

T A
Č R



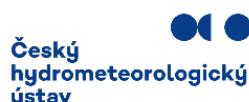
Program **Prostředí pro život**

Projekt SS02030027
Vodní systémy a vodní hospodářství v ČR
v podmínkách změny klimatu
(Centrum Voda)

Souhrnná výzkumná zpráva

DC 1.1

Scénáře budoucích potřeb vody pro různé klimatické
scénáře a jednotlivé sektory užívání vody



Praha, červen 2024

Autoři souhrnné výzkumné zprávy:

Výzkumný ústav vodohospodářský T. G. Masaryka, veřejná výzkumná instituce

- Ing. Petr Vyskoč
- Ing. Jiří Dlabal
- Ing. Alena Jačková
- Ing. Adam Vizina, Ph.D.
- Ing. Arnošt Kult

Vysoká škola chemicko-technologická v Praze:

- Ing. Jan Bindzar, Ph.D.

České vysoké učení technické v Praze, Fakulta stavební:

- Doc. Dr. Ing. Tomáš Dostál
- Ing. Martin Dočkal, Ph.D.
- Ing. Pavla Schwarzová, Ph.D.

Ústav výzkumu globální změny AV ČR, v. v. i.:

- Prof. Mgr. Ing. Miroslav Trnka, Ph.D.
- Ing. Daniela Semerádová, Ph.D.
- Bc. Jan Balek
- MSc. Juliana Arbelaez Gaviria
- Mgr. Petr Štěpánek, Ph.D.
- Mgr. Jan Meitner, Ph.D.
- Doc. Ing. Evžen Zeman, CSc.
- Ing. Václav Rára
- Mgr. Jana Bernsteinová, Ph.D.

Česká zemědělská univerzita v Praze:

- Doc. dr. Mgr. Vera Potopová
- Mgr. Marie Musiolková, Ph.D.

Český hydrometeorologický ústav:

- Mgr. Ondřej Ledvinka, Ph.D.
- Mgr. Vít Šťovíček
- Bc. Kateřina Vacková
- Mgr. Pavel Coufal
- RNDr. Pavel Kukla

Univerzita Karlova v Praze, Přírodovědecká fakulta (subdodavatel):

- RNDr. Tomáš Kučera, CSc.

Odborní garanti pracovního balíčku:

Ministerstvo životního prostředí

- Ing. Tereza Davidová, Ph.D.
- Ing. Josef Reidinger
- RNDr. Peter Pálenský

Poděkování:

Souhrnná výzkumná zpráva byla zpracována v rámci projektu SS02030027 „Vodní systémy a vodní hospodářství v ČR v podmínkách klimatické změny“ řešeného s finanční podporou Technologické agentury České republiky v rámci podprogramu 3 – Dlouhodobé environmentální a klimatické perspektivy programu SS – Program aplikovaného výzkumu, experimentálního vývoje a inovací v oblasti životního prostředí – Prostředí pro život.



Toto dílo podléhá licenci Creative Commons. Uveďte původ 4.0 Mezinárodní.

Pro získání kopie plného znění licenčních podmínek navštivte

<http://creativecommons.org/licenses/by/4.0/> nebo požádejte písemně na adrese Creative Commons, PO Box 1866, Mountain View, CA 94042, USA.

Pro komerční užití díla je třeba uzavřít individuální licenční smlouvu.

Obsah

1. Úvod	4
2. Cíl.....	5
3. Vývoj scénářů potřeb vody s ohledem na socio-ekonomický vývoj a vývoj klimatu	6
3.1. Analýza potřeb vody pro průmysl	6
4.2 Potřeba vody pro zemědělství.....	11
4.2.1 Potřeba vody pro závlahy – z hlediska technologie závlah	11
4.2.2 Potřeba vody pro závlahy – z hlediska modelování potřeby rostlin.....	14
4.2.3 Potřeba vody pro živočišnou výrobu	21
4.3 Analýza potřeb vody pro energetiku	33
4.4 Analýza potřeb vody pro lidskou spotřebu.....	42
4.5 Analýza ovlivnění průtoků užíváním vod	52
5. Závěr	57
Literatura.....	59
Přílohy.....	62

1. Úvod

Projekt Vodní systémy a vodní hospodářství v ČR a podmínkách změny klimatu (Centrum Voda) je řešen v letech 2020 až 2026 s finanční podporou Technologické agentury ČR v programu Prostředí pro život a podílejí se na něm tyto partneři:

- Výzkumný ústav vodohospodářský T. G. Masaryka, veřejná výzkumná instituce
- Agentura ochrany přírody a krajiny ČR
- České vysoké učení technické v Praze
- Česká zemědělská univerzita
- Český hydrometeorologický ústav
- Vysoká škola chemicko-technologická v Praze
- Výzkumný ústav Silva Taroucy pro krajinu a okrasné zahradnictví, v. v. i.
- Ústav výzkumu globální změny AV ČR, v. v. i.

Tato souhrnná výzkumná zpráva obsahuje výsledky řešení projektu Vodní systémy a vodní hospodářství v ČR a podmínkách změny klimatu (Centrum Voda) v pracovním balíčku WP 1 Predikce vývoje zabezpečení vodních zdrojů v ČR do r. 2050 v podrobnosti krajů v závislosti na změně klimatu, v dílčím cíli DC 1.1 Vývoj scénářů potřeb vody s ohledem na soci-ekonomický vývoj a vývoj klimatu. Řešení probíhalo v období let 2020 až 2024. Na zpracování souhrnné výzkumné zprávy se podíleli tyto partneři:

- Výzkumný ústav vodohospodářský T. G. Masaryka, veřejná výzkumná instituce (VÚV TGM, v. v. i.)
- Vysoká škola chemicko-technologická v Praze (VŠCHT)
- České vysoké učení technické v Praze, Fakulta stavební (ČVUT)
- Ústav výzkumu globální změny AV ČR, v. v. i. (ÚVGZ)
- Česká zemědělská univerzita v Praze (ČZU)
- Český hydrometeorologický ústav (ČHMU)
- Univerzita Karlova v Praze, Přírodovědecká fakulta (PřF UK) - subdodavatel
- Ministerstvo životního prostředí (MŽP)

Kromě souhrnné výzkumné zprávy je dalším výsledkem DC 1.1 příslušná specializovaná veřejná databáze a recenzovaný článek J_{ost} .

Zpráva je předána Ministerstvu životního prostředí jako odbornému garantovi programu Prostředí pro život a veřejnosti je zpřístupněna na webových stránkách projektu <https://www.centrum-voda.cz>.

Dílčí cíl 1.1 (DC 1.1) je součástí pracovního balíčku 1 (WP 1), který se zabývá problematikou nedostatku vody. A to určením jejích budoucích potřeb, v závislosti na intenzitě změn klimatu, ale také na pravděpodobném socioekonomickém vývoji. Na základě porovnání zjištěných výhledových potřeb vody a dostupnosti budoucích vodních zdrojů, kterým se zabývá dílčí cíl 1.2 (DC 1.2) jsou potom specifikovány deficitní oblasti. Na výsledky, zjištěné v rámci činností WP 1 potom navazují činnosti pracovního balíčku WP 3.

Problematika budoucí dostupnosti vodních zdrojů v podmínkách klimatické změny a vývoje potřeb vody je komplexní téma, které zahrnuje několik klíčových aspektů, jako jsou změny v rozložení srážek (některé oblasti mohou zažívat více sucha, jiné naopak přívalové deště), zvýšení teploty a odparu vody z vodních ploch, ekonomický rozvoj a industrializace vyžadující více vody pro průmysl a energetiku, zvyšující se životní úroveň a s ní spojená vyšší spotřeba vody v domácnostech, rostoucí potřeba vody pro zemědělství k zajištění potravinové bezpečnosti, některé oblasti mohou mít nedostatek vody, zatímco jiné budou mít přebytek.

Řešením je získáním informací o budoucí potřebě vody v různých odvětvích a její rozložení na území ČR a porovnáním s budoucími dostupnými zdroji. Tato zjištění by měla vést k efektivnějšímu využívání vody v zemědělství, průmyslu, energetice i domácnostech, rozvoji technologií pro čištění a recyklaci vody, budování vodní infrastruktury pro zadržování a přepravu vody a ke zlepšení předpovědních systémů pro hospodaření s vodou.

Pro řešení této problematiky je klíčový integrovaný přístup, který bere v úvahu všechny výše zmíněné aspekty a hledá vyvážená řešení pro zajištění udržitelného hospodaření s vodními zdroji v budoucnosti. Jelikož se jedná o poměrně rozsáhlou problematiku, zabýval se jí širší tým odborníků s různým zaměřením. V průběhu prací tak pracovalo odděleně několik týmů zaměřených vždy na některou oblast odhadu potřeby vody. Tomuto rozdělení byla přizpůsobena i souhrnná zpráva. Struktura zprávy je členěna tak, že se jedná o souhrn řešení jednotlivých řešitelských týmů, tak aby byl sjednocen jejich obsah. Detailní dílčí zprávy jsou uvedeny v příloze a budou připojeny k souhrnné zprávě.

2. Cíl

Cílem řešení bylo vyhodnocení zabezpečení vodních zdrojů k úrovni roku 2050 při uvažování dopadů klimatické změny na kapacitu vodních zdrojů a scénářů vývoje potřeb vody. Výsledkem byla zejména identifikace potenciálně problémových oblastí. Dílčí cíl 1.1 se zabýval predikcí potřeb vody pro průmysl, zemědělství, energetiku, veřejné vodovody a analýzou ovlivnění průtoků užíváním vod. Na tento dílčí cíl navazuje dílčí cíl 1.2, který hodnotil míru zajištění výhledových potřeb vodními zdroji v podmínkách klimatické změny a identifikací potenciálně problémových (deficitních) území.

3. Vývoj scénářů potřeb vody s ohledem na socio-ekonomický vývoj a vývoj klimatu

3.1. Analýza potřeb vody pro průmysl

Organizace: VŠCHT

Řešitel: Ing. Jan Bindzar, Ph.D.

Úvod

Cílem této části WP 1 bylo analyzovat stávající potřebu vody v průmyslu ČR a získat podklady pro kvantifikaci potřeby budoucí – vstupy pro připravovaný prediktivní model.

Metodika a použité zdroje

Vstupem pro řešení byla data o evidovaných odběrech povrchových a podzemních vod a vypouštění vod odpadních za roky 2009 - 2019 evidovaná státními podniky Povodí na základě vyhlášky č. 431/2001 Sb. Jedná se o údaje o přímých odběrech a vypouštěních nahlašované jednotlivými subjekty, nezahrnují tedy informace o využívání vody z veřejných vodovodů a vypouštění vod do veřejných kanalizací.

Pro rozdělení subjektů do jednotlivých průmyslových odvětví byly použity jejich kódy CZ-NACE, přičemž prvotní kategorie vycházely z dělení používané ve formuláři VH 8a-01 Roční výkaz o vodních tocích a dodávkách povrchové vody. Konkrétně se jednalo o kategorie Těžba a dobývání a podkategorie oblasti zpracovatelského průmyslu. Oproti dělení ve formuláři byla přidána kategorie Motorová vozidla, s ohledem na to, že výroba automobilů je nejvýznamnějším průmyslovým odvětvím v ČR.

Data byla poskytnuta přímo hlavním řešitelem (VÚV TGM, v. v. i.) ve formě excelovských souborů a byla rozdělena do tří skupin:

1. **Agregované údaje** o ročních objemech vypouštění/odběrech pro jednotlivá odvětví za roky 2009 – 2019 vztažené na kraje a na okresy. Staly se základem pro sledování vývoje a trendů.
2. **Podrobné údaje** o vodohospodářsky nejvýznamnějších subjektech v jednotlivých odvětvích, tzv. TOP 7 - detailní data pro subjekty vykazující v daném odvětví největší objemy odebíraných a/nebo vypouštěných vod. Každý z vybraných parametrů (odběr povrchových vod, odběr podzemních vod, vypouštění odpadních vod) byl hodnocen zvlášť. Rozhodným byl rok 2019.
3. **Kompletní netříděná data** o odběrech a vypouštěních (tzn. pro všechny subjekty, nejen průmysl) za roky 2009 - 2019, používaná především při kontrole a dohledávání případných nesrovnalostí.

Agregovaná data byla zpracována v tabelární, a především grafické formě tak, aby bylo možné určit nejvýznamnější odvětví pro jednotlivé územní celky a sledovat případné trendy v potřebě a spotřebě vody.

Prvotní analýza byla provedena na úrovni ČR a krajů, následně byla rozšířena až na okresy. Kromě ročních odběrů (případně vypouštění) byly také zpracovány údaje o sezónním kolísání, tedy odběrech v jednotlivých měsících.

Pro subjekty z TOP 7 byla vyhledávána data z integrovaných povolení a povolení k vypouštění/odběru s cílem získat detailnější údaje o jejich vodním hospodářství. Pro tento účel byly použity veřejně přístupné databáze: Centrálního registr vodoprávní evidence (CRVE) a informační systém MŽP o integrované prevenci a omezování znečištění (IPPC MŽP).

Shrnutí výsledků

Řešení této části WP1 zahrnovalo především práci s velkými objemy dat a jejich zpracování v tabelární a grafické formě v MS Excel. Veškeré relevantní soubory jsou umístěny na sdíleném úložišti projektu a podrobná interpretace zjištěných faktů je obsažena v závěrečné zprávě z roku 2023.

Data na úrovni ČR a krajů

Kapitoly 3.1 a 3.2 závěrečné zprávy popisují výsledky analýz na úrovni České republiky a jednotlivých krajů. Mimo jiné bylo zjištěno, že v případě povrchových vod je největším odběratelem v ČR chemický průmysl, následovaný výrobou papíru, zpracováním základních kovů a těžbou. Odběry podzemních vod jsou celkově spojeny především s těžbou a potravinářským průmyslem, ostatní odvětví vykazují řádově nižší hodnoty. Samozřejmě na úrovni krajů jsou značné rozdíly: Na krajské úrovni jsou největší průmyslové odběry povrchových vod zaznamenávány v Ústeckém kraji, za jejich většinou stojí chemický a papírenský průmysl. Pokud jde o podzemní vody, nejvyšší hodnoty v rámci krajů vykazují Moravskoslezský a Středočeský kraj, přičemž většina v Moravskoslezském kraji připadá na těžbu.

V rámci této etapy byly také řešeny nesrovnalosti v datech, kupříkladu vyšší hodnoty vypouštění odpadních vod než ohlášené odběry. Vysvětlení těchto diskrepancí (a dalších, jako jsou skokové změny nebo výpadky údajů o objemech za určitý rok) bylo věnováno značné úsilí a jejich principiální původce se podařilo rozklíčovat. Hlavními jmenovateli takových nesrovnalostí jsou především odběry či vypouštění v rámci veřejných vodovodů a kanalizací, evidence odběru pod jiným subjektem než vypouštění, zahrnutí balastních vod do bilance a změny v rámci subjektu (změna CZ-NACE, zánik subjektu, ...).

Přestože je obecně přijímaným faktem, že potřeba vody v průmyslu ČR dlouhodobě klesá, nelze toto pravidlo aplikovat jako univerzálně platné za všech podmínek. Analýza dat ukazuje, že rozdíly jsou jak mezi odvětvími celkově, tak mezi jednotlivými regiony. Ale navzdory těmto rozdílům lze konstatovat, že převažujícím trendem ke konci analyzovaného období 2009 – 2019 bylo vyrovnání objemů odebraných vod, bez extrémních výkyvů.

Data na úrovni okresů

V další etapě byly, na základě požadavku hlavního řešitele, analýzy zopakovány pro menší územní celky. Vzhledem k charakteru databáze se jako nejvhodnější jevíly okresy.

Na úrovni okresů je výsledný průběh odběrů i vypouštění v řadě případů mnohem rozkolísanější, často bez zřetelných trendů. To je dáno jednak tím, že u menších územních celků se více projevují zdroje nesrovnalostí zjištěné při analýze krajů, jednak tím, že na úrovni okresu je počet subjektů jednoho odvětví omezený. Někdy je dané odvětví prezentováno jediným podnikem, jehož fungování definuje celý časový průběh. Právě v takových případech, kdy v určité oblasti existuje jediný vodohospodářsky významný subjekt, je možné pozorovat souběh trendů na krajské a okresní úrovni. Typickým příkladem jsou Ústecký kraj a okres Litoměřice, kde hodnoty odběrů a vypouštění papírenského průmyslu v podstatě určuje jediný podnik – Mondi Štětí a.s.

Právě značná proměnlivost průmyslových odběrů (a vypouštění) na úrovni menších územních celků vedla k závěru, že jako nejvhodnější postup při přípravě vstupních parametrů pro prediktivní model se jeví přístup, kdy jsou trendy vysledovatelné na vyšší úrovni aplikovány na úroveň nižší. S vědomím, že takový přístup vnáší do predikce určitou míru nejistoty.

Jak bylo uvedeno v metodice, pro každé odvětví byla vybrána skupina vodohospodářsky nejvýznamnějších průmyslových subjektů (podle hodnot z roku 2019 uvedených v datech o užívání vod), označovaná jako TOP 7. Pro každý subjekt z této skupiny byly vyhledávány podrobnější údaje o jejich vodním hospodářství z veřejně dostupných zdrojů. Z nich pak byly vytvořeny informační karty ve formátu .xls.

Celkově je možné tuto část projektu hodnotit pouze jako částečně úspěšnou: Rešerše k podrobnějším informacím o jednotlivých subjektech napomohla odhalení a vysvětlení faktorů, které mohou zkreslovat výstupy vodohospodářské bilance. Na druhou stranu se získané informace o vodním hospodářství ukázaly jako kusé a nedostačující.

Sezónní kolísání

V průběhu řešení projektu vzešel od hlavního řešitele požadavek na informace o sezónním kolísání

v jednotlivých odvětvích, aby jejich zákonitosti mohly být zahrnuty do prediktivního modelu. Pro tyto účely byla využita data podniků z TOP 7 a agregovaná data na úrovni krajů.

Analýza potvrdila, že existují rozdíly nejen mezi odvětvími, ale i v rámci jednotlivých odvětví. Některé subjekty vykazují víceméně vyrovnané odběry během celého roku, pro jiné je charakteristický pokles v letních měsících naznačující pravidelné letní odstávky, případně jiné důvody pro odběrový režim snižující odběry v letním období. Existují i podniky vykazující naopak odběrová maxima v červenci a srpnu. Důležitým zjištěním je skutečnost, že evidované měsíční odchylky se u daného subjektu mohou významně lišit rok od roku.

Využití povolené kapacity vodních zdrojů

Je-li predikce budoucí potřeby vody založena na analýze statistických dat, vyvstává otázka, zda je možné určit i limit, který průmyslové podniky v budoucnu nesmí překročit. Datové sady obsahují nejen údaje o naměřených objemech odebraných a vypouštěných vod, ale také o objemech povolených. Nabízela se tedy možnost využít tyto hodnoty pro nastavení budoucího limitu. To samozřejmě vyžadovalo ověření, do jaké míry jsou stávající limity využívány, jinak řečeno, zda poskytují rezervu pro případné navýšení odběrů. Analýza byla opět provedena na úrovni krajů. Pro každé odvětví byly porovnány roční hodnoty odběrů (i vypouštění) se stanovenými limity.

V naprosté většině případů (zejména v krajích, kde je dané odvětví vodohospodářsky významné) je mezi limity a reálnými odběry významný rozdíl (často v desítkách procent), limity tedy teoreticky poskytují prostor pro případné navýšení odběrů. Tato „rezerva“ je obvykle vyšší u odběrů povrchových vod. V případě podzemních vod pak údaje naznačují, že limity pro odběry podzemních vod podléhaly v letech 2009 – 2019 častějším změnám než limity pro vody povrchové a trendem je jejich snižování. Otázkou, na kterou analýza nemůže odpovědět, je reálná dostupnost nastavených limitů: Zda vydatnost vodních zdrojů je v současnosti taková, aby povolené objemy mohly být skutečně vyčerpány.

Závěry a jejich nejistoty

Exaktní predikci vývoje (s)potřeby vody lze získat pouze, pokud je v potaz brán i vývoj v oblastech produkčních kapacit, výrobních technologií a koncepcí nakládání s vodami. Vzhledem k rozmanitosti průmyslu (markantní rozdíly jsou i mezi výrobci téhož odvětví, produkujícími srovnatelné výrobky), byla by, i při dostupnosti všech potřebných dat, taková analýza na úrovni státu (i relativně malého, jako je ČR) z hlediska požadavků na čas i lidské zdroje extrémně náročná.

Průmysl v ČR je stále rozmanitý, orientovaný na export a nepodléhá centrálnímu plánování. Je tedy ovlivňován řadou faktorů (ekonomických, sociálních, politických, a to nejen na místní, ale i mezinárodní úrovni), které je opět obtížné až nemožné předpovídat s dostatečnou přesností. Podrobnější výhledy pro jednotlivá odvětví jako celek nejsou dostupné. A získání informací o konkrétních subjektech je komplikované.

S ohledem jednak na výše uvedené skutečnosti, jednak na časové i kapacitní (míněno z hlediska lidských zdrojů) omezení projektu byl zvolen zjednodušený přístup opírající se o kombinaci sledování dosavadních trendů v odběrech a vypouštěních vod, se snahou o získání aspoň všeobecné představy o vývoji jednotlivých průmyslových odvětví do roku 2050.

Výsledky analýz dat lze shrnout do relativně jednoduchého konstatování: S klesající velikostí analyzovaných územních jednotek narůstala rozkolísanost datových řad a ztrácely se zřetelné dlouhodobé trendy. Naopak případné sezónní kolísání se stávalo zřetelnější.

Tento závěr, společně s problematičností jakékoliv predikce budoucího vývoje průmyslu a v návaznosti na cíl projektu aplikovat predikce na malá území, vedl k rozhodnutí, že otázka budoucí potřeby vody v průmyslu nebude řešena pomocí predikcí jejich změn v čase, nýbrž nastavením tří fixních úrovní, s nimiž bude možné porovnávat reálně dostupné vodní zdroje v daném čase. Výchozím bodem pro jejich určení byla analýza odběrů na úrovni krajů. Tento přístup lze využít nejen pro roční, ale i měsíční hodnoty pro potřeby zachycení kolísání odběrů během roku.

Hodnota základní linie

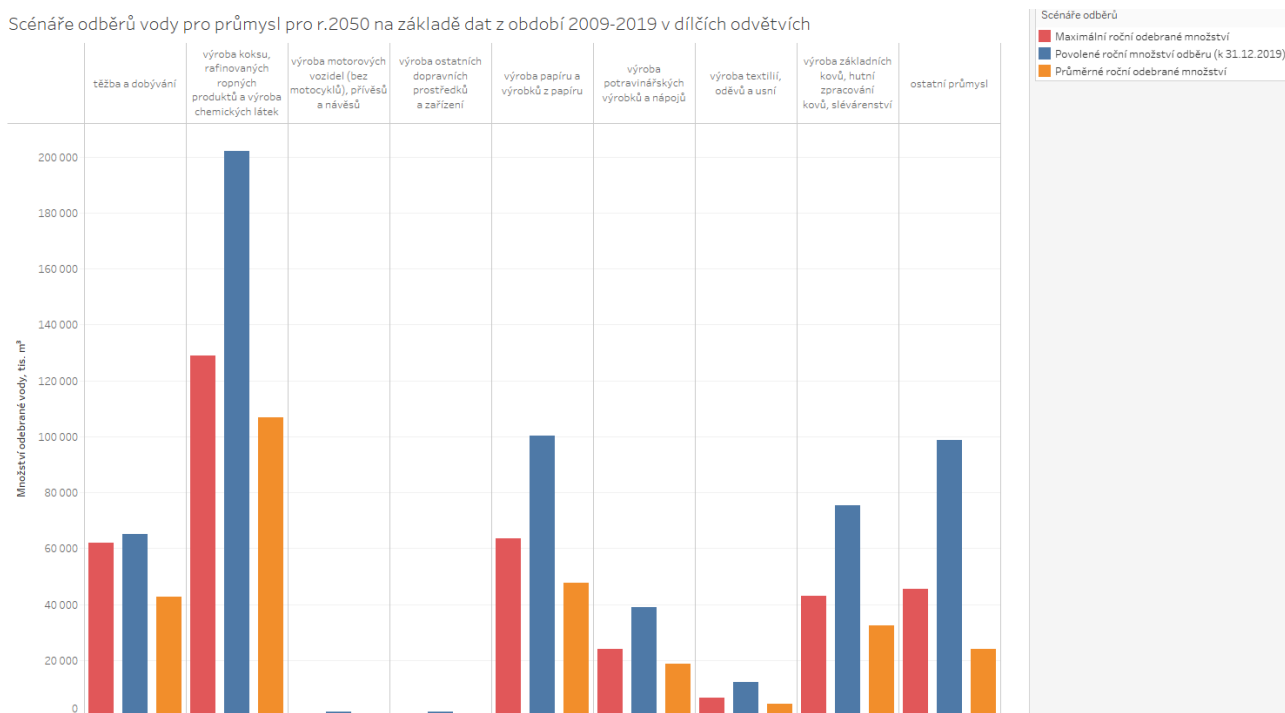
Hodnoty základní linie vycházejí z předpokladu, že průmyslová potřeba vody bude v budoucnu obdobná jako v současnosti, respektive ke konci hodnoceného období 2009 – 2019. Hodnota pro každé odvětví bude spočtena jako průměr ze 4 roků, které byly vybrány na základě vyhodnocení dat na úrovni krajů. Ve většině případů jde o roky 2016 – 2019, kdy byl český průmysl v dobré kondici a nejčastějším trendem v oblasti odběrů byl víceméně ustálený stav. Pro odvětví, respektive kraje, kdy v těchto letech docházelo k významným výkyvům, byl vývoj potřeby vody detailněji analyzován a pro výpočet byly vybrány jiné roky.

Maximální hodnota

Jako maximální hodnota budoucích odběrů bude využit největší objem odebraných vod zaznamenaný v období 2009 – 2019. Ta poskytuje realistický odhad případných pozitivních odchylek od základní linie.

Kritická (nepřekročitelná) hodnota

Data od státních podniků Povodí obsahují informace nejen o odběrech a vypouštěních, ale také o povolených maximálních objemech. V analyzovaném období 2009 – 2019 nebyly limity pro odběry podzemních a povrchových vod plně využívány a poskytují tedy rezervu, kterou mají příslušné podniky přinejmenším teoreticky k dispozici. Je reálný předpoklad, že limity pro konkrétní subjekty v budoucnu nebudou navyšovány a určují tak nepřekročitelnou hranici pro využití vodních zdrojů, kterou lze srovnávat s očekávanou budoucí potřebou, viz obrázek 3.1.1.



Obrázek 3. 1. 1. Scénáře odběrů vody pro průmysl do r. 2050 na základě dat z období 2009 - 2019 v dílčích odvětvích. Zpracováno v nástrojem Tableau pro vizualizaci dat a pro datovou analýzu.

Uvedený přístup s sebou samozřejmě přináší určitá rizika a nejistoty:

1. Nedostatečně zřetelné či zavádějící trendy

Celková potřeba vody v průmyslu v ČR dlouhodobě klesá, nicméně prosté promítnutí tohoto směru do budoucna by mohlo vést ke zcela mylným závěrům (teoreticky až k téměř nulové potřebě vody). A naopak případný růst pozorovaný v určitém odvětví a regionu nelze na základě matematického výpočtu jednoduše extrapolovat do budoucna. Ani ustálený stav, pozorovaný v řadě odvětví v posledních letech, neznamená, že v budoucnu nedojde k zásadním změnám.

2. Problém převodu trendů a předpovědí na nižší úroveň územních celků nebo individuální subjekty
Trendy platné na celostátní nebo krajské úrovni již nemusí být platné pro menší území. Projekt počítá s modelováním vodohospodářské bilance na úrovni malých celků – hydrogeologických rajonů a vodních útvarů, kdy lze očekávat, že bude posuzována situace i u jednotlivých odběrných míst, tedy individuálních subjektů. V takovém případě budou zásadním způsobem rozhodovat lokální podmínky.

3. Vznik, případně zánik subjektů

Predikce založená na analýze historických dat z principu nemůže pracovat s možným zánikem podniku (ve smyslu ukončení výroby), a zejména pak s výstavbou nového (především tzv. na zelené louce).

4. Přiměřenost povolených odběrů

Jak bylo zmíněno dříve, povolené odběry povrchových a podzemních vod poslouží v predikci potřeby vody jako mez, kterou budoucí vývoj nesmí přesáhnout. Vzhledem k tomu, že v některých případech jsou povolené hodnoty významně vyšší než reálný stav, není zaručeno, že současná vydatnost příslušných vodních zdrojů umožňuje jejich dosažení.

4.2 Potřeba vody pro zemědělství

4.2.1 Potřeba vody pro závlahy – z hlediska technologie závlah

Organizace: ČVUT

Řešitelé: Doc. Dr. Ing. Tomáš Dostál, Ing. Martin Dočkal, Ph.D., Ing. Pavla Schwarzová, Ph.D.

Cíle řešení

Cílem řešení pracovní skupiny ČVUT v rámci WP1 bylo pokusit se v horizontu roku 2050 nastínit vývoj závlah v České republice. Vyslovit hypotézu jaké budou technologie, zda se zvětší nebo zmenší zavlažovatelná plocha. Ve spolupráci s dalšími partnery projektu pak určit, kolik vodních zdrojů pro zavlažování a další odvětví lidské činnosti, by bylo potřeba v tomto časovém horizontu v jednotlivých regionech zajistit.

Metodika a zdroje řešení

Při zpracování byla použita analýza dostupných podkladů popisujících stávající stav [1, 2, 3, 4]. Týkala se zejména informací o struktuře rostlinné výroby a o technických možnostech zavlažování – tedy, kde je vůbec technicky možné zavlažovat plodiny s ohledem na dostupnost zdrojů a vybudovanou infrastrukturu (výměry zavlažovatelné). Řešen byl také závlahový detail umožňující efektivní zavlažování (minimalizaci ztrát vody a přesné dávkování závlahové vody). Pro jeho aktuální využití k závlaze plodin byly upřesněny hodnoty ztrátových součinitelů K_1 a K_2 , viz tabulka 4.2.2.2. (ÚVVGZ). Pro predikci nároků vody je zohledněn rovněž dlouhodobý trend vývoje klimatických parametrů určujících potřebu doplňkové závlahy pro jednotlivé plodiny při změně agroklimatických oblastí (Český statistický úřad (ČSÚ) a Výzkumný ústav rostlinné výroby (VÚRV)).

Aktuální data o závlahách (plochy zavlažované) byla převzata z databáze ISMS (mapový projekt geoportálu SOWAC-GIS). Pro výskyt plodin byly využity údaje z Registru půdy (LPIS) [5, 6].

Byla provedena analýza databáze závlahových odběrů (VÚV TGM, v. v. i.) pro jednotlivá povodí a se zástupci státních podniků Povodí bylo diskutováno o nalezených nejasnostech [7]. Databáze poskytla množství (aktuálně) odebírané z povrchové a podzemní vody pro závlahy za roky 2014–2021 a data byla následně zpracována pro jednotlivá dílčí povodí a útvary povrchových vod (ÚPOV) [8].

Stanovením potřeby vody pro jednotlivé plodiny (na podkladech ČZU) [9] byl následně vytvořen odhad celkové potřeby závlahové vody pro jednotlivé útvary povrchových vod (ÚPOV) a kvantifikace potřebných vodních zdrojů pro zavlažování.

Při predikci budoucích odběrů vody pro závlahy je již počítáno s aktualizovanými ztrátami vody vynucenými technickými způsoby provádění závlahy [10] (viz samostatná kapitola celkové zprávy). Veškeré výpočty a odhady byly prováděny na predikované klimatické podmínky.

Výsledky

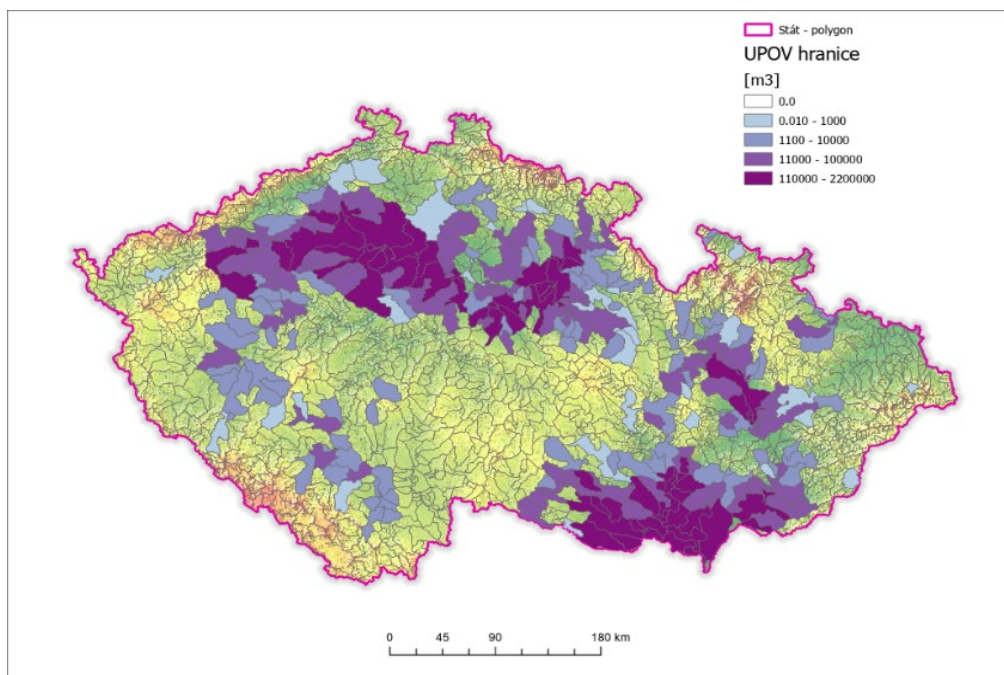
Pro vybraná relevantní data z databáze VÚV TGM, v. v. i. se roční objem odebrané vody pro závlahy v letech 2014-2021 pohyboval mezi 18 až 31 mil m³, což tvořilo zhruba 1,4 % z celkové roční spotřeby vody v ČR. Nejvíce závlahové vody bylo odebráno v roce 2018 a od tohoto roku se množství postupně snižovalo. Voda byla odebírána převážně z vod povrchových, z podzemních je uváděno množství méně než 10%. Nejvíce závlahové vody za řešené období (45 % z celkového průměrného množství) bylo odebráno v Povodí Dyje. Míra využití vodoprávně povoleného měsíčního množství odebrané vody (v měsících obecného vegetačního období) byla v části záznamů evidována nepřesně, např. souhrnně za vegetační období, chybným odečtem vodoměru nebo nejednoznačně u odběrů podzemních vod. V některých případech došlo k překročení povolených hodnot, ale většinou se pohybovala kolem 30%. Z uvedených stávajících závlahových odběrů bylo na daném území (na útvaru povrchových vod), stanoveno nevyužitá množství vody, které lze při nejistotách databáze, chápat jako přinejmenším teoretickou rezervu k dispozici.

Vyhodnoceny byly poskytnuté vláhové bilance jednotlivých plodin (ČZU) a následně byl pro vybrané plodiny a řešená období proveden přepočítání potřeby vody na jednotlivé útvary povrchových vod. V rámci stanovení scénářů pro odběr závlahové vody byly pro každý útvar povrchových vod vytvořeny kombinace potřeb závlahové vody pro „chmelnice“, „vinice“, „sady“, „standardní ornou půdu“ a „trvalý travní porost“ pro zavlažované a nezavlažované plochy v „průměrném vegetačním období GS“, v „suchém období – citlivém vegetačním období SGS“ a jako „předpověď“ pro horizont 2050 pro vegetační období GS“ [11, 12, 13, 14, 15]. Veškeré výsledky jsou v tabelární digitální podobě součástí celkové zprávy ČVUT a ukázka grafického zobrazení potřeb závlahové vody pro jednotlivá ÚPOV ve variantě „předpověď GS“, viz obrázek 4.2.1.1.

- Variantu „**prum 12 let GS**“, která popisuje současný stav vypočtený z reálně měřených hodnot 2010-2021, je možné uvažovat jako nejnižší budoucí potřebu vody pro závlahy.
- Varianta „**suchy SGS**“, která byla vypočtena pro citlivá vegetační období jako průměr za dva extrémní roky 2015 a 2018, představuje potenciálně nejvyšší potřebu závlahové vody v citlivém vegetačním období.
- Varianta „**předpověď GS**“ odhaduje ze simulovaných hodnot vláhových bilancí 2022–2050 budoucí potřebu závlahové vody za vegetační období dané plodiny (GS).

Tabulka 4.2.1.1. Ukázka části výsledné tabulky potřeb závlahové vody za vegetační období (m³) pro chmelnice a vinice

ÚPOV	název ÚPOV	CHMELNICE										VINICE			
		chmelnice		prum 12 let GS (m ³)	suchý SGS (m ³)	předpověď GS (m ³)	chmelnice		prum 12 let GS (m ³)	suchý SGS (m ³)	předpověď GS (m ³)	Počet chmelnic: 33	vinice		vinice zavlažováno (ha) MB2
		nezavlažováno (ha) MB2	zavlažováno (ha) MB2				nezavlažováno (ha) MB2	zavlažováno (ha) MB2							
OHL_0540	Ohře od Bytčice po Hučivý potok	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0	0,00	0,00	0,00	0,00
OHL_0550	Převodský potok od prameny po ústí do Ohře	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0	0,00	0,00	0,00	0,00
OHL_0560	Ohře od toku Hučivý potok po vzdutí nádrž	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0	0,00	0,00	0,00	0,00
OHL_0575_J	Nádrž Nechranice na toku Ohře	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0	0,00	0,00	0,00	0,00
OHL_0580	Ohře od hráze nádrže Nechranice po Liboc	23,72	8271,09	80788,87	19097,95	53,88	18783,00	69851,50	29748,04	1943,35	1	7,95	284,41	4153,18	135,49
OHL_0590	Liboc od prameny po tok Leska	0,51	97,85	447,85	333,29	6,46	1240,48	5677,68	1943,35	6,71	0	0,00	1873,65	0,00	0,00
OHL_0600	Leska od prameny po ústí do toku Liboc	86,74	24687,39	85837,26	42440,09	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0	0,00	0,00	0,00	0,00
OHL_0610	Liboc od toku Leska po ústí do Ohře	0,05	16,61	61,40	25,94	18,96	6943,74	24187,65	10219,17	1,0	0	0,00	0,00	0,00	0,00
OHL_0620	Ohře od toku Liboc po tok Bílanka	91,57	29376,25	116950,04	45117,65	5,43	1740,34	6928,48	2672,91	0	0	0,00	0,00	0,00	0,00
OHL_0630	Bílanka od prameny po Očihovecký potok	115,76	24796,25	100118,01	41046,88	102,49	21955,05	88646,28	36343,20	0	0	0,00	0,00	0,00	0,00
OHL_0640	Očihovecký potok od prameny po ústí do Ohře	165,71	40462,03	158030,10	61028,61	7,04	1718,53	6711,94	2592,04	0	0	0,00	0,00	0,00	0,00
OHL_0650	Bílanka od toku Očihovecký potok po ústí	737,64	210403,33	906274,50	295293,55	70,31	20056,57	86390,08	28148,68	0	0	0,00	0,00	0,00	0,00
OHL_0660	Ohře od toku Bílanka po tok Chomutovka	459,02	154224,64	652031,60	177656,12	211,40	71028,00	300293,33	81819,57	0	0	0,00	0,00	0,00	0,00
OHL_0670	Chomutovka od prameny po tok Hačka	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0	0	0,00	0,00	0,00	0,00
OHL_0680	Hačka od prameny po ústí do toku Chomu	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0	0	0,00	0,00	0,00	0,00
OHL_0690	Chomutovka od toku Hačka po ústí do Ohře	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0	0	0,00	0,00	0,00	0,00
OHL_0700	Hrádecký potok od prameny po ústí do Ohře	0,23	84,24	348,93	84,91	26,92	9810,07	40634,82	8888,95	0	0	0,00	0,00	0,00	0,00
OHL_0710	Žejčlák od prameny po ústí do Ohře	17,96	6841,62	27418,22	7993,22	0,00	0,00	0,00	0,00	0	0	13,54	541,23	8529,07	124,16
OHL_0720	Rosovka od prameny po ústí do Ohře	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0	0	3,78	193,68	2828,23	58,98
OHL_0730	Ohře od toku Chomutovka po ústí do Lábe	620,16	249266,74	963838,84	282738,65	97,36	39224,77	151631,63	44480,59	0	0	7,26	322,98	5390,92	80,59
OHL_0740	Modla od prameny po ústí do Lábe	7,23	3270,10	11705,90	4510,66	30,69	13900,81	49700,46	19174,30	0	0	3,53	168,75	2496,23	95,46
OHL_0750	Lábe od toku Ohře po tok Bílina	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0	0	111,60	5587,71	58267,56	1374,73
OHL_0760	Bílina od prameny po rozdělovací objekt B	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0	0	0,00	0,00	0,00	0,00
OHL_0770	Podružněhořský přivaděč vody (PKP) resp	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0	0	0,00	0,00	0,00	0,00
OHL_0780	Bílina od rozdělovacího objektu Březanec	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0	0	0,00	0,00	0,00	0,00
OHL_0790	Loupanice od prameny po ústí do toku Bilin	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0	0	0,00	0,00	0,00	0,00
OHL_0800	Bílý potok od prameny po tok Bílina	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0	0	0,00	0,00	0,00	0,00
OHL_0810	Srpná od prameny po ústí do toku Bílina	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0	0	49,96	1912,17	28476,89	862,57
OHL_0820	Bílina od rozdělovacího objektu Březanec	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0	0	37,40	1415,73	18162,51	377,99
OHL_0825_J	Jezero Most	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0	0	0,00	0,00	0,00	0,00
OHL_0830	Bouřivec od prameny po ústí do toku Bilin	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0	0	0,00	0,00	0,00	0,00
OHL_0835_J	Tešební jáma Barbora na toku Bouřivec	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0	0	0,00	0,00	0,00	0,00
OHL_0840	Pevňovský od prameny po ústí do toku Bílina	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0	0	0,00	0,00	0,00	0,00



Obrázek 4.2.1.1. Zobrazení potřeb závlahové vody za vegetační období v m³ v jednotlivých ÚPOV, varianta „predpoved GS“. Zdroj: ČVUT

Nejistoty

Míry využití vodoprávně povoleného množství odebrané vody byly s ohledem na nejasnosti evidovaných hodnot závlahových odběrů diskutovány s pracovníky podniků Povodí.

Výpočty potřeb závlahové vody jsou provedeny na základě současných znalostí a z aktuálně dostupných hodnot. Je zřejmé, že i tyto výsledky jsou zatíženy nejistotami, chybí například aktualizace databáze skutečně zavlažovaných ploch a jejich navázání na odběrná místa.

Při výpočtu množství vody pro závlahy vznikly nejistoty nesouladem vymezených kategorií LPIS (chmelnice, vinice, sady, standardní orná půda a trvalý travní porost) s poskytnutými vláhovými bilancemi jednotlivých konkrétních zemědělských plodin (viz ÚVGZ).

Nejistoty existují také v oblasti socioekonomické, neboť struktura osevů, stejně jako rozhodnutí hospodařících subjektů o podpoře budování a následného využívání závlah jsou výrazně ovlivněny ekonomickou stránkou, dotačními tituly a společným evropským trhem.

V porovnání s předchozími jsou nižší (byť nezanedbatelné) rovněž nejistoty z oblasti klimatického vývoje regionu.

Závěry a doporučení

Analýza databáze závlahových odběrů stanovila nevyužitě množství vody jako přinejmenším teoretickou rezervu k dispozici.

Analýza závlahových technologií v ČR a odhad jejich ztrát závlahové vody umožnila výpočet orientačního maximálního množství vody, potřebného pro závlahy pro typické kultury „vinice“, „chmelnice“ a „sady“ a to včetně možné extrapolace do scénáře pokrytí závlahou veškeré plochy těchto kultur. Byl proveden výpočet indikativního množství vody potřebného pro závlahu kultur „orná“ a „TTP“, přičemž je jasné, že závlaha se soustředí na orné půdě v rozhodující míře na zeleninu a rané brambory, a na TTP to budou louky pro produkci píce pro mléčný skot. Vývoj směrem k plné závlaze zde není realistický – byl uplatňován pouze tam, kde je již v současnosti závlaha vybudovaná (což bylo považováno za indikátor faktu, že se tam zavlažované plodiny pěstují). Tato skutečnost byla ověřena podle dat ČSÚ – které jsou na úrovni okresů k dispozici nicméně jen do roku 2014.

Aniž bychom byli schopni provést reálnou bilanci dostupnosti zdrojů vody pro jednotlivé zavlažované pozemky, je zcela zřejmé, že podzemní vody by v kritických oblastech neměly být k závlaze masivně

využívány, neboť se jedná o vodu cennou, která by měla být rezervována pro pitné účely. Navíc bude zjevně docházet k souběhům nutnosti závlah (delší období horka a sucha) a současně nízkých průtoků v tocích (delší období sucha a horka). Potřebu vody tak bude možno pokrýt jediné výstavbou dalších vodních nádrží, resp. úpravou manipulačních řádů nádrží stávajících, pokud tyto mají volnou kapacitu. Pomoci může implementace závlahových matematických modelů (např. model AQUA CROP, registrovaný FAO). Tyto metody ale pomohou spíše optimalizovat velikost a načasování závlahových dávek, nicméně celkovou bilanci vody neřeší.

Ukazuje se, že stát eviduje velké množství dat a údajů, mnohdy ale bez koncepce, na různých místech a bez vzájemné návaznosti. Doporučujeme proto propojení resortních informací za účelem efektivního nakládání s vodou a s dalšími zdroji.

Doporučujeme provést podrobnou inventarizaci pozemků v kategorii „zavlažované“ a „zavlažovatelné“ a tyto zavést jako parametry do databáze LPIS.

Doporučujeme v evidenci odběrů vody oddělit kategorii „voda pro závlahy“ a k jednotlivým zdrojům přiřadit zavlažované pozemky – možno rovněž provést v databázi LPIS nebo v databázi ISMS.

4.2.2 Potřeba vody pro závlahy – z hlediska modelování potřeby rostlin

Organizace: ÚVGZ (CzechGlobe), VÚV TGM, v. v. i.

Řešitelé: Prof. Mgr. Ing. Miroslav Trnka, Ph.D., Ing. Daniela Semerádová, Ph.D., Ing. Adam Vizina, Ph.D., Bc. Jan Balek, Ing. Juliana Albearez, Mgr. Petr Štěpánek, Ph.D., Mgr. Jan Meitner, Ph.D., Doc. Ing. Evžen Zeman, CSc., Ing. Václav Rára, Mgr. Jana Bernsteinova, Ph.D.

Hlavní úkoly týmu CzechGlobe

V rámci týmu WP1 odpovídali řešitelé z ÚVGZ za provedení následujících aktivit:

- a) Přípravu scénářů vývoje klimatických parametrů a půdní vlhkosti, následně použitých v kaskádě modelů ve spolupráci s týmem VÚV a ČZU;
- b) Provedení analýzy potřeby závlahové vody pro zemědělství a zejména formulování metodiky, algoritmizace a provedení modelových výpočtů ve spolupráci s týmy ČZU, ČVUT a zpracovaného týmem VÚV do podoby finálních výsledků;

a) Příprava scénářů vývoje klimatických parametrů

Výběr modelů

Tým ÚVGZ na základě analýzy v rámci projektů excelentního výzkumu Operačního programu výzkum, vývoj a vzdělávání - Udržitelnost ekosystémových služeb (OPVVV SustES) a Operačního programu Jan Amos Komenský - Pokročilé metody redukce emisí a sekvence skleníkových plynů v zemědělské a lesní krajině (OP JAK AdAgriF), systematicky testoval vhodnost metod pro přípravu použitelných a robustních dat pro odhad vývoje budoucího klimatu. Tým vycházel z faktu, že množina nejnovějších projektů vzájemného porovnání spřažených modelů fáze 6 – globálního simulačního modelu (CMIP6 GCM) zahrnuje modely s různým stupněm prostorové podrobnosti. Většina simulací vývoje klimatu v 21. století má horizontální prostorové rozlišení okolo 100 nebo 250 km. Existuje i malá podmnožina globálních klimatických modelů (GCM) v rozlišení okolo 50 km, ale jejich simulace končí v polovině 21. století. Jednotlivé GCM se od sebe též liší komplexností popisů dějů v klimatickém systému, způsoby parametrizací jevů menšího měřítka i formulací a numerickým řešením základních fyzikálních rovnic. Zákonitě pak dochází k tomu, že se do určité míry rozchází simulované klima s realitou a tento rozdíl se mění v prostoru, čase či napříč fyzikálními veličinami. Pro simulace budoucího klimatu střední Evropy byly, po 5 letech výzkumu, upřednostněny GCM, které nejlépe postihují klima střední Evropy. Zároveň je potřeba zajistit, aby preferované GCM, které tvoří jen podmnožinu všech dostupných GCM, postihly budoucí vývoj klimatu stejně, se stejnou mírou neurčitosti, jako úplná množina všech

dostupných GCM. Tedy aby vybraná podmnožina GCM nerepresentovala modely, které za stejných podmínek očekávají např. vyšší nárůst teploty (či změny srážek, větru, slunečního svitu apod.) než modely, které stojí mimo výběr. Zúžení ansámblu klimatických modelů bylo provedeno postupem navrženým Meitnerem [16].

V souladu s uvedenou metodikou byly z množiny přibližně dvaceti CMIP6 GCM, které měly dostupné všechny nezbytné prvky a emisní scénáře, na základě validace vyloučeny ty modely, které nebyly schopny věrohodně simulovat klima Střední Evropy nedávné minulosti. Z ostatních modelů pak bylo vybráno 6 GCM s rozlišením 100 km a reprezentujících všechny 4 emisní scénáře tak, aby tento užší výběr svými statistickými vlastnostmi reprezentoval celou původní množinu modelů, ale umožnil pracovat s menším počtem simulací. Výběr GCM byl proveden s ohledem na všechny základní meteorologické prvky, které jsou dále analyzovány, resp. použity pro výpočet referenční evapotranspirace a půdní vlhkosti modelem SoilClim. Výběr modelů spolu s dostupnými scénáři klimatické změny je uveden v následující tabulce 4.2.2.1. Byly preferovány GCM s jemnějším prostorovým rozlišením (100 km oproti 250 km).

Tabulka 4.2.2.1. přehled modelů a země původu. Nominální velikost gridu v oblasti rovníku byla přibližně 100x100 km a simulace všech modelů byly dostupné pro všechny scénáře socioekonomického vývoje (SSP – viz níže).

Model	Autorské pracoviště
CMCC-ESM2	<i>CMCC Centro EuroMediterraneo sui Cambiamenti Climatici, Itálie</i>
EC-EARTH3	<i>EC-Earth Consortium Europe, EU</i>
GFDL-ESM4	<i>NOAA-GFDL National Oceanic and Atmospheric Administration, Geophysical Fluid Dynamics Laboratory, USA</i>
MPI-ESM1-2-HR	<i>MPI-M Max Planck Institute for Meteorology, Německo</i>
MRI-ESM2-0	<i>MRI Meteorological Research Institute, Japonsko</i>
TAIESM1	<i>AS-RCEC Research Center for Environmental Changes, Academia Sinica, Tchajwan</i>

Scénáře klimatické změny slouží jako zdroj tzv. okrajové podmínky pro GCM a reflektují různé možné budoucí trajektorie vývoje světa nejen z pohledu emisí či výsledných koncentrací skleníkových plynů v atmosféře nýbrž i z hlediska různého hospodářského a společenského vývoje na planetě. Poslední 6. hodnotící zpráva IPCC (AR6) pracuje se scénáři socioekonomického vývoje, tzv. Shared Socioeconomics Pathways (SSP). V současné nomenklatuře je v kódu SSP zahrnuta jak cesta socioekonomického vývoje (1. číslo) tak předpokládaný dopad antropogenních emisí na zesílení skleníkového efektu v desetinách $W.m^{-2}$ (číslo za pomlčkou).

V jednoduchosti lze jednotlivé scénáře změny klimatu používané na vstupu GCM simulací interpretovat takto:

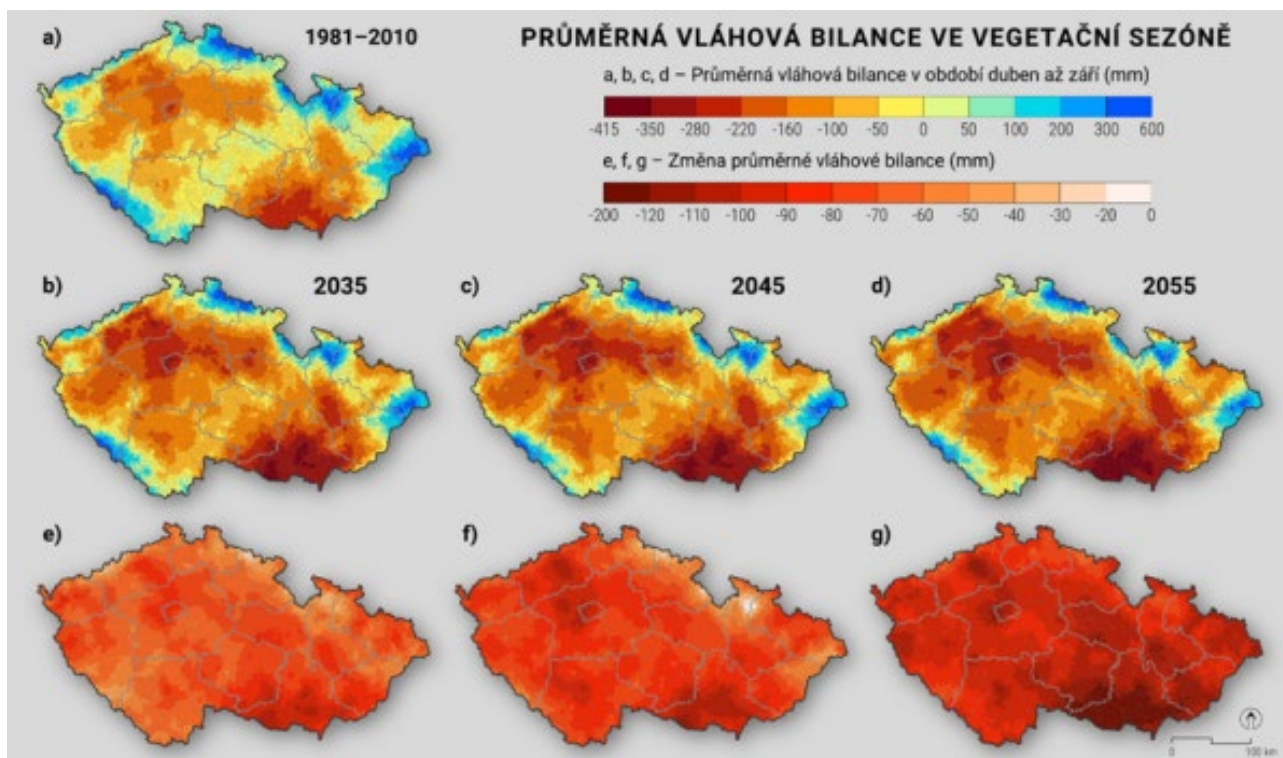
- **SSP1-2.6:** udržitelná cesta vývoje se zesílením skleníkového efektu až o $2,6 W.m^{-2}$ oproti předindustriálnímu období;
- **SSP2-4.5:** „střední cesta“: degradace environmentálních systémů, ale některá zlepšení týkající se využívání zdrojů a energie vedoucí k zesílení skleníkového efektu až o $4,5 W.m^{-2}$
- **SSP3-7.0:** „regionální rivalita“ a konflikty umožňující jen malý ekonomický rozvoj a zesílení skleníkového efektu o $7,0 W.m^{-2}$
- **SSP5-8.5:** vývoj založený na fosilních palivech s potenciálem zesílení skleníkového efektu až o $8,5 W.m^{-2}$

Příprava klimatických scénářů

Výstupy GCM, pokud se nezabýváme pouze relativní změnou meteorologických prvků, nelze použít přímo. Jsou zatíženy systematickou chybou (např. podhodnocení teploty o 1°C nebo nadhodnocení srážek o 25% apod. na území Střední Evropy), kterou je nutné nejprve odstranit tzv. bias korekcí. Alternativně lze pracovat s klimatickou změnou plynoucí ze simulací klimatických modelů, která je dána do souvislosti přímo s pozorovanými daty. Druhý uvedený přístup se označuje jako “přírůstková metoda” nebo “přímá modifikace” a je v ČR tradičně používán pro modelování dopadů klimatické změny např. na hydrologickou bilanci, neboť ta vykazuje při použití této metody větší robustnost než při využití simulací klimatických modelů s opravou systematické chyby (tzv. bias korekce). Pro využití “přírůstkové metody” v denním kroku je vhodné aplikovat transformace, které uvažují nejen změny průměrů, ale i variability. To umožňuje například pokročilá přírůstková (“Advanced Delta Change” – ADC) metoda. ADC metoda umožňuje zahrnout do transformace i změnu variability. To zjednodušeně znamená, že extrémy se mohou měnit jinak než průměr, což správně reflektuje situaci, jak ji zaznamenáváme ve skutečném světě. Při odvození změn srážek z klimatického modelu ADC metoda uvažuje i systematické chyby simulace, které nemusí být lineární. Další podrobnosti lze nalézt v práci van Pelt et al. [17]. Vývoj základní sady scénářů metodou ADC tak výběr a analýza pro účely tohoto projektu byl prováděn iterativně a v úzké spolupráci týmů ÚVGZ, ČZU a VÚV TGM, v. v. i..

Tyto scénáře získané v rámci projektů OPVTV SusTES a OP JAK AdAgriF byly pro týmy v Centru VODA upraveny do podoby vhodné pro zde využívané modelové nástroje a podrobně testovány. Ačkoliv samotná příprava scénářů a analýzy dat, nebyly přímo součástí kontraktu pro Centrum Voda, je nezbytné zde základní popis metod zmínit. Současně platí, že jednotlivé simulační běhy v rámci kaskády modelů závlahových a hydrologických modelů jsou unikátní a pouze využité v rámci Centra Voda.

S ohledem na interpretaci výsledků je potřeba si uvědomit, že vedle referenčního období 1981–2010 pracujeme s 30letými časovými okny pro budoucí klima: 2020–2050 (označováno jako “2035”), 2030–2060 (“2045”) a 2040–2070 (“2055”). Období se navzájem překrývají. V rámci těchto časových oken lze vyhodnocovat statistické charakteristiky (vč. extrémů) za dané období. Obdobně jako u simulací klimatických modelů zde nedává smysl analyzovat a prezentovat jednotlivé dny nebo roky, ale pouze statistiky za celé období. Dlouhodobé trendy pak lze vyhodnocovat tak, že se na sebe napojují jednotlivá (klouzavá) období v budoucím klimatu. Ukázkou výstupu pro vodní bilanci (tj. rozdíl ETref a srážek) ve vegetačním období zachycuje obrázek 4.2.2.1.



Obrázek 4.2.2.1 Ukázka rozdílu sumy srážek a referenční evapotranspirace v tzv. teplém půlroce (duben-září) pro referenční období (a) 1981-2010 a období (b,e) 2020-2050 tj. 2035, (c,f) 2030-2060 tj. 2045 a (d,g) 2040-2070 tj. 2055 pro úroveň povodí IV. Řádu a pro model MPI-ESM1-2-HR a emisní scénář SSP 2-4.5. Mapy b-d ukazují změnu v absolutní hodnotě, mapy e-g pak charakter klimatického signálu tj. relativní změnu.

b) Analýza potřeb vody pro rostlinnou výrobu

V rámci projektu byl využit model SoilClim využívaný mj. pro monitoring a předpověď sucha v systému www.intersucho.cz, který vychází z doporučené metodiky FAO [18] a ASCE [19]. Výstupy modelu SoilClim pro klimatologickou vodní bilanci byly v minulosti pro větší robustnost porovnány s modelem Českého hydrometeorologického ústavu AVISO s dobrou shodou. Modelové odhady potřeby vody v modelu SoilClim byly provedeny pro každý grid s rozlišením 500x500 na celém území ČR na základě denních meteorologických dat, údajích o sklonitosti a expozici pozemku (pro zohlednění radiační a energetické bilance), údajích o retenční schopnosti a hloubce půdy a případném vlivu podzemní vody. V individuálních případech byl výpočet omezen pouze na gridy se zemědělskou půdou případně na zavlažovatelné gridy. Dynamika růstu vegetace v modelu SoilClim zohledňovala vazbu vývoje rostlin, (ale i termínu setí/sázení/citlivých period/sklizně), na průběh počasí a klíčové faktory ovlivňující potřebu vody (např. proměnlivá velikost listové plochy či hloubka kořenění) jsou zohledněny a mění se dynamicky během sezóny. Pro případy výpočtu potřeby vody v očekávaném klimatu je zahrnut i vliv CO₂ na vodní režim rostlin. Na základě předchozích studií zabývajících se závlahami na našem území a rešerší světové odborné literatury byly stanoveny klíčové parametry vegetačního krytu, které reprezentovaly celkem 20 plodin/kultur, z nichž ale některé byly posuzovány v různých režimech (např. sady s holou půdou nebo aktivním porostem v meziřadích). Bylo tak možné určit i relativní náročnost na vodu u jednotlivých kultur. Metodika zahrnuje posun nástupu fenologických prací, změny v termínech setí a sklizně a tím i reflektuje posun v sezonalitě potřebnosti závlah.

Při stanovování potřeby vláhy byly všechny výpočty prováděny na úrovni jednotlivých gridů v denním kroku, a závlahová dávka byla aplikována vždy, když nasycení aktuální kořenové vrstvy kleslo pod 30% retenční kapacity, tj. byla dosažena hranice, kdy je voda pro rostliny relativně obtížně dostupná a jejich růst je následně významně limitován nedostatkem vláhy. Touto „udržovací“ závlahou je zaručeno přežití kultury. Zvláštní režim byl použit pro týdny kdy hodnota součinitele efektivity závlahy převzatá z ČSN

75 0434 pro daný týden a danou plodinu indikovala, součinitel efektivity vyšší než 40 (což znamená významný vliv závlahy na hospodářský výnos). V těchto případech bylo udržováno nasycení kořenové vrstvy na hodnotách alespoň 50% nasycení. Takto pojaté závlahy by byly relativně velmi efektivní.

Finální iterace stanovení závlahových zdrojů a potřeb

Aktuálně probíhá finální stanovení vláhových potřeb kaskádou modelů SoilClim a BILAN s využitím poznatků získaných ve spolupráci partnerů WP1. V současné době byly pro každé ÚPOV provedeny výpočty možné zavlažovatelné plochy tyto vybrané komodity: ječmen jarní, pšenice ozimá, kukuřice, řepka ozimá, brambory rané, jabloně – holý povrch, jabloně – aktivní povrch, třešně-holý povrch, třešně-aktivní povrch, meruňky-holý povrch, meruňky-aktivní povrch, broskve-holý povrch, broskve-aktivní povrch, vinice, chmelnice, jahody, česnek, cibule, mrkev, papriky, okurky, květák, zelí.

Po provedení všech výpočtů byla stanovena tato vláhová potřeba a v dalším kroku pracoval s daty tým VÚV a to nejen pro současné klima, ale pro nejaktuálnější scénáře změny klimatu vycházející z modelového ansámblu CMIP6. VÚV na základě poskytnutých klimatických dat a půdní vlhkosti z modelu SoilClim pro současné i budoucí klima stanovil disponibilní vodní zdroje pro každý ÚPOV. VÚV po dohodě s CzechGlobe provádí výpočty variantně a to ve variantě počítající s tím, že s vodou je hospodařeno v celé soustavě (tedy máme k dispozici vodu z nádrží i z povodí výše po proudu), ale také variantu kdy hospodaření s vodou je omezeno na daný ÚPOV. Z tohoto disponibilního množství lze např. odečíst zdroje na pokrytí ztrát při dopravě vody na zavlažované pozemky dle metodiky týmu ČVÚT. Postupným iterativním výpočtem pak lze v každém ÚPOV dostupnou vodu rozdělit pro jednotlivé gridy a to tak, že nejprve byla voda distribuována na zavlažovatelné gridy, a to podle bonity půdy. Pokud voda v daném ÚPOV postačovala na pokrytí požadavků všech zavlažovatelných gridů, byla následně vlaha distribuována na další gridy opět podle bonity. Výsledkem výpočtu je potenciálně zavlažovatelná plocha, a to jak v běžném roce, tak v případě 5 a 10 letého sucha. Samotný výpočet závlahové potřeby jednotlivých komodit je dynamický a vychází z analýzy potřeby vláhy dané komodity v kořenové vrstvě. Závlaha je indikována v případě, že půdní vlhkost v kořenové vrstvě klesne pod 0,3. Zavlažovatelná plocha pak byla stanovena nově ve spolupráci ČVUT, VÚV a CzechGlobe a současně byly na základě analýzy ČVUT změněny parametry výpočtu ztrát závlahové vody jako součet ztrát na vedení a závlahovém detailu.

$$KZ = K1 + K2$$

Hodnota K1 byla definována jako 0,12 (tj. 12%) a hodnota K2 byla stanovena podle následující tabulky 4.2.2.2. V závislosti na plodině je tak nově kalkulováno se ztrátou 17-37%.

Tabulka 4.2.2.2: Hodnota parametru K2 – součinitel ztrát závlahové vody podle způsobu závlahy

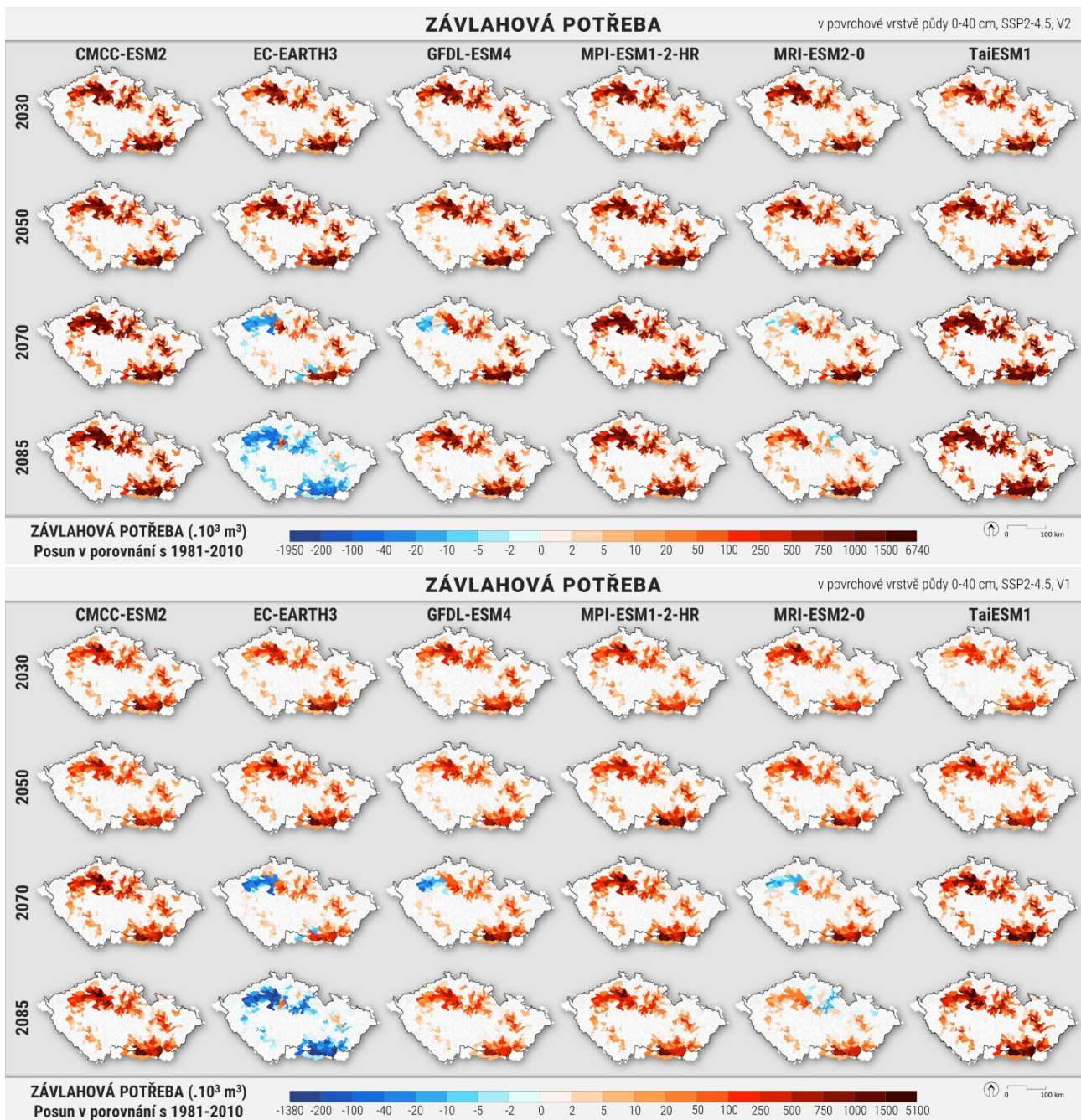
K2	Závlahový detail současný
1,05	Sady (broskvoně, jabloně, meruňky, třešně), vinice, jahody, okurky, papriky, rajčata
1,15	Chmelnice, cibule, mrkev, rané brambory (kapková závlaha)
1,25	Rané brambory (postřik), vojtěška, kukuřice, zelí, květák

Tyto změny představují poměrný výrazný posun v celém metodickém postupu. Ve finálním výpočtu pak byly na potenciálně zavlažovaných plochách uplatněny oseední postupy podle dat z LPIS na základě reálných dat 2015-2023, která zpracoval CzechGlobe. To umožnilo určit „reálnou“ potřebu vody v rámci závlahových soustav a následně standardizovat i výpočty pro budoucí klima. Výstupy společné práce jsou připravovány na publikaci v impaktivním časopise (Agricultural Water Management).

Finální výpočet vláhové potřeby tak kombinuje inovované postupy na základě platné ČSN 75 0434, praktické zkušenosti ze závlahové praxe, a také reálné složení plodin v ÚPOV se závlahou, protože konkrétní využití závlah nelze prozatím jinak stanovit. Byly vytvořeny 2 scénáře pro stanovení závlahových potřeb.

První vycházel z cíle maximalizovat produkci a nedovolit pokles nasycení půdního profilu pod bod snížené dostupnosti vláhy, kdy na snížení dostupnosti vláhy reagují rostliny snížením produkce (zjednodušeně řečeno). Druhý pak měl za cíl nedovolit pokles nasycení půdy pod hodnoty intenzivního vodního stresu tedy situace, kdy je produkce rostlin výrazně snížena nedostatkem vláhy. Zatímco první postup by směřoval k maximalizaci produkce v podmínkách omezených vodních zdrojů, druhý postup slouží především k udržení bazální úrovně produkce a vodní zdroje šetří v maximální možné míře. Z pohledu rentability je první ze zvolených postupů vhodný v situacích, kdy je vodních zdrojů v povodí dostatek, druhý lze chápat jako nouzový scénář, protože producentům nezaručuje přiměřený výnos, nicméně v řadě sezón, zvláště při kratších epizodách sucha může zásadně přispět ke snížení škod, při relativně menší spotřebě vláhy.

Výpočty současně řešili zajištění vláhové potřeby pro variantu svrchních 40 cm nebo profilu do hloubky 100 cm. Na obrázku 4.2.2.2 jsou prezentovány obě varianty pro zajištění vláhy v odpovídajícím objemu v horních 40 cm profilu jako změna potřeby oproti období 1981-2010 pro realistický emisní scénář SPSS 2-4.5. Zřetelně je vidět, že nelze na základě jednoho GCM modelu postihnout, celé spektrum očekávaných změn a nelze to učinit, ani na základě použití pouze jednoho emisního scénáře.



Obrázek 4.2.2.2 Změna průměrné roční závlahové potřeby pro Útvary povrchových vod mezi referenčním obdobím (a) 1981-2010 a obdobím 2030 (2015-2045); 2050 (2035-2065); 2070 (2055-2085) a 2085 (2070-2099) a to pro 6 Globálních cirkulačních modelů z ansámblu CMIP6 pro emisní scénář SSP 2-4.5. Horní sada map ukazuje posun vláhové spotřeby v případě snahy o optimalizaci produkce. Dolní sada map pak změnu závlahové potřeby pro zabránění stresu suchem u pěstovaných kultur.

Výsledky zřetelně ukazují významnou variabilitu v běžících stejných GCM modelů pro různé emisní scénáře zvláště pro období 2015-2045 (2030) a 2035-2065 (2050). I v regionech, kde v průměru dochází ke snížení vláhové potřeby, nadále zůstávají poměrně výrazné závlahové potřeby.

Co však zůstává doposud nezodpovězenou otázkou, je dopad zatím neuvažované varianty, vycházející z odhadu agro-ekonomického modelu GLOBIOM-CZ. Ten ukazuje na značnou komparativní výhodu české zemědělské produkce v očekávaných environmentálních podmínkách, a tedy i možnost navzdory klimatické změně zvýšit svoji profitabilitu a tržní podíl českého zemědělství. Tedy situaci, kdy poměry na světových trzích budou ekonomicky příznivě nakloněny expanzi tuzemské produkce a to potenciálně i bez intervence státu. Za takové situace nelze vyloučit tlak na využití možnosti 2 sklizní ročně, která při určité kombinaci dnes pěstovaných plodin a/nebo kombinace vhodných odrůd bude v horizontu několika let/dekád možná. Nicméně úspěch druhé plodiny bude dán schopností včas sklídit plodinu první a zejména po zasetí zajistit dobré ujímání druhé plodiny ve vrcholu léta. Což bez dodatečné závlahy nebude ve většině let v nejteplejších oblastech Čech a Moravy možné.

4.2.3 Potřeba vody pro živočišnou výrobu

Organizace: ČZU

Řešitel: Doc. dr. Mgr. Vera Potopová, Mgr. Marie Musiolková, Ph.D.

Cíl

Cílem výzkumného směru, kterým je vývoj spotřeby vody hospodářskými zvířaty v ČR je sestavit scénáře živočišné výroby v jednotlivých krajích ČR s informacemi o tom, jaká hospodářská zvířata v posledních 20 letech jsou a v následujících letech budou v jednotlivých oblastech chována a jaká bude jejich spotřeba vody, a to jak během celého roku, tak v jednotlivých ročních obdobích. Hospodářská zvířata, jako jsou krávy, prasata, ovce, kozy, koně a drůbež, jsou významným zdrojem komodit využívaných člověkem. V souvislosti s budoucí klimatickou změnou budou řešena adaptační opatření u hospodářských zvířat hlavně s ohledem na jejich zatížení způsobené nárůstem jarních a letních teplot a také zvyšujícím se počtem několika za sebou jdoucích tropických dnů, přičemž takové podmínky způsobují u zvířat teplotní stres, který se projevuje např. u skotu nižší doживostí i hmotnostními přírůsty [20]. Stresové podmínky se budou vyskytovat jak ve stájích, tak na pastvinách, a bude pravděpodobně docházet ke snížení užitkovosti zvířat.

Hospodářská zvířata mají nezanedbatelnou spotřebu vody. Navíc se předpokládá, že rostoucí lidská populace a poptávka po živočišných produktech zvýší poptávku po vodě, a že se budou celosvětově měnit vzorce srážek. Proto se nabízí otázka, zda bude do budoucna dostatek dostupné vody a jaký vliv bude mít (ne)dostupnost vody na možnosti chovu hospodářských zvířat [21].

Popis vstupních dat

Pro realizaci výzkumného směru – spotřeba vody hospodářskými zvířaty byla vytvořena meteorologická data naměřená meteorologickými stanicemi.

Složka „Meteorologické parametry_denní data“

- celkem 14 souborů (pro každý kraj ČR 1 soubor, + Praha)
- každý soubor obsahuje 2 listy: Vysvětlivky a Data
- list Vysvětlivky obsahuje informace k použitým přístrojům a k jednotkám jednotlivých meteorologických parametrů
- list dat obsahuje denní data od roku 2000 do roku 2020 pro 9 meteorologických parametrů
- amplituda je počítána jako rozdíl maximální a minimální denní teploty
- THI je temperature-humidity index počítaný vzorcem $THI = (1,8 \times AT + 32) - [(0,55 - 0,0055 \times RH) \times (1,8 \times AT - 26)]$, kde AT je průměrná denní teplota a RH je relativní vlhkost vzduchu
- celkem 7671 řádků

Metodika: Spotřeba vody hospodářskými zvířaty

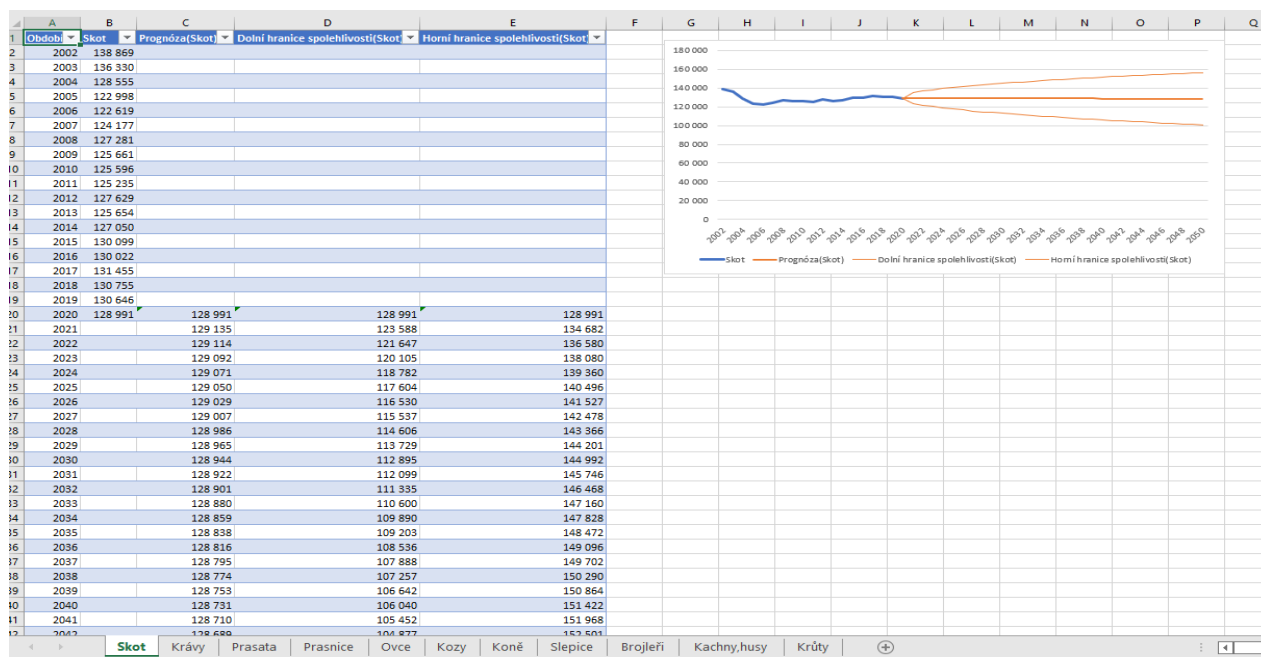
Byly získány tabulky s počty chovaných hospodářských zvířat v letech 2002–2020 pro všechny kraje ČR. Tabulky obsahovaly údaje pro počet skotu, prasat, ovcí, koz, koní a drůbeže (tabulka 4.2.3.1.). Jelikož byl uveden navíc počet krav, prasnic a slepic, bylo nutné z počtu kusů skotu, prasat a drůbeže odečíst počet krav, prasnic a slepic tak, aby výsledné číslo zahrnovalo pouze počet skotu bez krav, prasat bez prasnic a drůbeže bez slepic.

Složka „Prognóza počtu kusů zvířat“

- celkem 13 souborů (pro každý kraj ČR 1 soubor)
- každý soubor obsahuje 11 listů dle skupin zvířat (skot, krávy, prasata, prasnice, ovce, kozy, koně, slepice, brojleři, kachny+husy, krůty)
- každý list obsahuje zjištěná data od roku 2002 do roku 2020 a prognózu počtu zvířat od roku 2021 do roku 2050 pro každý rok
- je uvedena průměrná hodnota prognózy a také dolní a horní hranice spolehlivosti
- každý list obsahuje také graf prognózy včetně hranic spolehlivosti
- v tabulkách jsou aktivní filtry, ale žádný filtr není nastavený (je to defaultní nastavení výsledků prognostického nástroje)

Tabulka 4.2.3.1. Seznam chovaných zvířat (dle tabulek ČSÚ)

Název v tabulce	Definice
Skot	Domácí zvířata druhu tur domácí (<i>Bos taurus</i>) (bez krav).
Krávy	Samice skotu, které se již otelily (včetně těch, které se otelily dříve než ve věku 2 let).
Prasata	Domácí zvířata poddruhu prase domácí (<i>Sus scrofa domestica</i>) (bez prasnic).
Prasnice	Samice prasat, které se již oprasily. Nezahrnuje vyřazené prasnice.
Ovce	Domácí zvířata druhu ovce domácí (<i>Ovis aries</i>).
Kozy	Domácí zvířata poddruhu koza domácí (<i>Capra aegagrus hircus</i>).
Koně	Domácí zvířata druhu kůň domácí (<i>Equus caballus</i>).
Drůbež	Domácí ptáci druhu kur domácí (<i>Gallus gallus</i>), rodu krocan (<i>Meleagris</i> spp.), rodu kachna (<i>Anas</i> spp.), druhu pižmovka velká (<i>Cairina moschata</i>) a poddruhu husa velká domácí (<i>Anser domesticus</i>).
Slepice	Samice kura domácího nosného i masného typu, které dosáhly snáškové zralosti.



Obrázek 4.2.3.1. Ukázka –prognóza počtu kusů zvířat

Soubor „Meteorologické parametry roční data“

- 1 list
- tabulka s hodnotami meteorologických parametrů (roční průměry / sumy) s napárovanými údaji ohledně počtu zvířat v jednotlivých skupinách
- dvě sekce:
 - počet kusů zvířat (skot, krávy, prasata, prasnice, ovce, kozy, koně, slepice, brojleři, kachny+husy, krůty)
 - meteorologické parametry
- seznam meteorologických parametrů:
 - průměrná roční teplota
 - průměrná minimální teplota, průměrná maximální teplota
 - průměrná amplituda
 - průměrná relativní vlhkost vzduchu
 - roční suma nového sněhu
 - roční úhrn srážek
 - SET (suma efektivních teplot; suma průměrných denních teplot > 5 °C)
 - počet ledových dnů, počet mrazových dnů
 - počet letních dnů, počet tropických dnů, počet dnů s tropickou nocí
 - průměrná hodnota THI
 - počet dnů s THI 68–72, s THI 72–75, s THI 75–79
 - počet dnů s úhrnem srážek > 0 mm
- celkem 247 řádků (13 krajů, 19 let: 2002–2020)

A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N	O	P	Q	R
Kraj	Období	Skot (bez krav)	Krávy	Prasata (bez prasnic)	Prasnice	Ovce	Kozy	Koně	Slepice (tis. ks)	Brojleři (tis. ks)	Kachny + husy (tis. ks)	Krůty (tis. ks)					
Jihočeský kraj	2002	138869	91225	364514	34945	16167	1649	3197	835	3331	72	58	7,6	2,6	13,8	11,2	79,8
Jihočeský kraj	2003	136330	91420	364215	33680	15761	1377	2924	629	2851	62	50	6,7	0,8	14,0	13,2	77,3
Jihočeský kraj	2004	136555	93791	343893	30662	17283	1872	2886	761	3419	74	60	6,4	1,2	12,7	11,4	79,4
Jihočeský kraj	2005	122998	88415	319531	28678	21244	1715	2898	794	3708	80	65	6,2	1,1	12,6	11,6	79,3
Jihočeský kraj	2006	122619	86184	313442	27155	21533	1989	3125	752	3134	68	55	6,7	1,2	13,6	12,4	81,1
Jihočeský kraj	2007	124177	86396	310361	27835	23969	1978	3437	724	2674	58	47	7,9	2,5	14,3	11,8	80,2
Jihočeský kraj	2008	127281	87462	280641	22690	25489	2286	3849	755	3055	66	53	7,4	2,5	13,8	11,3	82,1
Jihočeský kraj	2009	122661	85404	278654	20115	25791	2158	4019	758	2764	60	48	7,3	2,4	13,5	11,1	82,7
Jihočeský kraj	2010	125996	84397	210060	15426	26499	2965	4074	645	2190	47	38	6,4	1,6	12,1	10,5	82,5
Jihočeský kraj	2011	125235	84524	162568	10675	27047	2817	4274	649	2122	46	37	7,4	2,2	14,7	12,0	82,3
Jihočeský kraj	2012	127629	84389	154831	10122	27275	3080	4513	346	1385	30	24	7,4	2,3	13,7	11,4	81,6
Jihočeský kraj	2013	131455	90689	198633	7205	29427	3078	4600	397	1576	34	28	7,8	2,4	14,2	11,8	77,0
Jihočeský kraj	2014	127050	86078	135891	9374	29023	2727	4496	471	1438	31	25	8,4	3,4	14,9	11,4	81,6
Jihočeský kraj	2015	130099	89112	120252	8434	30671	3265	4817	361	1910	41	33	8,4	3,1	14,9	11,7	77,6
Jihočeský kraj	2016	130022	89315	116791	7897	29204	3018	4441	380	1222	26	21	7,7	3,0	14,0	11,0	81,1
Jihočeský kraj	2017	131455	90689	198633	7205	29427	3078	4600	397	1576	34	28	7,8	2,4	14,2	11,8	77,0
Jihočeský kraj	2018	130755	91142	195885	7732	29549	3277	4671	345	1503	33	26	8,5	3,1	15,0	11,8	78,2
Jihočeský kraj	2019	130646	91770	186271	7368	29806	2724	4861	337	1843	40	32	8,2	2,8	14,7	12,0	78,0
Jihočeský kraj	2020	128991	90923	178352	6739	28602	3113	5006	364	1448	31	25	7,8	2,5	14,3	11,8	79,6
Jihomoravský kraj	2002	56163	33751	417575	40948	3587	596	1318	631	3998	86	70	10,5	6,2	15,3	9,2	71,7
Jihomoravský kraj	2003	49417	31691	486348	47286	9673	738	1128	719	3640	79	64	10,3	5,5	15,3	10,0	66,9
Jihomoravský kraj	2004	47561	30022	445252	39649	3849	640	1257	693	3589	78	63	9,7	5,4	14,4	9,0	70,9
Jihomoravský kraj	2005	45796	29715	396585	37176	4104	386	1352	590	3573	77	63	9,6	5,2	14,5	9,3	70,1
Jihomoravský kraj	2006	44618	29200	418877	39108	5092	417	1370	543	3671	80	64	9,9	5,3	14,9	9,4	71,5
Jihomoravský kraj	2007	46183	28901	395461	34925	7448	522	1533	580	3488	76	61	11,1	6,3	16,1	9,8	65,0
Jihomoravský kraj	2008	44031	28219	318317	25697	7006	588	1623	407	3621	78	63	10,8	6,4	15,7	9,3	71,5
Jihomoravský kraj	2009	39812	26974	264846	21421	8109	819	1484	564	3694	80	65	10,5	6,2	15,3	9,1	74,1
Jihomoravský kraj	2010	37218	24417	255237	20005	9085	1220	1548	522	3353	73	59	9,3	5,1	13,9	8,8	74,7
Jihomoravský kraj	2011	34888	23094	248502	15206	9510	1105	1695	569	2867	65	52	10,4	5,8	15,7	9,9	70,8
Jihomoravský kraj	2012	36139	24028	183760	11041	9956	1171	1715	477	2717	59	48	10,6	5,8	15,9	9,8	67,9
Jihomoravský kraj	2013	35828	23678	163482	10252	9342	1042	1656	459	2473	54	43	10,2	6,0	14,6	8,5	71,3

A	S	T	U	V	W	X	Y	Z	AA	AB	AC	AD	AE
Kraj	Roční suma nového sněhu	Roční úhrn srážek	SET (suma teplot > 5°C)	Počet ledových dnů	Počet letních dnů	Počet tropických dnů	Počet mrazových dnů	Počet dnů s tropickou nocí	Průměrná hodnota THI	Počet dnů s THI 68-72	Počet dnů s THI 72-75	Počet dnů s THI 75-79	Počet dnů s úhrnným srážek > 0 mm
Jihočeský kraj	34,0	1137,1	2734,5	26	44	9	130	0	46,9	5	1	0	201
Jihočeský kraj	36,0	992,2	2655,6	33	66	22	186	0	45,5	3	2	0	166
Jihočeský kraj	109,0	702,8	2537,4	32	53	2	152	0	45,0	3	0	0	206
Jihočeský kraj	211,0	781,4	2532,4	42	36	7	150	0	44,8	3	0	0	200
Jihočeský kraj	183,0	746,8	2726,3	28	46	15	154	0	45,4	12	0	0	193
Jihočeský kraj	81,0	893,0	2785,3	16	54	7	137	1	47,1	1	0	0	202
Jihočeský kraj	71,0	779,3	2661,7	15	44	7	142	0	46,3	4	0	0	195
Jihočeský kraj	63,0	841,9	2767,1	33	41	5	131	0	46,3	2	0	0	212
Jihočeský kraj	155,0	759,1	2582,9	60	36	13	156	0	44,6	13	0	0	193
Jihočeský kraj	42,0	705,4	2726,5	18	43	10	148	0	46,4	6	0	0	163
Jihočeský kraj	75,0	798,7	2769,0	27	58	12	138	0	46,5	10	1	0	197
Jihočeský kraj	123,0	727,4	2716,5	23	54	14	136	0	45,8	11	2	0	188
Jihočeský kraj	24,0	660,3	2653,4	8	35	6	117	0	48,0	4	0	0	190
Jihočeský kraj	45,0	670,2	2981,2	10	80	31	135	0	48,1	21	0	0	187
Jihočeský kraj	43,0	718,9	2786,5	11	48	6	121	0	47,0	5	0	0	191
Jihočeský kraj	86,0	648,8	2923,8	23	58	13	130	0	47,3	12	0	0	175
Jihočeský kraj	68,0	605,8	29176,5	24	66	12	129	0	48,3	11	0	0	159
Jihočeský kraj	54,0	703,9	2943,1	12	57	15	137	0	47,9	12	1	0	214
Jihočeský kraj	88,0	882,8	2762,9	10	41	4	150	0	47,2	4	0	0	179
Jihočeský kraj	24,0	615,3	2882,8	22	63	8	141	0	51,5	7	0	0	156
Jihomoravský kraj	9,0	390,3	3776,0	27	101	12	103	1	51,1	12	1	1	124
Jihomoravský kraj	53,0	492,3	3574,1	28	64	14	94	0	50,2	4	0	0	166
Jihomoravský kraj	76,0	549,6	3544,3	30	72	13	113	0	50,2	3	3	3	139
Jihomoravský kraj	67,0	444,1	3583,8	32	62	10	102	0	50,5	15	0	0	140
Jihomoravský kraj	42,0	450,0	3900,5	16	84	34	68	3	52,2	9	3	3	152
Jihomoravský kraj	4,0	458,7	3808,9	10	81	20	69	0	52,0	5	0	0	148
Jihomoravský kraj	45,0	597,0	3788,6	25	82	20	67	0	51,2	5	1	1	180
Jihomoravský kraj	89,0	722,0	3562,9	43	57	24	108	3	49,5	13	3	3	157
Jihomoravský kraj	36,0	378,3	3758,0	17	86	19	69	0	51,3	9	3	3	117
Jihomoravský kraj	36,0	443,7	3952,9	25	83	34	87	3	51,7	17	3	3	123
Jihomoravský kraj	68,0	588,7	3649,1	18	71	25	90	6	50,9	15	7	7	144
Jihomoravský kraj	7,0	669,3	4003,9	11	64	19	52	1	53,1	11	1	1	163
Jihomoravský kraj	18,0	394,1	3923,1	7	74	43	70	11	52,8	28	7	7	138
Jihomoravský kraj	25,0	469,1	3835,8	22	91	23	81	1	51,8	7	3	3	137
Jihomoravský kraj	53,0	468,9	3931,1	21	87	11	87	1	51,6	16	1	1	151
Jihomoravský kraj	24,0	374,8	4298,7	16	119	36	78	8	53,4	17	2	2	120
Jihomoravský kraj	29,0	370,1	4026,5	10	79	1	78	6	52,8	17	1	1	147

Obrázek 4.2.3.2. Ukázka – Meteorologické parametry roční data

Soubor „Počty hospodářských zvířat, spotřeba vody“

- 3 listy:
 - metainformace – informace k datům staženým z webu ČSÚ
 - ukazatele – informace k datům staženým z webu ČSÚ
 - data – datový soubor
- datová tabulka obsahuje čtyři sekce:
 - počty kusů zvířat – stažená data z webu ČSÚ
 - počty kusů zvířat – vypočítané hodnoty pro jednotlivé skupiny zvířat
 - průměrná spotřeba vody (m³/rok)
 - maximální spotřeba vody (m³/rok)
- každá sekce obsahuje údaje pro tyto skupiny zvířat:
 - skot, krávy
 - prasata, prasnice
 - ovce, kozy, koně
 - slepice, brojleři, kachny+husy, krůty
- sekce průměrná a maximální spotřeba vody obsahují také sloupec „suma“, který obsahuje hodnotu součtu spotřeby vody všemi skupinami hospodářských zvířat v daném roce
- celkem 247 řádků (13 krajů, 19 let: 2002–2020)

A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N	O	P	Q	R	S	T	U	V	
		Počty kusů zvířat - stažená data z webu Českého statistického úřadu										Počty kusů zvířat - vypočítané hodnoty pro jednotlivé skupiny zvířat										
Kraj	Období	Skot	Z toho krávy	Prasata	Z toho prasnice	Ovce	Kozy	Koně	Družež	Z toho slepice	Skot	Krávy	Prasata	Prasnice	Ovce	Kozy	Koně	Slepice	Brojléři	Kachny + husy	Krúty	
Jihočeský kraj	2002	230 094	91 225	399 495	34 945	16 167	1 649	3 197	4 295 292	834 732	138 869	91 225	364 514	34 945	16 167	1 649	3 197	834 732	3 330 743		72 155	58 295
Jihočeský kraj	2003	270 520	94 389	397 895	33 680	15 761	1 377	2 924	3 592 503	629 458	136 330	91 420	364 215	33 680	15 761	1 377	2 924	629 458	2 851 370		61 770	49 905
Jihočeský kraj	2004	216 526	87 971	374 555	30 662	17 583	1 872	2 886	4 313 665	760 762	128 958	87 971	343 893	30 662	17 583	1 872	2 886	760 762	3 418 908		74 067	59 840
Jihočeský kraj	2005	211 413	88 415	348 209	28 678	21 244	1 719	2 898	4 647 242	793 592	122 988	88 415	319 531	28 678	21 244	1 719	2 898	793 592	3 708 406		80 336	64 905
Jihočeský kraj	2006	208 803	86 384	340 597	27 155	21 533	1 989	3 125	4 009 684	752 424	122 619	86 384	314 432	27 155	21 533	1 989	3 125	752 424	3 134 496		67 903	54 861
Jihočeský kraj	2007	210 573	86 396	338 196	27 835	23 969	1 978	3 437	3 502 620	723 578	124 177	86 396	310 361	27 835	23 969	1 978	3 437	723 578	2 674 302		57 934	46 806
Jihočeský kraj	2008	214 743	87 462	303 331	22 690	25 489	2 286	3 849	3 930 306	755 178	127 281	87 462	280 641	22 690	25 489	2 286	3 849	755 178	3 055 459		66 191	53 477
Jihočeský kraj	2009	211 065	85 404	237 969	20 115	25 791	1 158	4 019	3 630 502	589 805	125 263	85 404	217 854	20 115	25 791	1 158	4 019	589 805	2 763 996		59 877	48 376
Jihočeský kraj	2010	209 993	84 397	225 486	15 426	26 499	2 965	4 074	2 921 470	645 461	125 396	84 397	210 060	15 426	26 499	2 965	4 074	645 461	2 190 228		47 448	38 334
Jihočeský kraj	2011	209 759	84 524	173 243	10 675	27 047	2 817	4 274	2 554 228	649 362	125 235	84 524	162 568	10 675	27 047	2 817	4 274	649 362	2 121 766		45 964	37 136
Jihočeský kraj	2012	212 018	84 389	164 953	10 122	27 275	3 080	4 513	1 784 025	345 876	127 029	84 389	154 831	10 122	27 275	3 080	4 513	345 876	1 384 523		29 993	24 232
Jihočeský kraj	2013	210 470	84 182	148 360	10 067	27 821	2 633	4 975	7 314 994	789 758	125 054	84 182	138 293	10 067	27 821	2 633	4 975	789 758	1 871 941		40 552	32 763
Jihočeský kraj	2014	213 128	86 078	145 265	9 374	29 023	2 727	4 496	1 964 757	470 575	125 650	86 078	135 891	9 374	29 023	2 727	4 496	470 575	1 437 867		31 149	25 166
Jihočeský kraj	2015	219 211	89 112	128 868	8 434	30 671	2 865	4 817	2 345 536	360 545	130 099	89 112	120 252	8 434	30 671	2 865	4 817	360 545	1 910 178		41 381	33 432
Jihočeský kraj	2016	215 337	89 315	124 688	7 897	29 204	3 018	4 441	1 650 047	397 810	130 022	89 315	116 791	7 897	29 204	3 018	4 441	397 810	1 222 067		36 247	21 389
Jihočeský kraj	2017	222 144	90 689	105 838	7 205	29 427	3 078	4 600	2 034 741	396 680	134 450	90 689	98 633	7 205	29 427	3 078	4 600	396 680	1 576 324		34 148	27 589
Jihočeský kraj	2018	221 897	91 142	103 617	7 732	29 549	3 277	4 671	1 906 871	365 804	131 455	91 142	95 885	7 732	29 549	3 277	4 671	365 804	1 502 593		32 551	26 299
Jihočeský kraj	2019	222 416	91 770	93 639	7 368	29 806	3 274	4 861	2 252 822	337 475	130 646	91 770	86 271	7 368	29 806	3 274	4 861	337 475	1 843 159		39 929	32 259
Jihočeský kraj	2020	219 914	90 923	85 691	6 739	28 602	3 113	5 006	1 868 818	334 227	128 991	90 923	78 352	6 739	28 602	3 113	5 006	364 227	1 447 884		31 366	25 341
Jihomoravský kraj	2002	89 914	33 751	523 523	46 948	3 587	536	1 318	4 777 022	630 814	56 163	33 751	477 575	46 948	3 587	536	1 318	630 814	3 989 945		86 435	69 833
Jihomoravský kraj	2003	81 108	31 744	524 634	47 286	3 673	738	1 128	4 501 913	719 426	49 417	31 744	486 348	47 286	3 673	738	1 128	719 426	3 963 927		78 853	63 707
Jihomoravský kraj	2004	77 583	30 022	484 901	39 649	3 849	640	1 257	4 422 665	693 069	47 561	30 022	445 252	39 649	3 849	640	1 257	693 069	3 589 030		77 750	62 616
Jihomoravský kraj	2005	75 111	29 133	433 761	37 176	4 104	386	1 352	4 303 093	589 801	45 796	29 133	396 585	37 176	4 104	386	1 352	589 801	3 573 340		77 410	62 541
Jihomoravský kraj	2006	73 878	29 260	457 985	39 108	5 092	417	1 370	4 358 401	543 418	44 618	29 260	418 877	39 108	5 092	417	1 370	543 418	3 671 199		79 530	64 254
Jihomoravský kraj	2007	74 784	28 601	430 400	34 925	7 448	522	533	4 205 225	500 396	44 018	28 601	395 461	34 925	7 448	522	533	500 396	3 489 210		75 966	60 051
Jihomoravský kraj	2008	72 250	28 219	344 014	25 097	7 006	588	1 023	4 170 096	406 919	44 031	28 219	318 317	25 097	7 006	588	1 023	406 919	3 021 432		78 452	63 383
Jihomoravský kraj	2009	66 786	26 974	287 267	21 421	8 109	819	1 484	4 002 640	564 151	39 812	26 974	264 846	21 421	8 109	819	1 484	564 151	3 693 819		80 020	64 650
Jihomoravský kraj	2010	61 835	24 188	265 242	20 005	9 085	1 220	1 548	4 006 760	522 091	37 218	24 188	255 237	20 005	9 085	1 220	1 548	522 091	3 353 334		72 644	58 691

A	V	W	X	Y	Z	AA	AB	AC	AD	AE	AF	AG	AH	AI	AJ	AK	AL	AM	AN	AO	AP	AQ	AR	AS	AT																								
Přímá spotřeba vody (m3/rok)																									Maximální spotřeba vody (m3/rok)																								
Kraj	Křtiny	Skot	Krávy	Prasata	Prasnice	Ovce	Kozy	Koně	Slepice	Brojléři	Kachny + husy	Krúty (tis. ks)	suma	Skot	Krávy	Prasata	Prasnice	Ovce	Kozy	Koně	Slepice	Brojléři	Kachny + husy	Krúty (tis. ks)	suma																								
Jihočeský kraj	58 295	2 489 782	4 219 726	60 760	6 187 450	17 783 181	1 813 9	45 329 5	70 242 7	100 314 7	13 153 8	12 228 9	7 218 581 5	3 041 231 1	5 660 513 3	76 529 6	221 201 9	25 058 9	2 556 0	55 436 0	85 309 6	145 886 5	1 497 2	12 766 9	3 237 984 6																								
Jihočeský kraj	49 905	2 444 260 6	4 220 746 4	58 561 1	1 808 638 1	17 337 1	1 514 7	41 458 7	64 028 9	99 298 6	11 260 7	10 468 9	7 136 335 1	2 966 627 0	5 672 611 0	73 759 2	213 194 4	24 428 6	2 134 0	50 702 2	64 338 6	132 890 0	1 280 7	10 929 3	3 223 889 2																								
Jihočeský kraj	69 940	2 304 826 6	4 098 268 5	53 313 6	16 441 0	19 341 3	2 059 2	40 919 9	64 018 1	106 834 1	13 502 4	12 529 6	6 851 083 3	2 815 364 5	5 498 000 6	67 149 8	194 093 5	27 253 7	2 901 6	50 842 7	77 749 9	149 752 0	1 538 9	13 105 8	8 807 537 5																								
Jihočeský kraj	64 905	2 205 231 1	4 089 746 3	49 863 9	15 338 28	23 368 4	1 890 9	41 090 0	66 780 8	117 146 5	14 645 3	13 615 6	6 777 207 2	2 893 656 2	5 486 150 8	62 804 8	181 531 7	33 928 2	2 664 5	50 251 3	81 105 1	162 248 3	1 667 0	14 214 3	8 769 402 1																								
Jihočeský kraj	54 861	2 198 436 1	3 966 548 7	47 215 8	14 503 9	23 686 2	1 877 4	44 308 6	63 316 5	95 725 5	12 376 8	11 508 6	6 630 951 8	2 685 356 1	5 347 717 2	59 469 5	171 891 2	33 376 2	3 083 0	54 167 5	76 897 7	137 290 9	1 408 0	12 014 5	8 582 892 6																								
Jihočeský kraj	46 905	2 206 389 4	3 996 355 4	48 398 1	14 039 3	26 365 2	1 765 8	40 732 4	60 889 1	78 208 6	10 581 4	9 818 8	6 657 372 4	2 719 476 5	5 380 971 8	60 958 7	176 165 6	37 152 0	3 055 9	59 897 6	70 140 7	117 134 4	1 202 1	10 258 6	8 819 864 5																								
Jihočeský kraj	53 477	2 282 021 0	4 045 641 6	39 452 2	12 170 9	28 037 9	2 514 6	54 574 0	63 842	92 448 3	12 056 7	11 218 2	6 753 254 2	2 787 453 9	5 427 017 1	49 691 1	143 627 9	39 508 0	3 543 3	66 741 7	77 179 2	133 829 1	1 373 5	11 715 8	8 741 676 0																								
Jihočeský kraj	48 376	2 252 976 1	3 950 488 3	34 975 0	10 896 9	28 370 1	2 373 8	56 984 4	60 807	80 810 8	10 915 6	10 148 1	6 589 528 4	2 751 975 9	5 299 918 4	44 051 9	127 228 0	39 976 1	3 344 9	69 689 5	77 493 9	132 063 0	1 242 5	10 594 4	8 546 077 6																								
Jihočeský kraj	38 334	2 251 810 7	3 993 988 7	28 822 0	9 374 5	29 148 9	3 061 6	67 842 4	54 315 5	82 094 2	9 849 7	8 915 6	6 488 319 2	2 750 852 4	5 238 333 3	33 792 9	97 846 6	41 073 5	3 598 8	70 642 7	65 966 1	95 932 0	98 5	8 395 1	8 406 406 9																								
Jihočeský kraj	37 136	2 245 338 3	3 999 763 1	18 561 2	67 260 9	29 751 3	3 088 7	60 600 0	54 643 8	59 175																																							

Lokalita	Kraj	Okres	Zeměpisná šířka	Zeměpisná délka	Nadmořská výška	T		TMA		TMI		H		SNO		SRA	
						OD	DO	OD	DO	OD	DO	OD	DO	OD	DO		
Praha, Karlov	Praha	Praha	50,0675	14,4186	261	1961	2020	1961	2020	1961	2020	1961	2020	1961	2020	1961	2020
Vyšší Brod	Jihočeský	Český Krumlov	48,6175	14,3144	559	1961	2020	1961	2020	1961	2020	1961	2020	1961	2020	1961	2020
Mariánské Lázně, vodárna	Karlovarský	Cheb	49,9903	12,6958	696	1967	2020	1967	2020	1967	2020	1967	2020	1966	2020	1966	2020
Holenice	Liberecký	Semily	50,5333	15,3000	423	1994	2020	1994	2020	1994	2020	1994	2020	1994	2020	1994	2020
Ústí nad Orlicí	Pardubický	Ústí nad Orlicí	49,9803	16,4221	402	1961	2020	1961	2020	1961	2020	1961	2020	1961	2020	1961	2020
Brno, Žabovřesky	Jihomoravský	Brno-město	49,2165	16,5677	236	1987	2020	1987	2020	1987	2020	1987	2020	1980	2020	1980	2020
Frenštát pod Radhoštěm	Moravskoslezský	Nový Jičín	49,5411	18,2406	436	1961	2020	1961	2020	1961	2020	1961	2020	1961	2020	1961	2020
Neumětely	Středočeský	Beroun	49,8264	14,0433	322	1981	2020	1981	2020	1981	2020	1981	2020	1981	2020	1981	2020
Konstantinovy Lázně	Plzeňský	Tachov	49,8848	12,9760	530	1972	2020	1972	2020	1972	2020	1972	2020	1972	2020	1972	2020
Ústí nad Labem, Kočkov	Ústecký	Ústí nad Labem	50,6839	14,0411	375	1975	2020	1975	2020	1975	2020	1975	2020	1975	2020	1975	2020
Úpice	Královéhradecký	Trutnov	50,5064	16,0116	413	1978	2020	1978	2020	1978	2020	1978	2020	1978	2020	1978	2020
Košetice, Křešín, Kramolín	Vysočina	Pelhřimov	49,5736	15,0806	532	1987	2020	1987	2020	1987	2020	1987	2020	1987	2020	1987	2020
Šumperk	Olomoucký	Šumperk	49,9742	16,9675	328	1990	2020	1990	2020	1990	2020	1990	2020	1990	2020	1990	2020
Valašské Meziříčí	Zlínský	Vsetín	49,4636	17,9742	334	1961	2020	1961	2020	1961	2020	1961	2020	1961	2020	1961	2020
Vysvětlivky:																	
T		průměrná denní teplota															
TMA		maximální denní teplota															
TMI		minimální denní teplota															
H		průměrná denní relativní vlhkost vzduchu															
SRA		denní úhrn srážek															
SNO		výška nově napadlého sněhu															

Obrázek 4.2.3.4. Ukázka - Seznam lokalit pro analýzu meteorologických parametrů

Tabulka 4.2.3.2. Spotřeba vody jednotlivých druhů chovaných zvířat (dle normativů)

		Skot	Krávy	Prasata	Prasnice	Ovce + kozy	Koně	Slepice (tis. ks)	Brojeři (tis. ks)	Kachny + husy (tis. ks)	Krůty (tis. ks)
Průměrná spotřeba vody jedním zvířetem (l/kus/den)	jaro	49,00	126,25	4,75	14,67	3,00	38,75	230	110	500	550
	léto	60,00	170,00	6,00	17,33	4,25	47,50	280	120	450	575
	podzim	49,00	126,25	4,75	14,67	3,00	38,75	230	110	500	550
	zima	38,00	82,50	3,50	12,00	1,75	30,00	180	100	550	600
Průměrná spotřeba vody jedním zvířetem (l/kus/období)	jaro	4557	11741	442	1364	279	3604	21390	10230	46500	51150
	léto	5580	15810	558	1612	395	4418	26040	11160	41850	53475
	podzim	4410	11363	428	1320	270	3488	20700	9900	45000	49500
	zima	3382	7343	312	1068	156	2670	16020	8900	48950	53400
Průměrná spotřeba vody jedním zvířetem (l/kus/rok)		17929	46256	1739	5364	1100	14179	84150	40190	182300	207525
Průměrná spotřeba vody jedním zvířetem (m³/kus/rok)		17,93	46,26	1,74	5,36	1,10	14,18	84,15	40,19	182,30	207,53
Maximální spotřeba vody jedním zvířetem (m³/kus/rok)		21,90	62,05	2,19	6,33	1,55	17,34	102,20	43,80	20,75	219,00

V dalším kroku bylo nutné zjistit spotřebu vody pro hospodářská zvířata [21]. V celkové tabulce je spotřeba vody rozdělena pro mladé jedince, pro kojící/laktující samice a pro vykrmovaná zvířata. Vždy je uvedena minimální a maximální spotřeba vody v litrech na kus za den a také maximální spotřeba v metrech krychlových na kus za rok. Minimální spotřeba vody za den se týká zimních měsíců, maximální spotřeba vody za den se týká letních měsíců. Jako spotřeba vody za den během jarních a podzimních měsíců byl určen průměr z této minimální a maximální hodnoty (tabulka 4.2.3.2.).

Byla vypočítána také průměrná spotřeba vody jedním zvířetem během ročních období (v jednotkách l/kus/období), průměrná spotřeba vody jedním zvířetem (v jednotkách l/kus/rok a m³/kus/rok) a také maximální spotřeba vody jedním zvířetem (v jednotkách m³/kus/rok) - tabulka 4.2.3.2..

Jelikož mezi drůbež patří nejen slepice, ale také kachny, krůty a husy, které mají různou spotřebu vody, bylo nutné zjistit přibližné procentuální zastoupení jednotlivých druhů zvířat v České republice. K tomu byla využita Situační a výhledová zpráva Drůbež a vejce, na základě které bylo vypočítáno procentuální zastoupení chovaných druhů drůbeže v letech 2010–2018. V dalším kroku byla vynásobením počtu kusů jednotlivých druhů hospodářských zvířat a průměrné (případně maximální) spotřeby vody jedním kusem jednotlivého druhu hospodářského zvířete zjištěna spotřeba vody jednotlivými druhy hospodářských zvířat a po sečtení údajů byla zjištěna celková spotřeba vody hospodářskými zvířaty za rok. Toto bylo vypočítáno pro každý rok v období 2002–2018 pro každý kraj zvlášť. Odhad počtu jednotlivých druhů hospodářských zvířat a spotřeby vody byl učiněn pro roky 2025, 2030, 2035, 2040, 2045 a 2050 pomocí nástroje List prognózy, Nástroj vypočítal průměrný odhad a jeho dolní a horní hranici. Odhady proběhly opět pro každý kraj zvlášť. Pro výpočet spotřeby vody hospodářskými zvířaty během jednotlivých ročních období byla nejprve zjištěna průměrná procentuální spotřeba vody v těchto obdobích vůči celému roku, což bylo 25,34 % pro jaro, 30,19 % pro léto, 24,53 % pro podzim a 19,94 % pro zimu. Poté byla vypočítána spotřeba vody v jednotlivých ročních obdobích na základě zjištěných hodnot pro celý rok, a to pro roky 2005, 2010, 2015, 2020, 2025, 2030, 2035, 2040, 2045 a 2050.

Výsledky

Počty kusů hospodářských zvířat a průměrná spotřeba vody za rok pro jednotlivé kraje

Výsledné hodnoty a závěry platí vždy pro rok 2050 oproti roku 2005.

Jihočeský kraj patří spolu s Krajem Vysočina mezi kraje, v nichž je živočišná výroba nejvíce rozvinuta. U skotu je očekáván mírný nárůst počtu chovaných kusů, u ovcí, koz a koní je očekáván výraznější nárůst v počtu chovaných kusů, u prasat a drůbeže je očekáváno postupné vymizení jejich chovu. V tomto kraji je do budoucna očekáván setrvalý stav množství vody spotřebované hospodářskými zvířaty (tabulka 4.2.3.3.).

Jihomoravský kraj patří spolu s Karlovarským, Libereckým, Ústeckým a Zlínským krajem mezi kraje, v nichž je živočišná výroba méně rozvinuta. U skotu je očekáván pokles počtu chovaných kusů, u ovcí, koz a koní je očekáván výrazný nárůst v počtu chovaných kusů, u prasat a většiny drůbeže je očekáván postupný pokles v počtu chovaných kusů. V tomto kraji je do budoucna očekáván pokles množství vody spotřebované hospodářskými zvířaty (tabulka 4.2.3.3.).

Karlovarský kraj patří spolu s Jihomoravským, Libereckým, Ústeckým a Zlínským krajem mezi kraje, v nichž je živočišná výroba méně rozvinuta. U skotu je očekáván výrazný nárůst počtu chovaných kusů, u ovcí, koz a koní je očekáván postupný nárůst počtu chovaných kusů. U prasat je očekáváno výrazné omezení chovů a u drůbeže je očekáván postupný pokles počtu chovaných kusů. V tomto kraji je do budoucna očekáván výrazný nárůst množství vody spotřebované hospodářskými zvířaty (tabulka 4.2.3.3.).

Kraj Vysočina patří spolu s Jihočeským krajem mezi kraje, v nichž je živočišná výroba nejvíce rozvinuta. U skotu je očekáván setrvalý stav počtu chovaných kusů, u ovcí, koz a koní je očekáván nárůst v počtu chovaných kusů, u prasat a drůbeže je očekáván postupný pokles v počtu chovaných kusů. V tomto kraji je do budoucna očekáván mírný pokles množství vody spotřebované hospodářskými zvířaty (tabulka 4.2.3.3.).

Královéhradecký kraj patří spolu s Moravskoslezským, Olomouckým a Pardubickým krajem mezi kraje, v nichž je živočišná výroba středně rozvinuta. U skotu je očekáván pokles počtu chovaných kusů, u ovcí, koz a koní a drůbeže je očekáván výrazný nárůst v počtu chovaných kusů, u prasat je očekáván postupný pokles v počtu chovaných kusů. V tomto kraji je do budoucna očekáván pokles množství vody spotřebované hospodářskými zvířaty (tabulka 4.2.3.3.).

Liberecký kraj patří spolu s Jihomoravským, Karlovarským, Ústeckým a Zlínským krajem mezi kraje, v nichž je živočišná výroba méně rozvinuta. U skotu, ovcí, koz a koní je očekáván nárůst počtu chovaných kusů, u prasat a drůbeže je očekáván postupný pokles v počtu chovaných kusů. V tomto kraji je do budoucna očekáván nárůst množství vody spotřebované hospodářskými zvířaty (tabulka 4.2.3.3.).

Moravskoslezský kraj patří spolu s Královéhradeckým, Olomouckým a Pardubickým krajem mezi kraje, v nichž je živočišná výroba středně rozvinuta. U skotu, ovcí, koz a koní je očekáván nárůst počtu chovaných kusů, u prasat a drůbeže je očekáváno výrazné omezení chovů. V tomto kraji je do budoucna očekáván nárůst množství vody spotřebované hospodářskými zvířaty (tabulka 4.2.3.3.).

Olomoucký kraj patří spolu s Královéhradeckým, Moravskoslezským a Pardubickým krajem mezi kraje, v nichž je živočišná výroba středně rozvinuta. U skotu je očekáván pokles počtu chovaných kusů, u ovcí, koz a koní je očekáván výrazný nárůst v počtu chovaných kusů, u prasat a drůbeže je očekáván výrazný pokles v počtu chovaných kusů. V tomto kraji je do budoucna očekáván pokles množství vody spotřebované hospodářskými zvířaty (tabulka 4.2.3.3.).

Pardubický kraj patří spolu s Královéhradeckým, Moravskoslezským a Olomouckým krajem mezi kraje, v nichž je živočišná výroba středně rozvinuta. U skotu a prasat je očekáván pokles počtu chovaných kusů, u ovcí, koz a koní je očekáván nárůst v počtu chovaných kusů, u drůbeže je očekáván výrazný nárůst v počtu chovaných kusů. V tomto kraji je do budoucna očekáván pokles množství vody spotřebované hospodářskými zvířaty (tabulka 4.2.3.3.).

Plzeňský kraj patří spolu se Středočeským krajem mezi kraje, v nichž je živočišná výroba silně rozvinuta. U skotu je očekáván mírný nárůst počtu chovaných kusů, u prasat a ovcí je očekáván prudký pokles počtu chovaných kusů, u koz a koní je očekáván nárůst v počtu chovaných kusů, u většiny drůbeže je očekáván mírný pokles v počtu chovaných kusů, ale počet slepic by měl růst. V tomto kraji je do budoucna očekáván mírný nárůst množství vody spotřebované hospodářskými zvířaty (tabulka 4.2.3.3.).

Středočeský kraj patří spolu s Plzeňským krajem mezi kraje, v nichž je živočišná výroba silně rozvinuta. U skotu je očekáván pokles počtu chovaných kusů, u ovcí, koz a koní je očekáván výrazný nárůst v počtu chovaných kusů, u prasat a většiny drůbeže je očekáván postupný pokles v počtu chovaných kusů, ale počet slepic by měl růst. V tomto kraji je do budoucna očekáván pokles množství vody spotřebované hospodářskými zvířaty (tabulka 4.2.3.3.).

Ústecký kraj patří spolu s Jihomoravským, Karlovarským, Libereckým a Zlínským krajem mezi kraje, v nichž je živočišná výroba méně rozvinuta. U skotu je očekáván setrvalý stav počtu chovaných kusů, u prasat, ovcí, koz a koní je očekáván nárůst v počtu chovaných kusů a u drůbeže je očekáváno postupné omezení chovu. V tomto kraji je do budoucna očekáván mírný nárůst množství vody spotřebované hospodářskými zvířaty (tabulka 4.2.3.3.).

Zlínský kraj patří spolu s Jihomoravským, Karlovarským, Libereckým a Ústeckým krajem mezi kraje, v nichž je živočišná výroba méně rozvinuta. U skotu a koní je očekáván setrvalý stav počtu chovaných kusů, u ovcí a koz je očekáván nárůst v počtu chovaných kusů, u prasat a drůbeže je očekáváno omezení chovů. V tomto kraji je do budoucna očekáván setrvalý stav množství vody spotřebované hospodářskými zvířaty (tabulka 4.2.3.3.).

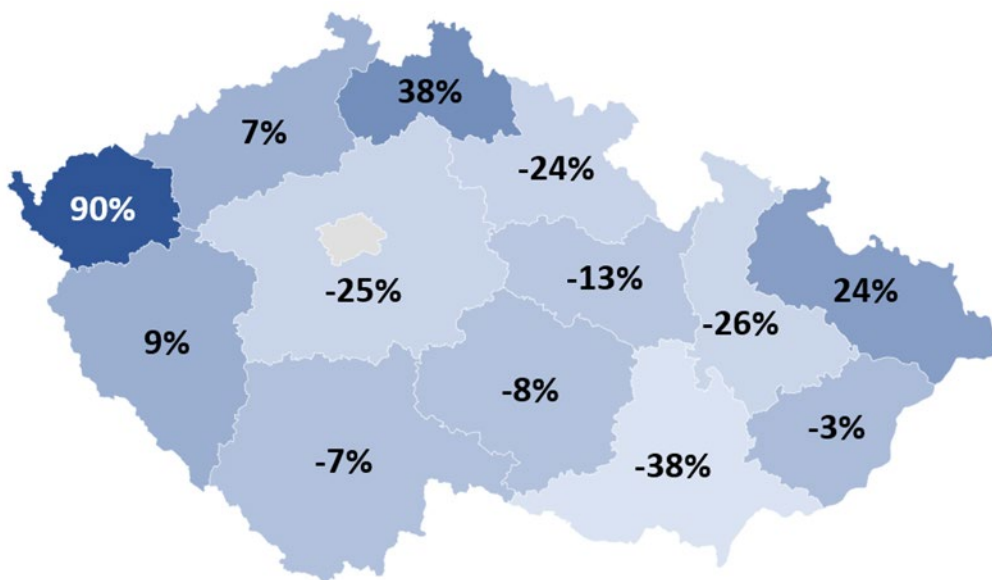
Tabulka 4.2.3.3. Počty zvířat a průměrná spotřeba vody (m³/rok) pro jednotlivé skupiny zvířat. OKK je zkratka pro ovce, koně a kozy. Procenta (%) jsou počítána jako přírůstek / úbytek počtu kusů nebo průměrné spotřeby vody od roku 2005 do roku 2050. Např. hodnota +5,22 % znamená, že v roce 2050 se předpokládá nárůst počtu zvířat o 5,22 % oproti roku 2005.

	Počet kusů					Průměrná spotřeba vody m ³ /rok				
	2005	2020	2035	2050	%	2005	2020	2035	2050	%
Jihočeský kraj										
Skot	211 413	219 914	221 264	222 448	+5,22 %	6 294 977	6 518 437	6 585 213	6 649 032	+2,00 %
Prasata	348 209	85 091	0	0	-100 %	709 413	172 383	0	0	-100 %

OKK	25 861	36 721	51 972	66 772	+158,19 %	66 349	105 865	148 887	189 112	+78,63 %
Drůbež (tis. ks)	4 647	1 869	0	0	-100 %	243 936	99 817	0	0	-100 %
Celkem	-	-	-	-	-	7 314 677	6 896 502	6 734 100	6 838 144	-0,85 %
Jihomoravský kraj										
Skot	75 511	64 374	57 348	50 188	-33,53 %	2 195 581	1 900 160	1 909 400	1 912 454	-12,89 %
Prasata	433 761	126 594	0	0	-100 %	888 974	241 950	0	0	-100 %
OKK	5 842	12 845	19 731	26 788	+358,54 %	24 109	36 625	46 747	58 072	+140,88 %
Drůbež (tis. ks)	4 303	4 037	2 251	1 189	-72,37 %	220 335	214 769	131 944	86 009	-60,96 %
Celkem	-	-	-	-	-	3 328 999	2 393 504	2 088 091	2 056 536	-38,22 %
Karlovarský kraj										
Skot	34 689	43 021	56 242	69 167	+99,39 %	1 054 921	1 343 166	1 790 120	2 199 331	+108,48 %
Prasata	42 349	16 435	0	0	-100 %	85 902	28 725	0	0	-100 %
OKK	15 987	15 373	18 671	21 704	+35,76 %	32 535	34 384	42 298	48 239	+48,27 %
Drůbež (tis. ks)	249	249	179	202	-18,87 %	16 123	18 439	15 096	17 027	+5,61 %
Celkem	-	-	-	-	-	1 189 481	1 424 713	1 847 514	2 264 597	+90,39 %
Kraj Vysočina										
Skot	218 625	218 641	217 181	216 175	-1,12 %	6 366 182	6 402 983	6 421 984	6 461 977	+1,50 %
Prasata	391 482	319 055	158 107	63 395	-83,81 %	790 335	620 526	274 909	110 227	-86,05 %
OKK	9 344	18 312	33 209	44 828	+379,75 %	19 656	44 862	77 835	107 202	+445,40 %
Drůbež (tis. ks)	1 231	391	0	0	-100 %	61 866	20 309	0	0	-100 %
Celkem	-	-	-	-	-	7 238 039	7 088 680	6 774 728	6 679 407	-7,72 %
Královéhradecký kraj										
Skot	109 527	101 233	90 676	80 119	-26,85 %	3 236 934	2 990 927	2 690 593	2 390 258	-26,16 %
Prasata	209 737	56 489	0	0	-100 %	424 888	110 020	0	0	-100 %
OKK	11 380	20 991	31 570	42 137	+270,27 %	31 953	60 665	87 347	113 942	+256,59 %
Drůbež (tis. ks)	1 520	2 749	3 554	4 572	+200,80 %	95 048	185 492	269 748	362 159	+281,03 %
Celkem	-	-	-	-	-	3 788 824	3 347 105	3 047 688	2 866 359	-24,35 %
Liberecký kraj										
Skot	38 051	48 729	55 134	61 289	+61,07 %	1 187 320	1 456 722	1 567 575	1 669 691	+40,63 %
Prasata	43 166	19 005	426	0	-100 %	86 050	37 885	2 283	0	-100 %
OKK	10 117	19 637	34 390	49 144	+385,76 %	29 426	55 422	96 778	138 138	+369,44 %
Drůbež (tis. ks)	112	75	49	25	-77,39 %	6 272	3 589	2 230	1 164	-81,43 %
Celkem	-	-	-	-	-	1 309 067	1 553 618	1 668 866	1 808 994	+38,19 %
Moravskoslezský kraj										
Skot	80 661	86 747	107 606	127 994	+58,68 %	2 464 819	2 664 950	3 093 312	3 511 096	+42,45 %
Prasata	149 142	37 905	0	0	-100 %	303 019	73 919	0	0	-100 %
OKK	14 233	21 126	30 089	38 949	+173,65 %	39 983	59 454	82 495	104 580	+161,56 %
Drůbež (tis. ks)	1 645	945	159	0	-100 %	96 384	60 672	13 382	0	-100 %
Celkem	-	-	-	-	-	2 904 205	2 858 995	3 189 189	3 615 676	+24,50 %
Olomoucký kraj										
Skot	96 851	93 149	85 032	77 477	-20,00 %	2 860 439	2 786 049	2 585 676	2 411 287	-15,70 %
Prasata	215 185	68 370	0	0	-100 %	435 891	134 489	0	0	-100 %
OKK	7 243	12 169	18 228	24 232	+234,56 %	22 838	37 647	53 532	68 662	+200,65 %
Drůbež (tis. ks)	613	425	176	56	-90,89 %	36 317	24 412	8 106	2 567	-92,93 %
Celkem	-	-	-	-	-	3 355 484	2 982 596	2 647 313	2 482 516	-26,02 %
Pardubický kraj										
Skot	121 379	113 308	105 299	97 289	-19,85 %	3 574 579	3 310 899	3 044 693	2 778 487	-22,27 %
Prasata	193 783	163 130	145 235	130 498	-32,66 %	391 870	318 677	264 300	226 904	-42,10 %

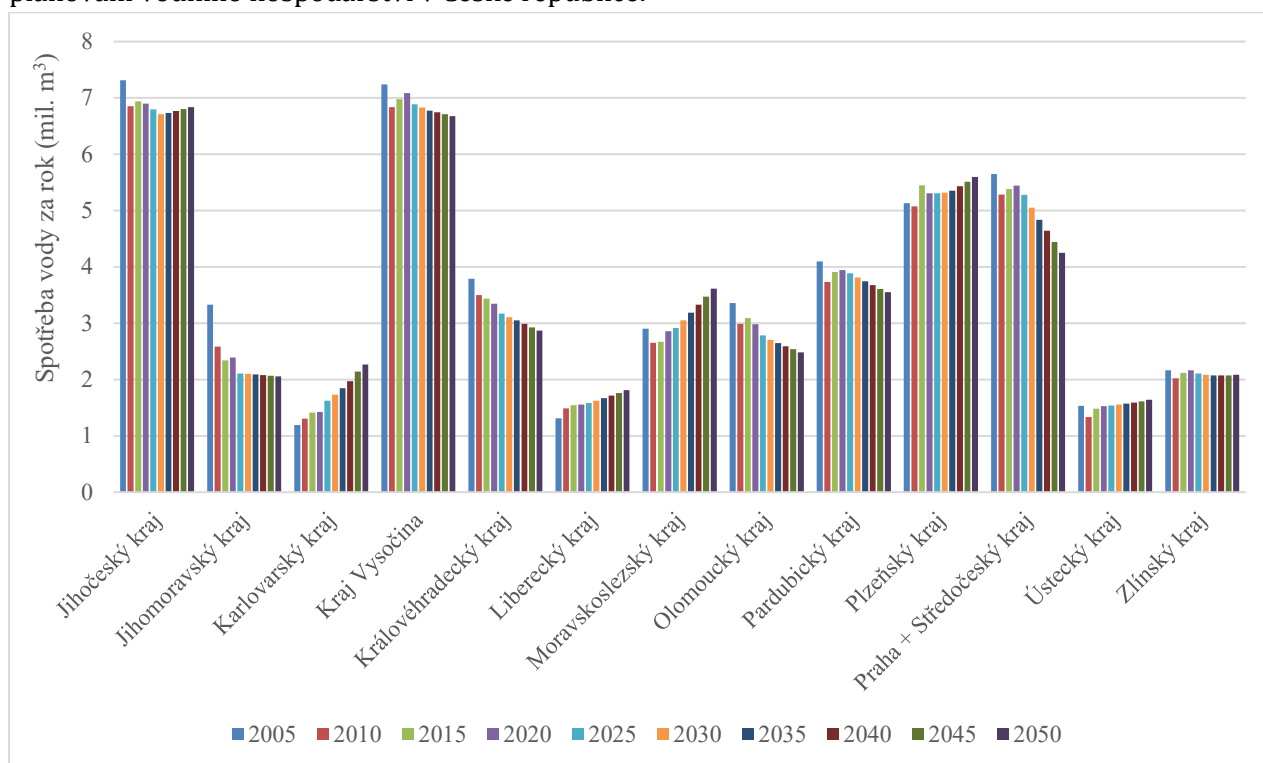
OKK	10 741	15 417	22 192	29 029	+170,27 %	34 703	52 271	68 545	85 715	+147,00 %
Drůbež (tis. ks)	1 560	4 240	6 233	8 018	+414,11 %	94 885	263 251	366 548	460 276	+385,09 %
Celkem	-	-	-	-	-	4 096 037	3 945 098	3 744 086	3 551 382	-13,30 %
Plzeňský kraj										
Skot	155 285	161 706	164 925	168 042	+8,22 %	4 566 030	4 856 781	5 077 715	5 296 814	+16,00 %
Prasata	212 974	112 189	3 200	0	-100 %	433 511	218 694	17 165	0	-100 %
OKK	16 985	20 335	14 389	7 585	-55,34 %	36 811	55 536	63 445	69 851	+89,76 %
Drůbež (tis. ks)	1 869	2 837	2 989	3 374	+80,50 %	96 683	177 010	192 358	228 571	+136,41 %
Celkem	-	-	-	-	-	5 133 035	5 308 022	5 350 683	5 595 237	+9,00 %
Praha + Středočeský kraj										
Skot	154 934	148 749	133 779	117 284	-24,30 %	4 479 486	4 364 063	3 978 862	3 523 076	-21,35 %
Prasata	415 646	315 113	155 118	13 142	-96,84 %	843 429	613 222	269 712	22 850	-97,29 %
OKK	15 780	36 062	60 524	85 069	+439,09 %	54 096	153 035	245 156	338 955	+526,58 %
Drůbež (tis. ks)	4 907	5 264	5 359	5 475	+11,57 %	269 672	313 540	339 718	366 047	+35,74 %
Celkem	-	-	-	-	-	5 646 683	5 443 860	4 833 447	4 250 928	-24,72 %
Ústecký kraj										
Skot	39 652	41 484	40 006	38 340	-3,31 %	1 176 507	1 241 420	1 227 577	1 210 375	+2,88 %
Prasata	116 604	108 400	145 812	182 292	+56,33 %	236 946	212 951	260 230	316 960	+33,77 %
OKK	13 033	17 347	28 850	37 470	+187,50 %	27 467	49 961	83 890	111 244	+305,01 %
Drůbež (tis. ks)	1 531	489	0	0	-100 %	94 653	22 931	0	0	-100 %
Celkem	-	-	-	-	-	1 535 574	1 527 263	1 571 697	1 638 580	+6,71 %
Zlínský kraj										
Skot	60 730	63 062	64 215	65 434	+7,74 %	1 846 582	1 934 708	1 956 930	2 003 772	+8,51 %
Prasata	104 796	71 531	28 053	0	-100 %	214 733	141 449	48 777	0	-100 %
OKK	16 835	24 283	35 963	47 728	+183,51 %	39 706	50 083	66 534	83 078	+109,23 %
Drůbež (tis. ks)	1 184	677	0	0	-100 %	61 036	35 055	0	0	-100 %
Celkem	-	-	-	-	-	2 162 057	2 161 295	2 072 241	2 086 850	-3,48 %

Vývoj spotřeby vody hospodářskými zvířaty byl predikován pro každý kraj zvlášť a trendy se napříč jednotlivými kraji různí. Setrvalý stav spotřeby vody hospodářskými zvířaty je predikován pro Jihomoravský, Ústecký a Zlínský kraj a Kraj Vysočina, mírný nárůst je očekáván v Jihočeském a Plzeňském kraji, výrazný nárůst spotřeby vody je predikován pro Karlovarský, Liberecký a Moravskoslezský kraj a budoucí pokles spotřeby vody hospodářskými zvířaty je očekáván v Královéhradeckém, Olomouckém, Pardubickém kraji a také v Praze a ve Středočeském kraji. Trendy spotřeby vody v jednotlivých krajích jsou shodné jak pro průměrnou, tak i pro maximální spotřebu vody hospodářskými zvířaty viz obrázek 4.2.3.5.



Obrázek 4.2.3.5. Procentuální změna v průměrné spotřebě vody v jednotlivých krajích ČR v roce 2050 oproti roku 2005

Výsledky poukazují na významné rozdíly ve spotřebě vody mezi regiony, což je ovlivněno jak specifickými podmínkami v každém kraji, tak typem a počtem chovaných zvířat (obrázek 4.2.3.5.). Prognózy pro období 2025–2050 upozorňují na možné změny v zemědělských chovech, které budou mít dopad na budoucí potřebu vody. Detailní popis metodiky a výsledků byl publikován v metodice [21] s názvem Metodika hodnocení spotřeby vody hospodářskými zvířaty v letech 2002–2020 a predikce vývoje spotřeby vody hospodářskými zvířaty v letech 2030, 2035, 2040, 2045 a 2050 v jednotlivých krajích ČR, vydané ČZU (1–94 str., ISBN: 978-80-213-3202-7). Tato publikace poskytuje podrobný přehled o metodologii a prognózách, které byly použity v této studii a jsou klíčové pro další rozvoj a plánování vodního hospodářství v České republice.



Obrázek 4.2.3.6. Průměrná spotřeba vody v jednotlivých krajích v letech 2005–2050

Závěr

V rámci této analýzy byly vyhodnoceny počty chovaných kusů skotu, prasat, ovcí, koní a koz a drůbeže (slepice, kachny, krůty, husy) v letech 2002–2020 a byla také provedena predikce jejich počtu v následujících letech do roku 2050. Na základě zjištěných počtů kusů chovaných hospodářských zvířat byla zjištěna i jejich spotřeba vody. Do roku 2050 se očekává výrazné omezení chovu prasat a drůbeže ve většině krajů ČR, a naopak výrazný nárůst počtu chovaných kusů ovcí, koní a koz. Toto pravděpodobně souvisí s dotacemi chovů těchto zvířat. Počty chovaných kusů skotu budou v některých krajích růst a v některých klesat. Výrazně vyšší spotřeba vody hospodářskými zvířaty je očekávána v Karlovarském, Libereckém a Moravskoslezském kraji, v ostatních krajích se očekává podobná nebo nižší spotřeba vody. Ve velmi zranitelných oblastech z hlediska nedostatku vody, jako je jižní Morava a Středočeský kraj, se očekává výrazný úbytek množství spotřebované vody hospodářskými zvířaty.

4.3 Analýza potřeb vody pro energetiku

Organizace: VÚV TGM, v. v. i.

Řešitelé: Ing. Jiří Dlabal, Ing. Arnošt Kult

Úvod

Energetika je jedním z klíčových sektorů, který má značný vliv na potřebu vody. V České republice, stejně jako v mnoha dalších zemích, je voda nezbytná pro výrobu energie. Cílem bylo analyzovat stávající potřebu vody pro energetiku v ČR a získat podklady pro kvantifikaci potřeby budoucí.

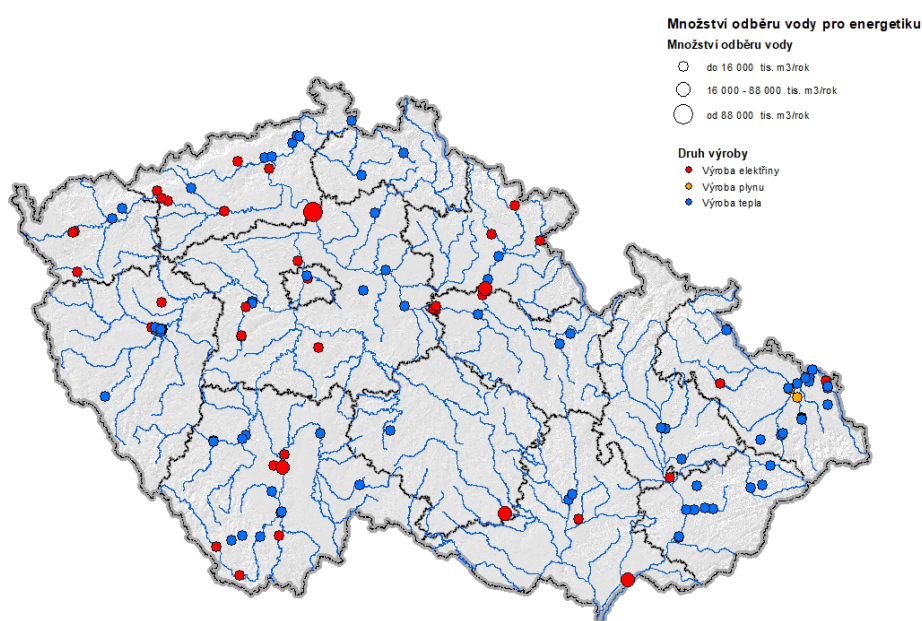
Metodika

Pro odhad potřeby vody v energetickém sektoru v České republice byl použit systematický přístup, který zahrnuje sběr dat, analýzu současných podmínek a predikci budoucích potřeb.

- 1) **Sběr dat:** Zahrnuje shromáždění údajů o spotřebě vody v různých odvětvích energetického sektoru a identifikaci klíčových objektů spotřeby.
- 2) **Analýza dat o dosavadním užívání vody v sektoru energetika:** Tato fáze se soustředila na zhodnocení historických dat a aktuálního stavu užívání vody v energetickém sektoru.
- 3) **Predikce budoucích potřeb:** Zahrnuje predikci budoucí spotřeby vody s ohledem na plánované změny v energetickém mixu, včetně přechodu na obnovitelné zdroje a modernizaci technologií.

Shrnutí výsledků

1) **Sběr dat:** Byla shromážděna a vyhodnocena data o odběrech povrchových a podzemních vod pro energetiku podle typu výroby (výroba elektřiny, výroba tepla, výroba plynu) za období 2013-2022, evidovaných na základě vyhlášky č. 431/2001 Sb. státními podniky Povodí. Bylo vybráno celkem 124 objektů splňujících výše uvedené podmínky a dále splňujících limit odebrané vody nad 6000 m³/rok nebo 500 m³/měsíc. Místa odběrů jsou znázorněna na obrázku 4.3.1.



Obrázek 4.3.1. Místa odběrů povrchové a podzemní vody pro energetiku v letech 2013-2022 – rozlišení dle množství a druhu výroby

Typy energetických zdrojů a jejich nároky na vodu:

Jaderné elektrárny

Chlazení: Jaderné elektrárny mají vysoké nároky na vodu, zejména pro chlazení reaktorů a dalších systémů.

Uhelné elektrárny

Výroba páry a chlazení: Uhelné elektrárny také potřebují značné množství vody pro výrobu páry a chlazení. ČR má stále významný podíl energie vyráběné z uhlí. Uhelné elektrárny vyžadují také vodu pro odsíření spalin a další technologické procesy.

Plynové elektrárny

Plynové elektrárny s kombinovaným cyklem mají nižší, ale stále významné nároky na vodu pro chlazení a výrobu páry.

Výroba tepla

Výroba tepla v teplárnách vyžaduje značné množství vody, a to pro různé účely, včetně chlazení, tvorby páry a údržby procesů spojených s výrobou tepla. Nároky na vodu v teplárnách se liší v závislosti na technologii výroby, druhu paliva a typu zařízení.

Obnovitelné zdroje

Hydroelektrárny: Tyto elektrárny přímo využívají vodní tok pro výrobu energie. V ČR je několik významných vodních elektráren, které přispívají k energetickému mixu.

Ostatní obnovitelné zdroje: Většina obnovitelných zdrojů jako solární a větrné elektrárny má minimální nároky na vodu.

Faktory ovlivňující potřebu vody pro energetiku:

Z hlediska technologie je to především instalovaný výkon elektrárny nebo teplárny, efektivita chlazení, použití recyklačních technologií může také snížit celkovou spotřebu vody.

Z hlediska přírodních zdrojů jsou to především srážky a teplota vzduchu, kdy snížení množství srážek a nárůst teploty mohou ovlivnit dostupnost vody pro chlazení elektráren. Období sucha může snížit hladinu vodních zdrojů a zvýšit teplotu vod, což ztíží chlazení.

Z hlediska legislativy jsou to zákony a předpisy týkající se využívání vody, které mohou ovlivnit provoz energetických zařízení, regulace týkající se ochrany životního prostředí mohou vyžadovat efektivnější využití vody a snížení emisí např. omezení výroby el. energie z neobnovitelných zdrojů (uhlí)

Z hlediska ekonomického to může být také cena vody a náklady na její úpravu, které mohou ovlivnit rozhodování o typech energetických zdrojů a technologiích.

2) Analýza dat o dosavadním užívání vody v sektoru energetika: Z dat je mj. patrné, že pro energetiku jsou odebírány především povrchové vody. Dále je možné sledovat od roku 2016 klesající tendenci spotřeby vody pro energetiku, např. v roce 2020 došlo k poklesu odběru vody z důvodu přechodu na cirkulační chlazení u elektráren Mělník - Horní Počaply a Opatovice. Naopak v roce 2022 došlo u elektrárny Mělník a Opatovice k výraznému nárůstu odběru vody pro průtočné chlazení, kdy vzhledem k energetické krizi na evropském trhu vyvolané ruskou agresí na Ukrajině a následným nedostatkem zemního plynu, výrazně narostla kondenzační výroba elektřiny vyráběné z uhlí. Tyto příklady ukazují, že náhlé a nepředvídané události mohou na spotřebu vody pro energetiku výrazný vliv.

Na obrázcích 4.3.1 až 4.3.7 je znázorněno užívání vody pro základní odvětví dle klasifikace CZ-NACE a samostatně pro energetiku v letech 1980-2022, v členění za celou ČR a kraje.

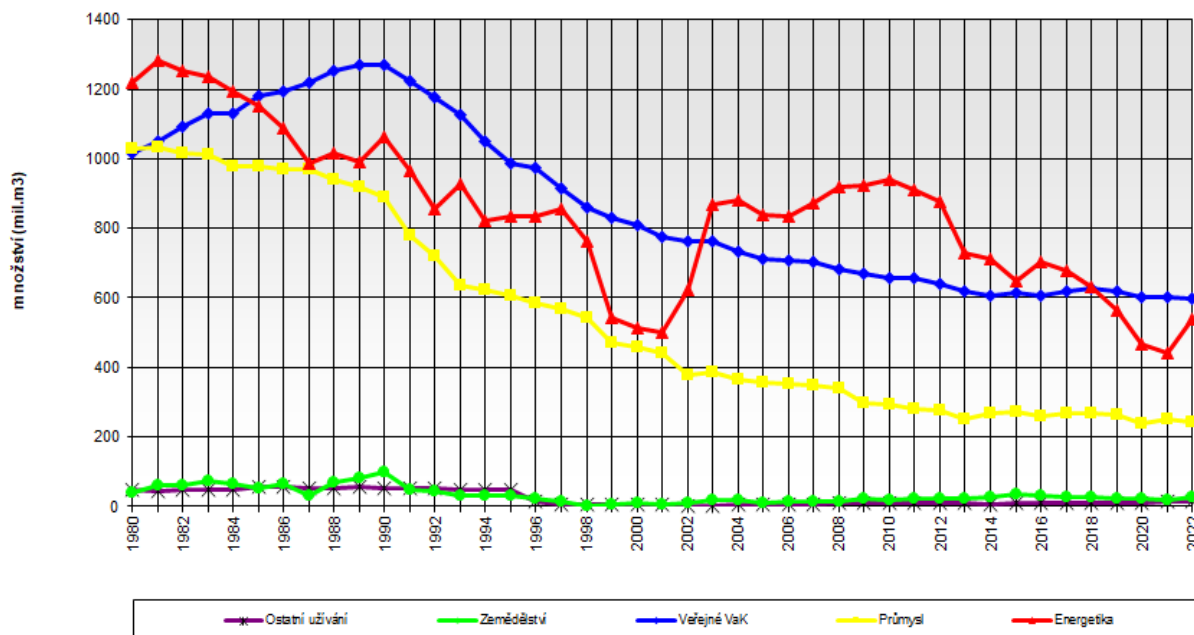
V tabulce 4.3.1 je znázorněn přehled podílů jednotlivých zdrojů energie v ČR v letech 2014 – 2022

Zdroje energie	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022
Obnovitelné zdroje - Celkem	10,95%	11,77%	10,11%	7,60%	6,17%	3,90%	6,75%	5,56%	5,46%
- Sluneční	2,63%	2,88%	2,77%	2,14%	2,07%	1,66%	2,27%	1,65%	1,47%
- Větrné	0,57%	0,71%	0,63%	0,45%	0,22%	0,00%	0,43%	0,00%	0,01%
- Vodní	2,56%	2,67%	1,15%	1,43%	0,77%	0,44%	0,65%	0,61%	0,63%
- Geotermální	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%
- Biomasa	2,19%	2,34%	5,57%	3,58%	3,11%	1,81%	3,40%	3,31%	3,34%
- Ostatní	2,99%	3,17%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,01%
Fosilní zdroje - Celkem	52,77%	55,10%	59,53%	57,40%	56,95%	57,01%	52,50%	54,03%	53,60%
- Hnědé a černé uhlí	47,05%	48,46%	50,88%	49,15%	48,81%	49,02%	42,66%	43,89%	47,50%
- Zemní plyn	5,52%	6,41%	8,40%	5,45%	5,80%	7,74%	9,61%	9,89%	5,86%
- Ropa a ropné produkty	0,06%	0,05%	0,05%	0,06%	0,04%	0,15%	0,11%	0,12%	0,11%
- Druhotné zdroje	0,14%	0,18%	0,20%	2,73%	2,30%	0,10%	0,12%	0,12%	0,13%
Jaderné zdroje - Celkem	36,28%	33,13%	30,36%	35,01%	36,88%	39,09%	40,75%	40,41%	40,95%

Tabulka 4.3.1. přehled podílů jednotlivých zdrojů energie v ČR v letech 2013 - 2022

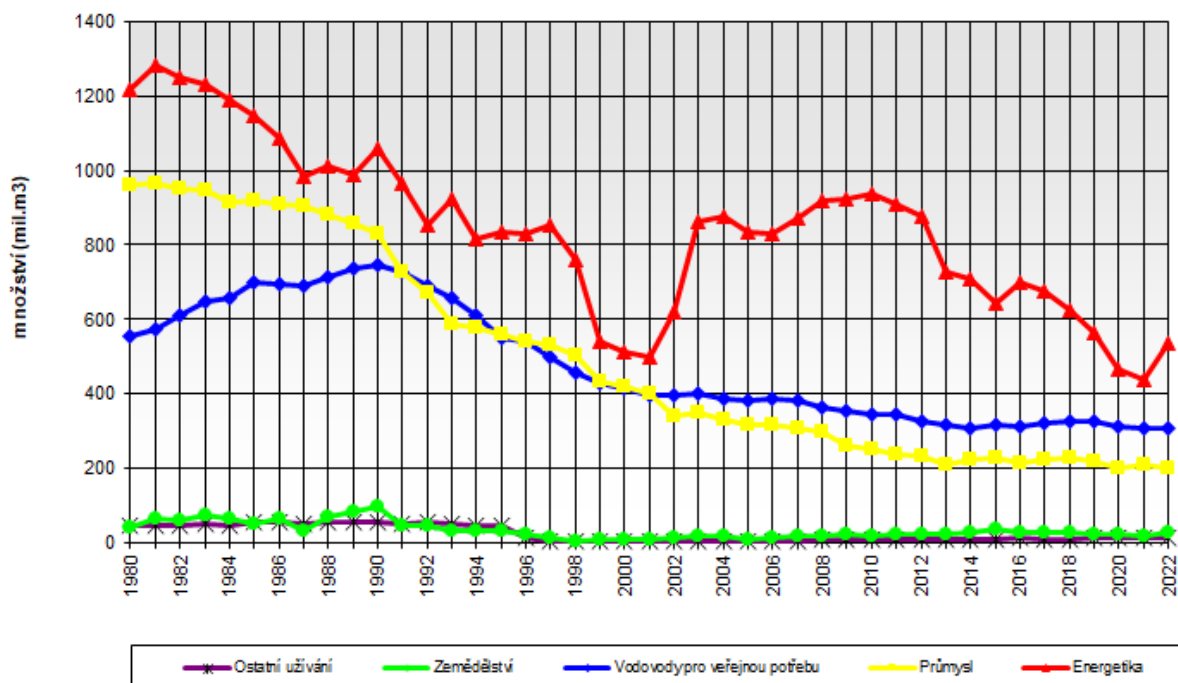
Zdroj: OTE, a.s. operátor trhu s elektřinou

Odběry podzemních a povrchových vod v ČR v letech 1980-2022



Obrázek 4.3.1. VÚV TGM, v. v. i. z podkladů s. p. Povodí

Odběry povrchových vod v ČR v letech 1980-2022

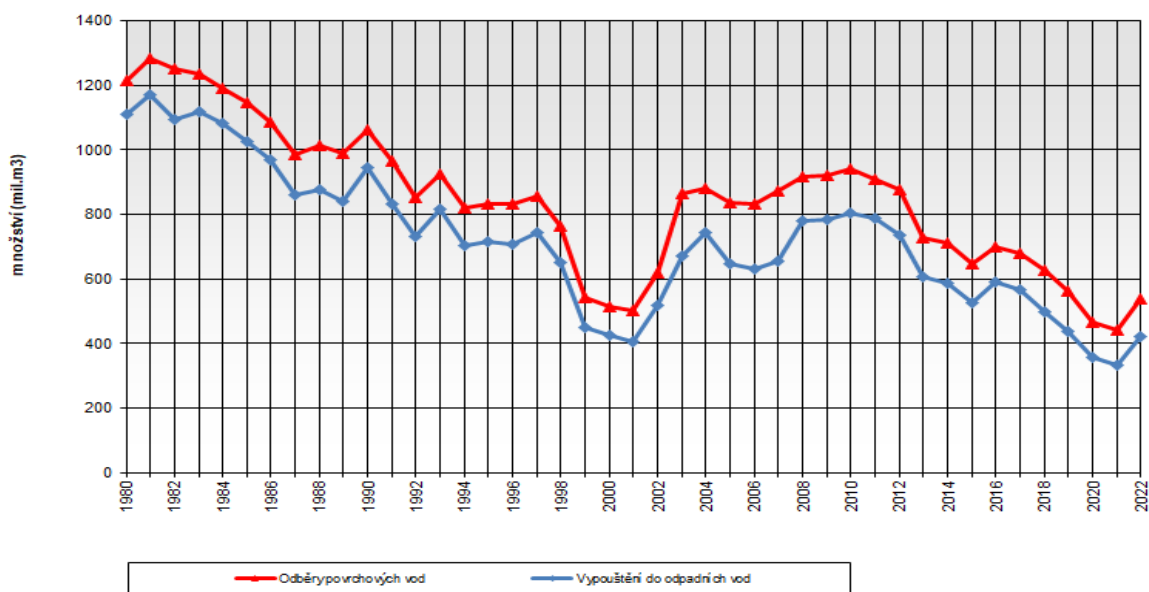


Obrázek 4.3.2: VÚV TGM, v. v. i. z podkladů s. p. Povodí

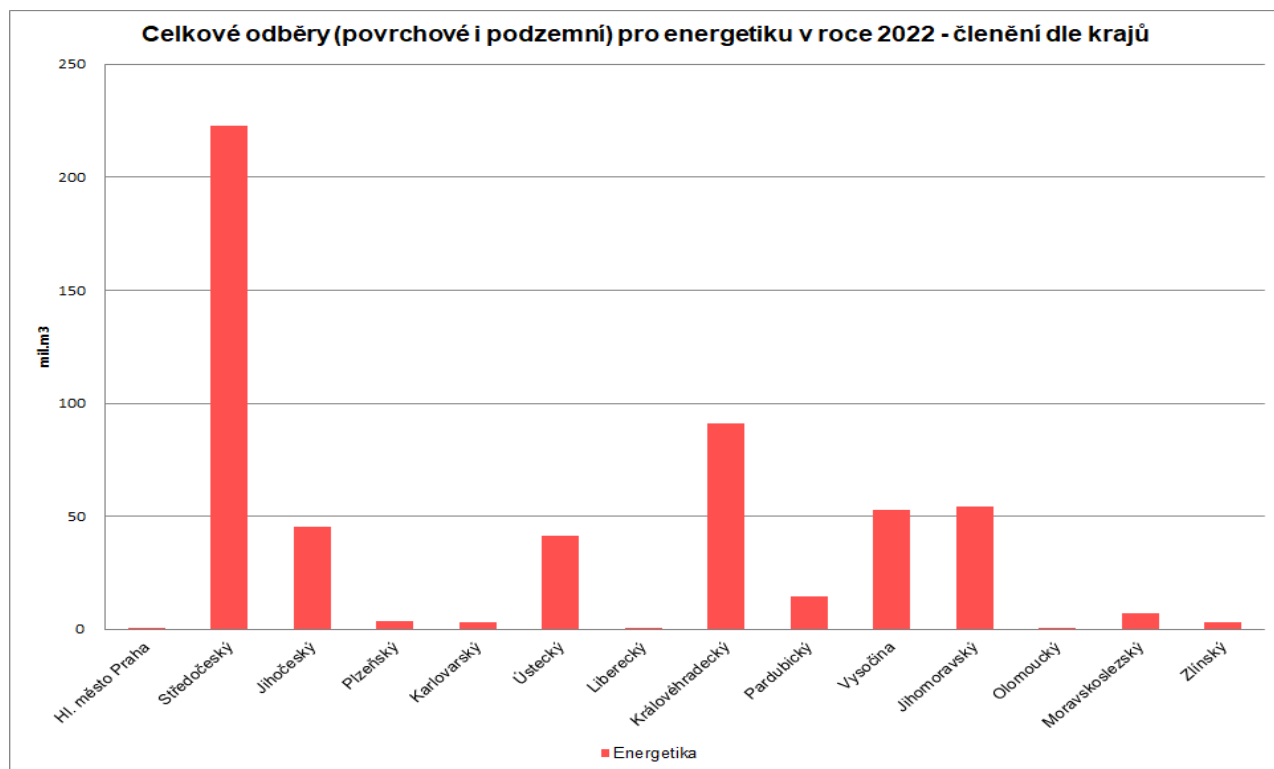
Členění užívání vody jednotlivých odvětví dle klasifikace CZ-NACE

Veřejné VaK	Shromaž., úpr. a rozvod vody, nakl. s odpad. vodami CZ-NACE: 36 a 37	
Zemědělství	Zemědělství bez chovu ryb	CZ-NACE: 01 - 02
Energetika	Výroba a rozvod elektřiny a tepla	CZ-NACE: 35
Průmysl	Průmysl-bez energetiky	CZ-NACE: 05 - 34
Ostatní	Jiné činnosti	CZ-NACE: 45 - 96

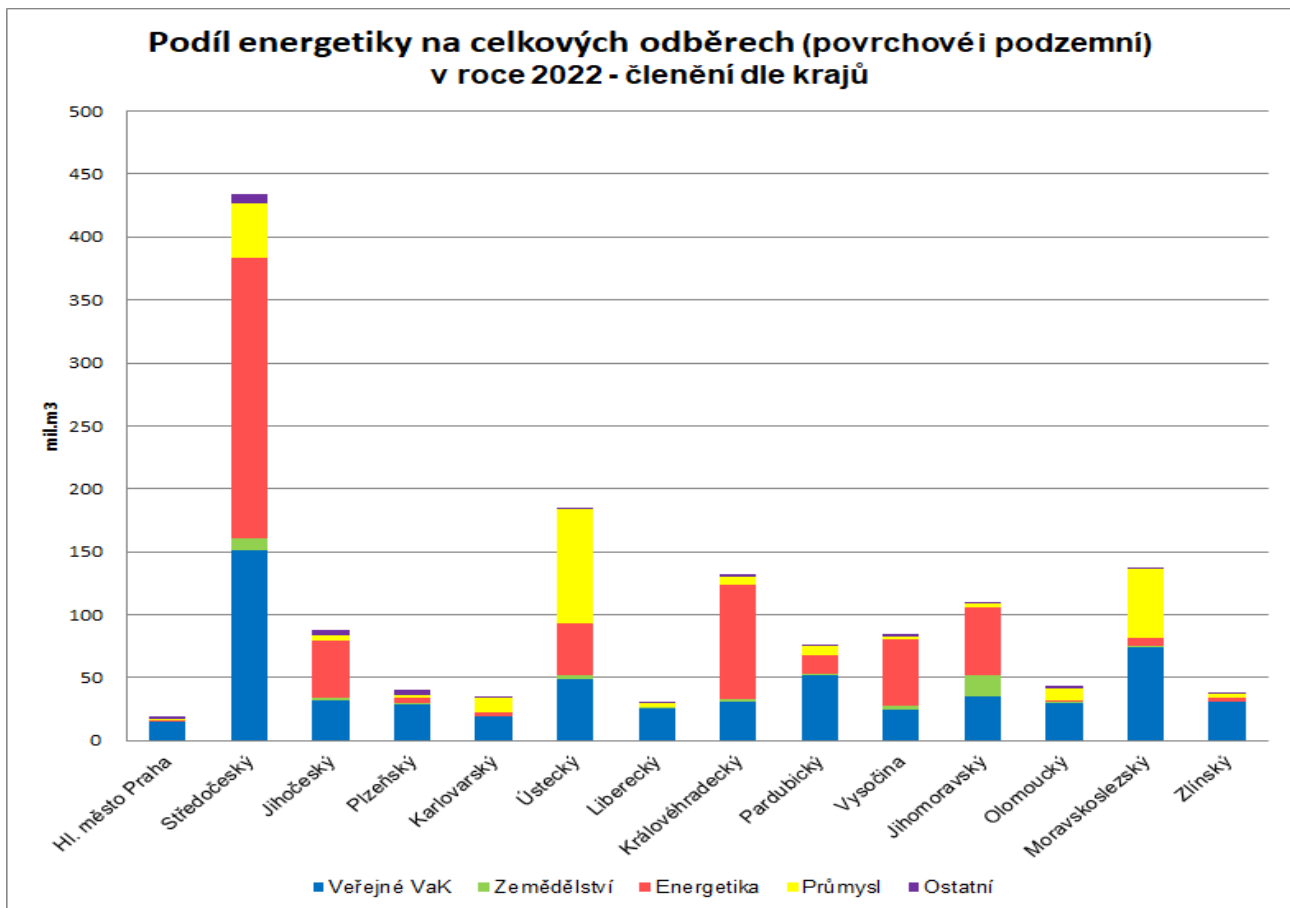
Odběry a vypouštění v kategorii energetika v ČR v letech 1980-2022



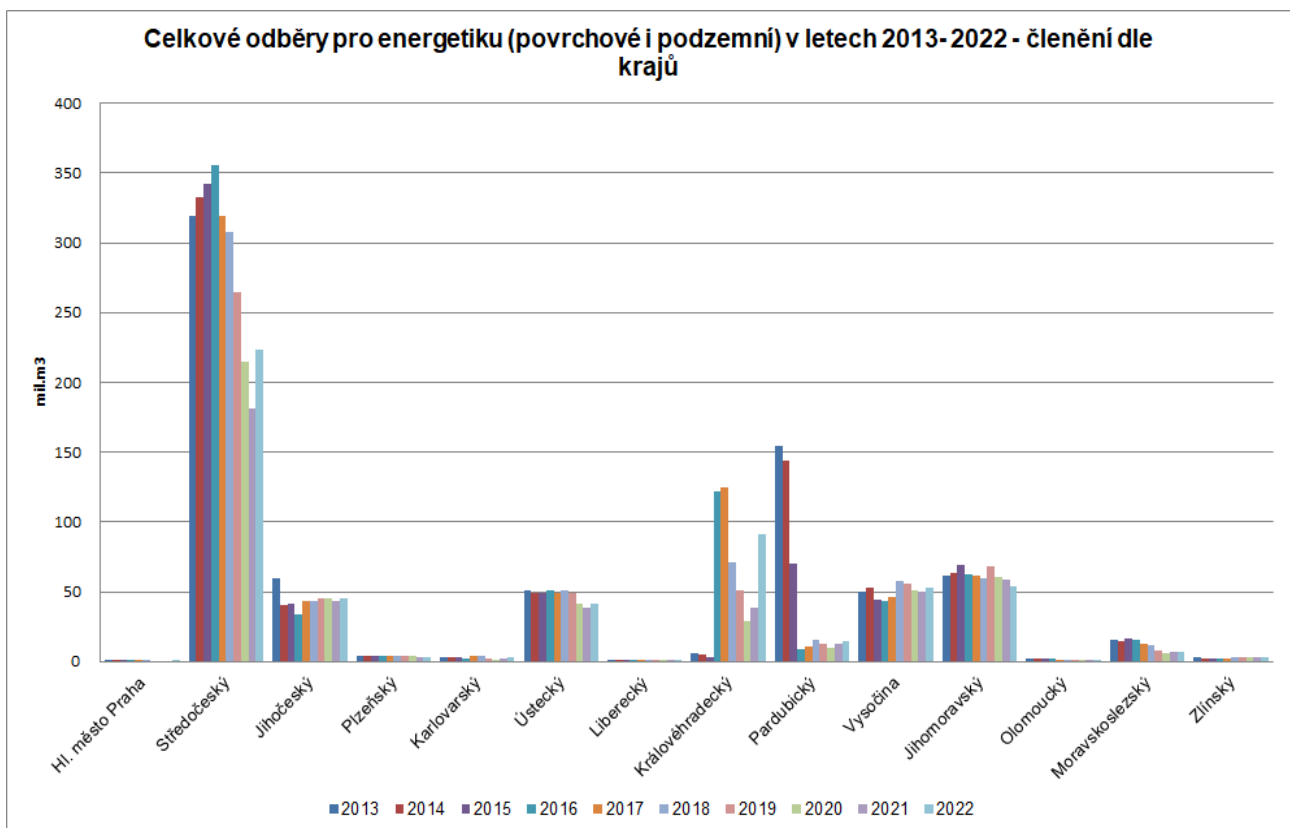
Obrázek 4.3.3. VÚV TGM, v. v. i. z podkladů s. p. Povodí



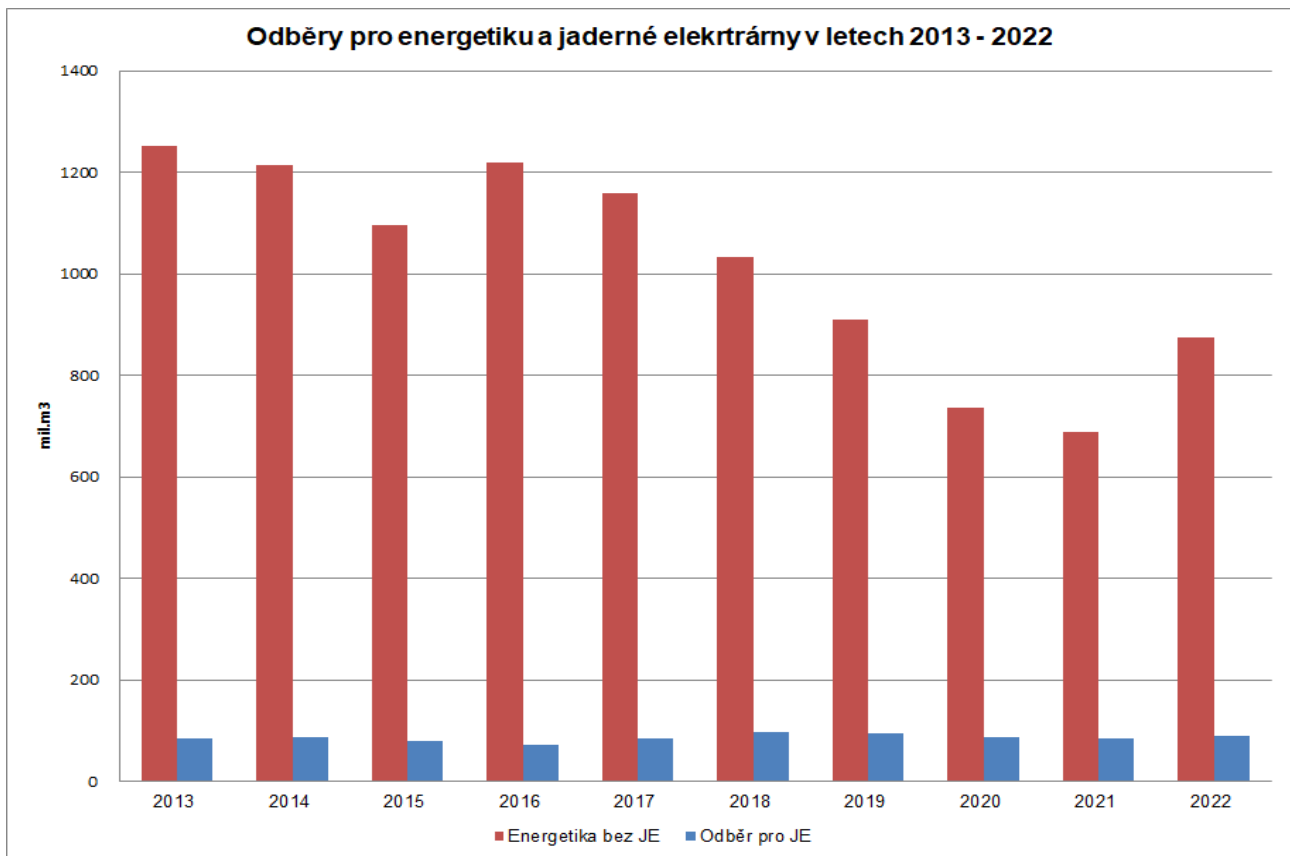
Obrázek 4.3.4. VÚV TGM, v. v. i. z podkladů s. p. Povodí



Obrázek 4.3.5. VÚV TGM, v. v. i. z podkladů s. p. Povodí



Obrázek 4.3.6. VÚV TGM, v. v. i. z podkladů s. p. Povodí



Obrázek 4.3.7. VÚV TGM, v. v. i. z podkladů s. p. Povodí

3) Predikce budoucích potřeb: Základním scénářem, který stanovuje dlouhodobé cíle a směřování v oblasti energetiky na úrovni státu je Státní energetická koncepce (SEK). Státní energetická koncepce je klíčový strategický dokument, jehož hlavním účelem je zajistit stabilitu, bezpečnost a udržitelnost energetického sektoru v dlouhodobém horizontu, jež má zásadní dopad na ekonomiku, životní prostředí i sociální aspekty. SEK formuluje priority v oblasti výroby a spotřeby energie, stanovuje směřování v oblasti energetických zdrojů, kdy na základě přísnějších environmentálních předpisů dojde ke stanovení preferovaných či naopak nepreferovaných zdrojů energie. Do redakční uzávěrky tohoto článku nebyla prozatím připravovaná nová SEK schválena (dne 17. 7. 2024 bylo vládou její schválení odloženo). Autoři tohoto článku proto vycházejí ve svých predikcích ze zveřejněného dokumentu MPO „Aktualizace Státní energetické koncepce ze dne 8. 2. 2024“ [22]. Podle tohoto dokumentu zatím neschválená SEK předpokládá snižování využívání uhlí, zejména v souvislosti s výrobou elektřiny a tepla s tím, že po roce 2033 se spotřeba uhlí omezí pouze na neenergetické využití (viz tabulka 4.3.2. a 4.3.3.). Na základě těchto dostupných informací byla predikována potřeba vody dle budoucích provozovaných energetických zdrojů.

Tabulka 4.3.2. Koridory pro primární energetické zdroje (v poměru k jejich celkové roční spotřebě)

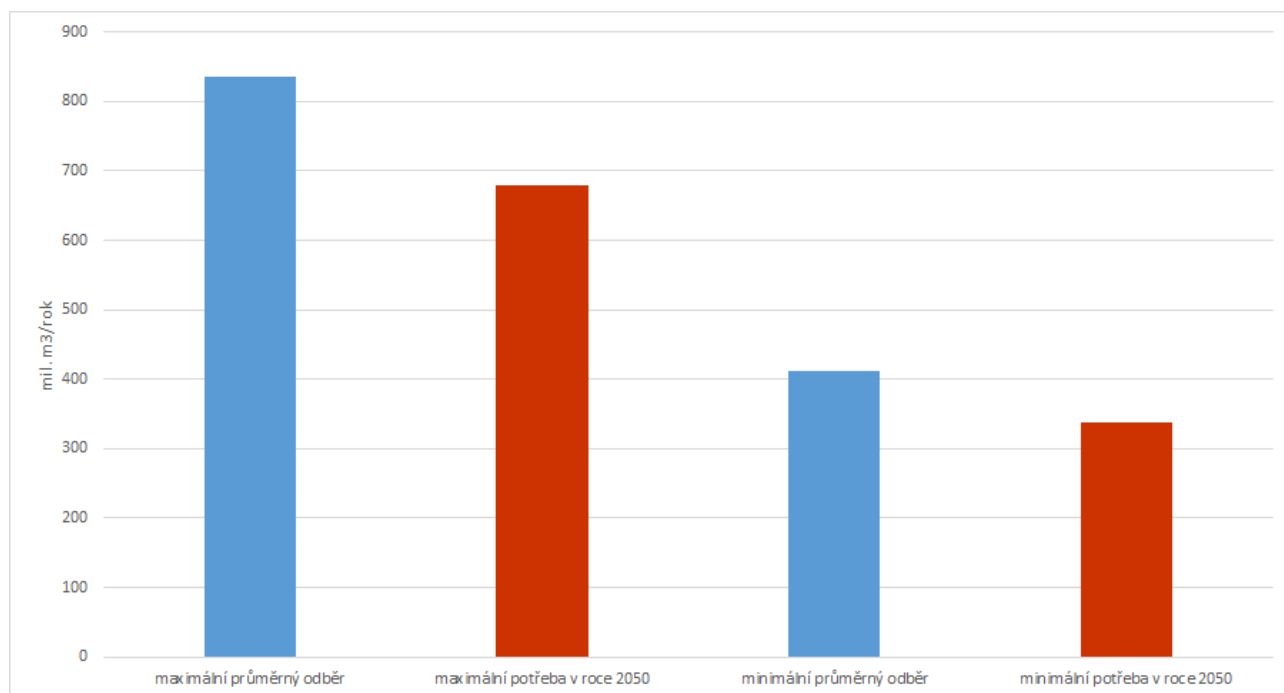
Druh energie	Minimum	Maximum
Rok 2050		
Uhlí a uhelné deriváty	3 %	4 %
Zemní plyn	7 %	7 %
Ropa a ropné produkty	12 %	13 %
Jaderná energie	32 %	42 %
Obnovitelné zdroje	36 %	44 %

Tabulka 4.3.3. Koridory pro hrubou výrobu elektřiny (v poměru k objemu celkové roční výroby)

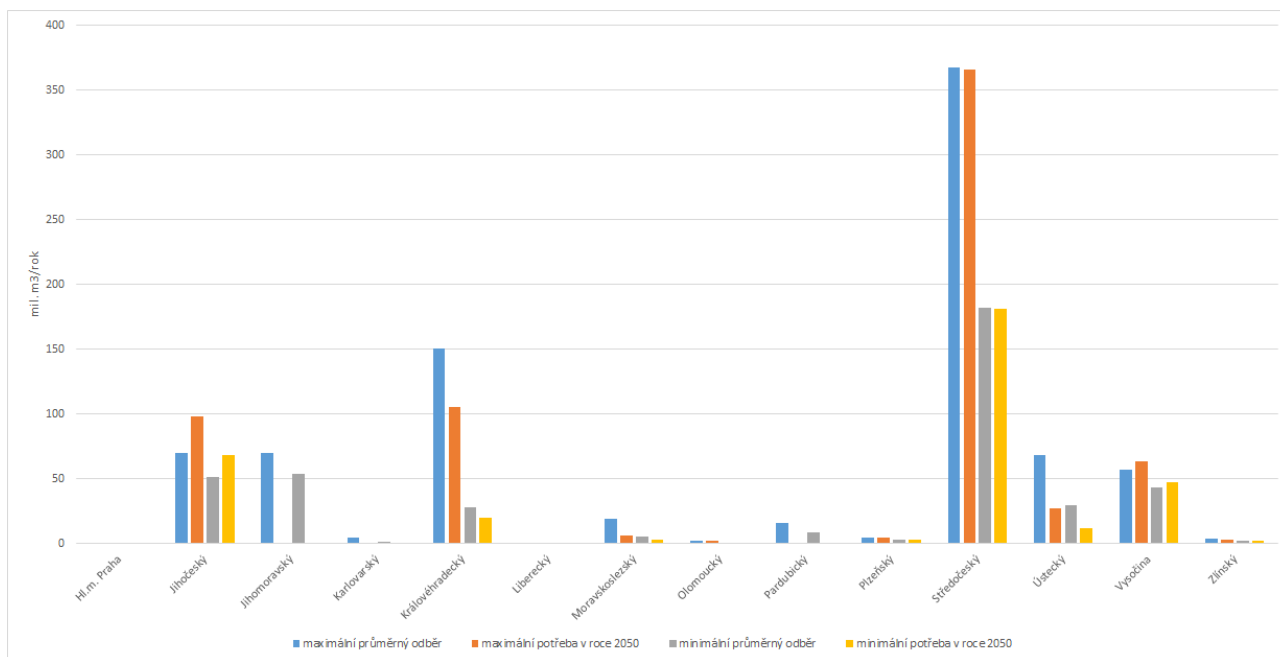
Druh energie	Minimum	Maximum
Rok 2050		
Uhlí a uhelné deriváty	0 %	0 %
Zemní plyn	0 %	0 %
Ropa a ropné produkty	36 %	50 %
Jaderná energie	43 %	56 %
Ostatní	7 %	8 %

Souhrnně se dá předpokládat, že bude ukončen provoz více než třetiny tepelných elektráren spalujících uhlí, a ty které zůstanou, přejdou na spalování biomasy. Dále dojde k navýšení spotřeby vody pro jaderné elektrárny Temelín a Dukovany. U většiny tepláren se pak předpokládá, že po nutné modernizaci v provozu zůstanou a budou spalovat biomasu.

Vlastní stanovení predikce probíhalo tak, že bylo vypočteno průměrné maximální a minimální odebrané množství za období 2013 - 2022 pro jednotlivé odběratele. U každého odběrného místa byl určen index budoucí potřeby, kterým pak bylo přepočteno průměrné maximální a minimální množství na potřebu v roce 2050. U maximální a minimální odhadované potřeby činí pokles odběrů povrchové a podzemní vody cca 18 %. Na obrázku 4.3.8. je znázorněno porovnání mezi maximálními a minimálními průměrnými odběry pro energetiku za roky 2013-2022 a predikcí pro rok 2050. Na obrázku 4.3.9 je dále zobrazeno toto porovnání v členění dle krajů.



Obrázek 4.3.8. Maximální a minimální průměrné odběry povrchové a podzemní vody pro energetiku za roky 2013-2022 vs. odhad minimálních a maximálních odběrů pro energetiku v roce 2050



Obrázek 4.3.9. Maximální a minimální průměrné povrchové a podzemní vody pro energetiku za roky 2013-2022 vs. odhad minimálních a maximálních odběrů pro energetiku v roce 2050 dle krajů

Závěry a nejistoty:

Odhad spotřeby vody pro energetiku indikuje snížení potřeby vody pro tento sektor oproti současnému stavu. Snížení potřeby vody k roku 2050 se předpokládá cca o 18 %. I přes velkou míru nejistoty, která je dána už samotným termínem predikce, jsou však tyto hodnoty reálné. Dále se předpokládá, že vzhledem k náročnosti výstavby velkých staveb, nedojde významnému přesunu výroby energie mezi regiony. Podobně jako v jiných odvětvích, tak i v případě predikce potřeby vody pro energetiku, jsou zde nejistoty, do kterých se promítají faktory mající vliv na potřebu vody nyní i v budoucnu. S výhledem na rok 2050 se předpokládá nárůst poptávky výroby elektřiny, který bude přímým důsledkem vyššího využívání elektřiny než je tomu dnes (elektromobilita, tepelná čerpadla, klimatizace apod.). Na druhé straně se předpokládá navýšení výroby elektřiny z obnovitelných zdrojů (solární elektrárny, větrné elektrárny apod.), přičemž tyto obnovitelné zdroje nemají na potřebu vody vliv. Mezi obecné faktory, které mají vliv na potřebu vody, patří zejména použitá technologie, instalovaný výkon elektrárny nebo teplárny, efektivita chlazení nebo využití recyklačních technologií. Z hlediska přírodních zdrojů jsou to především srážky a teplota vzduchu, kdy snížení množství srážek a nárůst teploty mohou ovlivnit jak dostupnost vody pro chlazení, tak i nároky na potřebné množství odebírané vody. Delší období sucha pak mohou mít za následek snížení hladin vodních zdrojů a tím zvýšení teploty vody, což může opět zvýšit nároky na potřebu vody pro chlazení. Z hlediska legislativy jsou to zákony a předpisy týkající se využívání vody, které mohou ovlivnit provoz energetických zařízení, regulace týkající se ochrany životního prostředí mohou vyžadovat efektivnější využití vody. Z hlediska ekonomického to může být také cena vody a náklady na její úpravu, které mohou ovlivnit rozhodování o typech energetických zdrojů a technologiích. S ohledem na probíhající změny je pak důležité vývoj této problematiky průběžně monitorovat a predikce průběžně aktualizovat.

4.4 Analýza potřeb vody pro lidskou spotřebu

Organizace: VÚV TGM, v. v. i.

Řešitelé: Ing. Petr Vyskoč

Odběry vody pro veřejné vodovody se – podle údajů evidovaných pro potřebu sestavení vodní bilance podle vyhlášky 431/2021 Sb. – v současnosti podílejí na celkových odběrech vody cca 40 %, a to s cca 30 % podílu na celkových odběrech povrchové vody a cca 80 % podílu na celkových odběrech podzemní vody. U povrchové vody je cca 90 % odebraného množství zajišťováno vodními nádržemi. Rozdíl mezi odběry z povrchových a podzemních vod je v počtu odběrných míst (a tím i s jejich související průměrnou kapacitou): zatímco povrchová voda pro veřejné vodovody je odebírána z cca 140 odběrných míst (z toho cca 50 odběrů z vodních nádrží), podzemní voda je zajišťována odběry z cca 2 500 odběrných míst. Analýza budoucích potřeb vody pro veřejné vodovody je tak významná jak pro bilanci povrchové, tak podzemní vody. Pro podzemní vodu je však zcela stěžejní. Zatímco jednotlivá odběrná místa (a zejména odběry z vodních nádrží) lze posuzovat individuálně, odběry podzemní vody je nutné pro potřeby bilance agregovat do větších jednotek. Pro řešení jsou jako vhodné uvažovány „pracovní jednotky útvarů podzemní vody“ využívané v ČR při plánování podle Rámcové směrnice o vodách (jedná se o cca 1200 územních jednotek pokrývajících celé území ČR ve třech horizontálních pozicích).

Postup řešení

Prognóza potřeby vody pro veřejné vodovody vychází z prognózy demografického vývoje k roku 2050, kterou pro potřeby Centra jako subdodávku poskytla Přírodovědecká fakulta UK v letech 2020-2022. Prognóza obsahuje údaje o vývoji počtu obyvatel v podrobnosti obcí s rozšířenou působností ve třech variantách (vysoká, nízká a střední) a v rozdělení na město a venkov (venkovské obyvatelstvo dle definice ČSÚ zahrnuje obyvatele všech obcí s velikostí do 2 000 obyvatel a dále obcí s velikostí do 3 000 obyvatel, které mají hustotu zalidnění menší než 150 obyvatel/km²). V dalších krocích řešení bylo vyhodnoceno, jak se prognózované změny v počtu obyvatel mohou promítnout do požadavků na odběry vody. K tomu byly využity údaje Majetkové evidence vodovodů vedené podle vyhlášky 428/2001 Sb., a údaje o realizovaném množství odběru vody vedené pro potřeby sestavení vodní bilance podle vyhlášky 431/2021 Sb.

Řešitelé prognózované změny v počtu obyvatel k roku 2050 poskytnuté za jednotlivé obce s rozšířenou působností nejprve rozpočítali podle současného počtu obyvatel na jednotlivé obce (s využitím dat ČSÚ o současném počtu obyvatel v obcích). Prognózované změny počtu obyvatel v obcích k roku 2050 oproti roku 2020 ilustrují na obrázku 4.4.1 až 4.4.3.

V dalším kroku potom prognózu změn v počtu obyvatel promítli do změn potřeby vody. Postup byl následující: V evidenci míst a skutečného odebíraného množství vody vedené pro potřeby vodní bilance byly identifikovány odběry povrchové i podzemní vody pro veřejné vodovody. Pomocí dat Majetkové evidence vodovodů byla odběrná místa propojena se zásobovanými obcemi (Majetková evidence staveb pro úpravu vody uvádí identifikátor odběrného místa podle evidence pro vodní bilanci a zároveň výčet zásobovaných katastrálních území). Podle poměru predikovaných změn počtu obyvatel v zásobovaných obcích (oproti současnosti) byla adekvátně (ve stejném poměru) upravena i budoucí potřeba množství odebírané vody v jednotlivých odběrných místech oproti současné potřebě. Jako současná potřeba bylo uvažováno průměrné odebírané množství za období let 2016-2021. Při bilančním hodnocení zdrojů a potřeb vody je nutné potenciální budoucí změny v odebíraném množství promítnout i do zpětného vypouštění do povrchových vod. Zde byl použit obdobný („zrcadlový“) postup s využitím dat Majetkové evidence kanalizací (Majetková evidence staveb pro čištění odpadních vod uvádí identifikátor místa vypouštění podle evidence pro vodní bilanci a zároveň výčet kanalizovaných katastrálních území).

V případě podzemních vod byly údaje o odběrech a jejich predikované změny k roku 2050 (pro účely bilančního hodnocení zdrojů a potřeb) dále agregovány na úroveň tzv. pracovních jednotek útvarů podzemních vod používaných (i jako bilanční jednotky) pro potřebu plánování.

Výše uvedený postup byl částečně (v menším rozsahu i podrobnosti a na starších datech Evidence pro vodní bilanci a Majetkové evidence vodovodů a kanalizací) uplatněn a ověřen v projektu VI20192022159 „Vodohospodářské a vodárenské a soustavy a preventivní opatření ke snížení rizik při zásobování pitnou vodou“.

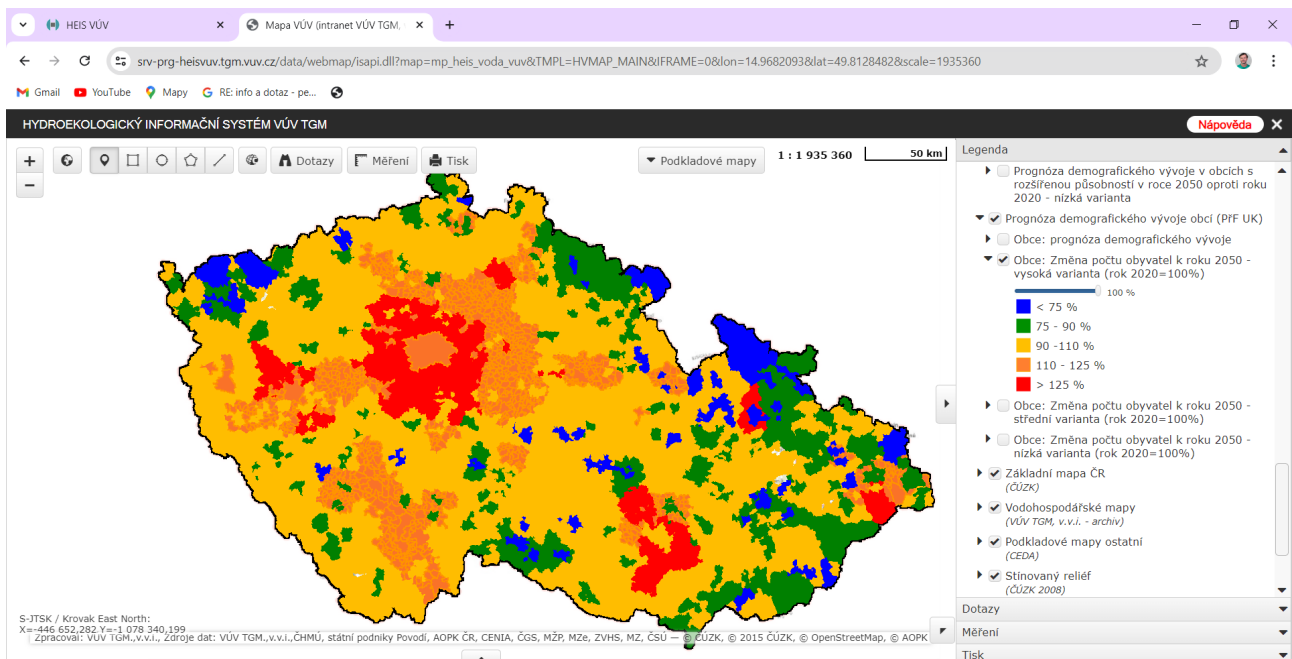
Výsledky

Změny prognózované potřeby odebíraného množství vody v referenčním roce 2050 oproti současnosti jsou pro současná místa odběrů povrchové vody (prostřednictvím změny v počtu zásobených obyvatel) ilustrovány na obrázku 4.4.4 až 4.4.6, změny v potřebě odběrů podzemní vody v agregaci na pracovní jednotky útvarů podzemní vody jsou ilustrovány na obrázku 4.4.7 až 4.4.15. U významných (nad 500 tis m³.rok⁻¹) současných odběrů povrchové vody pro veřejné vodovody byl zvýšený počet připojených obyvatel o více jak 10 % predikován u vodárenských nádrží Švihov (o 23 % u vysoké varianty, o 14 % u střední), Klíčava (o 18 % u vysoké varianty, o 11 % u střední), Josefův Důl o 114 % u vysoké varianty) a Vrchlice (o 112 % u vysoké varianty). V případě odběrů podzemní vody byl zvýšený počet připojených obyvatel predikován zejména u (části) hydrogeologických rajonů (identifikátor a název) 6250 Proterozoikum a paleozoikum v povodí přítoků Vltavy, 6320 Krystalinikum v povodí Střední Vltavy, 6230 Krystalinikum, proterozoikum a paleozoikum v povodí Berounky, 6240 Svrchní silur a devon Barrandienu a 4510 Křída severně od Prahy.

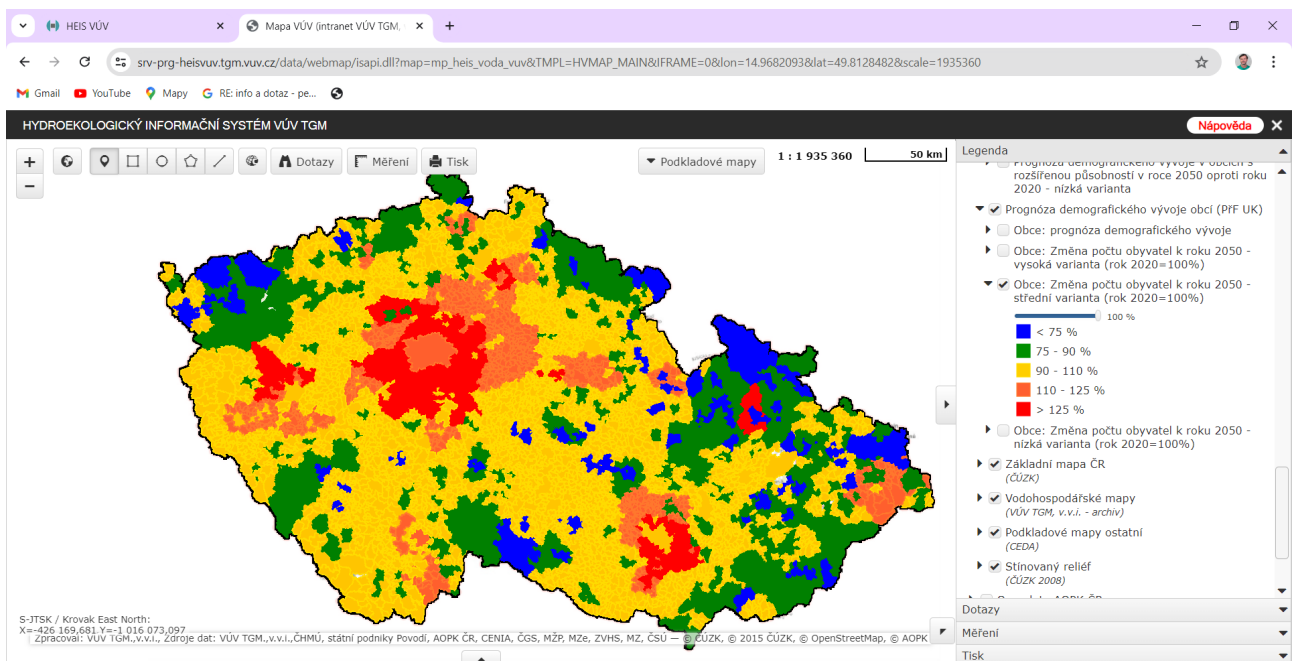
Při bilančním hodnocení zdrojů a potřeb vody je nutné potenciální budoucí změny v odebíraném množství promítnout i do zpětného vypouštění do povrchových vod. Zde byl použit obdobný („zrcadlový“) postup s využitím dat Majetkové evidence kanalizací (Majetková evidence staveb pro čištění odpadních vod uvádí identifikátor místa vypouštění podle evidence pro vodní bilanci a zároveň výčet kanalizovaných katastrálních území).

Nejistoty

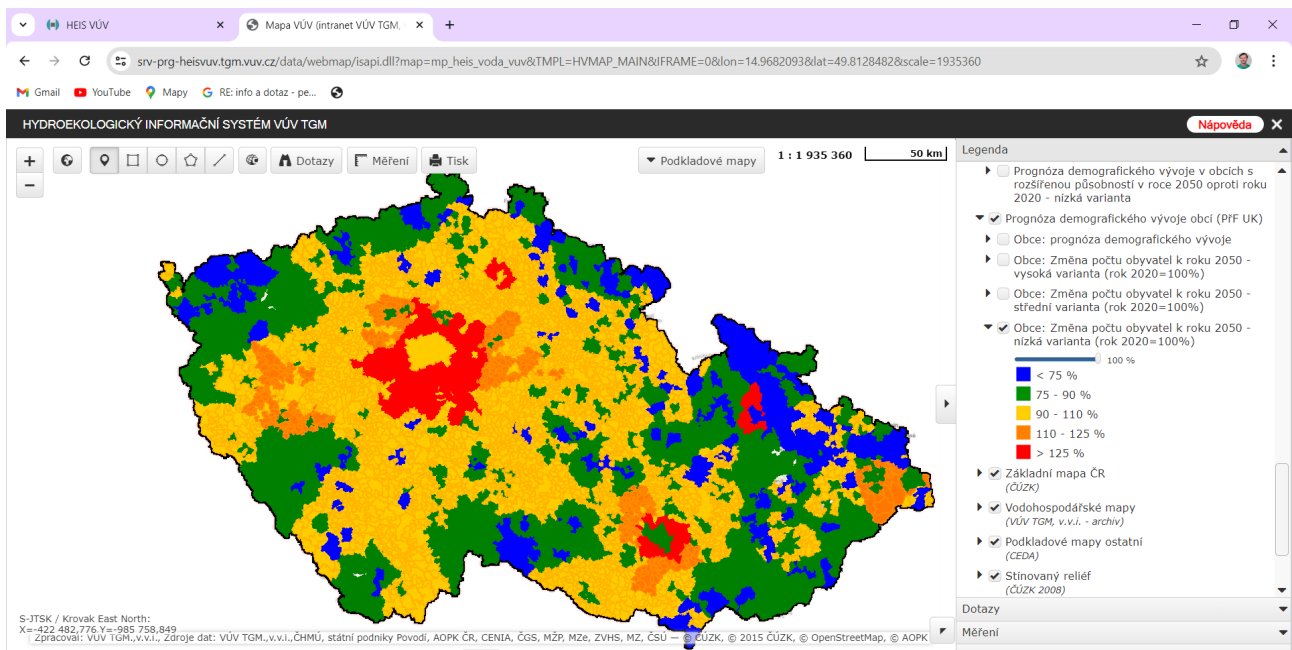
Řešení vycházelo z dat dostupných v celostátním rozsahu. Vycházelo proto pouze z prognózy počtu bydlících obyvatel (nebralo tedy v úvahu např. odběry z veřejných vodovodů pro služby či průmyslové podniky). Nejistota v predikci počtu zásobených obyvatel byla reflektována uvažováním vysoké, střední a nízké varianty demografické prognózy. K určitému zjednodušení došlo rovněž uvažováním počtu zásobených obyvatel v měřítku obcí (skutečné napojení na určitý odběr vody se může týkat jen částí obcí). Určitým problémem při aplikaci uvedeného postupu, bylo nekompletní vyplnění identifikace odběrných míst v Majetkové evidenci staveb pro úpravu vody. Problém se týkal zejména menších odběrů podzemní vody. V těchto případech byla jako zásobovaná obec uvažována pouze obec, kde se příslušné odběrné místo nachází.



Obrázek 4.4.1 Demografická prognóza: změna počtu obyvatel v obcích k roku 2050 – vysoká varianta

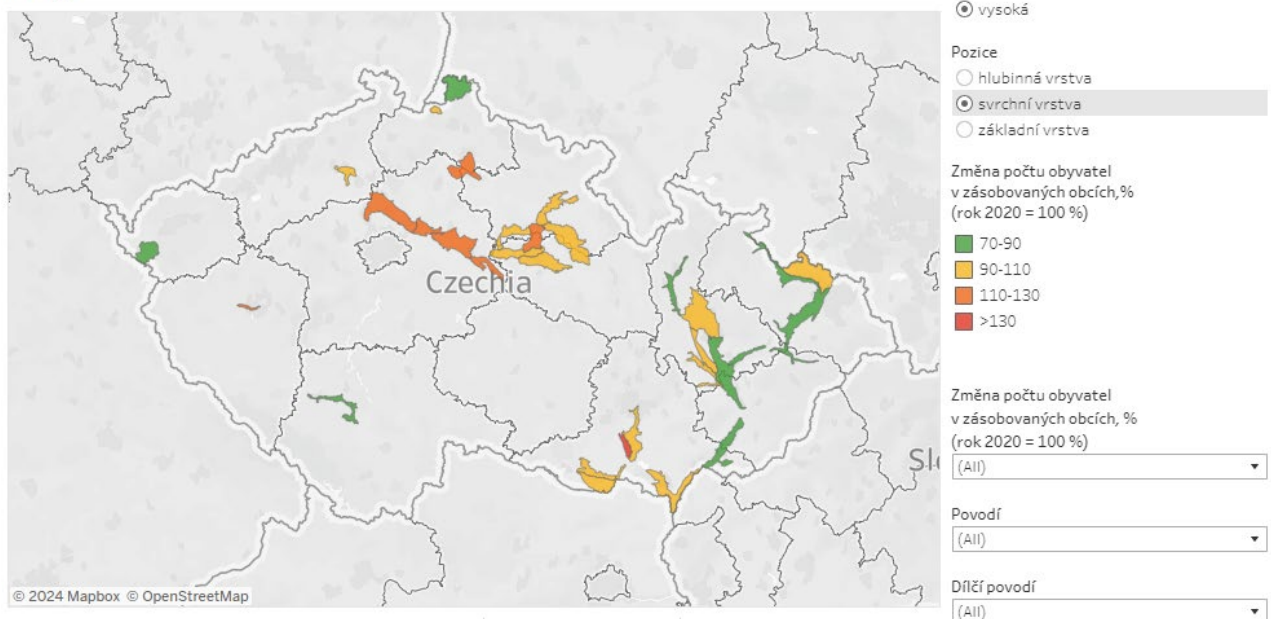


Obrázek 4.4.2 Demografická prognóza: změna počtu obyvatel v obcích k roku 2050 – střední varianta



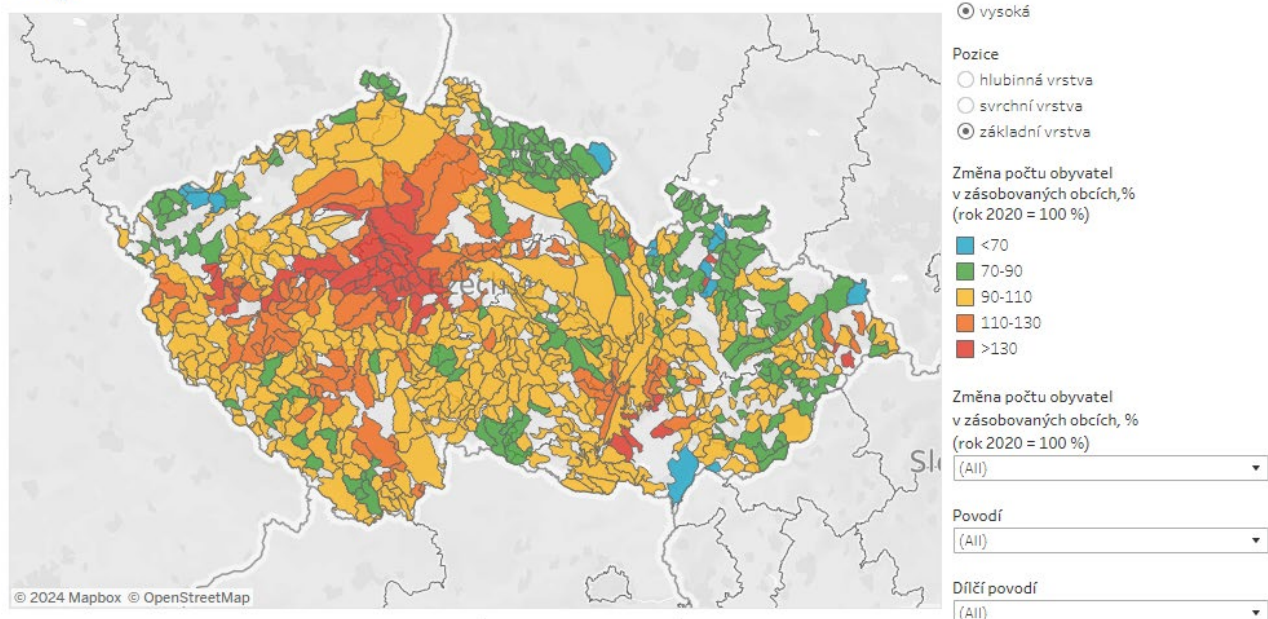
Obrázek 4.4.3 Demografická prognóza: změna počtu obyvatel v obcích k roku 2050 – nízká varianta

Prognóza potřeby vody pro lidskou spotřebu k r. 2050: odběry podzemní vody



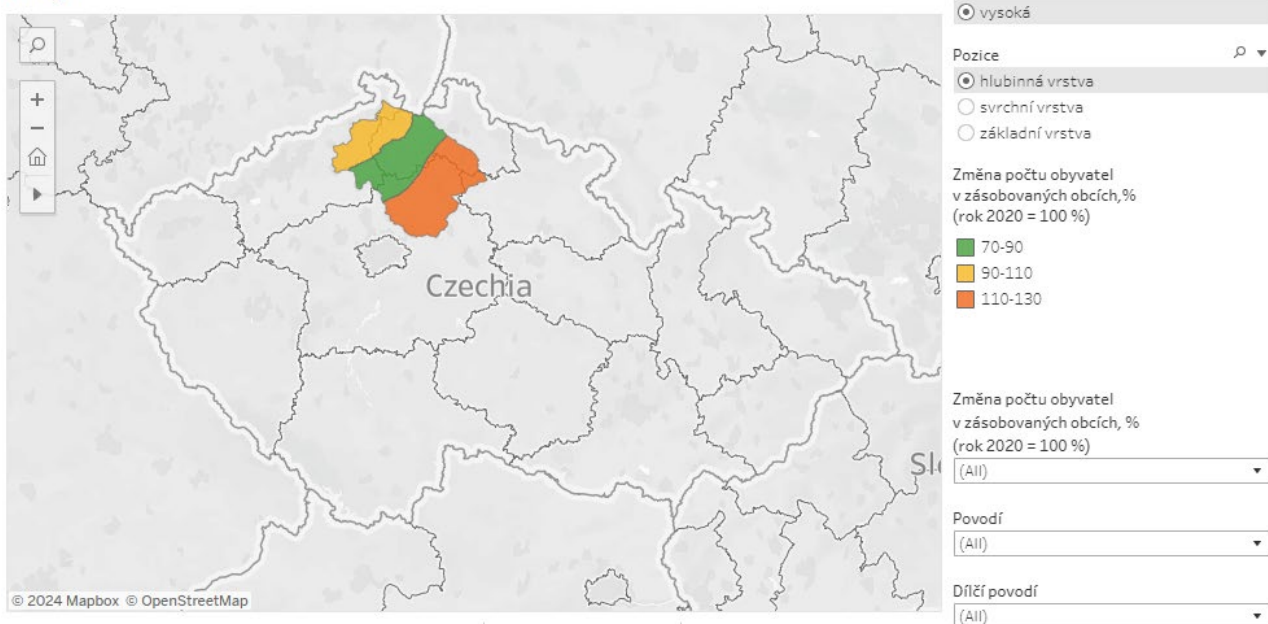
Obrázek 4.4.4 Změny prognózované potřeby odebíraného množství podzemní vody v pracovních jednotkách útvarů podzemní vody svrchní vrstvy v referenčním roce 2050 oproti současnosti – vysoká varianta

Prognóza potřeby vody pro lidskou spotřebu k r. 2050: odběry podzemní vody



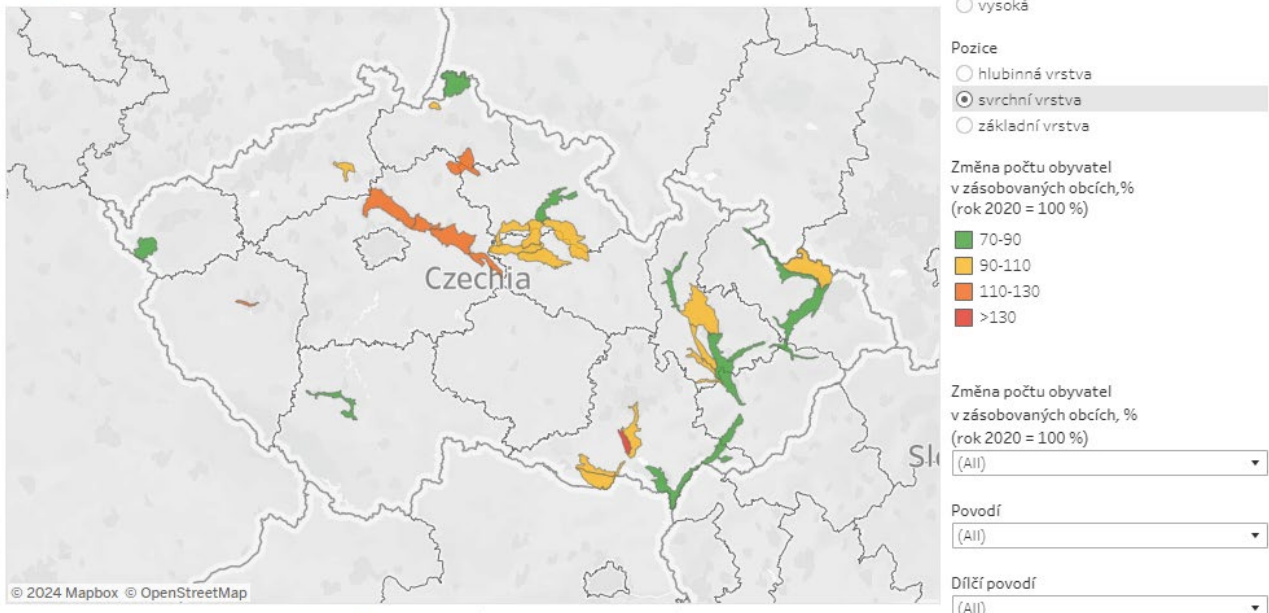
Obrázek 4.4.5 Změny prognózované potřeby odebíraného množství podzemní vody v pracovních jednotkách útvarů podzemní vody základní vrstvy v referenčním roce 2050 oproti současnosti – vysoká varianta

Prognóza potřeby vody pro lidskou spotřebu k r. 2050: odběry podzemní vody



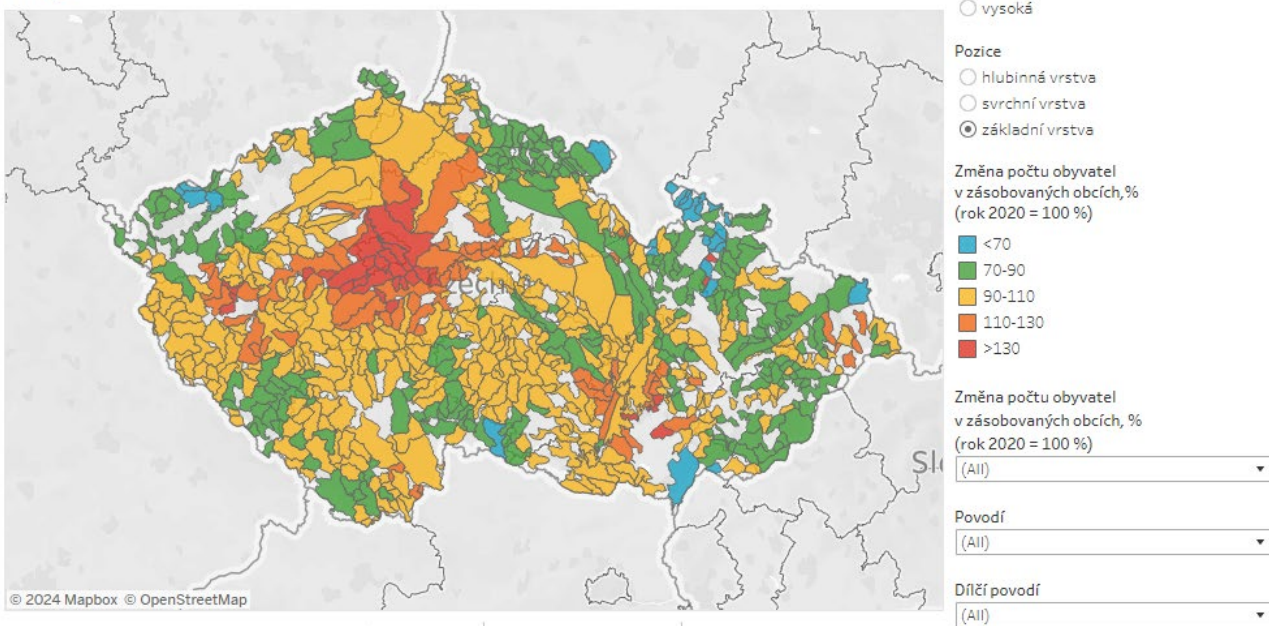
Obrázek 4.4.6 Změny prognózované potřeby odebíraného množství podzemní vody v pracovních jednotkách útvarů podzemní vody hlubinné vrstvy v referenčním roce 2050 oproti současnosti – vysoká varianta

Prognóza potřeby vody pro lidskou spotřebu k r. 2050: odběry podzemní vody



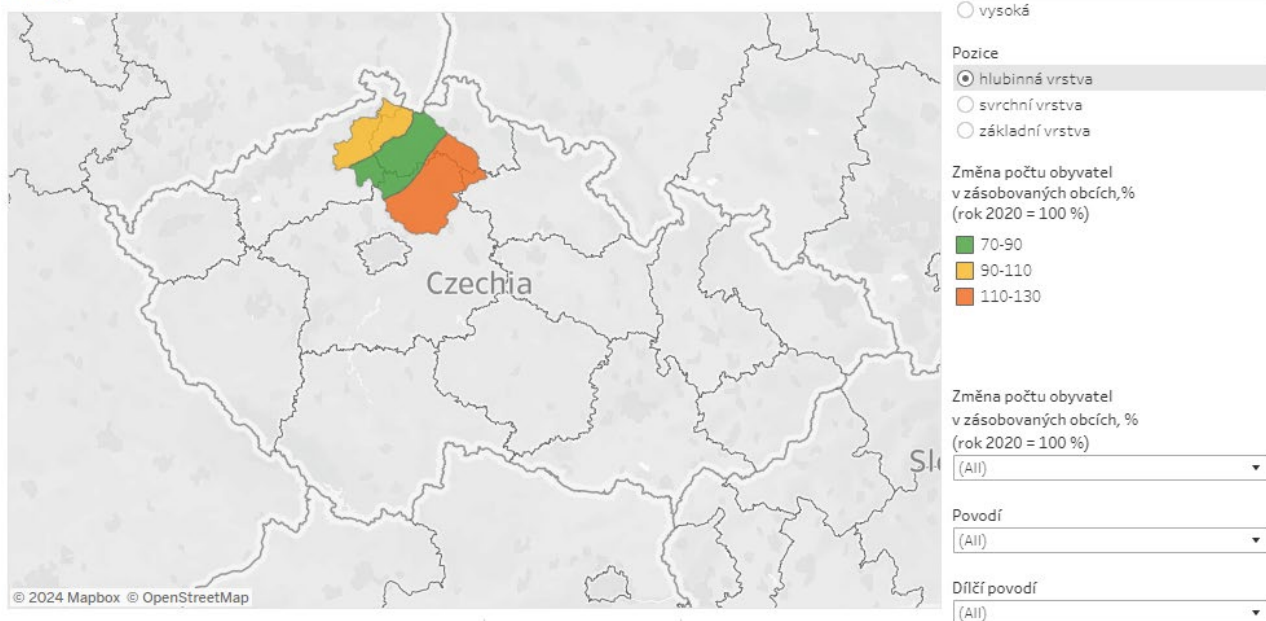
Obrázek 4.4.7 Změny prognózované potřeby odebíraného množství podzemní vody v pracovních jednotkách útvarů podzemní vody svrchní vrstvy v referenčním roce 2050 oproti současnosti – střední varianta

Prognóza potřeby vody pro lidskou spotřebu k r. 2050: odběry podzemní vody



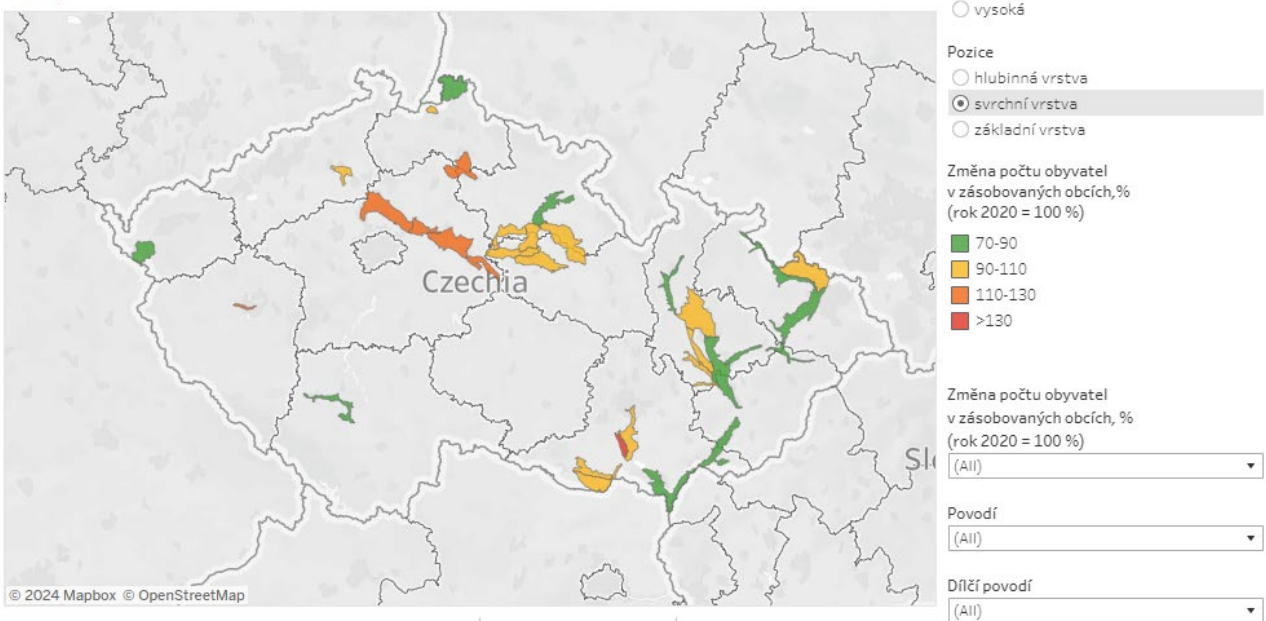
Obrázek 4.4.8 Změny prognózované potřeby odebíraného množství podzemní vody v pracovních jednotkách útvarů podzemní vody základní vrstvy v referenčním roce 2050 oproti současnosti – střední varianta

Prognóza potřeby vody pro lidskou spotřebu k r. 2050: odběry podzemní vody



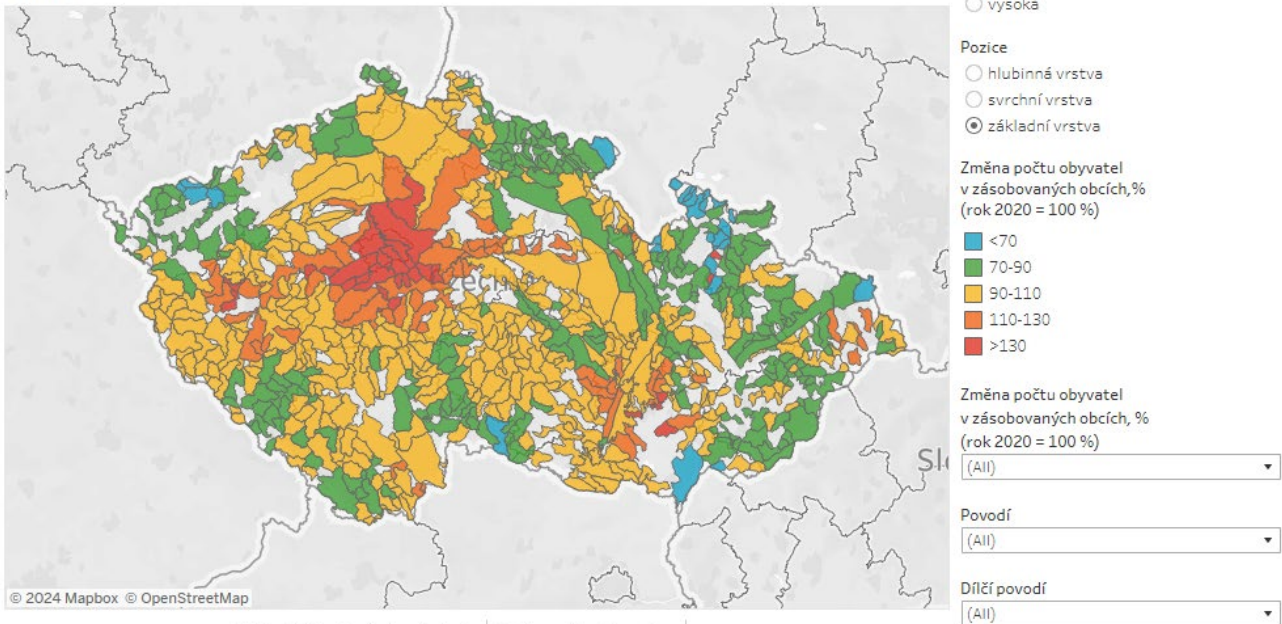
Obrázek 4.4.9 Změny prognózované potřeby odebíraného množství podzemní vody v pracovních jednotkách útvarů podzemní vody hlubinné vrstvy v referenčním roce 2050 oproti současnosti – střední varianta

Prognóza potřeby vody pro lidskou spotřebu k r. 2050: odběry podzemní vody



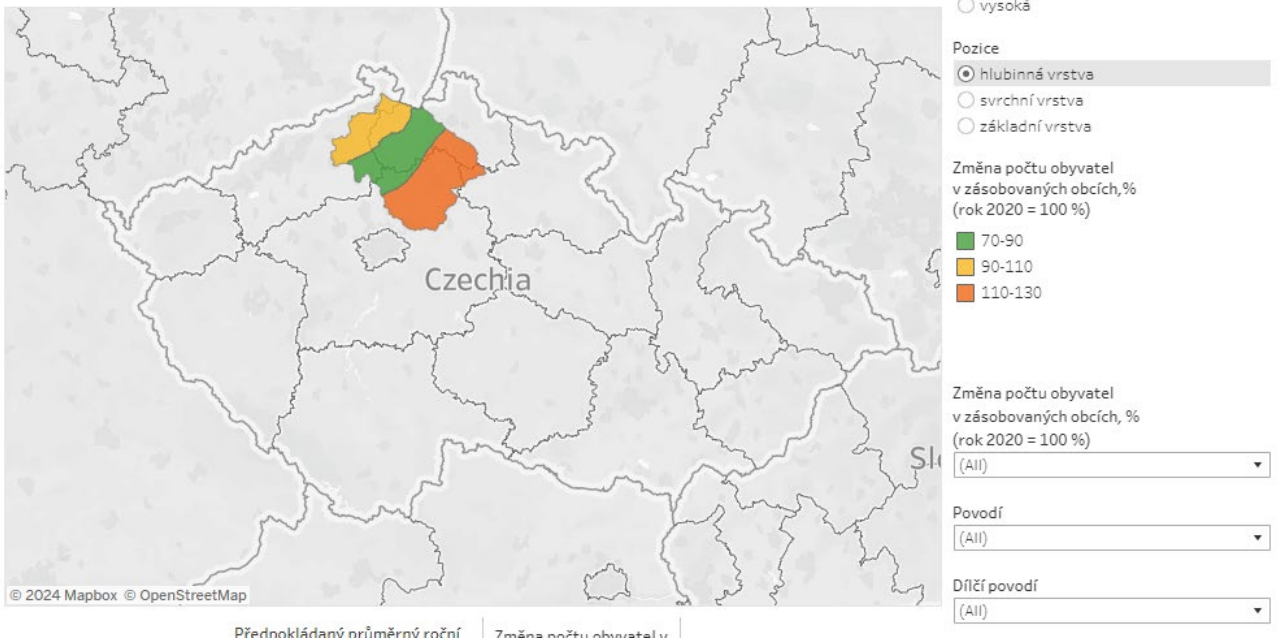
Obrázek 4.4.10 Změny prognózované potřeby odebíraného množství podzemní vody v pracovních jednotkách útvarů podzemní vody svrchní vrstvy v referenčním roce 2050 oproti současnosti – nízká varianta

Prognóza potřeby vody pro lidskou spotřebu k r. 2050: odběry podzemní vody



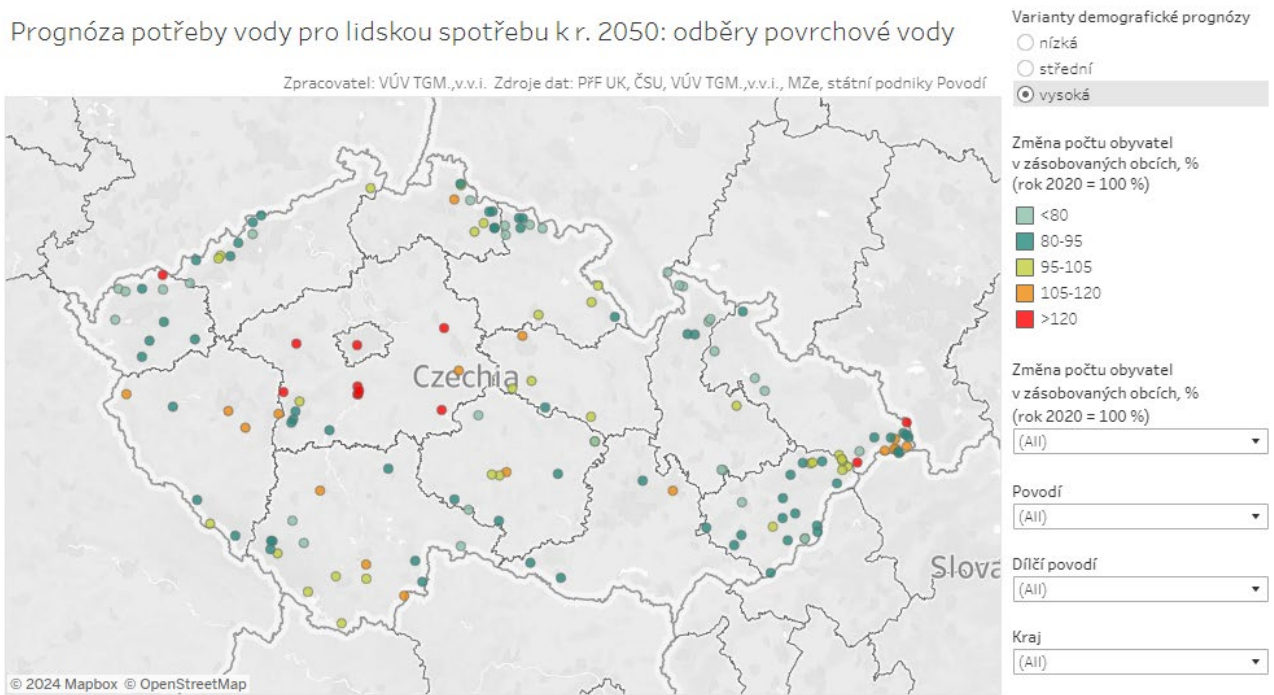
Obrázek 4.4.11 Změny prognózované potřeby odebíraného množství podzemní vody v pracovních jednotkách útvarů podzemní vody základní vrstvy v referenčním roce 2050 oproti současnosti – nízká varianta

Prognóza potřeby vody pro lidskou spotřebu k r. 2050: odběry podzemní vody



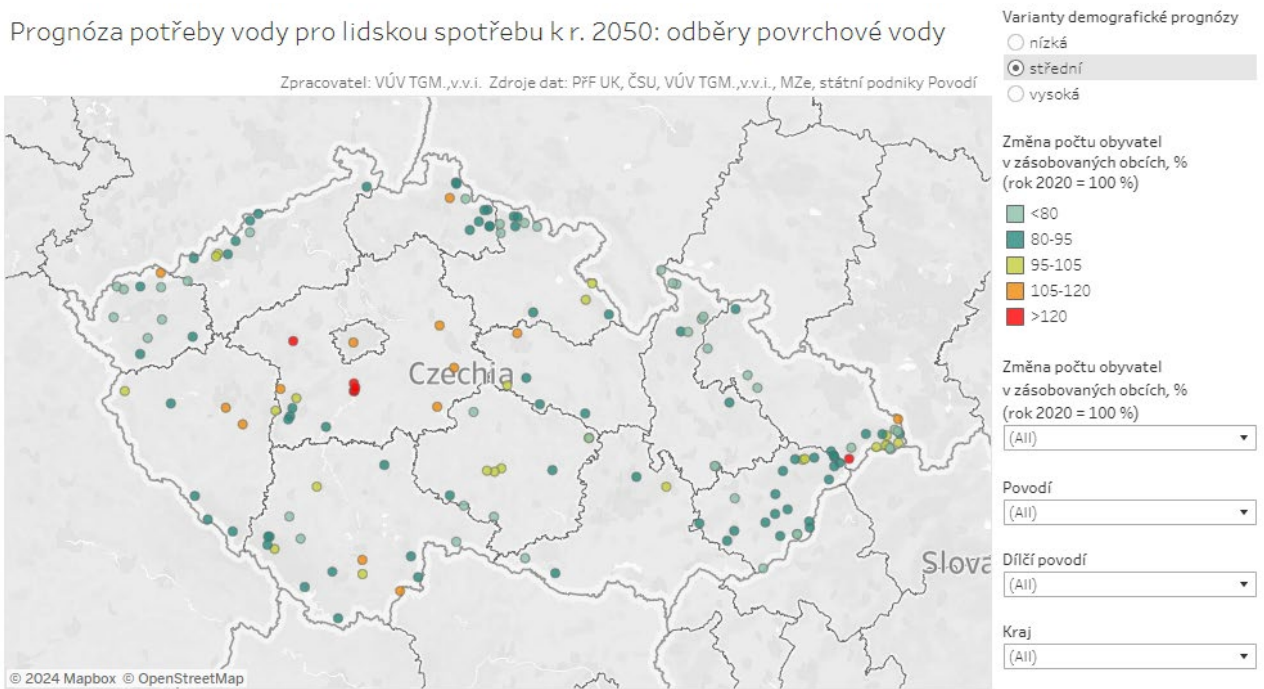
Obrázek 4.4.12 Změny prognózované potřeby odebíraného množství podzemní vody v pracovních jednotkách útvarů podzemní vody hlubinné vrstvy v referenčním roce 2050 oproti současnosti – nízká varianta

Prognóza potřeby vody pro lidskou spotřebu k r. 2050: odběry povrchové vody



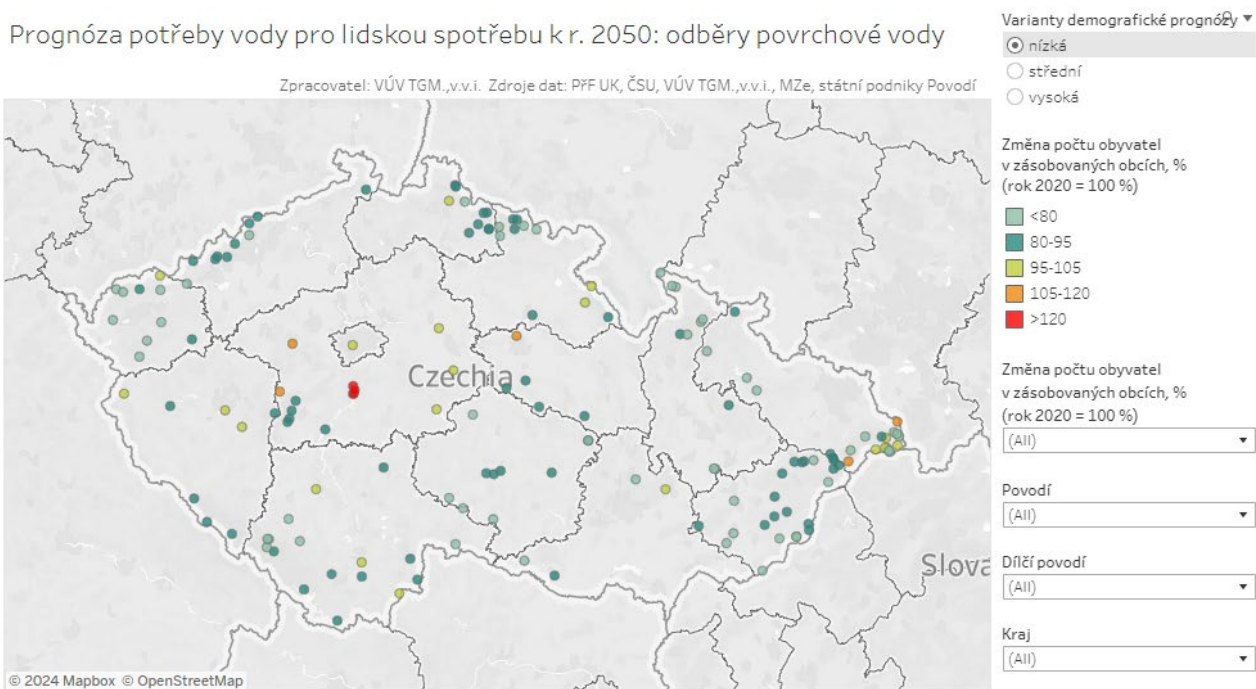
Obrázek 4.4.13 Změny prognózané potřeby odebíraného množství povrchové vody v místech odběrů v referenčním roce 2050 oproti současnosti – vysoká varianta

Prognóza potřeby vody pro lidskou spotřebu k r. 2050: odběry povrchové vody



Obrázek 4.4.14 Změny prognózané potřeby odebíraného množství povrchové vody v místech odběrů v referenčním roce 2050 oproti současnosti – střední varianta

Prognóza potřeby vody pro lidskou spotřebu k r. 2050: odběry povrchové vody



Obrázek 4.4.15 Změny prognózané potřeby odebíraného množství povrchové vody v místech odběrů v referenčním roce 2050 oproti současnosti – nízká varianta

4.5 Analýza ovlivnění průtoků užíváním vod

Organizace: ČHMÚ

Řešitelé: Mgr. Ondřej Ledvinka, Ph.D., Mgr. Vít Šťovíček, Bc. Kateřina Vacková, Mgr. Pavel Coufal, RNDr. Pavel Kukla

Cíl

Cílem studia bylo vypočítat a zanalyzovat, jakým způsobem je ovlivněn průtok nad vodoměrnými stanicemi v Česku, a příp. zjistit, jak se bude toto ovlivnění měnit v budoucnu v návaznosti na klimatickou změnu. Na základě výsledků byly vytvořeny mapy, tabulky a další grafická znázornění vhodná pro interpretaci výsledků. Mapy zobrazují ovlivnění jak povrchových, tak podzemních vod. Analyzováno bylo referenční období 1991–2020. Důraz byl kladen na identifikaci trendů celkového ovlivnění v jednotlivých povodích a na lokalizaci míst s potenciálním rizikem klesajícího trendu v dostupnosti vody a rostoucího trendu v nárocích společnosti, a to např. porovnáním směrníc trendů v různých obdobích, což reflektuje požadavky dalších etap projektu.

Úvod

Voda je nezbytná pro existenci všech živých organismů a určuje fungování lidské společnosti. V důsledku klimatických změn dochází stále častěji k extrémním výkyvům počasí, které vedou k nedostatku srážek a vzniku sucha, nebo naopak k extrémním srážkám a povodním. Jednou z příčin těchto změn je lidská společnost a její neustále se zvyšující nárok na vodu a jiné strategické suroviny [23].

Vodnost většiny vodních toků v Česku je ovlivněna antropogenní činností, přičemž od 50. let 20. století dochází všeobecně ve světě k extrémnímu nárůstu antropogenního ovlivnění vodních toků [24]. Hodnoty naměřené na vodoměrných stanicích jsou více či méně ovlivněny lidskou činností. Ta zahrnuje odběry povrchových a podzemních vod pro potřeby zemědělství, zejm. závlah, a zásobování obyvatelstva a průmyslu. Na straně druhé jde o vypouštění odpadních vod do povrchových (a vzácně i do podzemních) vod, nebo záměrné zvýšení či snížení vodnosti toku při manipulaci na vodních nádržích [25]. Voda je často odebírána z jednoho povodí a vypouštěna do jiného o několik kilometrů dál. Například v povodí Svitavy je podzemní voda odebírána pro zásobování brněnské aglomerace pitnou vodou a po využití sváděna do čistírny odpadních vod v Brně-Modřicích, ústící ve Svatce [26]. To znamená, že naměřené hodnoty v obou povodích jsou silně ovlivněny antropogenní činností, a proto nelze přirozené průtoky měřit přímo, ale musejí se vypočítávat [24].

Protože je vodní tok hlavní proměnnou, která spojuje složky ekosystému pomocí hydrologických, biologických, geomorfologických procesů a procesů kvality vody, tak se odhad přirozeného průtoku (u nás tzv. odovlivněný průtok) obvykle používá jako referenční veličina pro odhad hydrologické odezvy na klimatický režim pro hodnocení ekologického stavu řeky a pro odhad množství potenciálně dostupné vody [27].

Vstupní data

Základem byla měsíční data o celkovém ovlivnění průtoků ve vodoměrných stanicích, vyjádřeném v procentech jako poměr změn průtoků k odovlivněnému průtoků. Ta byla pravidelně jednou ročně počítána a ukládána do databáze ČHMÚ spolu s dalšími dostupnými daty o ovlivnění platnými pro vodoměrné stanice. Zvláštní pozornost byla věnována rozlišení mezi odběry pouze z povrchových vod (prvek OPOV) a celkovými odběry (včetně odběrů z podzemních vod, prvek OPOV + OPOD). Kromě celkového procenta ovlivnění, označovaného jako OVLTOTPOV nebo OVLTOTPOD, výzkum zahrnoval také údaje o vypouštění (prvek VYP) a zadržování či upouštění vody z nádrží, kde dochází k významným manipulacím (prvek DELTA). Pro analýzy bylo vybráno referenční období 1991–2020 a kritérium úplnosti časových řad splňovalo celkem 346 vodoměrných stanic.

Vstupní data ovlivnění průtoků byla porovnáována celkem ze tří zdrojů (ISPOP, soubory od s.p. Povodí a veřejné geografické vrstvy z Vodohospodářského informačního portálu VODA). Bylo zjištěno, že zdroje se liší počtem objektů a samotnými hodnotami. Proto byla provedena obecná kontrola polohy objektů, jejich duplicit a hodnot odběrů a vypouštění.

Metodika

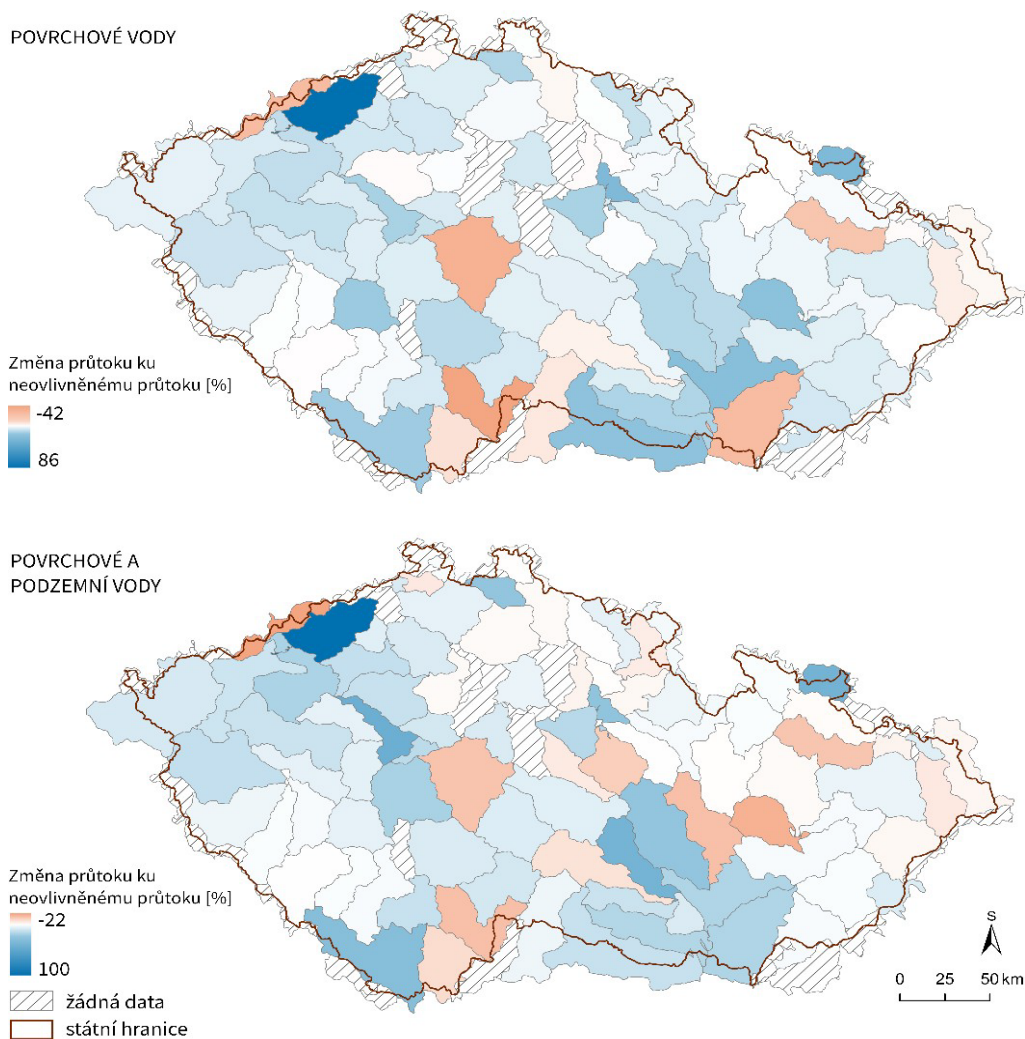
Pro mapové výstupy celkového ovlivnění byla zvolena vrstva rozvodnic 3. řádu, zahrnující 346 vybraných vodoměrných stanic s kompletní časovou řadou o celkovém procentu ovlivnění pro hydrologické období 1991–2020. Kompletní byly taktéž časové řady ostatních zkoumaných prvků. Pro každou stanicí byla nejprve vypočtena celková plocha povodí nad ní a podíl k ploše povodí 3. řádu, ve kterém se stanice nachází. Celkové procento ovlivnění pro každé povodí bylo vypočteno jako součet celkového ovlivnění ve všech stanicích v daném povodí, přičemž vahou každé stanice byl vypočtený podíl plochy povodí nad danou stanicí. Tím pádem celkové procento ovlivnění v jednotlivých povodích odpovídá především stanicím v ústí, příp. blízko ústí, kde je odvodňována největší plocha.

V další fázi byla provedena analýza trendu s cílem zjistit, zda ve vybraném období existují statisticky významné trendy v časových řadách prvků týkajících se ovlivnění průtoku českých řek. Byly zvoleny dvě statistické hladiny významnosti, a to $\alpha = 0,05$ a $\alpha = 0,01$. Aplikován byl Mannův–Kendallův test pro přítomnost trendu [27, 29, 30] a jeho modifikace navržená v článku Yue a Wang [31] tak, aby docházelo v případě významného autoregresního koeficientu při předpokládaném autoregresním modelu prvního řádu ke korekci rozptylu testové statistiky [32, 33, 34]. Výsledky pro každou stanicí a měsíc byly shrnuty do hodnoty standardizované testové statistiky Z (udávající směr případného trendu), p -hodnoty a Senova neparametrického odhadu směrnice trendu značeného SEN [35]. Tyto analýzy proběhly jak pro měsíční časové řady, tak pro roční časové řady.

Výsledky byly zpracovány pomocí R balíčku *modifiedmk* [36]. Případy, kde p -hodnota klesla pod zvolenou hladinu významnosti, byly zakreslovány do map pomocí šipek lokalizovaných do míst s polohou vodoměrné stanice. Šipka odchylovající se od vodorovného směru, a to podle znaménka hodnot Z či SEN, znázornila trend rostoucí (číslo hodnoty bez znaménka) nebo klesající (číslo se znaménkem minus), podobně, jak to bylo prováděno i v jiných pracích zabývajících se trendy v komponentách hydrologického cyklu na území Česka [37, 38, 39]. Z těchto analýz byly následně vytvořené mapové výstupy.

Výsledky a diskuze

Nejvyšších hodnot celkového ovlivnění povrchových vod (Obrázek 4.5.1) dosahovala povodí na jižní Moravě a povodí Osoblahy, Labe od Orlice po Loučnou a zejm. povodí Bíliny (v tomto povodí však vstupovala data pouze z jedné vodoměrné stanice). Nejnižších hodnot naopak povodí Rybné a Lužnice od Rybné po Nežárku, Sázavy od Želivky po ústí a Dyje od Svratky po ústí. Při zahrnutí odběrů z podzemních vod byly vysoké hodnoty zjištěny opět u povodí na jižní Moravě a dále v povodích západních a severozápadních Čech. Nejvyšší hodnoty míry ovlivnění lze pozorovat u povodí Loděnice, Osoblahy a Oslavy. Nejnižší hodnoty byly naopak zjištěny u přítoků Freiberské Muldy, Šopavy a Flöhy, v povodích Moravy od Bečvy po Hanou, Rybné a Lužnice od Rybné po Nežárku či Svitavy.



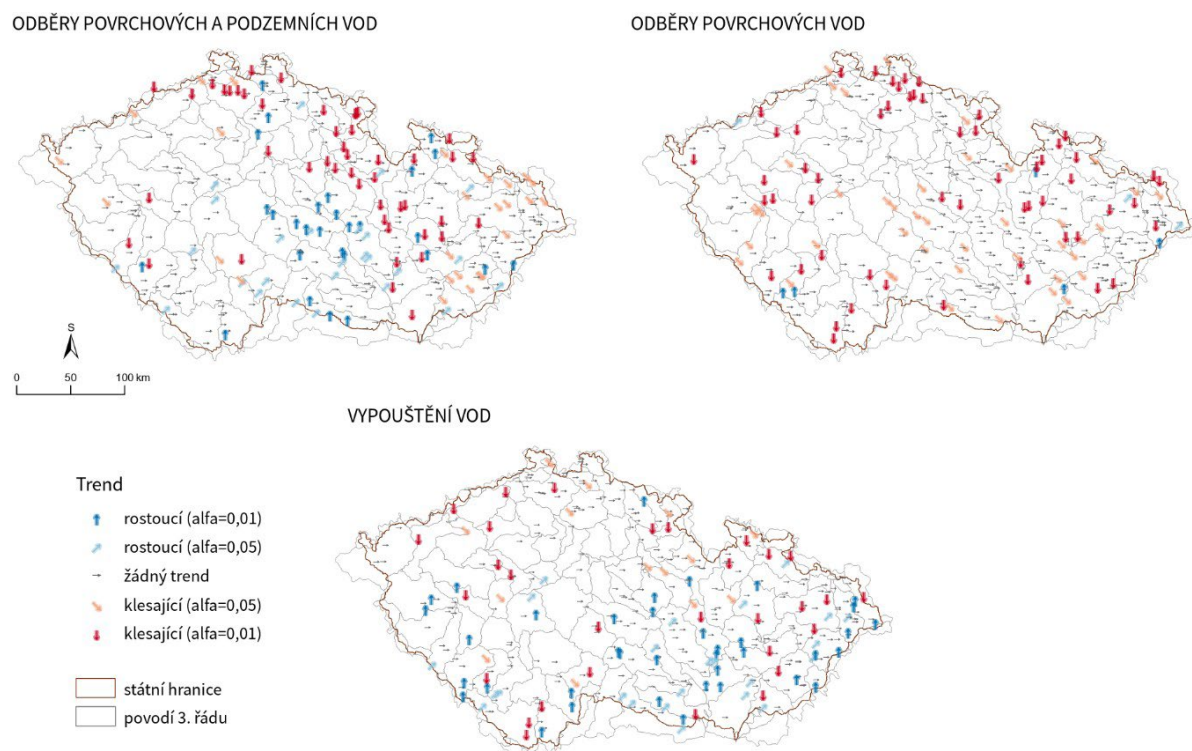
Obrázek 4.5.1: Poměr celkového ovlivnění průtoků pro povodí 3. řádu (referenční období 1991–2020)

Z analýzy trendů pro referenční období 1991–2020 lze u odběrů a vypouštění vod vypočítat rozdílné chování ve vybraných vodoměrných stanicích, často vytvářející nápadné shluky v několika oblastech (obrázek 4.5.2). Z celkového hlediska převládá napříč odběry a vypouštěním vod nulový trend. Ten byl v každé ze sledované skupiny zjištěn u zhruba 230 z celkových 346 vodoměrných stanic (okolo 65 % všech stanic).

V případě odběrů podzemních vod včetně povrchových byl zjištěn mírně klesající a mírně rostoucí trend u zhruba 8 % ze všech stanic. Stejný poměr byl zjištěn u stanic s významně rostoucím trendem. U 47 stanic byl pak zjištěn významně klesající trend (necelých 14 % ze všech stanic), tvořící nápadné shluky u stanic v severních Čechách (zejm. povodí Ploučnice) a východních Čechách (povodí Metuje, Orlice od soutoku Divoké a Tiché Orlice po ústí a Loučné a Labe od Loučné po Chrudimku). Dalšími povodími s převahou významně klesajících trendů jsou povodí Moravské Sázavy a Moravy od Moravské Sázavy po Třebůvku, Třebůvky a Svitavy. Shluky mírně klesajících trendů lze pozorovat taktéž u povodí ve Slezsku (Opava po Moravici, Olše a Odra po Opavu). Naopak zjištěné rostoucí trendy vytváří shluky v oblasti Vysočiny (především povodí Sázavy po Želivku, Svatky po Svitavu či Oslavy a Jihlavy od Oslavy po Rokytou) či v povodí Dyje.

Odběry pouze povrchových vod se naopak vyznačují minimem stanic s rostoucím trendem. Klesající trendy jsou poměrně rovnoměrně rozloženy po celém území Česka a tvoří necelých 30 % ze všech stanic.

Převahu významně klesajících trendů lze opět pozorovat v oblasti severních Čech, zejm. v povodích Lužické Nisy po Mandavu, Jizery a Kamenice. Další oblasti s klesajícími trendy jsou povodí Berounky a jejích přítoků, horního a středního toku Moravy a povodí jižních Čech (Vltava po Malši a Nežárka). U vypouštění vod byla zjištěna mírná převaha rostoucích trendů (celkem 62 stanic) oproti trendům klesajícím (34 stanic). Oblasti s převahou rostoucích trendů tvoří povodí západních Čech (Mže po soutok s Radbuzou či Otava po Volyňku), jižní Moravy (Svratka a Svitava) a východní Moravy (Vsetínská a Rožnovská Bečva či Ostravice). Klesající trendy jsou více bodově rozmístěny, menší shluky se vyskytují v povodí Vltavy po Malši, Rakovnického potoka nebo Metuje.



Obrázek 4.5.2: Trendová analýza pro odběry a vypouštění vod (referenční období 1991–2020)

Nejistoty

Nejistoty jsou spatřovány především v kvalitě dat o ovlivnění průtoku. Existuje hned několik verzí datových sad, přičemž o plnohodnotném databázovém řešení nelze v žádném případě hovořit. Aktualizace ani opravy dat nejsou centralizovány, a tedy hrozí riziko dalšího rozcházení jak v samotných hodnotách, tak v lokalizaci objektů. V neposlední řadě musí být pro budoucí vývoj zmíněna nehomogenita dat dána limity odběrů uvedenými v samotném vodním zákoně a jeho novelách.

Závěr

Shrneme-li výsledky, lze konstatovat, že na území Česka docházelo v období 1991–2020 převážně ke kladné změně celkového procenta ovlivnění průtoku. To znamená, že ve sledovaných stanicích byl zjištěn vyšší průtok oproti teoretickému - odovlivněnému. Jinými slovy docházelo převážně k dvěma situacím, kdy odběry převyšovalo vypouštění vod či upouštění vod z nádrží. Z dostupných dat a analýzy trendů podle Mannova–Kendalova testu lze očekávat i v budoucnosti zvyšující se procento vypouštění vod a zároveň vyšší extremitu dat o celkovém procentu ovlivnění průtoku. Všechna tato zjištění je třeba vztáhnout k množství a kvalitě vstupních dat, použité metodice, vybraným parametrům a povodím. U mapových výstupů poté především k počtu stanic, jejich umístění a nepravidelnému rozložení

na území Česka.

V některých profilech byl vypočten záporný odovlivněný průtok. Příčinou mohou být chybně naměřená data, chybná nebo nepřesná lokalizace ovlivnění nebo také fakt, že u dat ovlivnění nemusí jít pouze o data měřená, ale i odhadovaná. Zároveň u odběrů musí uvedené číslo v některých případech reprezentovat překročený limit pro reporting, ale ve skutečnosti se může jednat o menší, v databázích nezaznamenané hodnoty odběrů vod.

V rámci WP1 Centra byl vytvořen nový R skript pro výpočet odovlivněných průměrných měsíčních průtoků ve vodoměrných stanicích na území Česka. Tímto se řešitelé ČHMÚ přiblížili žádoucímu stavu, kdy by měl sběr dat o průtoku a odhad jeho přirozených hodnot probíhat v jedné instituci. Vzhledem ke skutečnosti, že se nepodařilo zbavit se při výpočtech záporných hodnot odovlivněných průtoků, je třeba do budoucna uvážit další možné příčiny nezahrnuté ve výpočtu, např. vícenásobné odběry vody z nádrží a ztráty výparem z volné hladiny nádrží.

Stručně k významu ČHMÚ v DC 1.2

Jelikož v Centru PERUN, jehož výstupy, a to zejm. gridové produkty související se scénáři ALADIN-CLIMATE/CZ, mají být dále využívány Centrem Voda, došlo ke zpoždění, poskytli řešitelé ČHMÚ podporu řešitelům Centra PERUN ve formě převodu podkladových CSV souborů do souborů GeoTIFF a NetCDF. Týkalo se to dvou dosavadně dostupných scénářů (SSP2-4.5 a SSP5-8.5; samotné scénáře, bias korekce, historický běh). Rovněž tak proběhl zcela nově výpočet časových řad gridů potenciální evapotranspirace a klimatické vodní bilance z gridů historické průměrné teploty vzduchu a historických denních úhrnů srážek (1961–2022). Tyto produkty, využívány i v jiných kompetenčních centrech, představují potenciál pro další zpracování, jako jsou sezonní hydrologické predikce apod.

5. Závěr

Zajištění udržitelného hospodaření s vodními zdroji bude klíčovou výzvou v nadcházejících desetiletích, zejména vzhledem k tomu, že změny klimatu a další aspekty mohou výrazně ovlivnit dostupnost a poptávku po vodě.

V následujícím textu jsou shrnuty dosavadní výsledky výzkumu.

Sektor průmyslu:

Budoucí potřeba vody v průmyslu nebyla řešena pomocí predikce budoucího vývoje, nýbrž nastavením tří fixních úrovní, s nimiž bude možné porovnávat reálně dostupné vodní zdroje v daném čase. Výchozím bodem pro jejich určení byla analýza odběrů na úrovni krajů. **Základní linie** - vychází z předpokladu, že průmyslová potřeba vody bude v budoucnu obdobná jako v současnosti, respektive ke konci hodnoceného období 2009 – 2019. **Maximální hodnota budoucích odběrů** - je využit největší objem odebraných vod zaznamenaný v období 2009 – 2019. Ten poskytuje realistický odhad případných pozitivních odchylek od základní linie. **Kritická (nepřekročitelná) hodnota** - v analyzovaném období 2009 – 2019 nebyly limity (maximální povolené množství) pro odběry podzemních a povrchových vod plně využívány a poskytují tedy rezervu, kterou mají příslušné podniky přinejmenším teoreticky k dispozici. Je reálný předpoklad, že limity pro konkrétní subjekty v budoucnu nebudou navyšovány a určují tak nepřekročitelnou hranici pro využití vodních zdrojů

Sektor zemědělství:

Analýza závlahových technologií v ČR a odhad ztrát závlahové vody umožnily výpočet orientačního maximálního množství vody, potřebného pro závlahy pro typické kultury „vinice“, „chmelnice“ a „sady“. Byl proveden výpočet indikativního množství vody potřebného pro závlahu kultur „orná půda“ a „trvalé travní porosty“, přičemž je jasné, že závlaha se soustředí na orné půdě v rozhodující míře na zeleninu a rané brambory, a na trvalých travních porostech na louky pro produkci píce pro mléčný skot. Vývoj směrem k plné závlaze není realistický – předpoklad použití závlah byl uplatňován pouze tam, kde je již v současnosti závlaha vybudovaná. Je zcela zřejmé, že podzemní vody by v kritických oblastech neměly být k závlaze masivně využívány, neboť se jedná o vodu cennou, která by měla být rezervována pro pitné účely. Navíc bude zjevně docházet k souběhům nutnosti závlah a současně nízkých průtoků v tocích (delší období sucha a horka). Potřebu vody tak bude možno pokrýt jedině výstavbou dalších vodních nádrží, resp. úpravou manipulačních řádů nádrží stávajících, pokud tyto mají volnou kapacitu.

Výsledky globálních simulačních modelů (GCM) pro různé emisní scénáře zvláště pro období 2015-2045 (2030) a 2035-2065 (2050) ukazují, že i v regionech, kde v průměru dochází ke snížení vláhové potřeby, nadále zůstávají poměrně výrazné závlahové potřeby. Co však zůstává doposud nezodpovězenou otázkou je dopad zatím neuvažované varianty, vycházející z odhadu agro-ekonomického modelu GLOBIOM-CZ. Ten ukazuje na značnou komparativní výhodu české zemědělské produkce v očekávaných environmentálních podmínkách a tedy i možnost, navzdory klimatické změně, zvýšit svoji profitabilitu a tržní podíl českého zemědělství na trhu.

Vývoj spotřeby vody hospodářskými zvířaty byl predikován pro každý kraj zvlášť a trendy se napříč jednotlivými kraji různí. Setrvalý stav spotřeby vody hospodářskými zvířaty je predikován pro Jihomoravský, Ústecký a Zlínský kraj a Kraj Vysočina, mírný nárůst je očekáván v Jihočeském a Plzeňském kraji, výrazný nárůst spotřeby vody je predikován pro Karlovarský, Liberecký a Moravskoslezský kraj a budoucí pokles spotřeby vody hospodářskými zvířaty je očekáván v Královéhradeckém, Olomouckém, Pardubickém kraji a také v Praze a ve Středočeském kraji. Trendy spotřeby vody v jednotlivých krajích jsou shodné jak pro průměrnou, tak i pro maximální spotřebu vody hospodářskými zvířaty.

Sektor energetiky:

Odhad spotřeby vody pro energetiku indikuje snížení potřeby vody pro tento sektor oproti současnému stavu. Dále se předpokládá, že vzhledem k náročnosti výstavby velkých staveb, nedojde k významnému přesunu výroby energie mezi regiony. Jedním z hlavních faktorů ovlivňující potřebu vody pro

energetiku budou regulace týkající se ochrany životního prostředí. Z hlediska ekonomického to pak může být také cena vody a náklady na její úpravu, které mohou ovlivnit rozhodování o typech energetických zdrojů a technologiích.

Sektor veřejných vodovodů:

U významných (nad 500 tis m³.rok⁻¹) současných odběrů povrchové vody pro veřejné vodovody byl zvýšený počet připojených obyvatel o více jak 10 % predikován u vodárenských nádrží Švihov (o 23 % u vysoké varianty, o 14 % u střední), Klíčava (o 18 % u vysoké varianty, o 11 % u střední), Josefův Důl (o 114 % u vysoké varianty) a Vrchlice (o 112 % u vysoké varianty). V případě odběrů podzemní vody byl zvýšený počet připojených obyvatel predikován zejména u (části) hydrogeologických rajonů Proterozoikum a paleozoikum v povodí přítoků Vltavy, Krystalinikum v povodí Střední Vltavy, Krystalinikum, proterozoikum a paleozoikum v povodí Berounky, Svrchní silur a devon Barrandienu a Křída severně od Prahy.

Součástí výzkumu byla i problematika ovlivnění průtoků:

Shrneme-li výsledky, lze konstatovat, že na území Česka docházelo v období 1991–2020 převážně ke kladné změně celkového ovlivnění průtoků. To znamená, že ve sledovaných stanicích byl zjištěn vyšší průtok oproti teoretickému - neovlivněnému. Jinými slovy docházelo převážně k situacím, kdy odběry převyšovalo vypouštění vod či upouštění vod z nádrží. Z dostupných dat a analýzy trendů podle Mannova–Kendalova testu lze očekávat i v budoucnosti vypouštění vod převyšující odběry a zároveň vyšší extremitu dat o celkovém ovlivnění průtoků. V některých profilech byl vypočten záporný odovlivněný průtok. Příčinou mohou být chybně naměřená data, chybná nebo nepřesná lokalizace objektů pro proces ovlivnění průtoků nebo také fakt, že u hodnot ovlivnění průtoků nemusí jít pouze o data měřená, ale i odhadovaná.

Odhady její potřeby pro různé sektory hospodářství jsou zatíženy mnoha nejistotami a variabilními faktory. Mezi hlavní oblasti nejistot a proměnných, které mohou ovlivnit odhad potřeby vody, patří zejména technologický pokrok (inovace a nové technologie), klimatické faktory, ekonomické faktory, demografie a legislativní opatření. Pro přesnější odhady je proto nezbytné neustále aktualizovat data a modely na základě aktuálních trendů a technologií. Pravidelný monitoring a adaptivní řízení vodních zdrojů jsou klíčové pro efektivní a udržitelné využívání vody.

Literatura

- [1] ČÚZK, 2023: Souhrnné přehledy o půdním fondu z údajů Katastru nemovitostí České republiky. ČÚZK Praha, 2023. Dostupné z: https://www.cuzk.cz/Periodika-a-publikace/Statisticke-udaje/Souhrne-prehledy-pudniho-fondu/Rocenka_pudniho_fondu_2023.aspx
- [2] ČSÚ, 2017: Strukturální šetření v zemědělství 2016 [online]. 24. srpna 2017. [vid. 2023-5-15]. Dostupné z: <https://www.czso.cz/csu/czso/strukturalni-setreni-v-zemedelstvi-2016#>
- [3] ČSÚ 2021: Integrované šetření v zemědělství 2020 [online]. 21. září 2021. [vid. 2023-5-15]. Dostupné z: <https://www.czso.cz/csu/czso/integrované-setreni-v-zemedelstvi-2020#>
- [4] ČSÚ, 2011: Agrocenzus 2010 – Strukturální šetření v zemědělství a metody zemědělské výroby [online]. 26. srpna 2011. [vid. 2023-5-15]. Dostupné z: <https://www.czso.cz/documents/10180/20566815/212611u.pdf/0e9635ae-96d0-4b67-8cf2-f1402e8b227b?version=1.0>
- [5] Geoportál SOWAC GIS: O geoportálu [online]. [vid. 2023-5-18]. Dostupné z: <https://geoportal.vumop.cz/#oGeoportalu>
- [6] Informační systém melioračních staveb: Informační systém melioračních staveb [online]. [vid. 2023-5-18]. Dostupné z: <https://meliorace.vumop.cz/?core=account>
- [7] VÚV TGM, v. v. i., 2021: Odběry a vypouštění vod podle evidence pro vodní bilanci [online]. 23. května 2021. [vid. 2023-5-18]. Dostupné z: <https://public.tableau.com/app/profile/heis.vuv.tgm/viz/Odbryavypoutnvodpodlevidenceprovodnbilanci/bilance>
- [8] Hydroekologický informační systém VÚV TGM, v. v. i.: Útvary povrchových vod včetně silně ovlivněných vodních útvarů a umělých vodních útvarů, [online], 2002-2023. Dostupné z: [https://heis.vuv.cz/data/spusteni/pgstart.asp?pg=HTML_ISVS\\$Utvary\\$infodat&pgload=1&ico=icoopen.inf.png&nadpis1=Vodn%ED%20%FAtvary%20v%EBetn%EC%20siln%EC%20ovlivn%ECn%FDch%20vodn%EDch%20%FAtvar%F9%20a%20um%ECI%FDch%20vodn%EDch%20%FAtvar%F9&nadpis2=Informace%20](https://heis.vuv.cz/data/spusteni/pgstart.asp?pg=HTML_ISVS$Utvary$infodat&pgload=1&ico=icoopen.inf.png&nadpis1=Vodn%ED%20%FAtvary%20v%EBetn%EC%20siln%EC%20ovlivn%ECn%FDch%20vodn%EDch%20%FAtvar%F9%20a%20um%ECI%FDch%20vodn%EDch%20%FAtvar%F9&nadpis2=Informace%20)
- [9] POTOPOVÁ, V., TRNKA, M., VIZINA, A., SEMERÁDOVÁ, D., BALEK, J., CHAUDHERRY, M. R. A., MUSIOLKOVÁ, M., PAVLÍK, P., MOŽNÝ, M., ŠTĚPÁNEK, P., CLOTHIER, B., 2022. Projection of 21st century irrigation water requirements for sensitive agricultural crop commodities across the Czech Republic. *Agricultural Water Management*. 262, 107337. 1–24. <https://doi.org/10.1016/j.agwat.2021.107337>.
- [10] ČSN 75 0434 Meliorace – Potřeba vody pro doplňkovou závlahu, Sweco Hydroprojekt a.s., Praha 2017
- [11] MZe: Zemědělství 2019, Praha 2020, www.eagri.cz, ISBN 978-80-7434-558-6
- [12] HÁJKOVÁ, L., VOŽENÍLEK, V., TOLASZ, R., KOHUT, M., MOŽNÝ, M. et al., 2012. Atlas fenologických poměrů Česka, Atlas of the Phenological Conditions in Czechia. Praha, Olomouc: Český hydrometeorologický ústav, Univerzita Palackého v Olomouci. ISBN 978-80-86690-98-8 a ISBN 978-80-244-3005-8.
- [13] PETŘÍČKOVÁ, 2023: Posouzení vývoje odběrů závlahové vody v ČR, bakalářská práce ČVUT, Praha, 2023
- [14] SEDLÁČKOVÁ, 2023: Posouzení vývoje hodnot vláhové bilance vybraných zemědělských plodin v ČR, bakalářská práce ČVUT, Praha, 2023 <https://www.sovak.cz/cs/clanek/ztraty-vody-v-ceske-republice>
- [15] ŠÁLEK, J., SCHWARZOVÁ, P., 2018. Hospodaření s vodou v zemědělství s ohledem na ochranu před následky sucha. Konference Sucho a hospodaření s vodou, Sborník referátů z konference, 13.-14.6.2018, České Budějovice, Česká společnost vodohospodářská, 2018. ISBN 978-80-87140-53-6
- [16] MEITNER, J., ŠTĚPÁNEK, P., SKALÁK, P., DUBROVSKÝ, M., LHOTKA, O., PENČEVOVÁ, R., ZAHRADNÍČEK, P.; FARDA, A.; TRNKA, M. Validation and Selection of a Representative Subset from the

- Ensemble of EURO-CORDEX EUR11 Regional Climate Model Outputs for the Czech Republic. *Atmosphere* 2023, 14, 1442. <https://doi.org/10.3390/atmos14091442>
- [17] VAN PELT, S. C., BEERSMA, J. J., BUIHAND, T. A., VAN DEN HURK, B. J. J. M., AND KABAT, P.: Future changes in extreme precipitation in the Rhine basin based on global and regional climate model simulations, *Hydrol. Earth Syst. Sci.*, 16, 4517–4530, <https://doi.org/10.5194/hess-16-4517-2012>, 2012.
- [18] ALLEN, R.G., PEREIRA, L.S., RAES, D., et al. (1998) Crop Evapotranspiration-Guidelines for Computing Crop Water Requirements-FAO Irrigation and Drainage Paper 56. FAO, Rome, 300(9): D05109.
- [19] ALLEN, R.G., WALTER, I.A., ELLIOTT, R.L., HOWELL, T., ITENFISU, D., & JENSEN, M.E. (2005). The ASCE standardized reference evapotranspiration equation, [doi/book/10.1061/9780784408056](https://doi.org/10.1061/9780784408056)
- [20] POTOPOVÁ, V., MUSIOLKOVÁ, M., GAVIRIA, J.A.; TRNKA, M. HAVLÍK, P., BOERE, E.; TRIFAN, T., MUNTEAN, N., CHAWDHURY, M.R.A. 2023. Water Consumption by Livestock Systems from 2002–2020 and Predictions for 2030–2050 under Climate Changes in the Czech Republic. *Agriculture*, 13, 1291. <https://doi.org/10.3390/agriculture1307129>
- [21] MUSIOLKOVÁ, M., POTOPOVÁ, V. 2022: Metodika hodnocení spotřeby vody hospodářskými zvířaty v letech 2002–2020 a predikce vývoje spotřeby vody hospodářskými zvířaty v letech 2030, 2035, 2040, 2045 a 2050 v jednotlivých krajích ČR. ČZU. 1–94 str. ISBN: 978-80-213-3202-7. <https://metodiky.agrobiologie.cz/metodika-hodnoceni-spotreby-vody-hospodarskymi-zviraty>
- [22] Aktualizace Státní energetické koncepce (SEK) - <https://www.mpo.gov.cz/cz/rozcestnik/pro-media/tiskove-zpravy/aktualizacestatni-energeticke-koncepce-sek--279668/>
- [23] LIEBLOVÁ, D., MATĚJKA, Z. (2016): Klimatické změny a hrozba nedostatku vody v České republice.
- [24] TERRIER, M., PERRIN, C., DE LAVENNE, A., ANDRÉASSIAN, V., LERAT, J., VAZE, J. (2021): Streamflow naturalization methods: a review. *Hydrological Sciences Journal*, 1, 66, 12–36.
- [25] BRANDT, M. J., JOHNSON, K. M., ELPHINSTON, A. J., RATNAYAKA, D. D. (2017): Hydrology and Surface Supplies. In: Twort's Water Supply. Elsevier, 65–116.
- [26] BÁRTA, B., BORÁKOVÁ, J. (2019): Ovlivnění průtoků ve vybraných vodoměrných stanicích ČHMÚ aneb Co (ne)teče ve vodních tocích?
- [27] POFF, N. L., ALLAN, J. D., BAIN, M. B., KARR, J. R., PRESTEGAARD, K. L., RICHTER, B. D., SPARKS, R. E., STROMBERG, J. C. (1997): The Natural Flow Regime. *BioScience*, 11, 47, 769–784.
- [28] KENDALL, M. G. (1938): A new measure of rank correlation. *Biometrika*, 1, 30, 81–93.
- [29] MANN, H. B. (1945): Nonparametric tests against trend. *Econometrica*, 3, 13, 245–259.
- [30] KENDALL, M. G., GIBBONS, J. D. (1990): Rank Correlation Methods. Oxford University Press, New York.
- [31] YUE, S., WANG, C. (2004): The Mann-Kendall test modified by effective sample size to detect trend in serially correlated hydrological series. *Water Resources Management*, 3, 18, 201–218.
- [32] BAYLEY, G. V., HAMMERSLEY, J. M. (1946): The „effective” number of independent observations in an autocorrelated time series. Supplement to the *Journal of the Royal Statistical Society*, 2, 8, 184–197.
- [33] MATALAS, N. C., LANGBEIN, W. B. (1962): Information content of the mean. *Journal of Geophysical Research*, 9, 67, 3441–3448.
- [34] LETTENMAIER, D. P. (1976): Detection of trends in water quality data from records with dependent observations. *Water Resources Research*, 5, 12, 1037–1046.
- [35] SEN, P. K. (1968): Estimates of the regression coefficient based on Kendall's tau. *Journal of the American Statistical Association*, 324, 63, 1379–1389.
- [36] PATAKAMURI, S. K., O'BRIEN, N. (2021): modifiedmk: Modified Versions of Mann Kendall and Spearman's Rho Trend Tests. eng.
- [37] FIALA, T., OUARDA, T. B. M. J., HLADNÝ, J. (2010): Evolution of low flows in the Czech Republic. *Journal of Hydrology*, 3–4, 393, 206–218.

- [38] LEDVINKA, O. (2015a): Evolution of low flows in Czechia revisited. Proceedings of the International Association of Hydrological Sciences, 369, 87–95.
- [39] LEDVINKA, O. (2015b): Nonstationarities in technical precipitation series in Czechia. Acta Hydrologica Slovaca, TC 1, 16, 199–207.

Přílohy

- 1) Dílčí zpráva za ČVUT - DOSTÁL, T., SCHWARZOVÁ, P., DOČKAL, M., (červenec 2023): Dílčí zpráva za ČVUT v Praze Projektu SS02030027 – Vodní systémy a vodní hospodářství ČR v podmínkách změny klimatu Centrum voda WP1
- 2) Dílčí zpráva za VŠCHT - Bindzar, J., (červen 2024): Analýza potřeb vody pro průmysl
- 3) Dílčí zpráva za ČHMÚ - LEDVINKA, O., ŠŤOVÍČEK, V., VACKOVÁ, K., COUFAL, P., KUKLA, P., (2024): Analýza ovlivnění průtoků užíváním vod (DC 1.1) a Identifikace území s deficitními vodními zdroji (DC 1.2)
- 4) Dílčí zpráva za ČZU - MUSIOLKOVÁ, M., POTOPOVÁ, V. 2022: Metodika hodnocení spotřeby vody hospodářskými zvířaty v letech 2002–2020 a predikce vývoje spotřeby vody hospodářskými zvířaty v letech 2030, 2035, 2040, 2045 a 2050 v jednotlivých krajích ČR.
- 5) Dokumentace veřejné specializované databáze - VYSKOČ, P., JAČKOVÁ, A., BINDZAR, J., DLABAL, J., SCHWARZOVÁ, P., DOSTÁL, T., DOČKAL, M., POTOPOVÁ, V., MUSIOLKOVÁ, M., (červen 2024): Specializovaná veřejná databáze scénářů potřeb vody