

A Stechlin-tó (Németország) kovaalga összetétele

Szabó Beáta¹, Padisák Judit^{1,2}, Stenger-Kovács Csilla¹

¹Pannon Egyetem, Környezettudományi Intézet, Limnológia Intézeti Tanszék, H-8201. Veszprém, Pf. 158.

²MTA-PE Limnoökológiai Kutatócsoport, H-8201. Veszprém, Pf. 158.

Kivonat: A Stechlin-tó Németországban, a Mecklenburgi tóvidék déli határán helyezkedik el. Az oligo-mezotróf tó kovaalga kutatása – szemben a fitoplankton vizsgálatokkal - az utóbbi években háttérbe szorult. A kutatás elsődleges célja volt, hogy felmérjük a tó jelenlegi bentikus kovaalga közösségeinek fajösszetételét és elvégezzük a trofitási szint becslését kovaalga index alapján. A bevonatmínták begyűjtése 2013. május 3-án történt 23 ponton a tó litorális zónájában természetes kő szubsztratról. A fajösszetéttel fény- és elektronmikroszkóppal határoztuk meg, mely során 70 taxont azonosítottunk. A mintavételei pontok fajszámban (29 ± 3), Shannon-Wiener diverzitás ($2,36 \pm 0,23$) és egyenletesség ($0,70 \pm 0,06$) értékekben nem különböztek számottevően. A parti régió kovaalga közössége egy-séges képet mutatott, a tó hárrom medencéje nem különbözik el fajösszetétele alapján. Mintáinkban föleg az eutróf vizek kedvelői (pl. *Nitzschia dissipata*, *Rhoicosphenia abbreviata*, *Gomphonema olivaceum*, *G. pumilum*) és a tó fitoplanktonjából származó Centrales fajok (*Stephanodiscus minutulus*, *S. neoastraea*) jelentek meg legnagyobb mennyiségen. Domináns volt még néhány kozmopolita (*Achnanthidium minutissimum*, *Coccconeis placentula* var. *euglypta*, *Diatoma ehrenbergii*) és széles tolerancia tartományaival rendelkező (*Amphora pediculus*) faj is. A tó trofitási szintjét a németországi tavakra kifejlesztett TI index segítségével becsltük, az index értéke minden mintavételei helyen elérte az eutróf trofitási szintet. Vízminták begyűjtésére és laboratóriumi elemzésére is sor került, melyekben a kis koncentrációjú N és P formák – a TI indexsel ellentében – a litorális régió mezotróf állapotára utaltak.

Kulcsszavak: oligotróf, litorális régió, kő szubsztrát, kovaalga közösség, TI kovaalga index.

Bevezetés és célkitűzés

A Stechlin-tó Északkelet-Németországban, a mecklenburgi tóvidék déli részén helyezkedik el ($53^{\circ}10' / 13^{\circ}02'$). A tó mély, oligo-mezotróf, dimiktikus (egyes években meleg monomiktikus) jellegű, vizét csak igen kis mértékben befolyásolja antropogén hatás. Vízgyűjtő területének nyolcvan százalékát erdő borítja, mezőgazdasági tevékenység csupán elhanyagolható mennyiséggel területen zajlik (Casper, 1985). A növekvő elsődleges termelés ellenére (Koschel és mtsi., 2002) a tó megőrizte eredeti oligotróf jellegét és a mecklenburgi tóvidék egyik referencia helyeként tartják számon (Padisák és mtsi., 2003b).

A tavon 1959 óta folynak fitoplankton kutatások (Küchler, 1981, 1982; Casper, 1985), azonban a flórára vonatkozó rendszeres vizsgálatok csak 1994-ben kezdődtek el (Padisák és mtsi., 1998), ezzel kapcsolatban számos publikáció jelent meg az utóbbi néhány évben is (Padisák és mtsi., 2003 a, 2003b, 2003c, 2010). Egy 1986-évi kutatás során összehasonlító elemzést végeztek a diatóma szukcesszió és a PE-G modell kapcsán (Sommer és mtsi., 1986), 1999-ben pedig vizsgálták a planktonban a tavaszi kovaalga populáció térf- és időbeli változását (Padisák és mtsi., 2003c). A fitoplankton kutatással szemben a bentikus kovaalgákkal kapcsolatos vizsgálatok jelentősen háttérbe szorultak. A perifitonra vonatkozó minőségi analízis a bentikus diatomák fajlistájára korlátozódik, amelyet Casper (1985) munkájában találunk. Ökológiai szempontból - például diverzitás, abundancia - a bevonat-alkotó kovaalgák csoportjával eddig nem foglalkoztak.

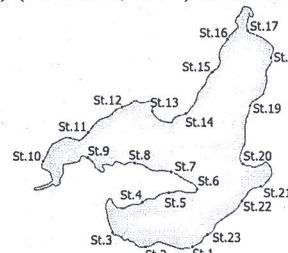
A kutatás elsődleges célja az volt, hogy egyszeri mintavételezés alkalmával meghatározzuk a tó jelenlegi bentikus kovaalga közösségeinek fajösszetételét és kovaalga index segítségével megbecsüljük a tó litorális régiójának trofitási szintjét.

Anyag és módszer

Fitobentosz mintáink a Stechlin-tó 23 különböző pontjáról származnak (**1. ábra**).

A mintavételezés 2013. május 3-án történt a tó litorális régiójában természetes kő-szubsztratról. A véletlenszerűen kiválasztott kövek felületéről rövid sertéjű fogkefével eltávolítottuk a bevonatot, majd a mintákat etanollal tartósítottuk. Ezt követően a bevonat minták oxidálására forró hidrogén-peroxidos roncsolási módszert alkalmaztunk (CEN, 2003). Az elkészített préparátumokat fénymikroszkóppal (Nikon Eclipse E600), 1000-szeres nagyításon vizsgáltuk. Minden mintában véletlenszerűen minimálisan 400 valvát

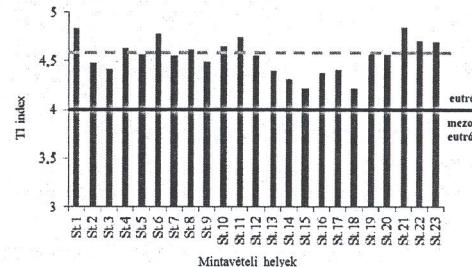
határozottunk meg. A határozáshoz a Süßwasserflora von Mitteleuropa (Krammer és Lange-Bertalot, 1991, 1997, 1999a, 1999b), a Diatoms of Europe (Lange-Bertalot, 2002), az Iconographia Diatomologica (Lange-Bertalot, 2000, 2004, 2008) és Diatomene im Süßwasser-Benthos von Mitteleuropa (Lange-Bertalot és mtsi., 2013) köteteit használtuk fel. Néhány faj pontos meghatározásához párosztázo elektronmikroszkópos vizsgálatot alkalmaztunk. A mennyiségi adatok alapján cluster-analizist végeztünk, amelyhez a SYNTAX programcsomagot (Podani, 2000) használtuk. A tó trofitási szintje becslésére a németországi tavakra kifejlesztett trofikus indexet (TI) (Hofmann, 1994) alkalmaztuk.



1. ábra: Mintavételei helyek. Fig. 1: Sampling sites

2013. szeptember 7-én a tó litorális régiójából 7 pontról történt vízminták begyűjtése, melyekben spektrofotometriásan mértük az ammónium (NH_4^+) nitrit (NO_2^-), nitrát (NO_3^-), ortofoszfát (PO_4^{3-}) s összes foszfor (TP) mennyiséget (APHA, 1998).

Eredmények és értékelés

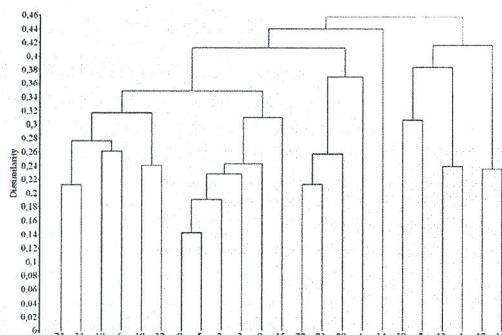


2. ábra: A mintavételei helyek domináns fajai alapján kapott dendrogram (Bray-Curtis index, UPGMA algoritmus)

Fig. 2: Dendrogram based on dominant species at the sampling sites (Bray-Curtis index, UPGMA algorithm)

23 mintából összesen 70 kovaalga taxont azonosítottunk (43 faj fénymikroszkópos képet az 1. Fotótábla tartalmazza), a mintavételei helyek fajszáma (29 ± 3) nem tért el jelenősen. A Shannon-Wiener diverzitás ($2,36 \pm 0,23$) és egyenletesség ($0,70 \pm 0,06$) értékek alacsonynak bizonytak, az e-

gyes minták között ebben az esetben sem találtunk számottevő különbséget.



3. ábra: A TI index értékei mintavételi helyenként
(- - : TI index értékek átlaga, :mezo/entróf és entróf trofitási szint határa)

Fig. 3: Values of TI index at the sampling sites
(- - : Average value of TI indices,:meso-/eutroph and eutroph trophic level boundary)

A cluster-analízis során megállapítottuk, hogy a tó három medencéje (északi, déli, nyugati) nem különbölt el fajösszetétel alapján (**2. ábra**), vagyis a litorális régió kovaalga közössége viszonylag egységes képet mutat.

Minden mintában jelentős dominanciával bírt az *Achnanthidium minutissimum*, mely egyaránt előkerült már oligotróf és entróf vizekből is (Krammer és Lange-Bertalot, 1999b). Dominánsként jelent meg két kozmopolita faj, a *Cocconeis placentula* var. *euglypta* és a *Diatoma ehrenbergii* (Krammer és Lange-Bertalot, 1991, 1999b), valamint a széles trofitási spektrumot toleráló *Amphora pediculus*. Ez utóbbi a németországi szárazföldi vizek egyik legelterjedtebb faja (Lange-Bertalot és mtsi., 2013). Mintáinkban domináns volt még néhány entróf vizeket kedvelő faj, pl. a *Cymbella compacta*, *Diatoma moniliforme*, *Fragilaria capucina* var. *vaucheriae*, *Nitzschia dissipata*, *Rhoicosphenia abbreviata*, *Gomphonema olivaceum* és a *Gomphonema pusillum*, mely a Germánalföldi tavakban tömegesen fordul elő (Krammer és Lange-Bertalot, 1991, 1999a; Lange-Bertalot és mtsi., 2013). A fitoplankton populáció növekedése február-márciusban kezdődik, majd május elején, a vízszelleg rétegződése során a növekedés megáll, a diatómák kisüllyednek az epilimnionból (Padisák és mtsi., 1998). Ezt tükrözi, hogy a vizsgálati időben a bevonatban megjelenő kovaalga taxonok 26 %-át a tó téli plankton közösségejére jellemző *Stephanodiscus minutulus* (Casper, 1985) és a tavasszal elsöként megjelenő *Stephanodiscus neoastraea* (Padisák és mtsai., 2003c) adta.

A trofitás fokának becslését a TI index segítségével végeztük el. Az index értékei nem különböztek számottevően ($4,6 \pm 0,2$), minden mintavételi ponton elértek az entróf trofitási szintet (**3. ábra**).

A laboratóriumi analízis során a litorális régióból származó vízmintákban kis koncentrációjú növényi tápanyagformákat mértünk. Ezek átlagos értékeit az **1. táblázat** tartalmazza.

1. táblázat: N és P formák átlagos mennyisége és szórása
Table 1: Average value and standard deviation of N and P forms

NH_4^+ (mg L^{-1})	NO_2^- ($\mu\text{g L}^{-1}$)	NO_3^- (mg L^{-1})	TP($\mu\text{g L}^{-1}$)	PO_4^{3-} ($\mu\text{g L}^{-1}$)
$0,004 \pm 0,002$	$2,00 \pm 1,01$	$0,07 \pm 0,05$	$13,93 \pm 5,85$	$5,11 \pm 1,97$

A mért összes foszfor (TP) koncentrációja alapján a tó a mezotróf fokozatba sorolandó (OECD, 1982).

Habár a víz N és P formáinak koncentrációja alacsony trofitási szintet jeleznek, a kovaalga közössége fajösszetétele

és az alkalmazott TI index értékei a litorális régió entróf jellegére utalnak.

Eredményeink csak betekintést nyújtanak a Stechlin-tó jelenlegi bevonatnak kovaalga közösségeinek fajösszetételeiről, azonban pontosabb összefüggések és következtetések levonásához további vizsgálat javasolt.

Közönetnyilvánítás

Közönettel tartozunk Selmeczy Gézának a mintavételben nyújtott segítségről, Buczko Krisztinának és Reingard Roßbergnek az elektronmikroszkópos vizsgálatokért.

Irodalom

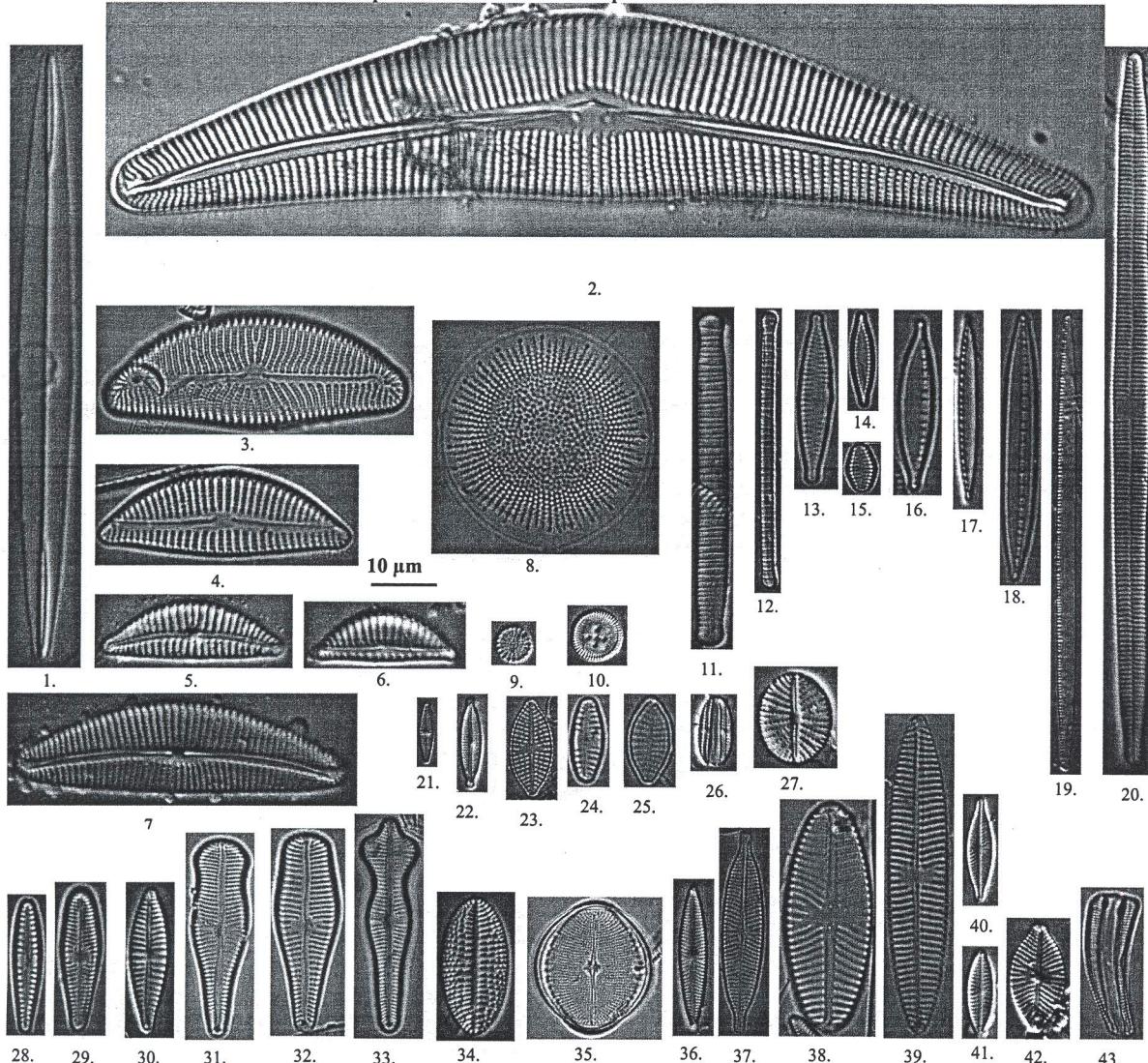
- APHA – American Public Health Association, 1998. Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater, 20th ed. United Book Press, Inc, Baltimore, MD, USA.
- Casper, S. J. (1985) Lake Stechlin: A temperate oligotrophic lake. Springer.
- CEN (2003) Water Quality – Guidance Standard for the Routine Sampling and Pretreatment of Benthic Diatoms from Rivers. EN 13946: 2003. Comité Europeen de Normalisation, Geneva: 14.
- Hofmann, G. (1994) Aufwuchs-Diatomeen in Seen und ihre Eignung als Indikatoren der Trophie. – Bibliotheca Diatomologica 30: 1–241.
- Koschel, R., Gonsiorczyk, T., Krienitz, L., Padisák, J. & Scheffler, W. (2002) Primary production of phytoplankton and nutrient metabolism during and after thermal pollution, in a deep, oligotrophic lowland lake (Lake Stechlin, Germany). – Verh. Internat. Verein. Limnol. 29: 569–575.
- Krammer, K., Lange-Bertalot, H. (1991) Bacillariophyceae 3. Teil: Centrales, Fragilariae, Eunotiaceae. In: Pascher, Süßwasserflora Von Mitteleuropa, Band 2/3, Gustav Fischer Verlag, Hedelberg Berlin.
- Krammer, K., Lange-Bertalot, H. (1997) Bacillariophyceae 2. Teil: Bacillariaceae, Epithemiaceae, Surirellaceae. In: Pascher, Süßwasserflora Von Mitteleuropa, Band 2/2, Gustav Fischer Verlag, Heidelberg Berlin.
- Krammer, K., Lange-Bertalot, H. (1999a) Bacillariophyceae 1. Teil: Naviculaceae. In: Pascher, Süßwasserflora Von Mitteleuropa, Band 1/2, Gustav Fischer Verlag, Hedelberg Berlin.
- Krammer, K., Lange-Bertalot, H. (1999b) Bacillariophyceae 4. Teil: Achnanthaceae, Kritische Ergänzungen Zu Navicula Und Gomphonema. In: Pascher, Süßwasserflora Von Mitteleuropa, Band 2/4, Gustav Fischer Verlag, Hedelberg Berlin.
- Küchler, L. (1981) Phytoplanktonuntersuchungen im Stechlinseegebiet in den Jahren 1973–1975. Limnologica, Berlin 14: 231–241.
- Küchler, L. (1982) Phytoplanktonuntersuchungen im Stechlin und im Nordbecken des Németzsees. Limnologica, Berlin 14: 231–241.
- Lange-Bertalot, H. (2000) Iconographia Diatomologica. Annotated Diatom Mirographs Volume 9. Diatom Der Anden. Koeltz Scientific Books. 673 Pp.
- Lange-Bertalot, H. (2002) Diatoms Of European Inland Waters And Comparable Habitats Volume 3. Cymbella. A.R.G. Gantner Verlag K.G. 504
- Lange-Bertalot, H. (2004) Iconographia Diatomologica. Annotated Diatom Mirographs Volume 13. Ecology – Hydrogeology – Taxonomy. Koeltz Scientific Books. 480 Pp.
- Lange-Bertalot, H. (2008) Iconographia Diatomologica. Annotated Diatom Mirographs Volume 17. Diatoms Of North America. Koeltz Scientific Books. 649 Pp.
- Lange-Bertalot, H., Hofmann, G., Werum, M. (2013) Diatomen im Süßwasser – Benthos von Mitteleuropa. Bestimmungsflora Kieselalgen für die ökologische Praxis. Über 700 der häufigsten Arten und ihre Ökologie. Königstein: Koeltz Scientific Books.
- OECD (1982) Eutrophication of waters, Monitoring, assessment and control. – OECD, Paris.
- Padisák J., Barbosa F., Koschel R., Krienitz L. (2003a) Deep layer cyanoprokaryota maxima in temperate and tropical lakes. Archiv für Hydrobiologie Special Issues Advanced Limnology 58: 175–199.
- Padisák J., Hajnal É., Krienitz L., Lakner J., Üveges V. (2010) Rarity, ecological memory, rate of floral change in phytoplankton—and the mystery of the Red Cock. Hydrobiologia, 653: 45–67.
- Padisák J., Krienitz, L., Scheffler, W., Koschel, R., Kristiansen, J., Grigorszky, I. (1998) Phytoplankton succession in the oligotrophic lake Stechlin (Germany) in 1994 and 1995. Hydrobiologia, 369/370: 179–197.
- Padisák J., Scheffler W., Kasprzak P., Koschel R., Krienitz L. (2003b) Interannual variability in the phytoplankton composition of lake Stechlin (1994–2000). Archiv für Hydrobiologie Special Issues Advanced Limnology 58: 101–133.
- Padisák J., Scheffler W., Sipos C., Kasprzak P., Koschel R., Krienitz L. (2003c) Spatial and temporal pattern of development and decline of the spring diatom populations in Lake Stechlin in 1999. Archiv für Hydrobiologie Special Issues Advanced Limnology 58, p. 135–155.
- Podani, J. (2000) Introduction to the exploration of multivariate biological data. Backhuys, Leiden.

Abstract: Lake Stechlin lies in Germany, on the southern border of the Mecklenburg Lake District. Recently, less research has focused on diatoms of the oligo-mesotrophic lake – contrary to phytoplankton studies. The aim of this study was to assess the current composition of benthic diatom communities of the lake and to estimate the trophic level based on TI diatom index. Phytoplankton samples were taken on 3 May 2013 from 23 different sites of the littoral zone of the lake from natural stone substrate. Species composition was determined with light and electron microscopes altogether, 70 species were found. Number of species (29 ± 3), Shannon-Wiener diversity ($2,36 \pm 0,23$), evenness ($0,70 \pm 0,06$) did not show any differences between the sampling sites. Diatom communities of the littoral region showed an uniform picture, there was not considerable difference in the three basins of the lake. Eutrophic species were dominant (e.g. *Cymbella compacta*, *Diatoma moniliforme*, *Fragilaria capucina* var. *vaucheriae*, *Nitzschia dissipata*, *Rhoicosphenia abbreviata*, *Gomphonema olivaceum*, *G. pumilum*) and planktonic Centrales species (*Stephanodiscus minutulus*, *S. neoastraea*). We also found the dominance of some cosmopolitan species (*Achnanthidium minutissimum*, *Cocconeis placentula* var. *euglypta*, *Diatoma ehrenbergii*) and broad tolerant species like *Amphora pediculus*. Trophic level of the lake was estimated with TI diatom index developed for German lakes, based on the index values the lake was eutrophic at each sampling sites. In the water samples low concentration of N and P forms were found – in contrast to the TI index – indicating mesotrophic state of the littoral zone.

Keywords: oligotrophic, littoral region, stone substrate, diatom community, TI diatom index

1. fotótábla: A Stechlin-tóban talált néhány kovaalga faj

1. photo table: Some diatom species found in Lake Stechlin



1. *Amphipleura pellucida* (Kützing) Kützing
2. *Cymbella helvetica* Kützing
3. *Encyonema prostratum* (Berkeley) Kützing
4. *Encyonema caespitosum* Kützing
5. *Cymbella excisa* Kützing
6. *Encyonema silesiacum* (Bleisch) D.G.Mann
7. *Cymbella compacta* Østrup
8. *Stephanodiscus neoastraea* Håkansson & Hickel
9. *Stephanodiscus minutulus* (Kützing) Cleve & Möller
10. *Cyclotella ocellata* Pantocsek
11. *Diatoma ehrenbergii* Kützing
12. *Diatoma tenuis* C.Agardh
13. *Fragilaria capucina* var. *vaucheriae* (Kützing) Lange-Bertalot
14. *Fragilaria brevistriata* Grunow
15. *Staurosira venter* (Ehrenberg) H.Kobayashi
16. *Nitzschia dissipata* (Kützing) Grunow
17. *Nitzschia palea* (Kützing) W.Smith
18. *Nitzschia dissipata* var. *media* (Hantzsch) Grunow
19. *Nitzschia recta* Hantzsch ex Rabenhorst
20. *Ulnaria ulna* (Nitzsch) P.Compère
21. *Achnanthidium minutissimum* (Kützing) Czarnecki

22. *Reimeria sinuata* (Gregory) Kociolek & Stoermer
23. *Aneumastus minor* Lange-Bertalot
24. *Karayevia clevei* (Grunow) Bukhtiyarova
25. *Amphora pediculus* (Kützing) Grunow ex A.Schmidt
26. *Cavolinula scutelloides* (W.Smith) Lange-Bertalot
27. *Gomphonema pumilum* (Grunow) Reichardt & Lange-Bertalot
28. *Gomphonema olivaceum* (Hornemann) Brébisson
29. *Gomphonema parvulum* (Kützing) Kützing
30. *Gomphonema acuminatum* Ehrenberg
31. *Gomphonema truncatum* Ehrenberg
32. *Gomphonema pala* E.Reichardt
33. *Gomphonema capitatoradiata* Germain
34. *Cocconeis placentula* var. *euglypta* (Ehrenberg) Grunow
35. *Cocconeis pediculus* Ehrenberg
36. *Navicula cryptotenella* Lange-Bertalot
37. *Navicula reinhardtii* Grunow
38. *Navicula tripunctata* (O.F.Müller) Bory de Saint-Vincent in Bory de Saint-Vincent
39. *Navicula reichardiana* Lange-Bertalot
40. *Navicula antonii* Lange-Bertalot
41. *Navicula clementis* Grunow