Acrocephalus 23 (110-111): 5 – 20, 2002

Prehrana kormorana *Phalacrocorax carbo* na območju reke Save od Ljubljane do Zagorja (Slovenija)

The diet of Great Cormorants *Phalacrocorax carbo* on the Sava river between Ljubljana and Zagorje (Slovenia)

Marijan Govedič[1], Franc Janžekovič[2] & Ivan Kos[3]

[1]Center za kartografijo favne in flore, Antoličičeva 1, SI-2204 Miklavž na Dravskem polju, Slovenija, e-mail: marijan.govedic@ckff.si

[2]Oddelek za biologijo Pedagoške fakultete - Univerza v Mariboru, Koroška cesta 160, SI-2000 Maribor, Slovenija, e-mail: franc.janzekovic@guest.arnes.si

[3]Oddelek za biologijo Biotehniške fakultete - Univerza v Ljubljani, Večna pot 111, SI-1001 Ljubljana, Slovenija, e-mail: ivan.kos@uni-lj.si

Diet of Great Cormorants *Phalacrocorax carbo* occurring on the Sava river between Ljubljana and Zagorje was studied in the winter 1998/99 by means of regurgitated pellets, collected at the Cormorants' night roost at Hotič. Among 473 collected pellets, 69.8 % contained remains of fish. The pellets also contained worms Nematoda and tapeworms Cestoda, remains of caddis flies Trichoptera, snails Gastropoda and a frog *Rana* sp. In separate pellets, remains of 1 to 69 fish (median 2, average 3.9) were found: in 41.8 % pellets remains of 1 fish, in 93.6 % remains of up to 10 fish. Altogether, remains of 1,288 fish were found. Length and weight were determined for 1,279 of them. Total weight of these fish was estimated at 57 kg. The diet consisted of 12 fish species (trout *Salmo trutta*, grayling *Thymallus thymallus*, chub *Leuciscus cephalus*, nase *Chondrostoma nasus*, danube roach *Rutilus pigus virgo*, roach *Rutilus rutilus*, barbel *Barbus barbus*, bream *Abramis brama*, bleak *Alburnus alburnus,* pike *Esox lucius*, perch *Perca fluviatilis* and ruffe *Gymnocephalus cernuus*). The diet was dominated by Cyprinidae (85.8 % by number, 90.5 % by biomass). Grayling and trout were represented with 6.5 % by number and 3.6 % by mass and pike, perch and ruffe in 7.3 % by number and 3.6 % by mass. Inside Cyprinidae chub with 16.4 % by number and 38.6 % by biomass and nase with 3.9 % by number and 16.5 % by biomass were most frequent. The proportion of undetermined Cyprinidae was 57.1 % by number and 28.5 % by mass. Prey size ranged from 23 to 345 mm. Most frequent length class was 70-170 mm (50 % by number and 19 % by mass), but large individuals (>170 mm) were most important (25.0 % by number and 80.1 % by mass) in the diet of Great Cormorants. The numbers of specimens of Cyprinidae, Percidae and Salmonidae between months were significant, while the numbers of specimens of determined Cyprinids were not. We concluded that the differences in the investigated area depended more on random detection of fish. Chub and nase are species with shoaling habits, and were assumed that they were easier detectable by Great Cormorants than the non–shoaling species.

Key words: *Phalacrocorax carbo*, Great Cormorant, piscivorous birds, winter diet, pellet analysis, Cyprinidae, fish, Slovenia, Sava river

Ključne besede: *Phalacrocorax carbo*, kormoran, ribojede ptice, zimska prehrana, analiza izbljuvkov, Cyprinidae, ribe, Slovenija, reka Sava

1. Uvod

Raziskave o prehrani kormorana *Phalacrocorax carbo* so bile napravljene v večini evropskih držav. Analize so bile narejene z opazovanjem na prehranjevališčih (Feltham & Davies 1997, Nehls & Gienapp 1997), postavitvijo gnezd na tehtnice (Grémillet *et al.* 1996), spremljanjem sprememb temperature v želodcu (Grémillet & Plös 1994), biokemijsko metodo DLW (doubly labelled water) (Keller 1997), pobiranjem rib v okolici gnezd (Van Dobben 1952, Mikuska 1983, Beccaria *et al.* 1997) in s pregledom vsebine želodcev kadavrov (Suter 1995, Carss & Marquiss 1997), prevladuje pa analiza vsebine izbljuvkov (Van Dobben 1952, Müller 1986, Morel & Hausmann 1989, Marteijn & Dirksen 1991, Schratter & Trauttmansdorff 1993, Keller & Vordermeier 1994, Dirksen *et al.* 1995, Mann *et al.* 1995, Suter 1995, Nehls & Gienapp 1997, Noordhuis *et al.* 1997, Janžekovič & Govedič 1998).

Kormorani so skoraj izključno ribojedi, vendar so lahko na morju tudi nevretenčarji pomemben del prehrane. Na rekah prevladujeta lipan *Thymallus thymallus* in postrv *Salmo trutta* v zgornjih tokih, krapovci Cyprinidae pa v spodnjih. Na jezerih pogosto prevladujeta rdečeoka *Rutilus rutilus* in navadni ostriž *Perca fluviatilis*. Prehrana se lahko tudi na isti lokaliteti razlikuje med posameznimi leti, meseci ali celo dnevi. Nekatere vrste plena prevladujejo le v delu leta (Veldkamp 1997).

Delež vrst v prehranjevalnem habitatu in v prehrani je lahko podoben (Beccaria *et al.* 1997, Hald-Mortensen 1997) ali različen (Mikuska 1983, Marteijn & Dirksen 1991, Keller & Vordermeier 1994, Dirksen *et al.* 1995). Natančnejši pregled prehrane kormorana v Evropi je podal že Gregori (1995).

Kormoran v Sloveniji ne gnezdi in o tem tudi ni znanih podatkov iz preteklosti (Geister 1995). Po prvih opazovanjih posameznih osebkov (Gregori 1976, Štumberger 1982) je ob ponovnem vzponu populacije v Evropi število prezimujočih osebkov naraščalo. Naraščanje številčnosti pa je tudi v Sloveniji vzbudilo veliko zanimanja glede vrst in količine rib, ki jih kormorani dejansko uplenijo.

Namen dela je bil ugotoviti prehrano kormorana na območju reke Save od Ljubljane do Zagorja. Raziskava je obsegala opazovanje in spremljanje kormoranov v času pred nabiranjem izbljuvkov ter nabiranje in analizo izbljuvkov. Ugotoviti smo želeli vrstno sestavo plena in velikost osebkov, s katerimi se prehranjujejo kormorani.

2. Metode dela in opis obravnavanega območja

2.1. Območje raziskave in terensko delo

Prehrano kormoranov smo ugotavljali z analizo izbljuvkov, ki je preprosta, cenena in hitra metoda (Duffy & Jackson 1986, Carss *et al.* 1997). Ob minimalnem vznemirjanju ptic omogoča zbiranje velikega števila vzorčnih enot (izbljuvkov).

Izbljuvke smo pobirali na prenočišču kormoranov pri Hotiču ob reki Savi v zimi 1998/99 (tabela 1). Prenočišče je eno izmed starejših v Sloveniji, kjer kormorani v zadnjih letih redno prezimujejo v večjem številu (Gregori 1993, Sovinc 1994, Geister 1997, Štumberger 1997 & 1998). Izbljuvke smo pobrali v čim zgodnejšem jutranjem času, tako kot priporočajo Carss *et al.* (1997), saj kormorani običajno zjutraj z izbljuvkom izločijo ostanke hrane prejšnjega dne (Van Dobben 1952, Johnstone *et al.* 1990, Zijlstra & Van Eerden 1995). Kormorani izbljuvajo različno veliko kepico sluzi, ki običajno obdaja ostanke plena. Ti so lahko zbiti in sluz predstavlja le ovoj, lahko so v sluzi posamič, pogosto pa v sluzi ni ostankov. Pobrali smo vse izbljuvke, še posebej smo iskali tudi majhne, ki so v raziskavah pogosto spregledani (Duffy & Jackson 1986, Grémillet & Plös 1994).

Za kormorane, ki so prenočevali v Hotiču, je bilo ugotovljeno, da so se v zimi 1998/99 prehranjevali na območju reke Save od Ljubljane do Zagorja (Govedič 2001 & v pripravi).

Med Ljubljano in Zagorjem sodi reka Sava v mrenski ribji pas (Povž 1983). Na tem odseku živi 23 vrst rib (Povž 1999). V reki Ljubljanici je bilo med Vevčami in njenim izlivom ugotovljenih 27 vrst rib, od tega 8 drugih kot v reki Savi med Ljubljano in Zagorjem (Povž 1999).

2.2. Analiza izbljuvkov

Metodo analize izbljuvkov smo povzeli po Marteijn & Dirksen (1991) ter upoštevali modifikacije drugih avtorjev (Veldkamp 1995a, Suter & Morel 1996, Carss *et al.* 1997).

Najprej smo iz izbljuvkov odbrali vse goltne kosti, žvečne ploščice, asteriskuse in lapiluse krapovcev ter sagite nekrapovskih vrst, strukture, po katerih smo določali vrste rib in njihovo dolžino. Preostanek izbljuvka smo 15-20 ur raztapljali v 9 % NaOH. V tem času se je sluz raztopila. Pobrali smo preostale otolite.

Goltna kost je osificiran peti škržni lok krapovcev in je vrstno specifična. Takšna je tudi neparna žvečna ploščica krapovcev, ob katero tarejo hrano goltni

zobje. Statoliti oziroma otoliti (asteriskus, lapilus, sagita) so parne strukture notranjega ušesa rib kostnic (Harder 1975).

Po odbranih strukturah smo ugotovili taksone rib s pomočjo lastne primerjalne zbirke in literature (Gasowskiej 1962, Maitland 1972, Härkönen 1986, Povž & Sket 1990). Družino rib smo določili na podlagi otolitov. Ker so asteriskusi in lapilusi krapovcev vrstno nespecifični, smo številne osebke krapovcev uvrstili v skupino nedoločenih krapovcev (Cyprinidae nedoloč.). Po sagitah smo ugotovili nekrapovske vrste. Do nižjih taksonov smo krapovce determinirali po goltnih kosteh in žvečnih ploščicah. Zaradi medsebojne podobnosti žvečnih ploščic majhnih osebkov platnice *Rutilus pigus virgo* in rdečeoke smo nekatere osebke uvrstili v skupino *Rutilus* sp.

Število rib v izbljuvku smo ugotovili na podlagi najbolj številne strukture, upoštevajoč parnost oziroma neparnost struktur. V primeru parnih struktur smo naredili korekcijo navzgor, če se strukture niso ujemale po velikosti (npr. 4 majhne leve, 3 majhne desne in 2 velika desna otolita v izbljuvku smo interpretirali kot ostanke 6 rib).

Dolžine rib smo izračunali iz izmerjenih dolžin posameznih struktur (goltne kosti, žvečne ploščice, otoliti) s pomočjo regresijskih premic (tabela 6). Strukture smo merili po Govedič (2001). Enačbe regresijskih premic za *Rutilus* sp. in nedoločene krapovce smo izračunali kot ponderirano povprečno regresijsko premico, pri čemer smo koeficiente obtežili s frekvenco pojavljanja posameznega taksona.

Pri krapovcih (razen zeleniki *Alburnus alburnus*) smo v primeru več struktur istega osebka upoštevali izračunano dolžino po prednostnem redu najprej iz goltnih kosti, širine žvečne ploščice, dolžine žvečne ploščice, dolžine asteriskusa in nazadnje iz dolžine lapilusa.

Za zmanjšanje vpliva raztapljanja struktur smo pri klenu *Leuciscus cephalus*, podusti *Chondrostoma nasus*, rdečeoki in platnici upoštevali korekcijske faktorje iz Govedič (2001), pri ploščiču *Abramis brama* pa iz Veldkamp (1995b). Pri lipanu smo napako zmanjšali z meritvijo otolitov po Suter & Morel (1996). Za zeleniko, postrv, navadnega ostriža, navadno mreno *Barbus barbus*, ščuko *Esox lucius* in navadnega okuna *Gymnocephalus cernuus* nam korekcijski faktorji niso bili poznani.

Maso osebkov smo izračunali iz dolžin po enačbah regresijskih premic (Veldkamp 1995b, Govedič 2001). Za nedoločene krapovce in *Rutilus* sp. smo izračunali ponderirano povprečno regresijsko premico z enakimi obtežitvami kot za povprečno dolžino.

2.3. Statistične metode

Vse izračunane vrednosti dolžin rib smo podali kot največje dolžine osebkov v milimetrih (mm) - razen pri ploščiču, kjer je zaradi enačbe podana dolžina do zareze repne plavuti (Ricker 1979). Mase osebkov smo prikazali v gramih (g).

Za obdelavo podatkov smo uporabili računalniški program STATISTICA (StatSoft 1997). Razlike med frekvenčnimi distribucijami smo testirali s Kolmogorov-Smirnovovim testom (Sokal & Rohlf 1995).

Razlike v številčnosti osebkov med posameznimi meseci smo testirali z G-testom (Sokal & Rohlf 1995). V primeru majhnega števila rib (N<200) ali majnih p vrednosti smo uporabili Wiliamsovo korekcijo (Krebs 1989, Sokal & Rohlf 1995). Zaradi velikega deleža nedoločenih krapovcev smo za testiranje združili v eno skupino določene in nedoločene krapovce, postrv in lipana v drugo ter navadnega ostriža, navadnega okuna in ščuko v tretjo skupino. Za ugotavljanje razlik med meseci po vrstah določenih krapovcev smo izločili zeleniko in ploščiča, ker smo ju ugotovili le v dveh mesecih.

3. Rezultati

3.1. Vrstna sestava plena

Na prenočišču kormoranov pri Hotiču smo nabrali 473 izbljuvkov. 127 je bilo praznih (26,8 %), dodatnih 16 (3,4 %) pa je vsebovalo nedoločljiv material (tabela 1). V 330 izbljuvkih smo našli ostanke 1288 osebkov rib. Določili smo 12 vrst rib (tabela 2). Pet osebkov je ostalo nedoločenih. V izbljuvkih smo našli še trakulje Cestoda, gliste Nematoda, tulce mladoletnic Trichoptera, hišice polžev Gastropoda in kosti žabe *Rana* sp. Domnevamo, da so bili polži in mladoletnice predhodno plen rib, ki so bile plen kormoranov, žaba pa neposredni kormoranov plen.

V prehrani so bili najpogostejši krapovci (85,8 % po številu in 90,5 % po masi). Salmonidi so sestavljali 6,5 % po številu in 5,9 % po masi, percidi pa 7,2 % po številu in 3,5 % po masi (tabela 2).

Najpogostejša vrsta je bil klen. Po številu je sestavljal 14,1 % in po masi 34,9 %, znotraj določenih krapovcev pa 49,1 % po številu in 56,3 % po masi. Druga najpogostejša vrsta je bila podust. Po številu je sestavljala 3,3 %, po masi 14,9 %, znotraj določenih krapovcev pa 11,7 % po številu in 24,1 % po masi (tabela 2). Izhajajoč iz domneve, da delež mase nedoločenih krapovcev pripada omenjeni vrsti v podobnem deležu kot med določenimi krapovci (80,3

Tabela 1: Število kormoranovih *Phalacrocorax carbo* izbljuvkov in čas prehranjevanja, ki ga predstavljajo posamezni vzorci, nabrani na prenočišču pri Hotiču v zimi 1998/99

Table 1: Number of Great Cormorants' *Phalacrocorax carbo* pellets and feeding time presented by separate samples collected at night roost at Hotič in winter 1998/99

datum nabiranja/ sampling date	uporabni / useful	nedoločljivi/ indefinable	prazni / empty	skupaj / total	čas prehranjevanja/ feeding time
6.10.98	6	0	7	130	5.10.98
11.10.98	10	2	8	20	10.10.98
13.10.98	17	1	10	28	10.-12.10.98
28.10.98	7	0	1	8	27.10.98
8.11.98	17	1	3	21	6.-7.11.98
10.11.98	37	1	6	44	8.-9.11.98
12.11.98	14	1	7	22	10.-11.11.98
29.11.98	27	4	10	41	26.-27.11.98
20.12.98	29	1	21	51	18.-19.12.98
9.1.99	59	1	19	79	7.-8.1.99
5.2.99	11	0	3	14	1.-4.2.99
20.2.99	48	4	20	72	18.-19.2.99
7.3.99	48	0	12	60	3.-6.3.99
Vsota/Total:	330	16	127	473	

%), smo zaključili, da sta klen in podust sestavljala najmanj 60 % mase vseh zaužitih rib.

3.2. Velikost osebkov

Dolžina rib je znašala od 23 mm (nedoločeni krapovci) do 345 mm (podust), masa pa od < 1 g pri krapovcih do 503 g pri klenu (tabela 3, slika 1). 1279 osebkom smo ocenili skupno maso na 57 kg (tabela 2). Za 4 določene osebke (2 lipana, platnica, podust) nismo mogli oceniti dolžine.

Najpogostejša dolžina plenjenih rib je bila med 70 in 170 mm (Q1-Q3: 70,3-170,0 mm). Ta velikostni razred je po masi sestavljal 19,0 %. Osebki prvega kvartila (23,1-70,2 mm) so sestavljali 0,9 %, osebki zadnjega kvartila (170,1-344,9 mm) pa 80,1 % mase vseh osebkov (slika 4). Zato smo zaključili, da so bili veliki osebki (>170 mm) najpomembnejši velikostni razred rib v prehrani kormorana.

Frekvenčna distribucija dolžin klenov, podusti, lipanov, postrvi in navadnih ostrižev je bila statistično značilno različna ($p<0,01$) v vseh kombinacijah razen med navadnimi ostriži in postrvmi ($-0,08 \leq D \leq 0,16$, $p>0,05$) (slika 1).

3.3. Sezonska variabilnost prehrane

V vseh mesecih smo našli osebke postrvi, klena, podusti, rdečeoke in navadnega ostriža. Zaradi težje ločitve manjših osebkov rdečeok in platnic smo predvideli, da se je tudi platnica pojavljala v vseh mesecih (tabela 5, slika 2).

Število osebkov krapovcev, salmonidov in percidov je bilo med meseci statistično značilno različno ($G=106,56$, $p<0,0001$, $df=10$), število osebkov posameznih vrst določenih krapovcev (izključena zelenika in ploščič) pa ne ($G=42,43$, $p>0,05$, $df=30$).

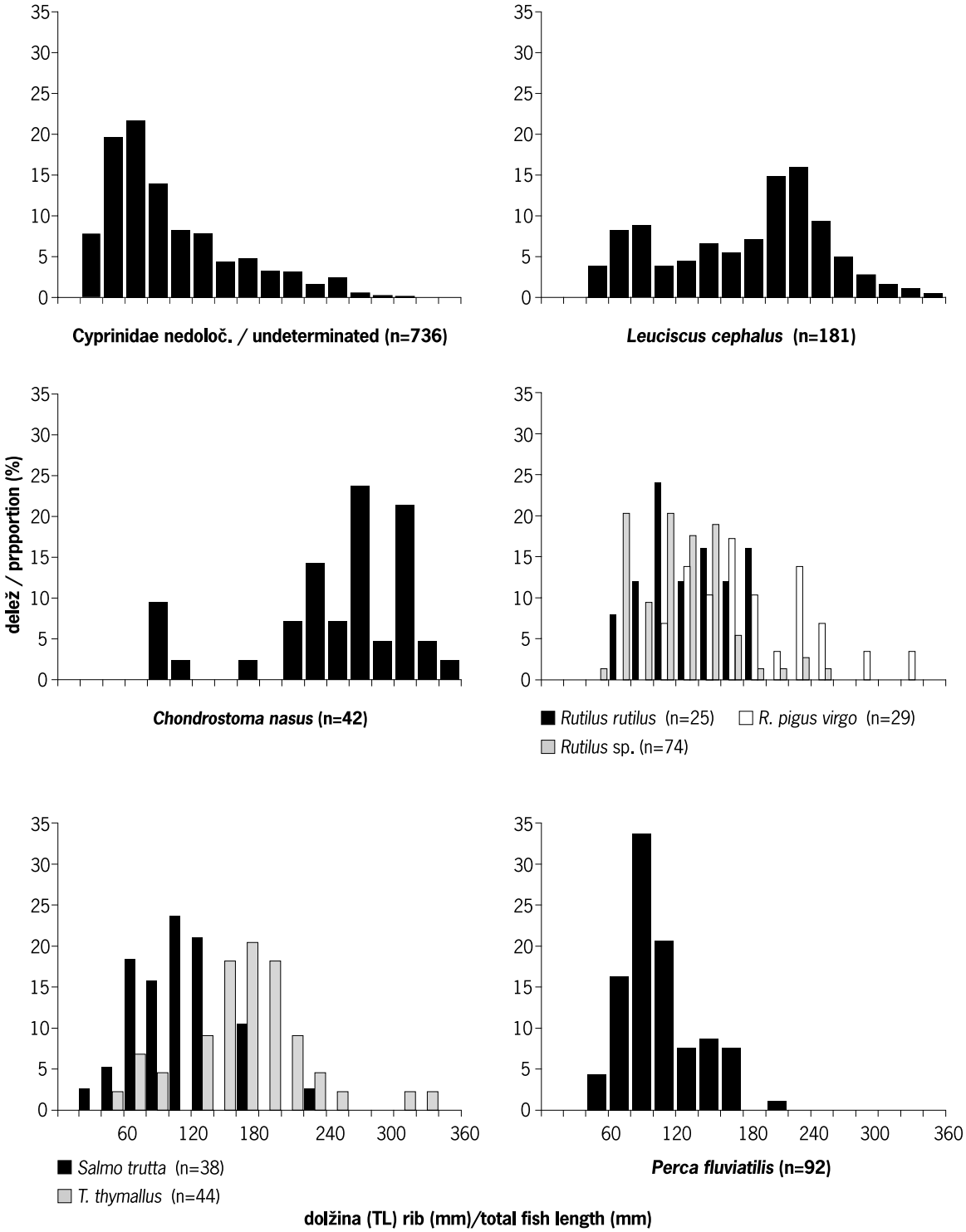
3.4. Število rib v izbljuvkih

V posameznih izbljuvkih smo našli ostanke od 1 do 69 rib (slika 3). Mediana števila osebkov v izbljuvkih je bila 2 (povprečje 3,9). V 41,8 % izbljuvka so bili ostanki ene same ribe, v 93,6 % pa do 10 rib. V izbljuvkih z več kot 10 ribami (21 izbljuvkov) je bilo skupaj 538 osebkov ali 41,2 % vseh rib glede na število in 11,8 % mase vseh rib. Med posameznimi vzorci se število rib v izbljuvkih statistično značilno ni razlikovalo ($p>0,05$).

4. Diskusija

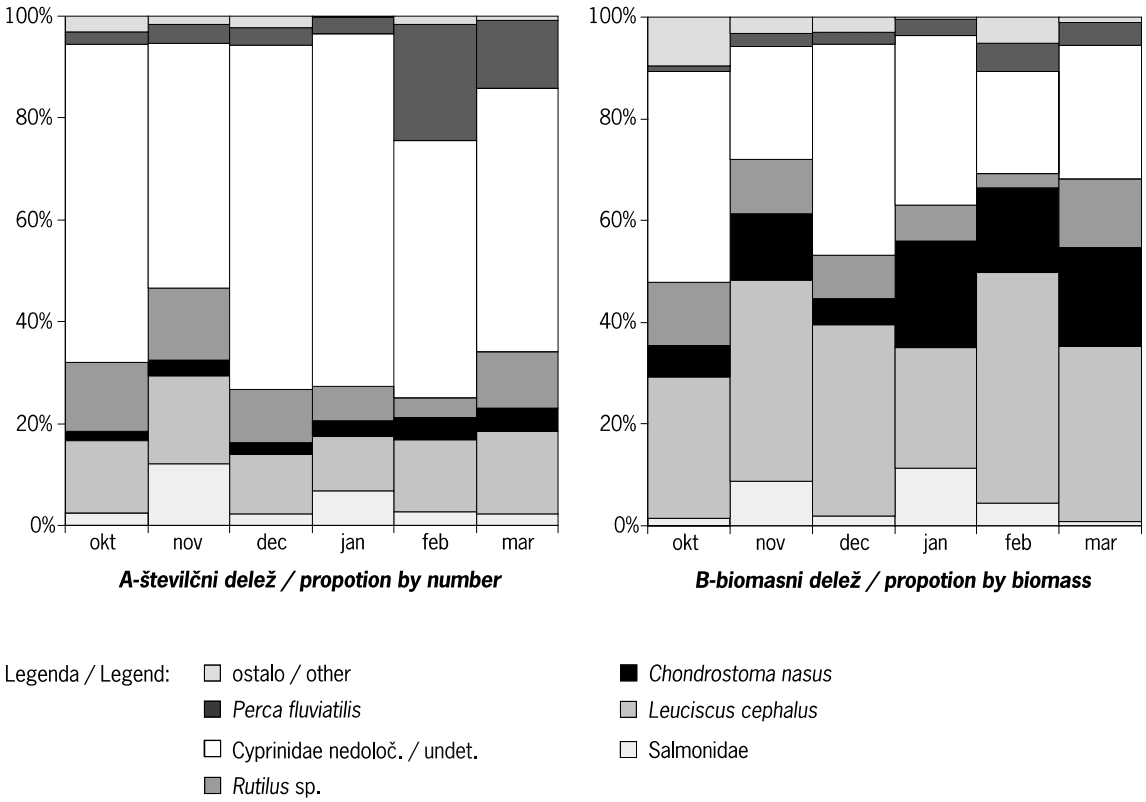
4.1. Velikost vzorca

Število izbljuvkov v naši raziskavi je bilo večje kot v številnih drugih (Müller 1986, Marteijn & Dirksen 1991, Mann *et al.* 1995). Več jih



Slika 1: Frekvenčna distribucija dolžin posameznih taksonov rib v prehrani kormorana *Phalacrocorax carbo* na območju reke Save od Ljubljane do Zagorja v zimi 1998/99

Figure 1: Length frequency distribution of fish in the Great Cormorants' *Phalacrocorax carbo* diet on the Sava river between Ljubljana and Zagorje in the winter 1998/99



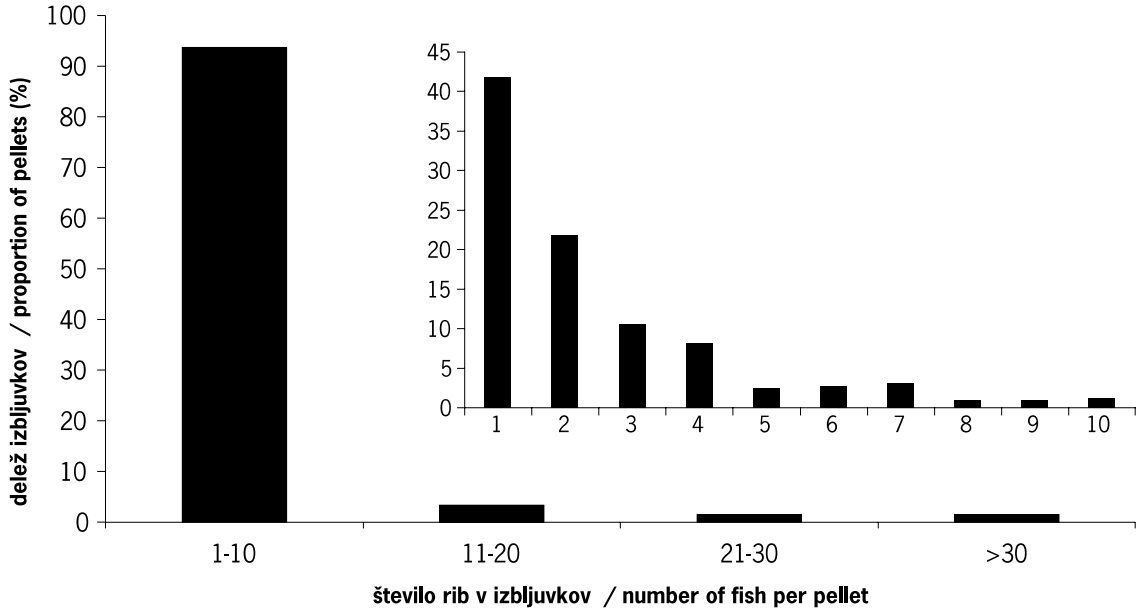
Slika 2: Sezonska variabilnost prehrane kormorana *Phalacrocorax carbo* na območju reke Save od Ljubljane do Zagorja v zimi 1998/99

Figure 2: Seasonal variation of the Great Cormorants' *Phalacrocorax carbo* diet composition on the Sava river between Ljubljana and Zagorje in the winter 1998/99

obravnavajo le raziskave, ki so trajale več let ali na več prenočiščih (Morel & Hausmann 1989, Dirksen *et al.* 1995, Keller 1995, Veldkamp 1995b, Lindell 1997, Martyniak *et al.* 1997, Noorduis *et al.* 1997). Kljub temu da smo pobirali vse izbljuvke, ocenjujemo, da smo glede na število kormoranov (Govedič v pripravi) in upoštevajoč število prehranjevalnih dni (tabela 1) nabrali le od 2 do 15 % vseh izbljuvkov, ob predpostavki seveda, da kormorani izbljuvajo en izbljuvek dnevno (Van Dobben 1952, Johnstone *et al.* 1990, Zijlstra & Van Eerden 1995). Januarja, ko je bilo število kormoranov največje (Govedič v pripravi), pa smo nabrali 6 % vseh izbljuvkov. Velika razlika je posledica lege dreves na prenočišču, saj so kormorani spali na delih dreves, ki so visela nad vodo, tako da je večina izbljuvkov padla v vodo. Kljub nekoliko manjšemu deležu menimo, da so podatki reprezentativni in primerljivi z drugimi raziskavami.

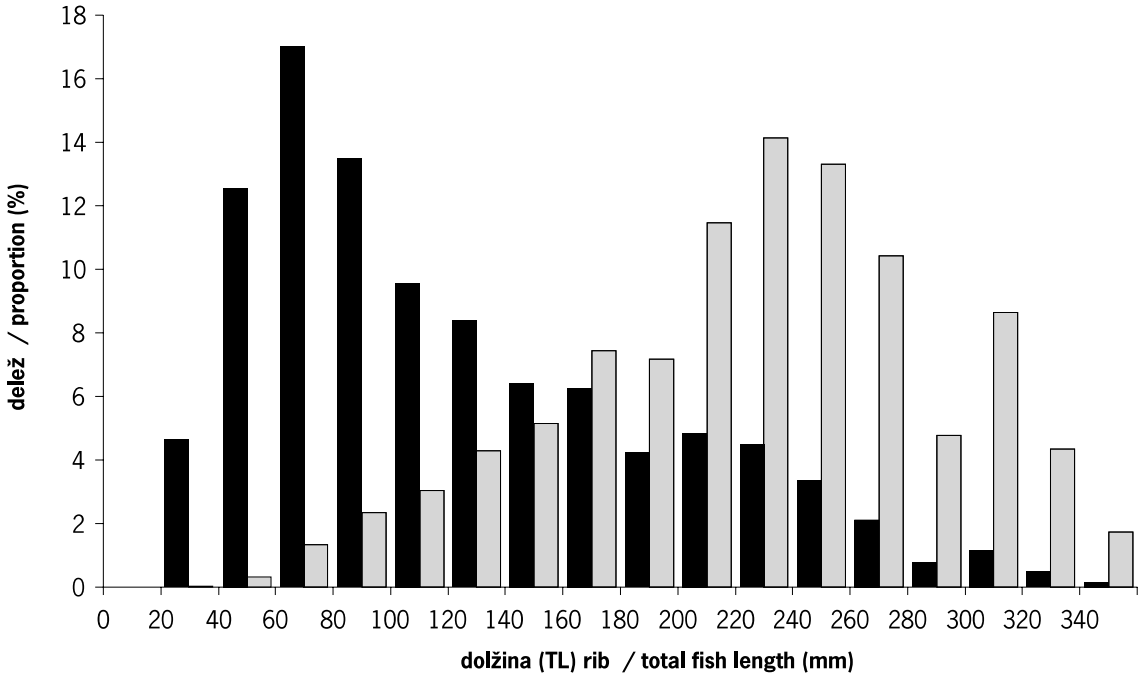
4.2. Prazni izbljuvki

O praznih izbljuvkih poročajo številni raziskovalci (Marteijn & Dirksen 1991, Martucci & Consiglio 1991, Martucci *et al.* 1993, Keller 1995, Mann *et al.* 1995, Zijlstra & Van Eerden 1995, Noordhuis *et al.* 1997). Popolno raztopljenost plena so dokazali s poskusi (Duffy & Laurenson 1983, Johnstone *et al.* 1990). Razlog za prazne izbljuvke je lahko povečana količina kisline kot posledica stresa (Brooks 1967 v Zijlstra & Van Eerden 1995). Pri prehranjevanju z jeguljo so izbljuvki pogosto prazni (Martucci *et al.* 1993), kar pa ni bil razlog za prazne izbljuvke iz Hotiča, ker na prehranjevalnem območju jegulja ne živi (Povž 1999). Marteijn & Dirksen (1991) sta ugotovila 3 %, večina drugih pa do 20 % praznih izbljuvkov (Martucci & Consiglio 1991, Keller 1993, Mann *et al.* 1995), kar je manj kot v naši študiji. Vendar delež praznih izbljuvkov ne vpliva na druge



Slika 3: Število rib v izbljuvku kormoranov *Phalacrocorax carbo* na območju reke Save med Ljubljano in Zagorjem v zimi 1998/99

Figure 3: Number of fish per pellet of Great Cormorants *Phalacrocorax carbo* on the Sava river between Ljubljana and Zagorje in the winter 1998/99



Slika 4: Delež števila (temno) in mase (svetlo) rib posameznih dolžinskih razredov v prehrani kormorana *Phalacrocorax carbo* na območju reke Save od Ljubljane do Zagorja v zimi 1998/99

Figure 4: Proportion by number (dark) and by mass (bright) for fish length classes in the diet of Great Cormorants *Phalacrocorax carbo* on the Sava river between Ljubljana and Zagorje in the winter 1998/99

Tabela 2: Vrstna sestava, število osebkov ter delež posameznega taksona glede na število in maso rib v prehrani kormorana *Phalacrocorax carbo* na območju reke Save od Ljubljane do Zagorja v zimi 1998/99 (v izračunu deleža mas posameznih skupin smo izločili 5 nedoločenih osebkov in 4 osebke brez ugotovljenih dolžin)

Table 2: Fish species list, number of individuals and proportion of species by number and mass of fish in the diet of Great Cormorants *Phalacrocorax carbo* on the Sava river between Ljubljana and Zagorje in the winter 1998/99 (in mass proportion, 5 undetermined and 4 individuals without length definition were eliminated)

					določeni krapovci/ determined Cyprinidae 100%	
Vrsta / Species	število / number		masa / mass		število / number	masa / mass
	N	%	g	%	%	%
Salmo trutta	38	2,95	762,3	1,34		
Thymallus thymallus	46	3,57	2.607,6	4,57		
Leuciscus cephalus	181	14,05	19.908,6	34,93	49,05	56,26
Chondrostoma nasus	43	3,34	8.511,2	14,93	11,65	24,05
Rutilus pigus virgo	30	2,33	2.349,1	4,12	8,13	6,64
Rutilus rutilus	25	1,94	971,9	1,71	6,78	2,75
Rutilus sp.	74	5,75	1.835,0	3,22	20,05	5,19
Barbus barbus	8	0,62	1.263,5	2,22	2,17	3,57
Abramis brama	4	0,31	501,9	0,88	1,08	1,42
Alburnus alburnus	4	0,31	47,9	0,08	1,08	0,14
Cyprinidae nedoloč./ undet.	736	57,14	16.214,8	28,45		
Esox lucius	1	0,08	40,4	0,07		
Perca fluviatilis	92	7,14	1.948,1	3,42		
Gymnocephalus cernuus	1	0,08	37,1	0,07		
Nedoločeno/ undetermined	5	0,39				
Skupaj / Total	1.288	100	56.999,3	100	100	100

rezultate, saj jih raziskovalci ne upoštevajo pri vrednotenju (Marteijn & Dirksen 1991, Keller 1993, Dirksen *et al.* 1995, Suter 1995, Noordhuis *et al.* 1997).

4.3. Vrstna sestava prehrane

Vrste, ki smo jih ugotovili v prehrani kormorana, živijo na območju prehranjevanja kormoranov, razen navadnega okuna, ki je bil ugotovljen najbliže pri Krškem (Povž 1999). Najdba navadnega okuna v izbljuvku dopušča možnost pojavljanja vrste v raziskovanem območju ali prehranjevanje kormoranov na območju Krškega. Pri tem ne mislimo na prehranjevanje večjih skupin kormoranov iz Hotiča, ampak na možnost prileta posameznih osebkov iz spodnjega dela Save (prenočišče Vrhovo), saj smo našli en sam osebek navadnega okuna.

Po Veldkamp (1997) je bilo v prehrani kormorana do sedaj ugotovljenih 115 vrst rib (morskih in sladkovodnih). Platnice, s katero so se kormorani prehranjevali na Savi, Veldkamp (1997) ne navaja.

Tako vrste kot njihov delež se ujemajo z ugotovitvami drugih avtorjev v podobnih habitatih (Keller & Vordermeier 1994, Suter 1997). V nasprotju z raziskavami na večjih rekah, kjer sta v prehrani najštevilnejša rdečeoka ali navadni ostriž (Morel & Hausmann 1989, Keller & Vordermeier 1994, Mann *et al.* 1995), pričakovano nismo ugotovili večjega deleža omenjenih vrst, saj tako reka Sava kot Ljubljanica na obravnavanem območju nista primerna habitata za večje gostote omenjenih vrst.

Zadnje ihtiološke raziskave na obravnavanem območju reke Save so iz let 1982/83 (Budihna 1984), za leto 1998 in 1999 pa je znana statistika športnega ribolova (Ribiška družina Litija 1999 & 2000, Ribiška družina Vevče 1999 & 2000, Ribiška družina Zagorje 1999 & 2000, Zavod za ribištvo Ljubljana 1999 & 2000). Rezultati Budihne (1984) in

Tabela 3: Dolžine (TL) in mase rib v prehrani kormorana *Phalacrocorax carbo* na območju reke Save od Ljubljane do Zagorja v zimi 1998/99; (aritmetična sredina (Xp), Mediana (Me), velikostni razpon (min, max), št. osebkov (N) (* Xp in Me skupin z manj kot 10 osebki, ki sestavljajo < 1 % zastopanosti v prehrani kormorana, nismo izračunali, ker menimo, da sta nereprezentativni; ** ploščiči izključeni, *** dolžina do zajede repne plavuti v mm kot dolžina telesa pri ploščiču)

Table 3: Fish length (total length) and mass in the diet of Great Cormorants *Phalacrocorax carbo* on the Sava river between Ljubljana and Zagorje in the winter 1998/99 (Arithmetic mean (Xp), Median (Me), range (min-max), number of individuals (N) (*Xp and Me of species with less than 10 individuals, which constitute < 1 % in the cormorants' diet not calculated as they are not representative; ** bream excluded, *** fork length in mm as length of bream)

		dolžina rib / fish length (mm)				masa rib / f ish mass (g)	
	N	*Xp*	*Me*	*min*	*max*	*Xp*	*Me*
Salmo trutta	38	109,4	104,1	38,2	230,7	20,1	12,1
Thymallus thymallus	44	168,4	169,7	47,4	320,1	59,3	44,5
Leuciscus cephalus	181	182,2	202,1	45,1	340,1	110,0	102,4
Chondrostoma nasus	42	250,1	275,1	80,5	344,9	202,6	221,2
Rutilus pigus virgo	29	194,8	190,5	111,9	330,6	81,0	56,5
Rutilus rutilus	25	132,6	126,3	61,9	190,0	38,9	26,4
Rutilus sp.	74	122,4	118,8	52,6	241,5	24,8	15,9
Barbus barbus	8	*		174,7	304,0		
*Abramis brama****	4	*		124,5	243,0		
Alburnus alburnus	4	*		105,1	148,7		
Cyprinidae nedoloč./ undet.	736	99,2	81,3	23,1	302,8	22,0	5,0
Esox lucius	1	*		171,2			
Perca fluviatilis	92	105,3	98,3	41,2	204,3	21,2	13,6
Gymnocephalus cernuus	1	*		138,1	138,1		
vsi osebki / all individ.		**124,3	**104,1			44,6	12,6

statistike športnega ribolova so različni (tabela 4). Predvsem zaradi odsotnosti platnice so rezultati Budihne (1984) zastarani, sicer starostno primerni rezultati športnega ribolova pa so neprimerni zaradi selektivnosti lova ribičev. Zato ocenjujemo, da oboji podatki ne odražajo dejanskega deleža vrst v prehranjevalnem habitatu v zimi 1998/99.

Keller & Vordermeier (1994) sta na reki Inn, Alz in Donavi ugotovila, da je bil delež klena v prehrani kormoranov večji kot v rekah, delež navadne mrene na reki Alz in Donavi je bil podoben, podusti pa je bilo na reki Inn manj, na reki Donavi pa več v prehrani kormoranov kot v reki. Beccaria *et al.* (1997) so v prehrani kormoranov ugotovili največji delež klena, ki se je ujemal z deležem v prehranjevalnem habitatu.

Na podlagi spoznanj Keller & Vordermeier (1994) in Beccaria *et al.* (1997) menimo, da je bil delež klena v prehrani kormorana na raziskanem območju najmanj tolikšen, kot je bil v prehranjevalnem habitatu, domnevamo pa, da je bil večji zaradi združevanja klenov v velike jate in specifičnosti habitata. Podobno se v velike jate združuje podust, za katero tudi domnevamo, da je bil delež v prehranjevalnem habitatu manjši, kot je bil v prehrani kormorana.

Specifičnost habitata ponazarja regulirana reka Sava. Lov kormoranov tako lajšajo številne različno visoke pregrade na Savi, ki onemogočajo premike ribjih jat na daljše razdalje. Urejene brežine, brez potopljenega koreninskega sistema obrežne vegetacije in brez potopljenih dreves, ne predstavljajo primernega skrivališča za ribe. Specifičnost habitata je zato glavni razlog za našo nestrinjanje s Suter-jem (1997), ki je zaključil, da v rekah vrstna sestava plena bolj odseva gostoto vrst kot lastnost rib združevanja v jate. Zato menimo, da so zato na obravnavanem območju jate klenov in podusti za kormorane vsaj v čisti vodi verjetno laže izsledljive.

4.4. Velikost osebkov

Pri vseh vrstah smo ugotovili manjša povprečja dolžin, kot jih navajajo drugi avtorji (Müller 1986, Keller 1993, Suter 1995). Tudi naša ugotovljena zgornja dolžinska meja (tabela 3, slika 1) je manjša, kot

Tabela 4: Delež (%) mase najštevilčnejših vrst (klen (L.c.), podust (C.n.), platnica (R.p.v.) in navadna mrena (B.b.)) v športnem ulovu ribičev na odsekih reke Save in Ljubljanice v letu 1998 in 1999 (Ribiška družina (RD) Litija 1999, 2000, Ribiška družina (RD) Vevče 1999, 2000, Ribiška družina (RD) Zagorje 1999, 2000, Zavod za ribištvo Ljubljana (ZZR) 1999, 2000) ter delež vrst v študiji Budihna (1984) in v prehrani kormorana *Phalacrocorax carbo* (pri izračunu povprečnega ulova smo upoštevali različne površine posameznih odsekov)

Table 4: Proportion (%) by mass of most abundant species (chub (L.c.), nase (C.n.) danube roach (R.p.v.) and barbel (B.b.)) in sport fishing in separate sections of the Sava and Ljubljanica rivers in 1998 and 1999 (Ribiška družina (RD) Litija 1999, 2000, Ribiška družina (RD) Vevče 1999, 2000 Ribiška družina (RD) Zagorje 1999, 2000, Zavod za ribištvo Ljubljana (ZZR) 1999, 2000) and proportion of species in the research by Budihna (1984) as well as in the diet of Great Cormorants *Phalacrocorax carbo* (in the estimate of average sport fishing catch, different surface areas of separate river sections were taken into account)

	L.c.	C.n.	R.p.v.	B.b.	vir/reference
športni ribolov/sport fishing (1998-1999)					
reka/river Ljubljanica:					
Vevče-izliv/outfall Besnice	16,5	46,1	7,3	12,6	RD Vevče
izliv/outfall Besnice-izliv/outfall Ljubljanice	21,9	8,0	30,6	30,7	ZZR
reka/river Sava:					
izliv/outfall Ljubljanice-Litija	21,9	8,0	30,6	30,7	ZZR
Litija-Sava	21,7	21,5	0	50,5	RD Litija
Sava-Zagorje	19,6	6,4	9,1	29,8	RD Zagorje
Povprečje/Average	20,7	14,6	17,3	32,3	
raziskava/research Budihna (1984)					
reka Sava pod izlivom Ljubljanice/ river Sava under outfall Ljubljanica	70,4	6,5	0	0	Budihna (1984)
reka Sava pri Kresnicah/ river Sava by Kresnice	74,1	4,2	0	8,3	Budihna (1984)
prehrana kormorana/cormorants' diet					ta študija (tabela 2)/ this study (Table 2)
vse vrste/all species	34,9	14,9	4,1	2,2	
določeni krapovci/ determined Cyprinidae	56,3	24,1	6,6	3,6	

ugotavljajo drugi. Maksimalno 364 mm dolge lipane in 370 mm dolge klene je ugotovil Müller (1986), o 455 mm lipanu pa poroča Suter (1997), sicer pa Suter (1995) navaja lipana tudi v razredu 490-510 mm. Najtežja do sedaj najdena riba v želodcu kormorana je bil 1,5 kg težki losos (Carss & Marquiss 1997). Če izvzamemo razlike, ki bi lahko nastale zaradi tehnike lova, so bili vzroki za te razlike v ribjih populacijah ali v prehranjevalnih habitatih. Različne so bile lahko frekvence velikostnih razredov posameznih vrst, ali pa je bila Sava v tem delu tako drugačna od drugih voda, na katerih so ugotavljali kormoranovo prehrano, da so bili večji (>350 mm) osebki kormoranu nedostopni ali manjši laže dostopni.

Raziskovalci so ugotovili zelo različne najpogostejše velikostne razrede rib v prehrani kormorana. Suter (1997) je ugotovil najpogostejši razred 150-350 mm, Feltham & Davies (1997) 180-230 mm, Lindell (1997) 200 mm, Beccaria *et al.* (1997) 170-200 mm, Martyniak *et al.* (1997) 100-150 mm, Noordhuis *et al.* (1997) 50-250 mm ter Schratter & Trauttmansdorff (1993) 50-150 mm. Z zaključkom o pomembnosti velikih rib se pridružujemo Veldkamp-u (1995b), ki je ugotovil, da ploščiči, večji od 200 mm, sestavljajo 24-30 % številčni delež in 70 % delež mase vseh zaužitih osebkov. Tudi Suter (1997) je zaključil, da je plenjenje majhnih rib (< 120 mm) v rekah nepomembno, zato pa toliko bolj v jezerih.

Tabela 5: Sezonska variabilnost prehrane kormoranov *Phalacrocorax carbo* na območju reke Save od Ljubljane do Zagorja v zimi 1998/99 (N -številčni delež, m - delež mase)

Table 5: Seasonal variation of the Great Cormorants' *Phalacrocorax carbo* diet composition on the Sava river between Ljubljana and Zagorje in the winter 1998/99 (N - proportion by number, m - proportion by mass)

	oktober		november		december		januar		februar		marec	
N, masa(g) / mass(g)	162	6707	372	15210	86	4295	340	11860	184	9874	135	9052
Vrsta / Species	N (%)	m (%)	N (%)	m (%)	N (%)	m (%)	N (%)	m (%)	N (%)	m (%)	N (%)	m (%)
Salmo trutta	1,85	0,74	6,72	2,54	2,33	2	1,18	1,55	1,09	0,19	1,48	0,41
Thymallus thymallus	0,62	0,68	5,38	6,2	0	0	5,59	9,87	1,63	4,22	0,74	0,36
Leuciscus cephalus	14,2	27,8	17,2	39,6	11,6	37,6	10,6	23,5	14,1	45,5	16,3	34,5
Chondrostoma nasus	1,85	6,33	3,23	13,1	2,33	5,03	3,24	21	4,35	16,6	4,44	19,3
Rutilus pigus virgo	0	0	3,76	5,81	1,16	3,71	1,47	2,53	0	0	6,67	11,1
Rutilus rutilus	0,62	0,04	1,08	2,03	8,14	4,16	1,76	1,87	1,63	0,56	2,96	2,26
Rutilus sp.	13	12,4	9,14	2,79	1,16	0,78	3,53	2,71	2,17	2,1	1,48	0,22
Barbus barbus	1,85	9,12	0,54	2,57	1,16	2,1	0	0	0,54	0,68	0,74	1,14
Abramis brama	0	0	0,54	0,43	0	0	0	0	1,09	4,42	0	0
Alburnus alburnus	1,23	0,48	0,54	0,1	0	0	0	0	0	0	0	0
Cyprinidae nedoloč./ undet.	62,4	41,3	48,1	22,1	67,4	41,4	69,1	33,3	50,5	20,1	51,9	26,2
Esox lucius	0	0	0	0	0	0	0,29	0,34	0	0	0	0
Perca fluviatilis	2,47	1,14	3,76	2,77	3,49	2,44	3,24	3,24	22,8	5,64	13,3	4,45
Gymnocephalus cernuus	0	0	0	0	1,16	0,86	0	0	0	0	0	0

Veldkamp (1995b) meni, da kormorani poskušajo ujeti čim večje osebke. Tisti, ki ujamejo večjo ribo, imajo prednost pred drugimi, ker lahko nalagajo rezerve (Keller 1995). Nasprotno pa Marteijn & Dirksen (1991) ugotavljata, da kormorani izbirajo manjše osebke, ki jih najdejo v plitvini in jih laže ujamejo.

Razen pri klenu in podusti so bile frekvenčne distribucije dolžin unimodalne (slika 1), kot so ugotovili tudi Marteijn & Dirksen (1991) in Dirksen *et al.* (1995). Klena in podusti ribiči na obravnavanem območju ne vlagajo, zato je bil manjši delež klenov in podusti dolžine 100-200 mm morebiti posledica naravnega nihanja velikosti populacije klena, vpliva človeka ali kormorana.

4.5. Sezonska variabilnost prehrane

Številni razlagajo sezonsko variabilnost prehrane kormoranov pogosto z drstitvijo (Keller 1993, Veldkamp 1997) ali vertikalno migracijo rib (Suter 1997). Keller (1995) je večji februarski delež lipana glede na druge mesece povezal z drstom, vendar se lipani v Savi med Ljubljano in Zagorjem ne drstijo pred aprilom (Povž ustno). Prav tako večji delež postrvi ni bil povezan z drstom, saj so bile dolžine osebkov (tabela 3, slika 1), najdenih v izbljuvkih, manjše od dolžin spolno zrelih osebkov (Povž & Sket 1990). Večji delež navadnega ostriža v februarju bi lahko pojasnili s prehranjevanjem večjega števila kormoranov pred jezom v Mostah, v katerem bi lahko bil zastopan v večjem deležu kot v drugih delih Save ali Ljubljanice. Zato menimo, da razlike, ki smo jih ugotovili med posameznimi meseci, večinoma potrjujejo domnevo o naključju, na katero jato rib so naleteli kormorani.

4.6. Število rib v izbljuvkih

Število rib v izbljuvkih je odvisno od njihove velikosti (Dirksen *et al.* 1995). Naše ugotovitve so podobne rezultatom študij na podobnih prehranjevalnih habitatih. Morel & Hausmann (1989) sta v zimi 1986/87 ugotovila povprečno 1,8 ribe v izbljuvku, v zimi 1988/89 pa 12,5 rib. Nasprotno pa na jezerih Dirksen *et al.* (1995) ugotavlja v izbljuvku povprečno 40-60 rib. V prehrani kormoranov, ki se prehranjujejo na jezerih, je več rib, kot pri tistih, ki se prehranjujejo na rekah (Noordhuis *et al.* 1997).

Predvidevamo, da so kormorani poskušali dnevno potrebo po hrani zadostiti s čim manjšim številom

potopov, kot je ugotovil Veldkamp (1995b), vendar je del kormoranov lovil tudi manjše osebke, na kar kaže del izbljuvkov z velikim številom rib.

Zahvala: Iskreno se zahvaljujemo vsem, še posebej obema recenzentoma, ki so prispevali h končni podobi prispevka.

5. Povzetek

Avtorji so z analizo izbljuvkov ugotavljali prehrano kormoranov *Phalacrocorax carbo*, ki so se prehranjevali na območju reke Save od Ljubljane do Zagorja v zimi 1998/99. Izbljuvke so pobirali na prenočišču pri Hotiču. Izmed 473 izbljuvkov so bili v 69,8 % ostanki rib. V izbljuvkih so bile tudi gliste Nematoda in trakulje Cestoda ter ostanki mladoletnic Trichoptera, polžev Gastropoda in ene žabe Rana sp.. V izbljuvku so bili ostanki 1 do 69 rib (Mediana 2, Povprečje 3,9). V 41,8 % izbljuvkov je bila samo ena riba, v 93,6 % izbljuvkov pa do 10 rib. Našli so ostanke 1288 osebkov rib. 1279 osebkom so določili dolžino in maso. Skupaj so tehtali 57 kg. Določili so 12 vrst rib. V izbljuvkih so našli ostanke lipana *Thymallus thymallus*, postrvi *Salmo trutta*, klena *Leuciscus cephalus*, podusti *Chondrostoma nasus,* platnice *Rutilus pigus virgo*, rdečeoke *Rutilus rutilus*, navadne mrene *Barbus barbus*, ploščiča *Abramis brama*, zelenike *Alburnus alburnus*, ščuke *Esox lucius*, navadnega ostriža *Perca fluviatilis* in navadnega okuna *Gymnocephalus cernuus*. V prehrani so prevladovali krapovci Cyprinidae (85,8 % po številu in 90,5 % po masi). Lipan in postrv sta sestavljala 6,5 % po številu in 3,6 % po masi ter ščuka in navadni ostriži 7,3 % po številu in 3,6 % po masi. Znotraj krapovcev sta bila najpogostejša klen (16,4 % po številu in 38,6 % po masi) in podust (3,9 % po številu in 16,5 % po masi). Delež nedoločenih krapovcev je bil 57,1 % po številu in 28,5 % po masi. Dolžina rib je bila od 23 do 345 mm. Najpogostejši velikostni razred, ki so ga plenili kormorani, je bil 70-170 mm (50 % po številu, 19 % po masi), vendar smo zaključili, da so veliki osebki (>170 mm) sestavljali najpomebnejši delež (25,0 % po številu, 80,1 % po masi) v prehrani kormoranov. Število osebkov krapovcev, ostrižev in salmonidov med meseci je bilo statistično značilno različno, število osebkov posameznih vrst določenih krapovcev pa ne. Zaključili smo, da so razlike odvisne predvsem od naključja, na katero vrsto rib so kormorani naleteli. Klen in podust, ki se združujeta v večje jate, sta na območju za kormorana najverjetneje najbolj odkrivni vrsti.

6. Literatura

Beccaria, A., M. Pascale, A. Perrone, S. Re & G. Saracco (1997): Cormorant (Phalacrocorax carbo) diet in the "Lame del Sesia" Natural Park, N Italy. Suppl. Ric. Biol. Selvaggina 26: 367-370.

Budihna, N. (1984): Ihtiološke raziskave reke Save od pregrade HE Moste do Kresnic. Ichthyos 1: 18-25.

Carss, D.N. & The diet assessment and food intake working group (1997): Techniques for assesing Cormorant diet and food intake: towards a consensus view. Suppl. Ric. Bio. Selvaggina 26: 197-230.

Carss, D.N. & M. Marquiss (1997): The diet of cormorants *Phalacrocorax carbo* in Scottish freshwaters in relation to feeding habitats and fisheries. Ekol. Pol. 45(1): 207-222.

Dirksen, S., T.J. Boudewijn, R. Noordhuis & E.C.L. Marteijn (1995): Cormorants *Phalacrocorax carbo sinensis* in shallow eutrophic freshwater lakes: prey choice and fish consumption in the non-breeding period and effects of large-scale fish removal. Ardea 83: 167-184.

Doornbos, G. (1980): Aantallen, verspreiding, aktiviteit, voedsel en konditie van Nonnetjes (*Mergus albellus* L.) in het zuidwestelijk Ijsselmeergebied, winter 1977. Rijp rapport 1980-20 Abw, Ministrie van verkeer en waterstaat, Lelystad.

Duffy, D.C. & L.J.B. Laurenson (1983): Pellets of Cape Cormorants as indicators of diet. Condor 85: 305-307.

Duffy, D.C. & S. Jackson (1986): Diet Studies of Seabirds: a Review of Methods. Colon. Waterbirds 9: 1-17.

Feltham, M.J. & J.M. Davies (1997): The diet of wintering cormorants in relation to angling catches on a course river fishery in north-west England: spatial and temporal variation. Suppl. Ric. Biol. Selvaggina 26: 425-434.

Gasowskiej, M. (eds.) (1962): Klucze do oznaczania Krêgowców Polski. Czêœæ 1. Pañstwowe wydawnictwo naukowe, Warszawa, Krakow.

Geister, I. (1995): Ornitološki atlas Slovenije. Državna založba Slovenije, Ljubljana.

Geister, I. (1997): Popis prezimujočih sivih čapelj *Ardea cinerea*, velikih kormoranov *Phalacrocorax carbo* in labodov grbcev *Cygnus olor* v Sloveniji v obdobju 1994-97. Acrocephalus 80-81: 14-22.

Govedič, M. (2001): Prehrana kormorana (*Phalacrocorax carbo*) na območju reke Save od Ljubljane do Zagorja (Slovenija). Diplomsko delo. Univerza v Ljubljani, Biotehniška fakulteta, Oddelek za biologijo, Ljubljana.

Gregori, J. (1976): Okvirni ekološki in favnistični pregled ptičev Sečoveljskih solin in bližnje okolice. Varstvo narave 9: 81-102.

Gregori, J. (1993): Nenasitni ribič. Ribič 10: 258-263.

Gregori, J. (1995): Zavarovani ribojedi ptiči in uravnavanje njihovega vpliva na Ribištvo v Sloveniji. Narava Človek 1, Ministrstvo za okolje in prostor, Uprava RS za varstvo narave, Ljubljana.

Grémillet, D., R. Dey, S. Wanless, M.P. Harris. & J. Regal (1996): Determining food intake by great cormorants and european shags with electronic balances. J. Field Ornithol. 67(4): 637-648.

Grémillet, D.J.H. & A.L. Plös (1994): The use of stomach temperature records for the calculation of daily food intake in cormorants. J. exp. Biol. 189: 105-115.

Hald-Mortensen, P. (1997): Does Cormorant food tell more about fish than cormorants? Suppl. Ric. Biol. Selvaggina 26: 173-180.

Harder, E. (1975): Anatomy of fishes. Schweizerbart'sche Verlagsbuchhandlung, Stuttgart.

Härkönen, T. (1986): Guide to the otoliths of the bony fishes of the northeast Atlantic. Danbiu ApS.

Janžekovič, F. & M. Govedič (1998): Prehrana velikega kormorana *Phalacrocorax carbo* (ekspertiza). Društvo za opazovanje in proučevanje ptic Slovenije, Ljubljana. Naročnik: Ministrstvo za okolje in prostor, Ljubljana.

Johnstone, I.G., M.P. Harris, S. Wanless & J.A. Graves (1990): The usefulness of pellets for assessing the diet of adult Shags *Phalacrocorax aristotelis*. Bird Study 37: 5-11.

Keller, T. (1993): Untersuchungen zur Nahrungsökologie von in Bayern überwinternden Kormoranen *Phalacrocorax carbo sinensis*. Orn. Verh. 25: 81-128.

Keller, T. (1995): Food of cormorants *Phalacrocorax carbo sinensis* wintering in Bavaria, southern Germany. Ardea 83: 185-192.

Keller, T. (1997): Estimating the daily energy expenditure of wintering cormorants (*Phalacrocorax carbo sinensis*) in Bavaria, Southern Germany - methods and handling. Suppl. Ric. Biol. Selvaggina 26: 269-278.

Keller, T. & T. Vordermeier (1994): Abschlußbericht zum Forschungsvorhaben Einfluß des Kormorans (*Phalacrocorax carbo sinensis*) auf die Fishbestände ausgewählter bayerischer Gewässer unter Berücksichtigung fischökologischer und fischereiökonomischer Aspekte. Bayerische Landesanstalt für Fischerei, Starnberg.

Krebs, C.J. (1989): Ecological Methodology. Harper Collins Publishers, New York.

Lindell, L. (1997): Food composition of Cormorants *Phalacrocorax carbo sinensis* in Sweden. Suppl. Ric. Biol. Selvaggina 26: 163-171.

Maitland, P.S. (1972): A key to the freshwater fishes of the British Isles. Freshwater Biological Association, Scientific Publication No. 7.

Mann, H., T. Zuna-Kratky & G. Lutschinger (1995): Bestandesentwicklung und Nahrungs-ökologie des Kormorans (*Phalacrocorax carbo*) an der Donau östlich von Wien im Hinblick auf fischereiliche Auswirkungen. Österreichs Fischerei 48: 43-53.

Marteijn, E.C.L. & S. Dirksen (1991): Cormorants *Phalacrocorax carbo sinensis* feeding in shallow eutrophic freshwater lakes in The Netherlands in the non–breeding period: prey choise and fish consumption. V: Van Erden, M.R. & M. Zijlstra (eds.): Proceedings workshop 1989 on Cormorants *Phalacrocorax carbo*. Rijkswaterstaat Directorate Flevoland, Lelystad, 135-155.

Martucci, O. & C. Consiglio (1991): Activity rhythm and food choice of cormorants (*Phalacrocorax carbo sinensis*) wintering near Rome, Italy. Gerfaut 81: 151-160.

Martucci, O., L. Pietrelli & C. Consiglio (1993): Fish otoliths as indicators of the cormorant *Phalacrocorax carbo* diet (Aves, Pelecaniformes). Boll. Zool. 60: 393-396.

Martyniak, A., M. Mellin, P. Stachowiak & A. Wittke (1997): Food composition of cormorants *Phalacrocorax carbo* in two colonies in north-east Poland. Ekol. Pol. 45(1): 245-245.

Mikuska, J. (1983): Prilog poznavanju ishrane vranca velikog, *Phalacrocorax carbo* (L., 1758) u specijalnom zoološkom rezervatu Kopačevski rit. Larus 33-35: 31-36.

Morel, P. & S. Hausmann (1989): Erste resultate von Untersuchungen an Gewöllen von Kormoranen (*Phalacrocorax carbo*) am Rhein bei Basel (Kembs). Orn. Ges. Basel 119: 27-32.

Müller, R. (1986): Die Nahrung des Kormorans (*Phalacrocorax carbo sinensis*) am Bodensee. Schweiz. Fischereiwissenschaft 3: 1-2.

Nehls, G. & P. Gienapp (1997): Nahrungswahl und Jagdverhalten des Kormorans *Phalacrocorax carbo* im Wattenmeer. Vogelwelt 118: 33-40.

Noordhuis, R., E.C.L. Marteijn, R. Noordhuis, S. Dirksen & T.J. Boudewijn (1997): The trophic role of cormorants *Phalacrocorax carbo* in freshwater ecosystems in the Netherlands during the non-breeding period. Ekol. Pol. 45(1): 249-262.

Povž, M. & B. Sket (1990): Naše sladkovodne ribe. Mladinska knjiga, Ljubljana.

Povž, M. (1983): Ogroženost podusti (*Chondrostoma nasus* L.) v Savi. Magistrsko delo, Biotehniška fakulteta, Oddelek za biologijo, Ljubljana.

Povž, M. (1999): Biološko-ekološke značajke populacija plotice *Rutilus pigus virgo* (Heckel 1852). Doktorska disertacija. Prirodoslovno-matematički fakultet, Sveučilište u Zagrebu, Zagreb.

Ribiška družina Litija (1999): Evidenca izvrševanja letnega načrta gospodarjenja za leto 1998.

Ribiška družina Litija (2000): Evidenca izvrševanja letnega načrta gospodarjenja za leto 1999.

Ribiška družina Vevče (1999): Evidenca izvrševanja letnega načrta gospodarjenja za leto 1998.

Ribiška družina Vevče (2000): Evidenca izvrševanja letnega načrta gospodarjenja za leto 1999.

Ribiška družina Zagorje (1999): Evidenca izvrševanja letnega načrta gospodarjenja za leto 1998.

Ribiška družina Zagorje (2000): Evidenca izvrševanja letnega načrta gospodarjenja za leto 1999.

Ricker, W.E. (1979): Growth rates and models. V: Hoar, W.S., D.J. Randall & J.R. Brett (eds.): Fish physiology, Vol 8, Bioenergetics and Growth. Academic press, London, s.: 677-737.

Schratter, D. & J. Trauttmansdorff (1993): Kormorane *Phalacrocorax carbo sinensis* an Donau und Enns in Österreich: Analyse der Speiballen. Orn. Verh. 25: 129-150.

Sokal, R.R. & F.J. Rohlf (1995): Biometry: the principles and practise of statistics in biological research. W.H. Freeman and Company, New York.

Sovinc, A. (1994): Zimski ornitološki atlas Slovenije. Tehniška založba Slovenije, Ljubljana.

StatSoft (1997): STATISTICA for Windows Computer program. Tulsa, StatSoft, Inc.

Suter, W. & P. Morel (1996): Pellet analysis in the assessment of great cormorant *Phalacrocorax carbo* diet: Redeucing biases from otolith wear when reconstructing fish length. Colon. Waterbirds 19(2): 280-284.

Suter, W. (1995): The effect of predation by wintering cormorants *Phalacrocorax carbo* on grayling *Thymallus thymallus* and trouth (Salmonidae) populations: two case studies from Swiss rivers. J. Appl. Ecol. 32: 29-46.

Suter, W. (1997): Roach rules: Shoaling fish are a constant factor in the diet of cormorants *Phalacrocorax carbo* in Switzerland. Ardea 85: 9-27.

Štumberger, B. (1982): Beli prodnik *Calidris alba*. Acrocephalus 11-12: 31.

Štumberger, B. (1997): Monitoring velikih kormoranov *Phalacrocorax carbo sinensis* v SV Sloveniji. Društvo za opazovanje in proučevanje ptic Slovenije, Ljubljana.

Štumberger, B. (1998): Rezultati štetja vodnih ptic v januarju 1998 v Sloveniji. Acrocephalus 87-88: 36-48.

Van Dobben, W.H. (1952): The food of the Cormorant in the Netherlands. Ardea 40: 1-63.

Veldkamp, R. (1995a): The use of chewing pads for estimating the consumption of cyprinids by Cormorants *Phalacrocorax carbo*. Ardea 83: 135-138.

Veldkamp, R. (1995b): Diet of cormorants *Phalacrocorax carbo sinensis* at Wanneperveen, the Netherlands, with special reference to bream *Abramis brama*. Ardea 83: 143-155.

Veldkamp, R. (1997): Cormorants *Phalacrocorax carbo* in Europe. A first step towards a European management plan. The national forest and nature agency, Denmark and the national reference centre for nature management, The Netherlands.

Zavod za ribištvo Ljubljana (1999): Evidenca izvrševanja letnega načrta gospodarjenja za leto 1998.

Zavod za ribištvo Ljubljana (2000): Evidenca izvrševanja letnega načrta gospodarjenja za leto 1999.

Zijlstra, M. & M.R. Van Eerden (1995): Pellet production and the use of otoliths in determining the diet of cormorants *Phalacrocorax carbo sinensis*: Trials with captive birds. Ardea 83: 123-131.

Prispelo / Arrived: 4.2.2002
Sprejeto / Accepted: 23.9.2002

APPENDIX / PRILOGA

Tabela 6: Enačbe za izračun dolžine in mase rib (m – masa (g), TL – največja dolžina, FL – dolžina od konice gobca do zajede repne plavuti, OLS – dolžina sagite, OLA – dolžina asteriskusa, OLL – dolžina lapilusa, PBL1, PBL2 – dolžina goltne kosti, CPW – širina žvečne ploščice, CPL – dolžina žvečne ploščice; vse dolžine v mm)

Table 6: Equations for the calculation of fish lengths and weights (m – weight (g), TL – total length, FL – fork length, OLS – sagita length, OLA – asteriskus length, OLL – lapilus length, PBL1, PBL2 – pharingeal bone length, CPW – chewing pad length, CPL – chewing pad width; all lengths in mm)

Vrsta / Species		Vir / Reference
P. fluviatilis	log m= 2,9088*log TL-4,6633	Govedič (2001)
	TL=30,426*OLS + 1,38	Muller V Keller (1993)
B. barbus	log m= 2,6344*log TL-4,0817	Govedič (2001)
	TL=17,23*PBL1 +0,84	Keller & Vorderrmeier (1994)
E. lucius	log m= 2,946*log TL-4,9734	Govedič (2001)
	TL= 84,767*OLS - 45	Keller & Vorderrmeier (1994)
S. trutta	log m= 3,0299*log TL- 5,0284	Govedič (2001)
	log TL=1,2558*log OLS + 1,6393	Govedič (2001)
T. thymallus	log m= 3,1625*log TL-5,4028	Govedič (2001)
	TL=58,9*OLS1,336	Suter & Morel (1996)
L. cephalus	log m= 3,0589*log TL-5,0419	Govedič (2001)
	log TL=0,919 log PBL1 +1,1974	Govedič (2001)
	log TL =0,8824 log PBL2+1,3386	Govedič (2001)
	log TL=1,0012 log CPW+ 1,6211	Govedič (2001)
	log TL=1,0161 log CPL +1,7854	Govedič (2001)
	log TL =1,2101 log OLA + 1,6282	Govedič (2001)
	log TL = 1,4281 log OLL +1,5858	Govedič (2001)
R. p. virgo	log m= 3,2309*log TL-5,6139	Govedič (2001)
	log TL=1,1512log PBL1 +1,0055	Govedič (2001)
	log TL =1,0303log PBL2+1,1509	Govedič (2001)
	log TL=1,0495log CPW+ 1,6763	Govedič (2001)
	log TL=1,0484log CPL +1,3791	Govedič (2001)
	log TL =1,5042log OLA + 1,6016	Govedič (2001)
	log TL = 1,3906log OLL +1,8336	Govedič (2001)
C. nasus	log m= 3,3466*log TL-5,8195	Govedič (2001)
	log TL=0,9361log PBL1 +1,3384	Govedič (2001)
	log TL =0,8934log PBL2+1,3752	Govedič (2001)
	log TL=1,0542log CPW+ 1,6263	Govedič (2001)
	log TL=0,9157log CPL +1,5096	Govedič (2001)
	log TL =1,0892log OLA + 1,8726	Govedič (2001)
	log TL = 1,5194log OLL +1,6826	Govedič (2001)

continuation of Table 6 / nadaljevanje tabele 6

Vrsta / Species		Vir / Reference
R. rutilus	log m= 3,1444*log TL-5,1871	Govedič (2001)
	log TL=0,9073log PBL1 +1,2865	Govedič (2001)
	log TL =0,8073log PBL2+1,4018	Govedič (2001)
	log TL=0,7245log CPW+ 1,8506	Govedič (2001)
	log TL=0,7616log CPL +1,6685	Govedič (2001)
	log TL =1,0051log OLA + 1,8174	Govedič (2001)
	log TL = 1,0277log OLL +1,8708	Govedič (2001)
A. brama	m =5,498*10-6 * FL3,189	Veldkamp (1995b)
	FL=21,66*PBL1+4,57	Veldkamp (1995b)
G. cernuus	TL=19,38*OLS + 10,21	Keller & Vorderrmeier (1994)
	Ln m = -12,6 + 3,29 * Ln TL	Doornbos (1980)
A. alburnus	log TL=0,774log CPL +1,9012	Govedič (2001)
	log m = 3,2302 log TL - 5,7046	Govedič lastni podatki