



Sledování vodního režimu Sedmihorských mokřadů a posouzení vlivu historického odvodnění systematickou drenáží s ohledem na provedenou revitalizaci území



Zpracovatel: RNDr. Vojtěch Šťastný

Odborný garant: RNDr. Lukáš Vlček, Ph.D.

Odborný konzultant: Mgr. et Mgr. Tomáš Weiss, Ph.D.

21. červen 2026

STUDIE BYLA FINANČNĚ PODPOŘENA NADAČNÍM FONDEM VEOLIA



OBSAH

1. ÚVOD A CÍLE STUDIE

Základní informace o studii. Cíle studie. Stručný popis území a provedené revitalizace území s odkazy na další materiály a literaturu.

2. VSTUPNÍ DATA A METODIKA SBĚRU DAT

Použitá data a měření pro studii. Metodika prací.

2.1 Vodní režim území před a po revitalizaci, výpočet zadržené vody

2.2 Původ pramene v centrální části mokřadu

2.3 Srovnání východní části mokřadů vůči revitalizované západní části

3. VÝSLEDKY

Výsledky provedených měření a výzkumů, vyhodnocení dat.

3.1 Vodní režim území před a po revitalizaci, výpočet zadržené vody

3.2 Původ pramene v centrální části mokřadu

3.3 Srovnání východní části mokřadů vůči revitalizované západní části

4. VÝPOČET ZADRŽENÉ VODY PO REVITALIZACI

Hodnota akumulace a retence vody po revitalizaci.

5. ZÁVĚRY

Zodpovězení hlavních otázek studie a shrnutí.

6. PODĚKOVÁNÍ

7. ZDROJE

1. ÚVOD A CÍLE STUDIE

Studie vodního režimu je zaměřena na území Místa pro přírodu ČSOP „Sedmihorské mokřady“ v nivě říčky Libuňky, k.ú. Karlovice (okres Semily) – podrobná specifikace území viz Ochránářský plán území.¹ Západní část území slatiniště prošla v letech 2021-22 zásadní revitalizací a obnovou vodního režimu, při které došlo k znefunkčnění povrchového i podzemního odvodnění. Hlavní odvodňovací zařízení (kanály) byly zasypány nebo přehrazeny, plošné odvodnění - podrobné odvodňovací zařízení - přerušeno jílovými clonami.² Těmito zásahy došlo v podstatě ke kompletnímu zrušení funkčnosti odvodnění na ploše asi 6 ha.

Cílem studie je 1./ definovat změny ve vodním režimu po realizaci revitalizace včetně stanovení množství akumulované vody v revitalizované západní části mokřadů provedenou revitalizací v letech 2021-22, 2./ zjistit informace o zásadním zdroji vody v území - v prameništi v centrální části území a 3./ vyhodnotit aktuálního vodní režim ve východní části území bez zásahů do odvodňovacích zařízení vůči části západní.

HLAVNÍ OTÁZKY:

Jak se změnil vodní režim území po provedené revitalizaci?

Jaký objem vody byl akumulován provedenou revitalizací?

Jak se po revitalizaci změnila retence revitalizované části území?

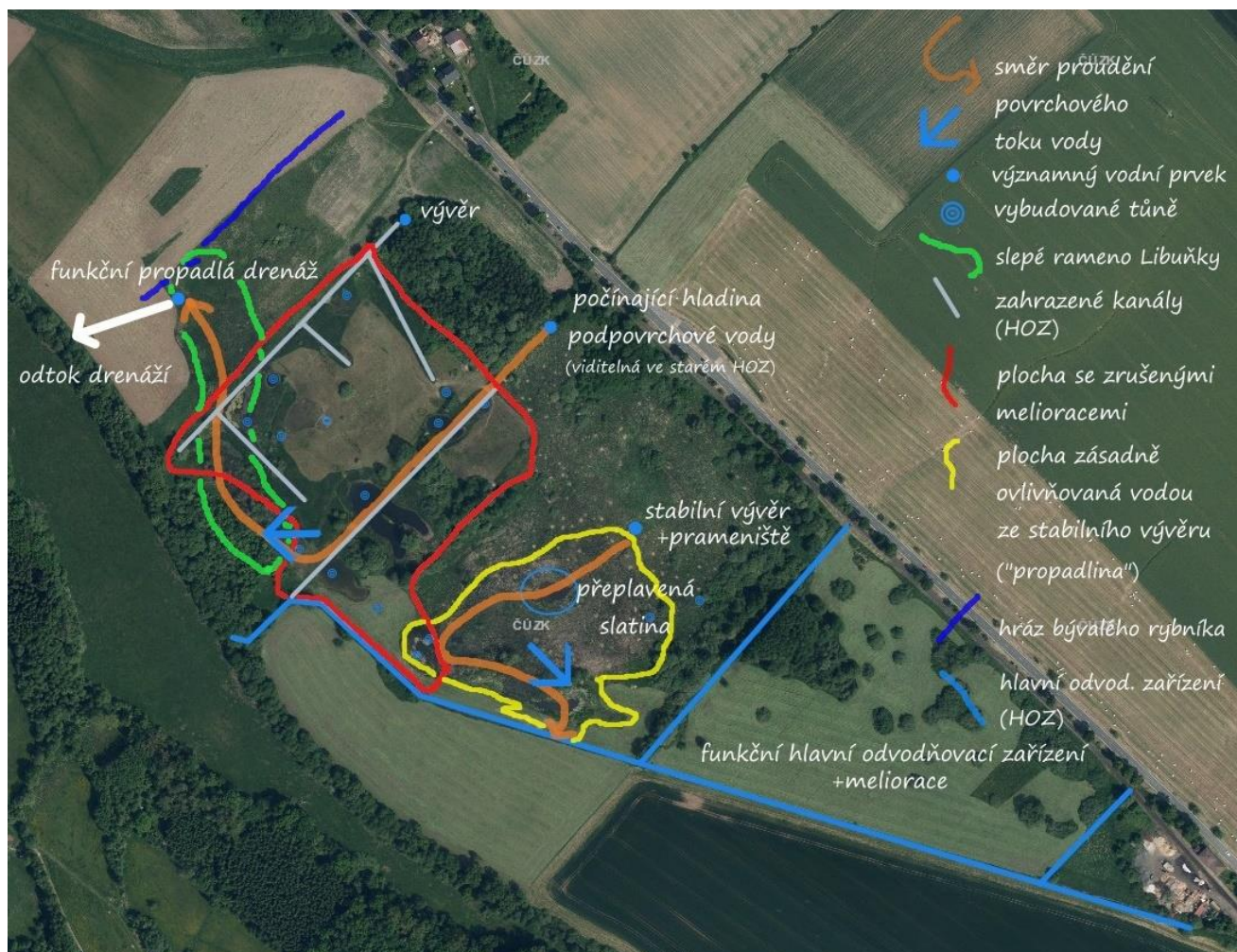
Odkud pochází voda z pramene ve východní části území?

Jak se chová podpovrchová voda během roku po znefunkčnění odvodnění v revitalizované ploše a jak ve zbytku území?



Obr. 1a, 1b: Západní část mokřadů před a po provedené revitalizaci území.

Z Obr. 1a, 1b je patrné, že revitalizací došlo k vyvedení podzemní vody na povrch, zatopení přirozených terénních depresí i vytvoření nových vodních ploch (tůní a sníženin) a současně i ke změně managementu z plochy zarostlé homogenní rákosinou směrem k sečeným a paseným plochám.



Obr. 2: Orientační plánec vodních prvků a významných prvků v reliéfu v rámci Sedmihorských mokřadů z Ochrannářského plánu lokality. Modré šipky – směr proudění vody po povrchu (oranžové šipky – podrobněji zakreslený směr proudění).¹



Obr. 3: Regulovaný tok Libuňky, v jehož nivě se Sedmihorské mokřady nacházejí.



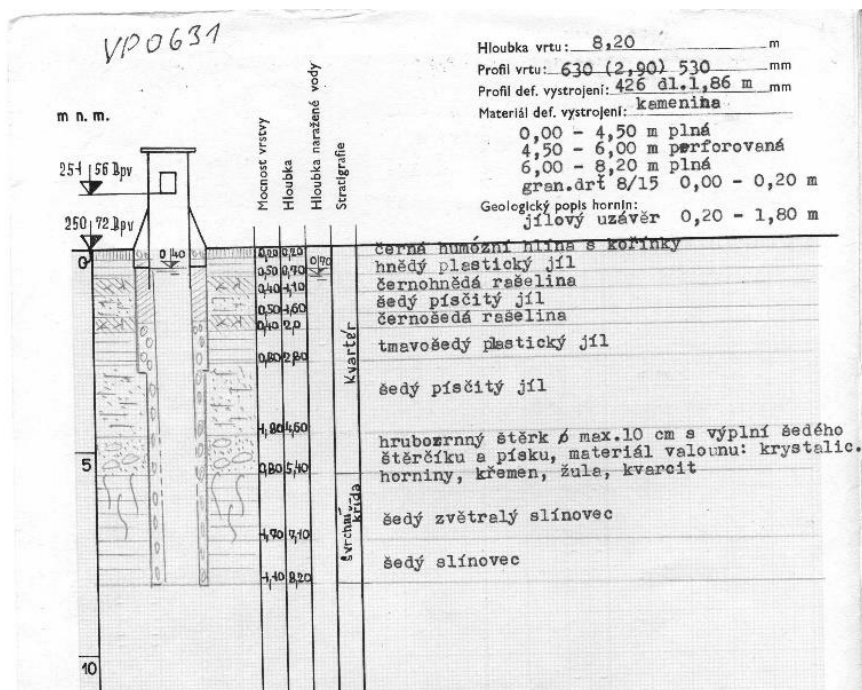
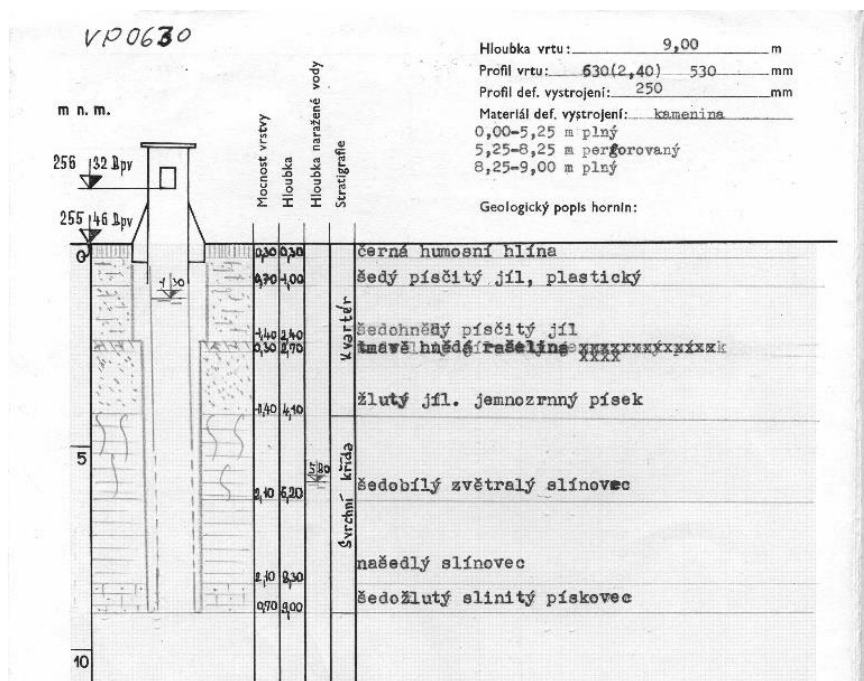
Obr. 4a, 4b: Stav prostředí v západní části lokality před a po provedené revitalizaci.

2. VSTUPNÍ DATA A METODIKA SBĚRU DAT

2.1. Vodní režim území před a po revitalizaci, výpočet zadržené vody

Data ČHMÚ

- **stabilní vrtné sondy pro sledování hladiny podzemní vody v nivě Libuňky**
 - sonda VP0630 u Sedmihorek - 255,46 m n. m; asi 800 m od středu mokřadu proti směru proudu Libuňky
 - sonda VP 0631 ve Valdštejnsku - 250,72 m n. m; asi 800 m od středu mokřadu po proudu Libuňky



Obr. 5a, 5b: Schéma geologických profilů vrtů ČHMÚ VP0630 a VP0631.

- **meteostanice v Turnově – data o srážkách**
- ID stanice „0-203-0-11610“ ; vzdálena asi 3,5 km od středu mokřadu
(metodika práce s daty: sečteny denní úhrny srážek vždy ode dne měření hladiny vody v sondě (včetně) do dne předcházejícímu dni dalšího měření)

Vlastní měření

- **odběr půdních vzorků - rok 2025**
- na 6 místech (Obr. 6) byl proveden zjednodušený popis půdního profilu pomocí sondýrky



Obr. 6: Poloha půdních sond v roce 2025.

- **dočasné vrty pro sledování hladiny podzemní vody v mokřadu – rok 2014** ³
 - PVC trubky, průměr 75 mm, výška 1,5 m, do výšky asi 1 metru od spodního otvoru ze dvou stran proti sobě (po vzdálenosti 5 cm) perforovány pilkou na železo zářezy do hloubky zhruba jedné třetiny průměru trubky (Obr. 7b)
 - následně spodní otvor zavíčkovan, vrchní pak nastaven krátkou redukcí a rovněž zavíčkovan
 - dne 8.3.2014 jsem v určených bodech vyvrtal otvory v zemi půdním vrtákem o průměru 90 mm a trubky ihned zakopal ve svislé poloze do země (Obr. 7a)
 - hloubka zákopů se mírně lišila, průměrně šlo o hloubku zhruba 90 cm (88–95 cm)
 - ručně měřeny hladiny v jednotlivých sondách s přibližně 14denní periodou od 21.3. do 12.12.
 - data byla sbírána v následujících termínech: 21.3., 4.4., 19.4., 3.5., 16.5., 30.5., 14.6., 27.6., 11.7., 26.7., 9.8., 23.8., 6.9., 19.9., 4.10., 18.10., 1.11., 14.11., 29.11. a 12.12.



Obr. 7a, 7b: Sonda na měření PV v mokřadu v roce 2014 a perforace PVC trubek.

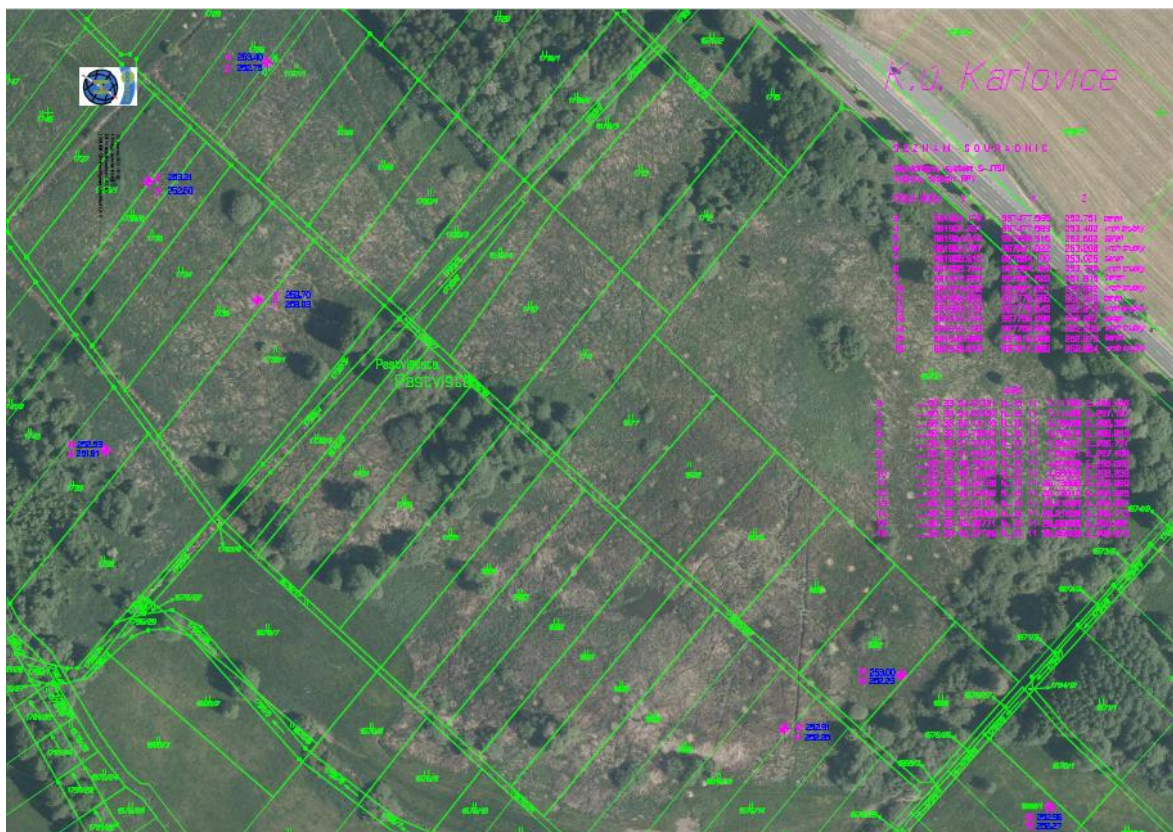
- **dočasné vrty pro sledování hladiny podzemní vody v mokřadu – roky 2023-25**
 - kontinuální měření automatickými hladinoměry od firmy Fiedler-Mágr v termínu od 30. 6. 2023 do 26. 10. 2025 uložených do perforovaných PVC trubek (4 původní sondy viz předchozí bod - studie 2014) - sondy zakopány do stejných míst dle navigace GPS jako v roce 2014 v rámci revitalizované plochy
 - z dat kontinuálního měření byla vybrána data denních průměrů ze stejných termínů jako v roce 2014 (viz výše)



Obr. 8: Sonda na měření hladiny podzemní vody v revit. části mokřadů v I. 2023-25.



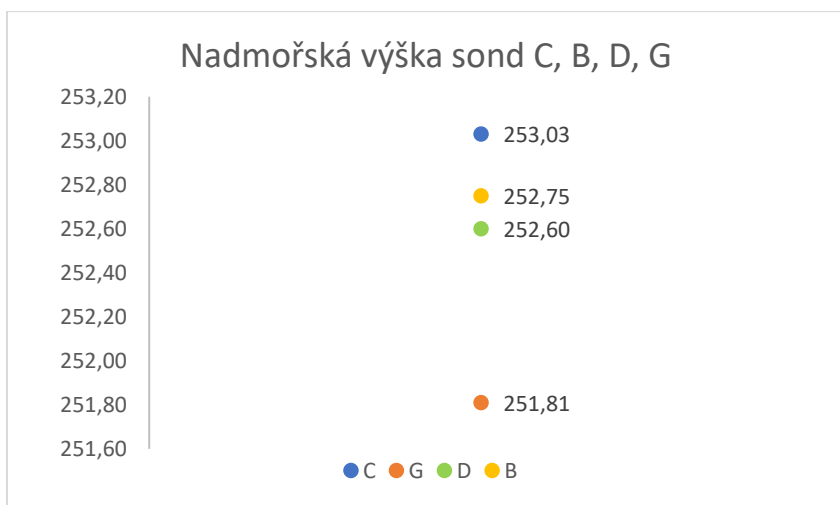
Obr. 9: Rozmístění sond v rámci západní části mokřadů v roce 2014 a výběr sond pro měření hladinoměry v letech 2023–25 (označeno červeně).



Obr. 10: Umístění 7 sond v letech 2023-25 dle geodetického zaměření.

Tab. I: Základní údaje k sondám C, G, D, B. Souřadnice v souř. systému S-JTSK.

Sonda	Souřadnice Y	Souřadnice X	ID sondy	Výrobní č.	P.č. kú Karlovice	Nadm. výška terénu
C	681905.764	997584.169	H40G_59456	1206	1733	253,03
G	681974.093	997651.591	H40G_59457	1207	1739	251,81
D	681954.787	997531.022	H40G_59458	1208	1736/1	252,60
B	681901.231	997477.589	H40G_59459	1209	1727/2	252,75



Obr. 11: Nadmořská výška povrchu půdy v místech umístění sond C, B, D, G.

- **odběr vzorků vody pro hodnocení zdroje vody pomocí stabilních izotopů**
 - termíny odběru 14.6.2025 a 6.3.2026
 - z vybraných zdrojů byly během dvou kampaní odebrány vzorky vody (Obr. 39-42).
 - pomocí spektroskopu Picarro (Hydrologický ústav AV ČR) byly analyzován poměr stabilních izotopů vody, deuteria (δD) a kyslíku 18 ($\delta^{18}O$), a dopočítán deuteriový přebytek (d-ex)

2.2 Původ pramene v centrální části mokřadu

- **měření teploty vody v prameni ve východní části území**
 - termíny měření 30.6.2015, 31.10.2015 a 28.2.2016
 - měřeno prováděno kuchyňským vpichovým digitálním teploměrem s přesností 0,1°C
- **chemický rozbor vody (1.)**
 - termín 10.3.2015
 - odběr proveden do různých vzorkovnic dle ukazatelů
 - stanoveny byly ukazatele v rozsahu kráceného rozboru pitné vody (dle vyhlášky MZd 252/2004 Sb.)
- **chemický rozbor vody (2.-část)**
 - termín 29.11.2021
 - rozbor v rozsahu „pitná voda - malý nedezinfikovaný zdroj do 5m³/den (vrt, studna a pod.)“
- **vizuální průzkum pramene endoskopem**
 - termín 28.8.2022

2.3 Srovnání východní části mokřadů vůči revitalizované západní části

Pro tuto část studie byla použita data z podrobného měření hladiny podpovrchové vody sondami s hladinoměry firmy Fiedler-Mágr v období 30. 6. 2023-26.10.2025 (metodika viz výše v bodu 2.1), s tím, že pro tuto část studie byla použita data ze všech 7 sond - kromě obnovených 4 původní sond z roku 2014 ještě z dalších 3 sond v centrální+východní části (viz Obr. 10 výše).

Ostatní novodobá měření realizovaná v území mimo potřeby studie

- **chemický rozbor půdních vzorků před revitalizací**³
 - odběr 8.11.2014 na 4 čtvercových kvadrátech 1x1 m
- **chemický rozbor vzorků vody před revitalizací**³
 - odběr 23.6.2014
- **chemický rozbor vody z drenážních hlavnků odkrytých v HOZ během revitalizace**
 - odběr 29.11.2021
- **měření průtoku vody v hlavních odvodňovacích zařízeních (kanálech) před revitalizací**
 - termín měření 10.10.2021 dopoledne

3. VÝSLEDKY A VYHODNOCENÍ STUDIE

Výsledky provedených měření a výzkumů, vyhodnocení dat.

3.1. Vodní režim území před a po revitalizaci, výpočet zadržené vody

Vyhodnocení dat ČHMÚ

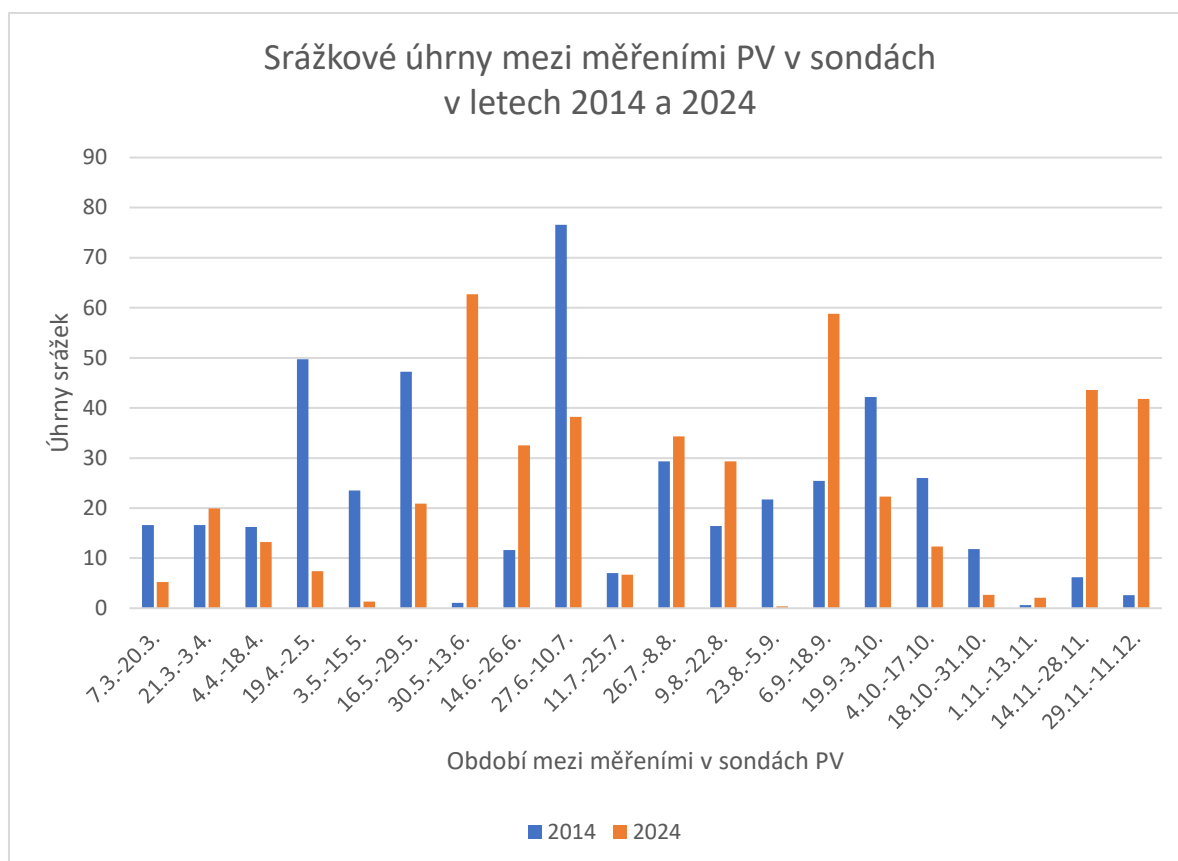
Celkové úhrny srážek na meteostanici v Turnově v roce 2014 a 2024 ve sledovaném období (7.3. až 11.12.) byly velmi podobné (448,3 mm v roce 2014 a 455,6 mm v roce 2024).

Povodí spadá do niválně-pluviálního režimu, čemuž odpovídá i rozložení srážek v obou letech (2014, 2024) s většími úhrny v jarním a letním období. V obou letech by zaznamenám podobný úhrn srážek (Tab. II). Největší rozdíly se vyskytly počátkem zimy a v některých obdobích na přelomu jara a léta.

Tab.: II: Úhrny srážek mezi jednotlivými měřeními v sondách PV v roce 2014 a 2024.

Datum měření sondy PV	Rozsah hodnot srážek	Rok 2014	Rok 2024
21.3.	7.3.-20.3.	16,6	5,2
4.4.	21.3.-3.4.	16,6	19,9
19.4.	4.4.-18.4.	16,2	13,2
3.5.	19.4.-2.5.	49,7	7,4
16.5.	3.5.-15.5.	23,5	1,3
30.5.	16.5.-29.5.	47,2	20,9
14.6.	30.5.-13.6.	1,1	62,7
27.6.	14.6.-26.6.	11,6	32,5
11.7.	27.6.-10.7.	76,6	38,2
26.7.	11.7.-25.7.	7	6,7
9.8.	26.7.-8.8.	29,3	34,3
23.8.	9.8.-22.8.	16,4	29,3
6.9.	23.8.-5.9.	21,7	0,4
19.9.	6.9.-18.9.	25,4	58,8
4.10.	19.9.-3.10.	42,2	22,3
18.10.	4.10.-17.10.	26	12,3
1.11.	18.10.-31.10.	11,8	2,7
14.11.	1.11.-13.11.	0,6	2,1
29.11.	14.11.-28.11.	6,2	43,6
12.12.	29.11.-11.12.	2,6	41,8
(celkem srážky v mm)		448,3	455,6

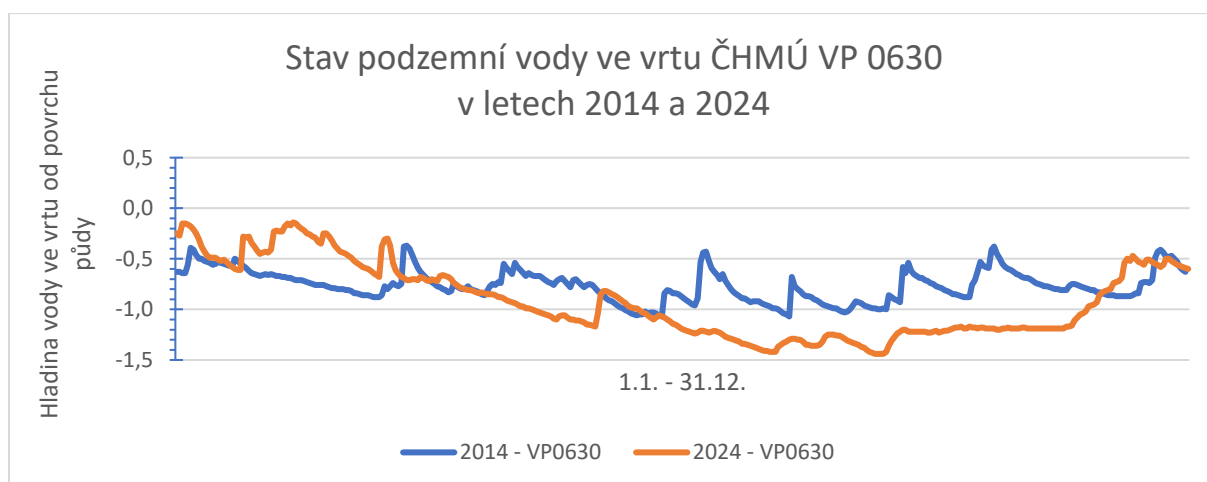
Jak lze v tabulce (Tab. II) vidět, úhrny srážek ve sledovaném období v roce 2014 a 2024 byly sumárně velmi obdobné.



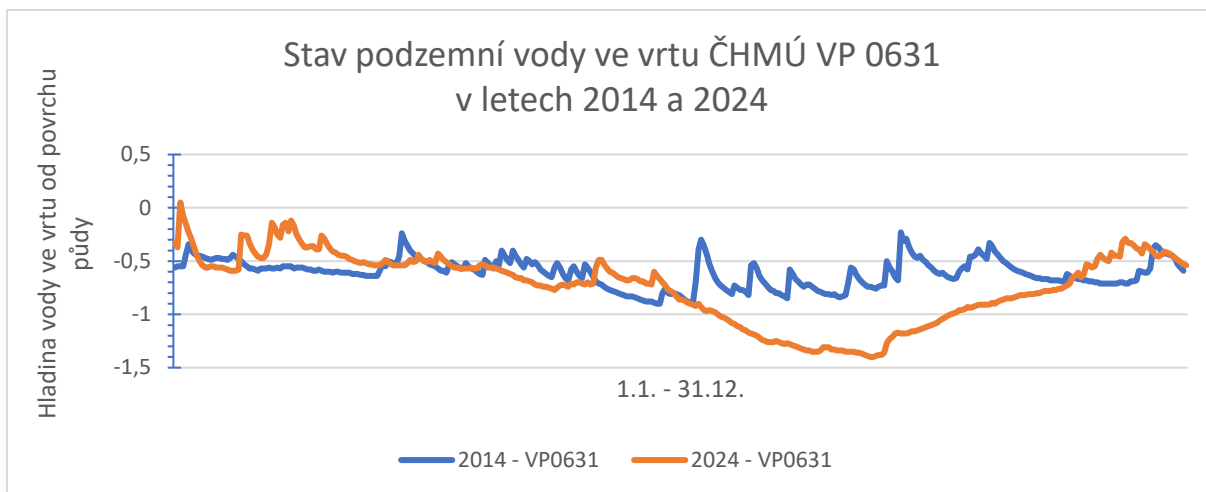
Obr. 12: Úhrny srážek mezi jednotlivými měřeními v sondách PV v roce 2014 a 2024.

Obr. 12 ukazuje rozkolísanost srážek během roku s obdobími mezi měřeními téměř beze srážek (před termínem měření 13.6.2014 a 15.5.2024) i obdobími s vydatnými srážkami (před termínem měření 10.7.2014 a 13.6.2024).

Z pohledu dynamiky hladin podzemních vod blízkých vrtů (VP 0630 a 0631; Obr. 13 a 14) se rok 2014 jeví vodnější, a to hlavně v době vegetační sezóny. Naopak v zimním období byly vrty lépe zásobovány vodou v roce 2024.



Obr. 13: Stav podzemní vody ve vrtech ČHMÚ VP 0630 v letech 2014 a 2024 (celoroční křivka kontinuálního měření).



Obr. 14: Stav podzemní vody ve vrtech ČHMÚ VP 0631 v letech 2014 a 2024 (celoroční křivka kontinuálního měření).

Z grafů na Obr. 13 a 14 je patrné, že podzemní voda v obou stabilních vrtech ČHMÚ ve sledovaném období během kalendářního roku v roce 2024, zejm. v jeho druhé polovině, významně zaklesla hlouběji pod terén.

Vyhodnocení vlastních měření

- **Odběr vzorků půdy v roce 2025**

Půdní kryt prodělal řadu změn díky vývoji samotného údolí, ať už jde o akumulaci erodované půdy z okolních svahů, vývěry velmi vodných pramenů, odvodnění, zemědělské využívání nebo revitalizační opatření. Z půd je patrné, že původní mokřad byl tvořen různě rozloženou organozemí (slatinou), která byla následně překryta buď sprašovou hlínou nebo hlinitou orníci z okolních svahů. Na tomto horním akumulovaném sedimentu se vyvinul drnový půdní horizont zemědělsky využívaný. Celá zájmová oblast je v říčním údolí na úpatí svahu (akumulační část) s výskytem silných pramenů. Díky tomu jsou v půdním krytu výrazné hydromorfní znaky.

Určení půdního typu je problematické díky výše uvedeným faktorům. Je závislé na mocnosti sprašové hlíny / půdního sedimentu nad pohřbenou organozemí a ovlivněné antropogenními zásahy spojenými s odvodněním a následnou revitalizací.

Ač se nacházíme morfologicky v říční nivě, fluvialní znaky, jako střídání vrstev sedimentů, nejsou v půdních sondách patrné. Fluvialní činnost toku Libuňky (eroze, akumulace) není ze současného půdního krytu prokazatelná. Území mokřadu tak mohlo být i v nedávné minulosti mimo hydrologický vliv říčního toku.

Sonda 1



Obr. 15: Umístění sondy 1 v terénu.



Obr. 16 a, 16 b, 16 c: Odebraný půdní vzorek.

Tab. III: Informace k vzorku ze sondy 1.

Sonda 1 - PGI - 50.5638750N, 15.1890875E				
Hloubka [cm]	Horizont	Druh	Struktura	Poznámka
0 - 31	Adg	h	drobtovitá	
32 - 64	En	h	polyedr.	
65 - 75	Bmt	jh	polyedr.	
do 94	Ts	-	-	

Sonda 2



Obr. 17: Umístění sondy 2 v terénu.



Obr. 18: Odebraný půdní vzorek.

Tab. IV: Informace k vzorku ze sondy 2.

Sonda 2 - GLm - 50.5631308N, 15.1897656E				
Hloubka [cm]	Horizont	Druh	Struktura	Poznámka
0 - 13	Ad	h	drobtovitá	
14 - 48	Gro	jh	polyedr.	
49 - 75	Gr	jh	bez struktury	
do 76	Th	-	-	

Sonda 3



Obr. 19: Umístění sondy 3 v terénu.



Obr. 20: Odebraný půdní vzorek.

Tab. V: Informace k vzorku ze sondy 3.

Sonda 3 - PGI - 50.5625692N, 15.1908297E				
Hloubka [cm]	Horizont	Druh	Struktura	Poznámka
0 - 15	Adg	h	drobtovitá	
16 - 36	En	h	sloupcovitá	
37 - 48	Bmt	h-jh	polyedr.	
49 - 78	Cg	h	polyedr.	
do 94	Ts	-	-	

Sonda 4



Obr. 21: Umístění sondy 4 v terénu.



Obr. 22: Odebraný půdní vzorek.

Tab. VI: Informace k vzorku ze sondy 4.

Sonda 4 - PGI - 50.5623347N, 15.1876111E				
Hloubka [cm]	Horizont	Druh	Struktura	Poznámka
0 - 26	Ad	h	drobtovitá	
27 - 39	En	h	polyedr.	
40 - 48	Bmt	jh-jv	hranolovitá	
do 90	Cg	jh-jv	bez struktury	

Sonda 5



Obr. 23: Umístění sondy 5 v terénu.



Obr. 24: Odebraný půdní vzorek.

Tab. VII: Informace k vzorku ze sondy 5.

Sonda 5 - ANp - 50.5642647N, 15.1850706E				
Hloubka [cm]	Horizont	Druh	Struktura	Poznámka
0-34	Ad	h	drobtovitá	
35-42	AT	h	bez struktury	promíchaná organozem s A hor.
43-64	Th	-	bez struktury	
65-82	Tm	-	bez struktury	
do 90	Cg	jh	bez struktury	

Sonda 6



Obr. 25: Umístění sondy 6 v terénu.

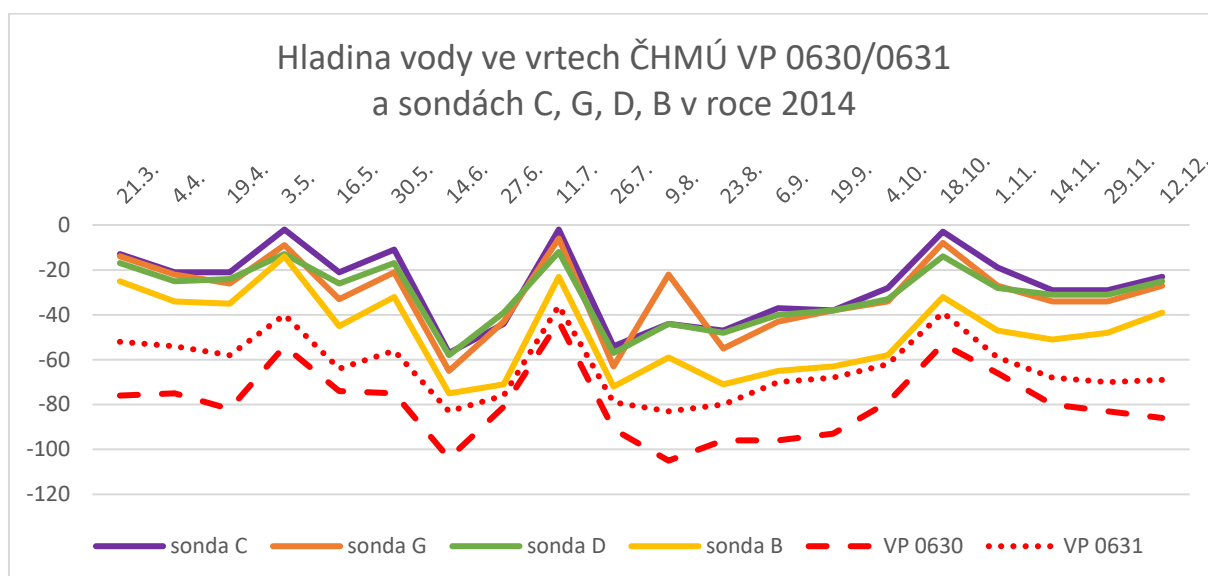


Obr. 26: Odebraný půdní vzorek.

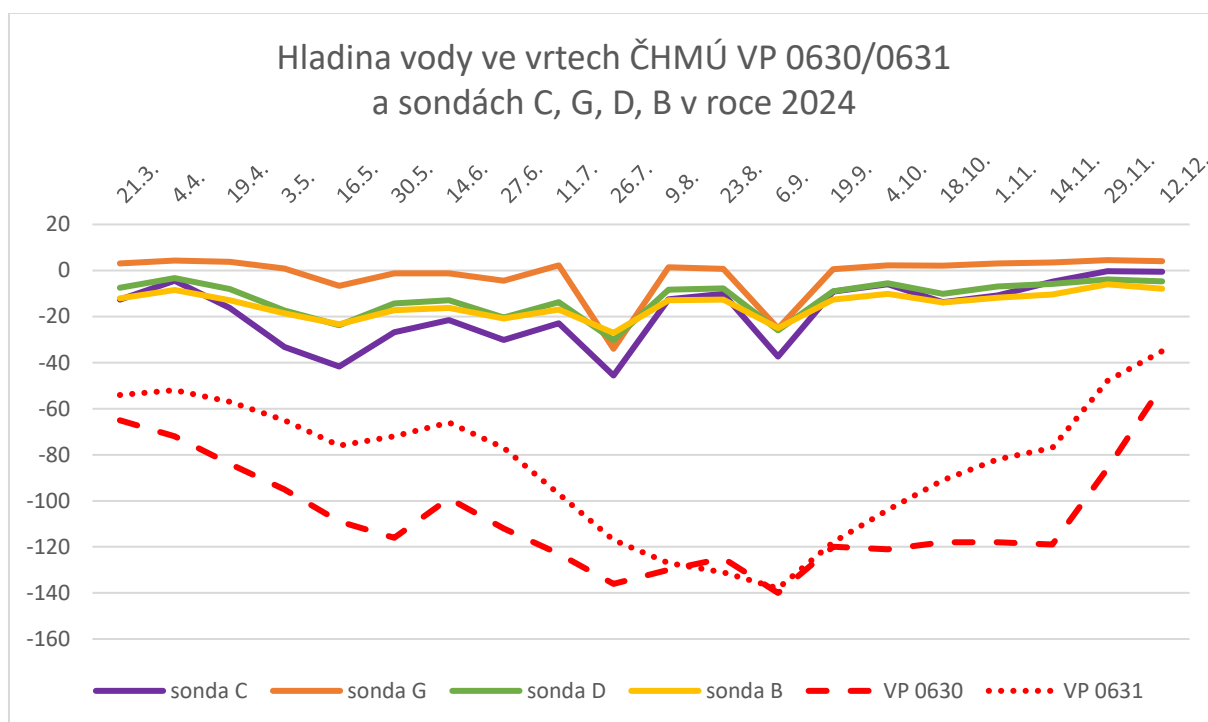
Tab. VIII: Informace k vzorku ze sondy 6.

Sonda 6 - PGI - 50.5645483N, 15.1873622E				
Hloubka [cm]	Horizont	Druh	Struktura	Poznámka
0–26	Adg	h	drobtovitá	
27-56	Bm	h	polyedr.	
57-75	CT	h	bez struktury	promíchaná rašelina s C hor.
do 87	Tm	-	bez struktury	viditelné makropóry

- Vrtý ke sledování hladiny podzemní vody v mokřadu v roce 2014 a 2023-25



Obr. 27: Hladina vody ve vrtech ČHMÚ VP 0630/0631 a sondách C, G, D, B v roce 2014.



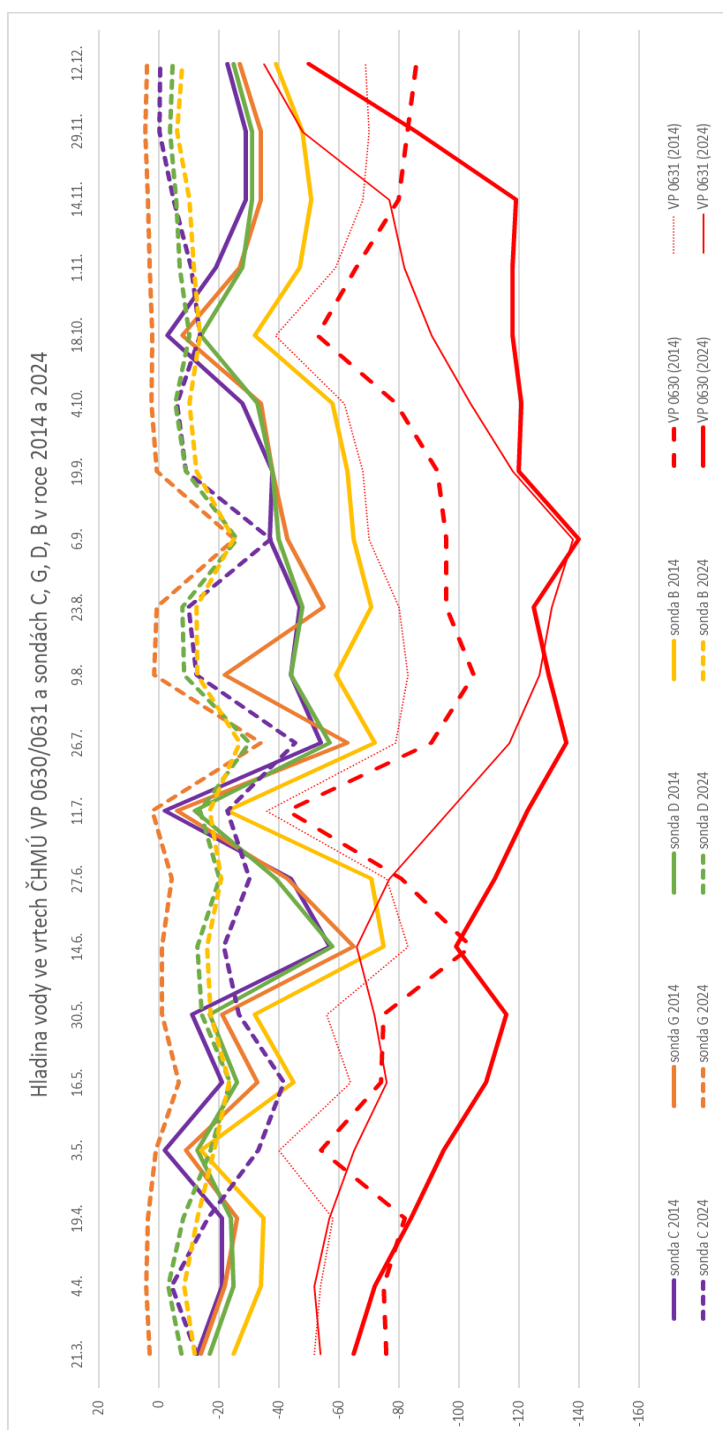
Obr. 28: Hladina vody ve vrtech ČHMÚ VP 0630/0631 a sondách C, G, D, B v roce 2024.

Vliv revitalizačních opatření je patrný z porovnání dynamiky hladiny podzemní vody před revitalizací (rok 2014; Obr. 27) a po revitalizaci (rok 2024; Obr. 28). V době vegetační sezóny 2014 došlo k poklesu hladiny podzemní vody až na hodnotu -75 cm. Větší srážkové úhrny dokázaly hladinu navýšit, ale díky propustným horizontům došlo k rychlému odtoku srážkové vody a hladiny podzemní vody se vzápětí vrátily na nízkou úroveň.

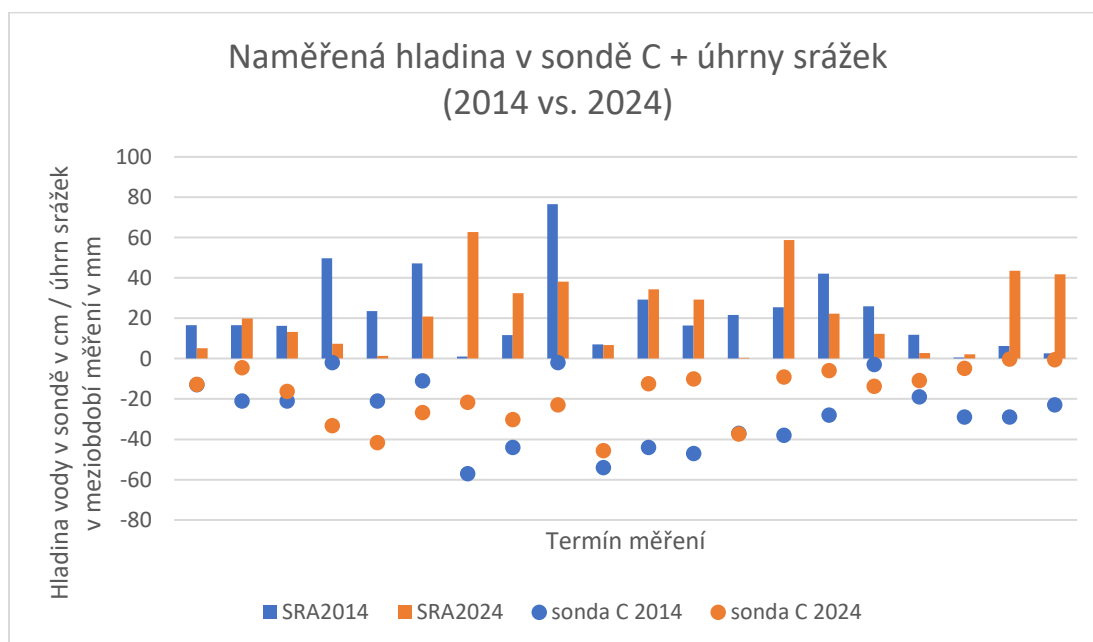
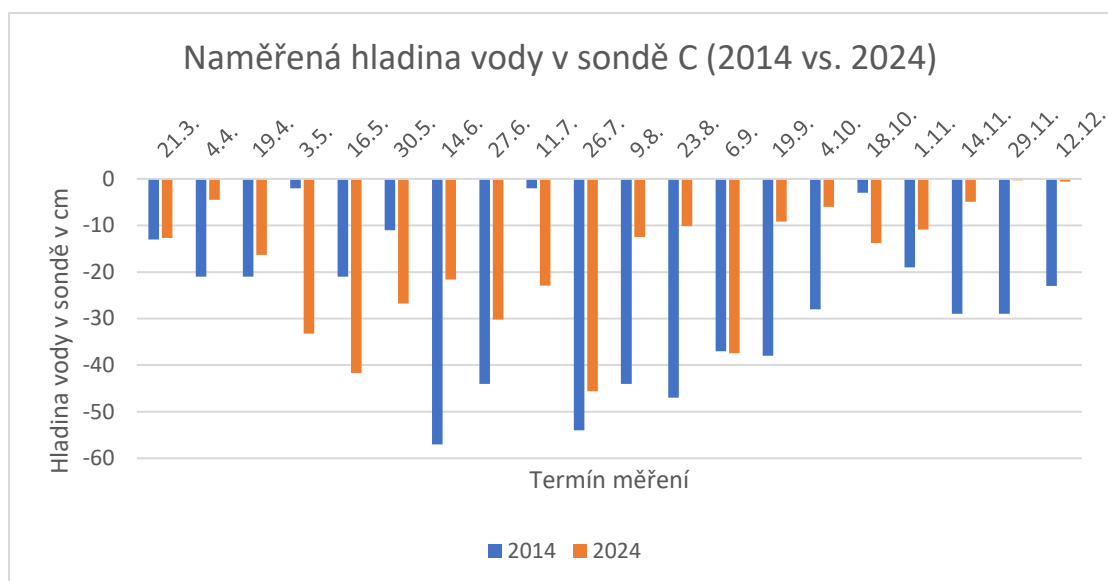
V roce 2024 se hladina podzemní vody ve vrtech drží velmi vysoko (-20 – -10 cm). Suchá období se projevují jen kratší období. Nízká fluktuace hladiny podzemní vody má dvě příčiny. Zaprvé se se zvýšením hladiny se zvýšil objem akumulované vody (dlouhodobě zadržené) v půdě. Zadruhé se snížila retenční kapacita půdy. Srážková voda se zadrží jen v horních cca 10-15 cm půdy. Zbylé množství srážek oteče zřejmě povrchovým nebo mělkým podpovrchovým odtokem do toku.

V porovnání s vrty ČHMÚ (vrty VP0630 a VP0631) se rok 2024 v mělkých vrtech uložených v revitalizované západní části Sedmihorských mokřadů výrazněji neprojevil jako suchý. Podzemní voda dříve svedená odvodněním dokáže zřejmě povrchové půdní sucho významně mírnit.

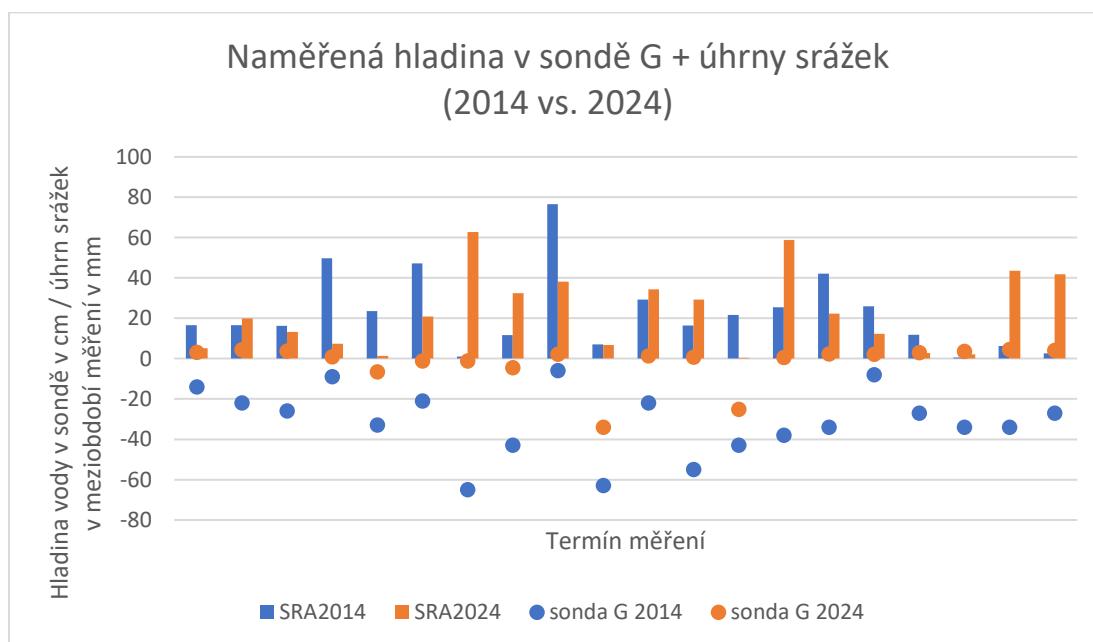
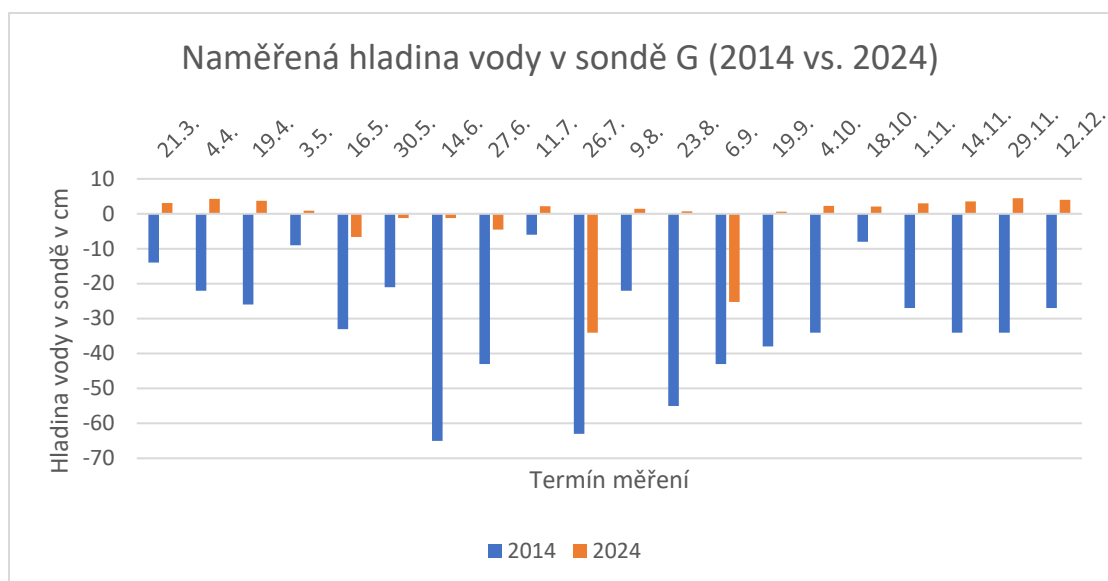
Na následujícím grafu (Obr. 29) je možné vidět trendy všech sond v roce 2014 i 2024 společně.



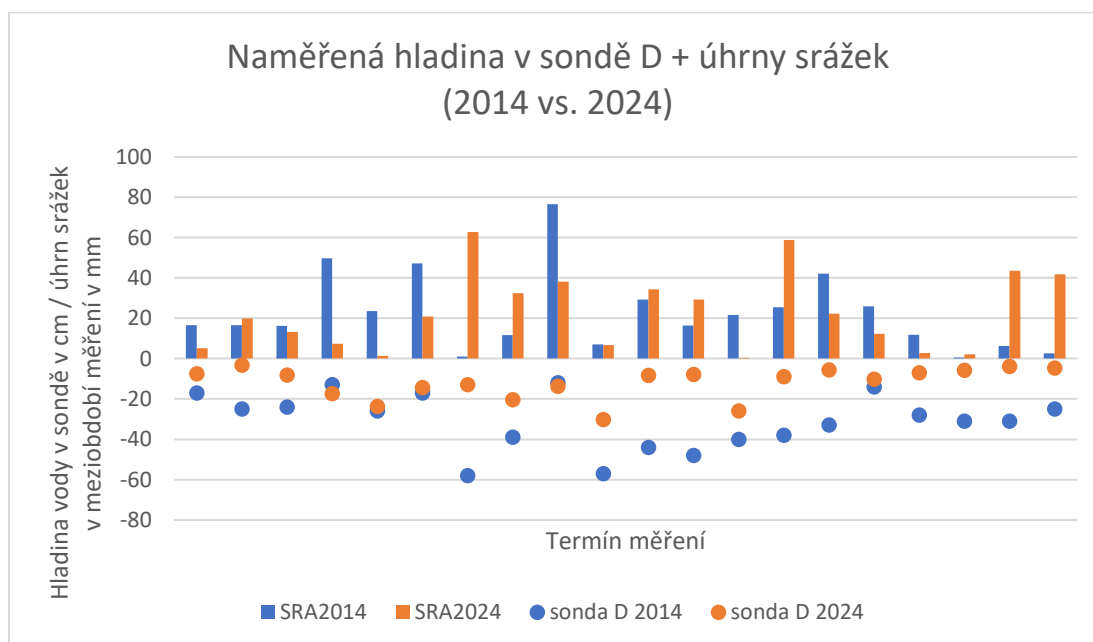
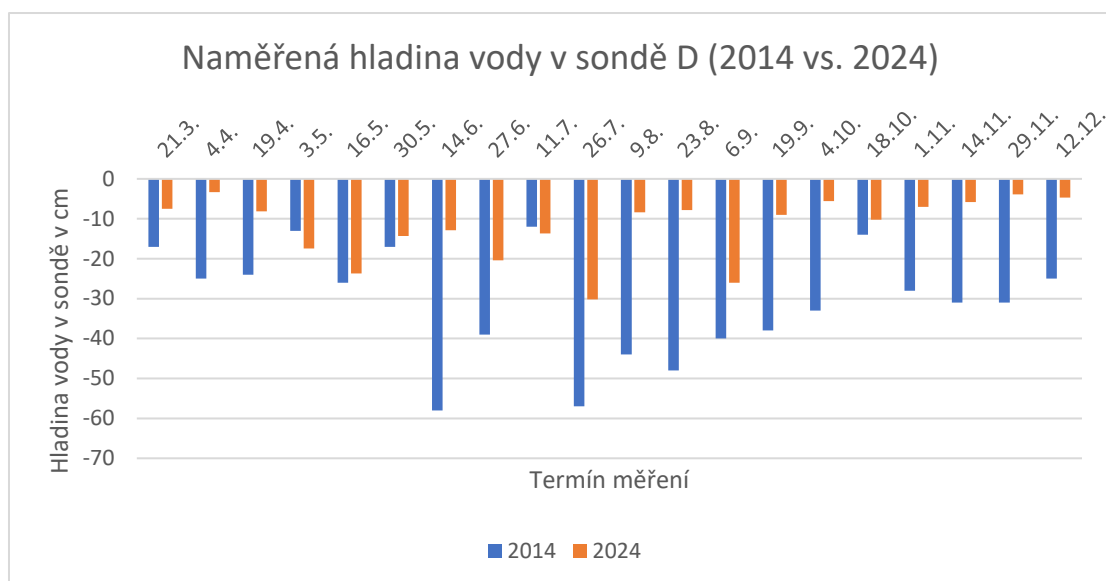
Obr. 29: Hladina vody ve vrtech ČHMÚ VP 0630/0631 a sondách C, G, D, B v roce 2014 a 2024.



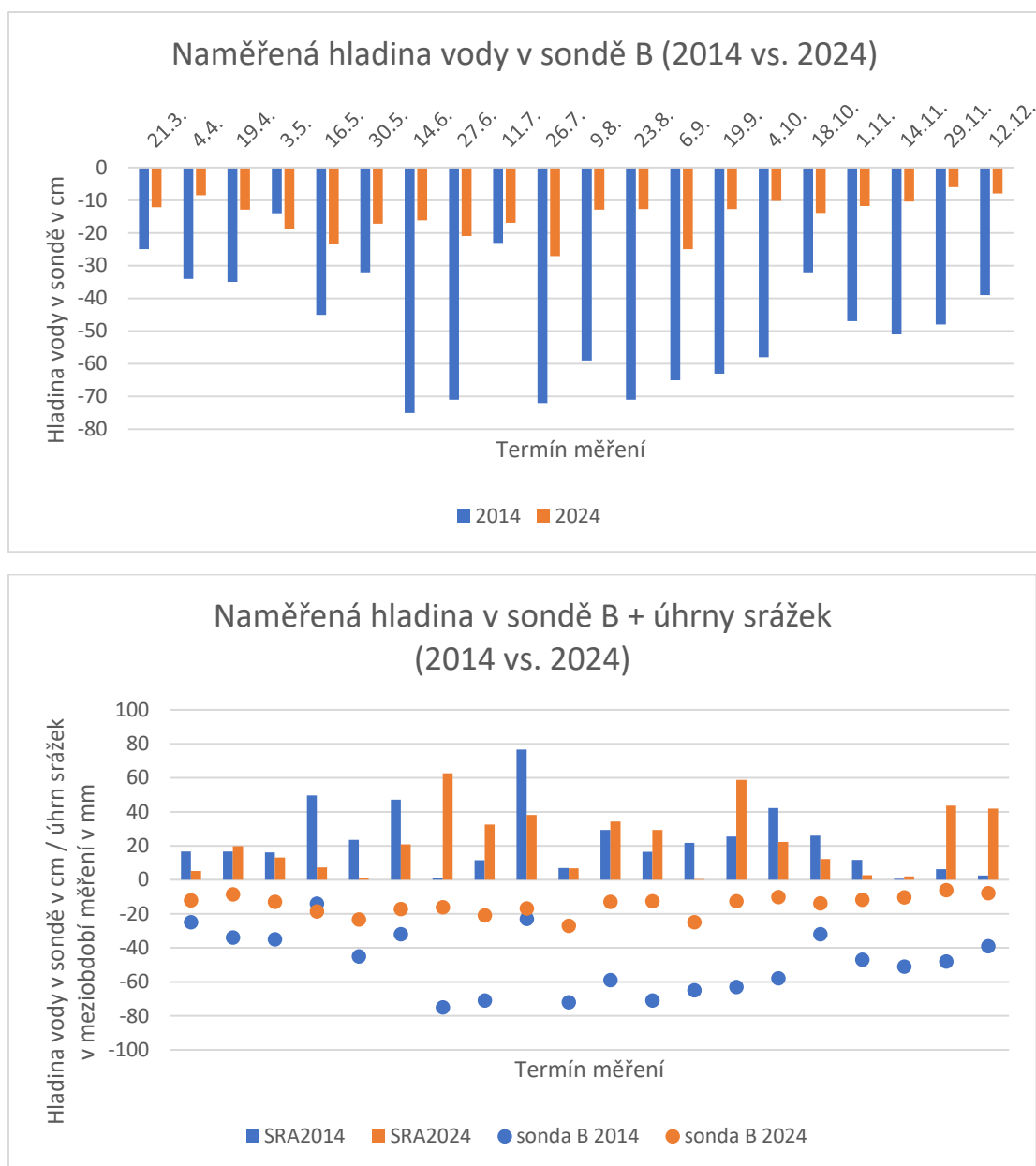
Obr. 30 a, 30 b: Naměřená hladina vody v sondě C (2014 vs. 2024) + data o srážkách.



Obr. 31 a, 31 b: Naměřená hladina vody v sondě G (2014 vs. 2024) + data o srážkách.

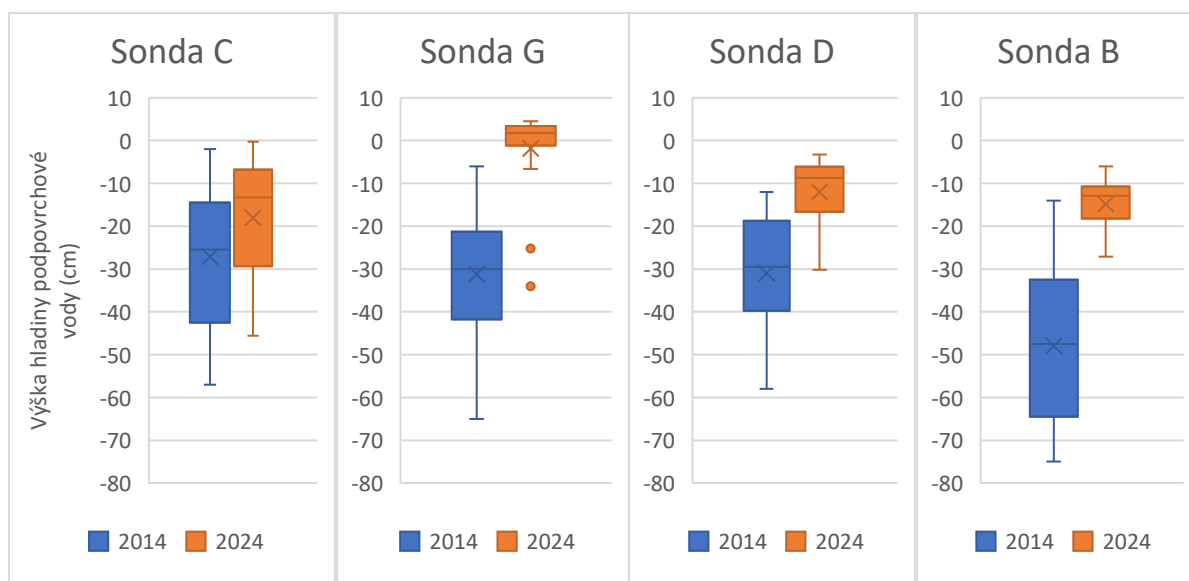


Obr. 32 a, 32 b: Naměřená hladina vody v sondě D (2014 vs. 2024) + data o srážkách.



Obr. 33 a, 33 b: Naměřená hladina vody v sondě B (2014 vs. 2024) + data o srážkách.

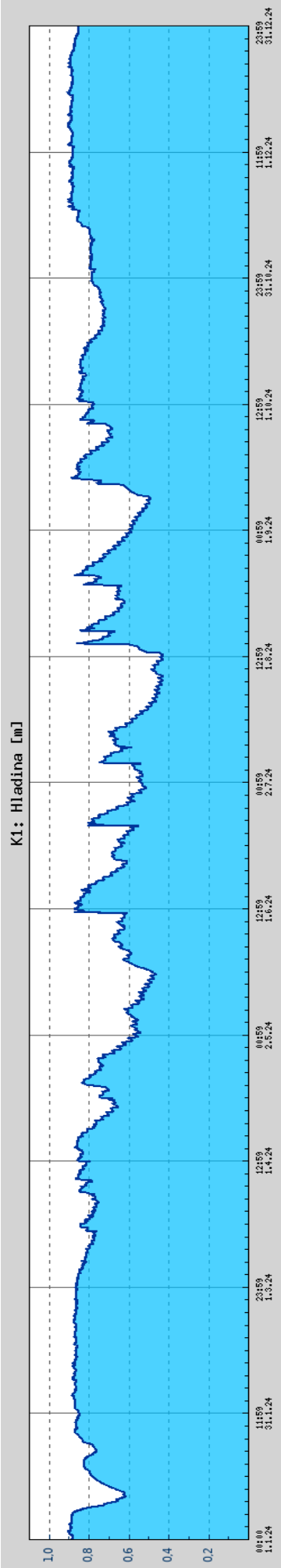
Skupiny obrázků (Obr. 30 – 33) ukazují, jak hladina vody v jednotlivých ze čtyř sond v revitalizované ploše po revitalizaci změnila svoji dynamiku a nyní nedochází k hlubokým poklesům vody pod úroveň terénu a voda se drží stabilně blízko povrchu terénu. Největší rozdíl je u sondy G, následně B a D a nakonec C. U této sondy a zaznamenaných poměrně větších poklesech hladiny podpovrchové vody hraje roli pravděpodobně mikoreliéf terénu, a sice umístění sondy na mírné terénní vlně a zároveň nedaleko tůně, v níž se hladina nachází relativně níže vůči niveletě půdního povrchu v místě sondy.



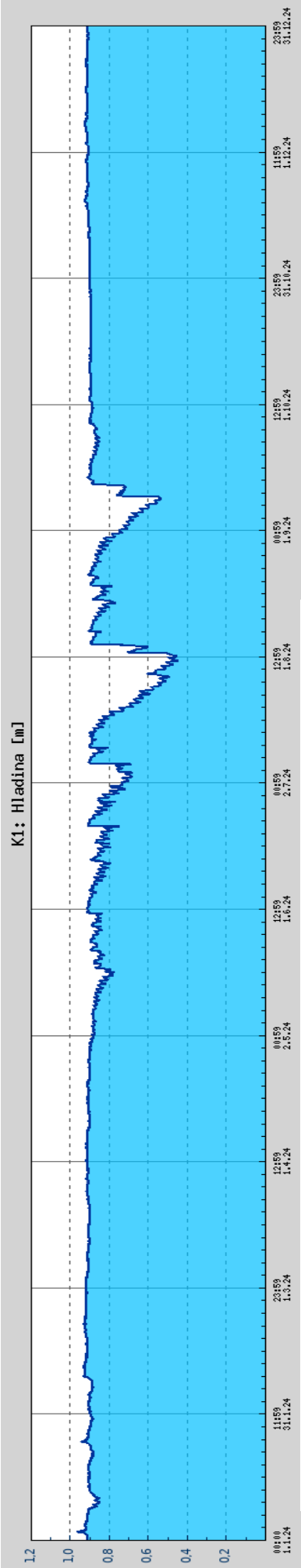
Obr. 34 a, 34 b, 34 c, 34 d: Výška hladiny podpovrchové vody v sondách C, G, D, B během termínů měření v letech 2014 před revit. a 2024 po revit.

Boxplotové grafy ve skupině obrázků (Obr. 34) ukazují zastabilizovanou a k půdnímu povrchu vyzvednutou hladinu podpovrchové vody ve všech 4 sledovaných sondách v rámci revitalizované části mokřadů. Zcela zásadní je rozdíl u sondy G, kde voda většinu roku je dokonce nad úrovní terénu (obnovené slepé rameno toku) a před revitalizací zaklesávala až na hodnotu -65 cm v roce 2014.

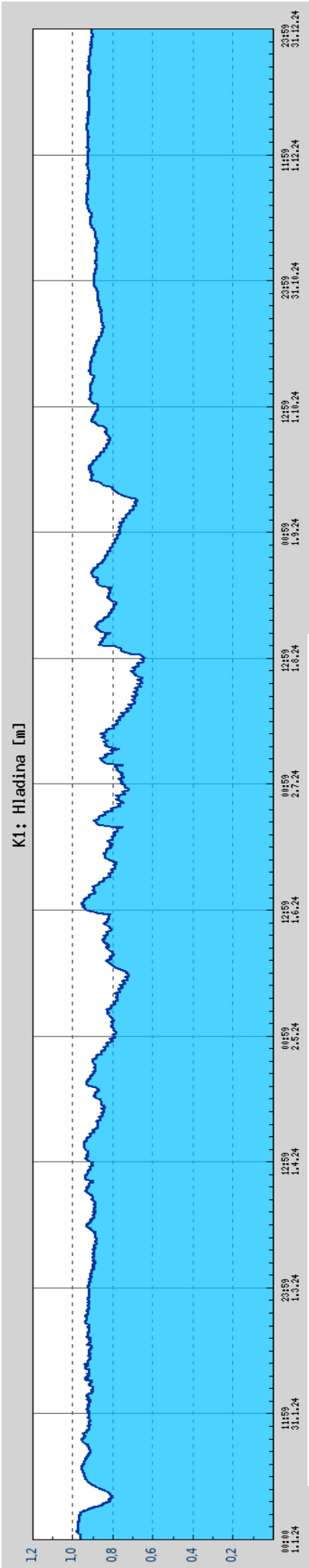
Na následujících grafech (Obr. 35 a-d) z webu firmy Fiedler-Mágr je možno vidět kompletní celoroční trend 4 sledovaných sond D, B, C, G v roce 2024.



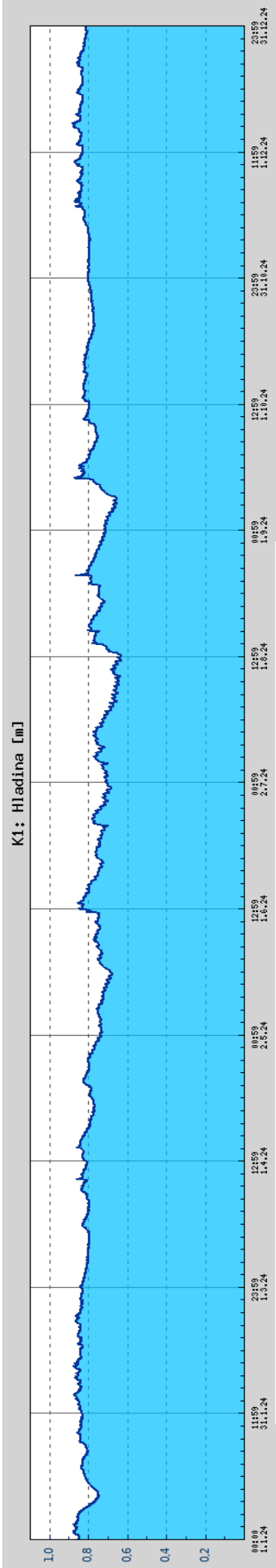
Obr. 35 a: Celoroční trend vývoje podzemní vody v sondě C (*456) v roce 2024.



Obr. 35 b: Celoroční trend vývoje podzemní vody v sondě G (*457) v roce 2024.



Obr. 35 c: Celoroční trend vývoje podzemní vody v sondě D (*458) v roce 2024.

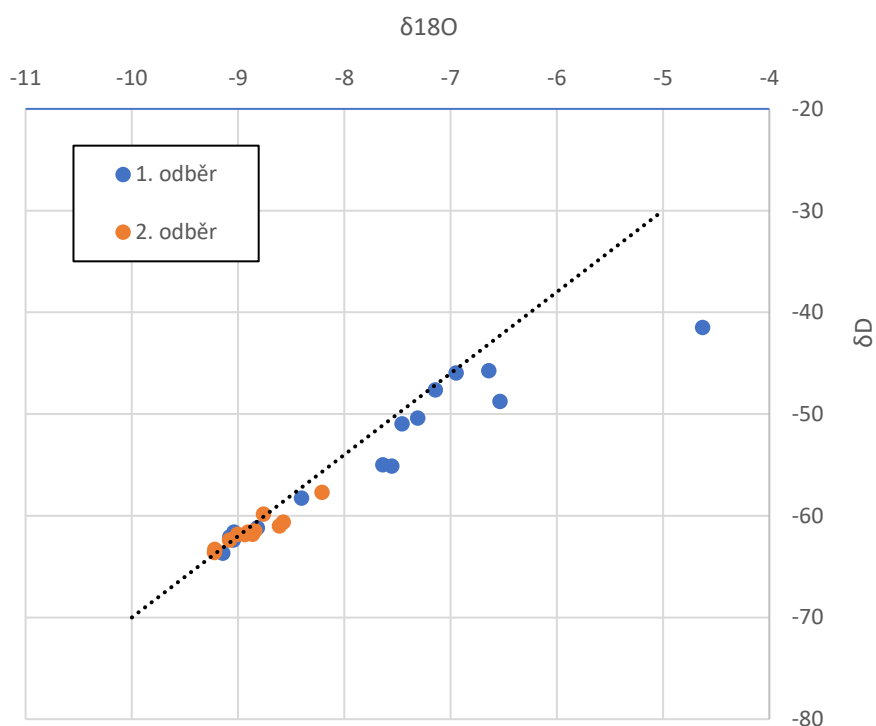


Obr. 35 d: Celoroční trend vývoje podzemní vody v sondě B (*459) v roce 2024.

Obr. 35 a–d (předchozí strany): Relativní trendy vývoje hladiny podzemní vody v sondách C, G, D, B v západní části mokřadů na grafech z webu Fiedler-Mágr – rok 2024.

- **Odběry vzorků vody pro hodnocení zdroje vody pomocí stabilních izotopů**

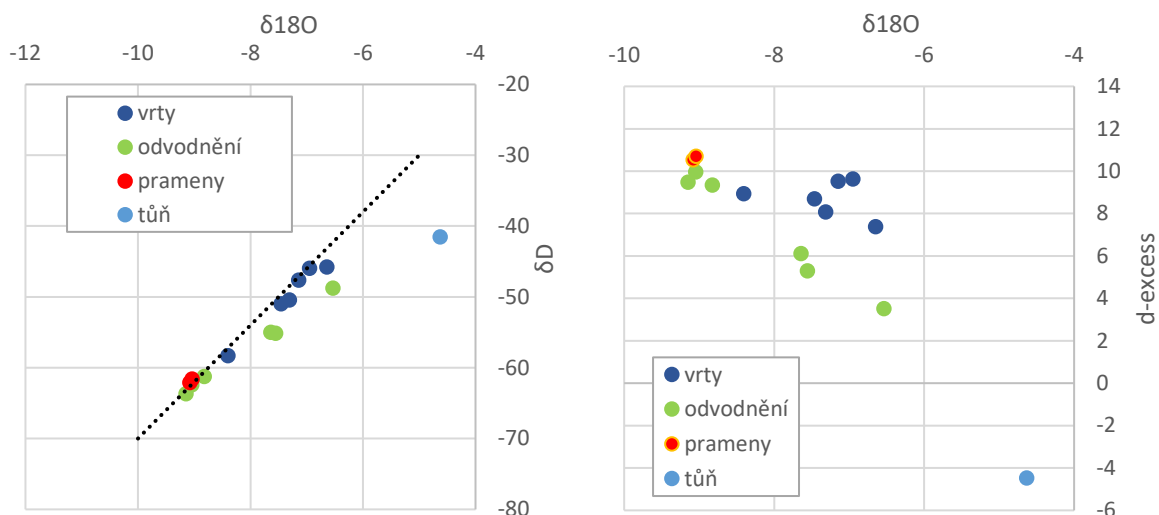
Výsledky izotopové analýzy jsou uvedeny na obrázcích Obr. 36–42. První odběr proběhl 14.6.2025, druhý pak 6.3.2026. Vzorky prvního odběru jsou poměrně těžší (více δD) oproti druhému odběru. Projevuje se zde jednak trochu výpar – hodnoty jsou posunuty oproti globální meteorické čáře – a také jistý vliv letní srážkové vody. Druhý odběr je více homogenní (zřejmě smíchaný) vlivem častějších zimních srážek. Poměr těchto vzorků je naopak velmi málo ovlivněn výparem (brzké jarní období).



Obr. 36: Poměr stabilních izotopů $\delta^{18}O$ a δD během dvou odběrných kampaň (14.6.2025 a 6.3.2026) s globální meteorickou čarou ($\delta^{18}O = 8 * \delta D + 10$; čárkovaně).

V prvním odběru jsou dva prameny se stejným izotopovým poměrem vody. Jde zřejmě o relativně starou vodu odpovídající ročnímu průměru izotopového poměru srážkové vody. Podobnou vodu (jen mírně ovlivněnou povrchovými zdroji) zřejmě obsahují zbytky původního odvodnění uprostřed revitalizované plochy (Obr. 39 - 40). Naproti tomu odvodnění v západní části revitalizované plochy je do jisté míry mixem podzemní a povrchové vody. Odvodnění ve východní části (povrchový kanál) obsahuje vodu spíše „čerstvou“, letní vodu a ovlivněnou výparem.

Voda ve vrtech v revitalizované části je spíše letní. Je vidět, že zde není přímá hydrologická propojenost mezi podzemní vodou v pramenech a povrchovou vodou. Podzemní voda se dostává na povrch několika vývěry přes relativně málo propustný organo-minerální sediment, který pokrývá fosilní organozem (rašelinu). Hodnotou zcela mimo pak leží vzorek z největší tůně, na které působí hlavně klimatické vlivy (srážky, výpar) spíše než podzemní voda.

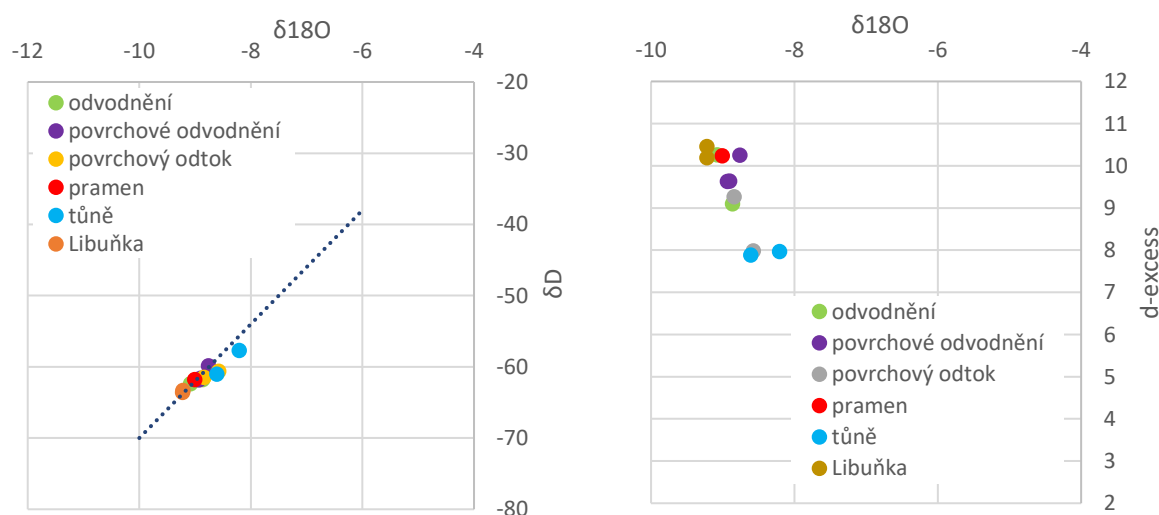


Obr. 37 a, 37 b: Poměr stabilních izotopů $\delta^{18}\text{O}$ a δD z první odběrné kampaně (vlevo) s globální meteorickou čarou (čárkovaně) a poměr $\delta^{18}\text{O}$ s deuteriovým přebytkem d-excess (vpravo).

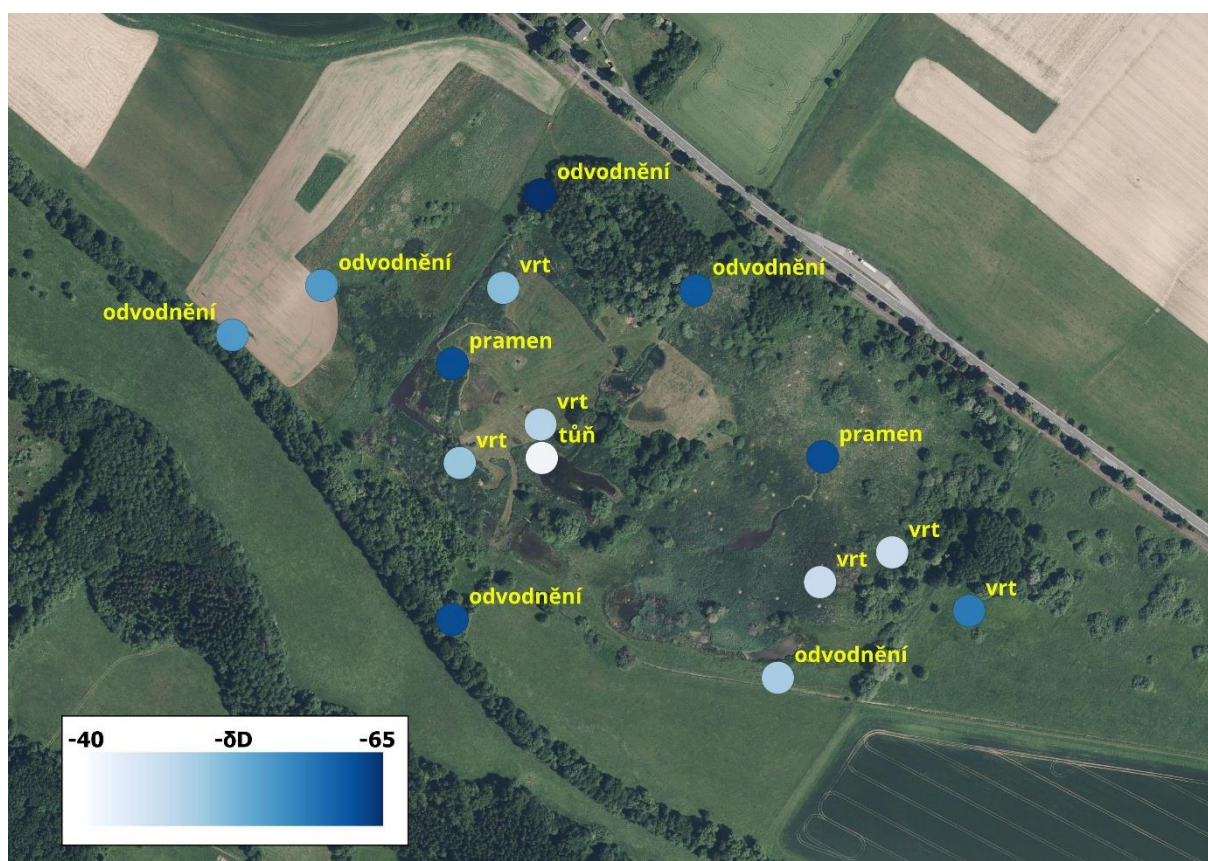
Druhý odběr byl ovlivněn vyššími srážkovými úhrny v zimě a malým výparem (Obr. 41 - 42). Hodnoty vzorků se tak pohybují poblíž hodnoty odebraného pramene, který měl izotopový poměr podobný tomu z prvního odběru. To naznačuje stabilní přítok staré vody. Pro určení jejího stáří se použití stabilních izotopů vody jeví jako již nevyhovující.

Trochu mimo se objevily vzorky z tůň, kde se slabě projevil vliv výparu, zřejmě ještě jako pozůstatek z letního období.

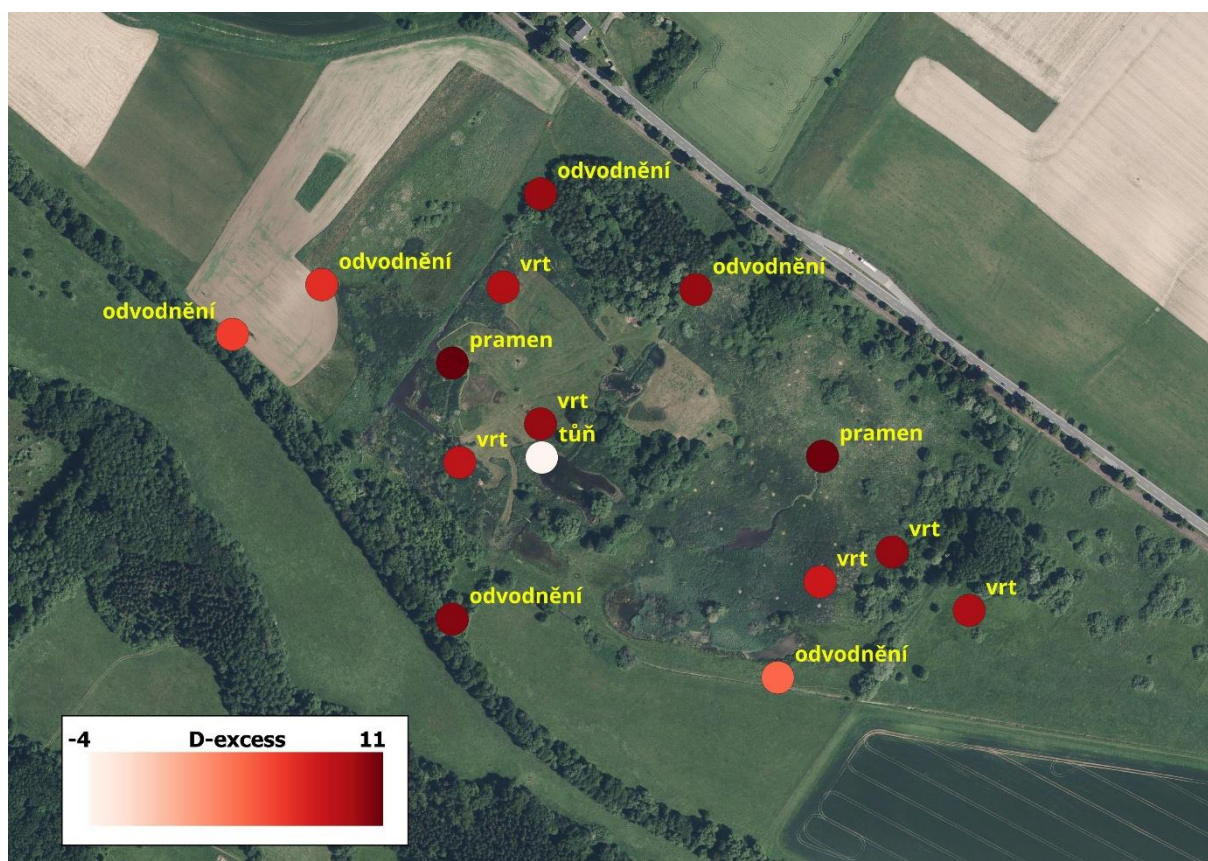
Prostorové uspořádání izotopového poměru odebraných zdrojů během druhé kampaně nevykazuje žádné výrazné odchylky od průměru. Za zmínku stojí snad přítomnost většího množství spíše zimní vody v Libuňce a dvou vzorků z odvodnění.



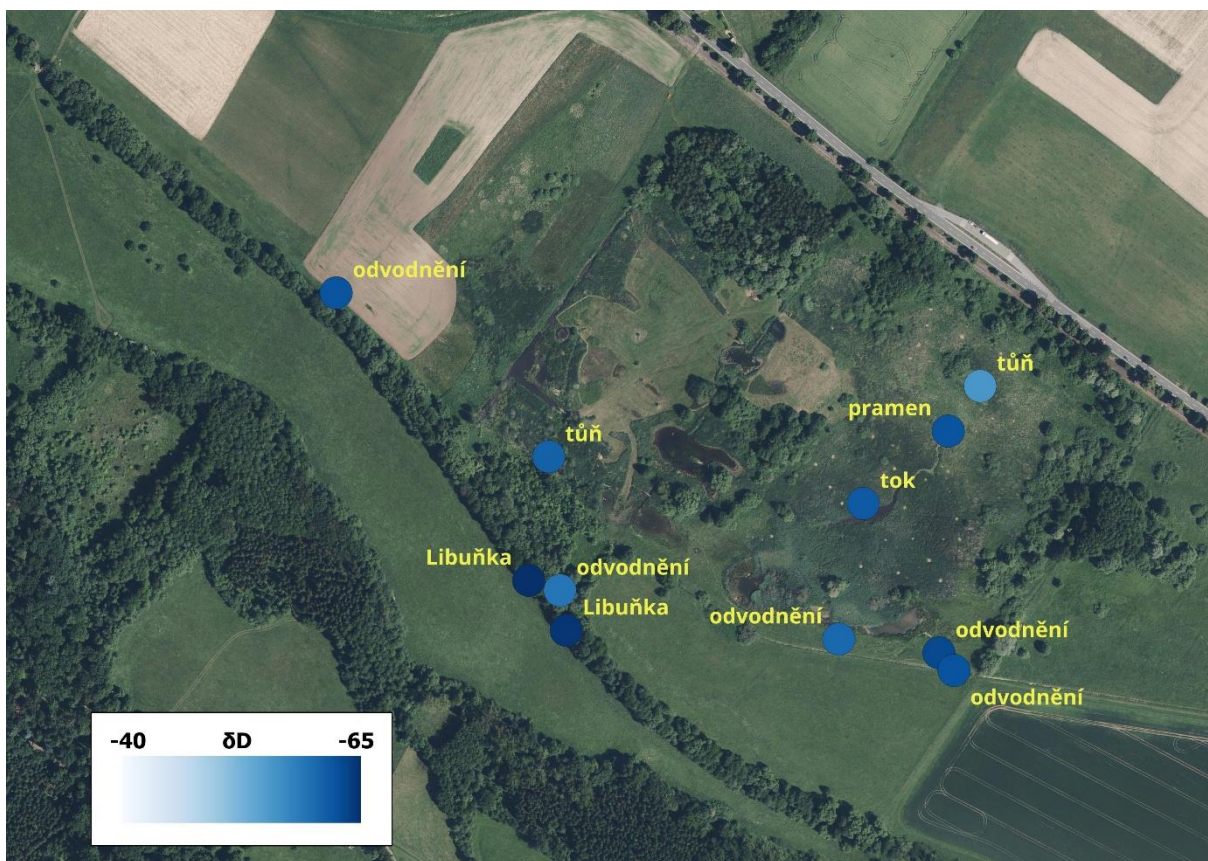
Obr. 38 a, 38 b: Poměr stabilních izotopů $\delta^{18}\text{O}$ a δD z druhé odběrné kampaně (vlevo) s globální meteorickou čarou (čárkovaně) a poměr $\delta^{18}\text{O}$ s deuteriovým přebytkem d-excess (vpravo).



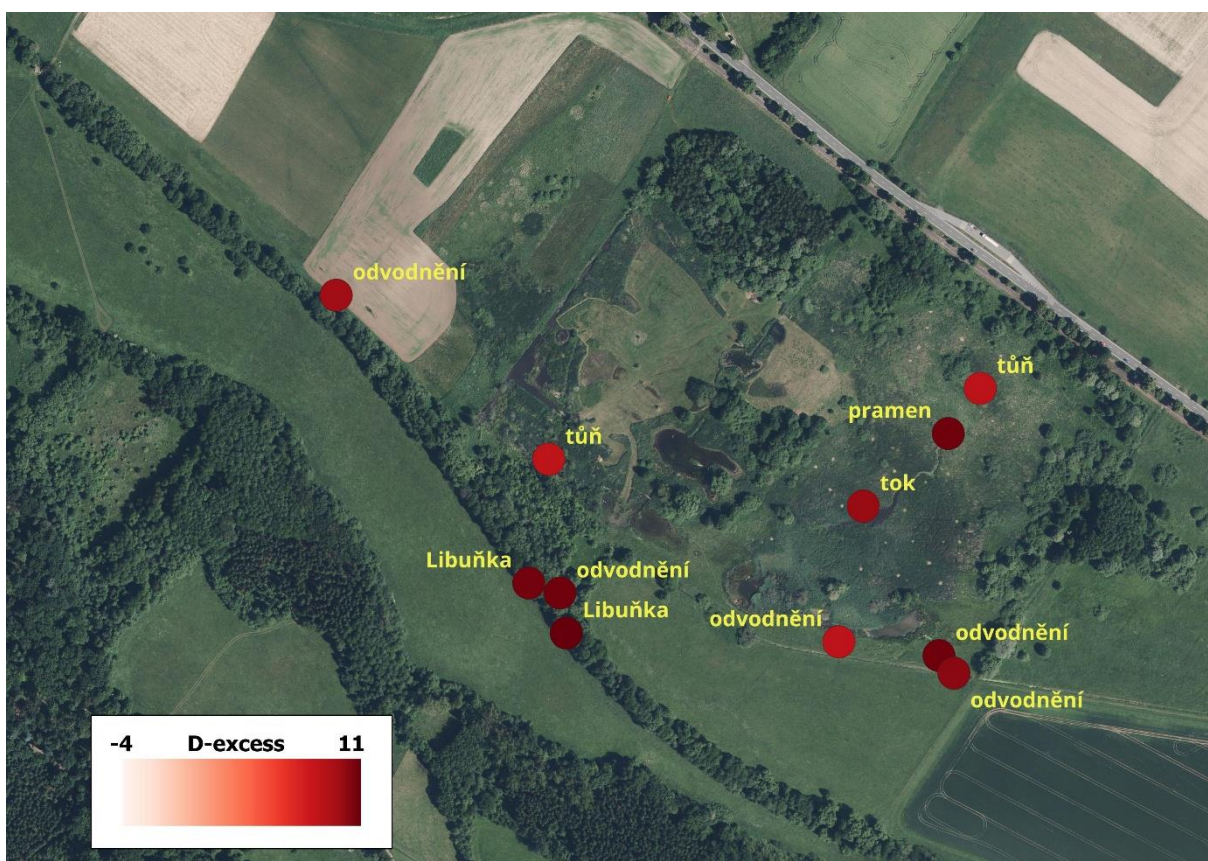
Obr. 39: Poměr deuteria (δD) ve vodě na vybraných odběrných místech během 1. kampaně.



Obr. 40: Deuteriový přebytek vody (D-excess) ve vybraných odběrných místech během 1. kampaně.



Obr. 41: Poměr deuteria (δD) ve vodě na vybraných odběrných místech během 2. kampaně.



Obr. 42: Deuteriový přebytek vody (D-excess) ve vybraných odběrných místech během 2. kampaně.

3.2. Původ pramene v centrální části mokřadu

Zhodnocení dostupných dat ukazuje, že hlavní pramen v centrální části mokřadu je s největší pravděpodobností poměrně stabilní podzemní voda z pískovcového kolektoru, která je hydrogeologicky nezávislá na okolním mokřadu. Nejrelevantnější pro toto hodnocení je analýza stabilních izotopů vodíku a kyslíku (1. odběr 14.6.2025, 2. odběr 6.3.2026), ze kterých vyplývá, že pramen vykazuje konstantní hodnoty v průběhu roku. To znamená, že obvyklý roční sinusoidální signál je rozmělněn a voda tak v podzemí tráví nejméně 5 let. Voda v prameni tak nepochází ze srážek v mokřadech. Toto kontrastuje s povrchovou louží v mokřadu, která nese jasné stopy výparu. Delší dobu zdržení vody v podzemí indikuje i poměrně vysoká mineralizace – měřenou konduktivitou 74 mS/m a vyšším obsahem vápníku 134 mg/l. Toto samo o sobě indikuje, že voda prochází prostředím s obsahem CaCO_3 po delší dobu (odhadem desítky let). Na základě regionálních izotopových gradientů lze odhadnout, že průměrná nadmořská výška infiltrace (místo vsaku srážek) pro tento pramen leží v rozmezí cca 400 až 500 m n. m. Dílčí výsledky z chemické a mikrobiologické analýzy ze dnů odběrů 10.3.2015 a 29.11.2021 (přítomnost koliformních bakterií, vysoký zákal, nepříjemný zápach atp.) pravděpodobně neodpovídají vodě vyvěrající z pískovcového kolektoru. Pravděpodobně jsou způsobeny kontaminací při odběru vody. S největší pravděpodobností se tedy jedná o vodu se střední dobou zdržení v desítkách let. Pro potvrzení a bližší určení stáří vody lze doporučit doplnění izotopové analýzy v části roku, která ještě nebyla vzorkována, a jednorázovou analýzou průmyslových plynů fluoridu sírového SF_6 a freonů (CFC), které lze využít jako environmentální stopovače. (T. Weiss *in litt.*)

Měření teploty pramene v roce 2015-2016 ukázaly, že teplota vody ve vývěru je velmi stabilní a během roku kolísá jen minimálně (30.6.2015 - 10,2°C, 31.10.2015 - 10,0°C, 28.2.2016 - 8,5°C).

Průzkum místa vývěru endoskopem ukázal na přítomnost drenážních trubek pod vývěrem, nicméně když se podíváme na letecké snímky z roku 1958 před provedením meliorací (Obr. 44 a), je zde patrné, že z míst současného vývěru byly sváděny stružky s cílem odvést vodu ze zamokřených soukromých lučních pozemků, a tedy jakýsi pramen nebo prameniště zde bylo přítomno již před prováděním odvodnění melioracemi v 60. letech.

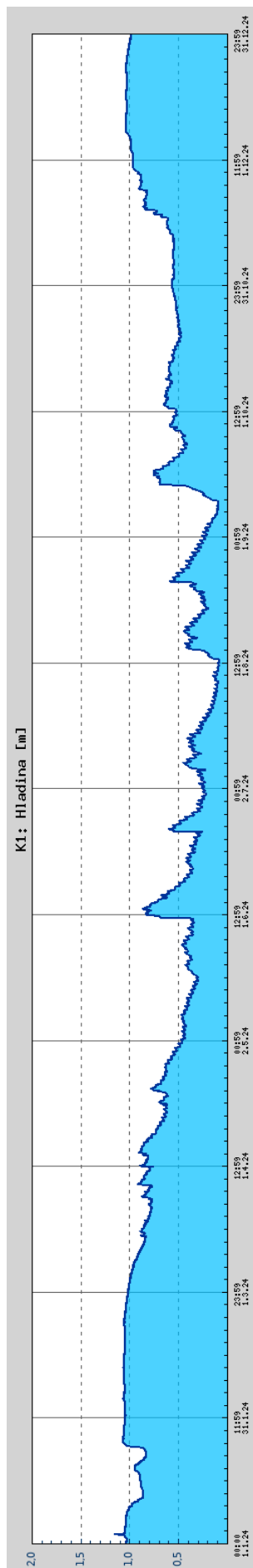


Obr. 43 a, 43 b:
Pramen v centrální části mokřadů.

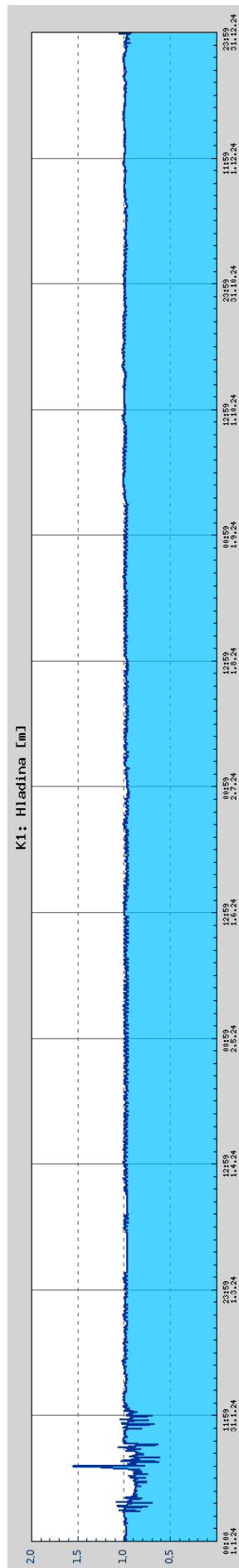


Obr. 44 a, 44 b: Umístění pramenného vývěru na leteckém snímku z roku 1958 a 2026.

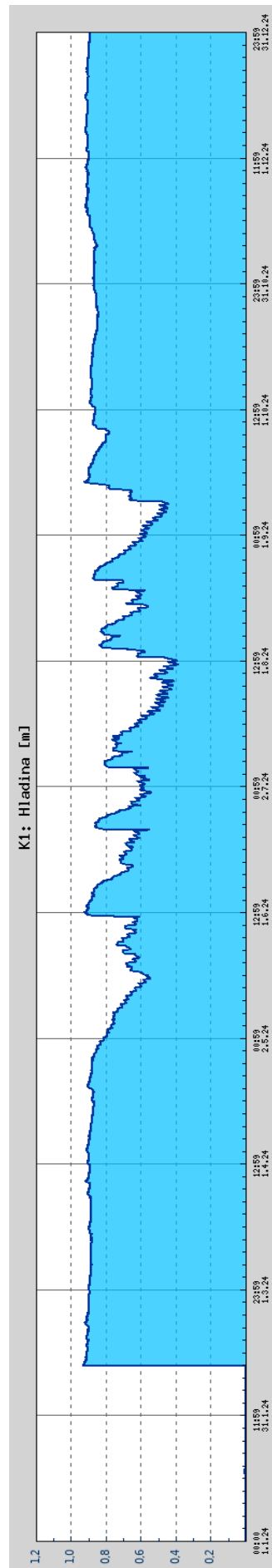
3.3 Srovnání východní části mokřadů vůči revitalizované západní části



a. Celoroční trend vývoje podzemní vody v sondě *453 v roce 2024.



b. Celoroční trend vývoje podzemní vody v sondě *454 v roce 2024.

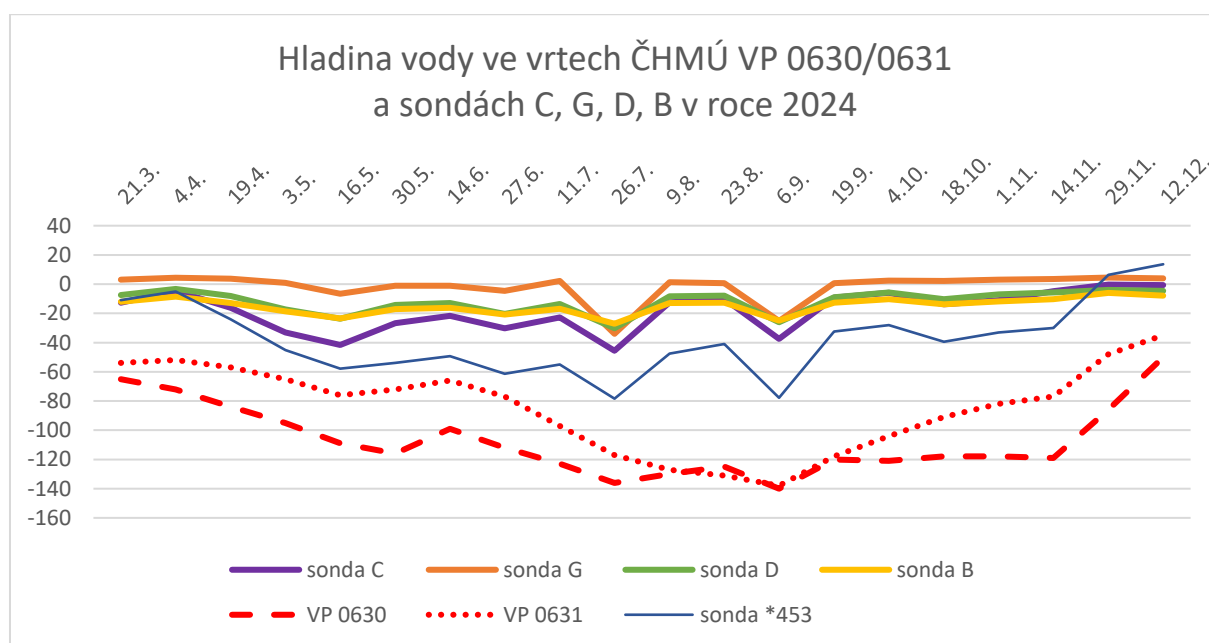


c. Celoroční trend vývoje podzemní vody v sondě *455 v roce 2024.

Obr. 45 a, 45 b, 45 c (předchozí strana): Relativní trendy vývoje hladiny podpovrchové vody v sondách *453, *454 a *455 v centrální a východní části mokřadů na grafech z webu Fiedler-Mágr – rok 2024. (U sondy *455 zpočátku roku výpadek v datech.)

Z obrázků výše (Obr. 45) lze vidět celoroční trendy vývoje podpovrchové vody v centrální (sondy *454 a *455) a východní části mokřadu (sonda *453) – umístění viz Obr. 10 v kap. 2.1. Sondy *454 a *455 jsou pod vlivem vývěru z pramene v centrální části, z něhož voda přeplavuje celý prostor centrální části mokřadu tvořené sníženinou s rákosinami. Pod tímto vlivem je zejména sonda *454, kde nedochází téměř vůbec ke kolísání hladiny. U sondy *455 pak dochází k zaklesávání hladiny v době od jara do podzimu, kdy lze předpokládat, že se zde stále projevuje funkční odvodnění.

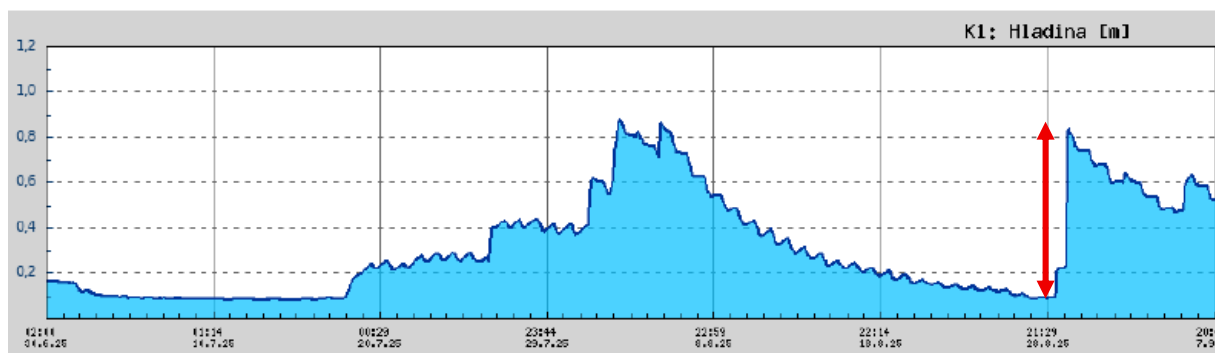
Významně velmi pravděpodobně pod zásadním vlivem odvodnění, je sonda *453, kde je možné vidět stabilně hladinu hlouběji pod půdním povrchem, rychlé propady v období sucha (Obr. 48 a). Uvedené trendy sond *453-455 lze porovnat s ostatními sondami v revitalizované části – viz vyhodnocení vlastních měření v kap. 3.1. Sonda *453 je vyobrazena pro porovnání i v grafu s ostatními sondami v revitalizované části a vrty ČHMÚ v grafu níže (Obr. 46).



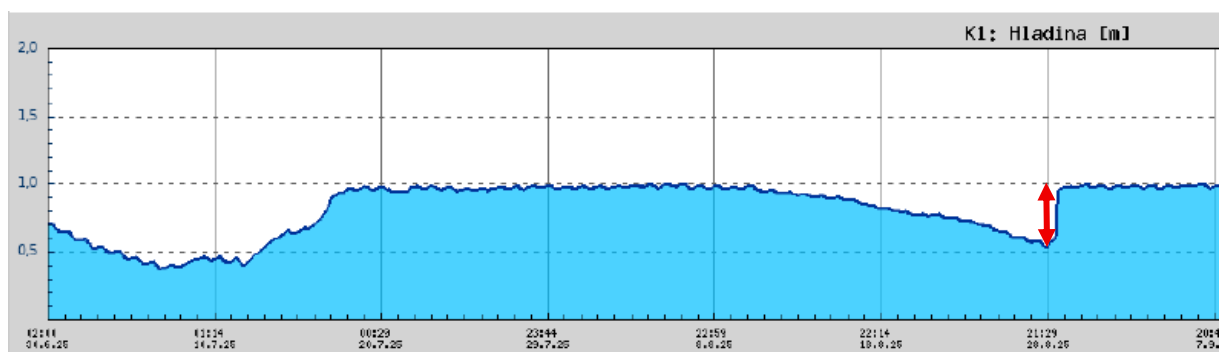
Obr. 46: Hladina vody ve vrtech ČHMÚ VP 0630/0631 a sondách C, G, D, B v roce 2024. Modře sonda *453 v odvodněné východní části území.



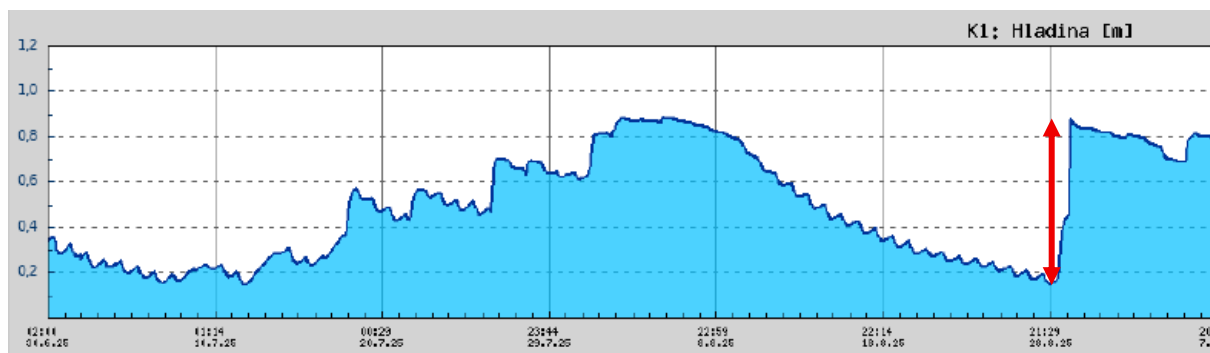
Obr. 47: Vpředu východní část mokřadů s louží v jarním období, která oproti vodním plochám ve zbytku území na jaře vyschne a voda zaklesne vlivem odvodnění hluboko pod terén (v tomto místě byla uložena sonda na měření podpovrchové vody v letech 2023-25 s názvem *453).



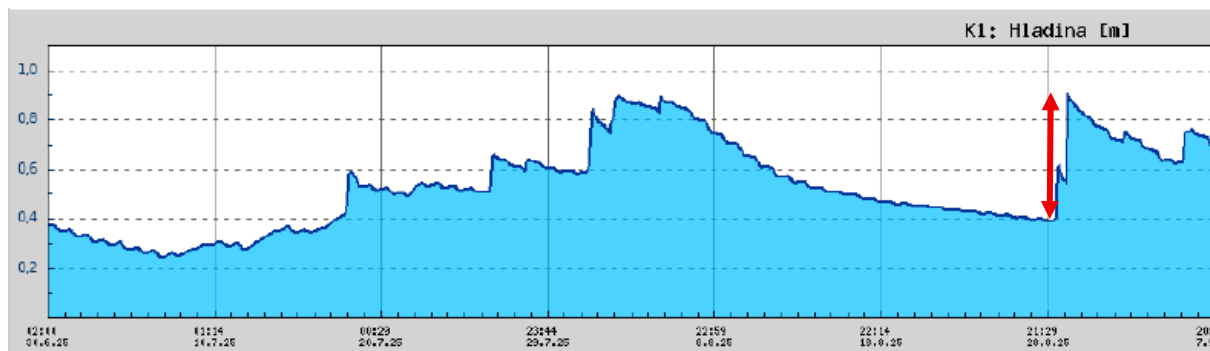
Obr. 48 a: Relativní trend vývoje hladiny podpovrchové vody v sondě *453 v období 4.6.-7.9.2025.



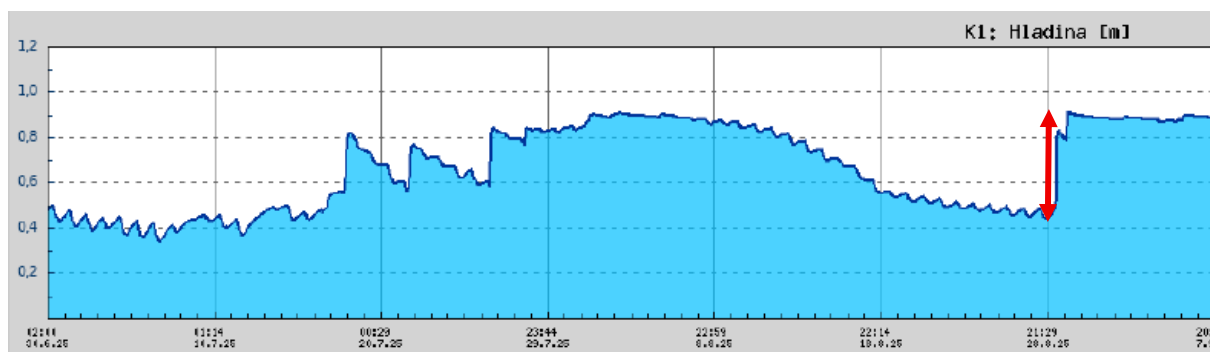
Obr. 48 b: Relativní trend vývoje hladiny podpovrchové vody v sondě *454 v období 4.6.-7.9.2025.



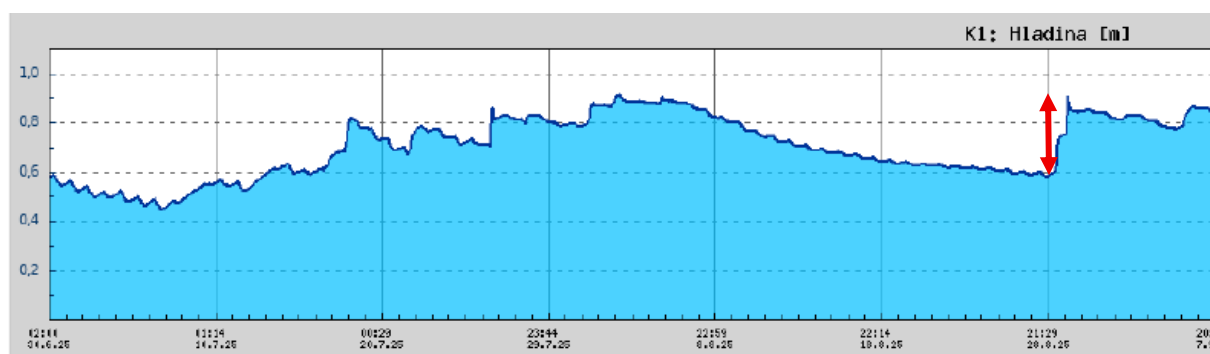
Obr. 48 c: Relativní trend vývoje hladiny podpovrchové vody v sondě *455 v období 4.6.-7.9.2025.



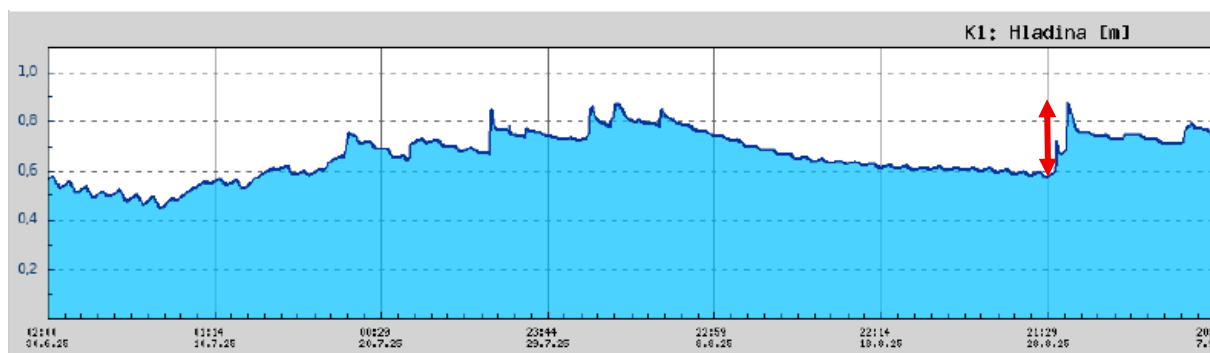
Obr. 48 d: Relativní trend vývoje hladiny podpovrchové vody v sondě *456 (C) v období 4.6.-7.9.2025.



Obr. 48 e: Relativní trend vývoje hladiny podpovrchové vody v sondě *457 (G) v období 4.6.-7.9.2025.



Obr. 48 f: Relativní trend vývoje hladiny podpovrchové vody v sondě *458 (D) v období 4.6.-7.9.2025.



Obr. 48 g: Relativní trend vývoje hladiny podpovrchové vody v sondě *459 (B) v období 4.6.-7.9.2025.

Obr. 48: Relativní trendy vývoje hladiny podpovrchové vody v sondách *453, *454 a *455 v centrální a východní části mokřadů a sondách *456, *457, *458, *459 v revitalizované západní části mokřadů na grafech z webu Fiedler-Mágr – sledované období 4.6.-7.9.2025. Červená šipka ukazuje relativní pokles v době sucha.

4. VÝPOČET ZADRŽENÉ VODY PO REVITALIZACI

Výpočet zadržené vody (retenčního potenciálu půdy)

V rámci půdního průzkumu byly změřeny mocnosti horizontů. U dvou sond (1,7) byly odebrány Kopeckého válečky (100 cm³) – 3 v hlavních půdních horizontech (tab...). Stanovily se maximální kapilární vodní kapacita (MKVK), plná vodní kapacita (PVK) a nasycená hydraulická vodivost (Ksat). Výsledky MKVK a PVK byly pak přiřazeny ostatním podobným půdním horizontům u dalších sond a vypočten retenční potenciál R [cm] (Vlček et al., 2012):

- $R_{PVK} = PVK \cdot h \cdot (1-S)$
- $R_{MKVK} = MKVK \cdot h \cdot (1-S)$

kde h = mocnost[cm] půdy (půdního horizontu), S = skeletovitost [-]. Výsledkem je maximální vodní sloupec [cm], který se vejde do daného půdního profilu (R_{PVK}) a maximální vodní sloupec, který se dlouhodobě v půdě udrží kapilárními silami (R_{MKVK}). R_{MKVK} je retenční prostor nad hladinou podzemní vody nebo nad skalním podložím.

Tab. IX: Výsledky hydropedologické analýzy: MKVK – maximální kapilární vodní kapacita; PVK – plná vodní kapacita; Ksat – nasycená hydraulická vodivost.

Půdní sonda	Horizont	MKVK [cm ³ /cm ³]	PVK [cm ³ /cm ³]	Ksat [cm/h]
1	Ad	0,662	0,741	795,2
1	Bm	0,612	0,666	0,2
7	Tme	0,772	0,924	379,6
7	Tme (dřevo)	0,787	0,935	255,7

Na ploše mokřadu bylo provedeno celkem 7 půdních sond, ale pouze sondy "4" a "5" byly umístěny v místě revitalizovaného území (59 125 m²). K těmto půdním sondám byla přiřazena hladina podzemní vody před a po revitalizaci hladinoměrných sond "D" a "G", které se nacházejí poblíž podních sond "4" a "5". U nich došlo ke zvýšení hladiny podzemní vody z cca -30 cm na cca -10 cm pod povrchem. Před revitalizací je brán maximální retenční potenciál R_{MKVK} – tedy množství vody zadržené v kapilárních pórech k hladině podzemní vody (-30 cm). Po revitalizaci je retenční potenciál tvořen součtem R_{PVK} pod hladinou podzemní vody (-30 cm – -10 cm) a R_{MKVK} do 10 cm pod povrchem.

Výsledný R pro půdní sondu "4" a "5" je pak rovnoměrně extrapolován na plochu revitalizovaného území (59 125 m²). Výsledkem je maximální dlouhodobě zadržovaný objem vody v půdě před revitalizací (V_{ODV}) a po revitalizaci (V_{REV}) [m³]. U V_{REV} byl zohledněn retenční objem nových tůní (5 900 m²) hlubokých průměrně cca 0,5 m. Plocha tůní byla odečtena z výpočtu R a připočtena k výslednému objemu po revitalizaci jako další objem akumulované vody.

Výsledky výpočtu zadržené vody (retenčního potenciálu půdy)

Před revitalizačními pracemi byla hladina podzemní vody v průměru (!) 30 cm pod povrchem. Maximální kapilární kapacita vytvářela potenciální objem zadržené vody 12 465 m³ (Tab. X). Dané číslo je ale velmi variabilní v závislosti na půdní vlhkosti. V některých podobných půdních typech lze očekávat průměrnou půdní vlhkost kolem 30 %, v době sucha 15–20 %. Lze tedy očekávat, že odhadnutý maximální zadržovaný objem může být v průměru poloviční.

Po revitalizaci se objem akumulované vody zvýšil o 11 543 m³, ale maximální dlouhodobý retenční objem byl snížen na 3523 m³ (z 12 465 m³). Dlouhodobě je objem zadržené a akumulované vody po revitalizaci zvýšen na 15 067 m³.

Tab. X: Výsledný objem zadržené a akumulované vody před a po revitalizaci.

	Před revitalizací	Po revitalizaci	
	Zadržaná voda v půdě do 30 cm	Zadržaná voda v půdě do 10 cm	Nově akumulovaná voda s tůněmi (10-30 cm)
Sonda 4	6594,4	1761,7	6126,5
Sonda 5	5871,1	1761,7	5417,2
Mezisosčet		3523,5	11543,7
Celkem [m³]	12465,5		15067,2

Výpočet maximálního retenčního a akumulačního prostoru je velmi ovlivněn zvolenými vstupními parametry. Pro stav „před revitalizací“ je využita maximální kapilární vodní kapacita. Jde o odhad maximálního objemu vody, který kapilární póry zadrží. Do tohoto výpočtu nevstupuje půdní vlhkost, která může být v podobných typech půd velmi variabilní. Ve vegetační sezóně může být objem zadržené vody často poloviční než uvedená hodnota – v době sucha při půdní vlhkosti 15 % pak klidně více než ¼ MKVK. Na druhou stranu nejsou zde započteny makropóry schopné pojmout (dle lab. měření) až 15 % více vody než MKVK (PVK-MKVK).

Dalším úskalím je zvolená hladina podzemní vody „před“ a „po“ revitalizaci. Daná hodnota je určena z málo měření a ovlivněna klimatem v daném roce (výpar, kap. srážky, sníh). Některé identifikační mokřadní rostliny jsou také spíše náchylné na dobu trvání minimální hladiny než na celkový průměr. Pro odhad akumulované a zadržené vody a jeho následnou interpretaci je tedy nutné uvažovat účel daného výpočtu.

5. ZÁVĚRY

- zdroj vody pro území Sedmihorské mokřady je podzemní voda – mokřad je tím v podstatě nezávislý na vodě ve vodním toku
- pramen (vývěr vody) v centrální části mokřadů zásobuje poměrně stabilní tok podzemní vody z pískovcového kolektoru, která je hydrogeologicky nezávislá na okolním mokřadu
- pramen v centrální části mokřadů je s největší pravděpodobností vodou se střední dobou zdržení v desítkách let
- revitalizace vedla k přesměrování toků vody v rámci revitalizované části mokřadu do přirozeného směru toku vody, a tedy ve směru nivy, nikoliv soustředěnými odtoky vody sváděnými nepřírozně kolmo na nivu toku
- revitalizací došlo k obnově slepého ramene přeplavováním přirozeného reliéfu v nivě toku, kde před revitalizací docházelo vlivem funkčního odvodnění k zaklesávání podpovrchové vody hluboko pod terén
- po revitalizaci se objem akumulované vody zvýšil o 11 543 m³
- maximální dlouhodobý retenční objem byl snížen na 3523 m³ (z 12 465 m³)
- dlouhodobě je objem zadržené a akumulované vody po revitalizaci zvýšen na 15 067 m³
- akumulace vody po provedené revitalizaci nelze ohraničit pouze na 6 ha revitalizovaného území a má pochopitelně dosah i mimo tuto plochu (v centrální části mokřadů došlo např. k zastabilizování dříve zaklesávající hladiny a zároveň navýšení hladiny vody plošně o 5 cm)
- revitalizací byl v revitalizované části mokřadů ustálen vodní režim a hladina podpovrchové vody se stabilizovala s minimálním kolísáním mělce pod povrchem půdy bez extrémních výkyvů během suchých period
- ve východní části mokřadu se projevuje odvodnění území, které je však již jen částečně funkční – voda v této části zaklesává v době sucha hluboko pod terén
- z vizuálních pozorování v lokalitě je evidentní rozdíl v ploše s uloženou sondou *453 ve východní části, kde dochází brzy na jaře k vyschnutí mělkých louží v lukách a zaklesnutí hluboko pod půdní povrch a ve zbytku území, kde voda setrvává v prohlubních mikoreliéfu nivy a v tůních a na většině této plochy se drží téměř neměnně během roku
- zvýšení hladiny podzemní vody, její ustálení blízko povrchu půdy i snadnější vztlínání vlhkosti k půdnímu povrchu (vizuálně vlhká půda při povrchu) vede k pozitivní změně z hlediska vegetace a biotopů, potažmo druhů přirozených pro zdejší prostředí slatin
- i v době dlouhodobého sucha zůstává revitalizovaná plocha bez zásadního vlivu z hlediska zaklesnutí hladiny podpovrchové vody a vody v tůních
- vývěry vody jsou zásadní pro hydrologickou stabilitu celého mokřadu - změna jejich vydatnosti může mít existenční dopad na celý biotop
- na vodní bilanci půdy a povrchových vodních útvarů velmi působí evapotranspirace, která může významně snížit do budoucna stav hladiny podzemní vody v mělkých vrtech a zamezit dotok vody do toku Libuňky
- případná revitalizace koryta Libuňky bude mít zřejmě jen malý dopad na předmětný mokřad

Doporučujeme se vodním režimem území Sedmihorských mokřadů nadále zabývat a k dalšímu studiu využít mimo jiné veškerá naměřená data z měření v lokalitě hladinoměry z let 2023-25 a ještě podrobněji je analyzovat + provádět v lokalitě další měření s využitím těchto zařízení.

6. PODĚKOVÁNÍ

Poděkování patří zejména odbornému garantovi L. Vlčkovi za odborné vedení celé studie. Dále T. Weissovi za vyhodnocení dat o prameni. Děkuji též zaměstnancům ČHMÚ za konzultaci při znovuumisťování sond na měření podpovrchové vody v roce 2023 a poskytnutí dat. Poděkování však patří všem, kteří jakkoli přispěli k výzkumům uskutečněným v rámci bakalářské práce (Šťastný 2015) nebo následně k úspěšné realizaci projektu revitalizace v praxi.

Za finanční podporu studie děkujeme NF Veolia a ČSOP.

7. ZDROJE

¹ Ochrannářský plán MPP Sedmihorské mokřady – online: <http://www.mistoproprrodu.cz/wp-content/uploads/2026/01/op-sedmihorske-mokrady.pdf>

² Revitalizace Sedmihorských mokřadů – online: <https://www.csopbukovina.cz/ps/projekt-revitalizace/>

³ ŠŤASTNÝ, V. (2015): Revitalizace mokřadu u Sedmihorek v CHKO Český ráj.

Bc. thesis, Faculty of Science, University of South Bohemia, České Budějovice, CZ. 86 pp.

⁴ Vlček, L., Kocum, J., Kučerová, A., Janský, B., Šefrna, L. (2012): Retenční potenciál a hydrologická bilance horského vrchoviště – případová studie Rokytecké slatě, povodí horní Otavy, JZ Česko. Geografie, 117, No. 4, 1-17. IF = 0.580

+ další literatura použitá v komplexních dokumentech o území - zdroje ¹ a ³



Závěrečné foto z dronu – P. Stráníková, GREYCAT film, z.s.