

T A

Č R



Program **Prostředí pro život**



**ČVUT v Praze
Fakulta stavební
Katedra hydromeliorací
a krajinného inženýrství**



Dílčí zpráva za ČVUT v Praze Projektu SS02030027 – Vodní systémy a vodní hospodářství ČR v podmínkách změny klimatu Centrum voda WP1

červenec 2023

Zpracovatel:

FSv, ČVUT v Praze

Katedra hydromeliorací a krajinného inženýrství

Řešitelský kolektiv:

Tomáš Dostál, prof. Ing. Dr.

Pavla Schwarzová, Ing. Ph.D.

Martin Dočkal, Ing. Ph.D.

Obsah

1.	Analýza dostupných podkladů pro stanovení závlahově kritických oblastí ČR	4
1.1.	Trendy vývoje klimatu.	4
1.2.	Vývoj půdního fondu ČR.....	4
1.3.	Strukturální šetření v zemědělství – Agrocenzus.	6
1.4.	Veřejná databáze odběrů závlahové vody.	9
1.5.	Orientační údaje o vláhové bilanci vybraných plodin.	14
1.6.	Databáze Informační systém melioračních staveb VÚMOP.....	18
1.7.	Vodní útvary povrchové vody.....	22
1.8.	Registr půdy (LPIS).....	23
2.	Analýza závlahových systémů ČR a výhledu vhodných závlahových způsobů.....	26
2.1.	Současná situace zemědělské krajiny České republiky	26
2.2.	Hledání úsporných řešení.....	28
2.3.	Kapková závlaha	29
2.4.	Moderní pivotové zavlažovací stroje.....	31
2.5.	Precizní zemědělství.	34
2.6.	Aktualizace závlahového detailu.	35
3.	Analýza struktury rostlinné výroby	39
4.	Scénáře vývoje společnosti pro ČR – období 2030-2050	41
4.1.	Scénář preferující udržitelný rozvoj - „Sustainability Eventually“	41
4.2.	Scénář preferující politická rozhodnutí – „Policy Rules“	42
4.3.	Scénář preferující ekonomický rozvoj - „Economy First“	43
4.4.	Scénář preferující bezpečnostní otázky – „Fortress Europe“	44
4.5.	Scénáře shrnutí.....	46
5.	Analýza odběrů závlahové vody	47
5.1.	Charakteristika databáze odběrů povrchových a podzemních vod VÚV TGM	47
5.2.	Vyhodnocení podílu povrchových a podzemních vod.....	49
5.3.	Vyhodnocení podle druhu zavlažované plochy	50
5.4.	Vyhodnocení závlahových odběrů podle dílčích povodí	53
5.5.	Stanovení nevyužitých množství odebrané vody.	55
5.6.	Potenciál rozšíření závlahových systémů podle nevyužitých množství odběrů závlahové vody.	60
5.7.	Vyhodnocení vláhové bilance jednotlivých plodin.....	63
5.8.	Vyhodnocení vláhové bilance chmele.....	67
5.9.	Vyhodnocení vláhové bilance vinné révy.....	71
5.10.	Srovnání podmínek odběrů závlahové vody v ČR a sousedních evropských státech.....	76

6.	Stanovení ztrát vody v závlahových soustavách	79
6.1.	Stanovení ztráty vody na zavlažované ploše.....	79
6.2.	Stanovení ztrát vody v hlavním závlahovém zařízení (v přívodních řadech).....	80
6.3.	Návrh výpočtu ztrát závlahové vody v trubních sítích.	83
7.	Kvantifikace potřeby závlahové vody.....	85
8.	Metodika výpočtů potřeby závlahové vody	86
10.	Závěry	94
	Literatura	96

1. Analýza dostupných podkladů pro stanovení závlahově kritických oblastí ČR

Základem stanovení potřebného výhledového množství závlahové vody pro zemědělství je analýza dostupných podkladů popisujících stávající stav. Zejména se to týká informací o struktuře rostlinné výroby, technických možnostech zavlažování – tedy, kde je technicky možné zavlažovat plodiny s ohledem na dostupnost zdrojů a vybudovanou infrastrukturu a rovněž dlouhodobý trend vývoje klimatických parametrů určujících potřebu dodatečné závlahy pro jednotlivé plodiny.

1.1. Trendy vývoje klimatu.

Analýzy průběhu počasí za období 1961–2020 dokládají, že na našem území statisticky prokazatelně roste teplota vzduchu a tím i evapotranspirace (výpar z rostlin), ale zároveň bez významného trendu zůstává velikost srážek, ROŽNOVSKÝ, 2021, ROŽNOVSKÝ, 2020, ZAHRADNÍČEK, 2022. Tyto současné „krátkodobé“ trendy vývoje klimatu potvrzují důsledky klimatické změny, která zejména vodohospodářům působí starosti s nedostatkem zdrojů vody. Zároveň je zde pohled na vývoj klimatu dlouhodobý, z hlediska globální sluneční aktivity. Podle nejnovějších vědeckých výsledků studia klimatu žijeme nyní v krátkém interglaciálu a podle cyklů sluneční aktivity, které jsou z 99 % převažujícím hlavním zdrojem energie na Zemi oproti vlivu antropogennímu – klimatické změně, se po roce 2040 očekává příchod chladnějšího a vlhčího klimatu. Experimentální výzkum fyziky atmosféry a zemské kůry prokazuje, že všechny základní cykly jsou blízko svého maxima, včetně nárůstu koncentrace CO₂, které je způsobeno nárůstem teplot oceánů, a oproti kulminaci sluneční radiace je zatíženo mírným časovým posunem, KALENDA, 2022.

I přes optimistickou dlouhodobou prognózu jsou připravovány strategické plány řízení sucha a výhledově zabezpečován dostatek vodních zdrojů pro obyvatelstvo, zemědělství, průmysl atd. Co se týče zemědělství, současný světový rozvoj závlah zákonitě vyžaduje zásadní změny v řízení závlahových soustav. Změny by měly být zaměřeny též na ekonomii provozu, spočívající ve snížení nákladů na provoz závlah, v úsporách závlahové vody získané optimalizací řízení závlahového režimu, vývojem nových druhů a odrůd zemědělských plodin lépe hospodařících s vodou, v úpravě vodního režimu půd, ve zkvalitnění funkce závlahových zařízení aj. Přestože řada zemědělců v ČR již přechází na moderní technologie přesného monitoringu meteorologických podmínek a vyhodnocování dat v reálném čase, domníváme se, že není stále zabezpečeno optimalizované řízení závlahových provozů. Za současných, ještě poměrně příznivých podmínek dodávek závlahové vody a také poměrně dobré vodní bilance (mezi evapotranspirací a úhrnem srážek), jsou inspirací okolní státy, kde již klimatické podmínky dostupnost vody výrazně zhoršily (Španělsko, Izrael, Itálie, atd). **Vzorem a inspirací pro úsporná řešení mohou být také provozní centra, po řadu let fungující ve Francii, Itálii, Rakousku a v dalších zemích,** SCHWARZOVÁ A KOL, 2022.

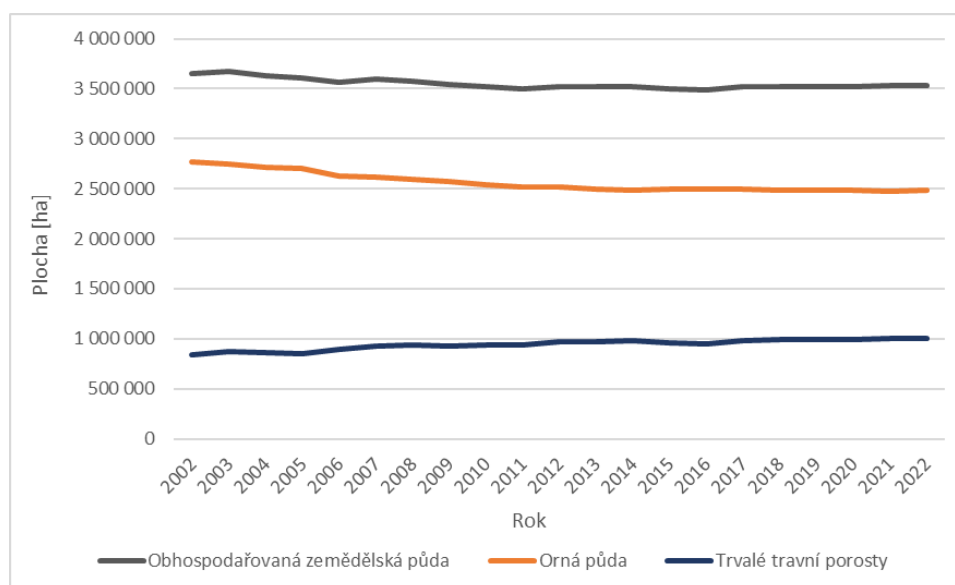
1.2. Vývoj půdního fondu ČR

Přehled výměr půdy ČR je vidět v tabulce 1 a na obrázcích 1 a 2. Podle dat Českého statistického úřadu je v České republice zhruba 3 500 000 ha obhospodařované zemědělské půdy, z toho zhruba 3 000 000 ha půdy orné. Vývoj obou a strukturu obhospodařované zemědělské půdy zobrazuje Tabulka 1, ČÚZK, 2023.

Tabulka 1. Vývoj jednotlivých druhů zemědělských pozemků a lesních pozemků od r. 1966 (ha).

Stav ke dni	Druh pozemku								
	orná půda	chmelnice	vinice	zahrada	ovocný sad	louka	pastvina	zemědělské pozemky	lesní pozemky
						trvalý travní porost			
1. 4. 1966	3 351 570	9 427	7 984	146 960	48 092	658 306	291 794	4 514 133	2 599 628
1. 4. 1971	3 320 179	8 991	9 725	147 354	54 101	640 770	288 643	4 469 763	2 608 445
1. 1. 1976	3 316 341	10 162	12 409	148 785	54 428	615 281	286 106	4 443 512	2 612 461
1. 1. 1981	3 293 392	10 612	15 008	150 969	53 539	577 572	273 230	4 374 322	2 623 807
1. 1. 1986	3 268 974	11 213	16 226	155 284	52 663	566 736	256 351	4 327 447	2 626 059
1. 1. 1991	3 219 030	11 315	15 821	157 747	51 079	576 506	255 989	4 287 487	2 629 483
1. 1. 1996	3 142 642	11 427	15 633	158 697	50 091	629 691	271 642	4 279 823	2 630 129
31. 12. 2000	3 082 383	11 232	15 574	160 609	49 008	961 070		4 279 876	2 637 289
31. 12. 2005	3 047 249	10 967	18 670	161 811	46 994	973 789		4 259 480	2 647 416
31. 12. 2010	3 008 090	10 552	19 434	163 010	46 556	985 859		4 233 501	2 657 376
31. 12. 2015	2 971 957	10 149	19 811	163 785	45 613	1 000 620		4 211 935	2 668 392
31. 12. 2020	2 931 713	9 548	20 179	172 056	44 022	1 022 686		4 200 204	2 677 329
31. 12. 2022	2 910 699	8 843	20 307	178 877	43 041	1 034 857		4 196 624	2 680 372

V letech 2002-2016 docházelo k úbytku obhospodařované zemědělské půdy, ale od roku 2016 je opět možné vidět mírně stoupající trend, viz Obrázek 1. Orná půda tvořila v roce 2002 76 % zemědělské půdy, postupně ale dochází k jejímu poklesu, v roce 2022 tvořila už pouze 70 %. Naopak u ploch trvalých travních porostů je možné vidět stoupající tendence, PETŘÍČKOVÁ, 2023.

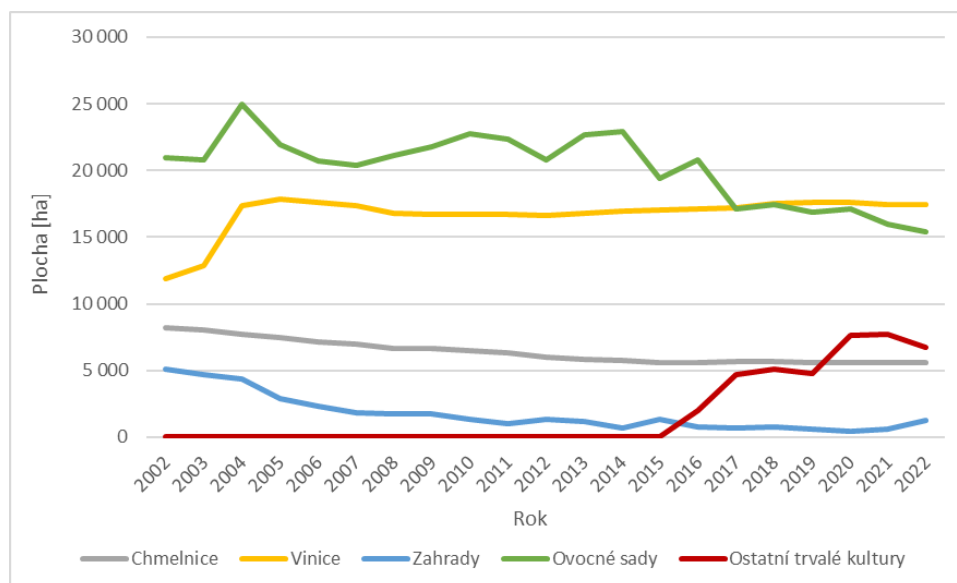


Obr. 1. Velikost ploch obhospodařované zemědělské půdy, orné půdy a trvalých travních porostů. Zdroj dat ČSÚ.

Do orné půdy patří pozemky využívané pro pěstování zemědělských plodin v osevních postupech včetně pozemků dočasně zatravněných nebo s víceletými krmnými plodinami, plochy skleníků, pařenišť a fóliovníků. Započítává se sem i úhor, který tvoří plochy ponechané na regeneraci obvykle jeden vegetační rok.

Co se týče ploch chmelnic, vinic, zahrad, ovocných sadů a ostatních trvalých kultur, nezabíraly ani 1 % z celkové plochy obhospodařované zemědělské půdy. Plochy chmelnic od roku 2002 mírně ubývalo, v roce 2016 se zmenšování ploch zastavilo a velikost chmelnic se do roku 2022 pohybovala okolo 5 600 ha. U vinic došlo k prudkému nárůstu mezi lety 2002 až 2005, poté jejich výměra opět mírně poklesla. Od roku 2018 se plocha vinic pohybuje okolo 17 500 ha. Velikost ploch zahrad má klesající trend, v roce 2002 byla jejich velikost 5 068 ha a v roce 2022 byla 1 289 ha. Ovocných sadů během pozorovaných let postupně ubývá, v roce 2002 byla jejich plocha 20 990 ha a v roce 2022 byla plocha 15 419 ha. První záznam o výměře ploch s ostatními trvalými kulturami je z roku 2016, jejich vývoj má rostoucí tendenci. Graficky je vývoj těchto ploch zachycen na Obrázku 2.

Z hlediska závlah nás tedy budou zajímat trvalé kultury: chmel (celková výměra 5 600 ha), sady (celková výměra 15 419 ha), vinice (celková výměra 17 500 ha) a rámcově zelenina (reprezentovaná zadanými plodinami projektu Centrum Voda – brambory, česnek, cibule, mrkev, papriky, okurky, květák, zelí, vojtěška).



Obrázek 2: Velikost ploch chmelnic, vinic, zahrad, ovocných sadů a ostatních trvalých kultur. Zdroj dat: ČSÚ.

1.3 Strukturální šetření v zemědělství – Agrocenzus.

Agrocenzus, zajišťovaný ČSÚ, je částí celoplošných šetření v zemědělských podnicích, jejichž cílem je zjistit informace o stavu a vývoji zemědělství ve všech členských státech Evropské unie. Tato šetření jsou prováděna jednou za deset let již od roku 1930. Původně byla organizována Mezinárodním institutem pro zemědělství, následně od roku 1950 Organizací pro výživu a zemědělství (organizace OSN). Na základě metodiky Organizace pro výživu a zemědělství pořádá šetření Evropský statistický úřad od roku 1970. Kromě těchto celoplošných šetření jsou prováděna i mezilehlá šetření jednou za dva až tři roky. Zdroj: ČSÚ, 2011. První plošné šetření se v České republice konalo výjimečně v roce 1995, protože došlo ke změně v zemědělství z důvodu privatizace. Následně proběhla plošná šetření již podle požadavků Evropské unie v letech 2000, 2010 a 2020. Výběrová šetření byla provedena v letech 2003, 2005, 2007, 2013 a 2016. Zdroj: ČSÚ 2017.

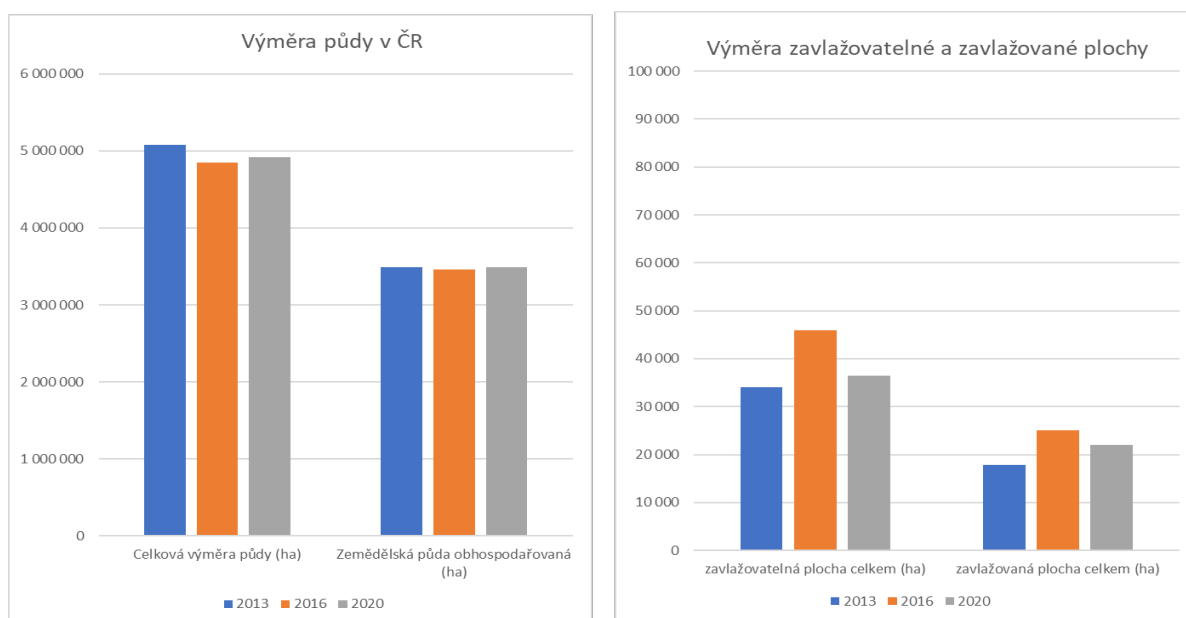
Hodnoty zjišťování jsou nastaveny tak, aby do šetření byly zapojeny zemědělské subjekty, jejichž plocha obhospodařované zemědělské půdy patří mezi 98 % celkové plochy obhospodařované zemědělské půdy a také subjekty, které chovají alespoň 98 % z celkového počtu dobytčích jednotek. Zemědělský subjekt je takový, který provádí jednu z následujících činností: pěstování trvalých plodin, jiných než trvalých plodin, produkce vína, množení rostlin, živočišná výroba, smíšené hospodářství, podpůrné činnosti pro zemědělství, činnosti související se sklizní. Zdroj: ČSÚ, 2014.

Zprávy z šetření z let 2013, 2016 a 2020 uvádějí výměry zavlažovatelné a zavlažované plochy, viz. Tabulka 2 a obrázek 3. Zavlažovatelná plocha je stanovena jako celková maximální plocha obhospodařované zemědělské půdy, kterou by bylo možné v referenčním roce zavlažovat zařízením a množstvím vody, které je v zemědělských podnicích obvykle k dispozici. Zavlažovaná plocha je pak plocha využívaná k pěstování plodin, která byla ve sledovaném období alespoň jednou zavlažena.

Tabulka 2: Vývoj výměry zemědělské, zavlažované a zavlažovatelné půdy v letech 2013, 2016, 2020. Zdroj: ČSÚ - Agrocenzus.

Rok	Celková výměra půdy	Obhospodařovaná zemědělská půda	Zavlažovatelná plocha	Zavlažovaná plocha
	[ha]	[ha]	[ha]	[ha]
2013	5 076 425,06	3 491 818	34 066	17 842
2016	4 846 772,68	3 456 646	45 859	25 003
2020	4 923 129,97	3 493 609	36 395	22 019

Z výsledků vyplývá, že plocha celkové obhospodařované zemědělské půdy se v roce 2016 snížila (cca o 35 000 ha), ale v roce 2020 opět vzrostla a téměř se rovnala hodnotě z roku 2013. **Zavlažovatelná plocha se ve všech třech letech pohybovala okolo 1 % z celkové plochy obhospodařované zemědělské půdy.** K nárůstu zavlažované plochy došlo v roce 2016, viz. Obr. č. 3. Tento nárůst mohl být způsoben suchým rokem 2015. **Velikost zavlažované plochy je tedy zhruba polovina plochy zavlažovatelné, postupně ale dochází ke snižování rozdílu mezi nimi.** V roce 2013 tvořila zavlažovaná plocha 52 % plochy zavlažovatelné, ale v roce 2020 se rozšířila na 61 %, PETŘÍČKOVÁ 2023.



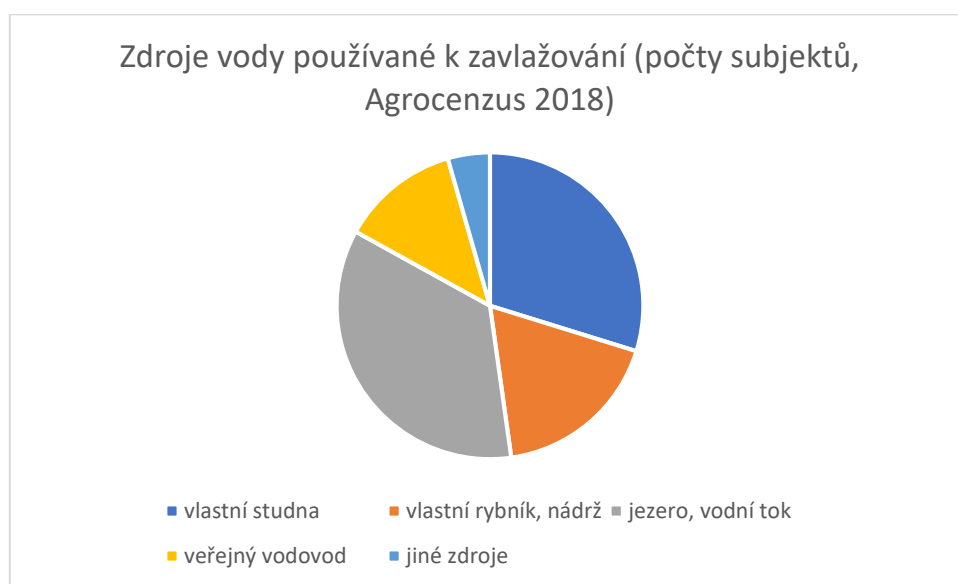
Obr. 3. Vývoj výměry zemědělské, zavlažovatelné a zavlažované půdy v ČR v letech 2013, 2016, 2020. Zdroj dat ČSÚ, Agrocenzus.

Z dat Agrocenzu ČSÚ byly zjišťovány také podíly zavlažovaných ploch a využívaných zdrojů vody. Vzhledem k neexistenci ucelené veřejné databáze o využívání závlahové vody, byla shromažďována jakákoliv nekonzistentní data. Pravidelný plošný zemědělský cenusus (Agrocenzus) je vyhodnocován podnikovou metodou, a tudíž je možnost agregace výsledných dat omezená a nelze vztáhnout k regionálnímu vymezení (okresy, kraje). Výsledky uvedené za závlahově extrémní rok 2018 uvádí tabulka č. 3.

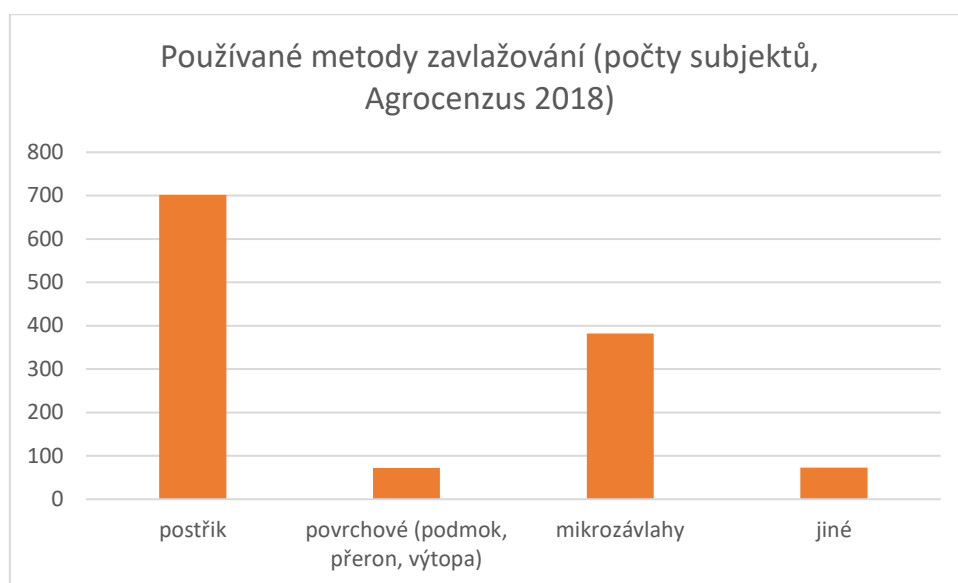
Tabulka 3. Přehled zdrojů vody a metod zavlažování pro počty subjektů v roce šetření. Zdroj ČSÚ, Agrocenzus 2018

ZDROJE VODY POUŽÍVANÉ K ZAVLAŽOVÁNÍ A METODY ZAVLAŽOVÁNÍ	
Podzemní voda z vlastního zdroje (studna)	409
Povrchová voda z vlastních zdrojů (rybník, nádrž)	247

Povrchová voda ze zdrojů mimo podnik (jezero, vodní tok)	484
Veřejný vodovod	172
Jiné zdroje	61
METODY ZAVLAŽOVÁNÍ	
Postřik	702
Povrchové zavlažování (podmok, přeron, výtopa)	72
Mikrozávlahy (kapková, bodová závlaha)	382
Jiné	73



Obr. 4 Výsledky šetření Agrocenzu 2018 – zdroje vody využívané k zavlažování (počty subjektů).



Obr. 5. Výsledky šetření Agrocenzu 2018 – Metody zavlažování podle počtu subjektů.

Obrázky 4. a 5. tedy ukazují, že **podniky v roce 2018 upřednostňovaly využívání povrchové vody ze zdrojů mimo podnik (jezero, vodní tok) a dále podzemní vody z vlastního zdroje (studně).** Z hlediska způsobu závlahy se jednalo u většiny subjektů o závlahu postřikem a případně mikrozávlahu (závlahu kapkovou nebo bodovou). Zajímavé údaje přinesl též konkrétní pravidelný plošný Agrocenzus 2020, shromáždil data od téměř 29 tisíc zemědělských subjektů. Oproti prvnímu cenzu z roku 2000 (rozsahem a metodicky srovnatelným), ubyla čtvrtina subjektů (-26 %), přičemž mezi fyzickými osobami to byla bezmála třetina (-31,9 %). Počet právnických osob v sektoru ale vzrostl téměř o polovinu (+47,7 %) a ubylo především subjektů zabývajících se chovem hospodářských zvířat (-42,5 %). Potvrzen byl dlouhodobý úbytek obhospodařované zemědělské půdy, který za posledních 20 let činil více než 130 ha. Zároveň se ale zvýšila průměrná výměra subjektů z 93 na 121 ha. Dalším zjištěným dlouhodobým trendem je zvyšující se podíl vlastní obhospodařované zemědělské půdy. Ten z 8 % v roce 2000 vzrostl na 27,3 v roce 2020, ČSÚ, 2021. **Souhrnně tedy mezi zemědělskými subjekty ubylo 26 % subjektů. Ubylo fyzických osob a přibylo právnických. Byl potvrzen úbytek obhospodařované zemědělské půdy, ale zároveň se u subjektů zvýšil podíl vlastní obhospodařované zemědělské půdy.**

1.4. Veřejná databáze odběrů závlahové vody.

Dalším získaným podkladem pro budoucí kvantifikaci množství závlahové vody byla databáze hlášených odběrů vody podniků povodí, která je volně stažitelná i z <https://www.voda.gov.cz>. Podniky Povodí poskytují zjištěná data Výzkumnému ústavu vodohospodářskému T. G. Masaryka k bilanci zdrojů vody na základě vyhlášky č. 431/2001 Sb. O vodní bilanci. V databázi jsou zahrnuty odběry vody v letech 2014-2021, u kterých bylo evidováno využití na zavlažování. Hranice pro zapsání odběru do databáze byla legislativně stanovena (do konce roku 2022) překročením odběru vody 6 000 m³ za rok nebo 500 m³ za měsíc. Údaje o odběrech evidují státní podniky Povodí, následně dojde k doplnění identifikace ve Výzkumném ústavu vodohospodářském T. G. Masaryka do zmíněné finální „databáze odběrů“. Ukázka poskytnuté zdrojové databáze je na obrázku č. 6, PETŘÍČKOVÁ, 2023.

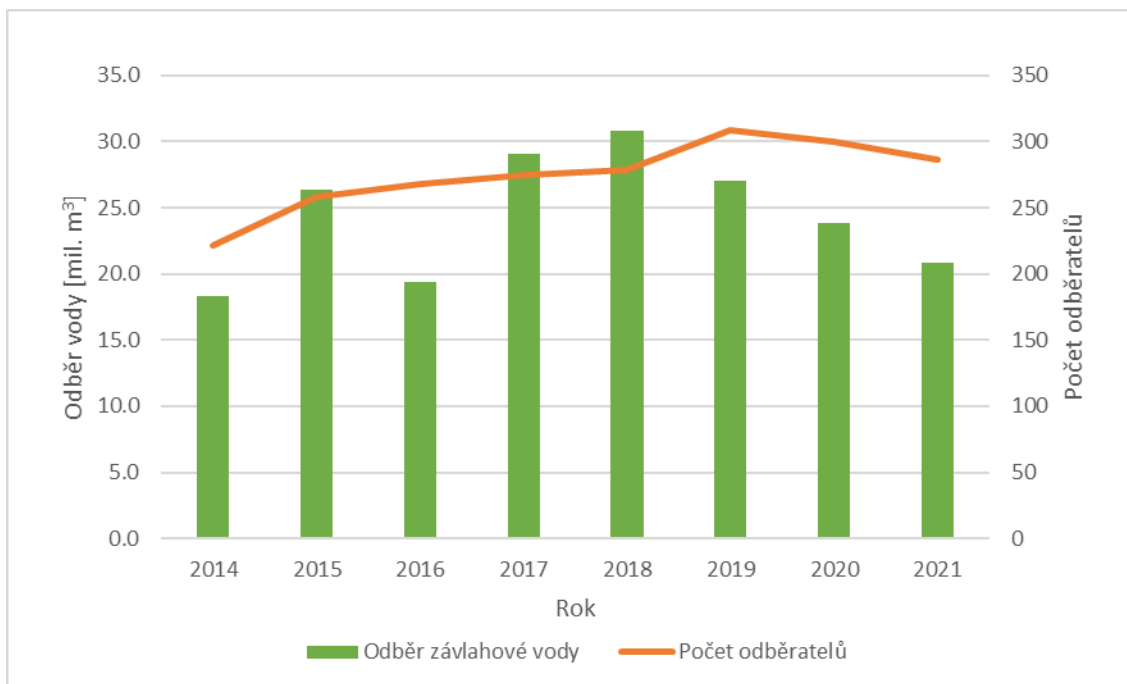
A	B	C	D	E	F	G	H	I	J																	
1	JCO	JEV	POVODI	VLASTNIK	JCO	PROVOZOVATEL	JCO	PROV	CZ	NACE	NAZICO	NAZ_MIS_2														
2	120602	POV	Vltava	Závlahy Vltava III, spol. s r.o.	62956418	Závlahy Vltava III, spol. s r.o.	62956418	011100	ZS	Vltava III	Mělník	vodní tok														
3	120602	POV	Vltava	Závlahy Vltava III, spol. s r.o.	62956418	Závlahy Vltava III, spol. s r.o.	62956418	011100	ZS	Vltava III	Mělník	vodní tok														
4	451488	POV	Labe	AGROKOMPLEX OHŘE a.s.	120511	AGROKOMPLEX OHŘE a.s.	120511	011000	Závlaha	Prosmýky - čerpací stanice																
5	441433	POV	Labe	Závlahové družstvo Labe 5	63082560	První Labská, společnost s ručením omezeným	49825763	011000	Závlaha	- Kozly - Lobkovice		parc.č. 237														
6	441391	POV	Labe				25600311	011000	Závlahy	- Přerov nad Labem - Lysá - Litol - Zbudov																
K	L	M	N	O	P	Q	R	S	T	U	V	W	X	Y	Z	AA	AB									
1	KATASTR	KATASTR_C	OBEC	OBEC_C	OKRES	OKRES_C	KRAJ	KRAJ_C	HG	RAJON	MC	CP	CHP	TOK	IDVT	RKMOPP	X	Y	PML_S							
2	Bukol	615749	Vojkovice	535290	Mělník	CZ0206	Středočeský	CZ020	1172	1387700	410	1-12-02-0950-0-00	Vltava	10100001	9.15	-741831,4	-1017389,3	1000								
3	Bukol	615749	Vojkovice	535290	Mělník	CZ0206	Středočeský	CZ020	1172	1387700	410	1-12-02-0950-0-00	Vltava	10100001	9.15	-741831,4	-1017389,3	1000								
4	Prosmýky	733482	Lovosice	565229	Litoměřice	CZ0423	Ústecký	CZ042	1180	1440000	500	1-13-05-0030-0-00	Labe	10100002	789.074	-759169	-992374	560								
5	Lobkovice	703664	Neratovice	535087	Mělník	CZ0206	Středočeský	CZ020	1172	1130300	816	1-05-04-0340-0-00	Labe	10100002	852.635	-730797,75	-1026235,05	450								
6	Litol	689556	Lysá nad Labem	537454	Nymburk	CZ0208	Středočeský	CZ020	1171	1104928	999	1-04-07-0320-0-00	Labe	10100002	878.985	-711893	-1036649	480								
AC	AD	AE	AF	AG	AH	AI	AJ	AK	AL	AM	AN	AO	AP													
1	PMM3	ROK	PMM3	MES	VHP	OVYDAL	CJ	DATUM	DA	PL	DO	P	UV	OD	B	V	ZP	UPR	V	MVM1	MVM2	MVM3	MVM4	MVM5	MVM6	
2	1900	1900	450	MěÚ	Kralupy n.Vltavou	MUKV	50797/2017	OŽP	24.07.2017	31.12.2030	0	0	0	44.447	349.612	349.976										
3	1900	1900	450	MěÚ	Kralupy n.Vltavou	MUKV	50797/2017	OŽP	24.07.2017	31.12.2030	0	0	0	175.658	150.993	440.943										
4	3411.1	500	Městský úřad	Lovosice, odbor stavební	7033/2008/OŽP	14.04.2008	01.01.2028							0	0	0	51.642	221.97	193.582							
5	1500	Městský úřad	Neratovice	28730/2306/07/OŽP/Vh	10.04.2009	30.10.2019								0	0	0	89.667	294.435	291.903							
6	Litol	689556	Lysá nad Labem	ŽP/27/24/06/JeI	7.2.2006	31.12.2015								0	0	33.535	75.529	248.266	192.591							
AQ	AR	AS	AT	AU	AV	AW	AX	AY	AZ	BA	BB	BC	BD	BE	BF	BG	BH	BI	BJ	BK	BL	BM				
1	MVM7	MVM8	MVM9	MVM10	MVM11	MVM12	RM	MHV1	MHV2	MHV3	MHV4	MHV5	MHV6	MHV7	MHV8	MHV9	MHV10	MHV11	MHV12	RH	ZP	MER	MN	KOD	OD_P	CHL
2	349.653	334.91	39.604	98.858	0	0	1567.06	0	0	0	31	242	243	243	232	27	58	0	0	1076	výpočet				260340	
3	449.361	110.066	67.329	40.53	0	0	1434.88	0	0	0	125	105	306	312	76	46	27	0	0	997	měření				260341	0
4	301.698	298.074	98.452	75.802	0	0	1241.22	0	0	0	171	735	641	744	744	326	251	0	0	3612	měření				260351	
5	249.659	129.461	96.134	64.857	0	0	1216.116	0	0	0	166	545	541	462	240	178	120	0	0	2252	výpočet				260352	
6	262.514	201.949	121.98	57.433	0	0	1193.797	0	0	744	720	744	720	744	744	744	744	0	0	5880	výpočet				40406	
BL	BM	BN	BO	BP	BQ	BR	BS	BT	BU	BV																
1	KOD	OD_P	CHL	OD_C	CHL	OD_ZAVL	OD_ZIV_V	OD_PR_T	OD_VER_V	OD_OST	OD_PLZ	PMV	ROK	UPOV	ID											
2	260340				1477.105					89.955			2018	DVL	0820											
3	260341	0			1264.435					170.445			2019	DVL	0820											
4	260351				1241.22								2018	OHL	0750											
5	260352				1216.116								2018	HSL	2090											
6	40406				1193.797								2015	HSL	1680											

Obr. 6. Ukázka databáze odběrů závlahové vody VUV TGM. PETŘÍČKOVÁ, 2023.

Obsahem databáze jsou data o identifikaci odběru, o vlastníkovi a provozovateli, o místě odběru (katastr, obec, okres, kraj, úsek toku, souřadnice), o vodoprávně povoleném množství odběru (okamžitý, měsíční, roční), o množství odběru (měsíční, roční), o počtu hodin odběru (měsíční, roční),

o identifikaci útvaru povrchové vody a o využití odebrané vody. Nevýhodou databáze je zahrnutí pouze odběrů přesahující hranici 6 000 m³ za rok nebo 500 m³ za měsíc. Odběry nedosahující těchto limitů v databázi zahrnuty nejsou a z tohoto důvodu není kompletně popsána situace všech odběrů závlahové vody v ČR. Datový soubor přesto obsahuje velké množství cenných údajů a některá data jsou bohužel neúplná.

V řadě záznamů byly evidovány odběry vody, u nichž využití pro závlahu tvořilo pouze část z celkového ročního množství spotřebované vody, tj. mohlo být více využití najednou (např. pro závlahu a veřejné vodovody) viz Tabulka č. 4. Pro vyhodnocení databáze proto musela být vytvořena zjednodušující metodika, že byl odběratel klasifikován jako závlahový, pokud jím odebrané množství vody využité pro závlahu bylo minimálně 50 % z jeho celkové roční spotřeby vody. Rovněž místy neexistující hodnoty měsíčních odběrů vody (evidována pouze roční množství) vyžadovaly před samotným vyhodnocením databázi upravit a roztřídit. Z celkového počtu 2 733 evidovaných odběrů vody v původní databázi odběrů tak muselo být odebráno 537 záznamů. Vznikla „databáze závlahových odběratelů“ s 2 196 řádky záznamů o odběrech vody, ze které bylo stanoveno využití měsíčních a ročních odběrů vody, PETŘÍČKOVÁ 2023.

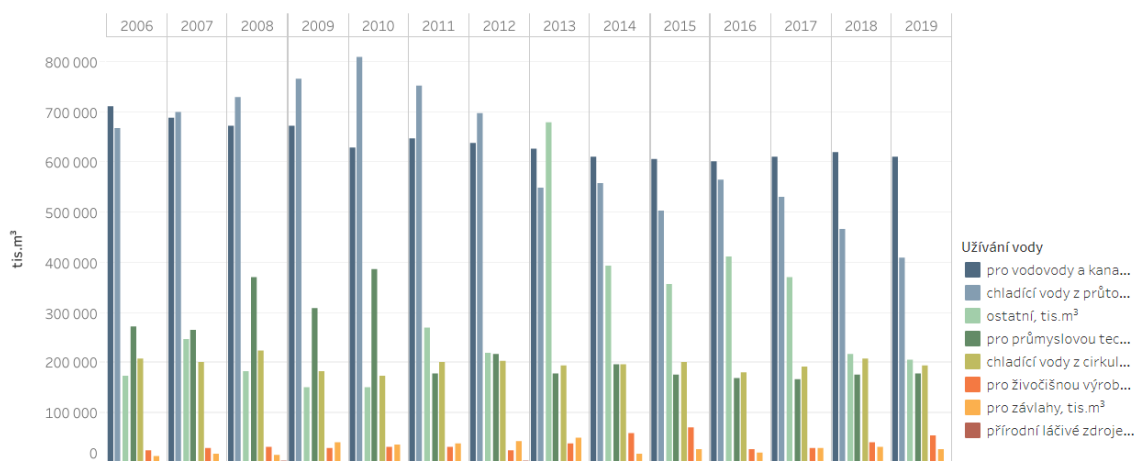


Obr. 7. Množství odebrané vody a počet odběratelů, PETŘÍČKOVÁ, 2023

Tabulka č. 4. Příklad odběrů vody s různým využitím, PETŘÍČKOVÁ 2023.

Uživatel	Roční množství odebrané vody podle využití [m ³]							
	Průtočné chlazení	Cirkulační chlazení	Závlahy	Živočišná výroba	Průmysl	Veřejné vodovody	Ostatní	Přírodní léčivé zdroje
OKD OKK STARÉ HAMRY 2	0	0	11	66	0	3 995	335	0
Maximus Resort - Kníničky, vrtaná studna	0	0	13	0	0	9 795	0	0
Věžeňská služba ČR Valdice	0	0	50	0	10 354	78 483	0	0
Plavecký bazén Pardubice	0	0	50	0	0	0	35 950	0
Domov pro seniory Mitrox	0	0	50	0	0	5 557	0	0

Hodnoty objemu odebrané vody využívané pro závlahy se pohybují v rozmezí 18-31 mil. m³, viz obrázek 7. V porovnání s ostatními účely odběru vody jsou závlahové odběry minimální, viz obrázek 8. **V letech 2006–2019 tvořily v průměru závlahové odběry zhruba 1,4 % z celkové spotřeby vody v České republice.** Zdroj: VÚV TGM 2021. Největší množství vody bylo odebíráno pro vodovody a kanalizace a dále chladicí vody pro průtočné chlazení.



Obr. 8. Účel užívání odebrané vody, Zdroj: VÚV TGM 2021.

Množství potřebné vody pro závlahu značně závisí na klimatických podmínkách (srážkovém úhrnu, teplotě vzduchu, období trvání sucha apod.). Pro ilustraci doplnění vláhového deficitu rostlin jsou uvedeny hodnoty celkových ročních odběrů závlahové vody, počty odběratelů a množství vody připadající na jednoho odběratele (množství vody připadající na jednoho odběratele bylo vypočítáno jako podíl ročního odběru vody a počtu odběratelů), PETŘÍČKOVÁ 2023.

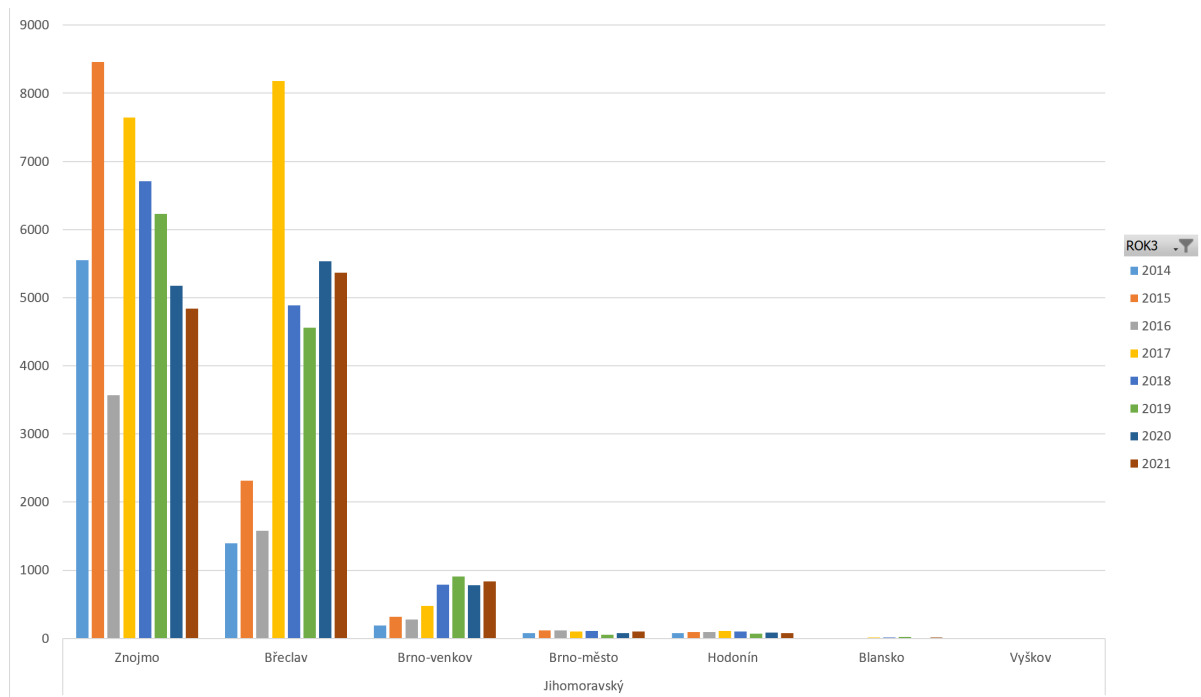
Tabulka č. 5. Roční odběry závlahové vody (s podmínkou podílu závlahového odběru nad 50 %), PETŘÍČKOVÁ 2023.

	Rok							
	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021
Odběr závlahové vody [mil.m ³]	18.3	26.4	19.4	29.1	30.8	27.0	23.8	20.8
Počet odběratelů	221	258	268	275	279	309	300	286
Množství vody na 1 odběratele [tis.m ³]	81.7	101.8	71.9	105.5	109.6	86.8	77.7	72.3

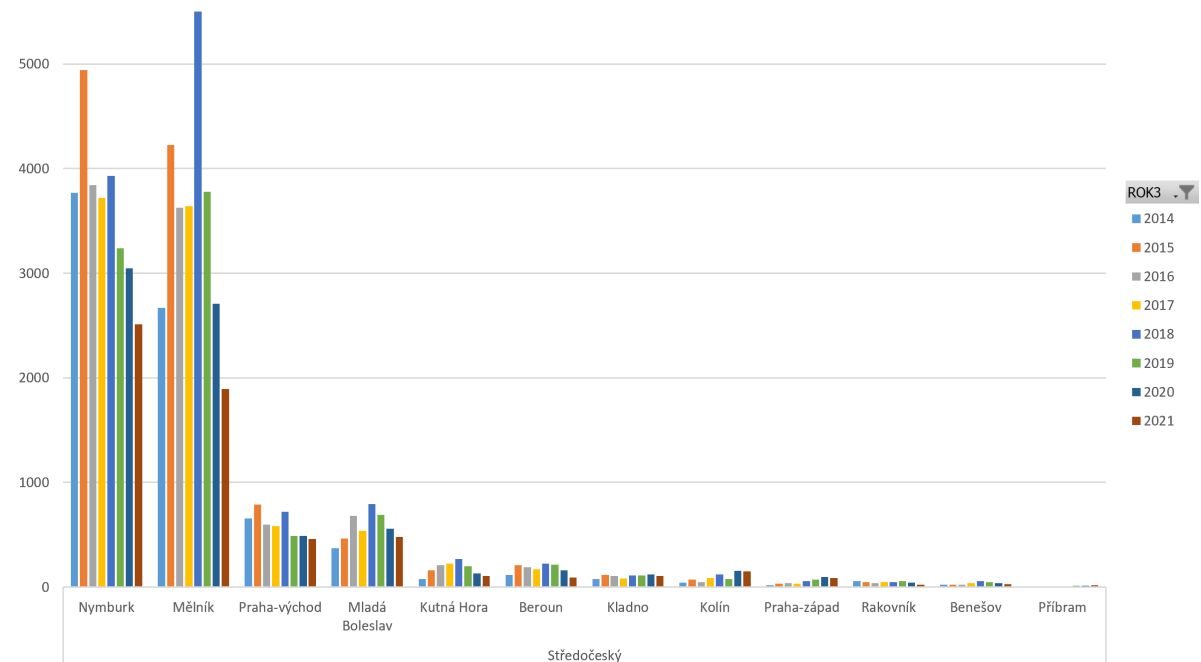
Za období 2014-2021 bylo průměrné roční množství odebrané vody 24,5 mil. m³ a průměrné množství připadající na jednoho odběratele 88 400 m³. **Od maximálního množství odebrané vody pro závlahu 30,8 mil. m³ v roce 2018 se odběry vody postupně snižovaly. Nejvíce vody využité pro závlahu, přepočteno na jednoho odběratele, se odebralo v letech 2015, 2017 a 2018, kdy byly roční srážkové**

úhrny malé a průměrné roční teploty vyšší. Podrobnější vyhodnocení závlahových odběrů a jejich potenciálního množství vzhledem k povoleným odběrům bude uvedeno v závěrečných kapitolách zprávy.

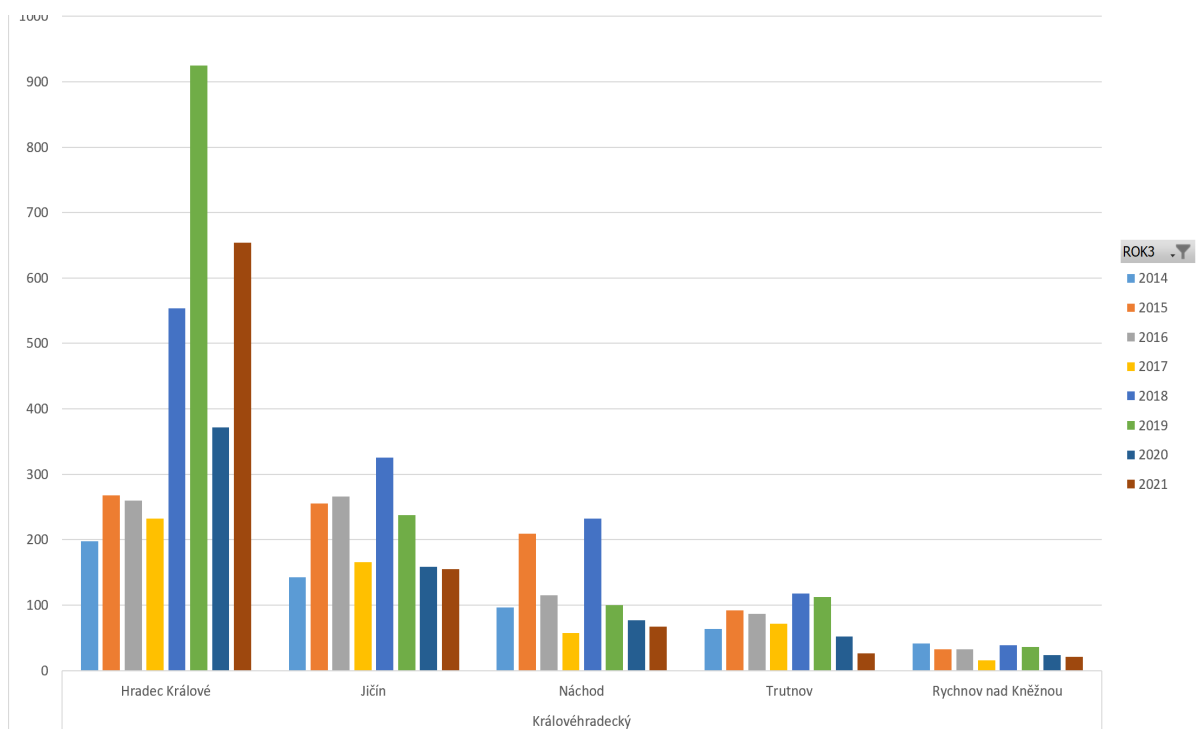
Z hlediska plošného zatížení ČR byly největší odběry závlahové vody zaznamenány pro kraje Jihomoravský, Středočeský a Královéhradecký, viz obrázky 9, 10 a 11.



Obr. 9. Vývoj odběrů vody pro závlahy v regionech Jihomoravského kraje (v tis. m³) v letech 2014 až 2021, Zdroj dat podniky Povodí.

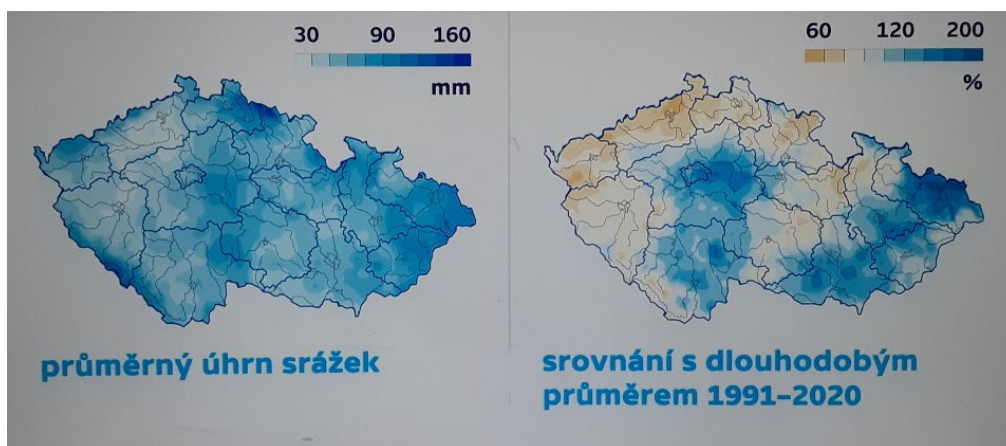


Obr. 10 Vývoj odběrů vody pro závlahy v regionech Středočeského kraje (v tis. m³) v letech 2014 až 2021, Zdroj dat podniky Povodí.

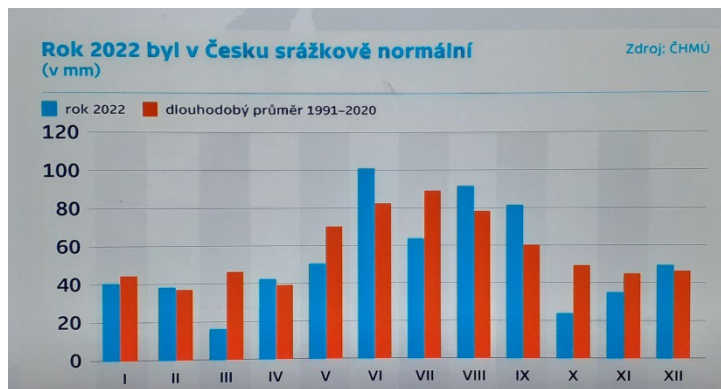


Obr. 11. Vývoj odběrů vody pro závlahy v regionech Královéhradeckého kraje (v tis. m³) v letech 2014 až 2021, Zdroj dat podniky Povodí.

Velikosti závlahových odběrů v předkládaných grafech ukazují spolu s daty ČSÚ závlahově nejzatíženější regiony ČR. Značné kolísání hodnot je však dáno jak zmíněnou proměnlivostí klimatu v jednotlivých letech, tak i nehomogenitou rozdělení srážek napříč různými oblastmi ČR. Ukázkou je výrazně nerovnoměrné rozdělení srážek např. v prosinci v roce 2022 (obrázek č. 12). Nerovnoměrný výskyt srážek v čase pak dokumentuje následující obrázek č. 13, porovnání srážek v roce 2022 s dlouhodobým normálem 1991-2020. Přestože byl rok 2022 celkově srážkově normální, obrázek ukazuje srážkově podprůměrné měsíce, které byly v roce 2022 právě okraje vegetačního období, březen a září, ale také obvykle teplý červenec.



Obr. 12. Nerovnoměrnost rozdělení srážek pro ČR v prosinci 2022. Zdroj dat: ČHMÚ.



Obr. 13. Porovnání průměrného úhrnu srážek v roce 2022 s dlouhodobým normálem 1991–2020. Zdroj dat: ČHMÚ.

Z tohoto důvodu je významné pro šetření závlahovou vodou zajištění přesného měření teplot a srážek, pokud možno v daných pěstitelských lokalitách. Dojde tak k podchycení skutečných vláhových poměrů pro výpočet co nejpřesnějších závlahových dávek.

1.5. Orientační údaje o vláhové bilanci vybraných plodin.

Další z podkladových zdrojů, poskytnutých pro řešení tohoto výzkumného úkolu byla databáze vláhových bilancí pro vybraných 19 plodin (**ječmen jarní, pšenice ozimá, kukuřice, řepka ozimá, brambory, česnek, cibule, mrkev, papriky, okurky, květák, zelí, jabloně, třešně, meruňky, broskvoně, vojtěška a vinná réva**). Pro všechny tyto plodiny byly od ČZU, doc. Viery Potopové, poskytnuty výpočty hodnot vláhových bilancí ($S-ET_a$ = srážkový úhrn – aktuální evapotranspirace) za období 1961-2100, přičemž do roku 2020 se v hodnotách objevují reálné vlhkosti půd a pro další roky jsou již výhledové hodnoty simulované, SEDLÁČKOVÁ, 2023.

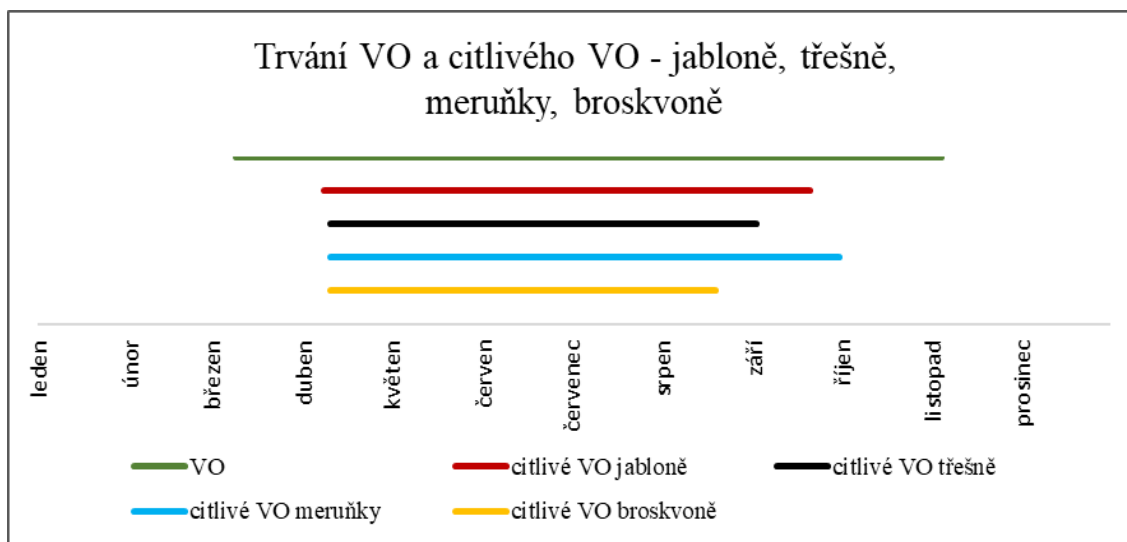
Hodnoty vláhových bilancí byly vypočteny pomocí modelu SoilClim z podkladů ČZU a Czech Globe. SoilClim software uvažuje referenční kapacitu půdy (schopnost zadržovat vodu) pro každý grid (500x500m) v oblastech o různé nadmořské výšce a druhu vegetace. Gridy pokrývají celou Českou republiku a byly do nich interpolovány též hodnoty meteorologických prvků v denním kroku pro současné klima. Meteorodata vychází z měření na jednotlivých stanicích v rámci celé České republiky. Model SoilClim se skládá z několika samostatných algoritmů, které spolu interagují a poskytují data pro další výpočty. SoilClim umožňuje modelovat obsah vody v půdě v každém dni, a to pro dvě definované hloubky 0-40 cm a 40-100 cm. Důležitým faktorem pro výpočet vláhové bilance je také odhad evapotranspirace, kdy model SoilClim používá tzv. metodu crop koeficientů K_c , (popis vlastností daného povrchu vzhledem k referenční plodině – trávniku daných parametrů). Plodinový koeficient K_c se v průběhu sezóny mění. Software SoilClim vypočte celkovou denní aktuální evapotranspiraci pro daný povrch s ohledem na množství dostupné vody v půdě, na druhu vegetace a na hloubce zakořenění, ÚVGZ 2023. Data byla poskytnuta pro jednotlivé ÚPOV ve třech scénářích – pro citlivé vegetační období (SGS), pro vegetační období (SG) a pro celý rok (Year), SEDLÁČKOVÁ, 2023.

Konkrétní data začátku a konce vegetačního období daných plodin (VO), obecně v ČR od dubna do září a data začátku a konce citlivého vegetačního období plodin jsou uvedena v Tabulce č. 6. Citlivé vegetační období je období vývoje rostlin, které je nejcitlivější na nedostatek vody a zahrnuje vybrané fenofáze. Délky vegetačních období jsou stanoveny například v normě ČSN 75 0434, ale z důvodu klimatických změn v posledních letech se uvedené hodnoty významně mění. Vegetační období se prodlužují a mohou zasahovat i do měsíců března a října, mění se i hodnoty vláhových potřeb a závlahových množství. Jak již bylo řečeno, hodnoty se liší v ČR i díky geografické poloze, nebo s ohledem na odrůdy plodin. Pro uváděné výpočty proto byly údaje o vymezených období stanoveny z aktuálnějšího Atlasu

fenologických poměrů Česka. [19] Citlivé vegetační období obecně trvá 3 měsíce, ale jeho délka se opět liší v závislosti na druhu plodiny, viz např. obr. 14 pro sady. **V těchto obdobích je nutnost zabezpečení dostatečné vláhy, aby nebyl ovlivněn výnos plodiny. Citlivá vegetační období byla vymezena z důvodu zvýšených nároků na vodní zdroje, SEDLÁČKOVÁ 2023.**

Tabulka č. 6. Trvání vegetačního a citlivého vegetačního období vybraných plodin, SEDLÁČKOVÁ, 2023.

plodina	vegetační období		citlivé vegetační období	
	začátek - den	konec - den	začátek - den	konec - den
vinná réva	100	310	182	283
	10. duben	6. listopad	1. červenec	10. říjen
chmel	100	255	126	224
	10. duben	12. září	6. květen	12. srpen
brambory	105	250	135	220
	10. duben	7. září	15. květen	8. srpen
česnek	304	196	121	188
	31. říjen	15. červenec	1. květen	7. červenec
cibule	70	240	161	231
	11. březen	28. srpen	10. červen	19. srpen
mrkev	75	225	133	220
	16. březen	13. srpen	13. květen	8. srpen
papriky	135	260	150	250
	15. květen	17. září	30. květen	7. září
okurky	120	225	155	220
	30. duben	13. srpen	4. červen	8. srpen
květák	110	220	120	210
	20. duben	8. srpen	30. duben	29. červenec
zelí	105	250	155	240
	15. duben	7. září	4. červen	28. srpen
jabloně	70	310	100	265
	11. březen	6. listopad	10. duben	22. září
třešně	70	310	100	245
	11. březen	6. listopad	10. duben	2. září
meruňky	70	310	100	273
	11. březen	6. listopad	10. duben	30. září
broskvoně	70	310	100	231
	11. březen	6. listopad	10. duben	19. srpen
vojtěška	100	265	105	259
	10. duben	22. září	15. duben	16. září



Obr. 14. Grafické znázornění vegetačního období a citlivého vegetačního období pro vybrané plodiny, SEDLÁČKOVÁ, 2023.

Vláhová bilance byla v zadávacím souboru vždy vypočtena jako jedna průměrná hodnota za daný scénář (GS, SGS a Year) pro jednotlivý rok 1961 až 2100. Čili každý ze souborů GS, SGS a Year měl 140 řádků s informací o vláhové bilanci v daném roce pro danou plodinu a daný útvar. Ukázka souboru pro jeden útvar DYJ_1290 ve scénáři citlivého vegetačního období SGS je na obr. 15.

rok	ječmen jámi	pšenice ozima	kukuřice	řepka ozima	brambory	česnek	cibule	mrkev	papriky	okurky	květák	zeli	jabloně	třešně	meruňky	broskvoně	vojtěška	vinice	chmelnice
1961	-33.8	-1.1	-62.2	-27.0	-36.1	-14.3	-29.9	-22.4	-29.1	-45.2	10.3	-38.9	-100.6	-57.3	-77.0	-50.4	-7.2	-42.1	-48.2
1962	-10.3	-58.2	-99.0	-74.0	-71.4	-1.0	-41.9	-42.3	-63.4	-68.7	0.2	-73.1	-108.8	-76.6	-83.3	-76.6	-81.3	-37.1	-62.3
1963	-8.1	-7.9	-36.8	-71.4	-71.7	19.1	0.9	-42.4	-2.0	-40.8	-3.0	-29.4	-80.4	-43.1	-51.3	-100.4	3.2	12.8	-90.5
1964	-21.6	-37.3	-29.8	-46.5	-34.8	7.0	11.4	-28.4	-19.3	-34.0	-8.3	-10.0	-95.8	-59.9	-83.7	-45.0	-34.2	-14.1	-27.5
1965	112.3	89.0	-1.1	39.6	73.3	73.4	24.0	65.0	65.3	41.9	87.3	48.8	81.5	97.4	99.6	101.7	77.7	65.9	86.6
1966	21.4	23.1	107.5	-5.6	83.3	41.6	95.5	94.6	117.1	106.0	103.5	110.7	33.7	57.0	39.1	47.0	102.8	63.6	90.3
1967	-49.8	-64.0	-93.5	-59.2	-25.6	-35.1	-59.2	-17.5	-55.5	-44.1	-14.6	-48.3	-73.4	-104.1	-59.0	-109.5	14.8	30.9	-73.8
1968	0.3	-22.3	22.1	-61.1	64.6	7.0	105.8	75.1	86.6	64.1	39.5	88.9	-1.5	25.8	3.3	34.9	65.9	70.6	50.1
1969	3.0	-12.7	-23.8	-67.4	-24.8	27.1	2.4	-11.6	10.0	-20.9	-1.2	28.7	-75.3	-41.8	-70.1	-69.4	-11.9	-45.1	-43.5
1970	-27.3	-79.7	-10.9	-77.8	-19.9	-39.9	9.7	-6.7	25.7	10.9	10.4	29.6	-110.8	-79.4	-94.0	-73.4	-54.0	26.0	-36.5
1971	-31.0	-57.8	-77.0	-73.9	-68.6	-32.3	-20.8	-49.7	-44.5	-44.0	-34.3	-45.4	-154.9	-106.7	-115.7	-130.9	-69.3	-51.9	-109.4
1972	23.7	-0.6	-3.5	4.3	24.6	-13.9	20.3	30.9	-10.1	2.8	30.6	0.0	-7.9	19.2	6.8	27.1	26.1	19.1	10.6
1973	-21.5	-70.4	-44.5	-47.7	-63.4	-75.5	-21.7	-46.0	-35.4	-16.0	-50.9	-40.7	-121.4	-79.4	-61.8	-89.3	-64.8	-7.1	-92.2
1974	-11.5	-5.2	-34.2	-44.9	-10.6	6.1	2.6	0.3	-7.5	-8.8	32.2	-12.1	-61.9	-26.9	-36.3	-28.4	-5.8	-32.5	-18.4
1975	15.4	-2.4	3.8	-32.1	-0.8	21.7	1.9	4.8	13.8	-7.2	24.4	11.6	-61.1	-28.8	-51.2	-41.1	-5.9	-34.9	-9.5
1976	-62.8	-72.3	-109.5	-112.7	-81.2	-69.2	-63.2	-48.6	-52.6	-82.8	-55.0	-92.1	-104.7	-95.2	-91.8	-115.0	-75.7	-8.8	-117.1
1977	-94.4	-126.2	-16.1	-94.2	-64.4	-81.4	3.3	-43.0	-9.0	-17.1	-49.1	-2.6	-127.5	-106.8	-121.8	-100.9	-52.9	21.0	-72.2
1978	-24.1	-55.4	-68.2	-31.1	-44.5	-14.1	-25.2	-25.4	-35.4	-29.2	-21.4	-34.2	-91.7	-58.6	-70.9	-57.8	-58.1	-33.3	-71.0
1979	-8.1	-48.9	-35.0	-30.8	-9.8	-22.3	37.9	-0.7	14.1	30.3	-4.8	26.1	-105.2	-71.8	-69.5	-64.9	-44.7	-11.7	-27.3
1980	2.6	-28.8	-35.6	-39.8	-34.7	-15.1	-0.7	-30.5	1.8	-26.8	-14.3	-19.1	-65.7	-52.6	-53.0	-50.8	-16.5	5.8	-43.5
1981	-73.7	-61.8	-34.8	-96.1	-65.2	-43.1	-29.5	-45.9	-34.4	-26.0	-1.9	-25.8	-114.9	-95.4	-48.9	-108.1	-23.7	25.5	-94.9
1982	-38.3	-46.6	-26.5	-74.4	-12.6	1.4	5.8	-3.6	-18.8	9.9	11.0	1.5	-86.9	-62.5	-53.8	-43.6	-33.3	6.0	-17.4
1983	-38.5	-83.7	-104.4	-67.1	-81.2	-52.7	-20.3	-61.9	-47.0	-44.7	-44.1	-64.4	-173.3	-141.9	-147.8	-146.6	-68.5	-68.2	-111.0
1984	-14.4	-46.1	-57.5	-37.4	-18.0	8.0	0.3	3.0	-31.5	-8.0	8.7	-18.1	-74.8	-70.6	-36.9	-54.7	-46.0	28.9	-31.6
1985	22.5	7.3	26.0	-49.2	109.5	43.9	94.0	107.8	87.2	69.7	50.2	74.3	8.0	35.8	11.1	65.4	61.0	53.1	100.2
1986	-32.2	-51.4	-80.9	-100.9	-48.7	-22.2	-13.7	-27.5	-13.4	-42.9	-16.1	-12.8	-107.3	-72.5	-100.9	-80.0	-25.2	-35.7	-71.3

Obr. 15 Ukázka zdrojových dat vláhové bilance pro útvar DYJ_1290, citlivé vegetační období, SEDLÁČKOVÁ, 2023.

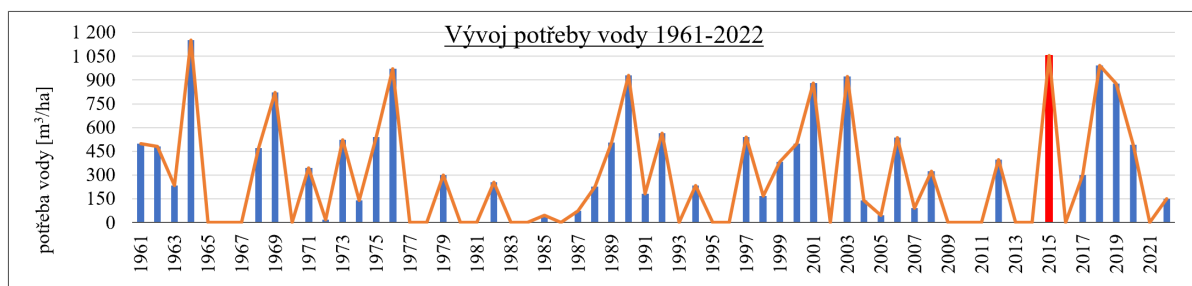
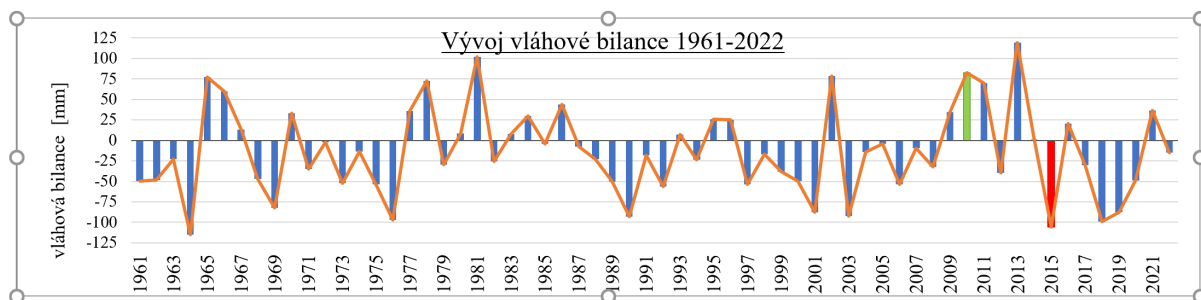
Údaje byly vyhodnocovány a porovnávány pro jednotlivé ÚPOVy a jednotlivé roky. Tabulka 7 pak uvádí například analýzu hodnot vláhové bilance pro poskytnuté plodiny v klimaticky extrémních letech 2015 a 2018. Jabloně, obecně ovocné sady a chmel vykazují největší deficit vláhové bilance, což znamená, že jsou nejnáročnější na potřebu vody. Vláhová bilance u ovocných sadů byla dokonce v roce 2018 deficitní i pro situaci zahrnutí celoročních srážek (YEAR), nejspíš kvůli nízkému úhrnu srážek a malým zásobám vody ze zimy. Na druhé straně, cibule, česnek a vinná réva vykazují celkem příznivou vláhovou bilanci, a dokonce cibule vykazuje kladnou bilanci v suchém roce 2015 pro všechny tři scénáře (GS, SGS i YEAR), SEDLÁČKOVÁ, 2023.

Tabulka č.7: Vláhová bilance v roce 2015 a 2018 pro poskytnuté plodiny ve třech scénářích pro ÚPOV OHL_0030, SEDLÁČKOVÁ, 2023.

zemědělská kultura	plodina	vláhová bilance [mm] pro ÚPOV OHL_0030					
		2015			2018		
		citlivé VO	VO	celý rok	citlivé VO	VO	celý rok
standartní orná půda	brambory	-83.4	-33.5	114.0	-91.8	-83.4	14.8
	česnek	-39.9	50.8	137.6	-75.0	18.6	27.5
	cibule	31.9	35.4	143.7	-41.8	-58.1	37.7
	mrkev	-62.5	-37.5	124.0	-65.1	-74.9	34.5
	papriky	-14.7	-24.2	133.1	-53.0	-56.0	43.1
	okurky	-44.1	-58.9	148.5	-58.9	-71.9	55.9
	květák	-33.1	-36.3	140.4	-60.3	-67.5	49.3
	zelí	-6.8	-18.6	116.3	-66.3	-62.1	23.3
	vojtěška	-29.0	-39.6	116.6	-87.1	-84.1	12.8
ovocné sady	jablone	-130.1	-52.0	35.5	-179.2	-149.9	-72.0
	třešně	-83.2	-9.0	79.0	-123.3	-97.5	-19.1
	meruňky	-108.1	-25.2	62.6	-146.4	-123.5	-45.6
	broskvoně	-74.3	-33.3	54.4	-167.0	-125.9	-48.1
vinice	vinná réva	-25.9	38.7	181.7	-62.7	-27.0	75.5
chmelnice	chmel	-116.4	-73.2	121.8	-136.7	-128.2	7.1

Z tabulky č. 7 je patrné, že deficitní hodnoty vláhové bilance byly často větší v citlivém vegetačním období než v klasickém vegetačním období. A to i přesto, že citlivé VO trvá kratší dobu. Vyplyvá to z výpočtu modelu SoilClim, kde byla pro řešené období zadávána průměrná teplota. Je zřejmé, že citlivé vegetační období má průměrnou teplotu vyšší než vegetační období celé, například 15 °C, zatímco průměrná teplota za celé vegetační období byla pouze 9 °C. Vyšší teplota logicky znamená vyšší aktuální evapotranspiraci. U situace vláhové bilance ve scénáři YEAR byly roční hodnoty vláhové bilance většinou kladné (viz zahrnutí předjarní fáze a zásoby vody ze zimy v celkové hodnotě srážkového úhrnu). SEDLÁČKOVÁ 2023.

Dlouhodobý trend vývoje vláhové bilance v ČR bylo, přes veškerá podrobná data a výpočtové snahy, obtížné stanovit. Detailní výpočty byly následně realizovány pro plodiny chmel a vinná réva, pro které byla poskytnuta data i s polohopisnými podklady pro vytváření map v sw GIS. V grafech na obrázku č. 16 je zobrazen vývoj vláhové bilance a potřeby závlahové vody pro chmel (a kapkovou závlahu) pro vodní útvar OHL_0650 v citlivém vegetačním období. Barevně vyznačeny jsou lokální extrémy posledních let. Detailní výsledky jsou opět zobrazeny v závěru Zprávy.



Obr. č. 16: Grafy časové řady 1961-2022 s vývojem vláhové bilance a potřeby vody pro chmel pro útvar OHL_0650 v citlivém vegetačním období, SEDLÁČKOVÁ, 2023.

1.6 Databáze Informační systém melioračních staveb VÚMOP.

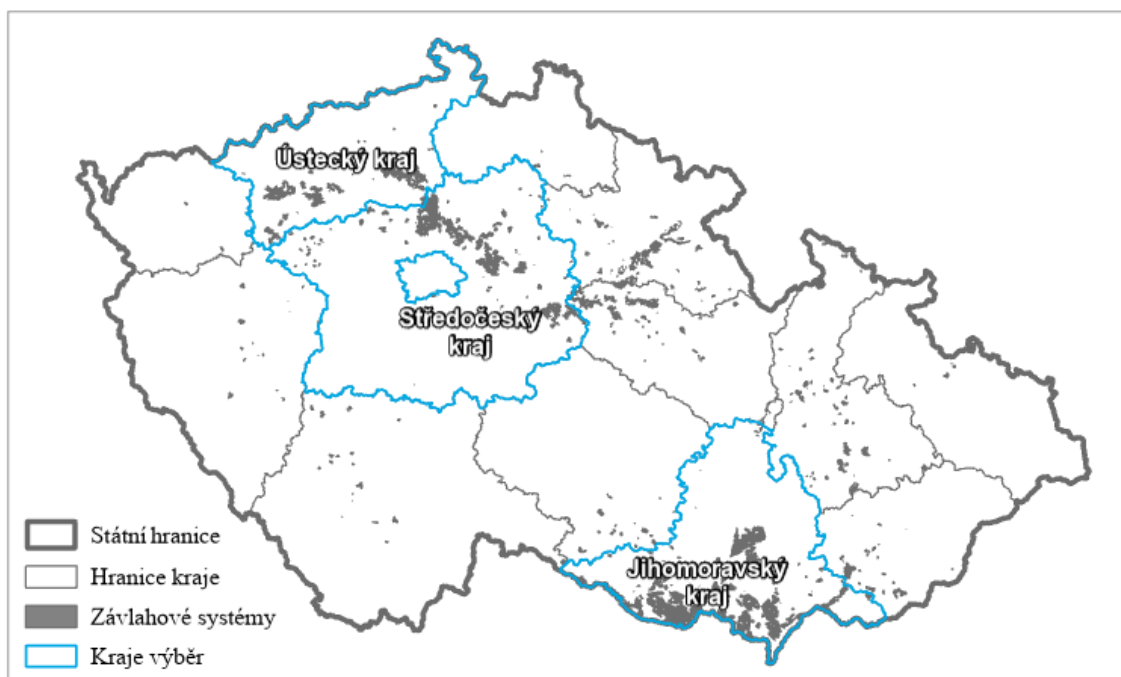
Dalším zásadním podkladem pro řešení projektu byla poskytnutá databáze ISMS, mapový projekt geoportálu SOWAC-GIS (Geografický informační systém ochrany půdy a vody, z anglického Geographic Information System for Soil and Water censurevation). Tento geoportál je provozován Výzkumným ústavem meliorací a ochrany půdy, v.v.i. (VÚMOP). [1] ISMS poskytuje digitalizované informace týkající se zemědělských meliorací, především závlahových a odvodňovacích staveb, a také protierozních opatření. Systém vznikl na základě dat Zemědělské vodohospodářské správy, která byla doplněna z dalších informačních zdrojů. V roce 2016 byl systém doplněn informacemi o závlahových systémech v ČR v rámci terénního průzkumu VÚMOP. [2]

Na základě geodatabáze Závlahové systémy ČR (odpovídá ISMS), která nám byla poskytnuta v rozšířené verzi Výzkumným ústavem meliorací a ochrany půdy, v.v.i., je možné vyhodnotit rozložení ploch se závlahovými systémy v České republice. **Celkem se na území ČR v roce 2016 nacházelo 158 385 ha ploch se závlahovými systémy. Výměra ploch s fungujícími systémy byla 67 412 ha a s neprovozovanými systémy 90 973 ha.** Velikosti zemědělských ploch se závlahovými systémy v jednotlivých krajích jsou uvedeny v Tabulce č. 8.

Tabulka č. 8 Výměry zemědělských ploch se závlahovým systémem, zdroj dat: VÚMOP, PETŘÍČKOVÁ, 2023

Kraj	Zemědělské plochy se závlahovým systémem [ha]			Celkem (vyjádřeno v %)
	Provozováno	Neprovozováno	Celkem	
Hlavní město Praha	0	34	34	0.0
Středočeský	18 887	14 546	33 432	21.1
Jihočeský	28	2 102	2 130	1.3
Plzeňský	55	937	991	0.6
Karlovarský	0	164	164	0.1
Ústecký	12 572	10 537	23 109	14.6
Liberecký	67	675	742	0.5
Královéhradecký	3 741	5 317	9 058	5.7
Pardubický	1 051	9 658	10 709	6.8
Vysočina	37	1 870	1 906	1.2
Jihomoravský	30 392	34 170	64 562	40.8
Olomoucký	226	6 280	6 506	4.1
Moravskoslezský	18	412	430	0.3
Zlínský	339	4 272	4 611	2.9
Celkem ČR	67 412	90 973	158 385	100.0

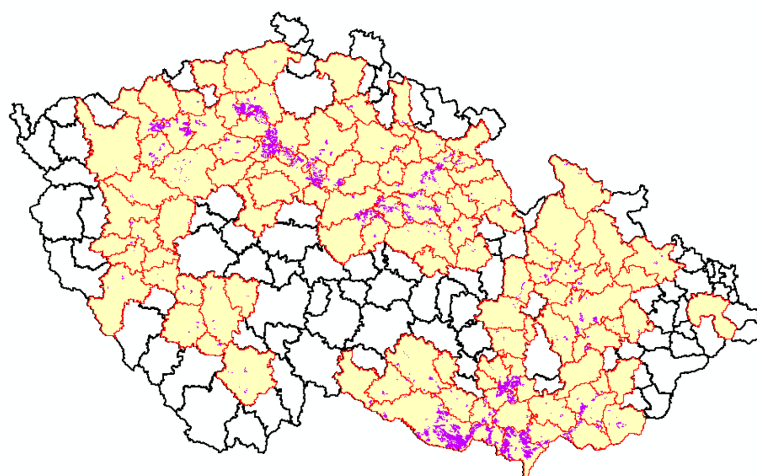
Nejvíce závlahových systémů se nachází v Jihomoravském, Středočeském a Ústeckém kraji, viz obrázek č. 17. V těchto místech se tedy předpokládáme, největší požadavky na odběr závlahové vody, PETŘÍČKOVÁ, 2023.



Obr 17. Kraje s největší plochou zemědělské půdy se závlahovými systémy (zdroje dat: ČÚZK, VÚMOP)

Inventarizace stavu závlahových soustav probíhala pracovníky VÚMOP v roce 2016 na 111 ORP z celkového počtu 206 v rámci ČR. Vstupem byla geografická informační vrstva evidovaných závlahových staveb (bývalé ZVHS) v rozsahu cca 160 tis. ha. Data mapující aktuální stav byla získávána telefonicky, osobní návštěvou, která se jevila nejvhodnější, nebo jiným způsobem. Webová mapová

aplikace ISMS, která je dostupná na adrese <https://meliorace.vumop.cz>, vznikla pro správu a editaci dat. Z následujícího obrázku je zřejmé, ve kterých ORP jsou situovány nejnámennější plochy zemědělských závlah v ČR.



Obr 18. Přehled ORP se závlahou, VUMOP, [2]

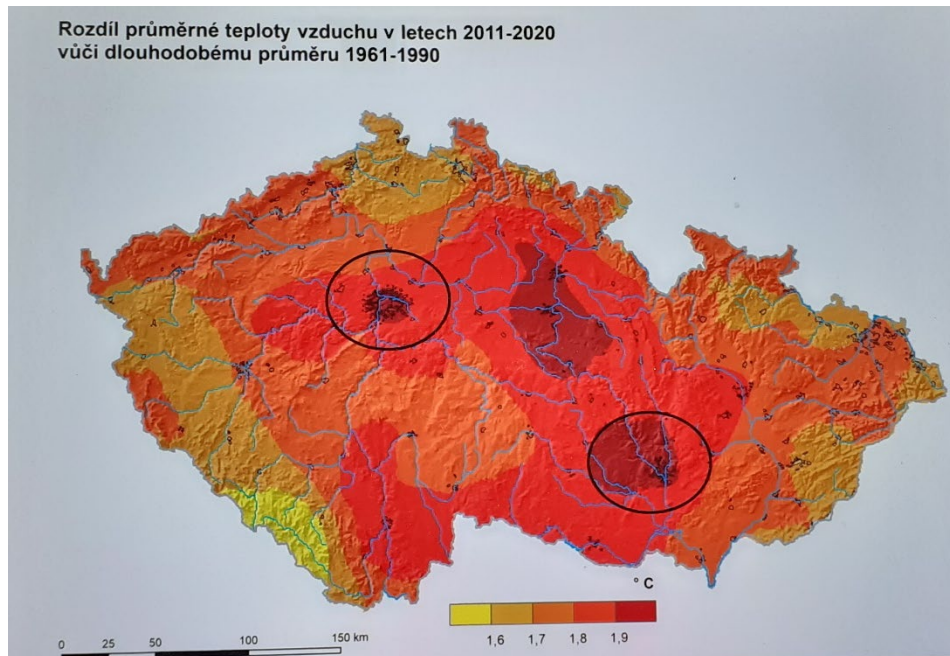
Podle staršího dokumentu bylo z celkového přehledu inventarizací nalezeno v ČR cca 160 000 ha vybudovaných závlah (údaj z roku 1993), dohledáno a ověřeno bylo cca 65 189 ha funkčních závlah (cca 40 %) a cca 90 918 ha nefunkčních závlah (56,8 %), potenciálně s možností obnovy. Respondenti dotázaní při terénním průzkumu by měli zájem o obnovu zhruba na 34 % (31 015 ha) z těchto neprovozovaných, zbylých 66 % (cca 60 000 ha) neměli zájem obnovovat, viz tabulka č. 9. Údaje byly pouze orientační, neboť některé závlahové stavby a majitelé závlahových soustav nebyli při terénním průzkumu vůbec nalezeni. Podle provozovatelů jsou u provozovaných systémů často náročné opravy závlah, špatný technický stav rozvodů i poruchovost dalších stavebních objektů. Obnova závlahových systémů neprovozovaných proto bude tedy možná pouze z části, díky nevyhovujícím způsobům a objemům závlahy i díky zastaralosti (nákladnost oprav i a původních náhradních dílů je nedostatek).

Tabulka č. 9. Přehled stavu závlah v ČR po inventarizaci VUMOP, 2016 [2]

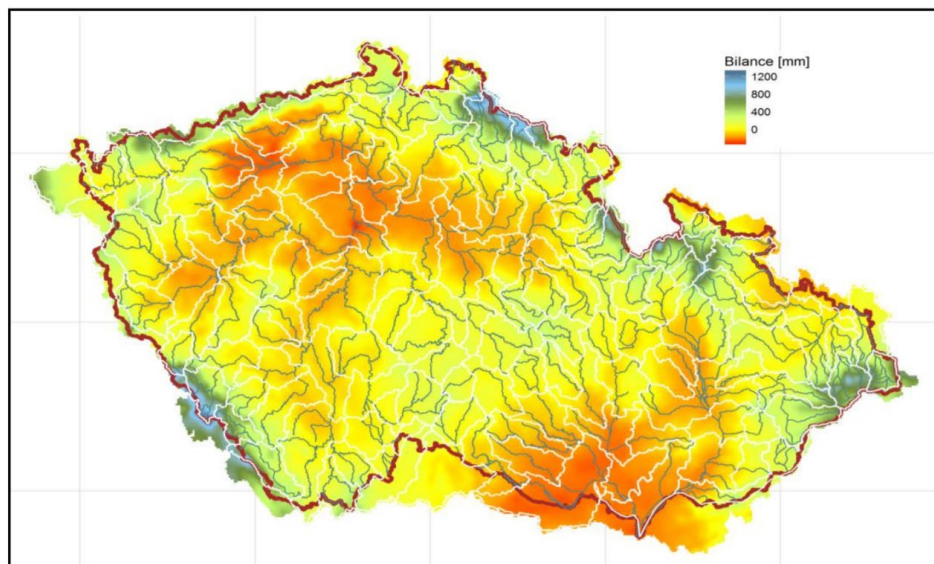
	výměra [ha]	podíl [%]
Celkem vybudovaných závlah	159 955	100
Podíl funkčních závlah	65 189	40,8
Podíl nefunkčních závlah	90 918	56,8
Z toho u nefunkčních závlah:		
Potenciální zájem o obnovu	31 015	34,1
Nezájem o obnovu	59 903	65,9

Po třiceti letech absence budování a rozvoje závlahových staveb (1989–2019) a také absence závlahového výzkumu, došlo po suchém roce 2015 k prvním reakcím na obnovu soustav (zejména z důvodu prognóz dalšího klimatického vývoje). Vývoj teplot vzduchu podle podkladů IPCC ukazuje, že v letech 2006–2020 nastalo o 40-60 % tropických dnů více než predikovaly simulační modely. Situace je tedy významně horší, zejména právě v tropických dnech, které extrémně zvyšují spotřebu závlahové vody, viz obr. 19. Zároveň bývají tyto nadprůměrné teploty vzduchu součástí delších period sucha, nadprůměrné evapotranspirace, která je kompenzována zatím zhruba konstantními ročními úhrny srážek (průměrně pro ČR 686 mm/rok). Pomyslné nůžky potřeby závlahové vody se rozevírají a záporná vláhová bilance se prohlubuje. V kombinaci s predikovaným vývojem teplot se v ČR vytváří rozsáhlejší

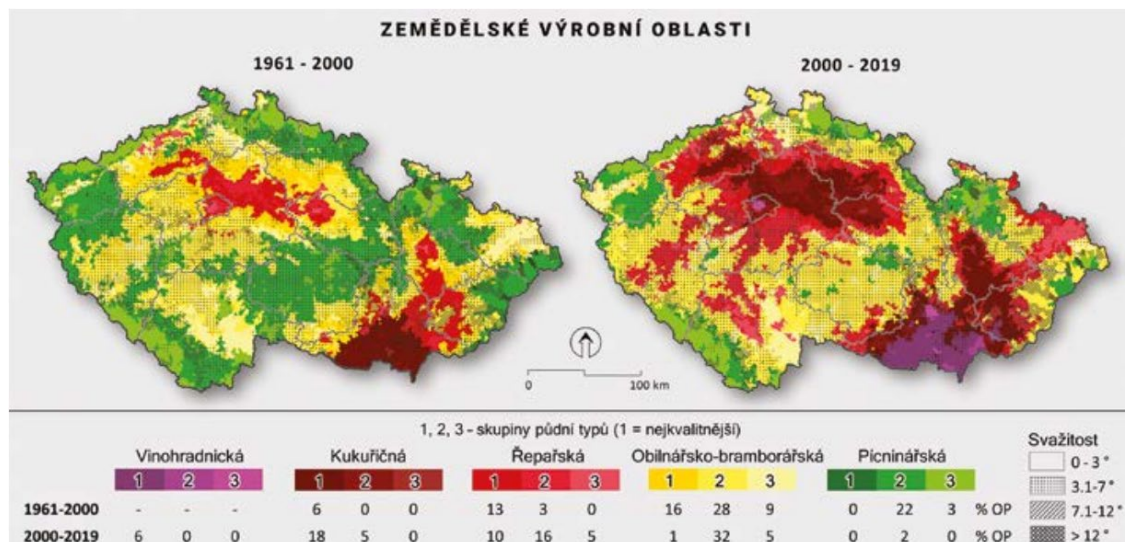
oblasti sucha, viz následující obr. 20. **Hodnota vodní bilance je již řadu let nepříznivá zejména v úrodných nížinách Čech a Moravy, kde byly závlahy převážně realizovány. Posun klimatu i zvýšené nároky na závlahu rovněž vystihuje posun zemědělských výrobních oblastí, který byl detailně popsán VÚRV, viz obr. 21.** Geodatabáze Závlahové systémy ČR byla dále využita k potenciálnímu vymezení skutečně zavlažovaných ploch v ÚPOVech nejvíce zatížených odběry závlahové vody, viz kapitola 5.7, Vyhodnocení vláhové bilance vybraných plodin.



Obr. 19. Vývoj průměrné teploty vzduchu v ČR, zdroj: Mgr. P. Zahradníček, Czech Globe



Obr.20. Mapa vodní bilance ČR, ROŽNOVSKÝ, 2017.



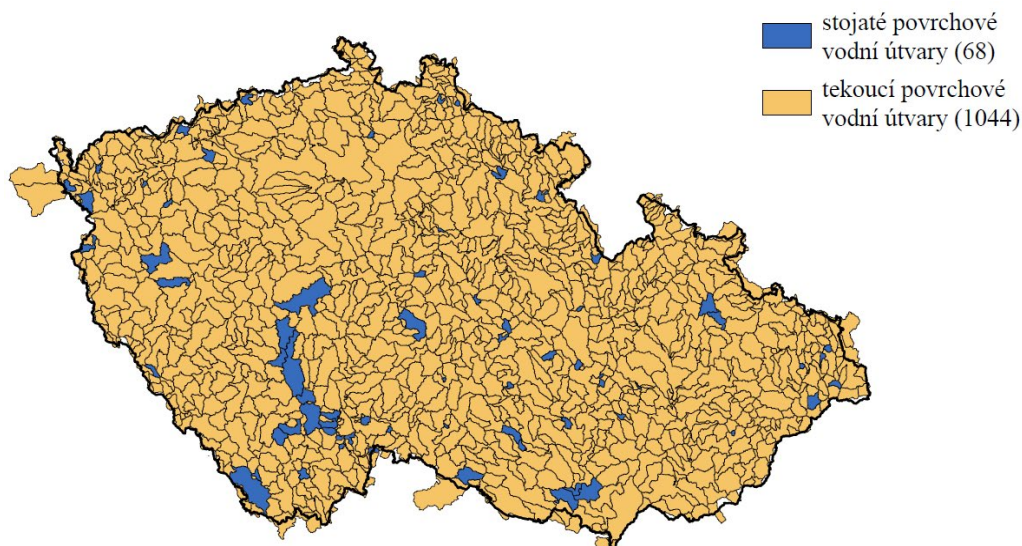
Obr. 21. Změna agroklimatického členění ČR 1961-2000 / 2000-2019 zdroj: VÚRV

Vzhledem k politickému a ekonomickému vývoji po r. 2016 však došlo k dalším změnám náhledu na potenciální možnosti obnovy závlahových systémů. Mezi nejvýraznější faktory patří nutnost úspor závlahové vody (a postupná preference kapkové závlahy a moderních systémů přesného zemědělství) nebo skokové zdražení elektrické energie, které radikálně prodražilo závlahový provoz. Otázka rentability pěstované domácí produkce tak často, i přes postupující klimatickou změnu, vytvořila překážku zájmu o rozšiřování závlah v ČR.

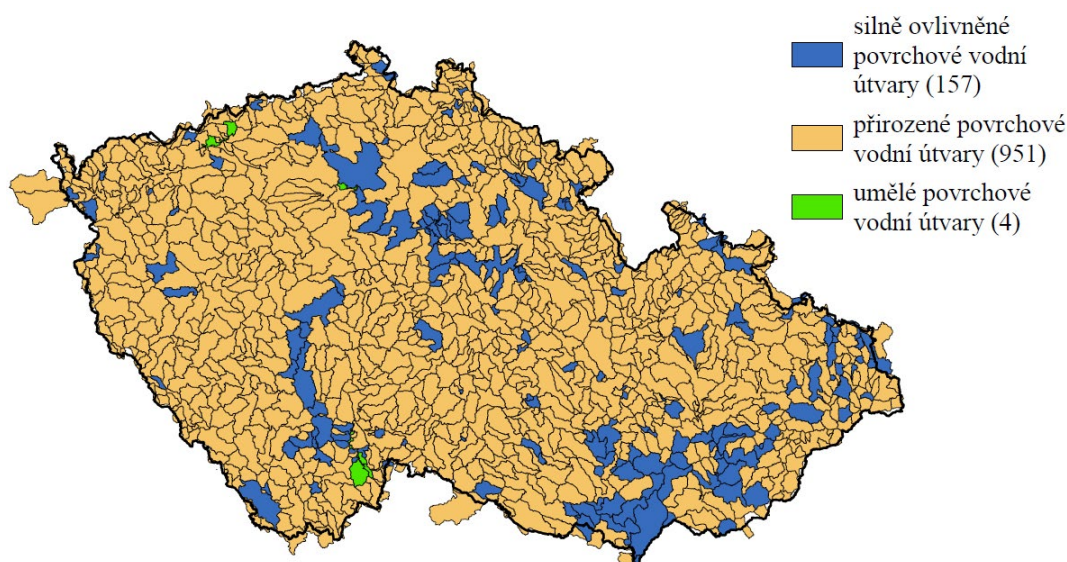
1.7. Vodní útvary povrchové vody.

Požadavek vyhodnocení potřeb závlahové vody v projektu Centrum Voda byl vztažen ke správní jednotce Útvar povrchové vody (ÚPOV). Ten je podle Zákona č. 254/2001 Sb. definován jako vymezené soustředění povrchové vody v určitém prostředí (jezero, vodní nádrž, koryto vodního toku). Vymezení ÚPOV je založeno na modelu říční sítě, který vychází ze Strahlerova přístupu. Nejmenší samostatnou jednotkou pro vodní útvar byl zvolen tok IV. řádu a jemu odpovídající povodí s plochou minimálně 10 km² – tzv. horní vodní útvar včetně všech drobnějších přítoků. Toky vyšších řádů V. – VIII. jsou považovány za samostatné – tzv. průtočné vodní útvary. ÚPOV zohledňuje akumulaci vody ve vodních nádržích. Proto všechny vodní nádrže, které leží na tocích IV. nebo vyššího řádu mající plochu hladiny větší než 0,5 km² a současně průměrnou dobu zdržení vyšší než 5 dní, jsou vymezeny jako samostatné vodní útvary. Tyto útvary jsou rozděleny na stojaté a tekoucí, a přirozené, silně ovlivněné nebo umělé, SEDLÁČKOVÁ, 2023.

Datové sady útvarů povrchových vod (ÚPOV) byly poskytnuty z Hydroekologického informačního systému VÚV TGM z roku 2015. [3] Datová sada obsahuje informace o jednotlivých ÚPOV – název a ID útvaru, do jakého povodí a dílčího povodí spadá, do jaké kategorie (stojatý, tekoucí) a typu (přirozený, ovlivněný, umělý) útvar patří. Obr. č. 22 ukazuje rozdělení ÚPOV na 68 stojatých a 1 044 tekoucích k roku 2015. Obr. č. 23 ukazuje rozdělení jednotlivých ÚPOV na 951 přirozených, 157 silně ovlivněných a 4 umělé útvary k roku 2015.



Obr. č. 22: Útvary povrchových vod – stojaté a tekoucí [3], SEDLÁČKOVÁ, 2023



Obr. č. 23: Útvary povrchových vod – silně ovlivněné, přirozené a umělé [3], SEDLÁČKOVÁ, 2023

Správné vymezení vodních útvarů povrchových vod je důležité pro řízení a ochranu vodních zdrojů a dále pro identifikaci ekologického a chemického stavu. Aktuální seznam útvarů povrchových vod je uveden ve vyhlášce č. 44/2021 Sb. [4] [5] [6]. **V rámci projektu Centrum Voda byly vypočtené hodnoty vláhových bilancí, potřeb závlahové vody, vymezení stávajících závlahových systémů (ISMS) a místa a velikosti odběrů závlahové vody vztahovány k příslušným ÚPOV s cílem vymezit lokality pro zabezpečení dodávky vody nejproblémovější.**

1.8. Registr půdy (LPIS)

Naposledním článkem, který byl využíván k řešení projektu je Registr půdy, známý pod zkratkou LPIS – Land Parcel Identification System. Jedná se o geografický informační systém (GIS), který slouží k evidenci využití zemědělské půdy. LPIS je jedním z prvků Integrovaného administrativního kontrolního systému (IACS), komplexního systému pro administraci a kontrolu podpor v zemědělství a

je zaveden ve všech státech EU. [7] Hlavním účelem LPIS je ověřování informací uvedených v žádostech o dotace. Během vývoje našel LPIS uplatnění i v mnoha dalších aplikacích, například jako podklad pro správu zákonných evidencí týkajících se použití hnojiv, pastvy, přípravků na ochranu rostlin nebo ke stanovení omezení hospodaření v souladu s nitrátovou směrnicí apod. Správcem LPIS v České republice je Ministerstvo zemědělství a data jsou získávána na základě leteckého měřického snímkování zemského povrchu. Oficiální spuštění proběhlo 21. března 2004. [8] [9], SEDLÁČKOVÁ, 2023.

Pro veřejnost jsou k dispozici 3 moduly LPIS. Prvním z nich je Registr půdy pro farmáře (iLPIS), aplikace, která je určena registrovaným farmářům. Druhý modul, Veřejný registr půdy (pLPIS), je určen široké veřejnosti a poskytuje veřejnosti uvolněná data z LPIS. Posledním veřejným modulem jsou služby WMS/WFS, které jsou určeny uživatelům, kteří používají software, který jim umožní načítat mapy z LPIS. Dostupná data pro tyto služby jsou k dispozici od roku 2014 do roku 2022. **V rámci řešení projektu byly služby využity ke zjištění informací o výměře plochy, o zemědělské kultuře, nadmořské výšce, svazitosti půdy a další. Pro účely projektu zde chybí informace o závlaze, zda se jedná o pozemky zavlažované. Podle našeho názoru by bylo vhodné do budoucna tuto informaci přidat, aby byl poskytnut kompletnější přehled o nakládání s vodami,** SEDLÁČKOVÁ, 2023.



Obr. č.24: Výřez z ArcGIS Pro – vrstvy: ÚPOV, LPIS 2015, SEDLÁČKOVÁ, 2023.

Vrstvy ÚPOV a LPIS v ArcGIS Pro udávaly rámcovou představu o potřebě vody pro závlahu. Modrá plocha je řešený ÚPOV (na kterém se vyskytují všechny zemědělské kultury, ke kterým známe hodnoty vláhové bilance). Oranžová plocha představuje kulturu chmelnic, vínová plocha kulturu vinic, zelená plocha kulturu ovocných sadů a žlutá plocha představuje kulturu standartní orné půdy, SEDLÁČKOVÁ, 2023.

Z výše uvedených získaných podkladových dat byly zjišťovány oblasti kritické z hlediska dostupnosti vody pro závlahu. Takto lze definovat území vhodná pro rostlinnou produkci a zároveň hodnotit nepokrytí vláhových potřeb pěstovaných plodin z pouhého srážkového úhrnu. K jejich vymezení bylo možno využít mapy srážkové, teplotní mapy, mapy zemědělských pěstebních oblastí (z hlediska půd a obhospodařovatelnosti). Významně také záleží na tom, jaké plodiny jsou na pozemcích pěstovány a do jaké míry jsou uspokojovány požadavky těchto plodin. Pokud se plodině nedostane dostatečné plnění jejich vláhových potřeb, žije v určité míře stresu, který vede ke snížení výnosů. Odhadovaný podíl zavlažovaných ploch u jednotlivých typů plodin v ČR ukazuje následující tabulka. Vzhledem ke značné komplexnosti problematiky a nekompatibilitě dostupných dat byl z dat ČSÚ v počátku řešení projektu vytvořen odhad podílu zavlažované plochy, viz tabulka 10.

Tabulka 10: Výměry pěstovaných zemědělských plodin v letech 2018 a 2019, zdroj: ČSÚ.

Plodina	Sklizňová plocha 2018	Sklizňová plocha 2019	Odhad podílu zavlažované výměry
	[ha]	[ha]	[%]
Obilí	1 338 780	1 352 530	
Luskoviny	35 453	33 766	
Okopaniny	88 286	82 532	cca 25 % (závlaha výměry brambor)
Technické plodiny	498 803	461 485	
pícniny	275 405	291 696	
zelenina	10 404	10 222	cca 75
vinice	15 941	16 081	cca 50
chmel	5 020	5 003	cca 25
sady	neuveđeno	16 886	cca 50
suma	2 268 092	2 270 201	

2. Analýza závlahových systémů ČR a výhledu vhodných závlahových způsobů.

Ve druhém roce řešení (2021) byla vytvořena rešerše stávajících a potenciálně vhodných způsobů závlahy v podmínkách České republiky.

2.1. Současná situace zemědělské krajiny České republiky

Voda je jedním z nejdůležitějších zdrojů pro pěstování plodin. Současná klimatická situace, klimatická změna a potřebná adaptace zemědělství na ni, vytváří velký tlak na zlepšování hospodaření s vodními zdroji a regulaci spotřeby vody. Klíčovou součástí udržitelné zemědělské produkce proto musí být „**inteligentní zavlažování**“ a pěstitelé celého světa hledají způsoby, jak co nejlépe a nejušporněji využít vodní zdroje pro pěstování plodin.

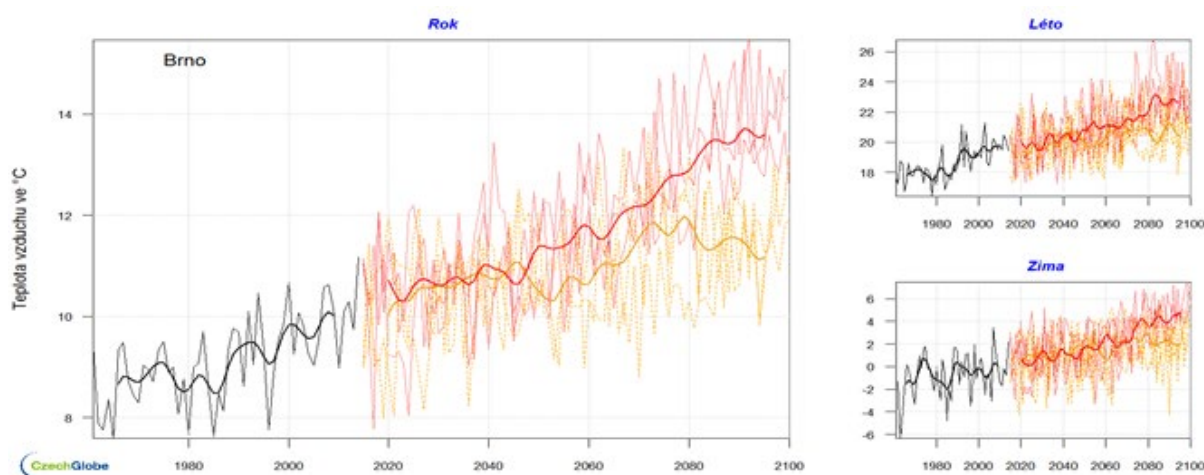
Přestože je v současné době kladen velký důraz na posílení zejména mimoprodukčních funkcí krajiny a zlepšení schopnosti udržet v krajině vodu, má krajina nezastupitelné funkce produkční (produkce potravin, dřeva, energií atd.), které zajišťují základní životní potřeby lidské populace. Mimoprodukční funkce krajiny (ekosystémové služby, biodiverzita, půdo-ochranná funkce, funkce rekreační, vzdělávací atd.) a produkční funkce krajiny by měly být v rovnováze, což v české krajině často není. **Z hlediska rozlohy plochy České republiky je 2 % vodních ploch, 11 % jsou zastavěné plochy, 34 % je podíl lesů a konečně 53 % je podíl krajiny zemědělské, viz. obr. 25. Tímto je dán význam zemědělství v krajině České republiky, zejména v situaci, kdy je česká krajina již téměř vyčerpaná (50 % zemědělské půdy je ohroženo erozí, 45 % zemědělské půdy má negativní projevy zhutnění a velký podíl z 11 % zastavěné půdy leží na nejurodnější černozemi, například v okolí Prahy).** V půdě chybí organická hmota a proto půda, která má fungovat jako vynikající houba, s větší kapacitou zadržené vody než přehrad, neudrží vodu, ŽALUD, 2021.



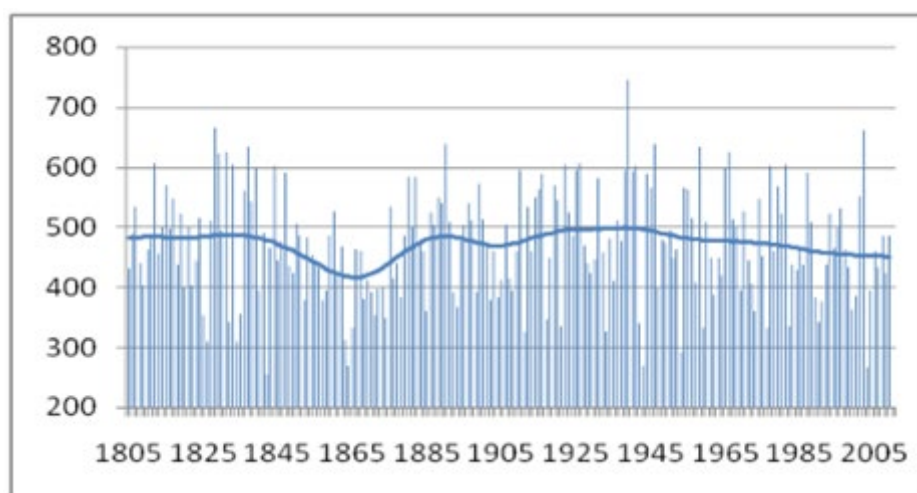
Obrázek 25 - struktura české krajiny (ŽALUD, 2021)

V současné době je prioritou pro krajinu zdravá půda. Otázkou tedy je, zda v období nedostatku vody je závlaha tématem k řešení, zda závlahy mají budoucnost. Samozřejmě ano, mají. Podle klimatických

předpovědí bude sucho, viz obr. 26. a 27. Z celkové plochy světa je jen 11 % plocha zemědělské půdy. A z této malé části je pouze 17 % zavlažováno. Podstatné však je, že z těchto zavlažovaných 17 % se produkuje 45 % všech potravin pro celý svět. Závlahy jsou poměrně nákladné a vzhledem k prohlubujícímu se nedostatku vodních zdrojů je nutno je dělat dobře. V České republice jsou závlahové stavby vybudovány na **3,6 % zemědělské půdy**, ale funkční jsou pouze systémy na cca **50 % ploch, tj. na 1,8 % zemědělské půdy**. ŽALUD, 2020. Řešením výše uvedené situace je právě precizní zavlažování. ČR jako střecha Evropy musí hospodařit pouze s vodou srážkovou, neboť k nám žádná voda nepřitéká. Proto je nutná komplexní podpora systémových opatření pro zadržení vody v krajině. Je třeba si uvědomit, že kvalitní černozem zadrží 300 mm vody v 1 m³ (cca 30 desetilitrových kýblů), zatímco utužená černozem udrží jen 50 mm vody v 1 m³. Hodnoty jarního výparu jsou cca 3 mm vody denně, tj. jednoduchým výpočtem 300/3 jde o zásobu vody, která v 1 m³ půdy vydrží cca na 100 dní. Analogicky pokud je půda utužená, zásoba vody je v 1 m³ pouze na cca 2 týdny bez deště (50/3=17). Dalším řešením hospodaření s vodou je podpora závlahových nádrží a víceúčelových velkých nádrží a přehrad, ale jejich schvalování a realizace je bohužel otázkou dlouhých časových úseků (cca 30 let) a v době kolaudace již zadržený objem vody většinou nestačí, ŽALUD, 2021.



Obr. 26. Dva scénáře změny průměrné roční teploty v ČR do roku 2100. Zdroj: Petr Skalák, Czech-Globe.



Obr. 27. Průběh ročních úhrnů srážek (mm) v letech 1805-2010. Zdroj: ČHMÚ

Důležitým faktorem je také význam meliorací – tedy odvodnění zemědělských pozemků. Obecně se dnes meliorace zatracují, přestože byly budovány v odlišných podmínkách, od roku 1950, kdy v ČSSR

byl dostatek vody, a naopak nedostatek potravin. Kvalitně vybudované odvodňovací systémy, které jsou dnes často daleko za hranicí životnosti, po 50ti letech ještě stále fungují, a v minulosti umožňovaly zabezpečení potravy pro obyvatelstvo. Politickým rozhodnutím byla tehdy stanovena priorita československého zemědělství – plodina obilí, tj. stepní trávy, které nemají rádi velkou vlhkost půdy. **Meliorace, zahrnující odvodnění vybudované na 1 100 000 ha půdy, (které odvádí přebytečnou vodu), a závlahové soustavy, vybudované na 160 000 ha, (zlepšující a optimalizující vodní režim půd), jsou potenciálem k regulaci vodního režimu krajiny. Proto by, vzhledem k prioritě zdravé půdy s vysokou schopností vodní retence, k nim mělo být takto, přes odborné posouzení funkcí a použitelnosti, (například regulační závlaha, retardační potrubí atd.), přistupováno, ŽALUD, 2021.**

2.2. Hledání úsporných řešení

Vzhledem k nejistotě množství srážek a nutnosti maximální efektivity zavlažování, hledá Česká republika inspiraci v dobrých příkladech. Jedním z nich je Izrael, země, která je světově uznávaným odborníkem na šetrné hospodaření s vodními zdroji. Přestože sami mají vody nedostatek, hospodaří s ní tak efektivně, že ji při svých klimatických podmínkách dokáží ještě vyvážet. Izrael, země, která maximálně omezila plýtvání vodou, využívá též odsolené mořské vody a vsadila na osvětu tak, aby si každý uvědomil, jak cennou surovinou voda je. Využívá pro zavlažování zejména kapkovou závlahu, které dokáže dávkovat vodu k rostlinám tak, že jednak není zavlažována mezilehlá plocha mezi rostlinami (plevel) a dále je dávkována voda v množstvích, adekvátních schopnosti infiltrace do půdy, a cíleně zavlažuje kořenový systém, viz obr. 28. Vodoměry na závlahových sítích přesně odměřují množství dodané vody, které je regulováno podle klimatických podmínek a hloubek kořenového systému. Nedílnou součástí těchto optimalizovaných systémů je samozřejmě i přidávání hnojivých látek, neboť přihnojování je jedním z klíčů k maximálním výnosům.



Obr. 28. Závlaha kapkovacím potrubím

Další z možností adaptace zemědělství na růst teplot a nedostatečnost vodních zdrojů, je šlechtitelství. Šlechtění rostlin dokáže podpořit požadované vlastnosti plodiny, například vyšší odolnost proti chorobám, menší náročnost na vodu, vzrůst plodiny nebo požadované vlastnosti. Většinou však není šlechtitelství 100 % řešením problému. Využívá se řadě oborů zemědělství, v zahradnictví, v ovocnářství i v pěstování zeleniny. Speciální plodiny, ovoce, chmel i některé druhy zeleniny, jsou pro kapkovou závlahu výhodné. Nezatěžují vodní zdroje značnými odběry, minimalizována je ztráta vody výparem, průsakem i povrchovým odtokem, pro malá odebíraná množství je závlaha schopna fungovat

i v rozkolísanosti klimatu a srážek, například v dlouhodobých vlnách horka. Nedílnou součástí komplexního systému jsou pak další ochranná opatření jako je stínění nebo agrolesnictví, výsev do mulče nebo do podplodiny, závlaha šedými nebo vyčištěnými odpadními vodami. Česká republika ještě stále není vystavena nedostatku srážek. Je zatížena jejich nerovnoměrností a potřebou akumulace přivalové srážkové vody a jejímu následnému opětovnému využití v rámci hospodaření s vodou. Nebezpečím je pozvolný, ale dlouhodobý růst teplot a tím i výparu, který „nůžky“ vodního deficitu rozevívá. Ač je v numerickém modelování vývoj těchto veličin zatížen velkými nejistotami, v České republice je perioda klimatu obecně 15-20 let, a proto je nutno se na zvyšující se deficit krajinně ještě připravovat.

2.3. Kapková závlaha

Kapková závlaha, nízkoprůtoková ($2-10 \text{ l}\cdot\text{h}^{-1}$) a nízkotlaká ($0,05-0,4 \text{ MPa}$, tj. $0,5-4 \text{ bar}$), je tvořena kapkovacím závlahovým potrubím nebo on line (externími) kapkovači [4]. Většinou obsahuje labyrint, prvek s malými otvory, který zajišťuje na principu talkové místní ztráty vykapávání závlahové vody k rostlině s nulovým tlakem. Malé velikosti kapkovacích otvorů v labyrintech, viz obr. č.29, vyžadují čistotu vody zajišťovanou dostatečně jemnou filtrací (120, či spíše 155 MESH/mikronů). Pomalé dávkování malých závlahových množství přímo k rostlinám (a nezavlažováním mezilehlých prostor) vytváří úsporu vody oproti jiným závlahovým způsobům. Díky nízkému provoznímu tlaku v síti a malým profilům závlahových prvků nevyžaduje kapková závlaha vysoké investiční a provozní náklady. Omezuje ztráty vody povrchovým odtokem, neefektivním průsakem, výparem i zavlažováním nežádoucích ploch. Z hlediska výnosů plodin je kvůli přesnému a cílenému dávkování vody, hnojiv a ochranných látek kapková závlaha vysoce efektivní. Vliv na výnos má ale samozřejmě také odrůda plodiny, a kvalita a hloubka ornice, kde je dlouhodobým problémem absence kompostu a organických látek v půdě (ukončení intenzivního chovu prasat v ČR v roce 1995).

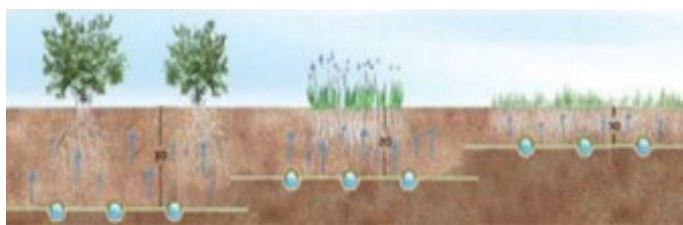


Obr. 29. Detail labyrintu kapkovacího potrubí, zdroj: Rain Bird

Jednoznačná vhodnost kapkovacího potrubí je pro dlouhodobější kultury, chmelnice, sady, nebo skleníky. Naproti tomu u každoročně obměňovaných plodin v rámci osevního postupu, nebo například při tříletém obměňování porostu jahod, je využívání kapkové závlahy zatíženo velkou pracností, vysokými pořizovacími náklady a následně také velkým množstvím plastového odpadu, neboť se při obměnách porostu potrubí neponechávají na pozemcích. Komplikací je u kapkové závlahy i větší množství instalovaného materiálu v posledních letech, z důvodu zajištění vyšší rovnoměrnosti zavlažení (dříve se kapkovací hadice umísťovaly ve sponu 1 metru, dnes se dávají již 0,5m od sebe, nebo dokonce

po dvou linkách do jednoho meziřadí, podle propustnosti půdy). Kapková závlaha má vhodné je použití pro všechny typy půd: střední, těžké i výsušné lehké půdy.

Regulace vlhkostního režimu půd je významná i pro efektivitu hnojení. Průběhy srážek a teplot se mění nejen v čase, ale mají velkou variabilitu i na malé ploše. Proto jsou pro precizní zemědělství vhodná měření přímo v konkrétní lokalitě, která umožní přesné stanovení potřeby závlahové vody, hnojiv a ochranných prostředků. To vyžaduje instalaci sítě meteostanic, která je významná i vzhledem k absenci více než 30 let závlahového výzkumu a k nejistotám v dostupných hodnotách vláhových potřeb. Precizní zemědělství je investiční záležitost, a proto jsou vhodné podpůrné dotační programy na automatiku provozů. U kapkové závlahy jde často o vzdálené řízení a prognózy vytvářené simulačními modely. Příkladem může být experimentální chmelnice Žatec-Stekník, kde probíhají měření a monitoring pro pěstování a ochranu chmele v ČR. Výpočty poté provádí a pěstitelům zdarma poskytuje Chmelařský institut Žatec, doporučuje vhodná data postřiků proti chorobám a škůdcům, vhodnost aplikace hnojiv v závislosti na fenofázích rostlin nebo klimatických podmínkách.



Obr. 30. Podzemní kapkovácí potrubí, zdroj Rain Bird

Kapková závlaha je nejúspornější na vodu, ale není jednoznačně nejlevnější ani nejefektivnější. V dlouhodobém horizontu prokazatelně působí i zvýšení salinity půdy. Také není možno obecně říci, že převedením veškerého závlahového detailu na kapkovou závlahu vyřešíme problémy s úsporou závlahové vody. Role jemných a úsporných postřiků je nezastupitelná, zejména v ochraně proti škůdcům, v protimrazové závlaze, anebo při plošném vzcházení plodin, kdy nelze kapkovou závlahu využít zástupně. Postřik za důsledně úsporných podmínek (bezvětří, nízké odlehlosti postřikovačů od plodin, malé poloměry postřikovačů, nízké intenzity postřiku), musí zůstat v podílu závlahového detailu zastoupen, i když v menší míře, než je tomu v současnosti. Naopak pásové zavlažovače, které byly doménou tlakových závlah postřikem 1960 - cca 2018, z podílu v závlahovém detailu ustupují. Jsou zatíženy velkou ztrátou vody (odnos větrem, s povrchovým odtokem) a mají obtížnou regulaci intenzity zavlažování.

I při precizním řízení závlahových dávek a zamezení průsaků závlahové vody do hlubších vrstev, se často hovoří o počáteční ztrátě vody kapkovací závlahou (tzv. „rozmačlováním kořenů“). Jedná se o fakt, že je nutno zavlažovat vysazené rostliny již v časných raných stádiích, aby se vytvořil kořenový systém požadované mocnosti a hloubky. Například u vinné révy, která je schopna přirozeně dosáhnout pro vodu do velkých hloubek, proto dochází dávkováním kapkové závlahy v mělkých hloubkách k nežádoucímu omezení vývoje kořenů. Prokazatelný však je i u vinic efekt precizního hnojení.

Používání kapkové závlahy je i přes maximální úspornost často limitováno vodními zdroji. Typickým příkladem je závlaha chmele, (Žatecko a Rakovnícko). Využití podzemních vod, akumulace vod dešťových nebo povrchových umožňuje v ČR závlahu pouze ¼ z celkové výměry chmelnic z celkově 5000 ha. Řešením, které by mohlo poskytnout potřebnou závlahovou vodu pro dalších až 1000 ha chmele v této srážkově sušší oblasti je nová nádrž Kryry, která se v ČR řeší již 30 let. Jde o dotaci toku

Blšanka z VN Nechanice, ale mimo časové náročnosti jsou nevýhodou velké náklady, jak investiční, tak i provozní (k zajištění převodu vody a jejímu kontinuálnímu čerpání do závlahových zdrojů).

V posledních letech navíc využití kapkovacího potrubí komplikuje nedostatek vody ve studních. Hydrologické sucho a velká míra čerpání této čisté a kvalitní vody, ohrožuje využívání podzemního kapkovacího potrubí instalovaného do kořenových systémů plodin. Podle některých uživatelů právě čistota podzemní vody umožňovala podzemním kapkovacím potrubím bezproblémovou závlahu. Obecně však platí, že ve většině případů vysoká tvrdost vody a velké množství rozpuštěných látek v podzemních vodách působí potíže a ucpává kapkovače mnohem rychleji než měkké povrchové vody. Nedostatečná úprava závlahové vody, kdy investoři často filtraci opomíjí, způsobuje sníženou životnost prvků kapkové závlahy. Úprava vod povrchových, dešťových, šedých nebo předčištěných vyžaduje většinou i odstranění biologického znečištění pískovou filtrací, a přesto tato závlaha nebývá bezproblémová a rentabilní.

2.4. Moderní pivotové zavlažovací stroje.

Dalším z potenciálně vhodných úsporných závlahových detailů jsou moderní pivotové zavlažovací stroje. Mohou využívat nejefektivnější a nejúčinnější technologie, které jsou v současné době k dispozici. Právě u těchto strojů je možnost výrazného precizního zemědělství, maximální přesnost dávkování závlahové vody i živin, a to dokonce i podle nehomogenní struktury zavlažované půdy, viz obr. 31. Pivotové zavlažovací stroje a lineární zavlažovače jsou širokozáběrové stroje, využívající závlahu mikropostřikem. V minulosti byly vhodné pro rozsáhlé rovinaté monokultury, dnes již díky nejmodernějším technologiím zvládají i kopcovité terény (viz. například použití těchto strojů na Novém Zélandu), JEŘÁBEK, 2018 a různou strukturu plodin pod jedním strojem. Jde o zařízení, která umožňují využívat samostatné řízení každé trysky, čímž lze nehomogenní strukturu (půd i plodin) pod strojem zalévat různými závlahovými dávkami.



Obr. 31 Moderní pivotové zavlažovací stroje a podkladní vrstvy pro precizní zavlažování. Zdroj: <https://valmont.showpad.com>

Pivotové zavlažovací stroje pracují do kruhu s délkou ramene běžně 400 m, maximálně až 900 m. Pohybují se kolem centrálního (středového) hydrantu masivní konstrukce, tzv. pivotu, viz obr. 32, který je zdrojem tlakové vody a zároveň středem, kolem kterého se zařízení otáčí. Vyrábí se v provedení klasickém (stroj se otáčí kolem středu, pivotu), systémy typu „corner“ (zalévají rohy pozemků a mají schopnost se zalamovat), viz obr.31, systémy „bender“ (možnost zalomení pivotu „za roh“) a konečně provedení „DropSpan“ (s odpojitelnými mosty).

Výšky nosných příhradových mostů bývají od standardních (292 cm) až po vysoké (ultra high, 475 cm), podle toho, jak vysokou plodinu zalévají. Nesou závlahové potrubí s osazenými postřikovači. Pro pivotový zavlažovací stroj je nutný přívod tlakové vody. Pro ilustraci tlakových poměrů je například pro rameno délky 900 m tlak na pivotu 0,41MPa (4,1bar), nebo pro rameno 252 m potřebný vstupní tlak 0,21 MPa (2,1 bar). Nutné je též připojení elektrické energie, ale je možné na místě využívat i diesel agregát. Nejbližší novinkou na trhu bude možnost napájení strojů pomocí solárních panelů umístěných přímo na pivotu.

K pohybu ramene slouží podpěrné kolové podvozky, které jsou obvykle opatřeny elektropohony se šnekovými převodovkami. Pro převoz pivotového stroje na další pozici se využívá tažení za traktorem a kola podvozku se otočí o 90°, stejně jako u pásového zavlažovače. Pro náročnější terény jsou vyráběny varianty čtyřkolových (přejedou příkopy) nebo pásových podvozků (na podmáčený terén). Příhradová nosná konstrukce pro potrubí je tvořena mosty o různých délkách (od 36 do 70 m), které stavebnicovým systémem skládají celkovou délku ramene stroje. Koncovou konzolu s dálkoproudým postřikovačem (dostřik až 25 m) nazýváme krakorec a spouští se v rozích, kde vykrývá rohy čtverce.



Obr. 32 Ovládací panel (na pivotu) lze u pivotového zavlažovacího stroje pomocí aplikace nastavit i na svém zařízení. Zdroj: <https://valmont.showpad.com>

Pokud má stroj samostatné ovládání jednotlivých trysek, má každá tryska má svůj regulátor tlaku, nebo je u každé trysky vestavěný ventil, ovládaný solenoidem. Regulátor tlaku pro požadované konstantní tlakové poměry, se stejně jako u klasických závlahových systémů, osazuje i na vstup do pivotu.

Čerpací stanice proto musí mít frekvenční měnič, protože se časově mění velikost dodávaného průtoku do ramene stroje. Stroje umožňují plně automatizovaný provoz. Kromě základních pohybových funkcí závlahového ramene, umožňují obvykle také ovládání koncového postřikovače v libovolné poloze křídla stroje (zastavení i obnovení provozu ve zvolených cyklech), uzavření přívodu vody do stroje při poklesu tlaku vody v trubní síti, nebo při výpadku napájecího napětí a pokračování v chodu po obnovení ztracených hodnot. Zajištěno je také automatické plnění stroje vodou s postupným otevíráním servošoupěte (omezení vodního rázu v potrubí), pojezd stroje bez zavodnění či možnost dálkového ovládání stroje (včetně řízení jeho provozu). Stroje jsou vybaveny systémem blokad a signalizačním zařízením při poruchách.

Pivotové zavlažovací stroje mají v českém zemědělství dlouhou tradici a jsou již více než 60 let součástí zemědělské krajiny v srážkově nestabilních oblastech. Tradiční pivotový zavlažovací stroj ČSSR, Sigmatic, mohl pracovat v terénu o svažitosti do 15 % při okolní teplotě od +5 °C do +60 °C, KULHAVÝ, 2008. Využíval provozní tlak vody 0,35 MPa při vybavení nízkotlakými tryskami, 0,45 MPa se středními

postřikovači a 0,55 MPa pokud měl postřikovače i koncový postřikovač. Intenzita postřiku byla v rozmezí 0,24 mm.min⁻¹ až 0,60 mm.min⁻¹. Tento stroj byl v ČR také modifikován pro závlahu odpadními vodami a kejdou. Výhodou tohoto systému bylo, že mohl pracovat 24 h denně bez přerušení a režim jeho činnosti byl plně programovatelný, KULHAVÝ, 2008.

Lineární zavlažovače, viz obr. 33 vlevo, jsou principem podobné jako pivotové zavlažovací stroje, ale pracují přímočaře. Jejich pohyb je veden rovně, podél ocelového vodícího lanka, pomocí GPS navigace, navigační rýhy, nebo podzemního navigačního kabelu. Spuštěním stroje je dodána závlahová dávka na obdélníkové ploše. Délka ramene lineárů je 100 až 400 m. Lineární zavlažovače mají na rozdíl od pivotových zavlažovačů všechny trysky (postřikovače) na rameně stejné. Některé moderní stroje (například Valley Universal Linear) se již mohou chovat jako lineární zavlažovač i jako pivotový zavlažovací stroj zároveň. Důležitá je výměna trysek pro dodání rovnoměrné závlahy. Díky systémům Corner a Bender mají pivotové stroje možnost zalévat rohy u čtvercových ploch nebo se obtočit kolem překážky, viz obr. 33 vpravo. Lineární zavlažovače zase oproti tomu nemusí jezdit pouze v rovném směru, ale mají možnost se otočit stejně jako pivot a umožňují tak zvětšení pěstební plochy. Pivotové zavlažovače i lineární jsou velmi efektivní a hodí se pro všechny plodiny, například: kukuřice, pšenice, vojtěška, brambory, mrkev, hrách, trávy, rýže, banány, sady atd.



Obr. 33 Moderní pivotový a lineární zavlažovací stroj. Zdroj: <https://valmont.showpad.com>

Pivotové a lineární zavlažovací stroje mají díky charakteru mikropostřiku až 95 % účinnost aplikace závlahové vody v závislosti na použitých postřikovačích, plánu zavlažování a agrárních postupech. Jak již bylo řečeno, umožňují regulaci průtokových a tlakových poměrů, a to až v detailu jednotlivých trysek. V případě řízení podle pedologického rastru pozemku, dokáží v této nadstavbě uspořit ještě dalších až 30-40 % vody (dávkováním podle půdního druhu a schopnosti infiltrace). Využití satelitních snímků umožňuje při pivotovém zavlažování stanovit vlhkost půdy, teplotu půdy, vhodné datum ochranného postřiku, a dokonce i která tryska na rameně pivotového zavlažovače nepracuje správně. Stanovení termínů ochranných postřiků šetří náklady na pesticidy a chemii, tak jak je to nyní vyžadováno politikou Green Deal EU. Plně automatizované stroje mohou mít osazený i senzor větru, který dočasně pozastaví závlahu do uklidnění podmínek a zabrání tak dalším ztrátám závlahové vody (odnosu větrem), například provozem v noci, kdy je rychlost větru menší. Některé typy umí určit přesnou GPS pozici stroje (například Valley GPS position) a vzdáleně ovládat stroje pomocí Wi-Fi přes telefon nebo tablet, což se v současné době stává samozřejmostí. Proto se pomocí GPRS pivot umí připojit na cloud a dále přes aplikaci je možné jej ovládat odkudkoliv ovládacím panelem na svém zařízení. Doplňkové aplikace pro pivotové stroje umožňují také sledovat počasí, vlhkost v půdách, ovládat nebo kontrolovat čerpací stanice. Osazení kamer na rameno stroje umožní včasné rozpoznání chorob v porostu.

Základními výhodami pivotových zavlažovacích strojů je přesné nastavení závlahových dávek, dlouhá životnost stroje, nízké provozní náklady, nízký tlak a nízká spotřeba závlahové vody, a také energetická nenáročnost a bezporuchovost. Tyto výhody jsou doplněny benefity moderních technologií, například dálkové řízení pivotů, možnost nastavení různé rychlosti pohybu stroje v různých úhlech (podle půdních druhů) atd. Naproti tomu nevýhodou těchto strojů jsou vyšší investiční náklady a jejich poměrně složité přemísťování (přesun na jiné pozemky). Stroje se proto během sezóny přesouvají maximálně jednou na druhou pozici zavlažování.

Jak již bylo řečeno, pivotové zavlažovací stroje a lineární zavlažovače jsou již více než 60 let součástí české zemědělské krajiny v srážkově nestabilních oblastech. V časovém horizontu roku 2020 pracuje v České republice cca 20 pivotových zavlažovacích strojů, zatímco na Slovensku již stovky. Nahrazují se jimi postupně pásové zavlažovače, které mají větší ztráty závlahové vody a neumožňují potřebnou regulaci. Ve světě můžeme nalézt pivotové zavlažovací stroje nejčastěji na větších rovinatých plochách USA, Texasu, Kalifornie, Francie, SRN a nově také v aridních podmínkách Afriky a Saúdské Arábie. Cílem jejich použití je při stávajícím klimatu co nejefektivnější (technologie) a neúspěšnější (vodní zdroje) produkce potravin, při co nejpřesnějších vstupech hnojení a ochrany. Systémy moderních pivotových zavlažovacích strojů často využívají služby zkušených expertů pro závlahový management, a vydávají doporučení, kde, kdy a jak velkou dávkou zalévat na základě sítě špičkového sběru dat a analýz.

Pivotové zavlažovače dnes mají největší podíl mezi precizními zavlažovacími stroji. Již v roce 2012 bylo ve světě nainstalováno 342 000 pivotů, nejvíce v USA, neboť mají velké půdní celky (tradiční parcely 800x800m a farmář půdu vlastní). **Situace v České republice je komplikovanější, neboť čeští zemědělci mají pole většinou pronajatá a budování potřebné infrastruktury proto tak není snadné. Překážkou bývají i pozemní vedení vysokých napětí nebo pozice vodních zdrojů. V posledních letech značně ztěžuje situaci rozvoje pivotového zavlažování ještě nedostatek zdrojů vody a ekonomická situace v zemědělství (skokový nárůst cen energií apod.).**

2.5. Precizní zemědělství.

Moderní, úsporný a flexibilní závlahový detail, kterým bude závlahová voda distribuována, s dobrou regulací výstupních podmínek, je základním faktorem precizního zemědělství. Následně přesný výpočet závlahových dávek k přesně monitorovaným klimatickým a půdním podmínkám (a také k hloubce zakořenění plodiny) je dalším krokem k cílené úspoře závlahové vody. Třetím opatřením je výběr lokálně vhodných plodin a jejich adaptabilita na dané klima tak, aby byla závlaha pouze podpůrným a doplňkovým opatřením, nikoli aby na ní byly rostliny celoročně závislé. Do opatření precizního zemědělství patří samozřejmě i optimální hnojení a ochrana plodin proti škůdcům, tak, aby bylo docíleno maximálních výnosů a minimálních vstupů, z důvodů ekonomických i šetrnosti vůči prostředí. Množství aplikovaných hnojiv a pesticidů se většinou také projevuje i na chuťových vlastnostech plodů.



Obr. 34 Přesné zemědělství, pěstební robot FarmBot Genesis

Jak již bylo řečeno, velký význam pro úsporné zavlažování má přesné dodání závlahové dávky. U kapkovacích potrubí je množství vody výpočtem snadno zohlednitelné, u pivotových zavlažovacích strojů je umožněno nastavení stroje do určitých zón s různou závlahovou dávkou (jedna otočka stroje trvá cca 16 hodin, podle rychlosti pohybu). Pokud má každá tryska své ovládání, pedologický rastr pole, který zohledňuje nehomogenitu půdy (půdní druhy, infiltrační schopnost, míru utužení a vodozadržnost) je nutným vstupem precizního zavlažování.

Obecně lze říci, že u kapkovacích potrubí i pivotových zavlažovacích strojů je výhoda zamezení velkých ztrát vody. Kapkový potrubí může být navíc umístěno pod mulčem nebo v půdě (pro omezení výparu), trysky strojů mohou být nízko nad terénem, kde je nižší odnos kapek větrem a nižší odpar. Na rameně pivotových strojů bývají postřikovače ve vzdálenosti cca 3 m, čímž není potřeba velkých poloměrů dostřiku, velkých tlaků a závlaha má proto nízkou intenzitu postřiku. S rostoucí plodinou v průběhu vegetačního období se zavěšené trysky zvedají. Moderní ovládací jednotky příslušné obou detailům jsou plně automatické a velmi flexibilně programovatelné. **Vzhledem k tomu, že zabezpečujeme produkci potravin, chráníme vodní zdroje a životní prostředí, ale také vzhledem k tomu, že už není volná půda, kam by šlo s pěstováním expandovat, musíme na vymezených plochách udržitelně hospodařit. Udržovat půdu v dobré kondici tak, abychom dosáhly co nejlepších výnosů. A pokud se spojí dobrá půda, dobré klima, dobrá technologie a dobrý hospodář, je vysoká úroveň výnosu potravin zabezpečena. Vybudované regulační drenáže v ČR budou obnoveny, ve větší míře však nově nebudou realizovány z důvodu úbytku zdrojů povrchové i podzemní vody.**

2.6. Aktualizace závlahového detailu.

Dalším krokem pro zpřesnění výpočtů potřeb závlahové vody byla nutnost aktualizace využívání závlahového detailu. Jedná se o poměrně složité řešení, neboť původní publikovaný stav z roku 2015 (REHÁK, 2015) doznal značných změn díky řadě faktorů - vývoji nových technologií, implementací nových dodavatelů závlahové techniky, změnám v majetkoprávním uspořádání vlastnictví půdy i díky ekonomické nákladnosti a nutnosti šetření vodními zdroji způsobeném klimatickou změnou posledních dvaceti let. Aktualizace předkládané tabulky č. 10 probíhala jednak z dlouholetých zkušeností řešitelského týmu, ale zároveň byla ověřována jak u vybraných velkých společností, využívajících závlahový detail tak i u jeho prodejců. I přes tyto analýzy nejsou závěry jednoznačné. **Používání závlahového detailu závisí na plodině, na lokálních podmínkách (svažitost, půdní podmínky), na vývojové fázi plodin (fáze setí, vzcházení versus vzrostlé plodiny), na dotačních podmínkách i ekonomické situaci společností (využití dříve pořízeného detailu nebo sortiment novější).** Aktuální stav problematiky popisují tabulky č. 11 (aktualizovaná vhodnost závlahového detailu pro ČR) a také

tabulka č. 12. (závlahový detail používaný v současné době a očekávaný výhledově pro vybrané plodiny řešené v projektu Centrum voda).

Tabulka 11. Aktualizovaná vhodnost závlahového detailu pro různé druhy plodin v ČR, zdroj REHÁK, 2015

POSTŘÍK		
Pásové zavlažovače	S postřikovačem	mrkev, celer, řepa/mangold, kapusta/zelí, kapusta, květák, kedluben, brambory
	S konzolou	Hlávkový salát, špenát listový, cibule, česnek (málo vody), pór, luštěniny (strukoviny), kukuřice
Pivotové zavlažovače		Kapusta, květák, špenát, cibule, česnek (málo vody), mrkev, brambory, čekanka, ječmen, pšenice, kukuřice, pastviny
Lineární zavlažovače		mrkev, petržel, celer, řepa, kapusta, květák, kedluben, salát, špenát, cibule, česnek, pór, luštěniny (málo vody), kukuřice, chřest
Přenosné rychlospojkové soupravy		Rajčata, paprika, lilek, řepa, kapusta, květák, kedluben, salát, špenát, cibule, česnek, pór, luštěniny
MIKROZÁVLAHA		
Kapková závlaha		Rajčata (skleník), paprika (skleník), okurky, melouny, lilek (skleník), celer, řepa, kukuřice, brambory, sady, chmelnice, vinice, jahody, cibule
Mikropostřik		lilek, mrkev, petržel, celer, řepa, kapusta, květák, kedluben, špenát, česnek, pór, luštěniny

Tabulka 12. Vhodnost závlahového detailu pro vybrané druhy plodin (stav dnes a očekávaný stav 2050)

	Plodina	Vláhová potřeba dle ČSN 75 0434	Závlahový detail dnes	Závlahový detail výhled
1	Rané brambory	2 000 m ³ /ha	Pásový zavlažovač, Kapkový potrubí povrchové	Pivotový ZS, lineár, Kapkový potrubí povrchové/podzemní
2	Sady broskvoně	5 000 m ³ /ha	Kapkový potrubí na drátěnku/povrchové	Kapkový potrubí na drátěnku
3	Česnek	2 000 m ³ /ha	<i>Málo náročný na závlahu</i>	Jemný postřik (pivotový ZS, lineár)
4	Chmelnice	3 300 m ³ /ha	Kapkový potrubí na stropě chmelnicové konstrukce, cca 25 % ploch	Kapkový potrubí na stropě chmelnicové konstrukce/podzemní, cca 40 % ploch, ale zatím nejsou zdroje vody
5	Cibule	2 000 m ³ /ha	Jemný postřik (španělka, pásový zavlažovač s konzolou nízkotlakých	Jemný postřik (pivotový ZS, lineár)

			trysek, pivotový ZS, lineár)	
6	Sady – jabloně	5 000 m ³ /ha	Kapkový potrubí na drátěnku/povrchové	Kapkový potrubí na drátěnku
7	Jahody	3 500 m ³ /ha	Kapkový potrubí povrchové	Kapkový potrubí povrchové
8	Ječmen jarní	2 000 m ³ /ha	Málo náročný na závlahu	Pivotový ZS, lineár
9	Kukuřice	3 200 m ³ /ha	Pásový zavlažovač, kapkový potrubí povrchové, pivotový ZS, lineár	Pivotový ZS, lineár, kapkový potrubí
10	Květák	3 600 m ³ /ha	Pásový zavlažovač, pivotový ZS, lineár	Pivotový ZS, lineár
11	Sady – meruňky	4 500 m ³ /ha	Kapkový potrubí na drátěnku/povrchové	Kapkový potrubí na drátěnku
12	Mrkev	2 000 m ³ /ha	Jemný postřik (španělka, pásový zavlažovač s konzolou NT trysek, pivotový ZS, lineár)	Jemný postřik (pivotový ZS, lineár)
13	Okurky	4 000 m ³ /ha	Kapkový potrubí povrchové	Kapkový potrubí povrchové
14	Papriky	3 400 m ³ /ha	Kapkový potrubí povrchové	Kapkový potrubí povrchové
15	Pšenice ozimá	2 300 m ³ /ha	<i>Málo náročná na závlahu</i>	Pivotový ZS, lineár
16	Řepka ozimá	2 100 m ³ /ha	<i>Málo náročná na závlahu</i>	Pivotový ZS, lineár
17	Sady – třešně	3 500 m ³ /ha	Kapkový potrubí na drátěnku, povrchové	Kapkový potrubí na drátěnku
18	Vinice	stolní 3 100 m ³ /ha, moštové 5 000 m ³ /ha	Kapkový potrubí povrchové/na drátěnku/podzemní, cca 25 % ploch	Kapkový potrubí na drátěnku/podzemní, cca 40 % ploch
19	Vojtěška	4 800 m ³ /ha	Pásový zavlažovač	Pivotový ZS, lineár
20	Zelí	3 900 m ³ /ha	Pásový zavlažovač	Pivotový ZS, lineár
21	Rajčata	2 500 m ³ /ha	Kapkový potrubí povrchové/skleníky (i hydroponie)	Kapkový potrubí povrchové, skleníky (i hydroponie)

Z těchto dat byl následně stanovován ztrátový koeficient k_z pro výpočet potřeby vody pro závlahu, viz tabulka 13. **V závislosti na aktuálně používaném závlahovém detailu (podle zavlažované plodiny), byl přiřazen nejobvyklejší způsob závlahy. Jednotlivým způsobům závlahy pak byl přiřazen ztrátový součinitel k_z podle ČSN 75 0434. Tento součinitel byl v navrženém vzorci pro výpočet ztrát vody na závlahových systémech označen k_2 .**

Tabulka 13. Ztrátový koeficient k_z (dle ČSN 75 0434) pro současné závlahové způsoby

K_2	Závlahový detail současný	Závlahový detail výhledově
1,05	sady – broskvoně, jabloně, meruňky třešně, vinice, jahody, okurky, papriky, rajčata,	Sady – broskvoně, jabloně, meruňky, třešně, vinice, jahody, okurky, papriky, rajčata,
1,15	Chmelnice, cibule, mrkev,	Česnek, chmelnice, cibule, květák, mrkev, pšenice ozimá, řepka ozimá, vojtěška, zelí,
1,25	Vojtěška, zelí,	
1,05/1,25	Rané brambory, kukuřice	
1,15/1,25	květák	
1,05/1,15	Rané brambory	kukuřice

3. Analýza struktury rostlinné výroby

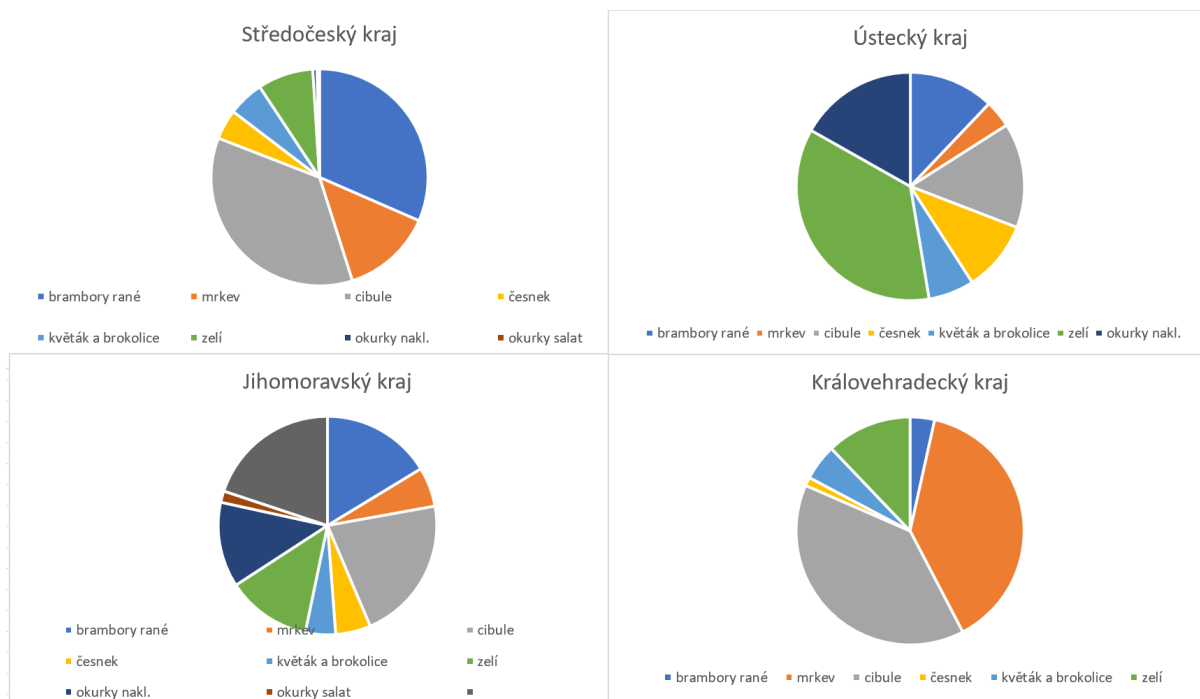
Cílem řešení pracovní skupiny ČVUT v rámci WP1 bylo pokusit se v horizontu roku 2050 nastínit vývoj závlah v České republice. Vyslovit hypotézu jaké budou technologie, zda se zvětší nebo zmenší zavlažovatelná plocha, kolik vodních zdrojů pro zavlažování by bylo potřeba zajistit. Dílčí řešení tak přispívá k celkovému pohledu skupiny (VÚV, ČZU, VŠCHT, Czech Globe, ČHMÚ) na české zemědělství v roce 2050. Po stanovení současných závlahových technologií a očekávaného budoucího trendu bylo nutné namodelovat odhad vláhových potřeb horizontu roku 2050. Bylo potřeba zahrnout jak různé socioekonomické scénáře vývoje ČR, tak i potřebu vody pro závlahy (rostlinnou výrobu) a množství vody pro výrobu živočišnou (potřebu pro dobytek).

Po analýze závlahových technologií bylo nutné stanovit (odhadnout) velikost zavlažované plochy a potenciální strukturu rostlinné výroby, pro kterou bude množství závlahové vody stanovováno. Vzhledem k řadě faktorů, které strukturu rostlinné výroby v daném roce ovlivňují (rotace osevních postupů, dotační politika, komerční situace společnosti, politická a ekonomická situace státu – vývoz/dovoz) bylo nutné vytvořit zjednodušenou metodiku, jak k řešení přistoupit. **Podrobné řešení namodelování vláhových potřeb v časovém měřítku let 2030, 2040, 2050 a prostorovém měřítku (klima, struktura osevních postupů) v gridu 500x500m a následně vše agregovat na ÚPOVy zajišťovalo pracoviště ÚVGZ – Czech Globe.** Obtížnost a časová náročnost podrobného vytvoření těchto podkladů pro výpočet potřeb závlahové vody (ÚVGZ) si vyžádala paralelní, alespoň orientační zjišťování podkladů ze strany ČVUT, aby bylo reálné cíle do roku 2023 předložit. Bylo nutné stanovit alespoň hrubý rámec (lokality, plodiny, podmínky závlahových systémů), pro které budou výpočty prováděny.

V první fázi proto byla zjišťována aktuální struktura (rozdělení) zemědělské obhospodařované půdy na jednotlivé plodiny. Data uvádí Český statistický úřad pro jednotlivé roky od r. 2014, ČSÚ, 2022. Tabulka č. 15 uvádí průměr osevních ploch pro zájmové plodiny za roky 2014–2021. Na obrázku č. 35 jsou pak přehledné grafy pro zastoupení plodin v zemědělsky nejvýznamnějších krajích. Podíl plodin je zobrazen bez vojtěšky, která dosahovala ve všech exponovaných krajích výrazně nejvyšších pěstebních ploch, ale nebývá vzhledem svému hlubšímu kořenovému systému vždy zavlažována.

Tabulka 14. Přehled osevních ploch, průměr 2014–2021. Zdroj dat ČSÚ.

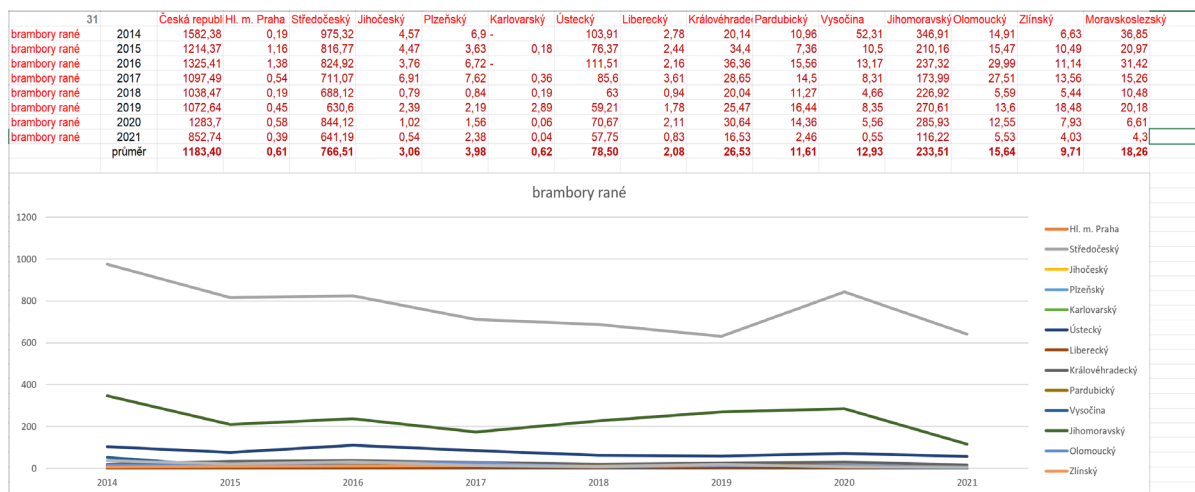
Přehled osevních ploch průměr 2014 - 2021 (ha)																
plodiny		ČR	Praha	Středočeský	Jihočeský	Plzeňský	Karlovarský	Ústecký	Liberecký	Králové- hradecký	Pardubický	Vysočina	JM	Olomoucký	Zlínský	Moravsko- slezský
brambory rané	průměr	1183,40	0,61	766,51	3,06	3,98	0,62	78,50	2,08	26,53	11,61	12,93	233,51	15,64	9,71	18,26
vojtěška	průměr	67097,60	250,42	13452,62	2178,68	4602,67	334,05	4508,10	483,25	5979,67	3960,41	5058,89	12051,35	6018,94	5598,28	2620,27
mrkev	průměr	789,21	0,04	329,43	5,56	4,81	0,20	25,16	0,72	297,06	4,66	7,57	83,72	11,65	6,93	11,72
cibule	průměr	1733,80	0,16	869,94	15,54	7,73	0,13	98,49	0,96	299,42	38,30	3,03	307,24	41,59	36,86	16,43
česnek	průměr	331,88	0,25	108,77	6,22	3,75	0,25	65,20	1,84	9,26	19,54	7,74	74,30	19,12	6,51	9,16
květák a brokolice	průměr	305,33	0,12	129,79	0,55	0,23	0,01	42,04	0,10	39,04	9,95	0,20	64,07	12,99	5,25	1,06
zelí	průměr	1076,06	0,13	201,64	54,01	31,51	0,07	232,40	5,12	92,74	22,88	3,19	179,73	51,59	34,77	166,31
okurky nakl.	průměr	326,37	0,03	15,35	0,74	0,70	0,02	109,11	0,09	3,14	2,81	0,23	180,53	7,21	4,87	1,66
okurky salat	průměr	39,42	0,02	8,80	1,69	0,12	0,01	1,81	0,01	0,38	0,25	0,04	24,16	1,09	0,66	0,45
papriky	průměr	292,18	0,02	1,61	0,35	0,06		1,46	0,04	0,90	0,39	0,08	284,71	1,05	0,53	1,04



Obr. 35. Průměrný podíl zastoupení zemědělských plodin v nejvýznamnějších zemědělských oblastech (mimo vojtěšky) v letech 2014–2021. Zdroj dat ČSÚ.

Výměry jednotlivých plodin byly zobrazeny v detailu jednotlivých krajů i jednotlivých let, s cílem připravit pracovní databázi rozloh plodin pro budoucí výpočty potřeb závlahové vody a zohlednění faktorů jejího dalšího vývoje.

Tabulka 15. Přehled výměr brambor raných pro jednotlivé kraje a roky 2014–2021.



Obr. 36. Vývoj pěstebních ploch brambor raných v letech 2014–2021 podle jednotlivých krajů. Zdroj dat ČSÚ.

4. Scénáře vývoje společnosti pro ČR – období 2030-2050

Množství odebírané závlahové vody pro zemědělské účely závisí mimo klimatických faktorů a technických možností realizace závlah rovněž na politických rozhodnutích a vývoji celé společnosti. Za tímto účelem je možné při predikci budoucích závlah vycházet ze scénářů vývoje společnosti SCENES (poskytnuto koordinátorem projektu, 2020.)

4.1. Scénář preferující udržitelný rozvoj - „Sustainability Eventually“

Je založen na scénáři GEO4 Sustainability First.

V české společnosti budou prosazovány principy udržitelnosti. Místní samosprávy a iniciativy budou hrát významnou úlohu v rozhodování. To vede k vyváženému rozvoji v ekonomické a sociální oblasti spolu s dosažením ekologické stability krajiny a zlepšení životního prostředí jako celku. Politicky a ekonomicky stabilní prostředí České republiky povede k ekonomickému růstu vyjádřenému nárůstem HDP podle vysokého scénáře. Značný podíl na růstu HDP bude mít zejména sektor služeb. Rozvíjejí se tzv. inteligentní sídla. Česká republika se stává jednou z cílových zemí v rámci vnitřní migrace v Evropské unii, zejména z oblastí „chudých na vodu“. Počet obyvatel České republiky se kolem roku 2050 bude pohybovat na úrovni 10–11 mil. obyvatel.

Evropský kontext – Globalizovaná, tržně orientovaná společnost v Evropě se transformuje ve společnost orientovanou na udržitelný rozvoj, ve které lokální iniciativy budou hrát rozhodující úlohu.

Krajina se stává „základní jednotkou“. Vládní iniciativy směřují k dosažení dlouhodobých sociálních a environmentálních cílů. Snaha o dosažení cele řady cílů v praktickém důsledku vede k mnoha kompromisům mezi ekonomickými přínosy, ochranou životního prostředí a sociální oblasti. Postupem času dochází k posunu od cíle ekonomického růstu k sociální a environmentální udržitelnosti. V oblasti vodního hospodářství dochází k diferenciaci mezi „na vodu bohatými“ a na „vodu chudými“ zeměmi, což vede k migraci obyvatel do oblasti s příznivým klimatem. Dojde k posunu k managementu založenému na využití krajiny, který má důsledky zejména na využití území. Přírodní chráněná území (Natura 2000 apod.) jsou lépe řízena a ochrana životního prostředí je implementována do ostatních sektorových politik. Přímé zemědělské dotace jsou postupně zrušeny a nahrazeny politikami zaměřenými na podporu environmentálních služeb v zemědělství.

Dojde ke snížení poptávky po potravinách a zvýšení efektivity zemědělské výroby, což povede k celkovému poklesu výměry orné půdy a pastvin. Změny využívání půdy vedou obecně k větší biologické rozmanitosti. Poptávka po vodě je silně omezena vlivem úsporných opatření a změn v chování společnosti. K roku 2050 je dosaženo rovnováhy mezi potřebami a zdroji vody. Klíčovým nástrojem v měnící se poptávce po vodě se stávají poplatky za vodu.

Analýza scénáře:

- odběry vody podřídit ochraně krajiny
- poplatky za vodu ovlivňují její spotřebu
- ekosystémové funkce krajiny místo zemědělské produkce

Shrnutí pro projekt Centrum Voda:

Charakteristika: dosažení ekologické stability krajiny a zlepšení životního prostředí jako celku. Rozvíjejí se tzv. inteligentní sídla. ČR se stává jednou z cílových zemí v rámci vnitřní migrace v Evropské unii, zejm. z oblastí „chudých na vodu“. Počet obyvatel ČR se kolem roku 2050 pohybuje na úrovni 10–11 mil. obyvatel (Dnes 10,7 mil.).

Důsledky: Snížení poptávky po potravinách a zvýšení efektivity zemědělské výroby vede k **celkovému poklesu výměry orné půdy a pastvin**. K roku 2050 je dosaženo rovnováhy mezi potřebami a zdroji vody. **Klíčovým nástrojem v měnící se poptávce po vodě se stávají poplatky za vodu a rovněž úspory spotřebitelů ovlivněné změnou chování společnosti.**

Závěry pro závlahy: dojde k poklesu výměry orné půdy, závlaha bude využívat zejména úsporné závlahové technologie, poplatky za vodu budou významné. Mělo by dojít k nárůstu počtu obyvatel ČR, zejména migrací ze zemí chudých na vodu. **Zvýšení efektivity zemědělské výroby vyvolá rozšíření moderních závlahových technologií (pivotové zavlažovací stroje, v menší míře i automatizované systémy kapkové závlahy) a důraz na ekologii hospodaření (podpovrchové závlahy, obnovy regulační drenáže).** Pokles výměry orné půdy a poplatky za vodu rovněž způsobí, že nároky na závlahovou vodu budou srovnatelné se současnou dobou (počet obyvatel stoupne, avšak zvýší se efektivita závlah).

4.2. Scénář preferující politická rozhodnutí – „Policy Rules“

Je založen na scénáři GEO4 Policy First.

Vlivem série klimatických událostí (sucho, povodně) dojde ke značným ztrátám na zemědělské produkci, hydrologickému suchu, omezování říční dopravy, energetiky i závlah, zejména na jihu a východě Evropy. Vývoj v České republice je součástí tohoto procesu a je částečně zasažen také. V reakci na sérii klimatických událostí dojde k posilování úlohy centrálních úřadů a Evropské komise. Spolu s tím posilují regulační mechanismy cílící na ochranu životního prostředí a dekarbonizaci ekonomiky. Jsou vynakládány značné prostředky na plnění ekologických limitů a snižování využívání přírodních zdrojů. Dochází ke změně trendu od stěhování do příměstských sub-urbánních zón ke zpětnému stěhování obyvatelstva do městských aglomerací a do venkovských sídel. Počet obyvatelstva ČR stagnuje na úrovni 9,5 až 10,5 mil. obyvatel.

Evropský kontext – vládní politiky jsou dominantní silou určující nejen užívání vody. Vládní a veřejné politiky jsou určovány převážně na úrovni EU, ale významnou, i když menší roli, hrají též národní a provinční vlády. Evropská vláda podporuje silnější koordinaci na úrovni EU, poháněnou částečně **vyššími náklady energií, omezeným přístupem k dodávkám vody, očekávanými dopady změny klimatu a zvyšující se poptávkou po vodě**. Ekosystémové služby se začínají výrazně zhoršovat a obecné povědomí o této skutečnosti je posíleno poznáním, že dopady klimatické změny jsou velmi reálné i po období nejednoznačné variability klimatu a či dokonce ochlazení. Vlády podporující politiky EU využijí příležitosti ke zvýšení povědomí veřejnosti o příčinách a dopadech těchto trendů.

- klimatická změna se projevuje (sucho + povodně)
- centrální řízení na úrovni EU
- využití přírodních zdrojů (odběr vody) a další ekologické limity vynuceny shora

Shrnutí pro projekt Centrum Voda:

Charakteristika: Vlivem série klimatických událostí (sucho, povodně) dochází ke značným ztrátám na zemědělské produkci, hydrologickému suchu, omezování říční dopravy, energetiky i závlah, zejména na jihu a východě Evropy, vývoj v ČR částečně zasažen také. Vynakládány značné prostředky na plnění ekologických limitů a snižování využívání přírodních zdrojů. Dochází ke změně trendu od stěhování do příměstských sub-urbánních zón ke zpětnému stěhování obyvatelstva do městských aglomerací a do venkovských sídel. Počet obyvatelstva ČR se stagnuje na úrovni 9,5 až 10,5 mil. obyvatel.

Důsledky: omezený přístup k dodávkám vody, očekávané dopady změny klimatu a zvyšující se poptávka po vodě. Ekosystémové služby se začínají výrazně zhoršovat

Závěry pro závlahy: obyvatelstvo se bude přesouvat z příměstských zón do měst a na venkov, dojde k úbytku zemědělské půdy. Série suchých období (klimatické události) a politické rozhodnutí omezování závlah vyvolají rozpor. **Závlahové oblasti se posunou do klimaticky vhodnějších pásem. Uvolnění prostoru kolem měst vlivem stěhování obyvatel do měst umožní vybudování zemědělských závlahových systémů v příměstských zónách.** Výsledek bude dosti podobný prvnímu scénáři, jen s tím rozdílem, že v tomto případě je vynucené shora to, co v případě scénáře udržitelného rozvoje fungovalo přirozeně potřebou společnosti (zdola).

4.3. Scénář preferující ekonomický rozvoj - „Economy First“

Je založen na scénáři GEO4 Market First.

V tomto scénáři bude docházet k liberalizaci mezinárodního obchodu a celkové globalizaci ekonomiky celé EU. Česka republika posílí svoji pozici otevřené, proexportně zaměřené ekonomiky. To se projevuje růstem HDP podle scénáře vysokého růstu HDP. Schopnost centrální vlády i evropských institucí účinně regulovat trhy se snižuje, investice do ochrany životního prostředí jsou uskutečňovány pouze na základě ekonomické výhodnosti. Vyšší ceny vody a energii vytvářejí tlak na zavádění šetřících technologií. Počet obyvatelstva zůstává na úrovni 9–10 mil. obyvatel.

V důsledku globalizace a liberalizace světového obchodu dochází k rychlému šíření technologických a obchodních inovací jak v oblasti Evropy, tak i celosvětově. Jsou oslabeny mezinárodní instituce a režimy. Vlády spoléhají především na tržní nástroje (dobrovolné dohody, daňové pobídky) než na právní předpisy. Nadnárodní společnosti diktují ekologické normy/pokrok. **Po letech intenzifikace zemědělství a poklesu extenzivního zemědělství dochází k rozrůstání měst v důsledku stěhování obyvatel z venkova do městských oblastí. Jedním z výsledků je roztržitost zemědělské půdy a přírodních oblastí v blízkosti městských center.** Vzhledem k vysokým ziskům zemědělských farem dochází v některých lokalitách ke konkurenci zemědělského sektoru s dalšími sektory i obcemi v otázce využívání vodních zdrojů. **Stává se běžnou praxí, že mírně předčištěné odpadní vody jsou využívány k závlahám polí.** Průmyslové zemědělství je základem zemědělské produkce v EU. V některých lokalitách dochází vlivem závlah ke vzniku pasivní vodní bilance.

- zákon trhu řídí a vliv vlád a autorit se snižuje
- vlivem intenzifikace zemědělství – závlahy ano (až pasivní vodní bilance)
- konkurence odběrů vody (potřeby zemědělství vs. obce – průmysl)
- transfer moderních technologií

Shrnutí pro projekt Centrum Voda:

Charakteristika: Česká republika posiluje svoji pozici otevřené, proexportně zaměřené ekonomiky. Vyšší ceny vody a energii vytvářejí tlak na zavádění šetřících technologií. Počet obyvatelstva zůstává na úrovni 9–10 mil. obyvatel.

Důsledky: Po letech intenzifikace zemědělství a poklesu extenzivního zemědělství dochází k rozrůstání měst v důsledku stěhování obyvatel z venkova do městských oblastí. Jedním z výsledků je roztržitost zemědělské půdy a přírodních oblastí v blízkosti městských center. Vysoké zisky zemědělských farem, dochází v některých lokalitách ke konkurenci zemědělského sektoru s dalšími sektory i obcemi v otázce využívání vodních zdrojů. Stává se běžnou praxí, že mírně předčištěné odpadní vody jsou využívány k závlahám polí. Průmyslové zemědělství je základem zemědělské produkce v EU. V některých lokalitách dochází vlivem závlah ke vzniku pasivní vodní bilance.

Závěry pro závlahy: intenzifikace zemědělství je utlumována, plocha zemědělské půdy roste a s ní i potřeba závlah. Dochází ke stěhování obyvatel z venkova do měst. **Nejmodernější technologie v oblasti závlah se k nám dostávají ze zahraničí, stimul je ekonomický-cena vody roste!** Vzhledem k vysokým ziskům zemědělských farem a konkurenčnímu boji o vodní zdroje budou pro závlahu zemědělských pozemků využívány mírně předčištěné odpadní vody. Vlivem závlah místy dojde k pasivní vodní bilanci území, **budou zaváděny technologie šetřící vodou.** Proexport umožní rozvoj zemědělské výroby. **Úsporné technologie umožní rozvoj moderních závlahových technologií: rozmach pivotových zavlažovacích strojů, automatizované systémy kapkové závlahy, obnova regulačních drenáží, podpovrchové závlahy...** **Zemědělské společnosti i vybudované farmy budou využívat k závlahám polí odpadní vody a recyklovat závlahovou vodu, čímž může docházet k mírnému poklesu potřeb povrchové a podzemní závlahové vody.** Vlivem klimatické změny (nárůstu teplot a evapotranspirace) však očekáváme situaci srovnatelnou se současnou dobou. Pasivní vodní bilance (převaha výparu nad srážkami) může být řešena podporou rozmanitosti krajiny, precizním zadržováním srážkové vody a umělou dodávkou předčištěné vody do krajiny.

4.4. Scénář preferující bezpečnostní otázky – „Fortress Europe“

Je založen na scénáři GEO4 Safety First.

Hlavními prioritami českých a evropských vlád bude potravinová a energetická nezávislost. Užívání přírodních zdrojů bude podléhat značné regulaci ze strany centrálních úřadů. Počet obyvatelstva České republiky se pohybuje na úrovni 9,5 až 10,5 mil. obyvatel. Úsporná opatření v oblasti užívání vodních zdrojů jsou zaváděna s ohledem na snižující se dostupnost vodních zdrojů, zejména v letních měsících. V důsledku těchto opatření lze u specifických potřeb vody oproti současnému stavu očekávat snížení o cca 10 procent.

Svět se stává stále nestabilnějším v důsledku krizových situací v oblasti energetiky, financí, bezpečnosti, klimatických podmínek atd. Evropa v reakci na tyto vnější hrozby uzavírá své vnější hranice a zaměřuje se na otázky společné bezpečnosti. Potravinová a energetická nezávislost se stávají těžištěm Evropské koalice. Evropská unie dále posiluje, a to zejména v otázkách týkajících se bezpečnosti (obrana, kontrola migrace). Širší politiky EU jsou akceptovány jak představiteli členských zemí, tak obyvatelstvem. V případě nedostatku vody jsou upřednostňovány sektory spojené s bezpečnostními problémy (energetika, potravinářství, pitná voda). Ekologické otázky (zachování minimálních průtoků) mají nejnižší prioritu. Chybějící zdroje mohou být „zakoupeny“ na základě tržních mechanismů. Evropa stále zvyšuje svoji soběstačnost. Klesá mezinárodní obchod, ale obchod v rámci EU stále narůstá. Užívání zdrojů EU (včetně vody) je přísně regulováno. Cílem je využívat zdroje tam, kde dávají nejvyšší

výnos. Společná zemědělská politika je reformována do Bezpečné zemědělské politiky Evropy. To umožní omezení zemědělství v těch oblastech, kde jsou zdroje nadužívány. Tím se zvýší účinnost využívání zdrojů v EU a povede to k rostoucímu důrazu na udržitelné užívání půdy a zdrojů, pokud to nenaruší bezpečnost EU.

- Vše podřízeno bezpečnostním důvodům (potravinová a energetická nezávislost Evropy)
- užívání zdrojů (vody) řízeno/regulováno centrálně
- společná zemědělská politika – vyšší efektivita
- ekologické aspekty nižší prioritou

Shrnutí pro projekt Centrum Voda:

Charakteristika: Potravinová a energetická nezávislost jsou hlavními prioritami českých i evropských vlád. Počet obyvatelstva České republiky se pohybuje na úrovni 9,5 až 10,5 mil. obyvatel. **Úsporná opatření v oblasti užívání vodních zdrojů jsou zaváděna s ohledem na snižující se dostupnost vodních zdrojů, zejména v letních měsících.** V důsledku těchto opatření lze u specifických potřeb vody oproti současnému stavu očekávat snížení o cca 10 procent.

Důsledky: V případě nedostatku vody jsou upřednostňovány sektory spojené s bezpečnostními problémy (energetika, potravinářství, pitná voda). Ekologické otázky (zachování minimálních průtoků) mají nejnižší prioritu. Evropa stále zvyšuje svoji soběstačnost. Klesá mezinárodní obchod, ale obchod v rámci EU stále narůstá. Užívání zdrojů EU (včetně vody) je přísně regulováno. **Cílem je využívat zdroje tam, kde dávají nejvyšší výnos.** Společná zemědělská politika je reformována do Bezpečné zemědělské politiky Evropy. **To umožní omezení zemědělství v těch oblastech, kde jsou zdroje nadužívány.** Tím se zvýší účinnost využívání zdrojů v EU a povede to k rostoucímu důrazu na **udržitelné užívání půdy a zdrojů**, pokud to nenaruší bezpečnost EU.

Závěry pro závlahy: při užívání vodních zdrojů jsou aplikována úsporná opatření, k nedostatku vody dochází zejména v letních měsících. Dochází ke snížení specifických potřeb vody o 10 %. **Zabezpečení potravin je prioritou, ale řízení v rámci EU je pěstovat plodiny tam, kde je dosahován největší výnos. Dojde tedy k omezení zemědělství v oblastech, kde jsou zdroje nadužívány.** Potravinová nezávislost ČR a Evropy vyvolá nárůst zemědělské produkce a růst výměry zavlažované plochy. **Úspory ve využívání vodních zdrojů mohou být řešeny využíváním mírně předčištěné odpadní vody pro závlahu a její umělou dodávkou do krajiny.** Bezpečná zemědělská politika Evropy posune zemědělství do klimaticky vhodnějších oblastí a pro jižní státy může také znamenat mírnější pokles výměry orné půdy a snížení nároků na závlahovou vodu. Centrálně řízená evropská společnost má za priority nezávislost (mimo jiné i potravinovou). U nás bude záležet na klimatickém vývoji, kam budeme spadat. Celkově se bude dbát na efektivitu, „přesné“ zavlažování s minimem ztrát.

4.5. Scénáře shrnutí

Celkově, za všechny 4 scénáře je možné paradoxně (ale možná celkem logicky) vidět stejný vývoj, jen příčiny a okolnosti jsou možná jiné. To však z pohledu predikce budoucího vývoje není příliš podstatné. Hlavní předpoklady vyplývající ze scénářů pro budoucnost zemědělských závlah jsou následující:

- **potřeba vody na závlahy vzroste** (spolu s teplejším klimatem)
- konkurenční příčiny využití/odběru vody (energetika, doprava, průmysl a další) budou rovněž zvyšovat nároky, může tedy velmi pravděpodobně nastat nedostatek
- bude se zvyšovat tlak na vyšší efektivitu spotřebované vody (limity, cena vody, dostupnost). Je tedy nutné orientovat se na **plošně a časově přesně distribuovanou závlahu podle místních podmínek (kapková závlaha, podzemní zdroje, skleníky a akvakultury)**. Efektivní množství vody pro plodiny se budou s ohledem na okolní podmínky měnit, závlahové množství bude třeba průběžně upravovat.
- **Jako zdroje závlahové vody je třeba uvažovat různé možnosti.** S ohledem na místní dostupnost se bude zavlažovat, čím jen to půjde. Kromě zásob povrchových vod je třeba uvažovat rovněž vodu podzemní, srážkovou či přečištěnou šedou odpadní vodu. Vždy podle toho, jaké zdroje budou v dané lokalitě v potřebném množství k dispozici a ekonomicky nejvýhodnější. Zejména v případě vod podzemních je třeba být velmi opatrný a zdroje šetřit pro důležitější využití.

5. Analýza odběrů závlahové vody

Z pohledu odběru vody je zásadní, jaké je využití odebírané vody, jaký je zdroj vody a jaká je v dané lokalitě její dostupnost (zásoba). Na základě porovnání s limity odběru v dané oblasti je možné uvažovat o potenciálním navýšení odběrů pro zemědělství, a tedy i o rozvoji závlah dle platné legislativy.

5.1. Charakteristika databáze odběrů povrchových a podzemních vod VÚV TGM

Podle zpracování databáze odběrů z povrchové a podzemní vody pro závlahy za roky 2014–2020 od VÚV TGM lze v současné době říci, že odběry závlahové vody, které slouží k doplnění vláhového deficitu rostlin jsou v ČR zabezpečeny a průměrně dosahují cca 30 % povolených hodnot. K překračování povolených odběrů místy dochází, zejména na malých tocích, (např. Bakovský potok v povodí Berounky, který byl řešen v roce 2015 i 2020, viz dále). Často ale tyto hodnoty nelze jednoznačně klasifikovat. Uvedená databáze se totiž stále vyvíjí, a v zápisech mohou být chyby a nepřesnosti, viz tabulka 16.

Při vyhodnocování je vždy nutné zkontrolovat platnost povolení odběru vod, aby bylo aktuální, neboť vydaná povolení se mohou měnit v čase. Občas bývá uživateli nepřesně nahlášena velikost odběru (jednotky), nebývá přesný ani výpočet spotřeby vody z měření elektrické energie. Tyto skutečnosti byly v rámci analýz konzultovány s odpovědnými pracovníky na Povodí Vltavy a Ohře, kteří o komplikacích ví a postupně pracují na jejich odstranění.

Složitější situace bývá u odběrů podzemních vod, neboť jejich stanovování je z databáze komplikovanější. U podzemních vod je často nejistota uvedeného povoleného množství, protože databáze nemusí obsahovat všechna platná rozhodnutí (vzhledem ke komplikované struktuře). Uvedený odběr v databázi tvoří třeba několik vrtů, každý s jiným množstvím povoleného odběru. Navíc odběry podzemních vod často nejsou využívány pouze pro závlahy. Komplexní přístup k evidenci odběrů povrchové vody zahrnuje především zajištění minimálního zůstatkového průtoku v toku. Zatím nebyl podán požadavek pro přísnější kontrolu dodržování odběrů (toto nebyl smysl vzniku databáze, kterou VUV spravuje). Odběry proto nejsou striktně rozděleny pro jednotlivé účely, viz. Tabulka 16. Na nadlimitní odběr je uživatel upozorněn a dále se situace řeší prostřednictvím správního řízení, nebo, pokud je potenciál, je výše odběru upravena (navýšena).

V Tabulce 17 je pak ukázáno, jakou metodikou byl v jednotlivých ÚPOVech vyhodnocován potenciál využití povoleného množství závlahové vody (možnosti navýšení závlahového odběru). Vyhodnocení je rámcové, neboť výše byly uvedeny nejistoty do výpočtu vstupující. Metodika si kladla za cíl, podat náhled na potenciální možnost rozšíření zavlažovaných ploch. Je jisté, že je omezena budoucí garance odběrů závlahové vody novelou Vodního zákona 254/2001 Sb. o vodách a o změně některých zákonů. Tzv. Suchá novela Vodního zákona zahrnuje i podmínky zvládání sucha. V paragrafu 87 odstavce a) až m), [10] stanovují pořadí omezování odběrů vody při vyhlášení stavu nedostatku vody – omezovány budou postupně od nejvýznamnějších k méně významným, kde je vidět, že závlaha je v poměrně předních omezujících opatřeních:

- a) Infrastruktura
- b) Obyvatelstvo
- c) Živočišná výroba
- d) Hospodářské využití (závlaha apod.)
- e) Ostatní

Naopak pokud je volný potenciál vodního zdroje, může dojít k úpravě (navýšení) povoleného odběru. Odběry pod Vltavskou kaskádou jsou většinou zabezpečeny, voda zde bude i v případě klimatické

Tabulka 16: Příklad chybějících dat o vodoprávně povoleném měsíčním limitu odběru vody, PETŘÍČKOVÁ, 2023

ID odběru	Uživatel	Vodoprávně povolený měsíční limit odběru [m ³]	Množství odebrané vody [m ³]											
			Leden	Únor	Březen	Duben	Květen	Červen	Červenec	Srpen	Září	Říjen	Listopad	Prosinec
530682	ARBOEKO - Smržice, studny	6 111	0	0	1 272	1 583	2 713	2 697	1 421	1 566	1 704	442	0	0
141021	GOLF RESORT KARLŠTEJN Karlštejn	0	0	0	13 226	0	19 193	15 033	2 865	0	0	0	0	0
141025	BT Golf Vysoký Újezd závlahy	53 570	0	0	0	12 796	0	16 349	10 129	0	0	0	0	0
120217	EKOFRUKT Slaný Blahotice	10 000	0	0	0	1 105	1 338	1 962	1 285	480	0	0	0	0
120051	Sport Hostivař Horní Měcholupy	0	2 548	2 302	2 548	2 466	2 548	2 548	2 548	2 466	2 466	2 548	2 465	2 547

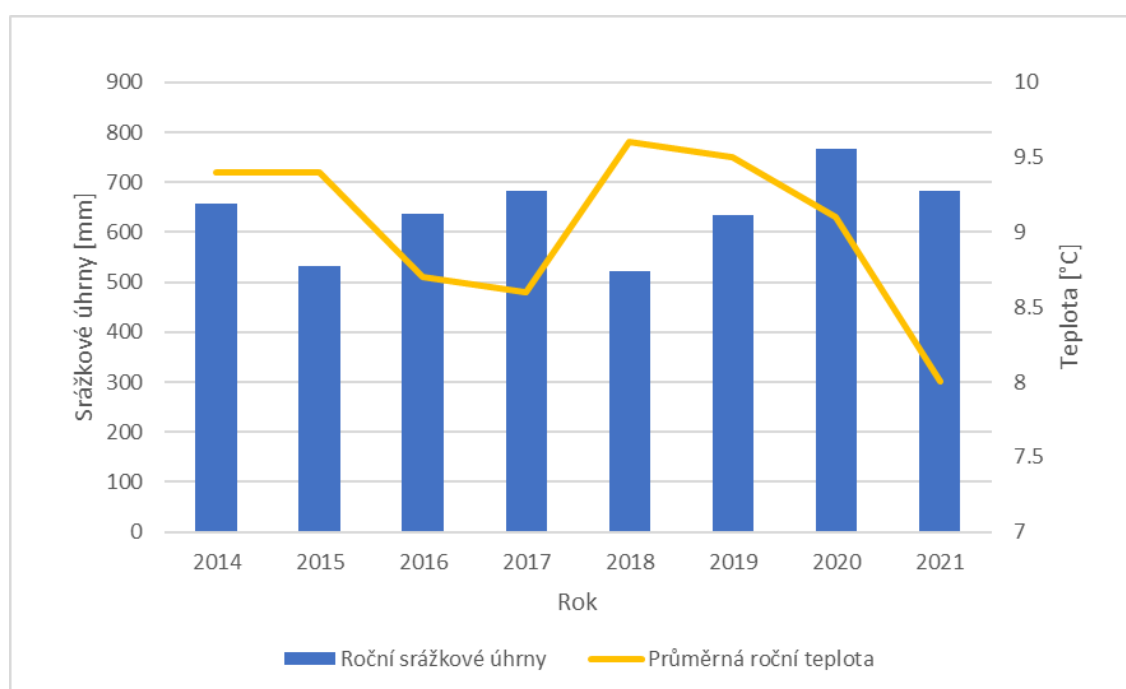
Tabulka 17: Ukázka výpočtu povoleného měsíčního limitu a měsíčních odběrů vody pro útvar povrchové vody, PETŘÍČKOVÁ, 2023

ID odběru	ID ÚPOV	Vodoprávně povolený měsíční limit odběru [m ³]	Množství odebrané vody [m ³]												Rok
			Leden	Únor	Březen	Duben	Květen	Červen	Červenec	Srpen	Září	Říjen	Listopad	Prosinec	
140524	BER_0170	1 040	0	0	300	200	300	1 200	600	700	300	200	0	0	2017
140719	BER_0170	2 000	0	0	135	0	1 440	2 250	1 890	1 260	675	360	0	0	2017
140525	BER_0170	1 860	27	24	73	29	654	1 932	3 064	2 658	1 016	520	449	471	2017
Celkem BER_0170		4 900	27	24	508	229	2 394	5 382	5 554	4 618	1 991	1 080	449	471	

změny. Odlišná situace je na Horním toku Vltavy, kde jsou ale spíše malé odběry. Nejvýznamnější jsou odběry Vraňany, Vltava III., Vltava VI pro podnik Povodí Vltavy. Povodí Labe má odběry vyšší, Dyje nejvyšší, viz tabulky a obrázky dále, PETŘÍČKOVÁ, 2023.

5.2. Vyhodnocení podílu povrchových a podzemních vod

Kromě potenciálu navýšení odběru závlahové vody databáze umožňuje řadu dalších vyhodnocení. Obrázek 37 ukazuje návaznost velikosti odebírané vody pro závlahu na klimatické podmínky. Například v roce 2021 bylo pravidelnými ročními odběrateli odebráno nejméně závlahové vody, neboť byla nejnižší průměrná roční teplota za sledované období a roční srážky naopak jedny z největších. Podrobnější údaje jsou v Tabulce č. 18. a rozlišují množství odebrané v jednotlivých letech i odběr z vod povrchových nebo podzemních, PETŘÍČKOVÁ, 2023.



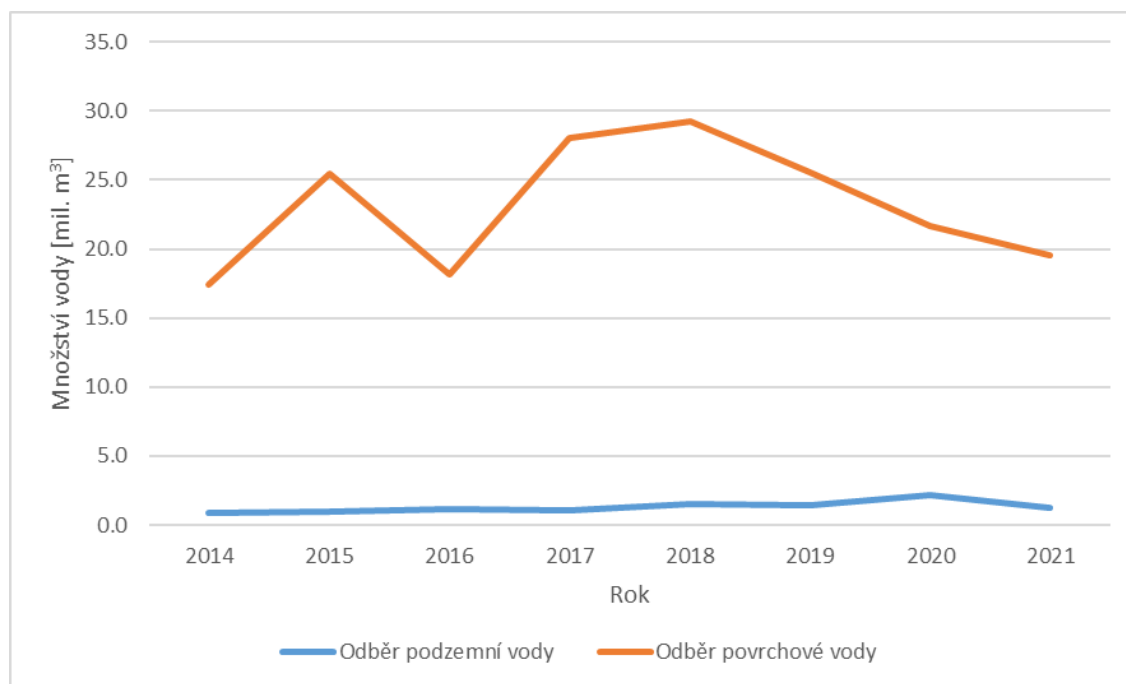
Obr. 37: Klimatické podmínky ČR (zdroj dat ČHMÚ)

Tabulka 18. Závlahové odběry z podzemních a povrchových vod (redukováno podmínkou závlahového odběratele), PETŘÍČKOVÁ, 2023

	Rok							
	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021
Odběr závlahové vody [mil.m ³]	18.3	26.4	19.4	29.1	30.8	27.0	23.8	20.8
Podzemní voda								
Odběr [mil.m ³]	0.9	1.0	1.2	1.1	1.6	1.5	2.2	1.2
Počet odběratelů	62	67	78	82	87	101	101	94
Množství na 1 odběratele [tis.m ³]	14.0	14.6	15.1	13.0	17.8	14.5	21.7	13.2
Povrchová voda								
Odběr [mil.m ³]	17.4	25.4	18.2	28.0	29.2	25.6	21.6	19.6
Počet odběratelů	159	191	190	193	192	208	199	192
Množství na 1 odběratele [tis.m ³]	109.6	133.1	95.6	145.2	152.2	123.0	108.7	101.9

Roční množství odebrané vody z podzemních a povrchových vod ukazuje, že voda pro účely závlah byla za řešené období odebírána především z povrchových vod. Z vod podzemních bylo ve všech letech odebíráno méně než 10 % z celkového množství. Hodnoty jsou opět zatíženy úpravou hodnot databáze pro závlahové odběratele, tj. zahrnut byl pouze ten záznam, kde závlahový odběr tvořil více než 50 % veškerých odběrů. Za období 2014-2021 bylo průměrné roční množství odebrané vody 24,5 mil. m³ a průměrné množství připadající na jednoho odběratele 88 400 m³. Od maximálního množství odebrané vody pro závlahu 30,8 mil. m³ v roce 2018 se odběry vody postupně snižovaly viz obr. 38. Nejvíce vody využité pro závlahu, přepočteno na jednoho odběratele, se odebralo v letech 2015 a 2018, kdy byly roční srážkové úhrny malé a průměrné roční teploty vyšší. Zajímavé je, že mezi vysoké hodnoty patří i rok 2017, kdy byly klimatické podmínky podobné roku 2016, ale přesto roční odběr pro rok 2017 byl větší téměř o 10 mil. m³. Důvodem tohoto rozdílu mohl být např. nárůst počtu odběratelů, PETŘÍČKOVÁ, 2023.

Z podzemní vody bylo odebráno průměrně 1,3 mil. m³ za rok, z vod povrchových 23,1 mil. m³. Množství vody přepočtené na jednoho odběratele bylo vypočteno jako podíl odběru vody a počtu odběratelů. Průměrné odběry, přepočtené na jednoho odběratele, jsou z vody podzemní 15 500 m³ a z vod povrchových 121 200 m³. Zatímco u vod povrchových jsou hodnoty rozkolísané viz obr. 38, tak u vod podzemních jsou výkyvy hodnot menší. Od roku 2018 mají hodnoty odběrů z vod povrchových klesající trend, ale u vod podzemních tomu tak není, PETŘÍČKOVÁ 2023.



Obrázek 38. Množství odebrané vody z povrchových a podzemních vod (podmínka závlahového odběratele), PETŘÍČKOVÁ, 2023

5.3. Vyhodnocení podle druhu zavlažované plochy

Ve zdrojové databázi je uveden číselný kód, podle kterého je možné určit druh zavlažované plochy, viz Tabulka 19. Tento kód se však postupem let mění a nebyl uveden u všech záznamů odběrů vody. Do roku 2016 se navíc používal jiný číselný systém kódu viz ukázka v tabulce 20.

Tabulka 19. Druhy zavlažovaných ploch podle kódu uvedeném v databázi od r. 2016, PETŘÍČKOVÁ, 2023.

Popis	Kód
závlahy	260340
závlahy zelenina	260341
závlahy drnový fond (louky a pastviny)	260342
závlahy sportoviště	260343
závlahy golfová hřiště a odpaliště	260344
závlahy chmelnice	260345
závlahy sady	260346
závlahy vinice	260347
závlahy lesní školky	260348
závlahy ve správním území Povodí Labe	260350
závlahy Dolní Labe	260351
závlahy SL: Brandýs n.L. - ústí Vltavy	260352
závlahy v povodí Jizery	260353
závlahy SL: Pardubice – Brandýs n.L.	260354
závlahy v povodí Labe nad Pard. a Chrudimka	260355
závlahy ve správním území Povodí Ohře	260360
závlahy ve správním území Povodí Vltavy	260370
závlahy ve správním území Povodí Odry	260380
závlahy ve správním území Povodí Moravy	260390

Tabulka 20. Ukázka změny kódu druhu závlah během let 2009–2022, PETŘÍČKOVÁ, 2023.

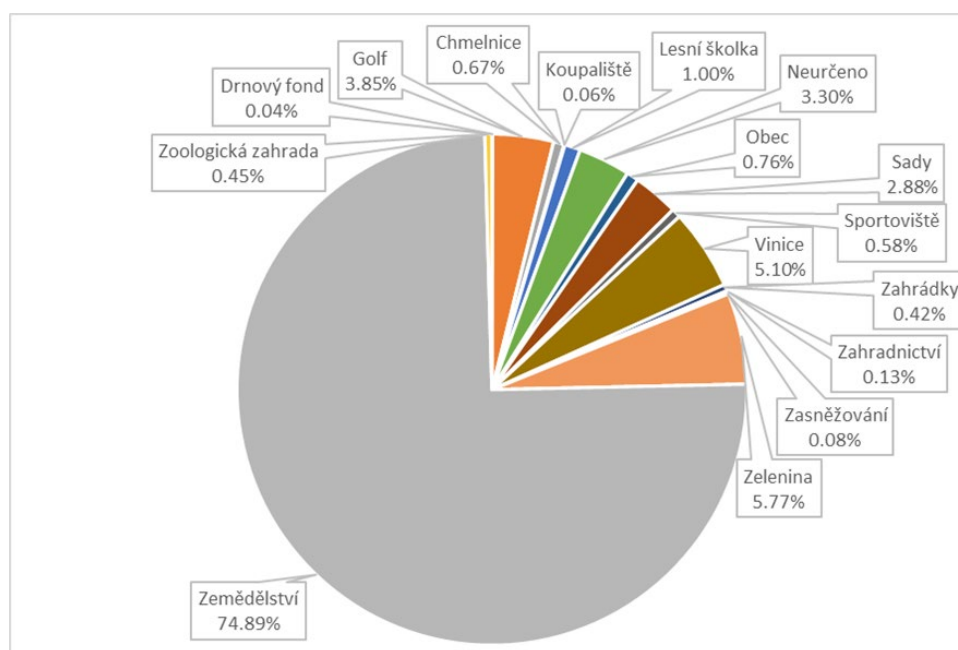
ID odběru	Uživatel	Kód	Rok
141025	BT Golf Vysoký Újezd závlahy	40404	2014
141025	BT Golf Vysoký Újezd závlahy	40404	2015
141025	BT Golf Vysoký Újezd závlahy	40404	2016
141025	BT Golf Vysoký Újezd závlahy	260340	2017
141025	BT Golf Vysoký Újezd závlahy	260340	2018
141025	BT Golf Vysoký Újezd závlahy	260344	2019
141025	BT Golf Vysoký Újezd závlahy	260344	2020
141025	BT Golf Vysoký Újezd závlahy	344	2021

Z důvodu neúplných a nejasných informací byly na základě kombinace využití číselného kódu (viz tab. 20) a informace o druhu závlahy vyplývající z názvu uživatele, vytvořeny nové kategorie zavlažovaných ploch: **drnový fond, golf, chmelnice, koupaliště, lesní školka, obec, sady, sportoviště, vinice, zahrádky, zahradnictví, zasněžování, zelenina, zemědělství, zoologická zahrada a neurčeno**. V tabulce 21 je pak vidět přehled ročního množství odebrané závlahové vody podle těchto kategorií zavlažovaných ploch, PETŘÍČKOVÁ, 2023. Kategorie zelenina byla vytvořena s ohledem na názvy podniků, které neuváděly specifikaci pěstovaných plodin.

Tabulka 21. Roční množství odebrané závlahové vody dle kategorií zavlažovaných ploch, PETŘÍČKOVÁ, 2023.

Druh zavlažované plochy	Množství odebrané vody [m ³]								Průměrné množství odebrané vody 2014-2021	
	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	[m ³]	[%]
Drnový fond	8 766	17 600	6 395	5 999	11 941	15 902	11 338	10 030	10 996	0.04
Golf	731 651	978 723	924 758	920 264	1 225 576	1 138 057	929 360	683 374	941 470	3.85
Chmelnice	19 866	44 575	101 079	165 473	331 549	294 767	289 121	68 010	164 305	0.67
Koupaliště	4 300	17 809	18 435	10 350	20 774	24 271	16 556	1 647	14 268	0.06
Lesní školka	181 159	233 601	229 677	240 697	311 585	264 968	253 566	241 994	244 656	1.00
Neurčeno	966 862	943 224	699 049	720 099	964 860	840 680	716 566	606 791	807 266	3.30
Obec	102 965	91 960	713 132	141 946	148 188	125 545	77 396	89 898	186 379	0.76
Sady	480 223	900 499	573 260	578 870	902 449	766 358	790 784	648 444	705 111	2.88
Sportoviště	75 936	84 124	116 342	120 189	238 173	193 627	173 731	140 017	142 767	0.58
Vinice	691 659	1 539 388	948 891	1 388 144	1 775 145	1 310 623	1 173 560	1 152 982	1 247 549	5.10
Zahrádky	66 720	90 593	97 551	84 194	131 745	114 419	151 071	84 412	102 588	0.42
Zahradnictví	22 449	34 239	30 772	22 749	31 745	44 614	30 536	46 619	32 965	0.13
Zasněžování	4 600	13 500	5 600	39 181	39 485	29 949	0	21 006	19 165	0.08
Zelenina	945 465	1 536 341	1 438 623	1 224 979	1 930 131	1 814 737	1 390 092	1 020 602	1 412 621	5.77
Zemědělství	13 989 125	19 872 050	13 455 899	23 425 315	22 693 960	20 063 431	17 082 659	15 988 622	18 321 383	74.89
Zoologická zahrada	0	0	0	0	7 760	7 520	745 501	7 245	109 718	0.45

V tabulce jsou zeleně označené kategorie, které tvořily v průměru největší odběry závlahové vody za sledované období (více než 1 % nebo právě 1 % z celkového průměrného množství). Je patrné, že jednoznačně nejvíce vody závlahovými odběrateli bylo průměrně odebíráno pro zemědělství, průměrný odběr tvořil téměř 75 % z celkového průměrného množství spotřebované závlahové vody, viz obr 39. Dále se mezi největší množství odebrané závlahové vody řadí odběry pro kategorie zelenina, vinice, golf, neurčeno, sady a lesní školka. Nejméně vody v průměru za sledované období se odebíralo pro kategorie drnový fond, koupaliště, zasněžování, PETŘÍČKOVÁ, 2023.

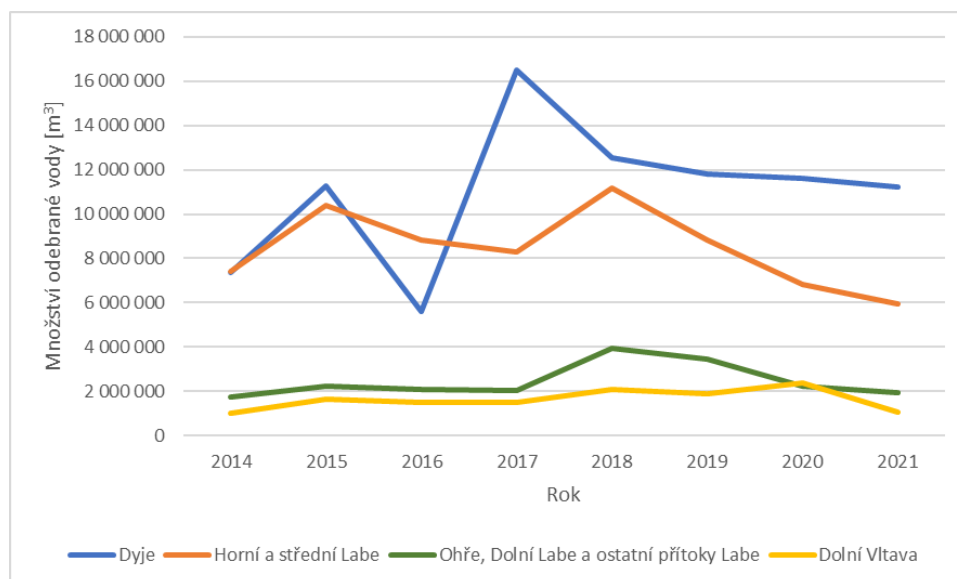


Obrázek 39 Průměrné množství odebrané vody v letech 2014-2021 dle kategorií zavlažované plochy (podmínka závlahového odběratele viz kapitola), PETŘÍČKOVÁ, 2023.

5.4. Vyhodnocení závlahových odběrů podle dílčích povodí

Jak již bylo uvedeno, databáze podniků Povodí spravovaná VÚV TGM přehledně zobrazuje odebraná množství vody jednotlivými podniky Povodí. Z „vyčištěné“ databáze byly vypočteny podíly dílčích povodí, viz. Tabulka 22. **Bylo zjištěno, že nejvíce vody bylo průměrně za roky 2014-2021 odebíráno v dílčím povodí Dyje. Průměrný roční odběr tvořil 45 % z celkového průměrného množství odebrané vody.** V množství odebrané vody v dílčím povodí Dyje byly velké rozdíly v letech 2015, 2016, 2017. V roce 2016 klesla spotřeba vody téměř o 6 mil. m³ a v roce 2017 naopak vzrostla o více než 10 mil. m³. K velkým rozdílům spotřeby vody došlo u největších odběratelů na dílčím povodí Dyje viz Tabulka 23. Pro Závlahy Dyjákovice se odběr v roce 2016 snížil zhruba o 4 mil. m³ a v roce 2017 narostl o zhruba 3 mil. m³. Odběr pro SPÚ nebyl do roku 2016 evidován a roce 2017 bylo množství odebrané vody přes 6 mil. m³, PETŘÍČKOVÁ, 2023.

Pro lepší grafické znázornění vývoje odběrů závlahové vody byla dílčí povodí rozdělena na dvě skupiny. Hranice rozdělení byla určena 2 % průměrného množství odebrané vody. Na územích dílčího povodí Horního a středního Labe, dílčího povodí Ohře, Dolního Labe a ostatních přítoků Labe a dílčího povodí Dolní Vltavy nedošlo k tak velkým výkyvům jako na dílčím povodí Dyje, viz obr. 40. K velkému nárůstu množství odebrané vody došlo na dílčím povodí Horní Vltavy v roce 2016 viz *Obrázek 14*. Tento výkyv byl způsoben odběrem Národního památkového ústavu Hluboká, který byl dle databáze 546 000 m³ za rok. Neobvykle vysoký odběr vody pro závlahu v roce 2014 v porovnání s ostatními roky byl také na dílčím povodí Horní Odry. V tomto roce byl evidován odběr vody pro OKD – Golf park Darkov, který byl 135 000 m³, v ostatních letech není tento uživatel v databázi zapsán. Z informací poskytnutých podnikem Povodí Vltavy (konzultace ve státním podniku Povodí Vltavy dne 15.5.2023, Ing. Nesládková) vyplývá, že je možné, že právě tyto neobvyklé záznamy jsou zatíženy chybou (chybné odečtení jednotek, chybné uvedení délky období nebo nepřesnost výpočtu spotřeby vody z měření elektrické energie).



Obrázek 40 Vývoj množství odebrané vody v dílčích povodích, jejichž průměrné roční množství odebrané závlahové vody tvořilo více než 2 % z celkové průměrné roční spotřeby vody pro závlahu, PETŘÍČKOVÁ, 2023.

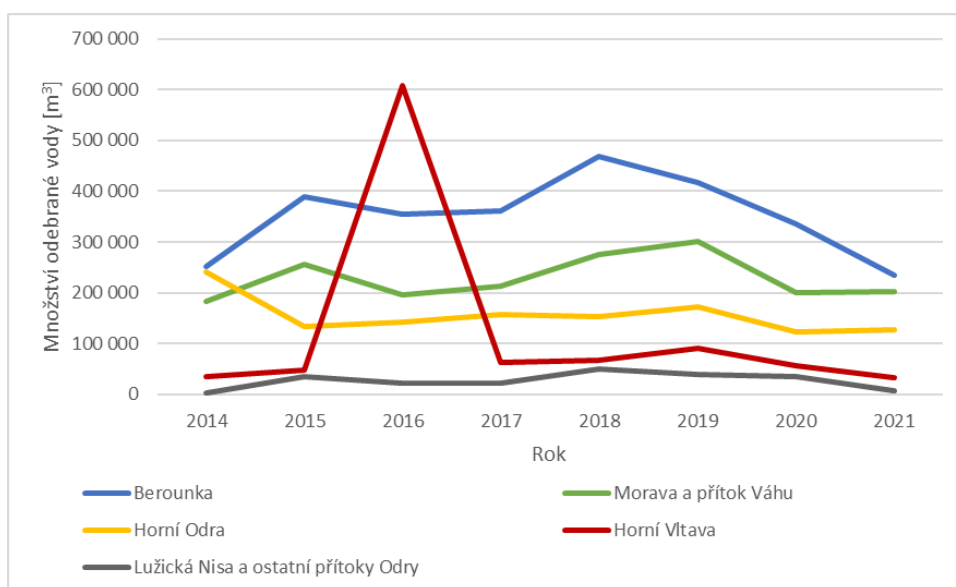
Tabulka 22. Roční odběry závlahové vody v dílčích povodích, PETŘÍČKOVÁ, 2023.

Dílčí povodí	Roční množství odebrané vody [m ³]										Průměrné množství odebrané vody 2014-2021	
	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	[m ³]	[%]		
Dyje	7 383 865	11 259 031	5 613 944	16 476 691	12 555 224	11 830 558	11 627 351	11 244 658	10 998 665	45,0		
Horní a střední Labe	7 415 601	10 404 754	8 826 719	8 283 569	11 165 418	8 822 251	6 823 877	5 967 377	8 463 696	34,6		
Ohře, Dolní Labe a ostatní přítoky Labe	1 765 056	2 241 596	2 086 725	2 028 280	3 948 127	3 476 967	2 235 371	1 937 351	2 464 934	10,1		
Dolní Vltava	1 010 455	1 632 431	1 509 108	1 482 036	2 081 732	1 895 087	2 394 468	1 059 010	1 633 041	6,7		
Berounka	252 676	389 160	355 690	362 184	468 921	417 213	336 254	234 668	352 096	1,4		
Morava a přítok Váhu	182 481	255 541	196 429	212 530	275 719	302 030	200 741	202 715	228 523	0,9		
Horní Odry	242 087	133 396	141 727	157 519	152 842	173 366	122 107	127 757	156 350	0,6		
Lužická Nisa a ostatní přítoky Odry	35497	48047	607104	64075	66719	91673	56693	32073	125 235	0,5		
Ostatní přítoky Dunaje	4028	34268	22017	21565	50364	40323	34975	8111	26 956	0,1		
	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,0		

Pozn.: Na území spadajícím do dílčího povodí ostatních přítoků Dunaje nebyly zaznamenány žádné závlahové odběry (podmínka závlahového odběratele viz kapitola **Chyby / Nenaizen zdroj odkazů**).

Tabulka 23. Množství odebrané vody největšími odběrateli v dílčím povodí Dyje, PETŘÍČKOVÁ, 2023.

ID odběru	Uživatel	Roční množství odebrané vody [m ³]									
		2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021		
512521	Závlahy Dyjakovice - kanál K-H	4 503 169	7 161 346	3 074 656	6 180 219	5 364 464	4 962 186	4 374 675	4 017 736		
519542	SPU CCOO - centrální odběrný objekt (do K7)	0	0	0	6 375 000	2 710 000	2 850 000	4 030 000	4 140 000		



Obrázek 41 Vývoj množství odebrané vody v dílčích povodích, jejichž průměrné roční množství odebrané závlahové vody tvořilo méně než 2 % z celkové průměrné roční spotřeby vody pro závlahu, PETŘÍČKOVÁ, 2023.

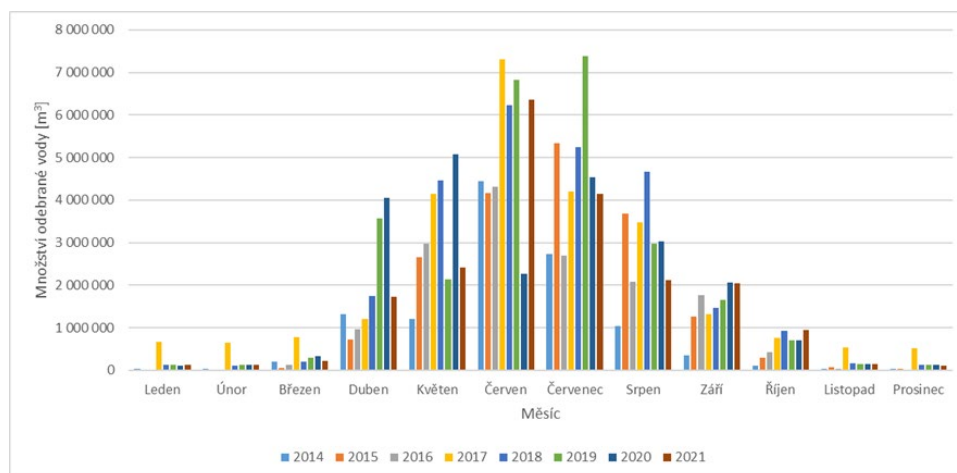
5.5. Stanovení nevyužitých množství odebrané vody.

Z databáze závlahových odběratelů byly následně vyhodnocovány i nevyužitá množství vody do povolených limitů. Informace o vodoprávně povoleném měsíčním limitu odběru vody (dále jen limit) chyběla u 327 odběratelů, a proto tyto údaje opět musely být z dalšího vyhodnocení vyloučeny. Zbylých 1 869 záznamů bylo rozděleno podle konkrétního roku a sloučeno podle toho, ke kterému útvaru povrchové vody náleží. Ukázka zjednodušeného výpočtu „limitu“ a měsíčních odběrů vody pro celé ÚPOV byla uváděna například v tabulce č. 17. Databáze pro porovnání odběrů s povoleným limitem měla finálně 988 záznamů a ukázka překročených odběrů je uvedena v tabulce 24. Ukázka stanovení míry využití limitu je vidět z tabulek 25 a 26, PETŘÍČKOVÁ, 2023.

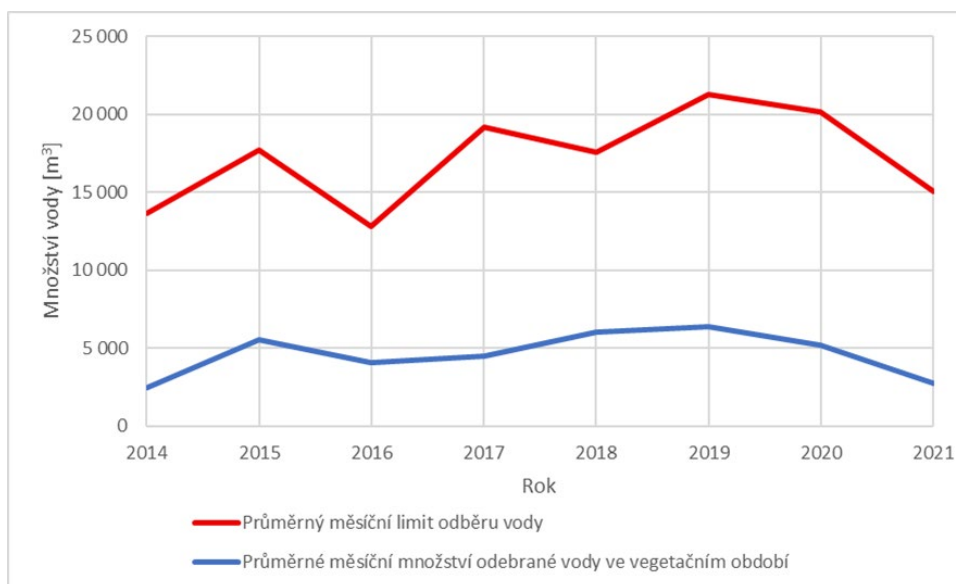
Tabulka 24. Ukázka překročení povoleného měsíčního limitu odběru vody v útvaru povrchových vod, PETŘÍČKOVÁ 2023.

ID ÚPOV	Měsíc	Vodoprávně povolený měsíční limit odběru [m ³]	Množství odebrané vody [m ³]	Nevyužitá množství odebrané vody [m ³]
OHL_0770	Leden	2 000	0	2 000
	Únor	2 000	0	2 000
	Březen	2 000	130	1 870
	Duben	2 000	1784	216
	Květen	2 000	1415	585
	Červen	2 000	5137	-3 137
	Červenec	2 000	4033	-2 033
	Srpen	2 000	2564	-564
	Září	2 000	1347	653
	Říjen	2 000	202	1 798
	Listopad	2 000	0	2 000
	Prosinec	2 000	0	2 000

U vyhovujících ÚPOV, kde nebyly překračovány povolené limity byla vyhodnocena míra jejich využití v měsících duben až říjen. V měsících duben až říjen bylo dle očekávání odebíráno nejvíce závlahové vody za řešené období, viz obr. 42. Využití povoleného limitu bylo zpracováno i pro ostatní dílčí povodí, viz obrázky 43-47. Modře je vždy označen největší nadlimitní odběr, k překročení „limitu“ během let opakovaně (zeleně označené buňky v Tabulce 23), PETŘÍČKOVÁ, 2023.



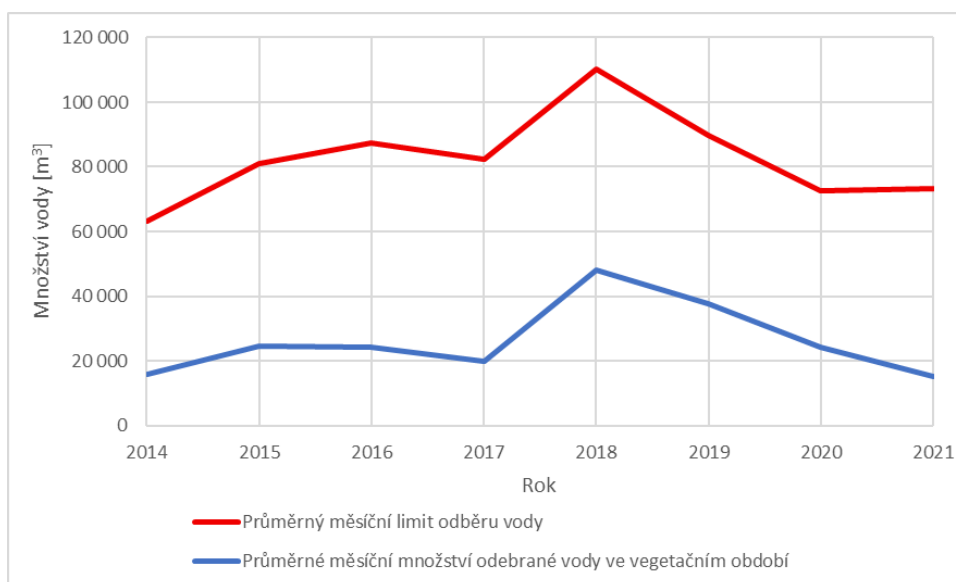
Obrázek 42 Množství odebrané vody v jednotlivých měsících, PETŘÍČKOVÁ, 2023.



Obrázek 43. Vývoj limitu odběru vody a průměrného množství odebrané vody ve VO v dílčí povodí Berounky, PETŘÍČKOVÁ, 2023.

Tabulka 25. Využití limitu odběru ve VO v dílčí povodí Berounky, PETŘÍČKOVÁ, 2023

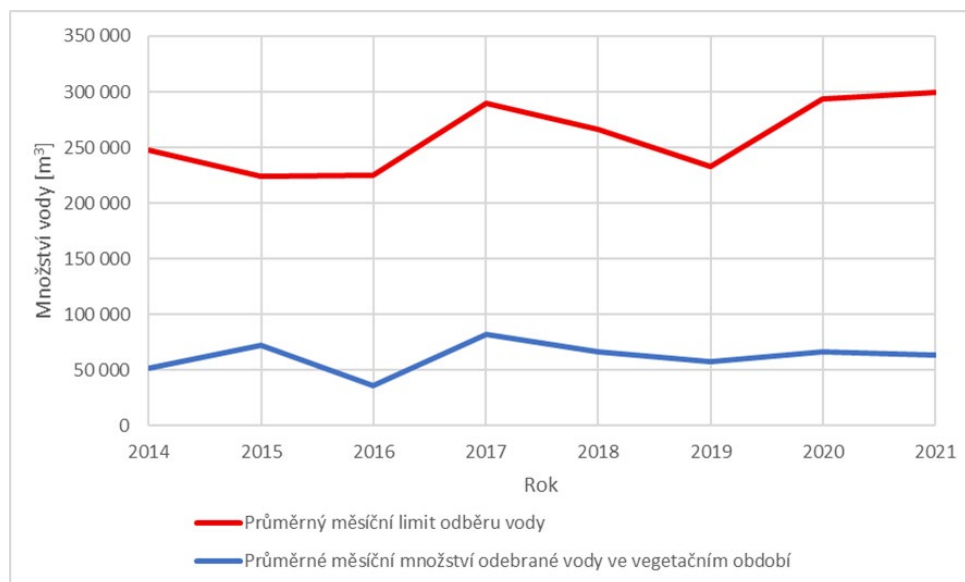
	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021
Průměrný měsíční limit odběru vody pro závlahy [m³]	13 625	17 736	12 817	19 152	17 565	21 288	20 139	15 085
Průměrné měsíční množství odebrané vody ve vegetačním období [m³]	2 490	5 510	4 065	4 522	6 000	6 400	5 167	2 725
Využití limitu ve vegetačním období [%]	18.3	31.1	31.7	23.6	34.2	30.1	25.7	18.1



Obrázek 44. Vývoj limitu odběru vody a průměrného množství odebrané vody ve VO v dílčí povodí Dolní Vltavy, PETŘÍČKOVÁ, 2023

Tabulka 26. Využití limitu odběru ve VO v dílčím povodí Dolní Vltavy, PETŘÍČKOVÁ, 2023

	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021
Průměrný měsíční limit odběru vody pro závlahy [m ³]	63 173	81 112	87 527	82 471	110 298	89 783	72 527	73 111
Průměrné měsíční množství odebrané vody ve vegetačním období [m ³]	15 880	24 545	24 189	19 911	48 051	37 625	24 185	15 239
Využití limitu ve vegetačním období [%]	25.1	30.3	27.6	24.1	43.6	41.9	33.3	20.8



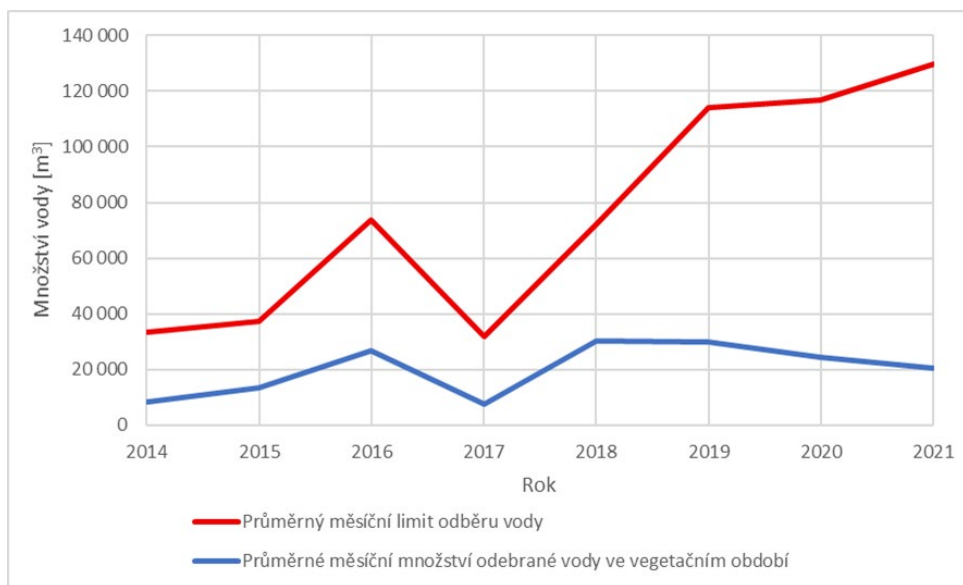
Obrázek 45. Vývoj limitu odběru vody a průměrného množství odebrané vody ve VO v dílčím povodí Dyje, PETŘÍČKOVÁ, 2023.

Tabulka 27. Využití limitu odběru ve VO v dílčím povodí Dyje, PETŘÍČKOVÁ, 2023.

	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021
Průměrný měsíční limit odběru vody pro závlahy [m ³]	247 936	223 930	225 306	290 068	266 027	232 720	293 616	299 456
Průměrné měsíční množství odebrané vody ve vegetačním období [m ³]	51 207	72 020	35 592	81 537	66 127	57 541	65 782	63 716
Využití limitu ve vegetačním období [%]	20.7	32.2	15.8	28.1	24.9	24.7	22.4	21.3

Tabulka 28. Nadlimitní odběry v dílčím povodí Dyje

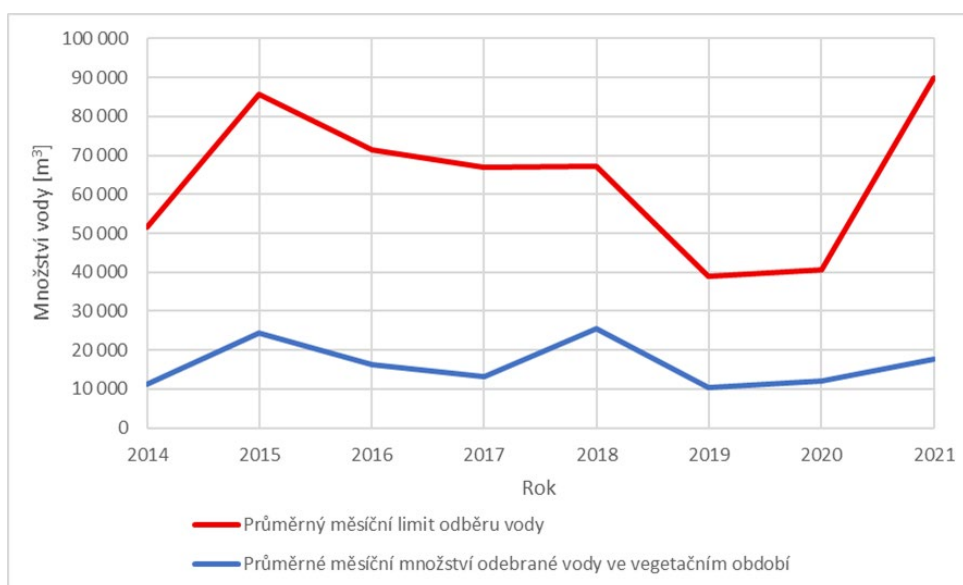
Rok	ID ÚPOV	Útvar povrchové vody	Nevyužití množství vody z povoleného množství odběru [m ³]												Roční deficit [m ³]	Četnost
			Leden	Únor	Březen	Duben	Květen	Červen	Červenec	Srpen	Září	Říjen	Listopad	Prosinec		
2015	DYJ_0170	Dyje od státní hranice po vzduší nádrže Znojmo	73 000	73 000	73 000	73 000	73 000	67 574	-13 565	37 881	73 000	73 000	73 000	73 000	-13 565	1
2016	DYJ_0670	Svratka od toku Svítava po tok Litava (Cézava)	18 541	18 387	18 198	12 639	-3 103	8 159	4 997	9 353	8 192	18 143	18 304	18 482	-3 103	1
2017	DYJ_0170	Dyje od státní hranice po vzduší nádrže Znojmo	73 000	73 000	73 000	73 000	73 000	-63 386	20 011	33 283	72 792	73 000	73 000	73 000	-63 386	1
2017	DYJ_0800	Svratka od toku Litava (Cézava) po vzduší nádrže Nové Mlýny II. - střední	50 000	50 000	50 000	50 000	32 058	1 307	2 588	-15 880	50 000	49 355	50 000	50 000	-15 880	1
2019	DYJ_0790	Zlonický potok od pramene po ústí do toku Bakovský potok	1 250	1 250	1 250	450	350	-250	650	750	937	1 150	1 250	1 250	-250	1
2021	DYJ_1280	Hruškovice od pramene po ústí do toku Kyjovka (Stupava)	-2 309	2 900	6 250	6 250	6 250	6 250	6 250	6 250	6 250	6 250	6 250	-2 847	-5 156	2



Obrázek 46. Vývoj limitu odběru vody a průměrného množství odebrané vody ve VO v dílčím povodí Horního a středního Labe, PETŘÍČKOVÁ, 2023.

Tabulka 29. Využití limitu odběru ve VO v dílčím povodí Horního a středního Labe, PETŘÍČKOVÁ, 2023.

	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021
Průměrný měsíční limit odběru vody pro závlahy [m³]	33 525	37 192	73 773	31 604	72 101	114 081	116 864	129 928
Průměrné měsíční množství odebrané vody ve vegetačním období [m³]	8 217	13 302	26 683	7 350	30 374	29 664	24 357	20 375
Využití limitu ve vegetačním období [%]	24.5	35.8	36.2	23.3	42.1	26.0	20.8	15.7

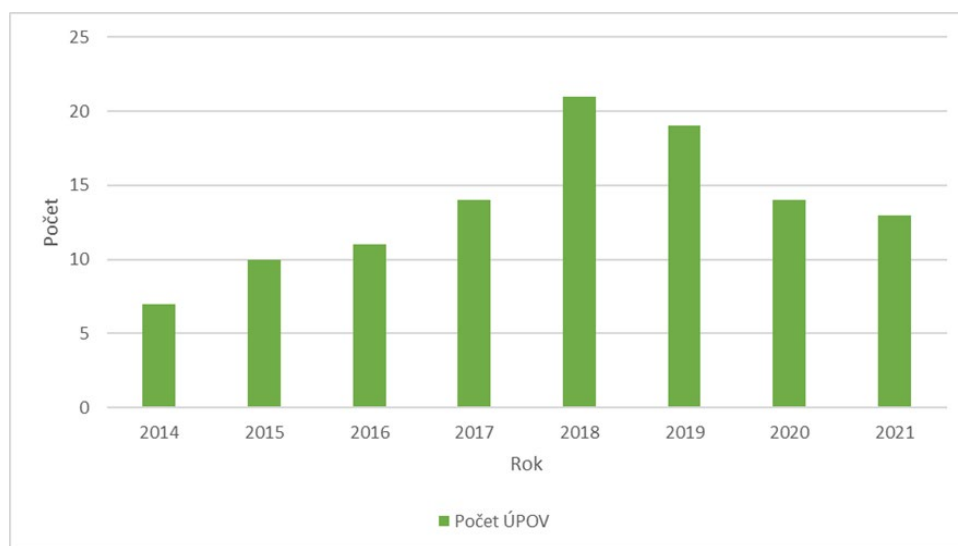


Obrázek 47. Vývoj limitu odběru vody a průměrného množství odebrané vody ve VO v dílčím povodí Odře, Dolního Labe a ostatních přítoků Labe, PETŘÍČKOVÁ, 2023.

Tabulka 30. Využití limitu ve VO v dílčím povodí Ohře, Dolního Labe a ostatních přítoků Labe, PETŘÍČKOVÁ, 2023.

	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021
Průměrný měsíční limit odběru vody pro závlahy [m ³]	51 615	85 649	71 510	67 009	67 351	39 030	40 632	89 909
Průměrné měsíční množství odebrané vody ve vegetačním období [m ³]	11 157	24 379	16 274	13 083	25 411	10 345	12 200	17 713
Využití limitu ve vegetačním období [%]	21.6	28.5	22.8	19.5	37.7	26.5	30.0	19.7

Povolené měsíční limity odběrů vody byly u vyhovujících ÚPOV několikrát větší než skutečně odebírané množství vody, nejčastěji se procenta využití pohybovala okolo 30 % a méně. Největší využití limitu bylo 43,6 % v roce 2018 na dílčím povodí Dolní Vltavy. Na obr. 48 je vidět, že největší počet ÚPOV, na kterých došlo k překročení limitu odběru vody, byl v roce 2018. Od té doby jejich počet postupně klesal. Grafické vyhodnocení limitů i podrobné tabulky překročených odběrů byly vytvořeny pro všech 9 dílčích povodí. Co se týče nejčastějších překročení, celkem 39krát za období 2014-2021 došlo k nadlimitnímu měsíčnímu odběru na Janovickém potoku od pramene po ústí do toku Sázava, viz tabulka č. 31, PETŘÍČKOVÁ, 2023.



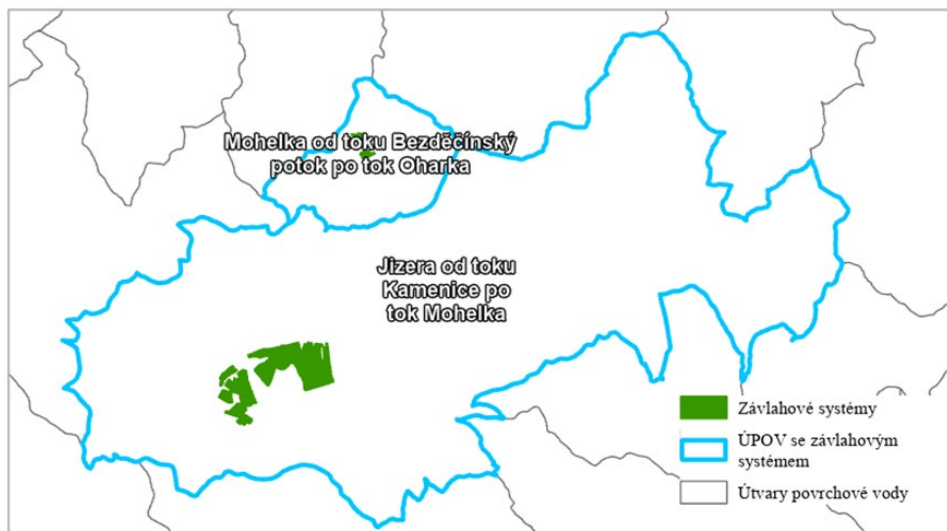
Obrázek 48. Vývoj počtu ÚPOV, ve kterých došlo k překročení povoleného limitu odběru vody, PETŘÍČKOVÁ, 2023.

Tabulka 31. ÚPOV s nejčastěji překročeným limitem odběru vody, PETŘÍČKOVÁ, 2023

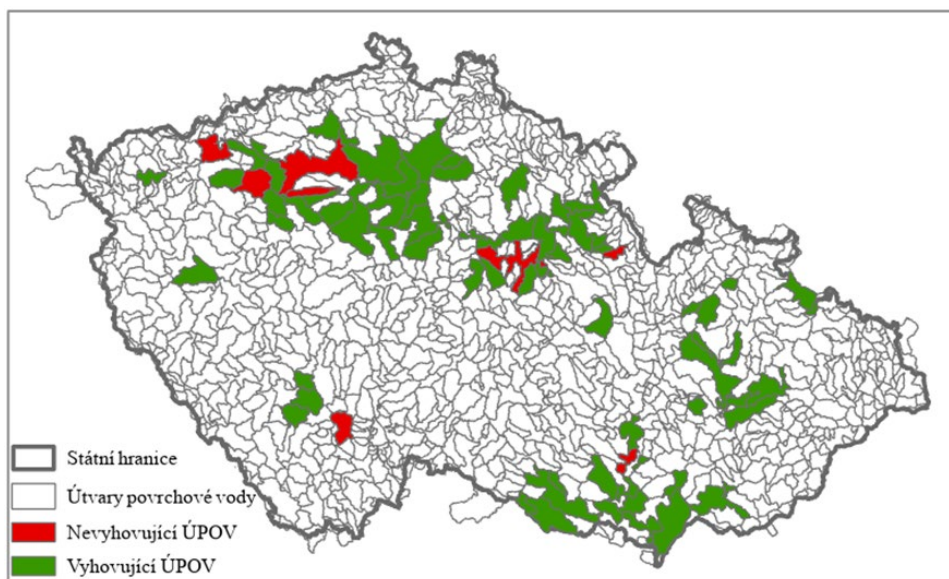
UPOV_ID	Útvar povrchové vody	Překročení povoleného množství odebrané vody za rok [m ³]								Celkem [m ³]	Počet měsíců
		2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021		
DVL_0710	Janovický potok od pramene po ústí do toku Sázava					1 500	3 444	4 034	2 893	11 871	39
OHL_0770	Podkrušnohorský přivaděč vody (PKP resp. PPV)	5 734	11 588	9 020	7 373	14 910				48 625	23
DVL_0200	Šlapanka od pramene po Zlatý potok					1 758	1 758	686	1 172	5 374	18
HSL_0520	Zdobnice od toku Říčka po ústí do toku Divoká Orlice	418	887	62	181	1 863	1 245	101		4 757	17
DVL_0780	Bakovský potok od pramene po Zlonický potok		12 425	3 872		7 786	4 043	2 902		31 028	15

5.6. Potenciál rozšíření závlahových systémů podle nevyužitých množství odběrů závlahové vody.

Poté, co byly vyhodnoceny velikosti závlahových odběrů v jednotlivých povodích, byly stanovovány potenciální kapacity pro navýšení odběrů. Ke stanovení výměry zemědělských ploch se závlahovými systémy v jednotlivých ÚPOV bylo nutno vytvořit propojení polohopisných dat z geodatabáze Závlahové systémy ČR (ISMS VÚMOP) a geodatabáze Útvarů povrchových vod (HEIS VÚV TGM), viz obr. 49. Byla tak vytvořena databáze 251 záznamů útvarů povrchových vod v nichž se nacházejí již vybudované závlahové systémy a stanovena jejich výměra (výměra zemědělských ploch na níž se závlahové systémy nacházejí). Tato databáze byla následně doplněna informacemi o nevyužitých množstvích odebrané vody z roku 2016 (pro tento rok je platná geodatabáze Závlahové systémy ČR). Doplněná databáze označená „ZS+ÚPOV“ obsahuje 77 záznamů útvarů povrchových vod, ve kterých se nacházejí závlahové systémy a zároveň byla na jejich území stanovena míra využití „limitu“. Možnost rozšíření závlahových systémů (nebo uvedení do provozu dalších, neprovozovaných), byla definována jako ÚPOV, ve kterém nedošlo k překročení „limitu“. Naopak u ÚPOVů, ve kterých došlo k překročení „limitu“, se nepředpokládá rozšíření závlahových systémů. Pokud by k rozšíření v těchto „překročených“ ÚPOV mělo dojít, bylo by vhodné navrhnout opatření pro zajištění závlahové vody, např. vybudování retenční nádrže. Zajistila by se zde akumulace čerpáním vody za normálního stavu toků, a v období sucha by se této zásoby vody využívalo. Na obr. 50 je pak vidět, že počet míst vyhovujících k případnému rozšíření závlahových systémů byl větší než nevyhovujících, PETŘÍČKOVÁ, 2023.



Obrázek 49. Příklad útvaru povrchových vod se zakresleným závlahovým systémem (zdroje dat: HEIS VÚV, VÚMOP), PETŘÍČKOVÁ, 2023.



Obrázek 50. Vyhovující a nevyhovující útvary povrchových vod k rozšíření ploch se závlahovými systémy (zdroje dat: ČÚZK, HEIS VÚV) PETŘIČKOVÁ, 2023.

Tabulka 32. Hodnoty závlahových odběrů vody v jednotlivých měsících, PETŘIČKOVÁ, 2023.

Rok	Odběr závlahové vody [m ³]												
	Leden	Únor	Březen	Duben	Květen	Červen	Červenec	Srpen	Září	Říjen	Listopad	Prosinec	Celkem
2014	28 746	27 767	206 736	1 322 225	1 214 886	4 435 620	2 736 602	1 038 413	356 342	115 621	34 164	26 508	11 543 630
2015	14 778	13 845	51 418	726 637	2 647 982	4 155 388	5 340 663	3 679 926	1 253 353	301 276	64 317	31 401	18 280 984
2016	13 175	13 025	123 011	970 531	2 975 560	4 319 459	2 700 425	2 079 530	1 762 273	419 855	26 174	13 781	15 416 799
2017	673 362	650 360	778 711	1 202 146	4 145 205	7 311 419	4 209 330	3 466 911	1 322 391	751 062	529 244	525 392	25 565 533
2018	124 032	116 036	193 603	1 740 972	4 470 695	6 228 697	5 236 776	4 659 675	1 468 477	922 954	164 655	122 173	25 448 745
2019	123 408	118 867	299 824	3 563 211	2 137 723	6 833 071	7 379 768	2 971 597	1 643 410	701 766	146 276	123 756	26 042 677
2020	117 326	124 516	331 366	4 045 673	5 069 569	2 269 416	4 538 815	3 021 539	2 069 477	710 599	149 168	118 918	22 566 382
2021	126 092	119 216	225 509	1 729 051	2 422 470	6 362 380	4 149 170	2 111 760	2 041 435	952 560	138 570	117 191	20 495 404
Průměr [m ³]	152 615	147 954	276 272	1 912 556	3 135 511	5 239 431	4 536 444	2 878 669	1 489 645	609 462	156 571	134 890	20 670 019
Procento	0.74%	0.72%	1.34%	9.25%	15.17%	25.35%	21.95%	13.93%	7.21%	2.95%	0.76%	0.65%	100.00%

Tabulka 33. Ukázka výpočtu hodnot pro vyhodnocení míry využití limitu odběru v dílčím povodí, PETŘIČKOVÁ, 2023.

Dílčí povodí			Útvary povrchových vod									
Název	Průměrný povolený měsíční odběr [m ³]	Průměrný měsíční odběr ve vegetačním období [m ³]	ID ÚPOV	Povolený měsíční odběr [m ³]	Odebrané množství vody [m ³]						Průměrný měsíční odběr ve vegetačním období [m ³]	
					Duben	Květen	Červen	Červenec	Srpen	Září	Říjen	
Berounky	13 625	2 490	BER_0170	4 900	1 645	912	2 678	2 083	1 533	744	593	1 455
			BER_0270	1 790	400	1 600	1 700	1 700	800	200	400	971
			BER_0530	10 310	2 315	952	8 446	5 020	2 678	272	260	2 849
			BER_0550	20 080	4 839	4 989	12 259	6 935	5 499	1 833	1 966	5 474
			BER_0760	16 560	0	0	1 512	1 890	2 268	0	0	810
			BER_0770	990	186	190	479	746	469	210	93	339
			BER_0910	800	468	485	702	546	463	540	0	458
			BER_0920	53 570	5 767	2 630	8 153	20 236	16 148	0	0	7 562

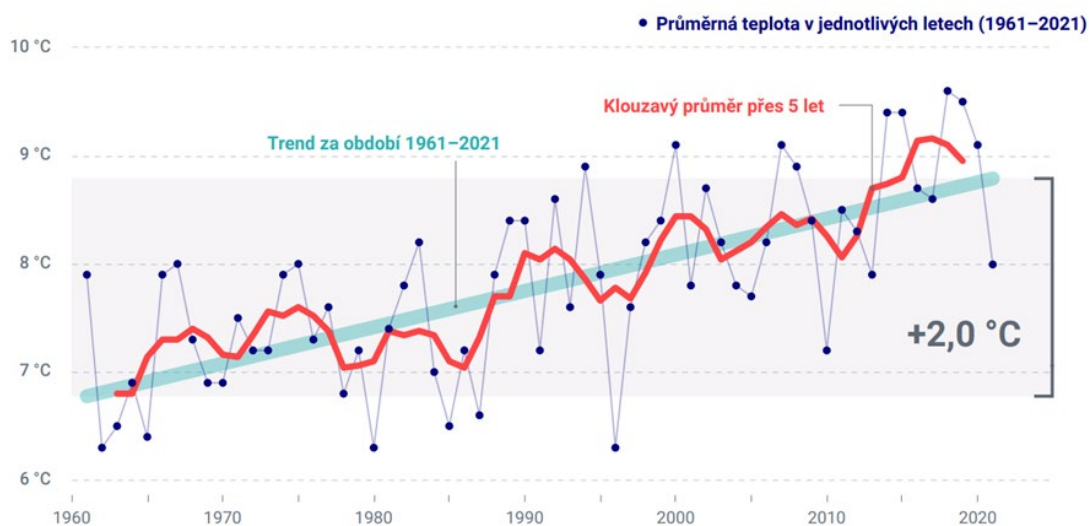
Jak již bylo řečeno, poskytnutá databáze odběrů z povrchové a podzemní vody pro závlahy od podniků Povodí má omezenou vypovídací schopnost. **Vyhodnocená část obsahuje za roky 2014–2021 pouze odběry zpoplatněné, tj. nadlimitní nad 6000 m³/rok nebo 500 m³/měsíc. Pokud subjekt v daném roce odběry nepřekročil, nebude v databázi uveden (tj. nemusí být u něho záznamy pro všech 8 let). Neobsahuje ani menší odběry, které nedosahovaly limitů k platbě. Databáze proto není kompletním**

zdrojem pro vyhodnocení odběrů závlahové vody. Přesto však poskytuje cenná data pro situace v letech suchých, dává představu o míře využití povolených odběrů.

V celkovém pohledu byla voda odebírána převážně z povrchových vod. Z vod podzemních bylo za celé řešené období 2014–2021 odebíráno méně než 10 %. Nejvíce závlahové vody bylo průměrně využito pro zemědělství. Průměrný objem vody odebrané pro zemědělství tvořil téměř 75 % z celkového průměrného množství odebrané vody. Nejvíce závlahové vody bylo za řešené období odebíráno v dílčím povodí Dyje. Průměrný roční odběr zde tvořil 45 % z celkového průměrného množství odebrané vody.

Platícími subjekty jsou například golfové hřiště, u kterých je ekonomické zajištění závlahové vody součástí podnikového managementu. Naopak komplikovanější je situace u zemědělských odběrů (neplatí se za odběry do výše vláhové potřeby, viz Metodický pokyn k vyrovnání vláhového deficitu, z roku 2017). Cenné údaje o přehledu, kolik se v minulých letech zavlažovalo poskytuje také Směrný vodohospodářský plán 2020. Jak již bylo uvedeno v kapitole 1.4., data neúplná (neuvedení měsíčních odběrů, anebo data měsíční sdružená (viz Tabulka 34 a 35) vyhodnocení zkrátila a do výpočtů nemohla být zahrnuta.

Co se týče výhledové situace, vzhledem k tomu, že trend průměrných ročních teplot je od roku 1961 rostoucí, viz obr. 38, dá se předpokládat, že požadavky na vodu využitou pro závlahy budou do budoucna vyšší. Podle simulací bude docházet ke snižování průměrných průtoků na mnoha povodích, ke snižování odtoku podzemních vod a dojde tedy zákonitě i ke snížení dostupnosti vodních zdrojů. Řešením je dosahování úspor vody v závlahové síti a precizním závlahovým režimem. K částečnému zlepšení dostupnosti vody pro závlahy v letních měsících je již často používána akumulace vody, její shromáždění v obdobích dostatku (za normálních průtoků na toku apod.) a využití objemu naakumulované vody v suchých měsících. Jedná se o budování různých forem akumulčních nádrží (mobilní genapy, trvalé MVN apod.), PETŘÍČKOVÁ, 2023.



Obr.51. Vývoj průměrné roční teploty ČR, [11]

Tabulka 34. Příklad odběrů vody s různým využitím, PETŘÍČKOVÁ, 2023.

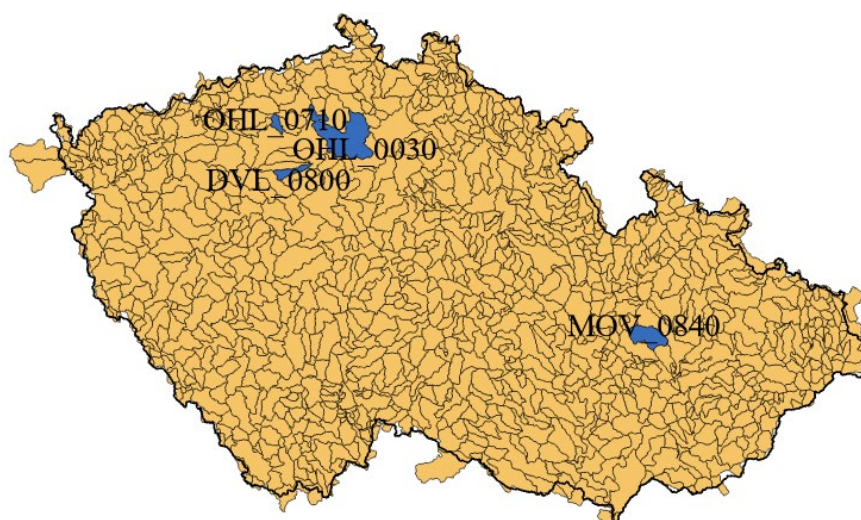
Uživatel	Roční množství odebrané vody podle využití [m ³]							
	Průtočné chlazení	Cirkulační chlazení	Závlahy	Živočišná výroba	Průmysl	Veřejné vodovody	Ostatní	Přírodní léčivé zdroje
OKD OKK STARÉ HAMRY 2	0	0	11	66	0	3 995	335	0
Maximus Resort - Kníničky, vrtaná studna	0	0	13	0	0	9 795	0	0
Věžeňská služba ČR Valdice	0	0	50	0	10 354	78 483	0	0
Plavecký bazén Pardubice	0	0	50	0	0	0	35 950	0
Domov pro seniory Mitrov	0	0	50	0	0	5 557	0	0

Tabulka 35. Příklad uvedení měsíčních odběrů vody s nejasným druhem využití, PETŘÍČKOVÁ, 2023.

Uživatel	Odběry vody [m ³]												
	Leden	Únor	Březen	Duben	Květen	Červen	Červenec	Srpen	Září	Říjen	Listopad	Prosinec	Rok
OKD OKK STARÉ HAMRY 2	183	222	237	301	379	549	675	815	323	280	240	203	4 407
Maximus Resort - Kníničky, vrtaná studna	1 205	730	1 013	1 788	1 232	588	515	379	380	441	772	765	9 808
Věžeňská služba ČR Valdice	5 419	6 194	7 175	7 239	6 602	7 980	9 484	8 550	7 891	7 902	6 977	7 474	88 887
Plavecký bazén Pardubice	3 058	2 762	3 058	2 959	3 058	2 959	3 058	3 058	2 958	3 057	2 958	3 057	36 000
Domov pro seniory Mitrov	475	387	519	429	503	458	487	471	453	519	456	450	5 607

5.7. Vyhodnocení vláhové bilance jednotlivých plodin.

Poté, co byl upřesněn potenciál odběrů závlahové vody, byly řešeny trendy potřeby závlahové vody (analýzy vláhové bilance). Vybráno bylo několik testovacích útvarů, konkrétně DVL_0800 - Červený potok od pramene po ústí do toku Bakovský potok, MOV_0840 - Blata od pramene po tok Deštná včetně, OHL_0030 – Labe od toku Vltava po tok Ohře a OHL_0710 - Žejdlík od pramene po ústí do Ohře (viz obr. č. 52). Útvary byly zvoleny, neboť se v těchto oblastech podle nejnovějšího LPIS 2022 vyskytují zemědělské kultury, pro které byly k dispozici vláhová bilance z databáze (a předpokládáme, že se zde pěstované plodiny budou vyskytovat i do budoucna). Z dat vláhové bilance (databáze GS, SGS a YEAR, ČZU, doc. V. Potopová) za nejaktuálnější 30letý normál (1991-2020) bylo provedeno vyhodnocení zprůměrovaných hodnot vláhových bilancí plodin v těchto ÚPOV. Cílem bylo zjistit trend a případně opět porovnat nároky na vodu v klasickém vegetačním období a citlivém vegetačním období, SEDLÁČKOVÁ, 2023.



Obr. č. 521: Zvýrazněné ÚPOV DVL_0800, MOV_840, OHL_0030 a OHL_0710 [23], SEDLÁČKOVÁ, 2023

Následující tabulky ukazují dosahované hodnoty vláhové bilance ve vegetačním období (Tabulka 36) a v citlivém vegetačním období (Tabulka 37) za nejaktuálnější normálové období (1991-2020). Hodnoty vláhové bilance v milimetrech za vybrané roky byly převedeny na potřeby vody v metrech kubických na hektar (Tabulka 38 a 39) pro všechny výše vybrané ÚPOVy. **Byly upraveny podle předpokladu, že záporné hodnoty vláhové bilance v daném roce znamenají nedostatek vody (vodní deficit), zatímco v případě, že byla vláhová bilance kladná, byla přiřazena pro potřebu vody hodnota nula (není potřeba závlahové vody).** Výpočet potřeby vody zde ještě nezahrnuje ztrátový součinitel, neboť není znám způsob závlahy ani kvalita distribuční závlahové sítě. Následně byl pro každý řešený útvar vypočítán průměr jak vláhové bilance, tak potřeby vody (včetně zahrnutí nulových hodnot), SEDLÁČKOVÁ, 2023.

Tabulka 6: Zprůměrované hodnoty vláhové bilance v mm za vegetační období v letech 1991-2020

ÚPOV ID	průměrná vláhová bilance - [mm] za vegetační období v letech 1991-2020																		
	standardní orná půda										ovoce sady							vinnice	
	brambory	česnek	cibule	mrkev	papriky	okurky	kvěťák	zelí	vojtěška	jablone	třešně	meruňky	broskvoň	vinná réva	chmelnice				
DVL_0800	10.9	95.7	20.0	9.5	31.9	16.6	14.0	23.8	11.9	-17.4	6.8	0.8	1.4	101.4	-13.8				
MOV_0840	20.7	125.0	24.9	19.8	38.9	22.3	22.0	32.6	17.4	-9.7	15.3	9.9	9.5	119.7	-7.5				
OHL_0030	13.3	120.5	23.0	7.5	35.2	16.4	13.6	25.2	14.9	-0.9	19.1	15.5	15.4	117.3	-6.5				
OHL_0710	15.5	112.6	21.9	11.9	31.9	19.4	18.3	27.7	10.1	-15.5	7.1	1.9	2.5	105.4	-13.2				

Komentář k tabulce 6: Z této tabulky vyplývá, že jabloně a chmel jsou nejvíce náchylné na nedostatek vláhy a to ve všech vyhodnocených útvarech. Naopak česnek a vinná réva mají v nejvyšší vláhovou bilanci, což naznačuje, že jsou méně citlivé na nedostatek vody.

Tabulka 7: Zprůměrované hodnoty potřeby vody v m³/ha za vegetační období v letech 1991-2020

ÚPOV ID	průměrná potřeba vody - [m ³ /ha] za vegetační období v letech 1991-2020																		
	standardní orná půda										ovoce sady							vinnice	
	brambory	česnek	cibule	mrkev	papriky	okurky	kvěťák	zelí	vojtěška	jablone	třešně	meruňky	broskvoň	vinná réva	chmelnice				
DVL_0800	137.3	3.3	110.8	119.8	58.2	102.0	80.6	69.2	170.0	380.5	202.1	254.7	252.3	7.2	345.1				
MOV_0840	148.4	2.5	94.1	106.3	73.5	109.1	118.6	97.3	164.6	335.5	169.9	208.6	215.7	21.4	304.5				
OHL_0030	125.0	0.0	98.1	137.5	54.6	106.5	99.6	73.2	147.5	289.6	153.2	196.6	201.4	13.5	286.6				
OHL_0710	126.3	0.0	101.0	110.7	67.0	115.8	71.4	67.8	183.6	347.9	188.9	236.6	237.1	16.9	320.1				

Komentář k tabulce 7: Z výsledků je patrné, že nejvyšší potřebu vody mají jabloně a chmel, zatímco česnek a vinná réva vykazují nižší potřebu závlahové vody.

Tabulka 8: Zprůměrované hodnoty vláhové bilance v mm za citlivé vegetační období v letech 1991-2020

ÚPOV ID	průměrná vláhová bilance - [mm] za citlivé vegetační období v letech 1991-2020																		
	standardní orná půda										sady							viniče	
	brambory	česnek	cibule	mříkev	paprika	okurky	květák	zeli	vojtěška	jablone	třešně	meruňky	broskvone	vinná réva	chmel				
DVL_0800	-11.5	-0.4	11.7	2.3	14.0	-10.4	14.8	2.8	6.5	-52.6	-32.1	-31.7	-38.0	24.9	-25.6				
MOV_0840	-6.3	4.5	17.9	9.8	19.9	-2.9	19.9	4.0	13.9	-32.8	-36.2	-29.4	-40.7	36.7	-24.0				
OHL_0030	-10.5	-3.1	17.1	2.0	20.8	-5.5	14.5	8.4	8.7	-46.6	-31.2	-24.8	-38.9	40.6	-22.0				
OHL_0710	-8.5	4.6	13.1	4.2	15.6	-9.6	16.0	4.2	4.2	-51.4	-32.4	-30.2	-38.5	28.8	-23.8				

Komentář k tabulce 8: V citlivém vegetačním období jsou plodiny obecně více náchylné na nedostatek vody. Proto je zde více deficitních hodnot vláhové bilance než v tabulce 6. Náchylné na nedostatek vody jsou opět jabloně, ovocné sady obecně a chmel. Naopak nejvyšší hodnoty vláhové bilance v dosahuje vinná réva a celkově za poměrně dobré z pohledu vláhové bilance jsou cibule, paprika nebo květák.

Tabulka 9: Zprůměrované hodnoty potřeby vody v m³/ha za citlivé vegetační období v letech 1991-2020

ÚPOV ID	průměrná potřeba vody - [m ³ /ha] za citlivé vegetační období v letech 1991-2020																		
	standardní orná půda										ovocné sady							viniče	
	brambory	česnek	cibule	mříkev	paprika	okurky	květák	zeli	vojtěška	jablone	třešně	meruňky	broskvone	vinná réva	chmel				
DVL_0800	216.3	153.7	80.3	120.6	106.6	182.1	79.9	119.0	179.5	617.1	442.0	465.5	481.6	111.9	375.5				
MOV_0840	246.6	179.7	86.2	141.4	88.2	185.4	88.7	134.8	171.3	635.4	479.8	464.2	507.4	118.6	380.7				
OHL_0030	206.7	150.3	73.1	130.1	78.9	164.6	90.3	91.7	155.7	566.6	421.2	421.5	480.9	59.7	327.0				
OHL_0710	201.9	134.2	76.3	119.6	92.7	183.9	92.5	107.5	184.1	588.3	432.7	448.5	468.6	94.0	361.7				

Komentář k tabulce 9: Výsledky potřeby vody korespondují s tabulkou 8, největší potřeba vody je u ovocných sadů a chmele, menší potřebu vody vykazují cibule, paprika, květák a i vinná réva.

Podle simulovaných hodnot v databázích GS a SGS (ČZU, sw SoilClim) je z tabulek opět patrné dosahování vyšších potřeb závlahové vody v citlivých vegetačních obdobích za posledních 30 let. Plodiny nejvíce náchylné na nedostatek vody jak v normálním, tak i v citlivém vegetačním období byly jabloně a chmel. Naopak vinná réva, cibule, paprika nebo květák mají podle výpočtů obecně vyšší vláhovou bilanci a na nedostatek vody nejsou tak citlivé.

Co se týče chmele a vinné révy, pro které byla k dispozici v uvedené databázi ČZU i data polohopisná, byla data vyhodnocena komplexněji. Nejprve byl vždy vytvořen přehled ÚPOVů, ve kterých se daná

plodina vyskytovala, následně i grafické znázornění s poměrem jejich zastoupení a vyhodnocení potřeb vody, SEDLÁČKOVÁ, 2023.

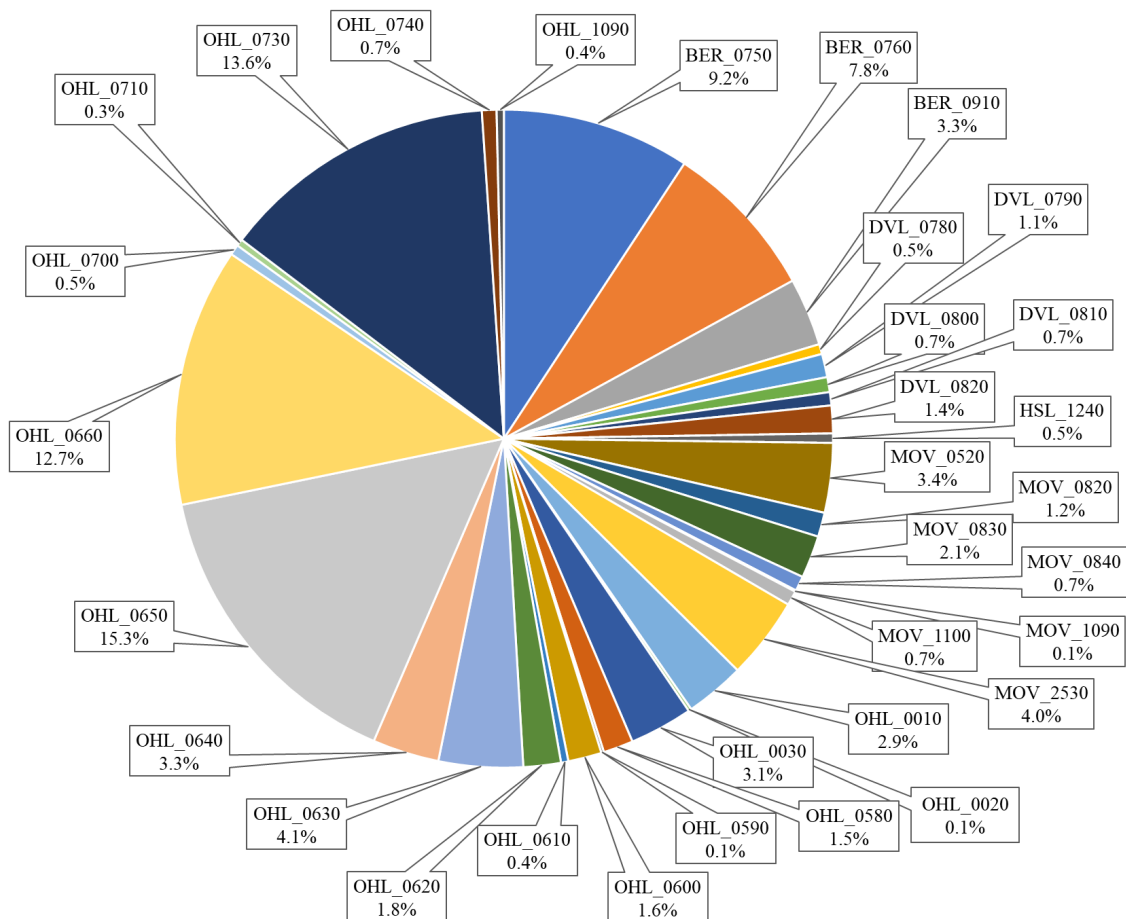
5.8. Vyhodnocení vláhové bilance chmele.

Podle geodatabáze LPIS 2022 [38] je u nás přes 5 250 ha plochy chmelnic, z toho je přibližně 25 % plochy zavlažováno. Výstavba nových závlah chmelnic je bohužel limitována zdroji vody, které na Rakovnicku nejsou. **Téměř všechny plochy zavlažovaných chmelnic jsou již řešeny kapkovou závlahou.**

Chmel roste primárně ve třech oblastech v České republice, a to na Žatecku, kde se nachází většina zavlažovaných chmelnic, dále na Úštěcku a Tršicku. Nová nádrž Kryry, která se řeší již několik desítek let, by mohla nadlepit vodní tok Blšanka a poskytnout potřebnou závlahovou vodu na Rakovnicku až pro 1 000 ha chmele. Přehled ÚPOV, na nichž se chmelnice vyskytovaly, uvádí tabulka 40.

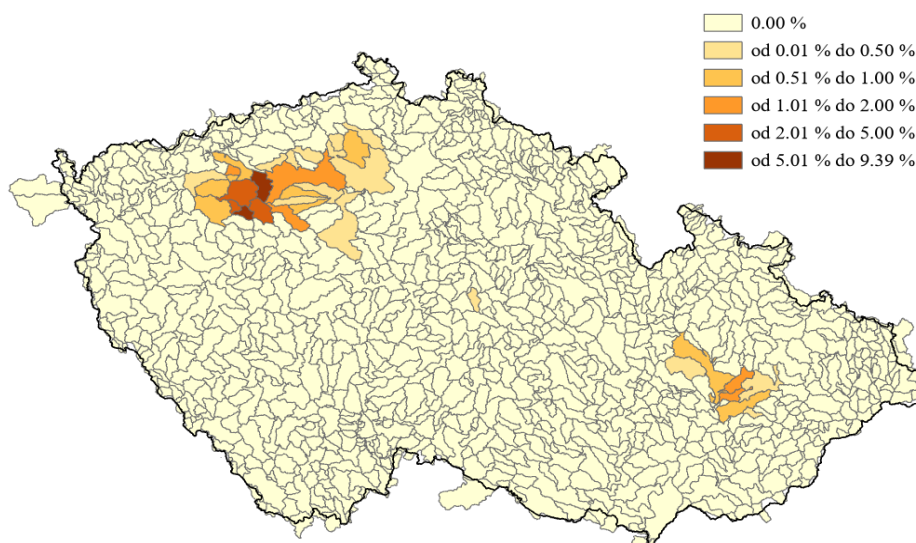
Tabulka 40: ÚPOV, na kterých se podle LPIS 2022 vyskytovaly chmelnice, SEDLÁČKOVÁ, 2023

název útvaru	ÚPOV ID
Kolešovický potok od pramene po ústí do toku Rakovnický potok	BER_0750
Lišanský potok od pramene po ústí do toku Rakovnický potok	BER_0760
Loděnice od pramene po Lhotecký potok	BER_0910
Bakovský potok od pramene po Zlonický potok	DVL_0780
Zlonický potok od pramene po ústí do toku Bakovský potok	DVL_0790
Červený potok od pramene po ústí do toku Bakovský potok	DVL_0800
Bakovský potok od toku Zlonický potok po ústí do toku Vltava	DVL_0810
Vltava od toku Berounka po ústí do Labe	DVL_0820
Brslenka od pramene po Hluboký potok včetně	HSL_1240
Olešnice (Kokorka) od pramene po ústí do toku Morávka-náhon	MOV_0520
Bečva od toku Opatovický potok po tok Lučnice včetně	MOV_0820
Bečva od toku Lučnice po ústí do toku Morava	MOV_0830
Blata od pramene po tok Deštná včetně	MOV_0840
Kozrálka od pramene po ústí do toku Moštěnka	MOV_1090
Kotojedka od pramene po tok Olšinka včetně	MOV_1100
Morava od toku Třebůvka po tok Bečva	MOV_2530
Úštěcký potok od pramene po ústí do Labe	OHL_0010
Luční potok od pramene po ústí do Labe	OHL_0020
Labe od toku Vltava po tok Ohře	OHL_0030
Ohře od hráze nádrže Nechanice po Liboc	OHL_0580
Liboc od pramene po tok Leska	OHL_0590
Leska od pramene po ústí do toku Liboc	OHL_0600
Liboc od toku Leska po ústí do Ohře	OHL_0610
Ohře od toku Liboc po tok Blšanka	OHL_0620
Blšanka od pramene po Očihovecký potok	OHL_0630
Očihovecký potok od pramene po ústí do toku Blšanka	OHL_0640
Blšanka od toku Očihovecký potok po ústí do Ohře	OHL_0650
Ohře od toku Blšanka po tok Chomutovka	OHL_0660
Hrádecký potok od pramene po ústí do Ohře	OHL_0700
Žejdlík od pramene po ústí do Ohře	OHL_0710
Ohře od toku Chomutovka po ústí do Labe	OHL_0730
Modla od pramene po ústí do Labe	OHL_0740
Bobří potok od pramene po ústí do toku Robečský potok	OHL_1090

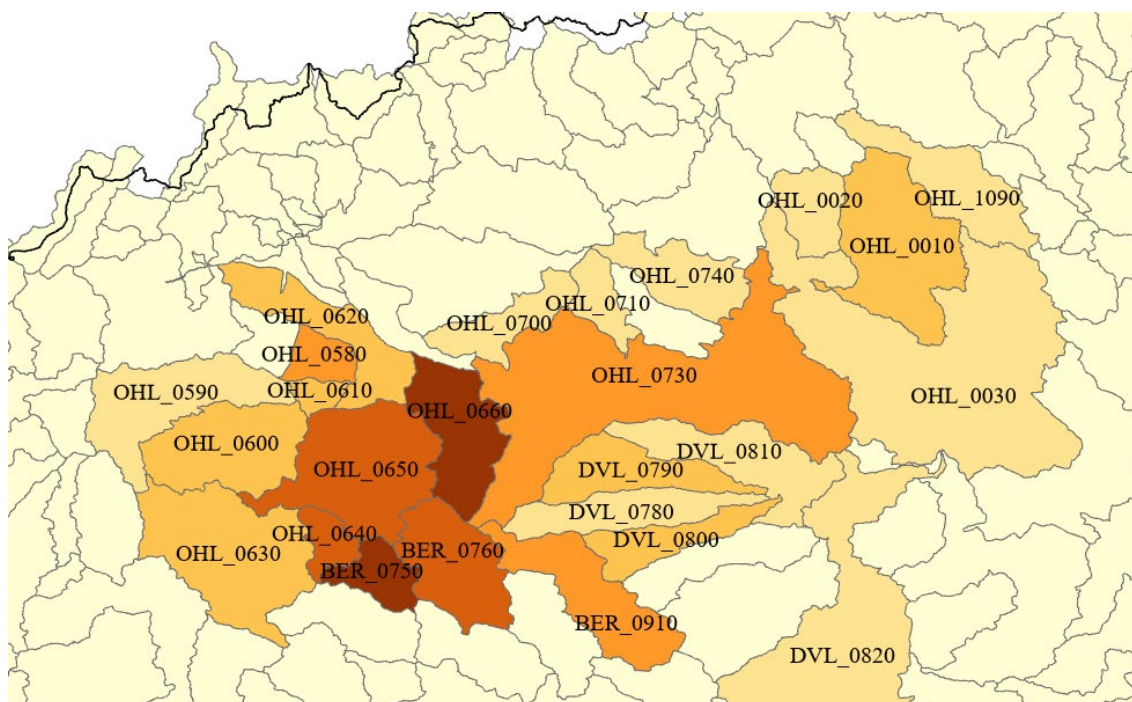


Obr. č. 532: Procento zastoupení chmelnic z celkové plochy chmelnic v České republice, SEDLÁČKOVÁ, 2023.

Pro lepší přehlednost byl podíl zastoupení chmelnic v ÚPOV zobrazen i v grafické podobě, viz obr 53 a 54. Dále jsme se pokusili o prolnutí vrstev ÚPOV s databází ISMS VÚMOP, které udává skutečné výměry zavlažovaných ploch. Data vrstev bohužel nebyla kompatibilní a bylo nutné výměry (s větší časovou náročností) graficky upravovat. Poté byly pro zjištění reálně zavlažované plochy vypočteny skutečné potřeby vody (na realizovaných, resp. provozovaných závlahových systémech) a porovnali jsme ji s hodnotami, které byly vypočteny pro veškeré pěstované chmelnice a následně analogicky vinice. Procentuální zastoupení vinic na ÚPOVech ČR, viz obr. 54 a 55, SEDLÁČKOVÁ, 2023.



Obr. č. 54: Ukázka procentuálního zastoupení chmelnic vzhledem k ploše útvary pro rok 2022, SEDLÁČKOVÁ, 2023



Obr. č. 553: Detailní výřez ÚPOV v oblasti povodí Ohře, Dolní Labe a ostatních přítoků Labe (OHL), Berounky (BER) a povodí Dolní Vltavy (DVL), oblast Žatecka a Úštěcka, SEDLÁČKOVÁ 2023.

Vzhledem ke značnému množství vyhodnocených dat a tabulek (výskyt chmelnic na 33 ÚPOV, vyhodnocení za 62 let a 3 varianty vláhových bilancí pro GS, SGS a YEAR) je v Tabulce 41 zobrazena pouze ukázka výpočtové tabulky. Výběr je proveden pro pět útvarů povrchových vod s největším zastoupením chmelnic. Tabulka obsahuje informace o vláhové bilanci ze zdrojové databáze ČZU v milimetrech (horní údaj) a vypočtené potřebě vody v kubických metrech na hektar v citlivém vegetačním období bez zahrnutí ztrát (spodní údaj) pro nejaktuálnější desetiletí 2012-2022. Následně jsou uvedeny souhrnné tabulky 42 a 43, kde jsou prezentovány průměrné vláhové bilance a potřeby vody v časových obdobích: 1961-2020, 1961-1990, 1991-2020. Kompletní data zahrnuje práce SEDLÁČKOVÁ, 2023. Obrázek 56 pak ukazuje poměr mezi potřebou závlahové vody pro celkovou plochu chmelnic, respektive pro část ploch, které již mají vybudované závlahové systémy, SEDLÁČKOVÁ, 2023.

Tabulka 41: Ukázka řešení vláhové bilance a potřeby vody pro roky 1912-2022 za citlivé vegetační období pro vybraných pět ÚPOV s největším zastoupením plochy chmelnic, SEDLÁČKOVÁ, 2023.

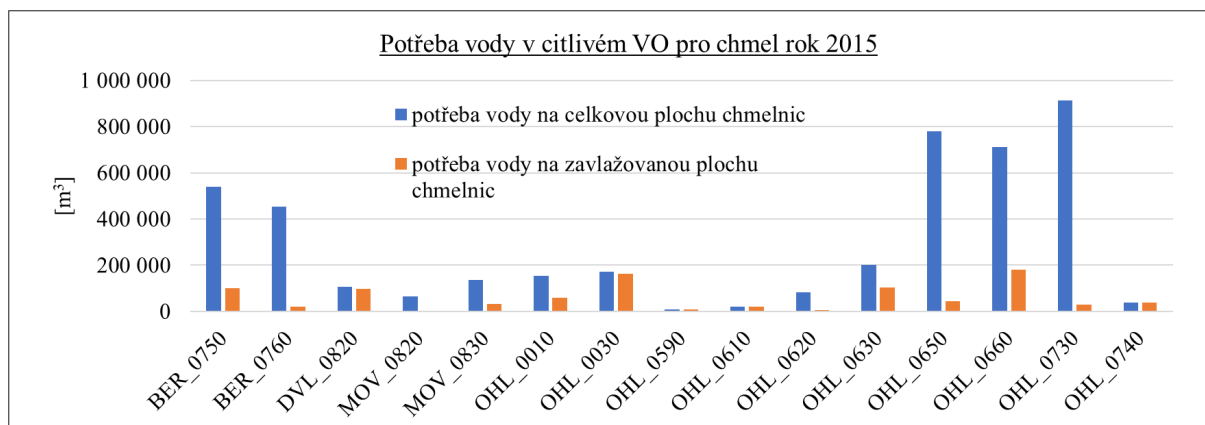
ÚPOV ID	vláhová bilance [mm]/potřeba vody [m ³ /ha] pro chmel v citlivém vegetačním období				
	BER_0750	BER_0760	OHL_0650	OHL_0660	OHL_0730
2012	-25.1 250.5	-26.8 267.7	-39.8 397.9	-28.5 285.1	-25.7 257.4
2013	122.9 0.0	135.2 0.0	119.4 0.0	97.5 0.0	71.9 0.0
2014	13.1 0.0	12.1 0.0	0.9 0.0	2.1 0.0	0.9 0.0
2015	-115.2 1 152.0	-121.6 1 215.9	-105.5 1 054.7	-107.8 1 077.9	-125.9 1 258.8
2016	19.8 0.0	13.5 0.0	20.2 0.0	21.1 0.0	14.9 0.0
2017	-39.4 394.0	-39.7 396.5	-30.0 299.7	-27.0 270.0	-18.2 181.9
2018	-56.7 567.4	-88.5 884.5	-99.3 993.0	-129.0 1 289.6	-133.2 1 331.5
2019	-78.2 782.0	-79.9 798.9	-87.6 875.7	-93.8 938.1	-95.6 955.5
2020	-37.0 370.0	-21.7 216.8	-49.1 491.3	-44.5 444.5	-45.9 458.7
2021	36.9 0.0	6.9 0.0	36.2 0.0	16.8 0.0	3.3 0.0
2022	-6.0 60.0	-2.1 20.6	-15.0 149.6	-9.2 92.0	-7.0 70.3

Tabulka 42: Průměrná vláhová bilance pro chmel v různých časových obdobích pro citlivé vegetační období a pět ÚPOV s největším zastoupením chmelnic, SEDLÁČKOVÁ, 2023.

ÚPOV ID	Průměrná vláhová bilance pro chmel v citlivém VO [mm]			rozdíl vláhové bilance od 1961-1990 do 1991-2020 [mm]
	1961-2020	1961-1990	1991-2020	
BER_0750	-5.7	-0.8	-10.6	- 9.8
BER_0760	-8.7	-4.3	-13.1	- 8.8
OHL_0650	-14.5	-12.4	-16.6	- 4.2
OHL_0660	-14.2	-11.4	-17.0	- 5.6
OHL_0730	-21.6	-16.7	-26.5	- 9.8

Tabulka 43: Průměrná potřeba vody pro chmel v různých časových obdobích pro citlivé vegetační období pro pět ÚPOV s největším zastoupením chmelnic, SEDLÁČKOVÁ, 2023.

ÚPOV ID	Průměrná potřeba vody pro chmel v citlivém VO [m ³ /ha]			rozdíl potřeby vody od 1961-1990 do 1991-2020 [m ³ /ha]
	1961-2020	1961-1990	1991-2020	
BER_0750	251.4	231.9	270.9	+ 39.0
BER_0760	287.7	268.6	306.7	+ 38.1
OHL_0650	302.6	284.4	320.7	+ 36.4
OHL_0660	316.4	297.7	335.0	+ 37.3
OHL_0730	349.6	325.3	373.9	+ 48.7



Obr. 56. Porovnání potřeby vody v citlivém vegetačním období na celkovou plochu a na zavlažovanou plochu chmele pro rok 2015, SEDLÁČKOVÁ, 2023

Závěrem lze říci, že u chmele aktuálně dochází k poklesu vláhové bilance a tento pokles koresponduje se zvýšením potřeby závlahové vody. Klesající hodnoty vláhové bilance a rostoucí potřeba vody jsou patrné z tabulky 43 i z celkového vyhodnocení pro časové řady ostatních sledovaných útvarů, SEDLÁČKOVÁ, 2023. Z obr. 56 vyplývá, že plocha skutečně zavlažovaných chmelnic (GS databáze ISMS VÚMOP) a tím i reálná výše potřeby závlahové vody je však nízká. Přesto je vzhledem k trendům doporučena pozornost k závlahovým opatřením.

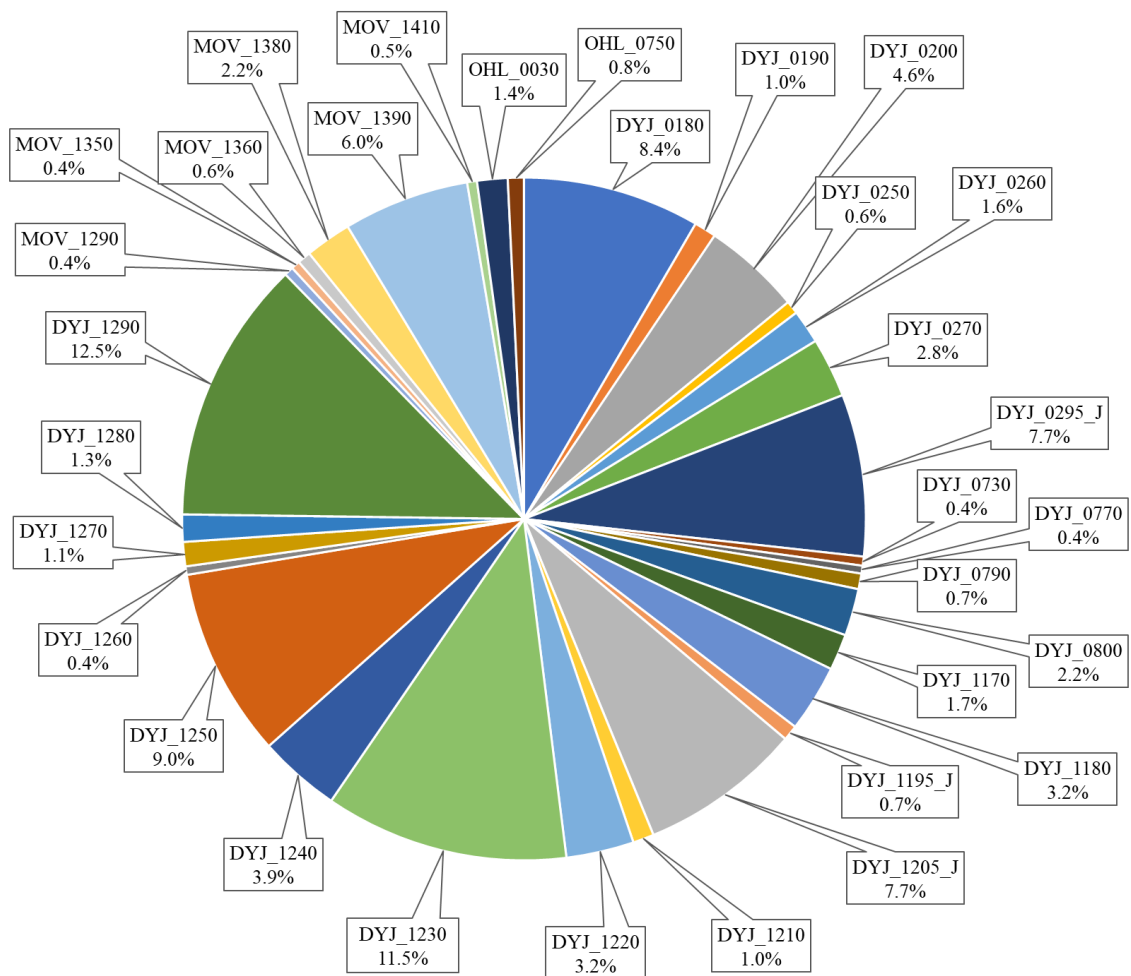
5.9. Vyhodnocení vláhové bilance vinné révy.

Co se týče pěstování vinné révy v České republice, jde o tradiční a významnou plodinu. Pěstuje se především ve vinařských oblastech Čechy a Morava, oblast Čech se dělí na Litoměřickou a Mělnickou podoblast a oblast Morava se dělí na Znojemskou, Mikulovskou, Velkopavlovickou a Slováckou podoblast. V oblasti Moravy se nachází přes 96 % veškerých vinic v České republice.

V roce 2021 byl výnos hroznů vinné révy okolo 5,51 tun na hektar, méně o 2 % než rok předtím, kdy byl výnos 5,60 tun na hektar, [12] [13]. Podle LPIS 2022 bylo zjištěno, že se v České republice v roce 2022 pěstovala vinná réva na více než 15 450 hektarech zemědělské půdy a její výskyt byl zaznamenán na 89 útvarech povrchových vod. Přehled ÚPOV, na nichž se vyskytovaly vinice s plochou vinic větší než 50 ha uvádí tabulka 44. Procentuální zastoupení vinic vzhledem k ploše útvaru je pak graficky znázorněno na obr. č. 57 (pouze útvary z výše uvedené tabulky, nad 50 ha), SEDLÁČKOVÁ, 2023.

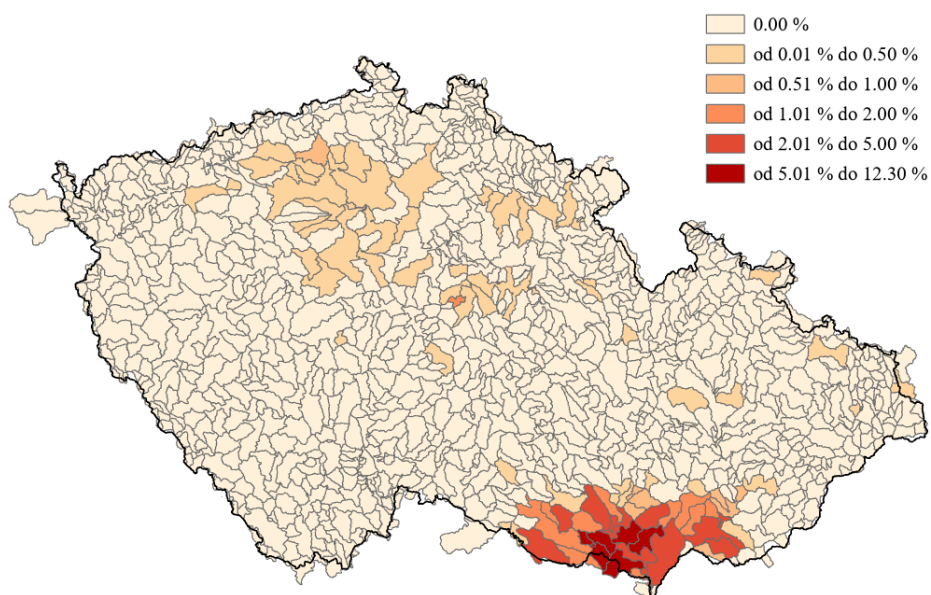
Tabulka 44: ÚPOV, na kterých se podle LPIS 2022 vyskytovaly vinice (uvedeny pouze útvary s plochou větší než 50 ha), SEDLÁČKOVÁ, 2023.

název útvaru	ÚPOVID
Dyje od vzdutí nádrže Znojmo po státní hranici	DYJ_0180
Dyje od státní hranice po státní hranici	DYJ_0190
Dyje od státní hranice po vzdutí nádrže Nové Mlýny I. - horní	DYJ_0200
Křepička od pramene po ústí do toku Jevišovka	DYJ_0250
Skalička od pramene po ústí do toku Jevišovka	DYJ_0260
Jevišovka od toku Ctídužický potok po ústí do Dyje	DYJ_0270
Nádrž Nové Mlýny I. - horní na toku Dyje	DYJ_0295_J
Litava (Cézava) od toku Rakovec po tok Říčka (Zlatý potok)	DYJ_0730
Moutnický (Borkovanský) potok od pramene po ústí do toku Litava (Cézava)	DYJ_0770
Šatava od pramene po ústí do toku Svratka	DYJ_0790
Svratka od toku Litava (Cézava) po vzdutí nádrže Nové Mlýny II. - střední	DYJ_0800
Olbramovický potok od pramene po vzdutí rybníka Novoveský	DYJ_1170
Jihlava od toku Oslava po vzdutí nádrže Nové Mlýny II. - střední	DYJ_1180
Nádrž Nové Mlýny II. - střední na toku Dyje	DYJ_1195_J
Nádrž Nové Mlýny III. - dolní na toku Dyje	DYJ_1205_J
Trkmanka od pramene po Spálený potok	DYJ_1210
Spálený potok od pramene po ústí do toku Trkmanka	DYJ_1220
Trkmanka od toku Spálený potok po ústí do toku Dyje	DYJ_1230
Dyje od hráze nádrže Nové Mlýny III. - dolní po tok Odlehčovací rameno Dyje, Poštorná	DYJ_1240
Včelínek (Sedlecký potok) od státní hranice po ústí do toku Odlehčovací rameno Dyje, Poštorná	DYJ_1250
Dyje od toku Odlehčovací rameno Dyje, Poštorná po tok Kyjovka (Stupava)	DYJ_1260
Kyjovka (Stupava) od pramene po tok Hruškovice	DYJ_1270
Hruškovice od pramene po ústí do toku Kyjovka (Stupava)	DYJ_1280
Kyjovka (Stupava) od toku Hruškovice po ústí do Dyje	DYJ_1290
Morava od toku Dřevnice po tok Olšava	MOV_1290
Okluky od pramene po ústí do toku Morava	MOV_1350
Dlouhá řeka (Morávka) od pramene po ústí do toku Odlehčovací rameno Moravy, Vnorovy - Uherský Ostroh	MOV_1360
Velička od toku Hrubý potok po ústí do toku Morava	MOV_1380
Morava od toku Olšava po tok Radějovka	MOV_1390
Radějovka od pramene po ústí do toku Morava	MOV_1410
Labe od toku Vltava po tok Ohře	OHL_0030
Labe od toku Ohře po tok Bílina	OHL_0750

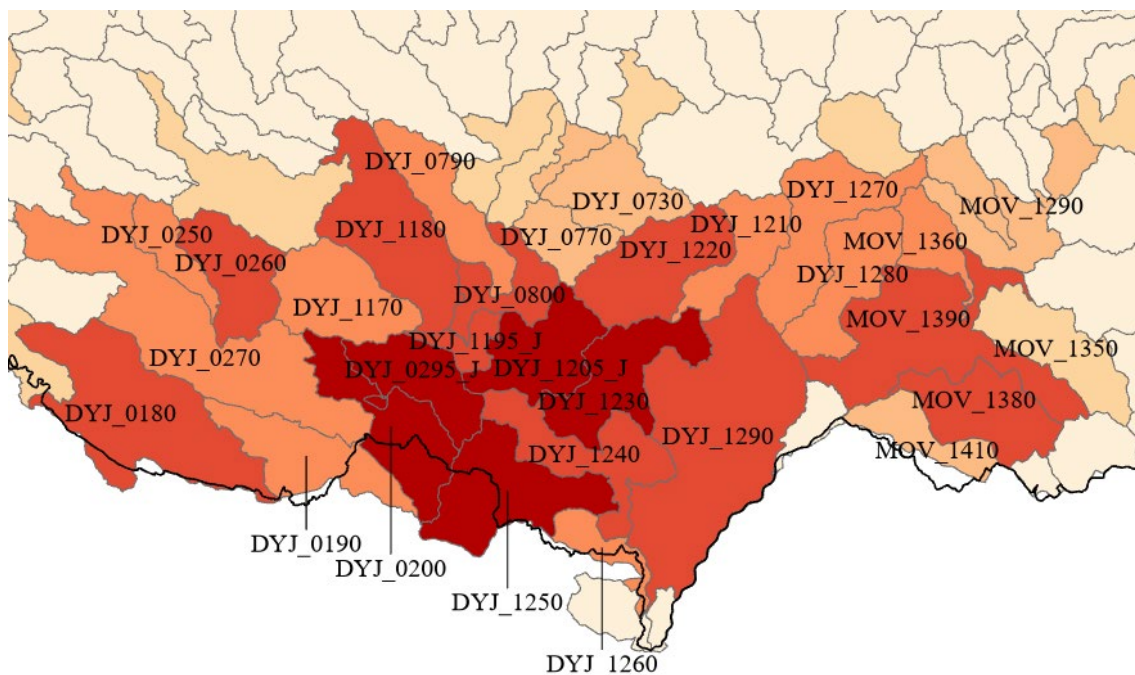


Obr. č. 574: Procento zastoupení vinic z celkové plochy vinic v České republice, SEDLÁČKOVÁ, 2023.

Následně byly opět vybrané ÚPOVy graficky přehledně vyznačeny v mapě, s rozlišením příslušného podílu vinic, viz obr. 58, 59.



Obr. č.58: Ukázka procentuálního zastoupení vinic vzhledem k ploše útvary pro rok 2022, SEDLÁČKOVÁ, 2023



Obr. č. 59: Detailní výřez ÚPOV v oblasti povodí Dyje (DYJ) a povodí Moravy a přítoků Váhu (MOV) – ID pouze u útvarů s plochou vinic větší než 50 ha, SEDLÁČKOVÁ, 2023.

Co se týče zavlažování vinné révy, je situace specifická. Kořeny této plodiny pronikají do značných hloubek, díky čemuž dokáže získat vodu z velké hloubky. Prostupnost pro kořeny závisí na kvalitě půdy. Podle individuálních odhadů je v dnešní době zhruba 60 % vinic v Česku pod závlahou. **Část pěstitelů vinné révy v současné době ještě nepovažuje závlahu za nutnou**, neboť negativně ovlivňuje cukernatost hroznů. Moštové odrůdy kvalitních vín zpravidla řeší vysokou evapotranspiraci zmenšením listové plochy (ostříháním listoví), což se sice zmenší výnos, ale během vysokých teplot zvýší cukernatost. Co se týče stolních odrůd a také nově zakládaných vinic, zde se závlahové systémy používají. Závlaha je realizována v drtivé většině kapkovou závlahou (na drátěnku, nebo podzemní instalací) a zajišťuje větší výnos, větší velikost hroznů a kvalitnější úrodu. Otázkou zůstává nezbytné hnojení vinic, kdy je kapková závlaha ideální možností přesného dávkování, SEDLÁČKOVÁ, 2023.

Opět vzhledem ke značnému množství vyhodnocených dat a tabulek (výskyt vinic na 89 ÚPOV, poskytnuté hodnoty vláhových bilancí za 62 let pro 3 varianty GS, SGS a YEAR) je vybrána pouze ukázka výpočtové tabulky (Tabulka 45). Tabulka zobrazuje pět útvarů povrchových vod s největším zastoupením vinic a informace o vláhové bilanci ze zdrojové databáze ČZU v milimetrech (horní údaj) a potřebě vody v kubických metrech na hektar v citlivém vegetačním období bez zahrnutí ztrát (spodní údaj) pro nejaktuálnější desetiletí 2012-2022. Následně jsou uvedeny tabulky 46 a 47, kde jsou celkově prezentovány průměrné vláhové bilance a potřeby vody v časových obdobích: 1961-2020, 1961-1990, 1991-2020. Kompletní zpracovaná data zahrnuje práce SEDLÁČKOVÁ, 2023.

Tabulka 45: Vybraných pět ÚPOV s největším podílem výskytu vinic – vláhová bilance a potřeba vody pro roky 1961-2022 za citlivé vegetační období, SEDLÁČKOVÁ, 2023.

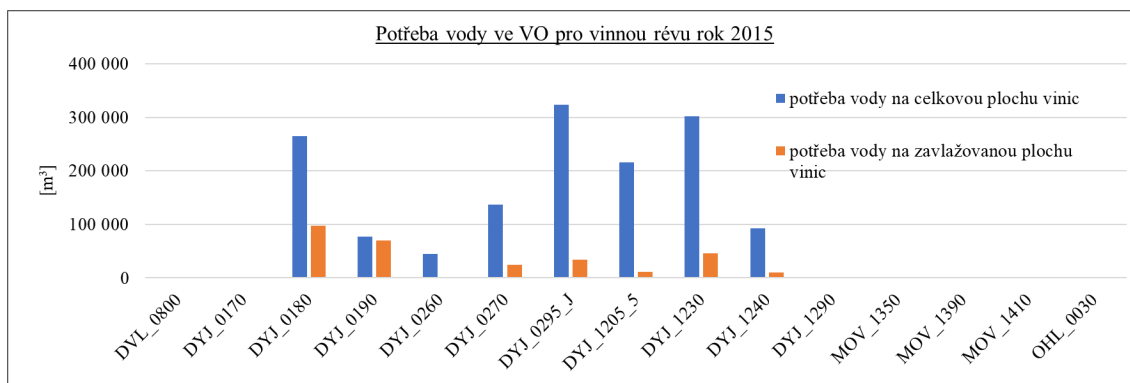
ÚPOV ID	vláhová bilance [mm]/potřeba vody [m ³ /ha] pro vinnou révu v citlivém vegetačním období				
	DYJ_0180	DYJ_1205_J	DYJ_1230	DYJ_1250	DYJ_1290
2012	6.5	1.2	5.6	-4.9	0.0
	0.0	0.0	0.0	48.9	0.3
2013	-80.6	-37.6	-27.5	-35.0	-9.8
	806.2	375.9	274.6	350.1	97.6
2014	167.5	244.1	201.8	252.4	181.2
	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
2015	-52.4	-33.7	-25.6	-29.6	-7.7
	523.8	336.8	255.6	295.5	76.8
2016	-11.6	1.6	2.5	-2.8	6.1
	116.2	0.0	0.0	27.6	0.0
2017	27.4	28.3	23.2	26.3	36.1
	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
2018	-21.7	-13.4	-9.3	0.8	-1.9
	217.0	133.8	92.9	0.0	19.2
2019	22.8	40.1	41.4	40.6	35.9
	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
2020	15.3	19.1	7.8	51.3	19.1
	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
2021	-21.3	-29.5	-35.0	-38.9	-42.7
	213.3	295.4	350.4	389.1	427.3
2022	-1.5	-49.4	-45.2	-36.4	-37.2
	14.9	494.4	452.3	363.9	371.5

Tabulka 46: Průměrná vláhová bilance pro vinnou révu v různých časových obdobích pro citlivé vegetační období, SEDLÁČKOVÁ, 2023.

ÚPOV ID	Průměrná vláhová bilance pro chmel v citlivém VO [mm]			rozdíl vláhové bilance od 1961-1990 do 1991-2020 [mm]
	1961-2020	1961-1990	1991-2020	
DYJ_0180	-2.3	-13.2	8.7	+ 21.8
DYJ_1205_J	2.6	-14.4	19.6	+ 33.9
DYJ_1230	5.6	-9.0	20.2	+ 29.2
DYJ_1250	12.8	-4.4	30.0	+ 34.4
DYJ_1290	10.9	-1.5	23.4	+ 24.9

Tabulka 47: Průměrná potřeba vody pro vinnou révu v různých časových obdobích pro citlivé vegetační období, SEDLÁČKOVÁ, 2023.

ÚPOV ID	Průměrná potřeba vody pro chmel v citlivém VO [m ³ /ha]			rozdíl potřeby vody od 1961-1990 do 1991-2020 [m ³ /ha]
	1961-2020	1961-1990	1991-2020	
DYJ_0180	201.1	230.2	172.0	- 58.3
DYJ_1205_J	192.3	245.0	139.7	- 105.3
DYJ_1230	160.6	206.2	114.9	- 91.3
DYJ_1250	153.9	192.8	115.1	- 77.7
DYJ_1290	132.8	162.3	103.4	- 58.9

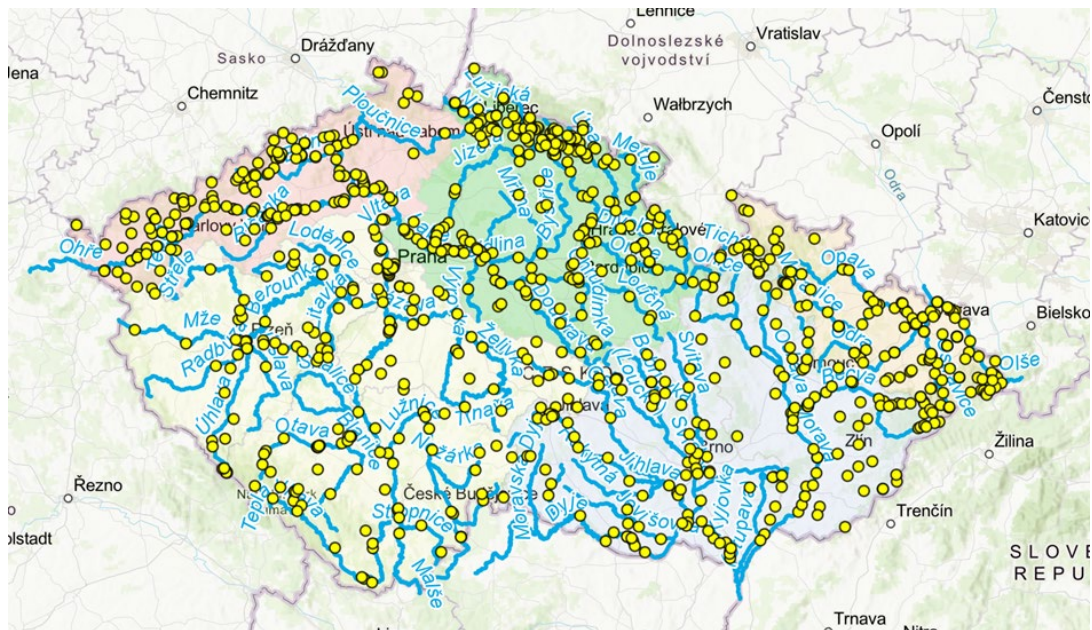


Obr. č. 60: Porovnání potřeby vody ve vegetačním období na celkovou plochu a na zavlažovanou plochu vinic pro extrémně suchý rok 2015, SEDLÁČKOVÁ, 2023.

Závěrem lze shrnout pro vinnou révu, že ve 30letém období 1991-2020 dochází neočekávaně ke zvýšení vláhové bilance a poklesu potřeby vody. Nicméně po vynesení těchto trendů do grafů byly vykazovány velmi nízké regresivní koeficienty (blíží se k nule), což naznačovalo jejich omezenou vypovídající schopnost díky značnému rozkolísání klimatických hodnot. Trendy a správnost hodnot byly proto ověřovány individuálně pro periody suchých let i jednotlivé vlhké roky a konzultovány s autorem dat (doc. Potopová, ČZU). Z obrázku 60, kde je opět zobrazena potřeba vody pro reálný výskyt ploch závlahových systémů v současné době (z GIS databáze ISMS VÚMOP) lze říci, že jsou výměry zavlažovacích systémů malé a tím i výrazně menší nároky na zdroje závlahové vody. Důležité je také závěrem poznamenat, že vinná réva je schopná dobře odolávat suchým podmínkám a dokáže dobře využívat dostupnou podzemní vodu, SEDLÁČKOVÁ, 2023, ŠNÁBL, 2022.

5.10. Srovnání podmínek odběrů závlahové vody v ČR a sousedních evropských státech.

Jak již bylo řečeno, zdrojem odběru vody pro závlahové systémy mohou být v ČR vody podzemní nebo povrchové. Pro takový odběr je třeba mít povolení k nakládání s povrchovými nebo podzemními vodami. Pokud je odběr vody větší než 1 000 m³ za rok nebo 100 m³ za měsíc, je odběratel od 1.1.2022 povinen měřit množství vody a předávat výsledky příslušnému správci povodí. Pro potřeby výpočtu vodní bilance se výsledky měření předávají správci povodí jednou ročně. Informační systém veřejné správy pro evidenci odběrů povrchových i podzemních vod <https://www.voda.gov.cz/> spravuje Ministerstvo zemědělství. Odběratel podzemní vody, který přesáhne odběr 6 000 m³ za rok nebo 500 m³ za měsíc je povinen zaplatit poplatek za odebrané množství vody, který je 3 Kč/m³. Poplatek za odběr povrchové vody se neplatí, pokud množství odebrané vody nepřesáhne 6 000 m³ za rok nebo 500 m³ za měsíc nebo pokud je voda využita pro vyrovnání vláhového deficitu zemědělských plodin. [10]. Pro srovnání s podmínkami ostatních zemí byly dohledány informace pro sousední evropské státy, DELLOITE, 2016.



Obr. 61. Odběrná místa povrchových vod, <https://www.voda.gov.cz/>

Německo:

Požadavky pro odběr vody stanovuje v SRN příslušná okresní správa individuálně pro každý případ. K využívání vody pro závlahu je nutné získat povolení, jehož součástí je i stanovený limit maximálního množství odebrané vody. Tento limit určuje typ plodiny a využívaný vodní zdroj. Poplatky za odebrané množství vody se liší podle spolkových zemí. V některých spolkových zemích není odběr povrchové ani podzemní vody zpoplatněn, v jiných je poplatek za odběr pro zemědělské účely se sníženou sazbou. Například v Dolním Sasku je cena za odběr podzemní i povrchové vody stejná, po přepočtu na koruny je to 18,9 Kč/m³. V Sasku se ceny liší, odběr povrchové vody je zpoplatněn částkou 13,5 Kč/m³ a odběr podzemní vody 67,5 Kč/m³, DELOITTE, 2016.

Rakousko:

V Rakousku tvoří množství odebrané vody využitě pro zemědělství zhruba 7 % z celkové roční spotřeby státu, což je poměrně malá část. Důvodem je fakt, že jsou zde vhodné přírodní podmínky. K zavlažování se využívá převážně podzemní voda. Celkové roční odběry vody pro závlahu jsou obvykle zjišťovány z dat největších odběratelů, ke kterým se poté dopočítá odhad spotřeby menších odběratelů. Povinností odběratele je získat povolení pro nakládání s vodami. Podmínky pro odběr vody se liší podle spolkových zemí. Například ve Štýrsku je v zákoně uvedena podmínka vybudování zásobní nádrže, která je plněna za normálního stavu řek. Zásoba vody z akumulací nádrže je pak využívána v obdobích sucha, kdy je omezen odběr vody z řek, DELOITTE, 2016.

Slovensko:

Na Slovensku je množství odebrané vody pro zemědělství zhruba 37,1 mil. m³, což je 5 % z celkové spotřeby vody státu. Pro odběr vody je nutné získat povolení pro nakládání s vodami. Zpoplatněné odběry povrchové i podzemní vody využívané pro zemědělské účely jsou od množství 50 000 m³ za rok. Odběry povrchové vody na zavlažování v zahrádkářských osadách a odběry podzemní vody v zahrádkářských osadách pro společný závlahový systém zpoplatněny nejsou, DELOITTE, 2016.

Španělsko:

Vzhledem ke klimatickým podmínkám ve Španělsku jsou závlahové systémy důležitou součástí zemědělství. Odběry vody pro zemědělství tvoří 80 % celkové spotřeby vody státu. Ve Španělsku se navíc kromě podzemních a povrchových zdrojů využívá i desalinizace vody. Podmínky pro odběr závlahové vody se liší podle jednotlivých regionů. Ani poplatky související s odběry vody nejsou centrálně stanoveny. Ve většině oblastí se ale platí regulační poplatek a poplatek za odběr vody. Například v povodí Duero se za odběr povrchové vody platí regulační poplatek přepočtený na koruny 432 - 1 307 Kč/ha a poplatek za odběr vody 402 - 6 641 Kč/ha, DELOITTE, 2016.

Itálie:

V Itálii tvoří odběry vody pro závlahové účely 75 % z celkového množství odebrané vody. Existuje zde systém závlahových agentur, které řídí závlahové systémy a stanovují výši poplatků za ně. Faktory ovlivňující výši poplatku jsou velikost plochy, typ zavlažovacího systému, typ plodiny, množství odebrané vody. Cena za množství odebrané vody je 0,03 - 2,16 Kč/m³ nebo za plochu zavlažované půdy 12 150 - 47 250 Kč/ha, DELOITTE, 2016.

6. Stanovení ztrát vody v závlahových soustavách

Další z položek, která výrazně ovlivňuje hodnotu závlahového množství a tím i velikost odebíraného množství závlahové vody ze zdrojů vody je ztráta (nežádoucí únik) vody. **Rozlišujeme ztráty vody na zavlažované ploše (distribucí podrobným závlahovým zařízením, závlahovým detailem) a ztráty vody z rozvodů závlahových soustav (většinou trubní vedení vody od zdroje k závlahovému detailu).**

6.1. Stanovení ztráty vody na zavlažované ploše.

První ze jmenovaných ztrát jsou uvedeny pro jednotlivé závlahové způsoby např. v ČSN 75 0434 „Meliorace – Potřeba vody pro doplňkovou závlahu“ jako tzv. ztrátový součinitel „kz“. Tato hodnota je zahrnuta v níže uvedené bilanční rovnici (1) a definována v tabulce 48.

$$Mz = kz (r_1 * Vc - r_2 * \alpha Sv - r_3 * Wz - Wk) \quad (1)$$

Kde je kz ztrátový součinitel vyjadřující průměrný podíl všech ztrát závlahové vody, s výjimkou ztrát v přivaděči

Vc	celková vláhová potřeba zavlažované plodiny za vegetační období v m ³ /ha
α	součinitel využitelnosti srážek
Sv	dlouhodobý průměr srážek za vegetační období plodiny v m ³ /ha
Wz	využitelná zásoba vody na začátku vegetačního období v m ³ /ha
Wk	využitelné množství vztlínající podzemní vody v m ³ /ha
r ₁	redukční součinitel pro úpravu Vc v závislosti na nadmořské výšce
r ₂	redukční součinitel pro úpravu α v závislosti na nadmořské výšce
r ₃	redukční součinitel pro úpravu Wz v závislosti na druhu půdy a sklonu terénu

Tab. 48 Ztrátový součinitel kz, Zdroj: ČSN 75 0434

Způsob závlahy	kz
Mikrozávlahy	1,05 – 1,15
Postřik	1,15 – 1,25
Podmok	1,25 – 1,45
Přeron	1,45 – 1,65
Výtopa	1,65 – 2,5

Ztrátový součinitel „kz“ vyjadřuje ztrátu závlahové vody dodávkou závlahovým zařízením na plochu (výparem, povrchovým odtokem, díky nesprávně zvolené intenzitě zavlažování a překračování rychlosti infiltrace do půdy a průsakem). Neefektivní ztráta vody průsakem do podloží, mimo hlavní masu kořenů, sice nadlepšuje zásoby podzemní vody, ale překračujeme minimální a efektivní odběr vody z vodních zdrojů je v současné době hodnocena také jako „ztráta“, tj. nežádoucí odběr vody. Hodnota „kz“ byla do původní ČSN převzata ze zahraničních hodnot a vzhledem k absenci závlahového výzkumu v posledních 40 letech nebyla v ČR verifikována.

Z hlediska kapacity vodního zdroje hodnota ztrátového součinitele k_z značí navýšení potřeby závlahové vody o nutný podíl (procento) ztráty. Například u kapkové závlahy je logicky u distribuce podzemním umístěním kapkovacího potrubí hodnota minimální (1 – 1,05), neboť nedochází k výparu závlahové vody ani povrchovému odtoku vlivem nevhodné intenzity závlahy. Nepřesným výpočtem závlahové dávky může u tohoto umístění docházet pouze k průsaku vody do větších hloubek, tedy neefektivně mimo hlavní masu kořenů.

Naproti tomu u závlahy chmelnic, kde je kapkovací potrubí umístěno ve výškách (většinou na stropě chmelnicové konstrukce), budeme očekávat hodnotu ztráty vyšší (1,15, tj. navýšení M_z o 15 %), neboť ke může docházet ke ztrátě výparem i povrchovým odtokem, viz obr. 11. U gravitačních závlahových způsobů (podmok, přeron, výtopa) dochází ke ztrátám značně vyšším (1,25 až 2,5, viz tabulka 48). Ztrátu výparem způsobuje kontakt vodní hladiny s ovzduším dochází, ztrátu průsaku mimo hlavní masu kořenů (mimo účinnou hloubku navlažení), způsobuje obtížně regulovatelná závlaha. Proto je v současné době spíše odklon od těchto závlahových způsobů. Využívány byly zejména v rozvojových zemích, kde byl nedostatek moderních technologií a levná pracovní síla. Výjimkami byly např. zkušenosti s rozsáhlými závlahami brázdovým podmokem např. v jižním Španělsku, kde byly tisíce hektarů automatických povrchových závlah s věžovými vodojemy.



Obr. 62. Umístění kapkovacího potrubí na stropě chmelnicové konstrukce, Účelové hospodářství Stekník, CHI Žatec.

6.2. Stanovení ztrát vody v hlavním závlahovém zařízení (v přívodních řadách)

Druhou z položek ztrát vody v závlahových soustavách jsou ztráty vody v rozvodech od zdroje vody k zavlažované ploše (v hlavním závlahovém zařízení, v závlahové kostře). Tyto přívody mohou být trubní nebo otevřenými kanály. Jak již bylo řečeno, v podmínkách zvyšujících se teplot a nutných úspor vodních zdrojů je snaha o striktní budování podzemních trubních sítí a tím minimalizaci ztrát výparem a nežádoucími průsaky. Pro otevřené kanály uvádí výpočet potenciálního odběru vody pomocí závlahové účinnosti soustavy např. REHÁK, 2015.

Experimentální výzkum stanovení ztrát vody byl publikován v poměrně dávné době, LYSÝ, 1968. Výzkumná práce týkající se ztrát vody ze závlahových trubních sítí byla zpracovávána ve Výzkumném ústavu závlahového hospodářství Bratislava a hlavní pozornost věnovala určení ztrát vody na hlavním

závlahovém zařízení (HZZ). Byla zaměřena na stanovení ztráty vody průsakem z potrubí a spojek, stanovení ztrát vody na armaturách trubní sítě a konečně na stanovení četnosti výskytu provozních závad na HZZ (v ČS a v trubní síti). **Výzkumem bylo zjištěno, že v tehdejších dobách zaujímaly ztráty vody na armaturách trubní sítě v celkové bilanci vodních ztrát významný podíl (75 %), ztráty průsakem z potrubí a spojek a na ostatních armaturách trubní sítě tvořily pouze 25 %.** Výzkumná práce dále uvádí, že údaje o vodních ztrátách nebyly zjišťovány v ČR ani v zahraničí, získávají se z vodárenské praxe, a to i přestože je problematika vodárenských sítí značně odlišná a ztráty mají jiný charakter.

Výpočet ztrát (úniků) vody uvádí ČSN 75 0434 „Meliorace – Potřeba vody pro doplňkovou závlahu“ ve vzorci (2) pro výpočet Specifického přítoku závlahové vody. Specifický přítok q_p ($l/s \cdot ha$) se vypočítá z podmínky, aby na plochu se současným nárokem na závlahu F_x bylo možno přivádět specifický dávkový přítok q_d

$$q_p = k_n * q_d * \frac{F_x}{F} \quad (2)$$

kde je

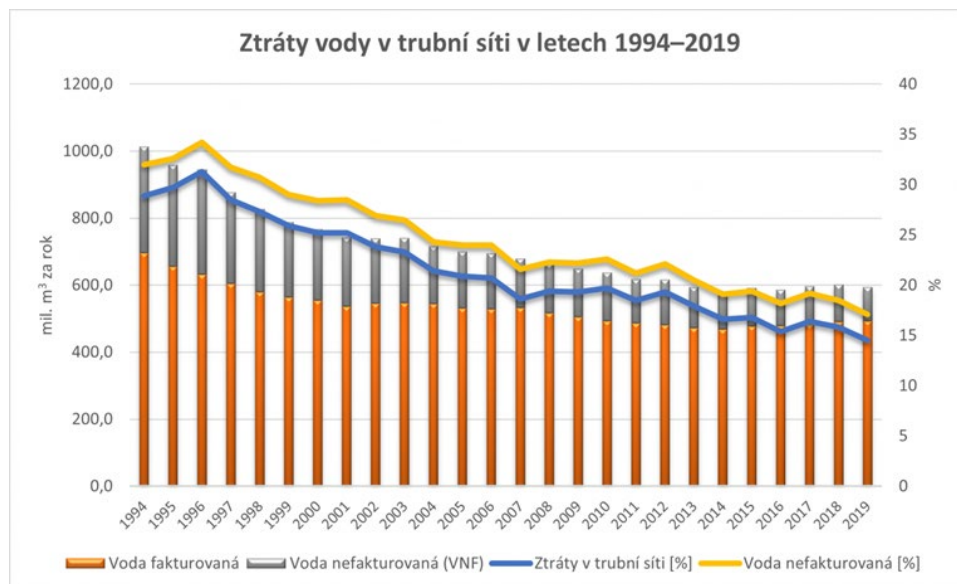
- k_n součinitel vyjadřující ztráty závlahové vody v přivaděčích a závlahové síti
- F_x plocha plodin se současným nárokem na závlahu v ha
- F celková závlahová plocha v ha

Pod výpočtem vzorce (2) uvádí norma poznámku: Hodnota součinitele k_n , se stanoví podle způsobu závlahy a podle délky a způsobu těsnění přívodu a rozvodu vody. Ztráty v podzemní tlakové síti se zpravidla zanedbávají.

Pro přesnější stanovení odběrů závlahové vody je však nutno započítat jak ztráty distribucí závlahové vody po ploše, tak i ztráty v hlavním závlahovém zařízení (od čerpací stanice k hydrantu na zavlažované ploše). **Velikost ztráty vody v trubní síti závisí na stáří trubní sítě, na materiálu, na jejím technickém stavu i na tlaku vody v rozvodné síti. V současné době je velký rozdíl v kvalitě a ve stavu přívodních potrubí jednotlivých soustav.** Některé rozvody jsou již realizované nově v plastových potrubích, jinde dožívá několik desítek let stará trubní infrastruktura. Významnou roli hraje údržba trubní sítě. Z pohledu budoucí kvality rozvodné sítě je zcela jistě možné očekávat její obnovu (tam, kde bude využívána), čímž bude docházet ke snižování ztrát vody, analogicky jako u rozvodů vodárenských, viz tabulka 49 a obrázek 63.

Tabulka 49. Vývoj ztrát vody na vodovodní síti v Praze, zdroj: www.pvk.cz

Vývoj ztrát vody	%
1996	43,13
2000	34,17
2005	25,78
2012	21,43
2013	20,42
2014	17,27
2015	17,60
2016	14,20
2017	15,09
2018	13,48



Obr. 63. Vývoj ztrát vody na vodovodní síti v ČR, zdroj ČSÚ, sovak.cz.

Při realizaci větších trubních sítí se závlahy stále ještě uvažují jako II. třída podle náročnosti na materiály/provedení/zkoušky oproti trubním rozvodům pro účely vody pitné. Postupem doby se doporučuje používat nejlepší dostupné technologie (BAT) i pro tyto závlahové sítě, a pro rozsáhlejší závlahové sítě bude doporučeno ukládat HDPE potrubí do země do nezámrazné hloubky. Pro vodovodní sítě jsou v posledních letech uváděny ztráty na rozvodech na 14 % (2018), zatímco v dřívějších dobách (např. 1996) se uvádí až cca 43 %.

Z hlediska praktických zkušeností jsou u velikosti ztrát vody velké odlišnosti. Podle druhu sítě (velký podíl armatur nebo u značně členitých trubních rozvodů), podle stáří, technického stavu a materiálu. V reálných podmínkách nových plastových trubních rozvodů pro automatické závlahové systémy s bezpečnostními prvky pro detekci úniků vody, se ztráty vody na základě 30-ti letých zkušeností skutečně zanedbávají, zejména pokud jde o svařované spoje. Ke ztrátám vody i zde může eventuálně dojít při nekvalitní montáži nebo nedotěsnění šroubovaných spojů. Při nekvalitní údržbě PE rozvodů automatických závlahových systémů je však odborný odhad ztrát vody max. do 1-2 %, JEŘÁBEK, 2018.

U starých rozvodů (životnost trubních rozvodů se udává zhruba 30 let) se výše ztrát vody může pohybovat zhruba kolem 15 %, u oceli se časem projeví koroze, azbestocementové potrubí je křehké a praská. Ve starších zemědělských soustavách jsou v současné době stále velké úniky na armaturách a výstupních zařízeních (hydrantech, bajonetových uzávěrech přenosných rychlospojkových potrubích, nebo u napojení závlahových prvků), v souladu s výzkumnou prací z roku 1968. Pro výpočet ztrát vody v současné době je potřeba stanovit jednoduchý výpočetní vzorec a zohlednit vzdálenost vedení vody od zdroje vody k místu distribuce. **Finální hodnoty ztráty by se pak mohly pohybovat kolem empirické hodnoty zohledňující podíl procenta armatur ku délce trubních rozvodů v rozmezí 16–20 %.**

6.3. Návrh výpočtu ztrát závlahové vody v trubních sítích.

V průběhu řešeného období byl vytvářen vzorec pro zahrnutí ztrát vody v trubních sítích. Výsledky byly diskutovány rovněž se spoluřešiteli z VÚV a Czech Globe. Pracovní verze vzorce doporučovala množství odebrané vody pro závlahy navýšit **koeficientem ztrát K_z , který by zahrnoval jak vzdálenost rozvodu vody od zdroje k zavlažované ploše (ztráta v hlavním závlahovém zařízení), tak i způsob aplikace vody přímo na zavlažovanou plochu (ztráta distribucí závlahovým detailem, původní „ k_z “).**

$$K_z = K_1 + K_2, \text{ kde } K_1 = 1,1 + 0,01/\text{km délky.} \quad (3)$$

K_1 byl výpočtově ověřován pro závlahový přívod a rozvod (viz. tabulka 50):

Tabulka 50. Ověřovací výpočty ztrát vody pro skutečné délky závlahových rozvodů

lokality	Délka sítě příslušná 1 ČS [km]	K_1 dle vzorečku výše [-]
Vltava VII	25	1,35
Přerov	29	1,39
Test	5	1,15
Test	10	1,2
Test	50	1,6

K_2 je součinitel **pro závlahový detail** (podle výše uvedené tabulky 48 a 13) s navrhovaným upřesněním:

- 1,05 pro mikrozávlahy (kapkovací potrubí povrchové, u zeleniny a možno i na drátěnce v sadech)
- 1,15 pro mikrozávlahy (kapkovací potrubí na stropě chmelnicové konstrukce) a možno i pro jemný postřik
- 1,25 pro postřik pásovými zavlažovači s dělem
- 1,25 pro podmok
- 1,45 pro přeron
- 1,65 pro výtopu

Z uvedeného tedy pro aktuálně pěstované plodiny v ČR vyplývá přiřazená hodnota koeficientu (tabulka 51). Tabulka je výsledkem aktualizace závlahového detailu (REHÁK, 2015) a je uvedena též v části 2.6.

Tabulka 51. Hodnoty koeficientu závlahového detailu K_2 podle plodiny

K ₂	Závlahový detail současný	Závlahový detail výhledově
1,05	Sady – broskvoně, jabloně, meruňky třešně, vinice, jahody, okurky, papriky, rajčata,	Sady – broskvoně, jabloně, meruňky, třešně, vinice, jahody, okurky, papriky, rajčata,
1,15	Chmelnice, cibule, mrkev,	Česnek, chmelnice, cibule, květák, mrkev, pšenice ozimá, řepka ozimá, vojtěška, zelí,
1,25	Vojtěška, zelí,	
1,05/1,25	Rané brambory, kukuřice	
1,15/1,25	Květák	
1,05/1,15	Rané brambory	Kukuřice

V rámci diskusí se spoluřešiteli došlo následně k dohodě, že v případě dvou uváděných hodnot pro koeficient K₂ je z hlediska zabezpečení správné použít ten vyšší z nich. Stejně tak byl vysloven závěr, že za současné úrovně znalostí odběrných míst pro závlahy a tras rozvodných potrubí může být chyba způsobená nesprávným určením koeficientu K₁ (podle délky trubní sítě) vyšší než při paušální hodnotě K₁=0,12 (což odpovídá hodnotě ztráty pro délku potrubí přibližně 4 km). **Ztrátový součinitel K₁=0,12 tedy považujeme za hodnotu odpovídající průměrné vzdálenosti pro dopravu vody od zdroje k zavlažovanému pozemku. Zároveň navrhuje jako jeden ze závěrů projektu doporučit inventarizování odběrných míst do použitelné databáze (například ISMS, VÚMOP). S touto databází by se případně v budoucnu mohlo dále pracovat a zohlednit tak přesněji vzdálenost při výpočtu ztrát vody potřebné pro závlahy.**

Po této diskusi byla výsledná hodnota ztrát pro závlahy určena vzorcem (4):

$$K_z = 0,14 + K_2 \quad (4)$$

kde K₂ je koeficient závlahového detailu jednotlivých plodin dle tabulky 48, ČSN 75 0434,2017.

7. Kvantifikace potřeby závlahové vody

Cílem této kapitoly bylo pokusit se odhadnout celkovou potřebu vody pro závlahu plodin na pozemcích, kde závlaha existuje, nebo může existovat – na základě generálně dostupných dat a průměrných hodnot. Na tomto podkladě pak je možno odvodit i teoretické scénáře pro případ rozšíření závlah určitých plodin.

- V průběhu tří let řešení projektu byly týmem ČVUT shromážděny a analyzovány dostupné podklady o evidenci závlah v České republice. Kromě dlouhodobější zkušenosti absence aktuálních dat vláhových potřeb plodin v pěstovaných oblastech chybí také potřebné empirické podklady v důsledku absence více než třiceti let závlahového výzkumu v letech 1989-2015. Dostupná je pouze vytvořená aktuální Vláhová kalkulačka VÚMOP, DUFFKOVÁ, 2020, závěrečná zpráva projektu s výsledky aktuálně zjišťovaných vláhových potřeb pro vybrané plodiny FUČÍK, 2020 a nově také aktuální specializované mapy vláhových poměrů pro jabloně a třešně (VŠÚO Holovousy). Informace jsou rovněž dostupné na odborných seminářích Spolku vlastníků, provozovatelů a uživatelů závlahových systémů, NOVÁK, 2016, PUNČOCHÁŘ, 2017. Dále bylo zjištěno, že dílčí dostupná data jsou v jednotlivých informačních systémech a portálech, ale **nejsou kompletní, provázaná a kompatibilní** – tím je míněno především to, že data byla sbírána ad-hoc v různých časových obdobích, podle různých metodik a nad různým mapovým podkladem. (Prostorově si tedy například neodpovídají zákresy zavlažovaných pozemků v ISVS a databáze pozemků LPIS).
- Z dat ČSÚ byly stanoveny **trendy budoucího pěstování plodin** (pro vybrané plodiny) a v návaznosti na to z dat ČZU a ÚVGZ i byl vyhodnocován i **potenciální vývoj vláhových bilancí a potřeb závlahové vody**, POTOPOVÁ, 2021, [14], [15], [16], [17], [18], ÚVGZ, 2023, TRNKA, 2021.
- Popsán byl i očekávaný vývoj závlahy v ČR, (očekávané budoucí technologie), **precizní zavlažování, kapková závlaha a v posledních měsících řešení projektu i otazník na investičně náročnějšími pivotovými nebo lineárními zavlažovacími stroji**. Podmínky vlastních pozemků, na kterých by zemědělci pivotové systémy realizovaly se postupně zlepšují, velkou otázkou ale zůstává ekonomická situace v ČR, která se meziročně dramaticky mění (skokové zdražení elektrické energie, nejisté období produkce v období COVIDu, očekávaný nedostatek vody v důsledku klimatické změny, válečný konflikt na Ukrajině s ohrožením pěstebních ploch a globálních dodávek obilnin). Spolu se scénáři politického a ekonomického vývoje (SCENES) v ČR je velice těžké predikovat vývoj zavlažovatelné plochy, i přes srovnávací popsání situace v okolních státech. **Očekávání nejspíše směřuje k dalšímu poklesu výměr zavlažovaných ploch vlivem ekonomických nejistot (zkušenosti provozovatelů již nebudou mít zájem o provozování, obnovu a rozšiřování závlahových systémů).**
- SCENES, definuje 4 scénáře, ve kterých je možné paradoxně (ale možná celkem logicky) vidět stejný vývoj, jen příčiny a okolnosti jsou možná jiné. Hlavní předpoklady vyplývající ze scénářů jsou následující:
 - **potřeba vody na závlahy vzroste** (spolu s teplejším klimatem)
 - konkurenční příčiny využití/odběru vody (energetika, doprava...) budou rovněž narůstat, může tedy nastat nedostatek
 - bude tlak na vyšší efektivitu spotřebované vody (limity, cena vody, dostupnost), tedy plošně a **časově přesně distribuovaná závlaha podle místních podmínek (kapková závlaha, podzemní zdroje, skleníky a akvakultury)**. Efektivní množství vody pro plodiny se budou měnit, závlahové množství je třeba upravovat.
 - **zavlažovat se bude, čím jen to půjde – podzemní/dešťová/šedá odpadní voda... vždy podle toho, co bude k dispozici a ekonomicky nejvýhodnější**

- Co se týče zdrojů pro zavlažování, **očekáváme zatížení zejména v místech vybudovaných a provozovaných závlahových systémů**. Trvalé kultury (chmelnice, sady a vinice) mohou být závlahovými systémy vybavovány, zejména nově budované ale případně i stávající (v případě příznivých dotačních programů). **Vlivem vývoje politicko-ekonomické situace a nesnadné situace v zemědělství by bylo vhodné další posouzení (zpřesnění) výměr provozovaných závlahových staveb (očekávaný bude další úbytek zavlažovaných ploch)**. V budoucnu by byla vhodná aktualizace databáze ISMS nebo LPIS jako nekompletnějších registrů výměry zavlažovaných ploch.
- Co se týče odběrů závlahové vody, jsou oproti ostatním odběrům (průmyslovým, průtočné chlazení, vodovody a kanalizace) nízké (1-2%). **Z dostupných, resortně souhrnných dat odběrů vody (databáze podniků Povodí ve správě VÚV TGM) byla vytvořena pomocí vlastní metodiky orientační analýza odběrů závlahové vody a stanoveno, že placené odběry (překračování stanovených limitů) jsou většinou nižší než hodnoty vodoprávně povolené (většinou se pohybují kolem 30 %) a placené odběry podzemních vod jsou řádově nižší než odběry vod povrchových (cca 10 %)**. Srovnáván byl stav pro jednotlivá povodí, kde odběrově nejzatíženější jsou Povodí Dyje a Labe, naopak potenciál a stabilní situace je na Povodí Dolní Vltavy pod nadlepšením z Vltavské kaskády. **Odběry jsou lokálně překračovány zejména v suchých letech na malých vodních tocích, ale v celkovém pohledu existuje i přes prognózovaná snížení průtoků v tocích potenciál pro navýšení odběrů pro závlahy**. Je však nutné počítat s faktem primárního omezování odběrů závlahové vody v případě suchých období (viz Vodní zákon, Suchá novela).

Z výše uvedených informací, analýz a podkladových vrstev byly stanoveny podklady pro výpočty potřeby závlahové vody na 1112 ÚPOVech České republiky v několika scénářích (ČZU). Data jsou však zatížena řadou nepřesností a nejistot (například nesouladem vymezených kategorií LPIS a poskytnutými vláhovými bilancemi jednotlivých zemědělských plodin). **Pokud chceme přesněji stanovovat budoucí potřeby vody pro zemědělské závlahy, musíme zcela jistě aktualizovat, doplnit a sjednotit zdrojové databáze pro účely výpočtů**. Zejména by bylo vhodné propojení informací o zavlažovaných a zavlažovatelných plochách zemědělské půdy a plodinách, které jsou (či předpokládáme že budou) na těchto plochách pěstovány. Dále je třeba udržovat aktuální databázi odběrů (a odstraňovat nalezené nepřesnosti) a postupně doplňovat aktuální informace o závlahových soustavách – jaká je jejich délka, stav, jak jsou využívány.

8. Metodika výpočtů potřeby závlahové vody

Chybí aktualizace databáze skutečně zavlažovaných ploch a jejich navázání na odběrná místa

1. Příprava dat.

Jak již bylo řečeno, kompletní data pro přesný výpočet potřeby závlahové vody (výměry zavlažovaných plodin) v současné době není možno zjistit. **Nejdostupnějším podkladem pro podrobnější stanovení výměry plodin je vrstva LPIS z Portálu farmáře. Z geodatabáze LPIS 2022 bylo proto v konečné fázi vymezeno cca 644 000 pozemků, které byly propojeny dohromady s 24 042 ks polygonů závlah (vrstva ISMS, VÚMOP, dr. P. Fučík, poskytnuta 2021) a se 1112 ks ÚPOV (HEIS VÚV TGM), které byly projektem zadány jako vymežovací jednotka.**

Postupnými úpravami zmíněných vrstev LPIS a ÚPOV (agregace do skupin a následně opětovné rozřezávání tvarů do ÚPOV) vznikla první verze potřebné evidence výměr, tabulka s cca 12 500 ks půdních bloků pro ČR. Každý řádek udával informaci o konkrétním ÚPOV, jeho ploše, jednotlivých

kategoriích LPIS, které se na něm nacházejí a výměře jejich plochy. Z vrstvy ISMS byly vymezeny plochy zavlažované (plochy, na kterých se nachází již vybudované závlahové systémy) a jim byly přiřazeny výpočtové atributy „1“, např. „orná půda 1“ zavlažovaná. Nezavlažovaným pozemkům byl přiřazen atribut „0“, například „orná půda 0“ = pozemek nezavlažovaný. Výměry byly v prvním kroku řešení zjištěny pro 14 kultur, viz. Tabulka č. 52.

Tabulka 52. Přehled výskytu kultur na ÚPOV v ČR.

LPIS kultura	Výskyt kultur		zavlažováno	
	plocha km ²	počet ÚPOV	plocha km ²	počet ÚPOV
Chmelnice	52,78	33	11,01	22
Jiná kultura	8,32	466	0,59	24
Jiná trvalá kultura	47,47	669	4,62	50
Mimoprodukční plocha	2,11	153	0,16	13
Rybník	3,56	32	0,00	0
Rychle rostoucí dřeviny	24,95	407	0,96	30
Sad	138,66	494	39,60	100
Standardní orná půda	24428,71	1009	1296,61	247
Školka	21,55	277	4,85	43
Travní porost	344,54	893	12,55	114
Trvalý travní porost	10061,68	1112	53,24	188
Úhor	136,33	553	12,75	99
Vinice	154,60	91	34,36	35
Zalesněná půda	57,62	638	0,78	20

Z uvedené tabulky je vidět, že ve vrstvě LPIS 2022 ČR je vymezeno 14 kategorií kultur na celkové ploše 35 482,89 km². Souhlasně s dříve zjištěnými daty z ČSÚ, **největší podíl zauímají kategorie „orná půda“ resp. „trvalý travní porost“ s výměrami přes 24 000 resp. 10 000 km², které se vyskytovaly na více než 1000 ÚPOV z celkového počtu 1112. Na ploše přes 100 km² se poté vyskytovaly kategorie „vinice“ (154,60 km²), „sady“ (138,66 km²) a „úhor“ (136,33 km²), které se vyskytovaly na 91, 494 resp. 553 ÚPOV.**

Z hlediska vyhodnocování výskytu zavlažovaných kultur, dosahovala největších výměr kategorie „standardní orná půda“, 1297 km² která se vyskytovala na 247 ÚPOV, následoval „Trvalý travní porost“ (zavlažovaná plocha 53,24 km² na 188 ÚPOV) a „vinice“ (zavlažovaná plocha 34,36 km² na 35 ÚPOV). V rámci této analýzy nad celou plochou ČR nebyly korigovány nepřesnosti v zákresech zavlažovaných pozemků v databázi ISVS oproti závazně přesnější databázi LPIS, ale pracovali jsme s pouhým protínáním polygonů a následnou prostorovou statistikou.

Ve druhém kroku přípravy dat byly upraveny dílčí výměry kultur na jednotlivých ÚPOVech podle kategorií zadaných projektem Centrum Voda. **Jednalo se o kultury „standardní orná půda“ (do ní je zahrnuta kategorie úhor), „vinice“, „chmelnice“, „sady“ a „trvalý travní porost“,** viz. ukázka v tabulce 53. Vymezení kultur bylo provedeno agroklimatologem (doc. V. Potopová, ČZU) v prvních letech řešení projektu. Stanoveno bylo **15 citlivých komodit pěstovaných v ČR** (vinice, chmelnice, sady (jabloně, meruňky, broskve a třešně), rané brambory a zelenina (cibule, česnek, papriky, mrkev, okurky, květák a zelí), píce (vojtěška)), které budou výstupem pro výpočty potřeby vody pro zemědělství.

Tabulka 53. úprava databáze vybraných kultur na ÚPOV.

Popisky řádků	Součet z ZAVLAZOVANO	Součet z SUM_Shape_Area_m2	Součet z SUM_Shape_Area_ha	Maximum z MAX_UPOV_km2
Travní porost 1	1	27637,01789	2,763701789	203,1892777
BER_0740	2	40121358,68	4012,135868	91,63118997
Sad 0	0	63378,35528	6,337835528	91,63118997
Standardní orná půda 0	0	37984482,86	3798,448286	91,63118997
Standardní orná půda 1	1	1633672,894	163,3672894	91,63118997
Travní porost 0	0	424386,3723	42,43863723	91,63118997
Travní porost 1	1	1543819645	1,543819645	91,63118997
BER_0750	2	40347398,13	4034,739813	51,90726241
Chmelnice 0	0	4136807,996	413,6807996	51,90726241
Chmelnice 1	1	739575,3624	73,95753624	51,90726241
Standardní orná půda 0	0	35102777,54	3510,277754	51,90726241
Standardní orná půda 1	1	119773,9373	11,97739373	51,90726241
Travní porost 0	0	248463,2989	24,84632989	51,90726241
BER_0760	2	65251736,15	6525,173615	129,3728685
Chmelnice 0	0	3815360,916	381,5360916	129,3728685
Chmelnice 1	1	296365,9247	29,63659247	129,3728685
Sad 0	0	5857,05616	0,585705616	129,3728685
Standardní orná půda 0	0	58738563,53	5873,856353	129,3728685
Standardní orná půda 1	1	1903187,819	190,3187819	129,3728685
Travní porost 0	0	492400,9057	49,24009057	129,3728685
BER_0770	1	30828923,2	3082,89232	95,03247052
Standardní orná půda 0	0	29956798,38	2995,679838	95,03247052
Standardní orná půda 1	1	311387,2627	31,13872627	95,03247052
Travní porost 0	0	560737,5649	56,07375649	95,03247052
BER_0810	0	8289297,659	828,9297659	87,37917059
Standardní orná půda 0	0	8227758,481	822,7758481	87,37917059
Travní porost 0	0	61539,17827	6,153917827	87,37917059
BER_0820	0	19936312,29	1993,631229	148,465382

Plocha ÚPOV byla stanovena v jednotkách km² a vymezená „shape area“, tj. výměry ploch jednotlivých kultur v sw Arc GIS Pro jsou stanoveny v m² a následně pro potřeby závlahových výpočtů převáděny na hektar. Tyto podklady byly polohopisným vstupem pro výpočty potřeby závlahové vody. Dalším podkladem byly hodnoty vláhových bilancí (Rain – ETa), které byly ve druhém roce řešení poskytnuty ČZU 2021 (doc. V. Potopová) pro upravený soubor **19 výsledných plodin**: ječmen jarní, pšenice ozimá, kukuřice, řepka ozimá, brambory, česnek, cibule, mrkev, papriky, okurky, květák, zelí, jabloně, třešně, meruňky, broskvoně, vojtěška, vinice, chmelnice a **pro tři různé varianty výpočtů**:

- **GS (growth season)** – výpočet vláhových bilancí za klasické vegetační období dané plodiny
- **SGS (sensitive growth season)** – výpočet vláhových bilancí za tzv. citlivé vegetační období, více náročné na nedostatek vody v půdním profilu, které významně ovlivňuje výnos
- **YEAR** - jde o výpočet vláhové bilance zahrnující rozdělení celoročních srážek, tedy i zásobu vody v půdě z mimovegetačního období

Poskytnutá data vláhových bilancí, rozdíl srážek a aktuální evapotranspirace, (Rain – ETa), byla ČZU a ÚVGZ vypočtena pomocí software SoilClim pro roky 1961 – 2021 z reálných klimatických podmínek a reálných vlhkostí půd, a dále pro roky 2021 – 2100 pro podmínky těchto veličin simulovaných, POTOPOVÁ, 2021, [14], [15], [16], [19], Ukázky dat viz. obr. 15 nebo tabulka č. 7.

Komplikací požadovaných výpočtů potřeb závlahové vody byl nestejný formát polohopisných dat (výměry kultur) a plodinových dat (vláhové bilance vybraných plodin).

- Pro kultury **chmelnice a vinice** byly shodně stanoveny výměry LPIS kategorií i vláhové bilance plodin (chmel, vinná réva).
- Pro LPIS kategorii „**standardní orná půda**“ bylo nutno vyřešit nesoulad vymezených kultur. Jako vhodná hodnota reprezentativní plodina pro dostupný soubor z databáze (ječmen jarní, pšenice ozimá, kukuřice, řepka ozimá, brambory, česnek, cibule, mrkev, papriky, okurky, květák, zelí, vojtěška), byla **zvolena plodina zelí**. Výběr plodiny byl proveden s ohledem na její rozsáhlý výskyt v ČR za léta 2014 – 2021 (průměrně 1076 ha), viz tab. 54, dominantní výskyt ve většině krajů ČR (viz kap. 3. Analýza struktury rostlinné výroby), delší vegetační období a vyšší hodnoty vláhových potřeb plodiny pro více druhů této plodiny (viz tabulka 55).

- Pro **jabloně, třešně, meruňky a broskvoně** (databáze ČZU) byl opět řešen nesoulad vymezených kultur LPIS. Kategorii LPIS „sady“ musely být přiřazeny vhodné hodnoty vláhové bilance. Za podobné zjednodušující podmínky jako u „standardní orné půdy“ byla podle poměru výskytu v ČR, charakteristik vymezení vegetačního období a velikosti vláhových potřeb, **zvolena reprezentativní plodina „jabloně“**.
- Plodině „**Trvalý travní porost**“ byly vzhledem k neexistenci podkladových hodnot vláhové bilance přiřazeny díky nejbližším hodnotám vláhových potřeb plodiny a ideálních srážek (i přes nesoulad v podrobnějších parametrech, např. hloubce kořenů, a tudíž nestejnou schopnost čerpání vody z půdy apod.), hodnoty reprezentativní plodiny „**vojtěška**“, viz tab. č. 56 a 57.

Tabulka 54: Průměrné výměry plodin za roky 2014-2021 (ČSÚ)

Plodina	Průměrná výměra za roky 2014-2021 (ha)
Vojtěška	67 097
Cibule	1733,8
Brambory rané	1183
Mrkev	789,2
Okurky nakládačky	326
Česnek	331
Květák a brokolice	305
papriky	292
Okurky salátovky	39

Tabulka 55: Vláhové potřeby plodin (m³/ha), zdroj ČSN 75 0434

zemědělská kultura	plodina		vláhová potřeba plodiny V _c [m ³ /ha]	
			Polabí	Jižní Morava
standartní orná půda	brambory	rané	2 000	
		pozdní	3 000	3 200
	česnek	jarní výsadba	2 000	
		podzimní výsadba	1 700	
	cibule	ze semena	2 000	
		ze sazečky	1 700	
	mrkev	raná - karotka	2 000	
		-	2 700	
		pozdní	2 900	
	papriky	zeleninová	3 400	
		kořeninová	3 000	
	okurky	nakládačky	2 400	
		salátové	4 000	
	květák	raný	3 200	
		letní	3 600	
		pozdní	3 500	
	zelí	rané	3 000	
		čínské	3 000	
		letní	3 900	
		pozdní	3 800	
vojtěška - jetelovina	1. užitkový rok	4 800	5 000	
	2. užitkový rok	3 800	3 900	
ovocné sady	jabloně	-	5 000	6 000
	třešně	-	3 500	4 000
	meruňky	-	4 500	6 000
	broskvoně	rané	5 000	6 500
		pozdní	4 000	4 500
vinice	vinice	stolní odrůdy	3 100	3 400
		moštové odrůdy	5 000	6 500
chmelnice	chmelnice	-	3 300	3 600

Tabulka 56. Vláhové potřeby vybraných plodin, ČSN 75 0434

Plodina	Polabí		Jižní Morava	
	Vegetační období	V _c (m ³ /ha)	Vegetační období	V _c (m ³ /ha)
Louky	1.4. až 31.10.	4 500	1.4. – 31.10.	4 800
Jetelovina 1. užitkový rok	1.4. až 31.10.	4 800	20.3. až 31.10.	5 000
Jetelovina 2. užitkový rok	1.4. až 31.8.	3 800	20.3. až 31.8.	3 900

Tabulka 57: Ideální srážky pro Trávník a Vojtěšku, ČSN 75 0434

Ideální srážky (ČSN 75 0434)								
Plodina	Půdní druh	duben	květen	červen	červenec	srpen	září	celkem
		9	14	17	19	18	14	
Trávník	S	55	70	85	95	85	55	445
	L	65	80	100	110	100	65	520
	T	50	60	70	80	70	50	380
Vojtěška	S	45	70	80	85	80	60	420
	L	50	85	100	110	110	70	525
	T	40	60	70	70	70	50	360

Vzhledem k faktu, že výměry jednotlivých ovocných dřevin, stejně jako výměry jednotlivých plodin na orné půdě, se na jednotlivých ÚPOV liší, (a u orné půdy je navíc každoročně proměnlivý i osevňovací postup, a tedy zastoupení jednotlivých plodin), nebyla časově reálná tvorba dalších zpřesněných podkladových vrstev.

2. Scénáře pro stanovení potřeby závlahové vody.

Pro výpočty potřeby závlahové vody byly využívány zdrojová data z databáze vláhových bilancí varianty GS (za konkrétní vegetační období plodiny) a SGS (za kratší, citlivé vegetační období plodiny), jak již bylo uvedeno při dílčím řešení chmelnic a vinic, viz tabulka 6, (SEDLÁČKOVÁ, 2023). Výpočty citlivých období dosahovaly z důvodu vyšších průměrných teplot a nižších vlhkostí půdy hodnot vláhových bilancí.

Tabulka 58: Trvání vegetačního období a citlivého vegetačního období pro vybrané plodiny

plodina	Vegetační období			Citlivé vegetační období		
	Začátek - den	Konec - den	Trvání	Začátek - den	Konec - den	Trvání (dní)
chmel	100	255	155	126	224	98
	10.duben	12.září		6.květen	12.srpen	
vinná réva	100	310	210	182	283	101
	10.duben	6. listopad		1.červenec	9. říjen	
vojtěška	100	265	165	105	259	154
	10.duben	22.září		15.duben	16.září	
zelí	105	250	145	155	240	85
	15.duben	7.září		4.červen	28.srpen	
jabloně	70	310	240	100	265	165
	11.březen	6.listopad		10.duben	22.září	

Pro výpočty potřeby závlahové vody byly zvoleny 3 scénáře:

Vyhodnocení současné situace:

- **Scénář: Průměr za posledních 12 let**, průměrná hodnota za roky 2010 – 2021. Interval byl zvolen s ohledem na tvrzení klimatologů o změně charakteru klimatu za posledních 13 let (2010-2022). Využita pro tento scénář byla pouze data vytvořená ČZU z **reálných klimatických a půdních podmínek**, hodnoty 2022 nebyly zahrnuty, již byly simulovány (databáze byla vytvořena v roce 2021).
- **Scénář: Průměrný suchý rok** (průměr hodnot za 2 extrémně suché roky 2015 a 2018).

Pro odhad situace v horizontu do roku 2050:

- **Scénář: Předpověď**, tj. průměrná hodnota simulovaných vláhových bilancí za roky 2022-2050

Cílem výpočtů bylo pro každý ÚPOV a v něm obsažené vybrané kultury (v rozlišení zavlažované výměry „1“ a nezavlažované výměry „0“), vypočítat množství potřebné závlahové vody (m³) pro různé scénáře k výhledovému stavu 2050. Výstupní hodnoty potřeb závlahové vody jsou pouze odhadem, protože:

- a) používaná vstupní data vláhových bilancí za roky 2010 až 2050 a výměry kultur vrstvy LPIS 2022 nemají shodné kategorie
- b) vláhové bilance byly vypočteny jako průměrná hodnota za celé období (GS, SGS)
- c) liší se jednotlivé délky vegetačních období pěstovaných plodin

Vyhodnoceny byly pouze záporné hodnoty vláhové bilance. Záporné hodnoty vláhové bilance totiž znamenají nedostatek vody (srážek), kterou je třeba dodat závlahou. Kladné hodnoty není potřeba uvažovat (jedná se o „přebytky“). Vláhové bilance byly převedeny z jednotek mm na potřebu závlahové

vody na určenou plochu plodiny v m³ pro výše uvedené scénáře. Výpočty jsou pouze hrubým odhadem z dostupných dat. Metodika nevychází ze skutečné struktury výměr plodin pro kategorie „sady“ a „standardní orná půda“. Je tedy zřejmé, že pokud se bude na ÚPOV v osevním postupu vyskytovat dominantní nezavlažovaná plodina (např. 90% řepka ozimá), pak mohou být předkládané údaje potřeb závlahové vody značně odlišné. Výpočty vycházely pouze z hodnot, které byly aktuálně k dispozici a také z odborných odhadů chování veličin. Výsledné hodnoty potřeb závlahové vody jsou navýšeny o hrubou ztrátu 20% (Kz) v souladu s obdobnými výpočty prováděnými ÚVGZ, profesorem Trnkou.

Výše uvedeným postupem byly pro každý ÚPOV vytvořeny kombinace potřeb závlahové vody pro „chmelnice“, „vinice“, „sady“, „standardní ornou půdu“ a „trvalý travní porost“ pro zavlažované a nezavlažované plochy v „průměrném období GS“, v „suchém období SGS“ a jako „předpověď pro horizont 2050 pro období GS“. Vstupem bylo několik tisíc datových matic, ze kterých následně vzniklo zhruba půl miliónu záznamů a následně bylo vybráno přibližně 30 000 relevantních hodnot potřeb závlahové vody pro 1141 ÚPOV. V tabulkách 59 a 60 jsou ukázky výsledného zpracování.

Tabulka 59: Ukázka výsledné tabulky potřeb závlahové vody (m³) pro chmelnice a vinice.

ÚPOV	název ÚPOV	CHMELNICE								VINICE					
		chmelnice nezavlažováno (ha) MB2	prům 12 let GS (m ³)	suchý SGS (m ³)	předpověď GS (m ³)	chmelnice zavlažováno (ha) MB2	prům 12 let GS (m ³)	suchý SGS (m ³)	předpověď GS (m ³)	Počet chmelnic: 33	vinice nezavlažováno (ha) MB2	prům 12 let GS (m ³)	suchý SGS (m ³)	předpověď GS (m ³)	vinice zavlažováno (ha) MB2
OHL_0540	Oříže od Bystřice po Hučivý potok	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
OHL_0550	Pruněřovský potok od prameně po ústí do OHL_0560	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
OHL_0560	Oříže od toku Hučivý potok po vodní nádrž	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
OHL_0575_J	Nádrž Nechráncie na toku Oříže	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
OHL_0580	Oříže od hráze nádrže Nechráncie po Liboc	23,73	8271,03	30758,87	13097,95	53,88	18783,00	69851,50	29744,64	7,85	234,41	4153,18	135,49	3,45	
OHL_0590	Liboc od prameně po tok Leska	0,51	97,85	447,85	153,29	6,46	1240,48	5677,68	1943,35	6,71	0,00	1873,65	0,00	0,00	
OHL_0600	Leska od prameně po ústí do toku Liboc	86,74	24687,90	85837,36	42440,09	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	
OHL_0610	Liboc od toku Leska po ústí do Oříže	0,05	16,61	61,40	25,94	18,96	6543,74	24187,65	10219,17	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	
OHL_0620	Oříže od toku Liboc po tok Bílanka	91,57	29376,25	116950,04	45117,65	5,43	1740,34	6928,48	2672,91	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	
OHL_0630	Bílanka od prameně po Očihovecký potok	115,76	24796,25	100138,01	41046,38	102,49	21955,95	88646,28	38343,20	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	
OHL_0640	Očihovecký potok od prameně po ústí do OHL_0650	165,71	40462,03	158030,10	61028,61	7,94	1718,53	6711,24	2592,04	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	
OHL_0650	Bílanka od toku Očihovecký potok po ústí do OHL_0660	737,64	210403,33	906274,50	295293,55	70,31	20056,57	86390,08	28148,68	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	
OHL_0660	Oříže od toku Bílanka po tok Chomutovka	459,02	154224,64	652031,60	177656,12	211,40	71028,20	300293,33	81819,57	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	
OHL_0670	Chomutovka od prameně po tok Hačka	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	
OHL_0680	Hačka od prameně po ústí do toku Chomutovka	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	
OHL_0690	Chomutovka od toku Hačka po ústí do OHL_0700	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	
OHL_0700	Hrádecký potok od prameně po ústí do OHL_0710	0,23	84,24	348,93	84,91	26,92	9810,07	40634,82	9888,95	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	
OHL_0710	Zyčlák od prameně po ústí do Oříže	17,96	6841,62	27416,21	7999,21	0,00	0,00	0,00	0,00	13,54	541,29	8539,07	124,16	0,00	
OHL_0720	Rosovka od prameně po ústí do Oříže	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	3,78	193,68	2828,23	58,98	0,00	
OHL_0730	Oříže od toku Chomutovka po ústí do Labe	620,16	249266,74	963838,84	282738,65	97,56	39214,77	151631,63	44480,59	7,26	322,98	5390,92	80,59	0,00	
OHL_0740	Modla od prameně po ústí do Labe	7,22	3270,10	11705,90	4510,66	30,69	13900,81	49760,46	19174,30	3,53	168,75	2496,23	95,46	0,00	
OHL_0750	Labe od toku Oříže po tok Bílina	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	111,60	5587,71	58267,56	1374,73	0,00	
OHL_0760	Bílina od prameně po rozdělovací objekt B	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	
OHL_0770	Podružnolohorský přiváděč vody (PKP resp	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	
OHL_0780	Bílina od rozdělovacího objektu Březnec (0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	
OHL_0790	Loupinec od prameně po ústí do toku Bíl	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	
OHL_0800	Bílý potok od prameně po tok Bílina	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	
OHL_0810	Srpná od prameně po ústí do toku Bílina	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	
OHL_0820	Bílina od toku Loupince po tok Bouřilvec	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	40,96	1912,17	23476,89	362,57	0,00	
OHL_0825_J	Jezero Most	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	87,40	1415,78	18162,51	357,99	0,00	
OHL_0830	Bouřilvec od prameně po ústí do toku Bíl	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	
OHL_0835_J	Tebební jáma Barbora na toku Bouřilvec	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	
OHL_0840	Reverňev net rozdělen po ústí do toku Bílina	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	

V tabulce 59 je vidět pro kategorie chmelnice a vinice výměra ploch nezavlažovaných chmelnic (žluté sloupečky) a výměra zavlažovaných chmelnic (modré sloupečky) a vždy příslušné 3 varianty výpočtů.

- Varianta „**prům 12 let GS**“ znamená „Průměr za posledních 12 let“, stanovuje potřebu závlahové vody za období 2010-2021 a zahrnuje vláhové bilance za reálné vegetační období plodiny (GS).
- Varianta „**suchý SGS**“ znamená „Průměrný suchý rok“, stanovuje potřebu závlahové vody v extrémně suchých letech a zahrnuje vláhové bilance za reálné citlivé vegetační období plodiny.
- Varianta „**předpověď GS**“ odhaduje ze simulovaných hodnot vláhových potřeb 2022 – 2050 budoucí potřebu závlahové vody za vegetační období dané plodiny (GS).

Tabulka 60: Ukázka výsledných hodnot potřeb závlahové vody (m³) pro vybrané ÚPOV.

ÚPOV	název ÚPOV	SAD							SUMA						
		suchý SGS (m3)	predpověď GS (m3)	jablonec (sad) zavlažováno (ha) M82	prům 11 let GS (m3)	suchý SGS (m3)	predpověď GS (m3)	Počet jablek/sadů 492	prům 11 let GS (m3)	suchý SGS (m3)	predpověď GS (m3)	prům 11 let GS (m3)	suchý SGS (m3)	predpověď GS (m3)	Počet SUMA: 1010
OHL_0540	Oříhe od Bytčice po Hulvířský potok	1689,90	155,93	0,00	0,00	0,00	0,00	789,96	19492,41	2426,47	0,00	0,00	0,00	0,00	
OHL_0550	Pruněfůvský potok od prameně po ústí do OHL_0560	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	783,06	19604,14	884,86	0,00	0,00	0,00	0,00	
OHL_0560	Oříhe od toku Hulvířský potok po vřutí nádr.	104876,56	24374,49	46,63	5316,76	47835,48	11117,50	28354,61	340433,14	49045,21	5316,76	47835,48	11117,50	11117,50	
OHL_0575_J	Nádržň Hechranice na toku Oříhe	29939,15	13931,49	0,00	0,00	0,00	0,00	80262,18	538344,48	134773,43	48862,36	284445,70	67252,76	67252,76	
OHL_0580	Oříhe od hrázě nádrže Hechranice na Liboc	19406,72	8327,33	19,01	6054,69	31991,00	13727,19	89497,20	754957,36	158932,74	90673,28	703697,71	160232,62	160232,62	
OHL_0590	Liboc od prameně po tok Leska	7988,51	787,37	0,00	0,00	0,00	0,00	77397,38	1150356,94	204659,03	57543,32	845504,84	151192,71	151192,71	
OHL_0600	Leska od prameně po ústí do toku Liboc	21207,65	8845,95	0,00	0,00	0,00	0,00	406708,56	3951153,47	1117004,51	13050,89	133095,37	36839,67	36839,67	
OHL_0610	Liboc od toku Leska po ústí do Oříhe	15409,84	6511,50	11,32	3422,42	18515,61	7823,86	59078,58	526904,02	102666,13	46494,71	375420,41	80492,00	80492,00	
OHL_0620	Oříhe od toku Liboc po tok Bílanka	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	346813,47	3148539,58	565121,11	34262,83	320595,03	55897,67	55897,67	
OHL_0630	Bílanka od prameně po Ořhovský potok	1118,44	393,36	0,00	0,00	0,00	0,00	268084,51	3573493,61	806140,90	58002,53	602835,28	150147,53	150147,53	
OHL_0640	Ořhovský potok od prameně po ústí do OHL_0650	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	112783,18	1105469,58	181797,66	9268,87	51029,54	870,24	870,24	
OHL_0650	Bílanka od toku Ořhovský potok po ústí do OHL_0660	45433,98	16550,25	0,60	147,26	918,44	334,56	869145,76	737751,65	1261545,61	49309,60	378007,48	70673,35	70673,35	
OHL_0660	Oříhe od toku Bílanka po tok Chomutovka	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	509112,92	3195277,36	589987,87	250185,79	1889716,04	284305,89	284305,89	
OHL_0670	Chomutovka od prameně po tok Haška	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	10004,21	277476,35	8622,81	0,00	0,00	0,00	0,00	
OHL_0680	Haška od prameně po ústí do toku Chomutovka	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	29627,93	307797,20	56886,54	0,00	0,00	0,00	0,00	
OHL_0690	Chomutovka od toku Haška po ústí do OHL_0700	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	240288,25	2266994,45	286522,47	11372,98	107702,11	13544,24	13544,24	
OHL_0700	Hrádecký potok od prameně po ústí do OHL_0710	25934,15	7723,76	0,00	0,00	0,00	0,00	46177,48	2804679,08	347586,49	3527,55	184147,99	45486,08	45486,08	
OHL_0710	Jepřický od prameně po ústí do Oříhe	393624,29	134044,10	38,72	12680,50	71308,67	24283,52	300397,27	1577985,65	372306,47	1279,60	71888,18	24197,51	24197,51	
OHL_0720	Rosovka od prameně po ústí do Oříhe	62847,79	24689,18	17,42	7777,03	34588,18	13587,65	617810,03	2718428,19	736337,45	7779,71	34599,98	13590,80	13590,80	
OHL_0730	Oříhe od toku Chomutovka po ústí do Labe	4620,37	1519,85	0,00	0,00	0,00	0,00	3818004,67	2104016,65	4561941,35	240060,93	1282949,28	284712,33	284712,33	
OHL_0740	Modřka od prameně po ústí do Labe	64279,95	20672,26	0,00	0,00	0,00	0,00	387398,33	1881504,02	51823,18	271956,15	1169369,52	393384,18	393384,18	
OHL_0750	Labe od toku Oříhe po tok Bílina	195272,19	72131,65	12,05	4861,14	22100,08	8163,56	217815,78	1043022,07	262533,91	49009,95	229953,77	56809,08	56809,08	
OHL_0760	Bílina od prameně po rozdělovací objekt B	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	1177,19	10183,97	935,14	0,00	0,00	0,00	0,00	
OHL_0770	Podřepušický přívalový (PKP) esaj	7979,63	563,73	0,00	0,00	0,00	0,00	6335,14	98989,23	3497,31	0,00	0,00	0,00	0,00	
OHL_0780	Bílina od rozdělovacího objektu Blyzencec (175,45	36,46	0,00	0,00	0,00	0,00	56683,12	539819,93	39361,94	0,00	0,00	0,00	0,00	
OHL_0790	Loupenice od prameně po ústí do toku Bílin	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	923,24	12298,30	339,08	0,00	0,00	0,00	0,00	
OHL_0800	Bílý potok od prameně po tok Bílina	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	
OHL_0810	Srpnava od prameně po ústí do toku Bílina	145469,82	44466,46	0,00	0,00	0,00	0,00	732097,99	550575,83	596987,90	12408,22	95281,04	9671,29	9671,29	
OHL_0820	Bílina od toku Loupenice po tok Bouřilvec	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	166992,53	1070879,54	177787,20	0,00	0,00	0,00	0,00	
OHL_0825_J	Jezero Most	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	
OHL_0830	Bouřilvec od prameně po ústí do toku Bílin	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	41293,06	443918,04	32791,80	0,00	0,00	0,00	0,00	
OHL_0835_J	Tečební jáma Barbara na toku Bouřilvec	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	
OHL_0840	Ruřivice od prameně po ústí do toku Bílina	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	10792,85	94601,90	9765,31	0,00	0,00	0,00	0,00	

V tabulce 60 je vidět blok výsledků „suma“, který zobrazuje celkovou potřebu závlahové vody na daném ÚPOV, odděleně pro plochy zavlažované a nezavlažované, jako součet dílčích potřeb závlahové vody pro jednotlivé kategorie. Výsledná tabulka tedy popisuje odhad potřeby závlahové vody pro ÚPOV, kde se nachází vybudované závlahové systémy, (modré sloupečky), ve třech scénářích:

- Varianta „**prům 11 let GS**“ jako nejnižší potřeba vody, popisuje současný stav (vypočtena z reálných hodnot).
- Varianta „**suchý SGS**“ jako potenciálně nejvyšší potřeba závlahové vody v citlivém vegetačním období (průměr za extrémní roky 2015 a 2018)
- Varianta „**predpověď GS**“ odhaduje ze simulovaných hodnot vláhových potřeb 2022 – 2050 budoucí potřeby závlahové vody za vegetační období dané plodiny (GS).

Výsledkem tabulky v bloku „suma“ je tedy odhad potřeby závlahové vody pro ÚPOV s vybudovanými závlahovými systémy a potenciální stanovení potřeby vody, pokud by doposud nezavlažované plochy byly v budoucnu zavlažovány také. Hodnoty potřeb závlahové vody jsou za příslušné období GS nebo SGS (orientačně 6 měsíců pro GS nebo 3 měsíce pro SGS) a přesná délka těchto období jednotlivě pro 5 reprezentativních plodin je uvedena v tabulce 58. Výsledná tabulka ve formátu xlsx je součástí Zprávy v digitální podobě.

10. Závěry

Pracovní skupina ČVUT v rámci WP1 se pokusila nastítnit vývoj závlah v České republice, s ohledem na socioekonomické scénáře, vývoj závlahových technologií, i z hlediska otázky, zda se do budoucna zvětší nebo zmenší zavlažovatelná plocha. Stanovením potřeby vody na podkladech ČZU (doc. V. Potopová) byl následně vytvořen odhad potřeby závlahové vody a kvantifikace potřebných vodních zdrojů pro zavlažování.

Výpočet byl proveden pro kategorie LPIS „chmelnice“, „vinice“, „sady“, „trvalý travní porost“ a „standardní orná půda“. Zatímco kategorie vinice, chmelnice a sady jsou pro závlahy typické, u standardní orné půdy se závlaha může týkat jen některých plodin (zejména zeleniny). V případě trvalých travních porostů byla tato kategorie zahrnuta spíše pro pořádek, protože v některých oblastech (zejména jižní Morava) jsou zavlažovány louky pro podporu produkce píce pro mléčný skot. Kromě toho sem mohou patřit i golfové hřiště, která jsou jako TTP pod intenzivní závlahou bez výjimek. Výměry těchto kategorií byly stanoveny pro LPIS 2022 a zatíženy 3 scénáři vláhových bilancí: „Průměr za posledních 12 let“, „Průměrný suchý rok“ a „Předpověď“. První dva scénáře byly vytvořeny na reálně měřených datech (Rain – ETa), která byla ČZU a ÚVGZ vypočtena pomocí software SoilClim pro roky 1961 – 2021 (z reálných klimatických podmínek a reálných vlhkostí půd), třetí scénář byl vytvořen pro data (Rain – ETa) simulované v software Soil Clim [19], jako odhad situace v horizontu do roku 2050. Výpočty potřeby závlahové vody byly provedeny pro všech definovaných 1141 ÚPOV a poskytnuté výměry zavlažovaných ploch (ISMS, VÚMOP). V uvedených scénářích byly potřeby závlahové vody vypočteny také pro výměry zájmových kultur dosud nezavlažovaných, jako potenciál pro rozšíření zavlažovaných ploch. Reálně má tento scénář význam pro kategorie „sady, vinice a chmelnice“. Pro další dvě kategorie „orná“ a „TTP“ se jedná o nikdy nedosažitelný strop.

V závěrečné zprávě je chronologicky popsán postup získávání závlahových dat a informací během let řešení projektu. Popsána je bohužel i neaktuálnost, nespojitost a nekompatibilita dat, které by s ohledem na aktuální nutnost šetření vodními zdroji do budoucna dávaly prostor pro vylepšení struktury dostupných informací.

Z hlediska strategického rozhodování státu je nezbytné s odběrem vody pro závlahy počítat stejně jako s odběrem pro průmysl, s účely vodárenskými či se zachováním minimálních zůstatkových průtoků v tocích, které tvoří konkurenční potřeby, jež je nutné sladit a uspokojit. Je zřejmé, že požadavky na vodu budou růst spolu s rostoucí teplotou, využitím krajiny i rozvojem společnosti. Jakékoliv odhady množství jsou však zatíženy značnou dávkou nejistot. Tyto vycházejí nejen z klimatických a společenských scénářů vývoje, neznalosti skutečného stavu závlahových systémů, jsou ale také jednoznačně ovlivněny politikou a rozhodováním na úrovni národní a vyšší. Kromě toho, jak ukázal provedený průzkum a výpočty, stát nedostatečně eviduje a soustřeďuje data, která by mu umožnila kvalifikované rozhodování.

Vzhledem těmto nejistotám je nutné zejména u strategických surovin (kterou voda bezesporu je) přistupovat k odhadům konzervativně a se značnou dávkou rezervy (tzv. „na straně bezpečnosti“).

V každém případě se lze na budoucí vývoj připravit tím, že se inspirujeme v oblastech, které jsou nedostatkem vody způsobeným vývoje klimatu postiženy již dnes. Zemědělství je schopné či lépe řečeno nucené snižovat nároky na vodu snižováním ztrát, využíváním vhodných plodin či vyšlechtěných odrůd. Jasným impulzem rozvoje zemědělských závlah je jejich ekonomická rentabilita, která spolu s politickým rozhodnutím ovlivňuje chování uživatelů závlah.

Navíc, jak ukázal vývoj posledních několika let – tedy období COVIDu a následně konflikt na Ukrajině – politická rozhodnutí mohou ovlivnit potřebu závlah pro zajištění potravinové bezpečnosti mnohem více než změna klimatu a plynulý vývoj v oboru.

Závěry studie shrnuté přehledně do bodů:

- Ukazuje se, že stát eviduje velké množství dat a údajů, mnohdy ale bez koncepce, na různých místech a bez vzájemné návaznosti
- 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
- Provedli jsme výpočet orientačního maximálního množství vody, potřebné pro závlahy pro typické kultury „vinice“, „chmelnice“ a „sady“ a to včetně možné extrapolace do scénáře pokrytí závlahou veškeré plochy těchto kultur
- Provedli jsme výpočet indikativního množství vody potřebné pro závlahu kultur „orná“ a „TTP“, přičemž je jasné, že závlaha se soustředí z na orné půdě v rozhodující míře na zeleninu a rané brambory, na TTP to budou louky pro produkci píce pro mléčný skot. Vývoj směrem k plné závlaze zde není realistický – byl uplatňován pouze tam, kde již v současnosti nějaká závlaha je – což jsme považovali za indikátor toho, 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
- Vše bylo provedeno pro současné a predikované klimatické podmínky
- 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 jedině výstavbou dalších vodních nádrží, resp. úpravou manipulačního řádu 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 nevyřeší celkovou bilanci vody.

Literatura

- ROŽNOVSKÝ, J., STŘEŠTÍK, J., 2021. Srážkové poměry na území ČR podle dvou normálových období. In: sborník konference Hospodaření s vodou v krajině, 14.-15.9.2021 Třeboň. ČHMI Brno, 2021, ISBN 978-80-7653-045-4
- ROŽNOVSKÝ, J., STŘEŠTÍK, J., ŠTĚPÁNEK, P., ZAHRADNÍČEK, P., 2020: The dynamics of annual and seasonal precipitation totals in the Czech Republic during 1961-2019. Acta Hydrologica Slovaca, Volume 21, No. 2, 197 – 203.
- ZAHRADNÍČEK, P., 2022. Sucho a prognóza jeho vývoje v ČR. In: Seminář Závlahy – opatření k ochraně před následky změn klimatu v ČR. Skalský Dvůr, 20.-21.4.2022
- KALENDA, P. 2022: Klimatická změna a voda. In: konference VODA 2020 – Stavba a voda, Praha 21.6.2022 ČSSI, ČKAIT, <https://www.voda2020.cz/>
- SCHWARZOVÁ A KOL, 2022: Hospodaření s vodou v závlahách, sborník konference Hospodaření s vodou Třeboň, ČHMÚ Brno, 13.-14. září 2022, ISBN 978-80-7653-045-4
- 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
- PETŘÍČKOVÁ, 2023: Posouzení vývoje odběrů závlahové vody v ČR, bakalářská práce ČVUT, Praha, 2023
- 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#>
- ČSÚ, 2014: Strukturální šetření v zemědělství 2013 [online]. 5. září 2014. [vid. 2023-5-15]. Dostupné z: <https://www.czso.cz/csu/czso/strukturalni-vysledky-za-zemedelstvi-v-roce-2013-ditdcz29wd#>
- 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#>
- ČSÚ, 2011: *Agrocensus 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>
- VÚV TGM, 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/Odbryavypoutnvodpodlevidenceprovodnibilanci/bilance>
- SEDLÁČKOVÁ, 2023: Posouzení vývoje hodnot vláhové bilance vybraných zemědělských plodin v ČR, bakalářská práce ČVUT, Praha, 2023
- [1] Geoportál SOWAC GIS: O geoportálu [online]. [vid. 2023-5-18]. Dostupné z: <https://geoportal.vumop.cz/#oGeoportalu>
- [2] Informační systém melioračních staveb: Informační systém melioračních staveb [online]. [vid. 2023-5-18]. Dostupné z: <https://meliorace.vumop.cz/?core=account>
- [3] Hydroekologický informační systém VÚV TGM: 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=icoopeninf.png&nadpis1=Vodn%ED%20%FAtvary%20v%E8etn%EC%20siln%EC%20ovlivn%ECn%FDch%20vodn%EDch%20%FAtvar%F9%20a%20um%ECI%FDch%20vodn%EDch%20%FAtvar%F9&nadpis2=Informace%](https://heis.vuv.cz/data/spusteni/pgstart.asp?pg=HTML_ISVS$Utvary$infodat&pgload=1&ico=icoopeninf.png&nadpis1=Vodn%ED%20%FAtvary%20v%E8etn%EC%20siln%EC%20ovlivn%ECn%FDch%20vodn%EDch%20%FAtvar%F9%20a%20um%ECI%FDch%20vodn%EDch%20%FAtvar%F9&nadpis2=Informace%)

- [4] LANGHAMMER, J. a kol., *Metodika vymezení útvarů povrchových vod*, Praha, 2010, [online]. Dostupné z: https://www.dibavod.cz/data/metodika_vymezeni_vu.pdf
- [5] Hydroekologický informační systém VÚV TGM: 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=icoopeninf.png&nadpis1=Vodn%ED%20%FAtvary%20v%E8etn%EC%20siln%EC%20ovlivn%ECn%FDch%20vodn%EDch%20%FAtvar%F9%20a%20um%ECI%FDch%20vodn%EDch%20%FAtvar%F9&nadpis2=Informace%](https://heis.vuv.cz/data/spusteni/pgstart.asp?pg=HTML_ISVS$Utvary$infodat&pgload=1&ico=icoopeninf.png&nadpis1=Vodn%ED%20%FAtvary%20v%E8etn%EC%20siln%EC%20ovlivn%ECn%FDch%20vodn%EDch%20%FAtvar%F9%20a%20um%ECI%FDch%20vodn%EDch%20%FAtvar%F9&nadpis2=Informace%)
- [6] Hydroekologický informační systém VÚV TGM: Charakterizace oblasti povodí ČR: Charakterizace typů útvarů povrchových vod, [online]. Dostupné z: https://heis.vuv.cz/data/spusteni/projekty/ramcovasmernice/dokumenty/zprava/dokum_tab/K211.htm
- [7] EKOTAXA.cz, Centrum pro životní prostředí a hodnocení krajiny, Technická podpora implementace společné zemědělské politiky EU, 1995-2017, [online]. Dostupné z: <https://www.ekotoxa.cz/sluzby/zemedelstvi-a-lesnictvi/technicka-podpora-implementace-spolecne-zemedelske-politiky-eu/>
- [8] SZIF.cz, Státní zemědělský intervenční fond: Aktualizace LPIS, 2013, [online]. Dostupné z: <https://www.szif.cz/cs/lpis>
- [9] eAGRI.cz, Portál farmáře, O aplikaci Registr půdy, Ministerstvo zemědělství, 2009-2023, [online]. Dostupné z: <https://eagri.cz/public/web/mze/farmar/LPIS/>
- ŽALUD, 2021: Adaptace krajiny na změnu klimatu, Blok expertů, MUNI FSS Brno, přednáška on-line 7.4.2021
- JERÁBEK, J., 2018. Moderní technologie pivotových zavlažovacích strojů, Konference Krajinné inženýrství, ČKAIT Praha, 2018
- KULHAVÝ, F., KULHAVÝ, Z., 2008. Navrhování hydromelioračních staveb, ČKAIT, Praha 2008, ISBN: 978-80-87093-83-2
- REHÁK, Š. a kol, 2015. Zavlažovanie polných plodín, zeleniny a ovocných sádov. Veda, Bratislava. Vydavateľstvo SAV, 2015, ISBN 978-80-224-1429-6.
- ČSN 75 0434 Meliorace – Potřeba vody pro doplňkovou závlahu, Sweco Hydroprojekt a.s., Praha, 2017
- ČSÚ, 2022. Metodika statistiky rostlinné výroby [online]. [vid. 2023-5-15]. Dostupné z: <https://www.czso.cz/cso/czso/metodika-statistiky-rostlinne-vyroby>
- ANSORGE, 2020: CENTRUM VODA, 2022, Projekt TAČR SS02030027: Vodní systémy a vodní hospodářství v ČR v podmínkách změny klimatu, 03/2020 – 12/2026
- [10] Zákon č. 254/2001 Sb., o vodách a o změně některých zákonů (vodní zákon) [online]. [vid. 2023-5-10]. Dostupné z: <https://www.zakonyprolidi.cz/cs/2001-254>
- [11] Fakta o klimatu: Průměrná roční teplota v ČR [online]. [vid. 2023-5-19]. Dostupné z: <https://faktaoklimatu.cz/infografiky/teplota-cr>
- [12] eAGRI.cz, Situační a výhledová zpráva réva vinná a víno, Ministerstvo zemědělství, Praha, 2022, [online]. Dostupné z: https://eagri.cz/public/web/file/714380/Vino_2022_web.pdf
- [13] eAGRI, Zemědělství, Vinná réva, Ministerstvo zemědělství, 2009-2023, [online]. Dostupné z: <https://eagri.cz/public/web/mze/zemedelstvi/roslinna-vyroba/roslinne-komodity/reva-vinna-a-vino/>
- ŠNÁBL, J.: Potenciál a možnosti řešení kapkové závlahy, Bakalářská práce, Praha, 2022, [online]. Dostupné z: <https://dspace.cvut.cz/bitstream/handle/10467/102455/F1-BP-2022-Snabl-Jan-Kapkova%20zavlahy.pdf?sequence=-1&isAllowed=y>
- DELOITTE ČESKÁ REPUBLIKA. Analýza závlahových systémů v České republice. Zpráva pro MZe, Praha, 2016.
- LYSÝ, M., 1968, Ztráty vody ze závlahových trubních sítí. Výzkumný ústav závlahového hospodářství Bratislava, 1968.

- DUFFKOVÁ, R., a kol, 2020 Metodika hodnocení vláhových potřeb zemědělských plodin pro účely závlah, certifikovaná metodika, VUMOP v.v.i., 88 s., ISBN 978-80-88323-12-9
- FUČÍK, P. a kol, 2020: Redakčně upravená závěrečná zpráva projektu TAČR QK 1720285, VÚMOP Praha
- NOVÁK, P., 2016: Studie ověření stavu závlahových systémů a jejich inventarizace, VUMOP
- PUNČOCHÁŘ, P., 2017: Inventura závlahových soustav, seminář Závlahy v ČR a jejich podpora, Skalský Dvůr, 7. a 8.3. 2017.
- POTOPOVÁ, V., 2021: The beginning and ending of the growing season (GS) and sensitive growing season (SGS), data vláhových bilancí, ČZU Praha,
<https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0378377421006144?via%3Dihub>
- [15] 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>.
- [16] POTOPOVÁ, V., CHAUDHERRY, M. R. A., MUNTEAN, N., HOOGENBOOM, G., BOOTE, K. J., MUSIOLKOVÁ, M., 2023. Metodika simulace produkce plodin, hospodaření s vodou a živinami, klimatických rizik a environmentální udržitelnosti v DSSAT. Monografie. Česká zemědělská univerzita v Praze. 1–394 p. ISBN 978-80-213-3254-9.
- [17] BRÁZDIL, R., TRNKA, M. *Historie počasí a podnebí v českých zemích, svazek XI. Sucho v českých zemích: minulost, současnost a budoucnost*, [online]. Dostupné z:
https://www.academia.edu/20198210/Br%C3%A1zdil_R_Trnka_M_et_al_2015_Historie_po%C4%8Das%C3%AD_a_podne%C3%AD_v_%C4%8Desk%C3%BDch_zem%C3%ADch_svazek_XI_Sucho_v_%C4%8Desk%C3%BDch_zem%C3%ADch_minulost_sou%C4%8Dasnost_a_budoucnost_Drought_in_the_Czech_Lands_Past_Present_and_Future_Centrum_v%C3%BDzkumu_glob%C3%A1ln%C3%AD_zm%C4%9Bny_AV_%C4%8CR_v_v_i_Brno_402_pp
- [18] 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.
- [19] POTOPOVÁ, V., MUNTEAN, N., CHAUDHERRY, M. R. A., TRIFAN, T., ZEHNÁLEK, P., SOUKUP, J., POTOP, I., ZAHRADNÍČEK, P., MOŽNÝ, M., 2023. Modelování dopadů sdržených klimatických událostí na růst, vývoj a výnosové parametry polních teplomilných zelenin a řepky olejné v systému pro podporu rozhodování v oblasti transferu agrotechnologií – DSSAT/ Modelling the impacts of compound climatic events on growth, development and yield parameters of field-grown thermophilic vegetables and oilseed rape in the Decision Support System for the Agrotechnology Transfer – DSSAT. PRACTICAL METHODOLOGY – Certification method. Česká zemědělská univerzita v Praze. 1–105 p. ISBN 978-80-213-3284-3. DOI:
[10.13140/RG.2.2.31887.56486](https://doi.org/10.13140/RG.2.2.31887.56486)
- DAŇHELKA, J.: Sucho 2014-2018, sborník abstraktů konference 18.6.2019, ČHMÚ, Praha 2019, ISBN 978-80-87577-91-2
- MZe: Zemědělství 2019, Praha 2020, www.eagri.cz, ISBN 978-80-7434-558-6
- Zákon č. 252/1997 Sb., o zemědělství [online]. [vid. 2023-5-17]. Dostupné z:
<https://www.zakonyprolidi.cz/cs/1997-252>
- <https://www.pvk.cz/aktuality/sucho-zapricinilo-narust-poctu-havarii-na-vodovodni-siti-ztraty-vody-na-minimu/>
<https://www.sovak.cz/cs/clanek/ztraty-vody-v-ceske-republice>
- 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.
- VÝZKUMNÝ ÚSTAV VODOHOSPODÁŘSKÝ TGM. *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/Odbryavypoutnvodpodleevidenceprovodnbilanci/bilance>