

## Eltérő víztestek és üledékeik összehasonlító vizsgálata

Csizmarik Gábor<sup>1</sup> – Juhász Csaba<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Szent István Egyetem Víz- és Környezetgazdálkodási Kar,  
Környezettudományi Intézet, Szarvas

<sup>2</sup>Debreceni Egyetem Agrár- és Gazdálkodástudományok Centruma,  
Mezőgazdaság-, Élelmiszertudományi és Környezetgazdálkodási  
Kar, Víz- és Környezetgazdálkodási Tanszék, Debrecen  
csizmarikg@gmail.com

### ÖSSZEFOGLALÁS

Hazánk gazdag vízi erőforrásokkal rendelkezik, ezért minőségük, illetve ökológiai állapotuk kutatása jelentős feladat. A Szarvas-Kákafoki-holtág a Tiszántúl legnagyobb mentett ártéri holtága, amely a Hármas-Körös bal oldalán terül el, 926,8 km<sup>2</sup>-es vízgyűjtő terület befogadjaként, hossza 28 km. A holtág komplex vízhasznosítási, mezőgazdasági, belvízvédelmi, és elsősorban rekreációs célokat szolgál. Vízminőségét befolyásolja az élő Körös folyó, de jelentős a kommunális, és az iparszerű mezőgazdaságból eredő terhelés is. Vizsgálatainkkal a vízi környezeti állapot felmérési módszereinek kiegészítéséhez kívántunk hozzájárulni. Célul tűztük ki a szarvasi Kákafoki-holtág feltöltődési sebességének becslését, a holtág vízminőségi és az üledék oxidációs-redukciós állapotának felmérését, valamint a vízminőséget jelentősen befolyásoló intenzív halnevelő rendszer elfolyó vizének mentesítésére létesített mesterséges vizes élőhely víz- és üledékminőségi állapotának kutatását.

A feltöltődés mértékét alapvetően az allochton és autochton szervesanyag mennyisége határozza meg. A lágy üledék vastagságának mérésével megbecsültük a holtágmeder feliszapolódásának sebességét, mely a mérések alapján évi 0,4-0,5 cm-re tehető. A holtágon algavirágzást tapasztaltunk, ami az eutrofizáció fokozódását jelezte. A vízvirágzások veszélyt jelenthetnek a holtág élővilágára, mivel nemcsak a szaprobitást – és ezen keresztül az oxigénviszonyokat – befolyásolják, hanem közvetlen toxikus hatásuk is lehet.

Vizsgálataink szerint a létesített vizes élőhely hatékonyan csökkentette a szervesanyag tartalmat. A TOC mérések alapján megállapítható, hogy a holtágba már határértéken aluli koncentrációjú szerves szén jutott.

A vizes élőhelyeken a víztest gyors reagálása anyagforgalmi dinamikája miatt a vízminőségi változások tér-időben igen eltérőek, esetenként szélsőségesek lehetnek. Ezt jól példázza a holtág és a halastavi rendszer oxigénforgalma.

Az üledékben történő változások kiegyenlítettebbek, a lebontás sebességét nagymértékben befolyásolják az oxidációs-redukciós körülmények. Célszerű lenne ezért a vízminősítés során az üledék redoxpotenciálját is figyelembe venni.

**Kulcsszavak:** létesített vizes élőhely, holtág, vízminőség, üledékminőség

### SUMMARY

Hungary is rich in natural water resources, therefore investigation of these biotopes is an important task. The Szarvas-Kákafok deadarm is the largest horse-shoe lake of the Tiszántúl, its length is 28 km. It has an important role in recreation and agricultural utilization. The quality of the deadarm is influenced by the river Körös, but also by communal and agricultural

pollution. Our goals were to estimate the intensity of the sedimentation processes, and the water- and the sediment quality as well. Also, we examined an artificial wetland system, constructed by the Fish Culture and Irrigation Research Institute, Szarvas.

The calculated sedimentation was 0.4-0.5 cm year<sup>-1</sup>, which indicated an intensive eutrophication process. The constructed wetland system was able to decrease the organic load of the intensive fish culture company. On the basis of our TOC measurements, the organic matter content of the effluent water remained within the water quality limits.

The changes of the material cycling could be more intense in the water body, then in the sediment. The oxido-reduction potential of the sediment could indicate the ecological state of the shallow lakes, therefore it could be an easily measurable indicator in the water classification.

**Keywords:** artificial wetland, deadarm, water quality, sediment quality

### BEVEZETÉS

A globális klímaváltozás egyre erősödő hatásai miatt a vízkérdés a 21. század központi problémájává válik. Fosszilis energiahordozók nélkül 3,5 milliárd éve működik a bioszféra, víz nélkül azonban nincs élet. A vizes élőhelyek szerepe ezért felértékelődik, amit jól mutat a Ramsari egyezmény is. Hazánk gazdag vízi erőforrásokkal rendelkezik, ezért minőségük, illetve ökológiai állapotuk kutatása jelentős feladat. A Szarvas-Kákafoki-holtág a Tiszántúl legnagyobb mentett ártéri holtága, amely a Hármas-Körös bal oldalán terül el, 926,8 km<sup>2</sup>-es vízgyűjtő terület befogadjaként, hossza 28 km. A holtág két ütemben, 1836 és 1890 között jött létre a XIX. századi folyószabályozások során (Anonymus, 1893). A holtág komplex vízhasznosítási; mezőgazdasági, belvízvédelmi, és rekreációs célokat szolgál. Vízminőségét befolyásolja az élő Körös folyó, de jelentős a kommunális, és az iparszerű mezőgazdaságból eredő terhelés is (Pálfi, 2001).

A magyarországi vízminősítés alapja az MSZ 12749 szabvány, mely alapvetően a víztest kémiai jellemzői alapján minősíti a felszíni vizeket. A Vízkeret Irányelv iránymutatása alapján a kormány kiadta a 31/2004. KvVM rendeletet, mely a minősítésben figyelembe veszi a víztest ökológiai állapotát is. A vizes élőhelyek vízteste azonban szerves egységet alkot az üledékkal, mely jelentős mértékben befolyásolja az anyagforgalmi dinamikát (Janurik és Szabó, 1985; Chapman és Reiss, 1999).

Vizsgálatainkkal a vízi környezeti állapot felmérési módszereinek kiegészítéséhez kívántunk hozzájárulni. Célul tűztük ki a szarvasi Kákafoki-holtág feltöltődési sebességének becslését, a holtág vízminőségi és az üledék oxidációs-redukciós állapotának felmérését, valamint a vízminőséget jelentősen befolyásoló intenzív halnevelő rendszer elfolyó vízének mentesítésére létesített mesterséges vizes élőhely víz- és üledékminőségi állapotának kutatását.

## ANYAG ÉS MÓDSZER

### Mintavétel

A szarvasi Kákafoki-holtág teljes hosszában 20 mintavételi pontot jelöltünk ki. A mintavétel során 1992-ben és 2006-ban mértük a lágy üledék vastagságát, 2006 és 2008 őszén vizsgáltuk a víz- és üledékminőséget.

A létesített vizes élőhely kialakítása a Halászati és Öntözési Kutatóintézet központi telepének négy halastavából történt. A rendszer két halastóból és két vizinövényes tóból állt, a tavak alapterülete egyenként 2500 m<sup>2</sup>, a halastavak vízmélysége átlagosan 1,2 m, víztérfogatok egyenként mintegy 3000 m<sup>3</sup> volt, míg a két vizinövényes tó területe szintén 2500 m<sup>2</sup>, az átlagos vízmélység 0,5 m volt. A mintavételezés 2002-ben történt.

### Vizsgálati módszerek

Az üledék redoxpotenciálját Cole-Parmer 59002-60 típusú redox-pH mérővel (mV/pH) mértük. A holtág víztestének vizsgálatához HORIBA U-10 típusú műszert használtunk, mellyel párhuzamosan mértük a vezetőképességet, a pH-t, a hőmérsékletet és az oxigénkoncentrációt. Mértük ezenkívül a vízmélységet és a lágy üledék vastagságát.

A teljes szerves szén meghatározása TOC 5000A Total Organic Carbon Analyzer (SHIMADZU) készülékkel közvetlenül az eredeti mintából történt.

A módszer lényege, hogy a mintában jelenlévő szerves anyagokat széndioxidá oxidáljuk. Az oxidáció folyadék fázisban történik platina katalizátor segítségével 750 °C-on. Az oxidációval keletkezett széndioxidot a készülék infravörös gázanalizálással határozza meg.

## EREDMÉNYEK ÉS ÉRTÉKELÉSŰK

### A szarvasi Kákafoki-holtág feltöltődésének becslése

1992-ben és 2006-ban mértük a holtág és a lágy üledékének vastagságát. A 14 éves távlat lehetőségét ad arra, hogy megbecsüljük a feltöltődés ütemét. Az eredményeket az 1. ábra szemlélteti.

A 7. mintavételi pontnál a mérések előtt kotrás történt, ami referenciapontként szolgálhat a feltöltődés sebességének megállapításához. A lágy üledék vastagsága itt 5 cm volt 1992-ben, és 9 cm 2006-ban, vagyis 14 év alatt 4 cm üledék rakódott le.

Ebből következően a feltöltődés sebessége 0,29 cm év<sup>-1</sup>.

A feltöltődést azonban több tényező is befolyásolja:

- a kommunális eredetű szerves anyag, tehát a szaprobitás növekedése;
- a mezőgazdasági eredetű növényi tápanyag bemosódás, vagyis az eutrofizálódás;
- a holtág áramlási viszonyai;
- az üledék tömörödése.

Az áramlás hatására jó példa az 5. mintavételi pont. A kiépített műtárgy miatt felgyorsult vízsebesség az üledékvastagságot 58 cm-ről 7 cm-re csökkentette. A 9-11. és különösen a 12. mintavételi ponton jelentősen nőtt az üledék vastagsága. A növekedést a HAKI kacsatelepről történt szerves anyag- és növényi tápanyag bemosódás, a 12. ponton pedig az intenzív halnevelő telep elfolyó vizével bekerült jelentős mennyiségű formált szerves anyag okozta. A 6. mintavételi pont a szennyvíztelepi befolyó, ami a legvastagabb, 99 cm üledékréteget eredményezett 1992-ben. Az üledék lágy konzisztenciája viszont lehetővé teszi a tömörödés mértékének becslését. 2006-ra az üledékvastagság 69 cm-re csökkent, tehát a tömörödés 30% volt 14 év alatt, 2,4% évente. Fentiek alapján a holtág átlagos feliszapolódásának mértéke 0,4-0,5 cm-re tehető.

Ez az átlagos érték természetesen jelentősen módosulhat az egyes szakaszok jellegzetességeitől függően.

1. ábra: Az üledékvastagság alakulása 1992-ben és 2006-ban

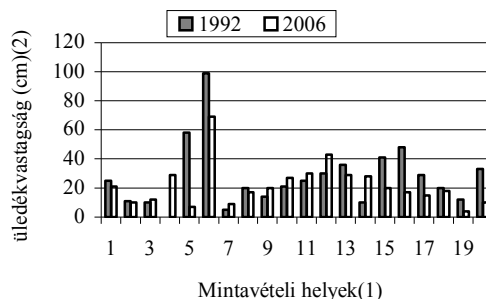


Figure 1: Variation of the depth of sediment in 1992 and 2006. No. of sampling sites(1), depth of sediment in cm(2)

### A holtág víz- és üledékminősége

A mintavétel helyszínén hordozható műszerrel mértük a víztest pH-ját, vezetőképességét, oxigéntartalmát és hőmérsékletét. Közvetlenül az üledékminta megvétele után mértük annak redoxi potenciálját (1. táblázat). 2008-ban magasabb vízhőmérsékletet mértünk. Figyelemre méltó, hogy különösen a pH értéke és az oxigéntartalom változott szélsőségesen, az üledék redoxpotenciálja jóval kiegyenlítettebb ingadozásokat mutatott. 2008-ban a holtág egyes pontjain algavirágzást tapasztaltunk, ami magas oxigénkoncentrációkat és pH emelkedést eredményezett. A 2. ábra jól mutatja, hogy a redoxpotenciál értékei 2008-ban alacsonyabbak voltak, amit a megnövekedett szervesanyag termelés

magyarázhat. Ezen felül a 19. mintavételi ponton kagylópusztulást tapasztaltunk, ami a holtág növekvő eutrofizációjára utal.

1. táblázat

A szarvasi Kákafoki-holtág *in situ* méréseinek eredményei

Minta hely(1)	Mintavétel időpontja(2)	Üledék redox(3) mV	pH	Vezetőképesség(4) $\mu\text{S cm}^{-1}$	O <sub>2</sub> mg l <sup>-1</sup>	Hőmérséklet(5) °C
1	2006	108	7,6	415	7,1	18,3
	2008	48,1	8,38	383	8,4	24,6
2	2006	90,2	7,74	428	7,8	18,4
	2008	75,6	8,32	386	4,5	24,8
3	2006	82,3	7,68	412	7,9	18,4
	2008	92,1	9,2	345	7,8	24,9
4	2006	118,4	7,5	426	7,5	18,4
	2008	87,2	9,85	334	13,2	25,3
5	2006	92	7,68	430	7,1	18,6
	2008	81,7	9,7	338	10,9	25,3
6	2006	102,4	7,52	445	6,2	18,6
	2008	76,5	9,5	338	9,9	24,7
7	2006	122,4	7,52	420	6,2	18,8
	2008	68,5	9,3	341	8,45	24,6
8	2006	113,2	7,72	434	8,5	19,5
	2008	77,6	8,8	346	7,9	25,7
9	2006	112,1	7,7	428	6,3	18,7
	2008	94,3	9,62	405	13,65	27,2
10	2006	110,4	7,49	425	6,8	19,4
	2008	93,2	9,83	414	16,1	27,2
11	2006	116,3	7,9	459	9,6	19
	2008	91,6	9,58	433	15,35	27,1
12	2006	115	8,15	474	11	19,3
	2008	85,3	9,68	436	16,14	27,3
13	2006	113,4	8,1	490	11,3	19,6
	2008	85,1	9,22	445	10,82	26,9
14	2006	165,2	6,85	681	11,6	19,7
	2008	122	8,72	367	7,56	25,8
15	2006	114,2	7,48	434	7,5	19
	2008	89,8	8,8	353	8,9	25,8
16	2006	109,2	7,46	431	7,9	19
	2008	87	9,4	340	15	26,3
17	2006	123,5	7,51	459	7,5	19,2
	2008	89,1	9,3	361	12,3	25,6
18	2006	103,7	7,25	442	6,8	19,3
	2008	101,3	8,5	387	11,75	26,7
19	2006	112	7,25	443	7,55	19,6
	2008	103,4	9,73	389	11,2	26,6
20	2006	117	7,48	455	6,2	19,2
	2008	111,1	8,12	439	5,1	26,9

Table 1: Results of the *in situ* measurements in the Szarvas-Kákafok deadarm  
 Sampling site(1), sampling time(2), oxido-reduction potential of the sediment(3), conductivity(4), temperature(5)

2. ábra: Az üledék redox értékei a holtágban 2006-2008-ban

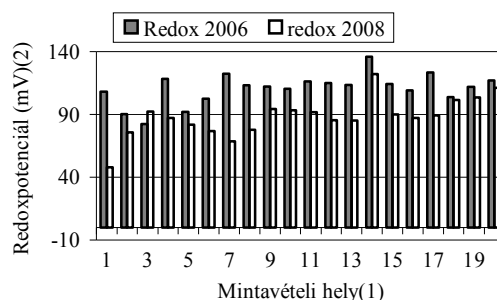


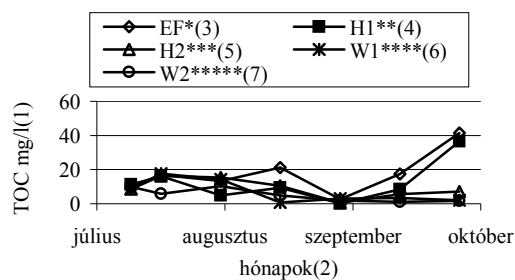
Figure 2: Variation of the oxido-reduction potential of the sediment in 2006 and in 2008

No. of sampling site(1), oxido-reduction potential in mV(2)

A létesített vizes élőhely vizsgálata

Az intenzív harcsanevelő telep elfolyó vizével 31,6 mg l-1 lebegőanyag terhelés jutott a rendszerbe, melynek 57,3%-a volt szerves frakció. A szervesanyag mennyiségének változását TOC méréssel követtük nyomon a rendszerben (3. ábra).

3. ábra: A TOC változása a halastó-wetland rendszerben



\* EF – intenzív rendszer elfolyó(3)  
 \*\* H1 – 1. halastó(4)  
 \*\*\* H2 – 2. halastó(5)  
 \*\*\*\* W1 – 1. vízinövényes tó(6)  
 \*\*\*\*\* W2 – 2. vízinövényes tó(7)

Figure 3: Variation of the Total Organic Content in the constructed wetland system

Total Organic Content(1), months(2), effluent of the intensive system(3), fish pond No. 1(4), fish pond No. 2(5), wetland No. 1(6), wetland No. 2(7)

A létesített vizes élőhely képes volt feldolgozni a megnövekedett terhelést, a holtágba már határérték alatti szervesanyag koncentrációjú kifolyó víz jutott. A halastó-vízinövényes rendszer csökkentette a N- és P terhelést is (Kerepeczki et al., 2003).

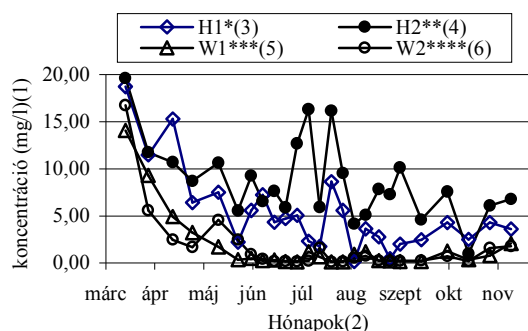
Az oxigénforgalom erősen ingadozott, esetenként szélsőségesen alacsony értékeket vett fel (4. ábra).

Knud-Hansen (1998) szerint még a legtermékenyebb halastavakban sem csökken 3 mg l-1 alá az oldott oxigén koncentrációja, ha a szerves anyag kizárólag autochton termelésű. Jelen esetben viszont a külső terhelés miatt a hajnali órákban az oxigénkoncentráció az 1. tóban esetenként

megközelítette az 1 mg l<sup>-1</sup> értéket. Ez az érték már kritikus a halak számára (Horváth, 2000), ezért mesterséges oxigén utánpótlásra volt szükség.

Az üledék redoxpotenciál változásai nagyobb ingadozásokat mutattak, mint a holtágban (5. ábra). Ezzel együtt azonban jóval kiegyenlítettebbek voltak a változások, mint a víztestben.

4. ábra: Az oxigéntartalom változása a halastó-vízínövényes rendszerben

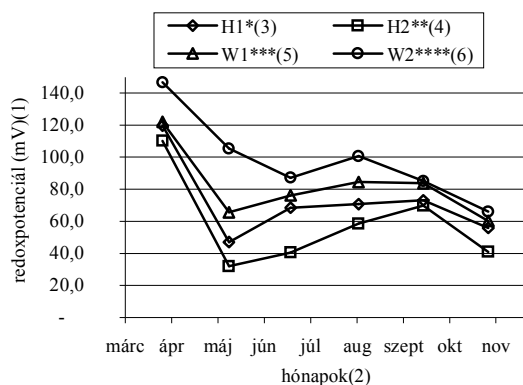


- \* H1 – 1. halastó(3)
- \*\* H2 – 2. halastó(4)
- \*\*\* W3 – 1. vízínövényes tó(5)
- \*\*\*\* W2 – 2. vízínövényes tó(6)

Figure 4: Variation of the oxygen concentrations in the constructed wetland system

Oxygen concentration(1), months(2), fish pond No. 1(3), fish pond No. 2(4), wetland No. 1(5), wetland No. 2(6)

5. ábra: A redoxpotenciál változása a halastó-wetland rendszerben



- \* H1 – 1. halastó(3)
- \*\* H2 – 2. halastó(4)
- \*\*\* W3 – 1. vízínövényes tó(5)
- \*\*\*\* W2 – 2. vízínövényes tó(6)

Figure 5: Variation of the oxido-reduction potential in the constructed wetland system

Oxido-reduction potential(1), months(2), fish pond No. 1(3), fish pond No. 2(4), wetland No. 1(5), wetland No. 2(6)

## KÖVETKEZTETÉSEK, JAVASLATOK

A Szarvasi Kákafoki-holtág mezo-eutróf, mezoszaprób jellegű, a feltöltődés mértékét alapvetően az allochton és autochton szervesanyag mennyisége határozza meg. A lágy üledék vastagságának mérésével megbecsülhető a holtágmeder feliszapolódásának sebessége, mely a mérések alapján évi 0,4-0,5 cm-re becsülhető. A holtágon algavirágzást tapasztaltunk, ami az eutrofizáció fokozódását jelezte.

Az eutrofizáció előrehaladtával fokozódik a szervesanyag termelődése, így növekszik a holtág feltöltődési üteme is. A vízvirágzások veszélyt jelenthetnek a holtág élővilágára, mivel nemcsak a szaprobitást – és ezen keresztül az oxigénviszonyokat – befolyásolják, hanem közvetlen toxikus hatásuk is lehet. Bizonyítja ezt a 19. mintavételi ponton, 2008-ban tapasztalt kagylópusztulás is. Szükséges tehát a szennyezőforrások csökkentése.

A holtágra nézve terhelést jelent az intenzív halnevelő telepek elfolyó vizének magas tápanyag- és lebegőanyag tartalma is. A Halászati és Öntözési Kutató Intézet 2001-2003 között kísérleti jelleggel mesterséges vizes élőhelyet létesített két halastó és két vízínövényes tó sorbakapcsolásával, melybe bevezették a halnevelő telep elfolyó vizének egy részét.

A vizsgálatok szerint a rendszer hatékonyan csökkentette a lebegő- és tápanyagtartalmat. Saját vizsgálataink szerint a rendszer hatékonyan csökkentette a szervesanyag tartalmat. Ezek az eredmények összhangban vannak Costa-Pierce (1998) vizsgálataival is. A TOC mérések alapján megállapítható, hogy a holtágba már határértéken aluli koncentrációjú szerves szén jutott. A vizes élőhelyeken a víztest gyors reagálású anyagforgalmi dinamikája miatt a vízminőségi változások tér-időben igen eltérőek, esetenként szélsőségesek lehetnek. Ezt jól példázza a holtág és a halastavi rendszer oxigénforgalma.

Az üledékben történő változások kiegyenlítettebbek, a lebontás sebességét nagymértékben befolyásolják az oxidációs-redukciós körülmények. A jelenlegi vízminősítési gyakorlatban viszont nem vizsgálják az üledék állapotát. Célszerű lenne ezért a vízminőség megállapításakor az üledék redoxpotenciálját is figyelembe venni.

A vízminőség javításához hozzájárulhat az üledék részleges eltávolítása (Björk, 1994), azonban ez csak ideiglenes megoldás.

A jövőben szeretnénk a kutatásokat kiterjeszteni az üledék anyagforgalmára is, ezen belül a szénforgalom vizsgálatára. A CO<sub>2</sub> és CH<sub>4</sub> emisszió mérésével lehetőség nyílik a mineralizációs folyamatok jobb megismerésére.

*IRODALOM*

- Anonymus (1893): Körös folyók szabályozása. Vízügyi Közlöny VII. 158-193.
- Björk, S. (1994): Sediment Removal. In: Eiseltova, M. (ed.) Restoration of Lake Ecosystems. – IWRB Publications, 32. 82-89.
- Chapman, J. L.-Reiss, M. J. (1999): Ecology: Principles and Applications. Cambridge University Press, 196-203.
- Costa-Pierce, B. A. (1998): Preliminary investigation of an integrated aquaculture-wetland ecosystem using tertiary-treated municipal wastewater in Los Angeles County, California. Ecological Engineering, 10. 341-354.
- Horváth L. (szerk.) (2000): Halbiológia és haltenyésztés. Mezőgazda Kiadó, Budapest
- Janurik E.-Szabó P. (1985): Nitrogén kompartmentek és áramlási utak. A halhústermelés fejlesztése, 12. 23-31.
- Kerepeczki, É.-Gál, D.-Szabó, P.-Pekár, F. (2003): Preliminary investigations on the nutrient removal efficiency of a wetland-type ecosystem. Hydrobiologia, 506-509. 665-670.
- Knud-Hansen, C. F. (1998): Pond Fertilization: Ecological approach and practical applications. In: The Pond Dynamics/Aquaculture Collaborative Research Support Program (Ed.: McElwee et al.) Oregon State University, Corvallis, Oregon. 40.
- Pálfai I. (2001): Magyarország holtágai. Közlekedési és Vízügyi Minisztérium, 155-156.