

# Hráze historických rybníků z pohledu tvaru příčného profilu na vybraných příkladech v okresech Praha-východ, Kolín a Kutná Hora

Václav David, Kateřina Černochová, Tereza Davidová

## Abstrakt

Tento příspěvek představuje hodnocení hrází historických rybníků z pohledu sklonu jejich svahů. Sklony byly hodnoceny pomocí nástrojů a dat GIS v rámci reprezentativních ručně digitalizovaných plošek nad vrstvou sklonů odvozenou z dat Digitálního modelu reliéfu 5. generace (DMR5G). Hodnocení bylo zpracováno pro rybníky v oblasti Kosteletka, Kouřimska, Zásmutka a Uhlířskojanovicka východně od Prahy. Výsledky hodnocení obecně ukazují, že sklony svahů rybníků jsou zpravidla mírnější, než by odpovídalo technologii používané v době jejich vzniku, byť neodpovídají současným doporučením pro homogenní hráze daným normou ČSN 75 2410 Malé vodní nádrže, což platí zhruba pro polovinu případů. U posuzovaných rybníků jsou sklony vzdušných líců celkově prudší, variabilita sklonů je však dle zjištěných hodnot poměrně vysoká.

## Klíčová slova

rybník – malá vodní nádrž – hráz – vzdušní líc

## Úvod

Českou republiku lze považovat za rybníkářskou velmoc, jelikož průměrná hustota rybníků a malých vodních nádrží je v rámci území celé republiky poměrně vysoká a v některých částech země dokonce velmi vysoká. Historicky byla dokonce mnohem vyšší. Přesně údaje nejsou k dispozici, ale některé zdroje uvádí, že v období zlatého věku rybníkářství, který je zpravidla uvažován v 15. století a v první polovině 16. století, bylo množství rybníků a malých vodních nádrží na našem území cca trojnásobné ve srovnání se současností [1]. Stáří většiny rybníků tak dosahuje a mnohdy přesahuje 500 let. Toto úctyhodné stáří má celou řadu konsekvencí. Předně se během své existence stala většina rybníků integrální součástí krajiny a začala v ní plnit celou řadu funkcí (retenční, ekostabilizační, hospodářskou, klimatickou a další). Názory na existenci rybníků a jejich funkce a zejména názory na výstavbu a přínos nově budovaných malých vodních nádrží se různí, avšak tato polemika přesahuje rámec tohoto článku. Další velmi významnou konsekvencí stáří rybníků jsou jejich parametry, zejména se jedná o parametry hrází. Pominout samozřejmě nelze ani celkový technický stav hrází, jelikož i v tomto případě dochází v průběhu času k degradaci jako u jakékoli jiné konstrukce.

Hráze rybníků byly budovány v naprosté většině jako zemní tělesa se zpravidla homogenním složením, a to jak v minulosti, tak v současnosti. Tvar hrází je obvykle jednoduchý lichoběžníkový, v některých případech je na návodním či na vzdušném líci doplněna lavice mající různé funkce (stabilizační, obslužná, vegetační apod.). Již Jakub Krčín využíval lavici u paty vzdušného líce za účelem rozšíření základny hráze a zvýšení její stability, jelikož jím budované rybníky počítaly se značnou výškou hráze [2, 3].

Sklony svahů, v jakých byly hráze budovány, prošly do současnosti poměrně významnými změnami. Obecně lze říci, že hráze byly v minulosti budovány s výrazně strmějšími sklony na návodním i vzdušném líci. Asi nejvýznamnějším pramenem, ze kterého lze čerpat při hodnocení historické technologie výstavby, je spis „O rybnících“ vydaný latinsky olomouckým biskupem Janem Dubravíem v roce 1547. V českém překladu Anežky Schmidtové [4] vydaném Československou akademií věd v roce 1953 se o tvaru hráze píše doslovně toto: „Její poměrnost určuje se tak, že tam, kde se hráz nahoře kuželovitě zužuje, staví se tak široká, jaká bude její výška, a třikrát tak tlustá bude táž hráz tam, kde se u základny rozšiřuje.“ Z toho vyplývá, že hráze měly sklon návodního

i vzdušného líce 1 : 1. V současnosti platná norma (ČSN 75 2410 [5]) uvádí pro homogenní hráze jako nejprudší doporučený sklon 1 : 3 na vzdušném líci pro konstrukční zeminy zatříděné jako GM (šterk hlinitý) a SM (písek hlinitý) a 1 : 2 na návodním líci pro konstrukční zeminy zatříděné jako GM, SM, GC (šterk jílovitý), SC (písek jílovitý), MG (hlína šterkovitá), CG (jíl šterkovitý), MS (hlína písčitá) a CS (jíl písčitý) (obr. 1). Důvodem k těmto v současnosti používaným sklonům je samozřejmě bezpečnost a stabilita hrází. Jedná se primárně o stabilitu geotechnickou, nelze však pominout skutečnost, že díky menším používaným sklonům jsou průsakové dráhy delší, což omezuje množství vody prosakující hrázemi. Je důležité připomenout ještě jednu důležitou skutečnost. Menší sklony vzdušných líců v současnosti stavěných hrází mohou mít pozitivní dopad v případě přelití koruny hráze, jelikož proudící voda má u hrází s nižším sklonem vzdušného líce menší rychlost. V důsledku toho pak dochází k menšímu narušování vzdušného líce proudící vodou.

Tento článek se zaměřuje na analýzu sklonů rybníčních hrází u rybníků v oblasti na východ od Prahy, která je jednou z oblastí vybraných pro podrobný výzkum v rámci projektu DG16P02M036 „Údržba, opravy a monitoring hrází historických rybníků jako našeho kulturního dědictví“.

## Podklady a postup zpracování

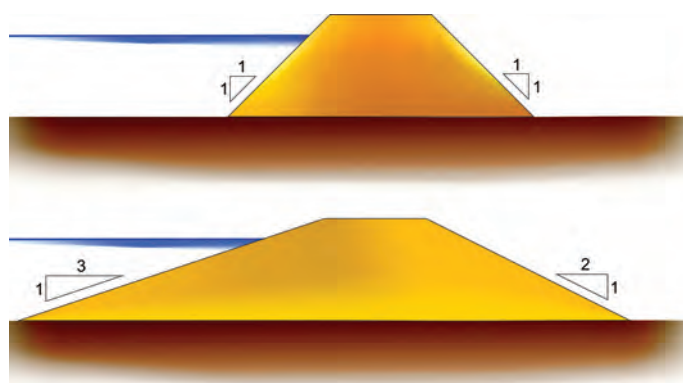
### Zájmové území

Pro potřeby dokumentace sklonů používaných historicky při stavbě rybníčních hrází byly analyzovány hráze v oblasti Kosteletka, Kouřimska, Zásmutka a Uhlířskojanovicka (viz obr. 2). Zájmové území bylo definováno s ohledem na hydrologické členění jako povodí Jevanského a Nučického potoka a horní části povodí Výrovky a Šembery. Odvodňováno tak je jednak do Labe a jednak do Sázavy a jeho celková rozloha činí 533 km<sup>2</sup>. Z geomorfologického hlediska spadá toto území do Hercynského systému (provincie Česká vysočina, subprovincie Českomoravská soustava a Česká tabule). Území je intenzivně zemědělsky využíváno zejména v jeho východní části, v západní části jsou větší měrou zastoupeny lesní porosty. Klimaticky území zasahuje dle Quitta [6] do teplé (na severu) a mírně teplé oblasti (na jihu), průměrná roční teplota se pohybuje kolem 8,1 °C, průměrné roční srážky kolem 560 mm (teploty a srážky stanoveny na základě databáze EFSA Spatial Data [8]).

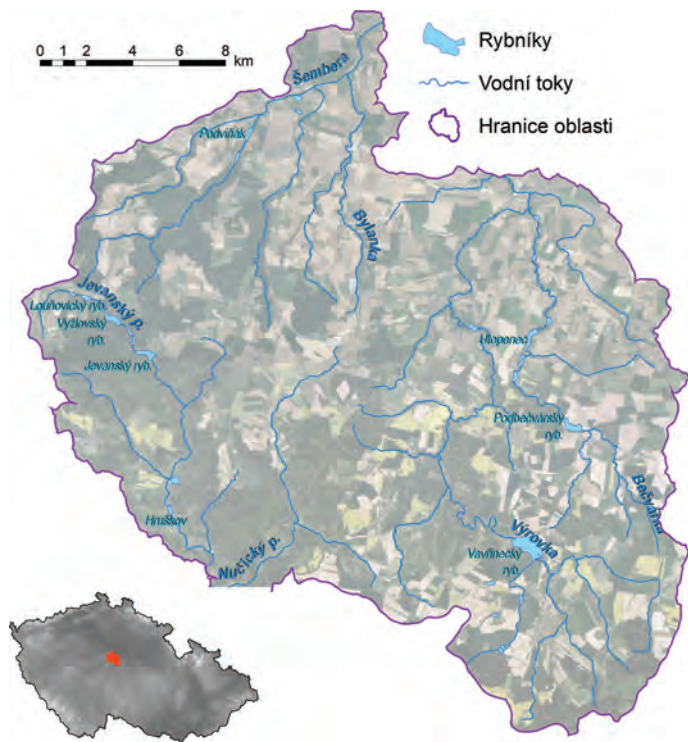
### Postup hodnocení

Pro potřeby analýzy sklonů byl nejprve vytvořen digitální model povrchu v podobě TIN sítě, která následně byla transformována do rastrové podoby s rozlišením 1,0 m. Jako podklad pro tvorbu TIN sítě byla použita data obsažená v Digitálním modelu reliéfu 5. generace (DMR5G) poskytovaném Českým úřadem zeměměřickým a katastrálním [8]. Rastrový model terénu byl poté zfiltrován pomocí filtru 3x3 buňky a na základě takto zfiltrovaného modelu terénu byla vypočtena vrstva sklonů v jednotkách procent. Takto vytvořená vrstva sklonů byla použita jako podklad pro výpočet sklonů svahů hrází rybníků v zájmové oblasti.

Sklon svahů hrází byl hodnocen pomocí plošek, které k tomuto účelu byly pro jednotlivé hráze zdigitalizovány. Hodnocení nebylo provedeno v rámci celých svahů, jelikož v tomto případě by mohlo dojít zejména k podhodnocení sklonu v důsledku nižších sklonů u pat



Obr. 1. Tvar hráze dle Dubravia (nahore) a tvar hráze s maximálními sklony doporučenými normou ČSN 75 2410 pro homogenní hráze (dole)



Obr. 2. Vymezení zájmové oblasti, v níž byly hodnoceny sklonové poměry hrází rybníků, s vyznačením hlavních toků a nejvýznamnějších rybníků na podkladu ortofotomapy (zdroj: ags.cuzk.cz)

hrází a v blízkosti koruny. Tyto nižší sklony jsou způsobeny dlouhodobým působením zejména erozně-sedimentačních procesů (viz obr. 3). Dalším důvodem k posuzování v rámci omezených plošek byla potřeba vyloučení nepravidelností v podobě různých zejména stavebních objektů na tělesech hrází promítnutých do digitálního modelu. Cílem bylo získat informaci o převažujícím sklonu svahů a takto by mohly být výsledky zkráceny sklony velmi malými, v případě různých manipulačních ploch, nebo naopak velmi velkými, v případě různých opěrných zdí apod.

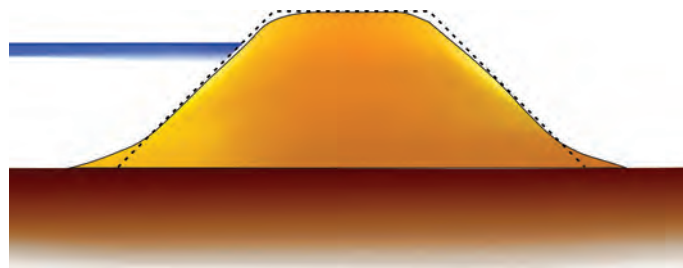
S ohledem na výše uvedené důvody byly plošky digitalizovány tak, aby:

- postihovaly co největší část svahu hráže,
- nezasahovaly do blízkosti paty a koruny hráže,
- nezahrnovaly různé stavební objekty v podobě schodů, opěrných zdí, domků, manipulačních ploch apod.

Pro potřeby splnění uvedených kritérií byla digitalizace plošek prováděna primárně nad vrstvou sklonů odvozených z dat DMR5G



Obr. 5. Návodní líc hráže Podbečvářského rybníka



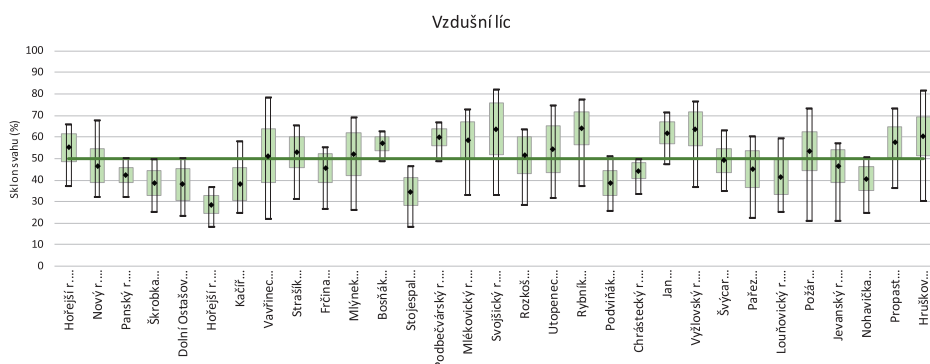
Obr. 3. Předpokládaná změna tvaru hráže v důsledku erozně-sedimentačních procesů

a následně konfrontována s dalšími mapovými podklady (rastrová základní mapa ČR 1 : 10 000, ortofotomapa, katastrální mapa, data pořízená s využitím UAV apod.).

## Výsledky

Hodnocení bylo v zájmové oblasti provedeno pro celkem 31 rybníků. Pro každý z nich byly ručně digitalizovány v prostředí ArcGIS reprezentativní plošky v počtu 1 až 3 na každý ze svahů dle velikosti a tvarové složitosti. Zvlášť byly zpracovávány návodní a zvlášť vzdušné líce, vytvořeny byly tedy dvě samostatné vrstvy, přičemž každá z plošek byla vždy opatřena identifikátorem daného rybníka. Hodnoty sklonů svahů jednotlivých hrází byly spočteny pomocí zonální statistiky s ohledem na průměrnou hodnotu, směrodatnou odchylku, minimum a maximum. Zjištěné charakteristiky sklonů hrází byly následně konfrontovány s hodnotami sklonů používanými historicky i s hodnotami sklonů doporučovanými současnými normativními předpisy. Výsledné hodnoty sklonů pro jednotlivé hodnocené rybníky jsou graficky znázorněny pomocí krabicových diagramů na obr. 4 (návodní líce) a na obr. 8 (vzdušné líce).

Výsledné hodnoty sklonů návodního líce vykazují značný rozptyl od hodnot cca 10 % (cca 1 : 1 : 10) po téměř 50 % (cca 1 : 2). Sklon 1 : 3, doporučovaný normou jako minimální pro návodní líce homogenních hrází, splňuje cca polovina hrází. Je však nutno připomenout jednu skutečnost. Ta spočívá v hodnocení sklonu pouze nad úrovní hladiny, jelikož použitý podklad (DMR5G) nepostihuje tvar hráže pod



Obr. 4. Hodnoty sklonů vzdušného líce pro hráže posuzovaných rybníků (silnou zelenou čarou je vyznačen sklon 1 : 3)



Obr. 6. Návodní líc hráže Vyzlovského rybníka





Obr. 7. Návodní líc hráze rybníka Vavřinec

hladinou, přičemž viditelná část návodního líce může být ovlivněna erozními procesy, jak je uvedeno v předchozí části, byť toto není rozhodně pravidlem, jak vyplývá ze snímku návodního líce hráze Podbečvářského rybníka (viz obr. 5), kde je patrné pouze malé snížení sklonu při porovnání podvodní a nadvodní části. Největší sklon návodního líce (46,4 %) má Vyžlovský rybník, nacházející se jako čtvrtý v kaskádě na Jevanském potoce (viz obr. 6). Poměrně vysoký sklon má i návodní líc rybníka Vavřinec, který je v hodnocené oblasti s rozlohou 78 ha největší (viz obr. 7). Sklonu 1 : 1, tj. 100 %, na návodním líci se žádná hráz nepřibližuje.

Sklon vzdušných líců (obr. 8) jsou obecně prudší než u líců návodních, i v tomto případě však lze pozorovat značnou variabilitu, když se sklon pohybuje od méně než 30 % (cca 1 : 3,3) do cca 65 % (cca 1 : 1,5). Také u vzdušných líců nedosahuje v současnosti používané minimální hodnoty sklonu pro homogenní hráze malých vodních nádrží cca jedna polovina. I v případě vzdušného svahu má jeden z nejvyšších sklonů rybník Vyžlovský spolu rybníkem na Bečvárci u obce Přebozy s prostým názvem Rybník, Svojičkým rybníkem na témže toku ve Svojičicích nebo Podbečvářským rybníkem opět na toku Bečvárci (viz obr. 9). I přes to, že jsou sklon vzdušných líců obecně vyšší, ke sklonu 1 : 1 se žádná hráz nepřibližuje.

## Závěr

Výsledky provedených analýz poukazují na několik skutečností. Tou první je ta, že sklon vzdušných i návodních líců hodnocených hrází jsou mírnější než 1 : 1, jak by odpovídalo technologii zavedené Dubravem. Způsobeno to může být několika skutečnostmi. Předně již bylo zmíněno možné ovlivnění hodnoty sklonu u návodních líců tím, že posuzována je pouze nadvodní část líce zachycená v datech DMR5G. U řady hodnocených rybníků se dá předpokládat, že skutečně byly založeny již v období Zlatého věku rybníkářství, tj. v patnáctém či šestnáctém století, případně dříve, byť rok založení je znám pouze výjimečně (např. rybník Vavřinec založený v roce 1472). Bylo by tak důvodné se domnívat, že sklon hráze bude odpovídat tehdy běžnému sklonu 1 : 1. Řada z hodnocených rybníků však neexistuje nepřetržitě od svého založení ve funkčním stavu, jak je možno zjistit analýzou starých map. Část rybníků totiž byla v minulosti protržena a po jistou dobu ponechána nefunkční. Při opravách pak mohlo dojít k úpravě tělesa hráze formou přísypu. Stejně tak mohlo dojít k úpravám tvaru hráze v souvislosti s výstavbou silničních komunikací. Druhým hlavním poznatkem je skutečnost, že řada hrází má prudké svahy přesahující sklon doporučené v současnosti. V takových případech je nutná pravidelná kontrola a přednostní péče při povodňových situacích. V tomto případě může posloužit jako příklad rybník Ján, který sice je ještě v datech DMR5G zachycen se strmými svahy, byť v současnosti je již opraven včetně úpravy hráze do sklonů používaných v současnosti. Subtilní tělesa hrází totiž nejsou riziková pouze z hlediska stability geotechnické, ale lze předpokládat, že vyšší důraz bude kladen i na posuzování průsaků, které jsou samozřejmě vyšší při kratší překonávané dráze. Prezentované hodnocení je samozřejmě

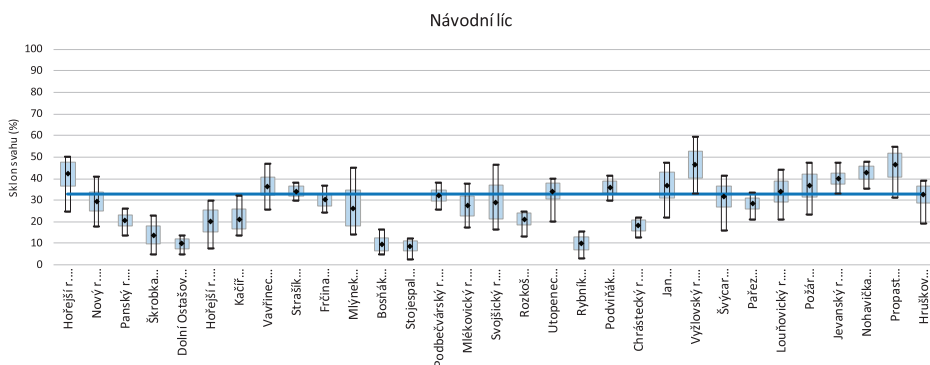
především orientační, ovšem poskytuje základní informaci o tvaru těles hrází, což může být vhodné jak s ohledem na plánování údržby a rekonstrukcí, tak vzhledem k operativnímu posuzování rizik při povodňových situacích. Pro podrobnější posuzování a případný návrh tak bude i nadále zaměřen jednou z geodetických metod.

**Poděkování:** Prezentovaný nástroj vznikl jako výsledek výzkumu realizovaného v rámci výzkumného projektu NAKI II DG16P02M036 „Údržba, opravy a monitoring hrází historických rybníků jako našeho kulturního dědictví“, který je financován Ministerstvem kultury ČR.

## Literatura/References

- [1] Vrána, K. 2005. Rybníky a účelové nádrže. Praha: ČVUT, 150 s.
- [2] Míka, A. 1955. Slavná minulost českého rybníkářství. Praha: Orbis, 59 s.
- [3] Míka, A. 1963. Naše rybníky a přehradní jezera. Praha: Orbis, 96 s.
- [4] Dubravius, J. (překlad A. Schmidtová) 1953. O rybnících, Praha: Nakladatelství Československé akademie věd, 77 s.
- [5] ČSN 75 2410 Malé vodní nádrže, duben 2011.
- [6] Quitt, E. 1971. Klimatické oblasti Československa. Academia, 73 s.
- [7] Hiederer, R. 2012. EFSA spatial data version 1.1 - data properties and processing. Publ. Off. Eur. Union, (25546), 64 s.
- [8] Brázdil, K. 2012. Technická zpráva k digitálnímu modelu reliéfu 5. generace – DMR5G. Zeměměřický úřad a Vojenský geografický a hydrometeorologický úřad. Dostupné z: [http://geoportal.cuzk.cz/Dokumenty/TECHNICKA\\_ZPRAVA\\_DMR\\_5G.pdf](http://geoportal.cuzk.cz/Dokumenty/TECHNICKA_ZPRAVA_DMR_5G.pdf)

Ing. Václav David, Ph.D. (autor pro korespondenci)  
Ing. Kateřina Černochová  
Ing. Tereza Davidová, Ph.D.  
Katedra hydromeliiorací a krajinného inženýrství  
Fakulta stavební  
České vysoké učení technické v Praze  
Thákurova 7  
166 29 Praha 6 – Dejvice  
vaclav.david@fsv.cvut.cz



Obr. 8. Hodnoty sklonů návodního líce pro hráze posuzovaných rybníků (silnou modrou čarou je vyznačen sklon 1 : 2)



Obr. 9. Vzdušný líc hráze Podbečvářského rybníka

*Dams of historical fishponds from the viewpoint of cross-sectional shape on selected examples in the districts of Prague-East, Kolín and Kutná Hora (David, V.; Cernochova, K.; Davidova, T.)*

This paper presents the assessment of historical fishpond dams from the viewpoint of the steepness of their slopes. The slopes were evaluated using GIS tools and spatial data for representative manually digitized elementary areas over the slope layer processed from Digital relief model of 5<sup>th</sup> generation (DMR5G) provided by the State Administration of Land Surveying and Cadastre. The assessment was carried out for the fishponds located in the area around Kostelec nad Černými Lesy, Kouřim, Zámuky, and Uhlířské Janovice east of Prague. The results generally indicate that the slopes of historical fishpond dams are milder than it could be expected according to the technology used at the time of their building, although they are

in many cases still steeper than according to the recommendations given by the standard ČSN 75 2410 Small water reservoirs. Among the considered fishponds, the downstream faces of the dams are in general steeper than the upstream faces, but the variability of steepness values is quite high.

**Key word**

*fishpond – small water reservoir – dam – downstream face – upstream face*

Tento článek byl recenzován a je otevřen k diskusi do 31. ledna 2019. Rozsah diskusního příspěvku je omezen na 2 normostrany A4, a to včetně tabulek a obrázků. Příspěvky posílejte na e-mail [stransky@vodnihospodarstvi.cz](mailto:stransky@vodnihospodarstvi.cz).

## Golfová hřiště a jejich vliv na ochranu půdy a vody v krajině

Jiří Sláma, Tomáš Kvítek a Václav Bystřický

### Abstrakt

Cílem příspěvku bylo zhodnotit výstavbu golfových hřišť (GH) v relaci na půdní, klimatické a hydrologické parametry. Tento základní přehled by měl přinést informace o některých možných negativních, resp. i pozitivních vlivech GH na vybrané složky přírodního prostředí. V České republice (ČR) se nachází 114 GH, která se rozkládají na výměře téměř 5 106 ha, tj. 0,06 % celkové výměry ČR. Největší procentuální podíl výměry GH vůči zemědělské půdě je v hlavním městě Praze a Karlovarském kraji. Právě poměr výměry GH vůči výměře zemědělské půdy je klíčovým aspektem, neboť zde dochází ke změně využití stávající zemědělské plochy. Nejvyšší půda (třída ochrany I. a II. byla zabrána v 35,48 % z celkové výměry GH. Výsledky dále prokazují, že pouze přibližně jedna polovina celkové výměry GH byla vyňata ze zemědělského půdního fondu (ZPF). Při zhodnocení klimatických charakteristik za vegetační období (duben–říjen) se prokázalo, že 20 ze 114 GH (tj. necelých 18 %) je ohroženo potenciálním suchem. Z geografického hlediska jsou tato hřiště lokalizována v krajích Středočeský, Plzeňský, Karlovarský, Ústecký, Jihomoravský a Zlínský. Nejextrémnějších hodnot dosahuje kraj Jihomoravský s počtem potenciálně suchých dní až 123 a vláhovým deficitem 80 mm. Závlahy, které doplňují vláhovému deficitu, se však blíží teoretické spotřebě. Výpočty metodou čísel odtokových (CN) křivek byl prokázán pozitivní vliv travních porostů na přímý odtok. Na půdách s velkou infiltrační kapacitou je po zatravnění orné půdy GH přímý odtok nulový, a to i při stoleté jednodenní srážce. Tzn., že veškerá voda infiltruje pod povrch terénu (země). U půd s vysokými hodnotami CN a menší infiltrační kapacitou je přímý odtok zatravněním výrazně redukován a též přispívá k retenci a akumulaci vody v povodí.

### Klíčová slova

*golfová hřiště – hydrologické a klimatické podmínky – kvalita půdy – rekultivace – revitalizace – zábor zemědělské půdy*

### Úvod

V České republice (dále jen ČR) je 114 golfových hřišť (dále jen GH) rozprostírajících se na ploše 5105,98 ha (tj. 0,06 % absolutní výměry ČR). V současné době je 115. GH ve výstavbě o rozloze cca 140 ha. Tradice golfu v českých zemích sahá až do roku 1898 (první odpař v Praze; první oficiální GH v tehdejší Rakousku-Uhersku se nachází v Mariánských Lázních a bylo slavnostně otevřeno v roce 1905 samotným anglickým králem Eduardem VII.), lze tedy hovořit již o 120leté tradici.

Existuje mnoho předsudků, neznalostí a zavádějících argumentů týkajících se GH. Současně se obyvatelé obcí i širší veřejnost v oblasti,

kde má být v určité časové perspektivě vybudováno GH, intenzivně brání pronikání cizích prvků do zemědělské krajiny. Tento problém může souviset s narušením integrity území, porušováním daných místních zvyklostí a obyčejů, ale může za tímto negativním vnímáním GH být i obava o ochranu složek přírodního prostředí. S rychle rostoucí výstavbou (nejen GH) přichází obavy ze strany veřejnosti. Negativním příkladem ohlasu veřejnosti na zřízení GH je případ v Klánovicích. Lidé zde striktně odmítali rozšíření stávajícího GH z obav o Klánovický les a pořádali i referendum, investor následně utlumil všechny stávající aktivity a golfový klub zde uzavřel. Příkladem pozitivně vnímané výstavby jsou GH budovaná v rámci rekultivace a revitalizace. Jsou to např. GH na Teplicku, Sokolovsku či v oblasti Karviné. Přitom pro pozitivní vnímání GH jsou důležité mimo jiné i tyto faktory: minimální zásahy do krajiny (zachování krajinného rázu), zachování přístupnosti (v ČR je běžný volný přístup do krajiny bez omezení) a i jiné využití plochy GH mimo herní sezónu (běžky, hipostezky apod.). Volný přístup do krajiny by měl být samozřejmostí mimo herní čas (z hlediska bezpečnosti) a po vyznačených cestách, nikterak však oplocený areál.

### Materiál a metody

**Pro zhodnocení půdního pokryvu GH** bylo nutné propojit polygony GH s vrstvou hlavních půdních jednotek [1] vyjádřených kódy bonitovaných půdních jednotek – BPEJ [2], a ty byly následně zařazeny pod příslušnou třídu ochrany půdy. Digitální vrstvu s BPEJ kódy poskytl Státní pozemkový úřad ČR [3]. Dle BPEJ se řadí půdy do různých tříd ochrany dle jejich kvality. Zařazení do tříd ochrany dle BPEJ bylo stanoveno vyhláškou Ministerstva životního prostředí ČR [4].

**Pro klimatologickou charakteristiku GH** byly zjištěny srážkové úhrny a průměrná teplota vzduchu roku z Atlasu podnebí ČR [5]. Hodnoceny byly měsíce ve vegetačním období (duben–říjen) roku. Data pocházejí z časové řady 1961–2000 navazující na předešlé statistiky z let 1901–1950, k dispozici tedy byla 90letá časová řada s 10letým prostoje v 50. letech 20. stol. Hodnoty průměrného trvání slunečního svitu (hod.) pocházejí z 25leté časové řady z období 1926–1950 a jsou uvedeny v tabulkách Podnebí Československé socialistické republiky [6]. Zjištěné hodnoty byly dále využity v Thornthwaitově metodě [7] výpočtu potenciální evapotranspirace (PET), konkrétně obecné Thornthwaitově rovníci upravené na reálný počet dní daného měsíce a průměrný měsíční sluneční svit v hod. Z hodnot srážkových úhrnů a PET byly sestaveny pro každé GH klimagramy. Výslednou hodnotou z klimagramů jsou informace o délce období kladné či záporné potenciální hydrologické bilance vody v oblastech GH. K oblastem GH ohrožených potenciálním suchem byly přiřazeny klimatické oblasti [8] vycházející z klimatologických dat 50leté časové řady z let 1901–1950.

Pro zhodnocení efektivnosti závlahy GH bylo vybráno 9 GH s ohledem na vymezené oblasti postižené suchem [9]. Současně byl výběr směřován tam, kde bylo možno od greenkeeperů získat informace o závlaze za rok 2017. Výpočet teoretické potřeby vody pro závlahu byl proveden dle následujícího vzorce ČSN 75 0434 [10]. Potřeba vody pro doplňkovou závlahu a skutečná spotřeba vody byly zjištěny od greenkeeperů z Českého svazu greenkeeperů [11].

$$M_z = k_z * (r_1 * V_c - r_2 * \alpha * S_v - r_3 * W_z - W_K) \quad [\text{m}^3/\text{ha}]$$

kde  $k_z$  je ztrátový součinitel pro postřik 1,15–1,25 (byla vzata hodnota 1,15 pro postřikovače),