	0,199856	48,72%
31	1,07641	0,133787	1,073497		0,0352	
32	1,089307	0,080859	1,10383		0,023309	
33	1,178973	0,263393	1,019045	15,69%	0,163317	61,28%
34	1,239998	0,387751	1,262531		0,389512	0,45%
35	1,200994	0,066473	0,719921		0,086717	23,34%
36	0,624671	0,095153	0,606008	3,08%	0,123705	23,08%
37	0,833116	0,080353	0,767427	8,56%	0,051319	56,58%
38	1,683427	0,11169	1,224673	37,46%	0,102767	8,68%
39	0,888044	0,068808	1,242745	28,54%	0,100337	31,42%
40	1,02257	0,079059	1,088316	6,04%	0,086398	8,49%
				22,11%		25,45%
				priemerná odchýlka obsahu C_{ox} pre zriedenú siet'		priemerná odchýlka obsahu N_{tot} pre zriedenú siet'

Príloha C.7 Štatistické spracovanie odberovej siete so 14 bodmi pre C_{ox} a N_{tot}

FID (číslo morfotopu)	Priemerná hodnota obsahu C _{ox} pre morfotop z pôvodnej zahustenej siete	Priemerná hodnota obsahu N _{tot} pre morfotop z pôvodnej zahustenej siete	Priemerná hodnota obsahu C _{ox} pre morfotop zo zriedenej siete so 14 bodmi	Percentuálny rozdiel hodnoty C _{ox} v morfotope z pôvodnej a zo zriedenej siete	Priemerná hodnota obsahu N _{tot} pre morfotop zo zriedenej siete so 14 bodmi	Percentuálny rozdiel hodnoty N _{tot} v morfotope z pôvodnej a zo zriedenej siete
0	1,314132	0,420124	1,617871	18,77%	0,293239	43,27%
1	1,192603	0,216356	1,353349	11,88%	0,127698	
2	1,171097	0,101362	0,352553		0,071572	41,62%
3	0,795029	0,106687	0,31645		0,097198	9,76%
4	1,323895	0,122446	0,484802		0,083392	46,83%
5	1,634896	0,085498	0,803211		0,024687	
6	1,132803	0,067639	1,06821	6,05%	0,040221	
7	1,588133	0,092659	0,865237	83,55%	0,025514	
8	0,963952	0,205971	0,986553		0,157314	30,93%
9	0,332104	0,09427	0,132435		0,11497	18,00%
10	0,855841	0,066996	1,034097	17,24%	0,06449	
11	0,951311	0,06764	0,949855		0,067544	
12	1,365062	0,05977	0,888152	53,70%	0,190137	
13	0,854365	0,020732	0,995673	14,19%	0,214779	
14	1,515352	0,111107	0,650536		0,079298	40,11%
15	1,01242	0,061807	0,954632	6,05%	0,059889	
16	0,94795	0,078729	1,024391	7,46%	0,050501	55,90%
17	1,037309	0,064148	1,034536		0,115446	44,43%
18	0,635361	0,001233	1,160311	45,24%	0,186	
19	0,951553	0,216504	0,930317		0,200284	8,10%
20	1,345509	0,106601	0,643193		0,08605	23,88%
21	0,811324	0,07293	0,532606	52,33%	0,094261	22,63%
22	1,073761	0,063663	0,759283	41,42%	0,070008	9,06%
23	0,848322	0,252983	0,871332	2,64%	0,076115	
24	0,903418	0,374932	1,07882	16,26%	0,085135	
25	1,048864	0,235007	1,307215	19,76%	0,118638	
26	0,642164	0,050457	0,669624	4,10%	0,087485	42,32%
27	0,816081	0,056775	1,017947	19,83%	0,085527	33,62%
28	1,003706	0,22447	1,352587	25,79%	0,166853	34,53%
29	1,238736	0,320094	1,316215	5,89%	0,215387	48,61%
30	1,23715	0,102481	0,821816	50,54%	0,215604	52,47%
31	1,07641	0,133787	1,193068	9,78%	0,104455	28,08%
32	1,089307	0,080859	1,193748	8,75%	0,097119	16,74%
33	1,178973	0,263393	1,107219	6,48%	0,165132	59,50%
34	1,239998	0,387751	1,50136	17,41%	0,267172	45,13%
35	1,200994	0,066473	0,721647	66,42%	0,091809	27,60%
36	0,624671	0,095153	0,455559	37,12%	0,116431	18,28%
37	0,833116	0,080353	0,746375	11,62%	0,061433	30,80%
38	1,683427	0,11169	0,658325		0,083224	34,20%
39	0,888044	0,068808	0,696147	27,57%	0,068823	
40	1,02257	0,079059	0,641225	59,47%	0,058595	34,92%
				25,77%		33,38%
				priemerná odchýlka obsahu C _{ox} pre zriedenú sieť		priemerná odchýlka obsahu N _{tot} pre zriedenú sieť

Príloha C.8 Štatistické spracovanie odberovej siete s 10 bodmi pre C_{ox} a N_{tot}

FID (číslo morfotopu)	Priemerná hodnota obsahu C_{ox} pre morfotop z pôvodnej zahustenej siete	Priemerná hodnota obsahu N_{tot} pre morfotop z pôvodnej zahustenej siete	Priemerná hodnota obsahu C_{ox} pre morfotop zo zriedenej siete s 10 bodmi	Percentuálny rozdiel hodnoty C_{ox} v morfotope z pôvodnej a zo zriedenej siete	Priemerná hodnota obsahu N_{tot} pre morfotop zo zriedenej siete s 10 bodmi	Percentuálny rozdiel hodnoty N_{tot} v morfotope z pôvodnej a zo zriedenej siete
0	1,314132	0,420124				
1	1,192603	0,216356	1,052327	13,33%	0,139777	54,79%
2	1,171097	0,101362	0,976749	19,90%	0,09403	7,80%
3	0,795029	0,106687	0,934908	14,96%	0,09437	13,05%
4	1,323895	0,122446	1,098155	20,56%	0,107298	14,12%
5	1,634896	0,085498	0,946563		0,074464	14,82%
6	1,132803	0,067639	1,035291	9,42%	0,064515	
7	1,588133	0,092659	1,050653	51,16%	0,073741	25,65%
8	0,963952	0,205971	0,750316	28,47%	0,111845	84,16%
9	0,332104	0,09427	0,783768	57,63%	0,085448	10,32%
10	0,855841	0,066996	0,980882	12,75%	0,073967	9,42%
11	0,951311	0,06764	0,933719		0,06895	
12	1,365062	0,05977	0,738254		0,076514	21,88%
13	0,854365	0,020732	0,721129	18,48%	0,053421	61,19%
14	1,515352	0,111107	1,143134	32,56%	0,105165	5,65%
15	1,01242	0,061807	0,932293	8,59%	0,068781	10,14%
16	0,94795	0,078729	1,047397	9,49%	0,062912	25,14%
17	1,037309	0,064148	1,078194		0,077892	17,64%
18	0,635361	0,001233	0,927264	31,48%	0,046572	97,35%
19	0,951553	0,216504	0,512858		0,104999	
20	1,345509	0,106601	1,153387	16,66%	0,100336	6,24%
21	0,811324	0,07293	0,9205	11,86%	0,062827	16,08%
22	1,073761	0,063663	0,831877	29,08%	0,05122	24,29%
23	0,848322	0,252983	1,041262	18,53%	0,061035	
24	0,903418	0,374932	1,14807	21,31%	0,072741	
25	1,048864	0,235007	1,205463	12,99%	0,121212	93,88%
26	0,642164	0,050457	1,304912	50,79%	0,080857	37,60%
27	0,816081	0,056775	1,247548	34,59%	0,061053	7,01%
28	1,003706	0,22447	0,93153	7,75%	0,167235	34,22%
29	1,238736	0,320094				
30	1,23715	0,102481	0,688079		0,073155	40,09%
31	1,07641	0,133787	1,109049		0,063371	
32	1,089307	0,080859				
33	1,178973	0,263393				
34	1,239998	0,387751				
35	1,200994	0,066473	0,931243	28,97%	0,079146	16,01%
36	0,624671	0,095153	1,229045	49,17%	0,067687	40,58%
37	0,833116	0,080353	0,803869		0,080199	
38	1,683427	0,11169	1,191365	41,30%	0,109615	
39	0,888044	0,068808	1,259946	29,52%	0,094595	27,26%
40	1,02257	0,079059	1,099886	7,03%	0,089486	11,65%
				24,58%		29,57%
				priemerná odchýlka obsahu C_{ox} pre zriedenú siet'		priemerná odchýlka obsahu N_{tot} pre zriedenú siet'

Príloha C.9 Štatistické spracovanie odberovej siete s 18 bodmi pre P a Mg

FID (číslo morfotopu)	Priemerná hodnota obsahu P pre morfotop z pôvodnej zahustenej siete	Priemerná hodnota obsahu Mg pre morfotop z pôvodnej zahustenej siete	Priemerná hodnota obsahu P pre morfotop zo zriedenej siete s 18 bodmi	Percentuálny rozdiel hodnoty Mg v morfotope z pôvodnej a zo zriedenej siete	Priemerná hodnota obsahu P pre morfotop zo zriedenej siete s 18 bodmi	Percentuálny rozdiel hodnoty Mg v morfotope z pôvodnej a zo zriedenej siete
0	4,167788	194,680664	12,135111		145,883969	
1	29,227697	234,585587	32,020942	8,72%	235,313108	0,31%
2	50,259569	188,332193	52,523123	4,31%	183,925362	2,40%
3	19,435075	284,813786	20,625947	5,77%	286,087832	0,45%
4	30,895471	252,561749	32,071674	3,67%	256,132317	1,39%
5	4,152664	354,052852	2,052226		365,993322	3,26%
6	0,52645	434,97826	2,656777		437,13496	0,49%
7	4,22965	395,849961	2,359617	79,25%	406,600711	2,64%
8	25,788933	211,086844	30,521406	15,51%	212,905009	0,85%
9	11,225197	299,944228	11,357902	1,17%	299,726257	
10	10,74596	416,632952	9,62373	11,66%	420,587711	0,94%
11	6,571632	386,209906	7,123919	7,75%	381,871643	1,14%
12	7,759988	344,364926	9,600806	19,17%	330,378897	4,23%
13	9,853802	327,311793	12,353682	20,24%	327,908106	0,18%
14	36,77881	255,306818	35,837841	2,63%	264,954123	3,64%
15	17,553588	399,089416	17,160691	2,29%	399,09998	
16	19,027192	411,586418	20,651924	7,87%	406,804907	1,18%
17	29,478326	300,544621	24,015039	22,75%	299,911416	0,21%
18	8,166614	331,997733	6,596328	23,81%	313,509498	5,90%
19	16,470944	264,441641	25,922911	36,46%	264,431129	
20	42,966238	243,504772	39,505222	8,76%	262,474605	7,23%
21	45,969695	282,710774	42,731077	7,58%	298,599995	5,32%
22	58,686595	296,982158	60,381469	2,81%	304,203916	2,37%
23	85,170001	213,243432	85,869732		213,008533	
24	59,04579	206,547917	69,164147	14,63%	141,116235	
25	59,730426	254,800274	56,726453	5,30%	289,999067	12,14%
26	58,466192	201,030781	58,04803		204,219805	1,56%
27	56,741562	295,940147	54,262095	4,57%	300,206319	1,42%
28	21,091888	214,883843	24,745266	14,76%	206,637387	3,99%
29	58,676906	204,14187	74,49591	21,23%	155,159349	
30	15,046665	316,413633	19,718693	23,69%	300,384718	5,34%
31	33,319327	326,459616	23,742601	40,34%	257,981688	26,54%
32	23,774829	334,484592	9,775961		330,008303	1,36%
33	107,063594	204,496512	106,466308		237,457201	13,88%
34	19,691159	200,53265	38,239169	48,51%	123,279303	
35	7,715634	382,29097	9,360639	17,57%	377,776519	1,20%
36	61,68319	203,562545	61,090888	0,97%	208,494511	2,37%
37	16,608201	341,502232	13,93046	19,22%	351,584385	2,87%
38	42,124481	232,753267	39,424173	6,85%	251,143102	7,32%
39	56,308717	198,699824	56,028406		194,676652	2,07%
40	56,572916	199,669394	57,7646	2,06%	188,672952	5,83%
				15,51%		4,00%
				priemerná odchýlka obsahu P pre zriedenú sieť		priemerná odchýlka obsahu Mg pre zriedenú sieť

Príloha C.10 Štatistické spracovanie odberovej siete so 14 bodmi pre P a Mg

FID (číslo morfotopu)	Priemerná hodnota obsahu P pre morfotop z pôvodnej zahustenej siete	Priemerná hodnota obsahu Mg pre morfotop z pôvodnej zahustenej siete	Priemerná hodnota obsahu P pre morfotop zo zriedenej siete so 14 bodmi	Percentuálny rozdiel hodnoty Mg v morfotope z pôvodnej a zo zriedenej siete	Priemerná hodnota obsahu P pre morfotop zo zriedenej siete so 14 bodmi	Percentuálny rozdiel hodnoty Mg v morfotope z pôvodnej a zo zriedenej siete
0	4,167788	194,680664	58,859915		315,0279	
1	29,227697	234,585587	57,748458	49,39%	302,253354	22,39%
2	50,259569	188,332193	44,092378	13,99%	237,988473	20,86%
3	19,435075	284,813786	16,875468	15,17%	317,460706	10,28%
4	30,895471	252,561749	21,22271	45,58%	333,540333	24,28%
5	4,152664	354,052852	17,024564	75,61%	302,75025	16,95%
6	0,52645	434,97826	20,078931		361,787404	20,23%
7	4,22965	395,849961	26,501174	84,04%	295,781827	
8	25,788933	211,086844	46,224043	44,21%	262,384738	19,55%
9	11,225197	299,944228	11,547829		298,157895	
10	10,74596	416,632952	8,014146	34,09%	428,240357	2,71%
11	6,571632	386,209906	13,327482	50,69%	365,415719	5,69%
12	7,759988	344,364926	15,694933	50,56%	315,35905	9,20%
13	9,853802	327,311793	14,062553	29,93%	350,788396	6,69%
14	36,77881	255,306818	17,326085		364,432565	29,94%
15	17,553588	399,089416	16,497333	6,40%	402,90328	0,95%
16	19,027192	411,586418	37,738118	49,58%	322,320355	27,69%
17	29,478326	300,544621	37,214041	20,79%	243,917107	23,22%
18	8,166614	331,997733	11,06938	26,22%	325,62704	1,96%
19	16,470944	264,441641	34,135571	51,75%	258,039534	2,48%
20	42,966238	243,504772	16,542404		364,039343	33,11%
21	45,969695	282,710774	41,818423	9,93%	297,694963	5,03%
22	58,686595	296,982158	61,041495		282,367676	5,18%
23	85,170001	213,243432	90,053456		187,852741	13,52%
24	59,04579	206,547917	68,871627	14,27%	152,638192	
25	59,730426	254,800274	69,983672	14,65%	301,622919	15,52%
26	58,466192	201,030781	39,237205	49,01%	285,764089	29,65%
27	56,741562	295,940147	50,885453	11,51%	296,968974	
28	21,091888	214,883843	54,726601	61,46%	291,983786	26,41%
29	58,676906	204,14187	101,663348	42,28%	249,300288	18,11%
30	15,046665	316,413633	17,83419	15,63%	314,568168	
31	33,319327	326,459616	22,152456	50,41%	277,608099	17,60%
32	23,774829	334,484592	13,238441	79,59%	325,420269	2,79%
33	107,063594	204,496512	109,455381		230,636065	11,33%
34	19,691159	200,53265	81,413104	75,81%	282,230284	28,95%
35	7,715634	382,29097	9,036082	14,61%	379,577701	
36	61,68319	203,562545	52,417085	17,68%	244,16367	16,63%
37	16,608201	341,502232	18,976458	12,48%	329,103413	3,77%
38	42,124481	232,753267	14,686259		371,065486	
39	56,308717	198,699824	36,094578	56,00%	293,915785	32,40%
40	56,572916	199,669394	45,741849	23,68%	258,650176	22,80%
				37,41%		16,00%
				priemerná odchýlka obsahu P pre zriedenú sieť		priemerná odchýlka obsahu Mg pre zriedenú sieť

Príloha C.11 Štatistické spracovanie odberovej siete s 12 bodmi pre P a Mg

FID (číslo morfotopu)	Priemerná hodnota obsahu P pre morfotop z pôvodnej zahustenej siete	Priemerná hodnota obsahu Mg pre morfotop z pôvodnej zahustenej siete	Priemerná hodnota obsahu P pre morfotop zo zriedenej siete s 12 bodmi	Percentuálny rozdiel hodnoty Mg v morfotope z pôvodnej a zo zriedenej siete	Priemerná hodnota obsahu P pre morfotop zo zriedenej siete s 12 bodmi	Percentuálny rozdiel hodnoty Mg v morfotope z pôvodnej a zo zriedenej siete
0	4,167788	194,680664	0,873892		181,659294	7,17%
1	29,227697	234,585587	46,74543	37,47%	181,852635	29,00%
2	50,259569	188,332193	47,465676	5,89%	237,300216	20,64%
3	19,435075	284,813786	11,008766	76,54%	305,345502	6,72%
4	30,895471	252,561749	16,761291	84,33%	316,442305	20,19%
5	4,152664	354,052852	19,016632	78,16%	287,016548	23,36%
6	0,52645	434,97826	14,847154	96,45%	327,661363	32,75%
7	4,22965	395,849961	31,556176	86,60%	295,897353	
8	25,788933	211,086844	26,262321		202,383743	
9	11,225197	299,944228	8,412212	33,44%	294,940504	
10	10,74596	416,632952	3,815264		388,536059	7,23%
11	6,571632	386,209906	3,427503	91,73%	319,749621	20,79%
12	7,759988	344,364926	0,220079		376,936864	8,64%
13	9,853802	327,311793	6,623915	48,76%	430,374402	23,95%
14	36,77881	255,306818	18,321043		349,694601	26,99%
15	17,553588	399,089416	14,068463	24,77%	386,833685	
16	19,027192	411,586418	36,770824	48,25%	314,128233	31,02%
17	29,478326	300,544621	36,063973	18,26%	323,350753	7,05%
18	8,166614	331,997733	5,909002	38,21%	428,852727	22,58%
19	16,470944	264,441641	16,807337		220,261836	20,06%
20	42,966238	243,504772	21,406437		358,3082	32,04%
21	45,969695	282,710774	39,529926	16,29%	313,988075	9,96%
22	58,686595	296,982158	61,200019	4,11%	284,184797	4,50%
23	85,170001	213,243432	90,912232	6,32%	196,192874	8,69%
24	59,04579	206,547917	57,754221		253,075701	18,38%
25	59,730426	254,800274	81,475902	26,69%	179,94092	
26	58,466192	201,030781	63,621354	8,10%	223,043796	9,87%
27	56,741562	295,940147	101,348083	44,01%	169,032687	
28	21,091888	214,883843	29,514118	28,54%	187,129264	14,83%
29	58,676906	204,14187	58,607567		187,904173	8,64%
30	15,046665	316,413633	-2,496071		364,4574	13,18%
31	33,319327	326,459616	19,166136	73,84%	370,986593	12,00%
32	23,774829	334,484592	9,828277		362,643668	7,76%
33	107,063594	204,496512	110,319176	2,95%	190,763044	7,20%
34	19,691159	200,53265	17,987606	9,47%	182,335913	9,98%
35	7,715634	382,29097	8,997986	14,25%	340,902476	12,14%
36	61,68319	203,562545	60,183192	2,49%	228,34945	10,85%
37	16,608201	341,502232	21,764569	23,69%	348,91042	
38	42,124481	232,753267	18,698271		356,841175	
39	56,308717	198,699824	58,222094	3,29%	231,992145	14,35%
40	56,572916	199,669394	60,647453	6,72%	212,612416	6,09%
				35,85%		15,41%
				priemerná odchýlka obsahu P pre zriedenú sieť		priemerná odchýlka obsahu Mg pre zriedenú sieť

Príloha C.12 Štatistické spracovanie odberovej siete s 10 bodmi pre P a Mg

FID (číslo morfotopu)	Priemerná hodnota obsahu P pre morfotop z pôvodnej zahustenej siete	Priemerná hodnota obsahu Mg pre morfotop z pôvodnej zahustenej siete	Priemerná hodnota obsahu P pre morfotop zo zriedenej siete s 10 bodmi	Percentuálny rozdiel hodnoty Mg v morfotope z pôvodnej a zo zriedenej siete	Priemerná hodnota obsahu P pre morfotop zo zriedenej siete s 10 bodmi	Percentuálny rozdiel hodnoty Mg v morfotope z pôvodnej a zo zriedenej siete
0	4,167788	194,680664				
1	29,227697	234,585587	36,309424	19,50%	267,516403	12,31%
2	50,259569	188,332193	60,834832	17,38%	174,106708	8,17%
3	19,435075	284,813786	42,366111	54,13%	245,302871	16,11%
4	30,895471	252,561749	45,386659	31,93%	216,900666	16,44%
5	4,152664	354,052852	2,503907	65,85%	444,551452	20,36%
6	0,52645	434,97826	0,741209	28,97%	456,988803	4,82%
7	4,22965	395,849961	6,452094	34,45%	417,107818	5,10%
8	25,788933	211,086844	53,462052	51,76%	200,311261	5,38%
9	11,225197	299,944228	42,868014	73,81%	254,281418	17,96%
10	10,74596	416,632952	13,389864	19,75%	396,12673	5,18%
11	6,571632	386,209906	2,893468		448,427612	13,87%
12	7,759988	344,364926	6,48473	19,67%	424,506079	18,88%
13	9,853802	327,311793	13,466114	26,83%	329,514374	
14	36,77881	255,306818	41,084247	10,48%	241,503076	5,72%
15	17,553588	399,089416	17,841826		384,967702	3,67%
16	19,027192	411,586418	8,121266		420,358163	2,09%
17	29,478326	300,544621	29,039207		272,991113	10,09%
18	8,166614	331,997733	20,722137	60,59%	263,854736	25,83%
19	16,470944	264,441641	55,439137	70,29%	194,377165	
20	42,966238	243,504772	39,928596	7,61%	256,914754	5,22%
21	45,969695	282,710774	30,367393	51,38%	349,071854	19,01%
22	58,686595	296,982158	19,199012		397,686943	25,32%
23	85,170001	213,243432	24,132826		337,762527	
24	59,04579	206,547917	41,044325	43,86%	202,226064	2,14%
25	59,730426	254,800274	29,245755		333,624336	23,63%
26	58,466192	201,030781	52,457818	11,45%	244,323668	17,72%
27	56,741562	295,940147	42,460836	33,63%	338,605977	12,60%
28	21,091888	214,883843	36,39684	42,05%	228,635286	6,01%
29	58,676906	204,14187				
30	15,046665	316,413633	4,121037		440,011686	28,09%
31	33,319327	326,459616	39,980696	16,66%	176,460741	
32	23,774829	334,484592				
33	107,063594	204,496512				
34	19,691159	200,53265				
35	7,715634	382,29097	16,346916	52,80%	375,521425	
36	61,68319	203,562545	44,724582	37,92%	294,694046	
37	16,608201	341,502232	20,152231	17,59%	333,594009	2,37%
38	42,124481	232,753267	42,261333		232,081582	
39	56,308717	198,699824	56,612513		202,633616	
40	56,572916	199,669394	60,156487	5,96%	192,695778	3,62%
				34,86%		12,06%
				priemerná odchýlka obsahu P pre zriedenú sieť		priemerná odchýlka obsahu Mg pre zriedenú sieť

Príloha C.13 Štatistické spracovanie odberovej siete s 8 bodmi pre P a Mg

FID (číslo morfotopu)	Priemerná hodnota obsahu P pre morfotop z pôvodnej zahustenej siete	Priemerná hodnota obsahu Mg pre morfotop z pôvodnej zahustenej siete	Priemerná hodnota obsahu P pre morfotop zo zriedenej siete s 8 bodmi	Percentuálny rozdiel hodnoty Mg v morfotope z pôvodnej a zo zriedenej siete	Priemerná hodnota obsahu P pre morfotop zo zriedenej siete s 8 bodmi	Percentuálny rozdiel hodnoty Mg v morfotope z pôvodnej a zo zriedenej siete
0	4,167788	194,680664	7,409719	43,75%	166,837045	16,69%
1	29,227697	234,585587	21,324153	37,06%	237,883486	
2	50,259569	188,332193	37,449839	34,21%	172,604418	9,11%
3	19,435075	284,813786	27,21287	28,58%	246,458929	15,56%
4	30,895471	252,561749	35,782113	13,66%	217,216042	16,27%
5	4,152664	354,052852	3,024323	37,31%	458,291219	22,75%
6	0,52645	434,97826	4,028142	86,93%	444,692839	2,18%
7	4,22965	395,849961	5,2308	19,14%	429,396409	7,81%
8	25,788933	211,086844	14,645217	76,09%	183,416034	15,09%
9	11,225197	299,944228	22,143193	49,31%	261,986199	14,49%
10	10,74596	416,632952	16,418242	34,55%	382,042331	9,05%
11	6,571632	386,209906	1,542525		464,88642	16,92%
12	7,759988	344,364926	15,34216	49,42%	366,371061	6,01%
13	9,853802	327,311793	19,728363	50,05%	304,999228	7,32%
14	36,77881	255,306818	44,652545	17,63%	223,667182	14,15%
15	17,553588	399,089416	27,331797	35,78%	341,303113	16,93%
16	19,027192	411,586418	9,687601	96,41%	403,502403	
17	29,478326	300,544621	13,738695		347,153852	13,43%
18	8,166614	331,997733	21,507147	62,03%	304,128102	9,16%
19	16,470944	264,441641	6,49251		187,551509	
20	42,966238	243,504772	54,936077	21,79%	220,395461	10,49%
21	45,969695	282,710774	58,667751	21,64%	260,532617	8,51%
22	58,686595	296,982158	30,547623	92,12%	332,339016	10,64%
23	85,170001	213,243432	11,105277		353,065309	
24	59,04579	206,547917	11,298023		332,768233	
25	59,730426	254,800274	33,351383	79,09%	288,66343	11,73%
26	58,466192	201,030781	64,294186		229,996989	12,59%
27	56,741562	295,940147	53,029143		329,811144	10,27%
28	21,091888	214,883843	14,880603	41,74%	205,625218	4,50%
29	58,676906	204,14187	25,146667		230,138097	11,30%
30	15,046665	316,413633	13,240741	13,64%	352,121942	10,14%
31	33,319327	326,459616	29,21007	14,07%	321,548646	
32	23,774829	334,484592	23,994164		314,931498	6,21%
33	107,063594	204,496512	37,77976		295,453033	30,79%
34	19,691159	200,53265	13,756388	43,14%	184,93338	8,44%
35	7,715634	382,29097	11,117688	30,60%	389,103144	
36	61,68319	203,562545	74,360318	17,05%	238,532421	14,66%
37	16,608201	341,502232	14,953848	11,06%	359,902267	5,11%
38	42,124481	232,753267	50,158719	16,02%	212,056385	9,76%
39	56,308717	198,699824	53,369666		204,722082	2,94%
40	56,572916	199,669394	42,123226	34,30%	195,315236	2,23%
				40,27%		11,27%
				priemerná odchýlka obsahu P pre zriedenú sieť		priemerná odchýlka obsahu Mg pre zriedenú sieť

Príloha C.14 Štatistické spracovanie odberovej siete so 6 bodmi pre P a Mg

FID (číslo morfotopu)	Priemerná hodnota obsahu P pre morfotop z pôvodnej zahustenej siete	Priemerná hodnota obsahu Mg pre morfotop z pôvodnej zahustenej siete	Priemerná hodnota obsahu P pre morfotop zo zriedenej siete so 6 bodmi	Percentuálny rozdiel hodnoty Mg v morfotope z pôvodnej a zo zriedenej siete	Priemerná hodnota obsahu P pre morfotop zo zriedenej siete so 6 bodmi	Percentuálny rozdiel hodnoty Mg v morfotope z pôvodnej a zo zriedenej siete
0	4,167788	194,680664				
1	29,227697	234,585587	29,417312		207,683704	9,32%
2	50,259569	188,332193	44,805568	12,17%	23,172927	
3	19,435075	284,813786	48,056339	59,56%	88,026405	
4	30,895471	252,561749	48,432795	36,21%	12,399009	
5	4,152664	354,052852	32,191334	87,10%	227,538332	91,17%
6	0,52645	434,97826	17,354325	96,97%	280,260721	41,24%
7	4,22965	395,849961	11,380307	62,83%	365,66626	42,27%
8	25,788933	211,086844	31,91618	19,20%	26,104552	
9	11,225197	299,944228	48,685962	76,94%	171,712803	
10	10,74596	416,632952	32,194048	66,62%	177,931832	117,05%
11	6,571632	386,209906	37,724067	82,58%	55,478517	
12	7,759988	344,364926	41,325951	81,22%	205,326949	59,41%
13	9,853802	327,311793	0,467433		443,580529	42,44%
14	36,77881	255,306818	48,961512	24,88%	188,648439	
15	17,553588	399,089416	29,953757	41,40%	363,745909	13,15%
16	19,027192	411,586418	8,365172		454,871369	33,93%
17	29,478326	300,544621	12,887818		605,941615	45,21%
18	8,166614	331,997733				
19	16,470944	264,441641	27,904894	40,97%	141,569857	72,00%
20	42,966238	243,504772	53,18364	19,21%	309,149319	8,55%
21	45,969695	282,710774	50,662903	9,26%	515,562157	42,40%
22	58,686595	296,982158	26,089513		624,666946	65,86%
23	85,170001	213,243432	0,124241		732,377875	71,80%
24	59,04579	206,547917	9,079962		770,082113	66,91%
25	59,730426	254,800274	32,914431	81,47%	342,885788	
26	58,466192	201,030781	56,377829		334,391905	11,50%
27	56,741562	295,940147	47,051808	20,59%	389,035854	44,77%
28	21,091888	214,883843	24,277096	13,12%	124,584448	63,86%
29	58,676906	204,14187				
30	15,046665	316,413633	43,720456	65,58%	174,966652	86,58%
31	33,319327	326,459616				
32	23,774829	334,484592				
33	107,063594	204,496512				
34	19,691159	200,53265				
35	7,715634	382,29097	42,313329	81,77%	27,276108	
36	61,68319	203,562545	58,61853		461,301622	25,97%
37	16,608201	341,502232	4,011299		426,508882	45,43%
38	42,124481	232,753267	51,591163	18,35%	227,580559	12,69%
39	56,308717	198,699824	52,564737		210,231423	5,02%
40	56,572916	199,669394	46,701082	21,14%	96,475238	
				48,66%		46,61%
				priemerná odchýlka obsahu P pre zriadenú sieť		priemerná odchýlka obsahu Mg pre zriadenú sieť