

Česká zemědělská univerzita v Praze

Fakulta agrobiologie, potravinových a přírodních zdrojů

Katedra pedologie a ochrany půd



**Fakulta agrobiologie,
potravinových a přírodních zdrojů**

Vztah kvality a tržní ceny půdy

Diplomová práce

Bc. Lucie Macháčková

Ochrana a využívání přírodních zdrojů

Ing. Jaroslava Janků, CSc.

© 2023 ČZU v Praze

Čestné prohlášení

Prohlašuji, že svou diplomovou práci "Vztah kvality a tržní ceny půdy" jsem vypracoval(a) samostatně pod vedením vedoucího diplomové práce a s použitím odborné literatury a dalších informačních zdrojů, které jsou citovány v práci a uvedeny v seznamu literatury na konci práce. Jako autor(ka) uvedené diplomové práce dále prohlašuji, že jsem v souvislosti s jejím vytvořením neporušil autorská práva třetích osob.

V Praze dne 14.4.2023

Poděkování

Ráda bych touto cestou poděkovala paní Ing. Jaroslavě Janků, CSc. za cenné rady, předání zkušeností a za odborné vedení při zpracování diplomové práce. Zároveň děkuji panu Ing. Mgr. Danielovi Tóthovi, Ph.D. za jeho čas a konzultace, které mi věnoval při zpracování dat pro tuto práci. Děkuji také své rodině a svým blízkým, kteří mi svojí podporou pomohli ke zdárnému dokončení diplomové práce. Díky – Vám.

Vztah kvality a tržní ceny půdy

Souhrn

Cílem diplomové práce bylo posoudit povahu vztahu tržních cen půdy a její kvality vyjádřené prostřednictvím její bodové hodnoty, bodová hodnota popisuje schopnost půd poskytovat ekosystémové služby a hodnotí produkční a mimoprodukční půdní funkce. V práci jsme usilovali o zjištění, zda tržní cena půdy respektuje bodovou hodnotu půdy. Pro vyjádření vztahu mezi kvalitou a tržní cenou půdy byla použita korelační analýza pomocí Paersonova korelačního koeficientu. Korelační analýzou bylo možné určit významnost a sílu vztahu mezi dvěma spojitými proměnnými, jimiž tržní cena a bodová hodnota jsou. Pro základní datový soubor byla shromážděna data z okresů Benešov, Kolín, Mělník a Praha-východ z více než čtyř stovek pozemků z nabídky obchodníků s půdou z veřejně dostupných zdrojů. Dle informací z kódů BPEJ těchto pozemků a bodového hodnocení půdy předchozích prací na Katedře pedologie a ochrany půd byla každé půdě přidělena bodová hodnota.

Pro hodnocení vztahu kvality a tržní ceny půdy nám sloužil předpoklad, že mezi kvalitou a tržní cenou půdy neexistuje statisticky významná závislost. Po zpracování výsledků se ukázalo, že v případě okresů Benešov, Kolín a Praha-východ byla pozorována pozitivní korelace mezi tržními cenami a kvalitativním bodovým hodnocením, tzn. že s rostoucí kvalitou půdy rostla i její nabídková cena za m². Okresy Benešov a Kolín sdílely výsledky v podobě středně silné, tedy významné pozitivní závislosti. Podobně tomu tak bylo u okresu Praha-východ, avšak s tím rozdílem, že korelace se zde sice prokázala jako pozitivní ale tak slabá, že jí nebylo možné považovat za významnou. U okresu Mělník byla pozorována slabá negativní korelace, a tedy tržní ceny půdy a bodové hodnocení sledovaly opačné směry. Předpoklad, že mezi tržní cenou a bodovou hodnotou půdy neexistuje statisticky významná závislost, byl pro regiony Benešovska a Kolínska vyvrácen a pro regiony Mělnicka a Prahy-východ potvrzen. Dostatečně robustní vzorek z většiny okresů ČR by mohl přispět ke zlepšení metodik oceňování přírodních zdrojů a ekosystémových služeb, přesnějším metodikám územního plánování a ochraně půdy či hodnocení nakládání s půdním kapitálem v metropolitních i venkovských oblastech.

Klíčová slova: hodnocení půdy, tržní cena, úřední cena, bodové hodnocení půdy, funkce půdy, ekosystémové služby půdy, BPEJ

Relationship between quality and market price of land

Summary

The aim of this thesis was to assess the relationship between market prices of land and its quality, expressed through its point value, which describes the ability of the soil to provide ecosystem services and evaluates its production and non-production soil functions. The thesis sought to determine whether the market price of land respects its point value. To express the relationship between quality and market price of land, a correlation analysis was used using Pearson's correlation coefficient. Correlation analysis made it possible to determine the significance and strength of the relationship between two continuous variables, which are market price and point value. For the basic data set, data from the districts of Benešov, Kolín, Mělník, and Prague-East were collected from over four hundred plots of land offered by land traders from publicly available sources. Based on information from the BPEJ codes of these plots of land and the previous work of the Department of Soil Science and Soil Protection on the point rating of soil, each soil was assigned a point value.

For evaluating the relationship between quality and market price of land, our assumption was that there is no statistically significant dependence between quality and market price of land. After processing the results, it was shown that in the case of the districts of Benešov, Kolín, and Prague-East, a positive correlation was observed between market prices and qualitative point rating, i.e. as the quality of the soil increased, its offering price per m² also increased. The districts of Benešov and Kolín shared the results in the form of a moderately strong, i.e. significant, positive correlation. Similarly, this was also the case in the district of Prague-East, but with the difference that the correlation was proven to be positive but so weak that it could not be considered significant. In the district of Mělník, a weak negative correlation was observed, indicating that market prices of land and point ratings were moving in opposite directions. The assumption that there is no statistically significant dependence between market price and point value of land was refuted for the regions of Benešov and Kolín, and confirmed for the regions of Mělník and Prague-East. A sufficiently robust sample from most districts could contribute to improving the methodology of valuing natural resources and ecosystem services, more precise soil protection, changes in land use planning methodologies, and assessment of soil capital management in metropolitan and rural areas.

Keywords: soil valuation, market price, market price, soil scoring, market value, soil function, soil ecosystem services, BPE

Obsah

1	Úvod	4
2	Vědecká hypotéza a cíle práce	5
3	Literární rešerše	6
3.1	Význam a funkce půdy	6
3.1.1	Koncept půdních funkcí	6
3.1.1.1	Produkční funkce půdy	7
3.1.1.2	Mimoprodukční funkce půdy	8
3.2	Hodnocení kvality půdy	9
3.2.1	Indikátory kvality půdy	10
3.2.2	Kvalita půdy, zdroj ekosystémových služeb	13
3.2.2.1	Služby zajišťovací a regulativní	16
3.2.2.2	Služby kulturní	18
3.3	Referenční třídy půd a půdní typy České republiky	19
3.4	Systém BPEJ	21
3.4.1	Aplikace bonitovaných půdně-ekologických jednotek (BPEJ)	23
3.5	Trh s půdou v České republice	24
3.5.1	Oceňování půdy, cena úřední a tržní	26
3.5.2	Základní ceny půdy pro bonitované půdně-ekologické jednotky	27
4	Metodika	29
4.1	Získávání dat	29
4.1.1	Základní datový soubor	29
4.1.2	Bodové hodnocení půdy	29
4.2	Zpracování dat	30
4.2.1	Korelační analýza	30
4.2.2	Pearsonův korelační koeficient	31
5	Výsledky	34
5.1	Model č. 1 – okres Mělník	35
5.2	Model č. 2 – okres Benešov	40
5.3	Model č. 3 – okres Kolín	45
5.4	Model č. 4 – okres Praha-východ	50
6	Diskuze	56
7	Závěr	58
8	Literatura	59
9	Seznam tabulek, obrázků a grafů	69

10 Samostatné přílohy I

1 Úvod

Půdy jsou součástí přírodních i antropogenně ovlivněných ekosystémů, u kterých je zapotřebí interdisciplinárních a transdisciplinárních přístupů k pochopení jejich dynamiky a hodnocení (Brevik et al. 2015).

Kvalita půdy působí jako zdroj ekosystémových služeb půdy, které jsou klíčovou součástí lidské existence, jsou systémovou bází pro růst rostlin, dávají vzniknout produkci přírodních materiálů a potravin (Adhikari & Hartemink 2016). Půda reguluje většinu ekosystémových procesů v krajině, je domovem pro velkou část bioty na Zemi a poskytuje fyzický podklad k většině lidských činností (Brevik et al. 2015).

Půdní funkce a ekosystémové služby jsou hlavním zdrojem všech benefitů, které kvalita půdy přináší. Ekosystémové služby půdy jsou podmíněně obnovitelným zdrojem a k udržení jejich kvality i kvantity je zapotřebí, aby k nim bylo přistupováno s principy udržitelného managementu (Adhikari & Hartemink 2016). Oblast rozvoje ochrany a využívání přírodních zdrojů, klimaticky inteligentních řešení a udržitelného hospodaření se zemědělskými půdami je velmi aktuálním tématem, jak je vidět z úsilí o tvorbu tímto směrem zaměřených politik, v tomto lze zmínit např. Evropský společný program ke správě zemědělské půdy (EJP Soil), českým partnerem programu je Česká zemědělská univerzita v Praze a program sdružuje ke spolupráci 26 partnerů z 24 evropských zemí, bude trvat do roku 2025 (Evropská komise 2023). Ochrana půdy v evropském měřítku by se dle Evropské komise (2021) měla posunout na úroveň ochrany vodních zdrojů, mořského prostředí a ovzduší.

V oblasti ochrany životního prostředí jsou hodnoceny mnohé ukazatele, úseky a opatření a současně je hodnocen jejich poměr cena/výkon či efektivita (Sezima et al. 2018). V tržních ekonomikách hraje postavení jakékoliv komodity či zdroje na trhu podstatnou roli v nakládání s nimi, jejich ochranném managementu a přijímaných legislativních opatřeních. Za složku udržitelného managementu životního prostředí může být považováno i uvážlivé ekonomické hospodaření a ocenění přírodních zdrojů, k čemuž lze využít bodové hodnocení půd ve srovnání s tržními cenami. Hledání povahy vztahu půdní kvality s reálným tržním oceněním půdy bylo hlavním podnětem a zároveň cílem pro zpracování této diplomové práce.

2 Vědecká hypotéza a cíle práce

Vědecké hypotézy práce:

1. Mezi tržní cenou a bodovou hodnotou půdy není statisticky významná závislost.
2. Mezi tržní cenou a bodovou hodnotou půdy existuje statisticky významná závislost.

Cíl práce

Cílem diplomové práce je posoudit, zda tržní cena půdy respektuje hodnotu bodovou.

3 Literární rešerše

Jak popsal už například Rossiter (1996), půdy a pozemky byly primárním zdrojem bohatství a základem pro rozvoj moderních civilizací. Společnost by tedy měla usilovat o to, aby nedocházelo ke znehodnocování půdních zásob a spravování půdy probíhalo v souladu se zachováním schopností zajišťovat dostatečné kapacity zdrojů k přežití současných i budoucích generací a zároveň zachovávat příznivý stav ekosystémů planety Země.

3.1 Význam a funkce půdy

Půdě lze rozumět jako trojrozměrnému přírodnímu tělesu charakterizovanému jedinečným souborem vlastností vyplývajících z geologického původu a složení biomasy, odráží se na něm vliv klimatu, vegetace, fauny a topografie v průběhu času. Půda je nedílnou součástí téměř všech ekologických a společenských systémů. S půdou je spojeno potenciální řešení mnoha světových ekonomických a vědeckých problémů, jmenovat lze změnu klimatu či udržitelnou produkci potravin a řešení nedostatku pitné vody (Roca & Ríos 2019).

3.1.1 Koncept půdních funkcí

Půdní funkce lze dle Edwardse (2006) rozdělit do tří širokých kategorií (a) půda zajišťující produkci (potrava, výrobní materiály, energie), (b) půda s přímým lidským využíváním (urbánní, rekreace, transport) a (c) půda bez přímého lidského využití, mající zejména funkce mimoprodukční. První dvě kategorie reprezentují více jak polovinu dostupných globálních půdních zdrojů.

Drobnik (2018) popsal, že koncept půdních funkcí je definován šesti hlavními účely, které půda jako systém naplňuje. Jednalo se o produkci biomasy, ochranu životního prostředí lidí a obecnou ochranu prostředí, půda je genetickým rezervoárem a vytváří fyzickou bázi pro jakoukoliv lidskou činnost. Pro lidské aktivity je také zdrojem přírodních materiálů a její výzkum nám přináší poznatky o geogenním a kulturním dědictví planety. Jako poslední, sedmý aspekt byla Evropskou komisí v roce 2006 přidána schopnost půdy chovat se jako tzv. „carbon pool“, což má podle Alexandrova (2008) značit schopnost půdy uhlík zadržovat, akumulovat a také případně uvolňovat. Půdní funkce jsou úzce spjaty s půdní kvalitou a Drobnik (2018) dále uvedl, že koncept hodnocení půdních funkcí klade velký význam multifunkčnosti půd.

Mechanismem k dosažení všech těchto cílů je využití přirozených biologických vlastností a procesů půdy v největší možné míře. Na zcela nenarušených pastvinách není lidský management k dosažení sedmi výše uvedených cílů přirozeně nutný. Na obdělávaných půdách a zemědělských pozemcích mohou mít hospodářské postupy ale pozitivní i negativní účinky, a tak ovlivňují půdní potenciál či degradaci (Altieri 1999). Vztahy mezi ekosystémovými funkcemi, ekosystémovými službami a z nich plynoucími benefity a potenciály diskutuje jako ekosystémovou kaskádu Haines-Young a Potschin (2012), popsali půdní ekosystémové služby jako spíše lineární tok z ekosystémů k lidem. Biofyzikální struktury a procesy vytvářejí ekosystémové funkce, které poskytují ekosystémové služby, což poskytuje základní strukturu pro jejich kaskádový model. Jak napsal Spangenberg (2014), nejprve je nutné při postupném popisu procesů zhodnotit půdní funkce, poté lze identifikovat

služby, které by systém mohl potenciálně poskytovat. Poté jim Spangenberg přiřadil užitnou hodnotu, což se ve výsledku projevilo jako určení souboru ekosystémových potenciálů, které bylo možné rozlišit dle děje a proměny se v čase. Ekosystémové potenciály byly pak alespoň částečně mobilizovány k vytvoření skutečně dostupných ekosystémových služeb.

Služby podléhají přímé spotřebě nebo jsou využívány k výrobě nových statků či prodávány jako zboží. Všechny tři cesty vedou k užitkům, a to k přímým nepeněžitým užitkům na jedné straně, přímým peněžitým užitkům na straně druhé a nepřímým užitkům uprostřed. Jak dále Spangenberg popsal, v pluralitních společnostech každá ekosystémová funkce má přisuzovány různé možnosti využití různými zúčastněnými stranami, objemem nabytých znalostí či mírou představitosti. V participativních společnostech naráží mobilizace potenciálů ekosystémových služeb na hranice vyplývající z vnějších omezení, jako jsou konkurenční způsoby využití, právní omezení nebo výše nákladů, institucionální systém zde tvoří kompromisy. Nedkov a Burkhard (2012) nazvali nevyužité vzniklé hodnoty ekosystémových funkcí, které jsou k dispozici pro generování potenciálů ekosystémových služeb jako kapacitu potenciálu ekosystémových služeb. Zajištění vyváženého systému půdních funkcí je stěžejní pro dlouhodobé udržení úrodnosti půdy a zabránění půdní degradaci. Zároveň plní další cíle stanovené společností, jako zmírňování změny klimatu a podpora regulativních ekosystémových služeb jako je předcházení povodní, ochlazování zemského povrchu, tlumení extrémů počasí, ochrana biodiverzity a kulturní ekosystémové služby, z nichž jde především rekreaci, kulturní a krajinné dědictví a přírodní vybavenost (Dominati, Patterson & Mackay 2010). Půdní funkce, kvalita půdy a kvantita ekosystémových služeb a cíle udržitelného rozvoje mají přímou spojitost (Keesstra et al. 2016). Udržitelné systémové přístupy k intenzifikaci zemědělství se objevily v posledních dvou desetiletích, kdy zemědělci začali převádět do praxe postupy, které jsou zásadní pro zachování benefitů ekosystémových služeb a zároveň snížení negativního dopadu zemědělských činností (FAO 2022).

3.1.1.1 Produkční funkce půdy

Jednou z produkčních funkcí půdy je schopnost půdy vázat živiny poskytovat je pro růst a vývoj rostlinných společenstev. Velmi kvalitní půda dokáže uvolnit velké množství živin a stejně tak příjem živin půdou bývá vysoký. Tento trend je podpořen hnojením a dalšími zúrodnovacími zásahy. Při vyčerpání živin rostlinami, půda sice přichází o kationty draslíku, hořčíku, vápníku a sodíku, zároveň však sorpční vlastnosti půdy zůstávají vysoké. Půda má schopnost udržet živiny potřebné pro ekologický cyklus a v tom spočívá významnost její produkční funkce. V některých případech je možné hodnotit zásobenost půd živinami, kde jde o množství využitelných vázaných kationtů, které závisí na mateřském půdním substrátu (Sobocká 2008).

Existují faktory, které v rámci produkčních půdních funkcí způsobují jistou imbalance, jsou jimi změny trendů stravovacích návyků či rostoucí poptávka po různorodých potravinách (Alexander et al. 2015) a v mnoha zemích pak také přechod od fosilních ekonomik k bioekonomikám (Funde et al. 2015). Biohospodářské strategie, jak napsala Dominati (2010), mimo jiné usilují o zemědělskou produkci nepotravinářských produktů, pro výrobu energie a materiálů, které mohou být jednou z alternativ k fosilním zdrojům.

Produkce biomasy v ekologickém zemědělství se navíc musí řídit úvahami o účinnosti využívání zdrojů, aby při procesu produkce bylo využito tolik zdrojů, kolik je skutečně nezbytné, což je vlastní strategiím biohospodářství (Scarlat et al. 2015). Termín „udržitelná intenzifikace“ (Garnett et al. 2013) byl zaveden, aby označoval výzvy pro zemědělský management za účelem zvýšení produkce bez zvyšování environmentálních tlaků. Tohoto cíle je možné dosáhnout pouze tehdy, když jsou přírodní zdroje využívány efektivně a při zintenzivnění ekologických interakcí, aby se stimulovala vlastní kapacita půdy produkovat biomasu (Titonell 2014).

V praxi to znamená, že půdní hospodaření se musí řídit tím, aby docházelo k udržování uhlíku v půdě, existovala kontrola nad půdní erozí, udržována byla struktura půdy a půdní úrodnost, byla zvýšena efektivita přeměny živin, obsahy nutrientů byly udržovány a tím se snižovala potřeba umělých fertilizačních vstupů, snižovány byly požadavky na vstupy pesticidů a jejich reziduální výskyt v prostředí (Wall 2004). Systémy udržitelného zemědělství řeší integraci komplexních manažerských přístupů zahrnující krycí plodiny, filtrační pásy a neprodukční pozemky jako pastviny a lesní oblasti, jejichž prostřednictvím jsou poskytována životně důležitá stanoviště, slouží jako rezervoáry živin a bariéry šíření kontaminantů např. do vodních ekosystémů. Charakteristiky udržitelného zemědělství udržují či obnovují příznivý stav půd, ve kterém je možné v dlouhodobém horizontu produkovat adekvátní výnosy bez vážné degradace půdy, vody a ovzduší bez zapříčinění sociálních či ekonomických negativních dopadů (Altieri 1999).

3.1.1.2 Mimoprodukční funkce půdy

Do mimoprodukčních funkcí půdy jsou zahrnovány prostorové funkce, hydrologické a vodohospodářské funkce, ekologické funkce, hydrologické a vodohospodářské, sanitární hygienické funkce. Mimoprodukčními funkcemi půdy jsou zároveň řešeny funkce transformační a pufrací. Za další mimoprodukční funkce půdy jsou považovány funkce kulturní a sociální (Hauptman et al. 2009).

Různými velikosti a skladbou póru v půdním systému jsou ovlivňovány hydraulické a retenční vlastnosti půdy (Venclová 2019). Potenciál retenční vodní kapacity definuje největší množství vody, kterou je půda schopna zadržovat ve svém systému kapilárních pórů. Hodnota potenciálu se shoduje s hodnotou hydrolimitu polní vodní kapacity. Schopnost půdy infiltrovat vodu do svého prostředí je stěžejní vlastností pro správné fungování půdního systému. Voda prostupuje půdním prostředím a půda plní funkci transportního média, ovlivněna je tak kvalita, složení i množství podzemních a rovněž povrchových vod. Rychlost infiltrace tvoří podmínku při odtoku povrchových vod, přičemž ovlivňuje zranitelnost půd v podobě vodní eroze (Novák 2013). Hydrologická akumulární schopnost půdy umožňuje zadržování vody v bezodtokových terénních depresích, mokřadech a jezerech. Vymezeno je tak vodohospodářské využití, možnosti zemědělské činnosti a krajinné vlastnosti. Drenážní schopnosti půdy jsou předpokladem pro obnovu retenčních půdních funkcí. Umožněno je díky tomu sycení podzemních vod a rovnováha vodního režimu v přírodních i kulturních ekosystémech.

Pufrovitost umožňuje půdě vzdorovat vůči změnám půdní reakce během její alkalizace i okyselování (Hauptman et al. 2009). Neutralizovány jsou díky pufrací schopnosti půdy také

kyselý dešť (Leblanc et al. 2016). Kyselé půdy s malým aktivním povrchem disponují však pouze nízkou pufrací schopností a vysokou pufrací schopností mají nasycené alkalické půdy. Pufrovitost může být pozitivně ovlivněna vápněním, péčí o obsah humusu, melioračními opatřeními či slínováním a použitím fyziologicky nekyselých hnojiv. Schopnost pufrace může půda ztratit rychlým a silným poklesem pH. Snížení půdní reakce se projevuje rozpadnutím struktury půdy a poruchami sorpčních schopností půdy. Doprovodným jevem bývá utužení půdy (UPOL 2019).

V oblastech odlehlých od velkých měst a zpracovatelského průmyslu, má půda zároveň silnou sociální funkci. Půda je zde hlavním zdrojem obživy a zaměstnanosti místních obyvatel. Podpůrné programy státu či Evropské unie zde cílí na prevenci vyliďňování celých oblastí (Hauptman et al. 2019).

Dalšími mimoprodukčními funkcemi jsou například imobilizace polutantů a podíl na koloběhu dešťové vody (Drobnik 2018). Změna klimatu může snížit úrodnost půdy kvůli imbalance v rovnováze půdní vody a plynů a zároveň klesajícího půdního organického uhlíku. Půda plní funkci největšího pozemského úložiště uhlíku, a pokud je spravována nesprávně, stává se významným emitorem skleníkových plynů (Pereira et al. 2017). Půda je přirozeným habitatem pro 1/4 až 1/3 všech živých organismů na planetě. Identifikováno je ale dle Breure (2012) pouze okolo 1 % půdních mikroorganismů, rostlinné druhy jsou popsány z 80 %.

3.2 Hodnocení kvality půdy

Pro hodnocení a ověřování kvality půdy je v současnosti využíváno více přístupových rámců. Cílem je získání komplexního obrazu kvality půdy. Přístupy k hodnocení půdy lze dělit do následujících dvou skupin indikátorů:

1. Indikátory popisující momentální stav půdního systému, dosaženo jich je pomocí podrobných terénních měření s využitím analýzy statistické databáze půd.
2. Indikátorové rámce zaměřující pozornost na změnu kvality půdy. Hodnocena je produktivita půd v různých systémech hospodaření.

Indikátory kvality půdy jsou využitelné v přímém hospodaření se zemědělskou půdou nebo hodnocení půdní degradace. Některé z indikátorů pak přináší informace spíše pro experty na půdní kondici. V neposlední řadě existují i indikátory designované pouze pro vědecké účely (Drobnik 2018).

Drobnik (2018) zmiňuje dvě případové studie pro vývin konceptu k hodnocení kvality půdy probíhající na území Stuttgartu v Německu a dále pak pro území Švýcarska. Oba koncepty zde počítají s omezenou expanzí osídlení a s tím souvisejícím nerozšiřováním infrastruktury. Wolff (2006) pracoval s bodovým hodnocením antropogenní degradace a přirozených funkcí půdy, jako je užitkovost pro zemědělskou činnost a růst rostlin, zadržování vody a filtrace polutantů, kdy čím vyšší bodové hodnocení půdy dostávaly, tím byly kvalitnější. Hodnotil tak vhodnost půd pro nové urbanistické záměry. V dalším zmiňovaném konceptu Haslmayr et al. (2016) rovněž hodnotí půdní funkce jako např. potenciál půdy být přirozeným habitatem organismů a společenstev, přirozenou úrodnost půdy aj. Tyto

parametry pak také používá k hodnocení kvality půdy, kterou vyjadřuje jako „spatial resistance“ čili prostorovou/stanovištní odolnost. Odolnost půdy zde závisí na nejvyšším skóre hodnocených funkcí půdy, kdy opět vyšší skóre značí vyšší odolnost půdy. Pokud hodnocené území dosáhne maximálního skóre odolnosti, stává se půdoochranným pásmem a antropogenní zásahy zde vyžadují určitá kompenzační opatření.

Jak dále Drobnik (2018) uvádí, oba tyto přístupy jsou vysoce efektivní při „top-down“ hodnocení, kdy je pozornost zaměřena na hlavní cíle podle sestupné hierarchie, od kterých je zároveň sledován feedback prostředí, kdy u cílů v nižší hierarchické úrovni k sledování feedbacku nedochází. Posuzování pouze jednotlivých indikátorů je hodnoceno, v případě půdy, jako méně efektivní pro definování dopadů antropogenních činností a kompenzačních opatření. Pro volbu vhodných managementových opatření je tedy žádoucí volit více kvalitativních indikátorů, které tak mohou úspěšně prezentovat, diskutovat a tvořit nástroj prostorového plánování. Takový nástroj je pak nutné přizpůsobovat specificky danému regionu a lokalitě.

3.2.1 Indikátory kvality půdy

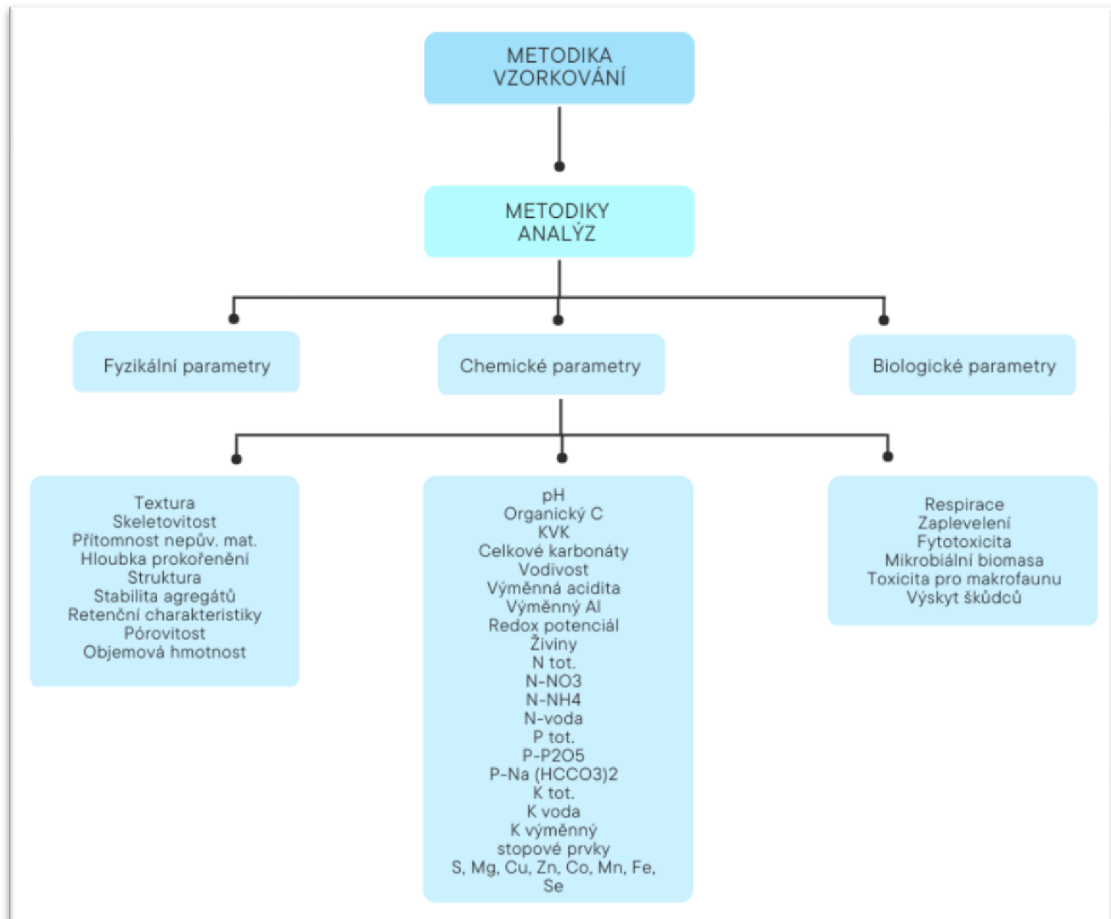
Dle Stonea (2016) výběr vhodných půdních indikátorů může být náročný a podléhá různým kritériím. Účinné indikátory kvality půd musí vykazovat citlivost na ekosystémová propojení, informují o funkci, struktuře a složení půdního ekosystému (Ritz 2009).

Mukhopadhyay (2014) uvádí, že by vybrané indikátory měly zůstat co nejjednodušší, aby se usnadnila jejich interpretace a předchozí aplikace. Ve více případech však chybí lineární vztah mezi hodnotou indikátoru a ekosystémovou funkcí půdy.

Podle Costantiniho (2016) množství a typ vybraných indikátorů nebo indexů kvality půdy potřebných k monitorování a hodnocení postupu obnovy půdy závisí na účelu a rozsahu hodnocení a v konečném důsledku na časovém a prostorovém měřítku. Dynamické ukazatele, jako je enzymatická aktivita, mikrobiální aktivita a biomasa, pH a dostupné živiny, mohou být v krátkodobém horizontu důležité pro detekci počátečních reakcí ekosystémů; vzhledem k velké prostorové a časové variabilitě půdních ekosystémů však indikátory „pomalé změny“, např. struktura půdy nebo kapacita zadržování vody, mohou být vhodnější pro zdůraznění dopadů na inherentní vlastnosti půdy (Rojas 2016).

Mezi často doporučované ukazatele kvality půdy patří: půdní organická hmota (SOM), částicová organická hmota (POM), uhlík z mikrobiální biomasy (MBC), potenciálně mineralizovatelný dusík (PMN), stabilita makroagregátu, elektrická vodivost (EC), poměr absorpce sodíku (SAR) pH, anorganický N, P, K a Mg, maximální retenční vodní kapacita (AWC), objemová hmotnost (BD), hloubka ornice a rychlost infiltrace (Wienhold 2009) a (Karlen et al. 1997). Aktivita půdních enzymů, konkrétně aktivita β -glukosidázy, která se podílí na degradaci rostlinných zbytků, a WFPS (water-filled pore space) neboli poměr objemového obsahu vody v půdě k celkové pórovitosti půdy byly přidány do doporučeného seznamu důležitých indikátorů kvality půdy kvůli jejich spojení s biologickými vlastnostmi a procesy v půdě (Stott et al. 2010). Šarapatka (2007) pak dále uvádí ze základních fyzikálních vlastností zrnitost či z biologických vlastností respiraci a amonizaci.

Ucelený přehled půdních vlastností teoreticky použitelných pro hodnocení půdy je možné převzít z návrhů ISO norem ze skupiny ISO TC 190 „Kvalita půdy“. Zpracování navrženou normu „Požadavky na charakteristiky půd z hlediska udržitelného zemědělství – bez závlah“. Následující vizualizace zobrazuje obecnou strukturu návrhu zmíněné normy (Sáňka & Materna 2004). Vizualizace zpracována autorkou práce s pomocí Canva (2022).



Obrázek 1 Obecná struktura návrhu normy ISO Požadavky na charakteristiky půd z hlediska udržitelného zemědělství – bez závlah (Sáňka & Materna 2004)

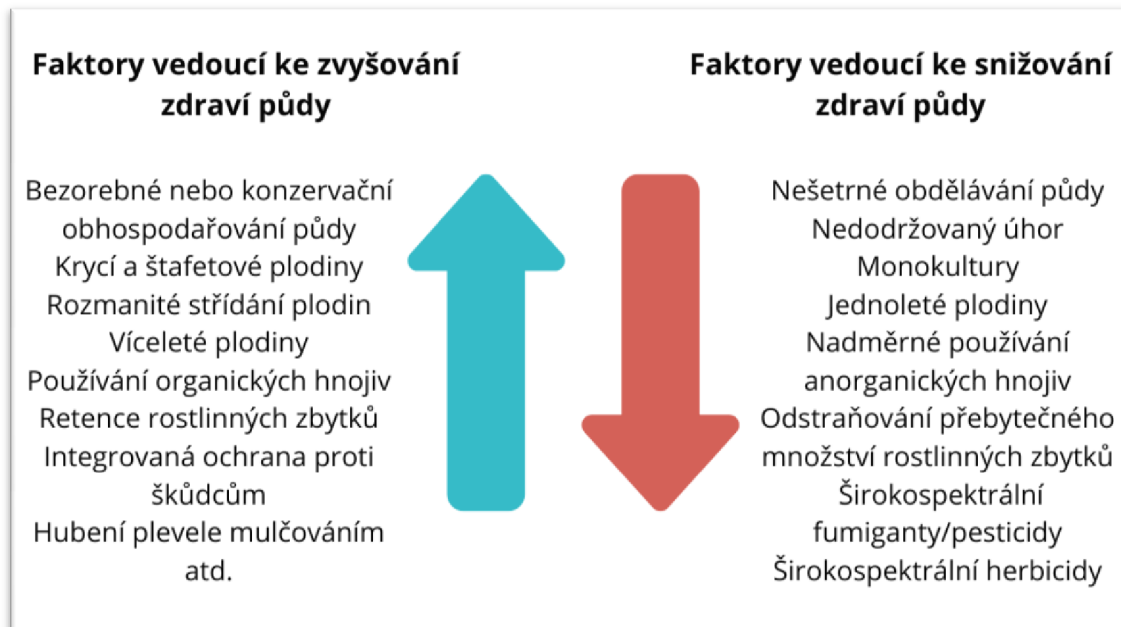
Dobře měřitelným a často využívaným indikátorem bývá biologická aktivita půdy, která je vyjádřena respirací (Harris et al. 1997). Prokázán byl vztah mezi respirací a objemovou hmotností. Distribuce pórů a pórovitost má vliv na bazální respiraci. Obsahem humusu jsou znatelně ovlivněny fyzikální podmínky jako objemová hmotnost a struktura, kdy jde o lineární závislost. Obsah humusu je zdrojem energie. Závislost byla potvrzena mezi bazální respirací a kationtovou výměnnou kapacitou, existuje také závislost mezi bazální respirací a obsahem celkového dusíku v půdě (Šarapatka 2007).

Indexy a modely kvality půd jsou potřebné k propojení změn ve složení a aktivitách mikrobiální sféry se změnou metabolických funkcí (např. toky oxidu dusného (N₂O) a metanu (CH₄)) pro různé půdy, polní scénáře a osevňovací postupy (AAM 2011).

Půdní biologie je základem pro zdraví půdy a biologické procesy, které umocňují dostupnost živin pro rostliny, přispívají k ochraně rostlin před změnami dostupnosti vody a tlaky ze stran škůdců, patogenů a plevelů. Zdraví půdní bioty je silně spojeno s odolností půd vůči erozi. Biologická diverzita půdy je pozitivně spojena s procesy na úrovni ekosystému,

jako je dynamika živin a cyklování uhlíku (Wagg et al. 2014). Kremen (2005) a Hooper et al. (2005) popisuje vazby mezi biologickými společenstvími a ekosystémovými službami; pochopení biologické složitosti půdy je nezbytné pro řádné řízení agroekosystémů.

Následující grafický souhrn dle Altieriho (1999) a Diase (2014) vymezuje zobecněné faktory, případně postupy mající vliv na celkové zdraví půdy. Vizualizace zpracována autorkou s pomocí Canva (2022).



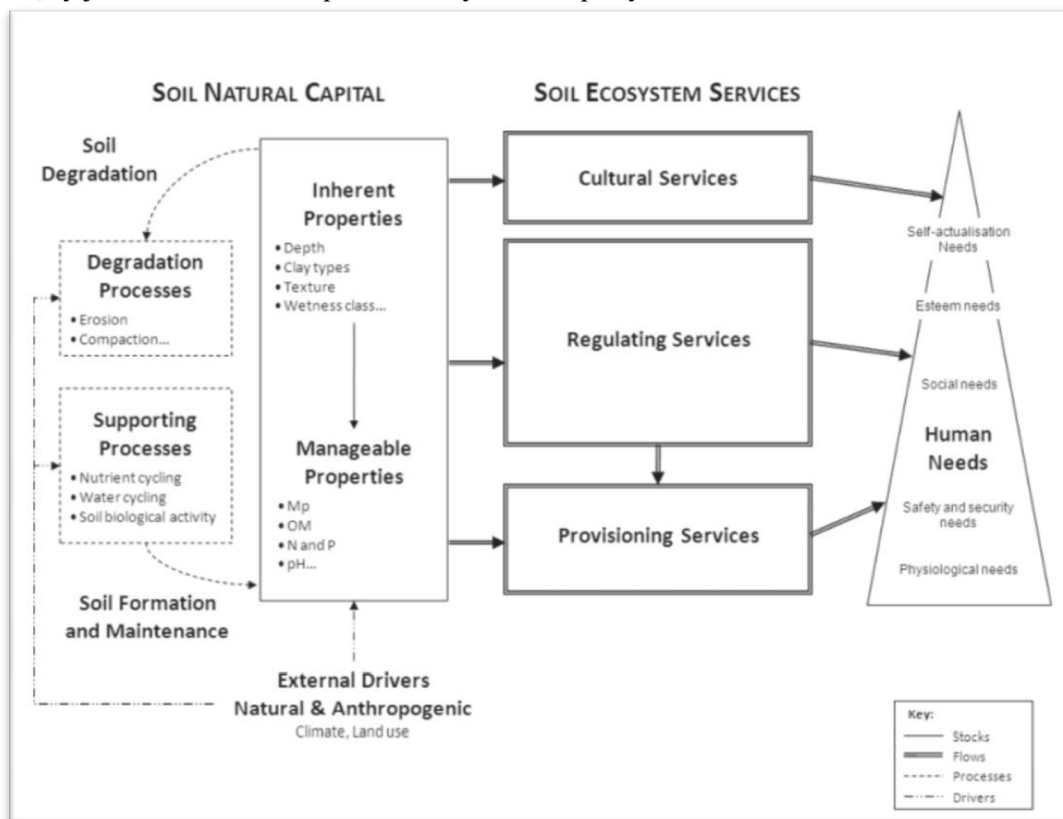
Obrázek 2 Generalizované účinky zemědělských manažerských postupů na půdní kondici (Altieri 1999; Dias 2014)

Vybrané skupiny půdních indikátorů, označované také jako minimální datové soubory (MDS), které se používají k měření funkcí půdy, musí být také dostatečně rozmanité, aby reprezentovaly vlastnosti a procesy komplexních typů (Gregorich 1994). Výzkumníci zpravidla věnují zvláštní pozornost půdním indikátorům, které mohou sloužit jako časné a citlivé indikátory dlouhodobějších změn ve funkci půdního ekosystému (Weil 2004). Hodnocení kvality půdy se tedy obvykle provádí přímým měřením řady půdních indikátorů, které mají největší citlivost na změny ve funkcích půdy (Andrews et al. 2004). Indikátory kvality půdy by měly dobře korelovat s procesy ekosystému, měly by integrovat fyzikální, chemické a biologické vlastnosti a procesy v půdě, měly by být přístupné mnoha uživatelům a být úspěšně zvládnutelné v provozní praxi (Doran 2015).

V Československu poprvé stanovil bonitu orných půd Josef Kopecký v roce 1931. Kopeckého hodnotící tabulka zahrnovala texturu, skeletovitost, obsah humusu, obsah vápníku, železa a sodíku, zamokření půdy, sklonitost území, expozici a nadmořskou výšku (Janků et al. 2022). Zpracování hodnocení kvality půdních indikátorů se věnuje Tóth et al. (2023) k čemuž používá modifikovanou Saatyho metodu, která snižuje vliv subjektivního postoje řešitele k vahám jednotlivých indikátorů, pojmenovanou jako Soil Assessment System (SAS), kde počítá s produkčními i mimoprodukčními indikátory, ale i s faktory působícími v širším kontextu jako je „soil sealing“, čímž lze komplexněji hodnotit půdní kvalitu.

Následující vizualizace dle Dominati (2010) rozlišuje mezi inherentními a dynamickými vlastnostmi, které se mění pomalu prostřednictvím pedologických procesů, nebo které lze měnit cíleným managementem. Inherentními vlastnostmi jsou obvykle hloubka, struktura a

mineralogie půdy, které jsou neměnitelné bez výrazné celkové změny půdního prostředí. Mezi dynamické půdní vlastnosti se řadí obsah živin, organické hmoty, makroporozita, půdní vlhkost, ty jsou ovlivnitelné způsobem využívání půdy.



Obrázek 3 Konceptní rámec propojující půdní přírodní kapitál a fungování půdy s ekosystémovými službami a lidskými potřebami (Dominati et al. 2010)

3.2.2 Kvalita půdy, zdroj ekosystémových služeb

Ekosystémové služby jsou mnohokrát popisovány jako bezplatný dar přírody lidstvu. Tradiční zvyky a instituce koexistují s tržními stimuly a měnicími se preferencemi, to vede ke sledování potenciálu ekosystémových služeb, který Spangenberg (2014) přidává jako další mezistupeň k ekosystémovým službám a funkcím. Potenciál ekosystémových služeb je dle Spangenberga známý v plánování a řízení krajiny, ale dosud ne v analýze ekosystémových služeb. Spangenberg ve své práci demonstruje, že potenciály ekosystémových služeb nejsou určeny ani funkcemi, ani je nelze hodnotit analýzou služeb. Potenciály ekosystémových služeb jsou vytvářeny v rámci komplexních sociálních procesů a určují druh služeb, který je nakonec skutečně poskytován. Mnoho ekosystémových služeb je kriticky nutných k samotnému přežití lidstva (regulace klimatu, purifikace ovzduší, opylení rostlin) zatímco jiné tvoří spíše estetickou hodnotu (Vitousek et al. 1997).

Studium ekosystémových služeb půdy nabízí možnost zkoumání vlivu využívání půdy jako přírodního kapitálu, používaných technologií, procesů půdotvorných i půdní kapitál degradujících a sledování proudů či kaskád ekosystémových služeb vycházejících z půdy jako zdroje (Dominati et al. 2010).

Ekosystémový přístup k managementu zdrojů se zaměřuje na lepší spravování přírodních zdrojů a naleznout ho lze v Úmluvě o zásadách biologické rozmanitosti ekosystémového přístupu, která uznává širokou škálu výhod plynoucí z kvality výnosů

materiálů a dalších ekosystémových služeb. To vše podléhá podmínce lepší a přesnější prezentace přirozených ekosystémů při rozhodovacích procesech (Robinson et al. 2012). Souvislost mezi ekosystémy a blahobytem lidí oficiálně demonstrovalo Hodnocení ekosystémů na konci tisíciletí (The Millennium Ecosystem Assessment), koncept dle Percyho (2005) bývá v rámci hodnocení ekosystémových služeb v agrosystémech častokrát používán.

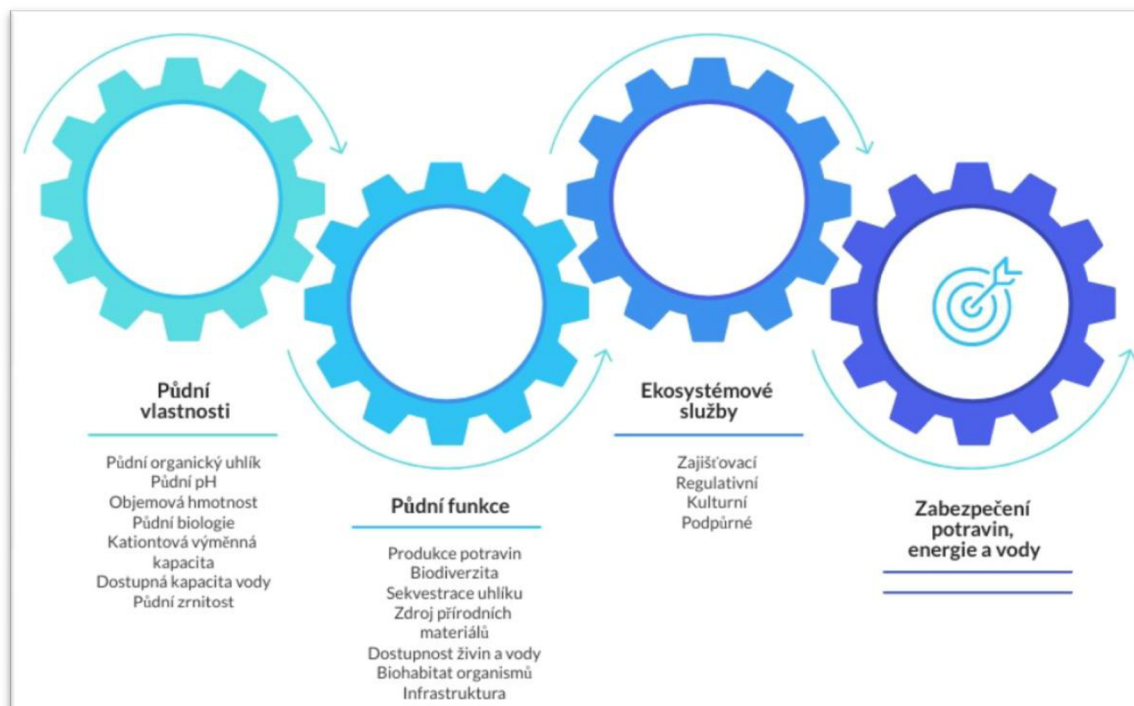
Přestože jsou půdy jedním z hlavních zprostředkovatelů ekosystémových služeb, v minulosti jim v této oblasti nebyla přikládána přílišná pozornost, zvláště při spojení půdy jako přírodního kapitálu a jejich ekosystémových služeb. Velká část půdních ekosystémových služeb je závislá na úrovni půdní biodiverzity (Breure 2012). Kvantifikace ekosystémových služeb čelí výzvě v podobě absence standardizovaných definic (Dominati et. al 2010; Rutgers et. al 2011). Jako náhradu místo kvantifikace půdních procesů využili Boyd a Banzhaf (2007) a dále Wallace (2007) kvantifikaci půdních charakteristik jako přírodního kapitálu, z důvodu vyšší míry aplikovatelnosti zjištěných vlastností dle struktury a složení v porovnání s procesy spojenými s fungováním půdy. Dalším z autorů, který preferuje využití rozboru půd ke kvantifikaci ekosystémových půdních služeb je Robinson (2012) a to díky tomu, že ekosystémové služby lze odvodit z již provedených rozborů půd a půdních inventářů či je lze provést nově a na libovolném půdním vzorku.

Při posuzování, jak je půda jako přírodní zdroj udržována, je důležité oddělovat vliv přirozených půdních vlastností od antropogenních vlivů, kterými jsou například infrastruktura, hnojení či zavlažování. Jako přírodní kapitál Costanza a Daly (1992) definovali zásobu přírodních aktiv, která jsou přínosem buď přírodních zdrojů, nebo toku ekosystémových služeb. Palm (2007) definoval přírodní kapitál půdy jako soubor struktury, mineralogie a organické hmoty. Dále pak Robinson (2009) uznal význam souvislostí s organizací půdních zásob – jejich hmoty, energie a půdního složení.

Kvalitních ekosystémových služeb však není schopna každá půda a nejvíce záleží na jejím antropogenním ovlivnění a přírodních vlivech, mezi něž se řadí klima, topografie, land-use management nebo případné kontaminace (Drobnik 2018).

Dle více autorů panuje všeobecná shoda, že vývoj standardizovaných metod pro kvantifikaci ekosystémových služeb podléhá určitému zpoždění (Rutgers et al. 2011; Faber & van Wensem 2012). Selhání v neschopnosti plného docenění podílu půdních ekosystémových služeb na lidském blahobytu netýkajících se produkce potravin lze vysledovat z faktu, že celá škála ekosystémových služeb obvykle není pro praxi adekvátně kvantifikována, a proto stále zpravidla nebývá zahrnuta do finančních rozvah vedle komerčních přínosů, vybudovaného kapitálu (Braat & de Groot 2012). Kvantifikované přístupy jsou přínosné zejména z důvodu rostoucí poptávky po nástrojích, metodikách a operačních modelech zohledňujících ekosystémové služby ze stran manažerů a rozhodovacích orgánů (Braat & de Groot 2012; Robinson et al. 2012).

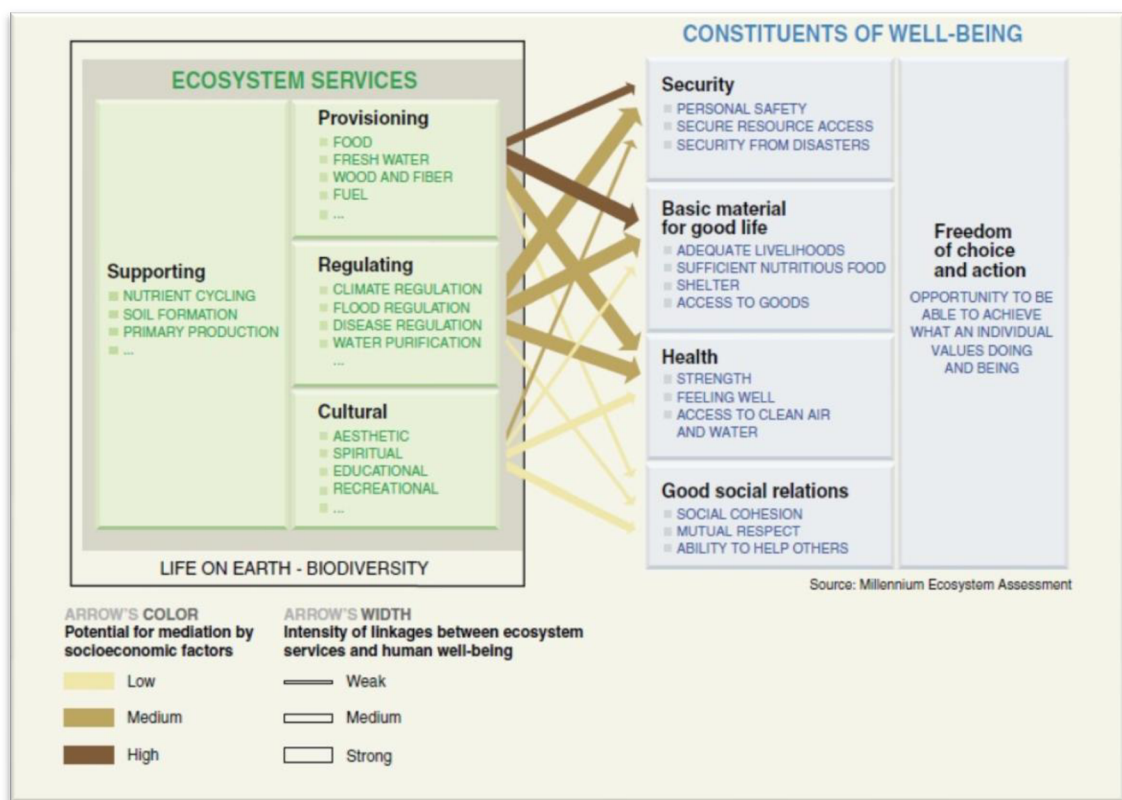
Následující vizualizace je inspirována Hatfieldem (2017), zpracována autorkou pomocí Canva (2022).



Obrázek 4 Rozhraní půdních vlastností ve vztahu k půdním funkcím a ekosystémovým službám (Hatfield 2017)

Koncept ekosystémových služeb půdy získává v posledních letech na pozornosti, je propojen s půdními funkcemi a půdním managementem. Mnoho zemí pracuje na etablování bioekonomických strategiích a jejich udržitelné implementaci k předcházení půdní degradaci (Helming et al. 2018).

Na následujícím obrázku jsou vyobrazeny souvislosti a síla vazeb mezi lidským blahobytem a ekosystémovými službami. Obrázek zahrnuje údaje o tom, do jaké míry mohou socioekonomické faktory vazbu nahrazovat. Pokud je například možné zakoupit náhradu za degradovanou ekosystémovou službu, pak existuje vysoký potenciál pro socioekonomické zprostředkování náhrady. Síla vazeb a potenciál pro zprostředkování se odlišuje podle konkrétního ekosystému a regionu. Ekosystémy jsou pak zpětně ovlivňovány změnami v úrovni lidského blahobytu (Percy et al. 2005).



Obrázek 5 Souvislosti mezi ekosystémovými službami a lidským blahobytem (Percy et al. 2005)

3.2.2.1 Služby zajišťovací a regulativní

Dle Haines-Younga a Potschina (2012) půdní ekosystémové služby zajišťovací přináší možnost produkce potravin, materiálů a energie. Služby regulativní a podpůrné zaštiťují mediaci odpadů, toxických látek a dalších substancí, podporu energetických toků, udržování fyzikálních, chemických a biologických podmínek.

Rámcově Percy (2005) řadí k podpůrným ekosystémovým službám také tvorbu půdy a konstatuje, že mnoho zajišťovacích služeb závisí na půdní úrodnosti. Klasifikaci ekosystémových služeb zabývá CICES 2011 (Haines-Young & Potschin 2011).

Služby zajišťovací nemohou fungovat bez významné role půdní makro a mikrofauny ve stěžejních půdních funkcích. Tito „ekosystémoví inženýři“ jsou zapojeni do pedogenních dějů a napomáhají k rozvoji klíčových vlastností půdy pro procesy jako je mineralizace organické hmoty, koloběh živin, strukturální vývoj a primární produkce (Blouin et al. 2013). Pod služby zajišťovací spadá dále pěstování aromatických a léčivých rostlin, léčiva rostlinného původu jsou stále základem lékařské péče a způsoby léčby s jejich využitím jsou pokládány buď za tradiční či modernější, znovuobjevené metody (FAO 2022). Ekosystémové služby zajišťovací a regulativní svým působením také snižují míru chudoby (Suich et al. 2015).

Historicky byly změny ve využívání půdy a její kultivace znatelným zdrojem skleníkových plynů v atmosféře. Odhaduje se, že jsou zodpovědné za cca jednu třetinu emisí skleníkových plynů. Regulativní služby tedy zajišťují, že v systémech udržitelného zemědělství dochází ke zmírnění negativních projevů změny klimatu snížením emisí a ukládáním uhlíku v rostlinné biomase a půdě (FAO 2022). Zemědělská expanze, neudržitelné postupy, přeměna přírodních stanovišť ve venkovských oblastech a rozrůstání měst zrychlují

degradaci půdy alarmujícím tempem s negativními implikacemi v půdní hodnotě (Pereira 2016).

Ekosystémové služby půdy jsou podporovány krycími plodinami a pravidelným střídáním v osevním postupu. Přinášeny jsou tak ekologické benefity v podobě zmírnění výskytu eroze půdy a snížené vyplavování dusičnanů (Kaspar 2007). Obecně největší potenciál mají v tomto luštěninové krycí plodiny, které přispívají ke zvýšení následujícího výnosu, krycí plodiny obilovin v tomto přispívají vyšším úrovním půdní organické hmoty a úspěšnějšímu potlačení plevelu, zároveň imobilizují půdní dusík, což může snižovat míru vyplavování dusičnanů během zimních měsíců (Snapp et al. 2005). V současnosti se sleduje vliv různých způsobů střídání plodin a aplikace dusíkatých hnojiv, od ekologických hnojiv s nízkým vstupem N, ekologické polointenzivních a klasických intenzivních. Z výsledků studie, Briernat (2020), vyplynulo, že v ekologickém zemědělství se významně snižuje vyplavování dusičnanů (22 kg N-NO₃/ha/rok) oproti konvenčnímu způsobu hospodaření (35 kg N-NO₃/ha/rok). Breure (2012) dále uvádí, že zejména půdní mikroorganismy velkou měrou ovlivňují širokou škálu ekosystémových služeb půdy a přítomnost půdních mikroorganismů je pro udržitelné fungování všech ekosystémů nezbytná. Půdní mikroorganismy prokazatelně přispívají k regulaci dynamiky půdní organické hmoty, struktury půdy, udržují koloběh živin v půdě, regulují skleníkový efekt a sekvestaci uhlíku v půdě.

Služby tohoto typu jsou tedy nezbytné nejen pro fungování přírodních ekosystémů, ale současně jsou základem pro udržitelné zemědělské systémy a městskou infrastrukturu. V následující tabulce jsou rozděleny zajišťovací a regulativní ekosystémové služby půdy spolu s konkrétními příklady. Tabulka převzata z Dominati (2010), zpracována autorkou.

Tabulka 1 Zajišťovací a regulativní služby půdy spolu s konkrétními příklady (Dominati 2010)

Služby	Výstupy	Charakteristika
Zajišťovací	Zajištění potravin, dřeva a vláken Zajišťování surovin Poskytování podpory lidí a zvířat, tvorba infrastruktury	Nejdůležitějším účelem agroekosystémů je produkce potravin a pěstování plodin pro různé účely. Půda fyzicky podporuje rostliny a dodává jim živiny a vodu. Půda a vegetace jsou zdrojem různorodých surovin, např. ornice, rašeliny, drnu, písku, jílových minerálů, biomedicínských a léčivých látek a také jsou genetickým rezervoárem. Půda představuje fyzickou základnu, na níž stojí lidské infrastruktury a chov zvířat.

Regulativní	<p>Zmírňování dopadů povodní</p> <p>Filtrace živin a kontaminujících látek, ukládání uhlíku a regulace skleníkových plynů</p> <p>Detoxifikace a recyklace odpadů</p> <p>Regulace populací škůdců a chorob</p>	<p>Půda má schopnost absorbovat a zadržovat vodu, čímž reguluje vodní toky (hladinu sladké vody) a zmírňuje povodně.</p> <p>Půdy mohou absorbovat a zadržovat živiny (N, P) a kontaminanty (E. coli, pesticidy) a zabránit jejich uvolňování do vodních útvarů.</p> <p>Půdy mají schopnost ukládat uhlík a regulovat produkci skleníkových plynů, jako je oxid dusný a methan.</p> <p>Půdy mohou absorbovat (fyzikálně) nebo ničit škodlivé sloučeniny. Půdní biota degraduje a rozkládá odumřelou organickou hmotu, čímž recykluje odpady.</p> <p>Tím, že půdy a vegetace agroekosystémů poskytují životní prostředí užitečným druhům, mohou regulovat šíření škůdců (také plodin, zvířat) a přenašečů škodlivých chorob (virů, bakterií) a zajišťovat biologickou kontrolu.</p>
-------------	---	---

3.2.2.2 Služby kulturní

Kulturní ekosystémové služby půdy spočívají ve fyzické, intelektuální a duchovní rovině se symbolickými interakcemi bioty, ekosystémů pevninského či oceánského typu (Haines-Young & Potschin 2012). Podle organizace pro výživu a zemědělství Spojených národů (FAO 2022) přinášejí kulturní ekosystémové služby nemateriální benefity, které pojmenovává jako estetickou inspiraci, kulturní identitu, pocit domova a duchovní zkušenost spojenou s přírodním prostředím. Zpravidla jsou do nich také zahrnovány aktivní turistika a rekreace. Kulturní služby jsou vzájemně propojeny a často spojeny se službami zajišťovacími a regulativními. Obecně se za spojení kulturních a zajišťovacích ekosystémových služeb může považovat například drobný rybolov, který není jen zdrojem finančního a nutričního příjmu, ale v mnoha případech je spojený se způsobem života rybáře (FAO 2022).

Kulturní služby zemědělské krajiny jsou stále vyhledávanější pro četné rekreační příležitosti a jejich přínos pro duševní zdraví. Prostupnost krajiny zde hraje klíčovou roli například pro jízdu na koni nebo kole. Farmářský cestovní ruch je rychle rostoucím trhem, který umožňuje obyvatelům měst se znovu spojit s přírodou. Obvykle jsou atraktivní ty farmy, jejichž produkce a produkty jsou šetrné k životnímu prostředí, jsou udržitelné a zároveň úzce spjaté s přírodou. Mnoho krajin je také výsledkem společného vývoje přírody a pastvy dobytka s nízkou intenzitou. Zemědělské krajiny mají pro mnoho společností vysokou kulturně-duchovní hodnotu, což je dokumentováno iniciativou Satoyama a organizací Globálně významných míst zemědělského dědictví. V určitých společnostech jsou pěstovány a využívány některé kultivary rýže specificky pro ceremoniální účely (FAO 2022).

Kvalita a úrodnost půd determinují ekonomický status jednotlivých států (Dominati et al. 2010). Jak popisuje Gomiero (2016), přetěžované půdy v konvenčním managementu podléhají snadněji degradaci a tím dochází k nárůstu ohrožení chudobou dotčených obyvatel,

migraci a společenských konfliktů. Zejména v rozvojových zemích s vyšším nárůstem populace vzrůstá tlak na půdu jako přírodní zdroj kvůli vyšší zranitelnosti obyvatelstva skrze klimatické změny (Barbier 2016). Spangenberg (2014) považuje právě sociokulturní ekosystémové služby za ze všech nejproměnlivější, mění se změnami v attributech užité hodnoty, v rámci vnímání krajiny jako součást kulturní identity. Společenské procesy s jejich typickou kombinací tradičních norem, měnících se preferencí a zasahujících či vznikajících mocenských vztahů rozhodují o potenciálech ekosystémových služeb a jejich příjemcích.

V následující tabulce jsou popsány kulturní ekosystémové služby půdy spolu s konkrétními příklady. Tabulka převzata z Dominati (2010), zpracována autorkou.

Tabulka 2 Kulturní služby půdy spolu s konkrétními příklady (Dominati 2010)

Služby	Výstupy	Charakteristika
Kulturní	Rekreace / Ekoturistika Estetika Památkové hodnoty Duchovní hodnoty Kulturní identita / inspirace	Přírodní a obhospodařovanou krajinu lze využívat pro potěšení a relaxaci (procházky, rybaření, jízda na horském kole). Oceňování krásy přírodní a obhospodařované krajiny (pozorování divoké zvěře, vyhlídková jízda). Vzpomínky v krajině na kulturní vazby z minulosti (krajina spojená s významnou událostí osobního, regionálního nebo celostátního významu). Posvátná místa Přírodní a kultivovaná krajina poskytuje pocit kulturní identity. Vytváří se tak silná kulturní vazba mezi člověkem a jeho životním prostředím.

3.3 Referenční třídy půd a půdní typy České republiky

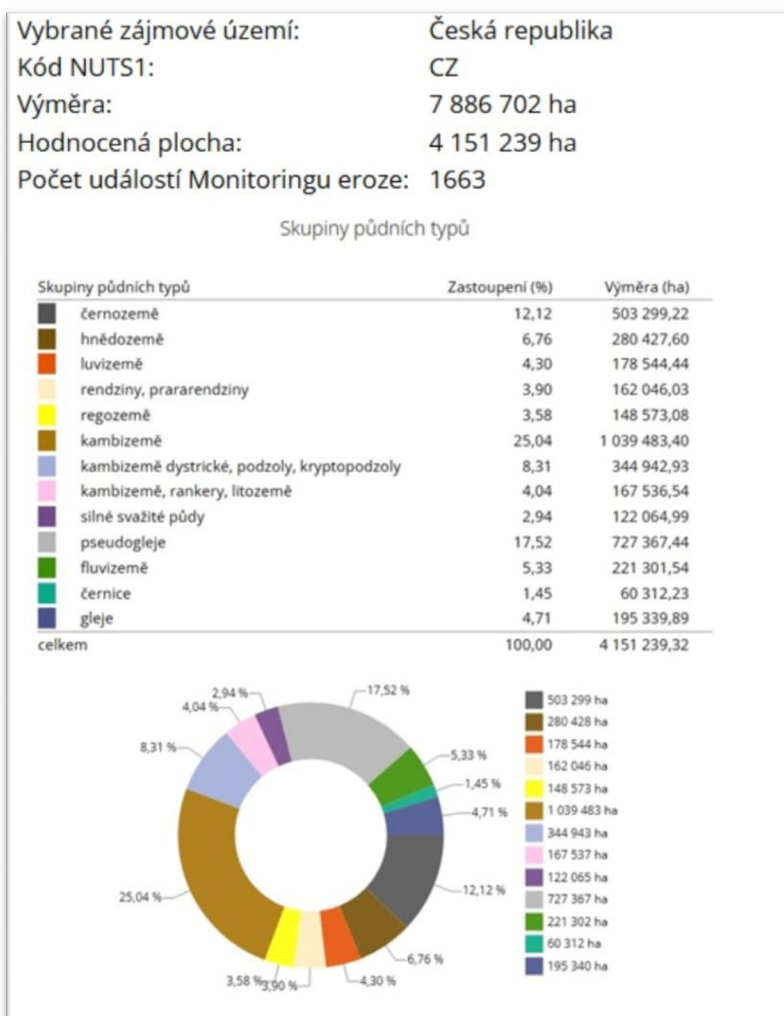
Wall (2004) připomíná, že půda je cenným bohatstvím, které se buduje stovky až stovky tisíc let a jen velmi málo let stačí na jeho promarnění. Půdní typy jsou součástí referenčních tříd. Charakteristiky referenčních tříd s největším zastoupením v České republice:

- Leptosoly jsou půdy málo vyvinuté, zejména z pohledu malé mocnosti půdního profilu. Do skupiny Leptosolů jsou zahrnovány Litozemě, Rankery, Rendziny a Pararendziny.
- Regosoly vznikají na nezpevněných sedimentech, zvláště na píscích a šterkopiscích, dále pak také na spraších. Do referenční třídy Regosolů náleží jeden půdní typ – Regozemě.
- Půdní typy spadající do referenční třídy Fluvisolů – Fluvizemě a Koluvizemě mají výrazně různorodý chemismus. Společnou charakteristikou je periodické dlouhodobé usazování sedimentů. Děje se tak činností vodních toků, nebo

například aktivitou svahových pochodů a erozí. Periodicky usazované sedimenty způsobují nelineární nebo zvýšené ukládání humusu do hloubky až 1 m a případně ovlivňuje zvrstvení půdního profilu.

- Vertisoly jsou zejména definované složením jejich minerálního podílu. Podstatnou částí Vertisolů jsou smektitické (bobtnavé) jíly. Charakteristické jsou pro Vertisoly objemové změny jílu v suchých a vlhkých obdobích, jedná se o těžké půdy. Suchá období se projevují na těchto půdách hlubokými trhlinami. Půdním typem Vertisolů jsou Smonice.
- Skupina půdních typů Černozemí a Černic spadá do referenční třídy Černosolů a bývá vyvinuta na sypkých karbonátových spraších, zejména ve stepních oblastech suššího teplého klimatu. Půdy Černosolů jsou ze zemědělského hlediska výjimečně kvalitní, úrodné a s optimálním chemickým složením organického a minerálního podílu. Příznivé a stabilní jsou i jejich fyzikální vlastnosti a půdní struktura. Tyto půdy jsou ideální pro látkovou bioakumulaci.
- Luvisoly s půdními typy Šedozemí, Hnědozemí a Luvizemí jsou typické pro oblasti mírného klimatu s dostatečným množstvím srážek pro růst listnatých a smíšených lesů. Vznikají na sypkých bezkarbonátových substrátech či substrátech odvápněných ve svrchních oblastech profilu. Charakteristická je pro Luvisoly illimerizace, podílí se na specifické stratigrafii jejich profilu.
- Kambisoly – Kambizemě a Pelozemě jsou nejrozšířenější skupinou půd v České republice, pokrývají okolo 50 % území ČR. Chemicky je skupina velice variabilní, značný vliv má chemismus substrátu, na kterém je tvořena – žuly, pískovce, bazalty, břidlice.
- Půdy vznikající na kyselých zpevněných i nezpevněných substrátech procesem nazývaným se podzolizace se nazývají Podzosoly – půdními typy jsou zde Kryptopodzoly a Podzoly.
- Stagnosoly jsou půdy periodicky ovlivňované vodou, tedy semihydromorfní půdy, povrchově pravidelně převlhčované. Tento proces je nazýván jako oglejení. Do Stagnosolů jsou řazeny Pseudogleje a Stagnogleje.
- Glejsoly – třída půd rovněž ovlivněna vodou. Hydromorfní znaky zapříčiněny vodou podzemní. Tyto půdy procházejí glejovým procesem.
- Organosoly – půdy charakterizované mocností organického rašelinného horizontu více než 50 cm – zahrnují Organozemě.
- Antroposoly – tyto půdy výrazně ovlivňuje lidská činnost. Půdními typy Antroposolů jsou Kultizemě a Antropozemě (Vopravil 2010).

Na následujícím obrázku je zobrazen podíl jednotlivých půdních typů na území České republiky (VÚMOP 2023).



Obrázek 6 Zastoupení skupin půdních typů v České republice (VÚMOP 2023)

3.4 Systém BPEJ

Bonitace zemědělského půdního fondu probíhala za účelem ohodnotit absolutní a relativní schopnost půd nejučelnějšího využití a podmínek, které jsou k takovému užití třeba. Ekonomické vyhodnocení si žádalo vymezení bonitovaných půdně-ekologických jednotek (BPEJ), k čemuž sloužila podkladová data získaná při Komplexním průzkumu půd (KPP).

Každá BPEJ disponuje úřední cenou za m²/ Kč, která je přiřazena vyhláškou Ministerstva financí, jež bývá pravidelně aktualizována. Aktualizace BPEJ na konkrétních lokalitách detekuje případné erozní změny.

Eroze se projevuje snižováním mocnosti půdního profilu, dochází ke zvyšování skeletovitosti a dochází ke změnám v zařazení hlavní půdní jednotky (HPJ). Při změně hloubky a skeletovitosti se přehodnocuje BPEJ, a tedy ve výsledku i úřední cena půdy. Protierozní opatření jsou v takových případech vhodná a ekonomicky výhodná (Vlček et al. 2017).

BPEJ popisuje v současné době 2278 číselných kódů. Vždy se jedná o sestavu pěti číslic, odděleny bývají tečkami. BPEJ se uvádí v těchto podobách:

XXXXX; X.XX.XX.

Na prvním místě je uváděn kód klimatického regionu, hodnoty KR se pohybují mezi 0 až 9. Podkladem pro kód KR jsou tvořeny daty Českého hydrometeorologického ústavu v Praze. Klimatický region se vyznačuje stejnými klimatickými podmínkami pro růst a vývoj zemědělských plodin.

Druhé a třetí místo v číselném kódu definuje zařazení hlavní půdní jednotky, vymezena je čísly 01 až 78. HPJ jsou spojovány do 13 skupin a charakterizují je podobně shodné půdní vlastnosti. HPJ je syntetickou agronomizovanou jednotkou charakterizovanou seskupením genetických půdních typů, subtypů a půdotvorných substrátů, dále pak zrnitostí, hloubkou půdy, půdním typem, reliéfem území, stupněm hydromorfrizmu.

Sklonitost a expozice je vyjádřena čtvrtou číslovkou kódu BPEJ. Jednou číslicí jsou tyto vlastnosti označeny z důvodu vzájemné souvislosti a vlivu na kvalitu BPEJ. Sklonitost pozemku ovlivňuje systém obhospodařování pozemku, užívaných zemědělských technik a strojů. Svažitéjší území jsou v důsledku užití nevhodných agrotechnických postupů náchylnější na riziko eroze. Vegetační podmínky jsou ovlivněny expozicí pozemku ke světovým stranám, s ohledem na rozdílný osvit, teploty a srážky. Sklonitost je stanovována sklonoměrem a k jejímu určení slouží jako podklad mapové zdroje s přesným výškopisem. Expozice prokazuje vliv na produkční schopnost půd a je značena kódy v kategoriích 0-3. V klimatických regionech 0, 1, 2, 3, 4 a 5 se samostatně hodnotí jižní expozice jako negativní a zbývající expozice se bez rozlišení slučují. Pro regiony 6, 7, 8 a 9 se samostatně hodnotí nyní jako negativní expozice severní a zbývající expozice se opět slučují a hodnotí jako celek (Vlček et al. 2017).

Poslední, pátá, číslice BPEJ vyjadřuje současně hloubku půdního profilu a skeletovitost. Skeletovitost hodnotí obsah šterkovitosti a kamenitosti v ornici a podorniči. Skeletovitost je popisována u částic větších než 2 mm, půdotvorný substrát je indikován tvarem skeletu. Primární původ má ostrohranný skelet, příležitostně deluviální uložení. Zaokrouhlený skelet mající sekundární uložení byl přemísťován vodou a větrem. Vliv skeletovitosti se projevuje nejvíce v objemové hmotnosti, vodní kapacitě, infiltraci, náchylnosti k erozi, teplotě půdy, hydrologickém chování půdy, její produktivitě a náchylnosti k degradaci (Vlček et al. 2017). Hodnocení tvrdého a měkkého skeletu probíhá odlišně. Výskyt měkkého skeletu nebrání mechanizaci. Důležitým ukazatelem produkční schopnosti půdy a jejích dalších funkcí je hloubka půdy. Hloubka půdy zónou kořenění většiny rostlin, probíhá zde akumulace vody, vzduchu, živin a tepla. Mocnost půdního profilu omezuje v určité hloubce pevná skála či silná skeletovitost (Mašát et al. 1974).

BPEJ byly zavedeny jako bodovací systém produkčního potenciálu půdy a výpočet je dán součtem bodů za hlavní půdní jednotku, texturu, sklonitost, expozici pozemku, typ skeletu a hloubku půdy, následně je součet vynásoben koeficientem klimatického regionu (Mašát et al. 1974).

BPEJ upravuje vyhláška č. 227/2018 Sb. o charakteristice bonitovaných půdně ekologických jednotek a postupu pro jejich vedení a aktualizaci (Ministerstvo zemědělství 2018).

3.4.1 Aplikace bonitovaných půdně-ekologických jednotek (BPEJ)

BPEJ jsou používány především v rámci:

- Oceňovací vyhlášky – č. 441/2013 Sb. k provedení zákona o oceňování majetku.
- Zákon č. 338/1992 Sb., o dani z nemovitých věcí, vyhláška č. 548/2020 Sb., kterou se mění vyhláška č. 298/2014 Sb., o stanovení seznamu k.ú. s přiřazenými průměrnými cenami zemědělských pozemků, ve znění pozdějších předpisů.
- Nařízení vlády č. 51/1993 Sb., o způsobu finančního vypořádání za nájem pozemků přidělených pozemkovým úřadem v souvislosti s pozemkovými úpravami.
- Zákon č. 334/1992 Sb., o ochraně zemědělského půdního fondu (č. 41/2015 Sb.), vyhláška MŽP č. 48/2011 Sb., o stanovení tříd ochrany ZPF – odnětí půdy ze ZPF, vyhláška MŽP č. 271/2019 Sb., o stanovení postupů k zajištění ochrany zemědělského půdního fondu.
- Územní plánování: vyhlášky měst a obcí (Vopravil 2021).

BPEJ v rámci Společné zemědělské politiky:

Společná zemědělská politika podporuje zemědělce v zajišťování cenově dostupných a vysoce kvalitních potravin pro občany EU. Společná zemědělská politika je tvořena souborem právních předpisů, které EU přijala za cílem zajistit jednotnou politiku v oblasti zemědělství. Společná zemědělská politika byla vytvořena v roce 1962, jde o nejdéle fungující politiku EU (Rada Evropské unie 2023).

SPZ je rozdělena do dvou pilířů a je věnována třem hlavním oblastem činností (Rada Evropské unie 2023):

- Přímá podpora (První pilíř)
- Tržní opatření (První pilíř)
- Rozvoj venkova (Druhý pilíř)

BPEJ jsou v rámci Společné zemědělské politiky aplikovány (VÚMOP 2023):

- Nařízení vlády 262/2012 Sb. o stanovení zranitelných oblastí a akčním programem. Akční plán se věnuje provozování zemědělské výroby ve zranitelných oblastech a používání a skladování hnojiv.
- Nařízení vlády 75/2015 Sb. o podmínkách provádění agroenvironmentálně-klimatických opatření. Nařízení upravuje, v návaznosti na přímo použitelné předpisy Evropské unie, podmínky provádění agroenvironmentálně-klimatických opatření.
- Nařízení vlády 48/2017 Sb. o stanovení požadavků podle aktů a standardů dobrého zemědělského a environmentálního stavu pro oblasti pravidel podmíněnosti a důsledků jejich porušení pro poskytování některých zemědělských podpor.

- Nařízení vlády 241/2004 Sb. o podmínkách provádění pomoci méně příznivým oblastem a oblastem s ekologickými omezeními.

Další uplatnění BPEJ:

- Zákon č. 139/2002 Sb. (481/2020 Sb.), vyhláška č. 13/2014 Sb., o postupu při provádění pozemkových úprav a náležitostech návrhu pozemkových úprav (směny pozemků).
- Nařízení vlády č. 500/2001 Sb., kterým se mění nařízení vlády č. 505/2000 Sb., kterým se stanoví podpůrné programy k podpoře mimoprodukčních funkcí zemědělství, k podpoře aktivit podílejících se na udržování krajiny, programy pomoci k podpoře méně příznivých oblastí a kritéria pro jejich posuzování.
- Nařízení vlády č. 114/2008 Sb., kterým se mění nařízení vlády č. 79/2007 Sb., o podmínkách provádění agroenvironmentálních opatření (Vopravil 2021).

3.5 Trh s půdou v České republice

Dle Ústavu zemědělské ekonomiky a informací pod gescí Ministerstva zemědělství se z dlouhodobého hlediska v ČR za rok zobchoduje plocha 1,5 až 2 % zemědělského půdního fondu, přičemž od roku 2015 do roku 2020 mělo množství úplatných převodů lehce klesající tendenci. Do soukromého vlastnictví bylo od roku 1999 převedeno 97 % z 600 tis. ha, které byly určeny k převodu do soukromého vlastnictví. Obce, veřejné vysoké školy a výzkumné instituce získaly bezúplatným převodem 11,7 tis. ha, tedy necelá 2 % z celkově převedené výměry státní zemědělské půdy. Přibližně 112 tis. ha státní zemědělské půdy zůstalo ve správě Státního pozemkového úřadu.

Podpůrný garanční rolnicko-lesnický fond podporuje nákup půdy cestou financování části úroků z úroku poskytnutého komerčním subjektem. Od roku 2004 bylo v programech PGRLF podpořeno 4 949 žadatelů s celkovou výší úvěrů 8,95 mld. Kč. S podporou bylo nakoupeno 102,3 tis. ha za průměrnou cenu 9,7 Kč/m² (Ministerstvo zemědělství 2023).

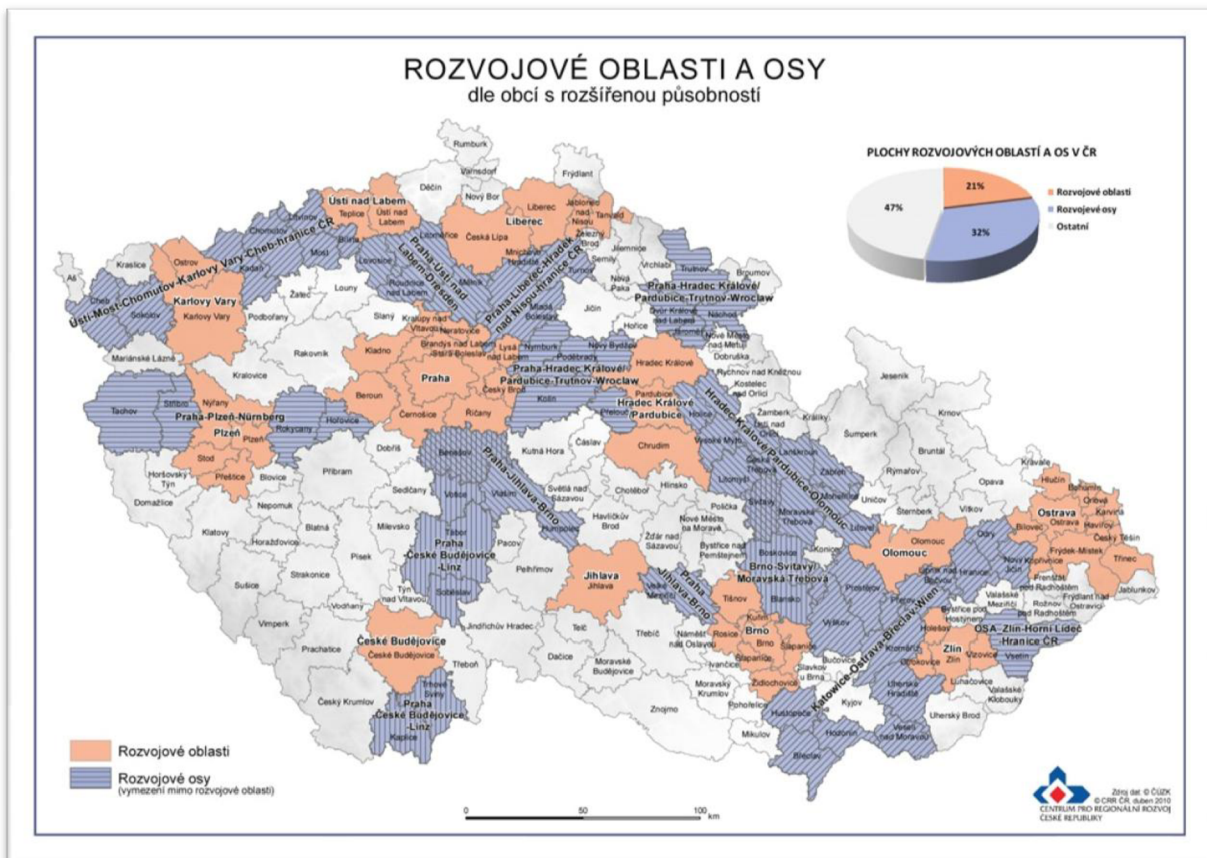
Hodnocení trhu s půdou je prováděno pomocí sledování vývoje tržních cen. V následující tabulce jsou uvedeny časové řady s vývojem tržních cen dle více uvedených zdrojů za období mezi roky 2015 až 2020. Ceny zemědělské půdy podle těchto zdrojů vykazují pozvolně rostoucí trend. Tabulka čerpá informace ze Zelené zprávy 2020 Ministerstva zemědělství (2023), zpracováno autorkou práce.

Tabulka 3 Vývoj průměrných tržních cen zemědělské půdy 2015-2020 [Kč/m²] (Ministerstvo zemědělství 2023)

Databázový zdroj	2015	2016	2017	2018	2019	2020
ČSÚ ¹⁾	12,4	14,0	15,3	18,1	18,9	/
ÚZEI šetření odhadců ²⁾	12,9	20,1	21,0	/	/	/
ÚZEI obchodní smlouvy ³⁾	15,9	20,1	20,4	23,4	27,7	23,9
Prodej státní půdy ⁴⁾	8,4	/	/	/	/	/
PGRLF ⁵⁾	13,3	14,6	18,6	21,0	22,9	24,9
Farmy.cz ⁶⁾	16,3	20,4	23,5	24,1	24,4	25,4

- 1) Databáze ČSÚ podle údajů z přiznání k dani z nemovitostí, které se vyhodnocují zpětně. Za rok 2019 uveden předběžný odhad, za rok 2018 uveden upřesněný odhad. Odhady vychází vždy z disponibilního vzorku údajů pro dané roky.
- 2) Odhadovaná tržní cena zemědělské půdy autorizovanými odhadci pro účely poskytování hypotečních úvěrů (šetření začalo v roce 2009, ukončeno bylo v roce 2017).
- 3) Reprezentativní šetření obchodních smluv se zemědělskou půdou v okresech Havlíčkův Brod, Klatovy, Olomouc, Praha-východ, Znojmo. Šetření obchodních smluv prováděných v ÚZEI se metodicky specializuje na hodnocení prodejů takových pozemků, u nichž se předpokládá budoucí zemědělské využití. Pro rok 2019 uvedena předběžná hodnota vypočtená z disponibilních dat za 1. pololetí 2020.
- 4) Převody podle §12 zákona o Státním pozemkovém úřadu č. 503/2012 Sb. bez započtení převodů s uplatněním předkupního práva. Od roku 2016 nejsou údaje sledovány, protože SPÚ nerealizoval prodeje v režimu soutěže.
- 5) Od roku 2015 nově podpory v rámci programů "Podpora nákupu půdy – snížení jistiny úvěru" a "Úvěry na nákup půdy".
- 6) Farmy.cz: Zpráva o trhu s půdou v lednu 2020 (Ministerstvo zemědělství 2023).

Metropolitní rozvojová zóna či osa je oblast, která je považována za strategickou pro rozvoj městského regionu a má vysoký potenciál pro rozvoj ekonomických, sociálních a infrastrukturních aktivit. Proto se v této oblasti obvykle vyskytují vyšší ceny pozemků (Witte 2014).



Obrázek 7 Rozvojové oblasti a osy v ČR dle obcí s rozšířenou působností (RIS 2023)

3.5.1 Oceňování půdy, cena úřední a tržní

Jak napsal Seják (1999), pro oceňování přírodních zdrojů je podstatná suma očekávaných budoucích užiteků z využívání těchto zdrojů, význam má i faktor času, který vyjadřuje nerovnocennost ekonomických veličin nákladů a užiteků v čase. Při potřebě ocenit konkrétní přírodní zdroj, jako předmět uspokojující lidské potřeby, lze tak provést následujícími metodami:

- Metoda komparativní – Cena je odvozena od ceny jiného, avšak podobného statku.
- Metoda nákladová – Cena je odvozena z nákladů vynaložených na jeho získání.
- Metoda výnosová – Cena je odvozena z užitekových efektů, jež zdroj poskytuje.

Cena přírodních zdrojů je v tržních ekonomikách vyjadřována jako tržní cena služby daných zdrojů, tj. suma diskontovaných budoucích tržních rentních efektů zdroje za dobu používání. Nejčastěji je tedy obecně u přírodních zdrojů používána metoda výnosová (Seják 1999). Peněžnímu ohodnocení biotopů se věnoval Seják (2003), metoda vycházela z vytvořeného seznamu biotopů, kdy každý biotop dostal svou hodnotu dle interdisciplinární spolupráce ekologů a ekonomů. Bodová hodnota biotopů byla převedena na peněžní hodnotu násobením bodů průměrnými společenskými náklady na obnovení přírodního systému. Jeden bod zde byl vyjádřen hodnotou 12,40 Kč/m², přičemž hodnota biotopů se pohybovala mezi 37 Kč/m² až 992 Kč/m². Nejnižší ohodnocení dostávaly plochy odpřírodněné, jako betony a asfalty, zastavěné plochy. Nejvyšší ohodnocení měly silně kvalitní přírodní biotopy, od 70

bodů/m². Naproti tomu oceněním degradovaných půd se zabývala Janků (2008), hodnotila možnosti ocenění pozemků znehodnoceného kontaminací těžkými kovy a zaplavováním. Přestože trh s podobnými pozemky prakticky neexistuje, po pozemcích tohoto typu je stále velmi nízká poptávka kvůli sníženým možnostem využití a možných souvisejících nákladů na rekultivaci, jak uvedla ve své práci Janků, půda by neměla mít nulovou či zápornou hodnotu z důvodu, že ze své podstaty je omezeným přírodním zdrojem. Pozemek, kterým se Janků zabývala, nicméně vykazoval vysokou retenční funkci, a tedy chránil majetek dotčených obyvatel před znehodnocením.

Výchozím předpisem pro oceňování půdy je zákon č. 151/1997 Sb., o oceňování majetku a o změně některých zákonů (zákon o oceňování majetku) (Ministerstvo financí 1997). Zákon je průběžně aktualizován vyhláškami a v současné době platí vyhláška č. 337/2022 Sb. kterou se mění vyhláška č. 441/2013 Sb., k provedení zákona o oceňování majetku, ve znění pozdějších předpisů (Ministerstvo financí ČR 2022).

Úřední ceny se aktualizují dle kvalitativních změn vlastností půd, a tedy změn BPEJ a dále vývoje situace v tržních vztazích a nákladech (Bukovský et al. 2012). Tržní cenu majetku ale především reguluje trh samotný. Tržní oceňování stojí zejména na práci s informacemi o vývoji cen, tržních trendech a politicko-ekonomických podmínkách (Rossiter 1996).

3.5.2 Základní ceny půdy pro bonitované půdně-ekologické jednotky

Dle VÚMOP (2023) je základní ocenění zemědělské půdy vyměřeno ze specifických vlastností půdy, a to zejména z půdní úrodnosti. Vlastnosti byly zjišťovány během bonitace půdního fondu. Bonitace se opírá o základní, v podstatě neovlivnitelné faktory, kterými jsou klima, půdní typy, svažitost, skeletovitost a hloubka ornice konkrétního pozemku. Pro proces bonitace byl stěžejní Komplexní průzkum půd (KPP), uskutečněný mezi rokem 1961 a 1971. Jako výsledek procesu bonitace vznikla soustava bonitovaných půdně ekologických jednotek (BPEJ), ty jsou označovány jako základní mapovací a oceňovací jednotky. Databázi BPEJ vede a aktualizuje Státní pozemkový úřad (SPÚ).

Ekonomické ocenění BPEJ má základ v produkčním ocenění BPEJ, a to prostřednictvím parametrizovaných naturálních výnosů hlavních polních plodin, kterými jsou pšenice ozimá, žito seté, oves setý, ječmen jarní, kukuřice setá na zrna, lilek brambor, cukrová řepa, kukuřice setá na siláž, víceleté pícniny a brukev řepka a normativních nákladů vynaložených na dosažení zmíněných výnosů.

Parametry ekonomického oceňování zemědělské půdy jsou vedeny v databázi Ústavu zemědělské ekonomiky a informací (ÚZEI). Pro stanovení úředních cen zemědělské půdy bylo kritériem ekonomické ocenění hrubého ročního rentního efektu (HRRE) rostlinné výroby v daných agroekologických podmínkách při normativně stanovené efektivnosti hospodaření.

Pro určení ceny půdy finanční úřad zpravidla požaduje výpočet ceny pozemků dle BPEJ s navýšením o cenovou přírážku k základní ceně zemědělských pozemků, která se v současnosti pohybuje ve výši 20 až 56 % a to z hlediska sousednosti katastrálních území s oceňovanými pozemky k obcím dle jejich významu a velikosti. Přírážce se věnuje cenový věstník Ministerstva financí 14/2013 (VÚMOP 2023).

Základní ceny zemědělských pozemků podle bonitovaných půdně ekologických jednotek jsou dány přílohou č. 4 k vyhlášce č. 441/2013 Sb. Vyhláška k provedení zákona o oceňování majetku (oceňovací vyhláška) (Ministerstvo financí 2013).

4 Metodika

4.1 Získávání dat

4.1.1 Základní datový soubor

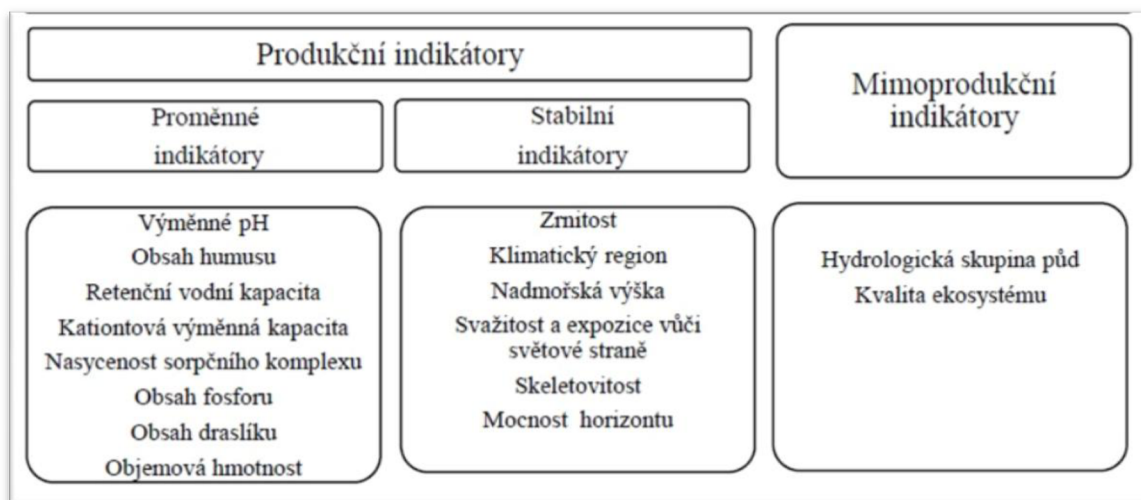
Získávání údajů pro základní datový soubor bylo soustředěno na čtyři okresy v rámci České republiky, a to okres Benešov, Mělník, Kolín a Praha-východ. Data o tržních cenách půdy konkrétních zemědělských pozemků byla získána z nabídek obchodníků s půdou, realitních kanceláří a soukromých majitelů prostřednictvím inzerátů na veřejně dostupných inzerentních portálech či přímou nabídkou od obchodníka. Prostřednictvím eKatalogu BPEJ Výzkumného ústavu meliorací a ochrany půdy, v.v.i zřizovaným Ministerstvem zemědělství České republiky byl zjištěn kód BPEJ, hlavní půdní jednotka, číslo klimatického regionu a úřední cena půdy jednotlivých vybraných pozemků. Počet bodů dle hlavní půdní jednotky a klimatického regionu byl získán z předešlých souvisejících diplomových prací z Katedry pedologie a ochrany půd, FAPPZ České zemědělské univerzity v Praze, snížení/zvýšení počtu bodů dle KR a výsledné bodové hodnocení půdy bylo dopočítáno na základě konzultací s odbornými pracovníky ČZÚ.

4.1.2 Bodové hodnocení půdy

Celkové bodové hodnocení půdy vycházelo z dat půdních sond zkoumaných v předešlých diplomových pracích na Katedře pedologie a ochrany půd, FAPPZ ČZÚ popisujících půdní charakteristiky získaných ze specializovaných informačních systémů.

Geografický informační systém ČR PuGIS byl pramenem pro zjištění zrnitostního složení, humusu, Cox, hloubku humusového horizontu, pH H₂O, pH KCl, CaCO₃, P₂O₅, K₂O, nasycenosti sorpčního komplexu, celkové sorpční kapacity. Využita byla také data z eKatalogu BPEJ Výzkumného ústavu meliorací a ochrany půdy. Kvalita ekosystému byla zjišťována pomocí vrstvy krajinného pokryvu CORINE Land Cover 2012. Kód BPEJ poskytoval podklad pro data o klimatickém regionu, půdním druhu, nadmořské výšce, skeletovitosti, expozici vůči světovým stranám, ročním úhrnu srážek a mocnosti půdního horizontu. Výzkumný ústav meliorací a ochrany půd poskytl data o hydrologických skupinách půd a retenční vodní kapacitě v rámci výzkumného projektu Ministerstva zemědělství NAZV QJ1520026. Data následně sloužila k hodnocení produkčních a mimoprodukčních funkcí půdy (Přikryl 2021).

Skupina produkčních indikátorů je rozdělena na indikátory stabilní a proměnné, tedy na indikátory vysoce odolné ke změnám podmínek v prostředí a indikátory v prostředí ovlivnitelné, sledována byla v 0-30 cm a 30-60 cm hloubky půdního profilu.



Obrázek 8 Rozdělení produkčních a mimoprodukčních indikátorů (Příkryl 2021)

Data zvolených indikátorů byla převedena na bodovou hodnotu dle kvality indikátoru. Dosaženo toho bylo s předlohou kategorizace, která se používá: k agrochemickému zkoušení půd ČR; v rámci přílohy č. 1 a 3 k vyhl. č. 275/1998, o agrochemickém zkoušení zemědělských půd a zjišťování půdních vlastností lesních pozemků, ve znění pozdějších předpisů. Dále z publikace Kritéria pro hodnocení produkčních a ekologických vlastností půd (Sáňka et al. 2018) a z hodnocení používaných Výzkumným ústavem meliorací a ochrany půdy.

Pomocí Saatyho metody párového srovnávání byla porovnávána významnost každého indikátoru, výsledkem párového porovnání bylo stanovení hodnoty významnosti prvku tedy váhy indikátoru. Pro minimalizaci vlivu subjektivního postoje řešitele doporučuje Sezima et al. (2018) právě Saatyho metodu, u které je pevně stanoveno hodnocení vah, ze kterého řešitel vychází. Jednotlivé váhy se podle významnosti pohybovaly od 1 do 9, se vzestupnou významností. Následně byla bodová hodnota indikátoru vynásobena vahou získanou v určité skupině indikátorů. Vznikly tak tři skupiny indikátorů, kdy každá z nich měla zohledněnou svou významnost. Porovnávány byly významnosti produkčních proměnných a stabilních indikátorů, významnost produkčních a mimoprodukčních indikátorů ke zjištění celkové bodové hodnoty půdy (viz. Obr. 7). Na řešení hodnocení se podíleli odborníci z České zemědělské univerzity v Praze (Příkryl 2021).

4.2 Zpracování dat

4.2.1 Korelační analýza

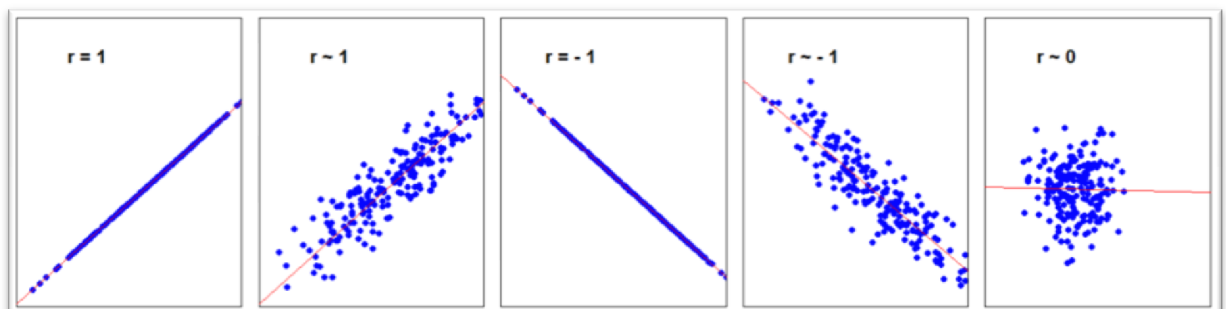
V závěrečné práci byla použita vedle popisné statistiky především statistická analýza pro určení korelace mezi dvěma diskrétními proměnnými. Korelační analýza je statistická metoda, která se používá ke studiu vztahu mezi dvěma nebo více proměnnými (Statistik Grundlagen 2023). Umožněno bylo tak měřit sílu vztahu mezi proměnnými v podobě cen půdy a bodového výsledků hodnocení půd.

Pomocí korelační analýzy lze určit, zda byl vztah statisticky významný. Statistická asociace byla vyjádřena v momentě, kdy hodnota jedné proměnné může alespoň částečně předpovídat hodnotu proměnné druhé.

Korelace je standardizovaná kovariance. Definiční obor korelace se pohybuje mezi hodnotami -1 až 1. Korelace ignoruje otázku příčiny a následku, nebo zda X závisí na Y nebo Y závisí na X nebo obě proměnné závisí na třetí proměnné Z. Podobně jako u kovariance pro nezávislé proměnné je korelace nulová, kde se korelační koeficient rovná 0. Pozitivní korelace $k = (0;1)$ znamená, že změny jdou stejným směrem. Když jedna proměnná (X) roste tak druhá proměnná (Y) také. Když jedna proměnná klesá, většinou i druhá proměnná klesá. Negativní korelace $k = (-1;0)$ znamená opačný směr. Jedna proměnná roste, tak druhá proměnná klesá, a když jedna proměnná klesá, obvykle druhá proměnná roste (Statistik Grundlagen 2023).

Dokonalá korelace $r = 1$ je, když znáte hodnotu jedné proměnné, můžete vypočítat přesnou hodnotu druhé proměnné. Podobně to platí pro dokonale negativní korelaci $r = -1$ (Planning 2023). Jak ale můžeme interpretovat hodnoty mezi 0 a 1 nebo mezi 0 a -1? Cohen (1988) navrhl jednotné „jazykové pravidlo“, které je používáno dodnes:

1. Od (+/-) $r = .10$ se mluví o slabém spojení (slabý efekt)
2. Od (+/-) $r = .30$ se mluví o střední korelaci (střední efekt)
3. Od (+/-) $r = .50$ se hovoří o silné korelaci (silném účinku)



Postup korelační analýzy je popsán následující podkapitolou. Nejprve byly stanoveny na základě odůvodněných předpokladů hypotézy.

1. Mezi tržní cenou a bodovou hodnotou půdy není statisticky významná závislost.
2. Mezi tržní cenou a bodovou hodnotou půdy existuje statisticky významná závislost.

4.2.2 Paersonův korelační koeficient

Pro úspěšné vypočtení korelačního koeficientu musely být změřeny proměnné X; Y, které jsme chtěli porovnávat. Tyto proměnné mohly být kvantitativní nebo kvalitativní. Pro výpočet korelace je používán korelační koeficient r. Nejběžnějším korelačním koeficientem je Paersonův korelační koeficient, který je používán k měření vztahu mezi dvěma proměnnými. Pro výpočet Pearsonova korelačního koeficientu byl použit následující vzorec:

Pearsonův korelační vzorec:

$$\rho_{XY} = \frac{E[(XE[X])(YE[Y])]}{\sigma_X \sigma_Y}$$

Pearsonův korelační vzorec – pomocí kovariance:

$$\rho = \frac{\text{Cov}(X,Y)}{\sigma_X \sigma_Y}$$

Upravený Pearsonova korelační vzorec:

$$r = \frac{\sum(x_i - \bar{x})(y_i - \bar{y})}{\sqrt{(\sum(x_i - \bar{x})^2 \sum(y_i - \bar{y})^2)}}$$

kde n je počet pozorování, X a Y jsou jednotlivé hodnoty proměnných a Σ označuje sumu.

Pearsonův korelační koeficient r po výpočtu může nabývat hodnot mezi -1 a 1. Hodnota 0 znamená, že neexistuje žádný vztah mezi proměnnými. Hypotézy jsou vyjádřeny matematickým zápisem takto (Statistik Grundlagen 2023):

$$H_0 : \rho = \rho_0; H_1 : \rho \neq \rho_0$$

Obvykle testujeme pro $\rho_0 = 0$

Ukázka Pearsonova korelačního vzorce - pomocí kovariance:

$$r = \frac{S_{XY}}{S_X S_Y}$$

Předpokladem pro výpočet korelačního koeficientu bylo: že šlo o spojité proměnné, tedy tyto dvě proměnné byly spojité (poměr nebo interval). Spojité proměnné mohou nabývat všech hodnot v daném intervalu a jejich konkrétní hodnota závisí jen na přesnosti měření, což splňují data o cenách půdy i bodové skóre půdy.

Vyloučeny byly odlehlé hodnoty, protože korelační metoda je citlivá na odlehlé hodnoty vzorku. Kontrolou prošly odlehlé hodnoty na úrovni páru. Vyloučeny mohly být hodnoty, které vznikly například chybou měření, což byly neobvykle vysoké tržní ceny půdy.

Výpočet musel splňovat podmínku lineárního vztahu mezi dvěma proměnnými. Korelace je velikost účinku linearity. Běžně používaná velikost efektu f^2 je odvozena od R^2 (r a R jsou stejné). Další podmínkou byla normalita, resp. dvourozměrné normální T-rozdělení. Nakonec musela být splněna podmínka homoscedasticity, což je homogenita rozptylu. Rozptyl reziduí byl konstantní a nezávisel na nezávislých proměnných X . Mohl tak být vypočítán rozptyl populace.

$$\sigma^2 = \frac{\sum(x_i - \bar{x})^2}{n}$$

Statistický ukazatel, který byl interpretován, byla P-hodnota (pravděpodobnostní hodnota). Používán je pro stanovení statistické významnosti výsledků. V korelační analýze se

p-hodnota používá k určení, zda byla korelace mezi dvěma proměnnými statisticky významná. Korelace je statistickým vztahem mezi dvěma proměnnými, který ukázal, jak byly tyto proměnné propojeny závislostí. Numerický ukazatel byl korelační koeficient ("r"), který měřil směr korelačního vztahu. P-hodnota měřila pravděpodobnost, se kterou by byla pozorovaná korelace v datech náhodná. P-hodnota je pravděpodobnost získání aktuálního statistického výsledku za předpokladu, že H_0 je správná. Když je p-hodnota menší než hladina významnosti (zpravidla 0,05), mohla být odmítnuta nulová hypotéza s malou pravděpodobností chyby. Hodnota p je významná, když je rovna hladině významnosti (α) nebo nižší. P-hodnota je pravděpodobnost odmítnutí správného H_0 .

- Levostranný graf: P-hodnota = $p(x \leq X)$
- Pravostranný: P-hodnota = $1 - p(x \leq X)$
- Dvoustranné: P-hodnota = $2 * \text{Min}(p(x \leq X), 1 - p(x \leq X))$

Nižší p-hodnota znamenala větší pravděpodobnost, že korelace byla skutečná a nejen náhodná. Pokud byla p-hodnota menší než 0,05, výsledky byly považovány za statisticky významné a mohlo být řečeno, že mezi proměnnými existovala korelace. Pokud byla p-hodnota větší než 0,05, znamenalo to, že nebyl důkaz pro to, že mezi proměnnými existovala statisticky významná korelace.

Například P-hodnota 0,03 znamenala, že fungovala 3% pravděpodobnost, že pozorovaná korelace mezi dvěma proměnnými byl pouze náhodný výsledek. Výsledky byly tedy statisticky významné na hladině významnosti 0,05 (5%), což znamená, že existovala dostatečně silná důkazní základna pro to, aby byla korelace mezi těmito dvěma proměnnými považována za skutečnou. Hladina významnosti 0,05 (5%) je běžně používaná hranice pro určení statistické významnosti většiny testů v oblasti statistiky a výzkumu. Pokud byla p-hodnota menší než tato hranice, výsledky byly považovány za statisticky významné, což znamená, že bylo možné zamítnout nulovou hypotézu. Naopak, pokud byla p-hodnota větší než tato hranice, nulová hypotéza nebyla zamítnuta a nebyl důkaz pro to, že mezi proměnnými existovala statisticky významná korelace. Charakteristiky Pearsonova korelačního koeficientu byly popsány s pomocí Planinga (2023).

5 Výsledky

Model korelace (Paersonova korelační analýza) pro účely diplomové práce sloužil k testování hypotézy. Nulová hypotéza byla formulována jako hypotéza o nezávislosti měřených proměnných X a Y. Na základě předpokladů slovní vyjádření hypotézy znělo, že neexistuje statisticky významná závislost mezi cenou zemědělské půdy a bodovým hodnocením kvality půdy. Alternativní hypotéza byla formulována tak, že existuje statisticky významná závislost mezi měřenými proměnnými X a Y, z nichž jedna proměnná byla závislá a druhá nezávislá. Korelační analýza měřila vzájemnou závislost obou proměnných.

Matematické vyjádření hypotézy bylo následující:

$$H_0 : \rho = \rho_0$$

$$H_1 : \rho \neq \rho_0$$

Obvykle je testováno pro $\rho_0 = 0$, proto byl použit t-test. Statistická kovariance, použitá pro statistické vyhodnocení, popisovala vztah mezi dvěma proměnnými. Rozsah kovariance je neomezený od záporného nekonečna do kladného nekonečna. U nezávislých proměnných je kovariance nulová. Pozitivní kovariance je vyjádřením změny, která jde stejným směrem. Když jedna proměnná roste, obvykle roste i druhá proměnná. Když jedna proměnná klesá, většinou i druhá proměnná klesá. Negativní kovariance má opačný směr, když jedna proměnná roste, obvykle druhá proměnná klesá, a když jedna proměnná klesá, druhá proměnná zpravidla roste. K výpočtu korelačního koeficientu bylo potřeba využít vybrané popisné charakteristiky, především směrodatnou odchylku X (cena půdy) a Y (bodové hodnocení kvality půdy).

$$S_{XY} = \frac{\sum(x_i - \bar{x})(y_i - \bar{y})}{n-1}$$

Tak jak bylo uvedeno v Metodice práce, lze říci, že existuje korelace mezi dvěma proměnnými nebo statistická asociace, když hodnota jedné proměnné může alespoň částečně předpovídat hodnotu druhé proměnné. Korelace je standardizovaná kovariance, rozsah korelace je mezi -1 a 1. Korelace ignoruje otázku příčiny a následku, zda X závisí na Y nebo Y závisí na X nebo obě proměnné závisí na třetí proměnné Z. Podobně jako u kovariance, pro nezávislé proměnné je korelace nulová. Pearsonův korelační koeficient, který byl v našem výpočtu použit, je typ korelace, která měří lineární asociaci mezi dvěma proměnnými.

Populační Pearsonův korelační vzorec:

$$\rho_{XY} = \frac{E[(XE[X])(YE[Y])]}{\sigma_X \cdot \sigma_Y}$$

Populační Pearsonův korelační vzorec - pomocí kovariance:

$$\rho_{XY} = \frac{E[(XE[X])(YE[Y])]}{\sigma_X \cdot \sigma_Y}$$

Pearsonův korelační koeficient vypočítáme:

$$\rho_{XY} = \frac{E[(XE[X])(YE[Y])]}{\sigma_X \cdot \sigma_Y}$$

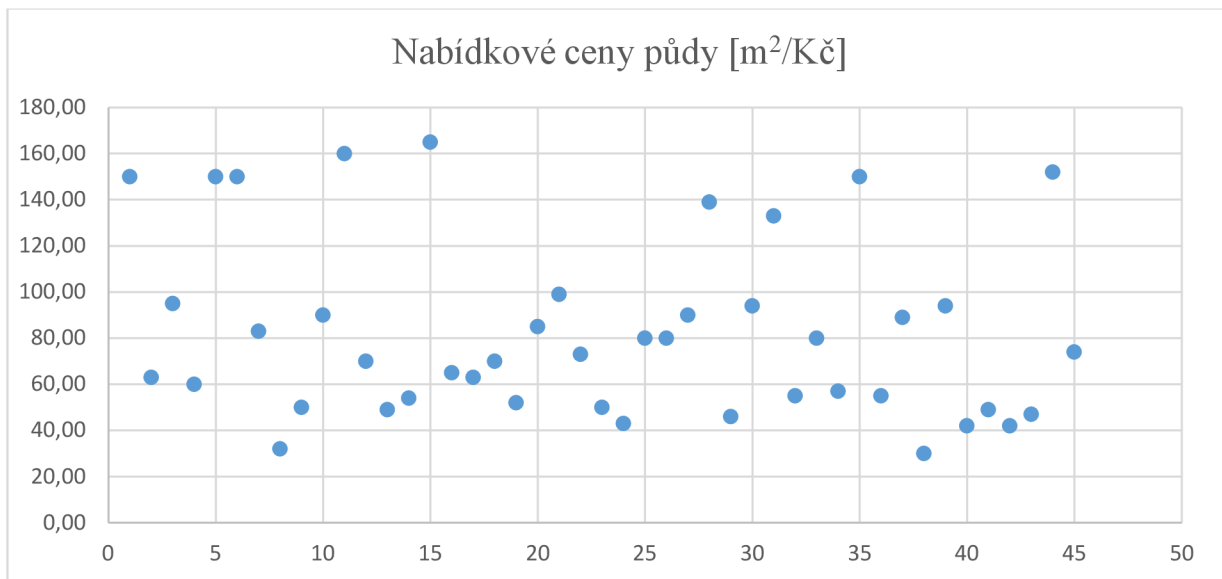
Pearsonova korelačního vzorce – pomocí kovariance vypočítáme:

$$r = \frac{S_{XY}}{S_X S_Y}$$

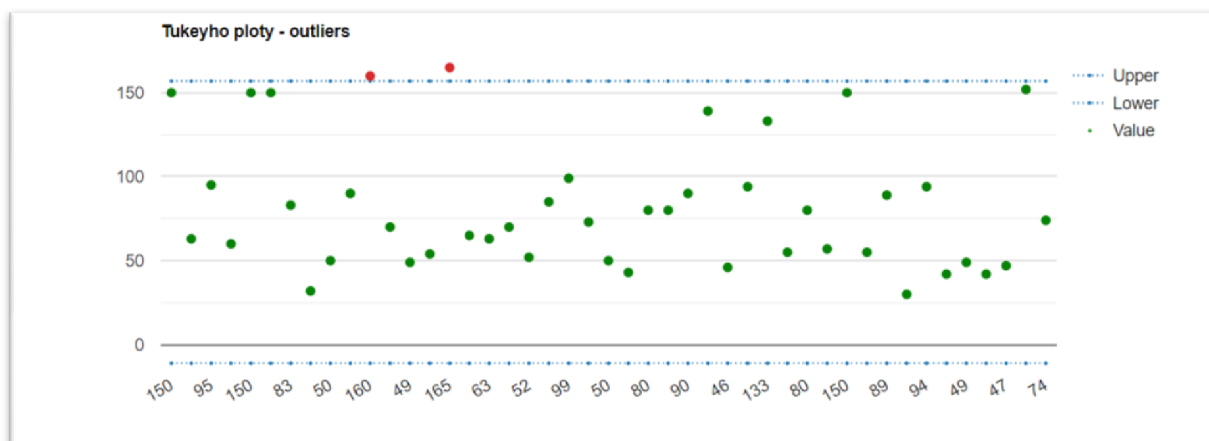
Výsledky výpočtů byly pak uvedeny v tabulkách i s postupem výpočtu. Data splňovala předpoklady pro korelační analýzu, šlo o spojitě proměnné. Odlehlé hodnoty byly pro korelační analýzu vyhlazeny, korelační hodnota vzorku je citlivá na odlehlé hodnoty. Hodnoty, které byly použity pro výpočet, splňovaly podmínku normality. Místo kontroly bivariační normály mohla být vypočítána lineární regrese a zkontrolována normalita reziduí. Homoscedasticita byla také splněna. Jde o homogenitu rozptylu, kdy rozptyl reziduí je konstantní a nezávisí na nezávislých proměnných X_i . Testy byly prováděny po kontrole podmínek. Když byl nulový předpoklad pro $\rho_0 = 0$, nezávislé proměnné X a Y měly bivariační normální rozdělení nebo byla velikost vzorku velká, mohl být použit t-test.

5.1 Model č. 1 – okres Mělník

V Grafu 1 programu MS Excel byly uvedeny všechny zjištěné hodnoty nabídkových cen zemědělské půdy v okrese Mělník. Data byla sbírána pomocí metody výběrového šetření. Šlo o výsledek vlastního terénního výzkumu. Odlehlé hodnoty (viz. Obr. 10) byly na úrovni 150 Kč/m² a více. Tyto naměřené hodnoty (nabídkové/tržní ceny za m²) bylo možné pokládat za ceny, do nichž se promítala budoucí změněná funkce zemědělské půdy, při záměrech urbanistického rozvoje. Z grafu (viz. Obr. 10) lze vyčíst, že ceny, které jsou v koridoru, který je vyznačen modrými horizonty, lze pokládat za ceny s nejvyšší četností, zpravidla šlo o půdu určenou skutečně k zemědělskému využití. Lze tedy říci, že čím více bylo odlehlých hodnot nabídkových cen půdy, tím více bude v dané oblasti zemědělská půda vystavena budoucím změnám využití pro nezemědělské účely. Odpovídal tomu také statistický výpočet pomocí korelační analýzy.



Graf 1 Hodnoty nabídkových cen půdy – okres Mělník [m²/Kč] (Vlastní výpočet)



Obrázek 10 Tukeyho graf odlehlých hodnot – okres Mělník (Vlastní výpočet)

Odlehlé hodnoty nabídkových cen půdy (viz. Obr. 10) nebyly v modelu použity, neboť šlo o extrém. Vidíme, že vybrané hodnoty, nebylo do modelu zahrnout, neboť nešlo o běžnou cenu za m² zemědělské půdy, nýbrž o cenu, do které se promítal investiční záměr nebo jiný socioekonomický faktor. Nejčastěji se cenové hodnoty pohybovaly mezi 25 Kč a 150 Kč za m² zemědělské půdy. V následující tabulce (viz. Tab. 4) jsou uvedeny výsledky výpočtu, vytvořeny pomocí webového nástroje Statistics Kingdom (2023). Nejdůležitější výsledek byl především Pearsonův korelační koeficient a p-hodnota. Z těchto výsledků bylo možné vyvodit, zda lze či nelze zamítnout H₀. Výsledek na hodnotě r=-0,04, ukázal, že nebylo možné na hladině významnosti 5 % zamítnout H₀. Platil tedy náš předpoklad, že neexistovala statisticky významná závislost mezi cenou a bodovou hodnotou půdy. Také p-hodnota, která byla vyšší než 5 %, ukazuje stejný výsledek, nelze zamítnout H₀.

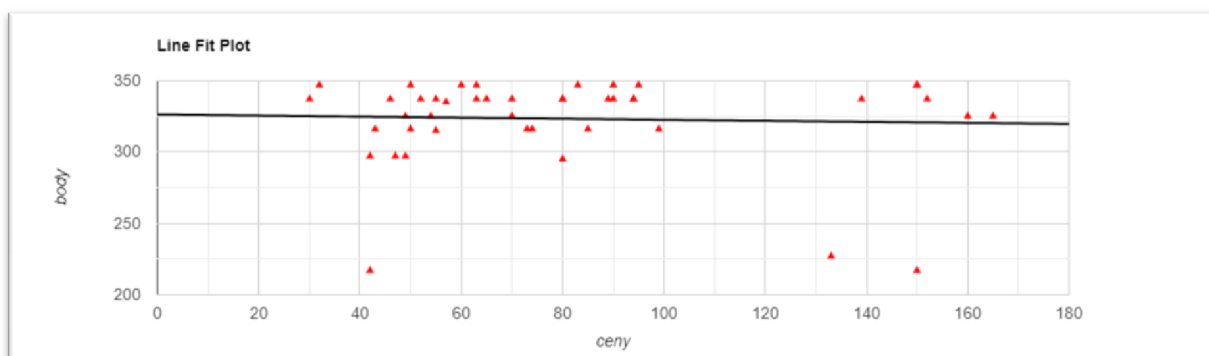
Tabulka 4 Výsledky statistického výpočtu - okres Mělník (Vlastní výpočet)

Parametr	Hodnota
Pearsonův korelační koeficient (r)	-0,04476
P-hodnota	0,7703
Kovariance	-54,4455
Velikost vzorku (n)	45
Statistický	-0,2938

Jak ukázalo shrnutí (viz. Tab. 4), tak n=45 byl dostatečně velký počet pozorování a výsledky výpočtů bylo možné považovat za dostatečně robustní. Korelace vyjádřená ve formátu APA ukázala, že mezi cenami za metr čtvereční a bodovým hodnocením kvality půdy existoval nevýznamný velmi malý negativní vztah.

$$\downarrow r = -0,04476$$

Statisticky slabý negativní vztah, který byl vyjádřen numericky jako koeficient r, byl popsán také graficky na následujícím grafu. Funkce byla klesající jen mírně, spíše se opticky blížila nule.



Obrázek 11 Korelační graf - okres Mělník

Postup výpočtu:

$$\bar{x} = \frac{150+63+\dots+152+74}{45} = 82,2$$

$$\bar{y} = \frac{100+501+\dots+1901+1901}{45} = 2297,6444$$

$$\Sigma(x_i - \bar{x})^2 = (150-82,2)^2 + (63-82,2)^2 + \dots + (152-82,2)^2 + (74-82,2)^2 = 65529,2$$

$$\Sigma(y_i - \bar{y})^2 = (100-2297,64)^2 + (501-2297,64)^2 + \dots + (1901-2297,64)^2 + (1901-2297,64)^2 = 133404158,3$$

$$\Sigma(x_i - \bar{x})(y_i - \bar{y}) = (150-82,2)*(100-2297,64)+2017,62*(63)*8 -2297,64)+\dots+(152-82,2)*(1901-2297,64)+(74-82,2)*(1901-2297,64) = -315433,8$$

Pokud byl součet odchylek hodnoty X a Y -315433,8, znamenalo to, že hodnoty X a Y se v průměru odchylovaly od průměru obou množin o -315433,8.

Výpočet Pearsonova korelačního koeficientu r:

$$S_{XY} = \frac{\sum(x_i - \bar{x})(y_i - \bar{y})}{n-1}$$

$$S_{XY} = \frac{-315433,8}{45 - 1} = -7168,95$$

$$r = \frac{\sum(x_i - \bar{x})(y_i - \bar{y})}{\sqrt{(\sum(x_i - \bar{x})^2) (\sum(y_i - \bar{y})^2)}}$$

$$r = \frac{-315433,8}{\sqrt{(65529,2 * 133404158,3)}} = -0,04$$

Pearsonův korelační koeficient měřil sílu lineárního vztahu mezi dvěma proměnnými. Hodnota Pearsonova korelačního koeficientu se pohybuje mezi -1 a 1, kde hodnota blíží se 1 indikuje silný pozitivní lineární vztah, hodnota blíží se -1 indikuje silný negativní lineární vztah a hodnota blíží se 0 indikuje nedostatek lineárního vztahu. Hodnota Pearsonova korelačního koeficientu -0,04 indikovala velmi slabý negativní lineární vztah mezi dvěma proměnnými. To znamená, že existovala malá tendence, že když se jedna proměnná zvýšila, druhá klesala, avšak vztah mezi nimi nebyl statisticky významný. Významné statistické vztahy mají obvykle hodnotu korelačního koeficientu větší než 0,3 nebo menší než -0,3. Do tržních cen půdy se v okrese Mělník téměř nepropisovala půdní kvalita. Na Mělnicku tedy nabídkovou cenu zemědělské půdy ovlivňovaly spíše socioekonomické faktory jako je například územní plánování, které zahrnuje priority v oblasti infrastrukturního rozvoje.

Alternativní výpočet Pearsonova korelačního koeficientu r (zkouška):

$$r = \frac{S_{XY}}{S_X S_Y}$$

$$r = \frac{-7168,95}{38,5914 * 1741,2388} = -0,04$$

Kontrolní výpočet ukázal stejnou hodnotu tedy korelační koeficient na úrovni -0,04.

Tabulka 5 Výpočet popisných charakteristik

$x - \bar{x}$	$y - \bar{y}$	$(x - \bar{x})^2$	$(y - \bar{y})^2$	$(x - \bar{x})(y - \bar{y})$
7,8 -19,2 12,8	-2197.6444 -	4596.84 368.64	4596.84	-149000.2933
-22,2 67,8 67,8	1796.6444 -	163.84 492.84	368.64 163.84	34495.5733 -
0,8 -50,2 -32,2	1796.6444 -	4596.84	492.84	22997.0489 48565.7067
7,8 77,8 -12,2	2187.6444 -	4596.84 0.64	4596.84	-121812.4933 -
-33,2 -28,2	1796.6444 -	2520.04	4596.84 0.64	98828.2933 -1750.1156
82,8 -17,2 -	1457.6444 -	1036.84 60.84	2520.04	90191.5511 57851.9511
19,2 -12,2 -	2187.6444 -	6052.84 148.84	1036.84 60.84	-11603.6267 -
30,2 2,8 16,8 -	1796.6444 -	1102.24 795.24	6052.84	155416.7378
22.27,2,21,8	1796.6444 -	6855.84 295.84	148.84	24371.2622 56361.7956
50,8 -26,2,2,8	1487.6444 -	368.64 148.84	1102.24	-90306.4267 273435.04
50,8 -	1997.6444 -	912.04 7.84	795.24	-55080.5156 -
27,2,2,21,8	1997.6444 -	282.24 84.64	6855.84	61485.2267 -
50,8 -	1697.6444	1036.84	295.84 368.64	39068.7378 -
27,21,2,21,8 -	3202.3556	1536.64 4.84	148.84 912.04	96711.1378 8966.5956
227,21,2,8 -2,2	3302.3556	4.84 60.84	7.84 282.24	53799.5733 10006.3289
-2,2 7,8 56,8 -	3202.3556	3226.24	84.64 1036.84	-45671.0489 -
227,2,2,2 -2,2	3202.3556	1310.44 139.24	1536.64 4.84	27963.5378 -1547.3822
7,8 56,8 - -2,2	3202.3556	2580.64 739.84	4.84 60.84	192.8178 -1463.6267 -
-25,2 67,8 -	3202.3556	4.84 635.04	3226.24	4864.6044 3100.3289 -
27,2 6,8 -52,2	3202.3556	4596.84 739.84	1310.44	526.8044 -9532.3378
11,8 -40,2 -	3202.3556 -	46.24 2724.84	139.24	5022,3289 192,8178
33,2 -40,2 -	1087.6444	139.24 1616.04	2580.64	2158,24 -3094,6933
35,2 69,8 -8,2	1418.3556 713.3556	1102.24	739.84 4.84	5103,9289 -1262,3822
	703.3556 -87.6444 -	1616.04	635.04	4575,04 -1010,6044
	187.6444 -85.6444 -	1239.04	4596.84	7543,3067
	85.6444 -44.6444 -	4872.04 67.24	739.84 46.24	2909,5473836
	187,6444 -184,6444		2724.84	2909,7273836
	-87,6444 -85,6444 -		139.24	2909,7273836 45,05
	45,6444 -187,6444 -		1616.04	
	185,6444 -87,6444 -		1102.24	
	87,6444 -85,6444 -		1616.04	
	187,6444 -		1239.04	
	667,44444 -		4872.04 67.24	
	39,639,63,64444 -			
	39,18			
0	0	65529,2 (SS_x)	13404158,3 (SS_y)	-35433,8 (SP_{xy})

Rozptyl (viz. Tab. 5) je statistická míra variability nebo rozptýlení hodnot v dané množině dat. Pokud máme danou množinu dat, můžeme vypočítat rozptyl jako průměrnou kvadratickou odchylku od průměru této množiny dat. Pokud je rozptyl SS_x 65529,2 znamená to, že hodnoty v této množině dat mají relativně vysokou míru variability nebo rozptýlení, a to kvůli vysoké hodnotě rozptylu. V cenách byly zahrnuty údaje v intervalu od 23 do 150 Kč za m^2 .

Postup testovacího výpočtu:

$$S = \sqrt{\left(\frac{1 - r^2}{n-2}\right)}$$

$$S = \sqrt{\left(\frac{1 - (-0,1067)^2}{45 - 2}\right)} = 0,1516$$

$$\text{statistika} = \frac{r - 0}{S}$$

$$\text{statistika} = \frac{-0,1067 - 0}{0,1516} = -0,71147$$

$$p = p(x \leq -0,7036) = 0,2427$$

$$\text{p-hodnota} = 2 * \text{Min}(p, 1 - p) = 2 * \text{Min}(0,2427, 0,7573) = 0,7$$

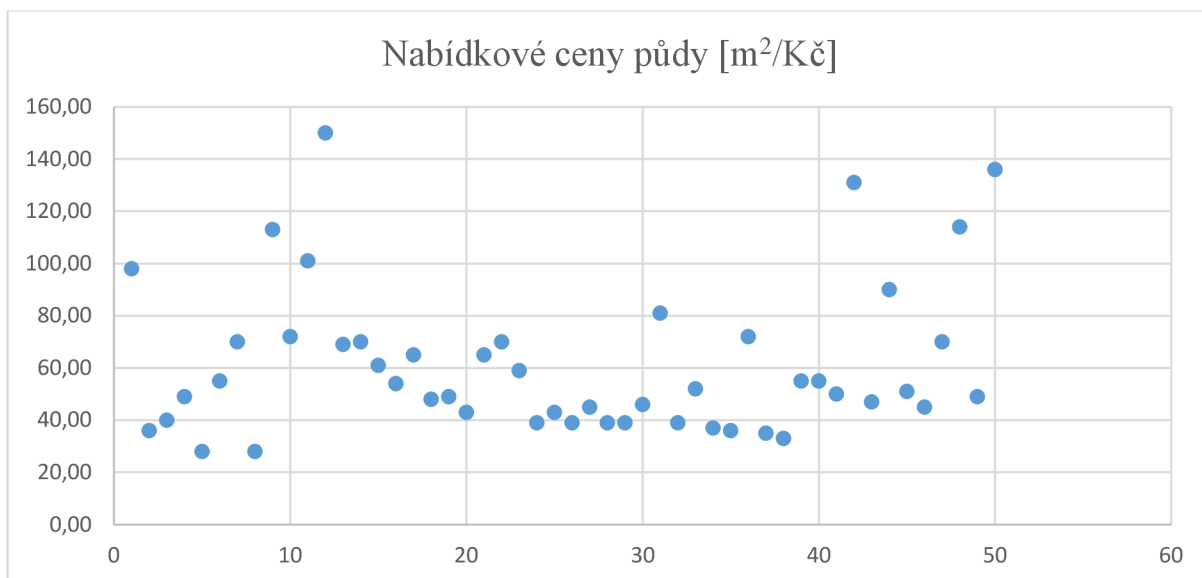
Test prokázal, že p hodnota byla vyšší než 0,5. Vyhodnocení testu ve vztahu k hypotézám: H_0 hypotézu nebylo možné zamítnout, protože p-hodnota $> \alpha$. Rozdíl mezi korelací vzorku a očekávanou korelací nebyl tak velký, aby byl statisticky významný. Nevýznamný výsledek nemohl prokázat, že H_0 byla správná, pouze jsme mohli říci, že nulový předpoklad nelze zamítnout. Vypočítaná P-hodnota se rovnala 0,7 ($P = p(x \leq -0,7036) = 0,2427$). To znamenalo, že pravděpodobnost chyby, která odmítla správnou H_0 , byla příliš vysoká (24,3 %). Čím větší je p-hodnota, tím více podporuje H_0 . Testovací statistika T se rovnala -0,71147, což bylo v 95% oblasti přijatelnosti: [-2,2427; 2,0106].

Protože p-hodnota $> \alpha$, H_0 nelze zamítnout.

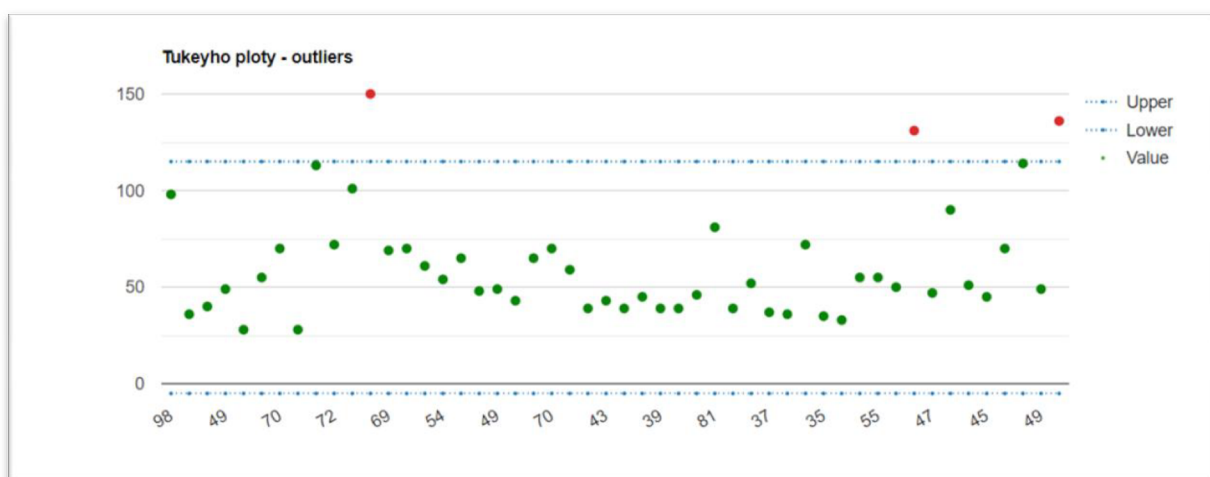
I s vyloučením odlehklých hodnot a bez potvrzení H_0 lze tvrdit, že neexistovala významná závislost mezi nabídkovými cenami a bodovou hodnotou půdy. Mělnická oblast spadá do oblasti budoucího metropolitního rozvoje Prahy a rozvojové osy Praha-Ústí nad Labem-Drážďany.

5.2 Model č. 2 – okres Benešov

Všechny údaje nabídkových cen půdy v regionu Benešova byly znázorněny v Grafu 2. Interval nejčastějších cen zemědělské půdy na Benešovsku (viz. Obr. 12) se pohyboval mezi 23 Kč a 120 Kč. Vyskytovaly se zde nabídky, které zahrnují úmysl v budoucnu zemědělskou půdu využít k nezemědělským, například ke stavebním účelům. Četnost těchto nabídek a tím i počet odlehklých veličin měření byl nízký, a to i přes to, že Benešovsko se nachází na dvou rozvojových osách (Praha-České Budějovice-Linz a Praha-Jihlava-Brno).



Graf 2 - Hodnoty nabídkových cen půdy – okres Benešov [m²/Kč] (Vlastní výpočet)



Obrázek 12 - Tukeyho graf odlehlých hodnot - okres Benešov (Vlastní výpočet)

Postup výpočtu Tukeyho grafu pro okres Benešov:

Výpočet Q1 a Q3:

$$Q1 = 40 .$$

$$Q3 = 70 .$$

$$IRQ = Q3 - Q1 = 70 - 40 = 30 .$$

$$\text{Nižší} = Q1 - k * IRQ = 40 - 1,5 * 30 = -5 .$$

$$\text{Horní} = Q3 + k * IRQ = 70 + 1,5 * 30 = 115 .$$

Velikost vzorku (n) = 50 .

Počet odlehlých hodnot: 3 .

Odlehlé hodnoty: 150, 131, 136

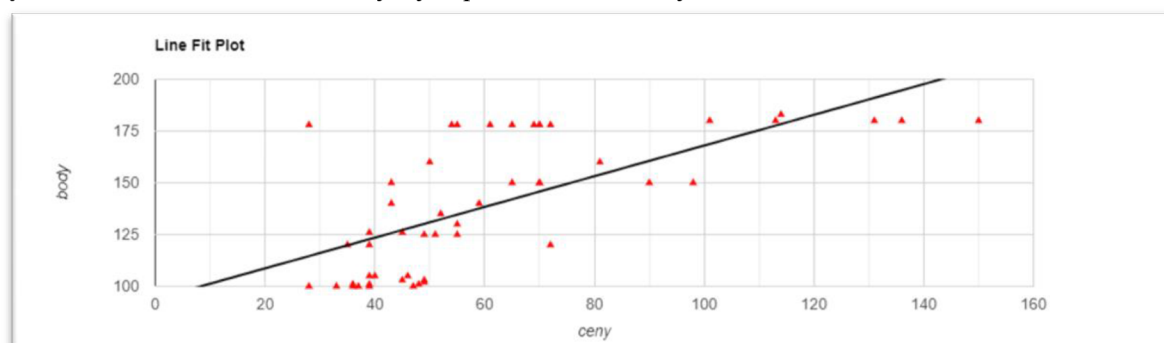
Tabulka 6 Výsledky statistického výpočtu - okres Benešov (Vlastní výpočet)

Parametr	Hodnota
Pearsonův korelační koeficient (r)	0,6709
P-hodnota	0,000000009
Kovariance	602,3702
Velikost vzorku (n)	50
Statistický	6,2686

Hodnota Pearsonova korelačního koeficientu (viz. Tab. 6) 0,67 definovala pozitivní korelaci mezi cenou půdy a její hodnotou, vyjádřenou v bodech. R koeficient ukázal, že cenu zemědělské půdy bylo možné považovat za relativně více ovlivněnou kvalitou půd.

$$\hat{r} = 0,6709$$

V případě hodnoty Pearsonova korelačního koeficientu 0,67, zjištěno, že existovala pozitivní korelace mezi dvěma proměnnými, tuto korelaci bylo možno považovat za středně silnou. Tento výsledek potvrdil, že existovala spojitost mezi dvěma proměnnými, spojitost byla dostatečně silná na to, aby byla považována za významnou.



Obrázek 13 - Korelační graf - okres Benešov

Výpočet je následující:

$$\bar{x} = \frac{98+66+\dots+149+136}{50} = 61,22$$

$$\bar{y} = \frac{5800+5800+\dots+4702+4710}{50} = 3213,08$$

$$\Sigma(x_i - \bar{x})^2 = (98-62,22)^2 + (66-62,22)^2 + \dots + (149-62,22)^2 + (136-62,22)^2 = 42486,58$$

$$\Sigma(y_i - \bar{y})^2 = (5800-3213,08)^2 + (5800-3213,08)^2 + \dots + (4702-3213,08)^2 + (4710-3213,08)^2 = 2660839,68$$

$$\Sigma(x_i - \bar{x})(y_i - \bar{y}) = (98-62,22)*(5800-3213,08) + (66-62,22)*(5800-3213,08) + \dots + (149-62,22)*(4702-3213,08) + (136-62,22)*(4710-3213,08) = 48811,12$$

Výpočet Pearsonova korelačního koeficientu r:

$$S_{XY} = \frac{\sum(x_i - \bar{x})(y_i - \bar{y})}{n-1}$$

$$S_{XY} = \frac{491111.12}{50:1} = 12022,6759$$

$$r = \frac{\sum(x_i - \bar{x})(y_i - \bar{y})}{\sqrt{(\sum(x_i - \bar{x})^2 \sum(y_i - \bar{y})^2)}}$$

$$r = \frac{491111.12}{\sqrt{(43486,58 * 27330839,68)}} = 0,67$$

Alternativní výpočet Pearsonova korelačního koeficientu r (zkouška):

$$r = \frac{S_{XY}}{S_X S_Y}$$

$$r = \frac{10022,6759}{29,7906 * 746,8415} = 0,67$$

Kontrolní výpočet ukázal stejnou hodnotu, tedy korelační koeficient na úrovni 0,67. Korelace mezi bodovou hodnotou půdy a její tržní cenou na úrovni 0,67 znamená, že existovala středně silná pozitivní souvislost mezi těmito dvěma proměnnými (viz. Obr. 13). To znamená, že pokud se zvyšovala bodová hodnota půdy, zvyšovala se i cena půdy a naopak, pokud se snižovala bodová hodnota půdy, snižovala se i cena půdy. Hodnota 0,67 ukázala na středně silnou korelaci mezi těmito dvěma proměnnými, což znamená, že existoval určitý vztah mezi nimi, ale ne vždy byl tento vztah dostatečně silný na to, aby bylo možné přesně předpovědět tržní cenu půdy na základě její kvality.

Tabulka 7 Výpočet popisných charakteristik

$x - \bar{x}$	$y - \bar{y}$	$(x - \bar{x})^2$	$(y - \bar{y})^2$	$(x - \bar{x})(y - \bar{y})$
35,78 3,78 -	2586,92 2586,92	1280.2084	1280.2084	92559.9976 9778.5576
22,22 -13,22 -	-302,08 -302,08	14.2884 493.7284	14.2884 493.7284	6712.2176 3993.4976
34,22 -7,22	-302,08 -312,08	174.7684	174.7684	10337.1776 2253.2176
7,78 -34,22	-312,08 -302,08	1171.0084	1171.0084	-2427.9824
50,78 9,78	-302,08 -312,08	52.1284 60.5284	52.1284 60.5284	10337.1776 -
38,78 87,78	-499,08 -562,08	1171.0084	1171.0084	15339.6224 -
6,78 7,78 -1,22	-308 -2999,08 -	2578.6084	2578.6084	3052.1424 -
-8,22 -22 -	08 -299,08 -08 -	95.6484	95.6484	19354.3224 -
19,2222222222	299,08 -08 -	1503.8884	1503.8884	49339.3824 -
22222222 -	292,08 -08 -	7705.3284	7705.3284	2048.1024 7.1576
12,22 -22 -	29992,08 -08 -	45.9684 60.5284	45.9684 60.5284	368.5376 2565.2976 -
12,22 -22 -	308292,08 -08 -	1.4884 67.5684	1.4884 67.5684	859.2424 -7151.5224
19,22 -22 -	3082,0822,08 -	7.7284 202.2084	7.7284 202.2084	3953.8376 5748.3176

19,22 -22 -	32,08 -32,08 -	174.7684	174.7684	-839.7824 -2427.9824
19,22 -22 -	32,08 -32,08 -	369.4084 7.7284	369.4084 7.7284	972.6976 7014.2976
19,22 -22 -	32,08 -32,08 -	60.5284 10.3684	60.5284 10.3684	5805.9776 7246.4976
19,22 -22 -	32,08 -32,08 -	539.1684	539.1684	5201.8176 7176.8376
19,22 -12,22 -	32,08 -32,08 -	369.4084	369.4084	6944.6376 4899.7376
12,22 -12,22 -	32,08 -32,08 -	539.1684	539.1684	-5673.0624 7176.8376
12,22 -12,22 -	32,08 - -309,08 -	296.5284	296.5284	3056.5976 6533.9976
12,22 -12,22 -	299,08 -302,08 -	539.1684	539.1684	7920.5376 -2954.3424
23,22 -10,22 -	302,08 -309,08 -	539.1684	539.1684	8494.8176 8739.1176
25,22 -26,22	299,08 -259,08 -	263.0884	263.0884	2253,2176 15,0176
9,78 -27,22 -	302,08 -302,08 -	352.6884	352.6884	3691,4176 9743,1376
29,22 -7,22 -	312,08 -299,08 -	539.1684	539.1684	4551,9976 -8586,2424
7,22 -12,22 -	312,08 -2,08 -	104.4484	104.4484	-2669,4624 -
31,22 -15,22	302,08 -312,08 -	636.0484	636.0484	3632,0424 49946,2176
27,78 -11,22 -	299,08 -309,08	687.4884 95.6484	687.4884 95.6484	71760714,751
17,22	237,92 210,92	740.9284	740.9284	
27,87877	17992.92086,92,	853.8084 52.1284	853.8084 52.1284	
51,77	08.	52.1284 149.3284	52.1284 149.3284	
		974.6884	974.6884	
		231.6484	231.6484	
		771.7284	771.7284	
		125.8884	125.8884	
		296.5284	296.5284	
		771.7284	771.7284	
		2681.1684	2681.1684	
		7530.7684	7530.7684	
		5443.4884	5443.4884	
0	0	42486,58 (SS _x)	26330839,68 (SS _y)	451111.12 (SP _{xy})

Testovací výpočet:

$$S = \sqrt{\frac{1 - r^2}{n-2}}$$

$$S = \sqrt{\frac{1 - 0,4505^2}{50 - 2}} = \mathbf{0,1289}$$

$$\text{statistika} = \frac{r - 0}{S}$$

$$\text{statistika} = \frac{0,4505 - 0}{0,1289} = \mathbf{3,4958}$$

$$p = p(x \leq 3,4958) = 0,9995$$

$$p\text{-hodnota} = 2 * \text{Min}(p, 1 - p) = 2 * \text{Min}(0,9995, 0,000514) = \mathbf{0,00000009}$$

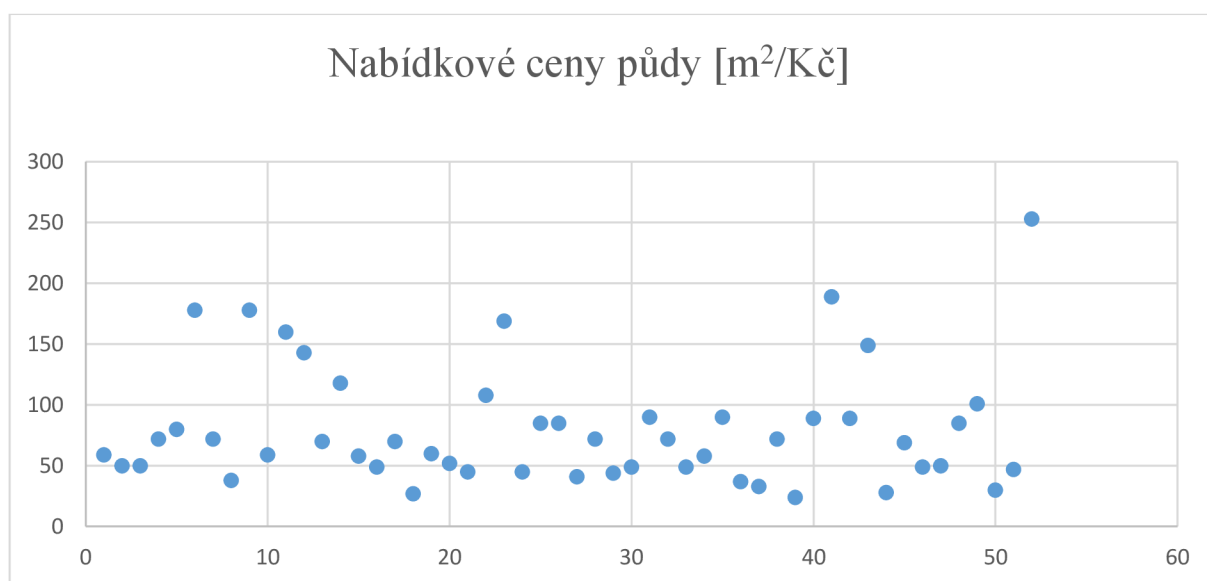
Rozdíl mezi výběrovou korelací a očekávanou korelací byl dostatečně velký na to, aby byl statisticky významný. P-hodnota se rovnala 0,00009, ($P(x \leq 3,4958) = 0,9995$). To znamená, že pravděpodobnost chyby typu I (odmítnutí správné H_0) byla malá: 0,00000009 (0,01 %). Čím menší je p-hodnota, tím více byla podporována H_1 . Dále testovací statistika T se rovnala 3,4958, což nebylo v 95% oblasti přijatelnosti: [-2,0206, 2,0206].

Protože p -hodnota $< \alpha$, H_0 byla zamítnuta.

Hodnota půdy vyjádřená v bodech se propisovala do ceny velice zdatně, a to i přes to, že je Benešovsko na dvou rozvojových osách a to Praha-České Budějovice-Linz a Praha-Jihlava-Brno.

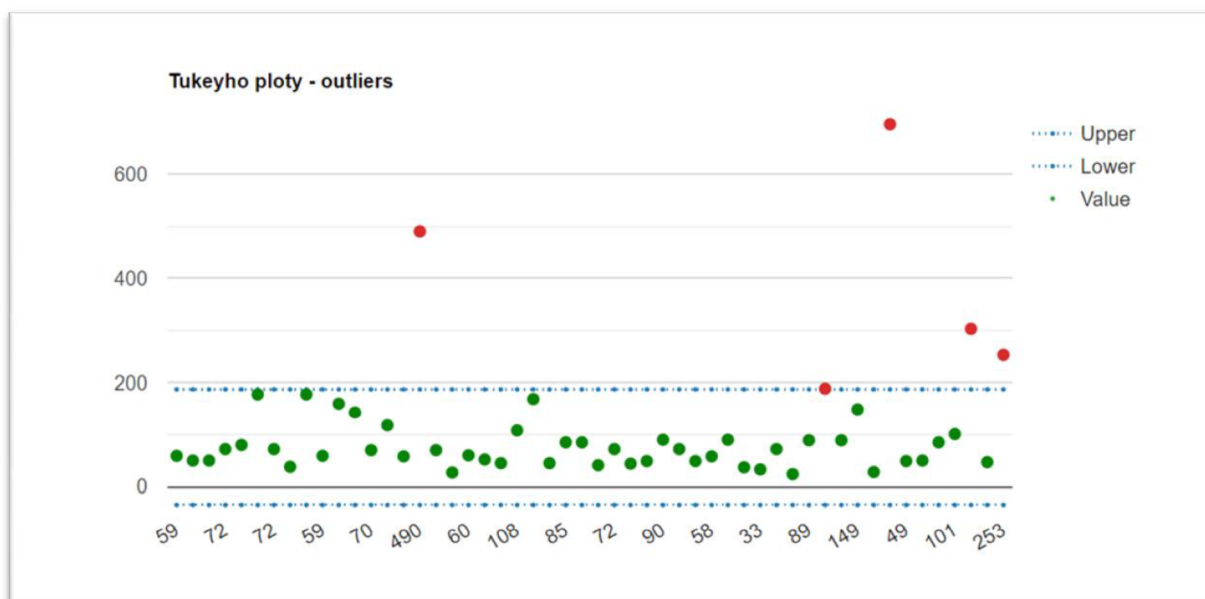
5.3 Model č. 3 – okres Kolín

Severní část okresu Kolín je součástí rozvojové oblasti, která je podél dálnice E67. Střední a jižní část Kolínska je mimo tuto rozvojovou oblast. Kolínsko je částí rozvojové osy Praha-Hradec Králové-Pardubice-Trutnov-Wroclaw a bylo možné předpokládat, že do nabídkové ceny půdy se mohly propisovat socioekonomické faktory ve zvýšené úrovni.



Graf 3 - Hodnoty nabídkových cen půdy – okres Kolín [m²/Kč] (Vlastní výpočet)

Získané údaje o tržních cenách půdy byly uvedeny v Grafu 3. Nejvyšší četnost cen zemědělské půdy na Kolínsku (viz. Obr. 14) byla v intervalu od 25 Kč do 200 Kč. Odlehlé hodnoty byly znovu spíše výjimečné, avšak s četnějším výskytem než u předchozích modelů. Mohli jsme je z modelu vyloučit, neboť bylo možné předpokládat, že tyto odlehlé hodnoty byly způsobeny úmyslem prodejce prodat zemědělskou půdu jako potenciálně stavební pozemek nebo pozemek pro jiné než zemědělské využití.



Obrázek 14 - Tukeyho graf odlehlých hodnot - okres Kolín (Vlastní výpočet)

Postup výpočtu Tukeyho grafu pro okres Kolín:

Výpočet Q1 a Q3:

Q1 = 49 .

Q3 = 104,5 .

IRQ = Q3 - Q1 = 104,5 - 49 = 55,5 .

Nížší = Q1 - k* IRQ = 49 - 1,5 x 55,5 = -34,25 .

Horní = Q3 + k* IRQ = 104,5 + 1,5 x 55,5 = 187,75 .

Velikost vzorku (n) = 52 .

Počet odlehlých hodnot: 5.

Odlehlé hodnoty: 490, 189, 696, 303, 253.

Pro statistické výpočty bylo důležité, jak výrazně se odlehlé hodnoty liší od zbylých hodnot. Pokud byly odlehlé hodnoty extrémně vzdálené od většiny ostatních hodnot, mohly výrazně ovlivnit statistické charakteristiky souboru, jako průměr, medián nebo rozptyl, což mohlo vést k nesprávným závěrům a analýzám. Proto jsme je z modelu mohli vyloučit, aby nezkreslily výsledek analýzy.

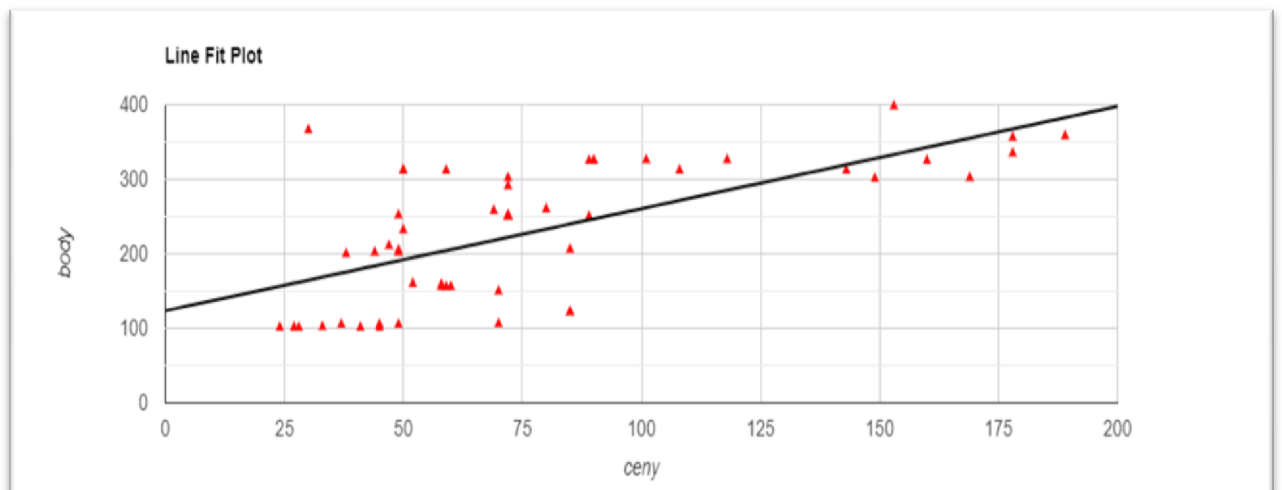
Tabulka 8 Výsledky statistického výpočtu - okres Kolín (Vlastní výpočet)

Parametr	Hodnota
Pearsonův korelační koeficient (r)	0,6518
P-hodnota	0,000001656
Kovariance	2574,052
Velikost vzorku (n)	52
Statistický	6,078

Výsledky Pearsonovy korelace ukázaly, že mezi cenami a bodovým hodnocením existuje relativně velký pozitivní vztah ($p < 0,001$) (viz. Tab. 8).

↑ $r = 0,6518$

P-hodnota udává pravděpodobnost, s jakou by bylo pozorované korelační měření získáno náhodou, tedy pokud by vztah mezi cenou a hodnotou půdy ve skutečnosti neexistoval. Obvykle je používána k určení statistické významnosti pozorované korelace. V tomto případě p-hodnota 0,000001656 (viz. Tab. 8) znamenala, že existovala pouze velmi malá pravděpodobnost, že by výsledek korelační analýzy byl náhodný, pokud by skutečně neexistoval žádný vztah mezi cenou a hodnotou půdy. Tento výsledek potvrdil, že pozorovaná korelace (viz. Obr. 16) mezi cenou a hodnotou půdy byla statisticky významná a nešlo ji považovat za pouhou náhodu.



Obrázek 15 - Korelační graf - okres Kolín (Vlastní výpočet)

V grafu (viz. Obr. 16) jsou zaneseny hodnoty, včetně křivky, která je rostoucí v celém definičním oboru. Korelace mezi bodovou hodnotou a tržní cenou byla potvrzena, nulová hypotéza byla zamítnuta.

Výpočet popisných charakteristik:

$$\bar{x} = \frac{59+50+\dots+47+153}{52} = 77,6731$$

$$\bar{y} = \frac{312+312+\dots+211+398}{52} = 230,0385$$

$$\Sigma(x_i - \bar{x})^2 = (59-77,67)^2 + (50-77,67)^2 + \dots + (47-77,67)^2 + (153-77,67)^2 = 95839,4423$$

$$\Sigma(y_i - \bar{y})^2 = (312-230,04)^2 + (312-230,04)^2 + \dots + (211-230,04)^2 + (398-230,04)^2 = 423193,9231$$

$$\Sigma(x_i - \bar{x})(y_i - \bar{y}) = (59-77,67)*(312-230,04) + (50-77,67)*(312-230,04) + \dots + (47-77,67)*(211-230,04) + (153-77,67)*(398-230,04) = 131276,6538$$

$$S_{XY} = \frac{\sum(x_i - \bar{x})(y_i - \bar{y})}{n-1}$$

$$S_{XY} = \frac{131276,6538}{52 - 1} = 2574,052$$

$$r = \frac{\sum(x_i - \bar{x})(y_i - \bar{y})}{\sqrt{(\sum(x_i - \bar{x})^2) (\sum(y_i - \bar{y})^2)}}$$

$$r = \frac{131276,6538}{\sqrt{(95839,4423 * 423193,9231)}} = 0,6518$$

V předešlém výpočtu byly uvedeny pomocné výpočty, které byly potřebné pro získání korelačního koeficientu. Provedeny byly výpočty odchylek X a Y a také výpočet rozptylu a směrodatné odchylky 2574,052.

Pokud byla hodnota r rovna 0,65, znamená to, že mezi nabídkovou cenou půdy a její hodnotou na Kolínsku existoval středně silný pozitivní lineární vztah, což prokázalo, že s rostoucí nabídkovou cenou půdy se zvyšovala i její bodová hodnota.

Alternativní výpočet Paersonova koeficientu:

$$r = \frac{S_{XY}}{S_X S_Y}$$

$$r = \frac{2574,052}{43,3498 * 91,0929} = 0,6518$$

Tabulka 9 Výpočet popisných charakteristik

$x - \bar{x}$	$y - \bar{y}$	$(x - \bar{x})^2$	$(y - \bar{y})^2$	$(x - \bar{x})(y - \bar{y})$
-18.6731 -27.6731	81.9615 81.9615	348.6838 765.7992	348.6838 765.7992	-1530.4741 -
-27.6731 -5.6731	81.9615 60.9615	765.7992 32.1838	765.7992 32.1838	2268.128 -2268.128
2.3269 100.3269 -	29.9615 125.9615	5.4146 10065.4915	5.4146 10065.4915	-345.8395 69.7182
5.6731 -39.6731	19.9615 -30.0385	32.1838 1573.953	32.1838 1573.953	12637.3336 -
100.3269 -18.6731	104.9615 -	10065.4915	10065.4915 348.6838	113.2433 1191.7182
82.3269 65.3269 -	74.0385 94.9615	348.6838	6777.7223 4267.6069	10530.4682
7.6731 40.3269 -	81.9615 -	6777.7223	58.8761 1626.2607	1382.5259
19.6731 -28.6731 -	124.0385 95.9615	4267.6069 58.8761	387.03 822.1453	7817.8913
7.6731 -50.6731 -	-74.0385 -	1626.2607 387.03	58.8761 2567.7607	5354.2951 951.7567
17.6731 -25.6731 -	125.0385 -	822.1453 58.8761	312.3376 659.1069	3869.8336
32.6731 30.3269	80.0385 -	2567.7607	1067.53 919.7223	1456.5643
91.3269 -32.6731	129.0385 -	312.3376 659.1069	8340.6069 1067.53	3585.2374 614.1413
7.3269 7.3269 -	74.0385 -70.0385	1067.53 919.7223	53.6838 53.6838	6538.7759
36.6731 -5.6731 -	-125.0385	8340.6069 1067.53	1344.9146 32.1838	1308.4874
33.6731 -28.6731	81.9615 71.9615	53.6838 53.6838	1133.8761 822.1453	1798.1028
12,3269 -5,6731 -	-129.0385 -	1344.9146 32.1838	151.953 32.1838	4085.3913
28,6731 -19,6731	108.0385 -	1133.8761	822.1453 387.03	2485.6413
12,3269 -40,6731 -	108.0385 -	822.1453 151.953	151.953 1654.2992	6572.0259
44,6731 -	129.0385 21.9615	32.1838 822.1453	1995.6838 32.1838	4216.0836 -
271,63169,673111,	-28.0385 -	387.03 151.953	2880.7992 128.2992	791.5895 -791.5895
67316916111,673	28.0385 94.9615	1654.2992	12393.6838 128.2992	4732.2374 -
1691911,6731691	71.9615 -25.0385	1995.6838 32.1838	5087.53 2467.4146	124.5895 944.1413
691,3269196919,3	-71.0385 94,9615	2880.7992	75.2223 822.1453	803.949 1170.5836 -
269 -	-125,0385 -	128.2992	765.7992 53.6838	408.2433 717.9297
81691969191,326	128.0385 21.9615	12393.6838	544.1453 2272.7223	1397.5451
9 -83269 -29,3269	-129,0385	128.2992 5087.53	940,8376 5674,1453	1170.5836 5085.699
	94,9615 127,9615	2467.4146 75.2223		5719.872 -124.5895
	19,9615 -	822.1453 765.7992		6925.8913 1075.622
	24,0385515,9615	53.6838 544.1453		14245,5643
	55515,9615,0389	2272.7223		226,1028 5061,4682
	5,9615,03855,961	940,8376		6409,7374 -
	55555515,961555	5674,1453		242,5126 -629,7049
	55515,961555555			-54,2818 -176,128
	515,0355555515,			2238,4874 -
	9615 1,9615 -			66481,30259
	129,0355 -129.			166,70259 58,2
0	0	95839,44 (SS_x)	423193,92 (SS_y)	131276,65 (SP_{xy})

Testovací výpočet:

$$S = \sqrt{\left(\frac{1 - r^2}{n-2}\right)}$$

$$S = \sqrt{\left(\frac{1 - 0,6518^2}{52 - 2}\right)} = \mathbf{0,1072}$$

$$\text{statistika} = \frac{r - 0}{S}$$

$$\text{statistika} = \frac{0,6518 - 0}{0,1072} = 6,078$$

$$p = p(x \leq 6,078) = 1$$

$$\text{p-hodnota} = 2 * \text{Min}(p, 1 - p) = 2 * \text{Min}(1, 8,2788) = \mathbf{1,6567}$$

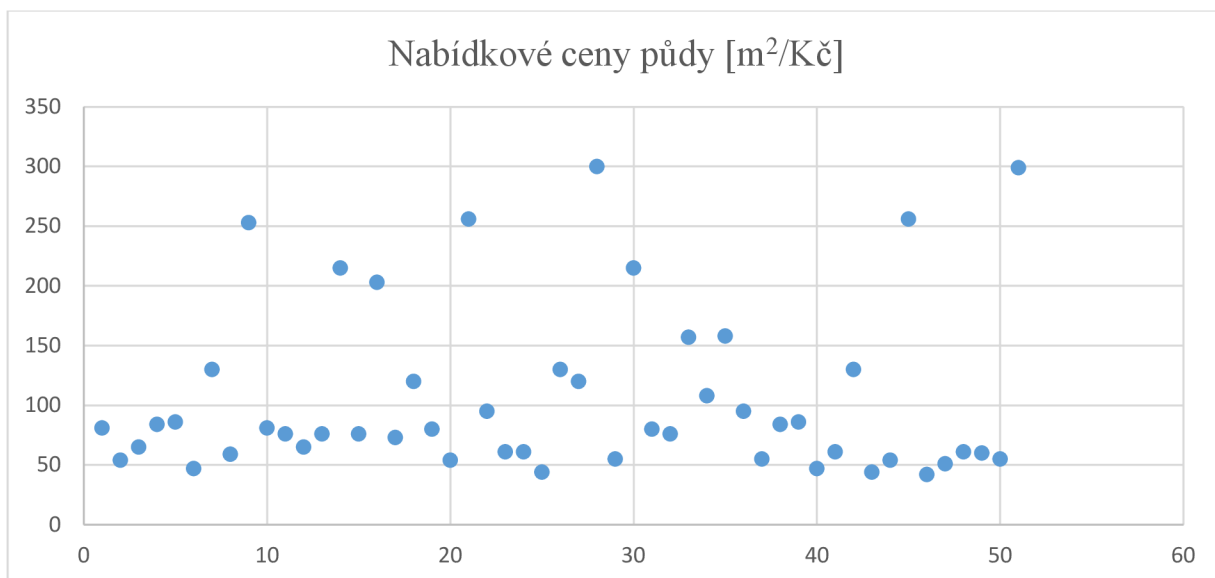
Protože p-hodnota $< \alpha$, H_0 byla zamítnuta.

Korelace populace nebyla rovna očekávané korelaci (0). Rozdíl mezi výběrovou korelací a očekávanou korelací byl dostatečně velký na to, aby byl statisticky významný. Lze tvrdit, že výsledek byl dostatečně robustní. P-hodnota se rovnala 1,6567 ($P(x \leq 6,078) = 1$). To znamená, že pravděpodobnost chyby typu I (odmítnutí správnosti H_0) byla: $1,6567^{-6}$ (0,00017 %). Čím menší byla p-hodnota, tím více podporovala H_1 . Testovací statistika T se rovnala 6,078, což nebylo v 95% oblasti přijatelnosti: [-2,0086, 2,0086]. Výsledek podporoval tvrzení, že nulová hypotézu bylo možné zamítnout, tedy platilo, že existovala korelace mezi cenou půdy a bodovou hodnotou kvality půdy.

Na území Kolínska byla pozorována korelace mezi nabídkovou cenou půdy a její bodovou kvalitativní hodnotou, což také mohlo odrážet soudobou míru poptávky po kvalitní zemědělské půdě. Korelace mohla být způsobena geografickou polohou a relativní dostupností půdy pro zemědělské využití.

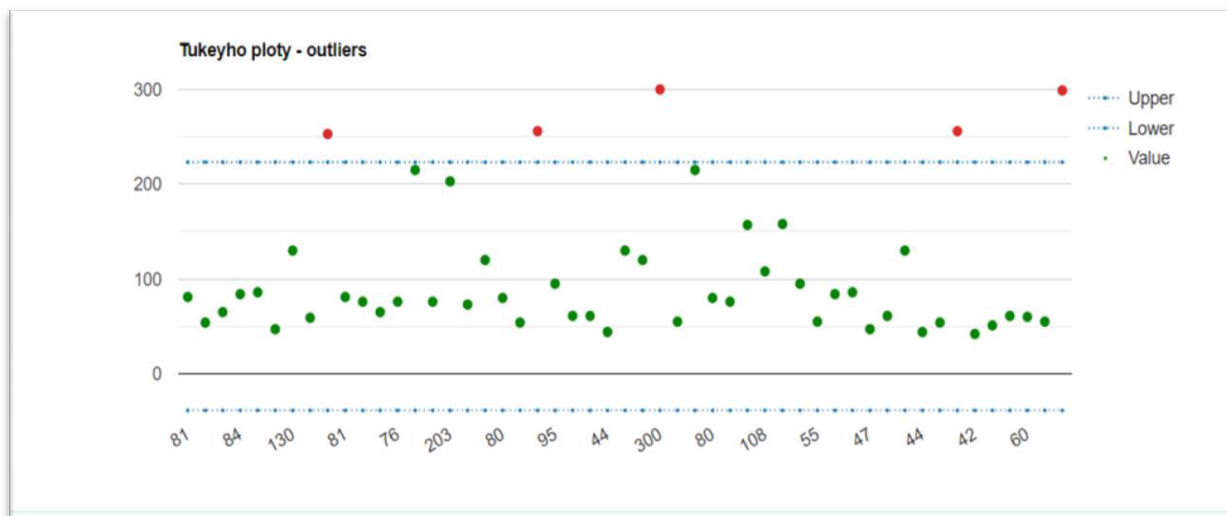
5.4 Model č. 4 – okres Praha-východ

Poloha okresu Praha-východ je protnuta dálniční sítí. Je zde dálnice D8, E50, resp. D1, E67 na Hradec Králové. Tyto skutečnosti nás vedly k předpokladům, že do ceny půdy by se mohly velmi silně promítat socioekonomické, logistické a územní faktory.



Graf 4 Hodnoty nabídkových cen půdy – okres Praha-východ [m²/Kč] (Vlastní výpočet)

Ceny půdy v okrese Praha-východ byly nejčastěji distribuovány od 45 Kč do 220 Kč (viz. Obr. 17), všechny cenové hodnoty byly popsány Grafem 4. Ukázalo to na fakt, že odlehlé hodnoty byly pravděpodobně determinovány tím, že zemědělská půda byla zde nabízena, jako budoucí plocha pro nezemědělské využití. V porovnání s dalšími okresy byla četnost odlehlých hodnot relativně vysoká a určovala i úroveň mediální ceny zemědělské půdy.



Obrázek 16 Tukeyho graf odlehlých hodnot - okres Praha-východ (Vlastní výpočet)

Postup výpočtu Tukeyho grafu pro okres Praha-východ:

Výpočet Q1 a Q3:

$$Q1 = 59,5 .$$

$$Q3 = 125 .$$

$$IRQ = Q3 - Q1 = 125 - 59,5 = 65,5 .$$

$$\text{Nižší} = Q1 - k \cdot IRQ = 59,5 - 1,5 \times 65,5 = -38,75 .$$

$$\text{Horní} = Q3 + k \cdot IRQ = 125 + 1,5 \times 65,5 = 223,25 .$$

Velikost vzorku (n) = 51 .

Počet odlehlých hodnot: 5 .

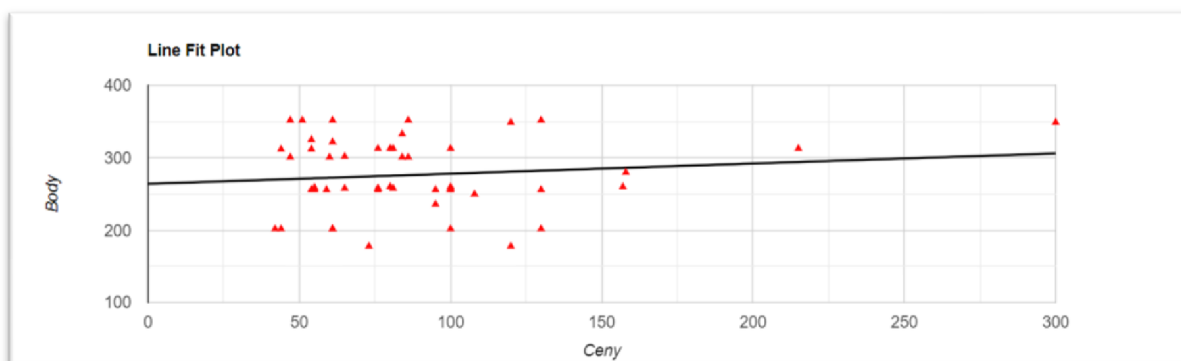
Odlehlé hodnoty: 253, 256, 300, 256, 299.

Tabulka 10 Výsledky statistického výpočtu - okres Praha-východ (Vlastní výpočet)

Parametr	Hodnota
Pearsonův korelační koeficient (r)	0,1299
P-hodnota	0,3634
Kovariance	290,2792
Velikost vzorku (n)	51
Statistický	0,9174

Výsledky Pearsonovy korelace (viz. Tab. 10) ukázaly, že mezi tržní cenou půdy a bodovou hodnotou půdy existuje nevýznamný malý pozitivní vztah ($p = 0,363$).

$$\hat{r} = 0,1299$$



Obrázek 17 Korelační graf - okres Praha-východ (Vlastní výpočet)

Výpočet popisných charakteristik:

$$\bar{x} = \frac{81+54+\dots+55+100}{51} = 88,0784$$

$$\bar{y} = \frac{313+312+\dots+258+260}{51} = 276,5098$$

$$\Sigma(x_i - \bar{x})^2 = (81-88,08)^2 + (54-88,08)^2 + \dots + (55-88,08)^2 + (100-88,08)^2 = \mathbf{103555,6863}$$

$$\Sigma(y_i - \bar{y})^2 = (313-276,51)^2 + (312-276,51)^2 + \dots + (258-276,51)^2 + (260-276,51)^2 = \mathbf{120460,7451}$$

$$\Sigma(x_i - \bar{x})(y_i - \bar{y}) = (81-88,08)*(313-276,51) + (54-88,08)*(312-276,51) + \dots + (55-88,08)*(258-276,51) + (100-88,08)*(260-276,51) = \mathbf{14513,9608}$$

$$S_{XY} = \frac{\Sigma(x_i - \bar{x})(y_i - \bar{y})}{n-1}$$

$$S_{XY} = \frac{14513,9608}{51 - 1} = \mathbf{290,2792}$$

$$r = \frac{\Sigma(x_i - \bar{x})(y_i - \bar{y})}{\sqrt{(\Sigma(x_i - \bar{x})^2) (\Sigma(y_i - \bar{y})^2)}}$$

$$r = \frac{14513,9608}{\sqrt{(103555,6863 * 120460,7451)}} = \mathbf{0,1299}$$

Alternativní výpočet Paersonova koeficientu:

$$r = \frac{S_{XY}}{S_X S_Y}$$

$$r = \frac{290,2792}{45,5095 * 49,0838} = \mathbf{0,1299}$$

Korelační koeficient byl velmi slabý. Cenu půdy téměř neovlivňovala její kvalitativní hodnota, přesto výsledek zůstal v pozitivním lineárním směru. Do ceny se pravděpodobně promítaly především socioekonomické faktory, kterými jsou např. územní plán a plán budoucí výstavby ve smyslu nové zástavby v regionu hlavního města Prahy.

Tabulka 11 Výpočet popisných charakteristik

$x - \bar{x}$	$y - \bar{y}$	$(x - \bar{x})^2$	$(y - \bar{y})^2$	$(x - \bar{x})(y - \bar{y})$
-7.0784 -34.0784	36.4902	50.1042 1161.3395	50.1042 1161.3395	-258.2933 -
-23.0784 -4.0784	35.4902	532.614 16.6336	532.614 16.6336	1209.4502 -
-2.0784 -41.0784	25.4902	4.3199 1687.4375	4.3199 1687.4375	588.2737 -99.8816
41.9216 -29.0784	24.4902	1757.4179 845.5552	1757.4179	-50.9012 -
11.9216 -7.0784 -	24.4902	142.1238 50.1042	845.5552 142.1238	1006.0188 -
12.0784 -23.0784	24.4902 -	145.8885 532.614	50.1042 145.8885	859.8032
-12.0784	20.5098 -	145.8885 16109.0846	532.614 145.8885	596.3929 -244.509
126.9216 -	20.5098 -	145.8885 142.1238	16109.0846	131.0204
12.0784 11.9216	20.5098 -	227.3591 1018.9865	145.8885 142.1238	223.5694

-15.0784 31.9216	18.5098 -	65.2611 1161.3395	227.3591	427.1772
-8.0784 -34.0784	18.5098 -	142.1238 47.9081	1018.9865 65.2611	223.5694
11.9216 6.9216 -	18.5098 -	733.2414 733.2414	1161.3395	4631.3929 -
27.0784 -27.0784	18.5098	1942.9081 1757.4179	142.1238 47.9081	440.7443
-44.0784 41.9216	36.4902	1018.9865	733.2414 733.2414	435.0204
31.9216	36.4902	44910.7512	1942.9081	1485.3733 -
211.9216 -	36.4902 -	1094.1826 142.1238	1757.4179	3144.5875 -
33.0784 11.9216	98.5098 -	65.2611 145.8885	1018.9865	294.7835
- 8,0784 -12,0784	98.5098	4750.1826 396.8689	44910.7512	698.9419 -244.509
68,9216 19,9216	36.4902 -	4889.0258 47.9081	1094.1826	-141.96 2017.6086
69,9216 6,9216 -	20.5098 -	1094.1826 16.6336	142.1238 65.2611	2017.6086
33,0784 -4,0784 -	20.5098 -	4.3199 1687.4375	145.8885	3284.2753 -
2,0784 -4166,074	20.5098 -	733.2414 1757.4179	4750.1826	3123.5679
-27416,074 -	74.5098 -	1942.9081 1161.3395	396.8689	2314.0008
21616,074 -	74.5098 -	142.1238 2123.2218	4889.0258 47.9081	15362.2361
2216,0784 -	74.5098 -	1374.8101 733.2414	1094.1826 16.6336	678.4321 -
216.0784 -2216 -	74.5098	788.3983 1094.1826	4.3199 1687.4375	220.6659
074 -9216.0784 -	72.4902	142,1238	733.2414	133.3733
	72.4902 -		1757.4179	247.7263 -
	20.5098 -		1942.9081	1137.8816 -
	18.5098 -		1161.3395	528.1169 244.04 -
	16.5098 -		142.1238	280.3914
	20,5098 -		2123.2218	579.1968 -
	16,5098 -		1374.8101	230.3914 -
	26,5098 3.4902		733.2414 788.3983	156.9012 -
	-40.5098 -		1094.1826	3101.0188 -
	17,5098		142,1238	2044.1561
	56.4902			3164.6674 -
	75.4902			1564.3522 -
	75,4902			1652.4698 -
	75,4902			888.2737
	75.4902			3433.2949 -
	35,4902			2799.0581 -
	48,4902 -			1231.8032 -
	74,5098,502			687.6463
	45,4902			612.2753 -
	24.4902 -24902			196.8228
	-24902 -24902 -			
	24902 -1902			
	24902 -1902			
	24902 -19502.			
0	0	103555,6863 (SS _x)	120460,7451 (SS _y)	14513,9608 (SP _{xy})

Testovací výpočet:

$$S = \sqrt{\left(\frac{1 - r^2}{n-2}\right)}$$

$$S = \sqrt{\left(\frac{1 - 0,1299}{51 - 2}\right)} = \mathbf{0,1416}$$

$$\text{statistika} = \frac{r - 0}{S}$$

$$\text{statistika} = \frac{0,1299 - 0}{0,1416} = \mathbf{0,9174}$$

$$p = P(x \leq 0,9174) = \mathbf{0,8183}$$

$$\text{p-hodnota} = 2 * \text{Min}(p, 1 - p) = 2 * \text{Min}(0,8183, 0,1817) = \mathbf{0,3634}$$

Protože p-hodnota > α , H_0 nelze zamítnout.

Korelace populace se považuje za rovna očekávané korelaci (0), resp. v tomto případě byla korelace slabá, pro výpočet to znamenalo, že byla statisticky málo významná. Rozdíl mezi výběrovou korelací a očekávanou korelací nebyl dostatečně velký, aby byl statisticky významný. P-hodnota se rovná 0,3634 ($P(x \leq 0,9174) = 0,8183$). To znamená, že pravděpodobnost chyby typu I, která může odmítnout správnou H_0 , byla příliš vysoká: 0,3634 (36,34 %). Čím větší byla p-hodnota, tím více je podporována H_0 . Testovací statistika T se rovnala 0,9174, což bylo v 95% oblasti přijatelnosti: [-2,0096, 2,0096].

Korelační koeficient ukázal, že závislost bodové hodnoty půdy a tržní ceny půdy byl slabý, a tedy cena byla determinovaná socioekonomickými faktory. Díky dálnicím se snižuje doba potřebná k přepravě plodin a zemědělských produktů, což může vést ke zvýšení zájmu o zemědělské pozemky. Druhým vlivem může být větší tlak na využití půdy pro průmyslové a obchodní účely. Dálnice mohou přinášet podnikatelské příležitosti a zvýšenou poptávku po průmyslových a obchodních parcích v okolí, což může vést ke zmenšování zemědělských ploch a ke zvýšení zájmu o pozemky. Zároveň však může být existence dálnic výhodou pro zemědělské podniky, které mají v blízkosti přímé spojení s trhy a odběrateli. To může podpořit růst zemědělské produkce a zvýšit konkurenceschopnost místních zemědělských podniků.

6 Diskuze

V diplomové práci byl hlavním zájmem vztah mezi kvalitou a tržní cenou půd. Cílem diplomové práce bylo zhodnotit, zda vůbec, jakým způsobem a jak silně cena půdy koreluje s půdní kvalitou v tržních podmínkách.

Tržní cena zemědělské půdy dle Zelené zprávy 2020 Ministerstva zemědělství (2023) mezi lety 2015 až 2020 vykazovala lehce rostoucí trend, kdy průměrná cena zemědělské půdy podle více zdrojů nepřesáhla 26 Kč/m². Průměrná tržní cena všech pozemků, které byly součástí základního datového souboru pro účely této diplomové práce, by byla k této výrazně vyšší, vycházela by na 87 Kč/m². Taková výsledná průměrná cena by se však po vyloučení odlehklých cenových hodnot, z důvodu předejití zkreslení vzorku, jistě znatelně snížila. K vyšší průměrné nabídkové ceně pozemků diplomové práce přispěly také celkově zvýšené ceny pozemků a nemovitostí za období mezi lety 2020 až 2022.

Kvalita půd má úzké spojení se schopností půd poskytovat ekosystémové služby, které jsou zároveň nejcennějším produktem dobré kvality půd. Tímto se již v současnosti zabývá mnoho odborných prací a tématu je věnována čím dál tím větší pozornost. Janků et al. (2022), zpracovala hodnocení kvality půdy, kde byly zpracovány údaje půdních sond a následně zvolena metoda průměrného a celkového bodového skóre. Hypotézou Janků et al. (2022) bylo, že různé půdní charakteristiky lze využít jako indikátor ekosystémových služeb půd. Výsledky práce tuto hypotézu potvrdily. Nejdůležitějším výsledkem práce bylo bodové hodnocení, ze kterého vycházely další práce, které sloužily svým bodovým hodnocením půdních indikátorů jako datový podklad i pro tuto diplomovou práci.

Na oceňování přírodních zdrojů lze hledět z mnoha úhlů, jako příklad uvedl Seják (1999), mimo jiné metody, nejpoužívanější metodu výnosovou, kdy nejdůležitější byla suma očekávaných budoucích užitků z využívaných zdrojů. Oceněním pozemků se sice nízkou budoucí ekonomickou výnosností, ale stálou funkcí ekosystémovou v podobě vysoké retenční schopnosti půdy se zabývala Janků (2008) kdy hodnotila pozemek, který sice nemohl mít budoucí produkční využití, ale fungoval např. regulativně jako ochrana před znehodnocením majetku obyvatel. Takový pozemek zároveň stále poskytoval další z kulturních ekosystémových služeb. Spojením bodové a peněžní hodnoty se věnoval už Seják (2003), kdy každý z jeho seznamu biotopů dostal svou peněžní hodnotu na základě ekonomických nákladů na obnovení daného biotopu.

Výsledkem této diplomové práce byla analýza propojení bodového hodnocení kvality půdy aplikovaná na zvolené lokality s reálnou tržní cenou konkrétních pozemků a následně hodnocení jejich vztahu a posouzení, zda a v jaké míře se kvalita půdy odrážela v tržních cenách.

Jako H_0 sloužilo v diplomové práci tvrzení, že mezi tržní cenou a bodovou hodnotou půdy není významná závislost. V případě lokalit okresu Mělník nebylo možné nulovou hypotézu zamítnout, a tedy platil předpoklad, že mezi tržní cenou a bodovou hodnotou půdy neexistovala statisticky významná závislost. U hodnot okresu Mělník fungoval slabý negativní vztah mezi bodovým hodnocením a tržní cenou půdy, a to mohlo být způsobeno tím, že prodejci půdy zde, dle výsledků, zřejmě neuplatňovali faktor kvality půdy při tvorbě nabídkových cen. Naopak to ukázalo na skutečnost, že kvalita a cena půdy zde sledovala opačné směry, avšak pouze v nízké míře. Mělnická oblast zároveň spadá do rozvojové osy

Praha-Ústí nad Labem-Drážďany a v cenách se do jisté míry zřejmě projevoval vliv socioekonomických faktorů.

U hodnot získaných z lokalit na Benešovsku existovala středně silná pozitivní korelace. To znamená, že v tomto případě byla H_0 zamítnuta a tvrzení, že mezi tržní cenou a bodovým hodnocením neexistovala statisticky významná závislost, bylo tak vyvráceno. Středně silná pozitivní korelace umožňuje říct, že závislost byla zde významná, avšak ne dost silná na to, aby se cena dala předpovídat dle kvality půdy. Benešovsko je zároveň dle Janků et al. (2022) také regionem, který ohrožuje zvýšená míra „soil sealing“, trvalého zastavování kvalitních půd, a to vede ke snížení schopnosti půd poskytovat kvalitní ekosystémové služby. Proto je u Benešovska zamítnutí H_0 zvláště pozitivním výsledkem.

V oblasti Kolínska byla identifikována relativně silná pozitivní korelace kvality půdy a nabídkových cen půdy. H_0 byla v tomto případě vyvrácena a vztah kvality a tržní ceny byl tak potvrzen. Nejbližší srovnání se zde nabízí s regionem Benešovska, kde hodnoty vykazovaly podobné výsledky. Části Kolínska řadí Janků et al. (2022) mezi nejčistější půdy a některé oblasti spadají mezi nejchráněnější půdy. Nemělo by tedy docházet k odebírání takových pozemků ze ZPF, pouze ve výjimečných případech.

Korelace hodnot oblasti Praha-východ byla hodnocena jako slabě pozitivní. Hodnoty sice vykazovaly pozitivní lineární směr, ale korelace byla vyhodnocena jako tak nízká, že ji lze považovat za nulovou. Nulovou hypotézu nebylo možné zamítnout, a tak předpoklad, že mezi kvalitou a cenou půdy vztah neexistoval, byl sice potvrzen, ale v případě regionu Praha-východ to lze stále považovat za relativně pozitivní výstup díky sice slabé nicméně stále pozitivní korelaci. Důvodem k tomu může být například to, že právě Praha-východ byla hodnocena Janků et al. (2022) jako region s vyšším výskytem záborů půdy.

Možným dalším vývojem a zlepšením práce by mohlo být zaměření se na spojení oceňování ekosystémových služeb půdy, bodového hodnocení kvality půdy a nabídkových cen půdy. Dále by mohlo být zajímavé porovnání oceněné bodové hodnoty půdy a tržních cen půdy. Například Osúchová et al. (2014) navrhli metodu integrovaného oceňování hodnoty ekosystémových služeb. Studie hodnotí ekosystémové služby na základě indikátorů týkajících se zajišťovacích, regulativních a kulturních služeb půdy. Výsledkem byla mapa, která umožnila zkonstruovat prostorové rozložení hodnot ekosystémových služeb a jejich souhrnnou hodnotu v České republice. Dle této studie z roku 2014 průměrná hodnota služeb poskytovaných ekosystémy České republiky činila 1,5 soudobého hrubého národního produktu (HNP).

Získání většího vzorku dat, například alespoň z většiny okresů ČR, by mohlo vést k objektivnějším výsledkům hodnocení. Takové hodnocení by bylo možné využít při úpravách metodik územního plánování, zlepšení metodik oceňování přírodních zdrojů a ekosystémových služeb, preciznější ochraně půdy nebo hodnocení nakládání s půdou jako přírodním kapitálem.

7 Závěr

Diplomová práce byla zaměřena na hodnocení vztahu kvality a tržní ceny půd. Kvalita půd byla vyjádřena bodovou hodnotou, popisující schopnost půd poskytovat ekosystémové služby, hodnoceny jsou jí produkční a mimoprodukční půdní funkce. Hlavním zájmem bylo posoudit, zda tržní cena respektuje bodovou hodnotu půdy.

Vztah mezi kvalitou a tržní cenou půd byl vyjádřen korelační analýzou, použitím Paersonova korelačního koeficientu. Korelační analýzou jsme určili významnost a sílu vztahu kvality a tržních cen půdy v okresech Benešov, Kolín, Mělník a Praha-východ. Údaje pro základní datový soubor pocházely z více než čtyř stovek nabízených pozemků. Dle informací z kódů BPEJ těchto pozemků a bodového hodnocení půdy předchozích prací na Katedře pedologie a ochrany půd byla každé půdě přidělena bodová hodnota. Abychom mohli vztah kvality a tržní ceny půdy statisticky hodnotit, stanovili jsme si předpoklad, že mezi kvalitou a tržní cenou půdy neexistuje statisticky významná závislost.

Vyhodnocení výsledků nám ukázalo, že v případě okresů Benešov, Kolín a Praha-východ fungovala pozitivní korelace mezi cenami a bodovým hodnocením, s rostoucí kvalitou rostla i její cena za m². Středně silnou pozitivní závislost hodnot sdílely okresy Benešov a Kolín, takovou závislost bylo možné již považovat za významnou. Podobně tomu tak bylo u okresu Praha-východ, kdy vztah také vykazoval pozitivní korelaci, nicméně tak slabou, že ji nebylo možné považovat za významnou. Hodnoty z okresu Mělník měli mezi sebou slabě negativní korelaci, tržní ceny půdy a bodové hodnocení tak sledovaly opačné směry, závislost byla stejně jako u okresu Praha-východ téměř nulová.

Náš předpoklad, že mezi tržní cenou a bodovou hodnotou půdy neexistuje statisticky významná závislost, byl pro regiony Benešovska a Kolínska vyvrácen a pro regiony Mělnicka a Prahy-východ byl potvrzen. Při získání dostatečně robustního vzorku z většiny okresů ČR by takové statistické hodnocení mohlo přispět ke zlepšení metodik oceňování přírodních zdrojů a ekosystémových služeb, úpravám metodik územního plánování, přesnější ochraně půdy či hodnocení nakládání s půdním kapitálem v metropolitních i venkovských oblastech.

V tržních ekonomikách postavení jakékoliv komodity či zdroje na trhu ovlivňuje nakládání s nimi, jejich ochranný management a související legislativní opatření. Součástí udržitelného managementu je i uvážlivé ekonomické hospodaření a ocenění přírodních zdrojů, k tomu lze využít i hodnocení vztahu kvalitativní bodovou hodnotu půdy a tržní ceny půd.

Rozvoj ochrany a využívání přírodních zdrojů, klimaticky inteligentní řešení a udržitelný management zemědělských půd jsou aktuálními tématy a v současnosti se jim již věnují různé udržitelné politiky, vývoj směrem k vyšší ochraně půd lze očekávat i v budoucnu.

8 Literatura

- 1) ADHIKARI K, HARTEMINK AE. 2016. Linking soils to ecosystem services - A global review. *Geoderma*, **262**:101-111. DOI: 10.1016/j.geoderma.2015.08.009.
- 2) ALEXANDROV G. 2008. Climate Change 1: Short-Term Dynamics. Pages: 588-592 in Jørgensen SE, Fath BD, editors. *Encyclopedia of Ecology*. Elsevier, Amsterdam. DOI: 10.1016/B978-0-12-409548-9.09586-5.
- 3) ALEXANDER P. et al. 2015. Drivers for global agricultural land use change: The nexus of diet, population, yield and bioenergy. *Global Environmental Change* **35**:138–147. DOI: 10.1016/j.gloenvcha.2015.08.011.
- 4) ALTIERI MA. 1999. The ecological role of biodiversity in agroecosystems. *Agriculture, Ecosystems and Environment* **74**: 19-31. DOI: 10.1016/S0167-8809(99)00028-6.
- 5) ANDREWS SS, KARLEN DL and CAMBARDELLA C. 2004. The Soil Management Assessment Framework: A quantitative soil quality evaluation method. *Soil Science Society of America Journal* **68**: 1945-1962. DOI: 10.2136/sssaj2004.1945.
- 6) BARBIER EB, HOCHARD JP. 2016. Does land degradation increase poverty in developing countries?. *PLOS ONE* **11**(5): e0152973. DOI: 10.1371/journal.pone.0152973.
- 7) BIERNAT L, TAUBE F, VOGELER I, REINSCH T, KLUSS Ch, LOGES R. 2020. Is organic agriculture in line with the EU-Nitrate directive? On-farm nitrate leaching from organic and conventional arable crop rotations. *Agriculture, Ecosystems and Environment* **298**. DOI: 10.1016/j.agee.2020.106964.
- 8) BLOUIN M, HODSON ME, DELGADO EA, BAKER G, BRUSSAARD L, BUTT KR, DAI J, DENDOOVEN L, PERES G, TONDOH JE, CLUZEAU D, BRUN JJ. 2013. A review of earthworm impact on soil function and ecosystem services. *European Journal of Soil Science* **64**. 161-182. DOI: 10.1111/ejss.12025.
- 9) BOYD J, BANZHAF S. 2007. What are ecosystem services? The need for standardized environmental accounting units. *Ecological Economics* **63**: 616-626. DOI: 10.1016/j.ecolecon.2007.01.002.
- 10) BRAAT LC, DE GROOT R. 2012. The ecosystem services agenda: bridging the worlds of natural science and economics, conservation and development, and public and private policy. *Ecosystem services* **1**: 4-15. DOI: 10.1016/j.ecoser.2012.07.011

- 11) BREURE AM, DE DEYN GB, DOMINATI E, EGLIN T, HEDLUND K, VAN ORSHOVEN J, POSTHUMA L. 2012. Ecosystem services: A useful concept for soil policy making!. *Current Opinion in Environmental Sustainability* **4**(4):1-8. DOI:10.1016/j.cosust.2012.10.010.
- 12) BREVIK EC, CERDÀ A, MATAIX-SOLERA J, PEREG L, QUINTON JN, SIX J, VAN OOST K.. 2015. The interdisciplinary nature of SOIL. *SOIL* **1**: 117-129. DOI: 10.5194/soil-1-117-2015.
- 13) CANVA. 2022. Prezentace. Available from: https://www.canva.com/design/DaFeZ2QHUEU/WS02IdY9fKauN4_cHtgjXg/edit (accessed November 2022).
- 14) COHEN J. 1988. *Statistical power analysis for the behavioral science*. Routledge. New York. DOI: 10.4324/9780203771587.
- 15) COSTANTINI EAC, BRANQUINHO C, NUNES A, SCHWILCH G, STAVI I, VALDECANTOS A, ZUCCA C. 2016. Soil indicators to assess the effectiveness of restoration strategies in dryland ecosystems. *Solid Earth* **7**(2): 397-414. DOI: 10.5194/se-7-397-2016.
- 16) COSTANZA R, DALY HE. 1992. Natural Capital and Sustainable Development. *Conservation Biology* **6**. DOI: 10.1046/j.1523-1739.1992.610037.x.
- 17) DELONG EF. 2011. *Incorporating Microbial Processes into Climate Change Models*. American Academy of Microbiology (AAM). Washington DC.
- 18) DIAS T, DUKES A, ANTUNES PM. 2014. Accounting for soil biotic effects on soil health and crop productivity in the design of crop rotations. *Journal of the Science of Food and Agriculture* **95**: 447-454. DOI: 10.1002/jsfa.6565.
- 19) DOMINATI E, PATTERSON M, MACKAY A. 2010. A framework for classify-ing and quantifying the natural capital and ecosystem services of soils. *Ecological Economics* **69**:1858–1868. DOI: 10.1016/j.ecolecon.2010.05.002.
- 20) DORAN JW, PARKIN TB. 1997. Quantitative indicators of soil quality: A minimum data set. *Methods for Assessing Soil Quality*. Pages 25-37 in: DORAN JW, JONES AJ, editors. *Methods for Assessing Soil Quality*, Special Publication No. 49, Soil Science Society of America, Madison. DOI: 10.2136/sssaspecpub49.c2.
- 21) DROBNIK T, GREINER L, KELLER A, GRÊT-REGAMEY A. 2018. Soil quality indicators – From soil functions to ecosystem services. *Ecological Indicators* **94**: 151-169. DOI: 10.1016/j.ecolind.2018.06.052.

- 22) EDWARDS A. 2006. The future of soil research. Pages 255-264 in Scalenghe R. (Author), Certini G. (Ed.). *Soils: Basic Concepts and Future Challenges*, Cambridge University Press. DOI: 10.1017/CBO9780511535802.019.
- 23) EUROPEAN COMMISSION. 2021. European Green Deal: Commission adopts new proposals to stop deforestation, innovate sustainable waste management and make soils healthy for people, nature and climate. Malta. Available from: https://malta.representation.ec.europa.eu/news/european-green-deal-commission-adopts-new-proposals-stop-deforestation-innovate-sustainable-waste-2021-11-18_en (accessed April 2023).
- 24) EUROPEAN COMMISSION. 2023. Towards climate-smart sustainable management of agricultural soils. INSTITUT NATIONAL DE RECHERCHE POUR L'AGRICULTURE, L'ALIMENTATION ET L'ENVIRONNEMENT, France. DOI: 10.3030/862695. Available from: <https://cordis.europa.eu/project/id/862695> (accessed April 2023).
- 25) FOOD AND AGRICULTURE ORGANIZATION OF THE UNITED NATIONS. 2022. Ecosystem Services and Biodiversity, Cultural services. FAO, Rome. Available from: <https://www.fao.org/ecosystem-services-biodiversity/background/cultural-services/en/> (accessed November 2022).
- 26) FOOD AND AGRICULTURE ORGANIZATION OF THE UNITED NATIONS. 2022. Ecosystem Services and Biodiversity, Provisioning services. FAO, Rome. Available from: <https://www.fao.org/ecosystem-services-biodiversity/background/provisioning-services/en/> (accessed November 2022).
- 27) FOOD AND AGRICULTURE ORGANIZATION OF THE UNITED NATIONS. 2022. Ecosystem Services and Biodiversity, Regulating services. FAO, Rome. Available from: <https://www.fao.org/ecosystem-services-biodiversity/background/regulating-services/en/> (accessed November 2022).
- 28) FUND C, EL-CHICHAKLI B, PATERMANN C, DIECKHOFF P. 2015. A report from the German bioeconomy council: Bioeconomy policy (part II)—Synopsis of national strategies around the world. Office of the Bioeconomy Council, Berlin.
- 29) GARNETT T. et al. 2013. Sustainable intensification in agriculture: Premises and policies. *Science* **341**:33-4, PubMed. DOI: 10.1126/science.1234485.
- 30) GOMIERO T. 2016. Soil degradation, land scarcity and food security: Reviewing a complex challenge. *Critical Issues on Soil Management and Conservation*, *Sustainability* **8**(3): 281. DOI: 10.3390/su8030281.

- 31) GREGORICH EG, CARTER MR, ANGERS DA, MONREAL CM, ELLERT BH. 1994. Towards a minimum data set to assess soil organic matter quality in agricultural soils. *Canadian Journal of Soil Science* **74(4)**: 1-19. DOI: 10.4141/cjss94-051.
- 32) HAINES-YOUNG R, POTSCHIN M. 2012. Common International Classification of Ecosystem Services (CICES), Consultation on vision 4, August-December. Report to the European Environment Agency. Centre for Environmental Management, University Nottingham, Nottingham.
- 33) HARRIS RF, KARLEN DL, MULLA DJ. 1997. A conceptual framework for assessment and management of soil quality and health. In: *Methods for Assessing Soil Quality*. Soil Sci. Soc. Am. J., Madison. DOI: 10.2136/sssaspecpub49.c4
- 34) HASLMAYR HP, GEITNER C, SUTOR G, KNOLL A, BAUMGARTEN A. 2016. Soil function evaluation in Austria - Development, concepts and examples. *Geoderma* **264**: 379-387. DOI: 10.1016/j.geoderma.2015.09.023.
- 35) HATFIELD JL, SAUER TJ, CRUSE RM. 2017. Soil: The Forgotten Piece of the Water, Food, Energy Nexus. *Advances in Agronomy* **143**:1-46. DOI:10.1016/BS.AGRON.2017.02.001.
- 36) HAUPTMAN I. et al. 2009. Půda v České republice. Consult. Praha.
- 37) HELMING K, DAEDLOW K, PAUL C, TECHEN AK, BARTKE S, BARTKOWSKI B, KAISER D, WOLLSCHLÄGER U, VOGEL HJ. 2018. Managing soil functions for a sustainable bioeconomy - Assessment framework and state of the art. *Land Degradation and Development* **29(9)**- 3112-3126. DOI: 10.1002/ldr.3066.
- 38) HOOPER DU. et al. 2005. Effects of biodiversity on ecosystem functioning: A consensus of current knowledge. *Ecological Monographs* **75(1)**:3-35. DOI: 10.1890/04-0922.
- 39) JANKŮ J. 2008. Ekonomické ocenění znehodnoceného pozemku. Pages 39-45 in KOBZA J, editor. *Piate pôdoznalecké dni. Zborník príspevkov. Vyskumný ustav pôdoznalectva a ochrany pôdy*. Bratislava.
- 40) JANKŮ J. et al. 2022. Using of soil quality indicators to assess their production and ecological functions. *Soil & Water Res.*, **17**:45–58. DOI: 10.17221/146/2021-SWR.
- 41) KARLEN DL, MAUSBACH MJ, DORAN JW, CLINE RG, HARRIS RF, SCHUMAN GE. 1997. Soil Quality: A Concept, Definition, and Framework for Evaluation (A Guest Editorial). *Soil Science Society of America Journal* **61(1)**: 4-10. DOI: 10.2136/sssaj1997.03615995006100010001x.

- 42) KASPAR TC, JAYNES DB, PARKIN TB, MOORMAN TB. 2007. Rye Cover Crop and Gamagrass Strip Effects on NO₃ Concentration and Load in Tile Drainage. *Journal of Environmental Quality* **36(5)**: 1503-1511. DOI: 10.2134/jeq2006.0468.
- 43) KEESSTRA SD. et al. 2016. The significance of soils and soil science towards realization of the United Nations sustainable development goals. *SOIL* **2(2)**: 111–128. DOI 10.5194/soil-2-111-2016.
- 44) KREMEN C. 2005. Managing ecosystem services: What do we need to know about their ecology?. *Ecology Letters* **8(5)**:468-79. DOI: 10.1111/j.1461-0248.2005.00751.x
- 45) LEBLANC MA, PARENT É, PARENT LE. 2016. Lime Requirement Using Mehlich-III Extraction and Infrared-Inferred Cation Exchange Capacity. *Soil Science Society of America Journal* **80(2)**: 490-501. DOI: 10.2136/sssaj2015.07.0282.
- 46) MAŠÁT K. et al. 1974. Metodika vymezení a mapování bonitovaných půdně-ekologických jednotek (druhé upravené vydání). Bonitace zemědělského půdního fondu ČSR. Česká akademie zemědělská, ústav pro zemědělský průzkum půd Praha, Praha.
- 47) MINISTERSTVO FINANCÍ ČESKÉ REPUBLIKY. 1997. Zákon č. 151/1997 Sb. Zákon o oceňování majetku a o změně některých zákonů (zákon o oceňování majetku). Praha.
- 48) MINISTERSTVO FINANCÍ ČESKÉ REPUBLIKY. 2013. Vyhláška č. 441/2013 Sb. Vyhláška k provedení zákona o oceňování majetku (oceňovací vyhláška). Praha.
- 49) MINISTERSTVO FINANCÍ ČESKÉ REPUBLIKY. 2022. Vyhláška č. 337/2022 Sb. kterou se mění vyhláška č. 441/2013 Sb., k provedení zákona o oceňování majetku, ve znění pozdějších předpisů. Praha.
- 50) MINISTERSTVO ZEMĚDĚLSTVÍ ČESKÉ REPUBLIKY. 2018. Vyhláška č. 227/2018 Sb. Vyhláška o charakteristice bonitovaných půdně ekologických jednotek a postupu pro jejich vedení a aktualizaci. Praha.
- 51) MINISTERSTVO ZEMĚDĚLSTVÍ ČESKÉ REPUBLIKY. 2023. Zpráva o stavu zemědělství ČR za rok 2020. Available from: <https://eagri.cz/public/web/mze/ministerstvo-zemedelstvi/vyrocnni-a-hodnotici-zpravy/zpravy-o-stavu-zemedelstvi/> (accessed January 2023).
- 52) MINISTERSTVO ŽIVOTNÍHO PROSTŘEDÍ ČESKÉ REPUBLIKY. 2023. Půdní typy Středočeského kraje. Available from: [https://www.mzp.cz/C1257458002F0DC7/cz/pudni_mapy/\\$FILE/OOOPK-Stredocesky_%20kraj%20a%20Praha-20131128.gif](https://www.mzp.cz/C1257458002F0DC7/cz/pudni_mapy/$FILE/OOOPK-Stredocesky_%20kraj%20a%20Praha-20131128.gif) (accessed January 2023).

- 53) MUKHOPADHYAY S, MAITI SK, MASTO RE. 2014. Development of mine soil quality index (MSQI) for evaluation of reclamation success: A chronosequence study. *Ecological Engineering* **71**: 10-20. DOI: 10.1016/j.ecoleng.2014.07.001.
- 54) MUÑOZ-ROJAS M, ERICKSON TE, MARTINI D, DIXON KW, MERRITT DJ. 2016. Soil physicochemical and microbiological indicators of short, medium and long term post-fire recovery in semi-arid ecosystems. *Ecological Indicators* **63**: 14-22. DOI: 10.1016/j.ecolind.2015.11.038.
- 55) NEDKOV S, BURKHARD B. 2012. Flood regulating ecosystem services - Mapping supply and demand, in the Etropole municipality, Bulgaria. *Ecological Indicators* **21**: 67-79. DOI: 10.1016/j.ecolind.2011.06.022.
- 56) NOVÁK P. 2013. Informační listy 38. Výzkumný ústav meliorací a ochrany půdy, Ročník 19: 1-41. Praha.
- 57) OSÚCHOVÁ J, VAČKÁŘOVÁ D, PÁRTL A, LOUČKOVÁ B, HARMÁČKOVÁ ZV, LORENCOVÁ E. 2014. Integrated assessment of ecosystem services in the Czech Republic. *Ecosystem Services* **8**: 110-117. DOI: 10.1016/j.ecoser.2014.03.001.
- 58) PALM Ch, SANCHEZ P, AHAMED S, AWITI A. 2007. Soils: A contemporary perspective. *Annual Review of Environment and Resources* **32**:99-129. DOI: 10.1146/annurev.energy.31.020105.100307.
- 59) PERCY S. et al. 2005. Millennium ecosystem assessment, Ecosystems and human well-being. Island press. Washington, DC.
- 60) PEREIRA P, BREVIK EC, MUÑOZ-ROJAS M, MILLER BA. 2017. Soil Mapping and Process Modeling for Sustainable Land Use Management. Elsevier, The Netherlands.
- 61) PEREIRA P, FERREIRA AJD, SARAH P. et al. 2016. Preface: Urban soils and Sediments. *Journal of Soils and Sediments* **16**(11):2493–2499. DOI: 10.1007/s11368-016-1566-3.
- 62) PLANING P. 2023. Statistik Grundlagen. Available from: <https://statistikgrundlagen.de/ebook/chapter/korrelation/> (accessed January 2023).
- 63) PŘIKRYL R. 2021. Hodnocení indikátorů kvality půdy. [MSc. Thesis]. Česká zemědělská univerzita v Praze. Praha
- 64) REGIONÁLNÍ INFORMAČNÍ SERVIS (RIS). 2023. Rozvojové oblasti a osy dle OPR. Mapy ke stažení. Available from: <https://www.risy.cz/cs/mapy-ke-stazeni/ostatni-mapove-vystupy-a-podklady> (accessed February 2023).
- 65) RITZ K, BLACK HIJ, CAMPBELL CD, HARRIS JA, WOOD C. 2009. Selecting biological indicators for monitoring soils: A framework for balancing scientific and technical opinion to

assist policy development. *Ecological Indicators* **9(6)**: 1212-1221
DOI: 10.1016/j.ecolind.2009.02.009.

- 66) ROBINSON DA. et al. 2013. Natural capital and ecosystem services, developing an appropriate soils framework as a basis for valuation. *Soil Biology and Biochemistry* **57**: 1023-1033. DOI: 10.1016/j.soilbio.2012.09.008.
- 67) ROBINSON DA. et al. 2012. Natural Capital, Ecosystem Services, and Soil Change: Why Soil Science Must Embrace an Ecosystems Approach. *Vadose Zone Journal* **11(1)**. DOI: 10.2136/vzj2011.0051.
- 68) ROBINSON DA, LEBRON I, VEREECKEN H. 2009. On the Definition of the Natural Capital of Soils: A Framework for Description, Evaluation, and Monitoring. *Soil Science Society of America Journal*. **73(6)**: 1904-1911. DOI: 10.2136/sssaj2008.0332.
- 69) ROCA N, RÍOS M. 2019. Soil classification maps: A valuable tool for learning, interpreting and transferring soil knowledge. *Catena* **180**: 103-109. DOI: 10.1016/j.catena.2019.04.019.
- 70) ROSSITER DG. 1996. A theoretical framework for land evaluation. *Geoderma* **72(3-4)**: 165-190. DOI: 10.1016/0016-7061(96)00031-6.
- 71) RUTGERS M, VAN WIJNEN HJ, SCHOUTEN AJ, MULDER C, KUITEN AMP, BRUSSAARD L, BREURE AM. 2012. A method to assess ecosystem services developed from soil attributes with stakeholders and data of four arable farms. *Science of the Total Environment* **415**: 39-48. DOI: 10.1016/j.scitotenv.2011.04.041.
- 72) SÁŇKA M, MATERNA J. 2004. Indikátory kvality zemědělských a lesních půd ČR. Ministerstvo životního prostředí, Praha. Available from: <https://www.digitalniknihovna.cz/mzk/uuid/uuid:646c6d90-b6f0-11e2-b48c-001018b5eb5c> (accessed December 2022).
- 73) SÁŇKA M, VÁCHA R, POLÁKOVÁ Š, FIALA P. 2018. Kritéria pro hodnocení produkčních a ekologických vlastností půd. Ministerstvo životního prostředí, Praha.
- 74) SCARLAT N, DALLEMAND JF, MONFORTI-FERRARIO F, NITA V. 2015. The role of biomass and bioenergy in a future bioeconomy: Policies and facts. *Environmental Development* **15**: 3-34. DOI: 10.1016/j.envdev.2015.03.006.
- 75) SEJÁK J, KOKOŠKA J, PULKRAB K, ŠIŠÁK L. 1999. Oceňování pozemků a přírodních zdrojů. Grada, Praha.
- 76) SEJÁK J. et al. 2003. Hodnocení a oceňování biotopů České republiky. Český ekologický ústav. Praha. Available from: <https://docplayer.cz/169168-Hodnoceni-a-ocenovani-biotopu-ceske-republiky-josef-sejak-ivan-dejmal-a-kol.html> (accessed March 2023).

- 77) SEZIMA T, TUŠIL P, DURČÁK M, MIČANÍK T, KRISTOVÁ A. 2018. Vybrané metody hodnocení životního prostředí. Aplikovaná ekologie. Vodohospodářské technicko-ekonomické informace. Výzkumný ústav vodohospodářský T.G. Masaryka. Praha. DOI: 10.46555/VTEI.2018.09.003.
- 78) SNAPP SS, SWINTON SM, LABARTA R, MUTCH D, BLACK JR, LEEP R, NYIRANEZA J, O'NEIL K. 2005. Evaluating cover crops for benefits, costs and performance within cropping system niches. *Agronomy Journal* **97**:322-330.
- 79) SOBOCKÁ J, KULHAVÝ J. 2008. Zborník príspevkov. Pôda v modernej informačnej spoločnosti. 1. Konferencia Českej pedologickej spoločnosti a Societas pedologica slovacae. Bratislava.
- 80) SPANGENBERG JH, GÖRG Ch, TRUONG DT, TEKKEN V, BUSTAMANTE JV, SETTELE J. 2014. Provision of ecosystem services is determined by human agency, not ecosystem functions. Four case studies. *International Journal of Biodiversity Science, Ecosystem Services and Management* **10(1)**. DOI: 10.1080/21513732.2014.884166.
- 81) STATISTICS KINGDOM. 2023. Statistics online. Statistics calculators. Melbourne. Available from: <https://www.statskingdom.com/correlation-confidence-interval-calculator.html> (accessed January 2023).
- 82) STONE D, RITZ K, GRIFFITHS BG, ORGIAZZI A, CREAMER RE. 2016. Selection of biological indicators appropriate for European soil monitoring. *Applied Soil Ecology* **97**:12-22. DOI: 10.1016/j.apsoil.2015.08.005.
- 83) STOTT DE, ANDREWS SS, LIEBIG MA, WIENHOLD BJ, KARLEN DL. 2010. Evaluation of β -Glucosidase Activity as a Soil Quality Indicator for the Soil Management Assessment Framework. *Soil Science Society of America Journal* **74(1)**: 107-119. DOI: 10.2136/sssaj2009.0029.
- 84) SUICH H, HOWE C, MACE G. 2015. Ecosystem services and poverty alleviation: A review of the empirical links. *Ecosystem Services* **12**: 137-147. DOI: 10.1016/j.ecoser.2015.02.005.
- 85) ŠARAPATKA B. 2007. Hodnocení kvality půdy v ekologickém zemědělství. In Proceeding of conference „Organic farming **6-7.2**:40-42.
- 86) TITTONELL P. 2014. Ecological intensification of agriculture-sustainable by nature. *Current opinion in Environmental Sustainability* **8**:53-61. DOI: 10.1016/j.cosust.2014.08.006.
- 87) TÓTH D. et al. 2023. Soil quality assessment using SAS (Soil Assessment System). *Soil and Water Research* **18(1)**:1-15. DOI: 10.17221/141/2022-SWR.

- 88) UNIVERZITA PALACKÉHO V OLOMOUCI (UPOL). 2019. Pedografie. UPOL, Olomouc. Available from: https://geography.upol.cz/soubory/lide/mackovcin/ZF2/ZF2_Pedogeografie.pdf (accessed December 2022).
- 89) VENCLOVÁ B. 2019. Hydrologické funkce půd a hospodaření v podmínkách sucha. Uroda.cz, Praha. Available from: <https://uroda.cz/hydrologicke-funkce-pud-a-hospodareni-v-podminkach-sucha/> (accessed January 2023).
- 90) VITOUSEK PM, MOONEY HA, LUBCHENCO J, MELILLO JM. 1997. Human domination of Earth's ecosystems. *Science* **277(5325)**: 494-499 DOI: 10.1126/science.277.5325.494.
- 91) VLČEK V, JANDÁK J, POSPÍŠILOVÁ L. 2017 Klíč k použití Bonitovaných půdně ekologických jednotek (BPEJ), Ústav Agrochemie, půdoznalství, mikrobiologie a výživy rostlin Agronomická fakulta, Mendelova univerzita v Brně, Brno.
- 92) VOPRAVIL J. 2010. Půda a její hodnocení v ČR. 2. vyd. Výzkumný ústav meliorací a ochrany půdy, Praha.
- 93) VOPRAVIL J. 2021. Využití BPEJ. Kdy je dobré jej znát, jak ovlivňuje cenu pozemku a kde ho najdeme. E-STAV – stavebnictví a architektura. Available from: <https://www.estav.cz/cz/9731.vyuziti-bpej-kdy-je-dobre-jej-znat-jak-ovlivnuje-cenu-pozemku-a-kde-ho-najdeme> (accessed January 2023).
- 94) VÝZKUMNÝ ÚSTAV MELIORACÍ A OCHRANY PŮDY V.V.I. (VÚMOP). 2023. Aplikace BPEJ v rámci Společné zemědělské politiky. Available from: <https://bpej.vumop.cz/75011> (accessed January 2023).
- 95) VÝZKUMNÝ ÚSTAV MELIORACÍ A OCHRANY PŮDY V.V.I. (VÚMOP). 2023. Základní cena zemědělských pozemků. Půda v číslech. Available from: <https://statistiky.vumop.cz/?core=stat&kind=cena&year=> (accessed January 2023).
- 96) WAGG C, BENDER SF, WIDMER F, VAN DER HEIJDEN MGA. 2014. Soil biodiversity and soil community composition determine ecosystem multifunctionality. *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America* **111(14)**: 5266-5270 DOI: 10.1073/pnas.1320054111.
- 97) WALL DH, BARDGETT RD, COVICH AP, SNELGROVE PV. 2004. The need for understanding how biodiversity and ecosystem functioning affect ecosystem services in soils and sediments. *Sustaining biodiversity and ecosystem services in soils and sediments*, **64**:1-12.

- 98) WALLACE K J. 2007. Classification of ecosystem services: Problems and solutions. *Biological Conservation* **139(3-4)**:235-246. DOI: 10.1016/j.biocon.2007.07.015.
- 99) WEIL RR, MAGDOFF F. 2004. *Soil Organic Matter in Sustainable Agriculture*. CRC Press, Boca Raton 1-43. DOI: 10.1201/9780203496374.ch1.
- 100) WIENHOLD BJ, KARLEN DL, ANDREWS SS, STOTT DE. 2009. Protocol for indicator scoring in the soil management assessment framework (SMAF). *Renewable Agriculture and Food Systems* **24(4)**:260-266. DOI: 10.1017/S1742170509990093.
- 101) WITTE PA. 2014. Does integration work for corridor development? Conference paper. Utrecht University. Utrecht.
- 102) WOLFF G. 2009. Das Bodenschutzkonzept Stuttgart (BOKS) – Monitoring der Bodeninanspruchnahmen 2006 und 2007. *Bodenschutz* **1**: 26 – 30. DOI: 10.37307/j.1868-7741.2009.01.08.

Literatura byla generována pomocí volně dostupného citačního manažeru Mendeley a pravidel citací a literatury pro FAPPZ, ČZÚ v Praze - <https://www.mendeley.com/download-desktop/>

9 Seznam tabulek, obrázků a grafů

Tabulka 1 Zajišťovací a regulativní služby půdy spolu s konkrétními příklady (Dominati 2010)	17
Tabulka 2 Kulturní služby půdy spolu s konkrétními příklady (Dominati 2010)	19
Tabulka 3 Vývoj průměrných tržních cen zemědělské půdy 2015-2020 [Kč/m ²] (Ministerstvo zemědělství 2023)	25
Tabulka 4 Výsledky statistického výpočtu - okres Mělník (Vlastní výpočet).....	37
Tabulka 5 Výpočet popisných charakteristik.....	39
Tabulka 6 Výsledky statistického výpočtu - okres Benešov (Vlastní výpočet)	42
Tabulka 7 Výpočet popisných charakteristik.....	43
Tabulka 8 Výsledky statistického výpočtu - okres Kolín (Vlastní výpočet)	46
Tabulka 9 Výpočet popisných charakteristik.....	49
Tabulka 10 Výsledky statistického výpočtu - okres Praha-východ (Vlastní výpočet)	52
Tabulka 11 Výpočet popisných charakteristik.....	53
Tabulka 12 Základní datový soubor	I
Tabulka 13 Zastoupení klimatických regionů (Vlček et al. 2017)	VI
Tabulka 14 Zastoupení skupin půdních typů ČR (Vlček et al. 2017; VÚMOP 2023)	VI
Tabulka 15 Číselné označení kombinace sklonitosti a expozice v kódu BPEJ (Vlček et al. 2017)	VI
Tabulka 16 Charakteristiky sklonitosti (Vlček et al. 2017)	VII
Tabulka 17 Označení expozice ke světovým stranám (Vlček et al. 2017)	VII
Tabulka 18 Označení kombinace hloubky půdního profilu a skeletovitosti (Vlček et al. 2017)	VII
Tabulka 19 Kód skeletovitosti (Vlček et al. 2017)	VIII
Tabulka 20 Zrnitostní frakce skeletu (Vlček et al. 2017)	VIII
Tabulka 21 Charakteristiky a výpočet skeletovitosti (Vlček et al. 2017).....	VIII
Tabulka 22 Kód hloubky půdy (Vlček et al. 2017)	IX
Obrázek 1 Obecná struktura návrhu normy ISO Požadavky na charakteristiky půd z hlediska udržitelného zemědělství – bez závlah (Sáňka & Materna 2004)	11
Obrázek 2 Generalizované účinky zemědělských manažerských postupů na půdní kondici (Altieri 1999; Dias 2014)	12
Obrázek 3 Konceptní rámec propojující půdní přírodní kapitál a fungování půdy s ekosystémovými službami a lidskými potřebami (Dominati et al. 2010)	13
Obrázek 4 Rozhraní půdních vlastností ve vztahu k půdním funkcím a ekosystémovým službám (Hatfield 2017)	15
Obrázek 5 Souvislosti mezi ekosystémovými službami a lidským blahobytem (Percy et al. 2005)	16
Obrázek 6 Zastoupení skupin půdních typů v České republice (VÚMOP 2023).....	21
Obrázek 7 Rozvojové oblasti a osy v ČR dle obcí s rozšířenou působností (RIS 2023).....	26
Obrázek 8 Rozdělení produkčních a mimoprodukčních indikátorů (Přikryl 2021)	30
Obrázek 9 Grafické vyjádření korelace (Statistik Grundlagen 2023).....	31
Obrázek 10 Tukeyho graf odlehlých hodnot – okres Mělník (Vlastní výpočet)	36
Obrázek 11 Korelační graf - okres Mělník	37
Obrázek 12 - Tukeyho graf odlehlých hodnot - okres Benešov (Vlastní výpočet)	41
Obrázek 13 - Korelační graf - okres Benešov.....	42
Obrázek 14 - Tukeyho graf odlehlých hodnot - okres Kolín (Vlastní výpočet)	46

Obrázek 15 - Korelační graf - okres Kolín (Vlastní výpočet)	47
Obrázek 16 Tukeyho graf odlehlých hodnot - okres Praha-východ (Vlastní výpočet)	51
Obrázek 17 Korelační graf - okres Praha-východ (Vlastní výpočet)	52
Obrázek 18 Úřední cena půdy Benešov (VÚMOP 2023)	IX
Obrázek 19 - Úřední cena půdy Kolín (VÚMOP 2023).....	X
Obrázek 20 - Úřední cena půdy Mělník (VÚMOP 2023)	X
Obrázek 21 – Úřední cena půdy Praha-východ (VÚMOP 2023)	XI
Obrázek 22 - Půdní typy Středočeského kraje (Ministerstvo životního prostředí 2023)	XI
Obrázek 23 - Zastoupení skupin půdních typů ve Středočeském kraji (VÚMOP 2023)	XII
Graf 1 Hodnoty nabídkových cen půdy – okres Mělník [m ² /Kč] (Vlastní výpočet)	36
Graf 2 - Hodnoty nabídkových cen půdy – okres Benešov [m ² /Kč] (Vlastní výpočet).....	41
Graf 3 - Hodnoty nabídkových cen půdy – okres Kolín [m ² /Kč] (Vlastní výpočet)	45
Graf 4 Hodnoty nabídkových cen půdy – okres Praha-východ [m ² /Kč] (Vlastní výpočet)	51

10 Samostatné přílohy

Tabulka 12 Základní datový soubor

Okres	Obec	Cena nabídková/m ²	Snížení ceny o 10 -20 %	Cena nabídková snížená/m ²	Úřední cena/m ²	BPEJ	BPEJ bez KR	Hlavní půdní jednotka	Klimatický region	Průměrný počet bodů dle HPJ a KR	Snížení/zvýšení počtu bodů dle KR	Počet bodů	Inzerent
Benešov	Benešov	261,00	0,80	208,80	6,61	53201	3201	Kambizemě	5	178	1	178,00	Louky-pole
Benešov	Budenín	49,00	0,90	44,10	1,33	76811	6811	Gleje	7	209	0,8	167,20	Friendsforeverreality
Benešov	Čechtice	131,00	0,80	104,80	8,08	72901	2901	Kambizemě	7	184	1	184,00	1.českárealitní
Benešov	Čestín	52,00	0,90	46,80	4,22	72914	2914	Kambizemě	7	184	1	184,00	Mmreality
Benešov	Drachkov	69,00	0,90	62,10	7,79	52911	2911	Kambizemě	5	178	1	178,00	Arealitvyvyščina
Benešov	Drachkov	350,00	0,80	280,00	7,04	54700	4700	Pseudogleje	5	198	1	198,00	Arealitvyvyščina
Benešov	Dunice	55,00	0,90	49,50	8,08	72901	2901	Kambizemě	7	184	1	184,00	1.českárealitní
Benešov	Hulice	113,00	0,80	90,40	7,79	52911	2911	Kambizemě	5	178	1	178,00	1.českárealitní
Benešov	Chářovice	653,00	0,80	522,40	9,00	52901	2901	Kambizemě	5	178	1	178,00	Mmreality
Benešov	Chotýšany	70,00	0,90	63,00	9,00	52901	2901	Kambizemě	5	178	1	178,00	1.českárealitní
Benešov	Chotýšany	70,00	0,90	63,00	6,34	55011	5011	Pseudogleje	5	198	1	198,00	1.českárealitní
Benešov	Jankov	39,00	0,90	35,10	7,04	72911	2911	Kambizemě	7	184	1	184,00	Mojepole
Benešov	Jankov	36,00	0,90	32,40	7,04	72911	2911	Kambizemě	7	184	1	184,00	Mmreality
Benešov	Jankov	55,00	0,90	49,50	5,14	73211	3211	Kambizemě	7	184	1	184,00	Mojepole
Benešov	Jankov	156,00	0,80	124,80	4,75	74710	4710	Pseudogleje	7	184	1	184,00	1.českárealitní
Benešov	Javorník	39,00	0,90	35,10	8,08	72901	2901	Kambizemě	7	184	1	184,00	Mojepole
Benešov	Kamberk	36,00	0,90	32,40	5,29	75800	5800	Fluvizemě	7	211	1	211,00	Mojepole
Benešov	Kamberk	37,00	0,90	33,30	2,55	72954	2954	Kambizemě	7	184	1	184,00	Mojepole
Benešov	Kamberk	33,00	0,90	29,70	4,22	72914	2914	Kambizemě	7	184	1	184,00	1.českárealitní
Benešov	Kamberk	90,00	0,90	81,00	5,30	72904	2904	Kambizemě	7	184	1	184,00	Investujdpole
Benešov	Kondrac	39,00	0,90	35,10	5,30	72904	2904	Kambizemě	7	184	1	184,00	Friendsforeverreality
Benešov	Krhanice	61,00	0,90	54,90	7,79	52911	2911	Kambizemě	5	178	1	178,00	Fondrealit
Benešov	Křečovice	48,00	0,90	43,20	1,64	53716	3716	Kambizemě	5	178	1	178,00	Bonusbrno
Benešov	Loket	35,00	0,90	31,50	8,08	72901	2901	Kambizemě	7	184	1	184,00	Adamováreality
Benešov	Louňovice p. Blaník.	98,00	0,90	88,20	7,87	55800	5800	Fluvizemě	5	205	1	205,00	1.českárealitní
Benešov	Lštění	101,00	0,80	80,80	3,96	52714	2714	Kambizemě	5	178	1	178,00	Realitnísamooobsluha
Benešov	Martinice u Dol. Kral.	72,00	0,90	64,80	7,04	72911	2911	Kambizemě	7	184	1	184,00	1.českárealitní
Benešov	Nakvasovice	51,00	0,90	45,90	2,52	83451	3451	Kambizemě	8	178	0,7	124,60	Chenenagro
Benešov	Nespeky	70,00	0,90	63,00	3,90	53214	3214	Kambizemě	5	178	1	178,00	1.českárealitní
Benešov	Neustupov	46,00	0,90	41,40	7,04	72911	2911	Kambizemě	7	184	1	184,00	Fondrealit
Benešov	Neveklov	114,00	0,80	91,20	8,94	54600	4600	Pseudogleje	5	198	1	198,00	Roltins.r.o.
Benešov	Odlochovice	65,00	0,90	58,50	7,04	72911	2911	Kambizemě	7	184	1	184,00	Chenenagro
Benešov	Olbramovice Měst.	55,00	0,90	49,50	9,00	52901	2901	Kambizemě	5	178	1	178,00	Bydlenínadoporučení
Benešov	Ostrov	65,00	0,90	58,50	6,09	52904	2904	Kambizemě	5	178	1	178,00	1.českárealitní

Benešov	Petrovice	43,00	0,90	38,70	7,04	72911	2911	Kambizemě	7	184	1	184,00	Půdavaukci
Benešov	Popovice	47,00	0,90	42,30	4,22	72914	2914	Kambizemě	7	184	1	184,00	Investujdpole
Benešov	Poříčí n. Sázavou	28,00	0,90	25,20	7,79	52911	2911	Kambizemě	5	178	1	178,00	Avilasreality
Benešov	Poříčí n. Sázavou	28,00	0,90	25,20	7,79	52911	2911	Kambizemě	5	178	1	178,00	Avilasreality
Benešov	Poříčí n. Sázavou	54,00	0,90	48,60	9,00	52901	2901	Kambizemě	5	178	1	178,00	Avilasreality
Benešov	Pravonín	49,00	0,90	44,10	4,22	72914	2914	Kambizemě	7	184	1	184,00	Investujdpole
Benešov	Pravonín	43,00	0,90	38,70	4,22	72914	2914	Kambizemě	7	184	1	184,00	Investujdpole
Benešov	Pravonín	39,00	0,90	35,10	5,30	72904	2904	Kambizemě	7	184	1	184,00	Mojepole
Benešov	Pravonín	39,00	0,90	35,10	4,22	72914	2914	Kambizemě	7	184	1	184,00	Louky-pole
Benešov	Přestavky u Čer.	150,00	0,80	120,00	5,70	52651	2651	Kambizemě	5	178	1	178,00	Mmreality
Benešov	Ratměřice	49,00	0,90	44,10	4,73	74702	4702	Pseudogleje	7	184	1	184,00	Fondrealit
Benešov	Sněť	70,00	0,90	63,00	8,08	72901	2901	Kambizemě	7	184	1	184,00	1.českárealitní
Benešov	Stupčice	45,00	0,90	40,50	2,42	83424	3424	Kambizemě	8	178	0,7	124,60	Fondrealit
Benešov	Šetějovice	59,00	0,90	53,10	7,04	72911	2911	Kambizemě	7	184	1	184,00	Fondrealit
Benešov	Tichonice	49,00	0,90	44,10	7,79	52911	2911	Kambizemě	5	178	1	178,00	Fondrealit
Benešov	Veliš	400,00	0,80	320,00	5,00	52914	2914	Kambizemě	5	178	1	178,00	Chenenagro
Benešov	Vlašim	40,00	0,90	36,00	7,79	52911	2911	Kambizemě	5	178	1	178,00	Mojepole
Benešov	Vlašim	72,00	0,90	64,80	9,00	52901	2901	Kambizemě	5	178	1	178,00	1.českárealitní
Benešov	Zaječice	184,00	0,80	147,20	7,79	52911	2911	Kambizemě	5	178	1	178,00	Maximareality
Benešov	Zvěstov	45,00	0,90	40,50	7,04	72911	2911	Kambizemě	7	184	1	184,00	Mojepole
Benešov	Zvěstov	81,00	0,90	72,90	7,04	72911	2911	Kambizemě	7	184	1	184,00	1.českárealitní
Benešov	Zvěstov	50,00	0,90	45,00	7,04	72911	2911	Kambizemě	7	184	1	184,00	Fondrealit
Kolín	Bečváry	89,00	0,90	80,10	15,60	31400	1400	Luvizemě	3	198	1	198,00	1.českárealitní
Kolín	Bečváry	89,00	0,90	80,10	15,60	31400	1400	Luvizemě	3	198	1	198,00	1.českárealitní
Kolín	Břežany	49,00	0,90	44,10	9,98	23001	3001	Kambizemě	2	178	1,3	231,40	Investujdpole
Kolín	Církvice	72,00	0,90	64,80	5,00	52914	2914	Kambizemě	5	178	1	178,00	1.českárealitní
Kolín	Církvice	696,00	0,80	556,80	10,00	54400	4400	Pseudogleje	5	198	1	198,00	Realityforyou
Kolín	Červené Pečky	49,00	0,90	44,10	16,52	31010	1010	Hnědozemě	3	209	1,4	292,60	Mojepole
Kolín	Český Brod	143,00	0,80	114,40	17,15	20200	0200	Černozemě	2	217	1,5	325,50	Investujdpole
Kolín	Dobré Pole	189,00	0,80	151,20	15,60	31400	1400	Luvizemě	3	198	1	198,00	ČSPNs.r.o.
Kolín	Dobřichov	50,00	0,90	45,00	14,63	26100	6100	Černice	2	208	1,5	312,00	Investujdpole
Kolín	Hřiby	490,00	0,80	392,00	17,15	20200	0200	Černozemě	2	217	1,5	325,50	ČSPNs.r.o.
Kolín	Chotouň	27,00	0,90	24,30	17,22	20100	0100	Černozemě	2	217	1,5	325,50	EKCR
Kolín	Chotýš	28,00	0,90	25,20	12,80	34210	4210	Pseudogleje	3	186	1	186,00	1.krkonoskárealitní
Kolín	Klášteřínská Skalice	60,00	0,90	54,00	15,43	20110	0110	Černozemě	2	217	1,5	325,50	Bohemreal
Kolín	Klučov	72,00	0,90	64,80	17,15	20200	0200	Černozemě	2	217	1,5	325,50	Idealreality
Kolín	Kolín	58,00	0,90	52,20	13,77	20600	0600	Černozemě	2	217	1,5	325,50	Mojepole
Kolín	Kolín	52,00	0,90	46,80	11,53	25700	5700	Fluvizemě	2	211	1,5	316,50	Eraprofessional
Kolín	Konárovice	85,00	0,90	76,50	4,81	22110	2110	Regozemě	2	169	1,5	253,50	1.českárealitní
Kolín	Konárovice	101,00	0,80	80,80	4,81	22110	2110	Regozemě	2	169	1,5	253,50	Realitnísamooobsluha
Kolín	Konárovice	253,00	0,80	202,40	8,01	22001	2001	Rendziny	2	211	1,5	316,50	Realitnísamooobsluha
Kolín	Kouřim	178,00	0,80	142,40	15,43	20110	0110	Černozemě	2	217	1,5	325,50	Zemědělské-reality
Kolín	Kouřim	38,00	0,90	34,20	17,22	20100	0100	Černozemě	2	217	1,5	325,50	Metropolisreality
Kolín	Kouřim	178,00	0,80	142,40	15,43	20110	0110	Černozemě	2	217	1,5	325,50	Investujdpole
Kolín	Kouřim	90,00	0,90	81,00	16,52	31010	1010	Hnědozemě	3	209	1,4	292,60	Zemědělské-reality
Kolín	Kouřim	90,00	0,90	81,00	5,92	32914	2914	Kambizemě	3	174	1	174,00	Metropolisreality

Kolín	Krakovany	40,00	0,90	36,00	6,30	32312	2312	Regozemě	3	169	1,4	236,60	Smidpartners
Kolín	Libenice	160,00	0,80	128,00	17,91	20300	0300	Černozemě	2	217	1,5	325,50	Terrabohemia
Kolín	Malotice	44,00	0,90	39,60	17,92	31000	1000	Hnědozemě	3	209	1,4	292,60	Mojepole
Kolín	Nová Ves	59,00	0,90	53,10	17,03	26000	6000	Černice	2	208	1,5	312,00	Mojepole
Kolín	Nová Ves	59,00	0,90	53,10	17,15	20200	0200	Černozemě	2	217	1,5	325,50	Mojepole
Kolín	Přov	50,00	0,90	45,00	17,03	26000	6000	Černice	2	208	1,5	312,00	1.českárealitní
Kolín	Přov	108,00	0,80	86,40	14,02	25600	5600	Fluvizemě	2	211	1,5	316,50	1.českárealitní
Kolín	Poříčany	50,00	0,90	45,00	5,53	22210	2210	Regozemě	2	169	1,5	253,50	Mojepole
Kolín	Radovesnice	118,00	0,80	94,40	17,22	20100	0100	Černozemě	2	217	1,5	325,50	1.českárealitní
Kolín	Radovesnice	47,00	0,90	42,30	4,99	22312	2312	Regozemě	2	169	1,5	253,50	Kontakt servis
Kolín	Týnec nad Labem	37,00	0,90	33,30	7,48	32701	2701	Kambizemě	3	174	1	174,00	Realitní samoobsluha
Kolín	Veletov	303,00	0,80	242,40	4,81	22110	2110	Regozemě	2	169	1,5	253,50	Realitní samoobsluha
Kolín	Velký Osek	45,00	0,90	40,50	10,39	25800	5800	Fluvizemě	2	211	1,5	316,50	Investuj dopole
Kolín	Veltruby	45,00	0,90	40,50	14,02	25600	5600	Fluvizemě	2	211	1,5	316,50	Fondrealit
Kolín	Veltruby	169,00	0,80	135,20	14,02	25600	5600	Fluvizemě	2	211	1,5	316,50	Mojepole
Kolín	Veltruby	49,00	0,90	44,10	4,81	22110	2110	Regozemě	2	169	1,5	253,50	ČSPNs.r.o.
Kolín	Vitice	41,00	0,90	36,90	15,82	21000	1000	Hnědozemě	2	209	1,5	313,50	Mojepole
Kolín	Vitice	72,00	0,90	64,80	15,82	21000	1000	Hnědozemě	2	209	1,5	313,50	Čsalfainvest
Kolín	Vitice	58,00	0,90	52,20	5,22	33114	3114	Kambizemě	3	174	1	174,00	Idealreality
Kolín	Volárna	70,00	0,90	63,00	17,91	20300	0300	Černozemě	2	217	1,5	325,50	1.českárealitní
Kolín	Volárna	70,00	0,90	63,00	17,91	20300	0300	Černozemě	2	217	1,5	325,50	1.českárealitní
Kolín	Zásmuky	33,00	0,90	29,70	5,00	52914	2914	Kambizemě	5	178	1	178,00	Investuj dopole
Kolín	Zásmuky	24,00	0,90	21,60	5,00	52914	2914	Kambizemě	5	178	1	178,00	Investuj dopole
Kolín	Ždánice	72,00	0,90	64,80	17,92	31000	1000	Hnědozemě	3	209	1,4	292,60	1.českárealitní
Kolín	Žiželice	72,00	0,90	64,80	12,10	36200	6200	Černice	3	208	1,4	291,20	1.českárealitní
Kolín	Žiželice	80,00	0,90	72,00	12,10	36200	6200	Černice	3	208	1,4	291,20	1.českárealitní
Kolín	Žiželice	85,00	0,90	76,50	9,91	35500	5500	Fluvizemě	3	211	1,4	295,40	1.českárealitní
Kolín	Žiželice	85,00	0,90	76,50	9,91	35500	5500	Fluvizemě	3	211	1,4	295,40	ČSPNs.r.o.
Kolín	Žiželice	149,00	0,80	119,20	5,06	35313	5313	Pseudogleje	3	186	1	186,00	1.českárealitní
Mělník	Cítov	55,00	0,90	49,50	2,76	12113	2113	Regozemě	1	169	1,6	270,40	Bohemreal
Mělník	Hostín u Vojkovic	133,00	0,80	106,40	4,03	12110	2110	Regozemě	1	169	1,6	270,40	1.českárealitní
Mělník	Jevíněves	63,00	0,90	56,70	7,82	10501	0501	Černozemě	1	217	1,6	347,20	Investuj dopole
Mělník	Jevíněves	95,00	0,90	85,50	7,82	10501	0501	Černozemě	1	217	1,6	347,20	BonusBrno
Mělník	Jevíněves	150,00	0,80	120,00	7,82	10501	0501	Černozemě	1	217	1,6	347,20	1.českárealitní
Mělník	Jevíněves	150,00	0,80	120,00	7,30	10840	0840	Černozemě	1	217	1,6	347,20	1.českárealitní
Mělník	Jiřice	160,00	0,80	128,00	17,91	20300	0300	Černozemě	2	217	1,5	325,50	Realitka
Mělník	Jiřice	70,00	0,90	63,00	17,91	20300	0300	Černozemě	2	217	1,5	325,50	Aktivreality
Mělník	Jiřice	80,00	0,90	72,00	9,98	23001	3001	Kambizemě	2	178	1,3	231,40	Elwestreality
Mělník	Kly	30,00	0,90	27,00	4,97	12210	2210	Regozemě	1	169	1,6	270,40	1.českárealitní
Mělník	Kly	74,00	0,90	66,60	9,85	11901	1901	Rendziny	1	211	1,6	337,60	1.českárealitní
Mělník	Kostelec nad Labem	49,00	0,90	44,10	13,77	20600	0600	Černozemě	2	217	1,5	325,50	Mmreality
Mělník	Kostelec nad Labem	70,00	0,90	63,00	9,15	25500	5500	Fluvizemě	2	211	1,5	316,50	Mojepole
Mělník	Kostelec nad Labem	52,00	0,90	46,80	9,15	25500	5500	Fluvizemě	2	211	1,5	316,50	Mojepole
Mělník	Kozomín	311,00	0,80	248,80	3,88	12212	2212	Regozemě	1	169	1,6	270,40	Reality5
Mělník	Kralupy nad Vltavou	150,00	0,80	120,00	14,57	10100	0100	Černozemě	1	217	1,6	347,20	1.českárealitní
Mělník	Kralupy nad Vltavou	60,00	0,90	54,00	13,46	10110	0110	Černozemě	1	217	1,6	347,20	Boreality

Mělník	Kralupy nad Vltavou	83,00	0,90	74,70	13,46	10110	0110	Černozemě	1	217	1,6	347,20	Finemreality
Mělník	Kralupy nad Vltavou	360,00	0,80	288,00	14,57	10100	0100	Černozemě	1	217	1,6	347,20	Mmreality
Mělník	Kralupy nad Vltavou	94,00	0,90	84,60	2,72	12253	2253	Regozemě	1	169	1,6	270,40	Mmreality
Mělník	Kralupy nad Vltavou	94,00	0,90	84,60	3,88	12212	2212	Regozemě	1	169	1,6	270,40	Boreality
Mělník	Ledčice	32,00	0,90	28,80	7,82	10501	0501	Černozemě	1	217	1,6	347,20	1.českárealitní
Mělník	Lhotka	42,00	0,90	37,80	4,81	22110	2110	Regozemě	2	169	1,5	253,50	Mojepole
Mělník	Lhotka	42,00	0,90	37,80	4,81	22110	2110	Regozemě	2	169	1,5	253,50	Mojepole
Mělník	Liběchov	89,00	0,90	80,10	3,20	12112	2112	Regozemě	1	169	1,6	270,40	ČSPNs.r.o
Mělník	Liběchov	152,00	0,80	121,60	9,85	11901	1901	Rendziny	1	211	1,6	337,60	Boreality
Mělník	Lobeč	150,00	0,80	120,00	3,14	12252	2252	Regozemě	1	169	1,6	270,40	1.českárealitní
Mělník	Mlčechov	50,00	0,90	45,00	7,82	10501	0501	Černozemě	1	217	1,6	347,20	Fondrealit
Mělník	Nedomice	54,00	0,90	48,60	7,51	15500	5500	Fluvizemě	1	211	1,6	337,60	Mojepole
Mělník	Nelahozeves	57,00	0,90	51,30	3,88	12212	2212	Regozemě	1	169	1,6	270,40	Mmreality
Mělník	Nová Ves	46,00	0,90	41,40	3,88	12212	2212	Regozemě	1	169	1,6	270,40	Mojepole
Mělník	Nové Ouholice	65,00	0,90	58,50	7,51	15500	5500	Fluvizemě	1	211	1,6	337,60	1.českárealitní
Mělník	Olovnice	165,00	0,80	132,00	13,11	15600	5600	Fluvizemě	1	211	1,6	337,60	Soukromý inzerent
Mělník	Ovčáry	55,00	0,90	49,50	4,03	12110	2110	Regozemě	1	169	1,6	270,40	1.českárealitní
Mělník	Ovčáry	414,00	0,80	331,20	4,03	12110	2110	Regozemě	1	169	1,6	270,40	Primareal
Mělník	Postřížín	90,00	0,90	81,00	11,78	20810	0810	Černozemě	2	217	1,5	325,50	Investujdpole
Mělník	Postřížín	268,00	0,80	214,40	13,77	20600	0600	Černozemě	2	217	1,5	325,50	Dara
Mělník	Postřížín	450,00	0,80	360,00	4,47	22212	2212	Regozemě	2	169	1,5	253,50	RK Kotula
Mělník	Škvorec	73,00	0,90	65,70	11,34	51210	1210	Hnědozemě	5	202	1	202,00	Ersreality
Mělník	Tišice	63,00	0,90	56,70	7,51	15500	5500	Fluvizemě	1	211	1,6	337,60	Idealreality
Mělník	Tuhaň	90,00	0,90	81,00	4,03	12110	2110	Regozemě	1	169	1,6	270,40	Jurisreal
Mělník	Tupadly	99,00	0,90	89,10	9,91	35500	5500	Fluvizemě	3	211	1,4	295,40	Sabreality
Mělník	Velký Borek	43,00	0,90	38,70	8,72	23011	3011	Kambizemě	2	178	1,3	231,40	Chenenagro
Mělník	Velký Borek	47,00	0,90	42,30	8,79	11911	1911	Rendziny	1	211	1,6	337,60	1.českárealitní
Mělník	Vraňany	50,00	0,90	45,00	1,35	13716	3716	Kambizemě	1	178	1,4	249,20	Fondrealit
Mělník	Všestudy	139,00	0,80	111,20	3,88	12212	2212	Regozemě	1	169	1,6	270,40	Investujdpole
Mělník	Vysoká	49,00	0,90	44,10	5,53	22210	2210	Regozemě	2	169	1,5	253,50	Bohemreal
Mělník	Zlosyň	80,00	0,90	72,00	4,97	12210	2210	Regozemě	1	169	1,6	270,40	1.českárealitní
Mělník	Zlosyň	300,00	0,80	240,00	4,97	12210	2210	Regozemě	1	169	1,6	270,40	1.českárealitní
Mělník	Zlosyň	80,00	0,90	72,00	4,97	12210	2210	Regozemě	1	169	1,6	270,40	1.českárealitní
Praha-východ	Babice	98,00	0,90	88,20	7,79	52911	2911	Kambizemě	5	178	1	178,00	Investujdpole
Praha-východ	Bořanovice	54,00	0,90	48,60	17,22	20100	0100	Černozemě	2	217	1,5	325,50	Mojepole
Praha-východ	Bořanovice	54,00	0,90	48,60	12,37	51110	1110	Hnědozemě	5	202	1	202,00	Mojepole
Praha-východ	Čelákovice	59,00	0,90	53,10	10,39	25800	5800	Fluvizemě	2	211	1,5	316,50	Mojepole
Praha-východ	Černé Voděrady	157,00	0,80	125,60	4,39	52614	2614	Kambizemě	5	178	1	178,00	Investujdpole
Praha-východ	Černé Voděrady	158,00	0,80	126,40	5,09	52604	2604	Kambizemě	5	178	1	178,00	Investujdpole
Praha-východ	Černé Voděrady	238,00	0,80	190,40	7,38	53011	3011	Kambizemě	5	178	1	178,00	Investujdpole
Praha-východ	Černé Voděrady	57,00	0,90	51,30	10,90	51410	1410	Luvizemě	5	190	1	190,00	Investujdpole
Praha-východ	Černé Voděrady	108,00	0,80	86,40	8,66	51512	1512	Luvizemě	5	190	1	190,00	Investujdpole
Praha-východ	Dobročovice	65,00	0,90	58,50	11,78	20810	0810	Černozemě	2	217	1,5	325,50	Mojepole
Praha-východ	Dobročovice	65,00	0,90	58,50	15,82	21000	1000	Hnědozemě	2	209	1,5	313,50	Mojepole
Praha-východ	Husinec	84,00	0,90	75,60	17,22	20100	0100	Černozemě	2	217	1,5	325,50	Investujdpole
Praha-východ	Kaliště	44,00	0,90	39,60	7,79	52911	2911	Kambizemě	5	178	1	178,00	Mojepole

Praha-východ	Kaliště	42,00	0,90	37,80	5,75	53211	3211	Kambizemě	5	178	1	178,00	Mojepole
Praha-východ	Kaliště	44,00	0,90	39,60	6,34	55011	5011	Pseudogleje	5	198	1	198,00	Housevip
Praha-východ	Konojedy	51,00	0,90	45,90	5,52	53111	3111	Kambizemě	5	178	1	178,00	Zemědělské-reality
Praha-východ	Konojedy	51,00	0,90	45,90	8,45	53001	3001	Kambizemě	5	178	1	178,00	Zemědělskéreality
Praha-východ	Křenek	300,00	0,80	240,00	4,81	22110	2110	Regozemě	2	169	1,5	253,50	1.českárealitní
Praha-východ	Křenice	203,00	0,80	162,40	14,20	51000	1000	Hnědozemě	5	202	1	202,00	Ersreality
Praha-východ	Křenice	80,00	0,90	72,00	14,20	51000	1000	Hnědozemě	5	202	1	202,00	Mojepole
Praha-východ	Květnice	253,00	0,80	202,40	10,39	25800	5800	Fluvizemě	2	211	1,5	316,50	Zemědělské-reality
Praha-východ	Květnice	81,00	0,90	72,90	4,11	27001	7001	Gleje	2	209	1,3	271,70	Ersreality
Praha-východ	Mirošovice	173,00	0,80	138,40	3,23	53244	3244	Kambizemě	5	178	1	178,00	Investujdpole
Praha-východ	Mnichovice	82,00	0,90	73,80	7,79	52911	2911	Kambizemě	5	178	1	178,00	Investujdpole
Praha-východ	Nehvizdy	95,00	0,90	85,50	9,98	23001	3001	Kambizemě	2	178	1,3	231,40	Investujdpole
Praha-východ	Nučice	60,00	0,90	54,00	5,52	53111	3111	Kambizemě	5	178	1	178,00	Mojepole
Praha-východ	Odolena Voda	81,00	0,90	72,90	7,82	10501	0501	Černozemě	1	217	1,6	347,20	Mojepole
Praha-východ	Odolena Voda	55,00	0,90	49,50	3,41	22113	2113	Regozemě	2	169	1,5	253,50	Investujdpole
Praha-východ	Oplany	43,00	0,90	38,70	6,10	53101	3101	Kambizemě	5	178	1	178,00	Investujdpole
Praha-východ	Ovčáry	120,00	0,80	96,00	4,81	22110	2110	Regozemě	2	169	1,5	253,50	1.českárealitní
Praha-východ	Panenské Břežany	130,00	0,80	104,00	4,81	22110	2110	Regozemě	2	169	1,5	253,50	Ersreality
Praha-východ	Podolanka	130,00	0,80	104,00	17,22	20100	0100	Černozemě	2	217	1,5	325,50	Remaxhorizont
Praha-východ	Popovičky	120,00	0,80	96,00	13,41	51100	1100	Hnědozemě	5	202	1	202,00	Rehypex
Praha-východ	Radějovice	61,00	0,90	54,90	8,28	52601	2601	Kambizemě	5	178	1	178,00	Mojepole
Praha-východ	Radějovice	61,00	0,90	54,90	8,28	52601	2601	Kambizemě	5	178	1	178,00	Mojepole
Praha-východ	Radějovice	61,00	0,90	54,90	5,44	54811	4811	Pseudogleje	5	198	1	198,00	Mojepole
Praha-východ	Radějovice	61,00	0,90	54,90	5,44	54811	4811	Pseudogleje	5	198	1	198,00	Mojepole
Praha-východ	Říčany	256,00	0,80	204,80	12,37	51110	1110	Hnědozemě	5	202	1	202,00	Investujdpole
Praha-východ	Říčany	299,00	0,80	239,20	8,28	52601	2601	Kambizemě	5	178	1	178,00	Investujdpole
Praha-východ	Strančice	63,00	0,90	56,70	7,26	52611	2611	Kambizemě	5	178	1	178,00	Mojepole
Praha-východ	Škvorec	215,00	0,80	172,00	15,82	21000	1000	Hnědozemě	2	209	1,5	313,50	Ersreality
Praha-východ	Škvorec	73,00	0,90	65,70	12,37	51110	1110	Hnědozemě	5	202	1	202,00	Spartners
Praha-východ	Úvaly	76,00	0,90	68,40	14,64	21010	1010	Hnědozemě	2	209	1,5	313,50	Mojepole
Praha-východ	Úvaly	76,00	0,90	68,40	14,64	21010	1010	Hnědozemě	2	209	1,5	313,50	Mojepole
Praha-východ	Úvaly	76,00	0,90	68,40	15,82	21000	1000	Hnědozemě	2	209	1,5	313,50	Mojepole
Praha-východ	Veleň	47,00	0,90	42,30	17,22	20100	0100	Černozemě	2	217	1,5	325,50	Reality89
Praha-východ	Velké Popovice	250,00	0,80	200,00	7,79	52911	2911	Kambizemě	5	178	1	178,00	Remaxalfa
Praha-východ	Vlkančice	91,00	0,90	81,90	9,00	52901	2901	Kambizemě	5	178	1	178,00	Investujdpole
Praha-východ	Vodochody	86,00	0,90	77,40	17,22	20100	0100	Černozemě	2	217	1,5	325,50	Investujdpole
Praha-východ	Vyžlovka	55,00	0,90	49,50	10,90	51410	1410	Luvizemě	5	190	1	190,00	Investujdpole

Tabulka 13 Zastoupení klimatických regionů (Vlček et al. 2017)

Zastoupení klimatických regionů										
Kód kl. reg.	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
Označení	VT	T1	T2	T3	MT1	MT2	MT3	MT4	MCH	CH
%	4,6	4,9	6,2	13,7	5,4	20,7	4	25,7	11,6	3,2
km2	2292	2455	3084	6838	2707	10375	2023	12826	5770	1603
VT – velmi teplý, suchý; T1 – teplý, suchý; T2 – teplý, mírně suchý; T3 - teplý, mírně vlhký; MT1 - mírně teplý, suchý; MT2 - mírně teplý, mírně vlhký; MT3 - mírně teplý (až teplý), značně vlhký; MT4 - mírně teplý, vlhký; MCH - mírně chladný, vlhký; CH - chladný, vlhký										

Tabulka 14 Zastoupení skupin půdních typů ČR (Vlček et al. 2017; VÚMOP 2023)

Zastoupení skupin půdních typů v ČR	%	Označení HPJ
černozemě	12,12	01–08
hnědozemě	6,76	09–13
luzizemě	4,30	14–17
rendzina, pararendzina	3,90	18–20
regozemě	3,58	21–23
kambizemě	25,04	24–33
kambizemě dystrické, podzoly, kryptopodzoly	8,31	34–36
kambizemě, rankery, litozemě	4,04	37–39
silně svažitě půdy	2,94	40–41
pseudogleje	17,52	42–54
fluvizemě	5,33	55–59
černice	1,45	60–63
gleje	4,71	64–78

Tabulka 15 Číselné označení kombinace sklonitosti a expozice v kódu BPEJ (Vlček et al. 2017)

Číselné označení v kódu BPEJ	Kód sklonitosti	Kód expozice
0	0-1	0
1	2	0
2	2	1
3	2	3
4	3	1

5	3	3
6	4	1
7	4	3
8	5-6	1
9	5-6	3

Tabulka 16 Charakteristiky sklonitosti (Vlček et al. 2017)

Kód	Kategorie	Charakteristika
0	0-1°	úplná rovina
1	1-3°	rovina
2	3-7°	mírný sklon
3	7-12°	střední sklon
4	12-17°	výrazný sklon
5	17-25°	příkrý sklon
6	> 25°	sráz

Tabulka 17 Označení expozice ke světovým stranám (Vlček et al. 2017)

Kód	Kategorie
0	Se všesměrnou expozicí
1	Jih (jihozápad až východ)
2	Východ a západ (jihozápad až severozápad, jihovýchod až severovýchod)
3	Sever (severozápad až severovýchod)

Tabulka 18 Označení kombinace hloubky půdního profilu a skeletovitosti (Vlček et al. 2017)

Páté číslo BPEJ	Kategorie skeletovitosti	Charakteristika kódu skeletovitosti	Kategorie hloubky půdy	Charakteristika hloubky půdy
0	0	Bezskeletovitá, s příměsí	0	Hluboká
1	0-1	Bezskeletovitá, s příměsí, slabě skeletovitá	0-1	Hluboká, středně hluboká
2	1	Slabě skeletovitá	0	Hluboká
3	2	Středně skeletovitá	0	Hluboká
4	2	Středně skeletovitá	0-1	Hluboká, středně hluboká
5	1	Slabě skeletovitá	2	Mělká

6	2	Středně skeletovitá	2	Mělká
7	0-1	Bezskeletovitá, s příměsí, slabě skeletovitá	0-1	Hluboká, středně hluboká
8	2-3	Středně skeletovitá, silně skeletovitá	0-2	Hluboká, středně hluboká, mělká
9	0-3	Bezskeletovitá, s příměsí, slabě skeletovitá, středně skeletovitá, silně skeletovitá	0-2	Hluboká, středně hluboká, mělká

Tabulka 19 Kód skeletovitosti (Vlček et al. 2017)

Kód skeletovitosti	Charakteristika skeletovitosti
0	Bezskeletovitá, s příměsí, s celkovým obsahem skeletu < 10 %
1	Slabě skeletovitá, s celkovým obsahem skeletu 10-25 %
2	Středně skeletovitá, s celkovým obsahem skeletu 25-50 %
3	Silně skeletovitá s celkovým obsahem skeletu > 50 %

Tabulka 20 Zrnitostní frakce skeletu (Vlček et al. 2017)

Frakce skeletu	Rozměry (mm)
Hrubý písek	2-4
Štěrk	4-30
Kameny	30-300
Balvany	> 300

Tabulka 21 Charakteristiky a výpočet skeletovitosti (Vlček et al. 2017)

Kód	Hodnocení	Výpočet	Charakteristika
0	Půdy bezskeletovité	= 0 / 0 až Š1	Půdy v ornici bez skeletu, v podorničí bez skeletu až slabě skeletnaté
1	Půdy slabě skeletovité	= 0 až Š1 (K1) / K1 až Š1 (Š2)	Půdy v ornici bez skeletu (případně slabě štěrkovité, kamenité), v podorničí slabě kamenité až slabě štěrkovité (středně štěrkovité)
2	Půdy středně skeletovité	= Š2 až K1 (K2) / Š2 až K2 (K1)	Půdy v ornici středně štěrkovité až slabě nebo středně kamenité, v podorničí středně štěrkovité až středně kamenité (slabě kamenité)
3	Půdy silně skeletovité	= (Š1 nebo 2) až (K1 nebo 2) / Š3 až K3	Půdy v ornici slabě nebo středně štěrkovité až slabě nebo středně kamenité, v podorničí silně štěrkovité až silně kamenité (resp. středně kamenité v obou horizontech)

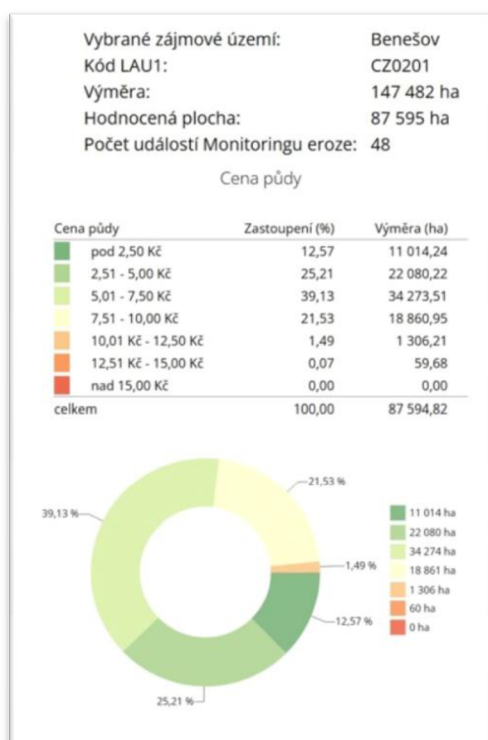
Ornicí je zde myšlena vrstva půdy mezi 0–30 cm hloubky a podorniční vrstva půdy se bez ohledu na genetické horizonty nachází mezi 30–60 cm hloubky.

Čísla za Š a K značí stupeň zastoupení:

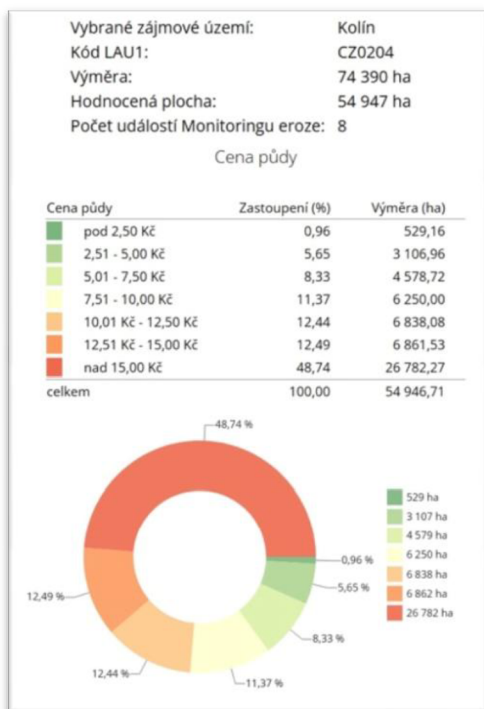
- 1 – slabé zastoupení
- 2 – střední zastoupení
- 3 – silné zastoupení

Tabulka 22 Kód hloubky půdy (Vlček et al. 2017)

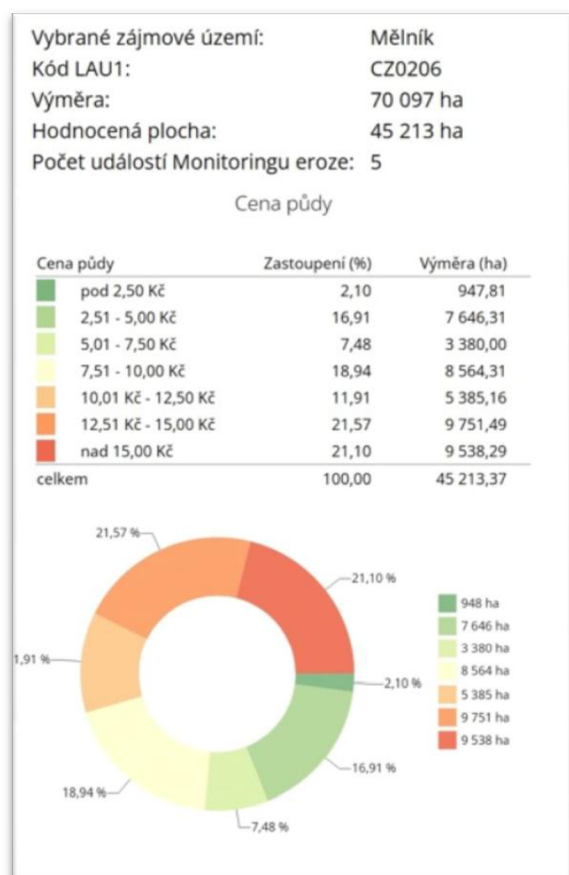
Kód hloubky půdy	Kategorie	Hloubka
0	Půda hluboká až velmi hluboká	> 60 cm
1	Půda středně hluboká	30-60 cm
2	Půda mělká	< 30 cm



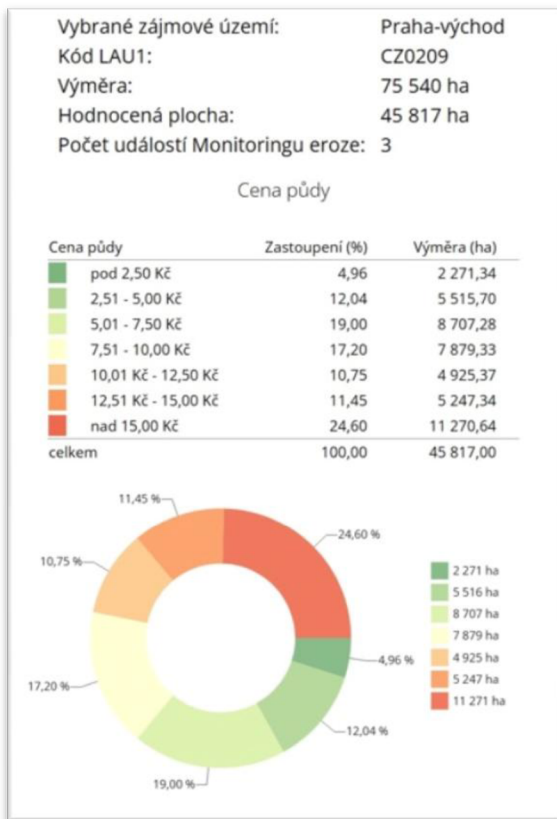
Obrázek 18 Úřední cena půdy Benešov (VÚMOP 2023)



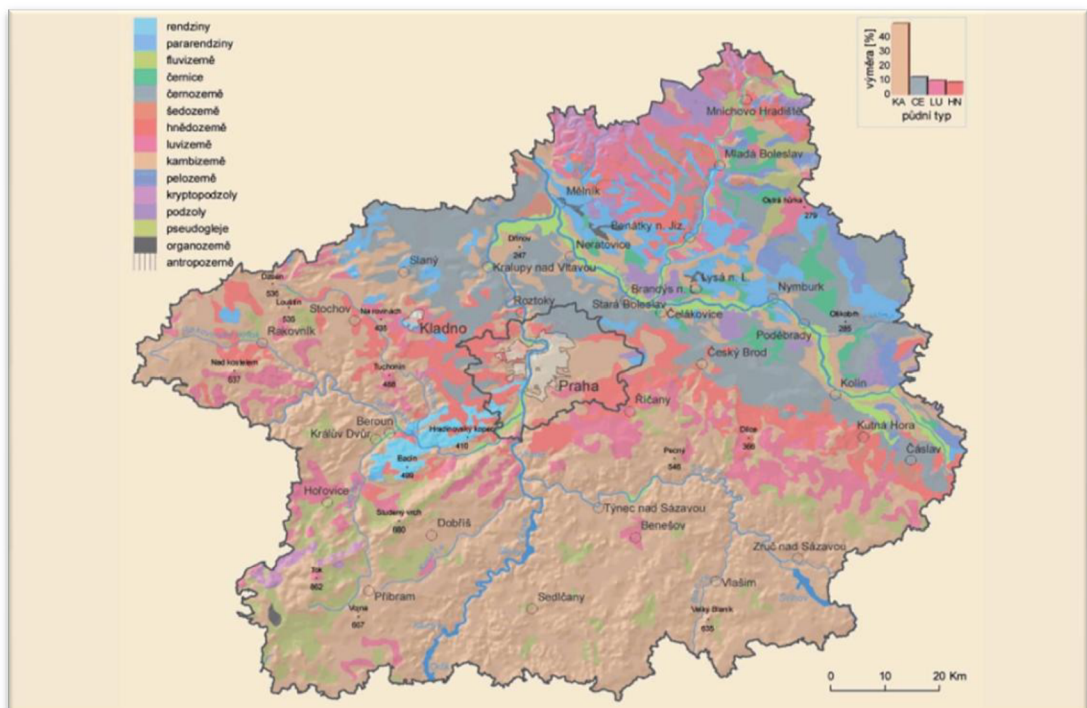
Obrázek 19 - Úřední cena půdy Kolín (VÚMOP 2023)



Obrázek 20 - Úřední cena půdy Mělník (VÚMOP 2023)



Obrázek 21 – Úřední cena půdy Praha-východ (VÚMOP 2023)

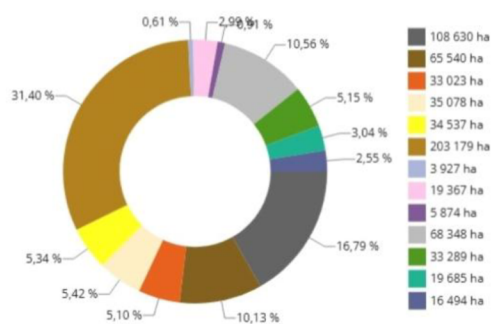


Obrázek 22 - Půdní typy Středočeského kraje (Ministerstvo životního prostředí 2023)

Vybrané zájmové území: Středočeský kraj
 Kód NUTS3: CZ020
 Výměra: 1 092 835 ha
 Hodnocená plocha: 646 972 ha
 Počet událostí Monitoringu eroze: 185

Skupiny půdních typů

Skupiny půdních typů	Zastoupení (%)	Výměra (ha)
černozemě	16,79	108 630,19
hnědozemě	10,13	65 540,41
luvizemě	5,10	33 023,46
rendziny, prararendziny	5,42	35 078,29
regozemě	5,34	34 536,80
kambizemě	31,40	203 178,81
kambizemě dystrické, podzoly, kryptopodzoly	0,61	3 927,39
kambizemě, rankery, litozemě	2,99	19 366,73
silně svažitě půdy	0,91	5 873,63
pseudogleje	10,56	68 348,30
fluvizemě	5,15	33 289,30
černice	3,04	19 685,25
gleje	2,55	16 493,91
celkem	100,00	646 972,48



Obrázek 23 - Zastoupení skupin půdních typů ve Středočeském kraji (VÚMOP 2023)