

Změny trofického potenciálu a koncentrace chlorofylu a v řece Jihlavě a v nádržích Dalešice a Mohelno od jejich napuštění

Changes of the trophic potential and chlorophyll a content in the River Jihlava, and Dalešice-Mohelno Reservoirs since the infilling

Zdeňka Ž á k o v á

Biotes, Brožíkova 13, CZ-638 00 Brno

Abstract

Long-term monitoring of the trophic potential and chlorophyll a content in the River Jihlava upstream and downstream the Dalešice –Mohelno System of Reservoirs and in both reservoirs (1977-2000) showed that the phytoplankton growth in the reservoirs was influenced by mineral nutrients input and their concentration in the cooling towers of Dukovany Nuclear Power Plant and by the repumping operation of the hydroelectric power plant. There were high phytoplankton input from the River Jihlava basin into Dalešice Reservoir and a substantial decrease in phytoplankton quantity downstream the reservoirs.

Úvod

Dlouhodobý biologický monitoring soustavy nádrží Dalešice-Mohelno a řeky Jihlavy nad a pod nádržemi ukázal, že rozvoj fytoplanktonu je ovlivňován celou řadou faktorů – silným přísunem živin a řas z horního povodí Jihlavy, přečerpávacím provozem vodní elektrárny Dalešice a zakoncentrováním živin v chladicích okruzích jaderné elektrárny Dukovany.

Tato lokalita byla sledována v rámci výzkumných úkolů brněnské pobočky Výzkumného ústavu vodohospodářského T.G.Masaryka Praha. (KOČKOVÁ 1991, KOČKOVÁ a ŽÁKOVÁ 1983, KOČKOVÁ E. et al. 1960, 1961, 1971-1995, 1988, ŽÁKOVÁ 1982, 1984, 1985).

Referát přináší vyhodnocení změn trofického potenciálu vody a koncentrace chlorofylu a od roku 1977 do roku 2000.

Stručný popis lokality

Soustava nádrží Dalešice–Mohelno byla vybudována na řece Jihlavě (km 66,522) v letech 1970-1977 a byla napuštěna v letech 1977-1980. Horní nádrž Dalešice je dlouhá 22 km a má hráz vysokou 88 m, dolní nádrž Mohelno je dlouhá 7 km a výška hráze je 38,6 m. Povodí o ploše 1136 km² má převážně zemědělský ráz (zemědělská půda cca 65%, lesy cca 25%). Přečerpávací vodní elektrárna v hrázi dalešické nádrže byla uvedena do provozu v letech 1981-

1984. Způsobuje silné kolísání hladiny (v horní nádrži až o 1,89 m, v dolní nádrži max. o 12,5 m) a destratifikaci nádrží. Z dolní nádrže Mohelno je odebírána chladicí voda pro Jadernou elektrárnu Dukovany (JEDU) a Skryjským potokem je vracena oteplená a zakoncentrovaná zpět. Jaderná elektrárna Dukovany byla uvedena do provozu v roce 1985.

Metodika

Odběry vzorků byly prováděny měsíčně v řece Jihlavě (Obr. 5) na přítoku do dalešické nádrže (profil Vladislav) a na odtoku z dolní nádrže pod obcí Mohelno, dále pod nádrží Dalešice (konec vzduť nádrže Mohelno) a v místě odběru a vracení chladicí vody z JE Dukovany. V nádržích byly prováděny zónační odběry vzorků 4 krát ročně v nádrži Dalešice v profilu Hartvíkovic (10,2 km od hráze) a u hráze (0,4 km) a v nádrži Mohelno u hráze (0,2 km).

Stanovení trofického potenciálu vody jako ukazatele obsahu využitelných živin ve vodě) bylo prováděno jednorázovou suspenzní metodou (ŽÁKOVÁ et al. 1981):

Inokulum testovací řasy *Scenedesmus quadricauda* (TURP.) Bréb., kmen Greifswald/15, připravené standardisovaným postupem, bylo kultivováno v přefiltrovaných vzorcích vody při teplotě $25 \pm 1^{\circ} \text{C}$, trvalém osvětlení $30 \pm 1 \text{ W.m}^{-2}$ PhaR a promíchávání vzduchem, obohaceným oxidem uhličitým na koncentraci $1 \pm 0,1 \%$. Přírůstky byly měřeny nefelometricky, na konci byla stanovena sušina. Jako parametr trofického potenciálu byla používána koncentrace řas ve stacionární fázi růstové křivky, vyjádřená v mg.l^{-1} sušiny.

Stanovení koncentrace chlorofylu a jako indikátoru aktuálního množství fytoplanktonu ve vodě bylo prováděno dle DESORTOVÉ a kol. (1977), v posledním období dle ISO 10 260 (1992).

Pro posuzování výsledků stanovení trofického potenciálu byla použita klasifikační stupnice dle ŽÁKOVÉ (1986), pro hodnocení koncentrace chlorofylu a dle FELFÖLDYHO (1976), v posledním období dle ČSN 757221:

Tab. 1: Klasifikační stupnice

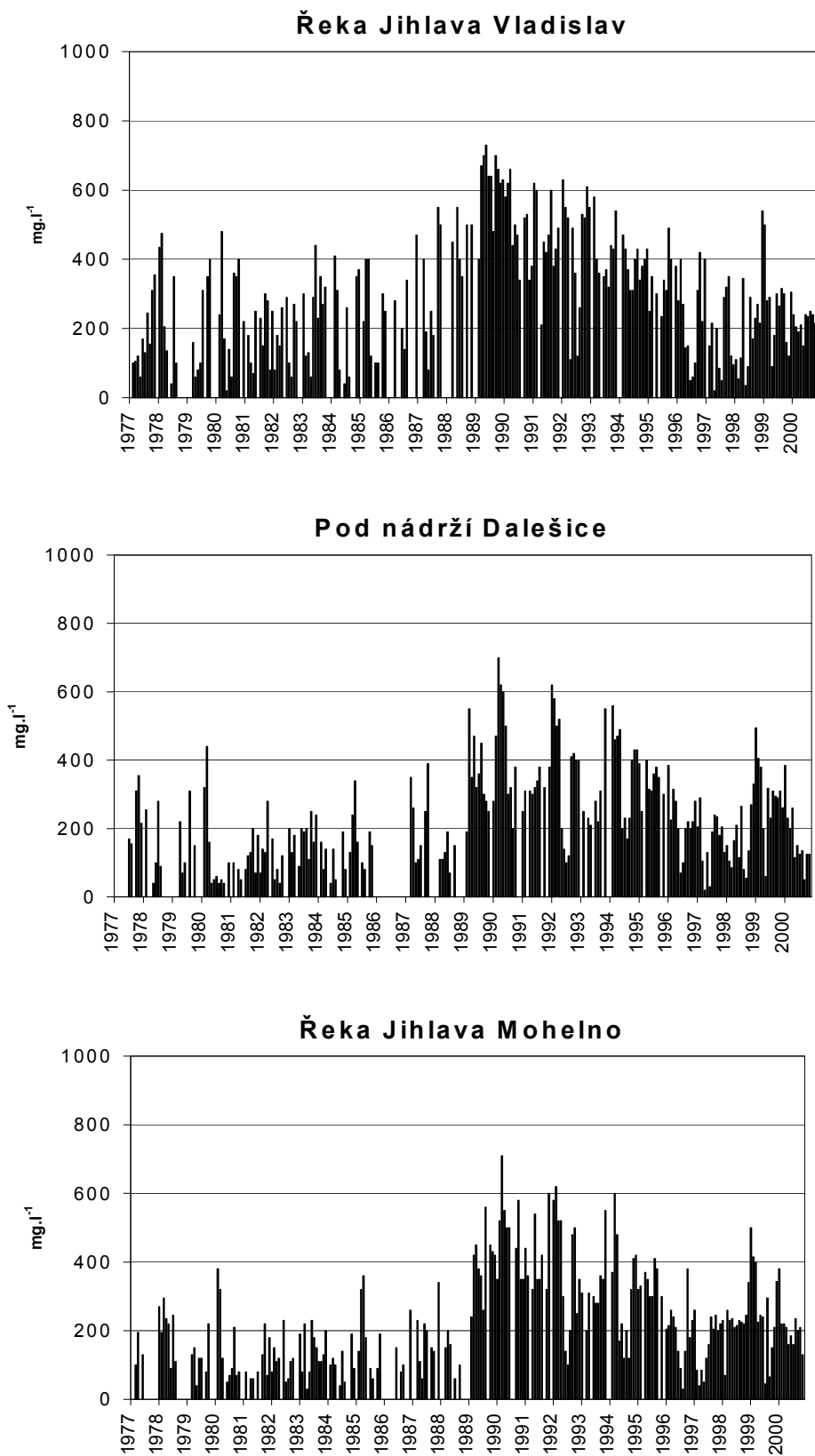
Stupeň trofie	Trofický potenciál	Chlorofyl <u>a</u>	
	ŽÁKOVÁ (1986)	FELFÖLDY (1976)	ČSN 75 7221
	mg.l ⁻¹	µg.l ⁻¹	µg.l ⁻¹
ultra— oligotrofie	< 5	< 1	
oligotrofie	5 - 50	1 - 3	
oligo - mezotrofie	50 - 100	3 - 10	I. tř. < 10
mezotrofie	100 - 200	10 - 20	II. tř. < 25
mezo-eutrofie	200 - 350	20 - 50	III. tř. < 50
eutrofie	350 - 500	50 - 100	IV. tř. < 100
polytrofie	500 - 1000	100 - 800	V. tř. ≥ 100
hypertrofie	> 1000	> 800	

Výsledky sledování

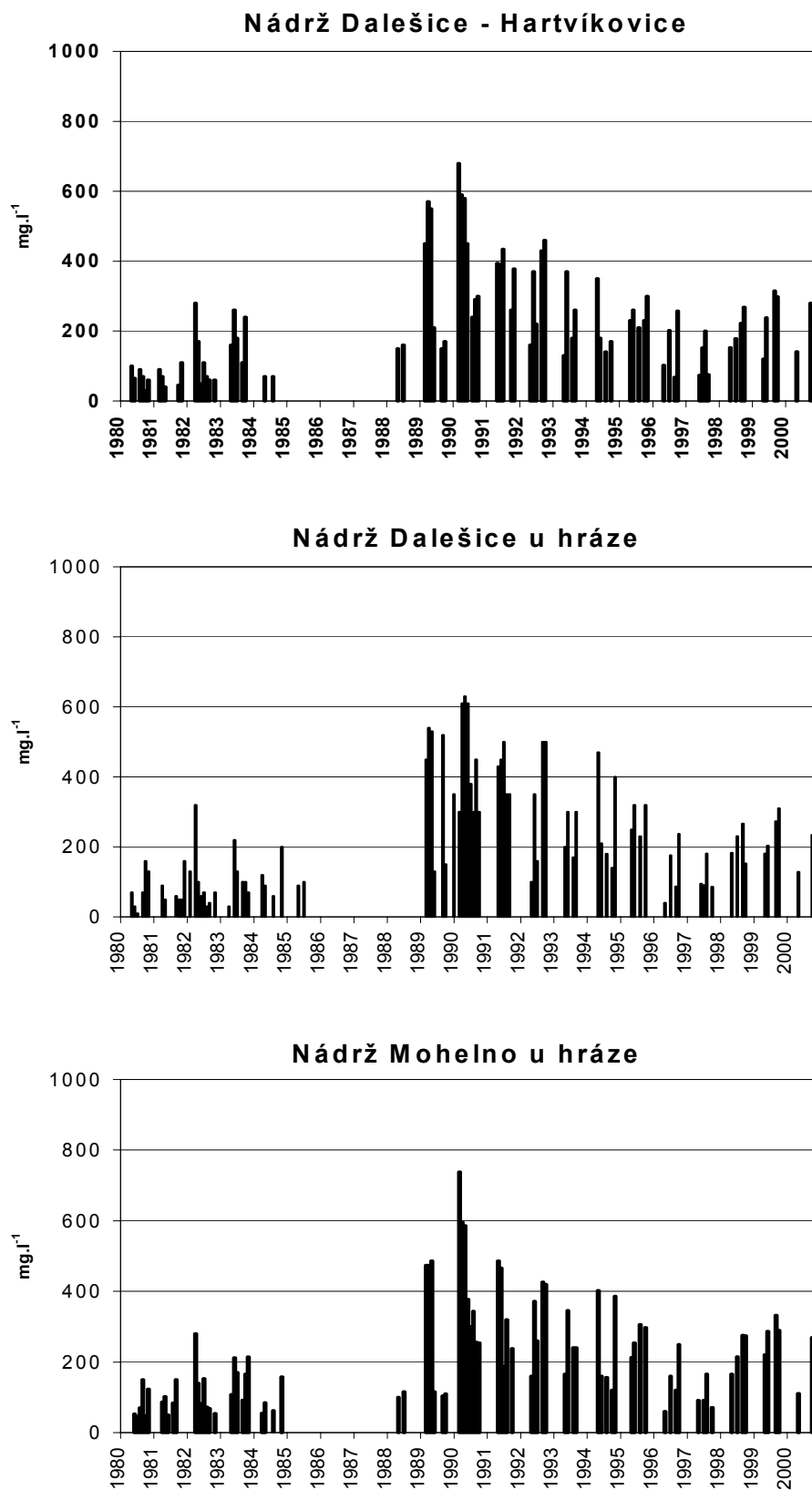
Výsledky dlouhodobých sledování trofického potenciálu vody řeky Jihlavy nad a pod nádrží Dalešice a pod nádrží Mohelno jsou uvedeny v grafech č. 1-4.

Trofie přítokové vody nádrže Dalešice byla již od začátku napouštění nádrží v roce 1977 vysoká – trofický potenciál dosahoval v mimovegetačním období hodnot silně úživných vod – eutrofie. Do roku 1989 došlo k dalšímu postupnému zvyšování trofického potenciálu až na hodnoty velmi silně úživných – polytrofních vod (maximum v dubnu 1989 - 730 mg.l⁻¹). V dalším období se trofie řeky Jihlavy postupně snižovala v relaci se snižováním aplikace minerálních hnojiv po roce 1989 (změny ve vlastnictví a obdělávání zemědělské půdy). Tato tendence byla patrná i pod nádrží Dalešice a v Jihlavě pod nádrží Mohelno. Odrážela se i na všech sledovaných profilech v nádržích, v chladicí vodě pro JE Dukovany i ve vodě vracené Skryjským potokem do nádrže Mohelno. V důsledku zakoncentrování živin v chladicích okruzích JE Dukovany docházelo však k dalšímu výraznému zvýšení trofického potenciálu až na hodnoty na hranici vysoce úživných vod - hypertrofie (max. 970 mg.l⁻¹ v roce 1994). Díky vysokému naředění v nádrží Mohelno se toto zakoncentrování živin v nádrží významně neprojevuje. Voda odtékající z nádrže Mohelno je hodnocena jako středně až dosti silně úživná – mezotrofní až mezo-eutrofní.

Obr. 1: Trofický potenciál sledovaných lokalit
Fig. 1: Trophic potential of the sites under investigation

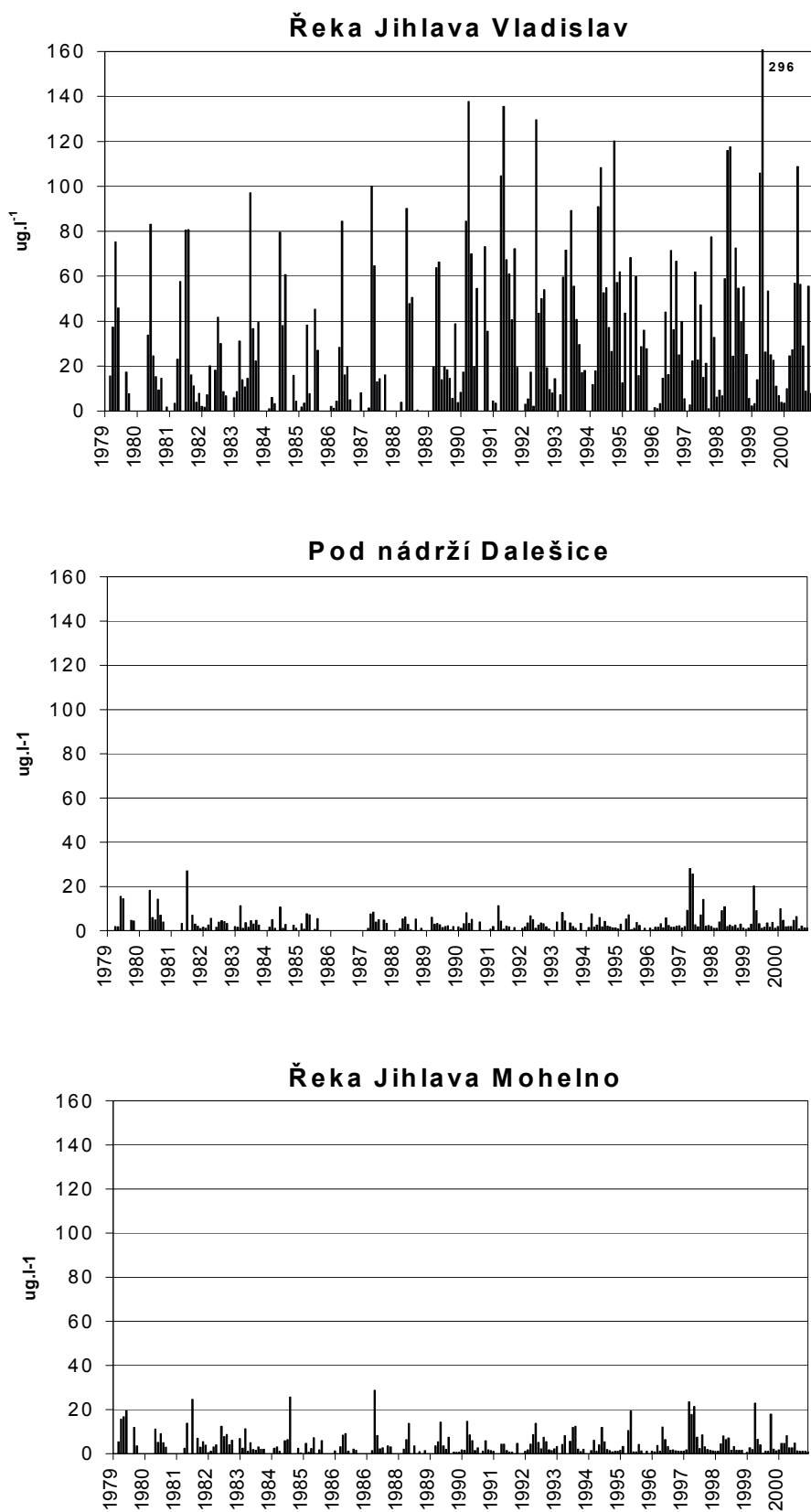


Obr. 2: Trofický potenciál (průměry z vertikál)
Fig. 2: Trophic potential (averages)



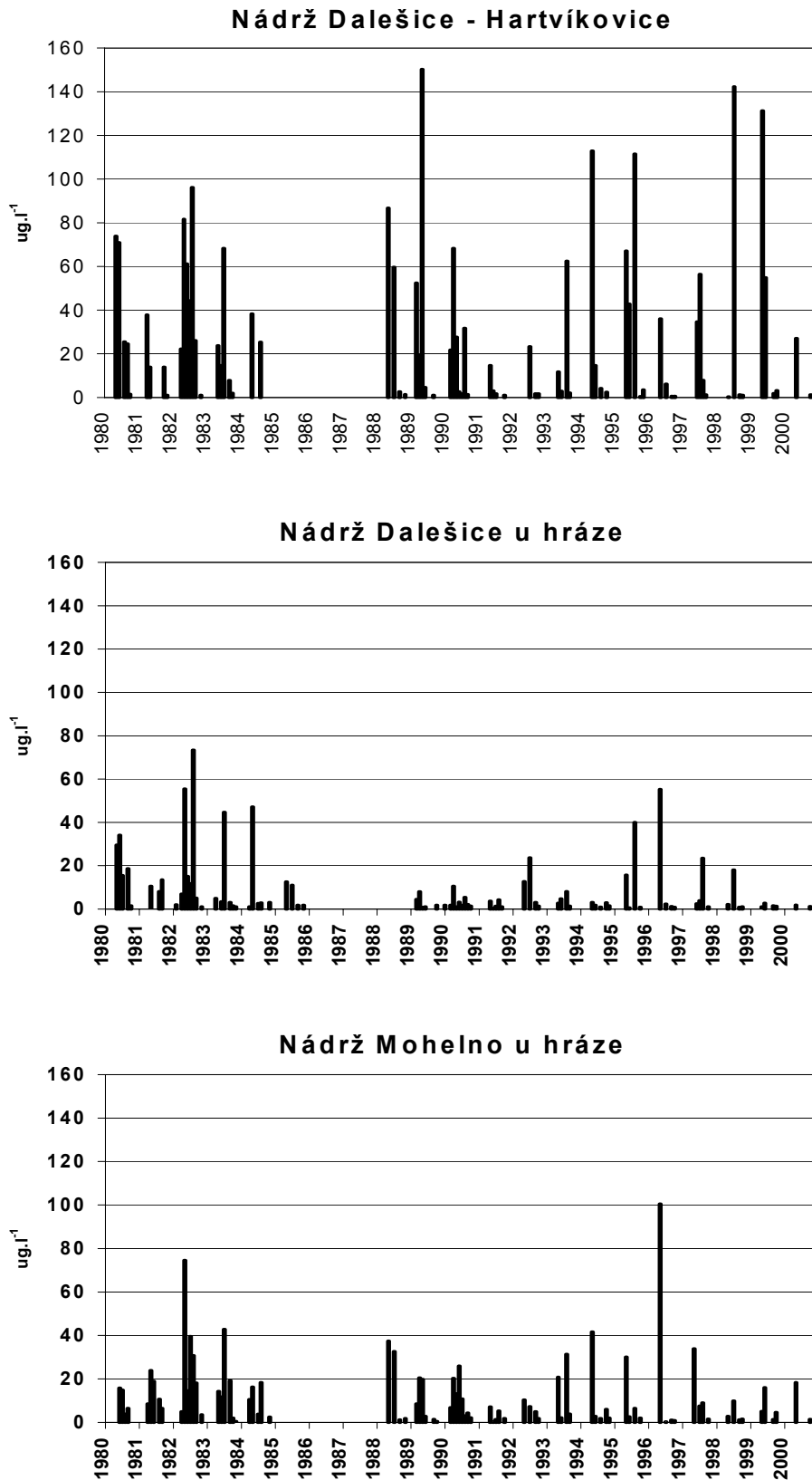
Obr. 3: Chlorofyl-a na sledovaných lokalitách

Fig. 3: Chlorophyll-a concentrations at sites under investigation



Obr. 4: Chlorofyl-a (hladina)

Fig. 4: Chlorophyll-a concentrations (water surface)



Řeka Jihlava pod Třebíčí je mimořádně bohatá na fytoplankton z četných rybníků a jezových zdrží v povodí. Upozornili na to již v roce 1974 DOČKAL a SLÁDEČEK. Tato situace přetrvává dodnes a má vzrůstající tendenci. V době napouštění nádrží Dalešice a Mohelno množství fytoplanktonu v přítokové vodě řeky Jihlavy, vyjádřené koncentrací chlorofylu a, dosahovalo hodnot silně úživných, eutrofních vod a v období 1979-2000 se postupně zvyšovalo. Od roku 1984 byly v mimovegetačním období trvale zjišťovány hodnoty velmi silně úživných vod – polytrofie, maximální hodnoty – téměř $300 \mu\text{g.l}^{-1}$ dosáhla koncentrace chlorofylu a v roce 1999.

Vysoké koncentrace chlorofylu a, odpovídající polytrofii byly naměřeny i v horní části nádrže Dalešice (v profilu Hartvíkovice), kde se ještě neprojevuje vliv přečerpávacího procesu a destratifikace. V nádrži Dalešice dochází k zadržování většiny fytoplanktonu, přinášeného přítokem i vytvořeného v této nádrži – nádrž působí jako účinný lapač fytoplanktonu.

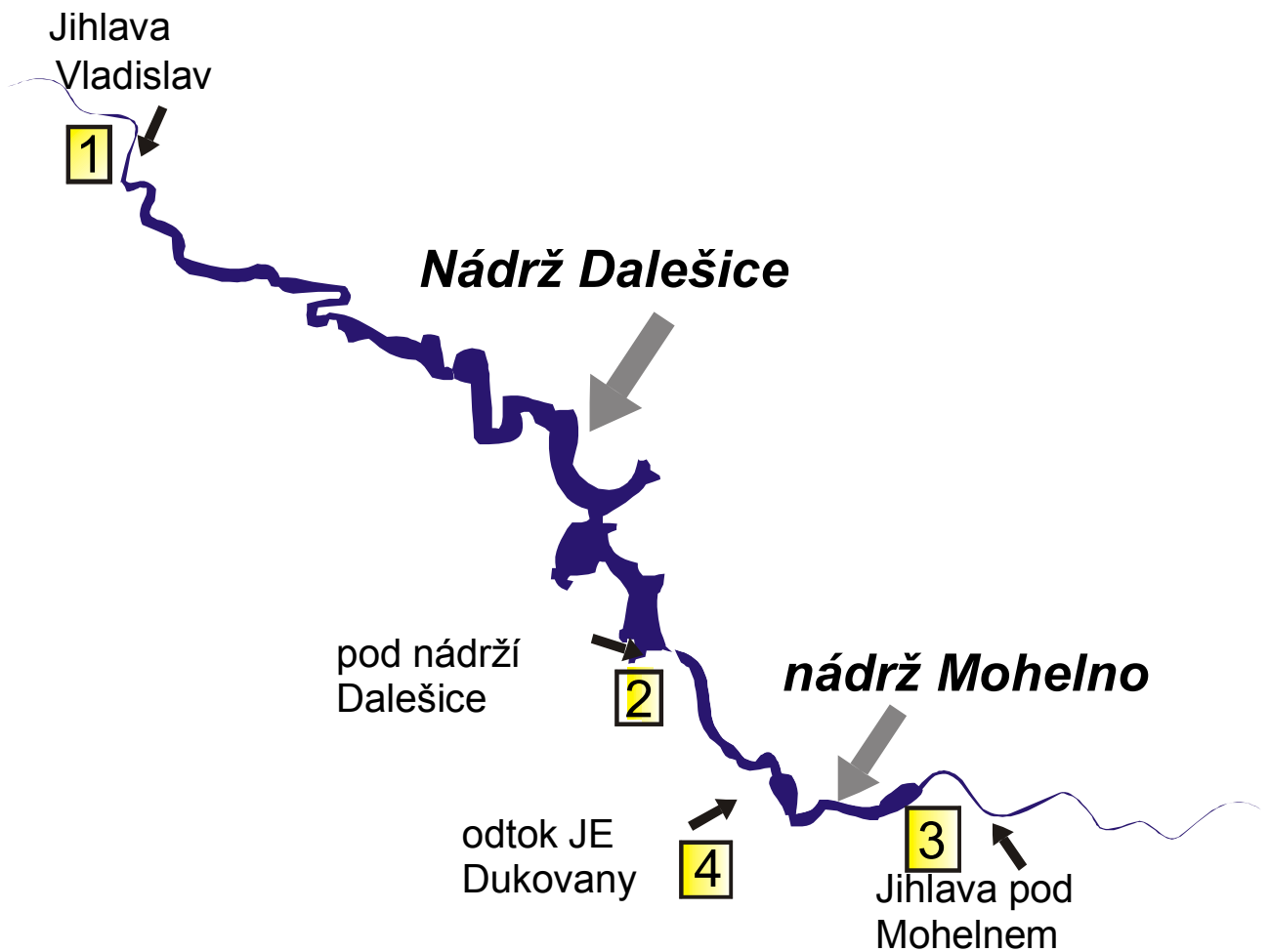
V profilu u hráze dalešické nádrže je rozvoj fytoplanktonu silně inhibován nedostatečným příkonem světla v důsledku trvalého mísení vody vlivem provozu přečerpávací vodní elektrárny. Fytoplankton se dostává do spodních vrstev, kde nemá dostatečný přístup sluneční záření. Projevuje se to podstatným snížením rozvoje řas. Podobná situace je v dolní nádrži Mohelno, kde však dochází k mírnému nárůstu množství fytoplanktonu v důsledku zakoncentrovávání živin a oteplování vody. V řece Jihlavě pod Mohelnem je koncentrace chlorofylu a velmi nízká. Většina hodnot se pohybuje v rozmezí oligo-mezotrofie a maximální hodnoty nepřesahují hranici mezotrofie

Ve srovnání s přítokovou vodou dochází pod nádrží Mohelno ke snížení koncentrace chlorofylu a v řece Jihlavě více než 10x.

Závěry

- Vysoký trofický potenciál přítokové vody řeky Jihlavy indikuje silný přísun živin do nádrže Dalešice.
- Trofie vody řeky Jihlavy se zvyšovala do roku 1989 v důsledku nárůstu aplikace minerálních hnojiv v povodí. Po roce 1989 nastal výrazný pokles trofického potenciálu vody, který je v relaci se snížením hnojení na pozemcích po změně hospodaření na zemědělské půdě. Trend nárůstu trofie do roku 1989 a následný pokles je patrný v celém podélném profilu nádrží i v chladicí vodě pro Jadernou elektrárnu Dukovany.
- Zakoncentrovávání živin v chladicích okruzích JE Dukovany se projevovalo výrazným zvýšením trofického potenciálu vody, vracené do nádrže Mohelno - až na hranici hypertrofie. Díky vysokému stupni ředění v nádrži Mohelno, nedocházelo k výraznému zvyšování trofie řeky Jihlavy pod nádržemi.
- Řeka Jihlava přináší do nádrže Dalešice velké množství fytoplanktonu z horního povodí řeky Jihlavy. Nádrž Dalešice většinu fytoplanktonu zadržuje – funguje jako účinný lapač fytoplanktonu. V nádrži Mohelno dochází již jen k mírnému zvýšení množství fytoplanktonu. Pod celou

soustavou nádrží se koncentrace chlorofylu a snižovala ve sledovaném období více než 10 x.



Obr. 5: Mapka zkoumaných kokalit
Fig. 5: The map of sites under investigation

Literatura

- ČSN 75 7221 (1989). Klasifikace jakosti povrchových vod, Vydavatelství norem, Praha.
- DESORTOVÁ, B., FOTT, J., & STRAŠKRABA, M. (1977). Metodika stanovenia a hodnotenia koncentrácie chlorofylu v povrchových vodách. DT SVTS Žilina, 33 pp.
- DOČKAL, P. & V. SLÁDEČEK (1974): Znečištění řeky Jihlavy u Třebíče. - Bulletin metod. střed. vodoh. laboratoří 25: 111-125.
- FELFÖLDY, L.J.M. (1976). Biological water quality. A new system for the biological qualification of water. Research in Water Quality and W. Technology 3, VITUKI Budapest, pp. 3-37.
- ISO 10260: Jakost vod. Měření biochemických ukazatelů. Spektrofotometrické stanovení koncentrace chlorofylu a. (75 7575). Únor 1996.
- KOČKOVÁ, E. (1991) : Výzkum vlivu fyzikálních faktorů a rozkladných procesů ve vodě a sedimentech na kvalitu významných toků a nádrží v povodí Moravy. Část 1. Nádrže Dalešice a Mohelno. Závěrečná zpráva výzkumného úkolu VÚV Brno, 180 stran + přílohy.
- KOČKOVÁ, E. & ŽÁKOVÁ, Z. (1983): Vliv přečerpávání vody na chemické a biologické poměry v soustavě nádrží Dalešice - Mohelno. In: Sborník "Voda-životné prostredie-viacúčelové Žvyžitie vodných nádrží", DT ČSVTS Košice, s.19.
- KOČKOVÁ, E. et al. (1960, 1961, 1971-1995) : Jakost vody pro vodní dílo Dalešice. Kvalita vody v nádrži Mohelno ve vztahu k JE Dukovany. Výzkumné zprávy VÚV pob. Brno.
- KOČKOVÁ, E. et al. (1988): Hospodaření s vodou a ochrana vodních zdrojů v oblasti jižní Moravy. Závěrečná zpráva státního úkolu N-03-331-861, VÚV pobočka Brno.
- KOČKOVÁ, E., ŽÁKOVÁ, Z., MLEJNKOVÁ, H., BERÁNKOVÁ, D. & STANĚK, Z. (1998): Dlouhodobý vývoj jakosti vody v soustavě nádrží Dalešice-Mohelno a řece Jihlavě - vliv povodí, přečerpávací vodní elektrárny a atomové elektrárny Dukovany. Přírodověd.Sborn. Západomor.muzea Třebíč, 32: 1-112.
- KOČKOVÁ, E., ŽÁKOVÁ, Z., MLEJNKOVÁ, H. & BERÁNKOVÁ, D. (1998). Influence of River Basin, Hydro- and Nuclear Power Plants on Water Quality Changes in Dalešice-Mohelno Reservoir System. Internat.Rev.Hydrobiol. **83**, 331-338.
- ŽÁKOVÁ, Z. (Ed). (1981). Stanovení trofického potenciálu vody. Metodická příručka, DT ČSVTS Brno, 102 pp.
- ŽÁKOVÁ, Z. (1982): Vliv soustavy nádrží Dalešice-Mohelno na trofickou úroveň a biologické oživení řeky Jihlavy. Sborník ref. VI. limnol. konf. "Vodní ekosystémy", Blansko 1982, s. 239-243.
- ŽÁKOVÁ, Z. (1984) : Výzkum trofických poměrů a možností umělé oligotrofizace povrchových vod v povodí dolní Dyje, Jihlavy a Svatky. Závěrečná zpráva výzkumného úkolu VÚV Brno, 83 stran + přílohy.
- ŽÁKOVÁ, Z. (1985): Hodnocení trofické zátěže toků a nádrží. Vodní hospodářství, řada B, 2: 35-38.
- ŽÁKOVÁ, Z. (1986): Kriteria hodnocení trofie, klasifikace, mapování . In: Lhotský, O., Žáková, Z., Marvan, P. (eds.) (1986): Řasové testy a jejich aplikace. Sborník přednášek, DT ČSVTS Brno, p. 41-47.
- ŽÁKOVÁ, Z., KOČKOVÁ, E. & MLEJNKOVÁ, H. (2001): Impact of the Jihlava River Basin (CR) on the Nuclear Power Plant Dukovany Cooling System. In: Melching, Ch., Alp, E.: Proceedings of the 5th International Conference - Diffuse/Nonpoint Pollution and Watershed Management, Milwaukee (WI), 10.-15.6.2001, IWA, pp. 43-50