

**Česká zemědělská univerzita v Praze**

**Fakulta agrobiologie, potravinových a přírodních zdrojů**

**Katedra agroekologie a rostlinné produkce**



**Fakulta agrobiologie,  
potravinových a přírodních zdrojů**

**Problematika vodních zdrojů na golfových hřištích**

**Bakalářská práce**

**Simona Barešová**

**Veřejná správa v zemědělství, rozvoji venkova a krajiny**

**Vedoucí práce: Ing. Pavel Fuksa, Ph.D.**

**© 2023 ČZU v Praze**

## **Čestné prohlášení**

Prohlašuji, že svou bakalářskou práci "Problematika vodních zdrojů na golfových hřištích" jsem vypracovala samostatně pod vedením vedoucího bakalářské práce a s použitím odborné literatury a dalších informačních zdrojů, které jsou citovány v práci a uvedeny v seznamu literatury na konci práce. Jako autorka uvedené bakalářské práce dále prohlašuji, že jsem v souvislosti s jejím vytvořením neporušila autorská práva třetích osob.

V Praze dne 20. dubna 2023

---

## **Poděkování**

Ráda bych touto cestou poděkovala Ing. Pavlu Fuksovi, Ph.D. za vřelý přístup, odborné vedení mé bakalářské práce, velkou míru trpělivosti a ochoty, rychlost, lidský přístup a také za cenné a velmi podnětné rady a připomínky, které mi při vedení práce poskytl. Děkuji také mé rodině a nejbližším přátelům za podporu a obětavost.

# Problematika vodních zdrojů na golfových hřištích

## Souhrn

Tématem této bakalářské práce je problematika golfových hřišť a jejich vliv na krajinu obecně i jejich náročnost na přírodní zdroje mezi nimiž nejdůležitější jsou vodní zdroje. Z tohoto důvodu se práce soustředí mimo jiné z velké části na roli, kterou hrají vodní zdroje při udržování intenzivních trávníků na golfových hřištích a do jaké míry jsou ovlivňovány. V literární rešerši jsou zpracována i ostatní témata, která hrají významnou roli pro zajištění co nejmenších negativních dopadů těchto rozsáhlých sportovních staveb.

V úvodu jsou golfová hřiště popsána v kontextu jejich pozice na území České republiky, jejich specifik, uspořádání a náležitostí.

Dále se pak téma práce zaměřuje na nejvíce charakteristickou složku golfových hřišť, kterou jsou trávníky. Na ty úzce navazuje problematika používání hnojiv, pesticidů a dalších chemikálií, které mohou mít negativní dopad na všechny živé složky krajiny včetně lidského zdraví prostřednictvím kontaminace vodních zdrojů. Právě vodní zdroje a jejich způsob užívání k závlahám je v práci nejvíce zkoumaným tématem.

Závěrem práce byla shrnuta nejdůležitější zjištění ve smyslu pozitiv a negativ, jaká mohou golfová hřiště přinést, a kterými mohou tyto intenzivně udržované trávníky ovlivňovat ekosystémy, přírodní krajinu, ale i urbanizaci.

Mezi negativní dopady, které se mohou v důsledku výstavby golfových hřišť vyskytnout, patří zábor přírodních stanovišť, snížení druhové rozmanitosti rostlin, odlesňování, a dále pak především vysoká spotřeba vody a s ní související vysoký stupeň zásahu do přirozené cirkulace vody v krajině. Nejvíce zmiňovaným negativem je však používání hnojiv a pesticidů, které mohou mít významný negativní dopad jak na krajinu, tak na zdraví člověka.

Předmětem práce byla dále otázka, zda mohou mít tyto sportovní stavby i pozitivní vliv na krajinu a jakým způsobem lze minimalizovat dopady výše popsaných vlivů negativních. Golfová hřiště mohou zvýšit biologickou rozmanitost fauny a snížit odtok vody z krajiny, jelikož rozsáhlé travnaté plochy absorbují vlhkost, a tím zajišťují její přirozenou cirkulaci v krajině. Důležitým nástrojem, kterým lze snížit jejich náročnost na vodní zdroje je využití alternativních zdrojů vody, jako je recyklovaná a odpadní voda.

Závěrem práce je, že vliv golfových hřišť v krajině nelze jednoznačně označit jako negativní či pozitivní. Velmi záleží na lokalitě, kde jsou vybudována a jaké mechanismy jsou využívány při jejich ošetřování. Při správném způsobu hnojení, zavlažování a využívání alternativních zdrojů vody lze negativní vlivy minimalizovat na nízkou úroveň. Pokud je navíc zvoleno správné stanoviště, pro které může být vybudování golfového hřiště přínosem, a které je tímto způsobem rekultivováno, lze je označit jako jednoznačný přínos pro krajinu, konkrétně pro její biodiverzitu.

**Klíčová slova:** životní prostředí; caespestechnika; pesticidy; hnojiva; závlaha

# The issue of water resources on golf courses

## Summary

This bachelor's thesis deals with the issue of golf courses and their impact on the landscape in general as well as their demands on natural resources, the most important of which are water resources. For this reason, the work focuses in large part on, among other topics, the role that water resources play in maintaining intensive golf course lawns and to what extent they are affected. However, the literature review also deals with other topics that play an important role in ensuring the smallest possible negative impacts of these large-scale sports buildings.

In the introduction, the thesis deals with golf courses in the context of their position on the territory of the Czech Republic. It describes their specifics, arrangement and requirements.

Furthermore, the work focuses on the most characteristic component of golf courses, which are lawns. These are closely related to the issue of the use of fertilizers, pesticides and other chemicals, which can have a negative impact on all living components of the landscape, including human health through the contamination of water resources. It is water resources and their use for irrigation that is the most researched topic in the work.

The most important findings were summarized in terms of positives and negatives that golf courses can bring and by which these intensively maintained lawns can influence ecosystems, the natural landscape, but also urbanization.

The negative impacts that can occur as a result of the construction of golf courses include the occupation of natural habitats, the reduction of plant species diversity, deforestation, and above all, high water consumption, thus a high degree of interference with the natural circulation of water in the landscape. However, the most mentioned negative is the use of fertilizers and pesticides, which can have a significant negative impact on both the landscape and human health.

The subject of the work was also the question of whether these sports buildings can also have a positive effect on the landscape and how the negative effects described above can be minimized. It was found that they can increase the biological diversity of fauna and reduce water runoff from the landscape as large grassy areas absorb moisture and thereby ensure its natural circulation in the landscape. An important tool that can be used to reduce their demands on water resources is the use of alternative water sources, such as recycled and waste water.

In conclusion the influence of golf courses in the landscape cannot be unequivocally characterized as negative or positive. It depends a lot on the locality they are built and mechanisms which are used to manage them. With the right method of fertilization, irrigation and the use of alternative water sources, the negative effects can be minimized to a low level. In addition, if the right habitat is chosen, for which the construction of a golf course can be beneficial and which is recultivated in this way, it can be characterized as a definite benefit for the landscape, specifically for its biodiversity.

**Keywords:** environment; lawn care; pesticides; fertilizers; irrigation

# Obsah

<b>1 Úvod .....</b>	<b>7</b>
<b>2 Cíl práce .....</b>	<b>8</b>
<b>3 Literární rešerše.....</b>	<b>9</b>
<b>3.1 Golfová hřiště v ČR.....</b>	<b>9</b>
3.1.1 Klimatický a vodní režim golfových hřišť v ČR .....	10
<b>3.2 Součásti golfového hřiště .....</b>	<b>11</b>
<b>3.3 Trávníky.....</b>	<b>12</b>
3.3.1 Golfové trávníky .....	13
3.3.2 Caespestotechnika.....	14
3.3.3 Ochrana trávníků před škůdci .....	14
3.3.4 Aplikace hnojiv.....	15
<b>3.4 Golf vs. životní prostředí .....</b>	<b>17</b>
3.4.1 Golf a stromy .....	18
3.4.2 Golfová hřiště a ekosystémy.....	18
3.4.3 Golfová hřiště spojená s rozvojem měst.....	18
3.4.4 Golfová hřiště a ceny nemovitostí .....	20
3.4.5 Voda.....	21
3.4.6 Mokřady.....	24
3.4.7 Struktura odvětví ve vodohospodářství .....	24
3.4.8 Závlahy .....	25
3.4.9 Odpadní vody, šedé vody .....	26
3.4.10 Recyklovaná voda.....	29
3.4.11 Právní úprava EU při opětovném používání odpadních vod .....	30
3.4.12 Využívání alternativních zdrojů vody pro zavlažování .....	31
<b>3.5 Pozitiva golfových hřišť .....</b>	<b>32</b>
<b>3.6 Negativa golfových hřišť .....</b>	<b>33</b>
<b>3.7 Výsledky analýz.....</b>	<b>34</b>
<b>4 Závěr .....</b>	<b>36</b>
<b>5 Literatura.....</b>	<b>37</b>
<b>6 Seznam použitých zkratk a symbolů .....</b>	<b>46</b>

# 1 Úvod

Golfová hřiště představují v současné době nedílnou složku naší krajiny. O výměře zpravidla několika desítek hektarů představují významné a esteticky působící plochy zeleně.

Důležitost zabývat se problematikou golfových hřišť z pohledu ekologie je dána jejich náročností na plochu krajiny, kterou zabírají. Golf je sport, který využívá značné množství půdy a výrazným způsobem tak ovlivňuje krajinu a její biodiverzitu. Další důvody, proč je důležité zabývat se tímto tématem, uvádí Petrosillo et al. (2019). Za posledních 30 let se totiž počet golfových hřišť dramaticky navýšil po celém světě, a to nejen v zemích ekologicky vhodných pro jejich zřízení a údržbu, ale také v jižních zemích EU, kde klimatické podmínky nejsou příznivé pro jejich údržbu. Obliba golfu roste a tím se dá předpokládat, že bude růst i počet golfových hřišť.

Golfová hřiště, jakožto intenzivní trávníky vyžadují nepřetržitou údržbu, která spočívá v podstatě v neustálém zavlažování, pravidelném sečení porostu, aplikaci vysokých dávek hnojiv a chemických přípravků na ochranu rostlin realizované s různou intenzitou v závislosti na konkrétní části hřiště. V souvislosti se změnami klimatu a s ohledem na životní prostředí vystupuje do popředí především problematika ochrany vodních zdrojů. V literární rešerši je proto posuzován vliv golfových hřišť na životní prostředí se zaměřením zejména na oblast týkající se vodních zdrojů.

Lze bez pochyb souhlasit s Kumm et al. (2016), že voda je cenný zdroj pro všechny formy života a neustále se stává více a více cennější, což je rostoucím problémem, kterému v dnešní době čelí naše planeta. Tento problém s nedostatkem vody lze připisovat změně klimatu, stejně jako zvýšené poptávce po sladké vodě pro komunální, zemědělské a průmyslové využití. Prisciandaro & di Celso (2010) v tomto duchu doplňují, že voda má hlavní roli nejen v přežití člověka, ale také pro všechny lidské činnosti, jako jsou zemědělské, průmyslové a civilní. Nedostatek vody způsobují různé faktory, kterými se tato práce zabývá blíže v dalších kapitolách.

Golfová hřiště jsou předmětem mnoha debat z hlediska jejich dopadu na životní prostředí, jelikož jejich výstavba často zahrnuje změnu přírodních stanovišť (Warnken et al. 2001). Záběr velkých ploch půdy často v přírodně atraktivních oblastech a vysoká spotřeba vody při zavlažování rozsáhlých travnatých ploch bývají námětem mnohých polemik o pozitivní či negativní stránce takto využitě krajiny (Fialová 2015). Může se na první pohled zdát, že díky vysokému stupni ovlivňování velkých ploch v krajině je golf sportem, který našemu prostředí škodí. V odborné literatuře byla však popsána jak rizika a negativní vlivy golfových hřišť, tak i naopak pozitivní vlivy na krajinu. Jedna ze studií, která popisuje pozitivní vlivy těchto stanovišť na krajinu, je ta od autorů Colding & Folke (2009), která poukazuje na vyšší biologickou rozmanitost golfových hřišť, zejména pokud jde o faunu. Jak upozorňuje Sláma et al. (2018), při rozhodování se o výstavbě a při samotné výstavbě golfových hřišť je třeba učinit kroky, aby se co nejvíce přiblížily přírodě blízkým opatřením při respektování historické krajiny a požadavků místní komunity.

V této práci jsou objektivně zpracovány oba názorové proudy (pozitiva i negativa), což poskytuje nezaujatý pohled na celou problematiku.

## **2 Cíl práce**

Cílem bakalářské práce je vypracovat literární rešerši zaměřenou na aktuální poznatky o pozitivních a negativních dopadech golfových hřišť na životní prostředí a zejména s podrobnější orientací na vodní zdroje.

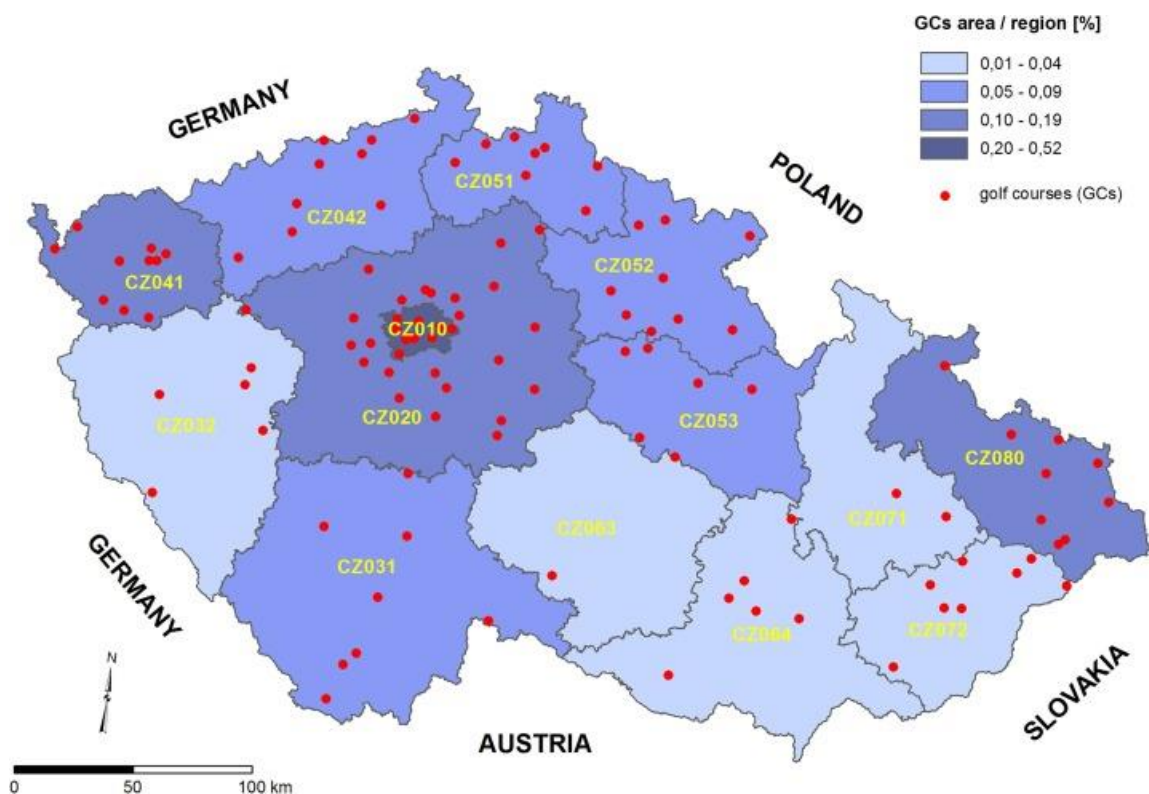


## 3 Literární rešerše

### 3.1 Golfová hřiště v ČR

Na našem území bylo založeno první 9jamkové hřiště v roce 1905 v Karlových Varech, o rok později v Mariánských Lázních. Obě tato hřiště byla určena především pro zahraniční lázeňské hosty. Ve dvacátých letech vznikají golfová hřiště u obce Líšnice a v Praze-Motole. Také nedaleko zámku Štiřín je na pozemcích průmyslníka barona Fr. Ringhofferera, významného propagátora této hry a prvního předsedy národního golfového svazu (rok 1931), postaveno malé golfové hřiště. V roce 1933 bylo v Karlových Varech dokončeno nové (současné) hřiště. Na konci třicátých let vznikají hřiště Klánovice a Svatka, naopak zaniká hřiště v Motole. V tomto období začínají golf také ovlivňovat politické události. Za války golf upadal, ale v prvních poválečných letech se začal opět rozvíjet. Jeho rozvoj končí nástupem totalitní komunistické vlády, která v golfu spatřovala projev západního způsobu života (Fialová 2015). Od pádu totalitního komunistického režimu nastal boom ve výstavbě golfových hřišť. V roce 2016 bylo v ČR registrováno 114 golfových hřišť. Tato golfová hřiště měla rozlohu 5106 ha, tj. 0,06 % celkové rozlohy ČR. Z hlediska výstavby a prostorového rozložení golfových hřišť v ČR lze pozorovat několik charakteristických aspektů. Většina golfových hřišť byla postavena v nejbohatších regionech nebo v příhraniční oblasti s Německem (Sláma et al. 2018).

Z hlediska využití území by měly být plochy golfových hřišť evidovány jako ostatní plochy (vyhláška č. 357/2013 Sb. o katastru nemovitostí (katastrální vyhláška)), s určitým podílem zastavěných ploch, vodních ploch, lesů a luk. Ve skutečnosti významná část nově vytvořených hřišť nebyla zapsána v katastrálních knihách. Přestože je území využíváno jako sportovní areál, původní využití zůstává v katastru nemovitostí. Z celkové plochy 5106 ha golfových hřišť je více než 51 % stále evidováno jako zemědělská půda, ale pouze 37 % je registrováno jako ostatní plocha (Sláma et al. 2018). Jedním z často uváděných negativních argumentů je zabor cenné zemědělské půdy nově vybudovanými golfovými hřišti (Sláma et al. 2018). Geografickou distribuci golfových hřišť v jednotlivých regionech ČR z roku 2016, zaznamenal Sláma et al. (2018) v následujícím Obrázku 1.



Obrázek 1 Geografická distribuce golfových hřišť v jednotlivých regionech ČR (podle mezinárodního značení ISO), situace v roce 2016 (Sláma 2016)

Sláma et al. (2018) dále vysvětluje, že nejvíce golfových hřišť bylo postaveno ve Středočeském kraji (CZ020), což odpovídá počtu 24 hřišť. Nejnižší počet (2) bylo vybudováno v kraji Vysočina (CZ063) a stejný počet v Olomouckém kraji (CZ071). Největší plocha golfových hřišť v kraji se nachází v hlavním městě Praze a Středočeském kraji, kde golfová hřiště zaujímají rozlohu téměř 1500 ha, naopak ve východomoravské části ČR (Olomoucký a Zlínský kraj) je celková rozloha jen asi 100 ha. Nejmenší celková výměra golfových hřišť je v kraji Vysočina a činí 76 ha.

### 3.1.1 Klimatický a vodní režim golfových hřišť v ČR

Po vyhodnocení klimatických charakteristik a podle výsledků studie Sláma et al. (2018), je celkem 20 ze 114 golfových hřišť (cca 18 %) ohroženo potenciálním suchem a negativní hydrologickou bilancí v regionech s golfovými hřišti. Z geografického hlediska se tato golfová hřiště nacházejí ve Středočeském, Plzeňském, Karlovarském, Ústeckém, Jihomoravském a Zlínském kraji. Z hlediska podnebí se ČR nachází v mírném klimatickém pásmu s dostatkem srážek. Nicméně to se však mění se změnou klimatu, průměrné roční teploty v ČR rostou a srážek ubývá. To má za následek rostoucí počet suchých dnů a vyšší počet extrémních srážek a odtokových situací (Sláma et al. 2018). Je třeba zdůraznit, že zavlažování v České republice, a to i v oblastech postižených suchem, je definováno jako doplňkové zavlažování, nikoliv jako pravidelné. Doplňkové znamená, že zavlažování je dodáváno pouze s ohledem na množství srážek během roku (Sláma et al. 2018).

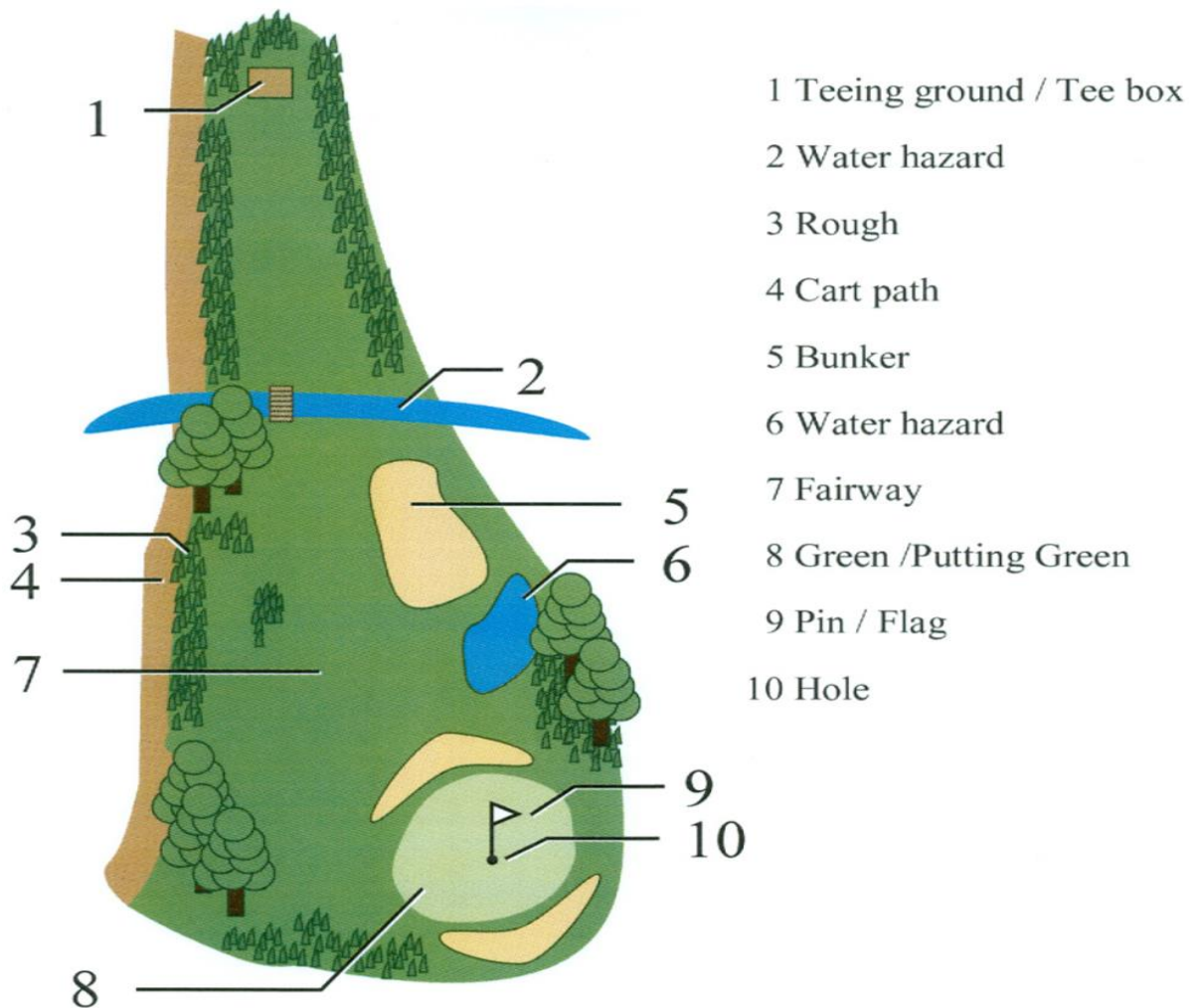
Pozitivní dopad golfových hřišť lze nalézt pro přímý odtok. Přímý odtok je dramaticky snížen zatravněním, ke kterému dochází hlavně v oblastech golfových hřišť. Zatravněné

plochy na pozemcích golfových hřišť napomáhají vsakování vody do hydrogeologické stavby, zadržování a akumulaci vody ve srovnání s ornou půdou (Howden et al. 2010).

### 3.2 Součásti golfového hřiště

Všechna golfová hřiště jsou rozdělena do čtyř základních složek: greeny, odpaliště, fairwaye a roughy, jak je znázorněno na Obrázku 2. Každá golfová jamka začíná na odpališti a končí na greenu, kde se nachází vlastní jamka. Fairway se nachází mezi odpalištěm a greenem a rough se nachází kolem okraje každé golfové jamky. Typické výšky sečení na každé součásti golfového hřiště jsou: greeny 3-4 mm, odpaliště 8-12 mm, fairwaye 10-15 mm, roughy 40-50 mm (Bekken et al. 2021).

Pozemek potřebný k poskytnutí golfového hřiště o velikosti soutěže je zřídka menší než 40 ha. Jako zavlažovaná krajina obvykle zahrnují rozsáhlá vodní stanoviště využívaná pro zadržování vody, rybníky a odvodňovací pobřežní zóny (Burgin & Wotherspoon 2009).



Obrázek 2 Komponenty golfového hřiště (Salgot et al. 2012)

### 3.3 Trávníky

Trávníky jsou všechna místa s nadvládou trav nebo uspořádané čistě z trav, které nejsou vymezeny vysloveně k pícinářskému využití – tedy pro produkci píce. Každý slouží k jinému užívání, tudíž se notně budou od sebe lišit od samotného způsobu zakládání, ošetřování, a tím i podstatně různým vzhledem (Šantrůček et al. 2007). Přínosy trávníku lze rozdělit na funkční, reprodukční a estetické složky. Mezi specifické funkční výhody patří: vynikající kontrola eroze půdy a stabilizace prachu, čímž se chrání životně důležitý půdní zdroj; lepší doplňování a ochrana kvality podzemních vod a ochrana před povodněmi; zvýšené zachycování a biologický rozklad syntetických organických sloučenin; zlepšení půdy, které zahrnuje CO<sub>2</sub> přeměnu; podstatné zmírnění rozptylu tepla ve městech (Beard & Green 1994). Dle Brosnan et al. (2020) trávníky zmírňují dopady rozrůstání měst v dnešní rychle se urbanizující globální společnosti. Mezi reprodukční výhody patří levný povrch pro venkovní sporty a volnočasové aktivity, lepší fyzické zdraví účastníků a jedinečný levný polštář proti zraněním při osobním nárazu. Estetické výhody zahrnují zvýšenou krásu a přitažlivost; doplňkový vztah k celkovému krajinnému ekosystému květin, keřů a stromů; zlepšení duševního zdraví s pozitivním terapeutickým dopadem, sociální harmonií a stabilitou; zvýšená produktivita práce; a celkově lepší kvalitu života, zejména v hustě obydlených městských oblastech (Beard & Green 1994).

Oblast vědy o trávníku musí i nadále poskytovat informace založené na výzkumu o využívání vody, aby se s vodními zdroji potřebnými pro hospodaření s trávníky zacházelo s maximální účinností a kvalita vody byla chráněna a zlepšována. Voda se pohybuje za pomoci rostlinných procesů z půdy do rostliny, cestuje buněčnými stěnami, cytoplazmou, vzduchovými prostory a buněčnými membránami. Od půdy až po listy rostliny se vodní potenciál snižuje. Mechanismy, které trávníky využívají k přežití nedostatku vody, lze popsat z hlediska celorostlinných reakcí a fyziologických a biochemických reakcí. Pochopení účinků kulturních praktik na schopnost trávníku tolerovat vodní stres je nezbytné pro pomoc správcům trávníku vytvářet programy kulturního managementu, které optimalizují kvalitu trávníku, toleranci vodního stresu a obnovu (Kopp & Jiang 2013). V reakci na stres ze sucha si rostliny vyvíjejí různé adaptační mechanismy, včetně strategií tolerance vůči suchu a vyhýbání se mu. Rostliny se mohou vyhnout stresu ze sucha udržováním příznivého stavu vody při suchu, a to buď zvýšením kapacity pro příjem vody z kořenů nebo snížením ztrát vody z listů. Předchozí studie s travnatými druhy ukázaly, že extenzivní kořenové systémy a životaschopnost kořenů pozitivně přispívají k absorpci vody a tím i k přežití rostlin v suchu, že se vyhýbají nedostatku vody (McCann & Huang 2008). Rozvoj a využití trav s vyšší odolností vůči suchu a nízké spotřebě vody je primárním prostředkem snižování potřeby vody na travnatých plochách (Carrow 2006). Trávníky jsou vystaveny mnoha škůdcům, klimatickým a půdním stresům souvisejícím s používáním. Frekvence, trvání a intenzita stresů se zvyšují v reakci na faktory, jako je snížená dostupnost vody, časté používání odpadní vody a zavlažovací vody nižší kvality. Tyto faktory, ve spojení se stálým tlakem na snížení vstupů vody, živin a pesticidů, vyžadují šlechtění trav odolnějších vůči stresu (Duncan & Carrow 1999). Některé druhy rostlin jsou schopny tolerovat nízký obsah vody v rostlinných tkáních, vykazují růst a udržování metabolických procesů i při buněčném deficitu vody. Tolerance vůči suchu může být dosažena různými mechanismy, jako je osmotická regulace,

kteřá zahrnuje akumulaci rozpuštěných látek k udržení buněčné stěny. Tolerance vůči suchu pozitivně koreluje s osmotickou regulací u mnoha druhů (DaCosta & Huang 2006).

### 3.3.1 Golfové trávníky

Golfová asociace Spojených států (USGA) investovala od roku 1983 více než 45 milionů USD do výzkumu trávníků a životního prostředí. Toto úsilí vyvinulo postupy řízení založené na výzkumu, které přispěly k efektivnímu využívání vody, hnojiv a pesticidů na golfových hřištích v USA (Thompson et al. 2022).

Průměrné 18jamkové hřiště se skládá z přibližně 38 ha obhospodařovaného trávníku, ale pouze 28 % celkové plochy se obvykle skládá z intenzivněji spravovaných hracích ploch, odpališť, greenů a fairwayů (Baris et al. 2010). Gelernter et al. (2017) provedli průzkum, který dokumentoval charakteristiky využívání půdy a programy péče o životní prostředí pro rok 2005 až 2015. Výměra průměrného 18jamkového golfového zařízení se změnila jen málo a to ze 151 akrů v roce 2005 na 150 akrů v roce 2015. Naproti tomu výměra intenzivně udržovaného trávníku na 18jamkových hřištích se během stejného období výrazně snížila a to z 99,2 akrů (66 % výměry hřiště) na 95,1 akrů (63 % výměry hřiště).

Golfová hřiště nemohou fungovat bez agrochemikálií pro regulaci škůdců, ošetřování trávníku a estetické účely. Jsou na nich doslova závislá (Mackey et al. 2014). Systémy těchto trávníků a udržování lokalit na požadované úrovni kvality (Brosnan et al. 2020), jsou intenzivně řízeny – vyžadují značné vstupy hnojiv, pesticidů a zavlažování pro provoz a následně představují potenciální zdroj znečištění kvality vod (Bock & Easton 2020). Různých designových vzhledů trávníků lze dosáhnout pomocí mulčovacích materiálů; použití alternativních trav odolných vůči suchu, které jsou ponechány neposekané; začlenění původních nízko rostoucích půdních krytů, keřů a stromů, které vyžadují minimální zavlažování a mají jedinečný vzhled; použití výšky sečení na částech fairwayů nebo přilehlých nerovnostech, které mohou být zavlažovány jen v omezené míře (Carrow 2006).

Ačkoli jsou na golfovém hřišti obecně udržovány i plochy s minimálním sečením, oproti jiným oblastem golfového hřiště, některé vstupy jsou občas stále vyžadovány. Tyto vstupy mohou zahrnovat sečení jednou až dvakrát ročně nebo více v závislosti na preferencích a očekáváních lokality. Regulace plevelů může být v těchto oblastech s minimálním až nulovým sečením náročné, protože je zde často velká biologická rozmanitost trvalých druhů, a to jak v teplém období, tak i v chladném období (Patton et al. 2021). Zejména v teplém podnebí převládá negativní vliv plevelů. V chladnějším podnebí je to kombinace plevelů a nemocí (Baris et al. 2010). Udržovaný trávník tvoří největší výměru všech prvků golfových hřišť, tzn. všech greenů (včetně putting a cvičných greenů), odpališť, fairwayů, cvičných ploch, i upravených travnatých ploch kolem kluboven (Gelernter et al. 2017).

Podle Krčmáře et al. (2014) je velice zásadní uvědomit si propustnost podloží nově vybudovaného golfového hřiště (z inženýrsko-geologického a geotechnického hlediska), která je základní vlastností půdy ovlivňující možnou kontaminaci vodního zdroje v blízkosti hřiště. Nevyhovující alternativou je propustné prostředí s minimálním obsahem organické složky, což usnadňuje transport kontaminace. Golfová hřiště mají ve srovnání s jinými inženýrskými objekty důležitou specifikaci, která jsou často založena na propustné půdě, jako je písek a štěrky. To znamená, že ve spojení s původním propustným podložím je možnost

zastavit kontaminaci téměř nulová. Bylo zjištěno, že šrot pneumatik může odstranit dusičnany a fosfáty v hnojivech a pesticidech používaných na golfových hřištích. Tato vlastnost šrotovaných pneumatik může být použita při stavbě golfového hřiště, aby bylo udržitelné:

1. mletý kaučuk (0,425 ~ 12 mm) může být použit jako náhrada za 15 cm silnou šterkovou vrstvu pro odvodnění specifikovanou v revidované metodě zelené konstrukce United States Golf Association.
2. kousky pneumatik (50 ~ 305 mm) a / nebo odštěpky pneumatik (12 ~ 50 mm) mohou být použity jako filtrační vrstva pro odstranění pesticidů a hnojiv.
3. drtě pneumatik mohou být použity jako zásypové materiály pro drenážní potrubí v greenech, bunkrech a fairwayích.
4. drtě pneumatik mohou být použity jako zóna pro úpravu odtoku před vstupem do rybníka, který se používá k odběru vody pro zavlažování golfového hřiště.

Díky těmto čtyřem aplikacím bude golfové hřiště udržitelné tím, že minimalizuje dopad pesticidů a hnojiv na okolní prostředí (Park 2015).

### 3.3.2 Caespestechnika

Golfová hřiště patří mezi nejintenzivněji řízené ekosystémy na této planetě. Sečení, zavlažování, hnojení, aplikace pesticidů, provzdušňování a používání smáčedel ovlivňují fyzikálně-chemické parametry, které ovlivňují jak výkonnost trávy, tak pravděpodobně i složení a funkci mikrobiomu. Některé z těchto postupů (např. sečení a zavlažování) se provádějí denně v nejlépe ošetřovaných golfových oblastech, jako jsou greeny, a proto mohou mít trvalý dopad na mikrobiom (Stingl et al. 2022).

Golfová hřiště jsou v mnoha ohledech jako zemědělská pole, protože obě tvoří kontinuum půdy/rostliny/atmosféry spojené vodou potřebnou pro růst rostlin. Jeden důležitý rozdíl však spočívá v tom, že zemědělské pole vytváří obchodovatelný produkt, který je spotřebován jinde po vypěstování, zatímco v případě golfových hřišť je produkt „spotřebován“ tam, kde je vyroben. Proto je důležité, aby tráva (trávník) vykazovala dobrou odolnost vůči použití a poškozené povrchy vyžadují okamžitou výměnu. Rychle rostoucí tráva má nepříjemnou vlastnost, a to neustálou potřebu sečení, takže by měla být dosažena určitá rovnováha. V důsledku toho se periodičita sečení a stupeň odolnosti liší v závislosti na sezónních a obecných klimatických podmínkách, intenzitě využívání trávníku a kulturních postupech (Salgot et al. 2012).

### 3.3.3 Ochrana trávníků před škůdci

Údržba golfových hřišť vyžaduje použití několika vstupů, jako jsou pesticidy a hnojiva, které mohou být škodlivé pro lidské zdraví nebo životní prostředí. Pochopení faktorů spojených s používáním pesticidů na golfových hřištích může pomoci manažerům golfových hřišť snížit jejich závislost na těchto produktech (Grégoire et al. 2022). Typické 18jamkové hřiště spotřebuje ročně 22 680 kg suchých a kapalných chemikálií, což je několikanásobně více, než je množství potřebné k pěstování průměrné plodiny (Wheeler & Nauright 2006). Zatímco většina těchto chemikálií jsou anorganická hnojiva, která jsou rovněž problémem pro životní prostředí, protože někdy způsobují zhoršení kvality podzemních vod, a nakonec eutrofizaci v souvisejících vodních cestách (Petrovic 1990), existuje také přibližně 750 kg

pesticidů, které jsou postřikovány nebo aplikovány na dané golfové hřiště za rok, za účelem kontroly četných mikrobiálních onemocnění a hmyzích škůdců (Stingl et al. 2022).

Vzhledem ke komplexu škůdců, který může poškodit trávník, mohou být na podporu zdraví trávníku použity různé pesticidy. Pesticidy pro ochranu trávníků proti škůdcům jsou selektivně aplikovány k dosažení ochrany trávníků a minimalizují potenciální dopady na životní prostředí (Racke 1999). Pesticidy jsou nebezpečné látky; jsou toxické pro živočišné organismy a lidi. Do podzemních vod se mohou dostat pouze v důsledku lidské činnosti, zejména v důsledku používání přípravku na ochranu rostlin, ať už v zemědělství či golfovém průmyslu. Jejich používání se řídí směnicí o udržitelném používání pesticidů, tj. směnicí, kterou se stanoví rámec pro činnost Společenství za účelem dosažení udržitelného používání pesticidů (Směrnice Evropského parlamentu a Rady 2009/128/ES, kterou se stanoví rámec pro činnost Společenství za účelem dosažení udržitelného používání pesticidů).

Používání pesticidů na golfových hřištích se liší od jiných typů využívání městské půdy a může představovat stresor pro kvalitu stanovišť v rybnících golfových hřišť. Koncentrace a typ používaných pesticidů se napříč golfovými hřišti liší (Piacente et al. 2020). Dle průzkumu Bekken et al. (2021) bylo absolutní riziko pesticidů nejvyšší na fairwayích, po nichž následovaly greeny, roughy a odpaliště. Na golfovém hřišti bylo riziko pesticidů na fairwayích podle studie naměřeno více než dvojnásobné množství oproti greenům a přibližně čtyřikrát vyšší než na roughech. Roughy tvoří přibližně 60 % travnaté plochy, jsou udržovány v delších výškách seče a mají být okrajové k hlavním hracím plochám hřiště. Používání pesticidů na roughech je proto nižší. Greeny zabírají v průměru 4 % travnaté plochy a jsou tam, kde se nachází jamka, což vyžaduje nízkou výšku sečení, která umožňuje golfovému míčku hladce se pohybovat po povrchu, což zase vyžaduje vyšší vstupy pesticidů k udržení zdraví trávníku. Fairwaye tvoří 25 % travnaté plochy a jsou intenzivně obhospodařovány, proto jsou v častějších frekvencích aplikovány pesticidy. Poměr rizika pesticidů k intenzitě jejich používání kvantifikuje průměrné riziko výběru produktu správcem golfového hřiště.

Navzdory rozšířeným společenským obavám z používání pesticidů na golfových hřištích se však jen málo vědeckých studií zabývalo tímto tématem v recenzovaných časopisech (Bekken et al. 2021).

**Fungicidy** se intenzivněji používají na odpaliště (Baris et al. 2010). Oproti tomu Stephens et al. (2021) tvrdí, že se běžně aplikují na jamkoviště během vegetačního období. Dle jejich studie okamžité použití zavlažování po aplikaci může vést k tomu, že se více fungicidů přesune do kořenů. Zavlažování 6 hodin po aplikaci usnadnilo mírný pohyb fungicidů ve srovnání s okamžitým zavlažováním. Fungicid tebukonazol (TBZ) se používá k utlumení růstu plísní v golfových greenech a zajištění jejich hrátelnosti (Badawi et al. 2016). **Insekticidy** se často používají po celém hřišti (Baris et al. 2010). **Herbicidy** se většinou používají na fairwayích a roughech (Baris et al. 2010).

### 3.3.4 Aplikace hnojiv

**Dusík (N)** je prvořadý pro ideální založení a hospodaření s trávníkem. Hnojení dusíkem je nutné k udržení hustého, trvalého a estetického trávníkového porostu schopného odolat četným škůdcům a environmentálním stresům. N dále ovlivňuje četné reakce trávníku, včetně

barvy trávníku; hustotu výhonků; růst kořenů, oddenků a stolonů; vysokoteplotní a nízkoteplotní napětí; toleranci opotřebení a regenerační schopnost. Přírodní organická hnojiva se často používají jako zdroj dusíku a dalších základních živin. Uvolňování dusíku z přírodních organických zdrojů je závislé na vlhkosti půdy, teplotě a mikrobiální aktivitě (Frank & Guertal 2013).

Pohyb N půdou do povrchových a podzemních vod může degradovat vodní systémy a ohrozit vodu používanou pro pití, průmysl a rekreaci. Hlášené roční míry vyluhování dusíku z trávníku se pohybují od 0 do 160 kg N ha<sup>-1</sup> rok<sup>-1</sup>, což představuje až 30 % aplikovaného N. Rychlost zavlažování, režim hnojiv a fáze růstu trávníku ovlivňují množství vyluhovaného N.

Hlavními strategiemi pro minimalizaci vyplavování dusíku z trávníku jsou:

- a) optimalizace zavlažovacích režimů
- b) zajištění toho, aby se dusík používal v dávkách a frekvencích, které odpovídají danému typu trávníku

Tyto strategie jsou zvláště důležité při zakládání trávníků (Barton & Colmer 2006). Obecně platí, že transport živin v travnatých systémech závisí na množství živin, které jsou k dispozici pro přepravu a transportní kapacitu hydrologické cesty. Množství živin, které jsou k dispozici pro přepravu, je do značné míry určováno souhrou zdroje hnojiva a aplikační dávky, vlastnostmi půdy, které ovlivňují zadržování živin (organická hmota, struktura půdy) a příjmem živin trávníku (druhově specifickým, souvisejícím s růstovou fází a celkovým zdravím). Studie prokázaly zvýšení ztrát živin s aplikační dávkou hnojiv jak pro N, tak pro **fosfor** (P) (Soldat & Petrovic 2008).

Mnoho studií zdůrazňuje, že ztráty živin jsou silně ovlivněny aplikační dávkou hnojiv, formulací a načasováním, a to jak s ohledem na sezónní období růstu trávníku, tak ve vztahu k výskytu srážek nebo zavlažování (del Campo et al. 2019). Tuto teorii navíc potvrzují výsledky studie Shuman (2002). Hospodaření s trávníkem by mělo zahrnovat aplikaci minimálního množství zavlažování po aplikaci hnojiva a vyhnout se aplikaci před intenzivním deštěm nebo když je půda velmi vlhká. Tato skutečnost se potvrzuje v další studii Barton & Colmer (2006), kde se uvádí, že kvalita trávníku a ztráta živin jsou ovlivněny načasováním a frekvencí aplikační dávky hnojiv kromě roční aplikační dávky. Hnojivo musí být aplikováno ve správný čas, ve správném množství potřebném k dosažení kvality trávníku a bylo prokázáno, že častější aplikace vodorozpustných hnojiv v nižších dávkách (ale se stejnou roční aplikační dávkou) zlepšují kvalitu trávníku a snižují vyluhování N. Forma hnojiva ovlivňuje, jak snadno bude živina zadržena v půdě, transportována vodou, využita v mikrobiálních procesech nebo asimilována trávníkem (Bock & Easton 2020).

Minerální hnojiva mají potenciál znečišťovat sladkou vodu vyplavováním a povrchovým odtokem (Khan et al. 2018). Vzhledem k tomu, že golfová hřiště a jiné travnaté systémy mají často dlouhou historii aplikace hnojiv, což může umožnit akumulaci P v půdě, měly by být použity úrovně půdního testu P, aby se zjistilo, zda a kolik hnojiva P by mělo být aplikováno (Baris et al. 2010).

Výsledky studie Colding et al. (2009) dochází k závěru, že chemikálie na zkoumaných golfových hřištích zřejmě nemají negativní vliv na vodní faunu.

Studie Bekkena et al. (2021) vyvinula dokonce vlastní metody, kterými kvantifikuje riziko pesticidů na golfových hřištích, zkoumá environmentální a ekonomické faktory, které mohou být zodpovědné za pozorované riziko, dále vyvíjí metodu pro srovnání rizika



pesticidů na golfových hřištích s jinými zemědělskými plodinami a zkoumá, jak může být riziko pesticidů na golfových hřištích účinně sníženo. Výsledky studie poukazují na fakt, že na golfovém hřišti bylo průměrné absolutní riziko pesticidů nejméně dvakrát vyšší na fairwayích než na greenech, odpalištích nebo roughech. Průměrné plošné normalizované riziko bylo na greenech nejméně třikrát vyšší než u ostatních tří komponent golfového hřiště.

Studie Bekkena et al. (2021) je zajímavá i z hlediska porovnání používání pesticidů v zemědělství a na golfových hřištích. Studie byla prováděna v New Yorku a Wisconsinu a bylo zjištěno, že průměrné riziko pesticidů na hektar na golfovém trávníku bylo přibližně šestkrát až osmkrát vyšší než u produkce kukuřice. Podobně bylo riziko pesticidů u golfového trávníku podstatně vyšší než u produkce mrkve. Průměrné riziko pesticidů na hektar na golfovém trávníku však představovalo podobná rizika jako u produkce brambor. Podle obou modelů bylo průměrné riziko pesticidů na hektar golfového trávníku o 35 % menší než riziko produkce jablek a o 80 % nižší než u produkce hroznů.

### 3.4 Golf vs. životní prostředí

Golfová hřiště mají významný dopad na životní prostředí. Vysoké nároky na vodu a intenzivní používání zemědělských chemikálií jsou problémem po celá desetiletí, a proto jsou v centru úsilí o to, aby golfová hřiště byla ekologicky udržitelnější. Produkty založené na úpravě nebo využití mikroflóry spojené s rostlinami jsou jedním z nejrychleji rostoucích odvětví v zemědělství. Jejich aplikace na trávníky na golfových hřištích je zatím zanedbatelná (Stingl et al. 2022).

Golfová hřiště jsou předmětem mnoha debat z hlediska životního prostředí, protože jejich výstavba často zahrnuje změnu přírodních stanovišť (Warnken et al. 2001). V současnosti je golf předním sportem na světě odehrávajícím se venku. S tím je spojený rozvoj a údržba golfových hřišť zahrnující mnoho aspektů, které jsou škodlivé pro životní prostředí (Wheeler & Nauright 2006). Podle Petrosillo et al. (2019) se za posledních 30 let počet golfových hřišť dramaticky navýšil po celém světě, a to nejen v zemích ekologicky vhodných pro jejich zřízení a údržbu (Anglie, Německo, Francie, Skotsko a Švédsko), ale také ve Španělsku, Itálii a Řecku, kde klimatické a environmentální podmínky nejsou příznivé pro jejich údržbu. Předpokládá se, že na celém světě je více než 60 milionů golfistů. Téměř 44 % golfistů se nachází ve Spojených státech, 25 % v Japonsku a 12 % v Evropě. Tito golfisté hrají na více než 30 000 golfových hřištích (Readman 2012). Je to sport, který je provozován na místech v souladu s krajinou, divokou přírodou a vegetací v konkrétní oblasti. Výstavba hřišť je v oblastech obecně blízko řek, jezer, oceánů, půdy sousedící s panenskými lesy a svahy vysokých hor (Guzmán & Fernández 2014). Spojitost mezi golfovými hřišti, nucenými ekosystémy a životním prostředím je nesmírně důležitá. Hlavní aspekty, které se kvůli sociálním tlakům sledují, jsou mimo jiné používání pesticidů. Salgot & Tapias (2006) uvádějí, že každé jejich použití je třeba zvážit, aby se snížily jeho dopady na životní prostředí.

Zcela nezbytným předpokladem pro hraní golfu však dnes už golfové hřiště není. A ani tráva není nutností. Golf lze hrát na virtuálních, elektronických hřištích - tzv. indoor golf. Dá se hrát i venku na umělém povrchu, na písčitém podkladě či na sněhu. Lze ho realizovat

i v parku nebo na fotbalovém hřišti. Golf se hraje dokonce i v běžném městském prostředí, na asfaltu a mezi betonem- tzv. urban golf (Halada 2017).

### **3.4.1 Golf a stromy**

Stromy hrají ve světě důležitou roli. Jsou to přírodní klimatizace, které ochlazují oblast kolem ní, přispívají k soukromí a snížení hluku a produkují značné množství kyslíku. Avšak na golfových hřištích nemusí být stromy úplně vítány. Přestože stromy přidávají golfovému hřišti estetickou hodnotu, mohou růst na nevhodném místě a mohou být spíše překážkou pro zdraví greenu než přispěvatelem k jeho hratelnosti nebo vizuální přitažlivosti. V golfové kultuře je tendence upřednostňovat hru nade vše ostatní. Jednoduše řečeno, „nejprve trávník potom strom“ (Jiggins 2013). Doll & Duinker (2020) však vysvětlují, že přestože velkou část celkové plochy golfových hřišť zabírají intenzivně pěstěné trávníky, například kanadská golfová hřiště mají tendenci být dobře osázená, a tak vykazují významný potenciál zvýšit zalesnění a přispět k ochraně původních druhů stromů, pokud jsou tato hřiště založena na dříve nezalesněné půdě.

### **3.4.2 Golfová hřiště a ekosystémy**

Dnešní golfové hřiště se řadí mezi sportovní stavby. Patří sem fotbalové či hokejové stadiony, plavecké či lehkooatletické areály, víceúčelové sportovní haly, tenisové dvorce atd. Od běžných sportovních staveb se však golfové hřiště v různých aspektech významně liší (Halada 2017).

Všechny ekosystémy se skládají ze dvou odlišných, vzájemně se ovlivňujících částí: biocenózy („živá“ složka) a biotopu nebo fyzického substrátu, ve kterém je živá složka zakotvena. V krajině existují dva hlavní biotopy: vodní prvky (toky a jezera) a pevné prvky (půda a podloží), mezi nimiž existuje několik vztahů. Na golfovém hřišti se biocenóza skládá z různých druhů trav, vybraných podle potřeby a sousední vegetace, spolu s travnatou flórou a faunou, která může představovat užitečné organismy nebo i případně škůdce. Planě rostoucím druhům rostlin a divoké zvěři se daří v zahradách, roughu a volné přírodě obklopující zařízení, přičemž tato vnější vegetace a zvířata (při hledání potravy) mohou hřiště snadno kolonizovat. Tyto vztahy mají vliv na provoz a údržbu hřiště, protože některá zvířata (ptáci, králíci, kanci...) v areálu shánějí potravu nebo vylučují exkrementy (nejnepříjemnější jsou hrabavá zvířata), zatímco jiná tam žijí jako „paraziti“ (červi, hmyz...) (Salgot et al. 2012).

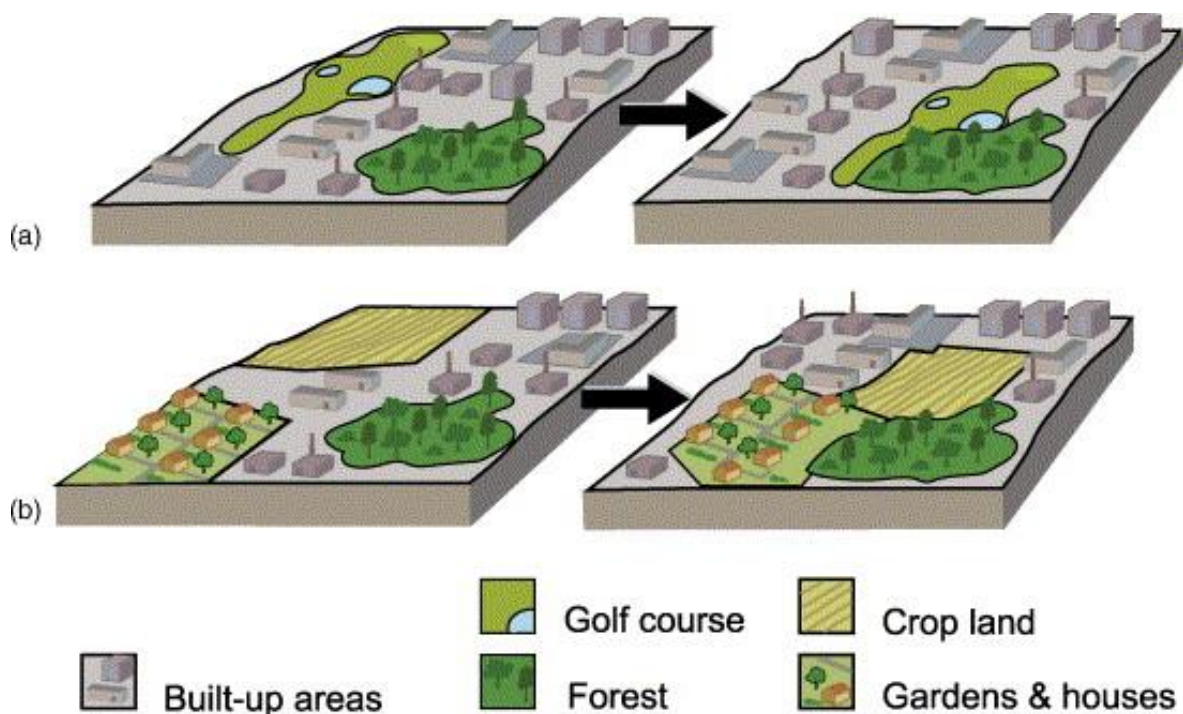
### **3.4.3 Golfová hřiště spojená s rozvojem měst**

Celosvětově se golfová hřiště rozprostírají na rozloze zhruba 23 600 km<sup>2</sup>, neboli na 0,02 % zemského povrchu (Gelernter et al. 2017). Podle Nguyen et al. (2020) města globálně rychle rostou co do velikosti a hustoty, což má hluboký dopad na městské lesní ekosystémy. Urbanizace vyžadující odlesňování omezuje ekosystémové služby, které prospívají jak obyvatelům měst, tak biologické rozmanitosti. Pochopení prostorových a časových vzorců změn vegetace spojených s urbanizací je tedy podle Nguyen et al. (2020) zásadní složkou budoucího udržitelného rozvoje měst. Ve skutečnosti byla golfová hřiště zřízena pro rekreační účely, které jsou kombinací křovin, vodních ploch a infrastruktury. Ačkoli nejsou plně ekologicky funkční jako u přírodních parků, předchozí studie zkoumaly

stav vegetace uvnitř golfových hřišť a ukázaly, že křoviny v místech, která nejsou součástí hry, jsou velmi důležité pro zachování biologické rozmanitosti a poskytování ekosystémových služeb ve městech (Hodgkison et al. 2007), jako je poskytování útočišť pro volně žijící živočichy, kteří se vyhýbají městům (Colding & Folke 2009).

Plánování a návrh výstavby golfových hřišť je ovlivněn mnoha faktory, ať už se jedná o standartní postupy environmentálního či ekonomického plánování. Někdy se konkrétně zaměřuje na turistickou cílovou lokalitu, která je též pod vlivem rozsáhlého územního rozvoje a investic (Warnken et al. 2001). Hodgkison et al. (2007) tvrdí, že vzhledem ke své všudy přítomnosti představují golfová hřiště významnou příležitost pro ochranu volně žijících živočichů ve městech. Tuto teorii podporují i Colding et al. (2009), kteří tvrdí, že golfová hřiště mají potenciál přispět k podpoře mokřadní fauny, zejména v městském prostředí, kde mohou významně přispět k jejich tvorbě. Navrhují větší zapojení ekologů do návrhu golfových hřišť, aby posílili jejich potenciál. Colding (2007) uvádí, že například golfová hřiště se sladkovodními jezírky jako potenciálními stanovišti organismů závislých na mokřadech, která však obsahují jen málo lesních oblastí, mohou mít malou šanci udržet tyto organismy sama o sobě, pokud okolní krajinu tvoří zastavěná území. Pokud se však taková hřiště nachází v blízkosti přírodních oblastí s lesními biotopy, je zajištěno doplnění krajiny. Skupiny živočichů, jako jsou obojživelníci a makrobezobratlí, mohou tyto binární struktury využít k dokončení svých různých životních cyklů, např. pro páření, shánění potravy a přezimování. Příklady takového krajinného designu zaměřeného na ekologické funkce krajiny jsou znázorněny na Obrázku 3.

Jako příklad vlivu urbanizace na výstavbu golfových hřišť v krajině můžeme uvést studii Salgot et al. (2012), která popisuje rozvoj golfových hřišť v oblasti kolem Středozemního moře, kde vyrostla v mnoha oblastech kolem pobřeží v reakci na dva zdroje poptávky. Na jedné straně hospodářský rozvoj v mnoha zemích povzbudil zvýšení zájmu ze strany místního obyvatelstva, které objevilo výhody tohoto sportu pod širým nebem, a to částečně i díky zvýšené mediální pozornosti na místní profesionální hráče, kteří se stali mezinárodními idoly. Na druhou stranu rychlý rozmach golfové turistiky v posledních třech desetiletích vedl k výjimečnému tempu růstu, který se často koncentruje v konkrétních destinacích. V mnoha případech byl rozvoj golfových hřišť spojen s rozvojem turistických letovisek nebo soukromých nemovitostí. Klíčovým problémem je souvislost s vodními zdroji používanými k zavlažování golfových areálů. Odpůrci na jedné straně tvrdí, že zavlažování golfových hřišť je příliš velký luxus, který konkrétně v oblasti Středomoří nelze akceptovat. Na druhou stranu se domnívají, že golfová hřiště jsou pouze jakousi výmluvou pro rozvoj měst.



Obrázek 3 Využití půdy na podporu ekosystémových procesů v městských oblastech (Colding 2007)

Na Obrázku 3 vidíme příklady krajinného designu zaměřeného na ekologické funkce krajiny: a) Golfové hřiště s jezírky bez lesních ploch by mohlo sloužit jako vhodné hnízdiště pro obojživelníky, pokud se nachází v blízkosti lesního biotopu z důvodu doplnění krajiny. Podobně jako v nákresu b), kde jsou městské zahrady seskupeny v blízkosti lesních ploch a polí s plodinami, může takové seskupení podporovat opylovače (Colding 2007).

### 3.4.4 Golfová hřiště a ceny nemovitostí

Výsledky studie Prophetera (2022) ukazují, že domy sousedící s hřištěm se prodávají o 6,5 % draž ve srovnání s domy sousedícími s golfovými hřišti přes ulici, které mají jinak všechny ostatní parametry stejné. Golfová hřiště jsou komoditou, která poskytuje několik typů výhod, jako je výhled na zelené upravené trávníky a absence provozu a hluku. Výzkum Prophetera (2022) došel k závěru, že domy sousedící s golfovými hřišti se prodávají za vyšší cenu, ale nedokáže rozlišit jaké mají dílčí výhody bydlení vedle golfového hřiště vliv na cenu. Studie předkládá důkazy o tom, že když je golfové hřiště uzavřeno, nedochází k poklesu cen nemovitostí u sousedních domů, jak by se dalo očekávat, kdyby samotné golfové hřiště bylo důvodem cenového nárůstu. Namísto toho jsou data v souladu s teorií, že kupující platí více za sousední pozemky, aby se vyhnuli nepříjemnostem spojeným s rozvojem výstavby. Alternativním vysvětlením tohoto zjištění je, že motivace kupujících těchto nemovitostí není založena na golfu jakožto sportu.

Že jsou golfové hřiště vyhledávanou lokalitou k bydlení dokládá publikace Nicholls & Crompton (2005), která tvrdí, že podstatná část golfových hřišť vybudovaných v letech před provedením výzkumu byla spojena s realitními projekty. Studie se zúčastnilo 466 vlastníků těchto domů a nejčastějším uvedeným důvodem pro volbu této lokality k bydlení byla podle nich blízkost nebo výhled na golfové hřiště, kterou uvedla téměř jedna

čtvrtina (24,3 %) respondentů. Pouze 29 % respondentů uvedlo, že člen jejich domácnosti pravidelně hraje golf na tomto sousedním hřišti.

### 3.4.5 Voda

Voda, cenný zdroj pro všechny formy života, se neustále stává nepřístupnou, což je rychle rostoucí problém, kterému v dnešní době čelí naše planeta. Někteří připisují tento nedostatek vody změně klimatu, zvýšené poptávce po sladké vodě pro komunální, zemědělské a průmyslové využití (Kummu et al. 2016). Voda má primární roli v přežití člověka, ale také ve všech lidských činnostech, jako je zemědělské, průmyslové a civilní využití. Nedostatek vody však způsobily různé faktory. Některé faktory jsou přírodního původu, zatímco jiné jsou způsobeny lidskou činností, jejíž účinky mohou přímo nebo nepřímo ovlivnit naše fyzické prostředí. Nejdůležitější jsou: klimatické změny a biodiverzita, změny krajiny a využívání půdy, kontaminace stávajících vodních zdrojů, finanční a institucionální překážky. Kromě těchto úvah je nerovnoměrné rozložení vody po celém světě záležitostí, která často způsobuje napětí mezi sousedními zeměmi, které se podle odhadů zvyšuje v důsledku nárůstu světové populace (Prisciandaro & di Celso 2010).

V posledních letech se poptávka po vodě celosvětově zvýšila a mnoho zemí v současné době čelí nedostatku vody nebo předpovídá budoucí nedostatek vodních zdrojů. To je problém nejen pro země nacházející se v suchých a semiaridních oblastech, ale také pro země mimo tyto oblasti, které nadměrně spotřebovávají své vodní zdroje. Taková je obecně situace v oblasti Středomoří. Řada středomořských zemí se pravidelně potýká se závažnou nerovnováhou v nabídce vody a poptávce, zejména v letních měsících. Nedostatek vody také postihl regiony, které jsou na takové události méně zvyklé, kde jsou období sucha stále častější a dlouhodobější (Cappola et al. 2004).

Největší hrozbou pro zachování zásob sladké vody je vyčerpání zdrojů povrchových a podzemních vod (Pimentel et al. 1999). Existuje naléhavá potřeba uspokojit současnou poptávku po vodě, a to jak pitné, tak určené pro jiné lidské činnosti (městské a průmyslové zavlažování, zemědělství a výroba potravin), aby se zpomalila degradace půdy a zaostalost některých oblastí (Prisciandaro et al. 2016). Povrchová voda není vždy účinně spravována, což vede k jejímu nedostatku a znečištění, které ohrožuje člověka a vodní biotu, která je na ní závislá (Pimentel et al. 1999). Ve skutečnosti se povrchové a podzemní vodní zdroje v průběhu desetiletí rychle vyčerpaly kvůli nadměrné spotřebě vody a nedostatečnému doplňování vodonosných vrstev (Ng et al. 2015).

Mnoho částí světa čelí zvýšenému tlaku na dodávky pitné vody. Náklady na poskytování vody stále stoupají, protože mnoho měst musí dosahovat dál a dál, aby si zajistilo bezpečné a spolehlivé dodávky vody (Miller 2006). Proto ve snaze bojovat proti problému nedostatku vody obrátila řada vládních orgánů svou pozornost na využití sekundárně nebo terciárně čištěné odpadní vody za účelem zmírnění nedostatku vody. V důsledku toho je opětovné využití vyčištěné odpadní vody široce zaváděno pro účely zavlažování (Fatta-Kassinos et al. 2011).

Vodní zdroje jsou po desetiletí intenzivně prozkoumávány a znečišťovány a odhaduje se, že během několika let bude v Evropě dosaženo vysokých hodnot vodního stresu (Matos et al. 2014). Také rozvoj a rostoucí požadavky obyvatelstva měly za následek zvýšení

spotřeby energie. Voda a energie jsou dva klíčové prvky pro přežití a její současná spotřeba je alarmující. Rostoucí poptávka po vodě je úzce spojena se spotřebou energie a emisemi skleníkových plynů (Matos et al. 2014).

Kontroverze ohledně množství vody spotřebované nebo ušetřené v důsledku lidské činnosti, je v současné době prvořadá v oblastech s nedostatkem vody. V posledních desetiletích byl golf – činnost náročná na půdu a vodu – implantován do několika oblastí Středozevního moře, kde je nedostatek vodních zdrojů dobře znám (Salgot et al. 2012). Efektivní hospodaření s vodními zdroji je klíčovým prvkem při dosahování řádné environmentální integrace golfových hřišť. Hospodaření s vodními zdroji na golfových hřištích musí být plánováno a prováděno s ohledem na zachování vodních zdrojů, využívání recyklované odpadní vody, účinnost zavlažování, dobře zvolené neinvazivní trávy, správu jezírek a rozumné používání hnojiv a pesticidů (Salgot et al. 2012). Proto je návrh golfového hřiště důležitým faktorem pro hospodaření s vodou. Veškerou správu hřiště zajišťují superintendenti, kteří musí být schopni zvládnout vše v dané oblasti, od vody po odpad, včetně chemikálií, hnojiv, trávy, volně žijících živočichů atd. Z právního hlediska je třeba poznamenat, že v několika zemích (např. Portugalsko, Katalánsko) se příslušné orgány veřejné správy pokusily omezit počet golfových hřišť, a určovat jejich typ a systémy řízení s ohledem na množství využívaných vodních a půdních zdrojů, ale nesetkaly se s velkým úspěchem (Salgot et al. 2012). Voda je stále omezenějším zdrojem, který průmysl golfových hřišť potřebuje k efektivnímu řízení a ochraně (Gelernter et al. 2015).

Golfová hřiště jsou často považována za chemicky náročné ekosystémy s negativními dopady na faunu (Colding et al. 2009). Dle studie Petrosillo et al. (2019) mají negativní dopad na složky vody a půdy, zatímco pozitivně na biologickou rozmanitost, ekosystémové služby a cestovní ruch, zejména v městském kontextu. Poptávka po vodě pro sportovní a jiné volnočasové účely v mnoha zemích rychle roste. Nejviditelnějšími příklady jsou golfová hřiště, která potřebují velké objemy zavlažovací vody k udržení optimálních hracích ploch, zejména na odpalištích a greenech. V lokalitách s nedostatkem vody však musí golfová hřiště soutěžit o své vodní zdroje s rostoucí domácí spotřebou a stávajícím využitím, které je převážně zemědělské (Rodríguez-Díaz et al. 2007).

Voda, půda a trávník jsou základní komponenty environmentálního managementu golfových hřišť (Tapias & Salgot 2006). Krčmář et al. (2014) tvrdí, že golfová hřiště představují území tvořená směsí prvků tvořících antropogenní prvky, výkopy nebo jiné prvky (například umělé vodní nádrže), které jsou vhodně zasazeny do přírodního prostředí. Z hydrogeologického hlediska a z hlediska možné kontaminace životního prostředí je golfové hřiště potenciálně nebezpečným prostředím, zejména v případě přítomnosti zdrojů podzemních vod na jeho území. Vzhledem k tomu, že podzemní vody jsou ve většině zemí světa důležitou surovinou, jakékoli zhoršení kvality v důsledku lidské činnosti je nepřijatelné, a pokud jsou v blízkosti přítomny vodní zdroje, měly by podléhat maximální úrovni ochrany, což by mělo být zakotveno v právních předpisech. Je také důležité, aby se na zřizování ochranných pásem a na tvorbě právních předpisů podíleli odborníci v oblasti hydrologie, hydrogeologie a hydrogeochemie.

Spotřeba vody na golfovém hřišti závisí na jeho rozměru, místním klimatu, vlastnosti substrátu zadržovat vodu a nároků trávniku na vodu, proto se může spotřeba pohybovat od nuly (v období dešťů) do 2 500 m<sup>3</sup> za den v suchém, horkém období. Průměrnou spotřebu

vody na standartním 18jamkovém hřišti (se zavlažovanou plochou 54 ha) lze odhadnout na přibližně 300 000 m<sup>3</sup> ročně (Salgot et al. 2012). Množství vody potřebné pro zavlažování golfového hřiště a periodičita zavlažování závisí jak na sezónních a klimatických proměnných (teplota, déšť, relativní vlhkost vzduchu a vítr), tak i do značné míry na vlastnostech půdy, která slouží jako podloží. Písčité půdy nezadržují vody ve stejném rozsahu jako bahnitě nebo jílovité půdy. Infiltrace je obecně rychlejší v půdách s hrubou strukturou zrna, takže se více vody ztrácí drenáží a voda musí být aplikována častěji. Na druhou stranu, hloubka půdy je také důležitá, protože čím hlubší je půda, tím vyšší je její schopnost zadržovat vodu. Mělká nepropustná vrstva navíc brání správnému vývoji kořenů trávníku, a proto jsou mnohem náchylnější ke změnám počasí (Salgot et al. 2012).

Vzhledem k rostoucím nárokům na zdroje pitné vody jsou golfová hřiště, sportoviště a městské parky stále více zavlažovány nekvalitní recyklovanou vodou (Gelernter et al. 2015). Baris et al. (2010) tvrdí, že golfová hřiště jsou zavlažována na základě potřeb evapotranspirace. Ovšem v praxi to neplatí z několika důvodů: jiné plodiny s větším listovým povrchem odpařují více vody, kompletní pokrytí trávníkem chrání půdu a častá tvorba hydrofobních vrstev mezi trávou a půdou snižuje nebo dokonce brání pronikání vody. Podloží používané na greenech a fairwayích se liší (Salgot et al. 2012). Greeny mají téměř vždy systémy dobré drenáže, která je podstatným faktorem při navrhování a výstavbě golfových hřišť (Baris et al. 2010).

Změna klimatu ovlivňuje vodní zdroje na celém světě a jižní Evropa je jednou z oblastí, kde se očekává, že nedostatek vody v budoucnu vzroste (Lavrnić et al. 2017). Celosvětová spotřeba vody stále roste a odhaduje se, že do roku 2030 bude k uspokojení celosvětových požadavků na vodu zapotřebí více než 160 % celkového dostupného objemu vody na světě (Voe et al. 2014). Jak již bylo naznačeno, kvůli nedostatku vody ve středomořských oblastech a dalších oblastech s podobným nebo dokonce vyprahlejším podnebím je využívání konvenčních vodních zdrojů pro to, co je považováno za luxusní účely – jako jsou golfová hřiště – stále více zpochybňováno. Nekonvenční vodní zdroje, jako je recyklovaná odpadní voda, proto hrají stále větší roli při plánování a rozvoji dodávek vody (Salgot et al. 2012).

Španělsko je dobrým příkladem konfliktu mezi zemědělstvím a golfem o vodní zdroje. Přesun vody ze zemědělství na golf je široce kritizován a je velmi spornou politickou otázkou. V mnoha zemích, kde jsou vodní zdroje pod tlakem, existuje dojem, že zavlažování golfových hřišť způsobuje významný odběr a že to má zásadní dopad na životní prostředí (Rodríguez Díaz et al. 2007). Ukazatele produktivity měří přínos nebo hodnotu použité vody, v níž existují významné rozdíly mezi zemědělským a golfovým odvětvím. V zemědělství je cílem maximalizovat produkci plodin, kde lze výnosy ze zavlažování odhadnout z postupného zvyšování výnosů a ceny. Naproti tomu zavlažování golfových hřišť má za cíl udržet trávu v optimálním stavu pro odraz a hratelnost a estetickou přitažlivost, aby přilákala hráče a zvýšila příjmy (Jordan et al. 2003).

Na základě spotřeby vody byly rozlišeny čtyři různé typy hřišť na golfových hřištích: oblasti s vyšší spotřebou vody (greeny a odpaliště), nižší spotřeba vody (fairway a rough), nezavlažované oblasti (pískové pastě) a jezera (s nejvyšší spotřebou vody) (Wurl 2019).

Nesmíme zapomenout, že nároky na spotřebu vody nemají golfová hřiště pouze ve vztahu k zavlažování hřiště. Jak můžeme vidět v Tabulce 1, golfová hřiště tvoří i další

prostory jako je zázemí a služby pro hráče, které dohromady se zavlažováním tvoří celkovou spotřebu vody pro tento typ zařízení.

Tabulka 1 Voda na golfových hřištích (Salgot et al. 2012)

Druh využití	Možný původ	Kvalita	Poznámky
Zavlažování hřiště	Všechny: povrchová voda, podzemní voda, pitná voda, odtok, recyklovaná odpadní voda, odsolená voda (brakická nebo mořská)	V případě recyklované vody musí odpovídat zvláštním pravidlům a předpisům	Kromě zdravotních hledisek je třeba vzít v úvahu faktory související se zemědělstvím
Zavlažování ostatních ploch bez přístupu veřejnosti			
Zavlažování veřejně přístupných ploch			
Resort a služby: bazén a další zařízení s přímým lidským kontaktem	Pitná voda, povrchová, podzemní voda	Dodržování předpisů o vodě z vodovodu a koupalištích. Dezinfikovaná nebo pitná voda	Měly by být uchovány odděleně od možného kontaktu s recyklovanou odpadní vodou
Trávník kolem bazénů	Dezinfikovaná voda (neobsahující chlor)	Obvykle není identifikováno. Neměla by se používat odpadní voda	Jasně oddělení od zbytku hřiště
Úklid (vozíky, hole, míčky...)	Přírodní voda, voda z vodovodu	Dezinfikovaná	Nedoporučuje se používat recyklovanou odpadní vodu
Pití a stravování	Pitná voda	Jak stanoví zákon	Je třeba dbát na to, aby se zabránilo kontaminaci jiným druhem vod
Regulace prachu	Všechny, kromě případů, kdy jsou aplikovány aerosoly		

### 3.4.6 Mokřady

Kohler et al. (2004) zdůraznili, že umělé mokřady přítomné na golfových hřištích mají potenciál přijímat, ukládat a filtrovat odtok v rámci hřiště a ze sousedních oblastí. Zejména mokřad golfového hřiště, pokud je dobře dimenzovaný, může mít pozitivní vliv na kvalitu vody ve srovnání s vodou vstupující do golfového hřiště. Kromě toho má přítomnost mokřadů golfových hřišť potenciál podporovat vzácné druhy obojživelníků, které jinde ztratily přirozené mokřadní stanoviště (Colding et al. 2009). K této teorii se přiklání i Puglis & Boone (2012), kdy podle nich golfové hřiště často obsahují vodní stanoviště, jako jsou rybníky nebo mokřady, které jsou nedílnou součástí pro vývoj obojživelníků.

### 3.4.7 Struktura odvětví ve vodohospodářství

Struktura odvětví ve vodohospodářském sektoru se po celém světě liší – v rozsahu činností, které jednotlivé podniky provádějí, zeměpisné velikosti, počtu a povaze zákazníků, kterým slouží, rozsahu zapojení soukromého sektoru, rozsahu hospodářské soutěže (pokud existuje), povaze a rozsahu regulace a kompetentních orgánech, které vykonávají dozor



a/nebo provádějí tyto regulace. Obecně platí, že rozsah činností, které mohou vodárenské podniky provádět, zahrnuje: hromadný sběr a skladování vody, hromadný přenos vody, úpravu vody, distribuci volně ložené vody, síťované a maloobchodní dodávky, sběr a úpravu kanalizace, odvodnění a zavlažování. V mnoha případech jsou vodohospodářské podniky také zodpovědné za takové věci, jako je hospodaření s půdou a zdroji, stanovování norem, regulace a rozvoj politik (Abbott & Cohen 2009). Nedostatek vody je nepochybně hlavní pobídkou k nalezení alternativních zdrojů vody. Odpovědí na tento problém je ochrana vody a opětovné využívání odpadních vod je jistě důležitou součástí strategií ochrany vody (Cappola et al. 2004). Termín „sběr vody“ šetrný k životnímu prostředí se často nepoužívá ve vztahu ke golfovým hřištím nebo jiným travnatým plochám, tvrdí Carrow (2006), přesto je běžnou praxí. Mnoho zavlažovacích jezer golfových hřišť slouží také jako terénní úpravy a zachycuje nadměrný odtok, zabraňuje sedimentu do potoků nebo řek. Prvky povodí jsou obvykle součástí celkového plánu kontroly a opětovného využívání dešťové vody nařízeného vládními politikami. Sběr vody je obvykle chápán jako úprava povodí za účelem zvýšení odtoku shromážděného pro budoucí použití. V případě golfových hřišť je krajina záměrně tvarována tak, aby zachytila přebytečný odtok z dešťových srážek a zároveň umožnila dobrou infiltraci vody do půdy za normálních podmínek. Některá golfová hřiště s velkou přílehnou zástavbou zkoumají potenciál pro sběr odtoku a odtoku z těchto oblastí, využívají vlastní zařízení k úpravě užitkové vody na standardy přijatelné pro využití trávníku a zavlažování golfového hřiště vodou. Tato praxe šetří místním samosprávám náklady na úpravu vody (Carrow 2006).

### **3.4.8 Závlahy**

Golfová hřiště, která se nachází jen několik kilometrů od sebe, se mohou značně lišit, pokud jde o úroveň vlhkosti a teplotu a složení půdy, proto se liší i pokud jde o požadavky na chemické vstupy a zavlažování (Joyce 1998).

Efektivním řízením závlah se zabýval Fučík (2019), který upozorňuje na skutečnost, že predikovaná klimatická změna vyplývající z globálního oteplování Země ovlivňuje i podnebí České republiky zvýšením výskytu sucha. Výsledky (již kolem r. 2000) signalizovaly, že globální oteplování je závažný problém vyžadující zvýšenou pozornost i v ČR. Jedním z nejdůležitějších výsledků analýz je doporučení pravidelně zvyšovat plochu závlah a kapacitu potřebných vodních zdrojů, podporovat rekonstrukce, popř. výstavbu efektivních závlahových systémů a tyto aktivity stimulovat prostřednictvím státem spravovaných platforem a poskytovaných prostředků, což podle Fučíka (2019) potvrzují studie i konkrétně pro podmínky střední Evropy.

Studie Fučíka (2019) zmiňuje, že zemědělci i provozovatelé golfových hřišť všeobecně upozorňují na velký problém se získáním dostatečných zdrojů vody pro závlahy. Povrchové vodní zdroje jsou citlivé na srážkové deficity, v případě potřeby závlahové vody je již často vyhlášen stav nouze a zákaz čerpání z povrchových zdrojů ze strany provozovatele.

Z uvedených důvodů je podle Fučíka (2019) vhodné maximálně využít potenciál „starých“ součástí vodního hospodářství – meliorační infrastruktury pro aplikaci moderních technologií (souvisí s analýzami stavu objektů, jejich funkčnosti, obnovitelnosti, potenciálu využití a zájmu o využití, s požadavky na zajištění funkčnosti při cyklech extrémních resp.

sušších a vlhčích let). Dále je vhodné využít návaznosti na další požadavky adaptačních opatření v krajině (víceúčelové nádrže, území pro rozlivy, další opatření podporující zlepšení vláhového režimu půd, atd.). Využití mají i doposud realizovaná datová a znalostní báze o území a v neposlední řadě doposud zpracované studie a projekty.

Na většině golfových hřišť je rozvod vody založen na zalévání podle definovaných vzorců a pevně stanoveném množství, v dnešní době především pomocí počítačových programů. Tento typ operace s programováním času a množstvím je závislý na sezónních a klimatických změnách, navíc s ohledem na rozdíly v potřebě vody v důsledku vývoje kultur a výkyvů počasí. Vytvoření optimálních podmínek půdní vláhy pro rozvoj trávníků je základní podmínkou pro snížení spotřeby vody. Vzhledem k tomu, že hlavním cílem zavlažování golfového hřiště je získání travnatého povrchu, kde se hráč cítí pohodlně, zavlažování by mělo být zaměřeno na získání pravidelného, hladkého travnatého povrchu, zejména na greenech. Kromě toho by přínos trávniku neměl být měřen z hlediska produktivity, ale z hlediska okrasné hodnoty. Tato funkce zahrnuje homogenitu, hustotu, barvu, texturu, hladkost, odolnost atd. Všechny tyto vlastnosti závisí na schopnosti trávy růst a regenerovat, na jejím zdravotním stavu a na intenzitě používání (počet hráčů a údržba). Je zřejmé, že různé části hřiště vytvářejí různé nároky na trávu. Za těchto okolností může být účinnost definována jako schopnost udržet dokonalý zelený povrch v průběhu času, a to rozhodně není dosaženo rovnoměrným zavlažováním celého hřiště. Je nutné upravit postřikovače tak, aby rostlina měla dostatek vody potřebné pro pravidelný růst a to s ohledem na všechny zmíněné vlivy (hloubka půdy, frekvence zavlažování ...), ale i na další, jako je stín, blízkost stromů, sklon a podobně (Salgot et al. 2012). Jak již bylo řečeno, množství vody potřebné pro zavlažování golfového hřiště a periodicitu zavlažování logicky závisí na sezónních a následně klimatických proměnných (teplota, déšť, relativní vlhkost vzduchu a vítr), ale také do značné míry na vlastnostech půdy, která slouží jako substrát. Písčité půdy nezadržují vodu ve stejném rozsahu jako bahnitě nebo jílovité půdy. Infiltrace je obecně rychlejší v hrubých zrnitých strukturách půdy, takže více vody se ztrácí drenáží a voda musí být aplikována častěji. Na druhou stranu je důležitá i hloubka půdy, protože čím je půda hlubší, tím vyšší je její schopnost zadržovat vodu. Navíc mělká nepropustná vrstva brání správnému vývoji kořenů trávniku, a proto jsou mnohem náchylnější ke změnám počasí (Tapias & Salgot 2006).

### **3.4.9 Odpadní vody, šedé vody**

Použití odpadních vod pro zavlažování se datuje několik desetiletí zpět. Na počátku 20. století využívala větší města v Evropě odpadní vodu k zavlažování v tzv. „kanalizačních farmách“. To podporovalo zemědělství, ale později se stalo problémem životního prostředí a zdraví (Gohil 2000).

Historicky bylo v ČR toto téma výzkumně poměrně podrobně studováno, byla zpracována norma (ČSN 75 7143) a probíhala realizace těchto systémů, nicméně po r. 2000 postupně docházelo k poklesu využívání těchto principů. V současnosti, kdy se intenzivně začíná projevovat v ČR nedostatek vody, nabývá tato problematika na aktuálnosti. Opětovné využití určitého objemu odpadní vody, zejména pro zavlažování v zemědělství, se jeví jako částečné řešení shora uvedeného problému. Je však nutné skloubit vhodnost a nákladovou

efektivitu využívání recyklované vody v zemědělství se zachováním vysoké úrovně ochrany veřejného zdraví a životního prostředí. Významnou pozornost, vedle monitoringu těchto vod, bude také třeba věnovat systému povolení a kontrol používání recyklovaných odpadních vod. Za zvážení také stojí zakotvení případného nezávislého monitoringu půd, na kterých budou odpadní vody využívány (Fučík 2019).

Regenerace a opětovné využití odpadních vod bylo předmětem řady studií, jejichž hlavním účelem bylo stanovení kvalitativních kritérií pro opětovné použití se zaměřením zejména na konvenční parametry znečištění, jako biologická spotřeba kyslíku (BSK), chemická spotřeba kyslíku (CHSK), pH, celkové nerozpuštěné látky, těžké kovy a mikrobiologická zátěž (Fatta-Kassinos et al. 2011).

Podle Fučíka (2019) odborné zdroje vedle některých kvalit odpadních vod shodně poukazují i na omezení, související s limity jakostí některých typů odpadních vod.

Využití odpadních vod pro zavlažování má největší oblast použití, protože obvykle nabízí některé atraktivní environmentální a socioekonomické výhody, zejména díky snížení likvidace odpadních vod v útvarech recipientu, regeneraci živin jako hnojiv a zlepšení produkce plodin během období sucha (Cappola et al. 2004). Odpadní vody z čistíren odpadních vod se obvykle likvidují v moři nebo v řekách. Důsledky zvýšené poptávky po vodě, dlouhotrvajících such a závažné srážkové nerovnováhy v dnešní době zdůraznily význam využívání všech ostatních možných zdrojů vody před vyčerpáním omezených zásob sladké vody (Menegaki et al. 2007). Opětovné využití odpadních vod je klíčovým faktorem v přístupu uzavřeného vodního cyklu, v němž je odpadní voda čištěna a poté znovu použita. Tento přístup je jak povinný pro rozvoj suchých oblastí, tak nezbytný pro udržitelnost průmyslových zemí z hlediska dopadů na životní prostředí a zachování zdrojů (Prisciandaro et al. 2016).

V posledních desetiletích se odpadní vody posunuly od vnímání jako ohrožení veřejného zdraví k tomu, že jsou považovány za surovinu pro výrobu energie a obnovu vzácných zdrojů, včetně vody samotné. Vodní zdroje navíc začaly být vzácné v mnoha regionech po celém světě, zejména tam, kde jsou nepříznivé klimatické podmínky a populace a spotřeba vody roste. Tato perspektiva předpokládá přísnou kontrolu kvality znovu používané vody tak, aby nepředstavovala riziko pro životní prostředí a zdraví jejích uživatelů a možných spotřebitelů. Většina výzkumu kvality vody a jejích zdravotních důsledků je zaměřena především na fyzikálně-chemické a mikrobiologické parametry, těžké kovy, pesticidy a ropné uhlovodíky. Nedávné vědecké důkazy však přeměrovaly pozornost k nové a rostoucí hrozbě známé jako vznikající kontaminanty. Tyto mikro polutanty jsou přírodní nebo syntetické látky, které nejsou důsledně monitorovány ani regulovány, ačkoli mohou mít nepříznivé účinky na lidské zdraví a rovnováhu ekosystémů (Diaz-Sosa et al. 2020).

Vyčištěné městské odpadní vody mohou mít různé způsoby využití, konkrétně zavlažování v zemědělství (plodiny, lesy, školky) a zavlažování krajiny (parky, zahrady, sportovní trávníky, jako jsou golfové hřiště) (Moreno et al. 2010), přesto že vhodnost využívání vyčištěné odpadní vody pro zavlažování plodin nebo zemědělství zůstává jablkem sváru mezi odborníky a tvůrci norem. Z hlediska dopadů na životní prostředí jsou analyzovány účinky na kvalitu půdy, vodní zdroje, růst rostlin a půdní mikrobiální společenstva (Ofori et al. 2021). Je nezbytné zvážit různé přístupy, jako jsou strategie opětovného využívání vody, které by mohly vést ke snížení spotřeby energie ve vodních

procesech. Jedním ze způsobů, jak snížit tlak v dodávkách vody, je opětovné využití odpadních a šedých vod pro zavlažování (Matos et al. 2014). Studie vypracované v Portugalsku ukazují, že odpadní a šedá voda mají různé míry konečného využití při zavlažování. Odpadní voda je čištěna v centrální čistírně odpadních vod a znovu použita ve veřejných/soukromých rozsáhlých oblastech zavlažování, jako je zemědělství, veřejné zahrady a golfové hřiště. Naopak, opětovné využívání šedé vody se obecně používá v malém měřítku in situ, upravuje se a používá na stejném místě, obvykle ve výrobním závodě (Matos et al. 2014). V obou případech je třeba vodu upravit, ale musí být navržen stupeň úpravy s přihlédnutím k typu opětovného použití a riziku expozice obyvatelstva. Je zřejmé, že čištění vody a odpadních vod zahrnuje vysoce energeticky náročné procesy. Je důležité vzít v úvahu, že fáze čištění může spotřebovávat značné množství energie v závislosti na velikosti čistírny, umístění čistírny, obsluhované populaci, typu čištění odpadní vody, typu procesu čištění, konečném použití vody a kvalitě úpravy potřebné pro vypouštění vody. Typ čištěné odpadní vody je parametr, který rozhodujícím způsobem ovlivňuje spotřebu energie při čištění odpadních vod (Plappally & Lienhard 2012).

Kvalita vyčištěné odpadní vody je závislá na řadě faktorů. Zdroj vody, způsob použití a technologie úpravy ovlivňují konečnou kvalitu odpadní vody. Vyčištěná odpadní voda proto může stále obsahovat některé znečišťující látky nebo kontaminanty (Schacht et al. 2016). Kontaminanty v odpadních vodách mohou být chemické, inertní/fyzikální nebo mikrobiologické povahy. Chemické znečišťující látky zahrnují anorganické sloučeniny (živiny), těžké kovy, nanočástice a organické polutanty (např. léčiva, výrobky pro osobní péči, pesticidy) (Fatta-Kassinos et al. 2011). O možnostech kontaminace půdy při závlahách odpadní vodou farmaky mluví podrobněji Fučík (2019), který uvádí, že autory je toto považováno za objektivní problém, který je třeba řešit nikoliv tím, že nebudeme tyto závlahy realizovat, ale stanovením technologických a provozních podmínek při důsledném monitoringu jakosti závlahové vody. Výzkum podle Fučíka (2019) prokazuje, že vyřešení problému odstranění úniků léčiv do životního prostředí lze dosáhnout v zásadě třemi vzájemně spolupracujícími koncepcemi: optimalizací stávajících technologií čištění odpadních vod, vylepšením čištění na čistírnách odpadních vod přidáním dalšího čistícího stupně a důslednou kontrolou a separací zdrojů znečištění. Standardní čistírenské procesy (aktivace, MBR, zkrápěné filtry, kořenové čistírny) dosahují při optimalizaci procesu účinnosti eliminace sledovaných farmak až 90 %.

Těžké kovy, známé také jako stopové kovy, jsou jednou z nejvíce perzistentních znečišťujících látek v odpadních vodách (Akpor et al. 2014). Úrovně koncentrace kontaminantů se liší podle regionu, zrovna tak úrovně čištění odpadních vod (Jaramillo & Restrepo 2017.) Qadir & Scott (2009) tvrdí, že zavlažováním odpadními vodami se přidávají do půdy důležité makro a mikroživiny. Odpadní voda je díky svému složení cenným zdrojem dusíku, draslíku, fosforu, zinku, železa, manganu a mědi. Složení odpadní vody závisí na zdrojích a zařízeních, odkud je voda čerpána, např. kuchyně, koupelny nebo prádelny. Přítomné chemické sloučeniny pocházejí z domácích chemikálií, vaření, praní. Obecně šedá odpadní voda obsahuje nižší množství organické hmoty a živin ve srovnání s běžnou odpadní vodou, protože moč, výkaly a toaletní papír nejsou zahrnuty. Úrovně těžkých kovů jsou však ve stejném rozmezí koncentrací (Eriksson et al. 2002). Pro zajištění bezpečného používání je nezbytné, aby kvalita vyčištěné šedé vody splňovala určité limity.

V některých zemích existují pokyny pro kvalitu, protože roste vývoj a zavádění alternativních systémů zásobování vodou (Matos et al. 2014).

Degradace půdní struktury v důsledku používání vyčištěné odpadní vody byla popsána různými autory (Ofori et al. 2021). Řízení trávníků v těchto oblastech může být náročné, pokud se struktura jemně strukturované původní půdy časem degraduje. Mezi běžné problémy spojené s degradovanou půdou patří nadměrný odtok ze svažitých oblastí, nadměrná vlhkost v nízko položených oblastech a zhutnění půdy v oblastech s vysokým provozem (Dyer et al. 2020), což vede ke špatnému růstu trávníku. Sou/Dakouré et al. (2013) uvádí drastické snížení strukturální pórovitosti půdy zavlažované odpadní vodou ve srovnání s půdou nezavlažovanou odpadní vodou. Objem pórů se prudce snížil s nárůstem objemové hustoty. Použití odpadní vody pro zavlažování vedlo k hromadění sodíku, hydrogenuhličitanů a zvýšení pH. To způsobilo kolaps strukturní pórovité sítě a vyvolalo rozpouštění organické hmoty, což vedlo k pokrytí povrchu půdy. Levy et al. (2014) konstatovali, že zavlažování odpadní vodou může způsobit výměnnou akumulaci sodíku v podpovrchových vrstvách půdy. Tvrdili, že taková akumulace může degradovat struktury půdy bobtnáním jílových minerálů. Výsledná degradace může nepříznivě ovlivnit proudění vody v půdních vrstvách a případně dočasně zabránit provzdušňování. Alfarrah & Walraevens (2018) poukazují na to, že zavlažování odpadními vodami snižuje riziko znečištění sladkovodních zdrojů vyplavováním a povrchovým odtokem, při použití minerálních hnojiv. Hnojivý účinek odpadních vod omezuje množství aplikace minerálních hnojiv, čímž chrání podzemní a povrchové vody před možným vyplavováním a odtokem živin způsobeným nadměrnou aplikací minerálních hnojiv.

#### **3.4.10 Recyklovaná voda**

Recyklovaná voda je cenným zdrojem, který pochází z čištění odpadních vod (Menegaki et al. 2007).

Komunity po celém světě čelí problémům se zásobováním vodou v důsledku rostoucí poptávky, sucha, vyčerpání a kontaminace podzemních vod a závislosti na jednotlivých zdrojích dodávek. Recyklace a opětovné využití vody řeší tyto problémy s vodními zdroji. Potenciál pro regenerované vyčištěné odpadní vody je obrovský (Miller 2006). Což tvrdí i Chen et al. (2013), kdy vzhledem k tomu, že produkce městských odpadních vod zůstává téměř konstantní, recyklovaná odpadní voda poskytuje městům spolehlivý zdroj vody. Existuje mnoho příležitostí k opětovnému využití recyklované odpadní vody v blízkosti městského prostředí, kde jsou vodní zdroje nejvíce potřebné a jsou vysoce ceněny. Recyklovaná odpadní voda tak může být spolehlivým a ekonomickým vodním zdrojem.

Regenerace a opětovné využití komunálních odpadních vod poskytuje účinný způsob řešení problémů s vodními zdroji v suchých a polosuchých oblastech. Zavlažování je hlavním opětovným využitím recyklované odpadní vody. Analýza ukázala, že recyklovaná odpadní voda je ekonomickým vodním zdrojem s potenciálními přínosy pro zlepšení zdravotních podmínek půdy a úsporu hnojiv. Soli, dusík a patogeny byly hlavními zdroji rizika pro zavlažování recyklovanou odpadní vodou, zatímco rizika spojená s těžkými kovy a nově vznikajícími kontaminanty byla nízká (Chen et al. 2013). Kromě dvou primárních živin N a P obsahuje recyklovaná odpadní voda také většinu mikroživin požadovaných rostlinami, jako je

železo, mangan, zinek, měď, molybden, bór, nikl a kobalt v různých množstvích (Qian & Mecham 2005). Biologicky rozložitelná organická hmota a prospěšné mikroorganismy jsou dalšími výhodami recyklované odpadní vody (Candela et al. 2007). Tuto teorii potvrzuje i Rodríguez-Díaz et al. (2011), kteří tvrdí, že recyklovaná odpadní voda je cenným zdrojem rostlinných živin a organické hmoty pro udržení kvality trávníku. Proto lze při zavlažování recyklovanou odpadní vodou zlepšit zdravotní stav půdy, zejména pro městské půdy (Chen et al. 2013). Toto potvrzuje i Fučík (2019), který zkoumal poznatky a analýzy vztahující se k dostupnosti závlahové vody v souvislosti s probíhající dynamikou klimatu. Podle něj odborné zdroje poukazují na potřebu recyklovat vody prostřednictvím závlah v zemědělství a lesnictví a využívat tak nejen vodní, ale i hnojivou hodnotu těchto vod. Poukazuje na často pozitivní efekty zvyšování úrodnosti půd pravidelným přísunem organických látek v závlahových dávkách a na příznivé ekonomické ukazatele.

Vzhledem k tomu, že dostupnost pitné vody pro zavlažování trávníků klesá, správci golfových hřišť musí stále více spravovat trávník pomocí recyklovaných vodních zdrojů. Například rostoucí nedostatek vody ve vyprahlém a polosuchém západě USA vyžaduje použití recyklované odpadní vody, pokud je to možné. Recyklovaná odpadní voda se stala běžným zdrojem vody pro zavlažování golfových hřišť a městské krajiny. Odhaduje se, že přibližně 15 % golfových hřišť a městské krajiny v USA je zavlažováno recyklovanou vodou (Qian & Mecham 2005; Gelernter et al. 2016). Při použití recyklované odpadní vody se mohou objevit nebezpečí a odpovídající rizika mohou být kvantifikována. Tato nebezpečí jsou ve všech případech způsobena přítomností několika znečišťujících látek, včetně patogenů a chemických látek, v uvolněné recyklované odpadní vodě. Výsledné obavy o kvalitu vody lze proto popsat jako biologické, chemické a fyzikální (Salgot et al. 2012). Z fyzikálního hlediska jsou hlavními problémy ty, které ovlivní hráče (např. zápach). V případě chemických látek však není možné předem určit ukazatele, protože původ odpadních vod nemusí být znám, a kromě toho musí být o nejdůležitějších typech chemických látek rozhodnuto případ od případu (Salgot et al. 2012).

### **3.4.11 Právní úprava EU při opětovném používání odpadních vod**

Základní požadavky na vodu používanou pro zavlažování jsou na národní úrovni stanoveny technickou normou ČSN 75 7143.

Na úrovni Evropské Unie je to pak nařízení Evropského parlamentu a Rady (EU) 2020/741 ze dne 25. května 2020 o minimálních požadavcích na opětovné využívání vody. Návrh tohoto nařízení byl podle Fučíka (2019) Evropskou komisí prezentován dne 14.7.2018 na jednání pracovní skupiny pro životní prostředí. V diskusi k novému návrhu vystoupily v podstatě všechny jižní státy Evropy, které novou iniciativu vesměs podpořily. Na jihu EU je již v některých případech recyklovaná voda k zavlažování používána a ČS vítají doplnění pravidel a právní jistoty. Zazněla však i obava, že by benevolentnější evropská pravidla mohla ohrozit jejich přísnější národní systémy. Oproti tomu ze severnější položených států (také ČR) zazníval apel na omezení administrativní zátěže. Opakovaly se i obavy, zda jsou dostatečně zohledněny možné dopady na životní prostředí.

Nakonec bylo kvalifikovanou většinou odhlasováno konečné znění nařízení, které vstoupilo v platnost v červnu roku 2020. Toto nařízení se však použije až ode dne 26. června 2024, tedy až čtyři roky po jeho vstoupení v platnost.

V preambuli tohoto nařízení EP a Rady (EU) 2020/741 se uvádí, že schopnost Unie reagovat na zvyšující se tlaky využívání vodních zdrojů by mohla být zlepšena rozsáhlejším opětovným využíváním vyčištěné odpadní vody, omezením odběru z útvarů povrchových i podzemních vod, snížením dopadu vypouštění vyčištěné odpadní vody do vodních útvarů a podporou úspor vody díky vícenásobnému používání městských odpadních vod při současném zajištění vysoké úrovně ochrany životního prostředí.

Záměrem tohoto nařízení je doplňovat požadavky jiných právních předpisů Unie, zejména pokud jde o možná rizika pro zdraví a životní prostředí. Aby byl zajištěn ucelený přístup k řešení možných rizik pro životní prostředí a zdraví lidí a zvířat, měli by provozovatelé zařízení pro recyklaci odpadních vod a příslušné orgány brát v úvahu požadavky stanovené v jiných relevantních právních předpisech Unie, které jsou v tomto nařízení zmíněny (nařízení Evropského parlamentu a Rady (EU) 2020/741 o minimálních požadavcích na opětovné využívání vody).

#### **3.4.12 Využívání alternativních zdrojů vody pro zavlažování**

Voda používaná pro zavlažování musí splňovat specifické požadavky, které jsou stanoveny již zmíněnou technickou normou ČSN 75 7143. Tato norma platí pro hodnocení a použití vody k doplňkové závlaze. Norma nestanovuje požadavky na jakost vody s ohledem na její stálost při dopravě a na její účinky na potrubí, jakož i na podrobná zařízení lokalizovaných závlah (Český normalizační institut 1992).

Norma dále stanoví, že pro závlahu mohou být použity povrchové a podzemní vody, popř. jiné vhodně upravené vody, které vyhovují kritériím této normy. K závlaze se smí používat voda, která negativně neovlivní zdravotní stav lidí a zvířat, výši výnosů a kvalitu plodin, půdní vlastnosti, jakost povrchových a podzemních vod a jiných složek životního prostředí. Na jakost vody pro závlahu se kladou rozdílné požadavky zejména v závislosti na půdních a klimatických podmínkách, způsobu závlahy a druhu pěstovaných plodin. Z hlediska doplňkových závlah se dělí vody na tyto třídy:

- I. třída – vody vhodné k závlaze;
- II. třída – vody podmíněné k závlaze;
- III. třída – vody nevhodné k závlaze.

Voda I. třídy je použitelná k závlaze všech zemědělských a lesních kultur bez omezení (Český normalizační institut 1992).

Důležitou strategií pro ochranu vody je využití alternativních zdrojů užitkové vody, jako je odtok zachycený v rybnících, odpadní vody, nekvalitní podzemní vody, mořské vody (Carrow 2006). Termín „sběr vody“ šetrný k životnímu prostředí se často nepoužívá ve vztahu ke golfovým hřištím nebo jiným travnatým plochám, přesto je běžnou praxí Mnoho zavlažovacích jezer golfových hřišť slouží také jako terénní úpravy a zachycuje nadměrný odtok, zabraňuje ztrátě značného množství vody z místa a zabraňuje sedimentu do potoků nebo řek. Nedávný průzkum golfových hřišť v Georgii ukázal, že až 67 % zavlažovací vody pochází z takových nepitných, odtokových jezer (Carrow 2006). Sběr vody je obvykle chápán

jako úprava povodí za účelem zvýšení odtoku shromážděného pro budoucí použití. V případě golfových hřišť je krajina záměrně tvarována tak, aby zachytila přebytečný odtok z dešťových srážek a zároveň umožnila dobrou infiltraci vody do půdy za normálních podmínek. Některá golfová hřiště s velkou přilehlou zástavbou zkoumají potenciál pro sběr odtoku a z těchto oblastí, využívají vlastní zařízení k úpravě užitkové vody na standardy přijatelné pro využití trávníku a zavlažování golfového hřiště vodou. Tato praxe šetří místním samosprávám náklady na úpravu vody (Carrow 2006).

### 3.5 Pozitiva golfových hřišť

Je potřeba se po dívat na věc ze všech úhlů. Do pozitiv můžeme bezprostředně zařadit přínos trávníků, pokud jsou správně udržovány. Mezi specifické funkční výhody patří: vynikající ochrana před erozí a stabilizace prachu; zvýšené zachycení odtokové vody a infiltrace půdní vody; zlepšení biologického rozkladu organických sloučenin; zlepšení stavu půdy a obnova narušených území; značný odvod tepla z měst; snížený hluk a oslnění; příznivé stanoviště volně žijících živočichů (Beard 1999). Mnoho golfových hřišť přetváří venkovní plochy na stanoviště podobné louce, aby se snížila frekvence sečení, zavlažování a chemických vstupů. Takové planě rostoucí rostliny, které často tvoří 50 % nebo více celkové výměry hřiště, rozvíjí biologickou pestrost tím, že poskytují volné prostranství pro opylovače a další volně žijící živočichy (Dobbs & Potter 2016). Několik nedávných výzkumů naznačuje, že golfová hřiště s vodním stanovištěm mohou zvýšit populaci různých zvířat, včetně obojživelníků, bezobratlých, ptáků a další fauny (Tanner & Gange 2005; Sorace & Visentin 2007). Podle studie Colding & Folke (2009), má mnoho golfových hřišť vysokou úroveň biologické rozmanitosti, v mnoha případech dokonce překonává pozemky určené k ochraně přírody. Golfová hřiště také poskytují stanoviště pro ohroženou a regionálně mizející flóru a faunu a mohou podporovat funkční skupiny, které vykonávají kritické ekosystémové služby. Nicméně, jak se ukázalo dle této studie, ekologická hodnota golfových hřišť je určena především tím, jaká stanoviště nahrazují, když jsou postavena. Výstavba golfových hřišť zahrnující nahrazení původních stanovišť obecně vede k regionálnímu poklesu biologické rozmanitosti. Naopak dobře naplánovaná a adekvátně navržená a řízená golfová hřiště mohou zvýšit biologickou rozmanitost v ekologicky narušené krajině prostřednictvím zvýšení rozmanitosti krajiny.

Pozitivní vliv golfových hřišť lze nalézt pro přímý odtok vody. Přímý odtok je dramaticky redukován zatravněním, ke kterému dochází především v oblastech s golfovými hřišti. Zatravněné plochy na pozemcích golfových hřišť napomáhají infiltraci vody do hydrogeologické struktury, zadržování a akumulaci vody ve srovnání s ornými půdami (Sláma et al. 2018). Právě studie Slámy et al. (2018) prokázala, že stavbu golfových hřišť lze z některých úhlů pohledu hodnotit jako rozporuplné. Některá golfová hřiště jsou budována v rámci revitalizačních plánů pro oblasti dříve využívané např. pro hlubinnou nebo povrchovou těžbu. Rekultivace a zatravnění lze považovat za pozitivní výsledky budování golfových hřišť. Hydrologický vliv zatravnění orné půdy je pozitivní, neboť přispívá k zadržování a akumulaci vody v povodí. Kromě toho mají zatravněovací golfová hřiště



výrazné protierozní vlastnosti. Ze socioekonomického hlediska by mohla být golfová hřiště klíčovým faktorem při zvyšování cestovního ruchu a mít pozitivní dopad na regionální HDP.

Mackey (1996) tvrdí, že výstavby golfových hřišť na uzavřených skládkách představuje obzvláště poučný příklad toho, jak mohou golfová hřiště významně přispět k důležité obnově stanovišť a souvisejícímu zvýšení biologické rozmanitosti. To potvrzuje i studie Sláma et al. (2018), která tvrdí, že v České republice se řeší okruh problémů s budováním golfových hřišť na různých plochách. Golfová hřiště mohou být vybudována v různých podmínkách stanovišť, např. na těžebních lokalitách, na místech starých skládek nebo jiných zpustošených území. Takovým způsobem vznikla golfová hřiště Trhový Štěpánov nebo golfová hřiště Hostivař a Hodkovičky v Praze, jak uvádí Sláma et al. (2018).

### 3.6 Negativa golfových hřišť

Existují argumenty o množství vody spotřebované pro zavlažování golfových hřišť na základně nadbytečných vodních zdrojů, konkurence s jinými vodními zdroji a postoj části veřejnosti, která považuje golf za přepychovou aktivitu. Půda je také považována za zdroj, protože golfová hřiště využívají značné množství půdy pro omezené množství lidí během roku (Tapias & Salgot 2006).

Golfová hřiště mohou mít pozitivní nebo negativní dopady na přilehlé vodní systémy. Metaanalýza ekologických dopadů golfových hřišť dospěla k závěru, že zatímco golfová hřiště postavená v městských nebo zemědělských stanovištích mají čistý pozitivní dopad na místní ekosystémy a biologickou rozmanitost, opak je pravdou pro hřiště uvnitř nebo v blízkosti přírodních oblastí (Colding & Folke 2009). Golfová hřiště sousedící s vodními cestami jsou také zodpovědná za bujení řas a eutrofizaci vedoucí k úhynu ryb (Lewitus et al. 2008). Golfové míčky pocházející z hřišť poblíž pobřeží jsou dříve neznámým zdrojem znečištění moří. Na pobřežních hřištích dokonce i zkušení golfisté běžně odpalují míčky do oceánu a v prostředí blízkých pobřeží se jich může hromadit vysoké množství. Rozsah míčků v mořském prostředí však nebyl kvantifikován (Weber et al. 2019). Dle Weber et al. (2019) dosud nebyly provedeny žádné studie golfových míčků v pobřežním nebo přílivovém prostředí nebo degradace golfových míčků v podmořských ekosystémech. Wong et al. (2010) tvrdí, že oxid zinečnatý, akrylát zinečnatý a benzoylperoxid přidané do pevného jádra golfového míčku, umožňují pružnost a zvyšují odolnost. Akrylát zinečnatý a oxid zinečnatý jsou akutně toxické ve vodním prostředí a bylo prokázáno, že oxid zinečnatý vyvolává proteomické stresové reakce u řas, korýšů a ryb. Rozklad golfových míčků může mít dlouhodobé nepříznivé účinky ve formě vyluhovaných chemických znečišťujících látek a nevyužitelných mikroplastů uvolněných do mořského prostředí (Weber et al. 2019).

Jedním z často uváděných negativních argumentů je zábor cenné zemědělské půdy nově budovanými golfovými hřišti. Zábor půdy může být negativním jevem pro zachování dostatečné plochy ze zemědělského půdního fondu. Významný podíl golfových hřišť je v ČR vybudován na kvalitních půdách. Kromě toho výstavba golfových hřišť mění vlastnosti místní krajiny. Z hlediska morfologie terénu se jistě jedná o zcela umělý krajinný prvek vytvořený architekty (Sláma et al. 2018).

### 3.7 Výsledky analýz

Podle studie Rodríguez-Díaz et al. (2007), která byla provedena ve Španělsku, výsledky ukazují, že objem vody používané pro zavlažování golfu je extrémně malý ve srovnání se zemědělským zavlažováním. Kromě toho významná část pochází z opětovného využití odpadních vod (41 %) a odsolování (7 %), spíše než z přímého odběru, který konkuruje zemědělství.

Mnoho environmentálních problémů, způsobených zavlažováním, hnojivy a pesticidy, je však často zmiňováno vládními úředníky a širokou veřejností. Dle shrnutí Baris et al. (2010) více než čtyřiceti studií zahrnujících 80 golfových hřišť za posledních 20 let. Ukazuje, že fosfor je největším problémem kvality vody a dopady dalších parametrů znečištění, včetně pesticidů a dusičnanového dusíku, jsou zanedbatelné. Současně stále více důkazů ukazuje, že těžké kovy do orné půdy jsou zaváděny likvidací odpadu, atmosférickou depozicí, používáním hnojiv a pesticidů a aplikací kalů z čistíren odpadních vod (Cui et al. 2004). Tyto těžké kovy v půdě mohou proniknout do povrchových vod v důsledku častého zavlažování na golfových hřištích a pak se mohou hromadit ve vodních živočiších.

Několik nových vývoju zdůrazňuje teoretické úspory vody na golfových hřištích tím, že se spoléhá na obnovu odtoku, opětovné použití a snížení zavlažování. I když je tato myšlenka správná, realita vytváří další problémy. Jasně negativním příkladem je použití vodních útvarů (obvykle jezer) v rámci hřiště k obnovení odtoku pocházejícího z deště nebo zavlažování nad rámec potřeb. Praxe spočívá v řízení zdroje tak, aby se v zařízení neztratila žádná voda v kapalně formě. Hromadění pesticidů, hnojiv a dalších chemikálií, stejně jako patogenních mikroorganismů může způsobit problémy, od eutrofizace až po toxicitu postihující rostliny a volně žijící zvířata. Opět platí, že základní jsou osvědčené postupy řízení, které spočívají v provádění pouze rozumných operací schopných udržovat hřiště jeho nebezpečí v uspokojivých herních podmínkách (Salgot et al. 2012).

Ačkoli téměř všechny zákony upravující opětovné využívání odpadních vod odkazují na zemědělské využití, existuje několik zemí, které podporují zavlažování golfových hřišť a stanovují omezení pro tyto účely. Například používání recyklované odpadní vody k zavlažování golfových hřišť je populární ve Spojených státech amerických (USA), zejména ve státech Florida, Kalifornie, Arizona, Havaj, Texas, Nevada a Washington. Odhady naznačují, že počet golfových hřišť v USA využívajících recyklovanou vodu by mohl snadno překročit 300 (Salgot et al. 2012). Náklady na vodu a zdroj vody se liší podle agronomické oblasti. Recyklovaná voda je jedním ze zdrojů vody pro 12 % golfových zařízení. Téměř všechna 18jamková golfová hřiště používají jednu nebo více technik pro plánování zavlažování a používají více postupů řízení, jako je ruční zavlažování pro úsporu vody (Throssell et al. 2009).

V roce 2006 byl proveden průzkum ve využívání a postup ochrany vody na golfových hřištích v USA. Americká golfová hřiště snížila svou spotřebu vody o 21,8 %. Mezi faktory přispívající k tomuto poklesu patří dobrovolné zmenšení zavlažované plochy, snížení počtu golfových zařízení a postupy ochrany vody. Tyto praktiky umožnily americkým golfovým hřištím používat méně vody, než předpovídaly referenční hodnoty evapotranspirace. Ve Spojených státech existují dramatické regionální rozdíly ve vzorcích vyžívání vody. Tyto rozdíly byly nejvíce ovlivněny klimatem kvůli širokému rozsahu hodnot evapotranspirace

a srážek mezi sedmi agronomickými regiony studie. Spotřeba recyklované vody se zvýšila na přibližně 25 % veškeré vody používané na golfových hřištích v roce 2013 ze 14,7 % v roce 2005 (Gelernter et al. 2015). Budoucí snížení spotřeby vody na golfových hřištích bude pravděpodobně záviset na dalším vývoji vodohospodářského rozpočtu a vodohospodářských plánů, přijetí monitorovací technologie, zlepšení účinnosti zavlažování a dalším snížení zavlažovaných ploch (Gelernter et al. 2015).

Hodnocení dopadů výstavby golfových hřišť na složky přírodního prostředí a krajiny je velmi diskutovaným tématem, kde lze nalézt řadu protichůdných názorů od negativních až po pozitivní. Posouzení dopadů výstavby golfových hřišť na jednotlivé krajinné komponenty je možné a již bylo publikováno (Warnken et al. 2001), ale je obtížné zobecnit dopad výstavby golfových hřišť na krajinu jako celek (Sláma et al. 2018). Syntetické zhodnocení dopadů výstavby hřišť s ohledem na několik vybraných složek přírodního prostředí v ČR po roce 1990 bylo ambicí studie Slámy et al. (2018). Pomocí dostupných půdních dat v kombinaci se speciálně vytvořenou databází pro účely studie Slámy et al. (2018), bylo možné vypočítat podíl záboru v každé třídě ochrany půdy. Výsledky ukázaly, že více než 34 % celkové plochy golfových hřišť bylo postaveno na vysoce kvalitních půdách. Důvod výstavby na těchto půdách byl jednoznačný v např. nízké ceně za pozemky, v nízkém nájemném, ideální vzdálenost od velkých měst. Na druhou stranu byla golfová hřiště vybudována také v oblastech ovlivněných lidskou činností (doly, skládky, popílek). Plocha golfových hřišť na rekultivovaném území byla v roce 2016 cca 942 ha, tj. více než 18 % z celkové plochy hřišť. Jednou z variant využití těchto území je právě rekultivace výstavbou golfových hřišť. Rekultivace by mohla snížit vliv lidské činnosti (např. těžba) za účelem obnovy funkčních prvků krajiny nebo dosažení ochrany proti prachu a ovzduší, což je pozitivní vliv na zdraví obyvatel (Sláma et al. 2018).

Podle Slámy et al. (2018), po posouzení klimatických charakteristik a dle výsledků jejich studie je v regionech s golfovými hřišti ohroženo potenciálním suchem a negativní hydrologickou bilancí celkem 20 ze 114 hřišť (cca 18 %).

Ve skutečnosti vědecké studie golfových systémů odhalují skutečnou úroveň spotřeby vody a vyváženější hodnocení pozitivních a negativních ekonomických a sociálních dopadů. Golfová hřiště mohou sloužit jako místa pro recyklaci odpadů (kompost, kalů) a recyklované odpadní vody v kontrolovaném prostředí, čímž se minimalizují negativní dopady jak odpadů, tak samotných hřišť (Salgot et al. 2012).

Výsledky studie Slámy et al. (2018) zhodnotila Fraindová (2019), podle které je patrné, že není možné golfová hřiště jednoznačně ohodnotit jako negativní či pozitivní prvek krajiny. V místech, která mají vysokou přírodní hodnotu, jako přírodní parky a rezervace, je jejich výstavba nesmyslná a degraduje krajinu, ať už z estetického hlediska nebo zejména z ekologického (užívání pesticidů, nevhodně umístěné závlahy, škodlivé emise z každodenní údržby). Naopak v oblastech výrazně antropogenně ovlivněných jako jsou skládky, intenzivně využívané zemědělské půdy, bývalé doly či oblasti povrchové těžby, mohou mít golfová hřiště pozitivní ekologický význam i z hlediska zvýšení retence a akumulace vody a snížení eroze území (Fraindová 2019).

## 4 Závěr

Golfová hřiště jsou přírodní stavbou, která bezesporu zasahuje velkou měrou nejen do přírodních ekosystémů, ale ovlivňuje i lidské činnosti jako je především vodohospodářství, zemědělství, rozvoj měst a ekosystémové služby. Cílem této práce bylo tyto negativní i pozitivní dopady popsat. Jedná se totiž o stavbu náročnou na energie, vodu, prostor a v konečném důsledku i na finance. To jsou všechno zásadní a cenné komodity pro společnost, které ovlivňují její dobré prosperování. Právě vysoká náročnost na vodní zdroje a její dopady byly touto prací zkoumány z velké části. Voda je totiž v posledních letech v souvislosti s jejím nedostatkem, změnami klimatu a rostoucí populací stále cennější komoditou a pokud tuto problematiku vztáhneme právě na golfová hřiště – vzhledem k tomu, že žádný jiný sport nezabírá a nehospodáří s tak velkými plochami zeleně, je kontext krajiny a spotřeby vody rozhodující pro určení jejich dopadů nebo přínosů.

Odborná literatura dokládá způsoby, jakými mohou mít golfová hřiště negativní dopad na složky krajiny jako je voda a půda. Obecně nejvíce známým negativem, je používání hnojiv a pesticidů. V odborné literatuře bylo velmi dobře a do hloubky prozkoumáno, jak může mít nadměrné a neuvážené používání těchto chemikálií významný negativní dopad jak na krajinu, tak v konečném důsledku na zdraví člověka. Jedovaté látky mohou kontaminovat podzemní vodu a tím zdroje pitné vody. Mohou kontaminovat povrchové vody a způsobit jejich eutrofizaci. Mohou způsobit nerovnováhu živin v půdě a její vyčerpání.

Mezi další negativní dopady, které byly popsány, patří zábor přírodních stanovišť, snížení druhové rozmanitosti rostlin, odlesňování, a především pak vysoká spotřeba vody, tím pádem vysoký stupeň zásahu do přirozené cirkulace vody v krajině. Nutno poznamenat, že všechny tyto dopady lze zmírnit až minimalizovat správným nastavením mechanismů údržby hřišť s ohledem na specifika půdy a krajiny.

Ukázalo se, že ačkoliv v minulosti tato možnost představovala značná rizika pro životního prostředí a zdraví lidí a zvířat, dílčím řešením, kterým by bylo možné snížit náročnost golfových hřišť na vodní zdroje, by mohlo být využití odpadních vod pro zavlažování trávníků. Zavlažování odpadními vodami také přidává do půdy důležité makro a mikroživiny. Je zřejmé, že využívání odpadních vod je důležitým nástrojem v boji proti suchu a nedostatku vody, který lze efektivně aplikovat v oblasti zavlažování golfových hřišť, která svou rozlohou hrají významnou roli v krajině.

Důležitou roli ve vodohospodářství hraje i faktor, který nelze lokálně a v krátkodobém horizontu velmi ovlivnit – je jím změna klimatu. To má za následek rostoucí počet suchých dnů a vyšší počet extrémních srážek. V kombinaci s vysokým podílem zastavěné plochy ve městech má toto za následek zvýšený odtok vody z krajiny. V tomto směru bylo zjištěno, že dalším pozitivem, které golfová hřiště mohou nabídnout, je zadržování vody v krajině. Takto rozsáhlá travnatá plocha mívá totiž velmi dobré zadržující vlastnosti a může pozitivně ovlivňovat zdravou cirkulaci vody v krajině, především v příměstských a městských oblastech.

Závěrem lze na základě výše zmíněného konstatovat, že vliv golfových hřišť v krajině nelze jednoznačně označit jako negativní či pozitivní. Velmi záleží na lokalitě, kde jsou vybudována a jaké mechanismy jsou využívány při jejich údržbě.

## 5 Literatura

- Abbott M, Cohen B. 2009. Productivity and efficiency in the water industry. *Utilities Policy* **17**: 233-244.
- Akpor OB, Ohiobor GO, Olaolu DT. 2014. Heavy metal pollutants in wastewater effluents: Sources, effects and remediation. *Advances in Bioscience and Bioengineering* **2**: 37-43.
- Alfarrah N, Walraevens K. 2018. Groundwater overexploitation and seawater intrusion in coastal areas of arid and semi-arid regions. *Water* **10**: 143.
- Badawi N, Rosenbom A, Jensen AM, Sørensen S. 2016. Degradation and sorption of the fungicide tebuconazole in soils from golf greens. *Environmental Pollution* **219**: 368-378.
- Baris RD, Cohen SZ, Barnes NL, Lam J, Ma Q. 2010. Quantitative analysis of over 20 years of golf course monitoring studies. *Environmental Toxicology and Chemistry* **29**: 1224-1236.
- Barton L, Colmer TD. 2006. Irrigation and fertiliser strategies for minimising nitrogen leaching from turfgrass. *Agricultural Water Management* **80**: 160-175.
- Beard JB, Green RL. 1994. The role of turfgrasses in environmental protection and their benefits to humans. *Journal of Environmental Quality* **23**: 452-460.
- Beard JB. 1999. Turfgrass benefits and the golf environment. Pages 36-44 in, Clark JM, Kenna MP, editors. *Fate and management of turfgrass chemicals*. American Chemical Society, Washington DC.
- Bekken M, Schimenti CS, Soldat DJ, Rossi FS. 2021. A novel framework for estimating and analyzing pesticide risk on golf courses. *Science of the Total Environment* **783**: (e146840) DOI: 10.1016/j.scitotenv.2021.146840.
- Bock EM, Easton ZM. 2020. Export of nitrogen and phosphorus from golf courses: A Review. *Journal of Environmental Management* **255**: (e109817) DOI: 10.1016/j.jenvman.2019.109817.
- Brosnan JT, Chandra A, Gaussoin RE, Kowalew A, Leinauer B, Rossi FS, Soldat DJ, Stier SC, Unruh JB. 2020. A justification for continued management of turfgrass during economic contraction. *Agricultural & Environmental Letters* **5**: (e20033) DOI: 10.1002/ael2.20033.
- Burgin S, Wotherspoon D. 2009. The potential for golf courses to support restoration of biodiversity for BioBanking offsets. *Urban Ecosystems* **12**: 145-155.

- Candela L, Fabregat S, Josa A, Suriol J, Vigués N, Mas J. 2007. Assessment of soil and groundwater impacts by treated urban wastewater reuse. A case study: Application in a golf course. *Science of the Total Environment* **374**: 26-35.
- Cappola A, Santini A, Botti P, Vacca S, Comegna V, Severino G. 2004. Methodological approach for evaluating the response of soil hydrological behavior to irrigation with treated municipal wastewater. *Journal of Hydrology* **292**: 114-134.
- Carrow RN. 2006. Can we maintain turf to customers' satisfaction with less water? *Agricultural Water Management* **80**: 117-131.
- Colding J, Folke C. 2009. The role of golf courses in biodiversity conservation and ecosystem management. *Ecosystems* **12**: 191-206.
- Colding J, Lundberg J, Lundberg S, Andersson E. 2009. Golf courses and wetland fauna. *Ecological Applications* **19**: 1481-1491.
- Colding J. 2007. Ecological land-use complementation for building resilience in urban ecosystems. *Landscape and Urban Planning* **81**: 46-55.
- Cui YJ, Zhu YG, Zhai RH, Chen DY, Huang YZ, Qui Y, Liang JZ. 2004. Transfer of metals from soil to vegetables in an area near a smelter in Nanning, China. *Environment International* **30**: 785-791.
- Český úřad zeměměřický a katastrální. 2013. Vyhláška č. 357/2013 Sb. o katastru nemovitostí (katastrální vyhláška). Pages 6446-6524 in *Sbírka zákonů České republiky*, 2013, částka 141. Česká republika.
- ČSN 75 7143. 1992. Jakost vod. Jakost vody pro závlahu. Český normalizační institut, Praha.
- DaCosta M, Huang B. 2006. Osmotic adjustment associated with variation in bentgrass tolerance to drought stress. *Journal of The American Society for Horticultural Science* **131**: 338-344.
- del Campo M, Esteller MV, Morell I, Expósito JL, Bandenay GL, Díaz-Delgado C. 2019. A lysimeter study under field conditions of nitrogen and phosphorus leaching in a turf grass crop amended with peat and hydrogel. *Science of the Total Environment* **648**: 530-541.
- Diaz-Sosa VR, Tapia-Salazar M, Wanner J, Cardenas-Chavez DL. 2020. Monitoring and ecotoxicity assessment of emerging contaminants in wastewater discharge in the city of Prague (Czech Republic). *Water* **12**: 1079.
- Dobbs EK, Potter DA. 2016. Naturalized habitat on golf courses: source or sink for natural enemies and conservation biological control? *Urban Ecosyst* **19**: 899-914.

- Doll S, Duinker PN. 2020. Characterization and justification of trees on an inner-city golf course in Halifax, Canada: An Investigation into the Ecological Integrity of Institutional Greenspace. *Forests* **11**: 96.
- Duncan RR, Carrow RN. 1999. Turfgrass molecular genetic improvement for abiotic/edaphic stress resistance. Pages 233-305 in, Sparks DL, editor. *Advances in Agronomy Volume 67*. Academic Press, Georgia, Griffin.
- Dyer DW, Wherley, BG, McInnes KJ, Thomas JC, Hejl R, Reynolds WC. 2020. Sand-capping depth and subsoil influences on 'Tifway' bermudagrass response to irrigation frequency and drought. *Agronomy Journal* **112**: 3491-3499.
- Eriksson E, Auffarth K, Henze M, Ledin A. 2002. Characteristics of grey wastewater. *Urban Water* **4**: 85-104.
- Evropský parlament a rada EU. 2009. Směrnice Evropského parlamentu a Rady 2009/128/ES kterou se stanoví rámec pro činnost Společenství za účelem dosažení udržitelného používání pesticidů. Pages 71-86 in *Úřední věstník Evropské unie, Štrasburk*.
- Evropský parlament a rada EU. 2020. Nařízení Evropského parlamentu a Rady (EU) 2020/741 o minimálních požadavcích na opětovné využívání vody. Pages 32-55 in *Úřední věstník Evropské unie, Brusel*.
- Fatta-Kassinou D, Kalavrouzioti IK, Koukoulakis PH, Vasquez MI. 2011. The risks associated with wastewater reuse and xenobiotics in the agroecological environment. *Science of the Total Environment* **406**: 3555-3563.
- Fialová D. 2015. Golfová hřiště – nový prvek v krajině. *Geografické rozhledy* **25**: 15-16.
- Fraňková K. 2019. Zaoštroeno na golfová hřiště – devastace nebo šance pro přírodu? Přírodovědecká fakulta Univerzity Karlovy. Available from <https://www.natur.cuni.cz/fakulta/veda-a-vyzkum/popularizace/clanky/zaostreno-na-golfove-hriste-devastace-nebo-sance-pro-prirodu> (accessed February 2023).
- Frank KW, Guertal EA. 2013. *Turfgrass: Biology, Use, and Management*. John Wiley & Sons Ltd, Madison, WI, USA.
- Fučík P. 2019. Závlahy. Česká zemědělská platforma pro zemědělství. Available from <https://www.ctpz.cz/vyzkum/zavlahy-859> (accessed February 2023).
- Gelernter WD, Stowell LJ, Johnson ME, Brown CD, Beditz JF. 2015. Documenting trends in water use and conservation practices on U. S. golf courses. *Crop, Forage & Turfgrass Management* **1**: 1-10.

- Gelernter WD, Stowell LJ, Johnson ME, Brown CD. 2016. Documenting trends in nutrient use and conservation practices on US golf courses. *Crop, Forage & Turfgrass Management* **2**: 1-10.
- Gelernter WD, Stowell LJ, Johnson ME, Brown CD. 2017. Documenting trends in land use characteristics and environmental stewardship programs on US golf courses. *Crop, Forage & Turfgrass Management* **3**: 1-12.
- Gohil MB. 2000. *Land Treatment of Waste Water*. New Age International (P) Ltd, New Delhi.
- Grégoire G, Fortin J, Ebtehaj I, Bonakdari H. 2022. Novel hybrid statistical learning framework coupled with random forest and grasshopper optimization algorithm to forecast pesticide use on golf courses. *Agriculture* **12**: 933.
- Guzmán CAP, Fernández DJM. 2014. Environmental impacts by golf courses and strategies to minimize them. *International Journal of Arts & Sciences* **7**: 403-417.
- Halada A. 2017. *Golfová hra v proměnách času*. Univerzita Karlova, Praha.
- Hodgkinson SC, Hero JM, Warnken J. 2007. The conservation value of suburban golf courses in a rapidly urbanising region of Australia. *Landcape and Urban Planning* **79**: 323-337.
- Howden N, Burt T, Worrall F, Whelan M, Bieroza M. 2010. Nitrate concentrations and fluxes in the river thames over 140 years (1868-2008): Are increases irreversible? *Hydrological Processes* **24**: 2657-2662.
- Chen W, Lu S, Jiao W, Chang AC. 2013. Reclaimed water: A safe irrigation water source? *Environmental Development* **8**: 7-83.
- Jaramillo MF, Restrepo I. 2017. Wastewater reuse in agriculture: A review about it's limitations and benefits. *Sustainability* **9**: 734.
- Jiggins M. 2013. Turf must trump trees on golf courses – Moeller. *Turf & Rec*. Available from <https://www.turfandrec.co/turf-must-trump-trees-on-golf-courses-moeller-3074/> (accessed January 2023).
- Jordan JE, White RH, Vietor DM, Hale TC, Thomas JC, Engelke MC. 2003. Effect of irrigation frequency on turf quality, shoot density, and root length density of five bentgrass cultivars. *Crop Science* **43**: 282-287.
- Joyce S. 1998. Why the grass isn't always greener. *Environmental Health Perspectives* **106**: 8.
- Khan MN, Mobin M, Abbas ZK, Alamri SA. 2018. Fertilizers and their contaminants in soils, surface and groundwater. Pages 225-240 in, DellaSala DA, Goldstein MI editors. *The Encyclopedia of the Anthropocene Volume 5*. Oxford, Elsevier.



- Kohler EA, Poole VL, Reicher ZJ, Turco RF. 2004. Nutrient, metal, and pesticide removal during storm and nonstorm events by a constructed wetland on an urban golf course. *Ecological Engineering* **23**: 285-298.
- Kopp KL, Jiang Y. 2013. Turfgrass water use and physiology. Pages 319-345 in, Stier JC, Horgan BP, Bonos SA, editors. *Turfgrass: Biology, Use, and Management*. John Wiley & Sons, Ltd, Madison, WI, USA.
- Křemář D, Marschal M, Yilmaz I, Patschová A, Kovács T. 2014. Potential pollution risk in natural environment of golf courses. *Environmental Earth Sciences* **72**: 4075-4084.
- Kummu M, Guillaume JHA, de Moel H, Eisner S, Flörke M, Porkka M, Siebert S, Veldkamp TIE, Ward PJ. 2016. The world's road to water scarcity: shortage and stress in the 20th century and pathways towards sustainability. *Scientific Reports* **6**: (e38495) DOI: 10.1038/srep38495.
- Lavrić S, Zapater-Pereyra M, Mancini ML. 2017. Water scarcity and wastewater reuse standards in Southern Europe: Focus on agriculture. *Water, Air & Soil Pollution* **228**: 251.
- Levy GJ, Fine P, Goldstein D, Azenkot A, Zilberman A, Chazan A, Grinhut T. 2014. Long term irrigation with treated wastewater (TWW) and soil sodification. *Biosystems Engineering* **128**: 4-10.
- Lewitus AJ, Brock LM, Burke MK, DeMattio KA, Wilde SB. 2008. Lagoonal stormwater detention ponds as promoters of harmful algal blooms and eutrophication along the South Carolina coast. *Harmful Algae* **8**: 60-65.
- Mackey MJ, Grant MC, Peterman W, Semlitsch RD. 2014. Do golf courses reduce the ecological value of headwater streams for salamanders in the southern Appalachian Mountains? *Landscape and Urban Planning* **125**: 17-27.
- Mackey RE. 1996. Three end-uses for closed landfills and their impact on the geosynthetic design. *Geotextiles and Geomembranes* **14**: 409-424.
- Matos C, Pereira S, Amorim EV, Bentes I, Briga-Sá A. 2014. Wastewater and greywater reuse on irrigation in centralized and decentralized systems – An integrated approach on water quality, energy consumption and CO<sub>2</sub> emissions. *Science of the Total Environment* **493**: 463-471.
- McCann SE, Huang B. 2008. Evaluation of drought tolerance and avoidance traits for six creeping bentgrass cultivars. *HortScience* **43**: 519-524.
- Menegaki A, Hanley N, Tsagarakis KP. 2007. The social acceptability and valuation of recycled water in Crete: A study of consumers' and farmers' attitudes. *Ecological Economics* **62**: 7-18.

- Miller WG. 2006. Integrated concepts in water reuse: managing global water needs. *Desalination* **187**: 65-75.
- Moreno MA, Ortega JF, Córcoles JI, Martínez A, Tarjuelo JM. 2010. Energy analysis of irrigation delivery systems: monitoring and evaluation of proposed measures for improving energy efficiency. *Irrigation Science* **28**: 445-460.
- Ng KCh, Thu K, Oh SJ, Ang L, Shahzad MW, Ismail AB. 2015. Recent developments in thermally-driven seawater desalination: Energy efficiency improvement by hybridization of the MED and AD cycles. *Desalination* **356**: 255-270.
- Nguyen TT, Barber P, Harper R, Linh TVK, Dell B. 2020. Vegetation trends associated with urban development: The role of golf courses. *PLoS ONE* **15**: (e0228090) DOI: 10.1371/journal.pone.0228090.
- Nicholls S, Crompton JL. 2005. Why do people choose to live in golf course communities? *Journal of Park and Recreation Administration* **23**: 37-52.
- Ofori S, Puškáčová A, Růžicková I, Wanner J. 2021. Treated wastewater reuse for irrigation: Pros and cons. *Science of the Total Environment* **760**: (e144026) DOI: 10.1016/j.scitotenv.2020.144026.
- Park J. 2015. Creative use of scrap tires for sustainable golf courses. Pages 197-208 in, Kongoli F, Havlik T, Pagnanelli F, editors. Sustainable industrial processing summit SIPS 2015 Volume 11. Flogen Star Outreach, Montreal (Canada).
- Patton AJ, Braun RC, Bearss RC, Schortgen GP. 2021. Herbicide tolerance in 11 grass species for minimal to no mow golf course rough. *Agrosystems, Geosciences & Environment* **4**: (e20204) DOI: org/10.1002/agg2.20204.
- Petrosillo I, Valente D, Pasimeni RM, Aretano R, Semeraro T, Zurlini G. 2019. Can a golf course support biodiversity and ecosystem services? The landscape context matter. *Landscape Ecology* **34**: 2213-2228.
- Petrovic AM. 1990. The fate of nitrogenous fertilizers applied to turfgrass. *Journal of Environmental Quality* **19**: 1-14.
- Piacente JN, Milanovich JR, Berg MB, Hoellein TJ, Muñoz AG, Cann AA, Lentini IS. 2020. Characterizing lentic habitats in golf courses and adjacent green spaces: water quality, water chemistry, pesticide concentrations and algal concentrations. *Journal of Freshwater Ecology* **35**: 507-522.
- Pimentel D, Bailey O, Kim P, Mullaney E, Calabrese J, Walman L, Nelson F, Yao X. 1999. Will limits of the earth's resources control human numbers? *Environment, Development and Sustainability* **1**: 19-39.

- Plappally AK, Lienhard VJH. 2012. Energy requirements for water production, treatment, end use, reclamation, and disposal. *Renewable and Sustainable Energy Reviews* **16**: 4818-4848.
- Prisciandaro M, Capocelli M, Piemonte V, Barba D. 2016. Process analysis applied to water reuse for a closed water cycle approach. *Chemical Engineering Journal* **304**: 602-608.
- Prisciandaro M, di Celso GM. 2010. Back-flush effects on superficial water ultrafiltration. *Desalination* **256**: 22-26.
- Propheter G. 2022. Golf courses and property prices: Is it the golf or the open space? *Applied Economics Letters* **29**: 245-248.
- Puglis HJ, Boone MD. 2012. Effects of terrestrial buffer zones on amphibians on golf courses. *PloS ONE* **7**: (e39590) DOI: 10.1371/journal.pone.0039590.
- Qadir M, Scott ChA. 2009. *Wastewater Irrigation and Health*. Routledge, London.
- Qian YL, Mecham R. 2005. Long-term effects of recycled wastewater irrigation on soil chemical properties on golf course fairways. *Agronomy Journal* **97**: 717-721.
- Racke KD. 1999. *Fate and management of turfgrass chemicals*. American Chemical Society, USA.
- Readman M. 2012. *Sport and Adventure Tourism, Golf Tourism*. Routledge, London.
- Rodríguez Díaz JA, Knox JW, Weatherhead EK. 2007. Competing demands for irrigation water: golf and agriculture in Spain. *Irrigation and Drainage* **56**: 541-549.
- Rodríguez Díaz JA, Weatherhead EK, García Morillo J, Knox JW. 2011. Benchmarking irrigation water use in golf courses – a case study in Spain. *Irrigation and Drainage* **60**: 381-392.
- Rodríguez Díaz JA, Weatherhead EK, Knox JW, Camacho E. 2007. Climate change impacts on irrigation water requirements in the Guadalquivir river basin in Spain. *Regional Environmental Change* **7**: 149-159.
- Salgot M, Priestley GK, Folch M. 2012. Golf course irrigation with reclaimed water in the mediterranean: a risk management matter. *Water* **4**: 389-429.
- Salgot M, Tapias JC. 2006. Golf courses: Environmental impacts. *Tourism and Hospitality Research* **6**: 218-226.
- Shuman LM. 2002. Phosphorus and nitrate nitrogen runoff following fertilizer application to turfgrass. *Journal of Environmental Quality* **31**: 1710-1715.

- Schacht K, Chen Y, Tarchitzky J, Marschner B, Borchardt D, Bogardi JJ, Ibisch RB. 2016. Integrated water resources management: Concept, research and implementation. Springer International Publishing, Cham.
- Sláma J, Bystřický V, Štych P, Fialová D, Svobodová L, Kvítek T. 2018. Golf courses: New phenomena in the landscape of the Czech Republic after 1990. *Land Use Policy* **78**: 430-446.
- Soldat DJ, Petrovic AM. 2008. The fate and transport of phosphorus in turfgrass ecosystems. *Crop Science* **48**: 2051-2065.
- Sorace A, Visentin M. 2007. Avian diversity on golf courses and surrounding landscapes in Italy. *Landscape and Urban Planning* **81**: 81-90.
- Sou/Dakouré MY, Mermoud A, Yacouba H, Boivin P. 2013. Impacts of irrigation with industrial treated wastewater on soil properties. *Geoderma* **200-201**: 31-39.
- Stephens CM, Kerns JP, Ahmed KA, Gannon TW. 2021. Influence of post-application irrigation and mowing timing on fungicide fate on a United States Golf Association golf course putting green. *Journal of Environmental Quality* **50**: 868-876.
- Stingl U, Choi ChJ, Dhillon B, Schiavon M. 2022. The lack of knowledge on the microbiome of golf turfgrasses impedes the development of successful microbial products. *Agronomy* **12**: 71.
- Šantrůček J, Fuksa P, Hakl J, Kocourková D, Mrkvička J, Svobodová M, Veselá M. 2007. *Encyklopedie pícninářství*. Česká zemědělská univerzita, Praha.
- Tanner RA, Gange AC. 2005. Effects of golf courses on local biodiversity. *Landscape and Urban Planning* **71**: 137-146.
- Tapias JC, Salgot M. 2006. Management of soil-water resources in golf courses. *Tourism and Hospitality Research* **6**: 197-203.
- Thompson CS, Kridel DJ, Kenna MP. 2022. Economic and sustainability benefits of the United States Golf Association's investment in water, fertilizer and pesticide management research. *International Turfgrass Society Research Journal* **14**: 47-57.
- Throssell CS, Lyman GT, Johnson ME, Stacey GA, Brown CD. 2009. Golf course environmental profile measures water use, source, cost, quality, management and conservation strategies. *Applied Turfgrass Science* **6**: 1-20.
- Voe PT, Ngo HH, Guo W, Zhou JL, Nguyen PD, Listowski A, Wang XC. 2014. A mini-review on the impacts of climate change on wastewater reclamation and reuse. *Science of the Total Environment* **494-495**: 9-17.

- Warnken J, Thompson D, Zakus D. 2001. Golf course development in a major tourist destination: Implications for planning and management. *Environmental Management* **27**: 681-696.
- Weber AK, Weber MW, Savoca MS. 2019. Quantifying marine debris associated with coastal golf courses. *Marine Pollution Bulletin* **140**: 1-8.
- Wheeler K, Nauright J. 2006. A global perspective on the environmental impact of golf. *Sport in Society* **9**: 427-443.
- Wong SWY, Leung PTY, Djurišić AB, Leung KMY. 2010. Toxicities of nano zinc oxide to five marine organisms: influences of aggregate size and ion solubility. *Analytical and Bioanalytical Chemistry* **396**: 609-618.
- Wurl J. 2019. Competition for water: consumption of golf courses in the tourist corridor of Los Cabos, BCS, Mexico. *Environmental Earth Sciences* **78**: 674.

## 6 Seznam použitých zkratek a symbolů

BSK	biologická spotřeba kyslíku
CO <sub>2</sub>	oxid uhličitý
ČR	Česká republika
ČS	členské státy
ČSN	Česká soustava norem
EP	Evropský parlament
EU	Evropská unie
HDP	hrubý domácí produkt
CHSK	chemická spotřeba kyslíku
MBR	membránové bioreaktory
N	dusík
P	fosfor
pH	vodíkový exponent (potential of hydrogen)
resp.	respektive
TBZ	tebukonazol
tj.	to jest
USA	Spojené státy americké
USD	americký dolar
USGA	golfová asociace Spojených států (United States Golf Association)

