

ČESKÁ ZEMĚDĚLSKÁ UNIVERZITA V PRAZE
FAKULTA ŽIVOTNÍHO PROSTŘEDÍ
KATEDRA VODNÍHO HOSPODÁŘSTVÍ
A ENVIRONMENTÁLNÍHO MODELOVÁNÍ



**Česká zemědělská
univerzita v Praze**

Vodní nádrž Švihov jako klíčový zdroj pitné vody

BAKALÁŘSKÁ PRÁCE

VEDOUCÍ PRÁCE: ING. LUKÁŠ JAČKA, PH.D.

ZPRACOVATEL: LADISLAV NOVOTNÝ

2023

ČESKÁ ZEMĚDĚLSKÁ UNIVERZITA V PRAZE

Fakulta životního prostředí

ZADÁNÍ BAKALÁŘSKÉ PRÁCE

Ladislav Novotný

Krajinářství
Územní technická a správní služba

Název práce

Vodní nádrž Švihov jako klíčový zdroj pitné vody

Název anglicky

Švihov Reservoir as a key source of drinking water

Cíle práce

Cíle práce jsou následující:

1. Popsat základní technické a vodo hospodářské charakteristiky vodní nádrže Švihov a popsat její stávající stav.
2. Zhodnotit význam vodního díla pro zásobování ČR pitnou vodou.
3. Vyhodnotit kvalitu vody v nádrži a zdroje problémů s jakostí vody.
4. Vyhodnotit zabezpečení odběrů pitné vody a vliv klimatické změny.

Metodika

K naplnění výše uvedených cílů práce bude využito zejména analýzy dostupných odborných a vědeckých publikací a dalších zdrojů a vyhodnocení získaných informací. Rešerše bude zaměřena zejména na kvalitu vody a zásobu vody.

Doporučený rozsah práce

35 stran

Klíčová slova

Švihov na Želivce, pitná voda, ochrana vody, jakost vody, odběry vody, klimatická změna

Doporučené zdroje informací

CHLUM, Antonín. Vodní dílo Želivka. Praha: Státní zemědělské nakladatelství, 1974.

MÁCHA, Jaroslav. Želivka tunelem do Prahy. Praha: Státní nakladatelství technické literatury, 1972.

ORDERUD, Geir Inge a Berenika POLICKOVA-DOBIASOVA. Agriculture and the Environment—A Case Study of the Želivka Catchment, Czech Republic. *Journal of Environmental Policy & Planning* [online]. 2010, 12(2), 201-221 [cit. 2021-12-28]. ISSN 1523-908X. Dostupné z: doi:10.1080/1523908X.2010.484639

POLÁK, Milan, Dagmar BRONCOVÁ, Jiří ČÍŽEK a Martin HAVLICE. Po stopách pražského vodárenství. Praha: Milpo media, 2015. *Knihy o Praze*. ISBN 978-80-87040-35-5.

VYSKOČ, P., BERAN, A., PELÁKOVÁ, M., KOŽÍN, R., and VIZINA, A. Preservation of drinking water demand from water reservoirs in climate change conditions. *Water Management Technical and Economical Information Journal*, 2021, vol. 63, No. 3, p. 4–18. ISSN 0322-8916

Předběžný termín obhajoby

2022/23 LS – FŽP

Vedoucí práce

Ing. Lukáš Jačka, Ph.D.

Garantující pracoviště

Katedra vodního hospodářství a environmentálního modelování

Elektronicky schváleno dne 22. 3. 2022

prof. Ing. Martin Hanel, Ph.D.

Vedoucí katedry

Elektronicky schváleno dne 24. 3. 2022

prof. RNDr. Vladimír Bejček, CSc.

Děkan

V Praze dne 13. 03. 2023

Prohlašuji, že jsem bakalářskou/závěrečnou práci na téma:

Vodní nádrž Švihov jako klíčový zdroj pitné vody, vypracoval samostatně a citoval jsem všechny informační zdroje, které jsem v práci použil, a které jsem rovněž uvedl na konci práce v seznamu použitých informačních zdrojů.

Jsem si vědom, že na moji bakalářskou práci se plně vztahuje zákon č. 121/2000 Sb., o právu autorském, o právech souvisejících s právem autorským a o změně některých zákonů, ve znění pozdějších předpisů, především ustanovení § 35 odst. 3 tohoto zákona, tj. o užití tohoto díla.

Jsem si vědom, že odevzdáním bakalářské práce souhlasím s jejím zveřejněním podle zákona č. 111/1998 Sb., o vysokých školách a o změně a doplnění dalších zákonů, ve znění pozdějších předpisů, a to i bez ohledu na výsledek její obhajoby.

Svým podpisem rovněž prohlašuji, že elektronická verze práce je totožná s verzí tištěnou a že s údaji uvedenými v práci bylo nakládáno v souvislosti s GDPR.

V dne

(podpis autora práce)

Poděkování

Rád bych poděkoval vedoucímu této bakalářské práce panu Ing. Lukáši Jačkovi, Ph.D. za odborné vedení, věnovaný čas a cenné rady, které mi pomohly tuto práci dokončit.

ABSTRAKT

Tato bakalářská práce se zabývá Vodní nádrží Švihov, která je největší vodárenskou nádrží v České republice. Cílem je vymezit základní technické i vodohospodářské charakteristiky této vodní nádrže, vysvětlit obecně význam vodního díla pro zásobování obyvatel pitnou vodou, ale rovněž se detailněji zaměřit i na kvalitu vody v této nádrži a vysvětlit, jak je schopná kvalitu vody ovlivnit případná změna klimatu. Z výsledků práce vyplývá, že výstavba vodních nádrží je v České republice nutná, neboť u nás jsou vodní zdroje značně omezené. Konkrétně ve Švihově je primární technologií úpravy vody tzv. koagulační filtrace s dávkováním síranu hlinitého, v současné době už doplněná taktéž o GAU filtraci. Kvalitu vody ovšem mohou ovlivňovat i klimatické změny, neboť v důsledku změn teplot ve vodní nádrži přibývají sinice. Produkty sinic přitom představují závažný problém pro filtrační systém. Z hlediska zabezpečení odběrů s ohledem na klimatickou změnu je dle klimatických scénářů vodárenská nádrž Švihov připravena na současné odběry, maximální povolené odběry však nebudou zcela pokryty.

Klíčová slova:

Vodní nádrž, pitná voda, kvalita vody, klimatické změny, úpravna vody

ABSTRACT

This bachelor's thesis deals with the Švihov Reservoir, which is the largest water reservoir in the Czech Republic. The goal is to define the basic technical and water management characteristics of this water reservoir, also to explain in general the importance of the waterworks for supplying the population with drinking water, but also to focus in more detail on the water quality in this reservoir and to explain how possible climate change can affect water quality. It follows from the results of the work that the construction of water reservoirs is necessary in the Czech Republic, as water resources are very limited in our country. The primary water treatment technology is the so-called coagulation filtration with aluminum sulfate dosing. However, climate changes can also affect water quality, as cyanobacteria increase in the water reservoir as a result of temperature changes. At the same time, cyanobacterial products represent a serious problem for the filtration system. From the point of view of security of withdrawals with regard to climate change, according to climate scenarios, the Švihov water reservoir is ready for current withdrawals, however, the maximum permitted withdrawals will not be completely covered.

Keywords:

Water reservoir, drinking water, water quality, climate change, water treatment plant.

OBSAH

1 ÚVOD	9
2 CÍLE PRÁCE	11
3 LITERÁRNÍ REŠERŠE	12
3.1 Vodní hospodářství v České republice.....	12
3.2 Vodní nádrže	14
3.2.1 <i>Historie vodních nádrží u nás</i>	15
3.2.2 <i>Základní funkce vodních nádrží</i>	16
3.3 Význam vodního díla pro zásobování pitnou vodou	18
3.3.1 <i>Situace v České republice</i>	19
3.4 Vodní nádrž Švihov a její technické a vodohospodářské charakteristiky	21
3.4.1 <i>Vymezení oblasti</i>	21
3.4.2 <i>Výstavba Vodní nádrže Švihov</i>	22
3.4.3 <i>Základní technické a vodohospodářské charakteristiky Vodní nádrže Švihov</i>	26
3.5 Kvalita vody ve Vodní nádrži Švihov a zdroje problémů s jakostí vody.....	30
3.5.1 <i>Úpravna vody Želivka</i>	30
3.5.2 <i>Modernizace úpravny vody Želivka</i>	32
3.5.3 <i>Zdroje problémů s jakostí vody</i>	35
3.5.4 <i>Zhodnocení kvality vody</i>	38
3.6 Zabezpečení odběrů pitné vody a vliv klimatických změn	40
4 VÝSLEDNÉ ZHODNOCENÍ A DISKUZE	44
ZÁVĚR	48
SEZNAM POUŽITÉ LITERATURY	50
SEZNAM TABULEK A OBRÁZKŮ	55

1 ÚVOD

Voda má obrovský význam pro životy lidí a všech živých organismů. Lidé to věděli už dlouho, a proto se kolem vodních zdrojů – řek a jezer – které jim dodávaly energii, mohly vytvořit starověké civilizace. Lidé potřebovali umělé zdroje vody, když se stali pokročilejšími jako společnost. Řeky a rybníky byly využívány pro energii jako mlýny nebo čerpadla a sloužily také jako dopravní cesty. Lidé také využívali svou energii k tomu, aby přírodní zdroje uspokojovaly jejich potřeby. Z Číny 2200 př. nl lidé v zemi vytvořili první záznamy o vodních nádržích. Tyto prastaré nádrže sloužily k zadržování vody nebo k vytváření silničních sítí nad nimi. Zaměřujeme se však na doby dávno před vznikem těchto záznamů. V současné době mají vodní nádrže celou řadu funkcí, a to zejména zásobní, ochrannou, rekreační, slouží k výrobě elektrické energie, dopravě, chovu ryb atd. Největší vodárenskou nádrží v České republice je Vodní nádrž Švihov, která je ovšem obecně známá spíše pod nesprávným názvem Želivka (Vodohospodářské informace 2012). Tato vodárenská nádrž je zároveň největší v rámci celé střední Evropy a je schopna pokrýt bezmála tři čtvrtiny spotřeby pitné vody v hlavním městě Praha a kromě toho z části zásobuje rovněž Středočeský kraj i Kraj Vysočina (Naše voda 2022). Právě touto vodní nádrží se zabývá celá tato práce.

Motivací k napsání této práce byla otázka, zda může mít takto velká vodní nádrž v současné době nějaké problémy. Práce se snaží zjistit, jaké jsou hlavní problémy nádrže z hlediska kvality vody či jaké jsou aktuálně potíže s kapacitou nádrže. Práce hledá také odpověď na otázku, jak může ovlivnit změna klimatu kvalitu vody v nádrži i jak může klimatická změna ovlivnit zabezpečení odběrů vody (zda bude v nádrži dostatek vody pro předpokládaný odběr).

Rešeršní část je rozdělená do celkem šesti podkapitol. První z nich, a tudíž úvodní část do této problematiky se zabývá vodním hospodářstvím v České republice, a to z obecného hlediska. Na tuto první část navazuje podkapitola zaměřená konkrétně na vodní nádrže, přičemž popsána je jednak historie vodních nádrží u nás a jednak i jejich základní funkce. Třetí podkapitola se pak blíže zaměřuje na význam vodního díla v souvislosti se zásobováním pitnou vodou, a to jak z globálního hlediska, tak popisuje i situaci v České republice. Po těchto úvodních částech je ve čtvrté podkapitole konečně představena Vodní nádrž Švihov. Nejprve je vymezena samotná

oblast, ve které je toto vodní dílo situováno, následně je detailně popsána její výstavba a nakonec jsou uvedeny taktéž její základní technické a vodohospodářské charakteristiky. Pátá a poměrně rozsáhlá podkapitola je věnována kvalitě vody ve Vodní nádrži Švihov a případných zdrojům problémů s jakostí vody. V této část je tudíž představena úpravná vody Želivka, včetně popisu jejího fungování, ale přiblížena je taktéž její modernizace v minulosti i v posledních letech. V následující části je na základě dostupných dat provedeno zhodnocení kvality pitné vody a vymezeny jsou taktéž všechny nejčastější zdroje problémů s jakostí vody. Poslední šestá podkapitola se pak věnuje problematice zabezpečení odběrů pitné vody a zejména pak vlivu klimatických změn, a to nejenom co se v této souvislosti týče jejího případného nedostatku, ale i možného zhoršení její kvality.

2 CÍLE PRÁCE

Tato práce se zabývá Vodní nádrží Švihov jakožto klíčovým zdrojem pitné vody.

V této souvislosti byly stanoveny celkem tři hlavní cíle:

- 1) Vymezit základní technické i vodohospodářské charakteristiky vodní nádrže Švihov.
- 2) Vyhodnotit kvalitu vody ve vodní nádrži Švihov a aktuální hlavní problémy.
- 3) Analyzovat zabezpečení odběrů a kvalitu vody do budoucna v kontextu změny klimatu.

3 LITERÁRNÍ REŠERŠE

3.1 Vodní hospodářství v České republice

Ještě než se tato práce zaměří na svůj hlavní cíl, a tudíž na vodní nádrž Švihov jakožto klíčový zdroj vody u nás, je potřeba alespoň ve stručnosti přiblížit problematiku vodního hospodářství v České republice a také se zaměřit na vodní nádrže a přehrady z obecného hlediska. K tomuto účelu jsou určeny první dvě podkapitoly této práce.

České republice se často přezdívá „střecha Evropy“. Česká republika je totiž klíčovým evropským rozvodím. Tímto se má na mysli, že odtud veškerá voda odtéká do některého z mnoha moří. U nás totiž pramení velké množství řek, které následně výrazně nabírají na síle a vlévají se do větších řek. Veškerá voda, která v České republice naprší, nasněží či přímo vyvěrá, posléze odtéká do jednoho ze tří moří. Je to moře Severní, Baltské a Černé. Tím pomyslným bodem, kde se veškerá tři rozvodí nakonec protínají, se nachází na hoře Klepý u Kralického Sněžníku na hranici s Polskem. Zde je nazýván jako Trójmórski Wierch, tudíž Vrch tří moří. Kapky deště, jež sem dopadnou z jednoho mraku, se už přitom nemusí nikdy potkat. Jedna z nich totiž může skončit v Severním moři, druhá v Černém moři a třetí v Baltském (Dušek a Kostka, 2020).

Oblast, ze které voda odtéká do jedné konkrétní řeky, případně jezera, je pak nazývána jako povodí. Konkrétně u nás zabírá zdaleka největší část povodí Labe. Konkrétně jde až o 63 % plochy území, což představuje necelých 50 tis. kilometrů čtverečních. Všechna voda z tohoto povodí následně odtéká do Severního moře. Labe přitom pramení v Krkonoších a jeho největším přítokem u nás je Vltava, která pramení na Šumavě. Jedná se o českou národní řeku. Do Labe se vlévá u Mělníka. Zajímavostí přitom je, že Vltava je na našem území delší než Labe. Platí přitom, že po soutoku dvou řek se spojená řeka nazývá právě po té větší a mohutnější. Ve skutečnosti by se tedy Labe mělo nazývat Vltava, avšak naši předkové toto nijak neřešili. O veškeré tyto vodní toky, jakož i jejich území se pak starají následující státní podniky: (Dušek a Kostka, 2020)

- Povodí Vltavy,
- Povodí Labe,
- Povodí Odry,
- Povodí Moravy,

– Povodí Ohře.

Úlohou těchto podniků je starat se nejenom o „svou vlastní“ řeku, ale rovněž i o celé vodní hospodářství v daném kraji, kterým řeka protéká (Dušek a Kostka, 2020).

Vodní hospodářství se u nás formuje už celé stovky let. Pokud nahlédneme do historie, zjistíme, že k prvnímu zřizování rybníků, jakož i akumulčních nádrží v Čechách docházelo už na počátku jedenáctého století. Hlavním důvodem k velmi intenzivní vodohospodářské činnosti bylo přitom nejenom úsilí zisku nové zemědělské půdy, ale právě i výše zmiňovaná skutečnost, že Česká republika se skutečně rozprostírá na hlavním evropském rozvodí. Právě to je možné označit za nejvýraznější zvláštnost vodního hospodářství v České republice. Hlavním cílem vodohospodářských soustav je pak především zásobování rozsáhlé aglomerace pitnou vodou (Šeflová, 2008).

Kromě zásobování pitnou vodou je to ale rovněž tlumení následků extrémních projevů počasí, ať už jde o povodně či o sucho. Ministerstvo zemědělství pak za pomoci výše zmiňovaných vodních podniků zabezpečuje správu vodních toků a vodních děl, které jsou majetkem České republiky. V gesci sekce vodního hospodářství je především následující: (Ministerstvo zemědělství, 2022)

- kontrolní a metodická činnost v této oblasti,
- vodohospodářská a dotační politika ČR,
- vodovody a kanalizace,
- plánování využívání vodních zdrojů,
- technická bezpečnost vodních přehrad a vodních nádrží,
- zakladatelská činnost vůči státním podnikům,
- osvěta,
- atd.

Celkové množství vody pro potřeby občanů v České republice, ale i zemědělství a průmysl nicméně závisí prakticky pouze na atmosférických srážkách. Díky tomu mohou být samozřejmě lidé ohroženi v obdobích sucha. V souvislosti se stále narůstajícími nároky tak ve výsledku dochází nejenom ke stále výraznějšímu využívání vod podzemních, ale rovněž i k budování velkých nádrží a přehrad (Šeflová, 2008).

3.2 Vodní nádrže

V oblasti vodního hospodářství se rozlišuje mezi mnoha pojmy, jako je zejména vodní dílo, vodní nádrž, přehrada, hráze, stupně či jezy, atd. Veškeré stavby, které jsou využívány pro vzdouvání anebo zadržování vody v krajině, jsou souhrnně označovány jako vodní díla. Pokud jde konkrétněji o vzduť hladiny vody, pak jsou v této souvislosti využívány hráze, stupně a jezy. Přehrady je pak možné popsat jako obrovské uměle vytvořené stavby, které jsou zpravidla budovány napříč údolím. Přehrada následně zadržením vody vytváří vodní nádrž. Obecně je vodní hospodářství u nás přímo navázáno na existenci vodních nádrží. Voda je tudíž v nádrži zadržována, přičemž účelem je buď její další využití, anebo zadržení přívalové vody v době záplav. Jinak řečeno, je to buď zásobování anebo ochraňování. Pochopitelně některá tato vodní díla mohou být zbudována za účelem kombinace obou klíčových úkolů, kdy mohou plnit i další funkce, jako je kupříkladu možnost rekreace, chov ryb, získávání energie, atd. Právě v České republice se většina vodních nádrží staví jako víceúčelová. Jedno takovéto vodní dílo je pak schopno splňovat celou řadu potřeb pro obyvatelstvo, což je velkou výhodou (Broža, 2005).

V oblasti budování vodních nádrží, bylo ve světě vysídleno více jak 80 milionů lidí, nicméně ani tento fakt nemá vliv na to, že by poklesla výstavba nových vodních nádrží. Vodní nádrže stále dokáží přispět k dosažení hospodářského a sociálního rozvoje (Walicki a kol., 2017).

Rostou obavy, že projekty přehrad způsobí nevratnou změnu životního prostředí, které jsou často složité, mnohočetné a v podstatě negativní. Velké přehrady mají obrovské důsledky pro životy a živobytí lidí, včetně kontroverzních otázek, jako je např. vysídlení a přesídlení (Manatunge a Priyadarshana, 2009).

Při budování nové vodní nádrže, je nutné ze zasažené oblasti vysídlit původní obyvatele před samotným zatopením. Tento fakt je jeden ze sociálních dopadů, které na obyvatele negativně působí. Proto jsou potřeba důkladné a intenzivní průzkumy, aby bylo obyvatelstvo co nejméně zasaženo (Bird, 2006).

Vodní nádrže stále poskytují lidem užitek, nicméně mohou se vyskytnout např. záplavy, které mají na obyvatele negativní vliv. Stále je potřeba rozhodovat o tom, jak tyto nevýhody odstranit při stavbách nových vodních nádrží (The British Dam Society, 2022).

Například je nutné zmínit fakt, že sedimenty, které se pohybují po proudu řeky, jsou zachyceny ve velkém množství ve vodní nádrži. Právě tento proces způsobuje zvyšování eroze na stanovištích po proudu řeky (Niwa, 2021).

Jak tvrdí Broža (2019) situace okolo výstavby nové vodní nádrže není vždy jednoduchá. Zejména představitelé obcí mají námítky na výstavbu nové vodní nádrže. Hlavním důvodem je narušení rozvojových záměrů samotné lokality.

V tabulce přiložené níže (viz tabulka 1) je uvedeno deset největších vodárenských nádrží na pitnou vodu v České republice:

Tabulka 1: Deset největších vodárenských nádrží na pitnou vodu v České republice (Broža, 2005).

Nádrž	Rok výstavby
Švihov	1965 - 1975
Slezská Harta	1987 - 1997
Vranov	1930 - 1934
Přísešnice	1969 - 1976
Vír I	1949 - 1957
Šance	1964 - 1970
Římov	1974 - 1978
Kužberk	1949 - 1955
Stanovice	1972 - 1978
Fláje	1951 - 1963

3.2.1 Historie vodních nádrží u nás

Nádrže jsou u nás nutností z toho důvodu, že s jejich vznikem souvisí vodní hospodářství. To bylo potvrzeno kolem roku 1900 a 1910. V 15. století byla voda z nádrže Jordán přiváděna do města Tábora v České republice (Broža, 2005).

Odběr říční vody se po vzniku Československa stal nejvyšší prioritou. Důvodem může být to, že vodní hospodářství pomáhalo pravidelně chránit veřejnost před povodněmi. Lidé si cenili ochrany své půdy a zdrojů před povodněmi. Zásobování vodou v nádrži lze přiřadit různé funkce (Chlum a kol., 1974).

Ačkoliv je pravdou, že ochranná funkce popisovaná v podkapitole výše, byla i nadále jednou z nejdůležitějších, další požadavky měly za následek budování víceúčelových vodních nádrží. Zejména pak od třicátých let minulého století se součástí vodních nádrží u nás začaly stávat i vodní elektrárny (Broža, 2005).

Po skončení druhé světové války se v České republice začaly budovat zejména vodní díla, která byla energeticky využitelná. Trendem přitom bylo, že tato vodní díla se budovala v takzvaných kaskádách. Později se ovšem začaly budovat spíše v soustavách, díky čemuž bylo možné dosáhnout ještě vyšší efektivity, a to soustředěním spádů a průtoků. V České republice jsou příkladem vodní díla Vltavské kaskády (Broncová, 2006).

Podle Broží (2005) došlo k výrazné změně v zásobování vodou v první polovině minulého století. Bylo to způsobeno nárůstem průmyslového rozvoje, který vedl ke zvýšení hustoty obyvatelstva. V důsledku toho byly požadovány nové systémy zásobování vodou, které byly upřednostněny před tradičními návrhy.

Jako příklad je možné v této souvislosti uvést vodní nádrž Kužberk. Počítalo se totiž s tím, že by zde měla být zbudována vodní elektrárna, avšak z plánů nakonec sešlo a vodní nádrž zajišťovala vodu pro průmysl a posléze se stala i zdrojem pitné vody pro obyvatele Ostravy (Broncová, 2006). V tabulce 2 je výčet vybudovaných nádrží:

Tabulka 2: Vybudované vodní nádrže v Čechách (Broncová, 2006).

	Před r. 1945	1945 1960	1961 1965	1966 1970	1971 1975	1975 1980	1981 1985	1986 1990	Po r. 1990
Vybudované nádrže na pitnou vodu	6	4	3	8	8	3	3	1	1
Ostatní nádrže	5	2	0	3	2	3	4	5	-

Po roce 1980 ovšem došlo k velmi výraznému přiškrcení finančních prostředků na další rozvíjení vodního hospodářství u nás. Nezávislé společnosti začaly poskytovat pitnou vodu a kanalizaci, jakmile se náklady staly skutečnými, místo aby byly dotovány vládou. To vedlo k pomalému přechodu od státem financovaného provozu podniků, které zajišťovaly vodné a stočné. Lidé také začali snižovat spotřebu vody, protože veřejné služby nahradily plánované ekonomiky (Broncová, 2006).

3.2.2 Základní funkce vodních nádrží

Mezi další použití nádrží na skladování vody patří ty, která jsou uvedena níže:

- **zásobní** – nádrže slouží k uchovávání vody v době, kdy je nejvíce potřeba. Tímto způsobem nádrže pomáhají zmírňovat nedostatek vody tím, že tahají z řek, když jsou nízké. Česká republika spoléhá na to, že tyto nádrže zásobují vodou velkou část jejího území. Zachycují vodu z povrchu a udržují ji uloženou v těchto strukturách. (Broža, 2005). Pro naplnění dané potřeby jsou nejzákladnější zásobníky. Díky tomu jsou nádrže efektivně odbytíštěm pitné vody a zemědělského zavlažování. Často se také používají mimo jiné v průmyslovém sektoru. (Blažek a kol., 2006)
- **ochranná** – tato funkce je u vodní nádrže zabezpečována nejvýše položeným prostorem v nádrži, jež je po dlouhou dobu udržován nenaplněný. Nakonec se až za období povodně buď zčásti anebo úplně naplní a zachytí tak část povodně. Po povodni musí správce budovy rychle vyčistit ochranný prostor od povodňové vody, aby mohl zachytit případné budoucí povodně. Pokud to neudělá, budoucí povodně mohou způsobit ještě větší škody (Broža, 2005).
- **výroba elektrické energie** – na přehradách jsou mnohdy stavěny i vodní elektrárny, protože zde je možné využít obrovské energie, které skýtá naakumulovaná voda, a to k následné produkci elektrické energie. Navíc jde o jeden z vůbec nejekologičtějších způsobů, jak vyrábět elektrickou energii, neboť takto nedochází ke vzniku škodlivých látek (Broža, 2019).
- **doprava a rybí hospodářství** – vodní nádrže naleznou uplatnění taktéž pro lodní dopravu. Zde je ale nutno podotknout, že ta samozřejmě má jisté nároky na hloubku dna, takže se to týká pouze velkých nádrží. Využití je i v oblasti rybiho hospodářství.
- **rekreační** – vodní nádrže představují jedno z vůbec nejoblíbenějších míst pro rekreaci. Lidé využívají nádrže k rybaření či vodním sportům i ke koupání. V blízkosti nádrží je snadné najít místa k pobytu, jídlu a hraní.
- **zásobování pitnou vodou** - účelem je zajistit dostatečný přísun pitné vody. Je zřejmé, že tyto nádrže musí být udržovány bezvadným způsobem. Konkrétně další část podrobně popisuje roli těchto nádrží při poskytování pitné vody (Broža, 2005).

3.3 Význam vodního díla pro zásobování pitnou vodou

V současné době většinu z nás prakticky ani nenapadne, že by se mohl potýkat s problémem nedostatku pitné vody. Alespoň teda pokud hovoříme o podmínkách na území České republiky. Většina z nás totiž vnímá jako naprosto samozřejmé, že vodu máme k dispozici, a to kdykoliv je potřeba. Bez vybudovaných vodních nádrží bychom k tomu neměli přístup. Vodní nádrže poskytují úlevu během období sucha tím, že ukládají vodu, které je najednou dostatek. To jim umožňuje v případě potřeby čerpat ze skladované vody. Naproti tomu potoky rychle zmenšují objem a nejsou schopny pojmout mnoho vody. Pro tyto účely mají vodní nádrže kromě výše popisované ochranné funkce i funkci zásobní (Giesecke, 2006).

Giesecke (2006) zároveň dodává, že na základě toho, že neustále narůstá počet obyvatel naší Země, spolu s tím pochopitelně zároveň narůstá i potřeba pitné vody. Hlavní potíží přitom spočívá v nedostatku vody v rozvojových krajinách, kde je obyvatelstvo nuceno využívat jezera a přehrady zejména k účelům vlastní potřeby, neboť zde nedisponují přístupem k pitné vodě z vodovodu.

Skutečnost je taková, že aktuálně se až čtvrtina celého světa potýká s nedostatkem vody. Nejvíce tímto problémem pak trpí zejména sever Afriky, ale i Střední východ. Pravdou je, že voda celosvětově postupně dochází. Se suchem se ale potýká i celá řada velkých měst. Zmínit je v této souvislosti třeba zejména Sao Paulo v Brazílii či Kapské město v JAR. Kapské město bylo dokonce na pokraji chaosu v roce 2018, neboť jen těsně uniklo tzv. Dni Nula. Jako Den Nula je označován den, kdy úroveň hladiny klíčových vodních nádrží ve městě poklesnou pod úroveň 13,5 procenta. V takovém případě totiž z naprosté většiny městských kohoutků přestane téct voda (Kadeřábková, 2019).

Právě ve velkých městech je totiž potřeba vody zdaleka největší. Globálně je v městech využíváno asi sedm procent vody pocházející z řek a přibližně 22 procent vody, která pochází z jezer. Na základě urbanizace a masivního růstu měst se ale postupně podmínky měnily a ukázala se nutnost daleko většího objemu vody. Z tohoto důvodu došlo k vybudování celé řady vodních nádrží, jejichž hlavním účelem bylo zejména pokrývat základní potřeby lidí žijících v jejich blízkosti. Z celosvětového hlediska se asi dvanáct procent přehrad využívá pro potřeby obyvatel. Více než polovina těchto vodních děl je pak situována v Severní Americe a v Evropě. Nicméně jak moc se města

v souvislosti se zabezpečením pitné vody pro obyvatelstvo spoléhají právě na tato vodní díla, to je otázka strategie jednotlivých zemí (Dams and Development, 2000).

Navíc je nutno si uvědomit, že lidé se bez dostatku vody rozhodně nemohou obejít ani v oblasti zemědělství. Platí to zejména pro oblasti, kde není dostatečné množství dešťových srážek. Přibližně od šedesátých let minulého století totiž začalo docházet k velmi výraznému, až masivnímu zvětšování rozlohy zavlažované půdy. V praxi je situace taková, že přibližně tři čtvrtiny velkých přehrad, je globálně využíváno pro potřeby zavlažování zemědělské půdy (Dams and Development, 2000).

3.3.1 Situace v České republice

Pokud se zaměříme na situaci ohledně vodních nádrží konkrétně u nás, je možné konstatovat, že za uplynulých pětadvacet let zde zůstává množství těch velkých a důležitých v podstatě stále totožné. Jejich význam je přitom zcela jasný – v podstatě všechna voda z území odtéká a vodní zdroje jsou přímo závislé na vodních srážkách. Protože zde panuje značná rozkolísanost srážek, objevují se taktéž hydrologické extrémy, tudíž povodní a naopak sucha. To v minulosti vedlo k budování vodních nádrží, díky kterým lze vyrovnávat a teda omezovat jejich neblahý dopad. Navíc nashromážděná voda ve vodních nádržích ve výsledku posiluje omezené vodní zdroje, protože z hlediska Evropské unie je Česká republika krajinou, která disponuje omezeným množstvím vody. Za podnět k započetí budování vodních nádrží lze považovat právě poptávku po stabilních vodních zdrojích. Ačkoli dnes nedostatek vody Českou republiku netrápí, do budoucna lze očekávat nedostatek vody, jak už je patrné i různých scénářů vývoje změny klimatických podmínek. Proto je nutné snažit se maximálně posilovat zadržování vody v krajině (Naše voda, 2012).

Ministerstvo zemědělství ČR podává zprávu o stavu vodního hospodářství k 31. březnu 2022. Data ukazují, že voda je pro následující měsíce vysokou prioritou. Zpráva uvádí, že zemědělství a průmysl potřebují přístup k čisté vodě. Zaměřit se na tyto cíle znamená řešit i další problémy – například poskytnout lidem přístup k pitné vodě:

- zajistit správné propojení vodárenských soustav,
- zařadit programy, které zvyšují zadržování vody,
- sledovat možnost akumulace povrchové vody,

– zohlednit vývoj klimatických změn.

Svaz vodních hospodářství ČR a Svaz vodáren a kanalizací ČR spojují, že mnoha občanům na hospodaření s vodou nejvíce záleží. Protože je faktem, že zásobování obyvatel pitnou vodou je u nás přibližně v poměru padesát na padesát, a to ze zdrojů povrchových a ze zdrojů podzemních vod, je zřejmé, že právě toto téma je aktuálně považováno za prioritní. Podzemní vody představují pro obyvatelstvo zcela evidentně strategický zdroj pitné vody. To pak platí především pro další generace. Podle současného ministra zemědělství je už také nyní připraveno hned několik dotačních programů, které budou pomáhat se zajištěním dostatečných vodních zdrojů i se zadržováním vody. Jedním z klíčových bodů celého programu je pak zejména propojování vodárenských soustav mezi sebou. V blízké budoucnosti je ale také nutno počítat se stále silícími klimatickými změnami, kterých už několik let můžeme být svědky. Je tudíž zapotřebí připravit se na tyto změny a pokusit se jim přizpůsobit. Pokud se zaměříme na vývoj počasí v posledních letech, je zcela evidentní, že nynější zdroje pitné vody u nás v nových podmínkách nemohou a nebudou dostatečné, aby byl zabezpečen současný vodní blahobyt. To se pak týká především oblastí, které trpí suchem (Žák a Kubala, 2022).

Nicméně poté, co Ministerstvo zemědělství zveřejnilo svůj výše popisovaný plán, který kromě jiného počítá i případným budováním nových vodních nádrží, došlo k započetí diskuze, zda je takovýto postup vůbec zapotřebí. Nutno dodat, že tato otázka naší společnost současně dosti polarizuje. Ředitel Sdružení oboru vodovodů a kanalizací České republiky Vilém Žák je toho názoru, že taková diskuze je naprosto zbytečná. Stále se hovoří o tom, že náš stát představuje jakousi pomyslnou střechu Evropy a že u nás je nutno vodu v krajině zadržovat – a to je také správné tvrzení. Ovšem existují i takové názory, že jediným skutečným řešením by bylo zlepšení stavu naší půdy a obecně zvýšení retenční schopnosti krajiny, což by mělo stačit. Tato skupina osob je přesvědčena, že další vodní nádrže v České republice už není nutno budovat (Žák, 2020).

Žák (2020) je ovšem přesvědčen, že takové názory jsou zcela mylné, neboť prakticky neexistuje jediné opatření, které by tento problém vyřešilo. K vyřešení je totiž zapotřebí kombinace vícero opatření. Navíc je nutno pochopit, že nynější klimatické změny ve výsledku mimo jiné představují přerozdělení dešťových srážek nikoliv pouze v rámci času a prostoru, ale rovněž i v intenzitě, což je velký problém. Navíc,

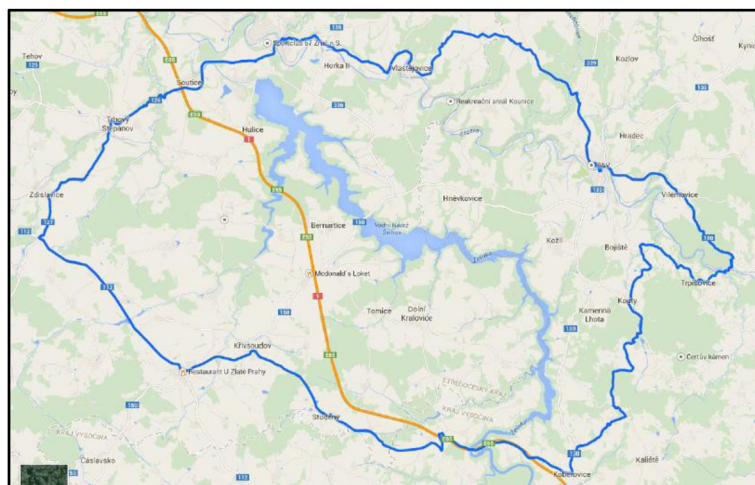
jestliže budou po delší dobu panovat sucha, což je zcela běžné, není ani taková půda obsahující dostatečné množství organické hmoty a minerálů, která doveden vodu z přívalových dešťových srážek zadržovat. Její absorpční schopnost bude totiž zcela odlišná. Vysušená půda, a to i taková, která je naprosto v pořádku, nedokáže zadržet takovou masu vody, tudíž výše zmiňované tvrzení je vskutku mylné. Jinak řečeno, ani s velmi suchým hadrem se Vám nebude dobře vytírat podlaha, což je podobný princip (Žák, 2020).

3.4 Vodní nádrž Švihov a její technické a vodohospodářské charakteristiky

Poté, co práce alespoň ve stručnosti přiblížila problematiku vodního hospodářství v České republice, jakož vodních nádrží u nás, je možné přistoupit k hlavnímu tématu, a tudíž k samotné Vodní nádrži Švihov, která bývá zpravidla lidem častěji známá pod názvem Želivka. V první části je vymezena oblast, kde se tato největší vodárenská nádrž nachází. Dále jsou popsány základní technické a vodohospodářské charakteristiky, jakož i samotnou výstavbu tohoto vodního díla.

3.4.1 Vymezení oblasti

Oblast je vymezena v těsném okolí Vodní nádrže Švihov (viz obrázek 1), která jak už bylo řečeno výše, je častěji známá spíše pod názvem Želivka. Vůbec nejdelší vzdáleností od hranice vybrané oblasti k vodní ploše představuje přibližně jedenáct kilometrů. Tuto oblast protíná dálnice D1. Díky tomu je samozřejmě dobře dostupná i z dalších míst ČR (Google Maps, 2022).



Obrázek 1: Vymezení oblasti (Google Maps, 2022).

Některé z obcí nacházejících se v této oblasti spadají do mikroregionů. Zdaleka nejvíce však svou činností do oblasti zasahuje mikroregion Želivka. Podle oficiálních webových stránek tohoto mikroregionu jde o dobrovolné sdružení obcí, k jehož vytvoření došlo konkrétně v roce 1999. Ve snaze spojit své síly v tomto roce došlo ke sdružení celkem 18 obcí. Záměrem bylo jednak zlepšit kvalitu života zdejších obyvatel a jednak se pokusit oživit turistiku v této oblasti (Mikroregion Želivka, 2022).

Popisovaný mikroregion (viz obrázek 2) se rozprostírá ve východním cípu okresu Benešov. Jak už bylo zmíněno výše, prochází jím dálnice D1, která zároveň představuje nejrychlejší spojnici s hlavním městem Prahou, a to cca sedmdesát kilometrů. Co se týče nadmořských výšek tohoto mikroregionu, ty se pohybují od 378 do 626 m n. m. Pochopitelně zcela nepřehlédnutelnou dominantou tohoto mikroregionu je pak právě Vodní nádrž Švihov (Mikroregion Želivka, 2022).



Obrázek 2: Mapa mikroregionu Želivka (Mikroregion Želivka, 2022)

3.4.2 Výstavba Vodní nádrže Švihov

Voda samozřejmě představuje zcela základní životní potřebu a je také velmi důležitou složkou životního i přírodního prostředí. Její potřeba přitom stále významně narůstala, a to obzvláště díky globálnímu vývoji. Potíží se teda stalo hospodaření s vodou a málo zásobáren vody na přírodní bázi, což mají na svědomí geografické poměry naší země. Jak se s postupem civilizace zvyšovala potřeba vody, zvyšovala se citlivost toků na znečišťující látky. Snížilo se také množství dostupné podzemní vody. V důsledku toho lidé požadovali více vodohospodářských vlastností. Kvůli nedostatku čisté vody

bylo nutné řešit potřeby zemědělství a obyvatelstva. To vedlo ke vzniku vodního hospodářství (Chlum a kol., 1974).

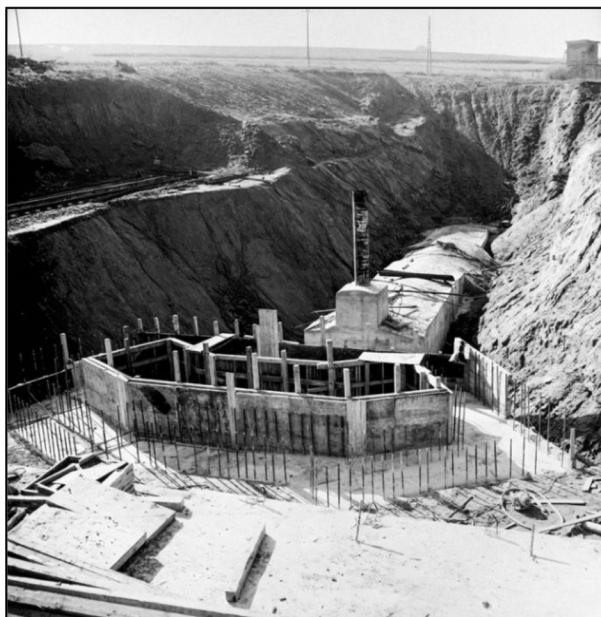
Protože zlepšující se životní úroveň v Československu vedla k rychlému nárůstu rozvoje, přesunulo se těžiště zájmu od kvality vody k zajištění přístupu k čisté pitné vodě. V roce 1963 se vláda ČR zabývala tímto problémem usnesením č. 816. Řeka Želivka splňuje normy pro pitnou vodu. Je to jedna z mála řek v regionu, která neobsahuje mnoho kontaminantů a je bezpečná k pití. Proto byla tato řeka vybrána jako zdroj vody pro Čechy a Prahu. Ještě předtím než padlo rozhodnutí k výstavbě, několik let tu byly realizovány analýzy a rozborů vody. Do úvahy přicházely i jiné toky nežli Želivka, avšak ukázalo se, že nemohou zaručit řešení, které by bylo adekvátní pro dlouhodobé řešení (Sborník, 1989).

O dané řece jakožto možném zdroji vody se přitom vedly úvahy už v minulosti a návrhů, jak tuto řeku využít bylo mnoho. Jedním z nápadů byla například i kaskáda několika menších přehrad. V polovině minulého století zde byly realizovány také obsáhlé průzkumy oblasti, kde bylo v plánu vybudovat toto vodní dílo. Pracovala zde celá řada geologů, hydrologů a expertů i z jiných oblastí. Výstavba byla nakonec schválena roku 1964 (Košutová, 2012).

Budování tohoto vsutku impozantního vodního díla se pak začalo hned v roce 1965. Ještě předtím, než byla nádrž napuštěna, došlo v letech 1965 až 1969 k vybudování silničního mostu, a to mezi obcemi Bezděkov a Brzotice. Most se může pyšnit délkou celkem 306 metrů a šířkou 13 metrů. Postaven je na pilířích, které na výšku měří až 65 metrů (Košutová, 2012).

Celá stavba včetně následujících testů trvala celkem deset let, tudíž Vodní nádrž Švihov byla dokončena v roce 1975. Se zkušebními odběry vody se ale začalo už tři roky předtím a s pravidelnými dodávkami pitné vody se započalo už začátkem února roku 1973. Původně se počítalo s tím, že stavba by měla být zrealizována v celkem dvou základních fázích. První fáze byla přitom plánovaná na pět let, tj. od roku 1954 do roku 1970 s tím, že posléze mělo dojít k delší pauze. Nicméně na schůzi tehdejší vlády koncem léta roku 1969 bylo rozhodnuto, že pauza by nebyla z ekonomického důvodu vhodným krokem, a tudíž, že výstavba bude pokračovat bez dříve plánovaného přerušení. Pokračovalo se teda až do roku 1975 (Pleva, 2003).

Na obrázku níže (viz obrázek 3) je rozestavěná Vodní nádrž Švihov, resp. konkrétně je zde zachycen začátek štolového přivaděče:



Obrázek 3: Začátek štolového přivaděče (Aktuálně, 2022).

Zároveň došlo také ke zbudování doprovodných vodních děl. Aby bylo možné zachytit splaveniny, tak před Švihov došlo k vybudování soustavy menších vodních nádrží. Rovněž bylo postaveno celkem 35 kilometrů nových cest. Během budování muselo ovšem dojít i k vysídlení a zatopení mnoha vesnic. Jedná se o následující: Sedlice, Všebořice, Zahrádka, Dolní Kralovice a Onšovec (Košutová, 2012).

Vybudování tohoto majestátního vodního díla se tak mimo jiného zároveň skutečně výraznou měrou bohužel zasloužilo i o obrovský zásah do okolní krajiny a společně s tím i do života místních obyvatel. V souvislosti s výše uvedenými obcemi muselo být zdemolováno více než devět set staveb (Košutová, 2012).

V tabulce přiložené níže (viz tabulka 3) jsou uvedeny všechny čtyři nádrže, které dohromady tvoří vodní dílo Švihov:

Tabulka 3: Nádrže utvářející vodní dílo Švihov (Broža, 2005)

Jméno přehrady	Vodní tok	Objem přehrady	Rok výstavby
Švihov	Želivka	309 mil. m ³	1965-1975
Němčice	Sedlický potok	1,16 mil. m ³	1974-1980
Trnávka	Trnava	6,68 mil. m ³	1977-1981
Sedlice	Želivka (Hejlovka, Jankovský potok)	2,22 mil. m ³	1921-1927

Spolu s vodním dílem Švihov samozřejmě došlo i k vybudování bytových domů, a to ve městech a obcích nacházejících se poblíž této oblasti. Kapitoulou samou o sobě jsou pak mosty, které se týkají tohoto vodního díla. Most táhnoucí se před údolím Sedlického potoka, jakož i most táhnoucí se přes Sedmpanský potok, začaly být budovány už před druhou světovou válkou. Tyto dva mosty měly představovat součást dálnice.

V souvislosti s okolnostmi druhé světové války ovšem musela být výstavba ukončena. K dostavění nicméně došlo brzo po jejím konci. V této době ještě nebyla předpokládána stavba dalších dálnic, tudíž zmiňované mosty chátraly. To se změnilo až v šedesátých letech, kdy bylo plánováno dostavět dálnici, nicméně v totožné době byla schválena i výstavba tohoto vodního díla. Z mostů se tudíž zachovaly jenom nedokončená torza (Košutová, 2012).

Na obrázku níže (viz obrázek 4) je jedna ze zaniklých obcí Zahrádka. Jednalo se přitom o významnou střediskovou obec:



Obrázek 4: Zaniklá obec Zahrádka (Aktuálně, 2022).

3.4.3 Základní technické a vodohospodářské charakteristiky Vodní nádrže Švihov

Toto vodní dílo zná většina lidí jako Vodní nádrž Želivku, ačkoli to není správný název. K jejímu vybudování došlo v letech 1965 až 1975 a nutno říci, že se může pyšnit hned několika unikáty. Pokud jde o rozlohu, jedná se o vůbec největší vodárenskou nádrž napříč celou střední Evropou, jež zabezpečuje pitnou vodu pro většinu středních Čech, a to včetně hlavního města Prahy a z části i Vysočiny. (Dvořáková, 2018)

Výška přehrady tudíž činí 58,3 metrů a na délku má pak přehrada celkem 860 metrů. Celkový objem činí 309 metrů krychlových. Při maximální hladině obvod nádrže dosahuje přibližně 150 kilometrů (Pleva, 2003).

Toto vodní dílo poskytuje surovou vodu pro úpravu na vodu pitnou pro více než 1,2 milionu lidí v České republice. Plocha povodí představuje celkem 1 178 km². Objem nádrže je pak 266 mil. metrů krychlových, přičemž teoretická doba zdržení představuje 430 dní (Fučík a Zajíček, 2015).

Nádrž je dlouhá 39,1 kilometru od jednoho konce ke druhému se zatopenou plochou 1602 hektarů. Od soutoku Želivky a Sázavy je vzdálená 4,29 km. Přehrada je založena na úrovni šterku v údolí; je však vázán na výšku 1,5 metru pod původním terénem na svazích. Vzdušný sklon přehrady je jeden až dva, přičemž tráva pokrývá celý svah. U instruktážního sklonu náspu, který je 1:2,5 a 1:3,7, poskytuje překrytí kamene přidanou výztuž cementem použitým k pokrytí vrcholu. Objem tělesa hráze činí celkem 2,342 mil. metrů krychlových materiálu (Broža, 2005).

Konkrétní parametry Vodní nádrže Švihov (Želivka) jsou ostatně uvedeny v tabulce přiložené níže (viz tabulka 4):

Tabulka 4: Základní parametry a hodnoty (PVL, 2022).

Údaj	Hodnota
Tok	Želivka ř. km (řiční kilometr) 4,290
Výška hráze nad dnem	58,3
Kóta koruny hráze	381,7 m n. m.
Délka koruny hráze	860 m

Údaj	Hodnota
Objem tělesa hráze	2,342 mil. m ³
Šířka koruny hráze	7 m
Obvod nádrže	150 km
Celkový objem nádrže	309 mil. m ³
Průměrný dlouhodobý roční průtok Q _a	927 (m ³ /s)
N-letý průtok Q ₁₀₀	316,0 m ³ /s
Zatopená plocha	1 602,64 ha
Vzdutí VN	39,1 km
Plocha povodí	178,3 km ²

Samotný odběr vody z této nádrže pak zabezpečují dvě masivní odběrové věže. Slouží k odebírání surové vody, která je následně vedena do čerpací stanice. Odběr vody je přitom etážový. Obě z těchto odběrných věží disponují celkem pěti otvory. Každý z těchto otvorů je schopen odebírat vodu v celkovém množství 3 metry krychlové za vteřinu. Do hlavního města Prahy je voda z této nádrže přiváděna prostřednictvím gravitačního štolového přivaděče (Chlum a kol., 1974).

Z úpravny vody tak tímto štolovým přivaděčem každou vteřinu proteče jen těžko představitelných sedm tisíc litrů vody za jednu vteřinu. Tento štolový přivaděč je díky své délce 52 kilometrů šestým nejdelším vodním tunelem na celé planetě a z technického hlediska se jedná o vsutku unikátní záležitost. Jeho ražba byla totiž velkým technickým problémem. Jedná se o tzv. gravitační přivaděč, tudíž jinak řečeno, voda v něm teče samospádem. Razit se muselo na celkem 28 čelbách, přičemž štoly tunelu, které mají průměr tři metry, jsou uloženy v hloubce od 8 do 150 metrů. Dohromady procházejí pod následujícími: (Dvořáková, 2018)

- 11 silnic,
- 34 potoků,
- 2 řeky,
- 29 silnic,
- 2 železnice.

Na obrázku níže (viz obrázek 5) je možné vidět výstavbu popisovaného vodního tunelu v roce 1970:



Obrázek 5: Výstavba vodního tunelu (Mapy.cz, 2022).

V pražské Jesenici tento tunelový přivaděč sbírá vodu z nádrže samospádem. Vede přímo z nádrže do úpravny vody, která je unikátní tím, že její provoz není závislý na vnější elektřině. Díky tomu může hlavní město získat vodu na vzdálenost 52 mil, aniž by se spoléhalo na umělou energii. Jinak řečeno, veškerá voda tudíž z úpravny vody do Prahy doteče sama díky gravitaci. Délku 52 kilometrů přitom urazí přibližně čtyřadvacet hodin (Dvořáková, 2018).

Na obrázku níže (viz obrázek 6) je zachycen vnitřek štolového přivaděče, aby bylo možné si lépe představit jeho rozměry:



Obrázek 6: Vnitřek štolového přivaděče (Voda a technika, 2021).

Původně se přitom uvažovalo i o možnosti využití železného či železobetonového potrubí. Životnost potrubí by však v takovém případě bylo podstatně nižší, než je tomu v případě štoly, tudíž zůstalo se u této možnosti. Samotná trasa, kterou potrubí vede, byla ovlivněna jednak geologickými podmínkami a jednak i zmiňovaným úsilím o to, aby bylo možné dovést co největší množství vody do Prahy za pomoci využití gravitace (Chlum a kol., 1947).

Celkově je možné říci, že toto vodní dílo se nachází na zemědělsky velice značně obhospodařovaném území. Plodiny jako brambory, řepka a kukuřice se pěstují zhruba na 50 až 80 % zaplavených zemědělských oblastí. Tyto plodiny jsou kombinovány pro větší efektivitu. Zároveň je ale nutno dodat, že v těchto místech jsou ve velkém využívány i prostředky sloužící k ochraně rostlin. Za součást celého tohoto vodního díla je pak možné považovat rovněž představené vodní nádrže. Ty jsou zároveň schopné velmi příznivým způsobem ovlivňovat kvalitu povrchové vody. Je tomu tak z toho důvodu, že dokáží zachytit značnou část splavenin z povodí, díky čemuž zamezují jejich následnému usazování právě ve vodní nádrži Švihov (Liška a kol., 2016).

Jde o následující: (Dobiáš a kol., 2015)

- Němčice na Sedlickém potoce,
- Trnávka na vodním toku Trnava,
- Sedlice a Vřesník na vodním toku Želivka.

Na obrázku 7 je pak zachycena téměř celá vodní nádrž Švihov:



Obrázek 7: Vodní nádrž Švihov (Aktuálně, 2022).

3.5 Kvalita vody ve Vodní nádrži Švihov a zdroje problémů s jakostí vody

Aby bylo možné vyhodnotit kvalitu vody v nádrži a popsat možné zdroje problémů s jakostí vody, je nejprve detailně popsáno, na jakém principu funguje úpravná vody Želivka, jakými modernizacemi v minulosti prošla i jaká modernizace byla poslední a co je od ní možné očekávat. Následně jsou popsány možné zdroje problémů s jakostí vody a na závěr je vyhodnocená kvalita vody.

3.5.1 Úpravná vody Želivka

Úpravná vody Želivka představuje vůbec největší úpravnu vody u nás. Ostatně díky svému projektovanému výkonu, který činí 7 metrů krychlových vody za vteřinu, jde zároveň i o jednu z největších úpraven vody v rámci celé Evropy. V této úpravně vody je zabezpečována výroba vody pro obce, které jsou na ni přímo napojené, jakož i pro další obce, které jsou napojené na štolový přivaděč, ze kterého je zásobováno zejména hlavní město Praha, ale rovněž i další obce poblíž (Výroční zpráva, 2022).



Obrázek 8: Areál úpravny vody Želivka (Sweco, 2022).

Konkrétně je úpravna vody (viz obrázek 8) situována u města Zruč nad Sázavou, a to přibližně padesát kilometrů jihovýchodně od hlavního města Prahy. Praha je zásobována téměř 74 % zásob vody z řeky Želivky a zásobování vodou pro okolní regiony, jako je Vysočina a Střední Čechy (Mácha, 1972).

Od roku 1972 je úpravna vody Želivka nejmodernější úpravnou vody pro Prahu. Jedná se o největší úpravnu vody v Praze a může se pochlubit moderní technologií, jako je dávkování síranu hlinitého a kyseliny sírové prostřednictvím koagulační filtrace. Voda je po úpravě ozónem a plynným chlorem alkalizována pomocí vápenného hydrátu. Po takto upravené vodě je realizován tunelový přivaděč do vodní nádrže Jesenice (PVK, 2022). V tabulce níže (viz tabulka 5) úpravny vody v nádržích:

Tabulka 5: Úpravny vody v deseti vodárenských nádržích (Vyskoč a kol., 2021)

Nádrž	Úpravna vody
Švihov	Želivka
Slezská Harta	Leskovec
Vranov	Štítary
Přísešnice	Hradiště
Vír I	Vír, Švařeč
Šance	Nová Ves u Frýdlandu
Římov	Plav
Kužberk	Podhradí
Stanovice	Březová
Fláje	Meziboří, Litvínov - Šumná

Pro zajímavost je přiložen i graf (viz obrázek 9), který zobrazuje vývoj množství vyprodukované vody v úpravně vody Želivka, a to konkrétně od jejího uvedení do plného provozu v roce 1973 až do loňského roku. Na grafu je možné vidět, že objem vody naposledy významně poklesl v roce 2020. V následujícím roce mělo pak na pokles vliv zejména započetí trvalého provozu úpravní vody Podolí, kdy produkce je realizována na úkor výroby jednak v této úpravně a jednak v úpravně vody Káraný (Výroční zpráva, 2022).



Obrázek 9: Vývoj množství vyprodukované vody 1973 – 2021 (Výroční zpráva, 2022)

3.5.2 Modernizace úpravní vody Želivka

Po roce 1989 byla úpravní vody několik zmodernizována a dostavěna, přičemž záměrem bylo jednak zefektivnění jejího provozu, ale jednak i zlepšení kvality dodávané pitné vody. Například v roce 1991 došlo k zavedení technologie ozonizace. Roku 2005 úpravní vody prošla velkou modernizací a mimo jiné došlo k přestavění hlavního velínu. V dalších letech bylo zrekonstruováno vápenné hospodářství a konkrétně v roce 2009 byla zmodernizována výše zmiňovaná technologie produkce ozónu (Havlová, 2022).

Nicméně k zatím největší dostavbě a modernizaci celého areálu došlo v loňském roce. Byl totiž vystavěn zcela nový technologický stupeň sorpce na granulovaném aktivním uhlí – GAU. Jde rozhodně o vůbec nejdůležitější investiční krok, co se týče historie úpravní vody Želivka. Díky aktivnímu uhlí bylo možné vylepšit kvalitu pitné vody, jakož i její samotnou chuť a pach. Zároveň ale tento proces slouží jako velmi důležitá preventivní bariéra pro eventualitu možné kontaminace zdroje surové vody, ke které

by mohlo dojít v souvislosti s toxickými látkami, jako jsou zejména pesticidy (Havlová, 2022).

Ostatně filtrace založená na využití granulovaného aktivního uhlí (GAU) má tyto následující úkoly: (Sweco, 2022)

- zabezpečení eliminace specifických organických látek, jako jsou pesticidy či farmaka, jakož i jejich produktů, které se už buď nacházejí v surové vodě, případně k jejich tvorbě dochází během samotné úpravy vody, což je zejména během procesu ionizace,
- snížení nebezpečí nesplnění klíčových legislativních limitů týkajících se pesticidů, a to včetně jejich metabolitů ve vyprodukované pitné vodě,
- vylepšení parametrů vyprodukované pitné vody v období takzvaného jarního oživení v nádrži (období přibližně devadesáti dnů),
- redukování bezpečnostních rizik týkajících se jednak běžného provozu, ale jednak i krizových stavů (je nutno zabezpečit potřebnou kvalitu vody),
- snížení rizik týkajících se eventuálního zhoršení kvality odebírané surové vody z nádrže.

Na obrázku přiloženém níže (viz obrázek 10) je zachycena hala filtrů zmiňované nové GAU filtrace:



Obrázek 10: Hala filtrů GAU filtrace (Sweco, 2022).

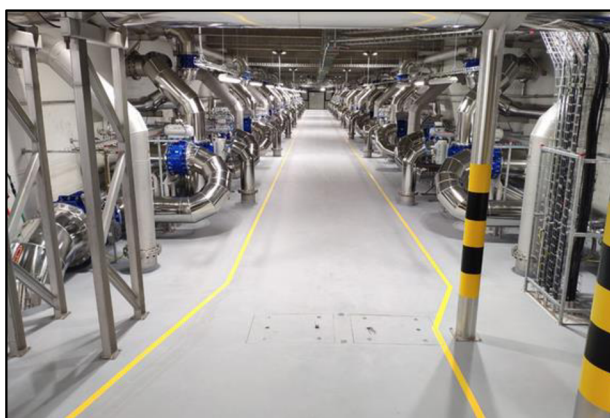
V rámci tohoto kroku došlo zejména k vybudování zcela nové haly (viz obrázek 10). V této hale se nachází celkem šestnáct filtrů, přičemž tyto jsou uspořádány do celkem čtyř sekcí neboli jakýchsi van. V každé z nich se nachází čtyři filtry. Celková plocha

všech filtrů činí 1 604 metrů čtverečních a výška filtrační náplně je pak 170 cm. V případě filtrů se na dně nachází drenážní systém, který je z nerezů a právě na něm je uležena vrstva granulovaného aktivního uhlí. Vanu jednotlivých filtrů zakrývají transparentní kryty, jak je ostatně dobře vidět i na obrázku výše (viz obrázek 10) (Sweco, 2022).

Pokud pomíneme vybudování nové filtrace založené na granulovaném aktivním uhlí, pak je třeba připomenout, že v rámci modernizace došlo taktéž k vybudování nového kolektoru, jakož i nových spojovacích rozvodů. Dále je třeba zmínit taktéž následující úpravy: (Sweco, 2022)

- **provozní čerpací stanice** – v tomto případě došlo k zprovoznění stanice, která zabezpečuje čerpání vody, která už prošla pískovou filtrací a ozonizací, a to do výše popisovaného objektu filtrace založené na granulovaném aktivním uhlí. Čerpání je nyní zabezpečeno soustavou čtyř odstředivých čerpadel.
- **obtokový kanál ionizace** – modernizace v tomto případě byla zacílená na zabezpečení odběru vody, která už prošla pískovou filtrací a ozonizací z technické linky a zpětnému zaústění vody po průtoku GAU filtrace zpátky do technologické linky úpravny.
- **hala filtrace F2** – modernizace v tomto případě byly uskutečněny především v kontextu s napojením přívodu prací vody a přívodu pracího vzduchu pro GAU filtraci na stávající rozvody.

Na obrázku přiloženém níže (viz obrázek 11) je ještě pro lepší představu vyfotografována armaturní chodba GAU filtrace:



Obrázek 11: Armaturní chodba GAU filtrace (Sweco, 2022).

Pokud ovšem pomineme samotnou výstavbu GAU filtrace, v loňském roce se úpravná voda Želivka dočkala taktéž dokončení výstavby kogenerace. Ta kombinuje produkci elektrické energie a tepla, přičemž zařazena je jakožto prvek záložního napájení úpravní, pokud by došlo k případnému výpadku elektrického proudu. Další velmi důležitou stavbou, u které se ještě letos očekává dokončení, je taktéž menší vodní elektrárna, která je situovaná na přítoku do vodojemu Jesenice. Tato elektrárna je navržena tak, aby byla schopna využít energetický potenciál vody, která teče přes štolový přivaděč (Sweco, 2022).

Pokud jde o plány na modernizaci do budoucna, očekává se zejména rekonstruování pískové filtrace F1. Tento systém filtrace totiž v úpravně vody Želivka funguje bez výraznějších úprav prakticky už od samotné výstavby, tudíž už více než padesát let. Očekává se, že rekonstrukce bude zahájena na jaře budoucího roku. Ohled je však brán nikoliv jenom na samotnou kvalitu či kvantitu vody, která je z této úpravní dodávána, ale rovněž na co nejvyšší šetrnost provozu, pokud jde o neblahý vliv na okolní životní prostředí. Z tohoto důvodu je v plánu zajistit, aby celý proces produkce vody byl do konce roku 2025 uhlíkově neutrální (Havlová, 2022).

3.5.3 Zdroje problémů s jakostí vody

Kvalita naší vody se rychle snižuje. Stává se tak špatným, že ho lidé již nemohou spravovat efektivně a stává se zcela pomyslnou hranicí, kdy je možné ještě efektivně zasáhnout a kdy již bude pozdě. Řada problematických látek pochází ze sinic, ale také pesticidů, kterých přibývá. Již nyní je obtížné eliminovat toxiny nacházející se ve vodě, protože dohled je nedůsledný a často jsou přijímána nedostatečná opatření. Navíc některé faktory znemožňují jejich odstranění (Pivokonský, 2018).

Liška a kol. (2016) uvedli, že oblast u vodní nádrže Švihov je významně ovlivněna antropologickými faktory. Je to dáno jak intenzivním zemědělským využíváním, tak i záměrnými lidskými zásahy. V průběhu času hrozí, že se životní prostředí kolem nádrže výrazně zhorší kvůli specifickým problémům souvisejícím s kvalitou vody.

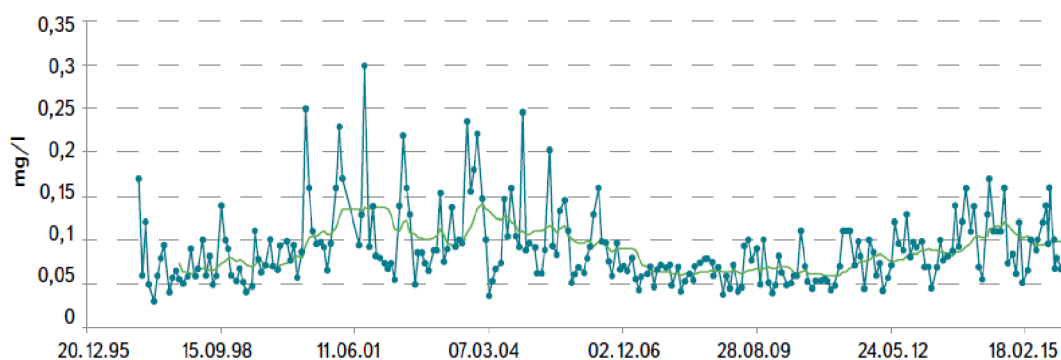
Tyto zahrnují:

- eutrofizaci,
- pesticidy
- eroze.

Zvýšené hladiny fosforu v tocích pocházejí ze specifických zdrojů. Patří sem zemědělské postupy a technologie řízení používané v naší zemi. Navíc to způsobuje nadměrnou eutrofizaci toků – což zhoršuje kvalitu vody. Další příčinou je úbytek zemědělské půdy erozí. V důsledku této sedimentace dochází k zanášení toků a nádrží.

Za nejvíce rizikový faktor, pokud jde o vliv eutrofizace, je pak možné považovat v této oblasti fosfor z bodových zdrojů znečištění. Naštěstí se ale jeho koncentraci podařilo od roku 2013 stabilizovat, a to spolu se značnými investicemi do čističek odpadních vod (Liška a kol., 2016).

Ostatně pro lepší představu graf přiložený níže (viz obrázek 12), znázorňuje dlouhodobý vývoj koncentrace fosforu v letech 1997 až 2015:



Obrázek 12: Dlouhodobý vývoj koncentrace celkového fosforu na přítoku Vodní nádrže Švihov (Liška a kol., 2016).

Při vstupu do toků jsou vedle odpadních vod často pozorovány pesticidy zemědělské výroby. Od roku 2016 Čuhel a spol. konstatovali, že následující prvky byly v povrchových vodách povodí přehradní nádrže Švihov nejčastěji nalezeny (Liška a kol., 2016):

- léčiva,
- hormonální přípravky,
- kosmetické přípravky,
- antikoroziiva,
- bisfenol A,
- a jiné.

Mnoho léků a pesticidů se rozkládá na menší metabolity, které mohou zůstat ve vodě po dlouhou dobu. Tyto metabolity se mění na různé formy, které mohou zůstat

ve vodě. Liška a kol., (2016) jsou přesvědčeni, že z dlouhodobého hlediska představuje přechod na pěstování technických plodin v blízkosti tohoto vodního díla velkou hrozbou, která může výrazně negativně ovlivňovat kvalitu vody.

Jako příklad je možné uvést právě výše zmiňované pesticidy. Pro tyto látky se totiž maximální povolená hodnota stanovuje na 500 nanogramů na jeden litr. Realita je však taková, že na organismus člověka působí bezprahově. Tímto se má na mysli, že na něj budou vždy působit, ať už budou v jakémkoliv množství. Jejich odstranění ze surové vody je dosti náročné, a to zejména v tom případě, pokud jich je v surové vodě velké množství. Množství pesticidů naměřených v nádrži je 3 000 ng/l nebo vyšší. Několik odborníků naměřilo množství pesticidů v nádrži přesahující 1 000 ng/l. Před pár lety padl rekord s 3 001 ng/l (Pivokonský, 2018).

Dalším problémem je, že vrchol používání produktů ze sinic se také shoduje s vysokou spotřebou pesticidů. Odstranění pesticidů vyžaduje použití karbonizovaných materiálů, jako je aktivní uhlí. Tato technika však nefunguje se zahrnutím produktů ze sinic, protože jejich póry snadno blokují aktivní uhlí. To vede k pokračujícímu používání pesticidů a neprostupnému uhlíku. Ústav pro hydrodynamiku České republiky se domnívá, že změna v jejich zemědělských metodách je nezbytná. Podle jejich ředitele Martina Pivokonského by růst plodin u vodní nádrže Švihov nebyl na místě. Místo toho je doporučeno nevysazovat kolem nádrže řepku nebo kukuřici (Pivokonský, 2018).

A právě i z tohoto důvodu byl v roce 2019 na celkem tři roky na polích u Švihova spuštěn experiment, kdy zemědělci utlumili postřiky, a to díky výměně za vyšší dotace. Záměrem bylo zlepšit kvalitu pitné vody ve Vodní nádrži Švihov. Navzdory výše zmíněnému je sice stále možné konstatovat, že kvalita vody z nádrže Švihov je obecně považována za dobrou, tento projekt se ale snaží veškerá rizika minimalizovat. Výskyt těchto látek ve vodě má totiž příčiny z velké části ještě v intenzivním zemědělství z období socialismu, a je proto potřeba skutečně změnit přístup. Projektu se zúčastnilo celkem osmnáct zemědělců. Na dotacích jim jako náhrada bylo vyplaceno celkem sto milionů korun, a to ještě nad rámec dotací běžných. Na oplátku ale museli zemědělci snížit používání vybraných látek o více než třetinu. Řeč je pak zejména o herbicidech, které v této souvislosti stojí za největším množstvím problémů. V plánu přitom bylo, že pokud by se tento program osvědčil a kvalita vody by se zlepšila, bude nasazen i v dalších oblastech, nikoliv pouze kolem Želivky. Nutno říci, že pozitivní

dopady na sebe nenechaly dlouho čekat a začaly být viditelné velmi brzy. Výsledky tohoto programu jsou ukázány v následující podkapitole (Horáček, 2021).

3.5.4 Zhodnocení kvality vody

Kvalita vody představuje jednoznačně jeden z nejvýznamnějších indikátorů napříč celým průběhem její výroby. Průběžně jsou tak uskutečňovány rozborů akreditovanou laboratoří, a to v souladu s: (Výroční zpráva, 2022)

- přijatým Plánem kontroly kvality vody,
- schválených a monitorovaným orgánem hygienické služby.

Pokud jde o kontrolu jakosti vody, ta je zabezpečena ze strany laboratoře společnosti Pražské vodovody a kanalizace a.s. Ovšem protože se obecně začaly postupně zhoršovat parametry surové vody, došlo k vybudování dalšího technologického stupně, který nyní doplňuje současnou úpravu vody. Tímto stupněm je už výše detailně popisovaná filtrace zabezpečující sorpci na granulovaném aktivním uhlí (GAU). Roční zkušební provoz této filtrace byl započat začátkem minulého roku a v lednu roku 2022 byl také úspěšně dokončen (Výroční zpráva, 2022).

Začátkem února letošního roku nakonec úpravna vody včetně této nové filtrace přešla do ostrého provozu. Veškeré práce na této modernizaci, kdy má být zajištěna lepší kvalita vody, vyšla dohromady na více než 1,2 miliardy korun (Havlová, 2022).

Po ročním provozu této nové fáze filtrace založené na granulovaném aktivním uhlí disponují vodohospodáři prvními výsledky kvality vody. Podle ředitele Želivské provozní možné konstatovat její zásadní zlepšení. Úpravna vody Želivka za tento uplynulý rok totiž dosáhla úspěšnosti více než devadesát procent. Týká se to přitom pesticidů, metabolitů, ale i Farmak. Kvalita vody tudíž byla díky použití GAU filtrace výrazně vylepšena, což ostatně mohli pocítit i samotní odběratelé vody z vodárenské nádrže Švihov, neboť bylo možné zaznamenat jemnější chuť pitné vody. Finanční náklady na vybudování haly s GAU filtry vyšplhala na 1,2 miliardy korun, avšak splnila, co bylo od ní očekáváno, tudíž voda je výrazněji zbavována pesticidních látek i zbytků farmak (Vysočina Rozhlas, 2022).

Podle vyjádření ministra životního prostředí je tedy možné říci, že investice do výstavby nové filtrace GAU v podstatě nakonec vyřešila to, co se v rámci kvality vody v minulosti vůbec nijak neřešilo – tj. kupříkladu mikroplasty, farmaka, pesticidy

a jiné látky, které lze v současné době právě za pomoci granulovaného aktivního uhlí eliminovat z pitné vody. Na tyto látky totiž dosud využívané pískové filtry, ozonizace či úprava vápenným hydrátem a plynným chlorem nebyly zcela dostačující. Podle hlavního inženýra celého projektu je tak nyní kvalita vody, ale i její chuť, vylepšena ještě o stupeň výše. Velkou výhodou tohoto nového zařízení navíc je, že je schopen mnohem efektivněji reagovat na případné zhoršení kvality surové vody (Brabec, 2021).

Ovšem ukazuje se, že nikoliv pouze kvalita přefiltrované vody, která je odebírána z úpravny vody Želivka, byla vylepšena. Ve skutečnosti už delší dobu do úpravny přitéká voda, která je nyní mnohem čistější ještě před samotnou filtrací, což je obrovským plusem. Tento fakt je možné přisuzovat výše zmiňovanému pilotnímu programu, který měl omezit používání pesticidů v okolí Želivky (Vysočina Rozhlas, 2022).

Totíž jak už bylo vysvětleno v předcházející podkapitole, v roce 2019 byl na celkem tři roky na polích u Švihova spuštěn experiment, kdy zemědělci utlumili postřiky, kdy výměnou jim bylo celkem 100 milionů korun nad rámec dotací s tím, že pokud experiment prokáže pozitivní výsledky, bude možné tento postup aplikovat i v případě dalších lokalit, nikoliv pouze Želivky. Dle zprávy ze začátku července letošního roku generální ředitel státního podniku Povodí Vltavy Petr Kubala mohl konstatovat, že výsledky po třech letech tohoto programu jsou velmi dobré, neboť celkové množství pesticidních látek ve vodě se snížilo o 20 až 28 procent. Celý projekt měl být sice ukončen již nyní v září, avšak bylo rozhodnuto, že bude nadále pokračovat, a to další dva roky, aby bylo možné situaci opět zanalyzovat a zjistit, zda kvalita vody nadále stoupá. Kromě Vodní nádrže Švihov se už ale posléze programu zúčastní také další nádrže, a to konkrétně Římov, Vrchlice a Opatovice (Kubala, 2022).

Zemědělci sice mohou konstatovat, že jejich výnosy díky tomuto ekologickému hospodářství výrazně poklesly, a to v některých případech i víc než o třetinu, avšak díky dotacím se povedlo nalézt jakousi „zlatou střední cestu“ (Vysočina Rozhlas, 2022).

Nakonec je ještě třeba dodat, že vylepšování kvality vody v nádrži Švihov tímto rozhodně nekončí. Totíž až do této doby byl zde k upravování vody používán chlór, jak už bylo zmiňováno. Ten lze ovšem považovat za velice nebezpečnou látku. Nyní

bude chlórování nahrazeno a na místo sudů s touto látkou bude dovážena klasická sůl, ze které prostřednictvím elektrolyzy bude produkován chlórnan. Ten najde využití jakožto desinfekční činidlo (Keller, 2022).

3.6 Zabezpečení odběrů pitné vody a vliv klimatických změn

Podle Vyskoče a kol., (2021) sucha společně s povodněmi představují extrémní hydrologické jevy. Tyto jevy je přitom možné označit za zcela přirozené a zároveň nahodile se vyskytující. Ovšem je třeba si zároveň uvědomit, že společně s narůstajícími dopady změn klimatu se četnost jejich výskytu, jakož i jejich celkový rozsah, může velmi výrazně měnit. Pokud se zaměříme na výsledky modelování dopadů změn klimatu konkrétně u nás, je možné předpovídat mnohem častější výskyt jednak povodní, ale jednak i po delší dobu trvajících suchých období. Tento fakt bylo přitom možné v posledních letech potvrdit na celé řadě povodí v Čechách. Takto nepříznivý stav ovšem může snadno vést k ohrožení spolehlivosti zásobování obyvatel pitnou vodou.

V současnosti jednoduše nemůže být žádných pochybností, že změna klimatu, časové, jakož i regionální změny v průběhu srážek a narůstání průměrné teploty vzduchu jsou skutečně schopné velmi neblaze ovlivnit vodní poměry a dostupnost vodních zdrojů. Tento problém se přitom týká právě a zejména České republiky, neboť u nás jsou vodní zdroje značně omezené. Je možné říci, že závisí v podstatě jenom na atmosférických srážkách. Dlouhou dobu se nebral ohled na to, že povodně sice jsou velkou katastrofou, ale sucha může být ještě daleko nebezpečnější (Punčochář, 2021).

Podle Punčocháře (2021) se Česká republika procentem využívání vodních zdrojů vlastně řadí ke krajinám jižní Evropy s vodním stresem. Veřejnost si přitom tento fakt neuvědomuje a vlastně si ani dost dobře není schopna představit, že dostupnost pitné vody může být v důsledku změn klimatu snadno ohrožena. Veřejnost si zároveň neuvědomuje, že u nás došlo od roku 1989 k výraznému snížení spotřeby pitné vody, ale taktéž došlo během posledních dekád k vybudování vodních nádrží. To vše mělo za následek, že zásobování pitnou vodou tak bylo stále konstantní. Klimatické změny ovšem tuto situaci mohou velmi rychle změnit.

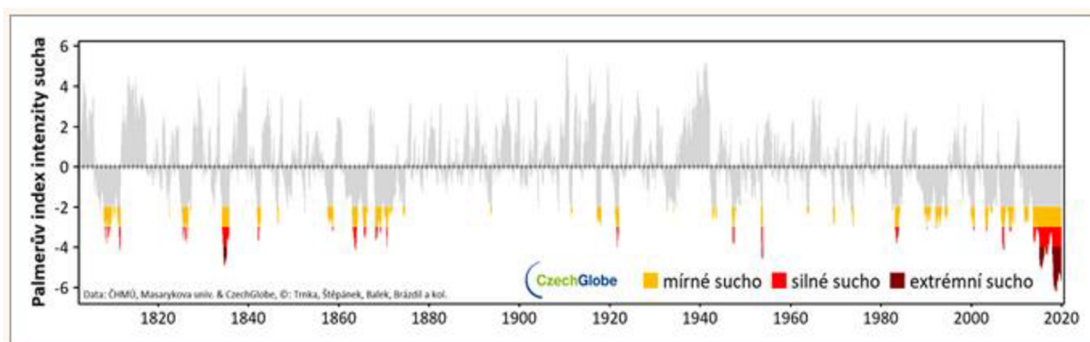
Změnu spotřeby vody v České republice od roku 1989 až do roku 2018 je možné si prohlédnout v příložené tabulce (viz tabulka 6)

Tabulka 6: Změna spotřeby vody v ČR (upraveno z: Punčochář, 2018).

Rok	Spotřeba vody		
	l/osobu/den		% rozdílu
	1989	2018	
Celková spotřeba	401	133,5	-67
Spotřeba domácnosti	171	89,5	-48

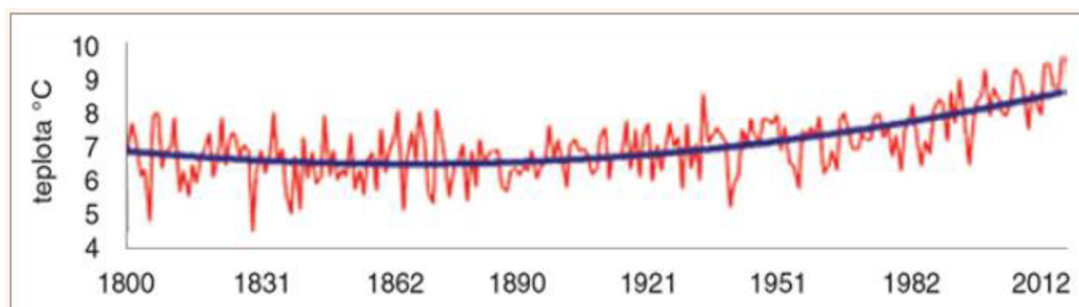
Obce a města, jakož i provozovatelé vodovodů a kanalizací se musí jednoznačně snažit zabezpečit dostatečné vodní zdroje pro zásobování lidí pitnou vodou, a to jak nyní, tak i do budoucna. Z historického hlediska je totiž celá tato situace naprosto nová. V posledních letech se potýkáme s naprosto nejdelšími obdobími sucha s evidentně negativní vodní bilancí (Punčochář, 2021).

Ostatně vývoj výskytu suchých období u nás, a to za posledních 220 let přehledně zobrazuje přiložený graf (viz obrázek 13):



Obrázek 13: Výskyt suchých období v ČR 1800 – 2022 (Punčochář, 2021).

Pokud se zaměříme na scénáře klimatických změn, které jsou zpracované ze strany výzkumných institucí, je možné konstatovat, že průměrná teplota bude nadále narůstat. Stěžejním a prakticky jediným zdrojem vody pro Českou republiku jsou přitom srážky. Vývoj průměrných ročních teplot vzduchu u nás od roku 1800 do roku 2012 zobrazuje graf níže (viz obrázek 14):



Obrázek 14: Vývoj průměrných ročních teplot vzduchu v ČR (Punčochář, 2021).

Veškerá tato fakta vedou k naléhavé potřebě naplánovat strategii, jak zabezpečit dostatečné množství vodárenských zdrojů pro produkci pitné vody do budoucna. V současné době jsou k tomuto využívány zdroje z podzemních vod a z povrchových vod, a přibližně půl na půl. Ve druhém případě jde právě o vodní nádrže. Spoléhat se však na podzemní zdroje bylo chybou, protože toto v žádném případě není zaručeno. Naopak, logickým krokem je zaměřovat se zejména na povrchové zdroje a jejich posilování na základě dalších akumulací. Na rozdíl od podzemních vod jsou totiž povrchové vody předvídatelné a jsou schopné zajistit pitnou vodu pro další generace i do budoucna. Minimálně z těchto závěrů jasně vyplývá, že je nutno se dostatečně včas zaobírat výhledem na zabezpečení zdrojů vody pro zásobování obyvatelstva pitnou vodou, přičemž zaměření se na povrchové vody je skutečně logické a prakticky nikdo nemůže zpochybňovat význam vodních nádrží (Punčochář, 2021).

Ovšem klimatické změny ve výsledku nezpůsobují pouze nedostatek pitné vody. Změny teplot totiž dokáží rovněž výrazně narušovat kvalitu pitné vody. Ředitel Ústavu pro hydrodynamiku Akademie věd ČR Martin Pivokonský vysvětluje, že díky zvyšování průměrných teplot, ale i lidské činnosti lze do budoucna jednoznačně počítat s tím, že ve vodních nádržích budou značně přibývat sinice a jejich produkty. Produkty těchto bakterií, které jsou označovány jako AOL (Agal Organic Matter), jež dosahují svého vrcholu v období vodního květu, bylo zejména v posledních letech možné pozorovat mimo jiné právě i ve Vodní nádrži Švihov. Experti proto tyto látky jezdí sbírat z hladiny a následně je podrobují analýze. AOL totiž představuje celou řadu nejrůznějších látek. Tyto látky se vyznačují svou toxicitou a bohužel nutno zdůraznit, že v rámci pokusů jsou schopné dokonce způsobovat velké poruchy technologie. Prakticky jsou schopné zamezovat srážecímu procesu. Dochází teda k tomu, že látky, které mají být vysráženy, nakonec zůstávají bez rozpuštění a filtrací se následně dostávají do další čisticí fáze (Pivokonský, 2018).

Vznik produktů ze sinic v důsledku klimatických změn tak představuje obrovský problém, přičemž ještě horší situace nastává v okamžiku, kdy se tyto látky dostávají až do zcela finální fáze procesu úpravy vody. Konkrétně je řeč o hygienické úpravě. Tehdy se do vody přimíchávají desinfekční látky, tj. voda se chloruje či ozonizuje. Obrovským problémem ovšem je, že právě s chlorem tyto látky výrazně reagují a dochází tak ke vzniku jiných látek, které se vyznačují vysokou toxicitou. Vytváření

těchto toxických látek je možné předcházet, a to za pomoci manganistanu draselného. Ovšem zdaleka ne všechny úpravní jevy používají, tudíž kvalita vody se mnohdy značně liší. Některé úpravní vody bohužel také využívají fakt, že jediný test na odhalení organických látek, které mají povinnost zrealizovat, jednoduše u látek ze sinic nefunguje. Jak už ale bylo řečeno, protože klimatické podmínky se budou nadále výrazně měnit, je nutno počítat s tím, že bude narůstat i množství sinic, na což je potřeba se důkladně připravit (Pivokonský, 2018).

Po vyhodnocení vlivu změny klimatu na hydrologické charakteristiky jednotlivých nádrží v rámci analýzy bylo posuzováno také zabezpečení poptávky vody, a to za pomoci výpočtů vodní bilance a simulačního modelování zásobních funkcí v nádržích. Daný model simuluje chování systému vodních zdrojů s ohledem na časové řady a průběh zásob do budoucna, v této studii tedy do výhledového roku 2050. Výsledkem při analýze bylo v rámci vodní nádrže Švihov zjištění, že zabezpečení dostatečného množství vody pro poptávku do roku 2050 není zcela dostatečné v případě maximálních povolených odběrů. Vodní nádrž Švihov se tak řadí mezi šest vodních nádrží (Nýrsko, Vír I, Přisečnice, Fláje a Šance), které jsou vyhodnoceny jako nádrže obsahující bezproblémové zabezpečení vody s ohledem na možné změny klimatu pouze pro současné odběry nikoli pro povolené (Vyskoč a kol., 2021).

4 VÝSLEDNÉ ZHODNOCENÍ A DISKUZE

V současné době se prakticky čtvrtina celého světa potýká s nedostatkem vody. Zdaleka nejvíce je zasažen zejména sever Afriky, ale také Střední východ. Situace v České republice sice není až natolik kritická, avšak je třeba si uvědomit, že vodní zdroje jsou u nás značně omezené a závisí vlastně jenom na atmosférických srážkách (Kadeřábková, 2019).

V souvislosti s velice intenzivním rozvojem hlavního města ČSSR Prahy a také neustále narůstající životní úrovni, se proto jedním z hlavních problémů stalo zajištění pitné vody pro Prahu. Tyto skutečnosti vedly k rozhodnutí vybudování vodní nádrže, která by tento problém vyřešila. Jako zdroj pitné vody byla zvolena Želivka, která byla minimálně zatížená škodlivými látkami, a tudíž pro dané účely vyhovující. Vodní nádrž Švihov jakožto největší vodárenskou nádrž na pitnou vodu u nás, ale i ve střední Evropě, v současnosti zásobuje pitnou vodou asi 1,3 až 1,5 milionů obyvatel. Její potenciál je ovšem až 2,8 milionů (Naše voda 2022).

Největší a nejmodernější úpravna vody v České republice je úpravna vody Želivka. Technologie úpravy vody zahrnuje koagulační filtraci s dávkováním síranu hlinitého a kyseliny sírové. Tento proces zajišťuje vysoce kvalitní pitnou vodu, která nezpůsobuje žádné zdravotní problémy. Uložení sanitace pomocí vápenného hydrátu po úpravě vody alkalizací. Dalším krokem je zavedení zdravotní bezpečnosti přidáním ozónu a plynného chlóru (PVK, 2022).

Nicméně již před několika lety bylo zřejmé, že kvalita vody u nás poměrně rychle klesá a voda se tak dostává na jakousi pomyslnou hranici, kdy ji ještě možné ji upravit a kdy už ne. Potíží jsou zejména produkty ze sinic, ale taktéž pesticidy, kterých je stále větší množství. Právě z tohoto důvodu byl v roce 2019 na celkem tři roky na polích u Švihova spuštěn experiment, kdy zemědělci utlumili postřiky, kdy záměrem bylo zlepšit kvalitu vody, která je přiváděna do úpravní vody. Závěrem je možné konstatovat, že výsledky jsou velmi dobré, neboť celkové množství pesticidních látek ve vodě se snížilo o 20 až 28 procent na vtoku. Tohoto programu se tak zúčastní i další vodní nádrže (Kubala, 2022).

Mnohem lepší kvalitu vody ale v současné době zabezpečuje také zcela nová GAU filtrace, jakožto další filtrační stupeň založený na technologii granulovaného aktivního uhlí.

Náklady na tuto modernizaci se sice vyšplhaly poměrně vysoko až na 1,2 miliardy korun, avšak výsledky jsou velmi dobré a úpravna vody Želivka za tento rok dosáhla úspěšnosti více než devadesát procent, pokud jde o pesticidy, metabolity a farmaka. Kvalita pitné vody z vodárenské nádrže Švihov tak byla opět výrazně vylepšená, což měli možnost pocítit i sami odběratelé. Voda je nyní chuťově jemnější a podařilo se ji zbavit většiny škodlivých látek (Vysočina Rozhlas, 2022).

Pokud jde o kvalitu vody, celkově lze díky výše uvedeným opatřením i modernizaci konstatovat, že v posledních letech kvalita vody ze Švihova výrazně stoupla.

Co se týče vlivu klimatických změn a zabezpečení odběrů pitné vody, především je třeba říci, že dnes už statistická data hovoří zcela jednoznačně, že průměrná teplota za posledních více než 200 stoupla a nadále stoupá, přičemž výskyt suchých období je rovněž za posledních 220 let zdaleka nejvyšší. Jinak řečeno, nacházíme se ve zcela nové situaci, kterou nikdo z nás nepamatuje. Tento problém se náš přitom do velké míry dotýká, protože vodní zdroje jsou v České republice značně omezené a dlouhá období sucha do budoucna mohou představovat obrovský problém se zabezpečením pitné vody. V posledních letech se totiž potýkáme s nejdelšími obdobími sucha s evidentně negativní vodní bilancí. Je proto nutné se problémem zabývat dostatečně včas a zejména se pak zaměřit na povrchové vody a jejich posilování na základě dalších akumulací (Punčochář, 2021).

Je nepochybné, že v současné době je v České republice nejvyšší čas zaobírat se výhledem na zabezpečení zdrojů vody pro zásobování obyvatelstva pitnou vodou. Zaměření se na posílení akumulace povrchových vod je dnes už zcela evidentní a asi jen těžko by bylo možné namítat něco proti obrovskému přínosu vodních nádrží v České republice, a to zejména s ohledem na klimatické změny, kterých lze být svědkem.

Je sice pravdou, že Česko má vystavěnou velice kapacitní infrastrukturu, pokud jde o vodní nádrže a vodárenské soustavy, ale je třeba si také uvědomit, že ty nedokáží zajistit vodu pro celou republiku. Ačkoliv všechny vodárenské nádrže v podstatě bez potíží byly schopny plnit svůj účel a poskytovat pro obyvatele dostatek pitné vody, je pravdou, že některé z těch menších by při nedostatečných srážkách v budoucnu tohoto nemusely být schopné. Problém je třeba shledávat v tom, že vodní zdroje u nás jsou značně omezené a Česko se v jejich využívání zařazuje mezi krajiny jižní Evropy

s vodním stresem. Závisí v podstatě jenom na atmosférických srážkách. Období sucha tak pro Českou republiku mohou představovat ještě větší problém nežli povodně (Punčochář, 2021).

Jako možné řešení s nedostatkem pitné vody by mohlo být vystavění nových přivaděčů z vodních nádrží do těch obcí či měst, ve kterých zdejší zdroje podzemní vody nebyly dostačující. Naopak ale prohlubování současných podzemních zdrojů nelze považovat za správnou cestu. Není to vhodné jednak z důvodu očekávaných klimatických změn, ale jednak i z důvodu fakt, že tyto zdroje vody se nestíhají doplňovat v dostatečné míře, pokud nastane období sucha. Je ale faktem, že případným nedostatkem vody se v současnosti zabývají také jednotlivá povodí (Punčochář, 2021).

Dále je třeba si uvědomit, že případné nedostatečné průtoky během období, kdy panuje větší sucho, ve výsledku neovlivňuje pouze samotné zásoby pitné vody. Dochází totiž rovněž ke snižování její kvality v řekách a potocích. K tomuto dochází díky nedostačujícímu ředění odpadních vod. Tuto potíž lze přitom efektivně řešit prostřednictvím nařizování odpadních vod, a to vodou z vodních nádrží. Pochopitelně taktéž jejím čištěním, ale nutno podotknout, že možnosti čističek odpadních vod samozřejmě mají své limity.

V každém případě je navzdory případným opatřením možné očekávat, že klesající průtoky díky klimatickým změnám budou mít naši krajinu ve výsledku zásadně ovlivňovat. Možnosti boje proti klimatickým změnám a následnému suchu jsou přitom značně omezené, tudíž do budoucna bude nutné se také změnám přizpůsobovat. Někdy je možná až s podivem, že řada lidí nesouhlasí s výstavbou nových vodních nádrží, ale nepřemýšlí nad tím, že masivní část srážkových vod ve skutečnosti odtéká mimo naši zemi. Na druhou stranu ale se zohledněním klimatických změn počítá Ministerstvo zemědělství, které má v plánu do budoucna zabezpečit zejména propojování vodárenských soustav a zavádět opatření, která budou podporovat akumulaci vody. (Žák, 2020) S veškerými těmito opatřeními lze jednoznačně souhlasit.

Že klimatické změny ovlivňují vodní poměry, ostatně hovoří jednoznačně i statistická data. Za posledních více než 200 let u nás nejen, že došlo k neustálému narůstání průměrné teploty, ale rovněž ke zvyšování výskytu období extrémního sucha. Tyto změny klimatu ve výsledku ovlivňují zásoby vody. Navíc z historického hlediska se

jedná o situaci, se kterou jsme se ještě nesetkali. Očekávat je pak možné, že teploty i období sucha budou nadále narůstat (Punčochář, 2021).

Klimatické změny ovšem mohou mít rovněž velmi neblahý vliv nejenom na nedostatek vody, na rovněž na její kvalitu. To bylo ostatně možné pozorovat zejména v poslední dekádě i ve Vodní nádrži Švihov, kde přibývalo sinic a jejich produktů. Do budoucna je třeba počítat s tím, že sinic bude v důsledku klimatických změn i nadále přibývat.

Pokud je řeč o kvalitě vody ve Vodní nádrži Švihov, zejména v posledních letech kvalita vody poměrně rychle klesala. Potíží jsou přitom zejména produkty ze sinic, ale taktéž pesticidy, kterých je stále větší množství.

Jak se ukázalo, situaci se podařilo do poměrně velké míry stabilizovat, když byl na polích u Švihova spuštěn experiment, kdy zemědělci utlumili postřiky. Jejich zisky sice poklesly v některých případech i o třetinu, avšak toto kompenzovaly dotace ve výši 100 milionů korun a podařilo se tak najít jakousi „zlatou střední cestu“. Obsah pesticidních látek se tak podařilo snížit až o čtvrtinu (Kubala, 2022).

Ke kvalitě pitné vody navíc dnes ve velké míry přispívá taktéž nově vybudovaná filtrace GAU, tudíž filtrace založené na granulovaném aktivním uhlí. Technologicky se jedná o špičku a tato metoda je využívána i v rámci modernizací dalších vodních nádrží napříč Evropskou unií.

Analýza odborného měření, která byla v rámci této práce provedena, zjistila, že vodní nádrž Švihov je v rámci zkoumané skupiny nádrží nejméně zasažena s ohledem na klimatické změny, které byly v této analýze zkoumány. Dále bylo zjištěno, že s ohledem na výhled do roku 2050 lze předpokládat, že z této vodní nádrže bude odebíráno nejvíce vody, a to v porovnání s ostatními nádržemi, které byli do měření zahrnuty. Navýšení odběru vody je způsobeno jednak tím, že právě tato nádrž byla, jak již je uvedeno v rámci tohoto odstavce výše, nejméně zasaženou analyzovanou nádrží s ohledem na klimatické změny (Vyskoč a kol., 2021).

ZÁVĚR

Protože Vodní nádrž Švihov představuje jeden z klíčových zdrojů vody pro velké množství obyvatel, je nutno také zajistit, aby kvalita dodávané pitné vody byla na co nejvyšší úrovni. K tomuto slouží úpravna vody Želivka, do které je voda z přehrady přiváděna. Jak bylo v práci vysvětleno, jedná se nejenom o největší, ale v současné době taktéž o nejmodernější úpravnu vody v České republice. Pokud jde o technologii úpravy vody v této úpravně, je možné hovořit o tzv. koagulační filtraci s dávkováním síranu hlinitého a kyseliny sírové. Voda je následně upravena alkalizací, a to za pomoci vápenného hydrátu. Zdravotní zabezpečení je realizováno ozonem a plynným chlorem. Nicméně podstatné je zmínit, že k zatím největší modernizaci došlo v loňském roce, kdy byl vystavěn zcela nový technologický stupeň sorpce na granulovaném aktivním uhlí – GAU. Díky této technologii filtrace lze z pitné vody eliminovat maximum nežádoucích látek, jako jsou například pesticidy včetně jejich metabolitů, farmaka nebo xenobiotika. Obrovskou výhodou navíc je, že lze takto odstranit rovněž neblahé důsledky eventuálních nepřátelských činů na samotném zdroji, případně úmyslné neplnění opatření v rámci ochranného pásma Želivky. Kolem tohoto vodního díla jsou totiž také vymezena tzv. ochranná pásma vodního zdroje. Jejich účel tkví v ochraně množství a jakosti povrchové vody v nádrži, přičemž v jejich rámci jsou omezeny určité činnosti a využívání nemovitostí, a to právě ve prospěch jakosti a zdravotní nezávadnosti vody. Ostatně realizace celého tohoto projektu modernizace zabezpečí produkci pitné vody také v krizových situacích, jakož i potřebnou kvalitu pitné vody, pokud by eventuálně došlo k nějaké živelné katastrofě, případně ekologické havárii.

Jak bylo v práci vysvětleno, aktuálně již vodohospodáři také disponují prvními výsledky kvality vody a je možné konstatovat, že po dobudování tohoto dalšího stupně filtrace se kvalita pitné vody zásadně zlepšila. Úpravna vody Želivka za tento uplynulý rok totiž dosáhla úspěšnosti více než devadesát procent. Týká se to přitom pesticidů, metabolitů, ale i farmak. Rozdíl mohli pocítit i sami odběratelé, neboť nyní je voda chuťově jemnější. Ačkoliv náklady na vybudování GAU filtrace byly velmi vysoké a přesahovaly jednu miliardu korun, lze tuto investici považovat za úspěšnou, neboť takto prakticky došlo k vyřešení problému s vysokou koncentrací pesticidů, farmak, mikroplátstů a dalších látek, které byly ve vodě z nádrže Švihov zejména v poslední době naměřeny. Na tyto látky totiž dosud využívané pískové filtry, ozonizace či úprava

vápenným hydrátem a plynným chlorem, nebyly zcela dostačující. Avšak kvalita vody byla zlepšena i díky omezení používání pesticidů v okolí Švihova a to v rámci tříletého projektu, kdy byly zemědělcům jako náhrada za ušlé zisky poskytnuty dotace ve výši 100 milionů korun. Po třech letech tohoto programu je v současnosti možné konstatovat jednoznačné zlepšení kvality vody, neboť obsah pesticidních látek byl snížen přibližně o 20 až 28 procent na přítoku do vodní nádrže Švihov. Ovšem vylepšování kvality vody v nádrži Švihov tímto rozhodně nekončí. Například dosavadní chlorování vody bude nahrazeno, a bude využívána sůl, ze které pomocí elektrolýzy bude produkován chlornan.

V současnosti nemůže být žádných pochybností, že změna klimatu dokáže velmi neblaze ovlivnit vodní poměry a dostupnost vodních zdrojů. Tento problém se přitom týká právě České republiky, neboť u nás jsou vodní zdroje značně omezené. Je možné říci, že závisí v podstatě jenom na atmosférických srážkách. Tato fakta vedou k naléhavé potřebě naplánovat strategii, jak zabezpečit dostatečné množství vodárenských zdrojů pro produkci pitné vody do budoucna. V současné době jsou k tomuto využívány zdroje z podzemních vod a z povrchových vod. Ve druhém případě jde právě o vodní nádrže. Spoléhat se na podzemní zdroje by rozhodně bylo chybou. Naopak, logickým krokem je zaměřovat se zejména na povrchové zdroje a jejich posilování. Je ale také třeba si uvědomit, že změny klimatu nemají za následek jenom nedostatek pitné vody pro obyvatelstvo, ale že také výrazně narušují její kvalitu. Totiž zejména díky zvyšování průměrných teplot, ale i lidské činnosti ve vodních nádržích značně přibývají sinice a jejich produkty. Tyto produkty přitom jsou schopné dokonce způsobovat velké poruchy technologie – dokáží totiž zamezovat srážecímu procesu. Vznik produktů ze sinic v důsledku klimatických změn je tak velkým problémem a to zejména i díky tomu, že pokud se ve finální fázi procesu filtrace voda chloruje, tyto látky právě s chlorem reagují a dochází ke vzniku jiných látek s vysokou toxicitou. V praxi je však vytváření těchto toxických látek možné předcházet za pomoci manganistanu draselného. Na dopady klimatické změny je proto nutno se dopředu důkladně připravit.

V rámci výhledu povolených a skutečných odběrů v nádrži Švihov do roku 2050 je možné říci, že tato nádrž má bezproblémové zabezpečení pro skutečné odběry vody v obou scénářích klimatické změny, ale již ne pro povolené odběry, které jsou vyšší (Vyskoč a kol., 2021), Tento problém bude nutné do budoucna co nejrychleji vyřešit.

SEZNAM POUŽITÉ LITERATURY

Odborné publikace:

- 1) BLAŽEK, V., NĚMEC, J a HLADNÝ, J., 2006: Voda v České republice. Praha: Pro Ministerstvo zemědělství vydal Consult, ISBN 80-903482-1-1.
- 2) BRONCOVÁ, D., 2006: Voda pro všechny: vodárenské soustavy v ČR. Praha: Milpo media. Z historie průmyslu. ISBN 80-903481-9-X.
- 3) BROŽA, V., 2005: Přehrady Čech, Moravy a Slezska. Liberec: Knihy 555. ISBN 80-86660-11-7.
- 4) DAMS AND DEVELOPMENT, 2000: A New Framework for Decision-making - The Report of the World Commission on Dams. Earthscan Publications. ISBN 978-1853837982.
- 5) DOBIÁŠ, J. a kol., 2015: Změna vstupu fosforu do vodárenské nádrže Švihov a jejího povodí v období rekonstrukce ČOV Pelhřimov. Sborník konference Vodní nádrže, Brno.
- 6) DUŠEK, J., a KOSTKA, P., 2020: Zázrak jménem voda. Praha: Fragment. ISBN 978-80-253-4939-7.
- 7) DVOŘÁKOVÁ, M., 2018: Tajemná místa komunismu: fascinující místa české historie. Brno: CPress. ISBN 978-80-264-1855-9.
- 8) FUČÍK, P., a ZAJÍČEK A., 2014: Problematika výskytu pesticidních látek v povrchových vodách v povodí vybraných vodárenských zdrojů. Vodní hospodářství roč. 64 č. 12 r. 2014 str. 1-5.
- 9) CHLUM, A. a kol., 1974: Vodní dílo Želivka. Státní zemědělské nakladatelství – Praha.
- 10) LIŠKA, M. a kol., 2016: Časopis Vodohospodářské technicko - ekonomické informace – VTEI/2016/3. Praha: Výzkumný ústav vodohospodářský T. G. Masaryka. ISSN 0322-8916.
- 11) MÁCHA, J., 1972: Želivka tunelem do Prahy. Praha: SNTL - Státní nakladatelství technické literatury.
- 12) PLEVA, F., 2003: Želivka: naše řeka. Pelhřimov: Nová tiskárna Pelhřimov. ISBN 80-86559-22-X.
- 13) SBORNÍK, 1989: Želivka. Minulost, současnost, budoucnost: Sborník ke konferenci pořádané P ČsVTS Povodí Vltavy 28. 11 – 29. 11. 1989. Praha: ČsVTS.

- 14) ŠEFLOVÁ, J., 2008: Průvodce ochranou životního prostředí pro veřejnou správu. Praha: IREAS, Institut pro strukturální politiku. ISBN 978-80-86684-49-9.
- 15) VÝROČNÍ ZPRÁVA, 2022: Výroční zpráva za rok 2021 společnosti Želivská provozní a.s. Praha: Želivská provozní.
- 16) VYSKOČ, P., BERAN, A., PELÁKOVÁ, M., KOŽÍN, R., a VIZINA, A., 2021: Preservation of drinking water demand from water reservoirs in climate change conditions. Water Management Technical and Economical Information Journal, 2021, vol. 63, No. 3, p. 4–18. ISSN 0322-8916.

Internetové zdroje:

- 1) AKTUÁLNĚ, 2022: Stavební zázrak na Želivce. Uplynulo 50 let od spuštění vodárenské nádrže Švihov, Praha: Aktuálně, (online) [cit. 2022.7.31]. Dostupné z: <https://zpravy.aktualne.cz/domaci/foto-vodarensky-unikat-na-zelivce-uplynulo-50-let-od-spusten/r~e556cda2db3411ec9ae20cc47ab5f122/>.
- 2) BIRD, J., 2006: Dams and Development. Asian Development Bank (online) [cit. 2022.7.22] Dostupné z: <https://www.adb.org/sites/default/files/publication/27550/dams-development.pdf>
- 3) BRABEC, R., 2021: Úpravna vody Želivka má za sebou modernizaci, čistí vodu pomocí aktivního uhlí Praha: Naše-voda, 2021 (online) [cit. 2022.8.9]. Dostupné z: <https://www.nase-voda.cz/upravna-vody-zelivka-ma-za-sebou-modernizaci-cisti-vodu-pomoci-aktivniho-uhli/>.
- 4) BROŽA, V., 2019: Chvála našich vodárenských nádrží budme vděční našim předchůdcům za to, že je postavili. (online) [cit. 2022.8.12]. Dostupné z: <https://docplayer.cz/119857516-Chvala-nasich-vodarenskych-nadrzi-budme-vdecni-nasim-predchudcum-za-to-ze-je-postavili.html>
- 5) GIESECKE, J., 2006: What is the function of dams, and what are the reservations against them? Altenergymag. (online) [cit. 2022.7.28]. Dostupné z: http://www.altenergymag.com/emagazine.php?issue_number=06.12.01&article=dams.
- 6) GOOGLE MAPS, 2022: (online) [cit. 2022.10.22]. Dostupné z: <https://www.google.com/maps>.
- 7) HAVLOVÁ, N., 2022: Připomínka 50 let provozu největší úpravní vody v ČR – Želivka. Praha: Nase-voda, 2022. (online) [cit. 2022.8.7]. Dostupné z:

- <https://www.nase-voda.cz/pripominka-50-let-provozu-nejvetsi-upravny-vody-v-cr-zelivka/>.
- 8) HORÁČEK, F., 2021: V pitné vodě bude méně chemie. Experiment z polí u Želivky se rozšíří. Praha: Seznam zprávy, (online) [cit. 2022.8-9]. Dostupné z: <https://www.seznamzpravy.cz/clanek/v-pitne-vode-bude-mene-chemie-experiment-z-poli-u-zelivky-se-rozsiri-150943>.
 - 9) KADEŘÁBKOVÁ, M., 2019: Nedostatkem vody trpí čtvrtina světa. Nejhuř je na tom 17 zemí. Praha: Flowee, (online) [cit. 2022.7.29]. Dostupné z: <https://www.flowee.cz/planeta/7027-nedostatkem-vody-trpi-ctvrtina-sveta-nejhur-je-na-tom-17-zemi>.
 - 10) KELLER, Z., 2022: Želivka napájí Čechy půl století, kvalita její vody poroste i v dalších letech. Benešov: Benešovský deník, (online) [cit. 2022.8.9]. Dostupné z: https://benesovsky.denik.cz/zpravy_region/zelivka-napaji-cechy-pul-stoleti-kvalita-její-vody-poroste-i-v-dalsich-letech-20.html.
 - 11) KOŠUTOVÁ, K., 2012: Přehrady v ČR IV: Vodní nádrž Švihov. Praha: Naše-voda, (online) [cit. 2022.8.1]. Dostupné z: <https://www.nase-voda.cz/prehrady-cr-iv-vodni-nadrz-svihov/>.
 - 12) KUBALA, P., 2022: Omezení pesticidů se chystá po Želivce i v okolí dalších vodárenských nádrží. Praha: Naše-voda, (online) [cit. 2022.8.9]. Dostupné z: <https://www.nase-voda.cz/omezeni-pesticidu-se-chysta-po-zelivce-i-v-okoli-dalsich-vodarenskych-nadrzi/>.
 - 13) MANATUNGE, J. a PRIYADARSHANA, T., 2009: Environmental and Social Impacts of Reservoirs: Issues and Mitigation. Japan: Saitama University, Vol. I. (online) [cit. 2022.9.18]. Dostupné z :<https://www.eolss.net/sample-chapters/c12/E1-06-02-06.pdf>
 - 14) MAPY.CZ, 2022: (online) [cit. 2022.10.23]. Dostupné z: <https://mapy.cz/zakladni?source=base&id=2097458&x=15.6252330&y=49.8022514&z=8>
 - 15) MIKROREGION ŽELIVKA, 2022. Mikroregion Želivka Svazek-Obcí, Čechtice, (online) [cit. 2022.7.28]. Dostupné z: <http://www.mikroregionzelivka.cz/vismo/o-webu.asp>.
 - 16) MINISTERSTVO ZEMĚDĚLSTVÍ, 2022: Voda, (online) [cit. 2022.7.26]. Dostupné z: <https://eagri.cz/public/web/mze/voda/>.

- 17) NAŠE VODA, 2012: Současný pohled na úlohy vodních nádrží I. (online) [cit. 2022.7.30]. Dostupné z: <https://www.nase-voda.cz/soucasny-pohled-na-ulohy-vodnich-nadrzi-i/>.
- 18) NAŠE VODA, 2022: Vodní dílo Švihov se pyšní jedním z nejdelších vodních tunelů světa. (online) [cit. 2023.2.23]. Dostupné z: <https://www.nase-voda.cz/vodni-dilo-svihov-se-pysni-jednim-z-nejdelsich-vodnich-tunelu-sveta/>
- 19) NIWA, 2021: Sediments and Hydro. The National Institute of Water and Atmospheric Research (online) [cit. 2022.8.12]. Dostupné z: https://niwa.co.nz/our-science/freshwater/tools/kaitiaki_tools/impacts/sediment/causes/hydro-and-sediments
- 20) PIVOKONSKÝ, M., 2018: Kvalita vody klesá na hranici upravitelnosti, podle experta bude hůř. Praha: Lidovky, (online) [cit. 2022.8.9]. Dostupné z: https://www.lidovky.cz/domov/kvalita-vody-klesa-na-hranici-upravitelnosti-podle-experta-bude-hur.A180622_112225_ln_domov_form.
- 21) PUNČOCHÁŘ, P., 2021: O budoucnosti zdrojů pitné vody v České republice Praha: Sekce vodního hospodářství MZe, (online) [cit. 2022.8.10]. Dostupné z: <https://denik.obce.cz/clanek.asp?id=6806218.>
- 22) PVK, 2022: Úpravny vody. Praha: Pražské vodovody a kanalizace, (online) [cit. 2022.8.7]. Dostupné z: <https://www.pvk.cz/o-spolecnosti/technicka-a-vyrobnidata/zakladni-informace/upravny-vody/>.
- 23) PVL, 2022: VD Želivka – Švihov (online) [cit. 2022.9.22] dostupné z: <https://www.pvl.cz/files/download/vodohospodarske-informace/vodni-dila-a-nadrze/svihov.pdf>
- 24) SWECO, 2022: Modernizace Úpravny vody Želivka, 2. stavba (GAU). Praha, (online) [cit. 2022.8.8]. Dostupné z: <https://www.sweco.cz/projekty/modernizace-upravny-vody-zelivka-2-stavba-gau/>.
- 25) THE BRITISH DAM SOCIETY, 2022: People & Environment. The British Dam Society, (online) [cit. 2022.8.23]. Dostupné z: <https://britishdams.org/about-dams/dam-information/people-and-environment/>.
- 26) VODA A TECHNIKA, 2021: Pijeme v Praze vodu ze Švihova nebo ze Želivky? Praha: Voda a technika, (online) [cit. 2022.8.6]. Dostupné z: <https://vodnistrazci.cz/voda-a-technika/pijeme-v-praze-vodu-ze-svihova-nebo-ze-zelivky.>

- 27) VYSOČINA ROZHLAS, 2022: Chutnější a kvalitnější. Želivka dává statisícům domácností lepší vodu. Vysočina: Vysočina-rozhlas, (online) [cit. 2022.8.9]. Dostupné z: <https://vysocina.rozhlas.cz/chutnejsi-a-kvalitnejsi-zelivka-dava-staticum-domacnosti-lepsi-vodu-8746231>.
- 28) WALICKI, N., IOANNIDES, M., a TILT, B., 2017: Dams and Internal Displacement - Case study series. (online) [cit. 2022.7.28]. Dostupné z: <https://www.internal-displacement.org/publications/case-study-series-dam-displacement>
- 29) ŽÁK, V., a KUBALA, P., 2022: Priority vodního hospodářství v ČR. Praha: Ministerstvo zemědělství, (online) [cit. 2022.7.8]. Dostupné z: <https://eagri.cz/public/web/mze/voda/novinky/priority-vodniho-hospodarstvi-v-cr.html>.
- 30) ŽÁK, V., 2020: Pitná voda pro lidi by měla být primárně z povrchových zdrojů. (online) [cit. 2022.7.29]. Dostupné z: <https://www.nase-voda.cz/zak-pitna-voda-pro-lidi-by-mela-byt-primarne-z-povrchovych-zdroju/>.

SEZNAM TABULEK A OBRÁZKŮ

Tabulka 1: Deset největších vodárenských nádrží na pitnou vodu v České republice (Broža, 2005).....	15
Tabulka 2: Vybudované vodní nádrže v Čechách (Broncová, 2006).	16
Tabulka 3: Nádrže utvářející vodní dílo Švihov (Broža, 2005).....	25
Tabulka 4: Základní parametry a hodnoty (PVL, 2022).	26
Tabulka 5: Úpravný vody v deseti vodárenských nádržích (Vyskoč a kol., 2021) ...	31
Tabulka 6: Změna spotřeby vody v ČR (upraveno z: Punčochář, 2018).	41
Obrázek 1: Vymezení oblasti (Google Maps, 2022).....	21
Obrázek 2: Mapa mikroregionu Želivka (Mikroregion Želivka, 2022).....	22
Obrázek 3: Začátek štolového přivaděče (Aktuálně, 2022).	24
Obrázek 4: Zaniklá obec Zahrádka (Aktuálně, 2022).	25
Obrázek 5: Výstavba vodního tunelu (Mapy.cz, 2022).	28
Obrázek 6: Vnitřek štolového přivaděče (Voda a technika, 2021).	29
Obrázek 7: Vodní nádrž Švihov (Aktuálně, 2022).	30
Obrázek 8: Areál úpravný vody Želivka (Sweco, 2022).....	31
Obrázek 9: Vývoj množství vyprodukované vody 1973 – 2021 (Výroční zpráva, 2022)	32
Obrázek 10: Hala filtrů GAU filtrace (Sweco, 2022).	33
Obrázek 11: Armaturní chodba GAU filtrace (Sweco, 2022).....	34
Obrázek 12: Dlouhodobý vývoj koncentrace celkového fosforu na přítoku Vodní nádrže Švihov (Liška a kol., 2016).	36
Obrázek 13: Výskyt suchých období v ČR 1800 – 2022 (Punčochář, 2021).	41
Obrázek 14: Vývoj průměrných ročních teplot vzduchu v ČR (Punčochář, 2021). ..	41