



ČESKÉ VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V PRAZE

Fakulta stavební

Katedra hydromeliorací a krajinného inženýrství

Thákurova 7, 166 29 Praha 6

„Optimalizace stavu vodních ekosystémů v povodí Robečského potoka II“



Praha, listopad 2009

Obsah

1	Úvod	3
2	Cíl a struktura studie, informace o pracovním týmu	4
	Návrh opatření	4
3	Dokumentační a rozborová část	6
3.1	Kvantifikace znečištění z plošných zdrojů	6
3.1.1	Identifikace plošných zdrojů znečištění	6
3.1.2	Posouzení množství a vlastností sedimentů ve vodních nádržích	18
3.1.3	Odhad zásob fosforu v půdách v zájmovém území	26
3.1.4	Odhad vlivu možné dotace sedimentu a fosforu z lesních pozemků	29
3.2	Kvantifikace znečištění z bodových zdrojů	30
3.2.1	Terénní průzkum bodových zdrojů na březích Máchova jezera	31
3.2.2	Terénní průzkum bodových zdrojů v povodí Robečského potoka	33
3.2.3	Břehyňský potok	36
3.2.4	Intravilán města Doksy	37
3.2.5	Menší sídla a obce v zájmovém území	41
3.2.6	Stoková síť a ČOV Staré Splavy	43
3.2.7	Další potenciální bodové zdroje v povodí	50
3.2.8	Sezónní změny vypouštění odpadních vod	52
3.2.9	Závěry	54
3.3	Znečištění z provozování malých vodních nádrží	54
3.3.1	Tvorba sedimentu v rybochovných nádržích	54
3.4	Kvantifikace znečištění, reaktivizovaného přímo ve vodních nádržích	56
3.4.1	Množství a kvalita sedimentu v nádržích	56
3.4.2	Prostorové rozložení sedimentu v nádržích	56
3.4.3	Obsah fosforu v sedimentu sledovaných nádrží a potenciální rizika	56
3.5	Sestavení hydrologické bilance povodí	58
3.5.1	Průtoková data	58
3.5.2	Průtoky v jednotlivých měrných profilech	60
3.5.3	Průtokový režim území	67
3.5.4	Průtokový režim nádrží	68
3.5.5	Shrnutí výsledků hydrologické bilance	71
3.6	Návrh a realizace operativního monitoringu v rámci řešení studie	71
3.6.1	Měření průtoků	71
3.6.2	Odběry vzorků vody pro chemické analýzy	84
3.6.3	Dlouhodobé vzorkování vody v profilu Robečský potok – obec Okna	91
3.7	Sestavení celkového modelu	95
3.7.1	Základní předpoklady	95
3.7.2	Bodové zdroje	96
3.7.3	Plošné zdroje	97
3.7.4	Resuspendace sedimentu a reaktivace živin v nádržích	98
3.7.5	Hydrologická bilance	99
3.7.6	Odhad celkové kvantifikace jednotlivých zdrojů	99
3.7.7	Shrnutí bilance	100
4	Návrh opatření	102
4.1	Plošné zdroje	102
4.1.1	Protierozní opatření	102
4.1.2	Možnosti budování záchytných ochranných předzdrží u nádrží v povodí	105

4.1.3	Možnosti budování ponořených stupňů na přítocích vodních nádrží v zájmovém území	106
4.1.4	Posouzení nutnosti odbahnění a dalších zásahů v prostoru Dokeské zátoky.....	109
4.1.5	Návrh ploch k realizaci protierozních opatření v povodí na zemědělské půdě a v lesích	113
4.2	Bodové zdroje	116
4.2.1	Přečerpávací stanice splaškových vod	116
4.2.2	Opatření na kanalizační síti	116
4.2.3	Návrh řešení problematiky ostatních menších bodových zdrojů znečištění v zájmovém území	117
4.3	Rybníky	119
4.3.1	Způsoby odbahnění	119
4.3.2	Alternativní způsoby ošetření sedimentu	120
4.3.3	Návrh způsobu rybářského hospodaření na rybnících	122
4.3.4	Návrh nutnosti odbahnění rybníků v zájmovém území z hlediska ochrany kvality vody v Máchově jezeře	124
4.3.5	Odhad vlivu navržených opatření na rybnících na kvalitu vody v Máchově jezeře	128
4.3.6	Posouzení možného vlivu odbahnění rybníků v zájmovém území na kvalitu podzemních vod	129
4.4	Ovlivnění hydrologické bilance a odtokových poměrů v povodí	129
4.4.1	Rámcový návrh revitalizace toků a krajiny v zájmovém území s ohledem na zadržení vody v krajině a posouzení efektu takových opatření	129
4.5	Návrh monitoringu	130
4.5.1	Doporučené lokality	130
4.5.2	Doporučené ukazatele, četnost jejich stanovování a doporučená metodika	131
4.5.3	Kalkulace nákladů na pořízení a provozování monitoringu.....	132
4.5.4	Závěr.....	133
4.6	Rekapitulace návrhu opatření	133
5	Závěr.....	137
6	Seznam obrázků:	139
7	Seznam tabulek:	141
8	Fotografická dokumentace	143
9	Grafické přílohy	149

1 Úvod

V roce 2008 byla zpracována kolektivem pracovníků katedry hydromeliorací a krajinného inženýrství Fakulty stavební ČVUT v Praze studie „Optimalizace stavu vodních ekosystémů v povodí Robečského potoka“. Cílem této studie bylo shromáždění dostupných informací a jejich analýza pro výše uvedené lokality a na základě vyhodnocení těchto dat posouzení potřeby dalších výzkumů, experimentálních prací, doplnění monitoringu a doplnění dat tak, aby bylo možno zpracovat návrh realizace opatření v povodí i na jednotlivých částech zvláště chráněných území. Výsledkem by měla být eliminace negativních jevů (např. eroze, eutrofizace, zanášení nádrží sedimenty) na ekosystémy v zájmovém území.

Konkrétně se jednalo o vyhodnocení stavu ekosystémů na rybnících Břehyně a Máchovo jezero a NPP Swamp, včetně vlivu odtokových poměrů a vodního režimu v povodí Robečského potoka.

Plošný rozsah studie byl definován v zadání jako povodí Robečského potoka (č.h.p.1-14-03-067) včetně rybníků Břehyně, Máchovo jezero a NPP Swamp do závěrového profilu – hráz Máchova jezera v k.ú.Doksy, okres Česká Lípa, Liberecký kraj.

V úvodní části studie byly uvedeny hlavní informace o zkoumané oblasti z hlediska morfologických poměrů, klimatických poměrů, popis hydrografické sítě (vodních toků a nádrží), informace o kvalitě vody, přehled bodových a plošných zdrojů znečištění v území, informace o monitoringu kvality vody v povodí Robečského potoka, popis půdních a geologických poměrů, informace související se zemědělskou výrobou (využívání pozemků, vodní eroze, odvodnění zemědělských pozemků), lesní hospodářství, rybářství, stav vodních ekosystémů (saprobita a trofie nádrží, zooplankton a fytoplankton), sedimenty v nádržích, sídla v povodí, ÚSES, ptačí oblasti EVL, ZCHÚ (maloplošné a velkoplošné).

Všechny tyto informace byly zpracovány na základě dostupných materiálů o zkoumaném povodí.

V rámci této studie bylo dále shromážděno, zdokumentováno a prostudováno celkem 79 materiálů, z toho 18 dokumentů týkajících se Břehyňského rybníka, 30 dokumentů týkajících se Máchova Jezera, 7 dokumentů týkajících se NPP SWAMP, 20 dokumentů týkajících se Novozámeckého rybníka a 4 materiály týkající se krajských koncepcí, ochrany přírody, rozvoje vodovodů a kanalizací apod.

Z každého materiálu byl ve studii proveden výtah nejdůležitějších informací, zpracovatel dokumentu, doba zpracování.

Shromáždění všech dostupných podkladů a jejich vyhodnocení v rámci studie, zpracované v roce 2008 sloužilo jako příprava pro zpracování komplexní studie, která navazuje na předcházející práce a jejímž cílem je návrh opatření na zlepšení stavu vodních ekosystémů v povodí Robečského potoka.

2 Cíl a struktura studie, informace o pracovním týmu

Cíl studie byl definován velmi podrobně v zadání objednatelem studie, jímž je Agentura ochrany přírody a krajiny ČR, Nuselská 39/236, 140 00 Praha 4, a to jako „návrh opatření na zlepšení stavu vodních ekosystémů v povodí Robečského potoka. S ohledem na výsledky studie z roku 2008 budou kvantifikovány a kvalifikovány přenosy živin v celém zájmovém povodí Robečského potoka k profilu hráze Máchova jezera v k. ú. Doksy včetně kvality odtékající vody. Na základě výsledků dokumentační a rozborové části (analýz, monitoringu a určení významnosti jednotlivých zdrojů znečištění) bude specifikován návrh opatření a míra nejistoty funkčnosti navržených opatření.“

Vzhledem k tomu, že v mapových podkladech se názvy hlavních toků liší, je ve studii používáno důsledně následujících názvů – Břehyňský potok (odtok vody z rybníka Břehyně ústící do Břehyňské zátoky Máchova jezera) a Robečský potok (používaný název je též Okenský nebo Dokeský potok, protékající obcemi Okna, Obora a městem Doksy a ústící do Dokeské zátoky Máchova jezera).

Studie je zpracována ve dvou částech, první tvoří Dokumentační a rozborová část, druhou pak Návrhová část. Podrobnější členění struktury studie je následující:

Dokumentační a rozborová část

- Kvantifikace znečištění z plošných zdrojů
- Kvantifikace znečištění z bodových zdrojů
- Znečištění z provozování malých vodních nádrží
- Kvantifikace znečištění, reaktivizovaného přímo ve vodních nádržích
- Sestavení hydrologické bilance povodí
- Návrh a realizace monitoringu
- Sestavení celkového modelu

Návrh opatření

- Plošné zdroje
- Bodové zdroje
- Rybníky
- Ovlivnění hydrologické bilance a odtokových poměrů v povodí

Vzhledem k velice širokému a multidisciplinárnímu záběru studie navázal zpracovatel studie kontakt s řadou odborníků, kteří se touto problematikou dlouhodobě zabývají. Studii řešil zpracovatelský tým ve složení:

- Fakulta stavební ČVUT, katedra hydromeliorací a krajinného inženýrství, Thákurova 7, 166 29 Praha 6
 - Doc. Ing. Karel Vrána, CSc. – vedoucí řešitelského týmu
 - Ing. Martin Dočkal, Ph.D.
 - Ing. Václav David, Ph.D.
 - Ing. Josef Krása, Ph.D.
 - Doc. Dr. Ing. Tomáš Dostál

- Ing. Adam Vokurka, Ph.D.
- Ing. Petr Koudelka, Ph.D.

- Fakulta stavební ČVUT, katedra zdravotního inženýrství, Thákurova 7, 166 29 Praha 6
- Ing. Marcela Synáčková, CSc.

- ENKI, o.p.s., Dukelská 145, 379 01 Třeboň I
 - RNDr. Richard Faina

- Povodí Ohře, s.p., Novosedlická 758, 415 01 Teplice (Emil Janeček – laboratorní rozbor vzorků vody, půdy, sedimentu)

- Ing. Jana Veselá (fyzická osoba) – odběry a rozborů půdních vzorků

- Ing. Martin Dušek (fyzická osoba)

- Ing. Václav Šrédli (konzultant)

Řada informací pro zpracování této studie byla získána od Obecně prospěšné společnosti Máchovo jezero, která od roku 2007 hraje důležitou roli v péči o Máchovo jezero a znalosti místní problematiky jejích členů je nenahraditelná. Její hlavní náplní je koordinace a průběžné zajišťování činnosti, které směřují k udržení čistoty vody v jezeře (např. aplikace látky PAX 18, poaplikační monitoring, dlouhodobý monitoring fauny a flóry), k ochraně přírody a k udržení podmínek pro tradiční rekreaci (vytváření a podpora projektů ekoturismu). K výkonu těchto cílů má dostatečné technické i personální zázemí. V této souvislosti je výhodné využít zkušenosti a potenciálu.

3 Dokumentační a rozborová část

3.1 Kvantifikace znečištění z plošných zdrojů

Cílem práce v této části bylo určit, jaké množství fosforu přichází do hydrografické sítě a vodních nádrží z plošných zdrojů. Za plošné zdroje fosforu v zájmovém území jsou považovány především erozní procesy na zemědělské půdě a bylo třeba prověřit i případný vnos z lesních pozemků. Práce zahrnovaly jak terénní část, spočívající v průzkumech, odběrech vzorků a měření, tak část predikční, zahrnující především matematickou simulaci erozních a transportních procesů v povodí.

Struktura této kapitoly podle jednotlivých jejích bodů odpovídá doporučením, obsaženým v analytické části studie, zpracované pro zájmové území v roce 2008 a zahrnuje v zásadě identifikaci plošných zdrojů znečištění – posouzení erozních a transportních procesů v zájmovém území, dále pak posouzení původu depozit sedimentu ve vodních nádržích v řešeném povodí, odhad potenciálu plošného znečištění podle obsahu živin v půdách v zájmovém území a nakonec posouzení možného transportu sedimentu z lesních pozemků, které pokrývají významnou část zájmového území.

3.1.1 Identifikace plošných zdrojů znečištění

Cílem této části je vytvoření mapy ztráty půdy na zemědělských pozemcích v řešeném území, sestavení schématu transportu sedimentu řešeným povodím a kvantifikace množství sedimentu, deponovaného v jednotlivých vodních nádržích v řešeném povodí (tato otázka je podrobně řešena v následující kapitole 3.1.2).

Celé řešené území je definováno povodím Robečského potoka po úroveň hráze Máchova jezera a je tvořeno následujícími pěti povodími IV. řádu ČHP 1-14-03-063, 1-14-03-064, 1-14-03-065, 1-14-03-066, 1-14-03-067.

Celková plocha řešeného území včetně několika kilometrů čtverečních k závěrovému profilu povodí 1-14-03-067 ČHP pod hrází Máchova jezera činí 100,08 km². Z toho plocha ZPF, definovaná jako zemědělské pozemky, činí 30,31 km². Nejvíce ohrožená orná půda je soustředěna téměř výhradně v povodích na levém břehu Robečského potoka a významné povodí Břehyňského potoka (ČHP 1-14-03-066) neobsahuje ornou půdu žádnou. Tyto údaje vychází jednak z databáze zemědělských pozemků LPIS, která byla pro výpočet erozní ohroženosti v rámci studie využita jako zásadní podklad, dále z mapového podkladu ZABAGED a z vlastního terénního průzkumu, kterým byla správnost databáze ověřena, případně byly údaje aktuálně doplněny podle skutečného stavu.

3.1.1.1 Metodika výpočtu ztráty půdy a transportu sedimentu

Ztráta půdy byla řešena pomocí Univerzální rovnice ztráty půdy (USLE), která je standardním nástrojem používaným pro podobné úlohy v ČR. Vysoká míra podrobnosti řešení byla zajištěna zpracováním v rastrovém GIS, kdy jednotlivé podklady byly (v závislosti na jejich zdrojové polohové přesnosti) připravovány v rozlišení 5 m a průměrný roční smyv na jednotlivých pozemcích je tedy alokován pro jednotlivé dílčí partie zemědělských pozemků v uvedeném rozlišení.

Prvním zásadním podkladem pro odhad sklonitosti a preferenčních drah povrchového odtoku je digitální model terénu (DMT). Ten byl v rozlišení 5 m připraven z vektorové mapy ZABAGED (1:10 000) standardním postupem v prostředí ArcGIS. Dalším podkladem je vrstva pozemků pro určení řešených ploch a pro výpočet ochranného vlivu vegetace. Výchozím materiálem pro stanovení hodnot faktoru ochranného vlivu vegetace v zájmovém území byla informační vrstva LPIS v digitální podobě (1 : 10 000). K dispozici byla verze z června 2008. Tato vrstva však obsahuje pouze zemědělské pozemky, přihlášené do dotačních programů jejich vlastníky. V případě zájmového území povodí Robečského potoka tak vrstva nezahrnovala několik menších pozemků při okrajích. Soulad databáze se skutečností byl verifikován terénním průzkumem.

Po zajištění těchto hlavních polohopisných podkladů bylo přistoupeno k přípravě datových vrstev potřebných jako vstupy do USLE. Tvar rovnice při vyloučení faktoru technických protierozních opatření P, jež nebyly v povodí zjištěny je následující

$$G = R \cdot K \cdot L \cdot S \cdot C ,$$

kde G je průměrná roční ztráta půdy ($t \cdot ha^{-1} \cdot rok^{-1}$),
R - faktor erozní účinnosti srážek, vyjádřený v závislosti na četnosti jejich výskytu, kinetické energii, intenzitě a úhrnu,
K - faktor erodovatelnosti půdy, vyjádřený v závislosti na textuře a struktuře ornice, obsahu organické hmoty a infiltrační schopnosti půdy,
L - faktor délky svahu, vyjadřující vliv nepřerušené délky svahu na velikost ztráty půdy,
S - faktor sklonu svahu, vyjadřující vliv sklonu svahu na velikost ztráty půdy,
C - faktor ochranného vlivu vegetačního pokryvu, vyjádřený v závislosti na druhu a vývoji vegetace a použité agrotechnice.

3.1.1.1.1 Faktor erozní účinnosti deště R

Jako optimální pro porovnání pozemků z hlediska ohroženosti byla zvolena konstantní hodnota erozního účinku srážek pro celé řešené území, neboť plošný rozsah území není dostatečný, aby bylo možno předpokládat výrazně odlišné návrhové přívalové srážky v jednotlivých částech povodí.

Podkladem pro určení hodnoty R faktoru pak byla Mapa dlouhodobého průměrného erozního účinku srážek pro ČR, odvozená v roce 2006 na řešitelském pracovišti Katedry hydromeliore a krajinného inženýrství FSv ČVUT v Praze. Hodnota faktoru R byla určena v GIS prostorovou statistikou jako prostý plošný průměr z hodnot faktoru R pro řešené povodí z uvedené mapy. Výsledná hodnota R faktoru pro řešené území činí $61 MJ \cdot ha \cdot cm^{-1} \cdot h^{-1} \cdot rok^{-1}$.

3.1.1.1.2 Faktor erodovatelnosti půdy K

Zdrojovým podkladem pro určení K faktoru ($t \cdot h \cdot MJ^{-1} \cdot cm^{-1}$) byla jako nejpřesnější dostupný podklad zvolena databáze BPEJ (vektorová mapa 1 : 5 000), respektive Hlavní půdní jednotka jako součást kódu BPEJ. Na základě hodnot HPJ je možno na základě platné metodiky přímo odvodit průměrné roční hodnoty faktoru erodovatelnosti půdy, což bylo zvoleno jako optimální postup.

Mapy BPEJ vychází z historických polohopisných podkladů a půdy jsou mapovány pouze na území zemědělského půdního fondu (ZPF). To přesně nekoresponduje se současnými pozemky evidovanými v databázi LPIS. Proto bylo nejprve třeba ruční editací a

automatickým rozšířením ploch BPEJ doplnit vrstvu HPJ i pro okraje pozemků originální vrstvou nepokryté. Zde byl východiskem předpoklad, že hodnoty HPJ jsou na okrajích standardně mapovaných ploch shodné s původními plochami. Z řešení tak nejsou vyloučeny okraje pozemků přesně neodpovídající původní databázi, chyba výpočtu je tak z hlediska K faktoru minimalizována.

Přehled hlavních půdních jednotek zastoupených v řešeném území a odpovídajících průměrných hodnot K faktoru dle platné metodiky je uveden v následující tabulce **Tab. 3.1-1**.

Tab. 3.1-1 Přehled HPJ v zájmovém území, jejich zastoupení a přiřazené hodnot faktoru K

HPJ zastoupené na řešeném území	K faktor dle metodiky (t.h.MJ ⁻¹ .cm ⁻¹)	Plocha HPJ (ha)	Podíl na celkové ploše ZPF (%)
8	0,49	19,6	0,79 %
9	0,60	13,3	0,53 %
10	0,53	64,9	2,60 %
11	0,52	166,4	6,66 %
13	0,54	113,1	4,53 %
14	0,59	1 708,8	68,42 %
15	0,51	14,4	0,58 %
16	0,51	0,0	0,00 %
21	0,15	44,5	1,78 %
28	0,29	1,5	0,06 %
30	0,23	118,3	4,74 %
31	0,16	156,3	6,26 %
37	0,16	5,4	0,21 %
40	0,24	6,4	0,25 %
41	0,33	0,0	0,00 %
43	0,58	3,9	0,15 %
44	0,56	2,5	0,10 %
46	0,47	0,6	0,02 %
47	0,43	9,8	0,39 %
68	0,49	0,7	0,03 %
70	0,41	25,2	1,01 %
72	0,48	15,1	0,60 %
77	0,40	0,2	0,01 %

Hlavní zastoupené půdy v povodí podle mapy BPEJ tedy jsou:

- HPJ 14 (cca 68 % ZPF) – Luvizemě modální, hnědozemě luvické včetně slabě oglejených na sprašových hlínách (prachovicích) nebo svahových (polygenetických) hlínách s výraznou eolickou příměsí, středně těžké s těžkou spodinou, s příznivými vláhovými poměry

- HPJ 11 (cca 6,7 % ZPF) – Hnědozemě modální včetně slabě oglejených na sprašových a soliflukčních hlínách (prachovicích), středně těžké s těžší spodinou, bez skeletu, s příznivými vlhkostními poměry
- HPJ 31 (cca 6,3 % ZPF) – Kambizemě modální až arenické, eubazické až mezobazické na sedimentárních, minerálně chudých substrátech - pískovce, křídové opuky, permokarbon, vždy však lehké, bez skeletu až středně skeletovité, málo vododržné, výsušné
- HPJ 30 (cca 4,7 % ZPF) – Kambizemě eubazické až mezobazické na svahovinách sedimentárních hornin - pískovce, permokarbon, flyš, středně těžké lehčí, až středně skeletovité, vláhově příznivé až sušší
- HPJ 13 (cca 4,5 % ZPF) – Hnědozemě modální, hnědozemě luvické, luvizemě modální, fluvizemě modální i stratifikované, na eolických substrátech, popřípadě i svahovinách (polygenetických hlínách) s mocností maximálně 50 cm uložených na velmi propustném substrátu, bezskeletovité až středně skeletovité, závislé na dešťových srážkách ve vegetačním období

Nejvíce zastoupené jsou tedy Luvizemě a Hnědozemě na sprašových půdách, bez skeletu (tedy půdy výrazně erozně náchylné), dle obecné metodiky je hodnota 0,59 prakticky nejvyšší z obecně doporučovaných hodnot. Přitom je třeba hodnoty platné z metodiky brát jako pouhá doporučená rozmezí, konkrétní K faktor se dle stavu půdy může od uvedených hodnot ještě výrazně lišit. Dalším krokem proto bylo porovnání mapových hodnot K faktoru se skutečnými K faktory, určenými na základě vyhodnocení fyzikálních vlastností půdních vzorků odebraných v povodí. Vzorky byly odebrány na pozemcích předem vytipovaných jako výrazně erozně ohrožené nebo typické pro dané části povodí. Místa odběru půdních vzorků jsou vyznačena v grafické příloze 12. Fyzikální charakteristiky odebraných vzorků a jejich výsledný K faktor uvádí tabulka **Tab. 3.1-2**.

Tab. 3.1-2 Výsledky analýz odebraných půdních vzorků a odvození hodnot faktoru K

sonda	částice 0,002 - 0,1	částice 0,1 - 2,0	humus (%)	struktura	K (m/s)	K (mm/min)	kod prop.	K faktor	HPJ (z mapy)
1	3	97	1.2	1	1.00E-03	6.00E+01	1		
2	4	96	5.3	1	1.00E-03	6.00E+01	1		
3	41	59	2.3	2	1.00E-06	6.00E-02	4	0.35	21
4	76	24	1.7	2	1.00E-08	6.00E-04	5	0.72	14
5	78	22	2	2	1.00E-08	6.00E-04	5	0.71	14
6	82	18	1.5	2	1.00E-08	6.00E-04	5	0.78	14
7	73	27	1.7	2	1.00E-08	6.00E-04	5	0.72	14
8	52	48	1.8	2	1.00E-08	6.00E-04	5	0.56	21
9	79	21	1.4	2	1.00E-08	6.00E-04	5	0.84	14
10	81	19	1.7	2	1.00E-08	6.00E-04	5	0.8	14

Šest z deseti odebraných vzorků leží na půdách s HPJ 14 – tedy na nejvíce zastoupených půdách v povodí. Šest vzorků je považováno za dostatečně reprezentativní výběr pro

správnější definování skutečného K faktoru na daných půdách, proto pro půdy mapované jako HPJ 14 byl K faktor určen jako aritmetický průměr K faktoru určeného výpočtem z odebraných šesti vzorků.

Výsledná hodnota K faktoru pro půdy s HPJ 14 činí $0,76 \text{ t.h.MJ}^{-1}.\text{cm}^{-1}$. Vysoká hodnota je způsobena především absencí půdní struktury těchto prachových půd v řešeném povodí. Obdobně byla hodnota K faktoru pro HPJ 21 stanovena na základě odebraných vzorků a oproti hodnotě z metodiky navýšena na $0,45 \text{ t.h.MJ}^{-1}.\text{cm}^{-1}$.

Postup přípravy vrstvy K faktoru byl dále následující. Hodnotám HPJ byly přiřazeny hodnoty K faktoru dle platné metodiky a vrstva byla převedena do rastrové podoby v rozlišení 5 m odpovídajícím vrstvě DMT. Půdám s HPJ 14 byla přitom přiřazena vypočtená hodnota K faktoru 0,70.

Pro louky a pastviny evidované v databázi ZABAGED, jež však nejsou mapovány v půdních mapách BPEJ byla zvolena minimální odlišitelná hodnota K faktoru v povodí, tedy 0,14. Ta byla tedy pro vrstvu K faktoru nastavena jako hodnota pozadí. Bylo tak učiněno proto, aby tyto plochy (zejména v povodí Břežyňského rybníka) nebyly z výpočtu zcela vyloučeny. Díky výraznému ochrannému účinku vegetace se nicméně jedná o pozemky s minimálním smyvem i minimálním transportem. V celkové bilanci povodí nehrají prakticky žádnou roli.

3.1.1.1.3 Topografický faktor LS

Topografický faktor je dán součinem faktorů délky a sklonu svahu. Dosáhnout výrazného zpřesnění oproti manuálně určovaným hodnotám L a S faktoru pro návrhové profily na pozemcích lze v prostředí GIS za pomoci „morfologicky“ orientovaných software, které jsou schopny na podkladě rastrového DMT stanovovat skutečné odtokové dráhy pro každou prostorovou jednotku řešeného území (dílčí plochu 5 x 5 metrů) a následně určovat hodnoty příslušných parametrů. Do řešení je tak zahrnuta rovněž konvergence svahů a údolnicový efekt na pozemcích.

Pro řešení byl využit program USLE2D určený pro výpočet kombinovaného LS faktoru USLE na základě rastrového DMT a vrstvy pozemků. Vstupní data jsou do programu zadávána v podobě informačních vrstev formátu IDRISI. Program je na řešitelském pracovišti využíván a dlouhodobě testován již od roku 1998 a vhodné parametry proto verifikovány byly v rámci dosavadního výzkumu.

Byly využity již připravené vrstvy DMT a vrstva pozemků odvozená z databází LPIS a ZABAGED, řešení probíhalo ve standardním zvoleném rozlišení 5 m. Následoval výpočet LS faktoru v programu USLE2D při použití následujících parametrů a algoritmů:

- Pro výpočet zdrojové plochy povrchového odtoku (ve 2D nahrazuje délky profilů) byl využit s úspěchem testovaný způsob Multiple Flow.
- Pro určení faktoru sklonu svahu S byl zvolen výpočet podle rovnice McCool (1987, 1989), používaný rovněž v revidované univerzální rovnici RUSLE.
- Pro určení délky svahu software využívá původní Wischmeierův vztah (Foster&Wischmeier, 1974), upravený pro 2D topografii.

Výpočet proběhl pro každý pozemek samostatně s oprávněným předpokladem, že mezi jednotlivými bloky LPIS existují hranice zachycující nebo odvádějící povrchový odtok. Prostupnost mezi hranicemi pozemků LPIS v ČR byla řešitelem v rámci předchozího výzkumu jednoznačně prokázána jako obvyklá pouze v případě chmelnic a vinic, které jsou vlastnický evidovány v malých samostatných blocích ve skutečnosti tvořících rozlehlé neoddělené pozemky. Tyto kategorie využití se nicméně v povodí nevyskytují.

Výsledkem výpočtu v USLE2D je prostorově distribuovaná vrstva LS faktoru v rozlišení 5 m.

3.1.1.1.4 Faktor ochranného účinku vegetace C

Princip výpočtu průměrné roční ztráty půdy pomocí metody USLE je založen na dosazování průměrných ročních hodnot. Pro zjištění průměrné dlouhodobé hodnoty faktoru ochranného vlivu vegetace C je zapotřebí v prvním kroku selektovat pozemky orné půdy a ve druhém kroku zjistit průměrný osevní postup, aplikovaný na těchto pozemcích.

Při zjišťování způsobu využití půdy byly využity jednak informace databáze LPIS, které byly verifikovány a upraveny podrobným terénním průzkumem, provedeným v létě 2009. Za směrodatný byl uvažován způsob využití, zjištěný terénním průzkumem. Pro stanovení průměrného osevního postupu byly využity následující údaje o využití orné půdy – viz **Tab. 3.1-3**.

Tab. 3.1-3 Přehled využití orné půdy v létě 2009 – osevní postup

Plodiny na orné půdě – určení průměrného C faktoru pro ornou půdu v povodí		
Kategorie LU	Výměra (ha)	C faktor
Ječmen ozimý	820,89	0,17
Pšenice ozimá	949,85	0,11
Oves	29,92	0,1
Řepka ozimá	459,89	0,16
Hořčice	47,03	0,15
Vojtěška	26,14	0,02
Celkem	2333,72	

Výše uvedeným způsobem byla stanovena průměrná hodnota faktoru ochranného vlivu vegetace na orné půdě pro řešené povodí $C = 0,141$.

Vrstva LPIS byla dále doplněna o kategorii „louka a pastvina“ z databáze ZABAGED, která navíc zahrnuje řadu zemědělsky a výtěžně nevyužívaných trvalých travních porostů a ladů v povodí (o celkové ploše 6,79 km²).

Následující tabulka **Tab. 3.1-4** uvádí výměry a výsledné hodnoty faktoru ochranného vlivu vegetace C, použité na základě doporučených metodik pro jednotlivé způsoby využití půdy.

Tab. 3.1-4 Přehled využití zemědělské půdy v zájmovém území

Shrnující údaje o využití ZPF – podklad pro mapovou vrstvu C faktoru			
Kategorie LU		Výměra (ha)	C faktor
Orná půda		2333,7	průměr 0,141
Louka a pastvina	(ZABAGED)	529,5	0,001
Louka	(LPIS)	154,9	0,005
Pastvina	(LPIS)	4,8	0,05
Školka	(LPIS)	0,6	0,25
Lad	(LPIS)	7,7	0,05
Celkem		3031	

3.1.1.1.5 Průměrný smyv na pozemcích a celková ztráta půdy v povodí

Průměrná ztráta půdy na zemědělských pozemcích činí 6,8 t/ha/rok. To je poměrně vysoká hodnota a v rámci celého povodí je celková ztráta půdy pomocí USLE vyčíslena na průměrných 19 000 tun ročně. Je poměrně obtížné určit, jaké množství z takto uvolňovaného materiálu je transportováno až do nádrží v povodí. Histogram rozdělení hodnot ztráty půdy je uveden na **Obr. 3.1-1**.

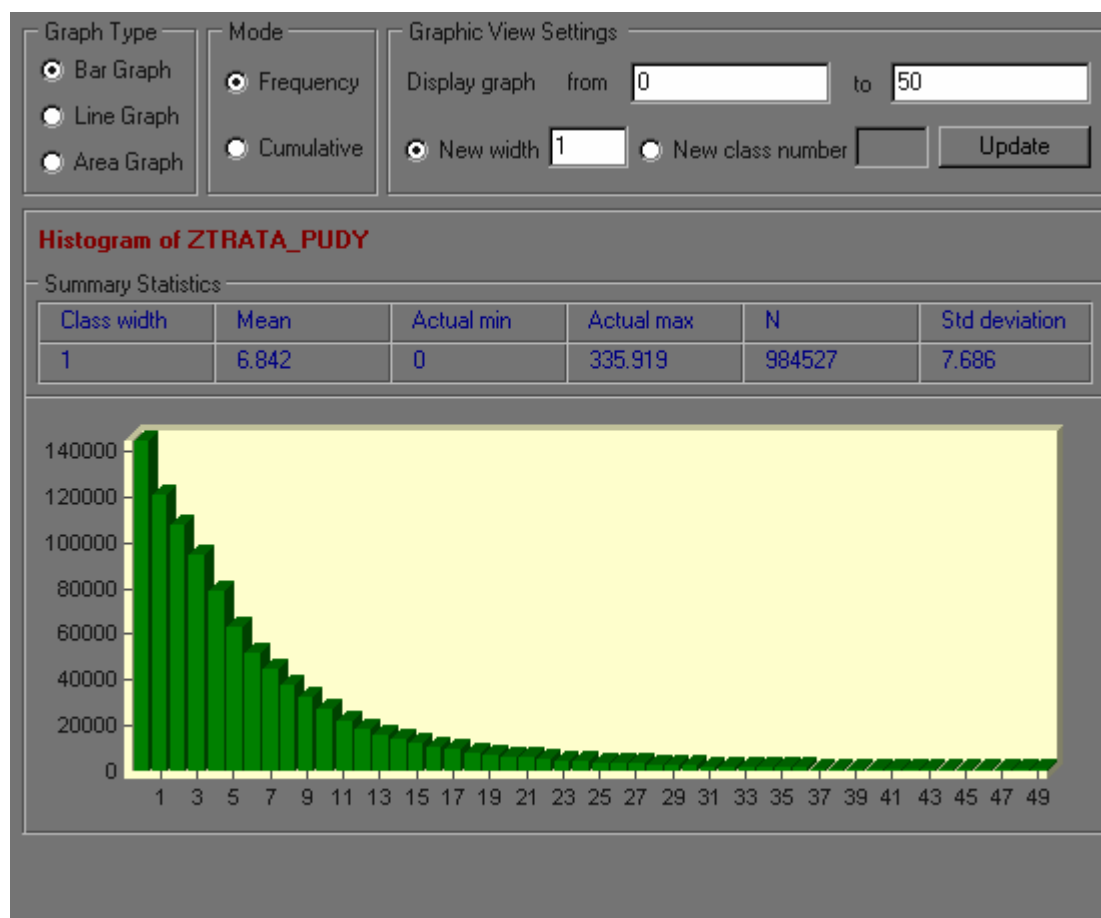
Erozní smyv na několika málo pozemcích v povodích na pravém břehu Robečského potoka lze z tohoto pohledu zcela zanedbat. Povodí na levém břehu jsou však charakterizovány mimořádně vysokou mírou zornění a podle Williamse zde vycházejí poměry odnosu v rozmezí 20 až 25 procent. To by znamenalo každoroční přínos sedimentu do Robečského potoka přibližně na úrovni 4 500 t, při předpokládané objemové hmotnosti zvodnělého sedimentu 1,2 t/m³ cca 3 700 m³ ročně. Odhad poměru odnosu je nicméně velmi přibližný a pro přesnější vyčíslení skutečně transportovaného množství by bylo třeba provést podrobný dlouhodobý monitoring všech přítoků a průzkum preferenčních cest sedimentu během přívalových srážek a povodňových situací.

Pro posouzení pozemků a povodí z hlediska preferenčních odtokových drah, rizika výmolné eroze a soustředěného odtoku a lokalit, kde se sediment opět ukládá, byl proveden simulační výpočet pomocí transportního modelu Watem/SEDEM.

Watem/SEDEM je transportní model vyvíjený v letech 1999 -2006 v Belgii. Pro vědecké využití je poskytován zdarma. Ztrátu půdy model určuje na principu USLE podobně, jako při běžném výpočtu v prostředí GIS, tedy se zohledněním skutečných délek odtokových drah v každém bodě a se zohledněním soustředěného odtoku v údolnicových profilech. Základními vstupy modelu jsou tedy výpočetní vrstvy USLE a dále podrobná rastrová mapa využití území se všemi vegetačními kategoriemi, s jednotlivými pozemky orné půdy, vodními toky, nádržemi, intravilánem, zpevněnými plochami a liniovými prvky přerušujícími povrchový odtok. Zásadní je vrstva nepřerušovaných vodních toků, která funguje jako transportní síť – pokud sediment dosáhne úrovně toku, je pomocí topologického (tabulkového) schématu říční sítě doručen do nejbližší průtočné nádrže směrem po toku. Ukládání v tocích model nepředpokládá, musí být řešeno empirickým poměrem zachycení v jednotlivých nádržích.

Samotný transport sedimentu na pozemcích je založen na principu určení limitní transportní kapacity každého bodu řešeného území (ta je závislá na schopnosti provést daným územím soustředěný povrchový odtok). Do každého místa tak vstupuje kromě vlastního (lokálního) smyvu rovněž sediment z výše položených míst pozemku (povodí). Pokud je transportní kapacita daného místa nižší než množství lokálně erodované a vstupující půdy, dojde v daném

bodě k sedimentaci. Erozní proces je tak komplexně popsán – stejná místa v různé míře erodují a sedimentují zároveň, avšak tam, kde k sedimentaci dojde, je to již výsledek místní bilance, a proto jsou to lokality, kde sedimentu podle simulace dlouhodobě přibývá.



Obr. 3.1-1 Histogram četnosti, exportovaný z GIS, prezentující rozdělení hodnot průměrné ztráty půdy na zemědělských pozemcích

Pro účel výpočtu modelem Watem/SEDEM musely být z kapacitních důvodů rastrové datové vrstvy celého povodí rozděleny na dílčí hydrologicky uzavřená podpovodí, kde simulace probíhala samostatně. Pro výpočet byly zvoleny následující uzávěrové profily s uvedeným pracovním číselným označením:

- 011 - profil Robečského potoka pod soutokem s odpadem z Pateřinky
- 012 - profil na levostranném přítoku Poselského rybníka (Zbysná strouha)
- 013 - profil pod hrází Poselského rybníka (mezipovodí a pravostranný přítok)
- 014 - profil pod hrází Čepelského rybníka (mezipovodí)
- 015 - profil na úrovni hrázky na Dokeské zátoce Máchova jezera
- 016 - profil pod hrází Břehyňského rybníka (Břehyňský potok)
- 017 - profil na úrovni hráze Máchova jezera

Zvolené uzávěrové profily částečně vycházejí ze stávajícího členění území do jednotlivých povodí IV. řádu č.h.p., nicméně výpočtové členění území je podrobnější a hranice uvedených hydrologických celků jsou zvoleny tak, aby byly odděleny samostatné úseky řešených toků a

bylo zřejmé, jaké množství sedimentu přímo vstupuje do kterého dílčího úseku Robečského, respektive Břežského potoka.

Z hlediska hydrologického členění platí, že erozní smyv a transportovaný sediment vypočtený ke zvoleným profilům vstupuje do daných úseků toku výhradně z následujících povodí:

- 1-14-03-063 č.h.p. – profil 011
- 1-14-03-064 č.h.p. – profil 012
- 1-14-03-065 č.h.p. – profil 015 včetně profilů 013 a 014
- 1-14-03-066 č.h.p. – profil 016 a část 017
- 1-14-03-067 č.h.p. – profil 017

Shrnující výsledky získané simulací modelem Watem/SEDEM jsou uvedeny v následující tabulce **Tab. 3.1-5**.

Tab. 3.1-5 Výsledky simulace transportu sedimentu modelem WATEM/SEDEM

Označení povodí	011	012	013	014	015	016	017
Plocha povodí (km ²)	27,93	16,79	6,73	1,80	3,42	24,14	18,41
Plocha zemědělské půdy (km ²)	12,72	11,25	0,36	1,05	1,20	1,36	2,04
Procento zemědělské půdy	46 %	67 %	5 %	58 %	35 %	6 %	11 %
Celkový smyv (t/rok)	12 590	8 550	0	220	340	0	960
Celkové ukládání sedimentu (t/rok)	12 100	7 700	0	190	300	0	920
Sediment vstupující do toku (t/rok)	490	850	0	30	40	0	40

Z tabulky jsou zřejmá velmi nízká transportovaná množství sedimentu uzávěrovými profily jednotlivých povodí, ta jsou dána především tím, že dle dostupných mapových podkladů nejsou v údolnicích erozně významných povodí téměř žádné trvalé toky, jež by mohly být do datových vrstev zaneseny jako transportní cesty a výstupem modelu je tady závěr, že většina sedimentu je zachycena v povodí ještě předtím, než dosáhne vodního toku a je transportována dále hydrografickou sítí do vodních nádrží.

Situace a stav skutečných soustředěných povrchových odtoků v povodí za povodňových situací v daném území bohužel nejsou mapovány, a proto je nelze do modelu zanést. Důležitý je ovšem mapový výstup modelu, který ukazuje lokality předpokládaného soustředěného odtoku i sedimentace a v místech výrazné predikované sedimentace by bylo vhodné kontrolovat stav povodí, zda z daných lokalit není oživený sediment transportován dále preferenčními cestami, jež nejsou v dostupných mapových podkladech zaneseny.

3.1.1.2 Komentář k výsledkům erozní ohroženosti

Jak bylo konstatováno v předchozích kapitolách, erozní ohroženost pozemků orné půdy v zájmovém území je vcelku vysoká, což je dáno jednak vysokým podílem zornění, jednak velmi nepříznivými vlastnostmi půdy (nízká hydraulická vodivost, nesoudržnost, snadná rozplavitelnost a špatná struktura) a dále morfologií území, kde se vyskytují dlouhé, strmé svahy, často s lokálními údolnicemi a konvergencemi. Řešené povodí je však ve směru jih – sever rozděleno silnicí I.třídy na Českou Lípou, která tvoří významnou překážku povrchovému odtoku a veškeré erozně ohrožené pozemky se nacházejí až nad touto linií.

K nejnebezpečnějším lokalitám z hlediska erozní ohroženosti tak patří jednak pozemky přímo nad silnicí na levém břehu Máchova jezera pod obcí Doksy, dále pak severní a východní svahy Tachovského vrchu, orientované rovněž směrem k městu Doksy a Máchovu jezeru. Další lokalitou je pás pozemků, šíře cca 700 m, sledující výraznou terénní vlnu ve směru SZ – JV, jihovýchodně od linie obcí Tachov – Zbýny. Svahy v tomto případě tvoří jednu stranu dlouhých údolnic, které obcházejí Tachovský a Zbýnský vrch. Na tyto lokality pak navazují strmé svahy konvergentních lokalit kolem obcí Korce, Ždírec, Luka a Žďár.

3.1.1.3 Komentář k výsledkům transportu sedimentu

Co se týče transportu sedimentu, ten závisí jednak na ztrátě půdy na jednotlivých pozemcích, avšak dalším velmi důležitým kritériem je stav dílčího povodí co se týče jednak potenciální produkce povrchového odtoku (jakožto transportního media) a jednak retenční kapacity. Velká část sedimentu je zpravidla zachycována v lokálních depresích, místech s nižším sklonem, nebo naopak s vyšší drsností, jako jsou travní pásy, lada, remízy apod.

Tento podíl zachycení sedimentu v povodí byl odhadnut dvěma způsoby – jednak pomocí jednoduchého generelního vztahu dle Williamse, charakterizujícího „poměr odnosu“ SDR pro celé dílčí povodí a jednak pomocí plně distribuovaného matematického modelu WATEM/SEDEM. Pro celé zájmové území byla pomocí metody stanovení „poměru odnosu“ SDR stanovena hodnota 0,20 – 0,25. Poměr odnosu je tam možno charakterizovat jako součinitel, kterým je třeba vynásobit hodnotu celkové průměrné roční ztráty půdy v dílčím povodí.

Pomocí modelu SEDEM/WATEM byly pro dílčí uzávěrové profily jednotlivých podpovodí odhadnuty množství transportovaného sedimentu. Tato zjištěná množství jsou uvedena v tabulce **Tab. 3.1-5**. Obě hodnoty pak byly vzájemně porovnávány a i když je složité je k sobě vztáhnout, je třeba konstatovat, že si vzájemně poměrně dobře odpovídají. Stejně tak jsou hodnoty reálné i z hlediska množství sedimentu skutečně zaměřeného v jednotlivých nádržích. Zde je nutno upozornit, že se pracuje se značnou mírou nejistoty, protože v danou chvíli není známo, jaké je skutečné stáří jednotlivých vodních nádrží, kolik sedimentu v nich deponovaného na tomto místě vzniklo již před vybudováním příslušné nádrže, ani kolik z nového sedimentu vzniklo nově na místě, kolik je ho minerálního původu a kolik bylo vneseno z povodí. Další otázkou by byl způsob využití území od doby vybudování vodních nádrží po současnost, neboť způsob využití je jedním z určujících faktorů pro erozní ohroženost a ztrátu půdy. Cílem porovnání proto bylo potvrdit, že vypočtené hodnoty jsou „smysluplné“ a mohou odpovídat reálnému transportu sedimentu z povodí do vodních toků.

Pracovně bylo zájmové území rozděleno na celkem 7 dílčích podpovodí, v nichž byl transport sedimentu sledován (tento krok je podrobně popsán v předchozí kapitole). Na tomto místě pak jsou podrobně komentovány výsledky pro jednotlivá dílčí podpovodí:

3.1.1.3.1 Transport sedimentu z povodí č. 1-14-03-063 č.h.p.

011 - Profil Robečského potoka pod soutokem s odpadem z Pateřinky

Jedná se o velké a významné dílčí povodí s vysokým podílem orné půdy a značnou svažitostí i členitostí. Do vodních toků podle výpočtů dodává průměrně 490 t sedimentu ročně. Zemědělská půda v jižní a především západní části dílčího povodí je silně erozně ohrožena. Nejvýznamnější transportní cestou je jednoznačně dlouhá, byť pozvolná a mělká údolnice, obcházející z jižní strany Tachovský vrch a přibírající zčásti strmější

údolnice ve směru od Ždírcce, Týna a Luk. Pravdou je, že v celém zájmovém území není žádná ani občasná vodoteč, která by mohla transport urychlovat, ale na druhou stranu ani její trasa není v nejkritičtějších místech zatravněna. Uvedená údolnice ústí ze západu nad obec Okna, která tak může být potenciálně ohrožována jak odtokem přímo z východních svahů Tachovského vrchu, tak vodou, přivedenou z nejvzdálenějších částí zájmového území. Do hydrografické sítě se ale sediment může dostat v podstatě jedině v prostoru jižně od obce Okna, kde Robečský potok prochází částečně loukami, částečně ladem, ale přichází i do přímého kontaktu s ornou půdou. Další cestou je pak jedině přímý průchod obcí Okna a přechod přes silnici I.třídy.

Návrh na zlepšení situace by v podstatě zahrnoval:

- Realizaci systému protierozních opatření na pozemcích v zájmovém území – cílem je snížení ztráty půdy.
- Vybudování sedimentačních nádrží a jímek na všech místech, kde sediment může vnikat do Robečského potoka, případně do intravilánu obce Okna nebo křížit státní silnici (zachycení sedimentu).
- Zatravnění hlavní údolnice přivádějící vodu kolem Tachovského vrchu (zachycení sedimentu).

3.1.1.3.2 Transport sedimentu z povodí č. 1-14-03-064 č.h.p.

012 - Profil na pravostranném přítoku Poselského rybníka (Zbysná strouha)

Jedná se o významné dílčí povodí s velkou plochou a rozhodujícím podílem orné půdy, značně sklonité i členité. Z hlediska dotace sedimentu do vodních toků se jedná o zdaleka nejvýznamnější zdrojovou plochu, která dotuje Poselský rybník průměrným ročním množstvím sedimentu přibližně 850 t/rok.

Za jednoznačně nejnebezpečnější je možno označit severovýchodní svahy Tachovského vrchu s nepřerušenu délkou přes 1 000 m a vysokou erozní ohrožeností, které ústí přímo do pramenní oblasti malého levostranného přítoku Poselského rybníka v oblasti obce Obora.

Dalším zdrojem je sice mírný, ale zato větvený a velmi dlouhý systém údolnic, odvodňujících celý prostor mezi vrchy Skalka, Zbyský vrch a Tachovský vrch. Ve většině délky je tato údolnice alespoň částečně zamokřena a zarostlá pásem kopřiv, ale v některých místech se jedná o ornou půdu a i když je průchod sedimentu v trase údolnice (na některých mapách značené jako Zbysná strouha) málo pravděpodobný, při významnějších hydrologických událostech ho nelze vyloučit.

Návrh na zlepšení situace by v podstatě zahrnoval:

- Realizaci systému protierozních opatření na pozemcích v zájmovém území (především na Tachovském vrchu a jihozápadně od Zbyského vrchu) – cílem je snížení ztráty půdy.
- Vybudování sedimentačních nádrží a jímek na všech místech, kde sediment může vnikat do Poselského rybníka, případně do intravilánu obce Obora nebo křížit státní silnici, případně železnici (zachycení sedimentu).

- Důsledné zatravnění, případně přerušení sedimentačními hrázkami, hlavní údolnice přivádějící vodu kolem Tachovského vrchu v trase Zbynské strouhy (zachycení sedimentu).

Všechna uvedená opatření by bylo možno realizovat v rámci probíhajících komplexních pozemkových úprav v k.ú.Zbiny.

3.1.1.3.3 Transport sedimentu z povodí č. 1-14-03-064 č.h.p.

013 - Profil pod hrází Poselského rybníka (mezipovodí a pravostranný přítok)

Neobsahuje téměř žádnou ornou půdu a není erozně ohroženo.

014 - Profil pod hrází Čepelského rybníka (mezipovodí)

015 - Profil na úrovni hrázky na Dokeské zátoce Máchova jezera

Jedná se o dvě menší dílčí části povodí, kde podle výsledků výpočtů sice dochází na dlouhých a poměrně strmých svazích ke vzniku erozních procesů, nicméně povrchový odtok se sedimentem by se neměl dostat přes státní silnici. Výpočty proto hodnotí toto povodí jako sedimentem téměř nepřispívající – odhadované množství sedimentu je cca 70 t/rok.

Prakticky však je průchod vody možný systémem propustků, dále napojených na dešťovou kanalizaci.

Z uvedeného důvodu je třeba situaci zlepšit realizací následujících opatření:

- Realizace systému protierozních opatření na pozemcích v zájmovém území (pozemky bezprostředně západně navazující na státní silnici kolem Doks) – cílem je snížení ztráty půdy
- Vybudování sedimentačních nádrží a jímek na všech místech, kde sediment může křížit státní silnici (zachycení sedimentu)

3.1.1.3.4 Transport sedimentu z povodí č. 1-14-03-066 č.h.p.

016 - Profil pod hrází Břehyňského rybníka (Břehyňský potok)

Tato část povodí, zahrnuje především lesní plochy, případně zamokřené a zcela ploché louky. K erozním a transportním procesům zde prakticky nedochází a sediment z této části transportován do vodních toků není.

3.1.1.3.5 Transport sedimentu z povodí č. 1-14-03-067 č.h.p.

017 - Profil na úrovni hráze Máchova jezera

Povodí zahrnuje větší zemědělské pozemky s dlouhými svahy bezprostředně ze západu přiléhajícími ke státní silnici u města Doksy. Podle výsledků výpočtů toto dílčí povodí dodává ze západní strany několika otevřenými koryty přímo do Máchova jezera cca 40 t sedimentu/rok.

Povrchový odtok vznikající na erozně ohrožených pozemcích se zastavuje o státní silnici, soustřeďuje se v místech konvergencí a propustky je prováděn pod státní silnicí, kde otevřenými nebo zatrubněnými odpady prochází areálem ČD a města Doksy přímo do Máchova jezera.

Návrh na zlepšení situace by v podstatě zahrnoval:

- Realizaci systému protierozních opatření na pozemcích v zájmovém území západně od státní silnice – cílem je snížení ztráty půdy
- Vybudování sedimentačních nádrží a jímek na všech místech, kde sediment může křížit státní silnici – nad propustky (zachycení sedimentu)

3.1.2 Posouzení množství a vlastností sedimentů ve vodních nádržích

Cílem této části studie bylo posoudit původ depozit dusíku a fosforu v rybnících v zájmovém území, zhodnotit význam a funkčnost historických opatření (stav a funkčnost plůtků podél hlavní stoky v zátopě rybníka Břehyně, zbytků hrázky v Břehyňské zátoce v Máchově jezeře), zhodnotit mocnost sedimentu v zátopě Břehyňského rybníka a ostatních významnějších rybníků v zájmovém území a jeho význam a působení na jejich ekosystém i kvalitu odtékající vody.

Cílem hodnocení bylo v prvním kroku odhadnout množství sedimentu, deponovaného v jednotlivých vodních nádržích, ve druhém kroku pak posoudit původ a kvalitu tohoto sedimentu a v kroku posledním jeho nebezpečnost z hlediska dalšího ovlivnění kvality odtékající vody. V této souvislosti pak i potenciální vliv historických technických opatření provedených v zátopách jednotlivých vodních nádržích na zachycování a transport sedimentu. Do hodnocení byly zahrnuty všechny významnější vodní nádrže v zájmovém území.

Jednalo se o rybníky na Robečském potoce:

- Pateřinka (přesněji Velká Pateřinka) - tato sice funguje jako boční nádrž s nevýznamným vlastním přítokem z lesa a zcela zanedbatelnou plochou povodí, nicméně řadu let sloužila jako retenční vodní nádrž, při vypouštění a lovení rybníka Malá Pateřinka, který je průtočný a situovaný přímo na Robečském potoce. V současné době je ale Malá Pateřinka již řadu let mimo funkci a s její obnovou se podle informací jak místních obyvatel, tak organizace REGIO s.r.o. která rybářsky hospodaří na rybnících v zájmovém území nepočítá. Nádrž je mimo funkci již po řadu let a její obnova by neměla vodohospodářský ani jiný významný efekt.
- Poselský rybník – velký rybník, průtočný, s očekávaným velkým depozitem sedimentu, výrazně přírodní charakter s výskytem vodního ptactva.
- Čepelský rybník – silně zabahněný rybochovný rybník, poslední dobou jen zřídka vypouštěný. Nádrž situovaný v úzkém, strmém a obtížně přístupném údolí.
- Máchovo jezero – Dokeská zátoka – zátoka Máchova jezera, do které v obci Doksy ústí Robečský potok. Zátoka byla od zbytku Máchova jezera oddělena zemní hrázkou z důvodu vytvoření ochranné a sedimentační předzdrže. Očekáván velký depozit sedimentu a navíc jeho znečištění díky potenciálním únikům ze splaškové kanalizace města Doksy.

Na Břehyňském potoce:

- Břehyňský rybník – velký a poměrně mělký rybník s relativně čistou vodou a nevelkým zcela zalesněným povodím, nicméně s očekávaným velkým depozitem sedimentu.

Kromě uvedených MVN se v povodí nachází ještě řada dalších menších nádrží. Jedná se především o Mariánský rybník nebo sádky v městě Doksy. Nicméně tyto a další menší nádrže z celkového významu jako retence sedimentu nemohou mít větší význam a do hodnocení proto nebyly zahrnuty.

3.1.2.1 Odhad množství sedimentu, deponovaného v jednotlivých vodních nádržích

Zaměřeny a vyhodnoceny byly následující významné nádrže v povodí – Břehyňský rybník, Poselský rybník, Čepelský rybník, Pateřinka a Dokeská zátoka Máchova jezera (část nad záchytnou hrázkou).

Zaměření probíhalo v červnu a v červenci 2009 v jednotlivých kampaních, za pomoci pramice, vpichových sond, hloubkoměru a GPS stanice pro zaměření polohy měřených bodů. Vybavení a princip měření jsou otestovány mnohaletou zkušeností řešitelského týmu, přesnost zaměření je v tomto ohledu zcela dostatečná a kvalita zaměření vždy je dána zejména plošným rozložením a hustotou měřených bodů. Cílem každého měření bylo rovnoměrně a reprezentativně zaměřit celou plochu řešených nádrží, zejména pak oblasti proudnic, nátoků a ploch se zvýšenými mocnostmi sedimentu.

Vyhodnocení měření probíhalo v prostředí GIS Idrisi Taiga a ArcGIS 9.2 – pomocí databázových, prostorově analytických a interpolačních nástrojů uvedených geografických informačních systémů.

Postup byl u všech nádrží shodný:

- Stažení čísel a souřadnic zaměřených bodů z GPS stanice do textového souboru, přiřazení naměřených hloubek povrchu a dna sedimentu bodů v tabulkovém procesoru a výpočet mocností.
- Transformace bodů ze zeměpisných souřadnic WGS84 do kartézského souřadného systému S-JTSK.
- Převod textového souboru do vektorového souboru bodů s připojenou databází (formát Idrisi Vector a následně ArcView Shapefile). Editace vektorového souboru – drobné poziční úpravy bodů blízko břehové čáry nádrží, kontrola zaměření a rozdělení do samostatných souborů pro jednotlivé nádrže.
- Editace polygonu nádrže s využitím databáze ZABAGED a ortofota – přesná identifikace břehové čáry.
- Interpolace hloubek i mocností sedimentu mezi zaměřenými body, metodou inverzních vzdáleností s variabilním nastavením tuhosti interpolovaného povrchu. Ořez interpolovaných ploch polygonem nádrže. Vše prováděno rastrovou analýzou v rozlišení 2 m.
- Vytvoření isolinií mocností sedimentu i hloubek povrchu dna v nádrži (s krokem 10 cm).
- Definice náběhového pásu hloubek i mocností – v šířce 8 metrů od břehové hrany jako postupný lineární náběh na měřenou hodnotu pomocí analytických nástrojů GIS. Slouží pro posouzení vlivu snížení mocností u okraje nádrže na celkový objem sedimentu v nádrži. Rozdíly činily cca do 10 procent celkového objemu a byly v závislosti podle

ploch, šířek a prostorové variability nádrží zahrnuty do výpočtu celkového zaměřeného objemu – jako korekce chyby vzniklé nedoměřením mocností přímo na břehové hraně nádrží. Nejbližší měření mocností byla prováděna ve vzdálenosti 5 - 8 m od břehu.

- Sestavení mapových výstupů pro každou nádrž – aktuální hloubky v nádrži a aktuální mocnosti sedimentu.
- Výpočet celkového objemu a průměrné mocnosti sedimentu v nádrži. Výpočet celkového aktuálního objemu nádrže a průměrné hloubky nad sedimentem. Výpočet aktuální plochy hladiny. Výpočet procenta zaplnění nádrže sedimentem, vzhledem k celkovému objemu nádrže (pokud bychom uvažovali stoprocentní odstranění sedimentu). Zde je třeba poznamenat, že sediment je mnohdy organogenního původu a není tvořen pouze transportem z přítoků a smyvem z okolních pozemků. V řadě případů a lokalit lze s vysokou pravděpodobností předpokládat, že se jedná o sediment, deponovaný v místě dokonce ještě před vznikem vodní nádrže.

Souborné výsledky celého měření jsou shrnuty v tabulce **Tab. 3.1-6**.

Tab. 3.1-6 Výsledky měření depozice sedimentu ve vodních nádržích

	Břehyňský rybník	Poselský rybník	Čepelský rybník	Máchovo jezero *	Dokeská zátoka	Pateřinka
Plocha hladiny (ha)	81,67	15,63	2,82	260,5	3,89	2,91
Počet zaměřených bodů	113	166	65	2 200	30	10
Současné nadržení (nad sedimentem) (m³)	1 298 400	230 400	37 000	5 255 750	41 200	33 600
Objem sedimentu (m³)	623 100	109 000	45 500	936 500 **	20 300	19 500
Celkový dosažitelný objem nádrže (m³)	1 921 500	339 400	82 500	6 192 250	61 500	53 100
Aktuální průměrná hloubka (m)	1,59	1,47	1,31	2,02	1,06	1,15
Průměrná mocnost sedimentu (m)	0,76	0,70	1,61	0,36	0,52	0,67
Procento zanesení z celkového dosažitelného objemu nádrže (%)	32 %	32 %	55 %	15%	33 %	37 %

* Údaje o Máchově jezeře jsou převzaty z aktualizace projektové dokumentace pro odbahnění nádrže zpracované firmou Vodní díla – TBD a.s. v říjnu 2005 a informace o sedimentu se týkají celé nádrže vyjma oddělené Dokeské zátoky (a některých okrajových partií nádrže) – kde objem sedimentu nebyl v roce 2005 zaměřován.

** Projektová dokumentace předpokládá reálně odtěžitelné množství v objemu cca 40% z celkového množství sedimentu z důvodu spádování dna nádrže, tedy 380 000 m³ sedimentu. To však není v tomto výpočtu zohledněno, aby bylo zachováno porovnání s ostatními nádržemi, kde je v bilanci počítáno vždy s celkovým zaměřeným množstvím sedimentu.

3.1.2.2 Posouzení kvality sedimentu

Cílem posouzení kvality sedimentu bylo především jednak odhadnout jeho původ a jednak sledovat obsah živin – především fosforu, který je potenciálním zdrojem eutrofizace v níže ležícím Máchově jezeře.

Vzorky sedimentu byly odebírány na jednotlivých nádržích během měření objemu sedimentu. Vzhledem k velikostem jednotlivých vodních nádrží bylo u rybníků Poselský, Čepelský, Pateřinka a Dokeská zátoka odebrán po jednom směsném vzorku, který zahrnoval vždy 3 – 5 charakteristických odběrných míst. U Břehyňského rybníku byly odebrány celkem 3 směsné vzorky, a to jeden z profilů u nátoky, jeden z profilu ve středu nádrže a jeden z profilu u hráze. Snahou bylo do směsných vzorků zahrnout různé typy sedimentu tak jak byly zjištěny při sondování mocností. Souřadnice přesných lokalit odběru jsou archivovány u zpracovatele. Odebrané vzorky byly předány k analýze do akreditované laboratoře podniku Povodí Ohře s.p.

Z výsledků vyplývá, že rybník Břehyňský (ve všech třech odběrech prakticky identicky) a dále pak Pateřinka a Poselský obsahují sediment s nízkým obsahem sušiny, převážně organického původu s extrémními koncentracemi živin. Z toho lze usuzovat, že sediment je převážně organického původu a jeho vznik lze přičíst na vrub bohaté vegetaci, rostoucí v rybnících na hladině i ve vodním sloupci a v litorálním pásu. Podle konfigurace dna ale v hojné míře může jít i o sediment datovaný ještě před založením rybníků. Může se jednat v podstatě o zatopené mokřadní polohy, podobné stávajícím chráněným mokřadům SWAMP a SWAMP II.

Rybníky Čepelský a Dokeská zátoka naopak obsahují sediment s vyšším obsahem sušiny, tedy s vyšším minerálním podílem, což vyjadřuje jednoznačně vyšší podíl erozních produktů, zachycených z odtoků z polí. Tento sediment vykazuje sice řádově nižší obsahy živin než předchozí tři nádrže, nicméně poměr obohacení oproti koncentracím v půdách v povodí je stále ještě poměrně vysoký a z hlediska rozvoje eutrofizačních procesů se jedná o koncentrace dostatečně vysoké.

Výsledky provedených rozborů vzorků sedimentu jsou uvedené v grafické příloze 19.

3.1.2.3 Dílčí závěry

Dílčí závěry pro jednotlivé řešené vodní nádrže je možno formulovat následovně:

Břehyňský rybník

Z hlediska celkového objemu sedimentu je řádově nejzatíženější vodní nádrž v zájmovém území. To je ovšem dáno jeho o řád vyšším celkovým objemem a mnohaletou historií. Sediment je i dle vyhodnocených vzorků z 50 až 70 procent tvořen čistě organickým materiálem, který je produktem dlouhodobého oživení rybníka. V současné době je vstup sedimentu do Břehyňského rybníka z povodí minimální, rybník ve svém povodí nemá významné bodové zdroje sedimentu ani zemědělskou půdu. Jediným zdrojem fosforu je tak v současné době zřejmě hospodářské využití nádrže – příkrm rybí osádky a především rozklad organické hmoty, rostoucí přímo v zátopě rybníka (podél břehové čáry jsou rozsáhlé plochy plovoucích rákosin, prakticky v celé ploše rybníka se velmi dobře daří kořenícím splývavým vodním rostlinám emerzním i submerzním). Tvar pánevního dna zde navíc naznačuje, že velké množství organického sedimentu, přirozeně bohatého na živiny se zde nacházelo již v době založení rybníka a jednalo se o historicky bažinatou, dost možná zrašelinělou lokalitu. Z hlediska kvality sedimentu se jedná o materiál s vysokým podílem organické složky (sušina činí kolem 15 %) a vysokým obsahem živin – jak dusíku tak fosforu. Tímto způsobem lze uspokojivě vysvětlit původ vysokých koncentrací živin, především dusíku a fosforu v sedimentech.

V případě, že na rybníce nebudou probíhat radikální zásahy, hrozící resuspendací sedimentu, není třeba uvažovat o nutných technických zásazích. Případný vliv sedimentu by bylo možno eliminovat buď výstavbou ponořené hrázky na přítoku do Máchova jezera obdobného charakteru jako v Dokeské zátoce, nebo podobnou úpravou přímo v zátopě Břehyně. Takové opatření by ale výrazně ztížilo výlov. Význam stávající strouhy pro kvalitu odtékající vody je podle názoru zpracovatelé studie zanedbatelný.

Poselský rybník

Poselský rybník obsahuje malá množství sedimentu v hlavní části nádrže, která má pouze drobné přítoky z nezemědělské části povodí. Zanesena je úzká část rybníka, jíž přitéká Robečský potok a potom cca dvouhektarová plocha u výtoku z nádrže. Celkový objem sedimentu je vzhledem k velké ploše nádrže rovněž velmi vysoký, část sedimentu je již jednoznačně do nádrže transportována ze zemědělských ploch povodí a působí negativně na kvalitu vody. Při odtěžení sedimentu v přítokové části u Robečského potoka by bylo třeba zajistit odtokovost, neboť maximální celkové hloubky zde aktuálně přesahují hloubky u výtoku z nádrže a naznačují, že stáří sedimentu v této části přesahuje stáří vodní nádrže a jedná se o historické depozice s vysokým podílem organického materiálu. Sediment má vysoký podíl organické složky (podíl sušiny cca 25 %) a vysoké obsahy živin – jak fosforu tak dusíku.

Rybník je výrazně přírodního charakteru s porosty vodních rostlin a nepředpokládá se příliš intenzivní rybářské využití. V takovém případě a s ohledem na lokalizaci a charakter sedimentu není nezbytné rybník z důvodu kvality vody odbahňovat.

Čepelský rybník

Čepelský rybník je v současné době sedimentem nejvíce zatížen a ohrožen. Nejsou výjimkou oblasti nádrže, kde mocnost sedimentu převyšuje aktuální hloubku nádrže, na základě měření lze konstatovat, že je zaplněna více než polovina původního zásobního objemu nádrže. Průměrná mocnost sedimentu v nádrži převyšuje 1,60 metru a zhruba třetina nádrže je zanesena vrstvou přesahující dva metry. I zde je však vysoké procento organických součástí sedimentu. Z hlediska celkové bilance je vzhledem k malé ploše nádrže zachycené množství méně než poloviční oproti rybníku Poselskému. Čepelský rybník je nicméně ohrožen především vnosem erozního sedimentu ze zemědělské půdy, což je patrné i na složení sedimentu – ten obsahuje kolem 35 % sušiny, což svědčí o vyšším podílu minerální složky. Obsah dusíku je mírně nižší než u předchozích nádrží se sedimentem převážně organogenním, ale znatelně vyšší obsah fosforu naznačuje sedimenty z dobře vyhnojených zemědělských půd.

Rybník je poslední nádrží v kaskádě nad vtokem do Máchova jezera, je silně zabahněn a jeho sediment disponuje vysokou zásobou živin. Rybník je natolik zanesen, že je tím výrazně ovlivněna doba zdržení a tedy i retenční funkce nádrže z hlediska dalšího zachycování sedimentu i živin. Z uvedených důvodů je odbahnění Čepelského rybníka v rámci ochrany kvality vody vysoce žádoucí.

Dokeská zátoka

Dokeská zátoka v prostoru nad hrázkou dobře funguje jako ochranná předzdrž a do budoucna je proto třeba počítat s dalším nárůstem množství sedimentu a jeho vysokým zatížením fosforem. Sediment zde má smíšený charakter, protože se sem dostává jak sediment ze zemědělských pozemků, tak nesuspendovaný minerální i organický sediment z výše ležících rybníků, především při manipulaci v souvislosti s jejich rybářským využitím. Podíl sušiny

v sedimentu přesahuje u směsného vzorku 50 % a obsahy živin jsou řádově nižší než u silně organogenních sedimentů ve výše ležících nádržích, nicméně stále dostatečně vysoké, aby mohly významně pozitivně ovlivňovat rozvoj eutrofních procesů.

Z uvedeného hlediska je předzdrž, vytvořená vybudováním hrázky klasifikována jako velmi účinná a je doporučeno její pravidelné čištění.

Velká Pateřinka

Velká Pateřinka je sice částečně zanesena, nicméně z bilančního hlediska pro ni sediment dosud nepředstavuje výrazný problém. Vzhledem ke způsobu využití a zrušení rybníka Malá Pateřinka již není třeba počítat s dramatickým nárůstem množství minerálního materiálu a eskalací problému. Sediment je zde nicméně převážně organogenní, s vysokým obsahem fosforu.

Z uvedených důvodů není odbahnění nebo jiná opatření na rybníce nutno označit jako prioritu při ochraně kvality vody v Máchově jezeře. Pozornost je třeba věnovat manipulacím na nádrži v souvislosti s případným výlovem, protože převážně organogenní sediment je snadno resuspendovatelný.

3.1.2.3.1 Posouzení biodostupnosti fosforu v transportovatelném materiálu a v sedimentu

Otázku biodostupnosti v transportovaném materiálu i v sedimentu lze jen těžko jednoznačně zodpovědět, protože biodostupnost fosforu se rychle mění ve vodě v závislosti na jeho formách. Ty závisí jednak na jeho původu ale především na chemismu vody – zejména jejím pH a oxických poměrech. V aerobním a zásaditém prostředí je fosfor pro organismy řádově hůře dostupný než v prostředí kyselém a anaerobním. Stejně tak je fosfor rozpuštěný mnohem dostupnější, než fosfor vázaný na částicích.

Pokusem o zobecnění je možno říci, že fosfor transportovaný do vodní nádrže spolu se sedimentem je z větší části vázaný a voda při zvýšených průtocích bude dobře provzdušněna. Fosfor tedy bude pro organismy dostupný hůře než jeho rozpuštěná forma, vstupující do vodního prostředí například se splaškovou vodou. Fosfor uložený v sedimentu pak je relativně bezpečný, protože je jednak většinou vázaný a jednak je většina sedimentu překryta dalšími vrstvami. Z celkového množství fosforu v sedimentu deponovaného je za dobrých podmínek dostupná a to ještě poměrně špatně jen jeho malá část. V případě vzniku nepříznivých podmínek, představovaných například vznikem anaerobie u dna díky stratifikaci, vyšší teplotě vody a rozkladu přítomných organických látek se však vázaný fosfor může snadno do vody zpět uvolňovat. Pokud se tento jev zkombinuje s rybí obsádkou, tvořenu těžkou rybou, která bude hledat v sedimentu na dně potravu a způsobí jeho resuspendaci, nebo povodňovým průtokem, který nesuspenduje sediment uložený u vtoku do nádrže, může sediment fungovat jako velmi nebezpečná zásobárna velkého množství fosforu, který může být do vody uvolněn ve zcela nevhodný okamžik.

3.1.2.4 Orientační posouzení původu a kvality sedimentu ve vodních nádržích

Podrobně byly otázky kvality sedimentu ve vodních nádržích pojednány v kapitole 3.1.2.2, množství sedimentu v jednotlivých nádržích pak bylo stanoveno a diskutováno v kapitole 3.1.2.1 a dílčí závěry, týkající se této problematiky byly formulovány v kapitole 3.1.2.3.

Orientačně lze podle kvality sedimentu usuzovat na to, že výrazně organogenní sediment v Břehyňském a Poselském rybníce má svůj původ ve vegetaci, nahromaděné za roky provozu přímo v prostoru nádrže, respektive existuje oprávněná domněnka, založená na jinak

nelogickém tvaru tvrdého dna, které by neumožňovalo vypuštění nádrže, že nezanedbatelná část sedimentu je historického původu a dost možná rašelinného původu a byla na místě uložena ještě dávno před vybudováním obou nádrží.

Naopak vyšší podíl minerální složky spolu s logickým tvarem zachyceného dna u rybníků Čepelského a v Dokeské zátoce naznačuje na původ sedimentu v erozních plochách z polí, v případě Dokeské zátoky navíc s příspěvkem materiálu z kanalizace v Doksech.

Provedené rozborů sedimentu naznačují, že ve všech lokalitách je sediment výrazně úživný. Organický sediment vykazuje extrémní koncentrace celkového fosforu, zatímco u sedimentů minerálních velice dobře odpovídají poměru obohacení ze zemědělských půd v povodí.

U žádného ze vzorků nebyla z důvodu finančních limitů Studie provedena analýza z hlediska obsažených škodlivin pro případné odbahňování, nicméně jedinou lokalitou, kde je zatížení těžkými kovy a dalšími látkami očekáváno je Dokeská zátoka právě díky stavu kanalizace v Doksech.

3.1.2.5 Vliv realizovaných technických opatření ve zdržích jednotlivých vodních nádrží

Ze stávajících technických opatření, realizovaných na vodních nádržích v zájmovém území se jedná v zásadě o stoku v Břehyňském rybníce, hrázku na pravém břehu Břehyňské zátoky Máchova jezera u NPP Swamp a hrázku, oddělující Dokeskou zátoku od zbytku Máchova jezera. Závěry k funkčnosti jednotlivých opatření a jejich vlivu na kvalitu vody v Máchově jezeře jsou podrobněji pojednány v následujících odstavcích.

3.1.2.5.1 Břehyňský rybník

Jedná se o odvodňovací stoku, která se dle sdělení zainteresovaných expertů (v době řešení studie nebyl Břehyňský rybník vypouštěn) táhne od střední části rybníka při jeho pravém břehu k výpusti. Hloubka stoky by se měla pohybovat kolem 1 m, její šířka ve dně pak mezi 1 – 2 m. Břehy by měly být poměrně strmé, místy snad dokonce zpevněné kamenem. Účel stoky je jednak odvodňovací a jednak usnadnění výlovu nasměrováním lovených ryb z ploché rybníční pánve, která by jinak obsahovala řadu bezodtokých míst. Aby lovená ryba nemohla unikat proti proudu, měla by být stoka na dvou místech přehrazena hrázkou z kamenné rovnaniny, která by měla fungovat jako hrubocez. Problémem stoky je údajně potenciálně sesouvání řídkého bahna z okolí během vypouštění a tím jeho strhávání a odplavování do níže ležícího Máchova jezera.

Během zaměřování sedimentu deponovaného v rybníce Břehyně byla snaha o lokalizaci stoky a alespoň orientační zjištění jejích parametrů. Nicméně stoku se pomocí sondovací tyče nepodařilo zjistit v delším úseku než cca 30 m. V této části se zdá, že její hloubka dosahuje asi 1,0 m pod úroveň okolního dna a šířka ve dně je kolem 1,0 m. Její levý břeh je téměř svislý, tvořený kamennou rovnaninou, zdívkou nebo snad dokonce otesanou stěnou, pravý břeh je pozvolný. Nicméně níže k výpusti ani nahoru proti toku se stoku nepodařilo sledovat a zdá se, že postupně mizí.

Současný stav stoky, tak jak byl zjištěn, se zdá být na hranici funkčnosti. V zásadě ale její případný zánik způsobí spíše problémy technologické při výlovu rybníka, než problémy s kvalitou vody. Její význam pro zajištění stability sedimentu se zdá být malý.

3.1.2.5.2 Hrázka v Břežyňské zátocy u NPP Swamp

Jedná se o podélnou hrázku podél pravého břehu Břežyňské zátoky Máchova jezera v místě NPP Swamp. Hrázka byla vybudována v minulosti jako dřevěná srubová konstrukce (v historických pramenech je zmínka o palisádě z dubových kůlů) a do současnosti byla několikrát opravována. V současné podobě se jedná o zemní těleso (nasypané z místních materiálů – tedy písků), proti rozplavování zajištěné z návodní strany volně položenými polovegetačními tvárniciemi. V poslední době byl učiněn pokus o její opravu a stabilizaci pytlí s pískem.

Účel hrázky od jejího samého počátku spočíval v ochraně cenných rašelinišť NPP Swamp před silně eutrofní vodou z Máchova jezera a zajištění stabilní hladiny vody v rašeliništích při vypouštění Máchova jezera.

Současný stav hrázky je neutěšený, dochází k rozplavování návodního líce, prosedání koruny, stabilizační prvky jsou porušeny, nebo dokonce přemístěny účinkem vody. Hrázku je tedy třeba opravit z důvodů abraze břehu NPP Swamp a dále je třeba řešit technicky tento problém vzhledem k průsakům vody z Máchova jezera do NPP Swamp.

Jak uvádí RNDr. Jan Kaštovský (Přírodovědecká fakulta Jihočeské univerzity v ČB) ve své zprávě o algologickém průzkumu NPP Swamp s přilehlých rašelinišť za rok 2007, vliv průniků eutrofní vody z rybníka do oligotrofních stanovišť nemá zatím příliš dramatický vliv na algofloru, úbytek vzácných druhů v kontaktní zóně však signalizuje, že tento stav není bez nebezpečí a pronikání vody z rybníka je třeba pokud možno zabránit. Kdyby se tedy impakt vody z Máchova jezera do lokalit ještě zvětšil (z důvodu špatného stavu hrázky), znamenalo by to vážné ohrožení druhů, pro které je NPP Swamp cennou lokalitou nejen v českém, ale i v evropském kontextu. Z tohoto hlediska je třeba provést nezbytnou rekonstrukci hrázky, případně (jak ve své zprávě navrhuje RNDr. Kaštovský), předřadit před hráz ještě litorální pás rákosin, který by fungoval jako pufrční zóna.

Negativní vliv pronikající vody z Máchova jezera do NPP na aglofloru je popsán také v plánu péče o NPP (platnost od 1. 1. 2009–31. 12. 2016 jako jeden ze současných škodlivých vlivů na území).

3.1.2.5.3 Hrázka v Dokeské zátocy

Hrázka v Dokeské zátocy odděluje prostor nátoky Robečského potoka do Máchova jezera pod obcí Doksy od zbytku jezera. Hrázka byla postavena s cílem vytvoření ochranné předzdrže k zachycování sedimentu s vysokým obsahem živin Robečským potokem.

Konstrukčně se jedná o zemní těleso (místní písčité materiálu, plněný do velkých vaků), založené na roštové konstrukci, stabilizované kamenným pohozením. Koruna hrázky vystupuje asi 0,5 m nad hladinu normálního nadržení Máchova jezera a hrázka za normálního provozu zajišťuje rozdíl hladin cca 0,2 m. Úplné vyprázdnění předzdrže je možné dvěma troubami DN 600, které jednak zajišťují vyprázdnění nádrže při výlovu, jednak zajišťují stabilitu hrázky před jednostranným tlakem při snížení hladiny vody v Máchově jezeře. Odtok přitékající vody zajišťuje průleh v koruně hrázky, který je v současné době cca 2,0 m dlouhý. V minulosti zde byly dva průlehy délky po cca 4,0 m avšak postupem doby zarostly náletovou vegetací. Obě vypustná potrubí jsou v době mimo vypouštění utěsněna na návodní straně pytlí s pískem.

Hrázka pracuje s dobrou účinností a zachycuje sediment, přinášený Robečským potokem ze zemědělských ploch, případně z výše ležících rybníků nebo z kanalizace města Doksy.

Hrázka je v současné podobě funkční a vyžaduje pouze opravu obou průlehů na původní délku a stabilizaci přelivné hrany.

3.1.3 Odhad zásob fosforu v půdách v zájmovém území

Cílem práce v tomto dílčím úkolu bylo odhadnout zásoby fosforu v půdách v zájmovém území a odhadnout množství transportovaného fosforu ve vazbě na množství transportovaného sedimentu.

Nebezpečnost erozních a transportních procesů na zemědělských a lesních půdách spočívá jednak v transportu sedimentu samotného – ten může být nebezpečný pro funkčnost nádrže zaplněním jejího zásobního prostoru a následným negativním ovlivněním dané vodní nádrže - a jednak obsahem látek na sediment vázaných. Tato skutečnost je v případě povodí Máchova jezera velmi významnou, protože sediment jakožto erozní produkt je vnímán jako významný potenciální zdroj živin nutných pro rozvoj eutrofizačních procesů v Máchově Jezeře. Z toho důvodu je mimořádně důležité zhodnocení eutrofního potenciálu půd v povodí.

Vyhodnocení bylo provedeno dvěma způsoby, a to jednak odběrem vzorků půdy a jejich následnou laboratorní analýzou na obsah živin a jednak soustředěním a vyhodnocením výsledků, soustředěných v databázi Agrochemického zkoušení zemědělských půd (ACHP), prováděného ÚKZÚZ (Ústřední kontrolní zkušební ústav zemědělský).

3.1.3.1 Odběr vzorků na zemědělských a lesních půdách v povodí

V zájmovém území bylo odebráno celkem 20 porušených vzorků svrchní půdní vrstvy na 10 lokalitách na zemědělských a lesních pozemcích. Odběr byl prováděn polní lopatkou po odstranění viditelného hrubého skeletu, vegetace a hrubých organických příměsí. Lokality byly voleny tak, aby reprezentovaly všechny charakteristické polohy zájmového území. Jako podklad pro výběr lokalit byly využity jednak půdní mapy KPP a BPEJ, poskytnuté objednatelem Studie a jednak vlastní podrobný terénní průzkum. 8 vzorků bylo odebráno z pozemků orné půdy a 2 vzorky z lesních ploch (z toho první z erozního smyvu na dráze soustředěného odtoku v trase přibližování dřeva a druhý z mladé paseky, ošetřené pro výsadbu orbou a pravděpodobně přihnojené). Přesná lokalizace odběrných míst je patrna z grafické přílohy 12.

Z každého odběrného místa byl jeden vzorek předán k analýze půdního výluhu do laboratoře Povodí Ohře s.p. a druhý do laboratoře FSv ČVUT v Praze k analýze fyzikálních vlastností. Výsledky fyzikálních analýz byly využity mimo jiné k popisu erozních a transportních procesů jako významného plošného zdroje znečištění (viz kapitola 3.1.1). Podrobně jsou výsledky rozborů uvedeny v následujících podkapitolách.

3.1.3.1.1 Závěry z analýz fyzikálních vlastností půdních vzorků

Reprezentativní vzorky 3 - 10 představují místní bezskeletovité jemnozrné půdy, které se na většině posuzovaného území vyskytují v poměrně uniformní podobě. Prachovité zeminy s nízkým obsahem humusu jsou oživené, prokořeněné, v dobrém fyzikálním stavu. Půdní struktura je drobtová (zrnitá), podle obdělávatelnosti patří do skupiny půd lehčích až středních. Lehčí zeminy (3, 4, 7, 8) jsou zagregované slabě, agregáty nejsou proto ve vodě stabilní. Testované plochy zastupují také dvě zcela písčité polohy (charakter středního písku

$d_{50} < 0,5$ mm). Sypké písky agregáty nevytvářejí, zde je patrná jen přítomnost organického materiálu v různém stupni rozkladu a částečná humifikace odumřelých rostlinných tkání. Výsledky fyzikálních rozborů vzorků půd jsou patrné z **Tab. 3.1-7**.

Tab. 3.1-7 Robečský potok - vybrané půdní charakteristiky

sonda číslo	jíl	prach	písek	šterk	humus	ČSN	třída	půdní druh
	(%)	(%)	(%)	(%)	(%)	731001	1-5	klasifikace Novák
1	1	2	97	1	1,2	S 2	1	písčítá
2	1	3	96	3	5,3	S 2	1	písčítá
3	4	37	59	4	2,3	F 3	1	hlinitopísčítá
4	14	62	24	<1	1,7	F 5	2	písčítóhlnitá
5	15	63	22	<1	2,0	F 5	3	hlinitá
6	17	65	18	<1	1,5	F 5	3	hlinitá
7	12	61	27	2	1,7	F 5	2	písčítóhlnitá
8	10	42	48	1	1,8	F 4	2	písčítóhlnitá
9	14	65	21	<1	1,4	F 5	3	hlinitá
10	17	64	19	<1	1,7	F 5	3	hlinitá

Poznámka: *JÍL* $d < 0,002$ mm *PRACH* $d = 0,002 - 0,05$ mm
PÍSEK $d = 0,05 - 2,0$ mm *ŠTĚRK* $d > 2$ mm

Půdní druh byl určen podle Novákovy klasifikace (zařídění podle podílu částic $d < 0,01$ mm) Stanovení zrnitosti pro geotechniku (zrnitostní čáry jsou součástí práce) ČSN 721017 Stanovení humusu: oxidimetricky stanoven $C_{ox} * 1,724 = \text{humus} (\%)$ Podle fyzikálních vlastností (textury + plasticity) jsou testované zeminy v ČSN 736850 označeny jako velmi propustné až nepropustné.

S 2 – velmi propustná s přibližným rozpětím filtračního součinitele $k < 10^{-4}$ m.s⁻¹.

F 3 – málo propustná s přibližným rozpětím filtračního součinitele $k = 10^{-6} - 10^{-8}$ m.s⁻¹.

F4+ F5 – nepropustná s přibližným rozpětím filtračního součinitele $k = 10^{-8} - 10^{-10}$ m.s⁻¹.

Naměřené hodnoty (vzorek 4 - 10) $k = n \cdot 10^{-7}$ m.s⁻¹ hodnotí povrchový profil jako málo propustný.

3.1.3.1.2 Závěry z chemických analýz půdních výluhů

Jak bylo konstatováno výše, deset půdních vzorků, odebraných v zájmovém povodí bylo předáno akreditované laboratoři k provedení chemické analýzy na obsah celkového fosforu. Výsledky jsou patrné jednak na přiložených kopiích protokolů (viz grafická příloha 20) a jednak z tabulky **Tab. 3.1-8**, která uvádí hodnoty obsahu celkového P, přepočtené na kg sušiny půdy.

Tab. 3.1-8 Obsah celkového P přepočtený na kg sušiny půdy

Vzorek číslo	4238/2009	4239/2009	4240/2009	4241/2009	4242/2009	4243/2009	4244/2009	4245/2009	4246/2009	4247/2009
Vzorek číslo	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Datum	14.7.2009	14.7.2009	14.7.2009	14.7.2009	14.7.2009	14.7.2009	14.7.2009	14.7.2009	14.7.2009	14.7.2009
Čas	15:30	15:32	15:34	15:36	15:38	15:40	15:42	15:44	15:46	15:48
Parametr	Jednotka									
Fosfor	mg/l	0,18	0,15	3,57	3,88	4,87	1,85	1,17	2,50	2,56
Fosfor	mg/kg suš.	1,8	1,5	35,7	38,8	48,7	18,5	11,7	25	25,6

Z výsledků je patrné, že hodnoty jsou celkově poměrně nízké a odpovídají přibližně 50 až 75 % očekávaných hodnot. To může být způsobeno použitou laboratorní metodikou, která je postavena spíše na vody a půdy silně zatížené cizorodými látkami. Velmi dobře je ale patrný rozdíl mezi půdami zemědělskými a lesními (první dva vzorky). Tyto výsledky naznačují, že smyvy z lesních ploch v podstatě nemohou významným způsobem přispět k eutrofizaci Máchova jezera, i kdyby se nějaká část sedimentu dostala až do jezera.

Co se týče prostorové distribuce obsahu P dle ostatních vzorků, v zásadě velmi dobře koresponduje s výsledky ACHP.

3.1.3.2 Analýza dat z databáze ACHP ÚKZUZ

Pro potřeby projektu byly za podpory MŽP ČR vyžádány výsledky Agrochemického průzkumu zemědělských půd ACHP, prováděného na zemědělských půdách v ČR Ústředním kontrolním a zkušebním ústavem zemědělským (ÚKZUZ). Poskytnuty byly bodové hodnoty, zjištěné na jednotlivých pozemcích v ukazatelích základních živin P, Mg, Ca a K.

Hodnoty byly v prvním kroku porovnány s výsledky získanými z vlastních bodových odběrů a bylo konstatováno, že prostorově je relativní shoda vcelku dobrá.

Dále byly získané výstupy porovnány s kritérii hodnocení, používanými metodikou MEHLICH III pro hodnocení zemědělských půd. Podle této metodiky prakticky všechny hodnocené orné půdy spadají podle obsahu celkového fosforu do kategorie obsah „dobrý“, až „vysoký“, výjimečně pak hodnoty obsahu „vyhovujícího“.

Průměrná hodnota na hodnocených pozemcích v zájmovém území je 106 mg P/kg. Tato hodnota sama se podle metodiky hodnocení dle MEHLICH III blíží rozhraní obsahu „dobrého“ a „vysokého“.

3.1.3.3 Dílčí závěry

Celkově je možno konstatovat, že zemědělské půdy v zájmovém území jsou na fosfor vcelku bohaté, naopak půdy lesní jsou mimořádně chudé a obsah P v nich bude v podstatě odpovídat přirozenému pozadí.

Při porovnání prostorového rozložení obsahu fosforu v půdách a erozní ohroženosti půd na jednotlivých pozemcích je třeba bohužel konstatovat, že v zásadě platí, že silně ohrožené pozemky, ať již kolem Tachovského vrchu, západně od silnice pod Doksy nebo na svažitém stupni podél západní hranice povodí mají obsahy fosforu v oblasti „vysoké“ až „velmi vysoké“ – tedy v rozmezí nad 80, resp. nad 166 mg/kg.

K posouzení závažnosti transportu sedimentu a jeho vlivu do vodních nádrží je možno využít následující bilance, založené na spekulativním přístupu.

Jako vstupní hodnotu koncentrace P je možno vzít hodnotu průměrnou (tedy 106 mgP/kg). Průměrný transport sedimentu do vodních nádrží v zájmovém území byl odhadnut na celkem 1440 t/rok. Vzhledem k charakteru půdy, která je významně jemnozrnná bez skeletu lze očekávat relativně nižší poměr obohacení sedimentu – vzhledem ke zkušenostem řešitelského pracoviště, kdy poměr obohacení se běžně pohybuje nad hodnotou 10 je možno ho v případě zájmového území odhadnout hodnotou 4.

V tom případě je možno konstatovat, že sediment transportovaný do nádrže z pozemků orné půdy může být zatížen koncentrací fosforu kolem 420 mg/kg (což mimochodem velmi dobře koresponduje s koncentracemi, zachycenými v minerálním sedimentu v Čepelském rybníce a Dokeské zátoce).

Celkové množství P transportovaného do hydrografické sítě tak podle prezentované úvahy činí průměrně 605 kg/rok.

Pro přepočítání na koncentraci v toku je třeba vzít v úvahu jen průtok v Robečském potoce, protože Břehyňský potok prakticky žádný sediment nepřináší. V kapitole 3.5, popisující hydrologickou bilanci je odvozena hodnota průměrného průtoku v profilu hráze Máchova jezera hodnotou $Q_a = 409$ l/s, hodnota průměrného ročního průtoku v profilu hráze rybníka Břehyně hodnotou $Q_a = 103$ l/s. Jednoduchým odečtem lze určit hodnotu zbylého přítoku do Máchova jezera, reprezentovaného levostrannými přítoky (především Robečským potokem), které potenciálně přináší veškerý sediment včetně fosforu hodnotou $Q_a = 306$ l/s. Tato hodnota odpovídá celoročnímu objemu průtoku $9\,650\,016$ m³.

Pokud bude vztaženo roční množství fosforu transportovaného se sedimentem do levostranných přítoků Máchova jezera, dostaneme teoretickou hodnotu 0,06 mg P/l.

V případě, že uvážíme, že hranice atrofie se pohybuje pod hranicí 0,01 mg P/l, pak množství fosforu, transportované do hydrografické sítě spolu se sedimentem je výrazně nad touto hranicí.

Je pochopitelně jasné, že prezentovaný výpočet je spekulativní, založen na odvozených a hypotetických hodnotách, jeho globální vypovídací schopnost, ukazující, jaký význam představuje erozně transportovaný fosfor pro celkový stav nádrže je jen těžko zpochybnitelná. Prokazuje jednoznačně, že erozní procesy v povodí, potvrzené shodou simulovaných i v terénu naměřených hodnot jsou velmi významným zdrojem živin přispívajících k rozvoji sinic a řas v Máchově jezeře.

3.1.4 Odhad vlivu možné dotace sedimentu a fosforu z lesních pozemků

Na základě provedených terénních šetření se ukázalo, že na lesních půdách může teoreticky docházet k rozvoji erozních a transportních procesů, které by ale kvalitu vody ve sledovaných vodních nádržích neměly ovlivnit. V zájmovém území byl dne 14.7.2009 proveden terénní průzkum, zaměřený právě na posouzení erozních a transportních procesů na lesních půdách.

Rybník Břehyně

Vodní nádrž se nachází ve zcela ploché nivě, zarostlé zčásti rákosím a dalšími mokřadními bylinami a v různé vzdálenosti od vodní hladiny pak lesem. Jediná část svažitéch pozemků, přiléhajících k pravému břehu rybníka Břehyně jsou jižní a jihovýchodní svahy Mlýnského vrchu.

Vzhledem k charakteru lesa i povrchu půdy je možnost vzniku plošného a následně soustředěného povrchového odtoku s významnějším transportem sedimentu v podstatě mizivá. Charakter sedimentu zjištěný v rybníce Břehyně v podstatě naznačuje organogenní původ zřejmě dílem z rašelinného podloží a dílem z organického opadu. Významně přispívají i plovoucí rákosové porosty, které v některých místech dosahují šířky i desítky metrů.

Máchovo jezero

Svažité pozemky na březích Máchova jezera jsou představovány jen vrchy Borným a Šroubeným. Zbytky zalesněných ploch, přiléhajících k Máchovu jezeru jsou zcela ploché. Vegetačně jsou kryty porostem s převahou borovice, v místech světlin je přimíšen nálet břízy. Většina lesů se pohybuje ve stáří do cca 30 let, menší plochy jsou pak i starší. V mladých lesích s nedostatkem světla je na zemi holá hrabanka, ve starších porostech s příměsí dubu, břízy, případně i dalších dřevin je na zemi borůvčí, tráva nebo i mech. Severovýchodní břeh Máchova jezera je navíc od hladiny oddělen zpevněnou komunikací ke kempu Borný, resp. přímo v jeho areálu.

Při obnově lesa na pasekách po těžbě je používána orba s cílem zapravit povrchovou hrabanku do písčitého podloží, které se jinak nachází v hloubce kolem 5 – 8 cm pod organickou vrstvou. Při terénním průzkumu a odběru vzorků bylo zjištěno, že tato metoda je velmi efektivní a na osázených pasekách stáří cca 5 let dosahuje velmi kompaktní vrstva písku, efektivně zpevněného kořenovým systémem a obohaceným humusem z hrabanky do hloubky nejméně 20 cm.

Při terénním průzkumu bylo dále zjištěno několik lokalit, kde nad cestou na svazích vrchu Borný dochází při extrémních přívalech ke vzniku povrchového odtoku spojeného s transportem sedimentu. Nicméně ve všech případech se jednalo pouze o předdisponované dráhy povrchového odtoku, vytvořené například dočasnou lesní cestou s narušenou hrabankou. V takových místech byly nad cestou dokumentovány menší splaveninové kužely, tvořené písčitém sedimentem.

Nicméně význam těchto jevů je výhradně lokální a s největší pravděpodobností bude vzniklý a transportovaný sediment zachycen ještě v rámci kempu před vniknutím do Máchova jezera. Pro plnou dokumentaci tohoto jevu byly pro jistotu odebrány dva půdní vzorky na analýzu obsahu fosforu. Vzorek č.1 reprezentoval sedimentační erozní kužel zachycený nad silnicí na svazích vrchu Borný – tedy příklad materiálu, který je transportován z lesních pozemků potenciálně do Máchova jezera. Vzorek č.2 byl odebrán na pasece s výsadbou borovic ve věku cca 5 let po výsadbě. Paseka byla před výsadbou zorána a stopy po orbě jsou v lokalitě patrné dodnes. Charakter pozemku a půdy prakticky vylučuje vznik povrchového odtoku a tedy i rozvoj erozních a transportních procesů, nicméně vzorek dává obraz o obsahu fosforu v pravděpodobně hnojených zemědělských půdách, orbou obohacených o organické látky.

Obsah fosforu v lesních půdách byl analyzován jako velmi nízký a i v případě vniknutí sedimentu do nádrží by neměl představovat závažný zdroj znečištění.

3.2 Kvantifikace znečištění z bodových zdrojů

Cílem tohoto bodu bylo podrobně prozkoumat bodové zdroje znečištění v zájmovém území, a to jak z hlediska kvality vody, tak její kvantity a režimu vypouštění (rozložení během roku). Průzkum se soustředil jednak na identifikaci možných bodových zdrojů znečištění, jednak na organické zatížení vody a obsah živin, především fosforu v několika profilech v povodí.

V rámci řešení studie tedy byly k tomuto bodu provedeny následující práce:

- Terénní průzkum břehů Máchova jezera
- Terénní průzkum Robečského potoka
- Terénní průzkum Břežyňského potoka
- Terénní průzkum intravilánu města Doksy

- Terénní průzkum malých obcí v povodí
- Stoková síť a ČOV Staré Splavy
- Další potenciální bodové zdroje v povodí

3.2.1 Terénní průzkum bodových zdrojů na březích Máchova jezera

Průzkum byl proveden dne 24.6.2009 v těchto lokalitách (viz grafická příloha 13):

- N-1 Areál mezi přístavištěm a toboganem
- N-2 Areál toboganu
- N-3 Hotel Port
- N-4 Poloostrov
- N-5 Yacht klub a levé zavázání hráze
- N-6 Pravé zavázání hráze
- N-7 Severní zátoka
- N-8 Kemp Borný
- N-9 Poloostrov Klůček
- N-10 Dokeská zátoka
- N-11 Přístaviště

3.2.1.1 N-1 Areál mezi přístavištěm a toboganem

Hlavní pláž Máchova jezera, vybavení pro rekreaci u vody a ve vodě – kiosky, restaurace (restaurace Na pláži, restaurace Paradis), převlékárny, toalety, sprchy. Písečná pláž má šířku cca 10 m, nad pláží vede rovnoběžně s hladinou asfaltová (místa ze zámkové dlažby) komunikace. Podél této komunikace (směrem od vody) vede kanalizační stoka, jsou zde vidět kontrolní šachty. V šachtách vede hlavní stoka podél silnice, shora jsou do nich zaústěny odpady od kiosků, toalet apod. Vedle restaurace Paradis je patrná šachta se zamčeným poklopem (akumulační nádrž pro přečerpávání splašků) (Foto 556).

3.2.1.2 N-2 Areál toboganu

Tento areál se skládá z restaurace, budovy skladiště a toboganu. Prostor je oplocen. U budovy skladiště je kruhová šachta s poklopem, uvnitř šachty jsou vidět splašky a potrubí malého průměru (cca 2´´) pro odsávání splašků –do kanalizace areálu mezi přístavištěm a toboganem. U budovy skladu jsou dvě potrubí k hladině, které však slouží k napojení čerpadel a dodávce vody na tobogan. Za plotem areálu je mokřad, zarostlý rákosím a do tohoto prostoru je vyústěn trubní odpad z plochy nad železnicí, který podchází železnici klenutým kamenným propustkem. Jedná se o vodu, která přichází povrchovým odtokem z rozsáhlých ploch zemědělských pozemků orné půdy (Foto 600).

3.2.1.3 N-3 Hotel Port

Hotel Port má jímku pro akumulaci splaškových vod. Depandance hotelu, včetně toalet pro pláž jsou odkanalizovány do dvou šachet, z nichž je voda čerpána do společné jímky. U hotelu Port je molo a půjčovna šlapacích kol. (Foto 563).

3.2.1.4 N-4 Poloostrov

Pláž Staré splavy, skluzavka, rekreační zařízení pro rekreaci u vody a ve vodě – kiosky, restaurace, malý hotel (hotel Na pláži), převlékárny, toalety, sprchy. Ve vodě je vytvořena chráněná plocha pro koupající, oddělená od jezera nafukovacími hady. Ve vodě jsou nafukovací lezecké stěny. Pláž je opět oddělena od rekreačního zázemí cestou ze zámkové

dlažby. Nad cestou vede kanalizační stoka, přibližně rovnoběžně s hladinou. Nad povrch vystupují poklopy kontrolních šachet. V dolní části svahu pod hotelem je patrná větší šachta s poklopem, sloužící k akumulaci odpadních vod. V šachtě je po odkrytí betonového poklopu patrný tuhý kal až k vrchu jámky. Na povrchu je elektrický kabel, pravděpodobně k čerpadlu. V areálu je budova čerpací stanice odpadních vod (Severočeská vodárenská společnost a.s.), odkud se odpadní vody čerpají na ČOV Staré splavy (Foto 566).

3.2.1.5 N-5 Yacht klub a domy u hráze

V levém zavázání hráze se nachází několik větších rekreačních domků, Yacht klub, klubovna, veřejné WC, několik větších domů a kiosky přímo u hráze. Yacht klub, klubovna a přístav pro jachty jsou oploceny. U domu vedle Yacht klubu je patrný odpad vody (dešťové) v betonové zídce nad hladinou vody v jezeře. Splašky z Yacht klubu a okolních dvou rekreačních domů jsou přečerpávány a odvedeny na ČOV Staré splavy. Veřejné WC a další větší domy jsou vzdáleny od vody, jsou výrazně výše nad hladinou a je pravděpodobné, že voda je gravitačně odvedena pod hráz a na ČOV. Kiosky u hráze jsou malé, pravděpodobně bez přívodu vody a také bez odpadů (možno využívat veřejného WC) (Foto 573).

3.2.1.6 N-6 Domy v pravém zavázání hráze

V pravém zavázání hráze se nachází několik trvale obývaných domů, situovaných po obou stranách ulice, která je zpevněna zámkovou dlažbou. V konstrukci vozovky jsou patrné poklopy vodovodních hydrantů a poklopy šachet kanalizace. Odpadní vody jsou evidentně vedeny do ČOV Staré splavy, vzhledem k morfologii terénu gravitačně (Foto 578).

3.2.1.7 N-7 Severní zátoka

Severní zátoka je od hladiny Máchova jezera oddělena ponořenou hrázkou. Ve vzniklé zátocce je malá pláž, dvě mola na přistávání malých plavidel. Po levé straně zátoky (vzhledem k jezeru) je kemp Andrea s potřebným vybavením (vodovod, kanalizace, elektrické vedení). Kemp se skládá z chatiček, možnosti parkování aut se stany, aut s přívěsy, dále je zde restaurace, klubovna, toalety a sprchy. Kanalizace je svedena mělkou sítí kanalizačních stok k dřevěnému domečku, pod nímž je umístěna sběrná jámka s čerpadly, která odčerpávají splašky do veřejné kanalizace, vedoucí na ČOV Staré splavy (Foto 583).

3.2.1.8 N-8 Kemp Borný

Kemp Borný tvoří dlouhý pás podél hladiny. Jedná se o možnost využití stávajících chatiček, stanování nebo kempování v přívěsech. Je zde opět zajištěna síť vodovodu, elektrické energii a je zde vedena páteřní stoka kanalizace. Kromě toho jsou zde vybudovány dvě nové ubytovací budovy a restaurace. Celým areálem je vedena kanalizační stoka, nejprve v lesním komplexu, dále podél asfaltované silnice, která prochází po celé délce kempem. Do této kanalizace jsou vyústěny pevně zabudované stavby restaurace, ubytování, veřejných WC a umývár. Existence kanalizační stoky je patrná podle poklopů kanalizačních šachet podél této silnice. V další části kempu jsou umístěna rekreační zařízení různých firem a restaurace. Všechna tato zařízení mají přiveden vodovod a jsou odkanalizována do podélné stoky. Stoka směřuje ke kempu Andrea a dále je vedena do veřejné kanalizace, vedoucí do ČOV Staré splavy. Dle informace na Městském úřadu Doksy je tato páteřní stoka zarostlá, málo funkční a správce kanalizace Doksy a ostatních lokalit tuto kanalizaci nepřevzal vzhledem k jejímu aktuálnímu stavu do správy. Pouze poslední část této lokality, která už nepatří do areálu kempu Borný, ale je tvořena historickými malými chatičkami, je bez vodovodu a bez napojení na kanalizaci. V lese jsou umístěny budky suchých záchodů (Foto 588).

3.2.1.9 N-9 Poloostrov Klůček

Zařízení na poloostrově Klůček je tvořeno jedinou budovou restaurace, převlékáren, toalet a sprch. Na poloostrově je písčiná pláž se skluzavkou. Rekreační zařízení je odkanalizováno do septiku krytého poklopem. Po odkrytí poklopu bylo zjištěno, že septik je funkční. Mezi Břežňanskou zátokou a poloostrovem Klůček se nachází izolovaná budova Valdštejnské plovárny. Tato budova slouží pouze jako šatny, převlékárny a vzhledem ke svému umístění nad vodou je její odkanalizování nepravděpodobné (Foto 591).

3.2.1.10 N-10 Dokeská zátoka

Dokeská zátoka je oddělena od plochy Máchova jezera zemní hrázkou. Průtok vody hrázkou je umožněn dvojicí trub, umístěných v pravém zavázání hrázky a dále přepadem vody přes průleh v koruně hrázky. Podél hrázky směrem k jezeru vede přes Dokeskou zátoku lávka pro pěší. Cílem hrázky je zachycení sedimentu, neseného Robečským potokem a případně i zlepšením kvality přitékající vody jejím odsazením v tomto prostoru.

3.2.1.11 N-11 Objekt loděnice, budovy o.p.s. Máchovo jezero a přístaviště

Oba objekty jsou posazeny částečně nad hladinu vody, splašky jsou přečerpávány do veřejné kanalizace. V budově o.p.s. jsou maximálně 4 osoby, v loděnici je provoz občasný (Foto 598). Splaškové vody z WC na parnicích jsou likvidovány dvojitým způsobem – část lodí je vybavena chemickým WC, druhá část splašky přečerpává u břehu do splaškové kanalizace.

3.2.1.12 Rekapitulace poznatků z průzkumu:

Bezproblémová místa:

- Areál mezi přístavištěm a toboganem
- Areál toboganu
- Hotel Port
- Poloostrov
- Yacht klub a domy u jezera v levém zavázání hráze
- Domy v pravém zavázání hráze
- Kemp Andrea v severní zátoce
- Oblast poloostrova Klůček
- Dokeská zátoka
- Objekt loděnice a budova o.p.s. Máchovo jezero
- Odpady z lodního provozu

Problémová místa:

- Přítok z průmyslových a zemědělských pozemků pod železnicí
- Kemp Borný
- Rekreační chatky na konci kempu Borný (zanedbatelné množství)

3.2.2 Terénní průzkum bodových zdrojů v povodí Robečského potoka

Poslední částí průzkumu bodových zdrojů bylo terénní šetření 2.7.2009 provedené v extravilánu Doks, mimo břehy Máchova jezera. Body terénního průzkumu povodí jsou vyznačeny v grafické příloze 14.

- P-1 Rybník odpovídá tvaru na mapě, břehy má nezpevněné, ve sponu 5 m jsou nad hladinou olše, na levém břehu chatky, staré objekty, znečištění není patrné, jedná se pravděpodobně o zemní filtr na přepadu ze septiku. Nádrž na hladině místy porostlá stulíkem žlutým (Foto 031). Podél nádrže jsou místy čerpadla pro odběr vody z nádrže do objektů stojících na břehu. V levém zavázání hráze je hrazený bezpečnostní přeliv ústící do otevřeného koryta potoka.
- P-2 V místě ústí potoka do nádrže je na levém břehu velký areál pravděpodobně vojenské sklady, je zde uložený ženižní materiál, pontony, lodě. Znečištění není znatelné, jímky nebyly nalezeny.
- P-3 Železniční most – kamenná široká klenba vybudovaná z pískovcových kvádrů, šířka koryta ve dně 5 m, výška mostku 6 m, na návodní straně jsou nátoková křídla, koryto je rozšířené do laguny, voda zapáchá, šedý zákal vody (Foto 033), všude velmi bujný porost, ostřice, vrby, jasan na březích. Povodní strana koryta má obdobný charakter, levý břeh je svislý, 15 m koryto v ose propustku, pak následuje pravostranný oblouk a koryto natéká do široké, značně podmáčené nivy a následně do rybníka. Na dně patrný sediment, šedivé zbarvení, porost ukazuje na značné množství živin. Zdroj znečištění nebyl zjištěn.
- P-4 Poselský mlýn – lesní porost smíšený, borovice, dub, místy bříza. Potok spíše protéká mokřadem, široké koryto, okolí je charakteru podmáčené olšiny, průtoky nepatrné, jde spíše o stojatou vodu, koryto zemní, nezpevněné, dochází k postupnému zazemnění.
- P-5 Oplocení – charakter potoka stejný, zarostlá údolní niva, porosty olší, vrb a hlohu. Místy popínavé rostliny. Koryto postupně zarůstá, je v něm velké množství sedimentu. Kvalita vody v korytě je zhoršená, zřetelné je šedé zbarvení sedimentu a vody. Břehy potoka jsou zemní nezpevněné, šířka koryta se pohybuje okolo 3 m, voda nese známky znečištění. Pod oploceným areálem kempu je na toku zřízené odběrné místo s čerpací stanicí, k níž je vyhrábnuté zemní korytko. Znečištění je evidentně způsobeno odpady z areálu kempu.
- P-6 Mezi kempem a objektem lesů na odtokovém korytě z bezpečnostního přelivu nádrže je výtok znečištění z areálu na levém břehu (část kempu) z betonové jímky (Foto 039). Trouba není patrná, koryto je velmi zanesené, výtok znečištění je však dobře patrný. Proti vodě nad betonovou jímkou je voda čistá. Stabilní průtok není patrný, jedná se spíše o stojatou vodu.
- P-7 Královský potok, vzduté ústí přítoku do nádrže, niva značně zarostlá, měkký litorál z ostřice a rákosu, tvrdý litorál tvořen olší a vrbou. Koryto je zemní nezpevněné, s čistou vodou.
- P-8 VN Pateřinka, cestní mostek na hlavním toku potoka (místo odběrů vody a měření průtoků) – koryto je na délku 10 m zpevněno betonovými dlaždicemi a má kamenem zpevněnou patu, lichoběžníkové koryto šířka ve dně 1,5 se rozšiřuje na 4,5 m z důvodu silničního mostu na hlavní silnici, břehy mají doprovod tvořený vzrostlými stromy v druhové skladbě bříza, olše, líska a topol. Stav vody dobrý, na dně šterkopískový sediment, v místě, kde se snižuje podélný profil, se na dně vyskytuje bahnitý sediment, který postupně místy zarůstá travou.

- P-9 Vyústění z VN – hraditelný objekt, loviště délky 5 m, odpadní potrubí je spíš odpadní štolou. Koryto za lovištěm je nezpevněné - zemní koryto stáčejší se v levotočivém oblouku podél hlavní silnice. Doprovod je tvořen převážně olší.
- P-10 Silniční most na hlavní silnici – před mostkem je soutok potoka a odpadu od VN. Násep vozovky směrově usměřňuje odpad od VN. Na povodní straně mostu je patrný šedý zákal sedimentu ve dně i šedý zákal vody, možným zdrojem je silniční příkop. Koryto je široké 4 m, protéká mokřadem s porostem olše a břízy. Široká údolní niva. Voda protéká velmi pomalu.
- P-11 Na konci obce Obora - koryto v porostu rákosu a keřových vrb, mokřad, koryto neznatelné, levý břeh je cca 2,5 m nad úroveň nivelety mokřadu, pravý břeh je charakteru litorálu Poselského rybníka.
- P-12 Mostek z pražců – koryto a zároveň pravobřežní přítok potoka. Hlavní koryto potoka je přehrazeno provizorním mostkem. Kvalita vody je celkem dobrá, je patrný bahnitý sediment na dně. Zemní nezpevněné koryto, podle tvaru koryta je znatelná směrová úprava koryta (vyznačená též v mapě). Mostek je z pražců uložených na pískovcových pilířích. Bohatý porost rákosu, ostřice a vrb. Lokalita kolem potoka je na pravém břehu zarostlá rákosem, zamokření je patrné i za železnicí. Podle informací obyvatel obce Obora není obec odkanalizovaná. Niva je široká na levém břehu cca 20 m, na pravém břehu jde podmáčenou loukou. Lokalita pod nádražím je zarostlá niva s šířkou cca 50 m.
- P-13 Na začátku oplocení – koryto šířky ve dně 4 m je zazemněné, všude porost rákosu výšky 2,5 m, patrná trasová úprava koryta. Na dně patrný nános bahna, výplachy z rákosin (Foto 052).
- P-14 Cca v polovině oplocení – areál železničních staveb, jsou zde pražce. Koryto protéká hájem s břízami, borovicí, olší, trasová úprava je patrná, koryto nezpevněné, zemní s podemletými břehy. Břehy jsou cca 1,5 m vysoké, břízy jsou na břehové čáře (Foto 054), jsou nahnuté nad hladinu. Znečištění není patrné, voda je čistá, na dně patrné čeřiny.
- P-15 Lávka od zahrádek - koryto šířky 1,5 m, šterkopískové dno, kvalita vody dobrá, koryto zemní nezpevněné, levý břeh je porostlý travou, rákosem a keří. Znamky po znečištění nejsou patrné.
- P-16 Železniční mostek – koryto zarostlé, na dně bahnitý jemnozrný sediment, zarůstá rákos, ostřice. Šířka koryta kolem 1,5m, průtok je patrný, voda se zrychluje. Kvalita vody je dobrá, nejsou patrné známky znečištění.
- P-17 Silniční mostek – 5 m nad a pod mostkem je koryto opevněné kamennou dlažbou do betonu, celé je trasově upravené, případné zbytky opevnění nejsou patrné. V profilu mostku je koryto ve dně široké 2,5 - 3 m, pod mostkem je zúžené na 1,5 m. Pravý i levý břeh je ve sklonu 1:1, koryto je celkově zarostlé keří.
- P-18 Požární nádrž obdélníkového tvaru, opevněno betonem. Púdorys 12 x 18 m, hloubka nezjištěna, celý prostor zátopy má kolem trubkové zábradlí. V pravém horním rohu nájezd (Foto 064).

- P-19 V úrovni horní části požární nádrže je mostek přes potok, na levém břehu potoka je v profilu mostku zpětná klapka, trouba DN 175, šedá barva sedimentu, voda nezapáchá, nicméně je patrné její znečištění (Foto 060). Na dně koryta jsou řasy, voda je celkově zakalená. Přímá dotace znečištění z lokality bytovek. Koryto je stále trasově upraveno, šířka ve dně je proměnná díky keřovému porostu na pravém břehu. Patrný život i v toku.
- P-20 Propustek – cesta polní, od koupaliště, trasa toku zcela přímá, propustek je trubní DN 1200, betonová čela, propustek do ½ zanesený sedimentem. Koryto pod je zarostlé, šířka ve dně 2,5 m, hloubka vody cca 10 cm, na dně bahnitý sediment, chomáčovité zelené řasy na dně. Břehy nejsou patrné, koryto se zazemňuje. Stromový doprovod tvoří vrby a olše.
- P-21 Silniční propustek – pramenná lokalita Robečského potoka. Nad propustkem je koryto zemní nezpevněné, velmi mělké, má charakter průlehu, protéká podmáčenou olšinou. Propustek je trubní DN 1000, se zábradlím a betonovými čely a popraskanou římsou. Cca 5 m pod propustkem vzniká trasová úprava toku, široké zemní nezpevněné koryto. Bez znatelného znečištění. Koryto postupně vzniká a sbírá vodu. V celém úseku koryto protéká vzrostlým lužním lesem, olšinou (Foto 070).

3.2.3 Břežský potok

Body terénního průzkumu Břežského potoka jsou vyznačeny v grafické příloze 16.

- B-1 Úsek pod Břežským rybníkem – koryto cca 100 m od úseku, kde byly měřeny průtoky. Potok má zemní, nezpevněné koryto protékající vzrostlou olšinou (lesní potok), šířky ve dně kolem 1,5 - 3 m, z luhu na pravém břehu jsou patrné přítoky. Dno je tvořeno štěrkopískem, na dně tlející listy. Kvalita vody je velmi dobrá, známky znečištění nejsou patrné. Na levém břehu je louka, pravý břeh luh.
- B-2 Mostek na přítoku Jordán – trubní DN 800, betonová čela, koryto je přirozené, zemní, nezpevněné, zarostlé rákosem, průtoky jsou znatelné, koryto je na hloubku cca 10 cm zanesené sedimentem – písek, štěrk, bez patrného znečištění. Na povodní straně je koryto cca 1,5 m široké ve dně, koryto vypadá trasově upravené, napřimené. Luh je tvořen olší s místy přimíšenou borovicí.
- B-3 Silniční most - silnice na Staré Splavy, konstrukce mostu je tvořena mostovkou na pilířích, ve směru proti vodě jsou vtoková křídla trojúhelníkového tvaru. Koryto je zemní, bez opevnění, lesní potok, šířka ve dně 4 m, voda mírně zakalená většími průtoky, koryto je ve chvíli průzkumu na své kapacitě. V okolí olšina. Olše po stranách místy zasahují do koryta. Povodní strana je se vzdušným, hladina i samotné koryto postupně zarůstá travami. Na pravém břehu je objekt asi lesní správy, jímka nebyla zjištěna, znečištění není patrné.
- B-4 Lávka pro pěší v lese pod pasekou - potok silně meandruje, jedná se o přirozené koryto protékající vzrostlou olšinou, šířka ve dně 6 m, hloubka koryta odhadnuta na 0,5 m. V době průzkumu mírné zakalení vody díky dešťům. Koryto je na poloviční kapacitě. Všude v okolí vzrostlé vlhkomilné trávy (Foto 088).

3.2.4 Intravilán města Doksy

3.2.4.1 Charakteristika města

Město Doksy leží jihovýchodně od města Česká Lípa v nadmořské výšce 260 m n.m. Jedná se o město do 5 000 trvale bydlících obyvatel s 318 rekreačními objekty. Město je tvořeno městskou obytnou zástavbou, rodinnými domy a občanskou vybaveností. U Máchova jezera se nacházejí rovněž rekreační zařízení, hotely, ubytovny (1 900 lůžek) a chatová zástavba. Doksy leží částečně v PHO vodního zdroje (vrt Břehyně) a v CHOPAV Severočeská křída. Protéká jím Robečský potok, dále je zde Čepelský rybník (4 ha) a sádky.

Staré Splavy leží severně od Doks na břehu Máchova jezera v rovinném terénu v nadmořské výšce cca 260 m n.m. Trvale zde žije do 600 obyvatel s 309 rekreačními objekty. V katastru území se nacházejí rekreační zařízení a individuální chatová zástavba. Staré Splavy leží v CHOPAV Severočeská křída. Územím protéká Robečský potok, v tomto úseku toku se jedná o významný vodní tok, který náleží do povodí Ploučnice. V katastrálním území leží i část Máchova jezera. Ve Starých Splavech se nachází ČOV, do níž je odvedena splašková kanalizace z města Doksy a téměř z celého obvodu Máchova jezera.

3.2.4.2 Terénní průzkum bodových zdrojů v Doksech

Tato část průzkumu na Robečském potoce v intravilánu města Doksy v úseku od Dokeské zátoky po odpad z Čepelského rybníka byla provedena dne 15.7.2009, poznatky o problémových místech byly následně doplněny na základě jednání na MěÚ Doksy, stavební odbor (vedoucí odboru p. Duchanová). Body terénního průzkumu v intravilánu Doks jsou vyznačeny v grafické příloze 15.

- D-1 Dolní úsek Robečského potoka nad železnicí – dosah vzduť Dokeské zátoky Máchova jezera – koryto upravené, napřímené, šířka ve dně 4,0 m, při březích rákosí (Foto 196)
- D-2 Lávka pro pěší nad železničním mostem
- D-3 Železniční most
- D-4 Při patě svahu železničního náspu je veden nový záchytný odvodňovací příkop, betonové žlabovky, vyústěno do levého břehu Robečského potoka, poslední 3 m kamenná dlažba do betonu (Foto 199)
- D-5 Těsně nad železničním mostem je na levém břehu autokempink, přístupný z pravého břehu po lávce
- D-6 Cca 5 m nad lávkou je na pravém břehu vyústěna asbestocementová trubka DN 300 – bezpečnostní přepad z čerpací stanice splaškových vod (odlehčení), na křovinách je v úrovni břehové hrany potoka vidět zbytky splašků (Foto 201)
- D-7 V úrovni supermarketu Penny Market je koryto obdélníkového tvaru, šířka ve dně 3,0 m, hloubka 2,0 m, zdi svislé z kamenného zdiva. Těsně pod tímto zpevněným úsekem je na levém břehu nová zpětná klapka DN 500 – jedná se o vyústění dešťové kanalizace (po rekonstrukci) – z klapky vytéká malé množství čisté vody – vyústění nové dešťové kanalizace z Máchovy ulice (Foto 203)

- D-8 V polovině délky objektu supermarketu je do levého břehu vyústěna plastová trubka DN 300 – odvedení dešťových vod ze střechy objektu
- D-9 Mostek M1 na místní komunikaci
- D-10 Nad mostkem M1 je na levém břehu vyústění dešťové kanalizace (DN 200) a výše další dvě vyústění dešťové kanalizace (DN 150 a DN 100 – plast). Na levém břehu je betonová trouba DN 400 (těsně nad mostkem) – dešťová kanalizace a výše na levém břehu je naproti vyústění dešťové kanalizace betonová trouba DN 500 – pravděpodobně vyústění dešťové kanalizace s možným napojením splaškové kanalizace
- D-11 Těsně nad mostkem M1 jsou na levém břehu veřejné záchodky, odpad z nich je veden do splaškové kanalizace. Nad touto úrovní je v levém břehu vyústění plastové trubky DN 300, vytéká z ní malé množství čisté vody – dešťová kanalizace (Foto 211)
- D-12 Výše na levém břehu čtyři kameninové trouby DN 200 – bez průtoku – dešťová kanalizace
- D-13 Mostek M2
- D-14 Koryto mezi mostkem M1 a M2 je obdélníkového profilu (viz bod 7)
- D-15 Cca 5 m pod mostkem M2 je na levém břehu vejčitý kanalizační profil (600 x 900 mm), vytéká z něj malé množství, ale splaškových vod (Foto 223)
- D-16 Koryto nad mostkem M2 je lichoběžníkového tvaru, sklon levého břehu 1 : 1,5, sklon pravého břehu 1 : 3. Průtok čisté vody, poměrně velká rychlost. Na levém břehu je parková úprava, koryto i břehy udržovány
- D-17 Cca 50 m pod mostkem u sádek v levém břehu vyústění betonové trouby DN 150 – dešťová kanalizace, vytéká malé množství čisté vody
- D-18 Mostek M3 (lávka pro pěší). Nad mostkem začíná oplocený areál sádek (Foto 234). Těsně pod plotem v levém břehu dvě kameninové trouby DN 250 – vyústění dešťové kanalizace a odlehčení přečerpávací stanice splaškových vod (Foto 238) – v době průzkumu bez průtoku (Foto 235)
- D-1 V areálu sádek je do toku oboustranně zaústěna řada trubek – jedná se o odpady z jednotlivých polí sádek
- D-20 V rámci odběrů vody na kvalitu bude účelné odebrat dva korespondující vzorky vody nad a pod sádkami pro ovlivnění kvality vody odtokem ze sádek. V době průzkumu je většina sádek prázdných, v jedné ze sádek je několik kachen
- D-21 Mostek M4 nad areálem sádek
- D-22 Cca 10 m pod mostkem M4 v pravém břehu vyústění betonové trouby DN 150 – dešťová kanalizace – bez průtoku

- D-23 Níže na levém břehu betonová trouba DN 150 – dešťová kanalizace – bez průtoku
- D-24 Odpad od bezpečnostního přelivu Čepelského rybníka je zatrubněný, těsně nad areálem sádek je otevřené koryto. Na hladině je mastný film, pod ním protéká voda, otevřené koryto pak přechází na zatrubnění – betonová trouba DN 300, zanesená z poloviny sedimentem
- D-25 Cca 10 m nad mostkem M4 je v levém břehu betonová trouba DN 100 se zpětnou klapkou, výše plastová trouba DN 150 – obě dešťová kanalizace
- D-26 Na pravém břehu plastová trubka DN 100, výše asbestocementová trubka DN 100 – dešťová kanalizace
- D-27 Ve vrcholu oblouku je ve dně provizorní kamenný stupeň – slouží ke vzduť vody pro černý odběr na zalévání
- D-28 V celém úseku mezi mostkem M4 a M5 je levý břeh tvořen svíslou kamennou zdí, pravý břeh je ve sklonu 1 : 1,5, do výšky 1,0 m opevněný kamennou dlažbou do betonu, výše pokračuje osetí (Foto 256)
- D-29 Pod mostkem M5 je betonová trouba DN 500, vytéká z ní čistá voda – dešťová kanalizace
- D-30 Černý odběr vody z toku – plastová trubka
- D-31 Mostek M6
- D-32 Mezi mostky M5 a M6 je koryto obdélníkového profilu, svíslé zdi z čediče
- D-33 Nad mostek M6 je v levém břehu plastová trubka DN 100, v pravém břehu plastová trubka DN 80 – dešťová kanalizace
- D-34 Na pravém břehu je v oblouku vyústění betonové trouby DN 600 – pravděpodobně dešťová kanalizace
- D-35 Mostek M7 pod výpustí Čepelského rybníka
- D-36 Pod mostkem M7 na levém břehu dvě plastové trubky DN 250 – dešťová kanalizace – odvodnění silnice a jedna betonová trouba DN 250 – možná i splašková kanalizace, dále jedna betonová trouba DN 200 – dešťová kanalizace
- D-37 Těsně nad mostkem M7 je v pravém břehu betonová trouba DN 150 – dešťová kanalizace, na levém břehu jsou kamenné schody – do nich ústí ocelová trubka DN 200 – dešťová kanalizace
- D-38 Odpad z polí – zemědělsky využívané pozemky (orná půda) nad silnicí jsou spádovány do průlehu, který směřuje k silnici. Povrchový odtok s transportovanými půdními částicemi z těchto pozemků je odváděn betonovou troubou DN 800 pod silnicí, dále pod paralelní místní komunikací města Doksy a pak dlouhým trubním vedením pod zpevněnou odstavňovou plochou nádraží. Vyústění je pod železniční tratí

kamenným propustkem a dále otevřeným odpadem přímo do Máchova jezera. Do Máchova jezera ústí tento odpad u toboganu. V době průzkumu protékalo kamenným propustkem dosti velké množství čisté vody, při odběrech vzorků vody zde opakovaně byl průtok minimální.

3.2.4.3 Stoková síť v Doksech

Stoková síť v Doksech je oddílná - splašková oddílná kanalizace je provozována společností Severočeské vodovody a kanalizace, a.s. Teplice, dešťová oddílná kanalizace je ve správě města Doksy.

Celková rekonstrukce dešťové kanalizace nebyla zatím provedena a dochází k ní pouze místně při prováděných opravách komunikací. Město nemá k dispozici pasportizaci kanalizace, není zjištěn ani její stav a vedení tras dešťové kanalizace. Podle informací stavebního odboru by všechna vyústění splaškové kanalizace vedoucí přímo do Robečského potoka měla být zaslepena, ale je možné, že někdo je napojen splašky na stávající dešťovou kanalizaci. Další možností je prosakování balastních vod do dešťové kanalizace. Výsledkem je tak znečišťování vodního toku - viz body průzkumu D-6, D-15 a D-18. Dále je možné (stav vod v korytě toku tomu nasvědčuje), že někteří obyvatelé Doks mají kanalizační sice přípojky, platí SČVaKu, ale jsou napojeni na dešťovou kanalizaci (přesné informace o jednotlivých domech nejsou známy, pro možnost ověření napojení obyvatel na splaškovou kanalizaci by bylo nutné od vlastníka nemovitosti vyžádat doklad o existenci a funkčnosti přípojky na splaškovou kanalizaci nebo potvrzení o vývozu žumpy). Vyžadovat tyto doklady od vlastníků nemovitostí je sice v kompetenci vodohospodářského orgánu, avšak vzhledem k rozsahu práce a osobním vztahům je to nereálné. Jedná se totiž o činnost opakovanou, vývoz žump může probíhat i několikrát ročně a pokud vlastník předloží jeden doklad za rok, je těžko možno posoudit, zda mimo tento jeden vývoz fekálií ostatní splašky nevypouští do toku.

Základní část stávajícího kanalizačního systému tvoří gravitační oddílná stoková síť. V Máchově ulici byla vystavěna nová dešťová a splašková kanalizace (tam to bylo velice problematické), totéž na sídlišti Pražská (i parkovací plochy). Problém je dešťová kanalizace okolo zámku, kde dochází k splachu z polí, může dojít i k vyplavení dešťové kanalizace a vypláchnutí splaškových stok (je to jen občas).

3.2.4.3.1 Splašková oddílná kanalizace

Splašková kanalizace je ve správě SČVaK, opravy se řeší pouze v případě havárie. Mají teď spíše starosti s ČOV z hlediska požadavků EU.

Splaškové vody jsou přečerpávány do jednotné stokové sítě Starých Splavů. Na splaškové kanalizaci jsou umístěny tři čerpací stanice odpadních vod (ČSOV).

Jedná se čerpací stanice:

- ČSOV- hlavní ($Q_{\max} = 66 \text{ l/s}$, $Q_{\text{skut}} = 50 \text{ l/s}$), která přečerpává veškeré odpadní vody z Doks do jednotné sítě Starých Splavů - stoka „A“,
- ČSOV- pláž ($Q_{\max} = 16 \text{ l/s}$), která přečerpává vody z prostoru pláže do stokové sítě města Doksy- stoka „AB“,
- ČSOV- Poslův mlýn ($Q_{\max} = 15 \text{ l/s}$), která přečerpává vody z areálu Poslova mlýna do stokové sítě města Doksy- stoka „AA“.

Na splaškové stokové síti nejsou umístěny odlehčovací komory. Pouze u ČSOV – hlavní je umístěn bezpečnostní přepad (viz bod D-6 průzkumu).

Kanalizační potrubí je z kameniny. Části stok byly rekonstruovány, např. stoka A od ČSOV-hlavní ke garážím a sádkám v Luční ulici. Dále se počítá s dalšími etapami rekonstrukce stok, avšak bez zpracování koncepce a časového plánu. Jedná se spíše o řešení aktuálních problémů nebo rekonstrukce spojené s rekonstrukcí ulic nebo parkovišť.

3.2.4.3.2 Dešťová oddílná kanalizace

Dešťové vody jsou odváděny gravitačním systémem zaústěným převážně do Robečského potoka. Stav kanalizačního systému a jeho vedení se město snaží postupně zmapovat, ale jeho prostředky na nákladný průzkum nestačí.

3.2.4.3.3 Dílčí závěry

Na základě výše uvedeného popisu je zřejmé, že v intravilánu města Doksy je situace nepřehledná. Veškerá kanalizace v Doksech i v kempech okolo Máchova jezera je z 60. let, stav je neutěšený, nejsou peníze na zásadní rekonstrukci, provádí se pouze dílčí opravy.

- Na splaškové kanalizaci je hlavním problémem přepad u ČSOV – hlavní na konci ulice Sluneční. Zde je zcela zjevné (průzkumem pod výústí od přepadu), že v případě zvýšených odtoků srážkové vody přepad funguje a nařaděné splašky odtékají do Robečského potoka těsně nad železniční tratí, tj. nad Dokeskou zátokou Máchova jezera. Nelze provést posouzení, protože k hydraulickému výpočtu nejsou dostatečná data. K uvedení přepadu do funkce by mělo dojít pouze v případě poruchy čerpadel, což znamená pouze za stavu havárie. Možný problém způsobuje malá kapacita výtlačku z čerpací stanice (viz další bod).
- Z ČSOV - hlavní jsou odváděny výtlačkem veškeré splaškové vody do stokové sítě Starých Splavů. Množství čerpaných vod je limitováno maximálním průtokem potrubí, který činí 50 l/s.
- Dalším problémem na splaškové kanalizaci je vysoká hladina podzemní vody a u starších stok oddílné splaškové soustavy dochází k přítoku balastních vod.
- Na základě průzkumu Robečského potoka v intravilánu města Doksy je zřejmé, že se do recipientu přitékají i znečištěné vody za bezdeštného průtoku (viz bod průzkumu D-10, D-15 a D-36).
- Na dešťové kanalizaci neexistuje podrobná pasportizace stokové sítě.
- U některých stok dešťové kanalizace není známa trasa vedení. Dá se předpokládat, že některé dešťové stoky jsou napojeny do splaškové kanalizace, nebo jsou s ní alespoň propojeny.
- Je nutné provést vyčištění stok, kamerový průzkum podrobnou pasportizaci stokové sítě kanalizace splaškové i dešťové. Dále po zjištění stavu potrubí provést rekonstrukci popřípadě obnovu nevyhovujících úseků.

3.2.5 Menší sídla a obce v zájmovém území

Za hlavní bodové zdroje v zájmovém území povodí lze jednoznačně považovat město Doksy a nad ním ležící větší sídla Obora a Okna přímo na Robečském potoce. Zbylá část povodí má ale situaci značně specifickou, protože hydrografická síť je zde poměrně řídká a obce v podstatě nemají žádný vodní recipient. Nicméně v souladu s cíli studie byl i ve zbytku povodí proveden podrobný průzkum, zahrnující jednak dotazy na stavebním odboru MěÚ Doksy, jednak terénní pochůzku a diskuzi s místními obyvateli a zastupiteli jednotlivých obcí

nebo jejich částí. Výsledky jsou pak shrnuty pro jednotlivé obce a osady v následujících odstavcích.

Dle údajů Plánu rozvoje vodovodů a kanalizací Libereckého kraje (PRVKLK) je počítáno se stagnací počtu obyvatel v lokalitách Doksy, Staré Splavy, Jestřebí, Provodín, Obora, Okna.

Tab. 3.2-1 Počty obyvatel v jednotlivých obcích v povodí

Obec	Statistika 2001	Rekreanti
Doksy	4 076	14 000
Staré Splavy	534	4 000
Jestřebí	670	134
Provodín	622	120
Obora	178	44
Okna	249	30
Celkem	6 329	18 328

Obec Okna (264 obyv./88 obytných budov) má v územním plánu pouze vymezenou plochu pro budoucí kořenovou ČOV, zatím mají žumpy (s vyvážení) a domácí ČOV. Dle Programu rozvoje vodovodů a kanalizací libereckého kraje je naplánovaná výstavba stokové sítě Okna – Obora - Doksy (napojení na ČOV Staré Splavy).

Obec Obora (součást města Doksy) – má v plánu napojení na ČOV Staré Splavy.

Obec Tachov – má vybudovanou oddílnou kanalizaci. Splašková je svedena spádově do dvou kořenových ČOV na opačných stranách obce. Na kanalizaci jsou napojeny dokonce i rozvojové plochy obce. Nicméně vzhledem k tomu, že obec nemá žádný recipient, jsou odtékající vody z obou ČOV infiltrovány. Podle radního i starosty je odtok pravidelně sledován a účinnost přesahuje trvale 90 %. I přesto mají obě ČOV dosud jen výjimku na dočasné vypouštění vyčištěné odpadní vody do podmoku a výjimce končí platnost, nemá tedy dosud povolení k provozu. Pokud nebude výjimka prodloužena, bude obec nucena obě ČOV vyřadit z provozu a nutit obyvatele, aby si vybudovali bezodtoké jímky a odpadní vodu vyváželi na ČOV Staré Splavy. Jedinou možností pro obec do budoucna, pokud jí nebude přiznána výjimka, je připojení na ČOV Staré Splavy. Stávající řešení se nicméně jeví jako velmi vhodné a zpracovatelé Studie podporují jeho zachování.

Ostatní obce jsou mimo dosah Máchova jezera – mají žumpy, sami si zajišťují odvoz na ČOV Staré Splavy.

Luka – V obci není žádný vodní tok a obec nemá ani dešťovou kanalizaci. Všechny objekty mají vlastní bezodtoké jímky a odpadní vody se vyváží na ČOV Staré Splavy. Případně lokální nekázně nemohou podpovrchovým tokem v podstatě ohrozit kvalitu vody v Máchově jezeře.

Stará Skalka – V obci není žádný vodní tok a obec nemá ani dešťovou kanalizaci. Odpadní vody jsou jímány v bezodtokých jímkách a jsou vyváženy na ČOV Staré Splavy. V případě lokální nekázně vzhledem k půdním podmínkám a vzdálenosti od Máchova jezera v podstatě nemůže dojít k transportu znečištění.

Zbyny – V obci není žádný vodní tok. Ve střední části obce je poměrně mohutně vypadající otevřené koryto, jedná se o otevřený odvodňovací příkop, který v době přívalových srážek provádí přes obec povrchové odtoky z výše ležících zemědělských ploch a pod obcí zase končí. V suchém období je bez vody. Splaškové odpadní vody není kam vypouštět, proto mají obyvatelé vybudovány bezodtoké jímky a vody jsou vyváženy na ČOV Staré Splavy.

Žďár – V dolní části obce není trvalý vodní tok, jen povrchové dešťové odvodnění. Objekty jsou převážně rekonstruované a velmi dobře udržované, slouží převážně jako rekreační chalupy, které mají vybudovány bezodtoké jímky a odpadní vody jsou odtud vyváženy na ČOV Staré Splavy. Nekázeň se zde nepředpokládá. Otevřená dešťová kanalizace je svedena do údolí pod obcí, kde je malý rybníček. Dále voda infiltruje a povrchově žádná neodtéká, nemá ostatně ani koryto. Horní část obce má vybudovanou dešťovou kanalizaci, ale jen v části obce, která je gravitačně odvodňována do sousedního povodí směrem na Kokořínský Důl. V části obce směrem na Luka kanalizace není ani dešťová, místy je povrchové odvodnění. Všechny objekty by měly mít bezodtoké jímky na splaškovou vodu a ta by měla být odvážena na ČOV Staré Splavy. Nekázeň se nepředpokládá.

Ždírec – V obci není žádný vodní tok, je zde ale vybudována trubní dešťová kanalizace, která je vyústěna do strže pod obcí. Obyvatelé by sice měli mít vybudované bezodtoké jímky a odpadní vody vyvážet na ČOV Staré Splavy, nicméně je vysoce pravděpodobné, že část domů, přilehlých k dešťové kanalizaci, do ní vypouští své odpadní vody. Strž, kam je kanalizace vyústěna, je bez trvalého průtoku a vody i při srážkách rychle infiltrují, navíc v dešťové kanalizaci budou silně ředěny. Z uvedeného vyplývá, že možnost znečištění Máchova jezera z tohoto zdroje je prakticky vyloučena.

Hájovna a terénní stanice CHKO na Břehyňském rybníce – průzkum u obou objektů byl proveden přímo z loďky a nebyla fyzicky zjištěna žádný výpust, ani stopy po výtoku odpadních vod do rybníka. Objekty proto nepochybně (i v souvislosti se statutem rybníka jako NPP) bezodtoké jímky, které jsou i správně provozovány.

3.2.5.1 Dílčí závěry

Kromě průzkumu ve městě Doksy byl dále proveden průzkum obcí, ležících v zájmovém povodí. Na základě tohoto průzkumu lze za hlavní bodové zdroje v povodí jednoznačně považovat kromě města Doksy nad ním ležící větší sídla Obora a Okna (hlavním recipientem je zde Robečský potok). Situace zde je poměrně jasná, protože se jedná o významnou rekreační lokalitu, přímo napojenou na rekreační zónu Máchova jezera.

Drobné bodové zdroje znečištění v povodí Máchova jezera, tvořené malými obcemi nepředstavují z hlediska znečištění vody v Máchově jezeře žádné riziko. Stávající řešení v největší obci – Tachov – sice neodpovídá současné legislativě, nicméně je ekonomické, plně funkční a hlavně již hotové. Obec není dostatečně velká, aby dosáhla na evropské či jiné dotační tituly a jakákoliv změny proto může být jen k horšímu.

3.2.6 Stoková síť a ČOV Staré Splavy

3.2.6.1 Stoková síť – Staré Splavy

Stoková síť ve Starých Splavech je jednotná. V části Borný je pouze splašková oddílná kanalizace. Stoková síť je provozována společností Severočeské vodovody a kanalizace, a.s. Teplice.

Na stokové síti je umístěno 5 čerpacích stanic (jedná se o přečerpávání splaškových vod):

- ČSOV- pláž ($Q_{\max} = 16$ l/s), která přečerpává odpadní vody do gravitační kmenové stoky „BC“;
- ČSOV- Jarmilina stezka ($Q_{\max} = 3$ l/s), která přečerpává vody z rodinných domků v ulici Jarmilina stezka do gravitační kmenové stoky „A“ u odbočky ul. Přemyslovské;
- ČSOV- Borný I ($Q_{\max} = 25$ l/s), která přečerpává vody z chatové oblasti a pláže Borný do gravitační stoky „BB“;
- ČSOV- Borný II ($Q_{\max} = 25$ l/s), která přečerpává vody z prostoru stravovacích a sociálních objektů pláže Borný, včetně několika chatových táborů do gravitačního systému čerpací stanice Borný I;
- ČSOV- Borný III ($Q_{\max} = 15$ l/s), která přečerpává vody z chatové oblasti za pláží Borný do gravitační stoky čerpací stanice Borný II.

Na stokové síti v obci Staré Splavy jsou vybudovány 2 odlehčovací komory a třetí je na vtoku do čistírny odpadních vod. Jedná se o:

- VK-1 je umístěna stoce „B“ (restaurace „Sklípek“) a je navržena na poměr ředění 1:8, odlehčovací potrubí je zaústěno do Robečského (Mlýnského) potoka;
- VK-2 je umístěna stoce „BB“ za shybkou (proti toku odpadní vody) pod Robečským (Mlýnským) potokem, je navržena na poměr ředění je 1:10, odlehčení je zaústěno do Robečského (Mlýnského) potoka;
- VK-3 je umístěna v prostoru vstupu stoky do čistírny odpadních vod, je navržena na poměr ředění 1:3 a společně s odlehčením před biologickou částí ČOV je vyústěna do Robečského (Mlýnského) potoka

3.2.6.1.1 Dílčí závěry

- V části Borný (hlavně mezi ČSOV- Borný II a ČSOV- Borný III) je velmi špatném stavu splašková kanalizace, takže jej provozovatel zbytku stokové sítě, společnost Severočeské vodovody a kanalizace, a.s. Teplice, odmítla převzít do správy. Město musí tento problém vyřešit. Je nutné celý úsek vyčistit, prohlídnout kamerou a dle vyhodnocení kamerového průzkumu provést rekonstrukci či pouze opravu. Zde je největší problém z hlediska možnosti průsaku odpadních vod do Máchova jezera.
- Na základě netěsnosti potrubí dochází i přetěžování ČSOV – Borný II a i ČSOV – Borný I.
- Odlehčovací komora VK-1 na kmenové stoce „B“ (za restaurací „Sklípek“) vzhledem k malému odvodňovanému povodí plní funkci dle stanovených parametrů poměru ředění. Nastavený parametr poměru ředění 1:8 ($Q_{\text{spl}} = 9,2$ l/s), odpovídá málo vodnému recipientu.
- Odlehčovací komora VK-2 na kmenové stoce „BB“ (před shybkou) má za plné turistické sezóny o něco větší přítok splaškových vod (dá se předpokládat, že je to způsobeno netěsnostmi potrubí v části „Borný“), ale funkce odlehčovací komory za deště to neovlivní výrazně. Pouze poměr ředění, který byl navržen 1:10 ($Q_{\text{spl}} = 7,11$ l/s), je poněkud zmenšen na přibližně 1:8, což vyhovuje vodnosti Robečského (Mlýnského) potoka.
- Rekonstrukce odlehčovací komory VK-3 bude součástí rekonstrukce čistírny odpadních vod.
- Z důvodu velkých sklonů dochází k přetížení stoky pod hrází rybníka, což se projevuje (dle ústního sdělení) za deště až nazvednutím poklopů kanalizačních šachet. Dle hydraulického výpočtu zde za deště dochází k tlakovému proudění.
- Dalším problémem na splaškové i jednotné kanalizaci je vysoká hladina podzemní vody a u starších stok dochází k přítoku balastních vod.

3.2.6.2 Čistírna odpadních vod - ČOV

ČOV Staré Splavy byla postavena a uvedena do provozu po roce 1965. Jednalo se o mechanickou čistírnu odpadních vod, která se skládala z hrubých česlí, odstředivého lapáku písku, mělnících česlí a usazovacích nádrží. Usazený kal byl přečerpáván do vyhnívací nádrže a dále odvodňován na kalových polích. Výrazná technologická úprava byla provedena v 90. letech 20. století, kdy byla ČOV rozšířena o biologickou část sestávající se z biologického filtru a 3 ks stabilizačních nádrží.

V současné době je na ČOV zajišťováno čištění odpadních vod pro město Doksy včetně místní části Staré Splavy, obec Jestřebí a Provodín.

Přítok na ČOV je zajištěn gravitačně železobetonovým potrubím DN 800 přes odlehčovací komoru a kanalizační šachtu až do objektu česlovný. Do kanalizační šachty za odlehčovací komoru je zaústěn výtlak kanalizace z Jestřebí. Hrubé předčištění v česlovně je tvořeno hrubými ručně stíranými česlemi s lisováním shrabků do popelnice, lapákem písku s těžením písku mamutkou Sigma DN 70 a odvodem hadicí na kalová pole. Odtok z česlovný je proveden otevřeným betonovým žlabem přes malé hrubé česle do rozdělovacího objektu před usazovacími nádržemi.

Usazovací nádrže jsou typové rozměrů 2 x 3,6 x 18,0 m a jsou osazeny lanovým shrabovákem. Za usazovacími nádržemi je odtokový žlab zaústěn do čerpací jímky rozměrů 6,0 x 4,0 x 3,3 m. V čerpací stanici je zajišťováno čerpání odpadních vod na biologický filtr pomocí dvou ponorných kalových čerpadel typu Flygt. V případě údržby čerpadel nebo biologického filtru je možno využít bezpečnostního přelivu se zaústěním do obtoku čerpací stanice. Obtok je zaústěn do odlehčovací stoky. V současnosti není na odlehčovací stoce prováděno měření odlehčených odpadních vod.

Biologické čištění je zajišťováno v biologickém filtru s betonovým pláštěm průměru 18,2 m. Z vnější strany je biofiltr oplechován. Uvnitř biofiltru jsou umístěny rošty. Náplň je provedena z PVC filtračních bloků (husí krky).

Soustava stabilizačních nádrží po levé straně Robečského (Mlýnského) potoka je rozdělena dvěma dělícími hrázemi na tři zemní hráze. V současné době jsou první dvě nádrže provozovány jako stupeň dočištění odpadních vod s vyústěním do Robečského (Mlýnského) potoka (Foto 277) a měřením kvality odpadních vod na odtoku z nádrže č.2, nádrž č.3 slouží jako chovný rybník. V první nádrži jsou osazeny 2 ks BSK turbín a 1 ks v druhé stabilizační nádrži.

Surový kal z jímky primárního kalu je přečerpáván do betonové kruhové vyhnívací nádrže Ø 20,0 m s anaerobní stabilizací kalu o užitém objemu 1 256 m³. Odvodnění kalu je zajištěno na dvojici kalových polí, každé o půdorysných rozměrech 18,0 x 48,0 m. Každé kalové pole je rozděleno na osm sekcí, jednotlivé sekce jsou od sebe odděleny prefabrikovanými příčkami. Odtah kalové vody je zajištěn drenážním potrubím zaústěným do přítokového žlabu.

Kalová pole byla dostavována postupně. Původní kalová pole ze 60. let v blízkosti příjezdu do areálu ČOV byla doplněna v 90. letech stejnými kalovými poli.

Provozní budova je jednopodlažní s jedním podzemním podlažím. V přízemí je soustředěna místnost hrubého předčištění, garáž, uhelna a provozní místnosti (velín, sociální zařízení,

rozvodna, atd.) a v suterénu jsou umístěna čerpadla surového kalu, kalová čerpací stanice, samočinná tlaková vodárna s tlakovou nádobou o obsahu 1000 l, čerpadlo prosáklé vody a automatická kompresorová stanice pro 50 m³ vzduchu/hod.

V současnosti je čistírna provozována pro 4 652 EO.

3.2.6.2.1 Současně platné vodoprávní rozhodnutí na stávající ČOV

Na ČOV bylo vydáno rozhodnutí pod č.j.OŽP 95/2004. ze dne 11.5.2004. Rozhodnutí uděluje povolení k vypouštění odpadních vod z ČOV Staré Splavy do Robečského (Mlýnského) potoka v ř. km. 15,4 takto:

Q_{roční} max. 2 000 000 m³, tj. 67 l/s

Q_{denní} max. 5 800 m³/d

Q_{prům.} 56 l/s

Tab. 3.2-2 Limity znečištění ve vypouštěných odpadních vodách:

Ukazatel	m	p	Bilanční hodnoty
Jednotka	mg/l	mg/l	t/r
BSK ₅	40	15	30,0
CHSK _{Cr}	120	65	130,0
NL	50	25	35,0
N-NH ₄ ⁺	25	15	24,0

P – přípustná hodnota koncentrací pro rozборы směsných vzorků vypouštěných OV

m – maximálně přípustná hodnota koncentrací pro rozборы prostých vzorků vypouštěných

OV – tato hodnota nesmí být překročena 2x v období 12 měsíců

Výše uvedené rozhodnutí bylo doplněno vyjádřením Městského úřadu v České Lípě, odboru životního prostředí ze dne 25.5.2004 (oprava hodnot „m“ a „p“ v ukazateli pH na hodnoty 6 - 9).

Sledování kvality vypouštěných vod se nařizuje takto: Sledování bude prováděno v četnosti 12x ročně v rozložení 1x měsíčně ve stanovených ukazatelích, vzorek bude odebírán jako 24 hodinový směsný vzorek získaný sléváním 12 objemově stejných dílčích vzorků odebíraných v intervalu 2 hodin. Povolení platí do 28.2.2014.

Recipient:

Jméno recipientu: Robečský (Mlýnský)

Číslo hydrologického pořadí: 1-14-03-067

Povodí Ohře s.p. Chomutov dopisem zn. 003702-21168/2004 ze dne 13.1.2003 sdělilo údaje o jakosti vody v Robečském (Mlýnském) potoce v říčním km 15,0 nad ČOV Staré Splavy.

Tab. 3.2-3 Kvalita vody v Robečském potoce v profilu nad ČOV Staré Splavy

BSK ₅	4,9 mg/l
CHSK _{Cr}	36,0 mg/l
NL	15,0 mg/l
N-NH ₄ ⁺	1,9 mg/l
N-NO ₃	Nestanoveno
N-NO ₂	Nestanoveno
N _{anorg}	5,3 mg/l
P _c	0,5 mg/l

Poznámka: Koncentrace v mg/l jsou při $Q_{355} = 0,122 \text{ m}^3/\text{s}$.

3.2.6.2.2 Hodnoty z provozu ČOV v roce 2008

Tab. 3.2-4 Produkované znečištění z provozu ČOV Staré Splavy v roce 2008 (v mg/l z celkového množství)

BSK ₅	CHSK _{Cr}	NL	N-NH ₄ ⁺
83,0	207,0	63,0	19,1

Tab. 3.2-5 Vypouštěné množství vod z ČOV Staré Splavy v roce 2008 (tis. m³/měsíc)

Rok	I.	II.	III.	IV.	V.	VI.	VII.	VIII.	IX.	X.	XI.	XII.	Celkem
2008	132,1	129,7	124,7	122,9	116,7	120,2	132,4	128,6	133,4	128,3	149,3	157,6	1 576,0

Tab. 3.2-6 Vypouštěné znečištění vod z ČOV Staré Splavy v roce 2008 (v mg/l z celkového množství)

BSK ₅	CHSK _{Cr}	NL	N-NH ₄ ⁺
6,5	31,8	10,2	8,9

3.2.6.3 Rekonstrukce ČOV

Je navržena rekonstrukce stávající ČOV. Návrhové parametry jsou:

Mimo sezónu:

ČOV pro 5 733 EO

průměrné roční množství bezdeštných vyčištěných vod: 1 255 746 m³/r

maximální hodinový přítok na ČOV: 224,6 m³/h

přítok na ČOV za deště: 491,8 m³/h

maximální přítok při dešti na AN: 286,8 m³/h

přiváděné znečištění: 344,0 kg BSK₅/d

688,1 kg CHSK_{Cr}/d

350,4 kg NL/d

41,0 kg N-NH₄⁺/d

14,3 kg P_{celk}/d

V sezóně:

ČOV pro 8 438 EO

průměrné roční množství bezdeštných vyčištěných vod: 1 453 174,5 m³/r

průměrné denní množství bezdeštných vyčištěných vod: 3 981,3 m³/d

přítok na ČOV za deště: 491,8 m³/h

maximální přítok při dešti na AN: 315,2 m³/h

přiváděné znečištění: 506,3 kg BSK₅/d

1 012,6 kg CHSK_{Cr}/d

515,7 kg NL/d

60,3 kg N-NH₄⁺/d

21,1 kg P_{celk}/d

Jedná se o komplexní rekonstrukci mechanicko - biologické ČOV s nitrifikací a předřazenou denitrifikací, částečnou chemickou eliminací fosforu, anaerobní stabilizací kalu ve stávajícím kalojemu a strojním odvodněním kalu na sítopásovém lisu. Část kalových polí bude nadále sloužit jako rezerva pro případ poruchy lisu a pro odvodnění plovoucích nečistot z dosazovacích nádrží. Kalová pole v blízkosti příjezdu do ČOV budou zrušena. Pro dočištění odpadních vod budou sloužit dva stávající stabilizační rybníky.

V rámci stavby bude provedena kompletní rekonstrukce mechanického předčištění – česle, lapák písku, usazovací nádrže, čerpací stanice a dále bude provedena dostavba dvojlinky biologické části ČOV – denitrifikace, nitrifikace, 2 kruhové dosazovací nádrže a čerpací stanice vratného a přebytečného kalu.

Předpokládá se dále využití stávajícího kalojemu a jímek primárního kalu (kalová ČS) a provozní vody (jíмка kalové vody). Stávající biologický filtr bude zlikvidován v rámci samostatné akce.

Objemy stávající ČOV jsou pro stavbu aktivačních a dosazovacích nádrží nedostatečné, proto je navrhován výše uvedený způsob rekonstrukce. Je počítáno se zrušením jedné části kalových polí.

3.2.6.3.1 Požadovaná kvalita vyčištěných odpadních vod po rekonstrukci

Návrh je řešen v souladu s vyjádřením Povodí Ohře, s.p. Chomutov ze dne 14.1.2005, 21.1.2005, 25.1.2005 a 19.4.2006. Vody budou vypouštěny tak, aby byly dodrženy následující limity vypouštěného množství: max. 90 l/s, max. 5800 m³/den, max. 2 000 000 m³/rok.

Na mechanické předčištění bude max. přítok 136,6 l/s, přičemž na biologickou část bude čerpáno max. 87,6 l/s v sezóně a 79,7 l/s mimo sezónu. Za usazovacími nádržemi je přes ČSOV navrženo odlehčení do recipientu s novým měrným objektem.

Vypouštěné znečištění bude splňovat stávající limity pouze P_{celk}. bude dle nařízení vlády nutné sledovat má ČOV nejpozději od 31.12.2010 a vodoprávní orgán musí stanovit limit.

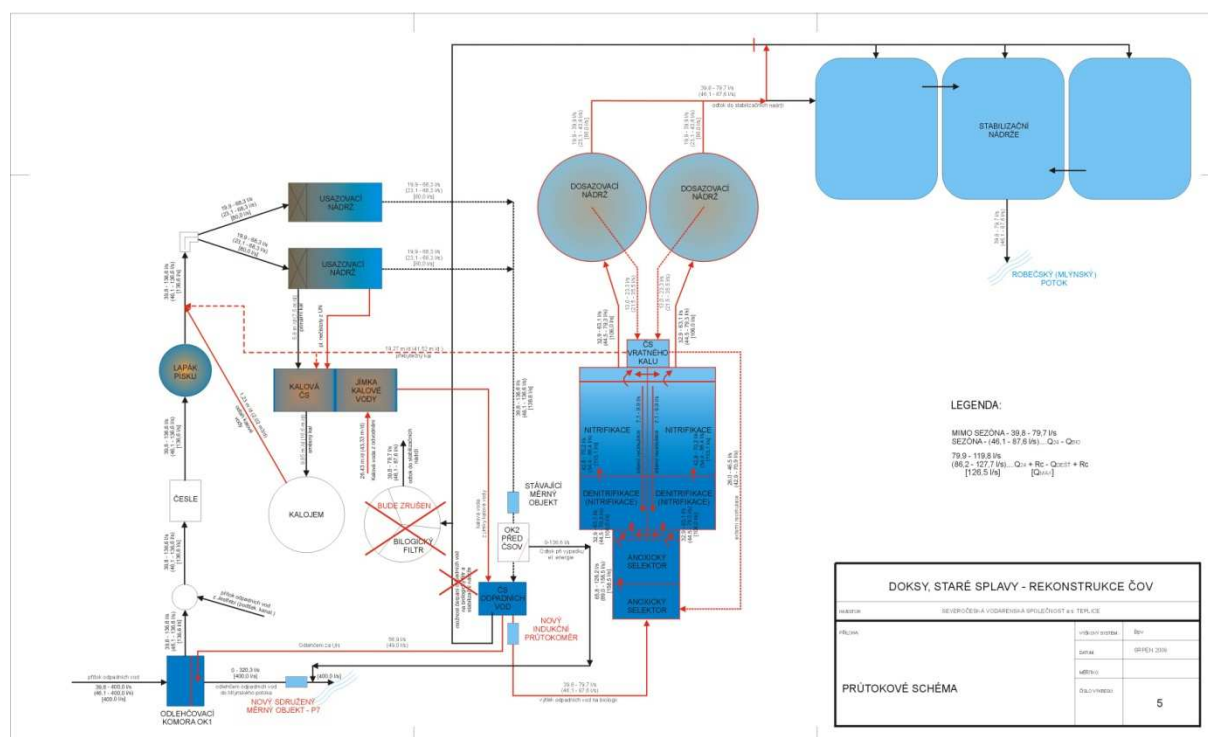
Tab. 3.2-7 Průměrné hodnoty na odtoku z ČOV Staré Splavy a v recipientu mimo sezónu v mg/l

	Odtok z ČOV	Recipient	
		po smíšení	NV 229/07 Sb.
BSK ₅	5,0	4,9	6
CHSK _{Cr}	35,0	35,8	35
NL	5,0	12,5	30
N-NH ₄ ⁺	0,5	1,6	0,50
P _c	3,0	1,1	0,20

Tab. 3.2-8 Průměrné hodnoty na odtoku z ČOV Staré Splavy a v recipientu v sezóně v mg/l

	Odtok z ČOV	Recipient	
		po smíšení	NV 229/07 Sb.
BSK ₅	5,0	4,9	6
CHSK _{Cr}	39,0	36,8	35
NL	6,0	12,5	30
N-NH ₄ ⁺	1,0	1,7	0,50
P _c	3,0	1,2	0,20

Po smíšení nevyhovují parametry CHSK_{Cr}, N-NH₄⁺ a P_{celk} požadavku Nařízení vlády č. 229 ze dne 18. června 2007, kterým se mění nařízení vlády č. 61/2003Sb., o ukazatelích a hodnotách přípustného znečištění povrchových a odpadních vod, náležitostech povolení k vypouštění odpadních vod do vod povrchových a do kanalizace a o citlivých oblastech.



Obr. 3.2-1 Průtokové schéma ČOV Staré Splavy po rekonstrukci. Převzato z projektové dokumentace „DOKSY, STARÉ SPLAVY – REKONSTRUKCE ČOV“

3.2.6.4 Diskuze k návrhu rekonstrukce čistírny odpadních vod

- ČOV je navržena dle moderních principů čištění odpadních vod na mechanicko-biologických čistírnách s předřazenou denitrifikací.
- Díky třem stabilizačním nádržím jsou hodnoty na odtoku pod hodnotami emisních standardů dle NV č. 229/2007 Sb., resp. NV č.61/2003 Sb.
- Stabilizační nádrže také pomohou lépe zvládat nárazový sezónní provoz, kdy se zvětší množství přitékajícího znečištění a také znečištění.
- Hodnoty koncentrací znečištění na odtoku vyhovují současně vydanému rozhodnutí pod č.j. OŽP 95/2004. ze dne 11.5.2004. Rozhodnutí uděluje povolení k vypouštění odpadních vod z ČOV Staré Splavy do Robečského (Mlýnského) potoka v ř. km. 15,4.
- Vzhledem údajům o znečištění Robečského (Mlýnského) potoka dodaných podnikem Povodí Ohře s.p. Chomutov dopisem zn. 003702-21168/2004 ze dne 13.1.2003, překračují požadované imisní standardy ukazatelů přípustného znečištění povrchových vod dle NV č. 229/2007 Sb. (resp. NV č. 61/2003 Sb.) v parametrech CHSKCr, N-NH₄⁺ a P_c. Hodnoty pro porovnání jsou uvedeny v následující tabulce

Tab. 3.2-9 Porovnání znečištění Robečského potoka v ř. km 15,4 s imisní standardy ukazatelů přípustného znečištění povrchových vod dle NV č. 229/2007 Sb. (resp. NV č. 61/2003 Sb.)

Parametr	Robečský (Mlýnský) potok	NV č. 229/2007
CHSK _{Cr}	36,0 mg/l	35 mg/l
N-NH ₄ ⁺	1,9 mg/l	0,5 mg/l
P _c	0,5 mg/l	0,2 mg/l

Vzhledem k tomu, že hodnoty znečištění Robečského (Mlýnského) potoka v současné době převyšují ve třech parametrech imisní standardy ukazatelů přípustného znečištění povrchových vod, nelze ani při dokonalém čištění (i po intenzifikaci ČOV Staré Splavy) dosáhnout po smíšení vyčištěných odpadních vod s vodou v toku hodnot podlimitních. V pravomoci vodohospodářského orgánu je však možnost určení kontrolního profilu na toku, a tím i posunutí tohoto profilu například až pod místo zaústění toku do toku vyššího řádu.

3.2.7 Další potenciální bodové zdroje v povodí

3.2.7.1 Objekty firem ve městě Doksy

Dalšími možnými bodovými zdroji znečištění jsou objekty firem a průmyslové provozy v intravilánu města Doksy (v oblasti mezi silnicí Mladá Boleslav – Česká Lípa a železniční tratí):

- Motorové oleje a pneumatiky – prodejna Michelin
- Firma Gasmetal
- Firma AQM – obchodní oddělení
- Stavební práce Stach
- Stavebniny
- České dřevařské závody
- Firma Aquasag – recyklace plastových lahví – nový provoz – povoleno – mají své odpadové hospodářství (**Foto 289**)
- Servis a prodejna Škoda

- Výrobna limonád – jednou je evidován odtok vod ze sodovkárny – dostali pokutu

Dle informace na MěÚ Doksy je odpadové hospodářství všech provozů řešeno, možné jsou minimální úniky splaškových vod z provozních budov.

3.2.7.2 Kempy a skupinová rekreační zařízení v povodí

Kemp Poslův Mlýn a rekreační zařízení Lesů ČR – kampaňový provoz, bez problémů.

3.2.7.3 Objekty individuální rekreace v povodí

Objekty nejsou zpravidla dlouhodobě užívány, u většiny se dá předpokládat septik se zemním filtrem, znečištění vodních toků spojená s těmito objekty nebyla v době průzkumu pozorována.

3.2.7.4 Objekty živočišné výroby jako bodové zdroje znečištění

Jako bodové zdroje znečištění byly sledovány i objekty živočišné výroby. Historicky existují areály živočišné výroby, vybudované v období před rokem 1989 ve všech sídlech v zájmovém území. Po transformaci zemědělství nicméně dochází k plynulému útlumu živočišné výroby až do současnosti.

Informace o aktuálním stavu byly získány terénním průzkumem a konzultacemi s představiteli hlavních hospodařících subjektů v povodí. Stav k okamžiku zpracování studie je následující.

Farma Doksy – farma spadá pod správu ZD Štědrá Doksy a v areálu je drženo cca 50 dojníc v boxovém ustájení v kravíně na podestýlce. Podestýlka je vyvážena na centrální zpevněné hnojiště v blízkosti Doks. Objekt kravína je vybaven jímkami, které jsou vyváženy na vlastní ornou půdu. Kravín nicméně bude v provozu jen do konce roku 2009, kdy bude živočišná výroba v celém ZD Štědrá v souvislosti s mléčnou krizí zrušena.

Farma Stará Skalka – farma spadá pod správu ZD Štědrá Doksy a v areálu je drženo cca 50 ks býků ve výkrmu ve volném ustájení ve výkrmně na podestýlce. Podestýlka je vyvážena na centrální zpevněné hnojiště v blízkosti Doks. Objekt výkrmny je vybaven jímkami, které jsou vyváženy na vlastní ornou půdu. Výkrmna nicméně bude v provozu jen do konce roku 2009, kdy bude živočišná výroba v celém ZD Štědrá v souvislosti s mléčnou krizí zrušena.

Farma Korce – farma patří společnosti K+P Dubá s.r.o. (p.Piverka). Jedná se o výkrmnu prasat s kapacitou cca 300 ks. Zvířata jsou ustájena v boxech s betonovou podlahou a nízkou podestýlkou. Sláma a obsah jímek jsou vyváženy na centrální zpevněné hnojiště, provozované ZD Štědrá v blízkosti Doks.

Farma Okna - farma patří společnosti K+P Dubá s.r.o. (p.Piverka). Jedná se o porodnu prasat. V objektu je ustájeno většinou 35 prasnic v kotcích na podestýlce. Podestýlka a obsah jímek jsou vyváženy na vlastní pozemky orné půdy.

Objekty v ostatních obcích Zbyny, Tachov, Ždírec, Luka, Žďár, Obora jsou mimo provoz.

3.2.7.5 Dílčí závěry

- Živočišná výroba se v rámci ekonomické transformace a v souvislosti se zemědělskou politikou EU dostává do hluboké krize a v žádném případě nelze očekávat její obnovu do rozsahu, který byl běžný před rokem 1989.
- Současný rozsah živočišné výroby v zájmovém území v žádném případě nepředstavuje riziko pro kvalitu vod v Máchově jezeře. Pokud by v budoucnu nastal opětovný rozvoj živočišné výroby v regionu, což by bylo velmi žádoucí i pro rostlinnou výrobu, rozhodně se nebude jednat o intenzivní koncentrované jednotky, ale naopak o extenzifikované farmy, založené na pastevních areálech. Nicméně obnova živočišné výroby založená na nákupu nových stád je podnikatelsky natolik finančně náročným a nejistým počinem, že pravděpodobnost takového vývoje je v dohledné budoucnosti zcela nejistá.
- V současné době je doporučeno provádět kontroly technologické kázně na fungujících objektech živočišné výroby, týkající se především zamezení povrchových úniků močůvky a hnojuvky u kravínů a výkrmny prasat a především pak u centrálního hnojiště.

3.2.8 Sezónní změny vypouštění odpadních vod

V oblasti hlavní pláže Doksy trvá rekreační sezóna od června do srpna (dle počasí i v první dekádě měsíce září). Nejnavštěvovanějším obdobím na plážích je přelom července a srpna (viz **Tab. 3.2-10**), kdy dochází k necitelnějšímu nárůstu zátěže ČOV Staré Splavy, kam je rekreační oblast stokovou sítí svedena.

Tab. 3.2-10 Počty návštěvníků Máchova jezera po jednotlivých dekádách

Počty návštěvníků			
Dekáda	červen	červenec	srpen
I.	128	8372	26 975
II.	1622	8154	15 159
III.	496	15472	6 817

V kempech Klůček I. a Klůček II. je hlavní sezóna od počátku měsíce července do zhruba poloviny srpna. Během této doby se zde v roce 2009 rekreovalo více než 8 500 rekreatantů (jsou započítáni do údajů prezentovaných v horní tabulce).

Hotel Port je napojen na stokovou síť. Během hlavní sezóny, která trvá od dubna do října, navštíví hotel v průměru kolem 2 000 rekreatantů. Kapacita hotelu je 73 lůžek a této kapacitě odpovídá i množství vařených jídel denně.

Lze předpokládat, že díky charakteru rekreačního zařízení se denní specifická spotřeba vody pohybuje pod celorepublikovým průměrem (150 l/os/den) na hodnotě okolo 90 l/os/den. Maximální denní průtoky stokovou sítí (Q_{min}) jako i 24 hodinový průtok stokovou sítí (Q_{24}) bude vykazovat kolísání přímo úměrné počtu EO (resp. rekreatantů v zařízeních jezera, kde se stravují a provádí základní hygienu). Během sezóny léto 2009 se Q_{24} pohyboval od 0 – 670 m³/den resp. Q_{min} se pohyboval v rozmezí 0 – 13,4 m³/hod oproti normálnímu standardnímu celoročnímu zatížení stokové sítě.

Díky značnému kolísání návštěvnosti Máchova jezera, které je ovlivněno převážně počasím a ekonomickou silou obyvatel, je možné předpokládat nepravidelné a značně rozkolísané zatížení stokových sítí a ČOV v průběhu roku i v průběhu decenia, odpovídající množství návštěvníků jezera (viz **Obr. 3.2-2**). Z uvedeného grafu je patrné, že oproti rekreačně silné sezóně 2002 je letošní rok zhruba na 40 % úrovni návštěvnosti jezera. Rozkolísanost zatížení ČOV Staré Splavy se díky mimoekonomickým ukazatelům ovlivňujícím průběh rekreační sezóny nedá dopředu jednoznačně předpovídat. Tato skutečnost je zohledněna při plánované rekonstrukci ČOV Staré Splavy, kam je stoková síť svedena. Dle závěrů následující kapitoly je s kolísáním množství splaškových vod na ČOV Staré Splavy počítáno (viz kapitola 3.2.6).

Na základě analýzy poskytnutých dat o celkové návštěvnosti rekreačních částí Máchova jezera lze z pohledu sezóny léto 2009 pozorovat, že počty návštěvníků v oblasti Máchova jezera kolísaly od 0 v červnu, přes podobné hodnoty až cca 3 000 EO v červenci do maxima 6 000 EO v srpnu (viz **Obr. 3.2-2**). Je pochopitelné, že počty návštěvníků se mění podle teplotního a srážkového průběhu příslušného roku. Rok 2009 z tohoto pohledu nebyl typický, v květnu a červnu došlo k rychlému nárůstu teplot a v prázdninových měsících (zejména v červenci) teploty výrazně poklesly. Změny v počtu návštěvníků v průběhu posledních 8 let charakterizují údaje, uvedené v **Obr. 3.2-3**.



Obr. 3.2-2 Změny počtu ekvivalentních obyvatel v letní rekreační sezóně (přepočten byl proveden na základě množství návštěvníků v prostorech Máchova jezera) (zdroj - Reporty odbavovacího systému REGIO Máchova kraje, a.s., léto 2009)



Obr. 3.2-3 Počty návštěvníků za uplynulé rekreační sezóny (zdroj: Reporty odbavovacího systému REGIO Máchova kraje, a.s., léto 2009)

3.2.9 Závěry

Na základě provedených průzkumů lze konstatovat, že hlavní problémy zájmového území mohou vznikat přímo v městě Doksy převážně díky potenciálně špatnému stavu dešťové kanalizace (viz návrh na revizi kanalizace). Další bodové zdroje nejsou pro celkové znečištění Máchova jezera významné, vyjma obcí Okna a Obora, kde je v samotném toku Robečského potoka možné pozorovat lokální znečištění u výstí splaškové kanalizace. Stav povodí, rozsáhlost rákosin v údolní nivě Robečského potoka a plocha litorálního pásma v průtočných rybnících však funguje jako kořenová čistírna a protékající vody jsou díky tomu do značné míry čištěny.

3.3 Znečištění z provozování malých vodních nádrží

3.3.1 Tvorba sedimentu v rybochovných nádržích

Jediný nalezený konkrétní, zřejmě empirický údaj v české rybářské literatuře, a to ve Velkém encyklopedickém rybářském slovníku, Nakladatelství Fraus, Plzeň 2004, uvádí pod heslem zabahňování, že v ČR je roční nárůst bahna 0,5 – 2 cm.

Současné zvýšené obsádky kapra nelze jednoznačně považovat za zdroj nárůstu sedimentu v rybnících. Zvýšené obsádky kapra, které nedovolují zarůstání nádrží makrovegetací (jeden z hlavních činitelů nárůstu sedimentu) velmi rychle prožirají velikostně přijatelný zooplankton do drobných nepříjemných forem a přecházejí na vyhledávání bentických organismů. Při trvalém prorývání dna (až do 30 cm) dochází k intenzivní aerobní mineralizaci organického sedimentu (čerstvého, příp. i starého) a ke snižování jeho mocnosti (objemu).

Působení těžších rybích obsádek vede spíše k víření sedimentu, zvýšení obsahu nerozpuštěných látek až na hodnoty kolem 100 mg/l v rybniční vodě (záleží i na průměrné hloubce rybníka a typu sedimentu) a k současnému odplavování těchto látek do recipientu v případě průtočných rybníků. Na většině rybníků s vyššími obsádkami kapra (zvláště větrně exponovaných) dochází v posledních desetiletích naopak k poměrně rychlému odhalování vyměščených, vlnami vybíjených ploch, až na pevné podloží a k přesouvání sedimentu do hlubších partií rybničního tělesa. To se projevuje urychleným zanášením lovišť a jejich okolí do té míry, že k zabezpečení zdárného výlovu musí na řadě rybníků docházet stále častěji k odbahňování loviště s pomocí sacích bagrů (kdysi používané „karbování“ loviště je nezákonné).

3.3.1.1 Máchovo jezero

Současný způsob rybářského obhospodařování tohoto rybníka je striktně extenzivní, tj. bez jakéhokoli vnosu závadných látek ze strany rybářského obhospodařovatele (hnojení, přikrmování). Celková biomasa ryb byla v Máchově jezeře k výlovu 3.12.2008 velice nízká. Celkem bylo sloveno 12 300 kg ryb, což je pouhých 43 kg ryb/ha. Z toho bylo 3 000 kg dravých ryb, což je v přepočtu 10,5 kg na 1 ha. Ostatních ryb bylo 9 300 kg, což je cca 33 kg nedravých ryb/ha. Poměr biomasy nedravých druhů k dravcům činil 3:1. (Je nutno počítat i se ztrátami únikem ryb – cca 20 % hmotnosti obsádky.) Tento stav bylo možno hodnotit jako mimořádně vyvážený s minimálním dopadem na zvýšení trofického i saprobního zatížení vody Máchova jezera.

Při výlovu Máchova jezera bylo z bilančního hlediska odčerpáno formou vytěžené rybí biomasy a uniklých ryb cca 75 kg fosforu ($: 15\ 000\ \text{kg ryb} \times \text{cca } 5\ \text{g P/1 kg} = 75\ 000\ \text{g P}$).

Vliv tohoto typu obsádky (ryby přirozeně se vyskytující v povodí a přísazení dravci) na tvorbu sedimentu ve vodní nádrži, jakou je Máchovo jezero, lze považovat za zcela zanedbatelný a v souboru faktorů podílejících se na tvorbě sedimentu za exaktně nevyhodnotitelný. Pro názornost je nutno uvést, že biomasa ryb v roce 2008 činila cca necelých 2,5 g na 1 m³ objemu vody. V roce 2009, tj. po výlovu, mohla být tato hodnota ještě o řád nižší. V produkčních rybnících kaprového typu při polointenzivním způsobu hospodaření bývá biomasa ryb před výlovem 50 – 150 g na 1 m³ někdy i větší.

Upozornit je třeba na skutečnost, že do Máchova jezera bylo v letech 1950 – 1957 rybáři vhozeno 50 500 kg superfosfátu (7,5 % P), což obnášelo cca 3 800 kg P! Vzhledem k mezotrofní kvalitě vody Máchova jezera v té době, lze předpokládat, že se prakticky veškerý P zabudoval do sedimentu.

3.3.1.2 Rybník Břehyňský a Poselský

V době vegetační sezóny oba tyto rybníky prakticky celoročně zarůstají ponořenou a kořenující natantní vodní vegetací (Břehyně – leknín, stulík). Tyto zárosty, které se koncem sezóny částečně nebo i úplně rozkládají, mohou mít v různých letech stovky až tisíce tun mokré hmoty na plochu těchto rybníků, v sušině je to cca o řád méně. Nárůst sedimentů v důsledku rozkladu této rostlinné biomasy nebyl dosud na těchto rybnících vyhodnocen. Podle typu rostlinstva se může jednat zřejmě o milimetry až centimetry za rok. Způsob a rychlost rozkladu rostlinné biomasy může ovlivňovat i zatížení vody fosforem a organickými látkami. Ani tyto procesy nebyly na uvedených rybnících dostatečně sledovány, aby z nich bylo možno vyvozovat konkrétní závěry.

Na Břehyňském rybníku lze v posledním desetiletí počítat s celkovým ročním přírůstkem cca 7,5 t kapra. Při možném příkrmování kaprů (omezení vládní výjimkou) lze předpokládat, že při maximálním povoleném relativním krmném koeficientu 2 se za 1 sezónu dvouhorkového daného období dostane do Břehyňského rybníka 15 tun obilí, které je zkonsumováno rybí obsádkou a vodním ptactvem. Těchto 15 tun má v surovém stavu objem cca 10 m³ (stačí-li nabobtnat – 15 m³). V uvedeném případě se pak jedná o poměr za rok vnesených látek (krmiv) o objemu 15 m³ : stovkám tisíc m³ stávajícího sedimentu v rybníku. Po průchodu zaživacím traktem ryb se tento objem ještě zmenší a je dále redukován řadou konzumentů a destruentů v rybničním potravní řetězci.

S uvedeným množstvím obilí - 15 tun/rok by se mělo do rybníka dostat 52,5 kg P (např. obsah fosforu na 1 kg pšenice činí 3,5 g). Při výlovu ročního přírůstku obsádky by mělo dojít k odtěžení 37,5 kg P (roční přírůstek kapra 7 500 kg kapra x 5 g P/1 kg = 37 500 g P). V takovém případě byl rybník Břehyňský z bilančního hlediska zatížen v důsledku rybářského hospodaření 15 kg fosforu za 1 rok.

V letech 1949 – 1969 bylo do mezotrofního Břehyňského rybníka aplikováno cca 87 000 kg superfosfátu (7,5 % P), což činilo v přepočtu cca 6 525 kg P! Tato aplikace vysvětluje srovnatelnost obsahu P v sedimentu Břehyňského rybníka s nejúživnějšími (hypertrofními), případně i stabilizačními rybníky v ČR.

3.3.1.3 Ostatní rybníky

U rybníku Poselského, Čepelského a Pateřinky nejsou údaje o vnosu superfosfátu z dřívějšího období (50. a 60. léta) k dispozici. V posledních desetiletích na všech zmiňovaných rybnících záměrné minerální a organické hnojení neprobíhá. Na rybníku Poselském dochází pouze k příkrmování obsádky kapra obilím s relativním krmným koeficientem 2, což je zhruba srovnatelné s poměry na Břehyňském rybníku.

3.4 Kvantifikace znečištění, reaktivizovaného přímo ve vodních nádržích

3.4.1 Množství a kvalita sedimentu v nádržích

Touto problematikou se velice podrobně zabývá kapitola 3.1.2 a kap.3.3.

3.4.2 Prostorové rozložení sedimentu v nádržích

Touto problematikou včetně mapových příloh se velice podrobně zabývá kapitola 3.1.2.

3.4.3 Obsah fosforu v sedimentu sledovaných nádrží a potenciální rizika

V roce 1981 prováděl VÚRH ve Vodňanech sledování skladby rybničních sedimentů. Kontrolováno bylo 120 rybníků v dnešní České republice. Většina rybníků byla vybrána ze souboru středně až vysoce produkčních. Máchovo jezero a Břehyňský rybník patřily do skupiny rybníků s extrémně nízkou produkcí ryb.

Fosfor byl analyzován pouze jako „přijatelný“. Břehyňský rybník se obsahem přijatelného P ze vzorku bahna s nízkou sušinou 16,3 %, nejvyšším organickým podílem (C_{OX})-20,31 v souboru a obsahem 60 mg přijatelných P/kg suš. a 8 000 mg Ca/kg sušiny zařadil mezi nejúživnější rybníky. Máchovo jezero s 32 mg přijatelných P/kg suš. a 1 800 mg Ca/kg suš. mezi středně úživné. Jednalo se však o vzorek s relativně vysokou sušinou – 62,5 % - zřejmě s velkým podílem písku, pravděpodobně odebíraný někde z mělčího okraje rybníka. Tato

hodnota, 32 mg přijatelného P, je velmi dobře srovnatelná, i co se sušiny týká, s rozbořem vzorku z prosince 2004 z Dokeské zátoky provedeném Laboratořemi AOPK ČR v Brně.

Vysoké hodnoty P celk. v Máchově jezeře jsou i v souboru 10 vzorků odebraných ENKI o.p.s. Třeboň v r. 2004 - 2005 (rozbor Laboratoře AOPK) vázány na nízké sušiny a vysoký organický podíl (C_{OX} , ztráta žíháním) – (viz materiál: Srovnání chemického složení sedimentu Máchova jezera před a po aplikaci PAX 18 v r. 2005).

Břežský rybník (cca 1 : 25) a Máchovo jezero (cca 1 : 50) měly výrazně nejnižší poměr Mg : Ca (ve vodňanských a hlubokých rybnících byl tento poměr v průměru cca 1 : 6). Nejnebezpečnější lokality: rybník Čepelský, za hrázkou Dokeské zátoky, v případě neúměrně zvýšené intenzifikace chovu kapra i rybník Poselský.

Máchovo jezero i Břežský rybník mají ve vegetační sezóně vysoké zadržení P (viz rozbor na odtoku z Máchova jezera 2004 – 2008, včetně 2009 – Máchovo jezero, Břežský rybník).

V r. 2008 bylo E. Janečkem (hydrobiolog Povodí Ohře) zjištěno, že v Břežském rybníku se nachází řádově stejné množství (statisíce až miliony piko a nano = nejdrobnějších cyanobakterií - sinic), jako v Máchově jezeře.

Z rozboru fytoplanktonu provedeného algologem RNDr. Jiřím Komárkem, CSc. z Botanického ústavu v Třeboni bylo prokázáno, že (19.6.2001) je dominantní ve fytoplanktonu planktonní sinice *Anabaena lemmermanii*, která indikuje mezotrofii. Na rozdíl od konce 90. let zde byla zjištěna úplná absence oligotrofního druhu *Microcystis smithii*, který se zde pravidelně vyskytoval v předchozích letech (vliv mineralizace a uvolnění živin po zimování 1999 a 2000).

Plošné rozložení inokula sinic v sedimentu Máchova jezera v roce 2008 zpracoval doc. Blahoslav Maršálek.

Kromě Břežyně jsou sinice v menším množství nalézány i v rybníku Poselském, Čepelském a v Dokeské zátoce (v posledních dvou často dominují vláknité rozsivky, což je pozitivní úkaz z hlediska Máchova jezera). Nano a piko cyanobakterie byly masově zjištěny v Břežském přítoku, v Robečském přítoku minimálně.

Sediment Máchova jezera i Břežského rybníka, pravděpodobně i dalších rybníků na Robečském potoku je silně hypertrofní časovanou bombou, která je zatím v klidu díky dobrému kyslíkovému režimu ve vodním sloupci.

Pokud by došlo k zatížení těchto rybníčních ekosystémů (povodí) nadměrným přísunem živin nebo organické zátěže, která by vyvolala v důsledku masového rozvoje biomasy fytoplanktonu snížený průchod světla vodním sloupcem, výraznou kyslíkovou stratifikaci a dlouhodobější deficit kyslíku nad sedimentem, případně i zvýšené hodnoty pH nad 9 u dna (uvolňování P), mohlo by dojít k mobilizaci P v sedimentech a k jeho intenzivnímu uvolňování do vodního sloupce (řetězová reakce). Neměl by být porušen ani současný vysoký poměr Ca : Mg (25 – 50 : 1) v sedimentu (pozor na vápnění rybníků i přilehlých pozemků v povodí), který může zatím omezovat rozvoj planktonní i nežádoucí submersní vegetace.

3.5 Sestavení hydrologické bilance povodí

Hydrologické analýzy byly v zájmovém území prováděny především s cílem získat přehled o průtokovém režimu, což je nutným podkladem pro provedení analýz transportu živin a zpracování celkového bilančního modelu.

3.5.1 Průtoková data

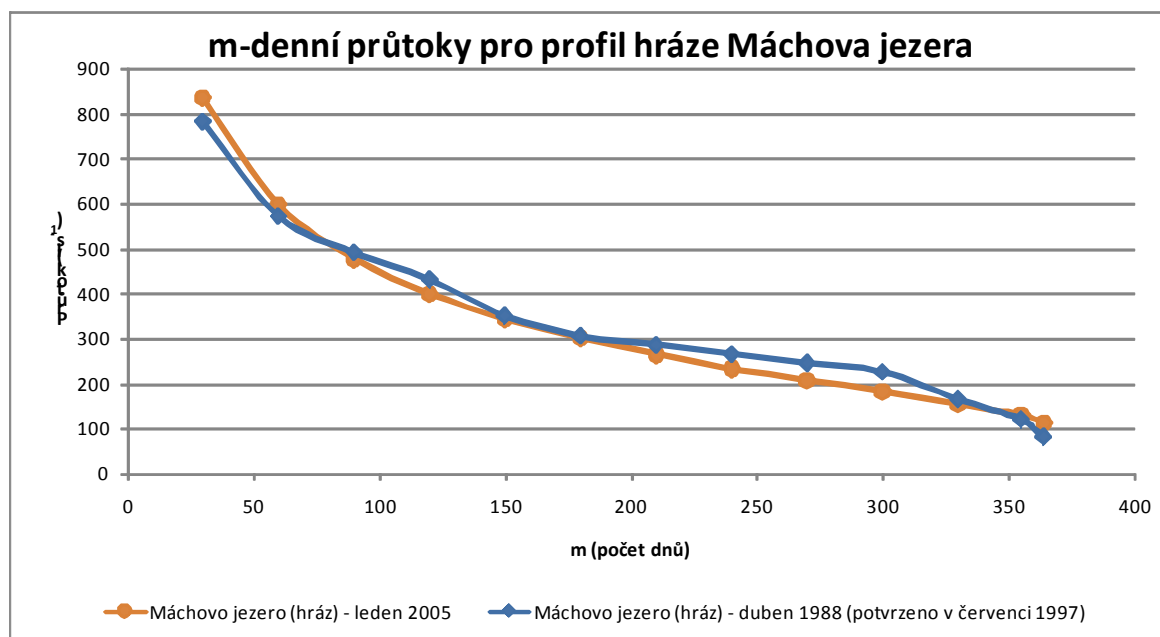
Pro potřeby studie byla použita jednak data ČHMÚ uvedená v již dříve zpracovaných materiálech (MPŘ Máchova jezera a MPŘ Břehyňského rybníka) a jednak data ČHMÚ přímo pro potřeby studie objednaná. Celkem se jedná o hydrologická data pro tři profily:

- Robečský potok v profilu hráze Máchova jezera
- Břehyňský potok v profilu hráze Břehyňského rybníka
- Robečský potok v profilu u obce Obora nad Poselským rybníkem

Ve všech uvedených profilech byla získána základní hydrologická data obsahující řady m-denních a N-letých průtoků, průměrný dlouhodobý roční průtok Q_a a průměrnou roční výšku srážek na povodí pro daný profil.

Jistou komplikací je skutečnost, že získaná data byla ČHMÚ poskytnuta v různých časových obdobích. Jelikož jsou metodiky ČHMÚ průběžně aktualizovány, je pravděpodobné, že je do jisté míry narušena konzistentnost dat a že pokud by byla data pro dané profily stanovována dnes, byly by hodnoty mírně odlišné. To je patrné i z dat pro Robečský potok v profilu hráze Máchova jezera, která byla uvedena ve dvou odlišných předcházejících studiích a která byla pořízena v různých časových obdobích. Rozdíly v hodnotách m-denních průtoků jsou patrné z porovnání na **Obr. 3.5-1**. Jelikož i přes poměrně značný časový úsek pořízení dat nejsou rozdíly příliš velké a pohybují se spolehlivě v rozmezí III.třídy přesnosti, lze předpokládat, že použitím dat z různých časových období nebude do výpočtu vnesena významná chyba.

Obr. 3.5-1 Čára překročení m-denních průtoků pro Robečský potok v profilu hráze Máchova jezera pro dva různé termíny poskytnutí dat ČHMÚ



3.5.1.1 Robečský potok v profilu hráze Máchova jezera

Jak již bylo uvedeno výše, průtoková data pro tento profil byla uvedena ve dvou podkladech použitých pro zpracování této studie. Jednalo se o Manipulační řád pro Máchovo jezero (Velký rybník) na Robečském potoce a VD – Máchovo jezero - Odborný posudek technického stavu vodního díla. Oba materiály byly zpracovány společností Vodní díla – TBD a.s. V prvním případě byla data vydána ČHMÚ dne 17.4.1988 a jejich platnost potvrzena dopisem ze dne 16.7.1997. V případě tohoto podkladu však byla uvedena pouze řada m-denních průtoků s tím, že N-leté vody jsou ovlivněny soustavou rybníků nad Máchovým jezerem. V druhém případě byla data poskytnuta dne 28.1.2005. N-leté a m-denní průtoky jsou uvedeny v **Tab. 3.5-1** a **Tab. 3.5-2**. Hodnota průměrného dlouhodobého ročního průtoku je v obou podkladech totožná $Q_a = 409 \text{ l}\cdot\text{s}^{-1}$.

Tab. 3.5-1 m-denní průtoky pro Robečský potok v profilu hráze Máchova jezera (třída přesnosti III.)

m (dny)	30	60	90	120	150	180	210	240	270	300	330	355	364
$Q_m^{17.4.1988} (\text{l}\cdot\text{s}^{-1})$	780	570	490	430	350	305	285	265	245	225	165	120	82
$Q_m^{28.1.2005} (\text{l}\cdot\text{s}^{-1})$	834	597	478	400	343	302	265	233	208	184	155	130	114

Tab. 3.5-2 N-leté průtoky pro Robečský potok v profilu hráze Máchova jezera (třída přesnosti III.)

N (roky)	1	2	5	10	20	50	100
$Q_N^{28.1.2005} (\text{m}^3\cdot\text{s}^{-1})$	7,5	10,2	14,8	18,0	20,7	23,7	27,0

3.5.1.2 Břežský potok v profilu hráze Břežského rybníka

Hydrologická data pro tento profil byla převzata z Manipulačního řádu pro Břežský rybník na Břežském potoce zpracovaného v roce 1997 společností Vodní díla – TBD a.s. Tato data byla ČHMÚ vydána v roce 1988 a potvrzena v roce 1997. Hodnota průměrného dlouhodobého ročního průtoku pro tento profil činí $Q_a = 103 \text{ l}\cdot\text{s}^{-1}$.

Tab. 3.5-3 m-denní průtoky pro Břežský potok v profilu hráze Břežského rybníka (třída přesnosti III.)

m (dny)	30	60	90	120	150	180	210	240	270	300	330	355	364
$Q_m (\text{l}\cdot\text{s}^{-1})$	185	138	116	99	87	79	74	69	65	59	54	45	33

Tab. 3.5-4 N-leté průtoky pro Břežský potok v profilu hráze Břežského rybníka (třída přesnosti III.)

N (roky)	1	2	5	10	20	50	100
$Q_N (\text{m}^3\cdot\text{s}^{-1})$	1,8	2,9	4,4	5,9	7,7	11,0	14,7

3.5.1.3 Robečský potok v profilu u obce Obora nad Poselským rybníkem

Pro tento profil byla hydrologická data ČHMÚ objednána aktuální, neboť v žádném ze získaných podkladů nebyla k dispozici. Dle získaných dat činí hodnota průměrného dlouhodobého ročního průtoku pro tento profil $Q_a = 126 \text{ l}\cdot\text{s}^{-1}$. Plocha povodí uvedená v datech k tomuto profilu činí $31,55 \text{ km}^2$.

Tab. 3.5-5 m-denní průtoky pro Robečský potok v profilu u obce Obora nad Poselským rybníkem (třída přesnosti III.)

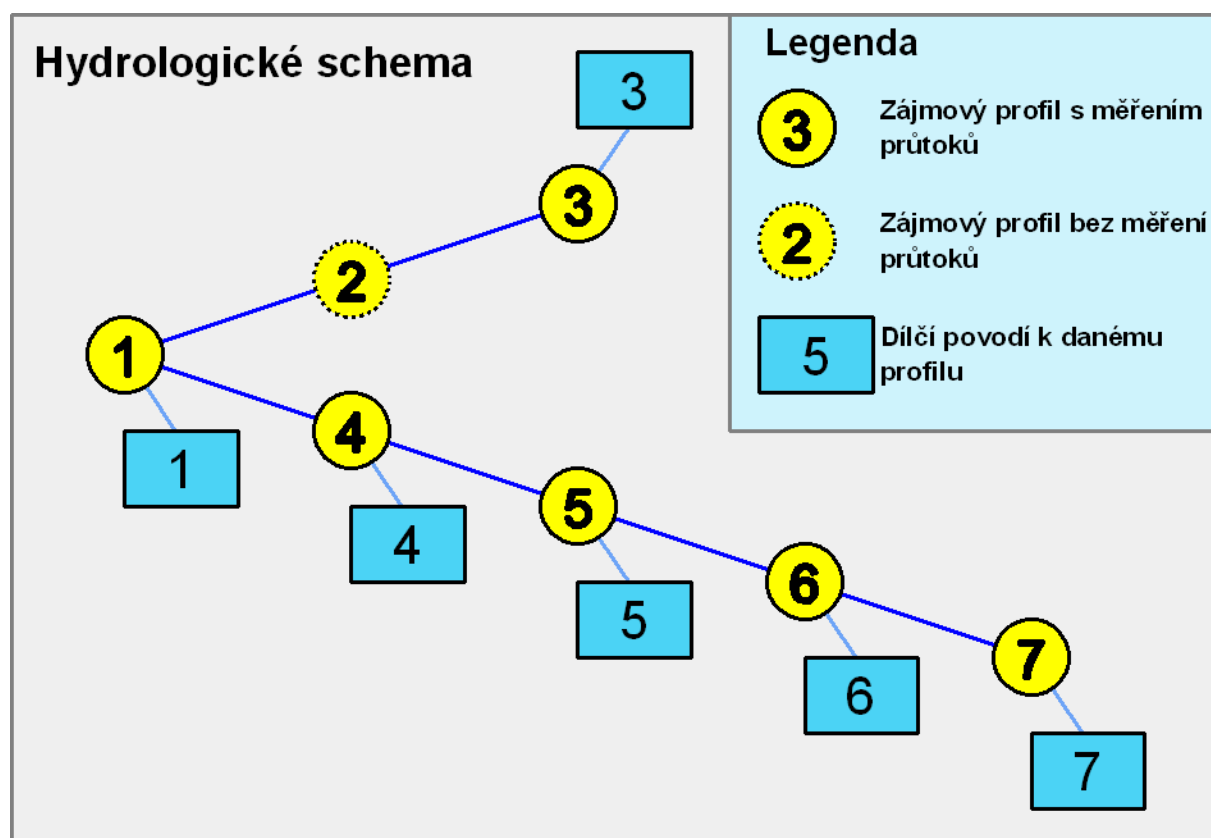
m (dny)	30	60	90	120	150	180	210	240	270	300	330	355	364
Q_m (l·s ⁻¹)	222	169	145	124	107	94,7	87,1	82,0	71,9	61,8	50,5	36,6	24,7

Tab. 3.5-6 N-leté průtoky pro Robečský potok v profilu u obce Obora nad Poselským rybníkem (třída přesnosti III.)

N (roky)	1	2	5	10	20	50	100
Q_N (m ³ ·s ⁻¹)	1,79	2,07	2,73	3,25	4,43	6,22	9,43

3.5.2 Průtoky v jednotlivých měrných profilech

Pro potřeby bilance transportu živin v zájmovém území bylo provedeno stanovení charakteristických průtoků v jednotlivých profilech, v nichž probíhal v roce 2009 monitoring. Podkladem pro tuto analýzu byla průtoková data uvedená v kapitole 3.5.1. Jelikož profily, pro které jsou uvedená data platná, nekorrespondují s profily, v nichž probíhal monitoring, bylo nutno provést přepočet. Pro ten byla zvolena metoda poměrů ploch s tím, že data k jednotlivým profilům monitoringu byla vždy stanovována na základě hydrologických dat k nejvhodnějšímu profilu se známými údaji ČHMÚ.

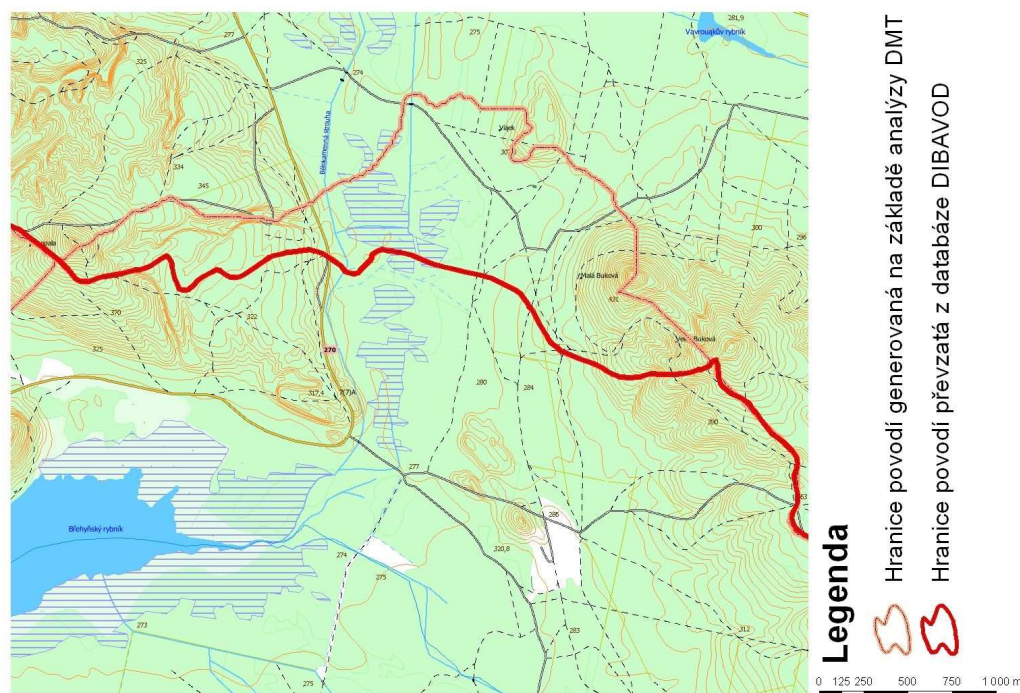
**Obr. 3.5-2 Hydrologické schéma zájmového území akcentující dělení k jednotlivým zájmovým profilům**

Aby bylo možno aplikovat metodu poměrů ploch, bylo nejprve nutno stanovit plochy povodí k jednotlivým bodům, v nichž probíhal monitoring. K tomuto účelu byla provedena odtoková analýza digitálního modelu terénu. Použitý digitální model terénu byl připraven v rozlišení 10 x 10 metrů v prostředí ArcGIS na základě výškopisných dat ZABAGED, ploch

významných nádrží a hlavních toků v území. Samotné stanovení ploch povodí k jednotlivým profilům bylo nad digitálním modelem terénu provedeno v prostředí WMS (Watershed Modelling System) s využitím výpočtu směrů odtoku, odtokových drah a ploch akumulace provedeným nástrojem TOPAZ (TOpographic PArametriZation program). Jelikož tento program pracuje automaticky na základě analýzy digitálního modelu terénu, mohou nastat problémy v plochých oblastech, kde jsou mnohdy směry odtoku ovlivněny umělými prvky apod. Tento případ nastal i při generování hranic povodí k jednotlivým bodům monitoringu. Konkrétně se jednalo o území na okraji zájmového území severovýchodně od Břehyňského rybníka. Toto území je velmi ploché a vyskytují se zde odvodňovací kanály, které významným způsobem ovlivňují odvádění vody z této plochy. Z toho důvodu byla v této části zájmového území vygenerovaná hranice území upravena dle hranice získané z databáze DIBAVOD (viz **Obr. 3.5-3**). Území oříznuté v rámci úpravy hranice povodí zaujímá plochu 2,1 km². V ostatních místech korespondovaly vygenerované hranice povodí s daty DIBAVOD poměrně dobře a nebylo tak zapotřebí provádět další korekce, neboť odchylky byly z hlediska výsledné plochy zanedbatelné. Plochy povodí k jednotlivým bodům jsou uvedeny v **Tab. 3.5-7**.

Tab. 3.5-7 Plochy povodí k jednotlivým bodům monitoringu zjištěné na základě analýzy DMT

Bod monitoringu	Plocha povodí (km ²)
1 (na Robečském potoce pod hrází Máchova jezera)	99,5
2 (na Robečském potoce v místě soutoku s Jordánem)	-
3 (na Břehyňském potoce pod hrází Břehyňského rybníka)	24,6
4 (na Robečském potoce nad vtokem do Máchova jezera)	55,5
5 (na Robečském potoce pod sádkami v Doksech)	53,3
6 (na Robečském potoce pod hrází Poselského rybníka)	51,4
7 (na Robečském potoce v místě nádrže Pateřinka)	27,9



Obr. 3.5-3 Rozdíl mezi hranicí povodí vygenerovanou na základě analýzy digitálního modelu terénu a hranicí z databáze DIBAVOD (zobrazeno na podkladu DMÚ25)

3.5.2.1 Profil 1 – Robečský potok pod hrází Máchova jezera

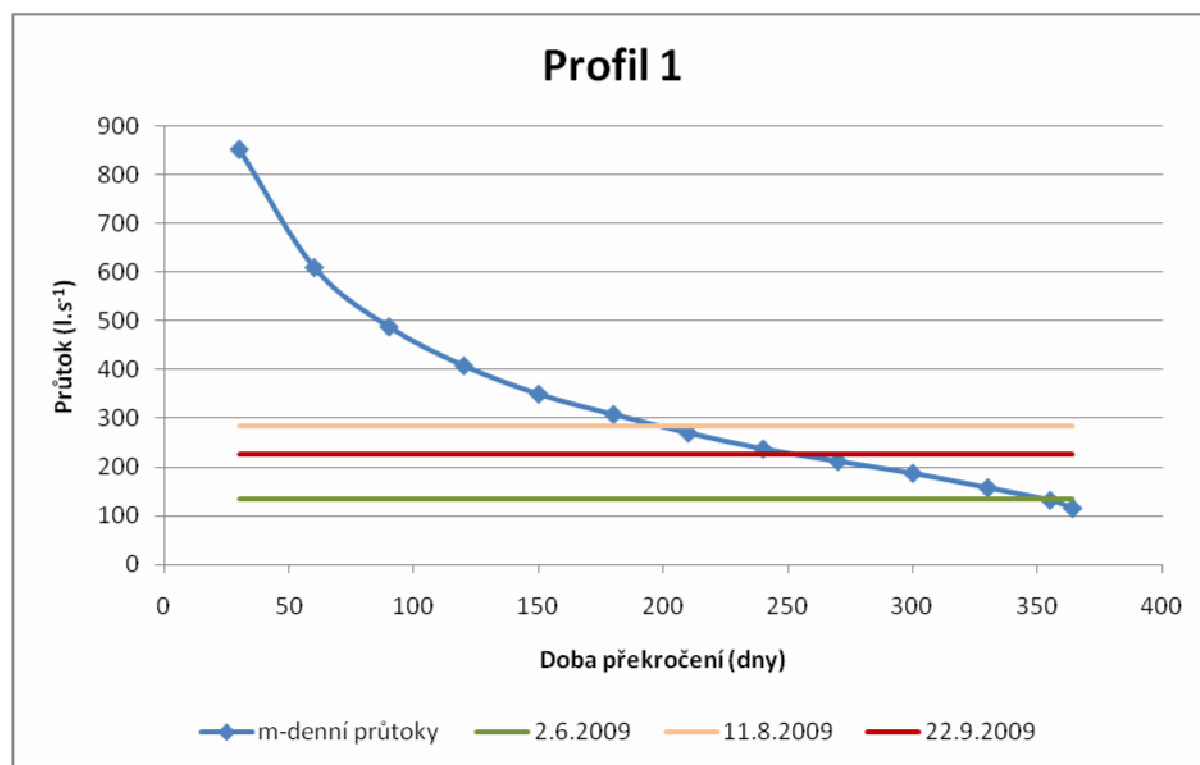
Průtoková data pro tento profil byla odvozena z hydrologických údajů ČHMÚ pro profil hráze Máchova jezera. Plocha povodí uvedená v údajích ČHMÚ činí 97,4 km², plocha povodí k profilu 1 stanovená na základě analýzy digitálního modelu terénu činí 99,5 km². Poměr ploch, na jehož základě byly odvozeny hodnoty m-denních a N-letých vod činí 1,02. Odvozené hodnoty jsou uvedeny v **Tab. 3.5-8** a **Tab. 3.5-9**.

Tab. 3.5-8 m-denní průtoky pro Robečský potok v profilu 1

m (dny)	30	60	90	120	150	180	210	240	270	300	330	355	364
Q_m (l·s ⁻¹)	852	610	488	408	350	308	271	238	212	188	158	133	116

Tab. 3.5-9 N-leté průtoky pro Robečský potok v profilu 1

N (roky)	1	2	5	10	20	50	100
Q_N (m ³ ·s ⁻¹)	7,7	10,4	15,1	18,4	21,1	24,2	27,6



Obr. 3.5-4 Znárodnění průtoků naměřených v rámci operativního monitoringu prováděného pro potřeby studie v profilu 1

3.5.2.2 Profil 2 – Břežňský potok u soutoku s Jordánem

Průtoková data pro tento profil nebyla odvozována, jelikož v tomto profilu nebyly měřeny průtoky v rámci odběrů vzorků vody pro chemickou analýzu.

3.5.2.3 Profil 3 – Břežňský potok pod hrází Břežňského potoka

Průtoková data pro tento profil byla odvozena z hydrologických údajů ČHMÚ pro profil hráze Břežňského rybníka. Plocha povodí uvedená v údajích ČHMÚ činí 24,5 km², plocha povodí k profilu 3 stanovená na základě analýzy digitálního modelu terénu činí 24,6 km². Poměr

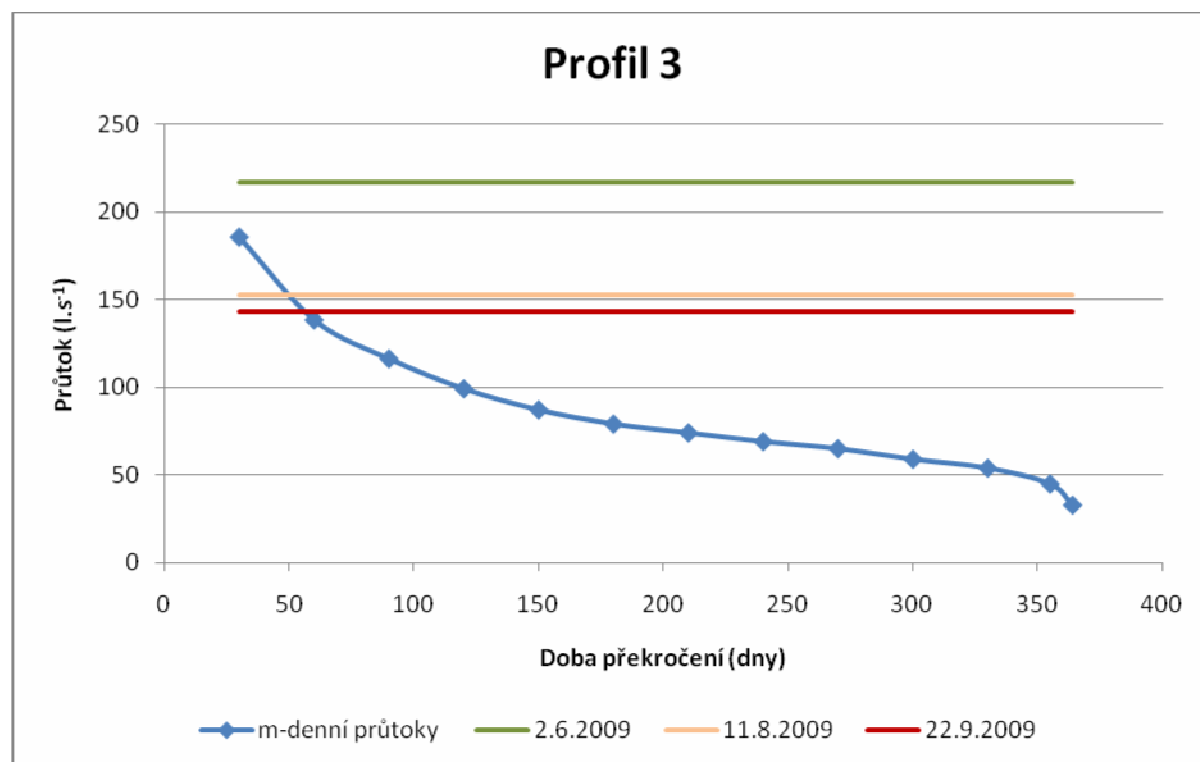
ploch, na jehož základě byly odvozeny hodnoty m-denních a N-letých vod, je velice blízký hodnotě 1, a odvozené hodnoty průtoků jsou tedy velmi blízké hodnotám ČHMÚ pro profil hráze Břežyňského rybníka. Odvozené hodnoty jsou uvedeny v **Tab. 3.5-10** a **Tab. 3.5-11**.

Tab. 3.5-10 m-denní průtoky pro Robečský potok v profilu 3

m (dny)	30	60	90	120	150	180	210	240	270	300	330	355	364
Q_m ($l \cdot s^{-1}$)	186	138	116	99,2	87,2	79,2	74,2	69,2	65,2	59,2	54,1	45,1	33,1

Tab. 3.5-11 N-leté průtoky pro Robečský potok v profilu 3

N (roky)	1	2	5	10	20	50	100
Q_N ($m^3 \cdot s^{-1}$)	1,8	2,9	4,4	5,9	7,7	11,0	14,7



Obr. 3.5-5 Znárodnění průtoků naměřených v rámci operativního monitoringu prováděného pro potřeby studie v profilu 3

3.5.2.4 Profil 4 – Robečský potok v Doksech nad železničním mostkem

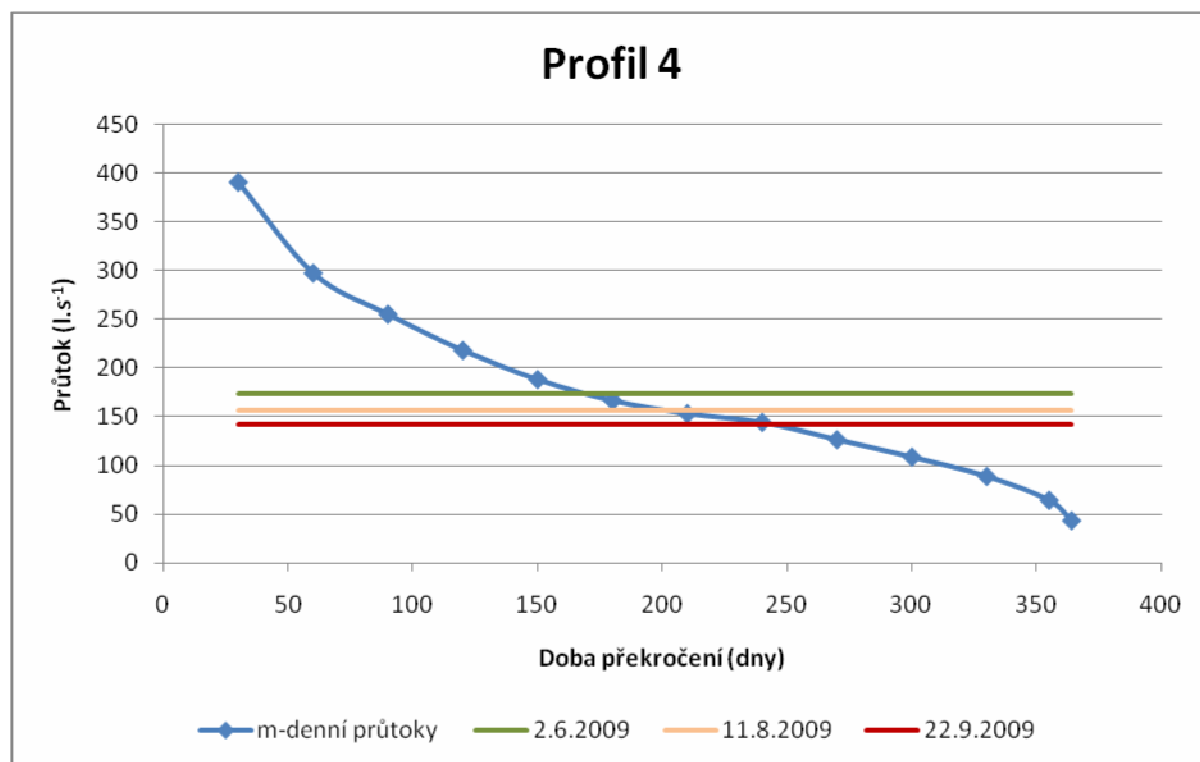
Průtoková data pro tento profil byla odvozena z hydrologických údajů ČHMÚ pro profil Obora. Plocha povodí uvedená v údajích ČHMÚ činí 31,6 km², plocha povodí k profilu 4 stanovená na základě analýzy digitálního modelu terénu činí 55,5 km². Poměr ploch, na jehož základě byly odvozeny hodnoty m-denních a N-letých vod činí 1,76. Odvozené hodnoty jsou uvedeny v **Tab. 3.5-12** a **Tab. 3.5-13**.

Tab. 3.5-12 m-denní průtoky pro Robečský potok v profilu 4

m (dny)	30	60	90	120	150	180	210	240	270	300	330	355	364
Q_m ($l \cdot s^{-1}$)	391	297	255	218	188	167	153	144	126	109	88,8	64,4	43,4

Tab. 3.5-13 N-leté průtoky pro Robečský potok v profilu 4

N (roky)	1	2	5	10	20	50	100
Q_N ($\text{m}^3\cdot\text{s}^{-1}$)	3,1	3,6	4,8	5,7	7,8	10,9	16,6



Obr. 3.5-6 Znáznornění průtoků naměřených v rámci operativního monitoringu prováděného pro potřeby studie v profilu 4

3.5.2.5 Profil 5 – Robečský potok v Doksech pod sádkami

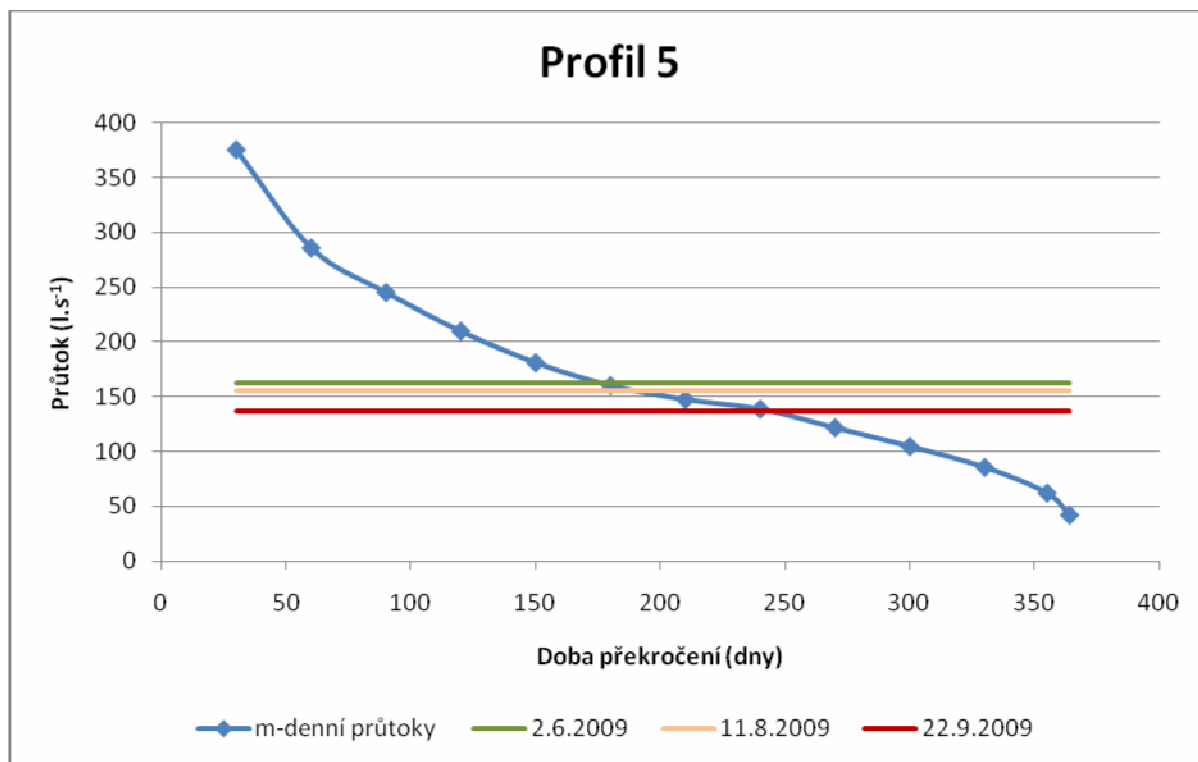
Průtoková data pro tento profil byla odvozena z hydrologických údajů ČHMÚ pro profil Obora. Plocha povodí uvedená v údajích ČHMÚ činí $31,6 \text{ km}^2$, plocha povodí k profilu 5 stanovená na základě analýzy digitálního modelu terénu činí $53,3 \text{ km}^2$. Poměr ploch, na jehož základě byly odvozeny hodnoty m-denních a N-letých vod činí 1,69. Odvozené hodnoty jsou uvedeny v Tab. 3.5-14 a Tab. 3.5-15.

Tab. 3.5-14 m-denní průtoky pro Robečský potok v profilu 5

m (dny)	30	60	90	120	150	180	210	240	270	300	330	355	364
Q_m ($\text{l}\cdot\text{s}^{-1}$)	375	286	245	210	181	160	147	139	121	104	85,3	61,9	41,7

Tab. 3.5-15 N-leté průtoky pro Robečský potok v profilu hráze 5

N (roky)	1	2	5	10	20	50	100
Q_N ($\text{m}^3\cdot\text{s}^{-1}$)	3,0	3,5	4,6	5,5	7,5	10,5	15,9



Obr. 3.5-7 Znárodnění průtoků naměřených v rámci operativního monitoringu prováděného pro potřeby studie v profilu 5

3.5.2.6 Profil 6 – Robečský potok pod hrází Poselského rybníka

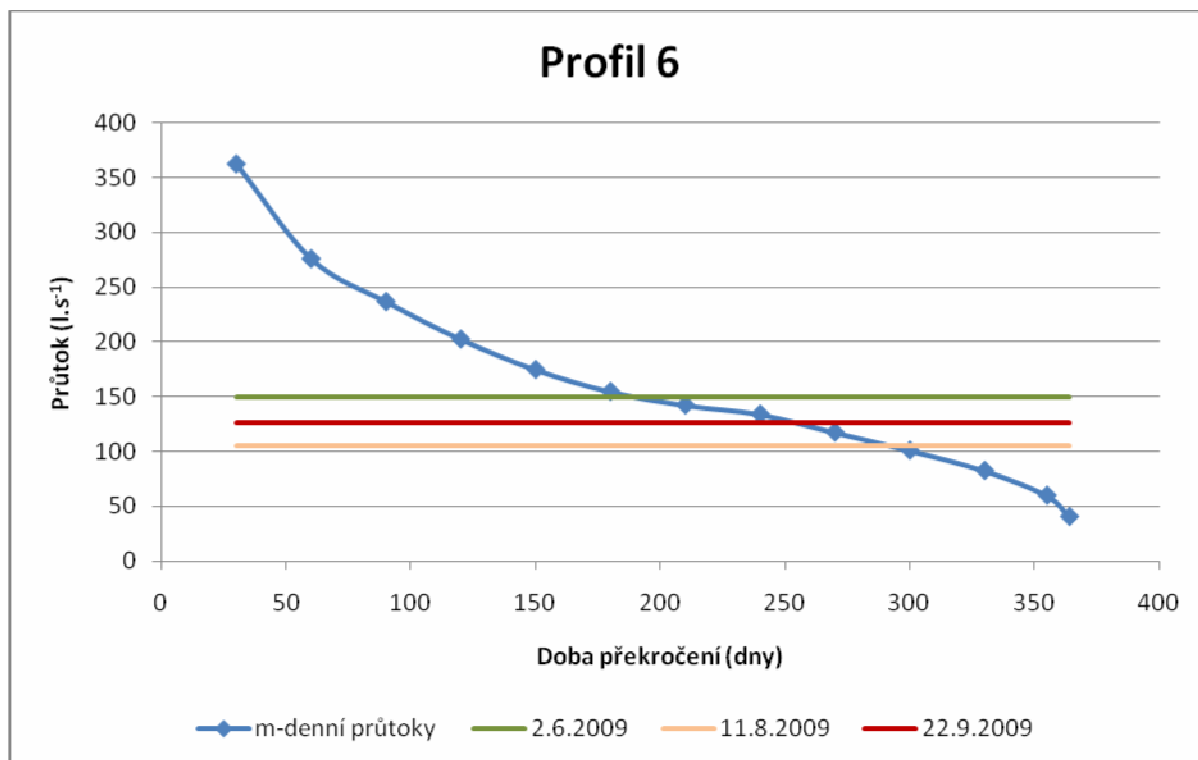
Průtoková data pro tento profil byla odvozena z hydrologických údajů ČHMÚ pro profil Obora. Plocha povodí uvedená v údajích ČHMÚ činí 31,6 km², plocha povodí k profilu 6 stanovená na základě analýzy digitálního modelu terénu činí 51,4 km². Poměr ploch, na jehož základě byly odvozeny hodnoty m-denních a N-letých vod činí 1,63. Odvozené hodnoty jsou uvedeny v Tab. 3.5-16 a Tab. 3.5-17.

Tab. 3.5-16 m-denní průtoky pro Robečský potok v profilu 6

m (dny)	30	60	90	120	150	180	210	240	270	300	330	355	364
Q_m (l.s ⁻¹)	362	276	236	202	174	154	142	134	117	101	82,3	59,7	40,3

Tab. 3.5-17 N-leté průtoky pro Robečský potok v profilu 6

N (roky)	1	2	5	10	20	50	100
Q_N (m ³ .s ⁻¹)	2,9	3,4	4,5	5,3	7,2	10,1	15,4



Obr. 3.5-8 Znárodnění průtoků naměřených v rámci operativního monitoringu prováděného pro potřeby studie v profilu 6

3.5.2.7 Profil 7 – Robečský potok v místě nádrže Pateřinka

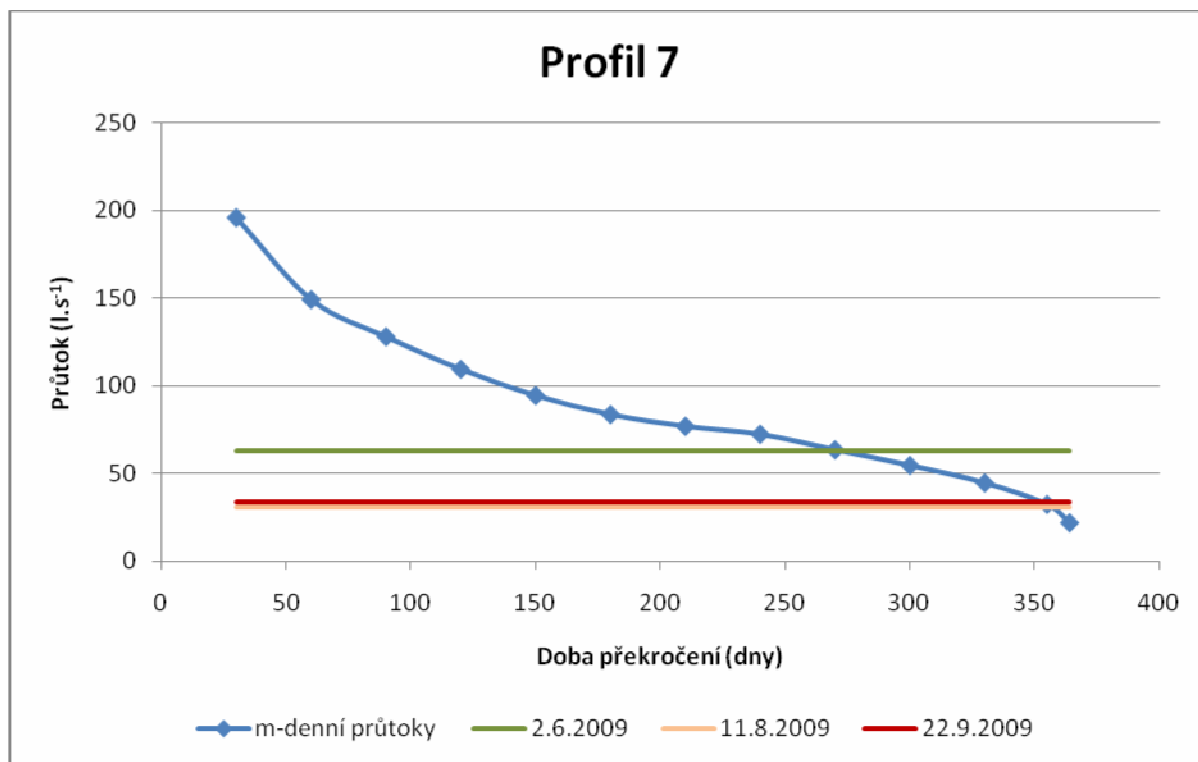
Průtoková data pro tento profil byla odvozena z hydrologických údajů ČHMÚ pro profil Obora. Plocha povodí uvedená v údajích ČHMÚ činí 31,6 km², plocha povodí k profilu 7 stanovená na základě analýzy digitálního modelu terénu činí 27,9 km². Poměr ploch, na jehož základě byly odvozeny hodnoty m-denních a N-letých vod činí 0,88, což znamená, že v tomto případě se hodnoty pro profil ve srovnání s výchozími údaji ČHMÚ redukuje. Odvozené hodnoty jsou uvedeny v Tab. 3.5-18 a Tab. 3.5-19.

Tab. 3.5-18 m-denní průtoky pro Robečský potok v profilu 7

m (dny)	30	60	90	120	150	180	210	240	270	300	330	355	364
Q_m (l.s ⁻¹)	196	149	128	110	94,5	83,6	77,0	72,4	63,5	54,6	44,6	32,3	21,8

Tab. 3.5-19 N-leté průtoky pro Robečský potok v profilu 7

N (roky)	1	2	5	10	20	50	100
Q_N (m ³ .s ⁻¹)	1,6	1,8	2,4	2,9	3,9	5,5	8,3



Obr. 3.5-9 Znárodnění průtoků naměřených v rámci operativního monitoringu prováděného pro potřeby studie v profilu 7

3.5.3 Průtokový režim území

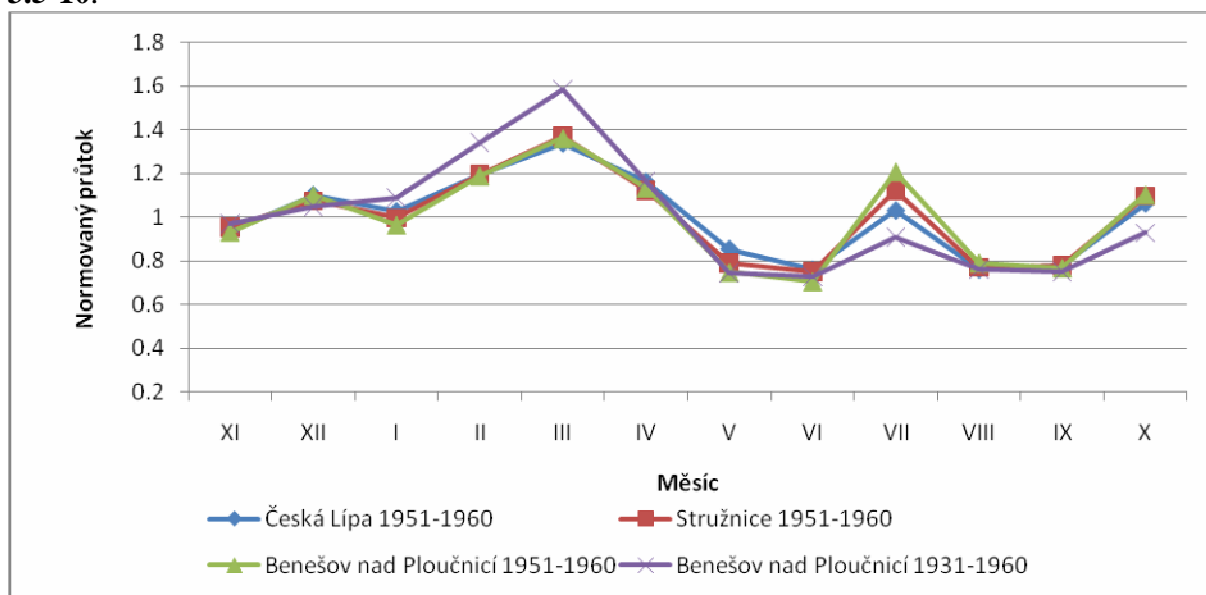
Tato část studie je zaměřena na odhad rozložení průtoků v rámci roku, a to především za účelem posouzení transportu živin, který je s průtokovým režimem spojen. Vzhledem ke skutečnosti, že se v zájmovém území nenachází na tocích žádný měrný profil, bylo zapotřebí provést posouzení rozložení průtoků v rámci roku pomocí prostorové analogie. Jedinými použitelnými daty, která k tomuto účelu byla dostupná, byly průměrné měsíční průtoky uvedené v Hydrologických poměrech Československé socialistické republiky (Horský, 1967). Ani v tomto materiálu však nejsou uvedena data pro jakýkoliv profil, který by se nacházel na zájmovém území. Z toho důvodu bylo zapotřebí použít data z blízkých nebo jinak souvisejících profilů. K tomuto účelu byly posouzeny průměrné měsíční průtoky pro celkem tři profily na toku Ploučnice, do níž se Robečský potok vlévá. Jedná se o profily, jež mají významně větší plochy povodí, nicméně lze předpokládat, že rámcově bude rozložení průtoků korespondovat s rozložením průtoků na Robečském potoce. Profily jsou uvedeny v **Tab. 3.5-20**.

Tab. 3.5-20 Profily na Ploučnici, jejichž průměrné měsíční průtoky byly uvažovány pro stanovení rozložení průtoků v povodí Robečského potoka.

Profil	Plocha povodí (km ²)	Rozsah časových řad
Česká Lípa	626,4	1951 až 1960
Stružnice	995,3	1951 až 1960
Benešov nad Ploučnicí	1156,3	1951 až 1960
Benešov nad Ploučnicí	1156,3	1931 až 1960

Z hodnot uvedených pro jednotlivé profily v Hydrologických poměrech Československé socialistické republiky vyplývá, že rozložení průtoků sleduje obdobné trendy. Ty se vyznačují

nejvodnějším březnem, zatímco nejnižších hodnot průměrných měsíčních průtoků je dosahováno v květnu, červenci, srpnu a září. Trend je dobře patrný z vyobrazení na **Obr. 3.5-10**.



Obr. 3.5-10 Průběh normovaných průměrných měsíčních průtoků v jednotlivých posuzovaných profilech

Vzhledem ke skutečnosti, že všechny řady průměrných měsíčních průtoků vykazují obdobný průběh, byly pro stanovení rozložení průtoků v zájmových profilech použity normované hodnoty průměrných měsíčních průtoků pro profil Česká Lípa. Jednak se tento profil nachází nejbližše zájmovému území a jednak má z dostupných profilů nejmenší plochu povodí, byť i tak se jedná o rozlohu přibližně šestkrát větší než v případě zájmového území.

Průměrné hodnoty měsíčních průtoků v zájmových profilech byly stanoveny jednoduchým přenásobením normovaných hodnot pro profil Česká Lípa hodnotami průměrných dlouhodobých ročních průtoků.

Tab. 3.5-21 Rozdělení průměrných měsíčních průtoků pro jednotlivé zájmové profily (všechny hodnoty v $l \cdot s^{-1}$)

Profil	Q_a	XI	XII	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X
1	418	392	460	428	499	559	485	357	317	430	317	325	444
2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
3	103	97	114	106	123	138	120	88	78	106	78	80	110
4	222	208	244	227	265	296	257	189	168	228	168	173	235
5	213	200	234	218	255	285	247	182	162	219	162	166	226
6	205	193	226	211	246	275	239	175	156	212	156	160	218
7	111	104	123	114	133	149	129	95	84	115	84	87	118

3.5.4 Průtokový režim nádrží

Průtokový režim jednotlivých nádrží byl další podpurnou analýzou prováděnou za účelem posouzení režimu živin v zájmovém území. Tato část studie se zabývá Máchovým jezerem, Břežňanským rybníkem, Čepelským rybníkem a Poselským rybníkem. Analýza tohoto typu

nebyla prováděna pro nádrž Pateřinka, jelikož se jedná o nádrž boční, kde je průtokový režim plně závislý na manipulaci nad nátokem.

Pro jednotlivé nádrže je v této části studie stanoven měsíční přítok a odtok a přibližná hodnota měsíčního výparu. Z přítoku a odtoku byla stanovována vždy pouze jedna veličina s tím, že druhá byla dopočítávána bilančně po započtení výparu. Ztráty průsakem uvažovány nebyly, neboť pro takovýto výpočet nebyly k dispozici podklady. Výpar byl stanovován orientačně na základě nomogramu (roční výška výparu) a rozdělení (procenta z celkového ročního výparu pro jednotlivé měsíce) uvedených v normě ČSN 75 2410 Malé vodní nádrže. Dle uvedeného nomogramu činí průměrná roční výška výparu z volné hladiny 820 mm pro nadmořské výšky, v nichž se analyzované nádrže nacházejí. Na tomto místě je nutno zdůraznit, že provedená analýza neuvažuje manipulaci na nádržích, která by samozřejmě měla vliv především na hodnoty odtoku v jednotlivých měsících. Příkladem takového ovlivnění může být například situace, kdy nádrž byla po předchozím částečném vypuštění znovu plněna.

3.5.4.1 Máchovo jezero

Pro Máchovo jezero byla stanovena jednak bilance celková a jednak bilance dílčí zahrnující pouze Dokeskou zátoku. Celková bilance je založena na hodnotách odtoku z Máchova jezera v jednotlivých měsících a na hodnotách výparu. Odtok z Máchova jezera je odvozen z dat pro profil 1 (viz **Tab. 3.5-21**). Přítok do nádrže je stanoven bilančně na základě hodnot odtoku a výparu. Bilance nádrže a Dokeské zátoky je odvozena po měsících s tím, že doba zdržení je stanovena sumárně, na základě ročních hodnot. Na základě hodnoty celkového ročního přítoku a objemu nádrže byla určena doba zdržení jak pro Máchovo jezero jako celek, tak pro Dokeskou zátoku. Pro Máchovo jezero činí hodnota doby zdržení 126 dní za současného stavu. V případě, že by z nádrže byl odstraněn veškerý sediment, by činila doba zdržení 149 dní. Pro samotnou Dokeskou zátoku činí doba zdržení přibližně 2 dny za současného stavu a přibližně 3 dny v případě odstranění sedimentu. Rozložení přítoku, odtoku a výparu je patrné z **Tab. 3.5-22** a **Tab. 3.5-23**.

Tab. 3.5-22 Měsíční bilance Máchova jezera (hodnoty přítoku, výparu a odtoku v tis. m³)

Měsíc	XI	XII	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	Celkem
Přítok	1058.2	1274.8	1233.8	1337.6	1733.8	1570.2	1343.7	1188.9	1400.6	1000.3	929.1	1253.1	15324.2
Výpar	43.2	43.2	86.4	129.6	237.5	313.1	388.7	367.1	248.3	151.1	86.4	64.8	2159.3
Odtok	1015.0	1231.7	1147.5	1208.1	1496.3	1257.1	955.0	821.8	1152.3	849.2	842.7	1188.4	13165.0

Tab. 3.5-23 Měsíční bilance Dokeské zátoky (hodnoty přítoku, výparu a odtoku v tis. m³)

Měsíc	XI	XII	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	Celkem
Přítok	538.7	653.7	609.0	641.1	794.1	667.2	506.8	436.1	611.5	450.7	447.2	630.7	6986.8
Výpar	0.6	0.6	1.3	1.9	3.5	4.6	5.7	5.4	3.7	2.2	1.3	1.0	31.9
Odtok	538.0	653.0	607.7	639.2	790.6	662.5	501.1	430.7	607.9	448.4	446.0	629.7	6954.9

3.5.4.2 Břehyňský rybník

Pro Břehyňský rybník byla prováděna pouze celková bilance. Ta je založena na hodnotách odtoku z této nádrže v jednotlivých měsících a na hodnotách výparu. Odtok z Břehyňského

rybníka je odvozen z dat pro profil 3 (viz **Tab. 3.5-21**). Přítok do nádrže je stanoven bilančně na základě hodnot odtoku a výparu. Bilance Břežyňského rybníka je odvozena po měsících s tím, že doba zdržení je stanovena sumárně, na základě ročních hodnot, stejně jako je tomu v případě Máchova jezera. Na základě hodnoty celkového ročního přítoku a objemu nádrže byla určena doba zdržení pro současný stav 121 dní a pro stav, kdy by z nádrže byl odstraněn sediment 179 dní. Rozložení přítoku, odtoku a výparu je patrné z **Tab. 3.5-24**.

Tab. 3.5-24 Měsíční bilance Břežyňského rybníka (hodnoty přítoku, výparu a odtoku v tis. m³)

Měsíc	XI	XII	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	Celkem
Přítok	264.4	318.0	310.6	339.0	443.7	408.0	356.8	317.1	362.0	256.9	235.2	314.0	3925.7
Výpar	13.4	13.4	26.8	40.2	73.7	97.2	120.6	113.9	77.1	46.9	26.8	20.1	670.0
Odtok	251.0	304.6	283.8	298.8	370.0	310.9	236.2	203.2	285.0	210.0	208.4	293.9	3255.7

3.5.4.3 Čepelský rybník

V případě Čepelského rybníka byla bilance založena na rozdíl od ostatních nádrží na přítoku do této nádrže v jednotlivých měsících a na hodnotách výparu. Přítok do nádrže je odvozen z dat pro profil 6 (viz **Tab. 3.5-21**). Odtok je stanoven bilančně na základě hodnot přítoku a výparu. Bilance nádrže je opět stanovena po měsících a doba zdržení je odvozena z ročních sumárních hodnot. Pro současný stav je doba zdržení v Čepelském rybníce přibližně 2 dny, v případě odstranění sedimentu by činila přibližně 4,5 dne. Rozložení přítoku, odtoku a výparu je patrné z **Tab. 3.5-25**.

Tab. 3.5-25 Měsíční bilance Čepelského rybníka (hodnoty přítoku, výparu a odtoku v tis. m³)

Měsíc	XI	XII	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	Celkem
Přítok	499.2	605.8	564.4	594.2	735.9	618.3	469.7	404.2	566.7	417.7	414.5	584.5	6475.1
Výpar	0.5	0.5	0.9	1.4	2.5	3.4	4.2	3.9	2.7	1.6	0.9	0.7	23.1
Odtok	498.8	605.3	563.5	592.8	733.4	615.0	465.6	400.3	564.1	416.0	413.6	583.8	6452.0

3.5.4.4 Poselský rybník

Bilance Poselského rybníka byla stanovena na základě hodnot odtoku v jednotlivých měsících a hodnot výparu. Odtok je odvozen od hodnot pro profil 6 (viz **Tab. 3.5-21**). Přítok byl stanoven bilančně jako součet odtoku a výparu. Doba zdržení pro současný stav odpovídá přibližně 12 dnům, v případě odstranění sedimentu by tato doba vzrostla na téměř 19 dnů. Rozložení přítoku, odtoku a výparu je patrné z **Tab. 3.5-26**.

Tab. 3.5-26 Měsíční bilance Poselského rybníka (hodnoty přítoku, výparu a odtoku v tis. m³)

Měsíc	XI	XII	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	Celkem
Přítok	501.8	608.4	569.5	601.9	750.0	636.9	492.8	426.0	581.5	426.6	419.6	588.3	6603.3
Výpar	2.6	2.6	5.1	7.7	14.1	18.6	23.1	21.8	14.7	9.0	5.1	3.8	128.2
Odtok	499.2	605.8	564.4	594.2	735.9	618.3	469.7	404.2	566.7	417.7	414.5	584.5	6475.1

3.5.5 Shrnutí výsledků hydrologické bilance

Kapitola 3.5 zahrnuje zjednodušené bilanční výpočty pro povodí Robečského potoka po profil hráze Máchova jezera. Komplexnější a přesnější výpočty nebylo možno realizovat, neboť nebyla dostupná podrobnější data. Provedená analýza slouží především jako podklad k sestavení celkového bilančního modelu přísunu fosforu do soustavy. Provedeno bylo odvození m-denních a N-letých průtokových řad pro jednotlivé zájmové profily a rozložení průměrných měsíčních průtoků v těchto profilech. V kapitole 3.5.3 byla též provedena zjednodušená hydrologická bilance nádrží včetně výpočtu doby zdržení.

3.6 Návrh a realizace operativního monitoringu v rámci řešení studie

V rámci operativního monitoringu, provozovaného během řešení byly odebírány vzorky vody pro chemickou analýzu se současným měřením průtokových množství v měrných profilech a současně byly využity výsledky dlouhodobého sledování kvality vody na Robečském potoce v profilu mostku v obci Okna, zajišťované ZVHS.

Vzhledem k tomu, že studie byla zadána teoreticky na dobu řešení 1 rok a finanční prostředky byly poměrně omezeny, bylo nutno těmto skutečnostem přizpůsobit i rozsah a obsah některých, zejména terénních prací. Z toho např. vyplývá počet zvolených profilů na odběr vzorků vody a 3 termíny odběrů vody (jarní, letní, podzimní).

3.6.1 Měření průtoků

Pro možnost orientačního sestavení bilance a transportu živin bylo zvoleno 7 profilů pro odběry vzorků vody pro chemickou analýzu a současně s odběrem těchto vzorků byly měřeny v těchto profilech i okamžité průtoky. V této souvislosti je třeba upozornit na skutečnost, že vzhledem k krátké době řešení studie a omezeným finančním prostředkům byly vybrány měrné profily pouze v nejnutnějším možném počtu a s trojím časovým opakováním.

3.6.1.1 Volba profilů a termíny měření

Profily pro odběr vzorků a měření průtoků byly určeny během terénního průzkumu (18.5.2009) po dohodě zúčastněných zpracovatelů studie. V první fázi bylo stanoveno celkem 7 profilů pro odběr vzorků vody (viz. Grafická příloha 17) s tím, že u profilu č.2 na Břehyňském potoce měření průtoků prováděno nebylo a provádělo se zde pouze vzorkování vody. V celém úseku Břehyňského potoka mezi Břehyňským rybníkem a Máchovým jezerem není vhodný stabilní profil pro měření průtoků. Průtokové charakteristiky pro tento profil byly převzaty z měrného profilu č.3, který je v nevelké vzdálenosti nad profilem č.2. Ostatní profily byly navrženy tak, aby pokryly hodnocenou oblast. Po prvním terénním měření byl dodatečně do monitoringu zahrnut profil č.8, který je situován na bezejmenném levostranném přítoku Máchova jezera v úrovni železniční stanice Doksy, těsně pod drážním tělesem (odpad ústí do Máchova jezera v oblasti tobogánu).

Do monitoringu byly tedy zahrnuty následující profily:

- Profil č.1 – Robečský potok – výtok z Máchova jezera (pod hrází)
- Profil č.2 – Břehyňský potok pod zaústěním potoka Jordán (pouze odběr vody, průtoky nebyly měřeny)
- Profil č.3 – Břehyňský potok – výtok z Břehyňského rybníka (pod hrází)

- Profil č.4 – Robečský potok – Doksy, nad nátokem Robečského potoka do Dokeské zátoky Máchova jezera
- Profil č.5 – Robečský potok – výtok z Čepelského rybníka
- Profil č.6 – Robečský potok – výtok z Poselského rybníka
- Profil č.7 – Robečský potok – obtok Velké Pateřinky
- Profil č. 8 – bezejmenný levostranný přítok Máchova jezera v úrovni železniční stanice Doksy.

Měrné profily byly současně voleny tak, aby byl profil toku v místě měření pokud možno prizmatický a dal se tam tak snadno stanovit průtok.

Odběry vzorků vody a měření průtoků byly prováděny ve 3 kampaních, a to v následujících termínech:

- jaro (2.6.2009) – střední průtoky, po odeznění jarních zvýšených průtoků, před letními bouřkami, zatížení z rekreace minimální
- léto (11.8.2009) – předpokládané nízké průtoky, suché letní období, po odeznění červencových přívalových srážek, zatížení z rekreace maximální
- podzim (22.9.2009) - předpokládané střední průtoky, po letních bouřkách, zatížení z rekreace střední.

V době druhé i třetí kampaně byl průtok vody v profilu č.8 téměř nulový, takže byl používanou metodou nezměřitelný. Současně tedy nebyl odebrán ani vzorek vody.

3.6.1.2 Způsoby měření průtoků a jeho vyhodnocení (metodika)

Pro měření byly voleny jednoduché a rychlé metody bez nutnosti zásahu do koryta. Vzhledem k tomu, že byly vybrány vhodné profily na tocích, kromě profilu č.6 kde nebylo možné vybrat prizmatický profil, bylo možné pro měření zvolit úseky rovnoměrného proudění v prizmatickém korytě. Pro výpočet průtoku tak byla použita Chézyho rovnice ve tvaru

$$Q = S \cdot 1/n \cdot R^{2/3} \cdot I^{1/2} \quad (\text{m}^3 \cdot \text{s}^{-1})$$

kde S je průtočná plocha (m²),
b - šířka dna (m)
m - sklon svahů (-)
n - Manningův součinitel drsnosti (-)
R - hydraulický poloměr, $R = S/O$ (m)
O - omočený obvod (m)
I - podélný sklon dna koryta

Hodnoty Manningova drsnostního součinitele byly pro jednotlivá měření brány následovně:

n = 0,025 pro hladké koryto z betonových desek, dno jemný štěrk s minimem větších kamenů
n = 0,030 pro koryto ze spárované kamenné dlažby, dno štěrkovité
n = 0,035 pro koryto z betonových dlaždic nespárovaných nebo zděné koryto s většími kameny ve štěrkovitém dně
n = 0,040 pro koryto z hrubé spárované dlažby, dno kamenité s většími kameny
n = 0,060 pro zemní bahnitě koryto, silně zaplevelené a zanesené větvemi

Práce spojené s měřením probíhaly následovně - nejprve byl vytyčen úsek dlouhý 7 až 20 m, kde koryto neměnilo podélný sklon nebo jej měnilo jen minimálně a bylo přímé. Na počátku a konci úseku byl geodeticky změřen příčný profil koryta, ze dvou měření (na počátku a na konci úseku) byl určen průměrný omočený obvod, průměrný průtočný profil a následně průměrný hydraulický poloměr. Nivelací byl určen sklon hladiny v daném úseku. Pro výpočet se v těchto úsecích předpokládá ustálené rovnoměrné proudění, při němž odpovídá sklon hladiny sklonu dna a zároveň sklonu čáry energie. Proto byla pro hodnoty průměrného hydraulického poloměru, sklon hladiny v úseku a Manningův drsnostní součinitel, který odpovídal charakteru úseku koryta, vypočtena Chézyho rovnicí rychlost a následně i průtok.

Jako kontrolní měření byla volena plováková metoda – měření času pro proplutí daného úseku toku plovákem, který pluje v proudnici vodního toku. Pro měření rychlosti proudění (doby proběhu plováku daným úsekem toku) bylo použito vícenásobné měření, z něhož za výslednou hodnotu času byla brána nejnižší hodnota měření. Průřezová rychlost byla následně z maximální povrchové rychlosti stanovována pomocí vzorce

$$\frac{v}{v_{p,max}} = \frac{1}{1 + \frac{14}{C}}$$
$$C = \frac{1}{n} \cdot R^{1/6}$$

kde je v – průřezová rychlost ($m \cdot s^{-1}$)
 $v_{p,max}$ – maximální povrchová rychlost ($m \cdot s^{-1}$)
 C – rychlostní součinitel ($m^{0,5} \cdot s^{-1}$)
 R – hydraulický poloměr (m)
 n – Manningův drsnostní součinitel (-)

a průtok vody byl následně stanoven pomocí součinu průtočné rychlosti a průměrné průřezové plochy.

3.6.1.3 Výsledky měření v jednotlivých termínech a profilech

V následujícím textu jsou na obrázcích a schématech popsány jednotlivé měrné profily a v tabulkách shrnuty výsledky terénních měření, která proběhla v termínech:

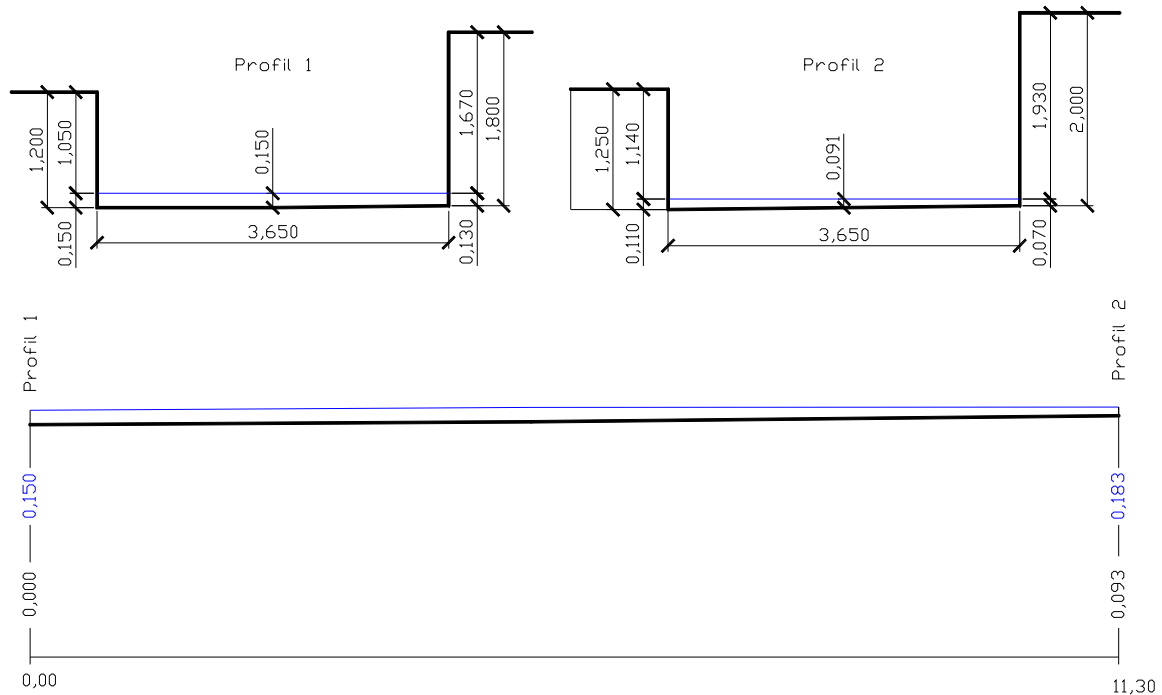
- 1. série měření proběhla 2.6.2009 (úterý, polojasno, bez deště, 22°C). Profily č. 1, 3 až 7 byly změřeny v rozmezí 9 až 13 h, ve stejnou dobu byly RNDr.Fainou odebrány vzorky vody pro rozbor kvality,
- 2. série měření proběhla 11.8.2009 (úterý, polojasno, bez deště, 24°C). Profily č. 1, 3 až 7 byly změřeny v rozmezí 9 až 14 h, ve stejnou dobu byly RNDr.Fainou odebrány vzorky vody pro rozbor kvality,
- 3. série měření proběhla 22. 9. 2009 (úterý, jasno, bez deště, 25°C). Profily č. 1, 3-7 byly změřeny v rozmezí 10-13 h, vzorky vody pro rozbor kvality byly RNDr. Fainou odebrány předešlý den, tedy 21. 9. 2009.

3.6.1.3.1 Profil č.1 – Robečský potok pod výpustí z Máchova jezera – v korytě pod silnicí v Nových Splavech

Měrný profil č.1 je situovaný těsně pod výtokem od výpusti Máchova jezera, na úrovni restaurace „Sklípek“. Koryto v měrném úseku je zcela přímé, má obdélníkový profil a jeho stěny jsou opevněny kamenným zdivem s vyspárováním. Opevněné dna není patrné. Pokud je dno opevněné, tak je v současné době překryto vrstvou hrubého štěrku. Koryto není zarostlé plevelem a rozdělení rychlostí v profilu v průběhu měření bylo víceméně rovnoměrné.



Obr. 3.6-1 Profil č.1 je situovaný pod výpustí z Máchova jezera. (Pohled po vodě, stav z 2.6.2009)



Obr. 3.6-2 Schéma měrného profilu č. 1, stav k 2.6.2009 (1. série měření).

Tab. 3.6-1 Výsledky měření pro měrný profil č.1

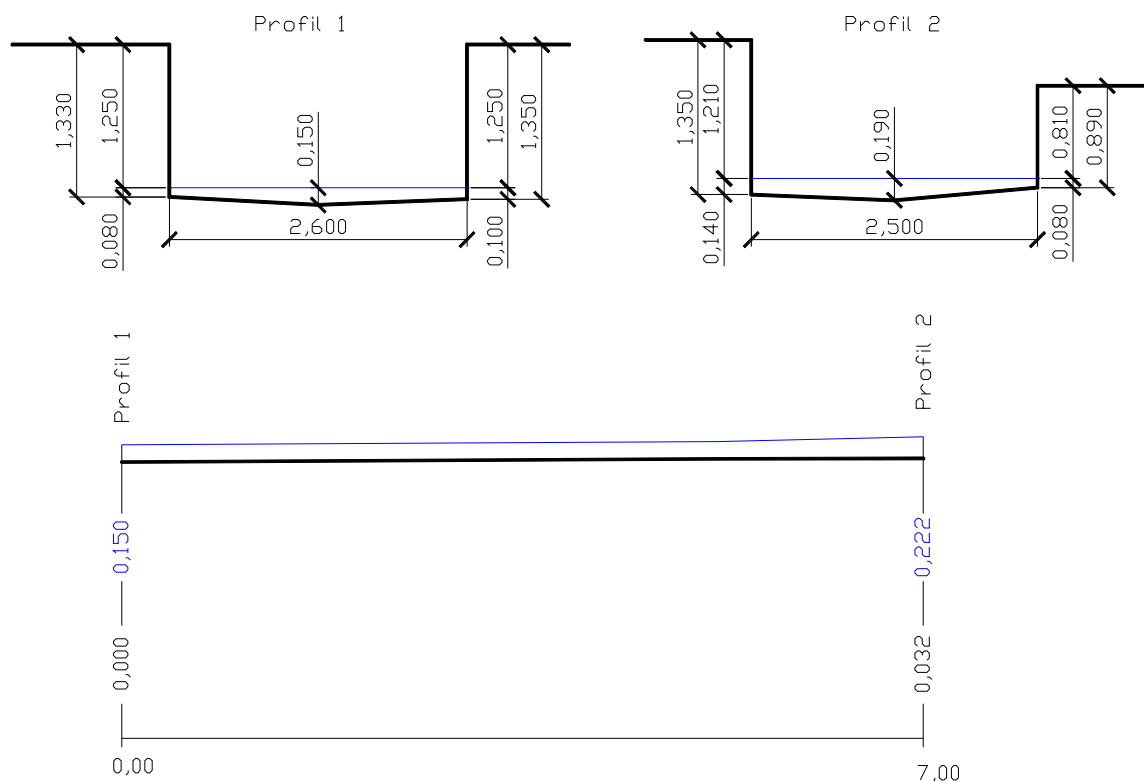
Série měření	1	2	3
Datum	2.6.2009	11.8.2009	22.9.2009
Výpočet pomocí Chézyho rovnice			
n [-]	0,040	0,040	0,040
i hladiny [-]	0,0029	0,0019	0,0012
S _{prum} [m ²]	0,430	0,7837	0,794
O _{prum} [m ²]	3,880	4,010	4,085
v [m.s ⁻¹]	0,311	0,362	0,284
Q [m³.s⁻¹]	0,134	0,284	0,226
Plováková metoda			
s - délka úseku [m]	11,3	11,3	11,3
t - čas proběhnutí plováku [s]	69,0	25,6	28,0
v [m.s ⁻¹]	0,091	0,254	0,232
Q [m³.s⁻¹]	0,039	0,199	0,185

3.6.1.3.2 Profil č.3 – Břežňský potok pod výpustí z Břežňského rybníka – v korytě pod silnicí Doksy-Mimoň

Měrný profil č. 3 je situovaný na výtoku od výpusti Břežňského rybníka, v levém zavázání hráze. Profil je těsně pod mostkem na silnici č.270, která spojuje obce Doksy a Hradčany. Koryto v měrném profilu je zcela napřímené a má obdélníkový profil, stěny jsou opevněny kamenným zdivem s vyspárováním. Stejně jako u profilu č.1 není opevnění dna patrné a pokud je dno opevněné, potom je v současné době překryto vrstvou hrubého štěrku a valounů. Koryto nebylo v čase terénních měření zaplevelené. Rozdělení rychlostí proudění vody bylo v profilu rovnoměrné.



Obr. 3.6-3 Profil č.3 je situovaný pod výpustí z Břežňského rybníka (Pohled po vodě, stav z 2.6.2009)



Obr. 3.6-4 Schéma měrného profilu č. 3, stav k 2.6.2009 (1. série měření)

Tab. 3.6-2 Výsledky měření pro měrný profil č.3

Série měření	1	2	3
Datum	2.6.2009	11.8.2009	22.9.2009
Výpočet pomocí Chézyho rovnice			
n [-]	0,040	0,04	0,040
$i_{\text{hladiny}} [-]$	0,0103	0,0053	0,0064
$S_{\text{prum}} [\text{m}^2]$	0,344	0,3255	0,3047
$O_{\text{prum}} [\text{m}^2]$	2,755	2,483	2,702
$v [\text{m}\cdot\text{s}^{-1}]$	0,633	0,469	0,467
Q [$\text{m}^3\cdot\text{s}^{-1}$]	0,217	0,153	0,143
Plováková metoda			
s -délka úseku [m]	7,0	7,0	7,0
t - čas proběhnutí plováku [s]	7,8	9,2	10,3
$v [\text{m}\cdot\text{s}^{-1}]$	0,502	0,426	0,376
Q [$\text{m}^3\cdot\text{s}^{-1}$]	0,172	0,139	0,115

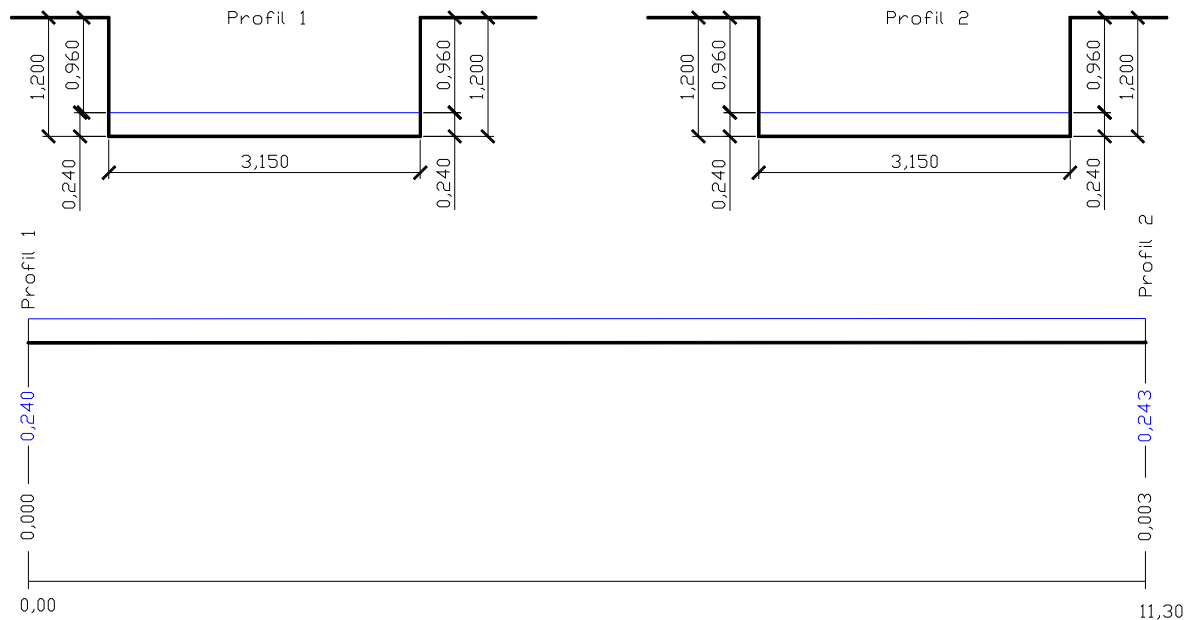
3.6.1.3.3 Profil č.4 – Robečský potok nad nátokem do Máchova jezera – v Doksech u Penny

Měrný profil č. 4 se nachází v obci Doksy za obchodem Penny Market. Trať měrného úseku vede v mírném pravotočivém oblouku. Koryto má v měrném úseku obdélníkový profil, který se po proudu nemění. Svislé zdi jsou z kamenného zdiva s vyspárováním. Na dně je silná vrstva bahnitého sedimentu. Profil koryta byl v době prvního měření bez vegetace a rychlosti proudění byly po profilu rozděleny dle očekávání. Proudnice se přimykala vlivem oblouku

k levému břehu. V době druhého měření již byl profil silně zaplevelen (viz fotografie níže) a rozdělení rychlostí bylo zcela závislé na umístění vzrostlé vegetace. Proudnice probíhala při levé straně zhruba v jedné třetině profilu a při prvním břehu voda téměř stagnovala.



Obr. 3.6-5 Profil č.4 je situovaný v obci Doksy za prodejnou PENNY. Měrný úsek zahrnuje pouze obdélníkové koryto, které je opevněné kamennou dlažbou. (Pohled proti vodě, stav z 11.8.2009)



Obr. 3.6-6 Schéma měrného profilu č. 4, stav k 2.6.2009 (1. série měření)

Tab. 3.6-3 Výsledky měření pro měrný profil č.4

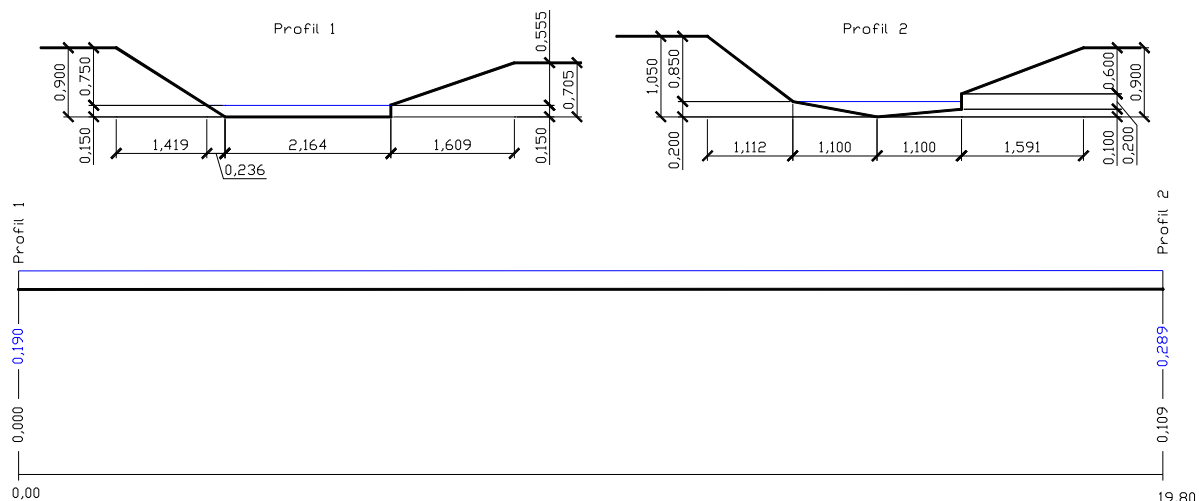
Série měření	1	2	3
Datum	2.6.2009	11.8.2009	22.9.2009
Výpočet pomocí Chézyho rovnice			
n [-]	0,025	0,040	0,050
i hladiny [-]	0,00027	0,00062	0,0006
S _{prum} [m ²]	0,756	0,726	0,7895
O _{prum} [m ²]	3,630	3,577	3,6268
v [m.s ⁻¹]	0,191	0,215	0,180
Q [m³.s⁻¹]	0,173	0,156	0,142
Plováková metoda			
s -délka úseku [m]	11,3	11,3	11,3
t - čas proběhnutí plováku [s]	30,1	44,1	42,0
v [m.s ⁻¹]	0,243	0,148	0,141
Q [m³.s⁻¹]	0,195	0,108	0,112

3.6.1.3.4 Profil č.5 – Robečský potok v profilu pod sádkami v Doksech

Profil č.5 je na Robečském potoce umístěn pod sádkami v obci Doksy. Příčný profil koryta je lichoběžníkový, svahy i dno jsou bez zjevného opevnění. Pravý břeh je porostlý trávou a vyššími bylinami, levý břeh je porostlý keři. Dno toku je pokryto vrstvou hrubého štěrku. V době terénních měření byly rychlosti proudění v korytě rozděleny rovnoměrně, dle standardního schématu.



Obr. 3.6-7 Profil č.5 je situovaný v obci Doksy pod sádkami (Pohled proti vodě, stav z 2.6.2009)



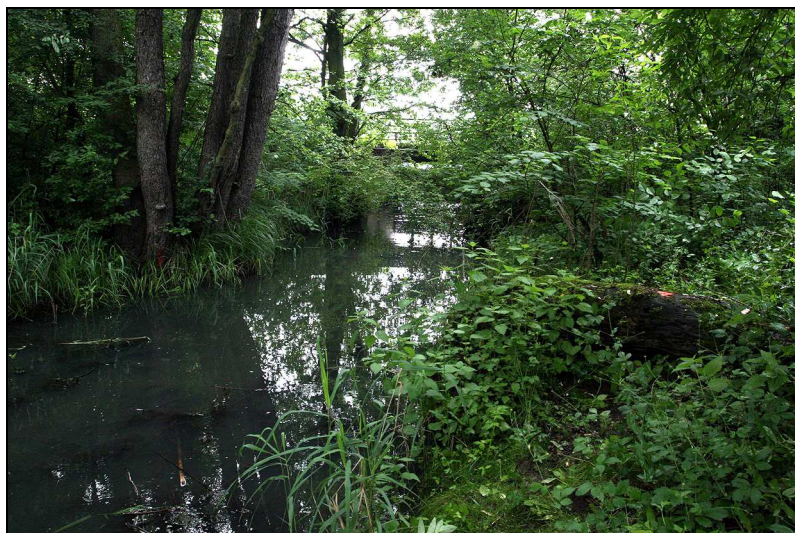
Obr. 3.6-8 Schéma měrného profilu č. 5, stav k 2.6.2009 (1. série měření)

Tab. 3.6-4 Výsledky měření pro měrný profil č.5

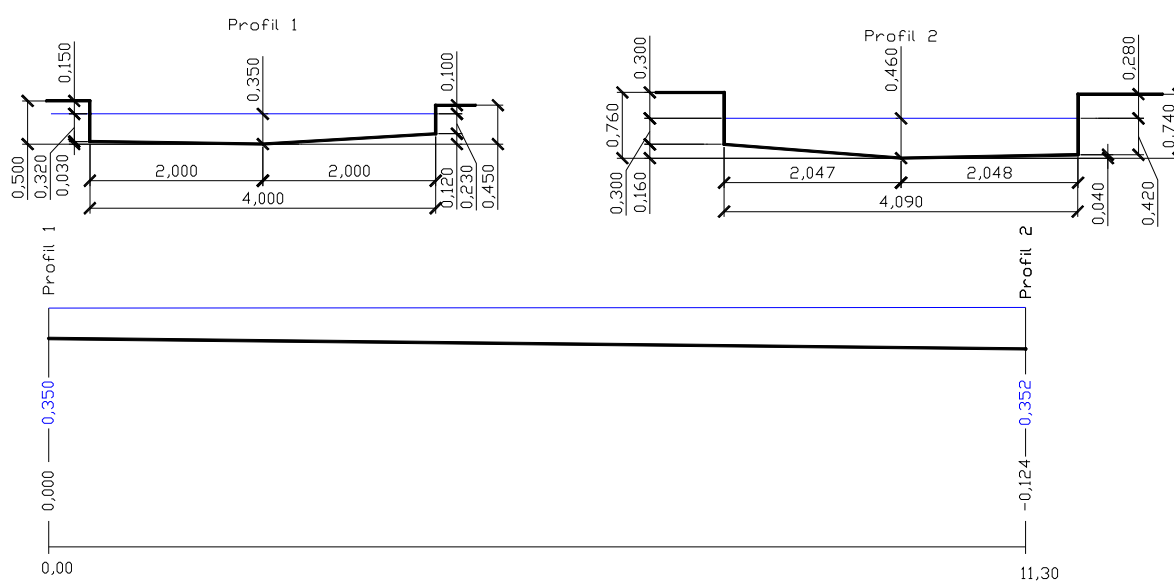
Série měření	1	2	3
Datum	2.6.2009	11.8.2009	22.9.2009
Výpočet pomocí Chézyho rovnice			
n [-]	0,035	0,035	0,035
i hladiny [-]	0,0050	0,0049	0,0043
S _{prum} [m ²]	0,309	0,305	0,2868
O _{prum} [m ²]	2,332	2,360	2,234
v [m.s ⁻¹]	0,525	0,512	0,479
Q [m³.s⁻¹]	0,162	0,156	0,137
Plováková metoda			
s -délka úseku [m]	19,8	19,8	19,8
t - čas proběhnutí plováku [s]	25,2	31,7	30,0
v [m.s ⁻¹]	0,466	0,370	0,391
Q [m³.s⁻¹]	0,144	0,113	0,112

3.6.1.3.5 Profil č.6 – Robečský potok pod výpustí Poselského rybníka – v profilu pod cestou k Poselskému mlýnu

Profil č.6 je umístěn pod výpustí Poselského rybníka. Koryto je v měrném profilu zemní neopevněné s proměnlivou šířkou. Břehy koryta jsou silně porostlé bylinami a dřevinami. Dno je překryto silnou vrstvou organického bahna a zachyceného plávní. Rozdělení rychlostí v profilu je silně ovlivněné břehovou vegetací a zachyceným plávní.



Obr. 3.6-9 Profil č.6 je situovaný pod výpustí z Poselského rybníka. (Pohled proti vodě, stav z 2.6.2009)



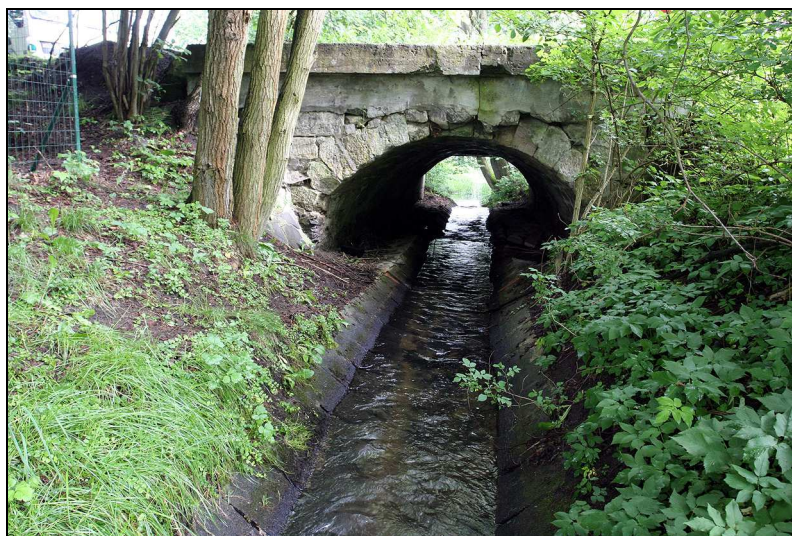
Obr. 3.6-10 Schéma měrného profilu č. 6, stav k 2.6.2009 (1. série měření)

Tab. 3.6-5 Výsledky měření pro měrný profil č.6

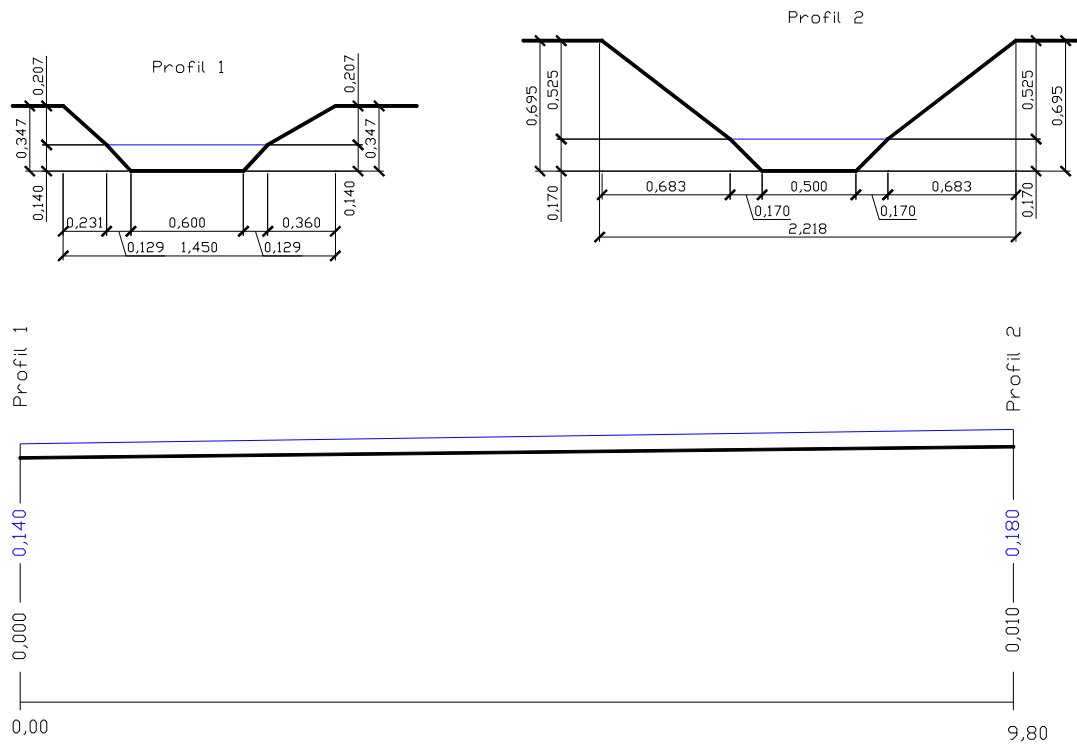
Série měření	1	2	3
Datum	2.6.2009	11.8.2009	22.9.2009
Výpočet pomocí Chézyho rovnice			
n [-]	0,060	0,060	0,060
i hladiny [-]	0,0002	0,0005	0,0003
S _{prum} [m ²]	1,469	0,844	1,1623
O _{prum} [m ²]	4,687	4,564	4,601
v [m.s ⁻¹]	0,102	0,155	0,109
Q [m³.s⁻¹]	0,150	0,105	0,126
Plováková metoda			
ss -délka úseku [m]	11,3	11,3	11,3
t - čas proběhnutí plováku [s]	55,3	48,0	91,0
v [m.s ⁻¹]	0,111	0,047	0,060
Q [m³.s⁻¹]	0,149	0,094	0,070

3.6.1.3.6 Profil č.7 – Robečský potok v bočním korytě nad propustkem a silnicí u obce Obora, v úrovni MVN Velká Pateřinka

Profil č.7 je umístěn na Robečském potoce u MVN Velká Pateřinka. Profil je na bočním korytě v úrovni levého zavázání hráze těsně nad silničním mostkem (silnice vedoucí po hrázi MVN). Koryto v měrném profilu má lichoběžníkový příčný profil a je ve dně stabilizované betonovými žlabovými a ve svahu betonovými dlaždicemi. Dno je pokryto vrstvou hrubého šterku. V době terénních měření bylo rozdělení rychlostí v profilu rovnoměrné.



Obr. 3.6-11 Profil č.7 je situovaný na obtokovém korytě u MVN Velká Pateřinka. (Pohled po vodě. Stav z 2.6.2009)



Obr. 3.6-12 Schéma měrného profilu č. 7, stav k 2.6.2009 (1. série měření)

Tab. 3.6-6 Výsledky měření pro měrný profil č.7

Série měření	1	2	3
Datum	2.6.2009	11.8.2009	22.9.2009
Výpočet pomocí Chézyho rovnice			
n [-]	0,025	0,025	0,025
i hladiny [-]	0,00408	0,00204	0,0023
S _{prum} [m ²]	0,108	0,085	0,0861
O _{prum} [m ²]	0,981	0,949	0,9302
v [m.s ⁻¹]	0,587	0,361	0,397
Q [m³.s⁻¹]	0,063	0,031	0,034
Plováková metoda			
s -délka úseku [m]	9,8	9,8	9,8
t - čas proběhnutí plováku [s]	14,3	24,8	25,0
v [m.s ⁻¹]	0,457	0,259	0,258
Q [m³.s⁻¹]	0,049	0,022	0,022

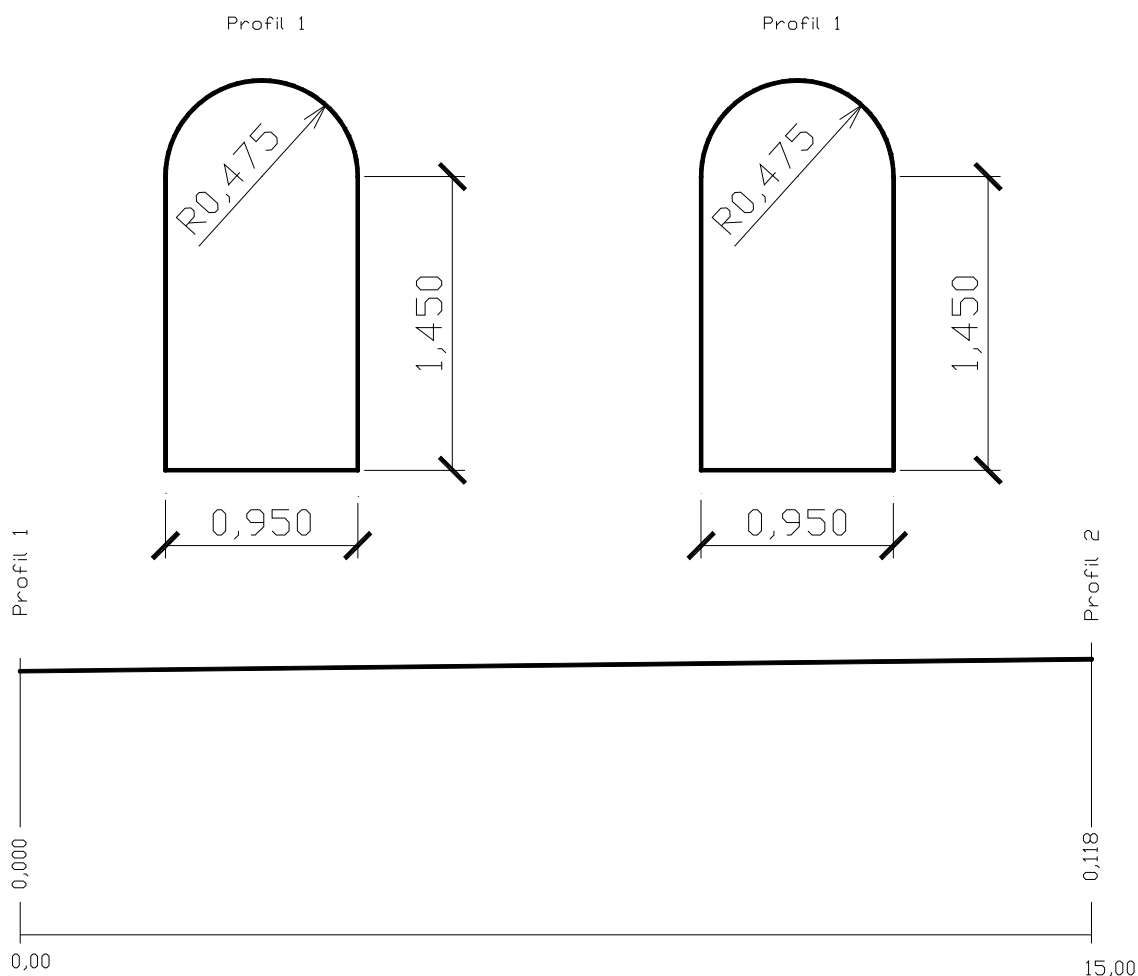
3.6.1.3.7 Profil č.8 – bezejmenný levostranný přítok Máchova jezera –v úrovni železniční stanice Doksy

Profil je umístěn na bezejmenném levostranném přítoku Máchova jezera, který se do Máchova jezera vlévá u západního konce hlavní pláže. Profil tvoří 15-ti metrový úsek propustku, kterým podchází bezejmenný přítok drážní těleso. Měrný úsek začíná v drážním tělese a končí výtokem z propustku. Propustek je kamenného klenbového typu. Měření v tomto profilu bylo zavedeno až po první sérii měření, proto nejsou k datu 2.6.2009 v profilu

naměřena žádná data. Bohužel ani při druhé a třetí sérii měření se vzhledem k téměř nulovému průtoku vody v daném profilu nepodařilo průtok vody změřit. Přesto je zde tento profil uveden, protože do budoucna by bylo vhodné v tomto profilu odebrat vzorek vody pro chemickou analýzu.



Obr. 3.6-13 Profil č.8 je situovaný na bezejmenném levostranném přítoku Máchova jezera v profilu pod drážním tělesem v úrovni železniční zastávky Doksy. (Pohled proti vodě na dolní profil měrného úseku, stav z 11.8.2009)



Obr. 3.6-14 Schéma měrného profilu č. 8, stav k 11.8.2009 (2. série měření)

3.6.2 Odběry vzorků vody pro chemické analýzy

V rámci řešení studie byl v povodí zaveden dočasný operativní monitoring kvality vody, spojený se současným měřením průtoku v měrných profilech (viz kapitola 3.6.1). Vzhledem k době řešení studie (cca $\frac{3}{4}$ roku) a omezeným finančním prostředkům na řešení bylo na základě posouzení účelnosti, efektivnosti a ekonomičnosti navrženo v povodí celkem 7 měrných profilů, z toho 2 profily na Břehyňském potoce, 5 profilů na Robečském potoce a jeden profil na Robečském potoce pod hrází Máchova jezera.

Do monitoringu byly tedy zahrnuty následující profily:

- Profil č.1 – Robečský potok – výtok z Máchova jezera (pod hrází)
- Profil č.2 – Břehyňský potok pod zaústěním potoka Jordán (pouze odběr vody, průtoky nebyly měřeny)
- Profil č.3 – Břehyňský potok – výtok z Břehyňského rybníka (pod hrází)
- Profil č.4 – Robečský potok – Doksy, nad nátokem Robečského potoka do Dokeské zátoky Máchova jezera
- Profil č.5 – Robečský potok – výtok z Čepelského rybníka
- Profil č.6 – Robečský potok – výtok z Poselského rybníka
- Profil č.7 – Robečský potok – obtok Velké Pateřinky

Odběry vzorků vody probíhaly ve třech kampaních současně s měřením průtokových charakteristik, tj. v červnu, srpnu a v září 2009. Cílem těchto tří kampaní bylo v omezeném časovém období podchytit tři různé typy srážkodontokových situací, zatížení povodí zemědělskou výrobou, vliv antropogenní činnosti v obcích a Doksech a zatížení celé oblasti rekreačními aktivitami.

Vzorky vody, odebrané v měrných profilech byly podrobeny v laboratoři Povodí Ohře s.p. chemické analýze, při níž byly stanovovány ve vzorcích tyto ukazatele – fosfor, fosforečnany, dusík, dusitaný, dusičnaný, čpavek, BSK, CHSK, pH, konduktivita, nerozpuštěné látky, nerozpuštěné látky žíháním a chlorofyl.

Tab. 3.6-7 Výsledky chemických analýz odebraných vzorků vody pro profil 1 (výtok z Máchova jezera)

Termín odběru	2.6.2009	11.8.2009	22.9.2009
Ukazatel			
Fosfor celkový (mg/l)	0,01	0,01	0,02
Fosfor fosforečnanový (mg/l)	< 0,01	< 0,01	< 0,01
Celkový dusík (mg/l)	1,2	1,6	1,2
Dusitanový dusík (mg/l)	0,003	0,003	0,009
Dusičnanový dusík (mg/l)	0,1	< 0,1	< 0,1
Amoniakální dusík (mg/l)	0,05	< 0,02	0,09
BSK ₅ (mg/l)	4,5	2,6	2,6
CHSK _{Cr} (mg/l)	23	33	24
PH	8,1	8,0	8,1
Konduktivita (při 25° C) (mS/m)	29,0	28,9	30,4
Nerozpuštěné látky sušením - 105° C (mg/l)	13	15	9
Nerozpuštěné látky žíháním – 550° C (mg/l)	2	2	< 2
Chlorofyl-a (µg/l)	23,0	29,8	16,2

Tab. 3.6-8 Výsledky chemických analýz odebraných vzorků vody pro profil 2 (Břežňský potok pod zaústěním potoka Jordán)

Termín odběru	2.6.2009	11.8.2009	22.9.2009
Ukazatel			
Fosfor celkový (mg/l)	0,02	0,01	0,01
Fosfor fosforečnanový (mg/l)	< 0,01	< 0,01	< 0,01
Celkový dusík (mg/l)	1,3	1,1	1,2
Dusitanový dusík (mg/l)	0,004	0,004	0,009
Dusičnanový dusík (mg/l)	0,2	< 0,1	0,1
Amoniakální dusík (mg/l)	0,11	< 0,02	0,09
BSK ₅ (mg/l)	3,4	1,5	3,8
CHSK _{Cr} (mg/l)	25	36	27
PH	7,2	7,5	7,7
Konduktivita (při 25° C) (mS/m)	20,4	20,6	21,7
Nerozpuštěné látky sušením - 105° C (mg/l)	10	14	8
Nerozpuštěné látky žíháním – 550° C (mg/l)	< 2	3	< 2
Chlorofyl-a (µg/l)	9,5	17,9	9,5

Tab. 3.6-9 Výsledky chemických analýz odebraných vzorků vody pro profil 3 (Břehyňský potok – výtok z Břehyňského rybníka)

Termín odběru	2.6.2009	11.8.2009	22.9.2009
Ukazatel			
Fosfor celkový (mg/l)	0,02	< 0,01	0,02
Fosfor fosforečnanový (mg/l)	< 0,01	< 0,01	< 0,01
Celkový dusík (mg/l)	1,0	1,1	1,2
Dusitanový dusík (mg/l)	0,003	0,003	0,006
Dusičnanový dusík (mg/l)	0,1	< 0,1	0,1
Amoniakální dusík (mg/l)	< 0,02	< 0,02	0,04
BSK ₅ (mg/l)	1,7	2,0	3,8
CHSK _{Cr} (mg/l)	27	35	32
PH	7,5	7,6	7,6
Konduktivita (při 25° C) (mS/m)	19,1	20,3	21,3
Nerozpuštěné látky sušením - 105° C (mg/l)	5	11	15
Nerozpuštěné látky žiháním – 550° C (mg/l)	< 2,0	2	< 2
Chlorofyl-a (µg/l)	6,8	19,8	13,5

Tab. 3.6-10 Výsledky chemických analýz odebraných vzorků vody pro profil 4 (Robečský potok – Doksy, nad nátokem Robečského potoka do Dokeské zátoky Máchova jezera)

Termín odběru	2.6.2009	11.8.2009	22.9.2009
Ukazatel			
Fosfor celkový (mg/l)	0,04	0,05	0,03
Fosfor fosforečnanový (mg/l)	0,02	0,01	< 0,01
Celkový dusík (mg/l)	2,6	2,9	3,0
Dusitanový dusík (mg/l)	0,042	0,077	0,055
Dusičnanový dusík (mg/l)	1,2	1,7	1,7
Amoniakální dusík (mg/l)	0,27	0,08	0,10
BSK ₅ (mg/l)	5,4	3,1	3,6
CHSK _{Cr} (mg/l)	20	18	17
PH			
Konduktivita (při 25° C) (mS/m)	40,3	42,5	43,4
Nerozpuštěné látky sušením - 105° C (mg/l)	13	6	5
Nerozpuštěné látky žiháním – 550° C (mg/l)	4	2	< 2
Chlorofyl-a (µg/l)	24,0	21,4	13,6

Tab. 3.6-11 Výsledky chemických analýz odebraných vzorků vody pro profil 5 (Robečský potok – výtok z Čepelského rybníka)

Termín odběru	2.6.2009	11.8.2009	22.9.2009
Ukazatel			
Fosfor celkový (mg/l)	0,06	0,04	0,04
Fosfor fosforečnanový (mg/l)	< 0,01	< 0,01	< 0,01
Celkový dusík (mg/l)	1,9	1,8	1,6
Dusitanový dusík (mg/l)	0,014	0,003	0,021
Dusičnanový dusík (mg/l)	0,2	< 0,1	0,3
Amoniakální dusík (mg/l)	0,14	< 0,02	0,04
BSK ₅ (mg/l)	7,6	6,2	5,1
CHSK _{Cr} (mg/l)	23	26	23
PH	7,3	8,1	7,7
Konduktivita (při 25° C) (mS/m)	35,3	34,9	37,6
Nerozpuštěné látky sušením - 105° C (mg/l)	12	18	10
Nerozpuštěné látky žiháním – 550° C (mg/l)	< 2	4	< 2
Chlorofyl-a (µg/l)	54,1	107,1	40,6

Tab. 3.6-12 Výsledky chemických analýz odebraných vzorků vody pro profil 6 (Robečský potok – výtok z Poselského rybníka)

Termín odběru	2.6.2009	11.8.2009	22.9.2009
Ukazatel			
Fosfor celkový (mg/l)	0,06	0,06	0,06
Fosfor fosforečnanový (mg/l)	0,03	< 0,01	< 0,01
Celkový dusík (mg/l)	1,5	1,0	1,6
Dusitanový dusík (mg/l)	0,003	< 0,003	0,008
Dusičnanový dusík (mg/l)	0,1	< 0,1	0,1
Amoniakální dusík (mg/l)	0,13	0,05	0,06
BSK ₅ (mg/l)	3,2	4,0	7,2
CHSK _{Cr} (mg/l)	18	21	23
PH	7,2	7,5	7,7
Konduktivita (při 25° C) (mS/m)	33,5	30,3	36,5
Nerozpuštěné látky sušením - 105° C (mg/l)	11	6	13
Nerozpuštěné látky žiháním - 550° C (mg/l)	3	2	< 2
Chlorofyl-a (µg/l)	12,9	20,8	53,7

Tab. 3.6-13 Výsledky chemických analýz odebraných vzorků vody pro profil 7 (Robečský potok – obtok Velké Pateřinky)

Termín odběru	2.6.2009	11.8.2009	22.9.2009
Ukazatel			
Fosfor celkový (mg/l)	0,04	0,02	0,01
Fosfor fosforečnanový (mg/l)	0,03	< 0,01	< 0,01
Celkový dusík (mg/l)	4,2	4,3	5,0
Dusitanový dusík (mg/l)	0,070	0,028	0,023
Dusičnanový dusík (mg/l)	3,4	3,3	3,8
Amoniakální dusík (mg/l)	0,34	< 0,02	0,06
BSK ₅ (mg/l)	1,8	0,7	1,5
CHSK _{Cr} (mg/l)	12	8	7
PH	7,1	7,5	7,7
Konduktivita (při 25° C) (mS/m)	38,8	40,7	41,9
Nerozpuštěné látky sušením - 105° C (mg/l)	5	3	6
Nerozpuštěné látky žiháním - 550° C (mg/l)	< 2	2	< 2
Chlorofyl-a (µg/l)	1,1	1,1	1,0

3.6.2.1 Komentář k rozborům kvality vody

Celkový N

Celkový dusík je ve všech profilech v limitu (8mg/l) dle Nařízení vlády 61/2003 Sb., příloha 3. Vyšší koncentrace byly zjištěny na profilech s přítomností N-NO₃ (pravděpodobně z půdní vody). Nejvyšší hodnoty vykazuje profil 7. Průchodem vody z povodí přes rybníky dusičnany z rybníční vody prakticky mizí. Vyšší koncentrace dusičnanů lze najít obvykle jen u průtočných rybníků s krátkým zdržením vody napájených z toků nebo bezprostředně po jejich napuštění z toků. Příkladem je rybník Čepelský v porovnání s Máchovo jezerem nebo Břežňanským rybníkem.

Dusitanový dusík N-NO₂

Dusitany se v rybnících s dobrým kyslíkovým režimem vyskytují obvykle v tisícinách mg/l. Tomu odpovídají hodnoty naměřené v Máchově jezeře, v Břežňanském a Poselském rybníku a

na profilu 2, který je převážně ovlivněn vodou z Břehyňského rybníka Na potočních profilech Robečského potoka i v silně průtočném Čepelském rybníku se již jedná ve většině o setiny mg/l. Nakolik jsou tyto hodnoty důsledkem nitrifikace amoniakálního dusíku (dobré oxické poměry v tocích) původem z kontaminace komunálními vodami nebo z hnojiv v povodí není možné z uvedeného souboru dat posoudit. V potočních poměrech byly zjištěny pouze 3 hodnoty přesahující limit (0,05 mg/l) Nařízení vlády 61/2003 Sb.

Dusičnanový dusík N-NO₃ (viz též celkový N)

Zjištěné hodnoty N-NO₃ jsou celkově nízké. Vzhledem k nejvyšší zjištěné koncentraci na profilu 7 lze předpokládat jejich původ ze zemědělského povodí.

Amoniakální dusík N-NH₄

Veškeré zjištěné hodnoty amoniakálního dusíku měly silně podlimitní koncentraci (0,5 mg/l) Nařízení vlády 61/2003 Sb. Původ ojedinělých mírně zvýšených koncentrací může být různý (komunální voda, zemědělské znečištění). Vzhledem k tomu, že byly uvedené koncentrace v Robečském potoku provázány mírně zvýšenými hodnotami P celk. nebo P-PO₄ lze usuzovat na kontaminaci živočišného původu.

Absorbance 254 nm

Nejvyšší hodnoty má voda pocházející z Břehyňského rybníka, což zřejmě souvisí se zvýšenou koncentrací huminových látek v rybníční vodě (neměřeno).

BSK₅

Nejnižší hodnoty byly zjištěny na profilu 7, což odpovídá aktuální nízké koncentraci organických a biochemicky rozložitelných látek v tomto úseku. Poměrně nízké hodnoty byly zjištěny i na profilech 1 a 3, odtoky z Máchova jezera a Břehyňského rybníka. Limit (6,0 mg/l) přílohy 3 Nařízení vlády 61/2003 Sb. byl překročen 2 x na rybníku Čepelském a 1 x na rybníku Poselském, kde se evidentně jednalo o hodnoty ovlivněné probíhajícím plošným rozkladem vláknitých řas přerůstajících v hladinové vrstvě porosty růžkatce (21.9.09). Trvale zvýšené hodnoty na rybníku Čepelském mohou být důsledkem vyššího podílu rozložitelných organických látek z relativně vysoké biomasy fytoplanktonu (viz chlorofyl a).

CHSK_{Cr}

Nejvyšší hodnoty mají rybníky s delší dobou zdržení a výrazným rozvojem fytoplanktonu (Máchovo jezero) nebo s vyšší přítomností huminových látek (Břehyňský rybník). V žádném případě nebyl překročen limit Nařízení vlády 61 – 35 mg/l. Nejmenší hodnota byla naměřena na profilu 7 (obtok rybníka Pateřinka), který není ovlivněn rybníční vodou a nevykazuje aktuální znečištění organickými látkami. Relativně dobré hodnoty byly zjištěny i na odtoku z rybníku Poselský, kde v důsledku silného zárostu ponořené makrovegetace byl slabý rozvoj fytoplanktonu, a kde je povoleno přikrmování rybí obsádky obilím. Dobré byly i hodnoty na rybníku Čepelském s poměrně slušnou biomasou fytoplanktonu (viz vysoký obsah chlorofylu a) tvořeného převážně vláknitými planktonními rozsivkami s vysokou křemičitou inkrustací buněčných stěn (relativně malý hmotnostní podíl organických látek).

pH

Celkově nebyly zjištěny hodnoty pH nižší než 7,1 (dostatečná alkalita). Zvýšené hodnoty pH na odtoku z Máchova jezera jsou odrazem aktivní fotosyntetické asimilace fytoplanktonu v této nádrži. Díky mimořádné větrné expozici Máchova jezera nebyl pozorován v letech 2005 - 2008 výraznější pokles pH ani u dna ve vodním sloupci do hloubky 3 m. Na Břehyňském rybníku v době maximálního rozvoje submersních porostů stolístku klasnatého

byly běžně na odtoku zjišťovány ve vegetační sezóně 1997 hodnoty pH přes 9 (až 9,7), což bylo provázeno výrazným poklesem $\text{KNK}_{4,5}$ (alkalita) např. ze 2 mmol/l na 1,2 mmol/l tzv. asimilační odvápnění vody.

Konduktivita

Trvale vyšší hodnoty byly pozorovány na profilech Robečského potoka, což zřejmě souvisí se skladbou podpovrchové vody v zemědělsky obhospodařovaném povodí.

NL₁₀₅

Výrazně nadlimitně zvýšené NL, až 100 mg/l jsou na polointenzivně rybářsky využívaných rybnících indikátorem silného vyžírání tlaku především obsádek s převahou kapra (silný vegetační zákal, zvířený sediment). V případě Máchova jezera, s relativně nízkou obsádkou bentofágů (kapr, cejn) a velkou průměrnou hloubkou, lze zvýšené hodnoty NL v sezóně přisuzovat silné větrné expozici nádrže a provozu lodní dopravy. Po silných jihovýchodních větrech byly pozorovány v okolí ostrůvku Myšlín černé několikahektarové plochy vzedmutého sedimentu, který se následně rozptýlil do vodního sloupce po celé nádrži a byl zachytitelný do planktonní sítě o průměru ok 80 μm . Tento jev nebyl dosud na žádné hlubší nádrži patrný, jednalo se zřejmě o interferenci proudů vody usměrněných ostrůvkem. V tomto období byly vzorky zooplanktonu v celé nádrži „černé“ – promísené částicemi sedimentu a sedimentovaly ve vzorkovnicích do směsi se zooplanktonem. Po takových erupcích dosahovaly hodnoty NL až 30 mg/l, ale pravděpodobně i více (nepodařilo se dodání do laboratoře).

Nepochybně výrazně vzrostly v roce 2009 NL na odtoku z Břežského rybníka. V 90. letech minulého století se hodnoty NL zde pohybovaly maximálně v jednotkách mg/l. Současné zjištěné hodnoty 11 a 15 mg/l nepochybně souvisí s aktivitou obsádky tržního kapra v 2. roce dvouhorkového hospodářského období – bude nutno jednat o snížení obsádky kapra.

NL – žíhané

Mírně zvýšené hodnoty byly zachyceny pouze v průtočných systémech. Jejich původ není jasný.

Chlorofyl – a

Nejnižší hodnoty chlorofylu a byly jednoznačně po celé období zjišťovány na profilu 7 neovlivněném rybníční vodou.

Hodnoty chlorofylu a v Máchově jezeře převážně působené rozvojem cyanobaktérií (sinic) řadí jasně Máchovo jezero do kategorie eutrofních rybníků. Bohužel, tento nežádoucí trend se objevil i na výtoku z Břežského rybníka, kde se chlorofyl a v 90. letech nacházel v jednotkách $\mu\text{g/l}$. Tento vývoj je nepochybně nežádoucím důsledkem zvýšené aktivity obsádky kapra v roce 2009.

Nejvyšší hodnoty chlorofylu a byly zjištěny v odtoku rybníku Čepelském (silně průtočný). Vzhledem k převaze vláknitých rozsivek ve fytoplanktonu, které nemohou být dostatečně regulovány přítomnou malou biomasou drobného zooplanktonu, nelze roli rybí obsádky v tomto případě přesvědčivě zhodnotit. Zvýšené hodnoty chlorofylu a na odtoku z rybníku Poselského jsou též reakcí na přítomnou rybí obsádku (násada kapra).

Teplota vody

Veškeré odběry proběhly při letní teplotě vody, tj. v teplé aktivní části vegetační sezóny.

Hodnoty jednotlivých sledovaných faktorů jsou během všech tří odběrů dosti málo odlišné, a to jak v jednotlivých odběrných profilech v čase bez ohledu na různé zastižené průtoky, tak i v prostoru zájmové oblasti.

Zjištěné hodnoty sledovaných ukazatelů nejsou nijak závažně vysoké a nenaznačují v žádném z odebraných vzorků mimořádné znečištění vody.

Ve všech třech případech se ukazuje, že Máchovo jezero působí svou retencí na kvalitu vody pozitivně, protože odtékající voda je prakticky ve všech ukazatelích lepší kvality na odtoku než na přítoku. Tato skutečnost může být dána jednak biochemickými procesy, zapříčiňující akumulaci především živin v nádrži, stejně tak ale i vlivem ředění vody Robečského potoka, vodou Břehyňského potoka. A v neposlední řadě nelze podcenit celkovou dobu zdržení vody v Máchově jezeře, která byla teoreticky vypočtena jako 126 dní.

Co do hodnocení znečištění vody organickými látkami – ukazatele BSK₅ a CHSK_{Cr} – se voda jeví ve všech profilech jako vcelku čistá, bez závažnějšího znečištění. Do vodních toků tak zřetelně nejsou přímo vypouštěny čerstvé splaškové odpadní vody.

Co do ukazatelů sloučenin dusíku, voda rovněž nevykazuje nijak zásadní hodnoty znečištění, z nichž by bylo možno usoudit na významnější zdroje znečištění.

Zajímavý je nicméně průběh znečištění celkovým fosforem. Ten je sice mírně zvýšený v profilu č. 7 – pod obcí Okna (v porovnání s dlouhodobým sledováním ZVHS nad obcí Okna). Nicméně významně se zvyšuje (nejvyšší hodnoty v celém sledovaném území) na odtoku z Poselského rybníka. Hodnoty 0,06 mg/l zde byly naměřeny ve všech odběrných kampaních. Příčinou může být buď silné zatížení živinami z obce Obora, pod kterou nebyl umístěn odběrný profil nebo uvolňování fosforu z Poselského rybníka.

Následně směrem po toku až k nátoku do Dokeské zátoky Máchova jezera se hodnoty celkového P sice nevýrazně, ale průběžně snižují. Na nátoku do Máchova jezera však dosahují hodnot, významně převyšujících potřebné koncentrace pro rozvoj růstu řas a sinic. Vliv přepadů čerpacích stanic kanalizace v Doksech se na měřených hodnotách neprojevil, protože odběrné kampaně nepodchytily přímé srážkové epizody.

Veškeré hodnoty, zachycené na přítoku směrem od Břehyně naznačují, že tento přítok je zcela bez kvalitativních problémů, i když hodnoty celkového P, odtékající z rybníka Břehyně jsou sice v průměru povodí spíše nižší, nicméně stále ještě na hranici trofie.

3.6.2.2 Dílčí závěry

Podle výsledků rozborů se jako významný zdroj živin, především fosforu v zájmovém území v době bez výraznějších srážek ukazuje především obec Okna a pravděpodobně i Obora. Velkou pozornost je dále třeba zaměřit na odtok z Poselského rybníka, který byl dosud díky své opticky čisté vodě považován za bezproblémový. V době beze srážek se naopak negativně neprojevuje kanalizace v Doksech. Její negativní dopad se projevuje během významnějších srážkových situací, kdy mírně ředěné splašky odtékají z přepadových komor čerpacích stanic přímo do toku. Takové situace ale při odběrech nebyly zachyceny.

Stejně jako na přítoku do obce Okna, sledovaném dlouhodobě ZVHS, i odtok z Břežyňského rybníka nevykazuje známky znečištění, nicméně obsah živin je v této vodě prakticky na hranici trofie bez dalšího přispění bodových nebo plošných zdrojů.

Provedená kampaň, jak bylo avizováno již při zadání úkolu není dostatečně rozsáhlá, a to ani plošně, ale především časově, aby bylo možno ji považovat za jednoznačně směřodatnou a závaznou. Prostorově chybí především vzorky na nátoku do Poselského rybníka, které by identifikovaly bodové zdroje znečištění v obci Obora a případně vzorky na přítocích do rybníka Břehyně, aby bylo možno identifikovat vliv rybníka na kvalitu vody. Z časového hlediska nicméně chybí jednak zachycení povodňové vlny a jejího postupu korytem, které nebylo možno realizovat díky krátké době koncentrace a rychlému postupu a dále pak sledování v dalších různě vodných obdobích roku.

I takto získané výsledky, v kombinaci s dlouhodobým sledováním ZVHS a dalších subjektů dávají dosti dobrý obraz, na jehož základě je možno dále stavět.

3.6.3 Dlouhodobé vzorkování vody v profilu Robečský potok – obec Okna

Zemědělská vodohospodářská správa, Oblast povodí Ohře provádí dlouhodobé sledování kvality vody na Robečském potoce pod mostkem nad obcí Okna. Pro potřeby studie poskytlo pracoviště ZVHS v Ústí nad Labem výsledky tohoto sledování kvality vody. Odběrný profil se nachází v obci Okna nad silničním mostkem, který zajišťuje křížení potoka se státní silnicí. Jedná se v podstatě o vtok potoka do zástavby obce.

Výsledky, poskytnuté pro vyhodnocení zahrnují časovou řadu od ledna 1999 po březen 2009 – tedy téměř 10 let. Četnost odběrů byla po celé sledované období 1 x měsíčně. Hodnoty kvality bohužel nejsou vázány na průtoky.

Sledovány byly tyto základní parametry: BSK₅, CHSK_{Cr}, pH, vodivost, nerozpuštěné látky NL, amoniakální dusík N-NH₄, dusitanový a dusičnanový dusík N-NO₂ a N-NO₃, fosfor celkový P, nerozpuštěné látky žíháním při 550 °C, dusík celkový N, ortofosforečnanový fosfor P-(PO₄)₃ a chlorofyl.

Detailní hodnoty jednotlivých veličin jsou uloženy u zpracovatele Studie nebo přímo u ZVHS. Z celkového hodnocení však vcelku jasně vyplývá, že vodní tok během své trasy nepřišel do styku se splaškovými odpadními vodami a že se jedná o malý vodní tok, procházející středně intenzivně využívaným zemědělským povodím.

Parametry, charakterizující potenciálně splaškové znečištění (BSK, CHSK, amoniak) se standardně pohybují ve třídě kvality I., výjimečně II. V průběhu hodnot nelze vysledovat žádný trend ani během typického roku, ani během celé doby sledování.

Parametry, charakterizující spíše plošné zdroje znečištění (NL, celkový, dusičnanový a dusitanový N, a fosfor P včetně jeho forem) se rovněž pohybují v I. – II., výjimečně III. třídě kvality. Zatímco u NL a N včetně jeho forem není možno vysledovat žádný trend během roku ani během celkového sledovaného období, u celkového P a jeho forem je jasný trend zlepšování situace. Zatímco v roce 1999 se výsledky rozborů pohybovaly ve třídě kvality II. – III., v posledních dvou letech již jednoznačně převažuje třída kvality I.

Na tomto místě je ale třeba konstatovat, že hranice normy nejsou v případě fosforu P nastaveny na kritérium eutrofie, protože nejnižší zaznamenané koncentrace P_{celk} dosahovaly

hodnot 0,01 mg/l, což sice odpovídá třídě kvality I., nicméně se stále pohybuje na hranici spolehlivé eutrofie. Pro dokumentaci byly jednotlivé výsledky rozborů pro hlavní parametry vyneseny do grafů (viz **Obr. 3.6-15 – Obr. 3.6-20**) a v následujících odstavcích jsou okomentovány.

BSK₅

U hodnot není patrný žádný dlouhodobý trend, víceméně pravidelné kolísání mezi hodnotami 1 – 4 mg/l nemá sezónní charakter a bez vazby na průtok lze jen velmi těžko usuzovat na potenciální zdroje. Několik výrazných vrcholů, přesahujících hodnotu 4,0 mg/l může být způsobeno nahodilou chybou při odběru, analýze nebo momentálním zvýšením koncentrace vlivem vyššího průtoku, zemědělské nebo jakékoliv jiné hospodářské operace v povodí nebo v podstatě jakýmkoliv jiným zásahem. Stále se však jedná o velmi nízké hodnoty.

CHSK_{Cr}

Hodnoty kolísají kolem 2 – 10-ti násobku hodnot BSK, což je sice víceméně v pořádku, nicméně zajímavé je, že kolísání hodnot CHSK naprosto nekoresponduje s průběhem hodnot BSK. Naopak, časový průběh hodnot je často inverzní. Dlouhodobý trend není pozorovatelný. Výraznější maxima se zde však vyskytují prakticky vždy v jarních měsících, což by se dalo vysvětlit snad vyplavováním látek z půdy při dlouhodobě vyšších průtocích. Celkově vzato, ani hodnoty CHSK nejsou nijak alarmující a naznačují opět na vcelku čisté a spíše extenzivně využívané zemědělské povodí.

NL

U zachycených hodnot nerozpuštěných látek není opět patrný žádný jednoznačný časový trend. U tohoto parametru lze očekávat velmi výraznou vazbu na průtoky a tomu odpovídá i výskyt maxim výhradně v jarních a letních měsících, kdy lze očekávat výskyt přívalových srážek následovaných povrchovým odtokem. Celkově ale jsou hodnoty nerozpuštěných látek opět spíše nižší a odpovídají extenzivně využívanému zemědělskému povodí bez větších aktivit.

N-NH₄

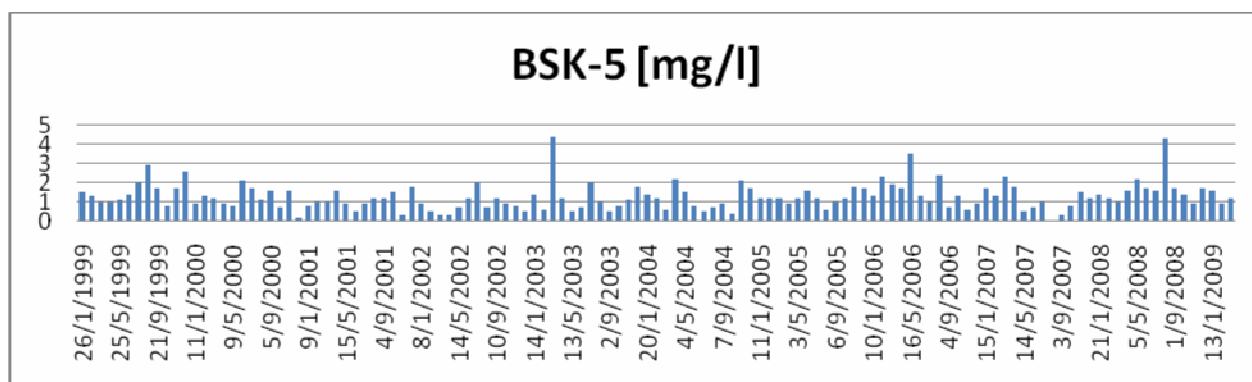
Parametr, charakterizující čerstvé znečištění organickými látkami, podléhajícími anaerobnímu rozkladu. Časový průběh má, zdá se, v posledních letech mírně klesající tendenci, lokální maxima nicméně byla zachycena převážně v zimních měsících. Tato skutečnost by mohla naznačovat vyplavování dusíku z půdy po pohnojení zemědělských pozemků kejdou, močůvkou nebo silážními šťávami, nicméně vyskytují se i vyšší hodnoty v létě. Celkově vzato opět nelze stanovit jednoznačnou příčinu bez vazby na průtok, ale hodnoty nejsou nijak vysoké, a to ani v průběhu zachycených vrcholů. Vzhledem k pokračujícímu útlumu živočišné výroby lze předpokládat další snižování hodnot.

N-NO₃

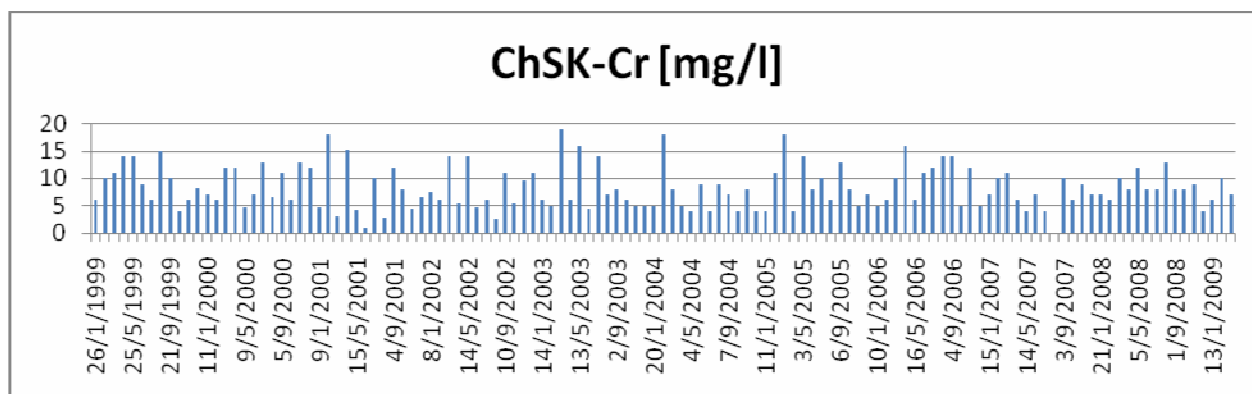
Parametr související podle obecných názorů s hnojením zemědělských půd, které v poslední době zažívá útlum. Nicméně poslední výzkumy naznačují, že zásoby N v půdě jsou velké a za určitých podmínek může docházet k jeho vyplavování i z lokalit, kde se již delší dobu prakticky nehnojilo. Tím lze vysvětlit mírně stoupající trend průměrných hodnot. Časový průběh hodnot je nicméně během roku vcelku vyrovnaný bez větších výkyvů a hodnoty se opět pohybují v poměrně nízké úrovni.

P_{celk.}

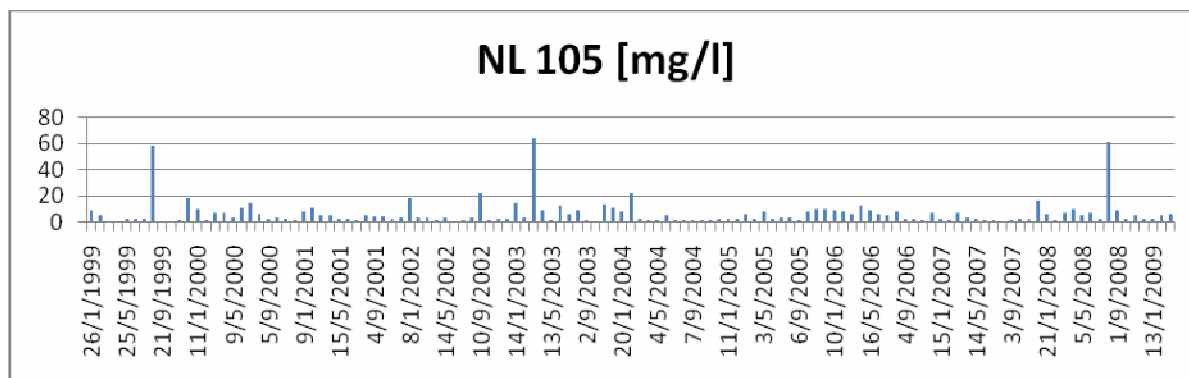
Hodnoty souvisí potenciálně jednak s přirozeným pozadím, tvořeným geologickými podmínkami lokality (kde nelze vyšší dotaci předpokládat) a jednak s plošnými zemědělskými zdroji. U zemědělsky intenzivně využívaných povodí bývá u tohoto parametru velmi výrazná pozitivní korelace s průtokovým režimem. Na průběhu naměřených hodnot je ale až zarážející převážně konstantní průběh s jasně patrným klesajícím trendem. Výsledky si lze vysvětlit tak, že v povodí postupně dochází k útlumu intenzivní zemědělské výroby a poklesu výměry orné půdy v souvislosti s postupným zatravňováním, stejně jako nižším hnojením. (I když zásoby fosforu v půdě vydrží poměrně dlouho). Během doby sledování byl zastižen pouze jediný významný vrchol, který je možno vysvětlit buď zastižením zvýšených průtoků po přívalové srážce s transportem sedimentu (s čímž ale nekorespondují ostatní měřené parametry, především NL) nebo chybou odběru či analýzy (k čemuž se zpracovatelé studie přiklánějí spíše).



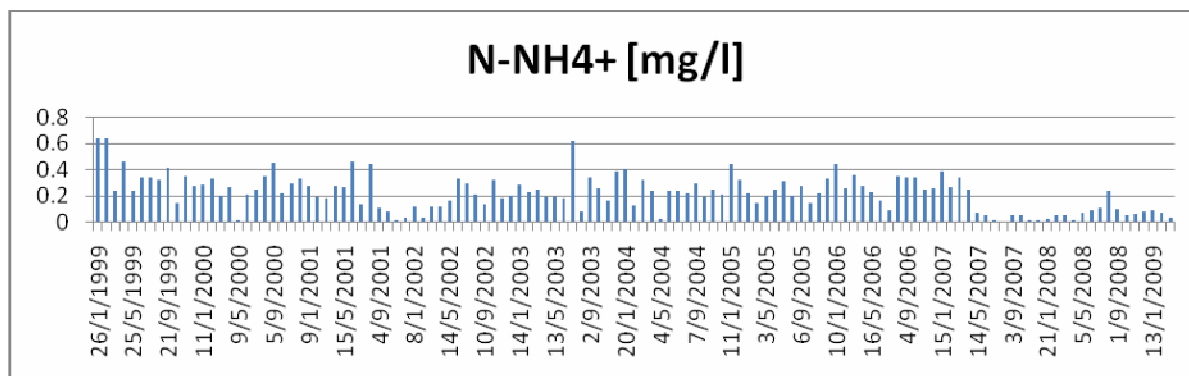
Obr. 3.6-15 Grafické znázornění výsledků dlouhodobého sledování kvality vody na Robečském potoce v profilu Okna pro parametr BSK₅ (zdroj ZVHS)



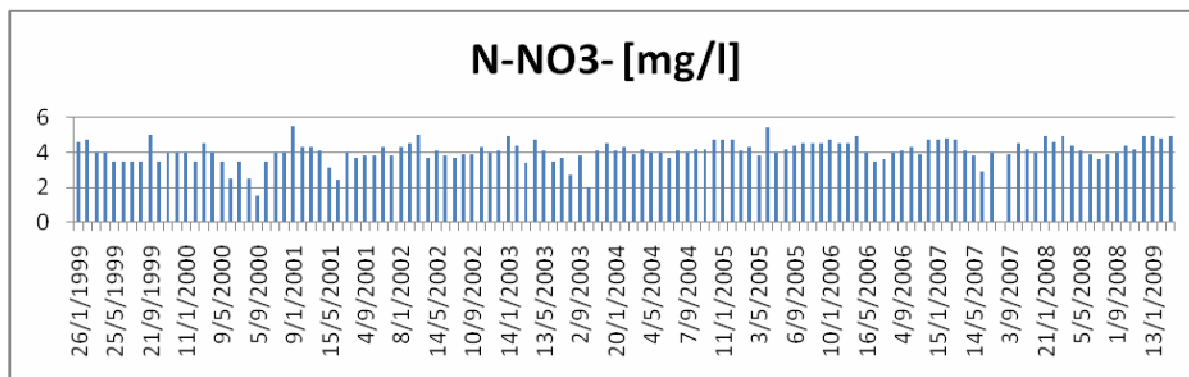
Obr. 3.6-16 Grafické znázornění výsledků dlouhodobého sledování kvality vody na Robečském potoce v profilu Okna pro parametr ChSK_{Cr} (zdroj ZVHS)



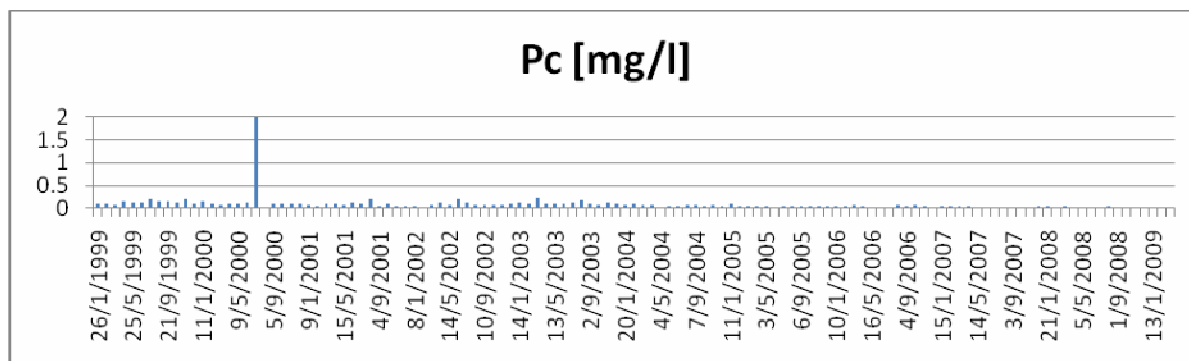
Obr. 3.6-17 Grafické znázornění výsledků dlouhodobého sledování kvality vody na Robečském potoce v profilu Okna pro parametr NL_{105} (zdroj ZVHS)



Obr. 3.6-18 Grafické znázornění výsledků dlouhodobého sledování kvality vody na Robečském potoce v profilu Okna pro parametr $N-NH_4^+$ (zdroj ZVHS)



Obr. 3.6-19 Grafické znázornění výsledků dlouhodobého sledování kvality vody na Robečském potoce v profilu Okna pro parametr $N-NO_3^-$ (zdroj ZVHS)



Obr. 3.6-20 Grafické znázornění výsledků dlouhodobého sledování kvality vody na Robečském potoce v profilu Okna pro parametr P_c (zdroj ZVHS)

3.6.3.1 Dílčí závěry

Rozbory prováděné ZVHS na Robečském potoce na horním konci obce Okna jasně dokumentují, že do potoka není nad obcí vypouštěno žádné fekální znečištění a že se jedná o vcelku čistý tok, procházející nepříliš intenzivně využívaným zemědělským povodím.

Slabinou prováděných rozborů je, že jednotlivé odběry nejsou vázány na průtoky. Rozbory odebraných vzorků naznačují, že zachycené koncentrace fosforu pocházejí s největší pravděpodobností z plošných zdrojů znečištění a že zejména u fosforu jsou jeho koncentrace již přímo z povodí dostatečně vysoké na to, aby za příznivých podmínek spustily proces eutrofizace ve vodních nádržích včetně jeho projevů spojených s vodním květem.

3.7 Sestavení celkového modelu

Závěrečným bodem bude sestavení celkového modelu zdrojů, pohybu depozice a remobilizace živin (včetně fosforu) a sinic v povodí ze všech výše uvedených podkladů

Cílem sestavení celkového modelu je provedení základní bilance živin v povodí s cílem vytipovat hlavní zdroje živin, především fosforu a hlavní směry látkových toků tak, aby je bylo možno co nejefektivněji ovlivňovat směrem ke zlepšení stavu na Máchově jezeře. Základním předpokladem je, že model bude zahrnovat jednak bilanci hydrologickou a jednak látkovou.

Hydrologická bilance vychází z údajů odvozených v předchozích kapitolách předkládané Studie a jako podstatná informace je třeba zopakovat předpoklad, že veškeré hodnocení bude vztahováno k dlouhodobým průměrným průtokům (Q_a) v jednotlivých profilech. Tento předpoklad je samozřejmě výrazně spekulativní a je třeba si uvědomit, že po většinu roku budou uvedené průtoky buď překročeny nebo nedosaženy. Je to však dlouhodobá průměrná hodnota, která poskytne dobrou základní informaci pro bilanci.

Látková bilance zahrnuje pouze hlavní živinu a to v ukazateli celkový fosfor $P_{\text{celk.}}$. Bilancovat by pochopitelně bylo možno i další ukazatele (BSK, CHSK, dusík), nicméně fosfor je vzhledem k cílům studie nejvýznamnější a rovněž nejjednoznačnější.

3.7.1 Základní předpoklady

Vzhledem k nedostatku měřených dat v řadě důležitých profilů zájmového území a proměření různých průtokových stavů bylo třeba bilanci provést na základě odborných odhadů (spekulací), podepřených bodovými odběry a výpočty dalších faktorů.

Pro odborný odhad byly využity především hodnoty měřené, ve druhém pořadí hodnoty obecně akceptované v technické vodohospodářské praxi jako směrné ukazatele a ve třetí řadě pak odborné odhady postavené na podrobném terénním průzkumu lokality a zkušenostech řešitelů.

Za obecně platné předpoklady bylo akceptováno následující:

3.7.1.1 Bodové zdroje

Průměrná potřeba vody v domácnostech v zájmovém území (domácnosti napojené na veřejný vodovod se standardní životní úrovní a standardem bydlení), byla uvažována hodnotou 120 l/EO.den (EO = 1 ekvivalentní obyvatel).

Průměrná produkce celkového P v komunálních splaškových vodách je uvažována hodnotou 3 mg P/l. (z toho cca 1,5 g/EO.d ve fekáliích a moči a zbytek v podobě pracích prášků a mycích prostředků).

V obcích Okna a Obora je na základě podrobného terénního průzkumu uvažováno, že do toku je formou přepadů ze septiků vypouštěna cca 1/3 splaškových vod, přímo není připojen nikdo. Účinnost takto provozovaných septiků je odhadnuta podle stop v toku na cca 50 %.

V Doksech je předpokládáno, že přes bezpečnostní přepady čerpacích jímek kanalizace se do toku dostane cca 3 % z celkově vyprodukované splaškové odpadní vody a retence kanalizace a jímek na fosfor byla odhadnuta na 10 %.

3.7.1.2 Plošné zdroje

Poměr obohacení fosforem byl na základě zkušeností a výsledků zrnitostních rozborů půd a charakteru sedimentů ve vodních nádržích odhadnut na hodnotu 4 (půdy jsou relativně jemnozrné a erozní proces proto není výrazně selektivní).

Koncentrace celkového P v transportovaném sedimentu byla na základě výpočtů v kapitole 3.1.3.3 stanovena na cca 420 mg/l.

Celkové množství fosforu transportovaného ročně do hydrografické sítě bylo ve stejné kapitole odhadnuto na 6,5 kg/rok.

Z hlediska možnosti resuspendace a reaktivace sedimentu, a tedy i fosforu deponovaného ve vodních nádržích bylo uvažováno, že fosforu bude dostupný v povrchové vrstvě sedimentu o mocnosti 10 cm.

Objemová hmotnost předmětné vrstvy sedimentu, která je očekávána v silně zvodnělé podobě je odhadnuta na základě předchozích zkušeností na 1100 kg/m³ a z uvedené vrstvy se při reaktivaci díky změně podmínek nebo resuspendaci uvolní maximálně 30 % z celkového deponovaného sedimentu.

3.7.2 Bodové zdroje

V této části bude kvantifikován příspěvek jednotlivých bodových zdrojů k celkové dotaci fosforu do Máchova jezera

3.7.2.1 Obec Okna

Počet obyvatel: 280 EO

Produkce celkového P: 3 g/EO.den

Potřeba vody: 120 l/EO.den

Vypouštění do toků: 30 %

Účinnost septiků: 50 %

Do toků odtéká:

$Q = 10\,080 \text{ l/den} = 0,12 \text{ l/s}$

Vstup P:

$126 \text{ g/den} = 12,5 \text{ mg/l} = 46 \text{ kg/rok}$

3.7.2.2 Obec Obora

Počet obyvatel: 220 EO

Produkce celkového P: 3 g/EO.den

Potřeba vody: 120 l/EO.den

Vypouštění do toků: 30 %

Účinnost septiků: 50 %

Do toků odtéká:

$Q = 7\,920 \text{ l/den} = 0,09 \text{ l/s}$

Vstup P:

$99 \text{ g/den} = 12,5 \text{ mg/l} = 36 \text{ kg/rok}$

3.7.2.3 Město Doksy

Počet obyvatel: 4 500 EO

Produkce celkového P: 3 g/EO.den

Potřeba vody: 120 l/EO.den

Vypouštění do toků: 3 %

Účinnost komor na kanalizaci: 10 %

Do toků odtéká:

$Q = 16\,200 \text{ l/den} = 0,19 \text{ l/s}$

Vstup P:

$365 \text{ g/den} = 22,5 \text{ mg/l} = 133 \text{ kg/rok}$

3.7.3 Plošné zdroje

Pod označením plošné zdroje je chápáno zatížení hydrografické sítě fosforem, vázaným na sedimentu, který pochází z erozních procesů na zemědělské půdě a je transportován do vodních toků.

Na základě výpočtů, provedených a prezentovaných v kapitole 3.1.1 a terénních průzkumů se fosfor společně s erozním sedimentem dostává do hydrografické sítě v podstatě ve čtyřech profilech (úsecích).

V rámci následující kapitoly je zachováno stejné číslování uzávěrových profilů jako v kapitole 3.1.1:

3.7.3.1 Profil 011- Robečský potok po odpad z Pateřinky včetně

Průměrný roční vstup sedimentu: 490 t/rok

Průměrná koncentrace P v sedimentu: 420 mg/kg

Celkový průměrný roční vstup P: 0,21 (t/rok)

3.7.3.2 Profil 012 – Zbysná strouha po zaústění do Poselského rybníka

Průměrný roční vstup sedimentu: 850 t/rok
Průměrná koncentrace P v sedimentu: 420 mg/kg
Celkový průměrný roční vstup P: 0,36 (t/rok)

3.7.3.3 Profil 015 – hrázka v Dokeské zátoce

Průměrný roční vstup sedimentu: 70 t/rok
Průměrná koncentrace P v sedimentu: 420 mg/kg
Celkový průměrný roční vstup P: 0,03 (t/rok)

3.7.3.4 Profil 017 – hráz Máchova jezera (pozemky na levém břehu Máchova jezera)

Průměrný roční vstup sedimentu: 40 t/rok
Průměrná koncentrace P v sedimentu: 420 mg/kg
Celkový průměrný roční vstup P: 0,02 (t/rok)

3.7.4 Resuspendace sedimentu a reaktivace živin v nádržích

U rybníků je odhadováno množství fosforu, které by se do vody potenciálně mohlo uvolnit ze sedimentu. V současné době je ale situace zřejmě relativně stabilizovaná a fosfor je díky dobrým podmínkám prokysličením celého vodního sloupce v sedimentu vázán. Jedná se proto o diskuzi jakéhosi teoreticky možného potenciálu.

3.7.4.1 Poselský rybník

Plocha dna: 15,63 ha
Objem sedimentu ve vrstvě mocnosti 10 cm: 15 630 m³
Hmotnost sedimentu při objemové hmotnosti 1 100 kg/m³: t
Průměrná koncentrace celkového P v sedimentu: 1 980 mg/kg
Celkové množství deponovaného sedimentu v horní vrstvě mocnosti 10 cm: 34,05 t
Teoreticky uvolnitelné množství sedimentu v horní vrstvě sedimentu (30 %): 10,2 t

3.7.4.2 Čepelský rybník

Plocha dna: 2,82 ha
Objem sedimentu ve vrstvě mocnosti 10 cm: 2 820 m³
Hmotnost sedimentu při objemové hmotnosti 1 100 kg/m³: t
Průměrná koncentrace celkového P v sedimentu: 2 140 mg/kg
Celkové množství deponovaného sedimentu v horní vrstvě mocnosti 10 cm: 6,64 t
Teoreticky uvolnitelné množství sedimentu v horní vrstvě sedimentu (30 %): 2,0 t

3.7.4.3 Břehyňský rybník

Plocha dna: 81,67 ha
Objem sedimentu ve vrstvě mocnosti 10 cm: 81 670 m³
Hmotnost sedimentu při objemové hmotnosti 1 100 kg/m³: t
Průměrná koncentrace celkového P v sedimentu: 1 200 mg/kg
Celkové množství deponovaného sedimentu v horní vrstvě mocnosti 10 cm: 107,8 t
Teoreticky uvolnitelné množství sedimentu v horní vrstvě sedimentu (30 %): 32,3 t

3.7.4.4 Pateřinka

Plocha dna: 2,91 ha

Objem sedimentu ve vrstvě mocnosti 10 cm: 2 910 m³
Hmotnost sedimentu při objemové hmotnosti 1 100 kg/m³: t
Průměrná koncentrace celkového P v sedimentu: 957 mg/kg
Celkové množství deponovaného sedimentu v horní vrstvě mocnosti 10 cm: 3,06 t
Teoreticky uvolnitelné množství sedimentu v horní vrstvě sedimentu (30 %): 0,92 t

3.7.4.5 Dokeská zátoka

Plocha dna: 3,89 ha
Objem sedimentu ve vrstvě mocnosti 10 cm: 3 890 m³
Hmotnost sedimentu při objemové hmotnosti 1 100 kg/m³: t
Průměrná koncentrace celkového P v sedimentu: 455 mg/kg
Celkové množství deponovaného sedimentu v horní vrstvě mocnosti 10 cm: 1,95 t
Teoreticky uvolnitelné množství sedimentu v horní vrstvě sedimentu (30 %): 0,58 t

3.7.5 Hydrologická bilance

Hydrologická bilance byla podrobně řešena a je popsána v kapitole 3.5, shrnutí hlavních závěrů hydrologické bilance v kapitole 3.5.5.

3.7.6 Odhad celkové kvantifikace jednotlivých zdrojů

Prostým sčítáním průměrných ročních hodnot je možno získat následující bilanci:

3.7.6.1 Bodové zdroje

Tab. 3.7-1 Bilance bodových zdrojů znečištění

Obec	Dotace celkového P (t/rok)
Okna	0,046
Obora	0,036
Doksy	0,133
celkem	0,215

Do celkové bilance nejsou zahrnuty úniky z kanalizací především v rekreačních oblastech na pravém břehu Máchova jezera. Stejně tak není zahrnuta dotace P v souvislosti s hygienickou nekázní rekreaantů, kteří zajisté ne vždy používají na pláži toalety.

3.7.6.2 Plošné zdroje

Tab. 3.7-2 Bilance plošných zdrojů znečištění

Č. a lokalizace uzávěrového profilu	Dotace celkového P (t/rok)
011 – Robečský potok po Pateřinku	0,21
012 – Zbynská strouha	0,36
015 – Dokeská zátoka – hrázka	0,03
017 – Máchovo jezero - hráz	0,02
celkem	0,62

Bilance shrnuje průměrný roční transport do hydrografické sítě. Není zahrnuto zachycování v jednotlivých rybnících, ani transformace forem fosforu. Podle střízlivého odhadu se přinejmenším 50 % z množství, vstupujícího v profilech 011 a 012 (což je rozhodující část)

zachycuje v kaskádě nádrží a do Máchova jezera se tak cestou sedimentu dostává jen maximálně 300 kg/rok.

3.7.6.3 Depozice v rybnících

Tab. 3.7-3 Bilance depozic v rybnících

Rybník	Množství potenciálně dostupného P (t)
Poselský rybník	10,2
Čepelský rybník	2,0
Břehyňský rybník	32,3
Pateřinka	0,92
Dokeská zátoka	0,58
celkem	46,0

Množství fosforu P deponovaného v rybnících je rovněž hodnotou značně spekulativní, ani ne tak z hlediska jeho skutečné depozice, jako spíše z hlediska jeho dostupnosti a remobilizace. Ta je do značné míry závislá na podmínkách, které v daném okamžiku v lokalitě nastanou. Uvažovány proto byly průměrné odhadované hodnoty na horní hranici reálnosti.

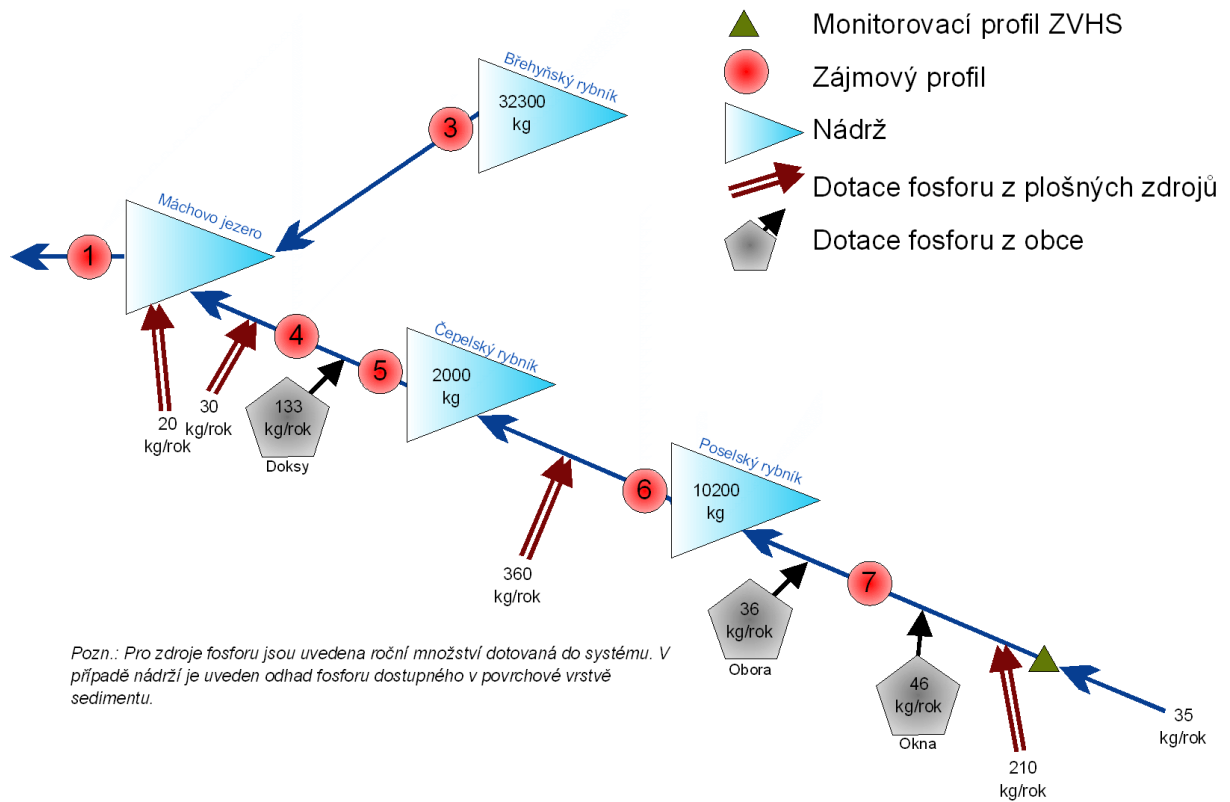
3.7.7 Shrnutí bilance

Z hlediska potenciální dotace se podle uvedeného jeví, že nejvýznamnějším zdrojem fosforu se potenciálně může stát jeho remobilizace ze dna vodních nádrží – ať již přímo Máchova jezera, které ale nebylo do bilance zahrnuto, nebo jeho předřazených nádrží. Tento zdroj ale záleží na podmínkách, způsobu provozování a manipulace na jednotlivých rybnících. Například v současné době k žádným významným excesům nedochází, rybníky jsou považovány za stabilní a fosfor se z nich nijak významněji neuvolňuje. Je však třeba na ně pamatovat jakožto na významnou hrozbu a jejich správě věnovat náležitou pozornost.

Při vzájemném porovnání se pak ostatní dva zdroje – plošné a bodové ukazují jako přibližně stejně významné. Celková roční dotace je lépe patrná ve vztahu k průtoku. Pokud bude jako referenční průtok uvažován průměrný roční průtok v profilu hráze Máchova jezera $Q_a = 409$ l/s, pak koncentrace P dotovaná z bodových zdrojů se bude pohybovat kolem 0,017 mgP/l, koncentrace, vyvolaná plošnými body se bude v průměru pohybovat mezi 0,02 a 0,05 mgP/l.

Jak se ukazuje, každý z obou hlavních zdrojů samostatně by dokázal zajistit rozvoj vodního květu. Je nicméně třeba podotknout, že k hodnotě je třeba připočíst požadové hodnoty, která se uvedeným v řádech blíží. Do této úvahy vůbec nejsou zahrnuty případné remobilizace živin, deponovaných v nádržích.

Při porovnání vypočtených hodnot s koncentracemi naměřenými v toku se ukazuje, že rámcová shoda je dobrá a kaskáda vodních nádrží se uplatňuje významným retenčním efektem. Proto je třeba akcentovat požadavek na vhodný způsob jejich provozování, protože jejich význam je velký.



Obr. 3.7-1 Schéma dotace fosforu do systému v povodí Robečského potoka

4 Návrh opatření

4.1 Plošné zdroje

4.1.1 Protierozní opatření

4.1.1.1 Možné způsoby protierozní ochrany

Povinnost chránit vodní zdroje mimo jiné před zhoršováním odtokových poměrů a odnosu půdy vodní erozí stanoví Vodní Zákon ve svém upraveném znění č. 254/2001 ve znění změny č. 186/2006 ve svém § 27. Realita je však taková, že zatímco povinnost vlastníků i uživatelů chránit půdu jakožto základní zdroj je citována hned ve dvou základních zákonech – Zákonu o vodě a Zákonu o půdě, dosavadní praxe je značně skromnější. Dosud v podstatě neexistují precedenční případy praktického prosazení zásad uvedených v obou zákonech a uživatel pozemku, evidentně poškozující vlastnictví druhého díky nevhodným způsobům hospodaření není volán k odpovědnosti. Zájem na řešení nemají ani pojišťovny, které případy řeší jako pojistnou událost způsobenou „vyšší mocí“ a nesnaží se penalizovat toho, kdo škodu způsobil např. nesprávným hospodařením na pozemku.

Skutečné zajištění protierozní ochrany sice může být podpořeno celou řadou legislativních opatření, stimulů a dotací z resortů ministerstev životního prostředí i zemědělství, nicméně v současné době záleží výhradně na dobré vůli a zájmu vlastníka či uživatele půdy. Nejefektivnějším nástrojem k praktické realizaci protierozních opatření tak stále jsou Komplexní pozemkové úpravy, jejichž postup je však stále příliš pomalý.

Protierozní opatření lze rámcově rozdělit na organizační, agrotechnická a technická.

Organizační opatření spočívají především ve změně tvaru a velikosti pozemků. Tento typ opatření však předpokládá důsledné oddělení jednotlivých pozemků směrem po svahu linií pro povrchový odtok nepřekonatelnou. Taková linie však musí vzniklý povrchový odtok a transport sedimentu nejen zachytit, ale následně i odvést. Pro zájmové území proto tento typ opatření není příliš vhodný a bylo by lepší dát přednost typům jiným.

Agrotechnická opatření spočívají ve změnách ve způsobu využití pozemku – především ve změně osevního postupu směrem ke zvýšení zastoupení erozně méně náchylných plodin, případně celkovém či částečném zatravnění pozemků. Tento typ opatření je investičně relativně nenáročný, nicméně jeho spolehlivost je dána mírou snížení zastoupení erozně náchylných plodin a pravděpodobností výskytu erozní srážky. Kromě toho je silně vázán na způsob hospodaření jednotlivých farmářů a jejich systém osevních postupů, z nichž některé plodiny nelze zcela vyloučit. Trvalé zatravnění, tak žádoucí z hlediska protierozní ochrany, je pak vázáno na živočišnou výrobu, která umožní efektivní využití vyprodukované zelené biomasy, případně její energetické využití, které je však stále v plenkách.

Technická protierozní opatření jsou sice investičně náročnější než oba předchozí typy, nicméně jejich účinnost může být technicky navržena, a proto je možno je označit za nejspolehlivější. Patří sem jednak opatření, mající za cíl přerušit dlouhý svah a zachycenou povrchově odtékající vodu odvést mimo a jednak opatření, mající za cíl odtékající vodu zachytit a převést do vsaku. Nejběžnějšími typy opatření k zachycení a odvodu vody patří záchytné a svodné příkopy a průlehy, kombinované s hrázkami, mezemi, případně polními

cestami. Zásadní otázkou při návrhu tohoto typu opatření je zajištění plynulého podélného sklonu svodných prvků a jejich následné vyústění do recipientu, které je vhodné opatřit sedimentační nádrží nebo jímkou, aby transportovaný sediment nepůsobil znečištění vodních toků. Naopak u opatření retenčních, jejichž cílem je primárně zachycenou vodu infiltrovat pak se jedná především o vsakovací příkopy a průlehy (jejichž specifikem je přísně horizontální uspořádání), případně pak retenční nádrže. Slabinou tohoto typu opatření je však nutnost přesně horizontálního trasování, při jehož porušení nebo nedokonalosti dojde s největší pravděpodobností k soustředění odtoku a následně podstatně větším škodám, než by způsobil původní plošný odtok. Dále pak je třeba počítat s kolmatací půdního povrchu sedimentem, transportovaným vodou. Vsakovací průleh nebo nádrž tak velmi rychle ztrácí svou funkci a obnovení jiným způsobem než výrazným technickým opatřením v podstatě není možné.

Na tomto místě je třeba uvést na pravou míru i opatření, označované jako protierozní mez. Tradiční mez v české krajině vznikla postupným naoráváním na hranici dvou pozemků a stabilizací snosy kamenů z přilehlých pozemků. Její význam tak nespočíval v žádném případě v přerušení povrchového odtoku, ale mnohem více ve snižování podélného sklonu svahů tím, že naoráváním docházelo ke vzniku stupně a tedy koncentraci spádu v jediném místě svahu.

Podrobně je možno získat informace o způsobech navrhování jednotlivých typů protierozních opatření například v Metodice (Janeček a kol, 2007) nebo publikaci (Janeček a kol, 2005)

4.1.1.2 Principy návrhu protierozních opatření v zájmovém území

Návrh protierozní ochrany pozemků v povodí Máchova jezera lze rozdělit do dvou alternativ podle účelu.

První z nich by byl klasický návrh protierozních opatření s cílem chránit půdu a její úrodnost v zájmovém území. Tak v podstatě zní většinou zadání při plošném návrhu protierozních opatření. Nicméně v případě předkládané Studie je jejím účelem nikoliv ochrana zemědělské půdy v krajině, ale jednoznačně ochrana kvality vody v nádržích v povodí Robečského potoka.

Druhá varianta spočívá v návrhu protierozních opatření tak, aby nedocházelo k transportu sedimentu do vodních toků a nádrží v zájmovém území.

Předkládaná Studie se zabývá druhou variantou – jejím cílem tedy je navrhnout orientačně ochranná opatření tak, aby bylo zabráněno transportu sedimentu do vodních toků a přímo do Máchova jezera.

Kromě toho, v rámci zadání je problematika řešena v úrovni Studie – jedná se tedy o koncepční návrh ochranných opatření, jejichž konkrétní podoba, dimenzování a přesná lokalizace musí být předmětem dalšího podrobného návrhu.

Zájmové území má z hlediska dosažení citovaného cíle – tedy zabránění vstupu sedimentu do vodních toků a nádrží – velmi výhodný tvar a konfiguraci. Veškerá erozně potenciálně ohrožená půda se nachází na levém břehu Máchova jezera a jeho hlavního přítoku – Robečského potoka. Navíc mezi plochou této části povodí a vodními toky a nádržemi prochází linie státní silnice a železnice, které tvoří plošně prakticky nepřekonatelnou překážku pro povrchový odtok a transport sedimentu. V zásadě tak stačí zabránit povrchovému odtoku, který se bude soustřeďovat podél zmíněných komunikací, aby je překonal v místech křížení s vodními toky.

4.1.1.3 Rámcový návrh ochranných opatření

Rámcový návrh lze rozdělit do dvou doporučených kroků:

- Preventivní opatření k eliminaci vzniku eroze v povodí
- Ochranná opatření s cílem zabránit vniknutí kontaminace do vodních toků a nádrží

4.1.1.3.1 Preventivní opatření k eliminaci vzniku eroze v povodí

V tomto případě by se mělo jednat o eliminaci erozních a transportních procesů jako takových. V předchozích kapitolách byly specifikovány pozemky, identifikované matematickou simulací jako nejvíce erozně ohrožené. Jedná se v zásadě o následující lokality:

- Pozemky přímo přiléhající ze západní strany ke státní silnici I/38 mezi obcemi Staré Splavy a Doksy
- Prakticky souvislý věnec pozemků, přiléhajících k Tachovskému vrchu s tím, že nehorší je situace právě směrem ke státní silnici a obci Doksy
- Souvislý pás pozemků, táhnoucí se na terénním stupni těsně východně od linie tvořené obcemi Horky – Korce – Luka
- Strmé svahy konvergentních tvarů jihozápadně od této linie

Uvedené lokality jsou nespornými producenty rozhodující části sedimentu, který díky poměrně vysokému obsahu fosforu vázaného v půdách může být významným zdrojem živin pro eutrofizační procesy.

V uvedených lokalitách by bylo vhodné se orientovat především na agrotechnické postupy. Vzhledem k velikosti a sklonu pozemků by pravděpodobně čistě agrotechnické postupy, založené na změnách technologie zpracování půdy nebyly dostatečně účinné a doporučeno je orientovat se spíše na změny v osevních postupech, zakládání travních pásů a větší pozornost je třeba věnovat dvěma údolnicím, které z jihu a severu obcházejí Tachovský vrch. Tyto údolnice by bylo velmi vhodné v celé délce a dostatečné šířce zatravnit, v ideálním případě využít například pro biokoridor.

4.1.1.3.2 Ochranná opatření s cílem zabránit vniknutí kontaminace do vodních toků a nádrží

Výše uvedená opatření by měla zabránit vzniku výraznějšího povrchového odtoku a především uvolňování a transportu sedimentu z povodí. Nicméně, žádná opatření v zemědělsky využívané krajině nemohou zajistit úplné vyloučení vzniku povrchového odtoku a transportu sedimentu.

Proto je třeba systém rámcově citovaný v předchozí podkapitole, jehož realizace je navíc závislá výhradně na zájmu a vůli vlastníků a uživatelů pozemků, doplnit technickými a vegetačními opatřeními, která jednoznačně eliminují dopady případně vzniklého odtoku na kvalitu vody. V zásadě se jedná o zabránění vstupu vody, odtékající povrchově z povodí, ležícího západně od silnice I/38 Praha – Česká Lípa, do Máchova jezera a jeho přítoků.

Situace se zjednodušuje tím, že ve specifikované části zájmového území není téměř žádný trvalý vodní tok a veškerý odtok musí překonávat pomocí propustků státní silnici.

Z uvedeného důvodu je doporučeno:

- Vybudovat dostatečně kapacitní sedimentační jímky nad všemi propustky pod státní silnicí Praha – Česká Lípa. V rámci terénního průzkumu byly specifikovány především tyto profily:
 - Propustky jižně od obce Staré Splavy
 - Propustky severně u obce Doksy, procházející pod prostorem nádraží a průmyslového areálu
 - Oblast podél jižní části obce Doksy
 - Oblast v a kolem zástavby obce Okna
- Založit a rozšířit stávající travní pásy podél vodotečí
 - U pramenní oblasti levostranného přítoku Poselského rybníka západně od obce Obora, případně zde vybudovat sedimentační hrázku, aby povrchový odtok stagnoval nejdříve na zemědělském pozemku a odtékal pomalu teprve po odsazení sedimentu
 - Na levém břehu Robečského potoka bezprostředně nad obcí Okna

4.1.1.4 Diskuze výsledků

Prezentovaný orientační systém ochranných opatření by měl zajistit dostatečnou ochranu Máchova jezera před transportem sedimentu. Nicméně, je třeba reálně uvažovat o jeho realizovatelnosti, protože v úvodu této kapitoly byla diskutována vymahatelnost protierozních opatření v praxi, která je relativně malá.

Plošná opatření, navržená v povodí s cílem snížit erozní ohroženost půdy s největší pravděpodobností realizována vlastníky nebudou, proto zpracovatelé studie doporučují orientovat se především na opatření technického charakteru na propustcích a vstupech odtoku do vodních toků, případně v trase obou údolnic, které přivádí rozhodující část odtoku se sedimentem.

Dalším problémem v souvislosti s navrhovaným zatravněním v zájmovém území je současný stav živočišné výroby, kdy v roce 2009 končí provoz posledních dvou farem k chovu skotu. Vlastníci a uživatelé pozemků by se tak při masivnějším zatravněování dostali do problémů jakým způsobem využít vyprodukovanou biomasu.

Závěrem této části je možno konstatovat, že na základě realistického pohledu na věc je třeba postupovat sice nekonceptně – tedy odstraňovat následek a nikoliv příčinu problému – leč zřejmě to bude jediný efektivní možný postup, dokud nebude upravena příslušná legislativa.

4.1.2 Možnosti budování záchytných ochranných předzdrží u nádrží v povodí

4.1.2.1 Princip ochranné předzdrže

Ochranná předzdrž je jedním ze způsobů ochrany vodní nádrže, která je předmětem ochrany. Po technické stránce je předzdrž vodní nádrž požadované velikosti, vybavená všemi nutnými objekty a zařízeními, jejíž hlavní funkcí však je na rozdíl od nádrže hlavní – chráněné – zdržet vodu na dobu nutnou ke změně její kvality požadovaným způsobem.

Cílem zpravidla bývá jednak sedimentace materiálu neseného tokem s cílem odbourat jak jeho fyzikální, tak chemické působení v hlavní zdrži a jednak změna kvality vody před jejím vstupem do nádrže hlavní. Významný může být i efekt z hlediska zachycení havarijního znečištění, kdy v případě havárie kvality vody výše v povodí je možno vhodnou manipulací

na ochranné předzdrži získat čas potřebný na sanační opatření a tak ochránit hlavní zdrž před účinky havárie.

Z praxe je tak možno zmínit například ochranu vodní nádrže Želivka celým systémem ochranných předzdrží prakticky na všech jejích hlavních přítocích. Tyto nádrže jsou navrženy s dobou zdržení kolem 20 dnů a jejich původním hlavním účelem byla nitrifikace a denitrifikace s cílem snížit obsah NO_3 ve vodě, přitékající do hlavní nádrže. Kromě toho pochopitelně rovněž zachycovat sediment bohatý především na fosfor, přinášený toky ze zemědělského povodí. Jako ochranná předzdrž ale může fungovat v podstatě jakákoliv existující vodní nádrž situovaná nad nádrží chráněnou. Nutná pak je ale zpravidla úprava manipulačního řádu, případně způsobu využití včetně úpravy rybí obsádky tak, aby bylo dosaženo maximálního efektu.

Z tohoto pohledu má Máchovo jezero celou kaskádu potenciálních existujících ochranných předzdrží, především na levé pramenní větvi – tedy Robečském potoce.

Největší význam pro ochranu kvality vody v Máchově jezeře má tak nesporně Čepelský rybník, který by mohl fungovat jako ochranná předzdrž., kdyby sám nebyl silně zatížen sedimentem a živinami a využíván i intenzivnímu chovu ryb.

Budování dalších ochranných předzdrží nad Máchovým jezerem tak pozbývá smyslu, navíc je prostorově značně limitováno, protože předzdrž má smysl tehdy, kdy je situována nad chráněnou nádrží (tedy nikoliv zařazena někde výše v kaskádě)

4.1.2.2 Návrh na budování a využití ochranných předzdrží

V zájmovém území není nutno budovat žádnou novou skutečnou ochrannou předzdrž, protože na Břehyňském potoce toho není zapotřebí a na Robečském potoce není prostor pro budování nové nádrže a existující Čepelský rybník by měl veškeré potřebné technické parametry i prostorové předpoklady. Nutným požadavkem by ale bylo jeho odbahnění a pravděpodobně i extenzifikace chovu ryb, případně s úpravou jejich druhového spektra. Navíc zde tvoří předzdrž Dokeská zátoka, která je funkční a vyžaduje pouze odstranění sedimentu (viz dále).

Zcela jinou otázkou zůstává budování ponořených stupňů, jejichž cílem je zachycování sedimentu nejen na Máchově jezeře, ale i na dalších nádržích v povodí. Této problematice se věnuje následující kapitola.

4.1.3 Možnosti budování ponořených stupňů na přítocích vodních nádrží v zájmovém území

4.1.3.1 Princip funkce ponořených stupňů

Ponořený stupeň je na rozdíl od ochranných předzdrží, popisovaných v předchozí kapitole stavba, budovaná v již existující vodní zdrži. Jejím cílem je primárně zachycovat transportovaný sediment. Uplatňují se zde jak principy prosté doby zdržení a snížení turbulence a míchání prostoru, tak i princip vzniku hustotních proudů, na jehož základě se voda s různou hustotou (která může být dána i obsahem jemnozrnných částic) prakticky nemísí a dochází k paralelnímu proudění.

Velmi dobrým příkladem tak může být například ponořený stupeň na vodní nádrži Hostivař, stejně jako na VN Němčice a opatření v dalších lokalitách. Hrubší sediment je zachycován

nad hrázkou díky prosté době zdržení a sedimentaci. Voda, zatížená jemným sedimentem po intenzivních srážkách je po odeznění kulminačních průtoků zdržena v dolní části zdrže nad hrázkou a čistá voda pak protéká v tenké vrstvě nad vodou znečištěnou. Zabráňuje se tak transportu především jemnozrnného sedimentu dále do hlavní nádrže a usnadňuje se tak následné čištění.

Hlavními zásadami správného návrhu ponořeného stupně podle současných poznatků jsou:

- Vodorovná koruna, výškově umístěná cca 5 - 10 cm pod úroveň hladiny normálního nadržení – stupeň tedy nevytváří žádný spád a nevzdouvá vodu
- Možnost vypuštění a regulace hladiny pro usnadnění výlovu, čištění nebo manipulace na hlavní zdrži bez rizika poškození hrázky ponořeného stupně
- Výpustné a regulační zařízení by mělo být řešeno tak, aby nedocházelo k víření a turbulenci vody – narušování hustotní stratifikace

4.1.3.2 Doporučení k budování ponořených stupňů v zájmovém území

V zájmovém území v současné době řada ponořených hrázek existuje, jejich stav však je velmi různý, stejně jako jejich prvotní účel. Z tohoto důvodu je v následujících odstavcích prezentováno rámcové doporučení na úpravu či doplnění stávajících hrázek na jednotlivých nádržích.

4.1.3.2.1 Máchovo Jezero – Dokeská zátoka

V současné době zde existuje hrázka, která vcelku dobře plní svou funkci. Oproti současným standardům sice dochází k soustředování průtoků do čelního přelivu v koruně hráze, hrázka vzdouvá vodu a odtok z ní je umožněn i spodními výpustmi, které jsou hrazeny velmi amatérským způsobem zacpáváním kusem polystyrenu nebo pytle s pískem, nicméně stav i funkce je vyhovující. Vzhledem k současnému stabilizovanému stavu zdrže i tělesa hrázky, které je založeno na neúnosném podloží na sítích a je tvořeno jen pytli s pískem, zpevněných kamenným pohozením, je doporučeno stávající konstrukci zachovat.

Zásadně by však měly být upraveny dvě výpusti, na něž by mělo být osazeno snadno ovladatelné a jasně kontrolovatelné hrazení. Jako možné způsoby je doporučeno buď šoupě (u něhož ale nebude nikdy jisté, v jaké je poloze, protože výtoky obou trub jsou zatopeny dolní vodou) nebo nasazení kolen a přímých nástavců, které ve vztyčeném stavu budou dosahovat nad hladinu nad hrázkou. Vypouštění bude dosaženo jejich otočením do horizontální polohy. Další výhodou je odběr horní vody, která je potenciálně, co se týče neseného sedimentu vždy čistší. Ideální by pak ale bylo vybudování požerákových výpustí na obou troubách nebo ponechání pouze jedné trouby s nasazenou požerákovou výpustí.

Ke zvážení pro podporu účinnosti stávajícího stavu je mírné vápnění vody a vysazení rostliny Řečanka přímořská (*Najas marina*), která má velkou schopnost vázat živiny a jejíž pozitivní efekt se uplatňuje například v sousední Břežňské zátoce. V každém případě by měl být zachován stávající porost emerzní vegetace na nátoku do Dokeské zátoky, podporující sedimentační efekt.

4.1.3.2.2 Máchovo jezero – Břežňská zátoka

V Břežňské zátoce je v současné době zbytek hrázky, rovnoběžné s břehovou hranou, jejímž účelem však bylo a je, chránit prostředí NPP SWAMP před pronikáním vod z jezera, které mají jiné chemické složení, do rašeliniště, které je předmětem ochrany. Hrázka je již delší dobu v havarijním stavu a její rekonstrukce je nezbytná.

Technicky je vzhledem ke složitým základovým podmínkám a neúnosnému podloží doporučeno buď těleso podobné jako hrázka v Dokeské zátocce – tedy velké vaky s pískem, uložené na sítích a rostech a stabilizované kamenným pohozem k ochraně proti vlnobití, nebo beraněná palisáda z dřevěných kůlů se zápletem z vrbového proutí.

Budování ponořeného stupně, který by oddělil prostor Břehyňské zátoky od zbytku jezera není v tomto profilu nutné, protože přitékající voda není zatížena minerálním sedimentem. V zátocce se navíc v současné době rychle množí jednak emerzní vegetace (rákosiny, chrastice a orobince), fungující jako filtr, zachycující sediment a jednak zde došlo k rozvoji vodní rostliny Řečanka přímořská (*Najas marina*), která dokáže velmi efektivně vázat z vody živiny, především fosfor.

4.1.3.2.3 Máchovo jezero – Severní zátoka

Severní zátoka je v současné době nově vyhlášena jako součást druhé části NPP SWAMP. Vlastní prostor hrázky je v současnosti nejasně oddělen od hlavní části jezera ponořenou hrázkou, vytvořenou ze sedimentu, vyhrnutého z prostoru zátoky během zimního snížení hladiny. Informace jsou však značně rozporuplné a při vlastním terénním průzkumu se hrázku nepodařilo jednoznačně lokalizovat.

V každém případě se jedná o dílo spíše provizorního charakteru. V zátocce se nachází rekreační zařízení Andrea, jehož rekreaanti mají volný přístup do zátoky, a tím i do hlavního prostoru Máchova jezera, na pláž v zátocce i k molu. Kromě toho do zátoky neústí žádný významnější trvalý přítok. Chráněná lokalita SWAMP je tvořena spíše plošnými prameništi a mokřady.

Hrázka proto z důvodu kvality vody není nezbytná a je spíše doporučeno sledování kvality vody v zátocce, která je sama o sobě dosti uzavřená, výměna vody v ní nebude nijak významná a v letním období by mohla být kvalita zhoršována koncentrací koupajících se návštěvníků. Je doporučeno zvážit zvýšení a stabilizaci hrázky pro zajištění rychlejšího opětovného zvodnění zátok při vypuštění Máchova jezera. Dlouhodobé vypouštění a napouštění jezera v zimním období může mít negativní vliv na chráněné fenomény v důsledku vymrzání a vysychání zátok a přilehlých mokřadů.“

4.1.3.2.4 Rybník Břehyně

V rybníce Břehyně není v současné době vybudována žádná ponořená hrázka a její výstavba není ani nutná.

Podle sdělení uživatelů rybníka se zde však nachází jiné technické opatření, tj. odvodňovací stoka, sloužící při vypouštění rybníka a při výlovu. Stoka je situována při pravém břehu. Stoka je údajně stejného stáří jako rybník sám a byla průběžně upravována, opravována a vylepšována – v posledních letech například dvěma příčnými hrázkami, bránícími úniku ryb při výlovu zpět do prostoru zdrže a bezodtokých lagun. Problémem stoky údajně je, že silně zvodnělý organický sediment se v případě porušení stabilizace břehů stoky do stoky sesouvá, resuspenduje se a je pak transportován dále k výpusti a směrem do Máchova jezera.

Během terénního průzkumu spojeného se zaměřováním mocnosti sedimentu se nicméně nepodařilo stoku jednoznačně nalézt a trasovat.

Zpracovatelé Studie proto doporučují, při nejbližším výlovu prověřit aktuální stav stoky a v případě nutnosti její břehy opravit stabilizovat. Vzhledem k neúnosnému terénu zřejmě nebude možné navézt jinak vhodný kamenný zához. Proto je doporučeno zaberanění opěrných dřevěných kůlů a jejich zapletení vrbovým proutím. Trvanlivost takového opatření je možno odhadovat na značnou dobu, pokud bude stoka po většinu času pod vodou, což je reálné.

4.1.3.2.5 Pateřinka

Rybník Pateřinka (Velká Pateřinka) je první nádrž v kaskádě na Robečském potoce. Rybník je již delší dobu provozován jako boční a hlavním zdrojem vody jsou víceméně plošná prameniště v okolních lesích. Budování jakékoliv hrázky zde proto nemá smysl.

4.1.3.2.6 Poselský rybník

Poselský rybník je sice silně zatížen sedimentem, který je nicméně silně organogenní a jeho původ proto odpovídá spíše vlastnímu organickému opadu vegetace v rybníce. Kromě toho, tvar původního dna, zjištěný sondáží neodpovídá logickému uspořádání nádržní pánve a lze předpokládat, že změřený sediment má historický charakter a nebyl do nádrže vnesen během doby její existence. Z uvedeného důvodu nepovažují řešitelé za účelné v nádrži ponořený stupeň budovat.

4.1.3.2.7 Čepelský rybník

Čepelský rybník je sedimentem nejvíce zatíženou nádrží v zájmovém území a sediment je prokazatelně erozního původu. Z uvedeného důvodu je doporučeno jednak urychlené odbahnění rybníka a jednak se jeví jako velmi efektivní vybudování ponořeného stupně na přítoku do nádrže.

Nutnou podmínkou pak je, aby prostor nově vytvořené zdrže byl snadno dostupný střední mechanizací za účelem jejího pravidelného čištění. Konstrukčně je zde doporučeno respektovat současný stupeň znalostí a vybudovat sypané kamenné těleso s korunou cca 7 cm pod úroveň hladiny normálního nadřzení a s výpustí ve střední části hrázky, hrazenou hradidly.

4.1.4 Posouzení nutnosti odbahnění a dalších zásahů v prostoru Dokeské zátoky

Dokeská zátoka, oddělená od hlavní části Máchova jezera hrázkou, je významným prostorem, kde dochází k zachycování sedimentu a transformaci živin. Jako takový, vyžaduje i zvláštní režim, podřízený jednoznačně tomuto účelu.

4.1.4.1 Současný stav prostoru Dokeské zátoky

Hrázka v Dokeské zátoce na Máchově jezeře byla vybudována na podzim roku 2004. Má spodní výpust, která má být při běžném provozu, tzn. mimo období vypouštění, zavřená a voda přetéká přes sníženou zpevněnou hranu na hráze. Původně byl plánován na vtoku Robečského potoka do zátoky nad hrázkou objekt, který by eliminoval soustředěný průtok tak, aby došlo k maximálnímu zdržení přitékající vody, a tím i zvýšení zachycování živin v prostoru nad hrázkou. S rychlým rozvojem makrofyty je existence tohoto dodnes nerealizovaného objektu již zbytečná.

V současné době je prostor nad ponořenou hrázkou silně zanesen sedimentem, přicházejícím Robečským potokem. Podle výsledků analýz se jedná o sediment poměrně výrazně minerálního charakteru, který pochází evidentně jednak ze zemědělských pozemků a do

potoka se musí dostávat v úseku mezi Čepelským rybníkem a Máchovým jezerem a jednak z dešťové kanalizace a odlehčení kanalizace jednotně v městě Doksy.

Co se týče kvality sedimentu, je tento podstatně méně zatížen živinami, než převážně organogenní sediment v dalších rybnících, nicméně jednoznačně se zde projevuje poměr obohacení oproti okolní zemědělské půdě a rovněž tak i organické znečištění vody z Doks. Kromě toho lze v sedimentu očekávat i zatížení druhotnými látkami, pocházejícími právě z odlehčení kanalizace v Doksech. Nicméně z důvodu finančních limitů zpracovávané studie nebyl tento rozbor proveden.

V prostoru nad hrázkou byla v rámci Studie zaměřena celková depozice sedimentu v množství 20 300 m³, průměrná mocnost zaměřeného sedimentu se pohybovala kolem 0,5 m a průměrná hloubka vody v nádrži dosahovala cca 1,1 m. Toto množství představuje cca 33 % z celkového prostoru nad hrázkou. K usazování transportovaných půdních částic dochází však zcela jistě i v korytě Robečského potoka před vtokem do Dokeské zátoky (prakticky od železničního mostu). Je však třeba připomenout, že právě prostor nátoky Robečského potoka z Doks do zátoky je dnes již zcela zarostlý rákosem a s loďkou nebylo možno do koryta vjet a provést příslušné měření. Celkové deponované množství sedimentu tak může být odhadováno až o cca 30 % vyšší – nicméně úměrně tomu se zvětší i objem nádrže – na podílu zanesení se tak zřejmě nic nezmění a sediment v části zarostlé litorálem je již stabilizován.

Z hlediska životnosti nádrže nad hrázkou je možno spekulativně usoudit, že při současném způsobu provozu a hospodaření v povodí by došlo k současnému stavu zanesení za cca 10 let. Jednoduchou spekulací by bylo možno odvodit, že celý prostor by byl zanesen za dalších cca 20 let. Nicméně realita by byla pravděpodobně taková, že ke skutečnému zanesení by došlo podstatně později, neboť s postupným zmenšováním zásobního prostoru by se zkracovala doba zdržení a s tím by klesal i podíl zachycených částic. Na druhou stranu by pokračovalo zarůstání prostoru nádrže tak, jak by se od břehů postupně snižovala hloubka. Tento proces by zanášení naopak výrazně urychloval. Celkově lze tak odhadnout, že bez dalších opatření v povodí by se celý prostor nad hrázkou cca v horizontu 20 let změnil na souvislou rákosinu, která by se postupně poměrně rychle vysušovala, jak by se zvyšovala úroveň jejího povrchu nad hladinou a tvořilo by se zde jen koryto. Cílový stav celé lokality tak orientačním odhadem po 20 letech by byl počínající mladý lužní les s náletem vrby, olše a případně dalších sukcesních dřevin, s bohatým porostem mokřadních rostlin, především ale silně nitrofilních a agresivních, díky vysokému obsahu živin ve vodě v potoce a větveným a meandrujícím korytem Robečského potoka.

Takový výhled je sice možná atraktivní z pohledu ekologického, nicméně čistící efekt lokality by byl do budoucna významně redukován, proto je doporučena realizace alespoň některých z níže uvedených zásahů.

4.1.4.2 Možné varianty zásahů

Z hlediska managementu prostoru Dokeské zátoky nad hrázkou, jakožto významného prvku v kontrole kvality vody je možné uvažovat o následujících typech opatření:

- Odbahnění prostoru zátoky nad hrázkou
- Úprava litorálního pásma
- Rozliv vody do lužního lesa mezi Doksy a nádrží
- Sklizeň biomasy k podpoře odčerpávání živin
- Technologický mokřad.

4.1.4.2.1 Nutnost odbahnění

Prostor nad hrázkou se jeví jako silně zatížen sedimentem a je velmi žádoucí ho vytěžit. Nicméně doporučeno je – vzhledem k funkcím a stavu, specifikovaným výše – redukovat těžný prostor pouze na oblast stávající volné hladiny. Těžba sedimentu by neměla zasahovat do stávajících rákosin, především při stranách. Po diskuzi s přírodovědci a detailním průzkumu je variantně možno drobnou mechanizací udržovat průchodné kanály pro přímý průtok vody v Robečském potoce od Doks. V opačném případě by mohlo postupně dojít k jeho úplnému zazemnění v prostoru nad nátokem do nádrže a zpětnému vzdouvání vody směrem k železničnímu mostu.

Technologicky je doporučeno provést těžbu suchou cestou při snížené hladině v Máchově jezeře. Povrch sedimentu bude třeba ponechat osušit po dobu cca 2 měsíce, aby bylo možno operovat se střední mechanizací a sediment odvážet. Ideálním obdobím z tohoto pohledu by byla zima.

Technologie sacího bagru by v této lokalitě nebyla efektivní především díky malému prostoru a obtížné přístupnosti. Jedinou alternativní variantou by mohlo být umístění vlastního bagru na pontonu pod hrázkou a jen jeho sacího potrubí přímo nad hrázkou. V tom případě by ale bylo třeba využít technologii s centrifugou, zajišťující vyšší odvodnění kalu.

V případě těžby suchou cestou existují v zásadě dva možné přístupy do těžného prostoru – pro lehčí a menší mechanizaci přímo korytem potoka od železničního mostu v Doksech a nebo parkem z levého břehu.

Přístup od železničního mostu by byl relativně bezkonfliktní ze strany města, nicméně technicky by se jednalo o poměrně složitou operaci, spojenou s převodem vody v potoce v délce komunikace a nezbytným narušením stávajícího litorálu na vtoku. Naopak příjezd z pravého břehu by si pravděpodobně vyžádal menší zásahy spojené s posílením komunikace v parku. Přesto je tato varianta zpracovateli preferována.

Součástí odbahnění by pak logicky mělo být vybudování trvalé rampy pro snadné periodické čištění prostoru zdrže, které by mělo být prováděno podle předběžných odhadů cca v intervalu 5 let. Účelem bude jednak udržovat dobu zdržení a hydraulické parametry tak aby docházelo k maximálnímu zachycování sedimentu a živin a jednak regulaci rozvoje litorálu ve stávajících mezích.

4.1.4.2.2 Sklizení biomasy

Možným doplňkem k záchytné funkci zdrže je pravidelné sklizení biomasy v litorálním pásmu. Jedná se především o rákos a další emerzní vegetaci, u níž panuje názor, že spolu s ní bude ze systému odebráno významné množství fosforu.

Podle současného stavu znalostí, odvozených na umělých mokřadech (kořenových čistírnách odpadních vod) však tento odběr je v podstatě zanedbatelný, protože především rákos obsahuje vysoký podíl především uhlíku C a částečně křemíku Si (což značně komplikuje jeho rozklad při kompostování) a skutečný odběr živin je malý. Naopak při neodborné sklizni hrozí (zejména v zimním období) vylámaní prýtů, a tím významně zhoršená regenerační schopnost v následující sezóně.

Na základě výše uvedených poznatků a zkušeností není sklizení biomasy zpracovatelem doporučeno.

4.1.4.2.3 *Technologický mokřad*

Pod pojmem technologický mokřad si lze představit buď technicky navrženou a provozovanou kořenovou čistírnu, nebo průtočnou nádrž s relativně malou hloubkou, kde bude tvarováním břehů a dna docíleno co největší doby zdržení a kontaktu se dnem. V zásadě by byly technicky možné obě alternativy. Kořenová čistírna by musela být vytvořena vymělením stávajícího prostoru zátoky nad hrázkou a jejím zaplněním hrubým kamenivem. V tomto případě by musel přicházet v úvahu materiál frakce cca 63-125 mm, aby alespoň část vody protékala tělesem a byla ve styku s přisedlými bakteriálními kulturami. Druhou variantou je vytvoření mělké nádrže s usměrněným tokem tak, aby bylo zabráněno zkratovým proudům a bylo dosaženo co nejdelší doby zdržení a kontaktu s podložím. Obvykle je tato situace řešena vyložení příčných žeber, vyčnívajících mírně nad hladinu normálního nadržení, které nutí vodu protékat mezi nimi.

V případě Dokeské zátoky však je třeba vzít v úvahu, že nádrž v této chvíli funguje jako sedimentační předzdrž, ve které je uloženo poměrně velké množství minerálního sedimentu jak z povodí, tak z odlehčení kanalizace města Doksy. Z tohoto hlediska je nezbytné jednak udržet prostor snadno přístupný pro periodické odbahňování a jednak vzít v úvahu, že jakýkoliv porézní materiál (v tomto případě kamenivo) bude velmi rychle zaneseno a tedy vyřazeno z funkce. Navíc, v případě dalšího vyměšování a budování hrázek bude jednak znesnadněno těžení sedimentu a jednak prostor začne podstatně rychleji zarůstat vodními rostlinami, především rákosem a orobincem, které se již v lokalitě vyskytují. Na umělých mokřadech (kořenových čistírnách odpadních vod) bylo navíc prokázáno, že zadržování fosforu je podstatně vyšší jeho chemickou fixací ne porézní materiál dna než skutečný odběr rostlinami.

Dalším a možná nejzásadnějším argumentem proti úpravě lokality na technologický mokřad je skutečnost, že celý prostor jak zátoky, tak především nad ní je z minulosti silně kontaminován vypouštěnými odpadními vodami z města Doksy a to včetně průmyslových. Podle vyjádření místních obyvatel a zástupců organizací lze očekávat zatížení především těžkými kovy.

Z uvedených důvodů se technologický mokřad nejvíce jako příliš vhodná varianta a není doporučován.

Diskutovaný záměr na rozlívání vody v prostoru mezi železnicí v Doksech a vtokem do nádrže. Koryto je v tomto úseku poměrně hluboké a rozvedení vody do prostoru stávajícího lužního lesa na pravém břehu by bylo značně technicky náročné. Efekt takového opatření by byl navíc silně diskutabilní díky vedlejším efektům (možný rozvoj hmyzu, případný obtížný zápach v přilehlých obytných zónách, zvýšení zamokření okolních pozemků a v extrémním případě, povodňová rizika pro těleso železniční trati). Naopak pozitivní efekt, spočívající v podpoře samočištění je silně nejistý. Toto opatření proto zpracovatelé Studie nedoporučují.

4.1.4.2.4 *Další zásahy*

Z dalších zásahů je možno zmínit:

- Zajistit úpravu pH vody a zvýšit obsah iontů Ca ve vodě vápněním a vysadit do prostoru volných břehů a hladiny Řečanku přímořskou (*Najas marina*), která má vysoký potenciál vazby živin (na rozdíl například od rákosy). Problémem by mohlo být další šíření této rostliny do prostoru hlavní zdrže s negativními dopady na pohodu a využití pláží, avšak

zatím k šíření rostliny do Máchova jezera nedošlo, ačkoliv se nachází hojně v Břežyňské zátoce, která od jezera není oddělena. Dokeská zátoka je od jezera oddělena hrázkou, takže k rozšíření by mohlo dojít pouze šířením semen např. v trusu ptáků. Při vyšším výskytu Řečanky přímořské je možno redukovat její výskyt, čímž by došlo k odstranění živin vázaných v rostlinách. Odstranění rostlin je možné mechanicky při vypuštění vody, v jezeře pak mechanicky shrabováním.

- Zvážit možnost využití dalších rychle rostoucích a tedy i významněji živiny vážících vodních rostlin. Z takových se již na některých lokalitách v ČR uvažovalo o využití tokozanky nadmuté, známé též jako hyacint vodní (*Eichhornia crassipes*). Tato vodní rostlina plave na hladině a extrémně rychle se množí. Je velmi dekorativní a je o ní známo, že dokáže relativně efektivně zachycovat ve svém těle živiny, především fosfor. Na druhou stranu se poměrně dobře sklízí z vodní hladiny. Pro svůj intenzivní růst potřebuje teploty vody nad 18, lépe nad 22°C. V praxi však s touto rostlinou, která není v ČR domácí a bylo by třeba bránit jejímu dalšímu volnému rozšíření do vodních toků a nádrží na území ČR pravděpodobně nejsou praktické zkušenosti.
- Další teoretickou možností, předkládanou ke zvážení je varianta dávkování jemnozrného sedimentu (například typu bentonitu), který by byl fosforu prostý. U takového materiálu bylo prokázáno schopnost vyvázat z vody dostupný volný fosfor. Pokud by takové dávkování bylo prováděno v některém z předřazených rybníků, materiál by v nádrži mohl sedimentovat a být průběžně odstraňován. Řešením ale není způsob provozování nádrže pro rybochov a další účely.

4.1.5 Návrh ploch k realizaci protierozních opatření v povodí na zemědělské půdě a v lesích

S dostatečnou podrobností byly plochy k aplikaci protierozních opatření specifikovány v kapitole 4.1.1, pojednávající o protierozní ochraně v zájmovém území. Na tomto místě proto je třeba jen znovu zopakovat, že plošná opatření jsou doporučena oblastech s nejvyšší erozní ohrožeností. Lokalizace těchto pozemků je patrná jednak z map a jednak je rovněž uvedena v kapitole 4.1.1.

V souvislosti s podporou účinnosti takových opatření by nicméně bylo vhodné vyvinout úsilí o vyhlášení povodí Máchova jezera ochranným pásmem. Legislativa v současné době sice není jednoznačná ani přímo v oblastech pásma hygienické ochrany, nicméně uznaným konsensem je zde snížení hodnoty přípustné ztráty půdy.

V této souvislosti je třeba rovněž poznamenat, že při návrhu ochranných opatření (které by v detailu měly navazovat na předkládanou Studii) je třeba zajistit, že legislativně bude ošetřena jejich realizovatelnost, nebo že uživatelé pozemku v předstihu vyjádří svou ochotu se protierozní ochranou zabývat a navržená opatření uplatňovat a respektovat. V opačném případě nemá takový návrh smysl, a jak bylo konstatováno v kapitole 4.1.1 je třeba se soustředit na co nejdůležitější realizaci technických opatření k zachycení sedimentu před jeho vstupem do vodních toků.

Významné je, aby byly podle současných standardů respektovány hodnoty tzv. Přípustné ztráty půdy. Tyto hodnoty jsou uvedeny v závazných standardech (např. Janeček M. a kol., Metodika: Ochrana zemědělské půdy před erozí, VÚMOP, Praha 2007), odvislí od hloubky půdního profilu a jsou stanoveny na 1, 4 nebo 10 t/ha/rok pro mělkou, střední nebo hlubokou půdu. Tyto hodnoty však byly odvozeny pouhým převzetím z metodik odvozených v podmínkách USA – tedy zcela jiných klimatických, geologických i pedologických, navíc kritériem bylo dlouhodobé zachování úrodnosti půdy.

Současný výzkum nicméně jednoznačně naznačuje, že limity ztráty půdy, respektující kvalitu vody leží podstatně níže. Předběžně jsou tyto hodnoty očekávány mezi 0,5 – 2,0 t/ha.rok, nicméně dosud byly publikovány jen ve vědeckých kruzích. Jejich zahrnutí do závazných dokumentů v ČR je otázkou další diskuze, ale reálně je možno ho očekávat v dohledné době.

Proto by bylo vhodné, při případném zpracování podrobného návrhu protierozních opatření brát v úvahu tyto snížené limity (jak je běžně akceptováno právě v pásmech hygienické ochrany vodních zdrojů) nebo vyžadovat od zpracovatele návrh s využitím fyzikálně založených simulačních modelů, které pracují na epizodním principu (posuzují jednotlivou přívalovou srážku) a limity ohroženosti jsou tak postaveny na jiném (fyzikálně správnějším) základě.

Za vyloženě kontraproduktivní a nebezpečné je nutno považovat paušální limity využití pozemků ve vztahu k jejich sklonitosti. Některé starší metodické pokyny (např. Janeček M. a kol., Ochrana zemědělské půdy před erozí, ISV nakladatelství, Praha 2002) totiž pro jednoduchost limitují využitelnost pozemků pro jednotlivé typy plodin pouze jejich sklonem, bez ohledu na délku svahu a půdní podmínky. Takový přístup zásadně odporuje současné technické praxi, úrovni znalostí a byl snad oprávněný v období šedesátých let, ale nikoliv dnes. Pro posouzení jednotlivých pozemků z hlediska vhodnosti pro pěstování různých plodin je nezbytné použít alespoň orientační výpočet na podkladě Univerzální rovnice ztráty půdy nebo lépe pomocí matematických simulačních modelů.

4.1.5.1 Obnova Zbyské strouhy

Dalším možným diskutovaným opatřením je obnova Zbyské strouhy. Jedná se v současnosti o občasnou vodoteč, jejíž koryto je zřetelně ve funkci pouze za výraznějších srážkových událostí, nebo ve výrazně vlhkých obdobích. Koryto je v současné době neudržované a v řadě úseků postupně zaniká.

Strouha začíná ve dvou větvích východně od obce Zbiny a prochází plochou údolnicí, mezi vrchy Skalka a Tachovským k silničnímu propustku přibližně v polovině vzdálenosti mezi Oborou a Doksy.

Strouha nebo její zbytky prochází ve své horní části až po cestu Skalka – Tachov po pozemcích orné půdy a stejně tak v dolním úseku od silnice Tachov – Doksy. Pouze ve střední části mezi cestou od vrchu Skalka po silnici Tachov – Doksy probíhá silně zarostlou a částečně i zamokřenou nivou, kde se její koryto postupně vytrácí.

Obnova nebo pravidelná údržba Zbyské strouhy by z hlediska transportu sedimentu a živin do vodotečí bylo krokem jednoznačně kontraproduktivním. Naopak je doporučeno strouhu co možná extenzifikovat, přehradit – v zásadě co nejvíce omezit její funkci a vodu převést na plošný odtok v ploché údolnici s maximální podporou vsaku. V celé údolnici je pak doporučeno založit pás trvalého drnu, případně až biokoridor s trvalou vegetací, kde by vzhledem k malému podélnému sklonu byl zachycen sediment a voda převedena do infiltrace. Nad křížením se silnicí I/38 je v každém případě nutno navrhnout sedimentační jímku.

4.1.5.2 Omezení hnojení a obsah fosforu v půdách

Výsledky provedeného chemického rozboru půdních vzorků odebraných v zájmovém území i výsledky ACHP, získané pro potřeby Studie jasně naznačují, že zemědělské půdy spadají do kategorie těch na živiny (především fosforu) bohatých až velmi bohatých.

Efektivním opatřením by tak mohlo být omezení hnojení v zájmovém území, protože při prostorovém porovnání rozložení obsahu živin v půdách a erozní ohroženosti se bohužel ukazuje velmi dobrá shoda. Nicméně aby bylo možno takové omezení vyžadovat, bylo by třeba vyhlásit povodí Máchova jezera ochranným pásmem NPP SWAMP a zavést zde zvláštní režim. (a i potom by aplikace jakéhokoliv omezení byla značně problematická). Zásadní překážkou by bylo především sladění zájmů ochrany přírody s provozovateli rekreačních zařízení na březích i v širším okolí, která jsou pro region životně důležitá. Další možností by bylo vyhlášení Máchova jezera jako vodního zdroje a jeho povodí jako ochranného pásma (PHO). V tom případě by bylo možno vyžadovat zvláštní režim v hospodaření v povodí, nicméně stav by nebyl slučitelný se současnou rekreací přímo v prostoru jezera. Ani taková varianta však zřetelně není schůdná a zřejmě ani opodstatněná.

Zpracovatelé v této souvislosti doporučují dva kroky:

- AOPK ČR a ostatní zainteresované organizace by měly pracovat s výsledky ACHP jako s významným zdrojem informací a jeho výsledky co nejvíce používat k osvětě, případně informovat jednotlivé farmáře a apelovat tak na snížení hnojení na základě výsledků rozborů. Zde je třeba usilovat o legislativní úpravu, neboť data ACHP jsou sice poměrně snadno dostupná a ÚKZUZ postupuje při jejich poskytování velmi vstřícně, nicméně stávající zákonná úprava neumožňuje předání výsledků podrobnějších než je průměr za katastrální území z důvodu ochrany osobních dat. Přitom rozborů jsou prováděny ve velké hustotě a pokrývají v podstatě minimálně jedním vzorkem každý pozemek.
- Z realistického pohledu na problém je doporučeno velmi rychle realizovat technická opatření popsaná v předchozích kapitolách, která budou zabraňovat vstupu sedimentu do vodních toků a která jsou v zájmovém území v zásadě velmi jednoduchá – viz. kapitola 4.1.1. Opatření plošná pak považovat za preventivní a dosažitelná v delším časovém horizontu.

4.1.5.3 Opatření v lesích

Jak bylo konstatováno v kapitolách, popisujících analytickou část, lesy nejsou v případě Máchova jezera zdrojem problémů. Jednak odtud není do vody transportován prakticky žádný sediment a jednak půdy jsou velmi chudé na živiny. Proto z hlediska ochrany kvality vody v Máchově jezeře není nutno v zájmovém území v lesích provádět žádná zvláštní opatření.

Případná opatření a zásahy mohou být motivovány zájmy ochrany přírody a krajiny nebo standardními požadavky na ochranu půdy při hospodaření v lesích. Obecné zásady hospodaření v lesích jsou následující:

- Optimalizovat síť a provedení lesních cest zejména v částech povodí s větším sklonem tak, aby nedocházelo ke koncentraci odtoku na cestách a podél nich, případně k následné erozi.
- Optimalizovat složení lesních porostů směrem k přírodě bližší skladbě, tzn. v borových monokulturách uplatňovat vyšší zastoupení listnatých dřevin - břízy a zejména dubu.

4.2 Bodové zdroje

4.2.1 Přečerpávací stanice splaškových vod

Město Doksy má gravitační oddílnou kanalizační síť. Splašková kanalizace je ve správě SČVaK.

Splaškové vody jsou přečerpávány do jednotné stokové sítě Starých Splavů. Na splaškové kanalizaci jsou umístěny tři čerpací stanice odpadních vod (ČSOV). Jedná se o čerpací stanice – ČSOV hlavní, která přečerpává veškeré odpadní vody z Doks do jednotné sítě Starých Splavů, ČSOV pláž, která přečerpává vody z prostoru pláže do stokové sítě města Doksy a ČSOV Poslův mlýn, která přečerpává vody z areálu Poslova mlýna do stokové sítě města Doksy.

Na splaškové stokové síti nejsou umístěny odlehčovací komory, u ČSOV jsou umístěny bezpečnosti přepady, chránící čerpací stanice před havárií v případě výpadku čerpadel.

Na splaškové kanalizaci je hlavním problémem přepad u ČSOV hlavní na konci ulice Sluneční. Zde v případě zvýšených odtoků srážkové vody přepad funguje a nařaděné splašky odtékají do Robečského potoka těsně nad železniční tratí, tj. nad Dokeskou zátokou Máchova jezera. Tento problém způsobuje evidentně malá kapacita výtlaku z čerpací stanice, které je limitováno maximálním průtokem potrubí 50 l/s, případně přítok nařaděných splaškových vod, na nějž nejsou dimenzovány akumulární nádrže přečerpávací stanice.

Prvotně je nutno zjistit, zda skutečně dochází k zvýšenému přítoku splaškových vod jako odezva na srážkovou událost, což by ukazovalo na ředění splaškových vod průsakem z povrchu nebo z dešťové kanalizace, případně na přítok balastních vod do splaškové kanalizace. Pro tento účel je vhodné osadit na přítok do čerpací stanice měřící zařízení na přítok splaškových vod a případně za deště odebírat vzorky přitékající vody pro možnost případného nařadění splaškových vod. Na základě těchto výsledků pak posoudit objem akumulárních nádrží v přečerpávací stanici a rekonstruovat buď akumulární objem přečerpávací stanice nebo rekonstruovat potrubí výtlaku (případně zdvojit potrubí).

4.2.2 Opatření na kanalizační síti

Návrhy opatření na kanalizační síti v Doksech vycházejí z identifikace hlavních problémů, které tvoří:

- dva správci kanalizační sítě – dešťová kanalizace – město Doksy, splašková kanalizace – SČVaK,
- neexistuje pasport sítí, nikdo neví, kde je jaký profil, ani jaký je stav sítí, není k dispozici generel obou sítí,
- opravy splaškové kanalizace se provádějí pouze v případě havárií, správce nemá vyčleněny peníze na systematické opravy, shromažďuje finanční prostředky na rekonstrukci ČOV,
- opravy dešťové kanalizace probíhají pouze v rámci oprav komunikací ve městě, opět nesystematicky,
- vysoká hladina podzemní vody a u starších stok oddílné splaškové soustavy dochází k přítoku balastních vod,
- veškerá kanalizační síť ve městě Doksy i okolo Máchova jezera je zastaralá (ze 60.let).

Návrhy opatření:

- provést kontrolu 3 míst vyústění potrubí do Robečského potoka ve městě Doksy (viz popis terénního průzkumu - podezření na odtok splaškových vod do toku),
- zpracovat kamerový průzkum stávající sítě splaškové a dešťové kanalizace a na základě toho zpracovat pasport obou typů kanalizačních sítí a následně časový plán rekonstrukce, oprav nebo pročištění stok.

4.2.3 Návrh řešení problematiky ostatních menších bodových zdrojů znečištění v zájmovém území

4.2.3.1 Celková situace menších bodových zdrojů znečištění

Celkově se v souladu s informacemi, uvedenými v kapitolách, popisujících analytickou část Studie, ukazuje, že rozhodujícím bodovým zdrojem znečištění (a pravděpodobně rozhodujícím i z hlediska bilance vnosu živin do Máchova jezera), je špatná situace s kanalizací města Doksy. Nicméně v zájmovém území je ještě řada dalších drobných zdrojů, které byly shledány buď jako reálně nebezpečné, nebo naopak byla jejich nebezpečnost ve vstupních hypotézách silně přeceněna. Podrobně k jednotlivým menším zdrojům v následujících podkapitolách:

4.2.3.1.1 Kemp Borný

Kemp má splaškovou kanalizaci, svedenou do centrální kanalizace vedené na ČOV Staré Splavy. Současný stav kanalizace je však špatný. Kanalizace nebyla převzata díky svému stavu podnikem SČVaK a zůstala ve správě města. Vedení je zarostlé kořeny stromů a pravděpodobně i místy netěsné.

Stoková síť vyžaduje celkovou rekonstrukci spojenou s napojením několika posledních objektů na konci kempu, které v této chvíli napojeny nejsou. Není známo, že by se rekonstrukce v současné době chystala a vzhledem ke kapacitě kempu Borný, jeho blízkosti ke břehu Máchova jezera a silně propustnému podloží zpracovatelé Studie apelují na urychlení procesu a rekonstrukci stokové sítě jako jednu z priorit celého programu.

4.2.3.1.2 Obec Tachov

Obec Tachov má v současné době jako jediná menší obec v zájmovém území vybudovanou oddílnou splaškovou kanalizaci, svedenou gravitačně na dvě kořenové ČOV. Vzhledem k tomu, že v celé západní části zájmového území není žádná trvalá vodoteč, nemá obec Tachov recipient, nutný legislativně k vypouštění vyčištěných vod, které jsou nyní zasakovány do podloží. Podle vyjádření zástupců obce jsou obě ČOV sledovány a dosahují velmi dobrých účinností vysoko přes 90 %.

ČOV jsou však v současné době provozovány na základě výjimky, jejíž platnost brzy skončí. V takovém případě bude na obec vyvíjen tlak, aby byly ČOV vyřazeny z funkce a obyvatelé si obnovili své bezodtoké jímky.

Realita takového kroku povede k výraznému zhoršení stavu až do plánovaného napojení obecní kanalizace na ČOV Staré Splavy, která je vzdálena vzdušnou čarou přes 6 km.

Doporučení zpracovatelů Studie je, aby se AOPK ČR v mezích svých možností zasadilo o prodloužení výjimky za předpokladu zajištění pravidelného sledování a dobré účinnosti ČOV.

4.2.3.1.3 Obec Okna

Obec Okna do budoucna počítá s výstavbou vlastní ČOV, na kterou má v územním plánu v dolní části obce vyhrazen prostor. Nicméně vzhledem k velikosti obce není v dohledné době reálné s výstavbou počítat. Pravděpodobnější by mohlo být napojení obce na kanalizaci města Doksy, avšak i to by bylo značně finančně náročné.

Současná praxe předpokládá individuální bezodtoké jímky s pravidelným vyvážením na ČOV Staré Splavy. Reálná praxe však je nekontrolovatelná a je vysoce pravděpodobné, že velká část splaškových vod končí buď přímo v recipientu nebo díky silně propustnému podloží je infiltrována v blízkosti Robečského potoka.

Zpracovatelé Studie doporučují v této souvislosti iniciovat jednání o řešení situace současným vybudováním kanalizační splaškové sítě a jejího napojení buď na ČOV Staré Splavy nebo vybudování vlastní ČOV. V případě vlastní ČOV však je zcela nezbytné počítat s technologií terciárního stupně, zahrnujícího srážení fosforu, v opačném případě dojde paradoxně k výraznému zhoršení zatížení Robečského potoka touto živinou.

Obec v této chvíli nesplňuje požadavky pro získání dotací z národních ani Evropských programů. To by snad mohlo být eliminováno buď vyhlášením zvláštního zájmu v území nebo připojením obce k městu Doksy.

4.2.3.1.4 Obec Obora

Obec Obora je součástí města Doksy, do budoucna počítá s výstavbou vlastní ČOV, na kterou má v územním plánu v dolní části obce vyhrazen prostor. Avšak vzhledem k velikosti obce není v dohledné době reálné s výstavbou počítat. Pravděpodobnější by mohlo být napojení obce na kanalizaci města Doksy, nicméně i to by bylo značně finančně náročné a zatím se s tím nepočítá.

Současná praxe předpokládá individuální bezodtoké jímky s pravidelným vyvážením na ČOV Staré Splavy. Reálná praxe však je nekontrolovatelná a je vysoce pravděpodobné, že velká část splaškových vod končí buď přímo v recipientu nebo díky silně propustnému podloží je infiltrována v blízkosti Robečského potoka.

Zpracovatelé Studie doporučují v této souvislosti iniciovat jednání o řešení situace současným vybudováním kanalizační splaškové sítě a jejího napojení buď na ČOV Staré Splavy nebo vybudování vlastní ČOV. V případě vlastní ČOV však je zcela nezbytné počítat s technologií terciárního stupně, zahrnujícího srážení fosforu, v opačném případě dojde paradoxně k výraznému zhoršení zatížení Robečského potoka touto živinou.

Obec v této chvíli nesplňuje požadavky pro získání dotací z národních ani Evropských programů. To by snad mohlo být eliminováno buď vyhlášením zvláštního zájmu v území nebo připojením obce k městu Doksy.

4.2.3.1.5 Průmyslová zóna v lokalitě nádraží v Doksech

Podniky v rámci průmyslového areálu v blízkosti nádraží ČD jsou řádně napojeny na kanalizační síť a v poslední době nebyl zjištěn žádný problém. V minulosti byl v jednom případě zjištěn únik pravděpodobně sirupu do vodoteče, za který byl podnik pokutován. Během posledních let nebyla zjištěna v povrchovém odpadu, přicházejícím propustky pod silnicí a areálem nádraží a procházejícím v těsné blízkosti areálu žádný problém.

4.2.3.1.6 Další menší obce v zájmovém území

Další malé obce v zájmovém území – Luka, Žďár, Ždírec, Korce, Zbiny, Horky a Stará Skalka, nejsou situovány ani v blízkosti vodoteče. Některé z nich mají dešťovou kanalizaci, většinou však jen povrchovou. Obyvatelé likvidují své odpadní vody v bezodtokých jímkách. V případě nekázně pak dochází k jejich infiltraci, což vzhledem k charakteru půdního profilu a vzdálenosti od veškerých recipientů nepředstavuje žádné vážnější nebezpečí.

4.2.3.1.7 Znečištění ze zemědělských farem

Zemědělské farmy se živočišnou výrobou v zájmovém území průběžně zanikají a podle získaných informací a provedeného průzkumu nepředstavují problém. Pravidelně kontrolovat je třeba poslední dva fungující objekty – porodnu prasat v Oknech a výkrmnu prasat v Korcích. Zvýšenou pozornost pak bude do budoucna zasluhovat jen pravidelná kontrola zpevněného hnojiště u Doks, kam jsou zatím vyváženy odpady z farmy Korce.

Do budoucna je podle doporučení zpracovatelů Studie velmi žádoucí v zájmovém území podporovat extenzivní živočišnou výrobu, protože extenzivní pastevní areály v kvalitě bio by umožnily redukcii intenzivní rostlinné výroby, která je zdrojem vysokého erozního zatížení zájmového území. Zpracovatelé doporučují AOPK v tomto smyslu usilovat o stimulaci farmářů dostupnými podpůrnými programy.

4.2.3.1.8 ČOV Staré Splavy

ČOV Staré Splavy je v současné době provozována v souladu s provozním řádem, je plně funkční a dlouhodobě splňuje požadované limity. Postupně jsou na ni připojovány další zdroje z okolí. V současné době je zpracována projektová dokumentace na intenzifikaci čistírny. Její odpad nicméně ústí pod hrází Máchova jezera, nespadá proto do zájmového území a není proto podrobněji řešena.

4.3 Rybníky

4.3.1 Způsoby odbahnění

V zásadě existují 2 základní metody na odbahnění nádrže, a to:

- odbahnění suchou cestou při současném vypuštění nádrže,
- odbahnění mokrou cestou sacím bagrem při nádrži na plné vodě, případně částečně upuštěné.

V prvním případě je nutné nádrž vypustit a počkat, až se sediment odvodní do té míry, aby s ním bylo možné manipulovat těžkou technikou. Podmínkou je dostatečně únosné podloží pro tyto stroje (bagry a případně nákladní automobily) a také existence přístupové cesty. Nevýhodou je velké narušení režimu nádrže i jejího okolí. Dochází k pohybům nákladních aut po příjezdové komunikaci, dle doby trvání prací dochází k dlouhodobějšímu poklesu hladiny podzemní vody na okolních pozemcích a samozřejmě k dočasnému zmizení biotopu pro vodní a mokřadní organismy. Výhodou tohoto způsobu odbahnění nádrže je naopak lepší manipulace se sedimentem.

Principem odbahnění mokrou cestou je použití sacího bagru, který je umístěn na plovoucím zařízení a pomocí čerpadla či čerpadel nasává sediment i s určitým podílem vody a dopravuje jej potrubím na místo určení. Při použití této metody dochází k relativně malému ovlivnění režimu nádrže (environmentálnímu, rybářskému, rekreačnímu apod.) ve srovnání s klasickou suchou metodou, nevýhodou je naopak obtížná manipulace s vytěženým sedimentem, který se

nachází v tekutém stavu. Při této metodě se proto běžně používají laguny, do kterých je sediment plaven a kde dochází k jeho sedimentaci. Problémem jsou často nároky na velké plochy těchto lagun. Při použití této metody navíc dochází k odčerpávání velkého množství vody z nádrže společně se sedimentem, což může mít za následek u menších nádrží s malým přítokem zaklesávání hladiny.

Některé z nepříznivých efektů eliminuje poměrně nová technologie, založená na odstředování čerpaného sedimentu do již manipulovatelného stavu podobně jako u metody suchou cestou. Navíc lze vodu po odstředění sedimentu pouštět zpět do nádrže. Tato metoda je výrazně preferována v lokalitách s málo únosným podložím a samozřejmě také tam, kde nelze vodní plochu účinně vypustit.

Ekonomické srovnání obou variant není možné paušalizovat. Zásadními faktory ovlivňujícími cenu jsou dopravní vzdálenost a způsob uložení, resp. likvidace sedimentu. Optimální je, pokud je možné sediment použít po určité úpravě na mezideponii (většinou se jedná o opakované převrstvení a případně vápnění v průběhu 1 - 2 let) na zemědělské pozemky jako kompost. Opačným extrémem je sediment kontaminovaný nebezpečnými látkami a zařazený do kategorie nebezpečných odpadů. V takovém případě je odbahnění nádrže mimo ekonomickou realitu, protože se pohybuje v řádech tisíců Kč/m³ sedimentu.

Obecně ale lze říci, že při velkých objemech sedimentu (v řádech statisíců kubických metrů) je při existenci dostupné mezideponie (do několika km bez velkého výškového převýšení, tzn. do cca 10 metrů) a možném budoucím využití sedimentu na zemědělské pozemky výhodnější odbahnění mokrou cestou.

Možnou alternativou umožňující zlevnění akce je uložení části objemu těžných sedimentů v zátopě nádrže ve formě ostrůvků. Je však nutné zvážit všechny aspekty takového řešení, navrhnout takové technické řešení, jež zajistí stabilitu ostrůvků, zamezí vyplavování živin z uloženého sedimentu. Rozhodně je nelze doporučit při použití technologie sacího bagru mokrou cestou.

V návrzích opatření je doporučeno provést odtěžení sedimentu na Čepelském rybníku a v Dokeské zátoce Máchova jezera. U Čepelského rybníka by bylo výhodnější provádět těžení sedimentu mokrou cestou, s preferováním metody s odstředěním sedimentu. Důvod pro volbu tohoto způsobu je jednak protáhlý tvar rybníka s přístupem prakticky pouze od hráze, vzhledem k úzkému údolí se strmými svahy na jedné straně a se zástavbou na druhém břehu není zde možno vybudovat mezideponie s lagunami, jednak poměrně velký objem sedimentu (cca 46 tis.m³), což je objem, pro nějž se vyplatí přesun a instalace sacího bagru.

Suchá cesta by vyžadovala jednak dlouhodobé vypuštění rybníka, aby došlo k odvodnění sedimentu, dále vzhledem k tomu, že je rybník průtočný, vytvoření odvodňovacích struh ve dně a při těžení by docházelo k víření sedimentu s negativním dopadem na kvalitu vody, odtékající k sádkám. Při suché cestě by se pouze snížil náklad na těžení, zejména dopravou a instalací sacího bagru.

4.3.2 Alternativní způsoby ošetření sedimentu

Jedná se o postupy, při nichž je v případě boje proti nadměrnému květu sinic imobilizován fosfor uvnitř vodní nádrže. Podmínkou (ostatně ale stejnou jako v případě odbahnění) je vyřešení přítoku živin do nádrže, tedy odstranění zdrojů fosforu v povodí. V podstatě jsou známy následující způsoby ošetření sedimentu v nádrži.

4.3.2.1 Chemické ošetření sedimentu

Nejčastěji se používají oxidované sloučeniny dusíku a železa, při jejichž aplikaci se fosfátové ionty váží na částice sedimentu a neuvolňují se do vodního sloupce. Vhodné použití je na lokalitách se silnou vrstvou organické hmoty.

4.3.2.2 Provzdušnění hypolimnia

- V mělkých nádržích bez výrazné letní stratifikace se provádí rozptýlené provzdušňování sloužící k oxidaci povrchu sedimentu, dekompozici organické hmoty a srážení fosforečnanů. Kromě toho provzdušňování přispívá k „migraci“ sinic do hlubší vody, kde nedostatkem světla hynou.
- V hlubokých nádržích s výraznou stratifikací a nedostatkem kyslíku u dna se provádí aerace této zóny z důvodu snížení koncentrace mj. fosforu (také železa a anorganického dusíku).

4.3.2.3 Zásahy ve vodním sloupci

- srážení fosforu ve vodním sloupci pomocí koagulantů (solí hliníku či železa), cyanocidů či jílových materiálů v průběhu vegetační sezóny
- použití biopreparátů obsahujících bakterie využívající dusík a fosfor
- přímá likvidace buněk sinic ve vodním sloupci pomocí elektrolyzy
- odpouštění vody horní nebo spodní výpustí (z hypolimnia nebo epilimnia)
- podpora vybraných druhů vodních makrofyt a řas
- periodické odstraňování makrofyt vázajících do svých těl fosfor (mechanicky nebo pomocí obsádky amura bílého)
- změny v rybí obsádce, zjednodušeně omezení kaprovitých ryb a podpora dravých druhů

Všechny tyto alternativní zásahy mají několik podmínek pro to, aby mohly být úspěšné. Je nutné si uvědomit, že se jedná o opatření, která řeší vesměs důsledek a nikoliv příčinu problému s nadměrným květem sinic ve vodních nádržích. Navíc jsou dle dosavadních zkušeností krátkodobá až střednědobá. V každém případě je nutné primárně řešit problém z hlediska přítoku živin do nádrže. Kromě toho by neměly být v nádrži obsádky zoobenthofágických ryb podporujících přerývání dna uvolňování fosforu ze sedimentu. Jednoznačně nejméně vhodnou rybou je kapr, který dokáže při hledání potravy přerývat sediment až do hloubky 30 cm. Také další kaprovité ryby, jako například cejn velký, působí v tomto směru negativně.

Pro námi sledované nádrže lze z tohoto souboru opatření doporučit především využití všech dostupných biologických zásahů, tj. makrovegetace pro vázání živin (a případně její periodické odstraňování) a také vhodné rybí obsádky. Je zřejmé, že tyto zásahy mají svou omezenou účinnost, a proto je vhodné v řádně odůvodněných případech uvažovat i o dalších krocích. Za reálné považujeme již vyzkoušené použití hlinitého koagulantu PAX 18 a také je vhodné pokračovat ve výzkumu využití elektrokoagulace v poloprovozních a následně provozních podmínkách. Loňský zásah na přehradě Mšeno II. v Jablonci nad Nisou (s plochou cca 5 ha) touto metodou byl úspěšný, došlo k poklesu koncentrace sinic z desítek tisíc buněk na ml vody na jednotky buněk. U menších nádrží je možné zvážit též aeraci, která však není technicky zvládnutelná na Máchově jezeře vzhledem k jeho velké ploše a objemu zadržené vody (jedná se o 6,5 mil.m³ vody, kterou je třeba uvést do pohybu). Navíc na Máchově jezeře dochází k výměně vody vlivem teplotní stratifikace prakticky denně, vznikalo

by tedy jakési antimíchání. Prokysličování vody nemá smysl, protože v současné době je kyslíková bilance pozitivní a prakticky stejná u hladiny i u dna.

Za jediný doposud osvědčený a fungující způsob eliminace nadměrného květu sinic v této lokalitě tak lze zatím označit aplikaci PAXu, nicméně je nutné poznamenat, že se jedná o opatření s krátkodobým účinkem a nelze ho opakovat po neomezeně dlouhou dobu. Neřeší příčinu květu sinic, pouze důsledky.

V letech 2005, 2006, 2007 a 2008 proběhla na Máchově jezeře aplikace PAX-18. Pro aplikaci stejně byla využita upravená osobní loď Máj 200 229 Regio MK. Odběry vzorků a měření (průhlednost vody, teplota, nasycení kyslíkem, hliník, pH, KNK_{4,5}, chemické ukazatele, fytoplankton, zoobentos, nítěnky, zooplankton a sediment) prokázaly, že se po aplikaci PAXu nevytvořila dlouhodobější teplotní a kyslíková stratifikace a nedochází k tvorbě zvodněného sedimentu, který se tvořil v letech před aplikací sedimentu a vedl ke snazšímu uvolňování P do vody. Hodnota Al se po aplikaci ztrojnásobila, v podzimním období klesla na cca původní úroveň. Rozvoj fytoplanktonu (sinic) po aplikaci PAX-18 nepřesáhl v roce 2006 ani jednou (z 51 vzorků) na limitní hodnotu 10⁵ buněk na 1ml. Vliv aplikace PAXu na larvy komárů a další živočichy nebyl prokázán nebo byl pouze přechodný, při odběru zoobentosu v Břehyňské zátoce byla objevena škeble rybníčná, na hlavní pláži různé věkové kategorie raka bahenního. Rybářské hospodaření bylo výrazně extenzivní, doplňovány byly mladé věkové kategorie dravých ryb (sumec, candát). Rybí obsádka byla v dobré zdravotní kondici. Žádné nežádoucí jevy ve vodním ekosystému spojené s aplikací PAX-18 tak dosud nebyly pozorovány, nicméně doporučujeme provádět monitoring i v dalších letech, a to z důvodu možných dlouhodobějších změn, které mohou být pozitivní (stabilizace P v sedimentu aj.).

4.3.3 Návrh způsobu rybářského hospodaření na rybnících

Skladba rybí obsádky je na rybnících trpících nadměrným květem sinic jedním ze základních faktorů. Může přispívat velice negativně spolu se souvisejícími hospodářskými zásahy (krmení, hnojení, manipulace s vodou) ke zvyšování obsahu živin a k jejich uvolňování do formy využitelné sinicemi. Kromě již zmiňovaného přerývání dna kaprovitými rybami (zejména těžší obsádkou kapra) působí negativně i některé drobné kaprovité ryby vyskytující se ve velkém počtu (plotice obecná, cejn velký, karas stříbřitý aj.), protože zejména jejich juvenilní jedinci jsou významnými zooplanktonofágy, tedy přispívají k úbytku zooplanktonu schopného v určité fázi rozvoje mikrofyty tlumit. Dále dochází při vysokých obsádkách kaprů vlivem přerývání dna k trvalému zákalu vody znemožňujícímu rozvoj submerzních makrofyty příznivě ovlivňujících vázání živin včetně fosforu.

Proto je možné stanovit několik zásad pro rybářské hospodaření:

- Je třeba držet obsádku kapra nejvýše na dolní hranici polointenzity. Na Břehyni se rybářské hospodaření řídí plánem péče pro NPP, na Máchově jezeře se kapr nevysazuje vůbec. Pro ostatní nádrže by mělo platit omezení výlovku kapra do 400 kg/ha využitelné vodní plochy.
- Přikrmování obilovinami na rybnících s obsádkou kapra je možné, ale maximálně do výše krmného koeficientu 2, tedy dvojnásobku váhy krmiva na přírůstek obsádky. Není vhodné vždy vylučovat paušálně krmení, protože přikrmování v rozumné míře jednak snižuje aktivitu kapra při hledání potravy a přerývání dnových sedimentů a jednak přispívá k tomu, že v nádrži zůstává relativní dostatek přirozené potravy i pro další vodní a na vodu vázané živočichy (obojživelníci, ptáci apod.). Nemusí ani platit, že ideální je z obsádky v nádrži kapra zcela vyloučit, protože v nádržích s vyšší hladinou trofie (což je řešený případ), a případně také v nádržích napuštěných po odbahnění zejména suchou

cestou, dochází k prudkému rozvoji makrofyt, což působí zprvu pozitivně jak z pohledu fixace živin, tak i z pohledu biodiverzity, nicméně následuje poměrně rychlé zarůstání vodní plochy a omezování všech funkcí nádrže! Vyvážená obsádka kapra dokáže bouřlivý rozvoj makrofyt dle potřeby redukovat.

- V žádném případě nedopustit hnojení rybníků.
- Poměrně bezproblémovým druhem kaprovitých ryb z hlediska chovu je lín obecný, vhodný zejména pro menší nádrže. Samozřejmě jeho hospodářský význam je výrazně nižší než u kapra.
- Naopak pozitivně působí v nádržích dravé ryby, a to svou schopností více či méně účinně tlumit přemnožené populace ryb kaprovitých. Za druhy vhodné pro nádrže v povodí Robečského potoka považujeme štika obecnou a candáta obecného, na Máchově jezeře potom ještě sumce velkého a bolena dravého. Vysazování doporučujeme v následujících množstvích - štika obecná - 300 - 500 ks Š_r /ha nebo 30 - 50 ks Š₁/ha, candát obecný - 200 ks Ca₁ /ha. Tato množství lze samozřejmě i překročit, je však nutné si uvědomit, že dojde k autoregulaci početnosti dravých ryb v závislosti na potravní nabídce a kapacitě prostředí, což se týká zejména štiky obecné ve vztahu k množství a dostupnosti vhodných úkrytů v nádrži. Tato množství dravých ryb by měla být vysazována každoročně i do nádrží, které jsou obhospodařovány vícehorkově. Iničiální obsádka po napuštění může být potom až dvojnásobná.
- Sádky v Doksech nepůsobí významné problémy z hlediska negativního ovlivnění kvality vody, jsou ve funkci pouze přechodnou dobu (od výlovu do prodeje), a to v dobu, kdy není problém kvality vody v Máchově jezeře vzhledem k jeho rekreačnímu využití významný.
- Sumce velkého doporučujeme na základě dosavadních zkušeností s jeho chovem na této lokalitě na Máchovo jezero, protože dokáže lovit i větší exempláře cejna velkého. Jeho vysazování se bude vždy řídit dostupností násad, je vhodný do vícehorkového hospodaření, které na Máchově jezeře probíhá. Za pokus stojí dle našeho názoru doposud nerealizované vysazení obsádky bolena dravého jako hladinového predátora juvenilních ročníků kaprovitých ryb v pelagiálu.
- Případné biomeliorační využití amura bílého na tlumení nadměrně rozšířených makrofyt ponecháváme na aktuálním stavu jednotlivých nádrží, doporučujeme však vždy pečlivě zvážit jeho nasazení. Mechanické odstranění biomasy makrofyt je vždy účinnější z pohledu odstranění živin vázaných do jejich těl, ovšem na větších vodních plochách je v plném rozsahu technicky téměř nerealizovatelné. Na základě zkušeností s nasazením amura bílého na Břehyňském rybníku se jeví efekt tohoto opatření jako málo významný až téměř nulový.

Lze konstatovat, že na sledovaných nádržích obhospodařovaných firmou Rybářství Doksy, s.r.o., většinou nedochází k problémům. Úpravy obsádek dravých ryb, resp. jejich navýšení je nutné projednat z pohledu ekonomického, nelze vyloučit, že se bude jednat o ztrátové hospodaření, proto je na místě podpořit takové hospodaření jako určitý typ ochranného managementu.

Zásadně však je třeba zajistit, aby nedošlo k privatizaci rybníků v povodí (Čepelský rybník, Poselský rybník), jelikož při soukromém vlastnictví nádrže nelze zajistit možnost pozitivního hospodaření na nádrži na úkor vysoce komerčního využití.

4.3.3.1 Rybník Pateřinka

Rybníky využívané jako revíry pro sportovní rybáře mají několik specifíků. Vesměs se dlouhodobě nevypouštějí, tedy není možné rybí obsádku periodicky kontrolovat. Na druhou stranu netrpí většinou výše uvedených negativních jevů jako následku intenzivní obsádky, protože ryby jsou průběžně z vodní nádrže odlovovány. Může zde docházet k masivnímu rozmnožení některých drobnějších druhů ryb (cejn, plotice, okoun aj.), proto je důležité udržovat zde dostatečnou obsádku dravců (štika obecná, candát obecný). Na rozdíl od chovných rybníků je zde zvýšený pohyb lidí na břehu, který může například rušit hnízdící ptáky, proto je vhodné na některých lokalitách omezovat například místa k rybolovu, počet zároveň lovících rybářů apod. Negativním vlivem může být také v posledních letech stále více se rozmáhající krmení ryb sportovními rybáři, proto je vhodné na některých lokalitách krmení omezovat či vyloučit zcela.

Pro aktivní zarybňování ze strany sportovních rybářů doporučujeme následující druhy a jejich množství (pro celou plochu tzn. 2 ha):

- Kapr obecný K_3 - 400 ks ročně minimálně v lovné velikosti, vysazení provést ve dvou termínech - květen a říjen. Není vhodné vysazovat kapry v menších velikostech, protože jejich výskyt bude trvalejší (minimálně jednu sezónu, než dorostou do lovné velikosti). Naopak při vysazení kaprů ve větší velikosti než je minimální lovná míra dojde na základě zkušeností z jiných revírů o podobné rozloze k vychytání 80 % ryb do 14 dnů.
- Lín obecný L_2 - 500 ks ročně. Jedná se o v poslední době mizející typický druh rybníků v teplejších oblastech, lín nepůsobí destruktivně na rybníční ekosystém.
- Candát obecný Ca_1 - 200 ks ročně. Dravý druh lovcí především mladší věkové ročníky ryb.
- Štika obecná \check{S}_1 - 100 ks nebo \check{S}_0 - 2500 ks ročně. Dravý druh obývající zejména v menších velikostech litorály, je schopna lovit i větší ryby. U tohoto druhu funguje regulace početnosti díky silnému kanibalismu, tedy nehrozí jeho přemnožení. Navíc je poměrně často úlovkem sportovních rybářů. Početnost je vyšší na lokalitách s větším množstvím úkrytů.

Doporučené omezení - Zakázat krmení a používání krmítek při lovu ryb.

4.3.4 Návrh nutnosti odbahnění rybníků v zájmovém území z hlediska ochrany kvality vody v Máchově jezeře

Výsledkem průzkumu rozložení sedimentů ve vodních nádržích v zájmovém území je doporučení k realizaci odbahnění jednotlivých nádrží a rybníků s cílem zajištění maximálního efektu pro zlepšení kvality vody v Máchově jezeře.

Obecnou zásadou pro formulaci doporučení je předpoklad, že smysl má těžit sedimenty, které se do nádrží dostaly v posledních letech a nikoliv s největší pravděpodobností historické nánosy. Kromě toho pak eliminovat další pohyb sedimentu v hydrografické síti. Efektivního řešení dnes bohužel není možné dosáhnout bez současné aplikace chemických přípravků ke stabilizaci fosforu v sedimentech.

Závěry pro jednotlivé vodní nádrže a rybníky jsou formulovány v následujících odstavcích.

4.3.4.1 Dokeská zátoka

Dokeská zátoka je silně zabahněna, sediment má relativně vysoký podíl minerálního materiálu, pocházejícího jednak z erozních procesů na zemědělské půdě a jednak z kanalizace v Doksech. Sediment je silně zatížen živinami a jeho objem, dosahující cca 1/3 celkového objemu zátoky nad hrázkou ovlivňuje samotnou její retenční funkci.

Proto je doporučeno provést odbahnění prostoru nad hrázkou při zachování litorálu tak jak je citováno v předchozích odstavcích kapitoly Závěry.

Součástí odbahnění bude vybudování stabilního příjezdu do prostoru zdrže, aby bylo možno čištění snadno opakovat. Po odtěžení sedimentu by nové dno mělo být preventivně ošetřeno přípravkem PAX, aby bylo co možná eliminováno další uvolňování fosforu do vody.

Veškerá aplikace PAX bude podmíněna v Dokeské zátoce stejně jako v Máchově jezeře operativním monitoringem a vyhodnocením vlivu aplikace na ekosystém (zejména s důrazem na předmět ochrany NPP SWAMP).

Použití koagulantu PAX-18 se předpokládá pouze v období, kdy by došlo k tvorbě zvodnělého sedimentu nade dnem Máchova jezera. Ten se tvořil před aplikací a zmizel bezprostředně po 1. aplikaci, současně se výborně upravily i kyslíkové poměry mezi hladinou a dnem, takže ani v nejteplejším a bezvětrném počasí nebyl zjišťován významný rozdíl v koncentraci O₂, což je důležité z hlediska minimalizace uvolňování fosforu ze sedimentu. Zvodnělý sediment se vyskytoval v mocnosti cca 67 - 70 cm na hloubkách kolem 3 m. V této době aplikace v Břehyňské zátoce nebyla prováděna do roku 2007. Ani v budoucnu se aplikace PAXu v Břehyňské zátoce nepředpokládá – je příliš mělká a zvodnělý sediment zde nebyl zjištěn. Břehyňská zátoka kromě toho zejména koncem celého období aplikace zarůstá silně ponořenou vodní vegetací (rdesty, stolístek, v r. 2009 byla dominantní rostlinou Řečanka přímořská (*Najas marina*). Též se objevily natantní kořenující rostliny (stulík, leknín) a došlo k rozšíření rákosinových litorálů.

V roce 2009 došlo k tak významnému rozvoji populace Řečanky přímořské, že její porost vykazoval průkazný alelopatický vliv na fytoplankton, tj. i sinice (podobnou zkušenost je i z Novozámeckého rybníka při vyloučení obsádky kapra a plošné dominanci Řečanky přímořské). Průhlednost vody v Břehyňské zátoce byla relativně vysoká (až 1,2 m), což je prakticky dvojnásobek průhlednosti ve vodě Máchova jezera.

RNDr. Richard Faina předpokládá, že pro biocenózu SWAMPu může být v případě kontaminace vodou z Máchova jezera nebezpečnější alelopatický vliv sinic, než nepatrná koncentrace hliníku, která ve vodě Máchova jezera po aplikaci krátkodobě přetrvává (alelopatický vliv = inhibice rozvoje některých druhů v okolním prostředí).

Po čtyřleté aplikaci PAX-18 se nepodařilo vysledovat ani nejmenší dlouhodobější inhibiční vliv na necílové organismy Máchova jezera, spíše naopak došlo k rozvoji řady rostlinných druhů, které zde nebyly před aplikací pozorovány. Jednalo se skutečně téměř o homeopatické dávky PAX-18.

Současně je třeba uvážit přenos Řečanky přímořské (*Najas marina*) z Břehyňské zátoky po předchozí aplikaci vápna do Dokeské zátoky. K jejímu rozšíření do prostoru Máchova jezera by nemělo dojít vzhledem k tomu, že zátoka je oddělena od jezera hrázkou a z Břehyňské zátoky, která je v přímém kontaktu s jezerem k šíření rostliny dosud nedošlo.

4.3.4.2 Máchovo jezero

Průzkum množství, rozložení a kvality sedimentu byl prováděn v minulosti podnikem Vodní díla TBD a.s. v rámci přípravy projektu odbahnění Máchova jezera.

Výsledky tohoto průzkumu byly převzaty pro řešení Studie a na základě jejich zhodnocení byl formulován následující závěr.

„Tvrdé“ dno Máchova jezera je velmi členité a při kompletním odtěžení sedimentu (které je díky jeho objemu finančně zcela nereálné) by vznikla celá řada nevypustitelných lokalit, což mimo jiné naznačuje na historický původ organogenních sedimentů v lokalitě.

V poslední době je voda v Máchově jezeře po aplikaci přípravku PAX dobrá, dno je stabilní a vodní sloupec nesyčen kyslíkem v celé výšce až ke dnu. Rybí hospodářství je vyvážené tak, že nedochází k přerývání dna rybou a resuspendaci sedimentu. Anaerobní černý sediment je uzavřen plošně pod vrstvou relativně čistého písku.

Za těchto podmínek se těžba jeví jako spíše kontraproduktivní a není v současných technických možnostech, provést ji efektivně a se zárukou úspěchu co do vyřešení problémů s kvalitou vody. Jen lokální odtěžení tak, jak bylo navrhováno v původním projektu by v podstatě neřešilo problém celkově a jeho význam pro zlepšení situace s koloběhem živin je diskutabilní.

Proto zpracovatelé Studie doporučují prozatím upustit od těžení sedimentu ať již suchou nebo mokrou cestou. Naopak je doporučováno provádět časný a pečlivý monitoring stavu kvality vody a preventivně mít připraven sanační zásah přípravkem PAX pro případ, kdyby došlo ke vzniku redukčních podmínek a resuspendaci sedimentu, spojeného s masivním uvolňováním fosforu do vodního sloupce.

4.3.4.3 Čepelský rybník

Čepelský rybník je silně zabahněn, sediment má relativně vysoký podíl minerálního materiálu, pocházejícího z erozních procesů na zemědělské půdě. Sediment je silně zatížen živinami a jeho objem, dosahující cca 55 % celkového zásobního objemu nádrže ovlivňuje samotnou její funkci co do zachycování sedimentu díky době zdržení.

Proto je doporučeno provést odbahnění celého prostoru nádrže. Nádrž se tak stane ochrannou předzdrží Máchova jezera, zlepšující kvalitu vody i v ostatních ukazatelích. Tomuto účelu je třeba podřídit i manipulaci na nádrži a rybí obsádku.

Součástí odbahnění bude vybudování stabilního příjezdu do prostoru zdrže, aby bylo možno čištění snadno opakovat. Po odtěžení sedimentu by nové dno mělo být preventivně ošetřeno přípravkem PAX, aby bylo co možná eliminováno další uvolňování fosforu do vody. Vzhledem k tomu, že je navrženo odbahnění mokrou cestou, nedojde po aplikaci PAXu k napouštění nádrže, a proto by také nemělo dojít k vypláchnutí aplikované látky z nádrže.

Pro možnost těžení sedimentu v budoucnosti z nádrže je účelné realizovat na nátoku do nádrže ponořenou hrázku za níž se sediment přednostně zachytí.

4.3.4.4 Poselský rybník

Poselský rybník je sice silně zabahněn (objem měřeného sedimentu dosahuje cca 1/3 celkového zásobního objemu nádrže) nicméně sediment je silně organogenní a podle tvaru dna je s největší pravděpodobností historického původu.

Kvalita vody v rybníce je dobrá, dno je stabilní a ani při manipulacích nebo výloveh nádrže nedochází k významné resuspendaci sedimentu. V případě úspěšných realizací protierozních opatření (zachycení sedimentu) na levostranném přítoku Poselského rybníka od Tachovského vrchu není nutno řešit ani větší množství sedimentu, uložené v prostoru tohoto přítoku, které je zjevně erozního původu.

Kromě toho je odtok z Poselského rybníka kontrolován rybníkem Čepelským, který bude po odbahnění fungovat jak účinná ochranná předzdrž a dále pak ponořeným stupněm v Dokeské zátoce, která bude rovněž fungovat jako nárazníková zóna pro Máchovo jezero.

Z výše citovaných důvodů zpracovatelé Studie nepovažují odbahnění Poselského rybníka za prioritu z hlediska zlepšení kvality vody v Máchově jezeře.

4.3.4.5 Pateřinka

Rybník Pateřinka je sice silně zabahněn (objem měřeného sedimentu dosahuje cca 37 % celkového zásobního objemu nádrže) a sediment je částečně minerálního, tedy erozního, původu.

Kvalita vody v rybníce je ale dobrá, dno je stabilní a ani při manipulacích nebo výloveh nádrže nedochází k významné resuspendaci sedimentu. Rybník je navíc v posledních letech i s výhledem do budoucna provozován jako boční, takže s přírůstkem sedimentu nelze počítat. Kromě toho je rybník Pateřinka prvním v kaskádě na Robečském potoce a jeho odtok je kontrolován rybníkem Poselským a Čepelským, který bude navíc po odbahnění fungovat jak účinná ochranná předzdrž a dále pak ponořeným stupněm v Dokeské zátoce, která bude rovněž fungovat jako nárazníková zóna pro Máchovo jezero.

Z výše citovaných důvodů zpracovatelé Studie nepovažují odbahnění rybníka Pateřinka za prioritu z hlediska zlepšení kvality vody v Máchově jezeře.

4.3.4.6 Břehyně

Rybník je silně zabahněn, nicméně sediment je vysoce organický, pevné dno neodpovídá tvaru rybniční pánve, a proto se s vysokou pravděpodobností jedná o sedimenty historické. Při opatrné manipulaci, vhodné rybí obsádce a dobrém stavu vypouštěcí stoky nedochází k velké resuspendaci sedimentu a jeho posunu směrem do Máchova jezera. Voda je dlouhodobě čistá, vodní sloupec je stabilně prokysličen od hladiny až ke dnu. Rybník proto není významným nebezpečím pro Máchovo jezero, naopak, celý rybník je rezervací s výskytem chráněných rostlin.

Na základě výše uvedených skutečností zpracovatelé Studie doporučují ponechat nádrž ve stávajícím stavu a pouze zajišťovat průběžnou údržbu stoky a vhodnou manipulaci, avšak zajistit snížení obsádky kapra (doporučené na jiných místech kapitoly Závěry).

4.3.5 Odhad vlivu navržených opatření na rybnících na kvalitu vody v Máchově jezeře

Opatření, navrhovaná jak v povodí, tak na jednotlivých vodních nádržích v zájmovém území mají jednoznačný cíl, specifikovaný snahou o zlepšení kvality v Máchově jezeře. Hlavním ukazatelem kvality vody je její trofický potenciál, daný jednak poměrem živin, ale vzhledem k přebytku ostatních se v zásadě jedná o snížení množství biodostupného fosforu ve vodě. V případě úspěchu dojde zákonitě ke snížení množství řas a sinic obsažených ve vrcholech vegetační sezóny ve vodním sloupci. Pokud se podaří dosáhnout tohoto stavu, dojde pochopitelně i ke zlepšení kvality vody z jezera odtékající.

Uvedeného efektu lze dosáhnout jednak opatřeními v povodí, jednak přímo v nádrži, nicméně společně cílícími na snížení obsahu fosforu ve vodě. Jedná se především o redukci příspěvků z bodových zdrojů, plošných zdrojů a dále pak přímo z nádrží.

Druhým typem opatření, které je třeba uvažovat (avšak bylo by hrubou chybou na něj spoléhat jako na hlavní a jedinou cestu) je imobilizace fosforu v dnovém sedimentu chemickou cestou, kdy nejlépe se dosud osvědčil přípravek PAX na bázi iontů hliníku.

Na tomto místě je však třeba upozornit, že Studie analyzovala celkovou situaci v zájmovém území a všechny potenciální zdroje znečištění. Velké rezervy byly shledány v protierozní ochraně a transportu sedimentu, v depozicích vysoce úživného sedimentu ve všech nádržích v zájmovém území a dále pak v řešení likvidace splaškových odpadních vod v některých obcích i rekreačních objektech.

K eliminaci všech uvedených zdrojů byly v rámci Studie navrženy efektivní a technicky schůdné způsoby řešení. Nicméně především co se týče řešení zásahů v krajině, nelze počítat s rychlým efektem. Stejně tak otázka vyřešení likvidace splaškových vod není otázkou jednoho roku.

Navíc výsledky rozborů kvality vody v Robečském potoce naznačují, že již pozadí odtoků ze zemědělského povodí je dostatečně vysoké v ukazateli celkového fosforu, že téměř bez příspěvku ostatních zdrojů by dokázalo udržet v chodu eutrofní projevy v nádrži. Fosfor je navíc látkou, která ze systému v podstatě nemůže vypadnout a jeho zásoby v dnových sedimentech Máchova jezera jsou obrovské. Při nevhodných podmínkách, správě nebo manipulaci může stejně jako v minulosti, i v budoucnosti dojít k jeho remobilizaci.

Proto je velmi těžké jednoznačně odpovědět na otázku „jaký bude vliv realizace navržených opatření na kvalitu vody odtékající z Máchova jezera“. Jediná odpověď, kterou je možno poskytnout s jistotou – při dodržování kázně a realizaci kteréhokoliv z doporučených opatření se bude zlepšovat kvalita vody do Máchova jezera přítékající. Vzhledem k jeho objemu, bude vždy i do vzdálené budoucnosti, kvalita vody z jezera odtékající záviset jednoznačně především na stavu a procesech jezera samotného a ten lze ovlivnit především dobrou organizací rybní obsádky a hospodaření, nepřetěžováním nádrže rekreací a snahou o stabilizaci povrchu sedimentu a zajištění aerobních podmínek v celém vodním sloupci.

V případě porušení zmíněné stability se pravděpodobně ani v budoucnu nebude možno vyhnout sanačním zásahům ať již přípravkem PAX nebo jeho modernějších následovníků v budoucnosti.

4.3.6 Posouzení možného vlivu odbahnění rybníků v zájmovém území na kvalitu podzemních vod

V rámci předkládané Studie nebyl prováděn průzkum hydrogeologický. Nicméně z obecných soustředěných informací jasně vyplývá, že celá oblast se nachází v silně propustných materiálech písčitého charakteru (CHOPAV Česká křída). Rybniční pánve pak s největší pravděpodobností představují historicky rašelinné polohy stejně jako v současnosti velmi ceněná lokalita NPP SWAMP.

Z těchto charakteristik i z toho, že rybníky vůbec bylo možno napustit, je zřejmé že buď zvodeň zasahuje až k povrchu, nebo (a to je mnohem pravděpodobnější) se v určité hloubce pod písčítým dnem nádrží nachází nepropustné dno (či strop), oddělující povrchovou vodu od hlubinných křídových zvodní.

Tyto zvodně spolu obvykle nekomunikují. Pro ochranu křídových zvodní i jejich zdrojových oblastí je nezbytně nutné, aby při odbahnění nedošlo k porušení nepropustných vrstev pod dnem řešených rybníků, to znamená pokud bude docházet k odbahnění rybníků, musí být provedeno citlivě, bez přehloubení a na základě podrobného průzkumu dna nádrže.

Nicméně tato skutečnost nepředstavuje nijak závažné riziko, protože nezbytnou součástí každého projektu odbahnění je podrobný hydrogeologický průzkum lokality, který na tuto položenou otázku odpoví mnohem kvalifikovaněji a přesněji než je možno učinit v předkládané generelní Studii.

Kromě toho, obecně vzato – pokud bude z nádrže odstraněn zvodnělý sediment, obsahující řadu škodlivin a bude ponechán jen čistý písek, nemůže takový zásah mít negativní dopad na kvalitu vody, dotující křídovou zvodeň v rámci její oblasti přirozené akumulace.

4.4 Ovlivnění hydrologické bilance a odtokových poměrů v povodí

4.4.1 Rámcový návrh revitalizace toků a krajiny v zájmovém území s ohledem na zadržení vody v krajině a posouzení efektu takových opatření

Celkově vzato (podrobně viz. kapitola terénních průzkumů) je stav koryta i nivy Robečského i Břežňanského potoka velmi dobrý a vcelku přirozený. Břežňanský potok prochází v celé své délce zcela plochým územím a jeho koryto je sice zahloubené, ale jinak přirozené, a to i co se týče trasy. Robečský potok prochází v určité délce intravilány obcí Okna, Obora a Doksy, ale mimo něj je rovněž zcela přirozený a i v jejich rámci není jeho koryto ve výrazně špatném stavu. V zájmovém území je výjimečně řídká hydrografická síť a kromě uvedených dvou potoků se v podstatě žádný jiný tok v zájmovém území nenachází.

Jak prokázala řada prací v poslední době, včetně prací zpracovaných přímo zpracovateli Studie, ukazuje se, že vliv koryta na transformaci průtoků rychle klesá spolu s jeho kapacitou na straně druhé a rostoucími průtoky. Pokud je tedy snahou dosáhnout maximální transformace povodňové vlny, je snahou navrhovat koryto co nejmenší a nivu pak co nejplošší a nejdrsnější. To v podstatě vylučuje její využití k jakémukoliv hospodářskému účelu. Tyto podmínky jsou téměř zajištěny na Břežňanském potoce, na Robečském potoce ale vzhledem k jeho průchodu intravilány, není možné podmínky výraznějších rozlivů zajistit. Při aplikaci lokálních retencí nebude jejich význam velký, naopak za cenu velkých investic a zásahů, protože vodu rozlitou z koryta do ploché nivy bude třeba spolehlivě soustředit zpět do

potoka před vstupem do dalšího intravilánu. Navíc na toku je celá kaskáda nádrží, které při vhodném způsobu manipulace mohou poskytnout transformaci a retenci podstatně větší.

Jak se však ukazuje podle dosavadních zkušeností i zjištění, není retence povodňových průtoků zásadním problémem zájmového území a nemá nijak zásadní význam pro kvalitu vody v nádržích. Nejvýznamnější komplikací, související s přívalovými dešti a jimi vyvolanými odtoky je stav kanalizační sítě v Doksech s případnou možností vyplachování splaškové kanalizace při zvýšených odtocích v kanalizaci dešťové. Možnosti rozlítí vody s cílem jejího dočištění například nad Dokeskou zátokou do lužního lesa byla rovněž diskutována a nedoporučena v příslušných odstavcích kapitoly 4.1.1.

Mnohem větší význam pro zvyšování retence vody v zájmovém území by tak měla opatření přímo v povodí a to především v trasách obou údolnic obcházejících z jihu i severu Tachovský vrch, případně celkově na zemědělských pozemcích. Souvislost takových opatření s ochranou kvality vody v Máchově jezeře však spočívá pouze v tom zabránit co největší části vody, zatížené úživným sedimentem dosáhnout hydrografické sítě.

Jako vhodné opatření v tomto případě se jeví nebudování svodných příkopů, ale naopak rozlítí soustředěných průtoků do plochých údolnic, které budou za tím účelem vyřazeny z intenzivního využití a přeměněny na pásy trvalého drnu nebo dokonce na biokoridory ponechané vlastnímu vývoji.

4.5 Návrh monitoringu

Na základě zkušeností získaných při provádění operativního monitoringu, zajišťovaného v řešeném povodí v období řešení Studie a provozování měrných stanic v jiných experimentálních povodích zpracovatele studie, byla navržena koncepce monitoringu, který by měl být v budoucnu realizován. K realizaci byly navrženy dva druhy monitoringu.

Prvním typem je monitoring trvalý, který by byl provozován trvale na vybraných profilech, a který by sledoval kvalitu vody a průtoky kontinuálně. Druhým je monitoring dočasný, který by sledoval kvalitu vody při realizaci navržených opatření v povodí (například odbahňování rybníků, výlovu rybníků, případně aplikaci PAXu a dopadů aplikace PAXu na řašelinné a mokřadní i ostatní ekosystémy zejména na NPP SWAMP, kvalitu vody odtékající z Máchova jezera, případně z Čepelského rybníku po aplikaci PAXu) a umožnil tak získat podklady pro hodnocení efektivity opatření.

Navržená koncepce zahrnuje doporučení vhodných profilů a četnost odběrů, vhodných ukazatelů kvality vody a doporučení metodiky měření, a tím i vybavení měrných profilů. Návrh monitoringu zahrnuje i orientační kalkulaci na pořízení a následné provozování monitoringu.

4.5.1 Doporučené lokality

Výběr lokalit k provozování trvalého monitoringu vycházel z požadavku na průběžné sledování kvality vody na dvou hlavních přítocích Máchova jezera (Břežňanský a Robečský potok) a zároveň z požadavku na možnost odhalit případné ovlivnění kvality vody vlivem vypouštění znečištěných vod z obcí situovaných převážně na Robečském potoce. Dalším kritériem pro výběr vhodných profilů byl požadavek na stanovení míry ovlivnění kvality vody vlivem průtoku vody přes rybníční soustavu nacházející se na Robečském potoce.

V neposlední řadě byla jedním z kritérií volby umístění profilů možnost vypracování celkové bilance koloběhu živin a znečištění v povodí. S ohledem na daná kritéria byly pro trvalý monitoring zvoleny 4 následující profily (viz grafická příloha 18):

1. Profil na Robečském potoce pod hrází Máchova jezera.
2. Profil na Robečském potoce nad jeho zaústěním do Máchova jezera.
3. Profil na Robečské potoce těsně nad obcí Okna. Nejlépe v místě současného monitoringu, který provádí ZVHS.
4. Profil na Břežňanském rybníce pod MVN Břežňyně v místě profilu č.3, kde probíhal operativní monitoring zpracovávaný v rámci této studie.

Lokality pro dočasný monitoring, který by se prováděl po dobu realizace případně ještě krátkou dobu po realizaci specifického opatření v povodí, nelze předem přesně specifikovat. Nicméně lze říci, že dočasný monitoring bude nutné provádět pod a nad místem realizace opatření, a to po určité období (1 rok) před a po realizaci příslušného opatření.

Jako příklad operativního monitoringu lze uvést sledování vlivu odbahnění, stabilizace dna a vybudování ponořené hrázky na Čepelském rybníku. Zde by bylo účelné sledovat po dobu jednoho roku pod hrází rybníka kvalitu vody s četností odběrů cca 1 až 2 měsíce. Obdobné odběry by bylo účelné provádět po dobu 1 až 2 let po odbahnění nádrže a realizaci následných dalších opatření. Při aplikaci PAXu by bylo třeba sledovat i koncentraci hliníku ve vodě nad a pod nádrží.

4.5.2 Doporučené ukazatele, četnost jejich stanovování a doporučená metodika

Při výběru vhodných ukazatelů pro sledování kvality povrchové vody byly voleny takové ukazatele, z nichž lze určit obsah živin ve vodě, charakter případného zdroje znečištění a jeho míru, a následně odhadnout vliv na vodní ekosystémy či vliv na změnu kvality vody v Máchově jezeře.

Jako vhodné ukazatele pro sledování kvality vody v rámci trvalého monitoringu byly označeny následující parametry: pH, teplota, konduktivita, nerozpuštěné látky, biochemická spotřeba kyslíku - pětidenní, chemická spotřeba kyslíku dichromanem, dusičnanový dusík, dusitanový dusík, amoniakální dusík, celkový dusík, fosforečnanový fosfor, celkový fosfor, chloridy. Tento výčet vhodných parametrů lze samozřejmě přizpůsobit měnícím se nárokům a není tedy fixní. Například při dočasném monitoringu, který by monitoroval stav vody po aplikaci PAXu či stav vody v toku při a po výlovehy rybníků, by bylo vhodné stanovovat rozpuštěný, nerozpuštěný a celkový hliník, apod.

Při volbě četnosti odběrů vody a jejich laboratorních rozborů je nutné přihlížet ke skutečnosti, že pohyb živin v povodí je do velké míry ovlivněn srážko-odtokovými vztahy. Z pohledu bilance živin je tedy zcela zásadní zachytit kvalitu vody v průběhu srážko-odtokové události, tedy při průběhu povodňové vlny. Z toho vyplývá potřeba odběru vzorků vody pomocí automatizovaného zařízení zvaného sampler, který je možné naprogramovat dle potřeby. Sampler lze nastavit například na odběr vzorků vody při zvýšených průtocích (průběh povodňové vlny) po daných časových úsecích, přičemž maximální počet vzorků, které jsou v současnosti na trhu dostupné samplery schopné odebrat, je 24. Celkové množství odebraných vzorků vody může být poměrně vysoké, protože náběh povodňové vlny je často velmi rychlý a realizuje se v rámci desítek minut. Je tedy zřejmé, že počet odebraných vzorků bude závislý na dané hydrologické situaci v povodí. Proto budou náklady (viz níže) na rozboru vody kalkulovány pro jeden sampler, tedy pro 24 vzorků.

Vzhledem k závislosti obsahu znečišťujících látek v toku na průtoku je v trvalém monitoringu počítáno s kontinuálním měřením průtoku vody daným profilem. Pro měření průtoku vody korytem je doporučena metoda kontinuálního měření úrovně hladiny vody v toku pomocí ultrazvukového čidla, které bude napojeno na ovládací stanici (dataloger) s dálkovým přenosem dat, a následné určení průtoku vody z konsumční křivky daného profilu. Vodoměrný profil by měl být doplněn vodočetnou laťí, která bude sloužit pro odečítání úrovně hladiny při případné poruše ultrazvukového čidla či datalogeru.

4.5.3 Kalkulace nákladů na pořízení a provozování monitoringu

Celkové náklady na zřízení a provozování monitoringu je nutné rozdělit na jednorázové, které jsou spojené se zřízením měrných profilů a osazením měrných profilů potřebnou technikou, a na náklady provozní, které zahrnují výdaje spojené s odběry vzorků, jejich dopravou do laboratoře, přípravou vzorků a vlastními rozborů vody, zpracováním dat a údržbou měrných profilů a osazené techniky.

Mezi **jednorázové (pořizovací) náklady** je nutné počítat stabilizaci a úpravu koryta toku v místě měrného profilu, která je nutná pro dostatečně přesné a reprezentativní měření průtoků. Dále je nutné započítat náklady na sestavení konsumční křivky daného profilu, náklady na nákup a instalaci měřící aparatury, která bude zahrnovat dataloger s GSM modulem, ultrazvukové číslu pro snímání polohy vodní hladiny, teplotní čidlo, srážkoměr, vodočetnou lať a sampler pro automatický odběr vzorků vody. V neposlední řadě sem patří náklady na nákup a instalaci ochranného přístřešku pro dataloger a sampler. Přehledný sumář nákladů pro jednotlivé varianty je uveden v **Tab. 4.5-1**.

Tab. 4.5-1 Náklady na zřízení jednoho profilu a jeho osazení měřící aparaturou

Název položky	MJ	množství	cena/MJ	celkem [Kč]
Náklady pro zřízení jednoho měrného profilu				
stabilizace koryta	bm	10	5 000	50 000
sestavení konsumční křivky	ks	1	20 000	20 000
dataloger + GSM modul	ks	1	40 000	40 000
ultrazvukové číslu	ks	1	20 000	20 000
teplotní čidlo	ks	1	24 000	24 000
srážkoměr s vyhříváním	ks	1	22 000	22 000
vodočetná lať (materiál)	ks	1	5 000	5 000
osazení (práce + materiál)	ks	1	30 000	30 000
sampler	ks	1	120 000	120 000
přístřešek pro sampler (prefa)	ks	1	20 000	20 000
stavba přístřešku osazení sampleru	ks	1	30 000	30 000
Celkem náklady na zřízení jednoho profilu				381 000

Předpokládané celkové náklady na zřízení monitorovací sítě by při navrženém počtu profilů - 4 profily (viz výše) byly 1 524 000,- Kč.

Celková suma **ročních provozních nákladů** na provozování jednoho měrného profilu se bude odvíjet od množství analyzovaných vzorků vody, počtu sledovaných parametrů a četnosti údržbových prací. **Tab. 4.5-2** ukazuje náklady vztahované na provozování jednoho

profilu při četnosti 24 vzorků za rok. Vzhledem k závislosti obsahu znečištění v toku na průtoku vody bude počet odebraných a analyzovaných vzorků pravděpodobně mnohem větší. Celkové náklady na provozování jednoho profilu by pak byly zákonitě vyšší než náklady, které jsou uvedené v **Tab. 4.5-2**.

Tab. 4.5-2 Roční náklady na provozování jednoho profilu při četnosti odběrů vzorků 24 za rok

Název položky	MJ	množství	cena/MJ	celkem [Kč]
Roční provozní náklady jednoho profilu				
správa + údržba profilu, správa dat	ks	1	30 000	30 000
analýza vzorku vody + doprava	ks	24	2 100	50 400
Celkem				80 400

Předpokládané celkové náklady na provozování monitorovací sítě by při navrženém počtu profilů - 4 profily (viz výše) a 24 analyzovaných vzorcích za rok byly 321 600,- Kč.

4.5.4 Závěr

Závěrem lze ke kalkulaci nákladů říci, že výše vyčíslené náklady je nutné chápat jako rámcový odhad, který rozhodně není položkovým rozpočtem. Nicméně je kalkulace zpracovaná na základě skutečných ceníků komerčních firem. Dále je potřeba poznamenat, že v reálné situaci se finální cena může lišit a bude do velké míry záviset na cenách jednotlivých dodavatelů a v případě analýzy vzorků i na zvoleném rozsahu ukazatelů, na dojezdové vzdálenosti laboratoře a na celkovém počtu analyzovaných vzorků vody.

Pokud budou ve finále v rámci sítě profilů trvalého monitoringu zřízeny 4 profily a u každého profilu bude proveden rozbor 24 vzorků za rok, tak celkové náklady na zřízení a provozování trvalého monitoringu dosáhnou v prvním roce výše 1 845 600,- Kč. V následujících letech odpadnou náklady na zřízení profilů a roční náklady tak klesnou na hodnotu 326 600,- Kč.

4.6 Rekapitulace návrhu opatření

Navržená opatření, popisovaná v jednotlivých kapitolách jsou zde přehledně uvedena:

- Realizace podrobných agrotechnických protierozních opatření na následujících lokalitách:
 - Pozemky přímo přiléhající ze západní strany ke státní silnici I/38 mezi obcemi Staré Splavy a Doksy
 - Prakticky souvislý věnec pozemků, přiléhajících k Tachovskému vrchu s tím, že nehorší je situace právě směrem ke státní silnici a obci Doksy (dvě údolnice by bylo velmi vhodné v celé délce a dostatečné šířce zatravnit, v ideálním případě využít například pro biokoridor)
 - Souvislý pás pozemků, táhnoucí se na terénním stupni těsně východně od linie tvořené obcemi Horky – Korce – Luka
 - Strmé svahy konvergentních tvarů jihozápadně od této linie
 - Kontrola hospodaření na pozemcích podle údajů ACHP
- Vybudování dostatečně kapacitní sedimentační jímky nad všemi propustky pod státní silnicí Praha – Česká Lípa. Jedná se především o tyto profily:
 - Propustky jižně od obce Staré Splavy

- Propustky severně u obce Doksy, procházející pod prostorem nádraží a průmyslového areálu
- Oblast podél jižní části obce Doksy
- Oblast v a kolem zástavby obce Okna
- Založení a rozšíření stávajících travní pásů podél vodotečí:
 - U pramenní oblasti levostranného přítoku Poselského rybníka západně od obce Obora, případně zde vybudovat sedimentační hrázku, aby povrchový odtok stagnoval nejdříve na zemědělském pozemku a odtékal pomalu teprve po odsazení sedimentu
 - Na levém břehu Robečského potoka bezprostředně nad obcí Okna
- Bodové zdroje znečištění:
 - odběr vzorků splaškových vod v přečerpávací stanici nad Dokeskou zátokou, posouzení přítoku splašků vzhledem ke srážkám, prověření objemu akumulčních nádrží a dimenze výtlačného potrubí, případná rekonstrukce přečerpávací stanice nebo výtlačku
 - kontrola 3 míst vyústění potrubí do Robečského potoka ve městě Doksy
 - zpracování kamerového průzkumu stávající sítě splaškové a dešťové kanalizace, zpracování pasportu obou typů kanalizačních sítí a následně časový plán rekonstrukce, oprav nebo pročištění stok
 - rekonstrukce splaškové kanalizace v kempu Borný s prodloužením k objektům individuální rekreace
 - projednání možnosti prodloužení výjimky pro kořenové čistírny obce Tachov
- Dokeská zátoka:
 - Rekonstrukce způsobu vypouštění prostoru za hrázkou (požeráková výpust, šoupátkové uzávěry na stávající potrubí, otočná kolena na stávající potrubí)
 - Rekonstrukce přelivů na koruně hrázky a stabilizace přelivné hrany
 - Vysazení rostliny Řečanka přímořská (*Najas marina*) po předchozím vápnění
 - Odbahnění prostoru nad hrázkou s následnou stabilizací dna aplikací PAXu (zachování stávajícího litorálního pásma)
- Čepelský rybník:
 - Odbahnění sedimentu s následnou aplikací PAXu na dno nádrže
 - Výstavba ponořeného stupně v nátokové části nádrže pro vytvoření sedimentační předzdrže
 - Zajistit kontrolované rybochovné využití nádrže
 - Citlivá manipulace a řízená rybí obsádka
 - Zajistit dodržování Manipulačního a provozního řádu nádrže
 - Zamezit privatizaci nádrže
- Břehyňský rybník:
 - Stabilizace odvodňovací stoky pilotovou palisádou s výpletem vrbovým proutím
 - Citlivá manipulace a řízená rybí obsádka
 - Snížit obsádku kapra
- Poselský rybník:
 - Zamezit privatizaci nádrže
 - Citlivá manipulace a řízená rybí obsádka

- Rybochovné hospodářství – dodržovat na všech nádržích zásady správného hospodaření
 - držet obsádku kapra nejvýše na dolní hranici polointenzity. Na Břehyni se rybářské hospodaření řídí plánem péče pro NPP, na Máchově jezeře se kapr nevysazuje vůbec. Pro ostatní nádrže by mělo platit omezení výlovku kapra do 400 kg/ha využitelné vodní plochy.
 - přikrmování obilovinami je možné, ale maximálně do výše krmného koeficientu 2, tedy dvojnásobku váhy krmiva na přírůstek obsádky
 - nedopustit hnojení rybníků
 - bezproblémovým druhem kaprovitých ryb z hlediska chovu je lín obecný, vhodný zejména pro menší nádrže
 - pozitivně působí v nádržích dravé ryby, a to svou schopností více či méně účinně tlumit přemnožené populace ryb kaprovitých. Vhodné druhy pro nádrže v povodí Robečského potoka jsou štika obecná a candáta obecný, na Máchově jezeře ještě sumec velký a bolen dravý
 - biomeliorační využití amura bílého na tlumení nadměrně rozšířených makrofyt je málo významné
- Lesní hospodářství – dodržovat na všech lesních plochách zásady správného hospodaření
 - optimalizovat síť a provedení lesních cest zejména v částech povodí s větším sklonem tak, aby nedocházelo ke koncentraci odtoku na cestách a podél nich, případně k následné erozi
 - optimalizovat složení lesních porostů směrem k přírodě bližší skladbě, tzn. v borových monokulturách uplatňovat vyšší zastoupení listnatých dřevin - břízy a zejména dubu.
- Vybudování profilů trvalého monitoringu, osazení měřicí technikou, zajištění měření a vyhodnocování dat na následujících profilech:
 - profil na Robečském potoce pod hrází Máchova jezera.
 - profil na Robečském potoce nad jeho zaústěním do Máchova jezera.
 - profil na Robečské potoce těsně nad obcí Okna. Nejlépe v místě současného monitoringu, který provádí ZVHS.
 - profil na Břehyňském rybníce pod MVN Břehyně v místě profilu č.3, kde probíhal operativní monitoring zpracovávaný v rámci této studie.

Závěrem je nutno uvést, že navržená opatření tvoří komplex, který není pochopitelně možno řešit ihned a v celém rozsahu, avšak je třeba přistoupit k postupné realizaci všech navržených opatření. Realizace žádného z navržených opatření jednotlivě neřeší totiž plně problematiku a některá opatření nemají bez realizace dalších opatření význam (např. odbahnění Čepelského rybníka a Dokeské zátoky bez současné realizace protierozních opatření). Navíc některá opatření jsou finančně méně náročná, u některých se jedná spíše o organizační zajištění, některá mají okamžitý efekt a některá naopak vyžadují delší dobu, než se pozitivní efekt projeví.

Dále jsou uvedena opatření, která by měla být realizována prioritně, protože jsou významná pro ovlivnění kvality vody v Máchově jezeře. Konkrétně se jedná o řešení lokalit, které jsou v přímém kontaktu s Máchovým jezerem nebo je příprava a vlastní realizace dlouhodobější záležitostí, případně se pozitivní dopad realizace opatření projeví až po delší době.

- Plošné zdroje znečištění:
 - realizace protierozních opatření na pozemcích přímo přiléhajících ze západní strany ke státní silnici I/38 mezi obcemi Staré Splavy a Doksy a vybudování kapacitní

- sedimentační jímky nad vtokem do propustku nebo trubního vedení nad železnicí (finančně i technicky nepříliš náročné)
- realizace protierozních opatření na souvislém věnci pozemků, přiléhajících k Tachovskému vrchu (možno realizovat v rámci probíhajících komplexních pozemkových úprav, ale této příležitosti je třeba neprodleně využít, protože po dokončení komplexních pozemkových úprav bude jakýkoliv další zásah ztížený)
 - Bodové zdroje znečištění:
 - zpracování kamerového průzkumu stávající sítě splaškové a dešťové kanalizace, zpracování pasportu obou typů kanalizačních sítí a následně časový plán rekonstrukce, oprav nebo pročištění stok (finančně i časově náročné)
 - rekonstrukce splaškové kanalizace v kempu Borný s prodloužením k objektům individuální rekreace (finančně i časově náročné)
 - kontrola funkčnosti přečerpávací stanice nad Dokeskou zátokou, případná rekonstrukce přečerpávací stanice nebo výtlaku (finančně i časově málo náročné, okamžitý efekt)
 - Dokeská zátoka:
 - Rekonstrukce způsobu vypouštění prostoru za hrázkou a přelivů na koruně hrázky (finančně i časově málo náročné)
 - Odbahnění prostoru nad hrázkou s následnou stabilizací dna aplikací PAXu (zachování stávajícího litorálního pásma), případně vysazení rostliny Řečanka přímořská (*Najas marina*) po předchozím vápnění (finančně i časově málo náročné, technicky náročné)
 - Čepelský rybník:
 - Odbahnění sedimentu s následnou aplikací PAXu na dno nádrže, výstavba ponořeného stupně v nátokové části nádrže pro vytvoření sedimentační předzdrže (časově málo náročné, finančně i technicky náročné, okamžitý efekt)
 - Rybochovné hospodářství – dodržovat na všech nádržích zásady správného hospodaření (viz podrobný popis výše) (náročné organizačně, postupný, ale brzký efekt)
 - Lesní hospodářství – dodržovat na všech lesních plochách zásady správného hospodaření (viz podrobný popis výše) (náročné organizačně, postupný, ale brzký efekt)
 - Vybudování profilů trvalého monitoringu, osazení měřicí technikou, zajištění měření a vyhodnocování dat na profilech, uvedených výše (finančně náročné, instalace zařízení co nejdříve – pro hodnocení je třeba mít k dispozici řadu dat, efekt se projeví po delší době)
 - Vybudování operativního monitoringu pro sledování vlivu aplikace PAXu na kvalitu vody pod Máchovým jezerem a případně pod Čepelským rybníkem (po odbahnění a aplikaci PAXu) (finančně méně náročné, efekt se projeví v poměrně kratší době, nutné podklady pro hodnocení vlivu aplikace PAXu na jakost vody pod místem aplikace)

5 Závěr

Studie měla za hlavní cíl zpracování návrhu opatření na zlepšení stavu vodních ekosystémů v povodí Robečského potoka, a to s uzávěrovým profilem – hráz Máchova jezera. V podstatě se jednalo v první fázi o zpracování podrobné dokumentační a rozborové části, která jednak vycházela ze studia, utřídění a vyhodnocení dosavadních zpracovaných a dostupných materiálů k řešené problematice, jednak z výsledků podrobných terénních průzkumů, měření a odběrů vzorků vody, půdy a sedimentu z hlavních nádrží v povodí. Na tuto rozborovou část pak navazovala část návrhu opatření ke zlepšení současného stavu zejména kvality vody v Máchově jezeře.

Osnova studie byla v zadání prací jasně a poměrně jednoznačně definována a zahrnovala několik oddílů, na něž se studie pokusila nalézt odpověď.

V dokumentační a rozborové části studie se jednalo zejména o tyto problémy:

- Kvantifikace znečištění z plošných zdrojů
- Kvantifikace znečištění z bodových zdrojů
- Znečištění z provozování malých vodních nádrží
- Kvantifikace znečištění, reaktivizovaného přímo ve vodních nádržích
- Sestavení hydrologické bilance povodí
- Návrh a realizace monitoringu
- Sestavení modelu bilance látek v povodí

Návrhy opatření opět sledovaly zadané problémové okruhy, a to:

- Plošné zdroje znečištění
- Bodové zdroje znečištění
- Vodní plochy (rybníky, sádky)
- Ovlivnění hydrologické bilance a odtokových poměrů v povodí
- Návrh operativního a trvalého monitoringu

Vzhledem k multidisciplinárnímu charakteru studie oslovil koordinátor prací na studii řadu odborníků, kteří se v dané problematice velice dobře orientují, jejich seznam je uveden v kapitole 2.

Vzhledem k tomu, že studie byla zadána na dobu řešení kratší než 1 rok a finanční prostředky byly poměrně omezeny, bylo nutno těmto skutečnostem přizpůsobit i rozsah a obsah některých, zejména terénních prací. Z toho např. vyplývá omezený rozsah operativního monitoringu (zejména odběry vzorků vody pro chemické analýzy), který proběhl pouze ve třech časových etapách (jarní, letní a podzimní kampaň) a nebyl schopen postihnout vliv průtokových extrémů na kvalitu odtékající vody z povodí. Pro sestavení bilančního modelu by bylo třeba mít k dispozici výrazně větší počet měření, která by programově sledovala změny kvality vody v závislosti na průtokovém režimu. Kromě toho byl rok 2009, kdy probíhalo řešení studie specifický zejména průběhem teplot, kdy k náběhu letních teplot došlo prakticky již v průběhu konce května a června bez významného zatížení Máchova jezera rekreanty a pak v červenci a v srpnu došlo k poklesu teplot a tím i sníženého rekreačního využití vodní

plochy. Z těchto důvodů se projevilo i zatížení vody zvýšenou koncentrací sinic již v předletním období, výrazným poklesem teplot na začátku letních prázdnin však tato koncentrace poklesla na únosnou míru.

Studie se zabývala velice širokým spektrem problémů, jejichž obsah byl dán i zadáním studie. Tento široký záběr byl však nutný z toho důvodu, protože problematika kvality vody v Máchově jezeře je ovlivněna velkou řadou faktorů, velkou rozlohou plochy povodí, z níž odtéká voda k uzávěrovému profilu povodí, množstvím průtočných i bočních nádrží, které mohou působit pozitivně i negativně na kvalitu vody zejména v Robečském potoce, obsahem usazených sedimentů v nádržích a jejich kvalitou, vlivem významného sídelního celku na Robečském potoce (město Doksy), extrémním využitím lokality Máchova jezera se všemi doprovodnými problémy (odkanalizování rekreačních objektů, časově omezené zatížení všech ploch), využití území pro rostlinnou a živočišnou výrobu, způsoby hospodaření na zemědělské půdě, na lesních plochách, na rybnících a mnoho dalších, ve studii podrobně popsaných a řešených problémů.

Studie se pokusila odpovědět na všechny otázky, definované v zadání studie. Kromě značného množství prací, které byly provedeny a zhodnoceny v dokumentační a rozborové části tvoří hlavní část studie kapitola 4, která se zabývá podrobně návrhy na realizaci opatření ke zlepšení současného stavu. Pro větší přehlednost byly jednotlivé návrhy shrnuty v kapitole 4.6. Významnou část studie tvoří i ideový návrh trvalého a operativního monitoringu, obsahující jednak návrh měrných profilů, návrh měrných zařízení a kalkulaci investičních i provozních nákladů.

Řešitelé studie věří, že zpracovaná studie se přispěje ke zlepšení stavu vodních ekosystémů v Máchově jezeře i v jeho povodí, což bylo obsahem jejího zadání.

Za zpracovatelský kolektiv:

Doc.Ing.Karel Vrána,CSc.
vedoucí řešitelského kolektivu

6 Seznam obrázků:

Obr. 3.1-1 Histogram četnosti, exportovaný z GIS, prezentující rozdělení hodnot průměrné ztráty půdy na zemědělských pozemcích	13
Obr. 3.2-1 Průtokové schéma ČOV Staré Splavy po rekonstrukci. Převzato z projektové dokumentace „DOKSY, STARÉ SPLAVY – REKONSTRUKCE ČOV“	49
Obr. 3.2-2 Změny počtu ekvivalentních obyvatel v letní rekreační sezóně (přepočten byl proveden na základě množství návštěvníků v prostorech Máchova jezera) (zdroj - Reporty odbavovacího systému REGIO Máchova kraje, a.s., léto 2009).....	53
Obr. 3.2-3 Počty návštěvníků za uplynulé rekreační sezóny (zdroj: Reporty odbavovacího systému REGIO Máchova kraje, a.s., léto 2009)	54
Obr. 3.5-1 Čára překročení m-denních průtoků pro Robečský potok v profilu hráze Máchova jezera pro dva různé termíny poskytnutí dat ČHMÚ	58
Obr. 3.5-2 Hydrologické schéma zájmového území akcentující dělení k jednotlivým zájmovým profilům	60
Obr. 3.5-3 Rozdíl mezi hranicí povodí vygenerovanou na základě analýzy digitálního modelu terénu a hranicí z databáze DIBAVOD (zobrazeno na podkladu DMÚ25).....	61
Obr. 3.5-4 Znázornění průtoků naměřených v rámci operativního monitoringu prováděného pro potřeby studie v profilu 1	62
Obr. 3.5-5 Znázornění průtoků naměřených v rámci operativního monitoringu prováděného pro potřeby studie v profilu 3	63
Obr. 3.5-6 Znázornění průtoků naměřených v rámci operativního monitoringu prováděného pro potřeby studie v profilu 4	64
Obr. 3.5-7 Znázornění průtoků naměřených v rámci operativního monitoringu prováděného pro potřeby studie v profilu 5	65
Obr. 3.5-8 Znázornění průtoků naměřených v rámci operativního monitoringu prováděného pro potřeby studie v profilu 6	66
Obr. 3.5-9 Znázornění průtoků naměřených v rámci operativního monitoringu prováděného pro potřeby studie v profilu 7	67
Obr. 3.5-10 Průběh normovaných průměrných měsíčních průtoků v jednotlivých posuzovaných profilech.....	68
Obr. 3.6-1 Profil č.1 je situovaný pod výpustí z Máchova jezera. (Pohled po vodě, stav z 2.6.2009).....	74
Obr. 3.6-2 Schéma měrného profilu č. 1, stav k 2.6.2009 (1. série měření).	74
Obr. 3.6-3 Profil č.3 je situovaný pod výpustí z Břehyňského rybníka (Pohled po vodě, stav z 2.6.2009).....	75
Obr. 3.6-4 Schéma měrného profilu č. 3, stav k 2.6.2009 (1. série měření)	76
Obr. 3.6-5 Profil č.4 je situovaný v obci Doksy za prodejnu PENNY. Měrný úsek zahrnuje pouze obdélníkové koryto, které je opevněné kamennou dlažbou. (Pohled proti vodě, stav z 11.8.2009).....	77
Obr. 3.6-6 Schéma měrného profilu č. 4, stav k 2.6.2009 (1. série měření)	77
Obr. 3.6-7 Profil č.5 je situovaný v obci Doksy pod sádkami (Pohled proti vodě, stav z 2.6.2009).....	78
Obr. 3.6-8 Schéma měrného profilu č. 5, stav k 2.6.2009 (1. série měření)	79
Obr. 3.6-9 Profil č.6 je situovaný pod výpustí z Poselského rybníka. (Pohled proti vodě, stav z 2.6.2009).....	80
Obr. 3.6-10 Schéma měrného profilu č. 6, stav k 2.6.2009 (1. série měření)	80

Obr. 3.6-11 Profil č.7 je situovaný na obtokovém korytě u MVN Velká Pateřinka. (Pohled po vodě. Stav z 2.6.2009).....	81
Obr. 3.6-12 Schéma měrného profilu č. 7, stav k 2.6.2009 (1. série měření)	82
Obr. 3.6-13 Profil č.8 je situovaný na bezejmenném levostranném přítoku Máchova jezera v profilu pod drážním tělesem v úrovni železniční zastávky Doksy. (Pohled proti vodě na dolní profil měrného úseku, stav z 11.8.2009).....	83
Obr. 3.6-14 Schéma měrného profilu č. 8, stav k 11.8.2009 (2. série měření)	84
Obr. 3.6-15 Grafické znázornění výsledků dlouhodobého sledování kvality vody na Robečském potoce v profilu Okna pro parametr BSK ₅ (zdroj ZVHS).....	93
Obr. 3.6-16 Grafické znázornění výsledků dlouhodobého sledování kvality vody na Robečském potoce v profilu Okna pro parametr ChSK _{Cr} (zdroj ZVHS).....	93
Obr. 3.6-17 Grafické znázornění výsledků dlouhodobého sledování kvality vody na Robečském potoce v profilu Okna pro parametr NL ₁₀₅ (zdroj ZVHS).....	94
Obr. 3.6-18 Grafické znázornění výsledků dlouhodobého sledování kvality vody na Robečském potoce v profilu Okna pro parametr N-NH ₄ ⁺ (zdroj ZVHS)	94
Obr. 3.6-19 Grafické znázornění výsledků dlouhodobého sledování kvality vody na Robečském potoce v profilu Okna pro parametr N-NO ₃ ⁻ (zdroj ZVHS).....	94
Obr. 3.6-20 Grafické znázornění výsledků dlouhodobého sledování kvality vody na Robečském potoce v profilu Okna pro parametr P _C (zdroj ZVHS)	94
Obr. 3.7-1 Schéma dotace fosforu do systému v povodí Robečského potoka.....	101

7 Seznam tabulek:

Tab. 3.1-1 Přehled HPJ v zájmovém území, jejich zastoupení a přiřazené hodnoty faktoru K...	8
Tab. 3.1-2 Výsledky analýz odebraných půdních vzorků a odvození hodnot faktoru K.....	9
Tab. 3.1-3 Přehled využití orné půdy v létě 2009 – osevni postup	11
Tab. 3.1-4 Přehled využití zemědělské půdy v zájmovém území.....	12
Tab. 3.1-5 Výsledky simulace transportu sedimentu modelem WATEM/SEDEM	14
Tab. 3.1-6 Výsledky měření depozice sedimentu ve vodních nádržích.....	20
Tab. 3.1-7 Robečský potok - vybrané půdní charakteristiky	27
Tab. 3.1-8 Obsah celkového P přepočtený na kg sušiny půdy.....	27
Tab. 3.2-1 Počty obyvatel v jednotlivých obcích v povodí.....	42
Tab. 3.2-2 Limity znečištění ve vypouštěných odpadních vodách:	46
Tab. 3.2-3 Kvalita vody v Robečském potoce v profilu nad ČOV Staré Splavy.....	47
Tab. 3.2-4 Produkované znečištění z provozu ČOV Staré Splavy v roce 2008 (v mg/l z celkového množství)	47
Tab. 3.2-5 Vypouštěné množství vod z ČOV Staré Splavy v roce 2008 (tis. m ³ /měsíc).....	47
Tab. 3.2-6 Vypouštěné znečištění vod z ČOV Staré Splavy v roce 2008 (v mg/l z celkového množství).....	47
Tab. 3.2-7 Průměrné hodnoty na odtoku z ČOV Staré Splavy a v recipientu <u>mimo sezónu</u> v mg/l.....	49
Tab. 3.2-8 Průměrné hodnoty na odtoku z ČOV Staré Splavy a v recipientu v <u>sezóně</u> v mg/l.....	49
Tab. 3.2-9 Porovnání znečištění Robečského potoka v ř. km 15,4 s imisními standardy ukazatelů přípustného znečištění povrchových vod dle NV č. 229/2007 Sb. (resp. NV č. 61/2003 Sb.)	50
Tab. 3.2-10 Počty návštěvníků Máchova jezera po jednotlivých dekadách	52
Tab. 3.5-1 m-denní průtoky pro Robečský potok v profilu hráze Máchova jezera (třída přesnosti III.)	59
Tab. 3.5-2 N-leté průtoky pro Robečský potok v profilu hráze Máchova jezera (třída přesnosti III.).....	59
Tab. 3.5-3 m-denní průtoky pro Břežský potok v profilu hráze Břežského rybníka (třída přesnosti III.)	59
Tab. 3.5-4 N-leté průtoky pro Břežský potok v profilu hráze Břežského rybníka (třída přesnosti III.)	59
Tab. 3.5-5 m-denní průtoky pro Robečský potok v profilu u obce Obora nad Poselským rybníkem (třída přesnosti III.)	60
Tab. 3.5-6 N-leté průtoky pro Robečský potok v profilu u obce Obora nad Poselským rybníkem (třída přesnosti III.)	60
Tab. 3.5-7 Plochy povodí k jednotlivým bodům monitoringu zjištěné na základě analýzy DMT	61
Tab. 3.5-8 m-denní průtoky pro Robečský potok v profilu 1	62
Tab. 3.5-9 N-leté průtoky pro Robečský potok v profilu 1	62
Tab. 3.5-10 m-denní průtoky pro Robečský potok v profilu 3	63
Tab. 3.5-11 N-leté průtoky pro Robečský potok v profilu 3.....	63
Tab. 3.5-12 m-denní průtoky pro Robečský potok v profilu 4	63
Tab. 3.5-13 N-leté průtoky pro Robečský potok v profilu 4.....	64
Tab. 3.5-14 m-denní průtoky pro Robečský potok v profilu 5	64
Tab. 3.5-15 N-leté průtoky pro Robečský potok v profilu hráze 5	64
Tab. 3.5-16 m-denní průtoky pro Robečský potok v profilu 6	65
Tab. 3.5-17 N-leté průtoky pro Robečský potok v profilu 6.....	65

Tab. 3.5-18 m-denní průtoky pro Robečský potok v profilu 7	66
Tab. 3.5-19 N-leté průtoky pro Robečský potok v profilu 7	66
Tab. 3.5-20 Profily na Ploučnici, jejichž průměrné měsíční průtoky byly uvažovány pro stanovení rozložení průtoků v povodí Robečského potoka.....	67
Tab. 3.5-21 Rozdělení průměrných měsíčních průtoků pro jednotlivé zájmové profily (všechny hodnoty v $l \cdot s^{-1}$)	68
Tab. 3.5-22 Měsíční bilance Máchova jezera (hodnoty přítoku, výparu a odtoku v tis. m^3)... 69	69
Tab. 3.5-23 Měsíční bilance Dokeské zátoky (hodnoty přítoku, výparu a odtoku v tis. m^3)... 69	69
Tab. 3.5-24 Měsíční bilance Břežyňského rybníka (hodnoty přítoku, výparu a odtoku v tis. m^3)	70
Tab. 3.5-25 Měsíční bilance Čepelského rybníka (hodnoty přítoku, výparu a odtoku v tis. m^3)	70
Tab. 3.5-26 Měsíční bilance Poselského rybníka (hodnoty přítoku, výparu a odtoku v tis. m^3)	70
Tab. 3.6-1 Výsledky měření pro měrný profil č.1	75
Tab. 3.6-2 Výsledky měření pro měrný profil č.3.....	76
Tab. 3.6-3 Výsledky měření pro měrný profil č.4.....	78
Tab. 3.6-4 Výsledky měření pro měrný profil č.5.....	79
Tab. 3.6-5 Výsledky měření pro měrný profil č.6.....	81
Tab. 3.6-6 Výsledky měření pro měrný profil č.7.....	82
Tab. 3.6-7 Výsledky chemických analýz odebraných vzorků vody pro profil 1 (výtok z Máchova jezera)	85
Tab. 3.6-8 Výsledky chemických analýz odebraných vzorků vody pro profil 2 (Břežyňský potok pod zaústěním potoka Jordán).....	85
Tab. 3.6-9 Výsledky chemických analýz odebraných vzorků vody pro profil 3 (Břežyňský potok – výtok z Břežyňského rybníka)	86
Tab. 3.6-10 Výsledky chemických analýz odebraných vzorků vody pro profil 4 (Robečský potok – Doksy, nad nátokem Robečského potoka do Dokeské zátoky Máchova jezera).....	86
Tab. 3.6-11 Výsledky chemických analýz odebraných vzorků vody pro profil 5 (Robečský potok – výtok z Čepelského rybníka).....	86
Tab. 3.6-12 Výsledky chemických analýz odebraných vzorků vody pro profil 6 (Robečský potok – výtok z Poselského rybníka)	87
Tab. 3.6-13 Výsledky chemických analýz odebraných vzorků vody pro profil 7 (Robečský potok – obtok Velké Pateřinky)	87
Tab. 3.7-1 Bilance bodových zdrojů znečištění	99
Tab. 3.7-2 Bilance plošných zdrojů znečištění	99
Tab. 3.7-3 Bilance depozic v rybnících.....	100
Tab. 4.5-1 Náklady na zřízení jednoho profilu a jeho osazení měřicí aparaturou	132
Tab. 4.5-2 Roční náklady na provozování jednoho profilu při četnosti odběrů vzorků 24 za rok.....	133

8 Fotografická dokumentace



Foto 556 – Poklop na šachtě u restaurace Paradis



Foto 600 – Propustek pod železnicí - přítok ze zemědělských ploch

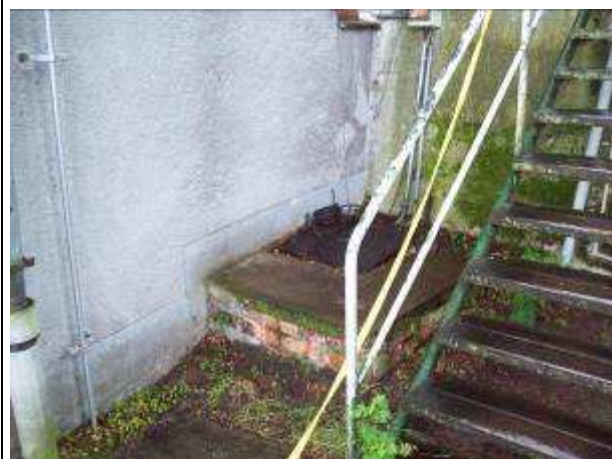


Foto 563 – Žumpa u hotelu Port



Foto 565 – Čerpací stanice odpadních vod v areálu Poloostrov



Foto 573 – Yacht klub a kiosky u levého zavázání hráze



Foto 578 – Domy na pravém zavázání hráze, odkanalizováno gravitačně



Foto 583 – Kemp Andrea



Foto 588 – Šachta kanalizace podél komunikace v kempu Borný



Foto 591 – Budova Valdštejské plovárny



Foto 598 – Objekt loděnice, budovy o.p.s. Máchovo jezero



Foto 196 – Vtok Robečského potoka do Dokeské zátoky pod železničním mostkem



Foto 199 – Zaústění odvodňovacího příkopu podél železnice do Robečského potoka



Foto 201 – Odlehčení - bezpečnostní přepad z čerpací stanice splašků



Foto 203 – Zpětná klapka na vyústění dešťové kanalizace



Foto 211 – Vyústění dešťové kanalizace



Foto 223 – Výtok splaškové vody



Foto 234 – Areál sádek v Doksech



Foto 277 – Robečský (Mlýnský) potok ve Starých Splavech



Foto 238 – Přečerpávací stanice splašků Doksy



Foto 235 – Odlehčení přečerpávací stanice splaškových vod v Doksech – bez průtoku



Foto 289 – Objekt firmy Aquasag v Doksech



Foto 031 – Čepelský rybník



Foto 033 – Zakalená voda pod železničním mostkem nad Čepelským rybníkem



Foto 039 – Fekální znečištění vytékající z jímky pod Poselským mlýnem



Foto 052 – Výplach z rákosin u obce Okna



Foto 054 – Upravené přírodní koryto potoka u obce Okna



Foto 060 – Zpětná klapka na odpadu z bytovek v obci Okna



Foto 070 – Koryto v pramenní části nad obcí Okna



Foto 064 – Požární nádrž v obci Okna



Foto 088 – Meandrující Břežňský potok nad Máchovým jezerem

9 Grafické přílohy

Seznam grafických příloh:

1	Břehyňský rybník – hloubky vody v nádrži	1 A4
2	Břehyňský rybník – mocnosti sedimentu	1 A4
3	Čepelský rybník – hloubky vody v nádrži	1 A4
4	Čepelský rybník – mocnosti sedimentu	1 A4
5	Dokeská zátoka – hloubky vody v nádrži	1 A4
6	Dokeský zátoka – mocnosti sedimentu	1 A4
7	Pateřinka – hloubky vody v nádrži	1 A4
8	Pateřinka – mocnosti sedimentu	1 A4
9	Poselský rybník – hloubky vody v nádrži	1 A4
10	Poselský rybník – mocnosti sedimentu	1 A4
11	Máchovo jezero – mocnosti sedimentu	1 A2
12	Eroze a transport sedimentu	1 A2
13	Průzkum bodových zdrojů znečištění na březích Máchova jezera	1 A4
14	Průzkum bodových zdrojů znečištění v povodí Robečského potoka	1 A4
15	Průzkum bodových zdrojů znečištění v obci Doksy	1 A4
16	Průzkum bodových zdrojů znečištění v povodí Břehyňského potoka	1 A4
17	Hranice povodí k jednotlivým zájmovým profilům	1 A3
18	Umístění profilů pro navržený trvalý monitoring	1 A3
19	Výsledky chemických rozborů vzorků sediment	2 A4
20	Výsledky chemických rozborů půdních vzorků	2 A4