ČESKÉ VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V PRAZE

Fakulta Stavební

Katedra Hydrotechniky

Vodohospodářská studie soustavy rybníků na Hlubocku z hlediska zajištění rybochovné funkce v období sucha

Water management study of the system of ponds in the Hluboká region from the viewpoint of function in fish breeding during drought

Diplomová práce

Studijní program: Stavební inženýrství
Studijní obor: Vodní hospodářství a vodní stavby

Vedoucí práce: doc. Ing. Ladislav Satrapa, CSc.

Bc. Vladimír Kaiser

Praha 2016

ČESKÉ VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V PRAZE
Fakulta stavební
Thákurova 7, 166 29 Praha 6

ZADÁNÍ DIPLOMOVÉ PRÁCE

I. OSOBNÍ A STUDIJNÍ ÚDAJE

Příjmení: Kaiser Jméno: Vladimír Osobní číslo: 395577

Zadávající katedra: Katedra hydrotechniky

Studijní program: Stavební inženýrství

Studijní obor: Vodní hospodářství a vodní stavby

II. ÚDAJE K DIPLOMOVÉ PRÁCI

Název diplomové práce: Vodohospodářská studie soustavy rybníků na Hlubocku z hlediska zajištění rybochovné funkce v období sucha

Název diplomové práce anglicky: Water management study of the system of ponds in the Hluboká region from the viewpoint of function in fish breeding during drought

Pokyny pro vypracování:
Zajištění technických podkladů k řešené soustavě rybníků - manipulační řády, konzultace se zástupci provozovatele, místní šetření; definice řešené úlohy; návrh variant možných řešení; vodohospodářská analýza navržených variant; technický popis možných řešení; vyhodnocení studie a návrh efektivního řešení problému

Seznam doporučené literatury:

Jméno vedoucího diplomové práce: doc.Ing. Ladislav Satrapa, CSc.

Datum zadání diplomové práce: 6. 10. 2016 Termín odevzdání diplomové práce: 8.1.2017
Údaj uveďte v souladu s datem v časovém plánu příslušného ak. roku

Podpis vedoucího práce Podpis vedoucího katedry

III. PŘEVZETÍ ZADÁNÍ

Beru na vědomí, že jsem povinen vypracovat diplomovou práci samostatně, bez cizí pomoci, s výjimkou poskytnutých konzultací. Seznam použité literatury, jiných pramenů a jmen konzultantů je nutné uvést v diplomové práci a při citování postupovat v souladu s metodickou příručkou ČVUT „Jak psát vysokoškolské závěrečné práce" a metodickým pokynem ČVUT „O dodržování etických principů při přípravě vysokoškolských závěrečných prací".

11. 10. 2016

Datum převzetí zadání Podpis studenta(ky)

Prohlášení

Prohlašuji, že jsem předloženou práci vypracoval samostatně a že jsem uvedl veškeré použité informační zdroje v souladu s metodickým pokynem ČVUT 1/2009 „O dodržování etických principů při přípravě vysokoškolských závěrečných prací“.

V Praze dne ……

Chtěl bych tímto poděkovat vedoucímu bakalářské práce doc. Ing. Ladislavu Satrapovi, CSc. za jeho odborné vedení, rady a vřelý přístup. Dále bych chtěl poděkovat firmě Rybářství Hluboká cz s.r.o. za ochotu, poskytnuté podklady a informace. Další poděkování patří rodině za podporu při studiu.

ANOTACE

Cílem této práce bylo najít vhodné vodohospodářské řešení soustavy rybníků na Hlubocku k zajištění její rybochovné funkce v období sucha, na základě dostupných podkladů a vlastního průzkumu.

Nejdříve je stručně popsána lokalita rybniční soustavy, obecně popsané období sucha z roku 2015. Dále je vyčíslená ztráta hospodaření na dané rybniční soustavě v důsledku sucha. Následují možnosti řešení nadlepšení hydrologických podmínek a následné posouzení daných možností.

ANOTACION

The aim of this study was to find suitable solutions to systems of water management ponds on deep-Bock to ensure its function in fish breeding drought, based on the available evidence own research.

First is described briefly habitat pond system, generally described the drought of 2015. It is also quantify the loss Farming on taxes pond system due to drought. The following are options for addressing standard improvement of hydrological conditions in the subsequent assessment of the opportunitie

Obsah

1 ÚVOD 3

2 Dostupné podklady 5

3 Popis rybniční soustavy 7

3.1.1 Bezdrevský potok – základní charakteristika toku 13

3.1.2 Dehtářský potok 13

3.2 Významné rybníky soustavy 14

3.2.1 Rybník Bezdrev 14

3.2.2 Rybník Munický 18

3.2.3 Rybník Dehtář 19

4 Sucho v roce 2015 21

4.1 Ztráta výparu z vodní hladiny 22

4.1.1 Ztráta výparem z vodní hladiny v roce 2015 24

4.1.2 Průtoky v roce 2015 26

4.2 Situace v hydrologickém roce 2015 26

5 Ztráty v důsledku nedostatku vody 31

6 Možnosti řešení nadlepšení hydrologických podmínek 32

6.1 Dotace vody pro soustavu z JE Temelín 33

6.2 Přečerpávání potřebného množství vody do rybníka Bezdrev 37

6.2.1 Situace v hydrologickém roce 2015 při uvažovaném čerpání 37

6.2.2 Posouzení velikosti možných odběrů z Vltavy pro potřeby čerpání 39

6.2.3 Situace při opačném (sudém) cyklu hospodaření 40
6.3 Vybudování nové vodní nádrže 42
6.3.1 VD Babice 42
6.3.2 VD u Lékařovy Lhoty 52
6.4 Zásobení Dehtáře z VD Babice 59
6.4.1 Varianta A: provedení čistě hrazeného díla pouze s odstraněnou ornicí 60
6.4.2 Varianta B: provedení hrazeného díla s prohloubeným zatopeným prostorem 64
6.4.3 Bilance VD Babice 67
6.5 Zásobení Bezdreva z VD Lékařova Lhota 69
7 Zhodnocení 71
8 Závěr 73
9 Reference 75
10 Seznam tabulek 77
11 Seznam obrázků 78

1 ÚVOD

Tato práce se zabývá vodohospodářskou studií soustavy rybníků na Hlubocku k zajištění její rybochovné funkce v období sucha. Cílem této práce:

- Zhodnocení sucha na rybnících v roce 2015 v provozu rybníku
- Návrh variant řešení sucha v rybnících
- Zhodnocení a výběr vhodné varianty

je nalézt taková řešení, která by zajistila dostatek vody v rybnících, převody vody a tím by zajistila produkci ryb v soustavě, a nalezená řešení zhodnotit. Výsledné návrhy v této práci by měly posloužit provozovateli jako podklad pro budoucí řešení problému.

Práce je rozdělena do několika částí:

- Dostupné podklady
- Popis rybniční soustavy
- Sucho 2015
- Možnosti řešení nadlepšení hydrologických podmínek
- Zhodnocení

V první části jsou uvedeny dostupné podklady pro zhotovení práce, jsou to manipulační řády rybníků a průtokové řady z limnigrafických stanic.

V druhé části je popsána zájmová oblast, tedy rybniční soustava na Hlubocku. V této části je popsán účel soustavy, vypsány dotčené rybníky a uvedené základní údaje o dvou hlavních tocích v soustavě. Dále jsou popsány hlavní chovné rybníky pro celkovou produkci ryb v soustavě.

Třetí část obecně popisuje sucho v roce 2015. Dále jsou uvedeny způsoby určení ztráty výparu, kde se s jednou metodou počítá v modelech popisujících situaci na rybnících v roce 2015. Dále je uvedena metoda odvození průtoků z nepozorovaných povodí pro jednotlivé rybníky ze známých pozorování. V poslední části této kapitoly jsou uvedeny situace na vybraných rybníkách v roce 2015.

Čtvrtá část popisuje ztráty na rybnících v důsledku nedostatku vody v rybnících.

V další části se řeší samotné způsoby zajištění rybochovné funkce soustavy. Různé metody jsou popsány a simulovány na hydrologickém roce 2015, tedy od listopadu 2014 do října 2015. Řeší se zásobní objemy v hlavních rybnících soustavy, kde se zkoumají různé varianty řešení. V poslední části je zhodnocení variant řešení, které byly v rámci práce zkoumány.

2 Dostupné podklady

- Průtoky ze stanice LG Netolice, šestihodinový krok
- Průtoky ze stanice České Budějovice, denní průtoky
- Manipulační řád pro rybník Bělohůrecký
- Manipulační řád pro rybník Bezdrev
- Manipulační řád pro rybník Blatec
- Manipulační a provozní řád rybníka Blatec (k. ú. Čakov)
- Manipulační a provozní řád pro vodní dílo Rybník Březovec, k. ú. Dívčice
- Manipulační a provozní řád rybníka Češnovický, k. ú. Dívčice
- Manipulační řád pro rybník Dlouhý u Čakova
- Manipulační řád pro rybník Dříteňský
- Manipulační řád pro rybník Holašovický
- Manipulační a provozní řád pro rybník Jubilejní
- Manipulační a provozní řád pro rybník Kamenný u Záboří
- Manipulační řád pro rybník Kořenský
- Manipulační řád pro rybník Kvítkovický
- Manipulační a provozní řád rybníka Lesný
- Manipulační a provozní řád rybníka Mlýnský u Čejkovic
- Manipulační řád pro rybník Munický
- Manipulační řád pro rybník Mydlovarský
- Manipulační a provozní řád rybníka Nechvil
- Manipulační a provozní řád rybníka Novosedský horní
- Manipulační řád rybníka Nová u Dívčic
- Manipulační a provozní řád rybníka Nová a Staré jámy u obce Olešník
- Manipulační řád pro rybník Čakova
- Manipulační řád pro rybník Oblánov

- Manipulační a provozní řád rybníka Pištínský Velký
- Manipulační a provozní řád rybníka Volešník
- Manipulační řád rybník Dehtář
- Manipulační řád Zvolenov

3 Popis rybniční soustavy

Hlubocká rybniční soustava se nachází v jižních Čechách v Českobudějovickém okrese, severozápadně od Českých Budějovic. Hlubocká rybniční soustava patří k jedné z největších ucelených soustav v České republice. Počet rybníků v soustavě je 264, se zatopenou plochou téměř 3 400 ha (1). Řešené území je část Hlubocké soustavy, na které hospodaří firma Rybářství Hluboká cz s.r.o. Tato firma hospodaří na 141 rybnících s 2 550 ha vodní plochy (2), na Obrázek 1 jsou dotčené rybníky zvýrazněny. Tabulka 1 uvádí seznam všech rybníků v řešeném území. Řešené území je teda část celé soustavy, 141 rybníků o vodní ploše 2 550 ha z celkové vodní plochy 3 400 ha a 264 rybníků.

Rybniční soustava se rozkládá v povodí dvou toků Bezdrevského a Dehtářského potoka. Oba tyto toky jsou levostrannými přítoky Vltavy. Celá soustava je pomyslně rozdělaná na dvě části okolo těchto dvou toků. Bezdrevský potok ústí do Vltavy na jejím 234,41 ř. km v nadmořské výšce 371,35 m n. m. a Dehtářský potok ústí do Vltavy v jejím 235 ř. km v nadmořské výšce 374 m n. m. Největšími rybníky soustavy jsou rybník Bezdrev (364 ha), Dehtář (233 ha), Volešek (134 ha) a Munický rybník (108 ha).

Účel soustavy je v první řadě rybochovný, dále pak slouží k retenci povodňových průtoků, k akumulaci vody a je i krajinotvorným prvkem. Většina velkých rybníků je provozována s dvouletým cyklem hospodaření, tzn., že výlov rybníků je jednou za dva roky, to je způsobeno hlavně nedostatkem vody pro napouštění rybníků, kdy není možné napustit rybníky do jednoho roku. Na menších rybnících se hospodaří s tzv. jednoletým cyklem (výlov každý rok). V soustavě jsou i dva rybníky určené ke sportovnímu rybolovu, ty nemají pravidelný cyklus vypouštění a napouštění, jsou to rybníky Jaderný (22,5 ha) a rybník Mydlovarský (33,6 ha).

Celá soustava má dlouhodobé problémy s bilancí vody v rybnících. V předchozích letech byla snaha tento problém řešit, ale než se dospělo k nějakému návrhu, přišly povodně v roce 2002 a veškerý zájem byl přesunut na protipovodňová opatření. V poslední době opět rybáři hospodařící na hlubocké rybniční soustavě pociťují nedostatek vody pro chov ryb. Z tohoto důvodu vznikla i tato

práce, která by měla sloužit jako podklad pro řešení a zajištění potřebné vody pro účely intenzivního rybářství v nárazových obdobích hydrologického sucha.

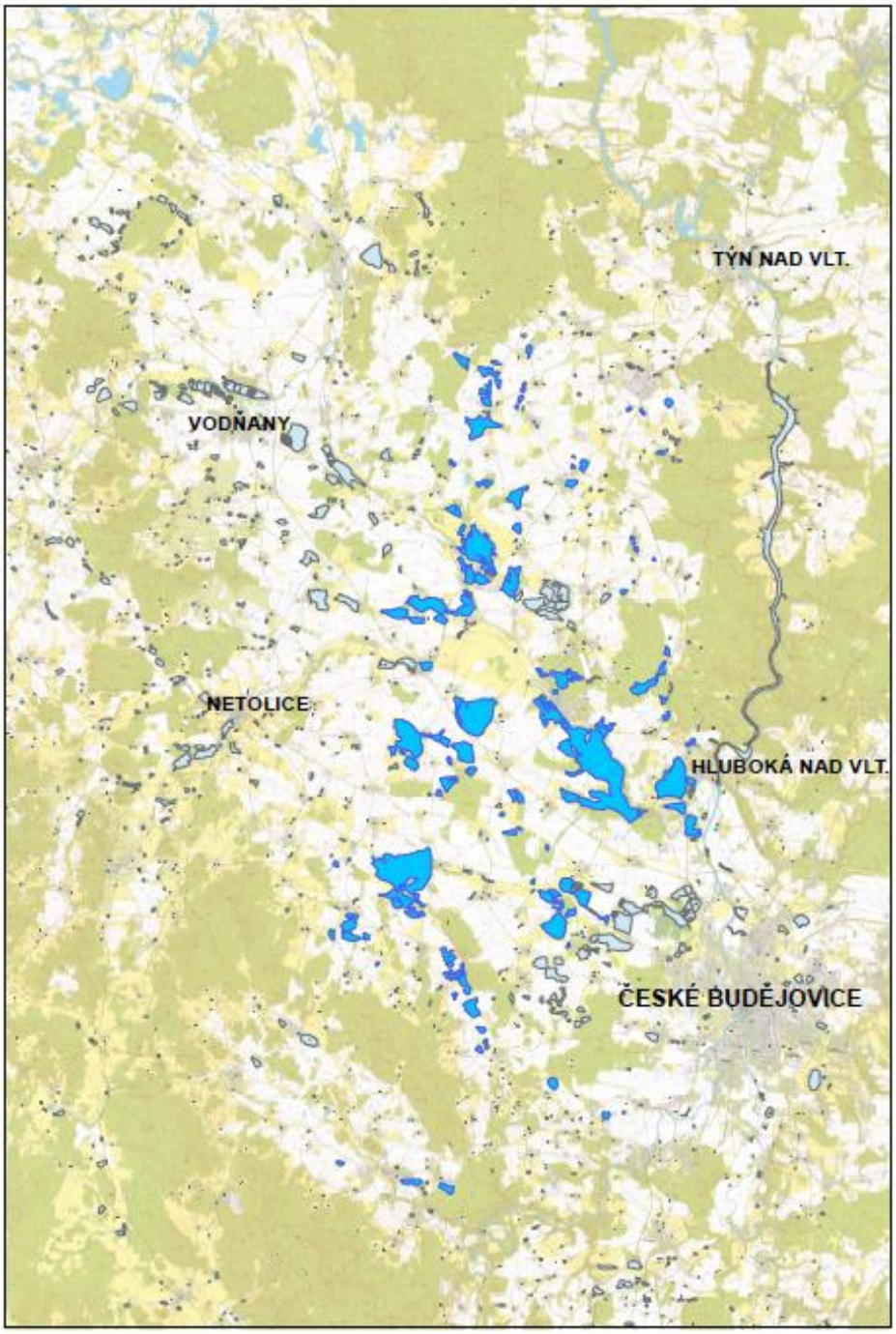
Tabulka 1: Seznam rybníků v řešeném území

Č.	Název rybníka	Výměra v ha	Kat území
1.	**Bělohůrecký**	52,40	Chvalešovice
2.	**Beranov**	13,33	Čakov
3.	**Bezdrev**	424,60	Zliv
4.	**Bezdrývka**	7,56	Zliv
5.	**Blanský**	28,34	Munice
6.	**Blatec Čejkovice**	25,08	Čejkovice
7.	**Blatec Dívčice**	97,45	Dívčice
8.	**Bojiště**	3,10	Čakovec
9.	**Borský**	15,35	Křemže
10.	**Březovec**	16,27	Dívčice
11.	**Březový**	1,78	Čakovec
12.	**Cihelna**	3,79	Sedlec u Temelína
13.	**Čakovec starý**	5,34	Čakovec
14.	**Čechovec**	2,44	Břehov
15.	**Čekal**	5,45	Chvalešovice
16.	**Černá**	31,70	Dívčice
17.	**Černodubský**	5,72	Homole
18.	**Češnovický**	2,99	Češnovice
19.	**Češnovický cíp**	21,90	Zliv
20.	**Dehtář**	260,91	Dehtáře
21.	**Dlouhý u Čakova**	13,02	Čakovec
22.	**Dříteňský**	8,09	Dříteň
23.	**Dvorčice**	2,38	kočín
24.	**Dvořák**	10,13	Chvalešovice
25.	**Ficů**	0,98	Holašovice
26.	**Frauweiger (Zdráhanka)**	4,30	Haklovy Dvory
27.	**Haberský mlýnský**	4,72	Habří
28.	**Haberský starý**	2,75	Habří
29.	**Hlásenec**	21,62	Malé Chrášťany
30.	**Hlinavka**	0,64	Dívčice

31.	**Holašovický**	12,09	Holašovice
32.	**Hůrecký**	7,59	Březí
33.	**Hvězdář m.**	2,64	Hluboká nad Vlt.
34.	**Hvězdář v.**	2,31	Hluboká nad Vlt.
35.	**Chlumský**	2,99	Chlum u Křemže
36.	**Chrášťanský**	3,02	Vlhlavy
37.	**Jaderný**	23,42	Zliv
38.	**Jamský**	1,29	Dříteň
39.	**Jámy nové**	4,05	Olešník
40.	**Jámy staré**	0,85	Olešník
41.	**Jankovský**	2,87	Radošovice
42.	**Jubilejní**	14,02	Záblatí
43.	**Kamenný Záboří**	24,01	Záboří
44.	**Karasín M.**	2,32	Vlhlavy
45.	**Karasín V.**	8,72	Vlhlavy
46.	**Karlovec**	3,05	Knín
47.	**Knížecí**	39,35	Malé Chrášťany
48.	**Knopr m.**	1,74	Zliv
49.	**Knopr v.**	3,97	Zliv
50.	**Kočínský**	9,21	Dříteň
51.	**Kořenský**	2,05	Čejkovice
52.	**Koutecký**	15,84	Chvalešovice
53.	**Kozlovna d.**	2,30	Záblatí
54.	**Kozlovna h.**	2,37	Záblatí
55.	**Křemžský**	15,24	Křemže
56.	**Křivonoska**	4,32	Munice
57.	**Kuchyňka**	0,13	Chvalešovice
58.	**Kuchyňka**	1,59	Vlhlavy
59.	**Kvítkovický**	23,96	Kvítkovice
60.	**Lesný**	25,37	Břehov
61.	**Lhotský Dolní**	5,17	Lhota pod Horami
62.	**Lhotský Horní**	2,17	Lhota pod Horami
63.	**Libivský**	3,06	Knín
64.	**Luský malý**	1,88	Dříteň
65.	**Luský Velký**	25,75	Dříteň
66.	**Machovec Dolní**	7,41	Čejkovice

67.	**Machovec Horní**	20,92	Čejkovice
68.	**Machovec Malý**	1,50	Čejkovice
69.	**Malešický**	3,14	Chvalešovice
70.	**Maletínek**	4,18	Chvalešovice
71.	**Medenice**	7,62	Břehov
72.	**Miny**	0,94	Radošovice
73.	**Mlýnský Čejkovice**	19,32	Čejkovice
74.	**Mlýnský Sedlec**	11,86	Sedlec u ČB
75.	**Motovidlo**	11,60	Čejkovice
76.	**Munický**	115,95	Hluboká
77.	**Mydlovarský**	41,86	Zliv
78.	**Naděje**	29,93	Hluboká
79.	**Nadýmač**	1,26	Hluboká
80.	**Nakří malé**	8,12	Nakří
81.	**Nakří velké**	42,49	Nakří
82.	**Návesný**	12,92	Munice
83.	**Nechvil**	4,14	Čakovec
84.	**Nevděk**	3,76	Malé Chrášťany
85.	**Nová**	16,60	Dívčice
86.	**Novina Prostř.**	2,58	Plástovice
87.	**Novina Př.**	1,73	Plástovice
88.	**Novina Zad.**	2,97	Plástovice
89.	**Novosedský dolní**	10,03	Dívčice
90.	**Novosedský horní**	24,56	Dívčice
91.	**Nový Čakov**	8,84	Čakov
92.	**Nový Pustý**	1,18	Chvalešovice
93.	**Nový u Hrádku**	0,69	Březí
94.	**Oběšený**	0,85	Březí
95.	**Pacák**	3,19	Zliv
96.	**Panin**	4,67	Habří
97.	**Pěnský**	5,57	Munice
98.	**Picinka**	1,74	Břehov
99.	**Pištínský V.**	13,80	Břehov
100.	**Plaček**	9,27	Chvalešovice
101.	**Plástovický**	10,08	Plástovice
102.	**Podevrážský**	3,17	Čakovec

103.	**Podhorský**	16,84	Chvalešovice
104.	**Podhradský**	6,99	Hluboká
105.	**Podmůstek**	5,16	Břehov
106.	**Podvesný**	1,47	Čakovec
107.	**Posměch**	39,65	Čakov
108.	**Prchlík**	0,96	Olešník
109.	**Rejštice př.**	0,98	Dříteň
110.	**Roubíček Velký**	4,37	Záboří
111.	**Signálka**	4,37	Zliv
112.	**Strachovický dolní**	4,04	Záblatí
113.	**Strachovický horní**	6,03	Záblatí
114.	**Svoletínek**	6,26	Dívčice
115.	**Šnekl**	4,67	Olešník
116.	**Štičí**	8,00	Vlhlavy
117.	**Topole přední**	7,37	Zliv
118.	**Topole zadní**	6,40	Zliv
119.	**Velický Dolní**	1,97	Olešník
120.	**Velický Horní**	2,09	Dříteň
121.	**Velický Prostř.**	0,84	Dříteň
122.	**Vlasák**	0,45	Dívčice
123.	**Vlhlavský**	99,97	Vlhlavy
124.	**Voblánov**	61,34	Dívčice
125.	**Volešek**	142,62	Plástovice
126.	**Volský**	1,53	Čakovec
127.	**Volší**	8,77	Dívčice
128.	**Vyšatov**	61,33	Čejkovice
129.	**Záblatský přední**	5,93	Záblatí
130.	**Zábořský**	4,16	Holašovice
131.	**Zacharský**	1,56	Břehov
132.	**Zalužický**	6,92	Zliv
133.	**Závratský**	11,66	Závraty
134.	**Zběhov**	2,54	Čakov
135.	**Zbudovský**	40,85	Dívčice
136.	**Zlivský**	54,00	Zliv
137.	**Zvolenov**	20,02	Hluboká
138.	**Žabinec**	7,59	Vlhlavy



Obrázek 1: Mapa s vyznačenými řešené soustavy rybníky

3.1.1 Bezdrevský potok – základní charakteristika toku

Bezdrevský potok (TOK_ID = 116380000100) je levostranným přítokem Vltavy, ústí do ní na jejím 234,41 ř. km v nadmořské výšce 371,35 m n. m. Pramení v Šumavském podhůří v Blanském lese v nadmořské výšce 671,55 m n. m. Celková délka toku je 43,13 km a plocha povodí 279,20 km^2. Do povodí Bezdrevského potoka náleží 456 vodních ploch o celkové rozloze 1 723,91 ha (3).

Obrázek 2: Trasa Bezdrevského potoka (4)

3.1.2 Dehtářský potok

Dehtářský potok (TOK_ID = 106030130001) pramení necelé dva km západně od Vrábče v nadmořské výšce 509 m a od svého prameniště míří na severozápad až do rybníka Dehtář, odkud míří na východ, kde se vlévá do Vltavy. Celková délka toku je 24,5 km a plocha povodí 143,8 km^2. (5)

Obrázek 3: Trasa Dehtářského potoku (5)

3.2 Významné rybníky soustavy

Mezi významné rybníky hlubocké soustavy patří rybník Bezdrev, Munický, Dehtář a Volešek. Tyto rybníky patří mezi stěžejní v celé soustavě v produkci ryb. Níže jsou uvedeny základní údaje o těchto rybnících.

3.2.1 Rybník Bezdrev

Rybník Bezdrev je starý asi 250 let. Jedná se o druhý největší rybník v České republice, produkcí ryb však zaujímá první místo. Produkce ryb činní okolo 1 300 tun ročně. (6)

Rybník Bezdrev je využíván především k rybochovu a k rekreaci v místech, kde není prováděno hnojení a krmení. Dále rybník slouží ke snížení povodňových průtoků, k akumulaci vody a vodu z rybníka lze využít i pro požární účely. (7)

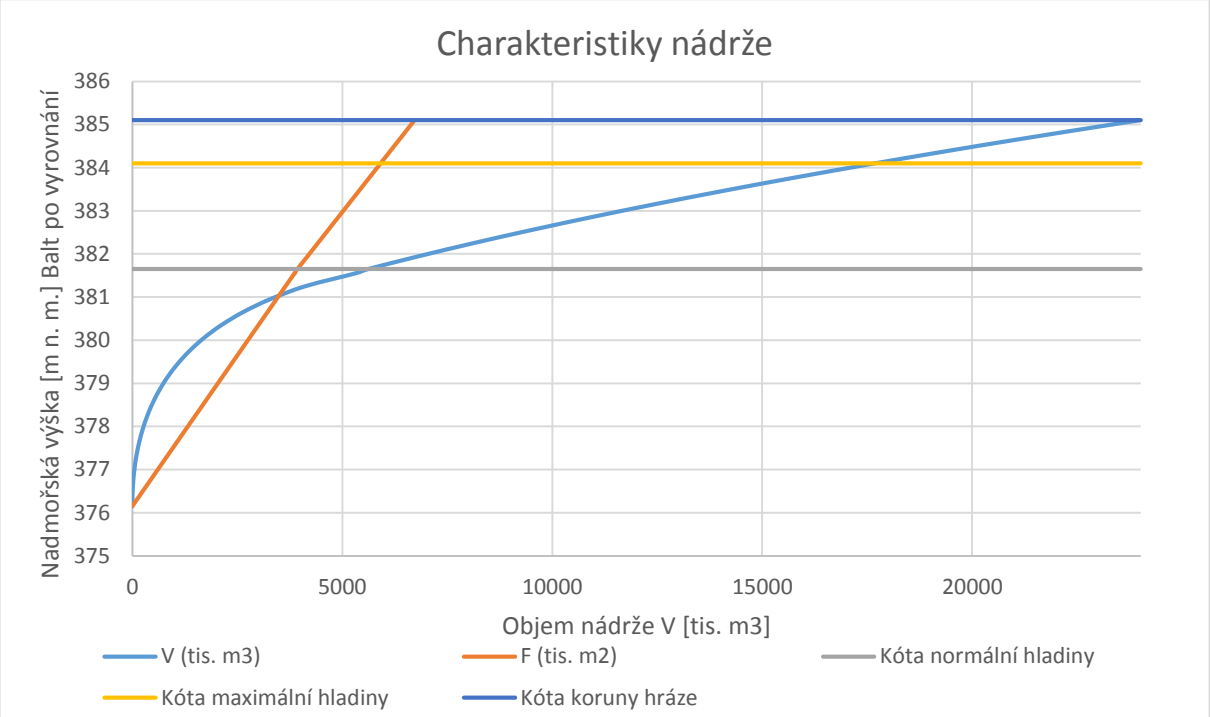
Obrázek 4: Poloha rybníka Bezdrev a Munického rybníka (8)

3.2.1.1 Základní údaje o vodním díle

Typ nádrže:	protékaná
Tok:	Bezdrevský potok
Typ vzdouvací stavby:	sypaná zemní hráz, homogenní
Objem při H_{nom} = 381,65 m n. m.	5 627 000 m^3
Plocha při H_{nom} :	393,50 m^3
Spodní výpusti:	čtyři dřevěněné odpadní potrubí o rozměrech 650x300 mm v průřez, dlouhá 36 m s předsazenými nátokovými troubami DN 400 délky 1,5 m, uzavřené stavidlovými uzávěry na šroubovici, nezpevněná podtrubní jáma
Bezpečnostní přeliv:	tři klenuté propustky, levý propustek je hrazen ovladatelnými stavidly na kótu normálu 381,65 m n. m.; za propustky pokračuje přírodní lichoběžníkové koryto

Tabulka 2: Charakteristické čáry rybníka Bezdrev

	kóta (m n. m.)	F (tis. m^2)	V (tis. m^3)
Kóta dna výpusti	**376,15**	**0,00**	**0,00**
	376,45	214,64	5,93
	376,75	429,27	24,32
	377,05	643,91	56,50
	377,35	858,55	104,03
	377,65	1 073,18	168,73
	377,95	1 287,82	252,78
	378,25	1 502,45	358,79
	378,55	1 717,09	489,96
	378,85	1 931,73	650,22
	379,15	2 146,36	844,53
	379,45	2 361,00	1 079,19
	379,75	2 575,64	1 362,50
	380,05	2 790,27	1 705,56
	380,35	3 004,91	2 123,81
	380,65	3 219,55	2 639,59
	380,95	3 434,18	3 287,04
	381,25	3 648,82	4 122,19
	381,55	3 863,45	5 319,90
Kóta normální hladiny	**381,65**	**3 935,00**	**5 627,00**
	381,95	4 177,43	6 843,87
	382,25	4 419,87	8 133,46
	382,55	4 662,30	9 495,79
	382,85	4 904,74	10 930,84
	383,15	5 147,17	12 438,63
	383,45	5 389,61	14 019,15
	383,75	5 632,04	15 672,40
	384,05	5 874,48	17 398,37
Kóta maximální hladiny	**384,10**	**5 914,88**	**17 693,11**
	384,35	6 116,91	19 197,08
	384,65	6 359,35	21 068,52
	384,95	6 601,78	23 012,69
Kóta koruny hráze	**385,10**	**6 723,00**	**24 012,05**



Obrázek 5: Charakteristika rybníka Bezdrev

Obrázek 6: Rybník Bezdrev (2)

3.2.2 Rybník Munický

Rybník se nachází v prostoru mezi obcemi Hluboká nad Vltavou a České Budějovice, severozápadně od Českých Budějovic. Přístup na hráz je po staré silnici Týn nad Vltavou – České Budějovice. Výlov se koná jednou za dva roky (každý sudý rok).

3.2.2.1 Základní údaje o vodním díle

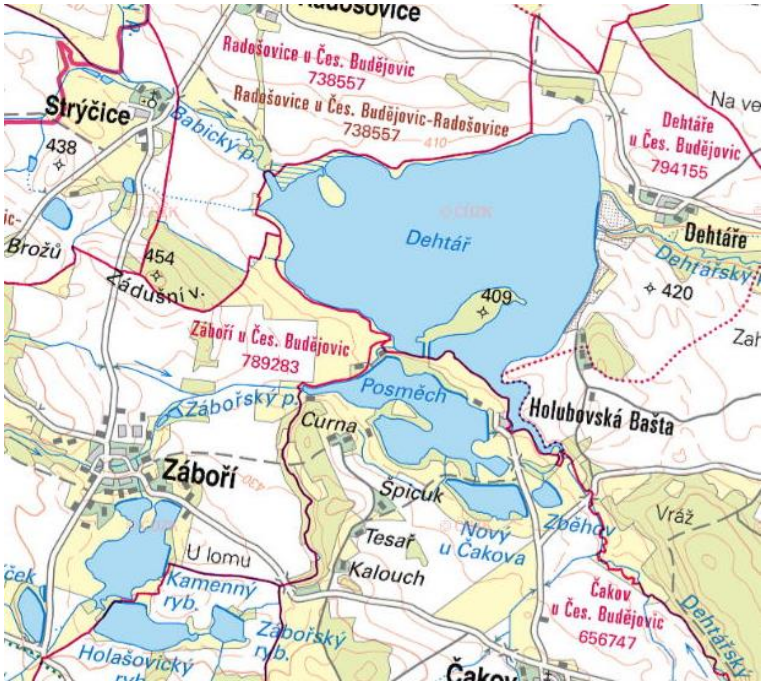
Typ nádrže:	průtočná
Tok:	Munický potok, bezejmenná přívodní stoka od hráze Bezdrevského rybníka
Typ vzdouvací stavby:	sypaná zemní hráz, homogenní
Objem při H_{nom} = 381,65 m n. m.	843 000 m^3
Plocha při H_{nom} :	112,4 ha
Spodní výpusti:	dvojitý betonový požerák, šířka jednoho pole 80 cm, z požeráku dvě obetonovaná ocelová potrubí DN 800, délka potrubí 2 x 19,5 m
Bezpečnostní přeliv:	kamenný propustek, hrazen dlužemi na kótu normálu 377,56 m n. m., přepadová šířka 0,93 m, výška dlužové stěny je 2,30m

3.2.2.2 Rozdělení prostoru rybníka

Kóta normální hladiny:	377,56 m n. m.
Plocha stálého nadržení:	112,4 ha
Celkový objem:	843 000 m^3
Kóta maximální hladiny:	378,24 m n. m.
Celkový objem:	1 483 000 m^3

3.2.3 Rybník Dehtář

Dehtář je sedmý největší rybník v Jihočeském kraji a desátý v celé České republice. Je to třetí největší rybník v okrese České Budějovice. Nachází se 15 km na západ od Českých Budějovic, na území obce Žabovřesky (k. ú. Dehtáře u Českých Budějovic). (9) Výlov se koná jednou za dva roky (každý sudý rok).



Obrázek 7: Poloha rybníka Dehtář (8)

3.2.3.1 Základní údaje o vodním díle

Typ nádrže:	průtočná
Tok:	Dehtářský potok
Typ vzdouvací stavby:	sypaná zemní hráz, homogenní
Objem při H_{nom} = 381,65 m n. m.	4 750 000 m^3
Plocha při H_{nom} :	246 ha

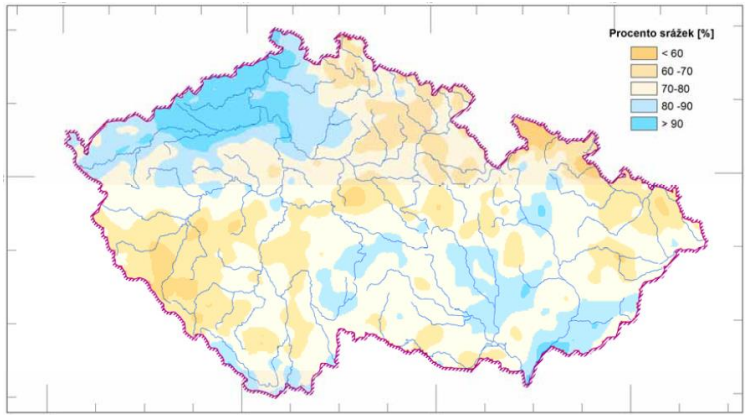
Spodní výpusti:	dvě dřevěné roury eliptického průřezu, vtok je uzavírán dřenými lopatami, přítok k lopatám je opatřen česlemi
Bezpečnostní přeliv:	Nehrazený přeliv s přelivnou hranou délky 14,5 m na kótě 406,95 m n. m., na v toku přelivu je osazena česlová stěna o pěti polích

Obrázek 8: Rybník Dehtář (2)

4 Sucho v roce 2015

Jako podklad pro posuzování nedostatku potřebné vody v rybnících budu vycházet z roku 2015, kdy území celé České republiky postihlo významné sucho, které významně zasáhlo i rybníky na Hlubocku.

Sucho, které zasáhlo v roce 2015 Českou republiku, se zařadilo mezi historicky významné. Projevovat se začalo už v roce 2014 atmosférickými srážkovými deficity, které se negativně projevily na velikosti sněhové pokrývky. Na začátku roku 2015 dále pokračoval nárůst deficitu srážek, který dále pokračoval až do října 2015. V průměru spadlo za období od 1. 1. do 31. 8. 2015 na území České Republiky 353 mm srážek, což je od roku 1961 druhý nejnižší srážkový úhrn za uvedené období, nižší úhrn 335 mm byl zaznamenán v roce 2003. Nejvíce se sucho projevilo v letních měsících, kdy srážkový deficit dosáhl 150 mm vůči dlouhodobému průměru za období 1981 až 2010. To se samozřejmě projevilo v krajině v podobě malých průtoků v tocích, kdy některé téměř vyschly a v půdě. (10)



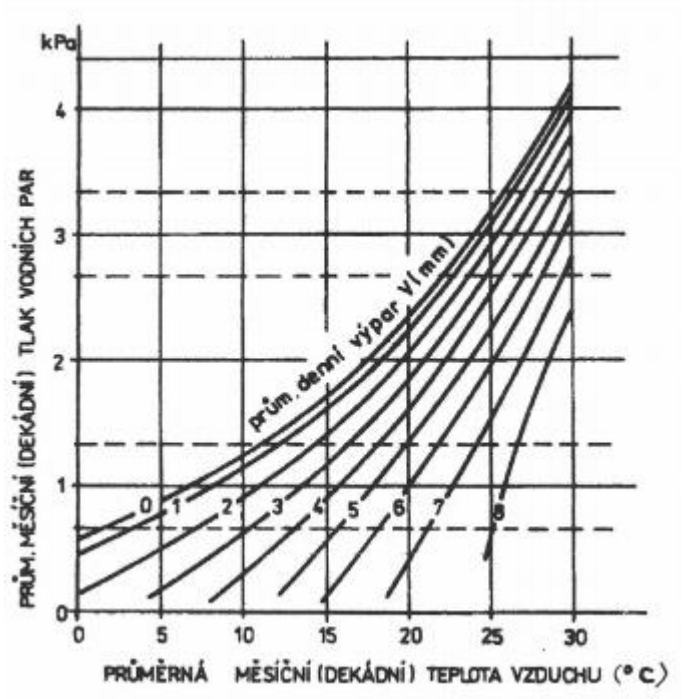
Obrázek 9: Úhrn srážek od 1. 1. 2015 do 31. 10. 2015 v % normálu 1981–2010. (10)

Výpar z volné hladiny za vegetační období květen až září v roce 2015 byl převažující oproti dlouhodobému. Průměrný úhrn výparu z vodní hladiny za vegetační období květen až září v roce 2015 byl 485,1 mm, tento údaj převažuje nad dlouhodobým průměrem 1981 až 2010.

Z důvodu absence přesných údajů o výškách hladin vody v rybnících v období sucha v roce 2015 a velikosti výparu z volné hladiny se budou tyto údaje odvozovat na základě analogie průtoků a ztráty výparu (10).

4.1 Ztráta výparu z vodní hladiny

Výpar z vodní hladiny je možno určit z monogramu, kde denní výpar je funkcí průměrné teploty vzduchu a průměrného tlaku vodních par za určité období (např. jeden měsíc). Celková hodnota ztráty výparem (např. jeden rok) se určí po sečtení dílčích ztrát výparem (např. měsíc). Pokud je teplota vzduchu menší než nula, ztráta výparem se uvažuje jako nulová. Hodnoty pro určitou lokalitu se určí z nejbližší meteorologické stanice, pokud jsou k dispozici (1).



Obrázek 10: Stanovení denního výparu z vodní hladiny (1)

Výpar z vodní hladiny se dá také určit ze vztahu

$$H_d = 13{,}5 \,.\, \frac{T}{W_r}$$

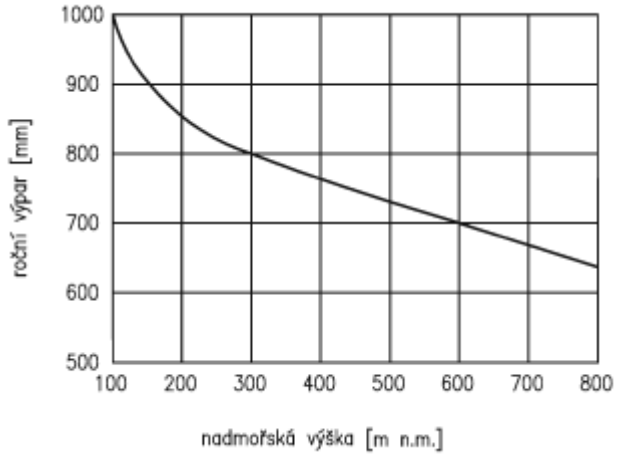
Kde H_d – denní výpar [mm.den^{-1}]

T – průměrná měsíční teplota vzduchu [°C]

W_r – průměrná relativní vlhkost vzduchu [%]

Tento vzorec se pro získání orientační hodnoty měsíčního výparu musí ještě vynásobit počtem dnů v měsíci a má platnost pouze pro T > 5 °C, pro menší hodnoty se pak uvažuje ztráta výparem jako nulová.

Hodnota měsíčního výparu se dá také určit v závislosti na nadmořské výšce z grafu, kde se podle nadmořské výšky určí velikost ročního výparu z volné hladiny a následně se procentuálně rozdělí na jednotlivé měsíce podle Tabulka 3.



Obrázek 11: Orientační hodnoty průměrného ročního výparu z volné hladiny v závislosti na nadmořské výšce (11)

Tabulka 3: Procentuální rozdělení ročního výparu (11)

měsíc	**I**	**II**	**III**	**IV**	**V**	**VI**	**VII**	**VIII**	**IX**	**X**	**XI**	**XII**
% roč. výparu	2	2	4	6	11	14,5	18	17	11,5	7	4	3

4.1.1 Ztráta výparem z vodní hladiny v roce 2015

Velikost výparu z volné hladiny bude pro rok 2015 stanovena ze vztahu

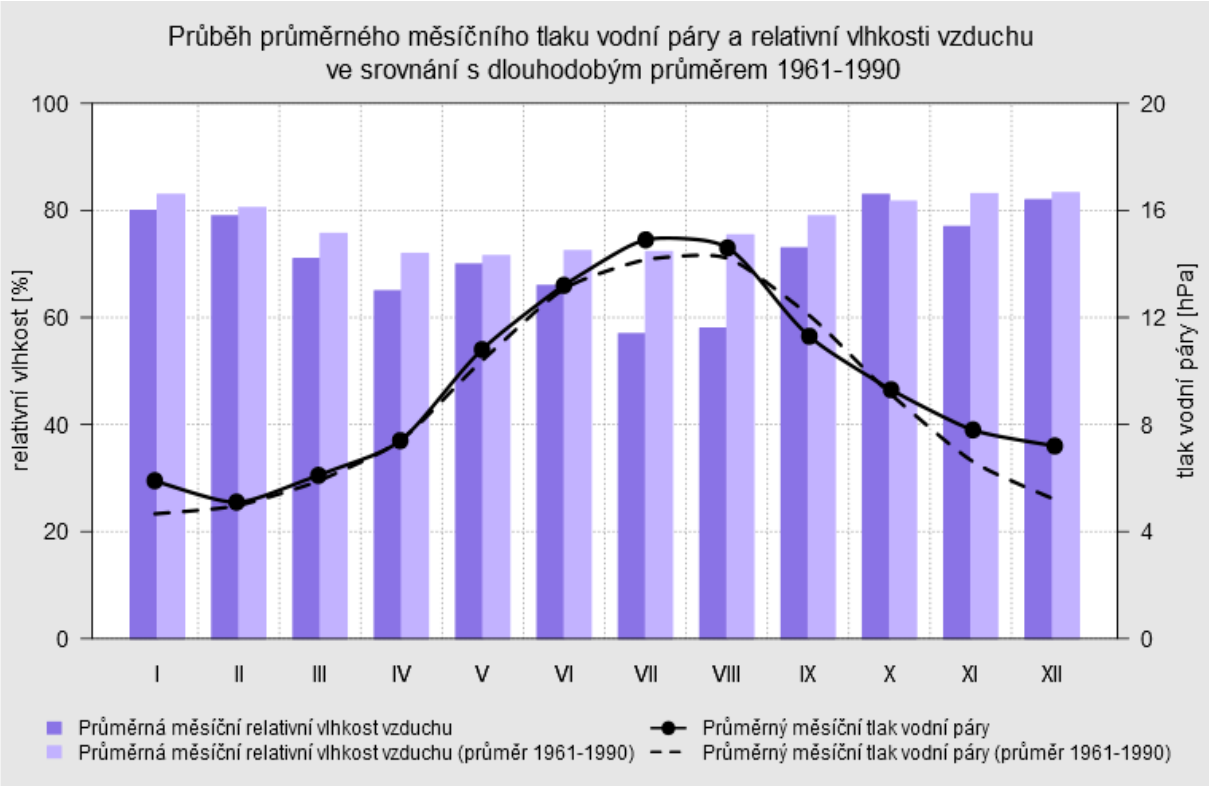
$$H_d = 13{,}5 \,.\frac{T}{W_r}$$

Kdy průměrné měsíční teploty byly zjištěny z nejbližší meteorologické stanice v Českých Budějovicích Tabulka 4.

Tabulka 4: Průměrné měsíční teploty pro rok 2015 (12)

měsíc	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII
T	2,5	1	5	11,7	18,4	20,6	23,6	22,2	16,4	12,2	7	5

Hodnoty relativní vlhkosti vzduchu byly získány ČHMU (10)



Obrázek 12: Průběh průměrného měsíčního tlaku vodní páry a relativní vlhkosti vzduchu (10)

Z těchto dat byly získány následující hodnoty měsíčního výparu z vodní hladiny viz. Tabulka 5. S těmito hodnotami je počítáno v modelech uvedenými níže.

Tabulka 5: Výsledné hodnoty výparu z volné hladiny pro rok 2015

měsíc	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII
T	2,5	1	5	11,7	18,4	20,6	23,6	22,2	16,4	12,2	7	5
Wr	80	78	70	65	70	67	56	58	75	83	76	82
Hd	0	0,0	0,0	2,4	3,5	4,2	5,7	5,2	3,0	2,0	1,2	0,0
měsíční Hd	0	0,0	0,0	72,9	110,0	124,5	176,4	160,2	88,6	61,5	37,3	0,0

4.1.2 Průtoky v roce 2015

Průtoky v požadovaných profilech nejsou známy, proto budou odvozeny z dostupného zdroje ze stanice v Netolicích na Bezdrevském potoce pomocí metody analogie.

Metoda analogie se dá použít na shodných povodích, které mají podobné charakteristiky. Tyto podmínky jsou v našem případě splněny. K určení průtoku v nepozorovaném povodí je potřeba znát průtok v pozorovaném povodí, plochu povodí pozorovaného povodí a plochu nepozorovaného povodí. Dle vzorce

$$Qx = Qi * \frac{Sx}{Si}$$

Kde: Qx – průtok v nepozorovaném profilu [$m^3.s^{-1}$]

Sx – plocha povodí v nepozorovaném profilu [m^2]

Qi – průtok v pozorovaném profilu [$m^3.s^{-1}$]

Si – plocha povodí v pozorovaném profilu [m^2]

4.2 Situace v hydrologickém roce 2015

Modelový rok je rok 2015, resp. listopad 2014 až říjen 2015, kdy území ČR postihlo významné sucho, které zasáhlo i rybníky na Hlubocku. V tomto roce na podzim 2015 probíhal výlov rybníka Bezdreva. Výlov rybníka Munický proběhl v roce 2014 od 28. října, napouštění proběhlo bezprostředně po výlovu, proto je v modelu uvažován zásobní prostor rybníka Munický na nulové hodnotě. Rybník Naděje je lovený v jarních měsících, konkrétně v únoru roku 2015. Rybník Zvolenov Velký byl lovený na podzim 2014, po proběhnutí podzimního výlovu je bezprostředně bez obsádky napuštěn z rybníka Bezdreva, aby sloužil jako zásobárna vody pro potřebu sádek. Obvodová

stoka z Bezdreva by díky malému spádu nebyla schopna po výlovu Munického rybníka pokrýt potřebu vody na sádky, a proto se rychle napustí Zvolenov, aby sloužil jako zásobárna vody. Potřeba vody na sádky je brána jako odtok z Munického rybníka. Níže uvedený model je vyjádřen jednoduchou bilanční rovnicí.

$$V_{zi} = (P - O) + V_{zi-1}$$

Kde:

$$P - O = Q_p - (V_{transp} + Q_{min})$$

Kde: V_{zi} – Zásobní objem [m^3]

P – Celkový přítok [m^3]

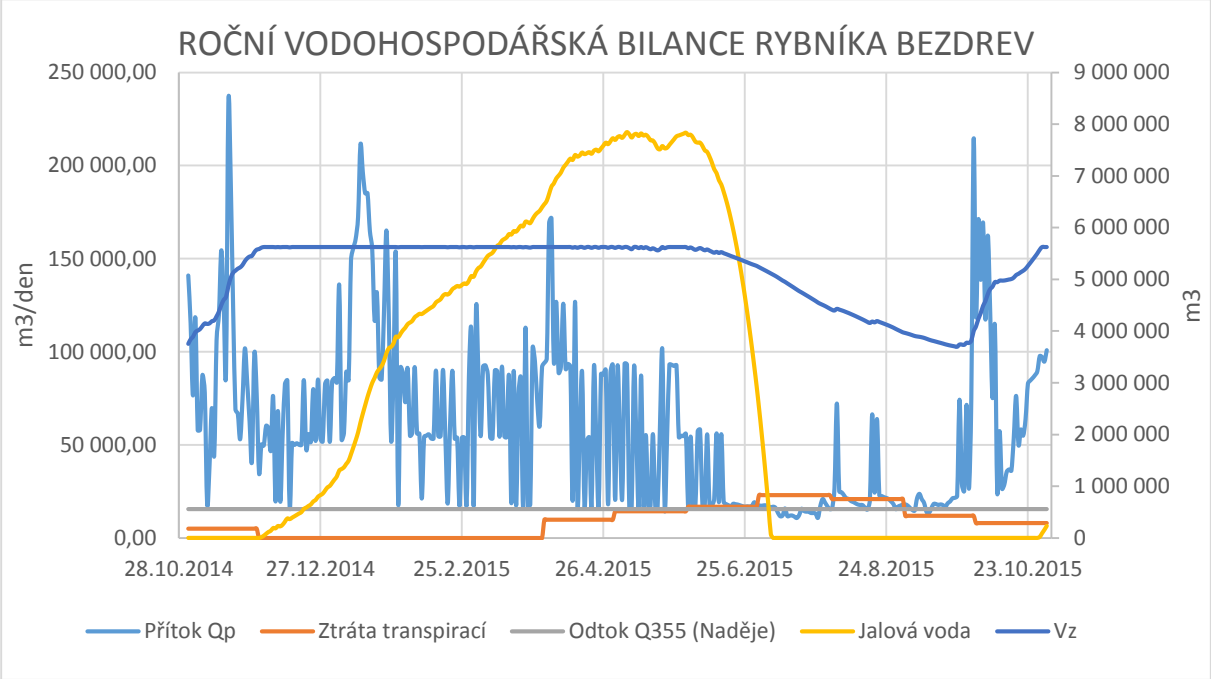
O – Celkový odtok [m^3]

Q_p – Přítok [m^3]

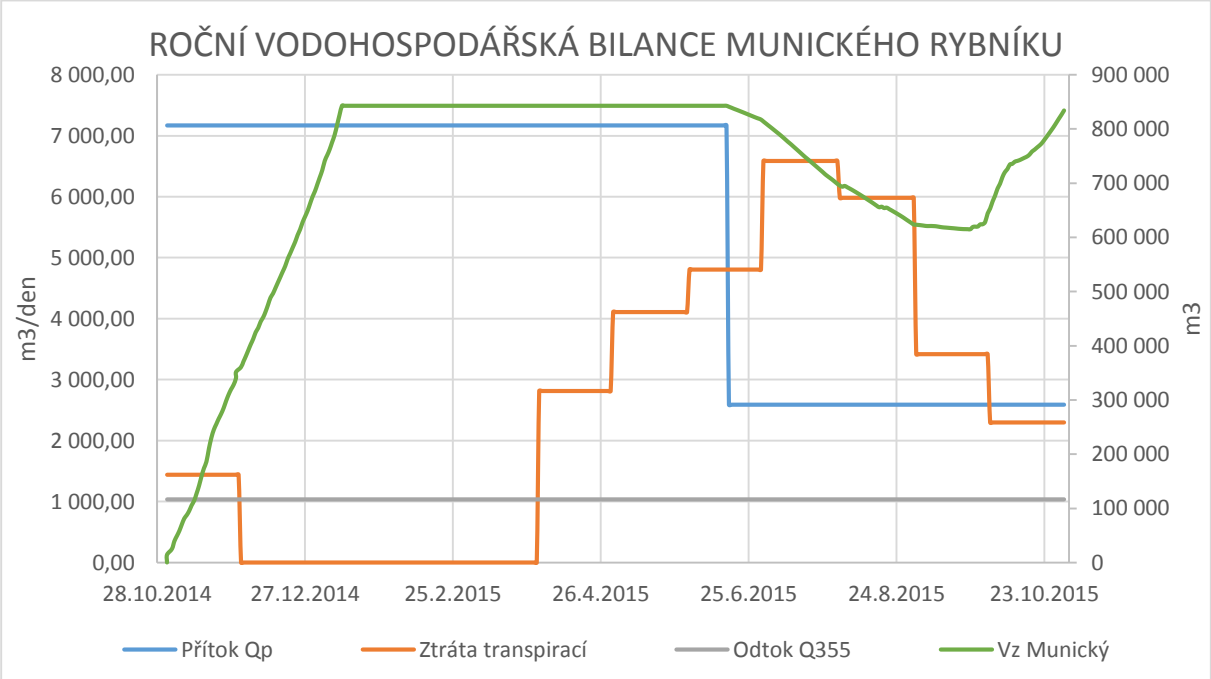
V_{transp} – Ztráta vody výparem s transpirací [m^3]

Q_{min} – Minimální odtok [m^3]

Na Obrázek 13, resp. Obrázek 14, kde je vymodelovaný hydrologický rok 2015, je vidět velikost denního přítoku do Bezdreva, velikosti výparu v denním kroku a velikost odtoku z Bezdreva. Dále na vedlejší ose je znázorněn průběh hladiny Bezdrevského, resp. Munického rybníka a velikost jalové vody, tedy vody, která přitekla do rybníka Bezdrev, ale není využita.



Obrázek 13: Roční vodohospodářská bilance Bezdreva



Obrázek 14: Roční vodohospodářská bilance Municképo rybníka

Jak je z grafu vidět, tak od konce května se snižuje přítok do rybníka Bezdrev a dochází ke snižování objemu vody v rybníce. V modelu je uvažováno od 17. června snížení přítoku z Bezdreva do Munického rybníka na průtok 0,03 $m^3.s^{-1}$ na přivaděči z Bezdreva do Munického rybníka. V důsledku toho klesl objem vody v Munickém rybníce nejvíce na 615 000 m^3 z původního objemu 843 000 m^3.

Hladina Bezdreva je pro názornost deficitu znázorněna bez uvažování vypouštění rybníka k výlovu. Bezdrev se začíná lovit 28. října každé dva roky. Příprava na výlov, tedy vypouštění, trvá standardně cca měsíc a půl. Pokles objemu vody v rybníce v maximálním rozsahu o cca 1 933 360 m^3 vody není vůbec zanedbatelný. Taková ztráta vody znamená pokles hladiny v Bezdrevu přes 60 cm pod normální hladinou.

Další model ukazuje situaci na rybníce Dehtář. Model uvažuje vypuštěnou nádrž po podzimním výlovu, Dehtář se začal napouštět od 6. listopadu. Minimální průtok na odtoku je 83 $l.s^{-1}$. Hodnota přítoku je analogicky odvozena z přítoku v Bezdrevském potoce.

Rybník Dehtář má objem vody při normální hladině 6 518 000 m^3. Z modelu je patrné, že se rybník nedokázal naplnit za jeden rok od svého vypuštění. Nejvyššího objemu dosáhl na začátku června, kdy se přiblížil na hranici 3 419 000 m^3. Od konce června díky nízkému přítoku a vyššímu výparu z volné hladiny se objem vody v nádrži začal snižovat až do konce září, kdy objem vody klesl k hranici 2 780 000 m^3. Od září se objem vody začal postupně navyšovat. Níže uvedená situace je vyjádřená jednoduchou bilanční rovnicí jako v případě výše.

$$V_{zi} = (P - O) + V_{zi-1}$$

Kde:

$$P - O = Q_p - (V_{transp} + Q_{min})$$

Kde: V_{zi} – Zásobní objem [m^3]

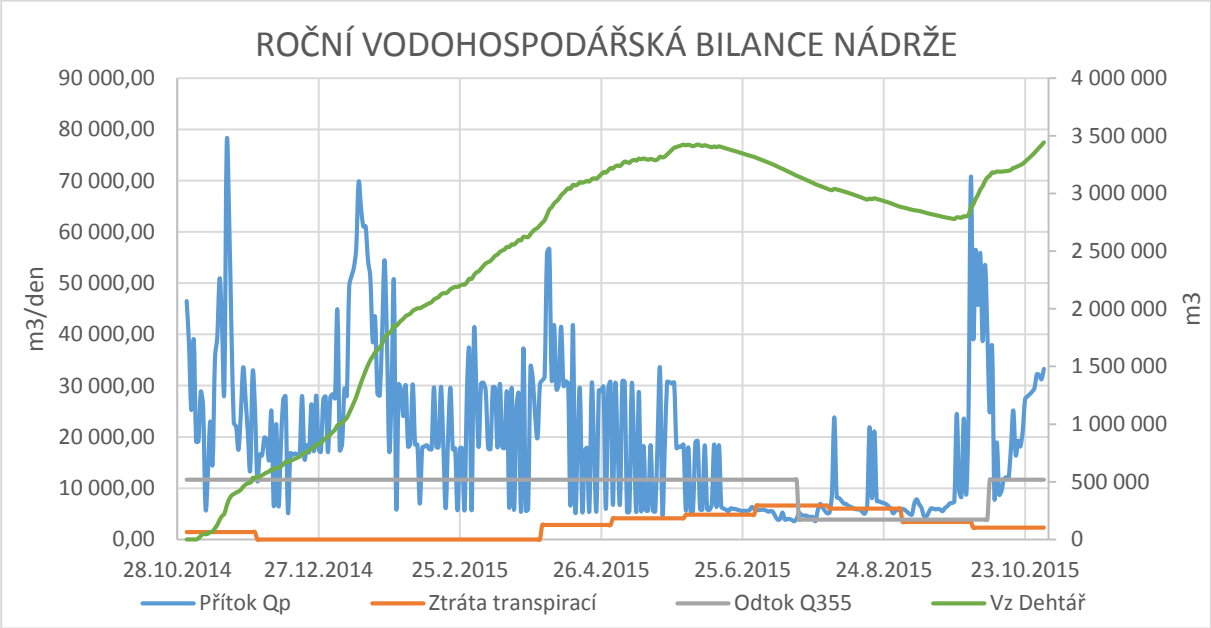
P – Celkový přítok [m^3]

O – Celkový odtok [m^3]

Q_p – Přítok [m^3]

V_{transp} – Ztráta vody výparem s transpirací [m^3]

Q_{min} – Minimální odtok [m^3]



Obrázek 15: Roční vodohospodářská bilance Dehtáře

5 Ztráty v důsledku nedostatku vody

Sucho v roce 2015 způsobilo v důsledku nedostatku vody v rybnících i ekonomické ztráty. Celkové ztráty lze vyjádřit jen v porovnání s lety předchozími.

V důsledku nedostatku vody v rybnících došlo k poklesu produkce ryb. Tento pokles je způsobený nedostatkem potravy. Potravu ryb (kapra obecného) tvoří převážně bentos, jeho celkové množství je závislé na množství vody v rybníce. Na množství přirozené potravy (bentos) závisí přírůstek ryb. Nedostatku potřebné přirozené potravy lze čelit zvýšeným podílem krmení v rybníce, při normálním dostatku vody v rybnících je podíl krmení 4% z hmotnosti obsádky v rybníce. Podíl krmení nelze bohužel stále zvyšovat, při zvýšení krmení dochází ke ztrátě kyslíku ve vodě.

V roce 2015 byl rybáři v důsledku nedostatku vody zvýšen podíl krmení na 6 % hmotnosti obsádky v rybnících. Toto opatření samozřejmě znamenalo navýšení nákladů na krmení o 1 500 000 Kč. Přesto byla celková roční ztráta v roce 2015 v porovnání s předchozími lety cca 100 tun v tržní rybě a cca 50 tun v mladé rybě. Při uvážení cen 50 Kč/kg za tržní rybu a 60Kč/kg za mladou rybu můžeme prohlásit, že rok 2015 znamenal ztrátu na 5 000 000 Kč, resp. 3 000 000 Kč za tržní, resp. mladou rybu. Celkově při započtení ztráty za krmení způsobilo sucho v roce 2015 ztrátu 9 500 000 Kč.

6 Možnosti řešení nadlepšení hydrologických podmínek

Boj proti suchu na rybochovných soustavách je obecně velmi těžký.

Možné řešení je buď vybudování nové vodní nádrže v horní části soustavy (nejlépe jako nejvýše položená nádrž v dané soustavě), která by měla oproti níže položeným rybochovným nádržím jiný delší cyklus nádrže. Jak již bylo výše zmíněno, rybochovné nádrže mají většinou cyklus napouštění a vypouštění každý rok nebo každý druhý rok. O tom, jaký bude mít rybochovná nádrž cyklus, rozhoduje velikost přítoků do nádrže, jestli je schopná se napustit do jednoho roku od vypuštění nebo ne. Další možností je napojení soustavy na větší, více vodný tok, vybudováním nějakého přivaděče, pokud to ovšem spádové podmínky v dané lokalitě dovolí.

Pro hledání řešení byl proveden vlastní průzkum lokality. Po důkladném obeznámení s lokalitou bylo patrné, že zajištění zásobních objemů ve všech rybnících v řešené soustavě nebude dost dobře možné vzhledem k terénním podmínkám lokality, kdy není možné převést část průtoků z jiných toků v okolí soustavy. Největší blízký tok je Vltava, která je ale níže položená než celá soustava. Vodu z Vltavy lze však využít, bude ji ale potřeba čerpat. Toto opatření lze použít vzhledem k vzdálenosti jen u rybníků nacházejících se v blízkosti Vltavy. K hledání řešení byly hledány i vodní nádrže v povodí nebo v okolí. Hledány byly vodní nádrže stávající, i dříve uvažované ve směrných vodohospodářských plánech (13), které by sloužily jako zásoba vody pro rybníky v období sucha. Na přítoku Bezdrevského potoka na Melhutka je Třebánická nádrž, tato nádrž je však pro účely zásobení rybníků příliš malá (6,7 ha vodní plochy) a uvažovat rozšíření na potřebnou velikost není příliš reálné vzhledem k místním podmínkám. Žádná jiná vodní nádrž nebyla nalézaná ani ve SVP (13). Proto se bude v oblasti u města Hluboká nad Vltavou uvažovat čerpání pro blízké rybníky.

Pro rybníky na Dehtářském potoce, které jsou příliš vzdálené od řeky Vltavy, a načerpávat vodu z Vltavy by tedy bylo příliš náročné, se bude muset přistoupit k vybudování zásobní nádrže, která by posloužila jako zásoba v období nízkých průtoků.

Po obeznámení se s celou soustavou a provedením rekognoskace území byly zvoleny tyto možnosti pro zajištění optimálních vodních poměrů k chovu ryb v místních rybnících:

6.1 Dotace vody pro soustavu z JE Temelín

Jednou z variant zlepšení vodních poměrů v Hlubocké rybniční soustavě je možnost dotace vody JE Temelín. K tomuto účelu by se využívala voda z terciálního chladicího okruhu, který v kondenzátoru ochlazuje vodní páru ze sekundárního okruhu přicházející z turbíny. Voda pro terciální okruh se odebírá z vodní nádrže Hněvkovice a po jejím využití a ochlazení v chladicích věžích je vrácena zpátky do Vltavy, konkrétně do vodní nádrže Kořensko.

Tento způsob dotace by tedy využil část vody přečerpané do JE Temelín a po jejím využití pro chladicí účely elektrárny by se z ní gravitačně zásobila část rybniční soustavy. Potřebná voda by se přiváděla z areálu JE Temelín do Dvorčického potoka, který pramení přímo u areálu JE Temelín. Dvorčický potok ústí do Bílého potoka u obce Malešice, z něhož je zásoben rybník Bělohůrecký. Z Bělohůreckého rybníka pak Bílý potok přitéká k Dívčicím, kde přes rozdělovací objekt zásobuje tamější rybníky v okolí Dívčic. Následně se voda z Dívčické oblasti dostane pod obcí Zbudov přes Mlýnský potok do Bezdrevského potoka a odtud se pak zásobí rybníky v okolí Hluboké nad Vltavou, včetně rybníka Bezdrev, a následně by voda vyústila do Vltavy u Hluboké nad Vltavou.

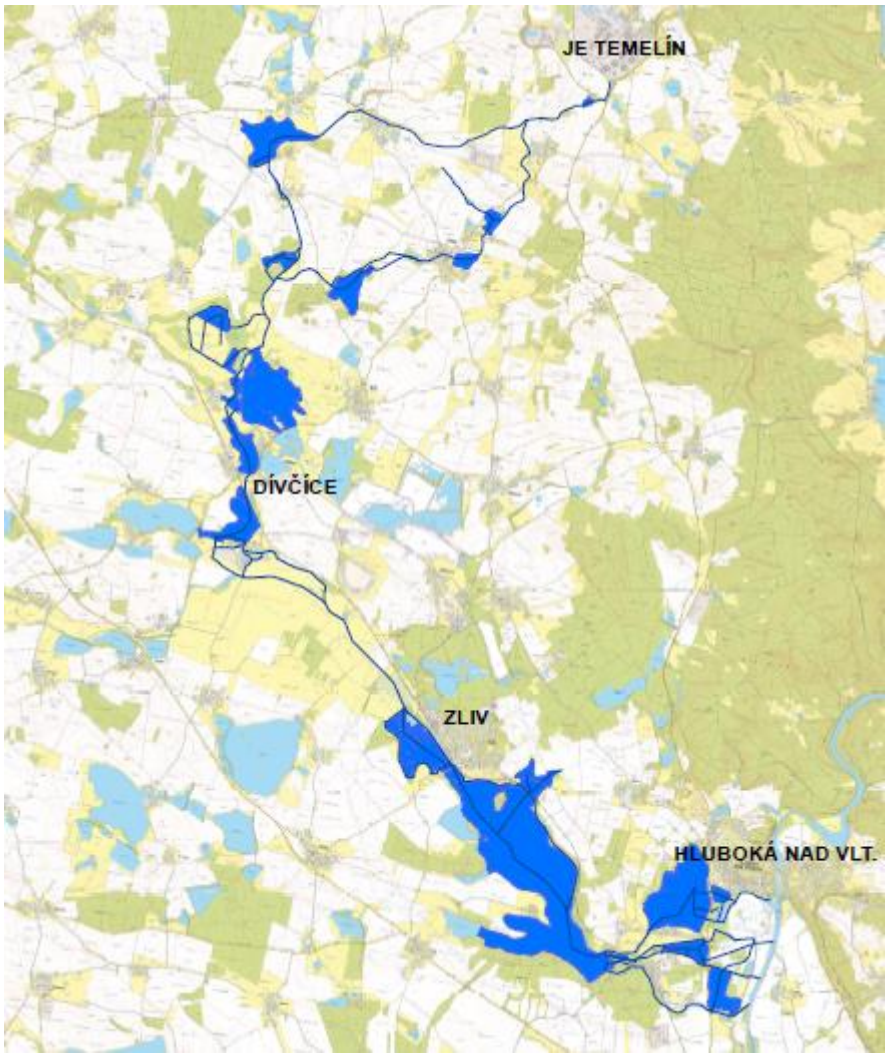
Celková délka zásobovací trasy až k vyústění do řeky Vltavy by byla 55 444 m. Potřebný objem vody při uvažování maximální potřeby vody je cca 11 326 117 m^3 (Přesný objem potřebné vody je pouze odhadnut na základě interpolace ke známým rybníkům, protože nejsou zhotoveny u všech rybníků manipulační řády.).

Tabulka 6: Rybníky, které je možné napájet z JE Temelín

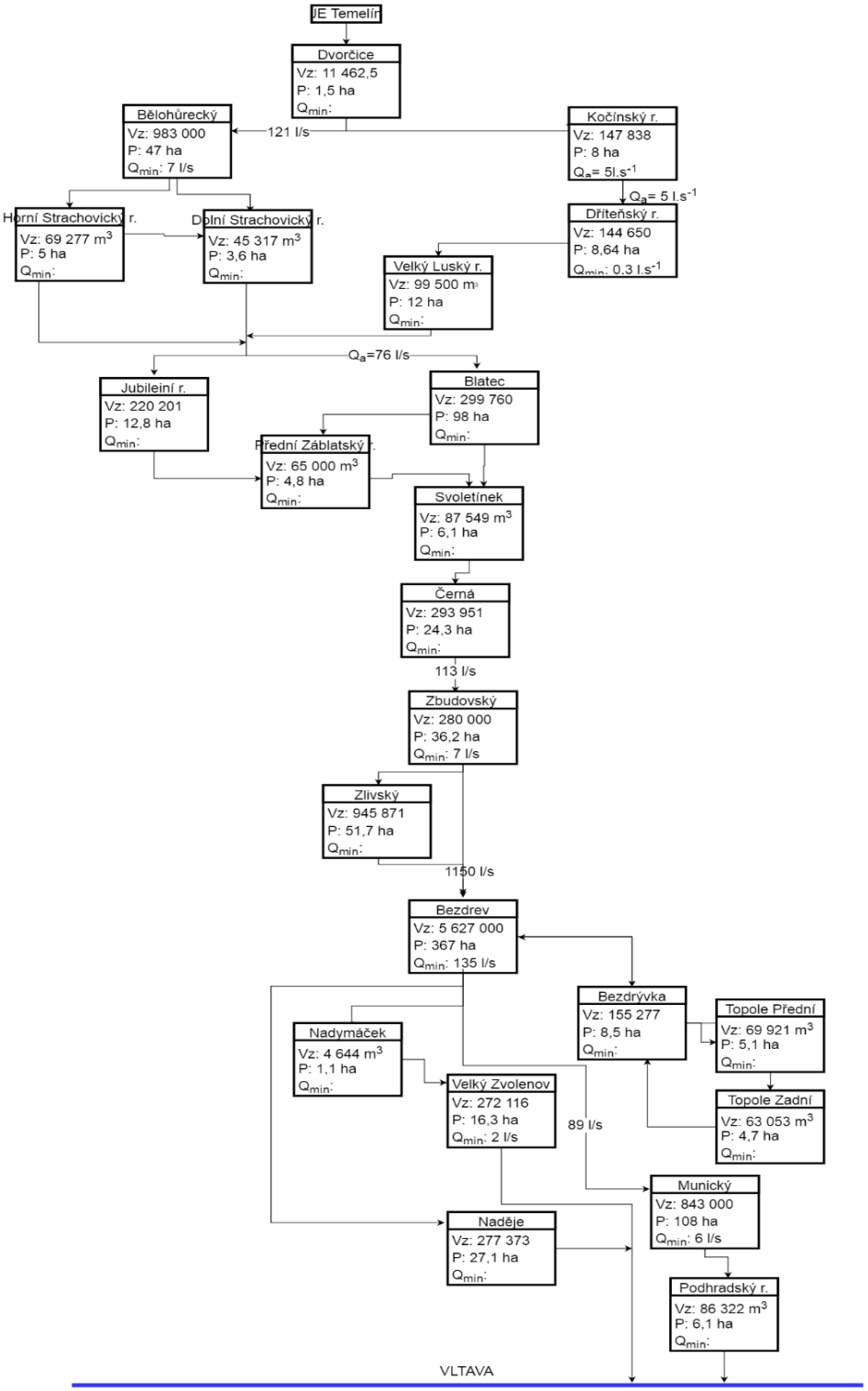
Název	Plocha [m^2]	Objem [m^3]	Objem dopočtený [m^3]
Naděje	271 029,70		277 373
Zbudovský ryb.	361 922,52	280 000	
Signálka	24 579,49		26 633
Svoletínek	61 599,91		87 549
Munický ryb.	1 080 202,62	843 000	
Bezdrývka	85 081,74		155 227
Zadní Topole	46 713,40		63 053
Nadýmaček	11 215,97		4 644
Přední Topole	50 886,88		69 921
Velký Zvolenov	162 570,01	272 116	
Hlinavka	8 687,42		2 483
Zlivský ryb.	517 295,69		945 871
Černá	242 743,16		293 951
Blatec Dívčice	942 059,64	299 760	
Bezdrev	3 647 176,51	5 627 000	
Podhradský ryb.	60 854,25		86 322
Velký Luský ryb.	240 953,01	295 000	
Přední záblatský ryb	47 896,41	65 000	
Bělohůrecký ryb.	492 886,24	983 000	
Jubilejní ryb.	128 154,82		220 201
Dvořice	15 359,88		11 462
Malý Luský ryb.	13 198,65		7 906
Dříteňský ryb.	78 070,36	144 650	
Kočinský ryb.	80 183,85		147 838
Vošů ryb.	8 051,10		1 564
Horní Strachovický r	50 495,51		69 277
Dolní Strachovický r	35 934,20		45 317

Z důvodů nedostatečných podkladů u části rybníků byly zásobní objemy interpolovány, resp. extrapolovány, na základě známých zásobních objemů a ploch.

Tato varianta by znamenala velice efektivní způsob dotace potřebné vody pro rybníky v období jak krátkodobého, tak i střednědobého sucha. Po technické stránce by zavedení této varianty neznamenalo téměř žádné technické úpravy na objektech a dílech rybniční soustavy, jediné, co se musí vybudovat, je potrubí odvádějící část vody z terciálního okruhu do Dvořičského potoka.



Obrázek 16: Vyznačené rybníky, které je možné napájet z JE Temelín



Obrázek 17: Schéma zásobení z JE Temelín

6.2 Přečerpávání potřebného množství vody do rybníka Bezdrev

Možnost čerpání do rybníka Bezdrev bude v této kapitole řešeno hned na několika modelových situacích. V rámci řešení čerpání se bude uvažovat i možnost využití načerpané vody v Bezdreva pro níže položené rybníky v soustavě. Konkrétně jsou to rybník Munický, Zvolenov Velký a Naděje. Potřebná voda bude čerpána z řeky Vltavy, která je vzdálena od hráze rybníka Bezdreva cca 2,5 km.

Výškový rozdíl mezi hladinou Bezdreva a Vltavy v místě ústí Bezdrevského potoka se pohybuje od 10,4 m (kóta normální hladiny) až 4,9 m (kóta dna výpusti). Z toho vyplývá, že bude potřeba čerpadlo, které bude schopné překonat spád 4,9 m a 10,4 m. Pro modely této práce bylo vybráno čerpadlo SIGMA BQO (H = 5 až 31 m, Q = 0,15 až 5,1 $m^3.s^{-1}$). Jedná se o horizontální diagonální spirální čerpadlo s letmo uloženým oběžným kolem (14).

6.2.1 Situace v hydrologickém roce 2015 při uvažovaném čerpání

Model uvažuje čerpání 1 $m^3.s^{-1}$ od 16. června, kdy už se dal zaznamenat dlouhodobější pokles hladiny i přítoku. V modelu se uvažuje podzimní výlov Bezdreva, kdy se začne rybník 10. září vypouštět, tzn., že veškerý přítok bude odkloněn do obvodové stoky tak, aby bylo možno rybník vypustit.

Níže uvedená situace je vyjádřená jednoduchou bilanční rovnicí.

$$V_{zi} = (P - O) + V_{zi-1}$$

Kde:

$$P - O = Q_p + Q_{\check{C}} - (V_{transp} + Q_{min})$$

Kde: V_{zi} – Zásobní objem [m^3]

P – Celkový přítok [m^3]

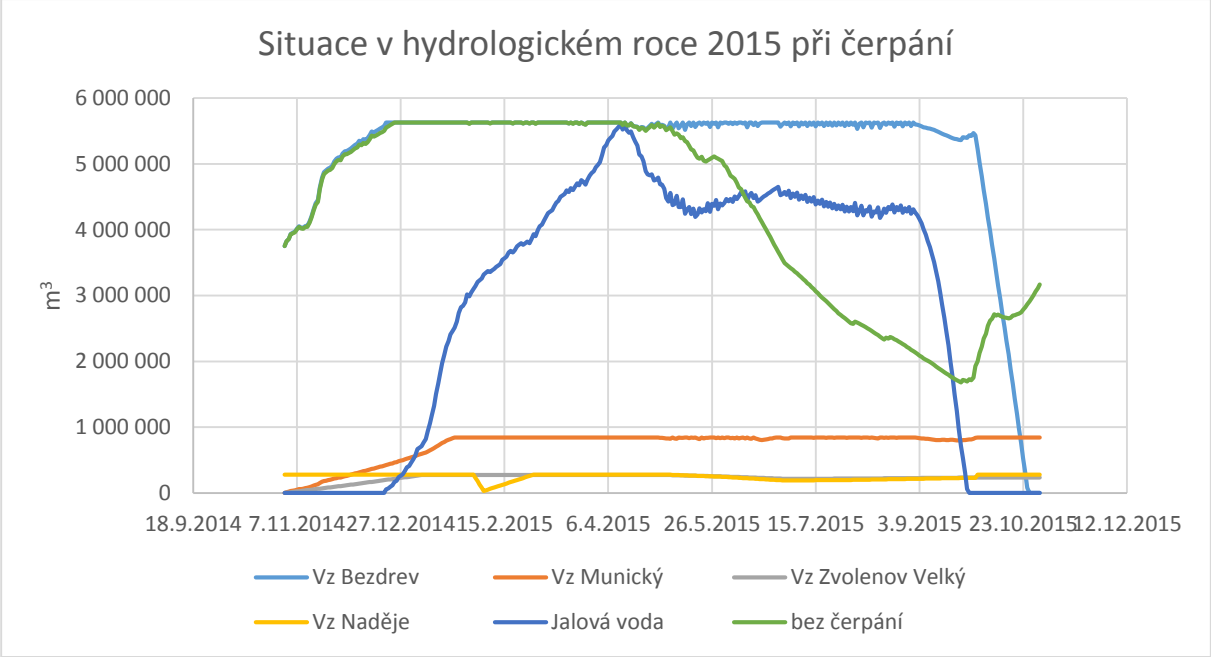
O – Celkový odtok [m^3]

Q_p – Přítok [m^3]

$Q_Č$ – Čerpání [m^3]

V_{transp} – Ztráta vody výparem s transpirací [m^3]

Q_{min} – Minimální odtok [m^3]



Obrázek 18: Situace v hydrologickém roce 2015 při uvážení čerpání

Způsob čerpání je zvolen tak, že v případě poklesu hladiny se zapne čerpadlo v denním intervalu do doby, kdy hladina vody v Bezdrevu dosáhne výšky zásobního prostoru. Manipulace výpustných zařízení v době čerpání je taková, aby načerpaná voda snižovala deficit zásobního prostoru v Munickém rybníce, tak i případně u rybníků Naděje a Zvolenov Velký. V tomto období je snížený odtok z Bezdreva do rybníka Zvolenov Velký na takové množství, aby přítok do nich zajistil udržení

stálé hladiny, konkrétně přítok Zvolenova 0,025 $m^3.s^{-1}$. Rybník Naděje je zásoben z průtoku v Bezdrevském potoce, kde je ponechán minimální zůstatkový průtok 0,18 $m^3.s^{-1}$.

Čerpání je ukončeno pár dní před zahájením vypouštění Bezdreva, konkrétně od 1. září. Vlastní vypouštění je prováděno od 1. října, tzn., že je zvýšen odtok z nádrže přes přeliv na 2 $m^3.s^{-1}$, který je v půlce měsíce zvýšen na 2,2 $m^3.s^{-1}$. Množství čerpané vody je při tomto způsobu čerpání 6 220 800 m^3.

6.2.2 Posouzení velikosti možných odběrů z Vltavy pro potřeby čerpání

Pro možnost čerpat vodu z Vltavy do Bezdreva je nutné posoudit možné velikosti odběru z Vltavy. Posouzení je provedeno na průměrných denních průtocích ve Vltavě ve stanici v Českých Budějovicích ze stejného roku 2015. Tato stanice je vzdálena od uvažovaného místa odběru 6,6 km výše po toku. Posouzení je mezi květnem až říjnem, kdy se uvažuje nadlepšování.

Denní průtoky jsou na základě požadavku na čerpání snižovány o množství vody načerpané do rybníků a porovnání, jestli po odběru bude ve Vltavě zachován minimální průtok.

$$V_{zůst} = (Q_{denní} - O) \,.\, 86\,400 \geq V_{min} = Q_{min} \,.\, 86\,400$$

Kde: $V_{zůst}$ – zůstatek vody ve Vltavě [m^3]

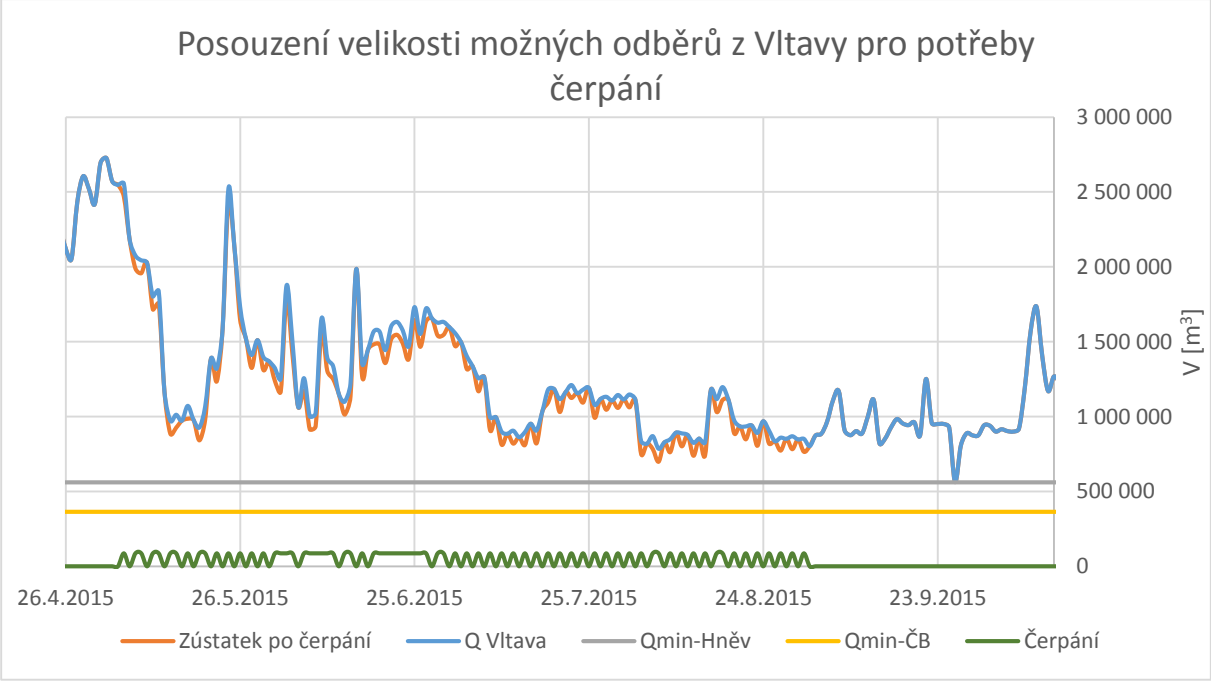
$Q_{denní}$ – průměrný denní průtok ve Vltavě [$m^3.s^{-1}$]

O – Odběr [$m^3.s^{-1}$]

V_{min} – minimální zůstatek vody ve Vltavě [m^3]

Q_{min} – minimální požadovaný průtok ve Vltavě = 6,5 $m^3.s^{-1}$

Po snížení denních průtoků bylo zjištěno, že v době požadovaného odběru na čerpání (6. května až 1. září) budou ve Vltavě zachovány minimální požadované průtoky.

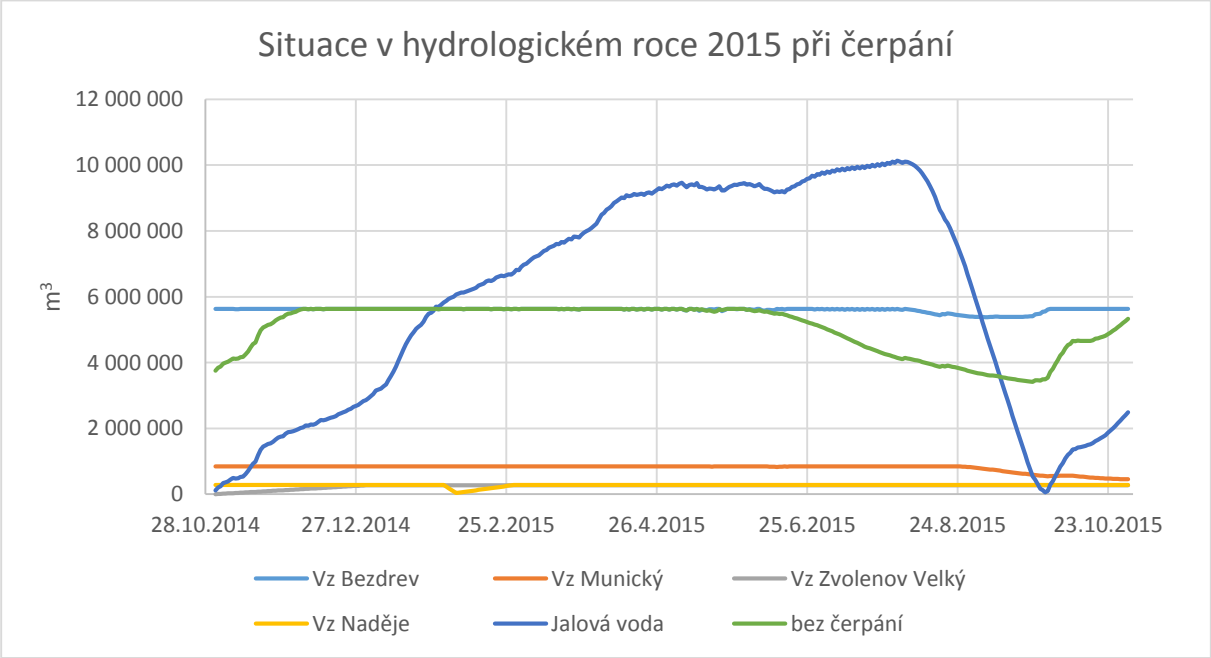


Obrázek 19: Posouzení možných odběrů z Vltavy v době čerpání

6.2.3 Situace při opačném (sudém) cyklu hospodaření

Výše uvedená situace popisuje cyklus v lichém roce hospodaření na chovných rybnících. Pro úvahu nad tímto způsobem zajištění rybochovné funkce na rybnících bude zajímavé provést simulaci zmíněného suchého roku při opačném (sudém) cyklu hospodaření. V sudých rocích je rybník Munický na druhém horku a je na něm tedy na podzim proveden výlov. Rybník Bezdrev je naopak na prvním horku a výlov se v tomto roce neprovádí. Menší rybníky Naděje a Zvolenov Velký jsou ve stejném režimu hospodaření.

Zahájení čerpání je stejné jako ve variantě lichého roku, tedy 16. června, kdy hladina v Bezdrevu klesne pod 25 cm oproti normálu. Hospodaření a čerpání se provádí stejně jako ve výše popsaném případě. Čerpání je ukončeno 31. července. Od 26. srpna se omezí přítok z Bezdreva do Munického rybníka a od 1. září se zvýší odtok z Munického rybníka na hodnotu 0,0896 $m^3.s^{-1}$. Takto se podaří připravit Munický rybník na výlov ke dni 28. října. Celkový objem načerpané vody je v tomto případě 4 233 600 m^3. Oproti lichému roku je objem načerpané vody o 1 987 200 m^3 menší. Model uvedený na Obrázek 20 je vytvořený stejnou bilanční rovnicí jako ve výše popsaném modelu, ale v obráceném cyklu hospodaření.



Obrázek 20: Situace v hydrologickém roce 2015 při uvážení čerpání a opačném cyklu nádrží

6.3 Vybudování nové vodní nádrže

Vybudováním nové nádrže s dostatečným zásobním prostorem, která by sloužila k dotování hlavních chovných rybníků v době sucha, by se zajistilo dosažení potřebné hladiny (resp. objemu) vody nutné k produkci ryb.

Pro nové rybníky je nutné najít vhodné lokality. S pomocí základní mapy České republiky a Základní vodohospodářské mapy byly vytipovány lokality vhodné pro návrh nových rybníků. Při hledání nových lokalit byla místa posuzována hlavně podle tří kritérií. Zaprvé, aby daná lokalita byla dostatečně prostorná pro nový rybník, zadruhé aby lokalita měla dostatečně vodný přítok, který by zajistil napuštění rybníka v přijatelné době a zatřetí poloha lokality vůči rybniční soustavě musí být taková, aby byla minimálně ve střední části, nejlépe však v její horní části taková, aby mohl nový rybník v případě nutnosti obsloužit co nejvíce chovných rybníků pod sebou.

Lokality vhodné pro návrh rybníků byly nalezeny tyto: lokalita Strýčice na Babickém potoce, lokalita mezi Strýčicemi a Zábořím, lokalita Lékařova Lhota na Bezdrevském potoce.

Po provedení vlastního průzkumu vybraných lokalit byla vyřazena lokalita mezi Strýčicemi a Zábořím. Důvod byl takový, že potok zakreslený v mapách, na kterém by nový rybník ležel, je ve skutečnosti jen bývalý meliorační kanál. Tento meliorační kanál by nedokázal zajistit dostatečný přítok vody do rybníka k jeho napuštění. Ostatní lokality byly shledány pro výstavbu rybníků vhodné.

6.3.1 VD Babice

Nové vodní dílo by se nacházelo nad obcí Strýčice na Babickém potoce. Lokalizace ke zbytku soustavy je taková, že nové vodní dílo je umístěno v horní části povodí Dehtářského potoka nad tamními významnými chovnými rybníky jak z hlediska velikosti zatopené plochy, tak i produkce ryb. Z hlediska potřebného objemu je v úvaze několik variant provedení od čistě přehradní varianty až po hloubenou variantu provedení.

6.3.1.1 Profil hráze

Profil hráze je situován v místě vzdáleném cca 1 580 m proti proudu od ústí Babického potoka do rybníka Dehtář, cca 500 m od obce Strýčice, v místě nad dvěma malými rybníčky v mírném svahu.

Dle geologické mapy je podklad v místě zátopy tvořen nezpevněnými sedimenty, slepenec, pískovec, jíl, písek jílovitý, jílovec uhelný.

Profil hráze je zakřivený podle půdorysného uspořádání a ke vztahu k vodní ploše je čelní. Délka hráze je cca 870 m.

6.3.1.2 Zátopa (nádrž)

Charakteristika nádrže byla určena ze Základní mapy ČR (WMTS) (8). Z této mapy byl podle vrstevnic vytvořen model terénu, z kterého se získaly charakteristiky nádrže.

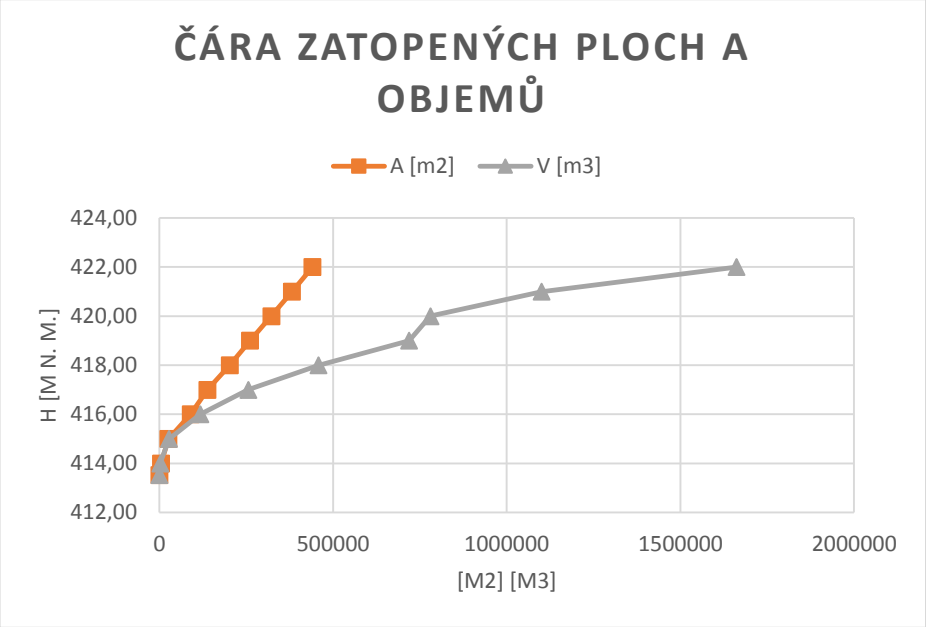
Byly zpracovány dvě varianty charakteristik nádrže, protože podrobnější projekt uvažovaného vodního díla není cílem této práce, tak zmíněné dvě varianty představují horní a dolní mez zatopené plochy, resp. objemů:

6.3.1.2.1 Varianta A: max. hladina 422 m n. m., provedení čistě hrazeného díla pouze s odstraněnou ornicí

První varianta provedení rybníka je přehrazení údolí tělesem hráze, kdy úprava zatopeného prostoru nádrže je pouze odstranění ornice.

Tabulka 7: Charakteristika nádrže

h [m n. m.]	ΔH [m]	A [m^2]	V [m^3]
413,53	0,00	0	0
414,00	0,47	4 471,68	2 101,69
415,00	1,00	25 664,08	27 765,77
416,00	1,00	89 939,00	117 704,77
417,00	1,00	138 159,15	255 863,92
418,00	1,00	202 111,89	457 975,81
419,00	1,00	260 871,89	718 847,70
420,00	1,00	322 242,92	780 218,73
421,00	1,00	381 497,14	1 100 344,83
422,00	2,00	440 751,35	1 661 721,43



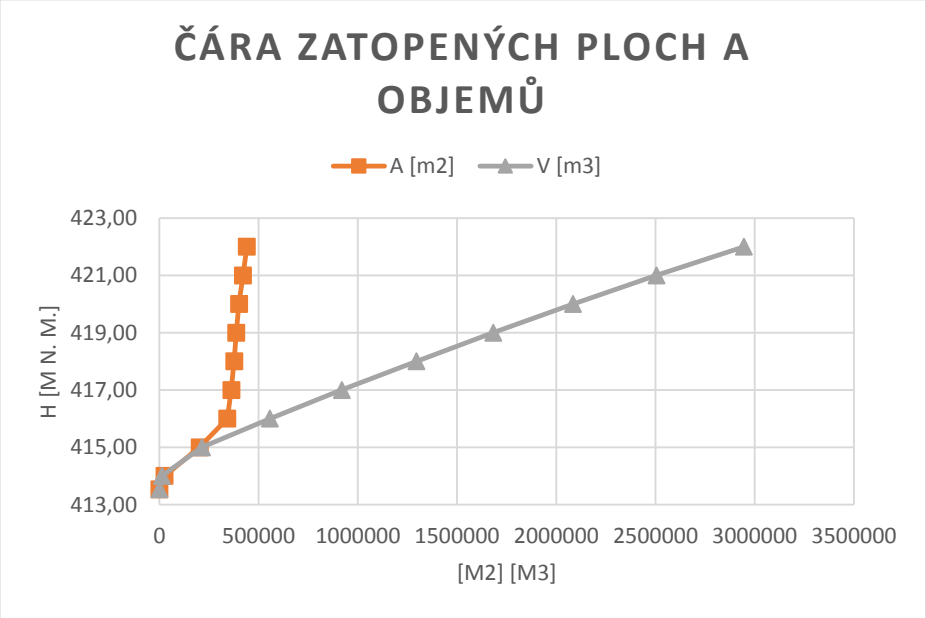
Obrázek 21: Čára zatopených plocha a objemů

6.3.1.2.2 Varianta B: max. hladina 422 m n. m., provedení hrazeného díla s prohloubeným zatopeným prostorem, sklon svahů 1:3.

Druhá varianta uvažuje přehrazení údolí tělesem hráze s prohloubeným zatopeným prostorem. Odtěžením zeminy z prostoru zátopy dojde k navýšení zásobního prostoru. Úprava břehů v prostoru nádrže musí být taková, aby bylo zabráněno sesouvání břehů, z toho důvodu je zvolen sklon svahů 1:3. Následující tabulka a graf ukazují charakteristiky nádrže s prohloubeným zatopeným prostorem.

Tabulka 8: Charakteristika nádrže Var. B

h [m n. m.]	ΔH [m]	A [m^2]	V [m^3]
413,53	0,00	0	0
414,00	0,47	25 664,08	12 062,12
415,00	1,00	202 111,89	214 174,01
416,00	1,00	342 242,92	556 416,93
417,00	1,00	361 994,33	918 411,25
418,00	1,00	376 785,73	1 295 196,98
419,00	1,00	387 497,14	1 682 694,12
420,00	1,00	401 248,54	2 083 942,66
421,00	1,00	420 999,95	2 504 942,60
422,00	1,00	440 751,35	2 945 693,95



Obrázek 22: Čára zatopených plocha a objemů Var. B

6.3.1.3 Hydrologické údaje

Hydrologické údaje pro Babický potok byly odvozeny z hydrologických údajů Dehtářského potoka v profilu hráze rybníka Dehtář. Odvození bylo provedeno pomocí metody analogie, tato metoda se dá použít na menších povodích, které mají podobné charakteristiky. Tyto podmínky jsou

v tomto případě splněny. K určení průtoku v nepozorovaném povodí je potřeba znát průtok v pozorovaném povodí, plochu povodí pozorovaného povodí a plochu nepozorovaného povodí.

$$Qx = Qi * \frac{Sx}{Si}$$

Kde: Qx – průtok v nepozorovaném profilu [$m^3.s^{-1}$]

Sx – plocha povodí v nepozorovaném profilu [m^2]

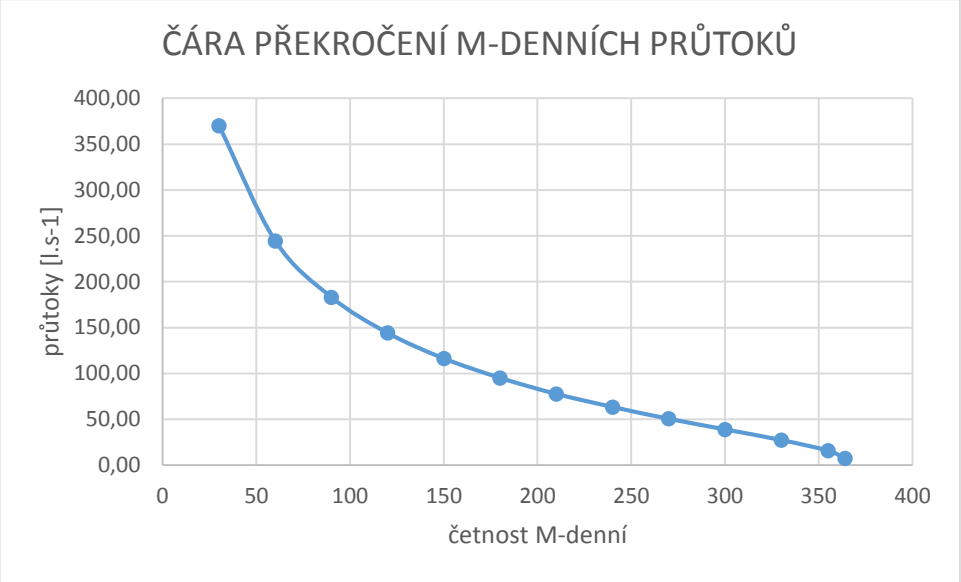
Qi – průtok v pozorovaném profilu [$m^3.s^{-1}$]

Si – plocha povodí v pozorovaném profilu [m^2]

Získané hodnoty pro Babický potok jsou následující: průměrný průtok Q_a = 0,154 $m^3.s^{-1}$, m-denní a N-leté průtoky, které jsou uvedeny níže (**Chyba! Nenalezen zdroj odkazů.** a **Chyba! Nenalezen zdroj odkazů.**).

Tabulka 9: M-denní průtoky v profilu hráz rybníka Babický

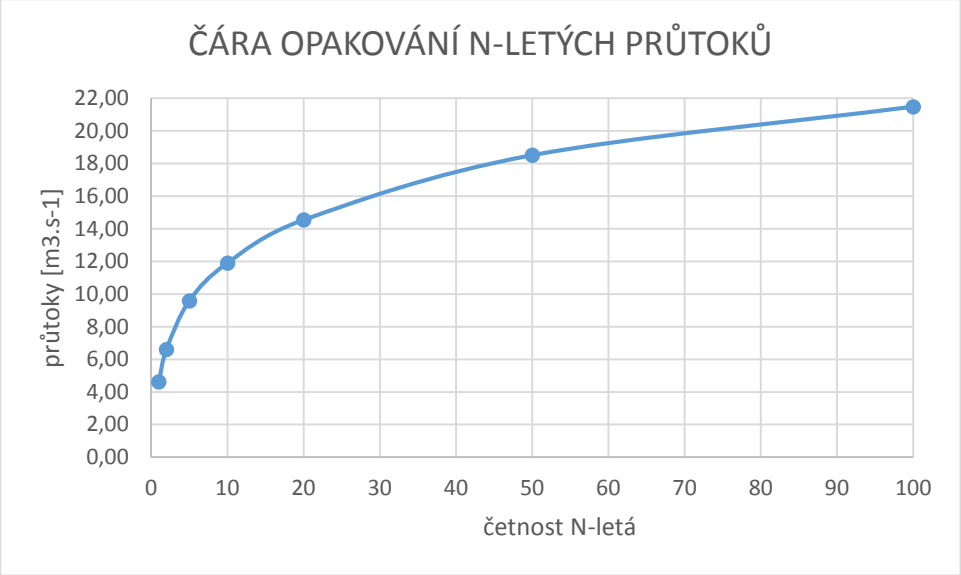
M	30	60	90	120	150	180	
Qm [$l.s^{-1}$]	370,18	244,58	183,11	144,10	116,34	95,19	
M	210	240	270	300	330	355	364
Qm [$l.s^{-1}$]	77,67	63,46	50,57	39,00	27,43	15,86	7,60



Obrázek 23: Čára překročení M-denních průtoků

Tabulka 10: N-leté průtoky v profilu hráz rybníka Babický

N	1	2	5	10	20	50	100
Q [$m^3.s^{-1}$]	3,02	4,32	6,26	7,77	9,50	12,09	14,03



Obrázek 24: Čára opakování N-letých průtoků

6.3.1.4 Plnění nádrže

Průtokové množství na přítoku	$Q_P = Q_{150d} = 0{,}116\ m^3.s^{-1}$
Průtokové množství na odtoku	$Q_o = Q_{335} = 0{,}016\ m^3.s^{-1}$
Objem vody při H_s (varianta A)	$V = 1\ 661\ 721{,}43\ m^3$
Objem vody při H_s (varianta B)	$V = 2\ 945\ 693{,}95\ m^3$
Doba prázdnění	t

- **Varianta A**

$$t = \frac{V}{QP - QO} = \frac{1\ 661\ 721{,}43}{0{,}116 - 0{,}022} = 204\ dní$$

- **Varianta B**

$$t = \frac{V}{QP - QO} = \frac{2\ 945\ 693{,}95}{0{,}116 - 0{,}022} = 363\ dní$$

Nádrž je možné napustit za 204 dní tj. cca za 7 měsíců resp. za 363 dní tj. cca za 1 rok při Q_{150d}. Jelikož se jedná o velkou plochu, byl zvolen průtok, který se vyskytuje v toku Babického potoka 150 dní v roce.

6.3.1.5 Roční hydrologická bilance nádrže

a) Ztráta vody výparem

Základní údaje:

Nadmořská výška	H = 422,00 m n. m.
Plocha normální hladiny	P = 440 751,35 m^2
Objem při normální hladině	V = 2 945 693,95 m^3
Celkový roční výpar	H_r = 761 mm/rok
Průměrný dlouhodobý průtok	Q_a = 0,154 $m^3.s^{-1}$
Minimální nutný průtok	Q_{355} = 0,016 $m^3.s^{-1}$

Tabulka 11: Ztráta vody výparem

měsíc	**I**	**II**	**III**	**IV**	**V**	**VI**
% ročního výparu	2	2	4	6	11	14,5
měsíční výpar Hm[mm]	15,22	15,22	30,44	45,66	83,71	110,345
měsíční výpar P.Hm/1000[m^3]	6 708	6 708	13 416	20 125	36 895	48 635

měsíc	**VII**	**VIII**	**IX**	**X**	**XI**	**XII**
% ročního výparu	18	17	11,5	7	4	3
měsíční výpar Hm[mm]	136,98	129,37	87,515	53,27	30,44	22,83
měsíční výpar P.Hm/1000[m^3]	60 374	57 020	38 572	23 479	13 416	10 062

Objem ročního výparu **V_{Hr} = 335 412 m^3/rok**

b) Ztráta vody průsakem

Ztráta vody průsakem se neuvažuje

Jednorázová ztráta vody vsakem do dna při napouštění se neuvažuje

c) Výpočet objemu ročního přítoku

$Q_a = 0{,}154\ m^3.s^{-1}$

$V_{přít} = 4\ 929\ 482\ m^3/rok$

d) Výpočet objemu minimálního nutného odtoku

$Q_{355} = 0{,}016\ m^3.s^{-1}$

$V_{355} = 504\ 576\ m^3/rok$

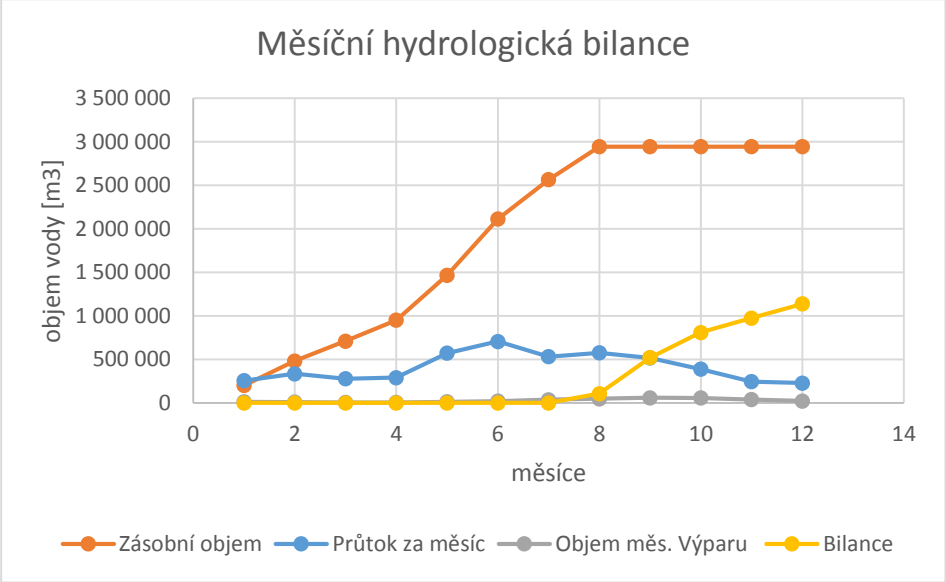
e) Roční vodohospodářská bilance

Roční přítok	**$V_{přít}$**	4 929 482	m^3/rok
minimální nutný odtok	**V_{355}**	504 576	m^3/rok
ztráta vody výparem	**V_{Hr}**	335 412	m^3/rok
ztráta vody průsakem		0	m^3/rok
zásobní objem nádrže	**Vz**	2 945 694	m^3/rok
CELKOVÁ BILANCE		**1 143 800**	**m^3/rok**

f) Měsíční hydrologická bilance nádrže

Měsíc	XI.	XII.	I.	II.	III.	IV.
Průměrný průtok	99	125	104	121	214	273
Průtok za měsíc	256 152	334 625	277 969	291 848	571 873	707 630
Minimální nutný odtok	41 472	42 854	42 854	44 237	42 854	41 472
% výparu z roč. úhrnu	4	3	2	2	4	6
Souhrn měsíčního výparu (mm)	30	23	15	15	30	46
Objem měs. Výparu	13 399	10 049	6 699	6 699	13 399	20 142
Získaný objem vody za měsíc	201 281	281 722	228 415	240 911	515 619	646 016
nadržený objem	201 281	483 003	711 418	952 329	1 467 949	2 113 965
Zásobní objem	201 281	483 003	711 418	952 329	1 467 949	2 113 965
Bilance	0	0	0	0	0	0

Měsíc	V.	VI.	VII.	VIII.	IX.	X.
Průměrný průtok	199	222	193	145	95	85
Průtok za měsíc	532 922	575 699	516 987	389 511	245 872	228 395
Minimální nutný odtok	42 854	41 472	42 854	42 854	41 472	42 854
% výparu z roč. úhrnu	11	15	18	17	12	7
Souhrn měsíčního výparu (mm)	84	110	137	130	88	53
Objem měs. Výparu	36 891	48 615	60 383	57 077	38 566	23 492
Získaný objem vody za měsíc	453 176	485 612	413 750	289 579	165 834	162 049
nadržený objem	2 567 141	3 052 753	3 466 503	3 756 082	3 921 916	4 083 964
Zásobní objem	2 567 141	2 945 694	2 945 694	2 945 694	2 945 694	2 945 694
Bilance	0	107 059	520 809	810 388	976 222	1 138 270



Obrázek 25: Měsíční hydrologická bilance

6.3.2 VD u Lékařovy Lhoty

Další varianta zbudování nové nádrže je u obce Lékařova Lhota na Bezdrevském potoce. Lokalizace ke zbytku soustavy je taková, že nové vodní dílo ve střední části Bezdrevského potoka, ale i vzhledem k zájmovým rybníkům, je umístěna nad všemi rybníky, které jsou napájené z Bezdrevského potoka. Vzhledem k charakteru terénu vyznačujícím se plochým nesevřeným údolím je zvoleno provedení rybníka jako částečně hloubený s boční hrází podél Bezdrevského potoka.

6.3.2.1 Profil hráze

Délka boční hráze bude přibližně 3 200 m, hráz bude navržená tak, že bude opisovat osu toku Bezdrevského potoka od přítoku do nádrže až k výpustnému objektu.

Dle geologické mapy je podklad v místě zátopy tvořen nezpevněnými sedimenty, slepenec, pískovec, jíl, písek jílovitý, jílovec uhelný.

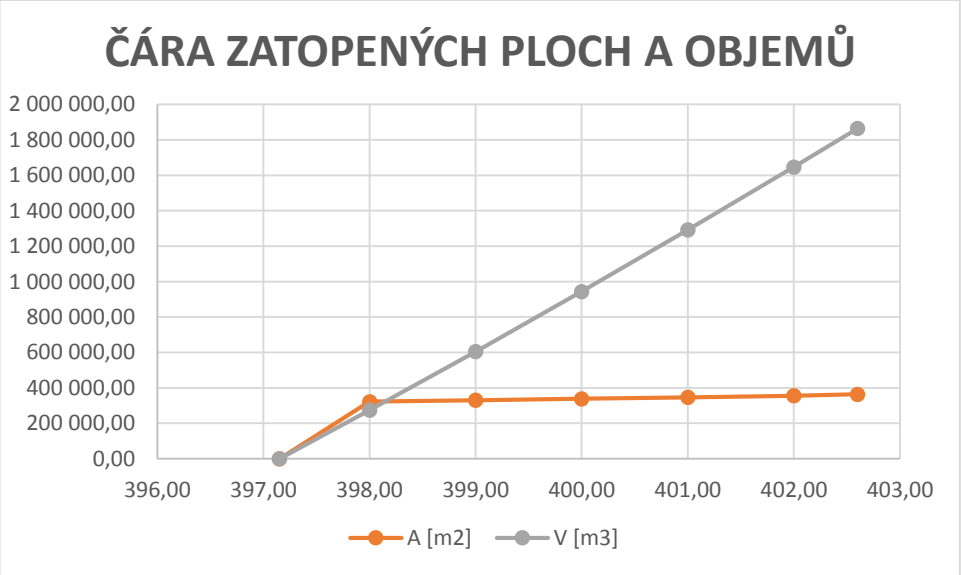
6.3.2.2 Zátopa (nádrž)

Charakteristika nádrže byla určena ze Základní mapy ČR (WMTS) (8). Z této mapy byl podle vrstevnic vytvořen model terénu z kterého se získaly charakteristiky nádrže.

Oproti předešlé kapitole je u této nádrže vzhledem ke konfiguraci terénu uvažována jen jedna varianta. Maximální hladina je dána výškou 402,60 m n. m.

Tabulka 12: Charakteristika nádrže

h [m n. m.]	ΔH [m]	A [m^2]	V [m^3]
397,15	0,00	0,00	0
398,00	0,85	322 730,71	274 321,10
399,00	1,00	330 801,48	605 122,58
400,00	1,00	338 930,91	944 053,49
401,00	1,00	347 117,71	1 291 171,20
402,00	1,00	355 361,88	1 646 533,08
402,60	0,6	363 663,44	1 864 731,15



Obrázek 26: Čára zatopených ploch a objemů

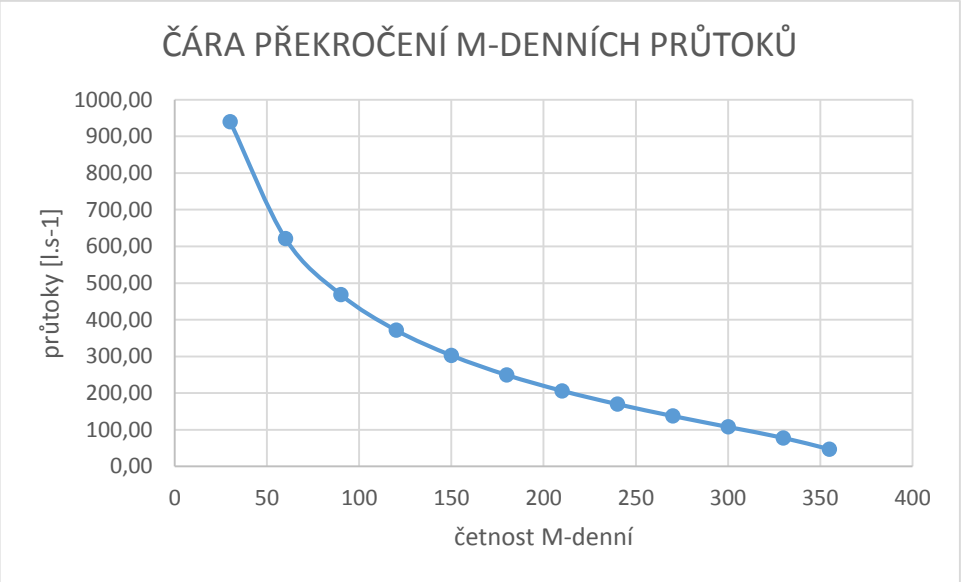
6.3.2.3 Hydrologické údaje

Hydrologické údaje pro Bezdrevský potok byly odvozeny z hydrologických údajů Bezdrevského potoka v profilu hráze rybníka Bezdrev. Plocha povodí v daném profilu je 95,55 km^2. Odvození bylo provedeno pomocí metody analogie, (viz. 4.1.2).

Získané hodnoty pro Bezdrevský potok jsou následující: průměrný průtok Q_a = 0,399 m^3.s^{-1}, m-denní a N-leté průtoky, které jsou uvedeny níže v Tabulka 13 a Tabulka 14.

Tabulka 13: M-denní průtoky v profilu hráz rybníka Lékařova Lhota

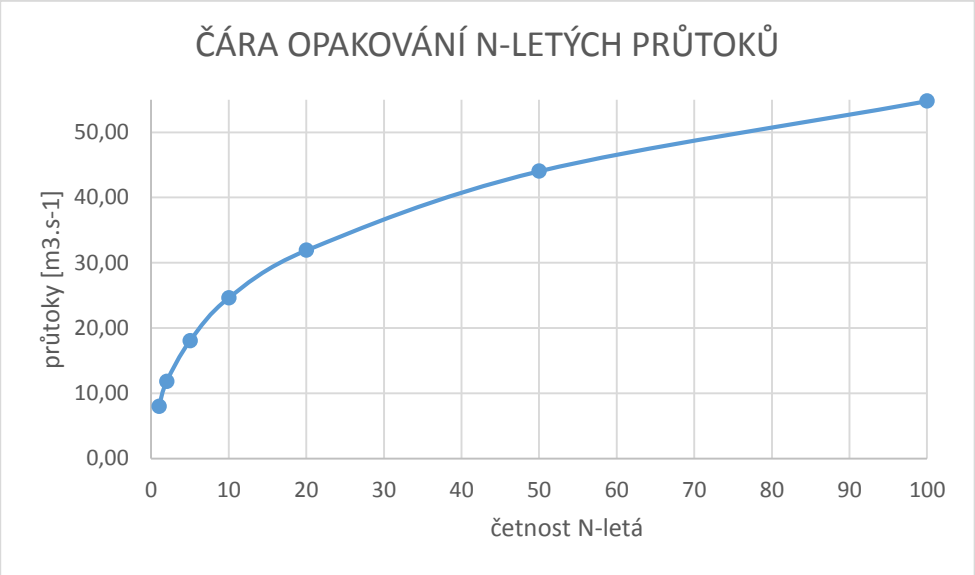
M	30	60	90	120	150	180
Q_m	939,52	620,57	468,03	370,96	302,31	248,92
M	210	240	270	300	330	355
Q_m	205,93	169,53	137,29	107,47	77,66	46,80



Obrázek 27: Čára překročení M-denních průtoků

Tabulka 14: N-leté průtoky v profilu hráz rybníka Lékařova Lhota

N	1	2	5	10	20	50	100
Q	7,97	11,79	18,03	24,61	31,90	44,03	54,78



Obrázek 28: Čára opakování N-letých průtoků

6.3.2.4 Plnění nádrže

Průtokové množství na přítoku $Q_P = Q_{150d} = 0{,}302\ m^3.s^{-1}$

Průtokové množství na odtoku $Q_o = Q_{335} = 0{,}047\ m^3.s^{-1}$

Objem vody při H_s $V = 1\ 864\ 731{,}15\ m^3$

Doba prázdnění t

$$t = \frac{V}{QP - QO} = \frac{1\ 864\ 731}{0{,}302 - 0{,}047} = 85\ dní$$

Nádrž je možné napustit za 85 dní tj. cca za 3 měsíce. Jelikož se jedná o velkou plochu, byl zvolen průtok, který se vyskytuje v Bezdrevském potoce 150 dní v roce.

6.3.2.5 Roční hydrologická bilance nádrže

g) Ztráta vody výparem

Základní údaje:

Nadmořská výška	H = 422,00 m n. m.
Plocha normální hladiny	P = 440 751,35 m^2
Objem při normální hladině	V = 2 945 693,95 m^3
Celkový roční výpar	H_r = 761 mm/rok
Průměrný dlouhodobý průtok	Q_a = 0,399 $m^3.s^{-1}$
Minimální nutný průtok	Q_{355} = 0,047 $m^3.s^{-1}$

Tabulka 15: Ztráta vody výparem

měsíc	**I**	**II**	**III**	**IV**	**V**	**VI**
% ročního výparu	2	2	4	6	11	14,5
měsíční výpar Hm[mm]	15,36	15,36	30,72	46,08	84,48	111,36
měsíční výpar P.Hm/1000[m^3]	5 586	5 586	11 172	16 758	30 722	40 498

měsíc	**VII**	**VIII**	**IX**	**X**	**XI**	**XII**
% ročního výparu	18	17	11,5	7	4	3
měsíční výpar Hm[mm]	138,24	130,56	88,32	53,76	30,72	23,04
měsíční výpar P.Hm/1000[m^3]	50 273	47 480	32 119	19 551	11 172	8 379

Objem ročního výparu **V_{Hr} = 279 294 m^3/rok**

h) Ztráta vody průsakem

Ztráta vody průsakem se neuvažuje

Jednorázová ztráta vody vsakem do dna při napouštění se neuvažuje

i) Výpočet objemu ročního přítoku

$Q_a = 0{,}399\ m^3.s^{-1}$

$V_{přít} = 12\ 582\ 864\ m^3/rok$

j) Výpočet objemu minimálního nutného odtoku

$Q_{355} = 0\ m^3.s^{-1}$

$V_{355} = 0\ m^3/rok$

Minimální nutný odtok se neuvažuje

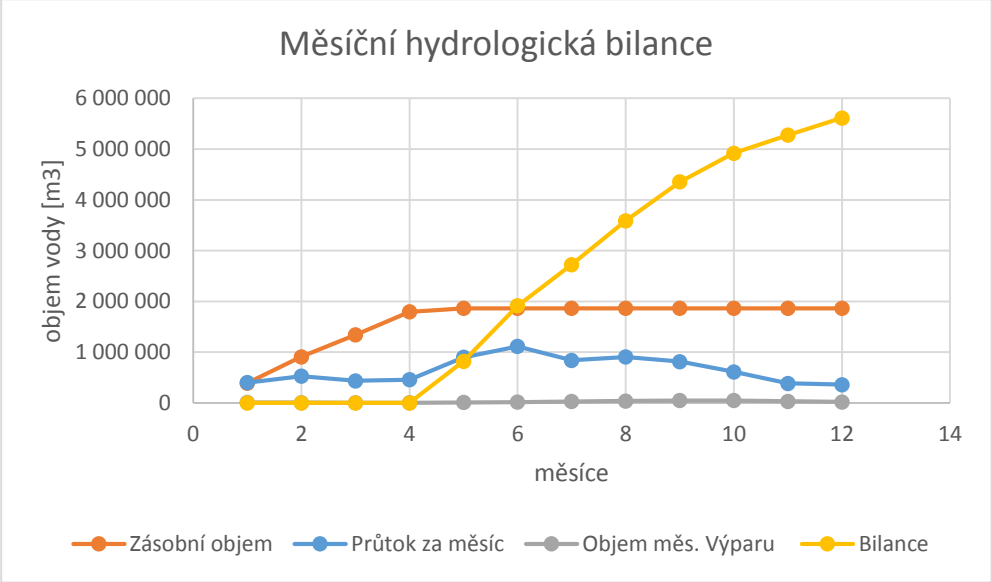
k) Roční vodohospodářská bilance

Roční přítok	**$V_{přít}$**	7 756 021	m^3/rok
Minimální nutný odtok	**V_{355}**	0	m^3/rok
Ztráta vody výparem	**V_{Hr}**	279 294	m^3/rok
Ztráta vody průsakem		0	m^3/rok
Zásobní objem nádrže	**Vz**	1 864 731	m^3/rok
CELKOVÁ BILANCE		5 611 997	m^3/rok

6.3.2.6 Měsíční hydrologická bilance nádrže

Měsíc	XI.	XII.	I.	II.	III.	IV.
Průměrný průtok	155	197	163	190	336	430
Průtok za měsíc	403 028	526 498	437 355	459 191	899 781	1 113 382
Minimální nutný odtok	0	0	0	0	0	0
% výparu z roč. úhrnu	4	3	2	2	4	6
Souhrn měsíčního výparu (mm)	30	23	15	15	30	46
Objem měs. Výparu	11 055	8 292	5 528	5 528	11 055	16 619
Získaný objem vody za měsíc	391 973	518 206	431 827	453 664	888 726	1 096 762
nadržený objem	391 973	910 179	1 342 006	1 795 670	2 684 396	3 781 158
Zásobní objem	391 973	910 179	1 342 006	1 795 670	1 864 731	1 864 731
Bilance	0	0	0	0	819 665	1 916 427

Měsíc	V.	VI.	VII.	VIII.	IX.	X.
Průměrný průtok	313	349	304	229	149	134
Průtok za měsíc	838 496	905 802	813 425	612 854	386 853	359 355
Minimální nutný odtok	0	0	0	0	0	0
% výparu z roč. úhrnu	11	15	18	17	12	7
Souhrn měsíčního výparu (mm)	84	110	137	130	88	53
Objem měs. Výparu	30 439	40 112	49 822	47 094	31 821	19 383
Získaný objem vody za měsíc	808 057	865 690	763 603	565 760	355 032	339 972
nadržený objem	4 589 216	5 454 906	6 218 509	6 784 269	7 139 301	7 479 273
Zásobní objem	1 864 731	1 864 731	1 864 731	1 864 731	1 864 731	1 864 731
Bilance	2 724 485	3 590 175	4 353 778	4 919 538	5 274 570	5 614 542



Obrázek 29: Měsíční hydrologická bilance

6.4 Zásobení Dehtáře z VD Babice

Rybník Dehtář je jedním ze stěžejních rybníků dle produkce ryb v hlubocké soustavě. Proto je prioritní zabezpečit dostatečné množství zásobní vody v období sucha a tím zajistit jeho rybochovnou funkci i v tomto období. Lokalita Dehtáře, který leží příliš vzdálen od významného toku, neumožňuje, aby bylo možné využít vodu z tohoto toku buď k načerpávání, nebo vybudování náhonu do rybníka, a proto je uvažována možnost zásobení z nového vodního díla, které by ve vodných letech sloužilo jako zásobárna pro překonání málo vodného období. Jako zásoba bude sloužit nově uvažované VD Babice.

6.4.1 Varianta A: provedení čistě hrazeného díla pouze s odstraněnou ornicí

Níže uvedená situace je vyjádřená jednoduchou bilanční rovnicí.

$$V_{zi} = (P - O) + V_{zi-1}$$

Kde:

$$P - O = Q_p + Q_B - (V_{transp} + Q_{min})$$

Kde: V_{zi} – zásobní objem Dehtáře [m^3]

P – Celkový přítok do Dehtáře [m^3]

O – Celkový odtok z Dehtáře [m^3]

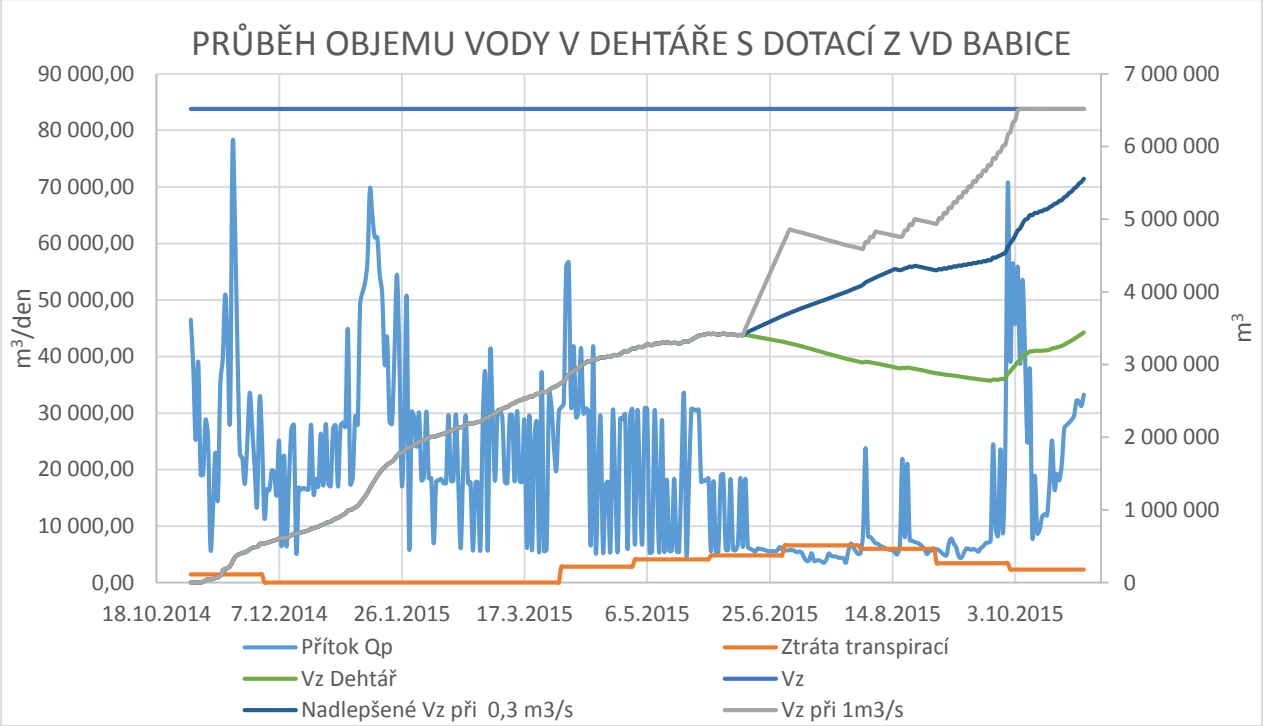
Q_p – Přítok do Dehtáře [m^3]

Q_B – Přítok z VD Babice [m^3]

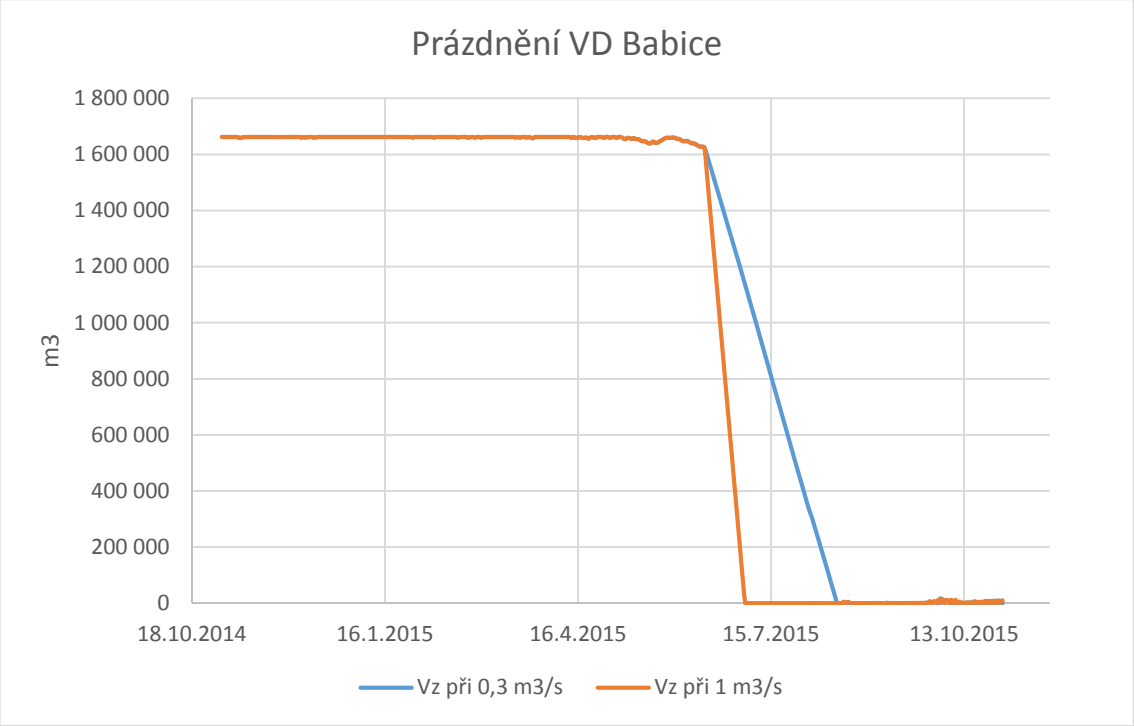
V_{transp} – Ztráta vody výparem s transpirací [m^3]

Q_{min} – Minimální odtok z Dehtáře = 0,083 m^3

Na modelu jsou znázorněny dva rozdílné nadlepšené průběhy hladin při uvážení odtoku z VD Babice Q_B = 0,3 $m^3.s^{-1}$ a Q_B = 1 $m^3.s^{-1}$. Při Q_B = 0,3 $m^3.s^{-1}$ je vidět, že se objem vody v Dehtáři plní plynuleji až do konce června, kdy se VD Babice vyprázdní a následně dochází k poklesu objemu vody až do druhé třetiny září, kdy se objem vody zase navyšuje vlivem zvýšeného podzimního přítoku. Při Q_B = 1 $m^3.s^{-1}$ se objem vody plní výrazně rychleji, objem vody v Dehtáři dosáhne zásobního objemu tj. 6 518 000 m^3. Po vyprázdnění VD Babice dohází také k poklesu objemu vody, ale díky výchozí pozice na začátku poklesu nepřekročí úbytek vody hranici 4 000 000 m^3. Při zvýšení přítoku v podzimních dnech se opět dosáhne zásobního objemu.

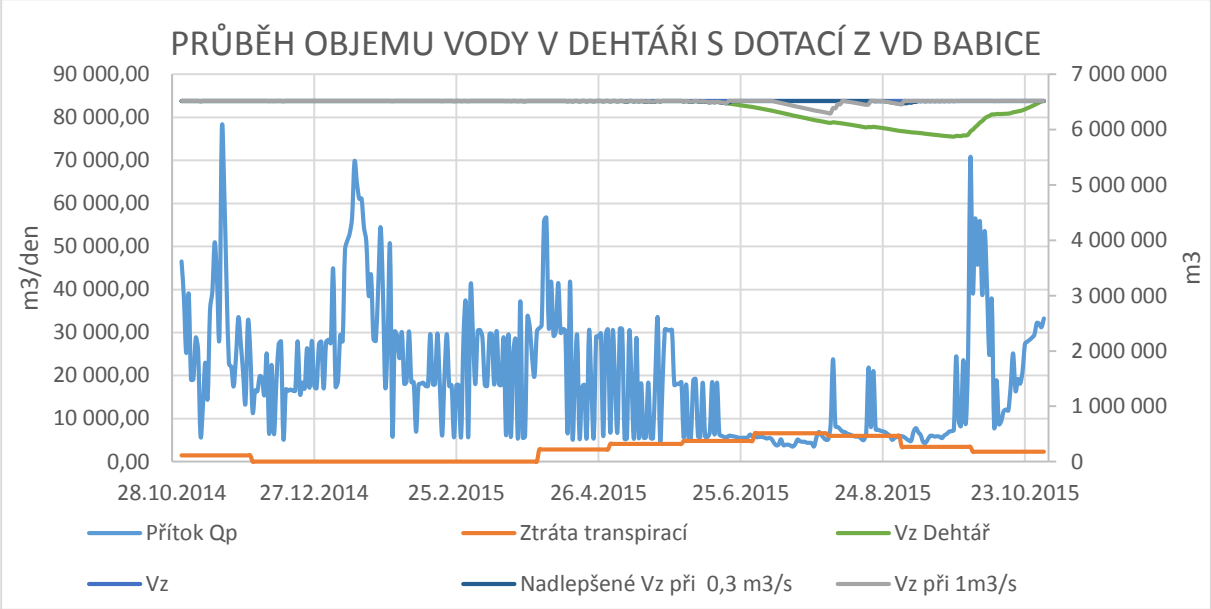


Obrázek 30: Průběh objemu vody v Dehtáři

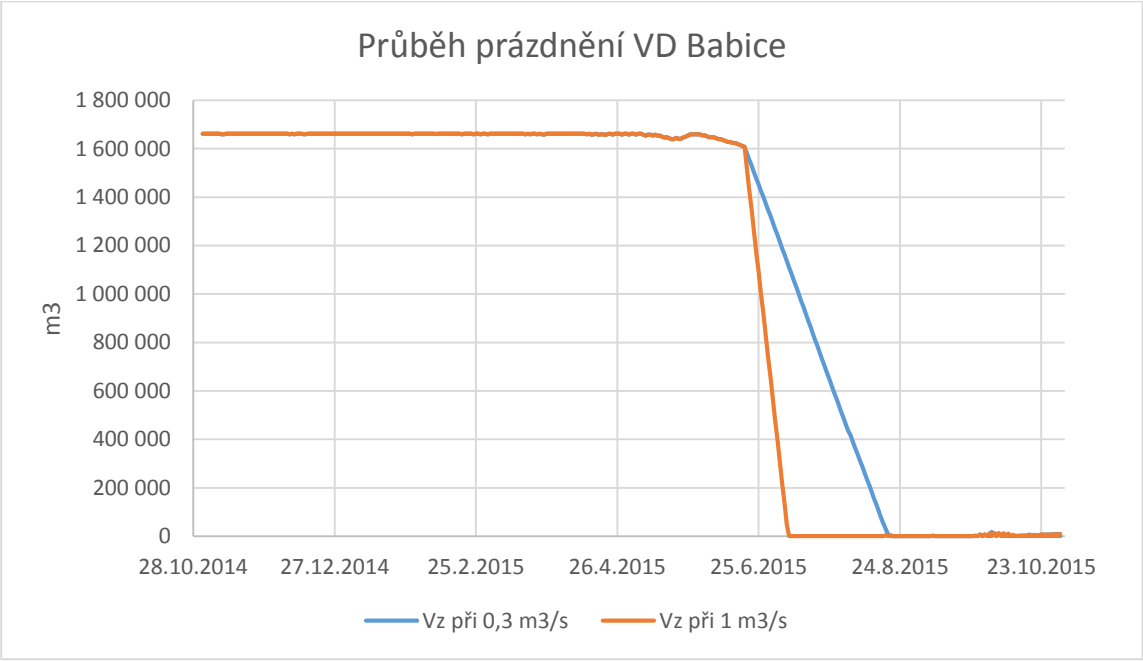


Obrázek 31: Průběh prázdnění VD Babice

Další situace ukazuje průběh objemu vody v roce, kdy je rybník Dehtář na tzv. druhém horku, tedy v roce, kdy se bude na podzim lovit. Na Obrázek 32 je vidět, že nadlepšení ze zásobní nádrže prodlouží dobu uhájení hranice zásobního objemu o jeden měsíc déle, pak po vyprázdnění zásobní nádrže následuje pokles objemu vody v Dehtáři.



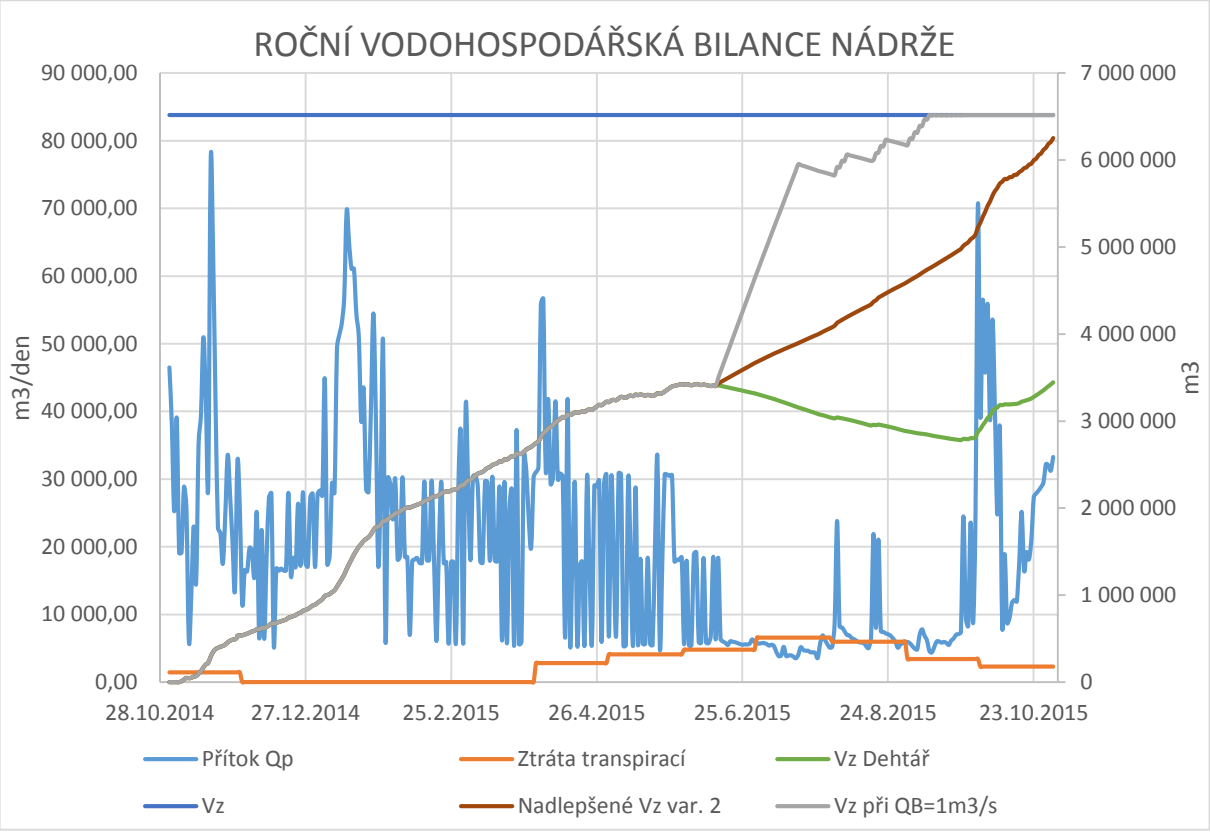
Obrázek 32: průběh objemu vody v sudém roce



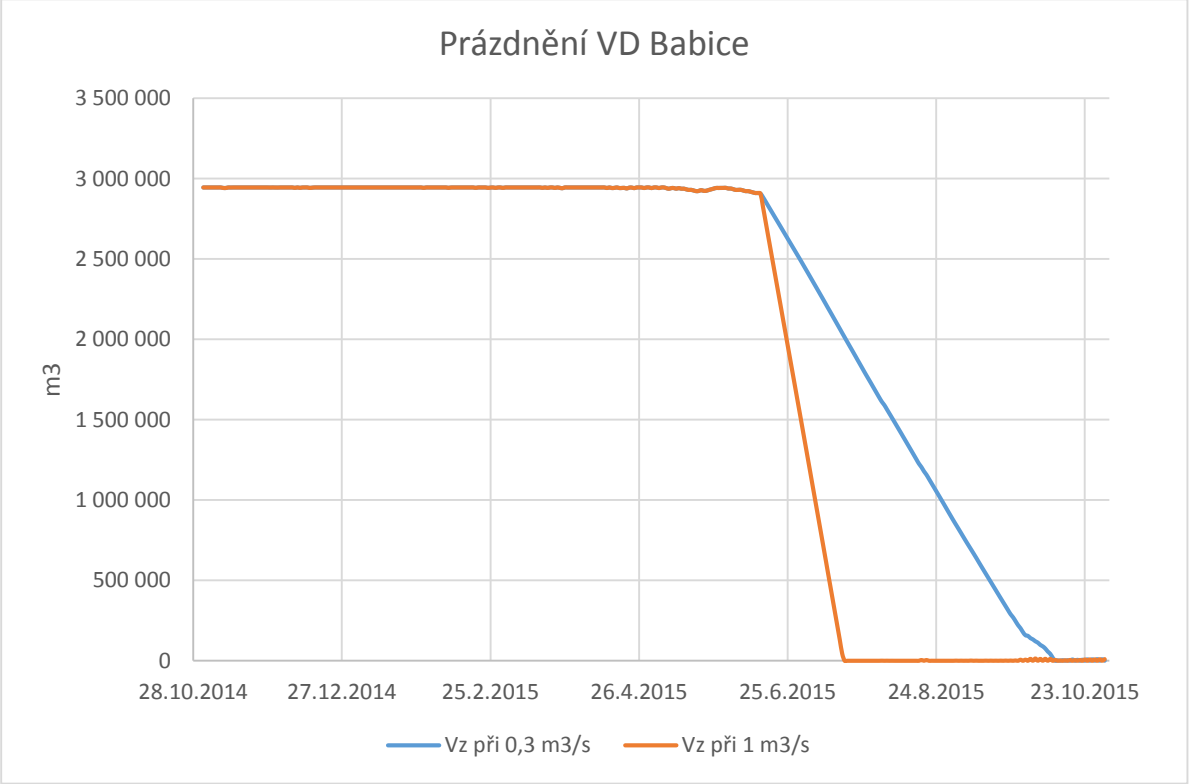
Obrázek 33: Průběh prázdnění VD Babice v sudém roce

6.4.2 Varianta B: provedení hrazeného díla s prohloubeným zatopeným prostorem

Druhá varianta zásobní nádrže se zásobním objemem o velikosti 2 945 693 m^3 zvládne za jeden rok naplnit zásobní objem v Dehtáři (Obrázek 34). Způsob a doba, od kdy se začíná dotovat rybník Dehtář, je stejný jako ve výše uvedené kapitole.

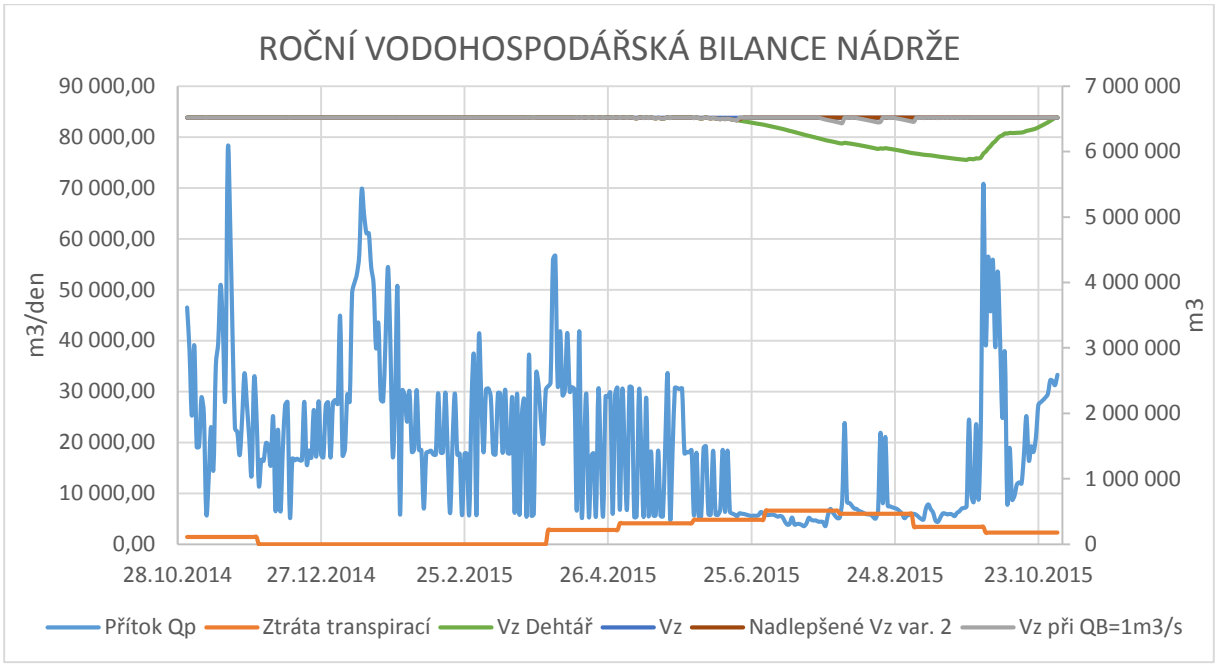


Obrázek 34: Průběh objemu vody v Dehtáři s dotací v roce 2015

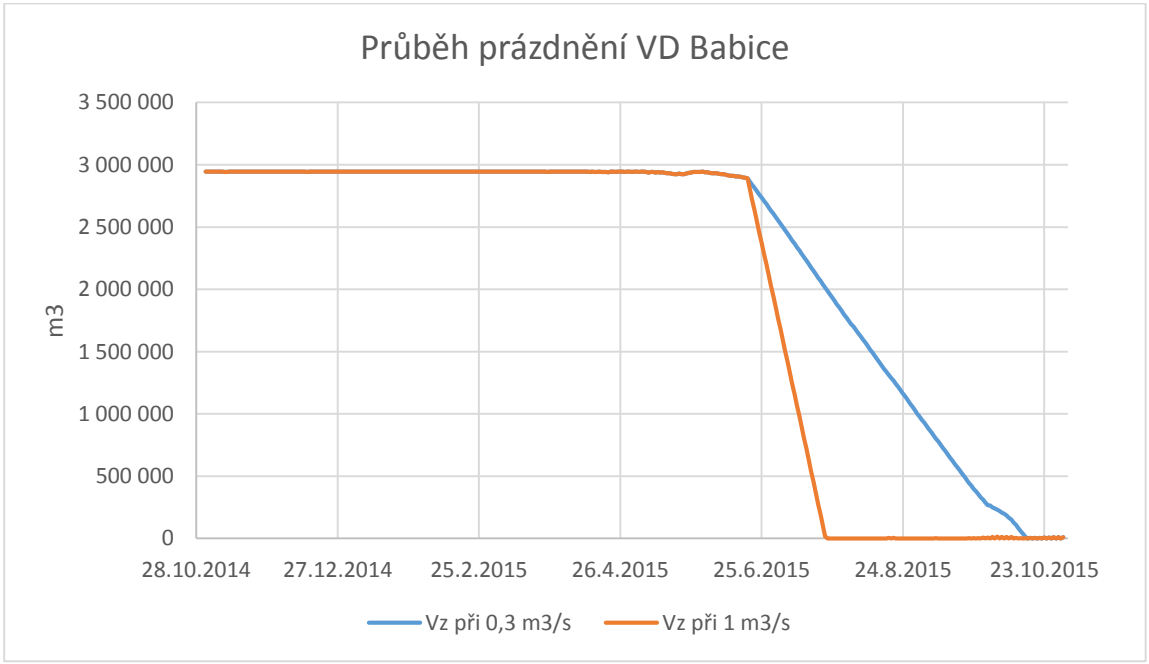


Obrázek 35: Průběh prázdnění VD Babice

Stejně jako v předchozí kapitole je uvedena situace i při druhém roce cyklu Dehtáře, je i tady níže uvedena. V této variantě se zvětšeným zásobním objemem dochází při nadlepšení průtoku o 0,3 $m^3.s^{-1}$ z nově uvažované nádrže na Babickém potoce k téměř uhájení zásobního objemu vody v Dehtáři i v málo vodném období.



Obrázek 36: Průběh objemu vody v Dehtáři s dotací v roce 2015 v opačném cyklu nádrže



Obrázek 37: Roční vodohospodářská bilance nádrže

6.4.3 Bilance VD Babice

Pro posouzení vhodnosti užití VD Babice jako zásobní nádrže pro rybník Dehtář je nutné zjistit, jestli je VD Babice schopné se napustit na zásobní hladinu, resp. zásobní objem, tedy na 422 m n. m., resp. 1 661 721 m^3 či 2 945 693 m^3. Posouzení bude provedeno od hydrologického roku 2013, tedy od 1. listopadu 2012 tak, aby bylo posouzení aspoň dva roky před inkriminovaným suchým rokem, kdy bylo vody nedostatek. V roce 2013 byla v ČR povodeň, kdy byly zvýšené průtoky v tocích, proto bude také provedeno posouzení od konce povodně v roce 2013, protože může být zajímavé, jak je vodní nádrž schopná se napustit a držet hladinu stálého nadržení mezi obdobím se zvýšenými průtoky a obdobím sucha, tedy se sníženými průtoky. Níže uvedené modely ukazují velikost přítoků do nádrže analogicky odvozené od Bezdrevského potoka, velikost výparu z vodní hladiny, jalovou vodu, tj. vodu, která přiteče do nádrže, ale není v nádrži nijak využita, a průběh objemu vody v nádrži ve dvou variantách. První varianta nádrž se začne napouštět od 1. listopadu 2012 (viz Obrázek 38). Druhá varianta nádrž se začne napouštět od odeznění kulminačního průtoku 20. června 2013(viz Obrázek 39). Celý model je proveden jednoduchou bilanční rovnicí.

$$V_{zi} = (P - O) + V_{zi-1}$$

Kde:

$$P - O = Q_p - (V_{transp} + Q_{min})$$

Kde: V_{zi} – Zásobní objem [m^3]

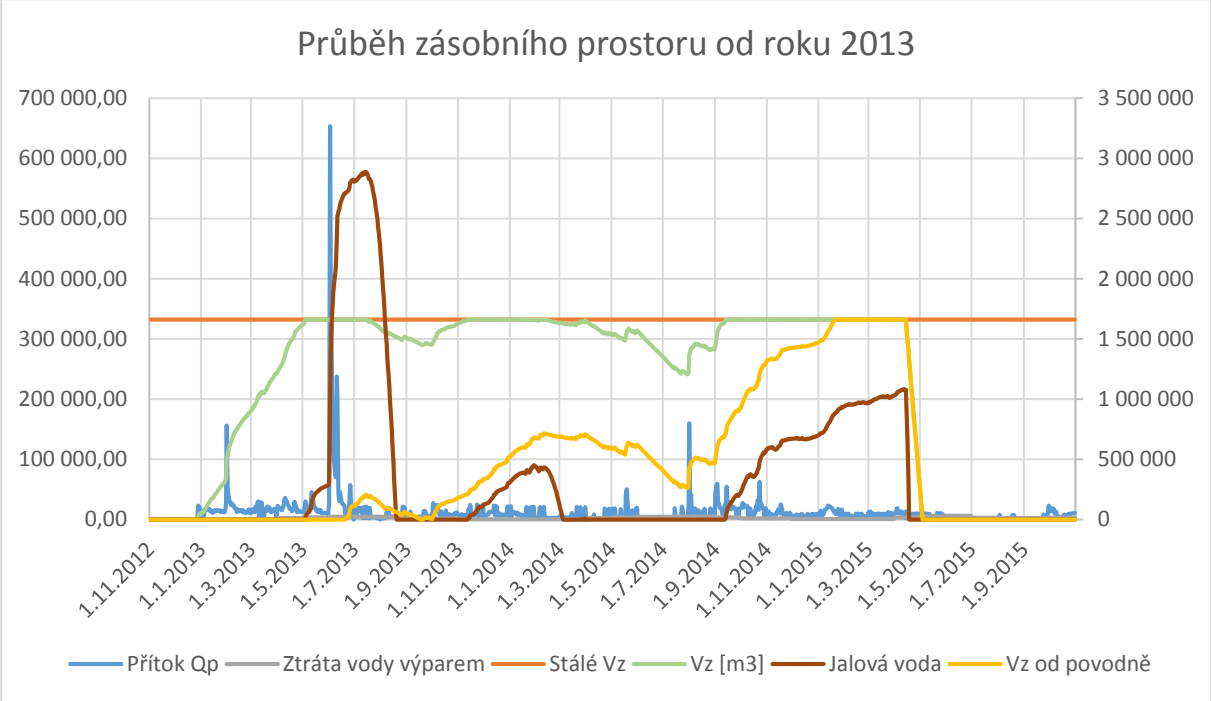
P – Celkový přítok [m^3]

O – Celkový odtok z nádrže [m^3]

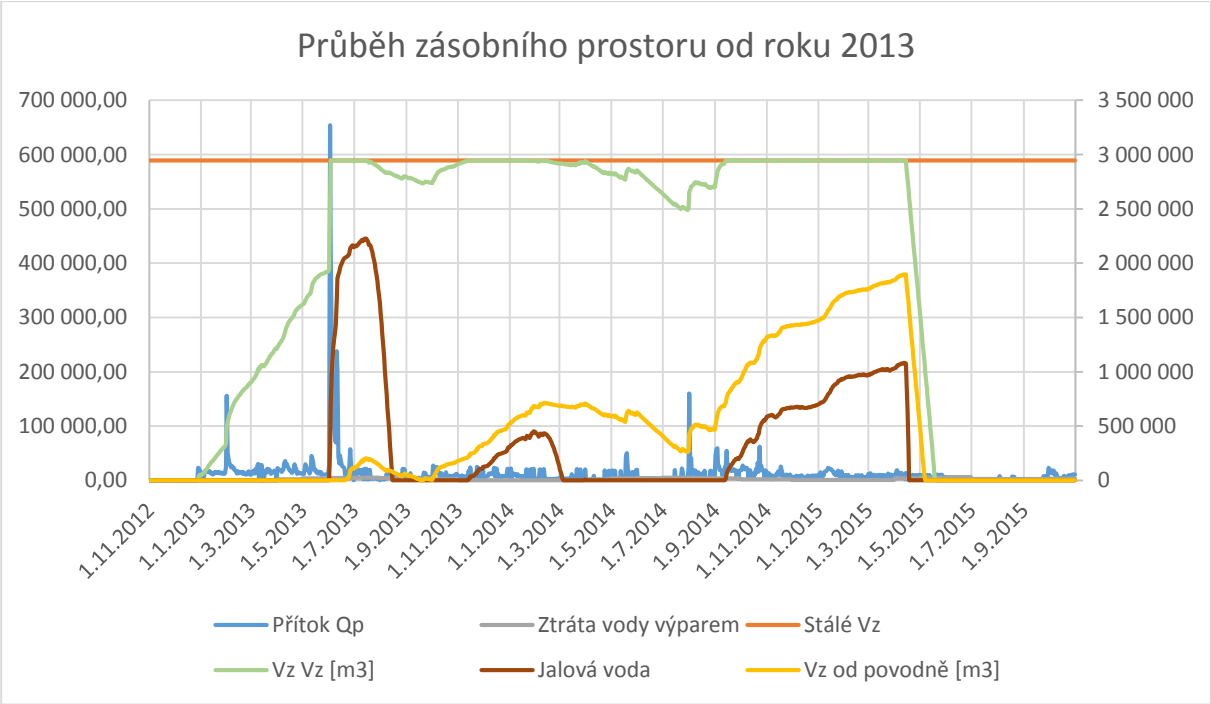
Q_p – Přítok z Babického potoka [m^3]

V_{transp} – Ztráta vody výparem s transpirací [m^3]

Q_{min} – Minimální odtok = 0,048 m^3



Obrázek 38: Průběh zásobního objemu při 1. variantě



Obrázek 39: Průběh zásobního objemu při 2. variantě

6.5 Zásobení Bezdreva z VD Lékařova Lhota

Zásobit Bezdrev ze zásobní nádrže v období sucha, tak jako v případě Dehtáře uvedeným výše, je jedna z dalších variant, která zde bude popsána.

Pro zásobení se využije uvažovaná nádrž Lékařova Lhota o zásobním objemu 1 864 731 m^3. Obrázek 40 ukazuje situaci z roku 2015 při simulaci dotaci ze zásobní nádrže, na které se ukazuje, že VD Lékařova Lhota by bylo schopné výrazně hájit zásobní objem v Bezdrevu v roce 2015. Níže uvedená situace je vyjádřená jednoduchou bilanční rovnicí.

$$V_{zi} = (P - O) + V_{zi-1}$$

Kde:

$$P - O = Q_p + Q_B - (V_{transp} + Q_{min})$$

Kde: V_{zi} – zásobní objem Bezdreva [m^3]

P – Celkový přítok do Bezdreva [m^3]

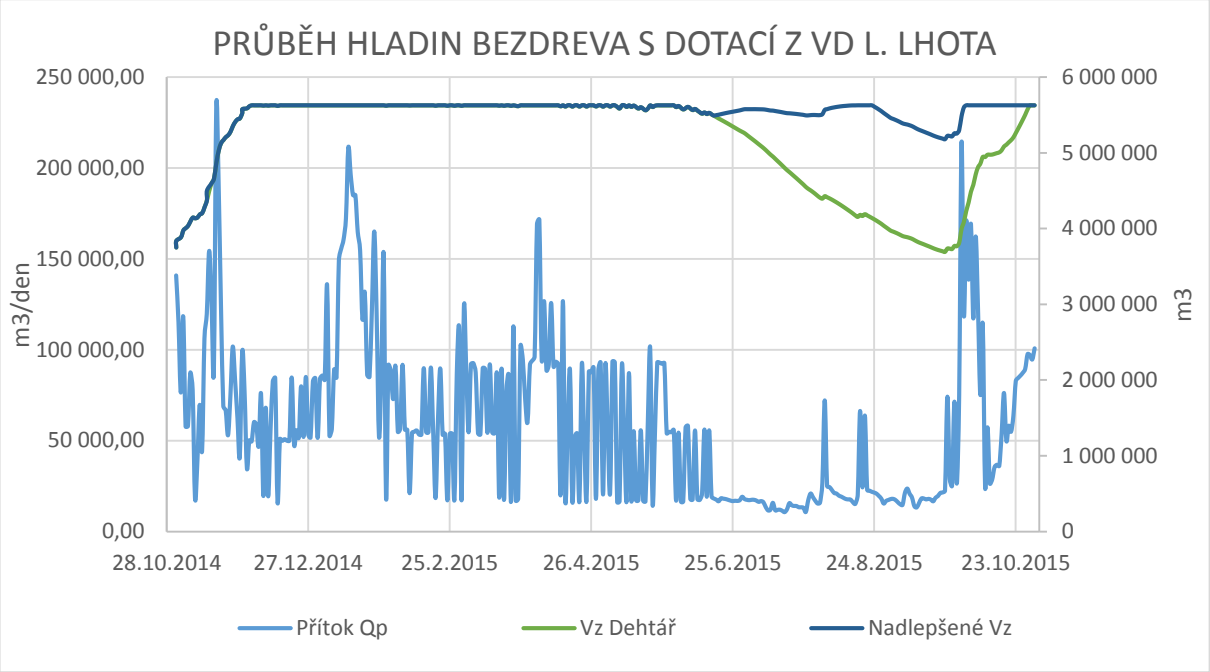
O – Celkový odtok z Bezdreva [m^3]

Q_p – Přítok do Bezdreva [m^3]

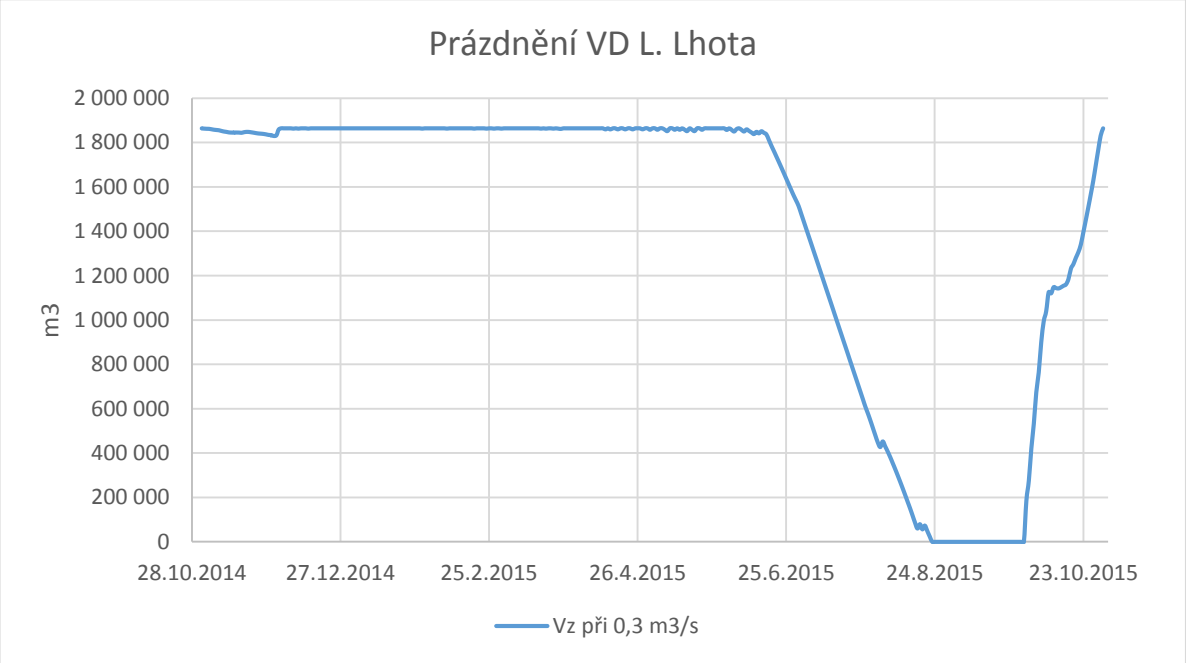
Q_B – Přítok z VD L. Lhoty [m^3]

V_{transp} – Ztráta vody výparem s transpirací [m^3]

Q_{min} – Minimální odtok z Bezdreva = 0,18 m^3



Obrázek 40: Zásobení Bezdreva z VD L. Lhota



Obrázek 41: Prázdnění VD L. Lhota

7 Zhodnocení

V předchozích kapitolách byly popsány jednotlivé způsoby opatření pro zajištění dostatečného množství vody v rybnících. Byla to tato opatření: využití vody z JE Temelín pro chlazení, přečerpání vody z Vltavy do rybníka Bezdrev a vybudování zásobní nádrže pro rybník Dehtář.

Využití vody z chladicí vody z JE Temelín je velice efektivní způsob dotace potřebné vody pro rybníky v období nedostatku. Voda z JE Temelína by mohla sloužit i mimo období hydrologického sucha, kdy by se využila pro zvýšení přítoku do chovných rybníků v době jejich napouštění a tím by urychlila napouštění. To by znamenalo, že by rybníky mohly být v jednoletém cyklu hospodaření namísto dvouletého cyklu, a tím by se zvýšila produkce ryb na soustavě. Po technické stránce by zavedení této varianty neznamenalo téměř žádné technické úpravy na objektech a dílech rybniční soustavy, jediné, co se musí vybudovat, je potrubí odvádějící část vody z terciálního okruhu do Dvořičského potoka. Dříve se už s touto možností uvažovalo a zástupci elektrárny byli nakloněni tomuto projektu. Důležitým faktorem, proč nepřistoupit k této variantě, může být obava z veřejného mínění, které by nemuselo správně pochopit, že voda použita pro zásobení rybníků je voda stejná, jako je ve Vltavě a nijak nepoužita k jaderným procesům v elektrárně.

Přečerpání vody z Vltavy do rybníka Bezdrev je varianta pro zásobení rybníka Bezdrev, Munického rybníka, rybníka Zvolenov Velký a rybníka Naděje. Tato varianta by znamenala zásobení pouze malé části soustavy, ale zato významné z hlediska produkce ryb. Z technického hlediska by se musela vybudovat čerpací stanice s čerpadlem na břehu Vltavy a od ní přívodní potrubí do rybníka Bezdrev, které by kopírovalo trasu Bezdrevského potoka. Toto opatření by se mohlo využít i pro změnu režimu u rybníků Bezdrev a Munický, kdy by se na těchto rybnících mohlo hospodařit s jednoletým cyklem, a tím by se zvýšila produkce ryb obdobně jako v předešlém případě. Tato varianta připadá v úvahu pouze pokud, se opustí od předešlé varianty, která dokáže zásobit i rybníky zásobené touto variantou, neboť při realizaci předešlé varianty tato varianta postrádá smysl.

Další opatření se zabývá Dehtářskou částí soustavy, v této části rybniční soustavy se nedá nikde vzít potřebná voda navíc, a proto nezbývá než si potřebnou vodu naspořit během dostatečně vodných let do nově zbudované zásobní nádrže. Uvažovaná zásobní nádrž leží na Babickém potoce

nad rybníkem Dehtář, který je druhým největším rybníkem celé hlubocké soustavy. Princip je takový, že během dostatečně vodných let se v zásobní nádrži naakumuluje dostatečné množství vody, které se v období sucha využije k dotaci objemu vody v rybníku Dehtář tím, že se zásobní nádrž vypustí do Dehtáře. Tato zásobní nádrž by mohla sloužit v dostatečně vodném období pro účely sportovního rybolovu, to by zajistilo využití nádrže i v době, kdy ji nebude potřeba vypustit pro účely zásobování. Tato varianta je ze všech variant zmíněných v této práci asi nejvíce problematická a ekonomicky nákladná. K vybudování takovéto zásobní nádrže bude potřeba vykoupit rozsáhlé pozemky, na kterých by se měla budoucí nádrž rozkládat. Vykoupit bude potřeba minimálně 44 ha, což už samo o sobě je dost finančně náročné, nehledě na náklady na vybudování nádrže samotné. Dalším nepříznivým faktorem může být nepřízeň obyvatel obce Strýčice, kterým by se nemuselo líbit, že jim vznikne nad jejich domovem vodní dílo o rozloze 44 ha. Vzhledem k náročnosti a nákladnosti nebude možné zhotovit tuto variantu bez nějaké formy dotace, ať už ze strany státu nebo z evropských fondů.

Jedna z dalších možností jak zajistit potřebnou vodu v období sucha v hlavním rybníku soustavy je vytvoření nové zásobní nádrže, konkrétně v oblasti u Lékařovy Lhoty. Simulace na situaci z roku 2015 ukazuje, že by tato nádrž byla schopná zásobit Bezdrev potřebnou vodou. Provedení této varianty bude ovšem dosti problematické oproti zbudování čerpaní z Vltavy do Bezdreva po ekonomické stránce. Bude nutno vykoupit potřebné pozemky o patřičné velikosti minimálně 37 ha.

Zhodnocením tří výše popsaných řešení se jako nejvhodnější provedení jeví první varianta, tedy zásobení z JE Temelín v ideálním případě s kombinací zhotovení zásobní nádrže na rybníku Dehtář. Tím by zajištění rybochovné funkce soustavy v období sucha bylo co největší, resp. by postihlo nejvíce možných rybníků. Zbudování nové nádrže u Lékařovy Lhoty je s porovnáním vybudování čerpací stanice na Vltavě dosti neefektivní.

8 Závěr

Úkolem této práce bylo najít a zhodnotit vodohospodářské řešení z hlediska zajištění rybochovné funkce rybniční soustavy v rozsahu dostupných podkladů, která by měla posloužit provozovateli jako podklad pro budoucí řešení.

Rozsah práce se zabývá hledáním a následným popsáním možnosti zajištění dostatečného množství vody pro chovné rybníky tak, aby byla zajištěna jejich rybochovná funkce. Řešené varianty jsou pouze dílčí vůči celé soustavě, kdy postihují pouze určitou část soustavy rybníků. Zajištění dostatečných objemů vody ve všech rybnících soustavy se nejeví v případě období náhlého sucha jako možné.

Jedna možnost řešení je dotování rybniční soustavy z jaderné elektrárny Temelín využitím chladicí vody načerpané z řeky Vltavy, kterou by se gravitačně zásobily rybníky pod elektrárnou. Konkrétně rybníky v okolí Dívčic a Hluboké. Tímto opatřením by bylo zajištěno zásobení velké části rybníků ze soustavy v období nedostatku vody v rybnících.

Další část této práce je možnost čerpat vodu z Vltavy přímo do Bezdreva, touto metodou by bylo možné zajistit zásobní objemy na rybnících Bezdrev, Munický, Zvolenov Veliký a Naděje. Posouzení bylo provedeno na rok 2015, kdy hlubockou rybniční soustavu postihlo významné hydrologické sucho. Posouzen byl i opačný cyklus dotčených rybníků. K posouzení této možnosti byly využity analogicky odvozené průtoky z roku 2015, údaje byly odvozeny z limnigrafické stanice na Bezdrevském potoce ve městě Netolice. Dále byla přešetřena velikost možných odběrů z řeky Vltavy v roce 2015, k tomu posloužily údaje z limnigrafické stanice v Českých Budějovicích za rok 2015.

Na části soustavy na Dehtářském potoce bylo zvoleno takové řešení, které zajistí potřebný objem vody pouze pro rybník Dehtář, jež je v dané části soustavy nejvýznamnější a v celé hlubocké soustavě z hlediska produkce ryb druhý nejvýznamnější. Řešením je vybudování nové zásobní nádrže nad rybníkem Dehtář na Babickém potoce, který by v letech nedostatečně vodných tento rybník

zásobil. Nová nádrž je uvažována ve dvou variantách, jedna čistě přehrazená varianta a druhá s prohloubeným prostorem zátopy. Pro nové vodní dílo byly odvozeny m-denní a N-leté průtoky z profilu hráze rybníka Dehtář. Modelový rok 2015 byl nasimulován z dat z blízké limnigrafické stanice na Bezdrevském potoce ve městě Netolice. Simulování bylo provedeno i v opačném cyklu rybníka Dehtář. Dále byla provedena bilance nového vodního díla od listopadu 2012 a po povodni v roce 2013, konkrétně od 20. června. Tato bilance měla prokázat schopnost nové nádrže napustit se a udržet potřebné množství zásobní vody až do doby, kdy bude potřeba, tedy do roku 2015.

Poslední část této práce se zabývala zhodnocením výše uvedených možností řešení. Zhodnocením všech tří výše popsaných řešení se jako nejvhodnější provedení jeví první varianta, tedy zásobení z JE Temelín v ideálním případě s kombinací zhotovení zásobní nádrže na rybníku Dehtář tak, aby zajištění rybochovné funkce soustavy v období sucha bylo co největší, resp. aby postihlo nejvíce možných rybníků.

Práce měla za cíl najít a zhodnotit takové varianty řešení, které by zajistily zachování rybochovné funkce rybniční soustavy. Taková řešení byla nalezena a i hodnocena. Nejefektivněji se jeví možnost zásobení rybníků z JE Temelín, která by zajistila největší pokrytí v soustavě z řešených variant. Jako nejméně efektivní se naopak jeví možnost zbudování zásobní nádrže na Bezdrevském potoce. Tato nádrž obslouží stejné rybníky jako varianta čerpání potřebné vody z Vltavy, kdy zbudování čerpací stanice na břehu Vltavy a přívodního potrubí do rybníka Bezdrev bude snadněji a rychleji proveditelné, než výstavba nového rybníka. Na straně soustavy na Dehtářském potoce bylo nalezeno jediné řešení, a to zbudovat novou zásobní nádrž a s ní dotovat nedostatek vody v rybníce Dehtář, který je jedním z hlavních produkčních rybníků celé soustavy.

9 Reference

1. **Beran, Varel Vrána a Jan.** *Rybníky a účelové nádrže.* Praha : Česká technika - nakladetelství ČVUT, 2008. 978-80-01-04002-7.

2. **Rybářství Hluboká cz s.r.o. [Online] SWINSION, 2015. [Citace: 24. Listopad 2016.]**

3. Charakteristiky toků a povodí ČR. *VÚV TGM.* [Online] 2006. [Citace: 21. Duben 2016.] http://www.dibavod.cz/24/charakteristiky-toku-a-povodi-cr.html.

4. Jelínek, Jakub. Bezdrevský potok. *kct-tabor.* [Online] 2012. [Citace: 21. Duben 2016.] http://www.kct-tabor.cz/gymta/Vltava/BezdrevskyPotok/index.htm.

5. —. Dehtářský potok. *kct-tabor.* [Online] 2012. [Citace: 21. Duben 2016.] http://www.kct-tabor.cz/gymta/Vltava/DehtarskyPotok/index.htm.

6. POUZAR, FRANTISEK. rybnikarstvi.pdf . [Online] 5. Červen 2003. [Citace: 14. Listopad 2016.] http://dasti.net/pro/rybnikarstvi.pdf.

7. a.s., Vodní díla - TBD. Manipulační řád pro vodní dílo rybník Bezdrev. Praha : autor neznámý, 2008.

8. Geoprolhížeč. *Geoportál ČÚZK* . [Online] [Citace: 24. Listopad 2016.] http://geoportal.cuzk.cz/geoprohlizec/.

9. Dehtář. *Wikipedie.* [Online] 8. Září 2016. [Citace: 24. Listopad 2016.] https://cs.wikipedia.org/wiki/Deht%C3%A1%C5%99.

10. ČHUM. Český hydrometeorologický ústav. *http://portal.chmi.cz/.* [Online] Prosinec 2015. [Citace: 17. Duben 2016.] http://portal.chmi.cz/files/portal/docs/meteo/ok/SUCHO/zpravy/Sucho_2015_srpen_2016.pdf .

11. ČSN 75 2410 Malé vodní nádrže. 2011.

12. Archiv - České Budějovice. ***In-počasí.*** **[Online] [Citace: 3. Září 2016.] http://www.in-pocasi.cz/archiv/stanice.php?stanice=ceske_budejovice&historie_bar_mesic=11&historie_bar_rok=2015&typ=srazky.**

13. Česko (Československo). Ministerstvo lesního a vodního hospodářství. ***Směrný vodohospodářský plán České socialistické republiky.*** **Praha : Státní zemědělské nakladatelství.**

14. SIGMA GROUP a.s. [Online] AITOM Group s.r.o., 2016. [Citace: 11. Červen 2016.] http://www.sigmagroup.cz/produkty/bqo.

10 Seznam tabulek

Tabulka 1: Seznam rybníků v řešeném území 8

Tabulka 2: Charakteristické čáry rybníka Bezdrev 16

Tabulka 3: Procentuální rozdělení ročního výparu (11) 24

Tabulka 4: Průměrné měsíční teploty pro rok 2015 (12) 24

Tabulka 5: Výsledné hodnoty výparu z volné hladiny pro rok 2015 25

Tabulka 6: Rybníky, které je možné napájet z JE Temelín 34

Tabulka 7: Charakteristika nádrže 43

Tabulka 8: Charakteristika nádrže Var. B 45

Tabulka 9: M-denní průtoky v profilu hráz rybníka Babický 46

Tabulka 10: N-leté průtoky v profilu hráz rybníka Babický 47

Tabulka 11: Ztráta vody výparem 49

Tabulka 12: Charakteristika nádrže 53

Tabulka 13: M-denní průtoky v profilu hráz rybníka Lékařova Lhota 54

Tabulka 14: N-leté průtoky v profilu hráz rybníka Lékařova Lhota 55

Tabulka 15: Ztráta vody výparem 56

11 Seznam obrázků

Obrázek 1: Mapa s vyznačenými řešené soustavy rybníky 12

Obrázek 2: Trasa Bezdrevského potoka (4) 13

Obrázek 3: Trasa Dehtářského potoku (5) 14

Obrázek 4: Poloha rybníka Bezdrev a Munického rybníka (8) 15

Obrázek 5: Charakteristika rybníka Bezdrev 17

Obrázek 6: Rybník Bezdrev (2) 17

Obrázek 7: Poloha rybníka Dehtář (8) 19

Obrázek 8: Rybník Dehtář (2) 20

Obrázek 9: Úhrn srážek od 1. 1. 2015 do 31. 10. 2015 v % normálu 1981–2010. (10) 21

Obrázek 10: Stanovení denního výparu z vodní hladiny (1) 22

Obrázek 11: Orientační hodnoty průměrného ročního výparu z volné hladiny v závislosti na nadmořské výšce (11) 23

Obrázek 12: Průběh průměrného měsíčního tlaku vodní páry a relativní vlhkosti vzduchu (10) 25

Obrázek 13: Roční vodohospodářská bilance Bezdreva 28

Obrázek 14: Roční vodohospodářská bilance Munického rybníka 28

Obrázek 15: Roční vodohospodářská bilance Dehtáře 30

Obrázek 16: Vyznačené rybníky, které je možné napájet z JE Temelín 35

Obrázek 17: Schéma zásobení z JE Temelín 36

Obrázek 18: Situace v hydrologickém roce 2015 při uvážení čerpání 38

Obrázek 19: Posouzení možných odběrů z Vltavy v době čerpání 40

Obrázek 20: Situace v hydrologickém roce 2015 při uvážení čerpání a opačném cyklu nádrží 41

Obrázek 21: Čára zatopených plocha a objemů 44
Obrázek 22: Čára zatopených plocha a objemů Var. B 45
Obrázek 23: Čára překročení M-denních průtoků 47
Obrázek 24: Čára opakování N-letých průtoků 48
Obrázek 25: Měsíční hydrologická bilance 52
Obrázek 26: Čára zatopených ploch a objemů 53
Obrázek 27: Čára překročení M-denních průtoků 54
Obrázek 28: Čára opakování N-letých průtoků 55
Obrázek 29: Měsíční hydrologická bilance 59
Obrázek 30: Průběh objemu vody v Dehtáři 61
Obrázek 31: Průběh prázdnění VD Babice 62
Obrázek 32: průběh objemu vody v sudém roce 63
Obrázek 33: Průběh prázdnění VD Babice v sudém roce 63
Obrázek 34: Průběh objemu vody v Dehtáři s dotací v roce 2015 64
Obrázek 35: Průběh prázdnění VD Babice 65
Obrázek 36: Průběh objemu vody v Dehtáři s dotací v roce 2015 v opačném cyklu nádrže 66
Obrázek 37: Roční vodohospodářská bilance nádrže 66
Obrázek 38: Průběh zásobního objemu při 1. variantě 68
Obrázek 39: Průběh zásobního objemu při 2. variantě 68
Obrázek 40: Zásobení Bezdreva z VD L. Lhota 70
Obrázek 41: Prázdnění VD L. Lhota 70