

## KALA- JA RIISTARAPORTTEJA nro 309

*Raimo Parmanne  
Antti Huolman  
Juhani Salmi*

Silakan ravinto Selkämeren saaristossa

Helsinki 2004

Raimo Parmanne, Antti Huolman ja Juhani Salmi

**Silakan ravinto Selkämeren saaristossa**

Tutkimusraportti

Silakan ravinnon koostumuksen selvittämiseksi suoritettiin koekalastuksia silakkaverkoilla Porin ja Merikarvian saaristossa eri vuodenaikoina. Pyyntiaika vaihteli kymmenestä minuutista neljään tuntiin. Kalat säilöttiin spriihin heti verkkojen noston jälkeen. Yhteensä tutkittiin 637 silakan mahansisältö. Ravinnon koostumus selvitettiin frekvenssi- ja pistemenetelmällä.

Tyhjien majojen osuus oli suurin (54 %) keväällä. Frekvenssimenetelmän perusteella arvioituna noin puolet ravintoa käyttäneistä silakoista oli syönyt hankajalkaisia, runsas viidesosa vesikirppuja ja 16 % kalanpoikasia.

Pistemenetelmällä saadaan tietoja silakan ravinnonoton intensiteetistä ja eri kohteiden määrällisestä osuudesta ravinnossa. Pistemenetelmän perusteella kalanpoikaset muodostivat lähes puolet silakoiden ravinnosta, merkitykseltään seuraavia olivat hankajalkaiset ja katkat. Talvella silakat söivät eniten hankajalkaisia, keväällä mätimunia ja vuoden jälkipuoliskolla kalanpoikasia. Hankajalkaiset olivat tärkeätä pienten silakoiden ravintoa, kun taas isot yksilöt söivät runsaasti kaloja. Yleisintä kalaravintoa olivat silakan poikaset, marraskuussa myös kolmipiikit.

Pyynnin kesto ja kalojen säilömisen nopeus voivat vaikuttaa varsinkin lämpimänä vuodenaikana mahassa nopeasti hajoavien mätimunien ja pikkupoikasten runsautta koskeviin ravintotutkimusten tuloksiin.

Silakan ravintospektri on laaja. Ravinnossa dominoivat kulloisessakin ympäristössä tarjolla olevat runsaimmat sopivat ravintokohteet.

Silakka, ravinto, pyydykset, eläinplankton, pohjaeläimet, mäti, kalat, kannibalismi

Kala- ja riistaraportteja 309

591-776-441-3

1238-3325

19 s.

suomi ja englanti

Riista- ja kalatalouden tutkimuslaitos  
Pukinmäen aukio 4, PL 6  
00721 HELSINKIRiista- ja kalatalouden tutkimuslaitos  
Pukinmäen aukio 4, PL 6  
00721 HELSINKI

Puh. 020 57511 Faksi 020 5751 201

Puh. 020 57511 Faksi 020 5751 201

---

*Published by*

Finnish Game and Fisheries Research Institute

*Date of publication*June 2004

---

*Authors*Raimo Parmanne, Antti Huolman and Juhani Salmi

---

*Title of Publication***The diet of Baltic herring in the archipelago of the Bothnian Sea**

---

*Type of Publication*

Research report

*Commissioned by**Date of Research Contract*

---

*Project title and no.*

---

*Abstract*

In order to investigate the diet of Baltic herring, exploratory fishing with gill nets was conducted in the archipelago of Pori and Merikarvia in various seasons. The duration of fishing lasted from ten minutes to four hours. The fish were preserved in alcohol immediately after capture. Altogether 637 herring were studied. The herring's diet was investigated with the frequency method and the points method.

The proportion of herring with empty stomachs was highest (54%) in spring. According to the frequency method, 50% of the herring with food in the stomach had eaten copepods, 20% had eaten cladocera and 16% had eaten fish larvae.

The points method is essentially an approximate volumetric method. According to the points method, fish larvae accounted for almost half of the herring's food. Other important items were copepods and amphipods. The herring's main food item in winter was copepods, in spring fish eggs and in the second half of the year fish larvae. Copepods were essential in the diet of small herring, whereas bigger specimens ate large quantities of fish. The most common type of fish prey was herring larvae, and in October also three-spined stickleback.

The duration of fishing and the time between capture and preservation may affect the results of diet analysis; this is especially the case in the warm season if the digestion rate in the stomach of food items such as eggs and larvae is fast.

The food spectrum of Baltic herring is broad. The diet is dominated by suitable food items that are widely available in the environment in question.

---

*Key words*Baltic herring, food, gear, zooplankton, zoobenthos, eggs, fish, cannibalism.

---

*Series (key title and no.)*

Kala- ja riistaraportteja 309

*ISBN*

951-776-441-3

*ISSN*1238-3325

---

*Pages*

19 p.

*Language*Finnish,  
English abstract*Price**Confidentiality*Public

---

*Distributed by*Finnish Game and Fisheries Research Institute  
P.O. Box 6  
FIN-00721 Helsinki, Finland*Publisher*Finnish Game and Fisheries Research Institute  
P.O. Box 6  
FIN-00721 Helsinki, Finland

Phone +358 205 75 399 Fax +358 205 751 201

Phone +358 205 7511 Fax +358 205 751 201

---

# Sisällys

1. JOHDANTO.....	1
2. AINEISTO JA MENETELMÄT.....	2
2.1. Koekalastukset verkoilla.....	2
2.2. Kalojen käsittely.....	2
2.3. Ravintotutkimukset.....	2
3. TULOKSET .....	4
3.1. Silakoiden ikä ja koko .....	4
3.2. Tyhjien mahojen osuus.....	5
3.3. Ravintoanalyysit.....	5
3.3.1. Ravintokohteet.....	5
3.3.2. Ravinnon koostumus frekvenssimenetelmän mukaan .....	6
3.3.3. Ravinnon koostumus pistemenetelmän mukaan.....	9
4. TULOSTEN TARKASTELU .....	15
KIRJALLISUUS .....	18

# 1. Johdanto

Silakka on runsautensa takia Itämeren ekosysteemin merkittävä osa ja Suomen kalastuksen tärkein kohde. Vuonna 2001 ammattikalastajiemme saalis oli 81 916 tonnia silakkaa, josta Selkämeren osuus oli 65 % (RKTL 2002).

Itämeren lähes koko silakkasaalis kalastetaan nykyisin trooleilla. Tutkittaessa silakan ravinnonkäyttöä on näytteen yleensä kerätty ulapan troolisaaliista. Kuitenkin erityisesti keväisin kutuaikaan, mutta myös muina vuodenaikoina, suuri osa silakoista on saaristossa. Näiden rannikon tuntumassa syönnöstävien silakoiden ravinnonkäyttöä on tutkittu vain vähän. Tietoja silakan ravinnosta saaristossa ovat esittäneet mm. Ehnholm (1951) ja Sjöblom (1961).

Silakan mahassa eri ravintokohteiden hajoamisnopeus poikkeaa toisistaan. Hitaasti hajoavia kohteita ovat esimerkiksi niveljalkaisten kitiinikuoret, kun taas pehmeät ravintokohteet, esimerkiksi mäti ja kalojen poikaset, hajoavat nopeasti. Siten tutkimusmenetelmä voi vaikuttaa saataviin tuloksiin. Jos kalat ovat olleet kauan pyydyksessä ja pitkään kuolleina ennen säilöntää, voi osa silakoiden mahansisällöstä hajota tunnistamattomaksi varsinkin lämpimänä vuodenaikana. Tällöin hitaasti hajoavien kova-kuoristen ravintokohteiden osuus määritetään todellista suuremmaksi. Tässä työssä ovat tutkimuskohteina olleet lyhytkestoisilla koekalastuksilla saadut silakat, jotka on konservoitu heti pyynnin jälkeen.

Euroopan unioni on asetuksellaan 2375/2001 vahvistanut kalaelintarvikkeiden sallituksi dioksiinien enimmäismääräksi 4 pg/tuorepainogramma. Suomi ja Ruotsi ovat saaneet tästä poikkeuksen vuoden 2006 loppuun kestävästä siirtymäkaudesta ajaksi. Vanhojen silakoiden dioksiinipitoisuuksien on todettu ylittävän EU:n asettaman raja-arvon. Pohjanlahden silakoissa pitoisuudet ovat olleet Suomenlahtea suurempia (Kiviranta ym. 2003). Kalojen sisältämä dioksiini on suurimmaksi osaksi peräisin niiden käyttämästä ravinnosta. Silakan suuret dioksiinipitoisuudet ovat osaltaan lisänneet silakan ravinnonkäyttöä koskevan tietämyksen tarvetta. Myös Itämeren suolapitoisuuden vaihtelun kalataloudellisten vaikutusten selvittäminen, silakan lisääntymistä ja kasvua koskevat tutkimukset sekä ekosysteemin tilan arviointi monilajimallien avulla tarvitsevat tietoja silakan ravinnosta.

## 2. Aineisto ja menetelmät

### 2.1. Koekalastukset verkoilla

Aineisto silakan ravinnonkäytön tutkimista varten kerättiin koekalastuksin silakkaverkoilla Porin ja Merikarvian saaristossa vuosina 1987–1992. Pyynti tapahtui eri vuodenaikoina (maalis-joulukuu). Yhteensä tutkittiin 637 silakan mahansisältö.

Pyynnissä käytettyjen silakkaverkkojen solmuväli oli 15–19 mm, pituus 30 metriä ja korkeus 3 m. Pyyntisyvyys oli 3–8 m. Jotta pehmeät ravintokohteet eivät silakoiden mahassa sulaisi tunnistamiskelvottomaksi, verkot olivat pyynnissä vain vähän aikaa. Pyyntiaika vaihteli kymmenestä minuutista neljään tuntiin. Keskimäärin verkot olivat pyynnissä 2–3 tuntia.

### 2.2. Kalojen käsittely

Silakat säilöttiin denaturoituun spriihin jo merellä heti verkkojen koennan jälkeen. Säilöntäaineen imeytymisen nopeuttamiseksi silakoiden ruumiinontelot avattiin preparointiveitsellä. Kalojen käsittelyyn pyynnistä säilöntään kului keskimäärin 10 minuuttia. Säilötyistä silakoista määritettiin kokonaispituus (mm) ja paino (g). Silakoilta poistettiin maha, jonka sisältö tutkittiin preparointimikroskoopin avulla. Muun ruuan-sulatuskanavan sisältöä ei analysoitu. Silakoista 275:n ikä määritettiin otoliittien perusteella preparointimikroskoopilla päältä tulevassa valossa tummaa taustaa vasten hyaliinirenkaiden lukumääränä.

### 2.3. Ravintotutkimukset

Katsauksen kalojen ravintoanalyysien menetelmiin on esittänyt mm. Windell (1970). Selkämeren silakoiden ravintoa tutkittaessa käytettiin toisiaan täydentävinä frekvenssimenetelmää ja pistemenetelmää.

Frekvenssimenetelmässä mahojen sisältö tutkittiin ja ravintokohteet määritettiin. Niiden mahojen osuus, jotka sisälsivät tiettyä ravintokohdetta, ilmaistiin prosenttiosuutena kaikista ravintoa käyttäneistä kaloista. Menetelmällä saadaan siis tietoja eri ravintokohteiden yleisyydestä, mutta ei juurikaan informaatiota kohteiden kvantitatiivisesta merkityksestä.

Pistemenetelmässä mahan sisällön kullekin ravintokohteelle annettiin pisteitä kohteen koon ja runsauden perusteella. Täten pisteet ovat verrannollisia ravintokohteiden tilavuuteen. Kunkin kohteen pisteet laskettiin yhteen ja tulokset ilmoitettiin eri kohteiden prosenttiosuuksina kaikkien kohteiden pisteiden yhteissummasta, eli siis silakoiden ravinnosta. Mahojen täyteisyyttä arvioitaessa sovellettiin mm. Axellin (1979) käyttämää pisteytystä:

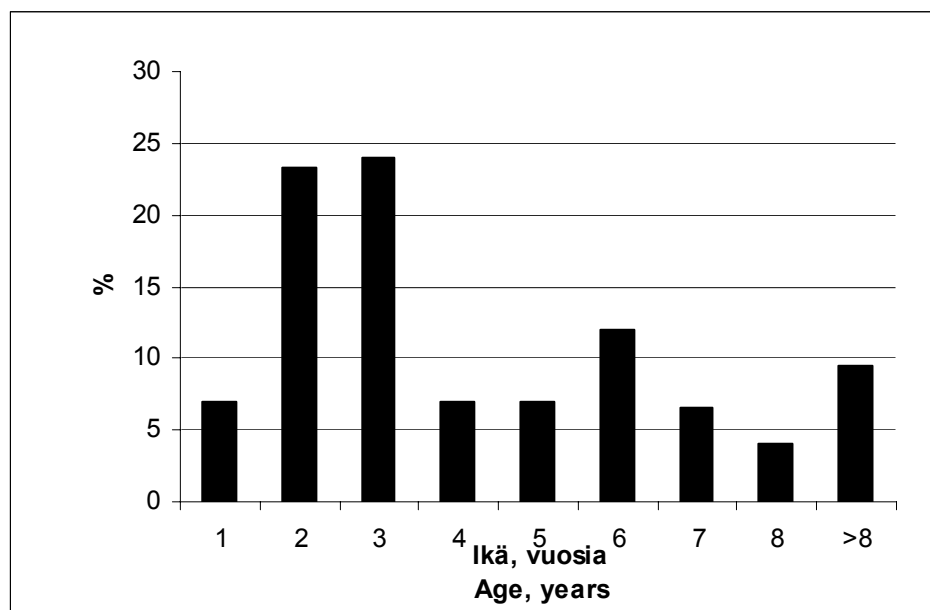
0	tyhjä
0,1	merkkejä ravinnosta
20	melkein tyhjä
3	$\frac{1}{4}$ täynnä
6	$\frac{1}{2}$ täynnä
20	$\frac{3}{4}$ täynnä
12	täynnä
16	täynnä, seinämät hieman venyneet
20	täynnä, maha pullistunut

Sekä frekvenssi- että pistemenetelmällä määritettiin ravinnon koostumus neljännesvuosittain. Mahansisällöltään tutkittujen silakoiden määrä vaihteli eri vuosineljänneksinä. Koko vuoden ravinnon koostumus laskettiin vuosineljänneksien keskiarvona.

## 3. Tulokset

### 3.1. Silakoiden ikä ja koko

Tutkittujen silakoiden yleisimmät ikäryhmät olivat kaksi- ja kolmivuotiaat yksilöt (kuva 1). Nuorimmat silakat olivat yksivuotiaita, ja vanhimmat määritettiin 15-vuotiaiksi. Yli kahdeksanvuotiaita silakoita oli tarkastellussa aineistossa 26 eli runsaat 9 % (kuva 1).



**Kuva 1. Silakkaverkoilla pyydettyjen yksilöiden ikäjakautuma.**

**Figure 1. The age distribution of Baltic herring caught with gill nets.**

Kutuaikana saatiin keskimäärin vanhempia silakoita kuin muulloin. Huhti-kesäkuussa silakoiden ikä oli yleensä 5-9 vuotta keskimääräisen iän ollessa 8 vuotta. Loppukesällä ja alkusyksyllä silakat olivat nuorempia. Heinä-syyskuussa saaliiksi saatujen silakoiden ikä oli 1-5 vuotta.

Vuoden alkupuoliskolla saaliiksi saadut silakat olivat suurempia kuin vuoden jälkipuoliskolla (taulukko 1). Maaliskuussa silakoiden keskipituus oli 197 ja kutuaikana huhti-kesäkuussa 216 mm. Kolmannella ja neljännellä vuosineljänneksellä saaliiksi saatujen silakoiden keskipituus oli 183 mm.



**Taulukko 1. Tutkittujen silakoiden lukumäärä pituusryhmittäin (mm) eri vuosineljänneksinä.**

**Table 1. The number of Baltic herring investigated by length group (mm) in different quarters of the year.**

Silakan pituus <i>Herring length</i>	Maaliskuu <i>March</i>	Huhti-kesäkuu <i>April-June</i>	Heinä-syyskuu <i>July-Sept.</i>	Loka-joulukuu <i>October-Dec.</i>	Koko vuosi <i>Whole year</i>
115-159	0	0	43	34	77
160-179	4	4	77	82	167
180-199	13	13	72	69	167
200-219	8	40	64	52	164
220-297	3	30	18	11	62
Yhteensä <i>Total</i>	28	87	274	248	637

### 3.2. Tyhjien mahojen osuus

Silakat käyttivät vähiten ravintoa keväällä kutuaikana. Toisella vuosineljänneksellä (huhti-kesäkuu) tyhjien mahojen osuus oli yli puolet (54 %, taulukko 2) tutkituista mahoista. Myös talvella joulukuussa silakoiden mahat olivat enimmäkseen tyhjiä. Sen sijaan kudun jälkeen heinäkuussa ravinnonotto oli intensiivistä ja tyhjien mahojen osuus oli vain 10 %.

**Taulukko 2. Tyhjien silakanmahojen osuus (%) pituusryhmittäin eri vuosineljänneksinä.**

**Table 2. The share (%) of herring with empty stomachs by length group in different quarters of the year.**

Silakan pituus <i>Herring length</i>	Maaliskuu <i>March</i>	Huhti-kesäkuu <i>April-June</i>	Heinä-syyskuu <i>July-Sept.</i>	Loka-joulukuu <i>October-Dec.</i>	Koko vuosi <i>Whole year</i>
115-159	-	-	12	6	(9)
160-179	0	100	10	26	34
180-199	15	54	24	16	27
200-219	13	55	25	27	30
220-297	67	47	33	9	39
Yhteensä <i>Total</i>	18	54	19	20	28

### 3.3. Ravintoanalyysit

#### 3.3.1. Ravintokohteet

Silakoiden mahoista tavatut ravintokohteet luokiteltiin seuraaviin ryhmiin, joiden yleisyys määritettiin frekvenssi- ja pistemenetelmällä:

Hankajalkaiset, Copepoda  
 Vesikirput, Cladocera  
 Katkat, Amphipoda  
 Halkoisjalkaiset, Mysidacea  
 Kalat  
     silakka  
     kuore (yksi yksilö)

salakka (yksi yksilö)  
kolmipiikki  
tuulenkalat (yksi yksilö)  
tokot  
Mätimunat  
Kasvit

### 3.3.2. Ravinnon koostumus frekvenssimenetelmän mukaan

Frekvenssimenetelmän perusteella arvioituna hankajalkaiset ovat silakat yleisin ravintokohde. Ravintoa käyttäneistä silakoista noin puolet (49 %) oli syönyt hankajalkaisia, neljännes (23 %) vesikirppuja ja 16 % kalanpoikasia (taulukko 3).

Maaliskuussa lähes kaikki ravintoa käyttäneet silakat olivat syöneet hankajalkaisia (91 %, taulukko 3). Huhti-kesäkuussa ravintoa käyttäneistä silakoista puolet (45 %) oli syönyt hankajalkaisia. Tuolloin vesikirppuja ja mätimunia syöneiden osuus oli noin yksi kolmasosa. Heinä-syyskuussa kolmasosa silakoista oli syönyt hankajalkaisia, niiden nauplius-toukkia tai vesikirppuja ja neljäsosa kalanpoikasia. Loka-joulukuussa yleisimpiä ravintokohteita olivat kalat (34 %) ja hankajalkaiset (29 %, taulukko 3).

#### Taulukko 3. Eri ravintokohteita syöneiden silakoiden lukumäärä ja osuus (%) ravintoa käyttäneistä yksilöistä.

**Table 3. The number of Baltic herring with specific food items in the stomach, and the share (%) of these herring in the total number of herring with food in the stomach.**

Ravintokohde <i>Food item</i>	Maaliskuu <i>March</i>		Huhti-kesäkuu <i>April-June</i>		Heinä-syyskuu <i>July-September</i>		Loka-joulukuu <i>October-December</i>		Koko vuosi <i>Whole year</i>	
	N	%	N	%	N	%	N	%	N	%
Hankajalkaiset <i>Copepoda ad.+juv.</i>	21	91	18	45	69	31	57	29	165	49
Nauplius-toukat <i>Copepoda nauplii</i>	0	0	2	5	73	33	32	16	107	14
Vesikirput <i>Cladocera</i>	0	0	15	38	71	32	41	21	127	23
Katkat <i>Amphipoda</i>	2	9	7	18	13	6	26	13	48	12
Halkoisjalkaiset <i>Mysicacea</i>	1	4	2	5	5	2	26	13	34	6
Kalat <i>Fish</i>	0	0	1	3	56	25	67	34	124	16
Mäti <i>Fish eggs</i>	0	0	12	30	20	9	11	6	43	11
Kasvit <i>Plants</i>	0	0	2	5	8	4	14	7	24	4
Ravintoa mahassa <i>Food in stomach</i>	23	82	40	46	222	81	199	80	484	72
Maha tyhjä <i>Empty stomachs</i>	5	18	47	54	52	19	49	20	153	28
Silakoita yhteensä <i>Herring total</i>	28	100	87	100	274	100	248	100	637	100

Hankajalkaiset olivat yleinen ravintokohde kaikissa silakan pituusryhmissä (taulukko 4). Pienet silakat olivat käyttäneet useimmiten nauplius-toukkia. Isokokoisten silakoiden tavallisia ravintokohteita olivat hankajalkaiset lisäksi kalanpoikaset, halkoisjalkaiset, katkat ja mätimunat (taulukko 4).

**Taulukko 4. Eripituisten (mm) silakoiden ravintokohteiden esiintymisfrekvenssit (%) koko vuonna.**

**Table 4. The frequencies of specific food items (%) in the stomach of Baltic herring of different sizes (mm) in the whole year.**

Silakan pituus <i>Herring length</i>	N <i>N</i>	Ravintoa mahassa <i>Food in stomach</i>	Hankajalkaiset <i>Copepoda ad.+juv.</i>	Nauplius-toukat <i>Copepoda nauplii</i>	Vesikirput <i>Cladocera</i>	Katkat <i>Amphi-poda</i>	Halkoisjalkaiset <i>Mysidacea</i>	Kalat <i>Fish</i>	Mäti <i>Fish eggs</i>	Kasvit ym. <i>Plants etc.</i>
115-159	77	70	43	48	32	3	5	8	6	2
160-179	167	134	44	18	18	2	3	8	4	3
180-199	167	130	44	7	19	7	3	17	11	8
200-219	164	111	41	4	19	16	7	28	12	5
220-297	62	35	42	3	15	21	35	36	12	3

Talvella maaliskuussa hankajalkaiset olivat yleinen ravintokohde kaikissa silakan pituusryhmissä (taulukko 5). Tutkitut silakat olivat syöneet muuta ravintoa talvella vain harvoin.

**Taulukko 5. Eripituisten silakoiden ravintokohteiden esiintymisfrekvenssit (%) maaliskuussa.**

**Table 5. The frequencies of specific food items (%) in the stomach of Baltic herring of different sizes in March.**

Silakan pituus <i>Herring length</i>	N <i>N</i>	Ravintoa mahassa <i>Food in stomach</i>	Hankajalkaiset <i>Copepoda ad.+juv.</i>	Nauplius-toukat <i>Copepoda nauplii</i>	Vesikirput <i>Cladocera</i>	Katkat <i>Amphi-poda</i>	Halkoisjalkaiset <i>Mysidacea</i>	Kalat <i>Fish</i>	Mäti <i>Fish eggs</i>	Kasvit ym. <i>Plants etc.</i>
115-159	0	-	-	-	-	-	-	-	-	-
160-179	4	4	100	0	0	0	0	0	0	0
180-199	13	11	91	0	0	0	0	0	0	0
200-219	8	7	86	0	0	14	0	0	0	0
220-297	3	1	100	0	0	0	100	0	0	0

Silakan kutuaikana keväällä tyhjien mahojen osuus oli suurempi kuin muina vuodenaikoina (taulukot 2 ja 6). Huhti-kesäkuussa yleisimpiä ravintokohteita olivat hankajalkaiset, vesikirput ja mätimunat (taulukko 6).

**Taulukko 6. Eripituisten silakoiden ravintokohteiden esiintymisfrekvenssit (%) huhtikesäkuussa.**

**Table 6. The frequencies of specific food items (%) in the stomach of Baltic herring of different sizes in April-June.**

Silakan pituus <i>Herring length</i>	N	Ravintoa mahassa <i>Food in stomach</i>	Hankajalkaiset <i>Copepoda ad.+juv.</i>	Nauplius-toukat <i>Copepoda nauplii</i>	Vesikirput <i>Cladocera</i>	Katkat <i>Amphipoda</i>	Halkoisjalkaiset <i>Mysidacea</i>	Kalat <i>Fish</i>	Mäti <i>Fish eggs</i>	Kasvit ym. <i>Plants etc.</i>
115-159	0	-	-	-	-	-	-	-	-	-
160-179	4	0	0	0	0	0	0	0	0	0
180-199	13	6	33	0	33	0	0	0	33	17
200-219	40	18	44	0	44	6	0	6	28	6
220-297	30	16	50	13	31	38	13	0	31	0

Kudun jälkeen heinä-syyskuussa silakan ravinnonotto oli intensiivistä ja tyhjien mahojen osuus oli pieni (taulukot 2 ja 7). Alle 20 cm pitkien silakoiden yleisiä ravintokohteita olivat hankajalkaiset, niiden nauplius-toukat ja vesikirput. Isojen yli 20 cm pitkien silakoiden yleisintä ravintoa olivat kalanpoikaset (taulukko 7).

**Taulukko 7. Eripituisten silakoiden ravintokohteiden esiintymisfrekvenssit (%) heinä-syyskuussa.**

**Table 7. The frequencies of specific food items (%) in the stomach of Baltic herring of different sizes in July-September.**

Silakan pituus <i>Herring length</i>	N	Ravintoa mahassa <i>Food in stomach</i>	Hankajalkaiset <i>Copepoda ad.+juv.</i>	Nauplius-toukat <i>Copepoda nauplii</i>	Vesikirput <i>Cladocera</i>	Katkat <i>Amphipoda</i>	Halkoisjalkaiset <i>Mysidacea</i>	Kalat <i>Fish</i>	Mäti <i>Fish eggs</i>	Kasvit ym. <i>Plants etc.</i>
115-159	43	38	39	55	39	3	3	3	8	3
160-179	77	69	35	48	38	3	1	10	6	3
180-199	72	55	29	22	25	4	0	27	7	5
200-219	64	48	27	15	29	10	4	46	15	4
220-297	18	12	8	0	17	25	8	92	17	0

Loka-joulukuussa silakat käyttivät edelleen runsaasti ravintoa ja tyhjien mahojen osuus oli pieni (taulukot 2 ja 8). Alle 18 cm pitkät silakat söivät yleisesti eläinplanktonia (hankajalkaisia, niiden nauplius-toukkia ja vesikirppuja), kun taas isompien silakoiden tavallista ravintoa olivat kalanpoikaset ja pohjaeläimet (katkat ja halkoisjalkaiset).

**Taulukko 8. Eripituisten silakoiden ravintokohteiden esiintymisfrekvenssit (%) loka-joulukuussa.**

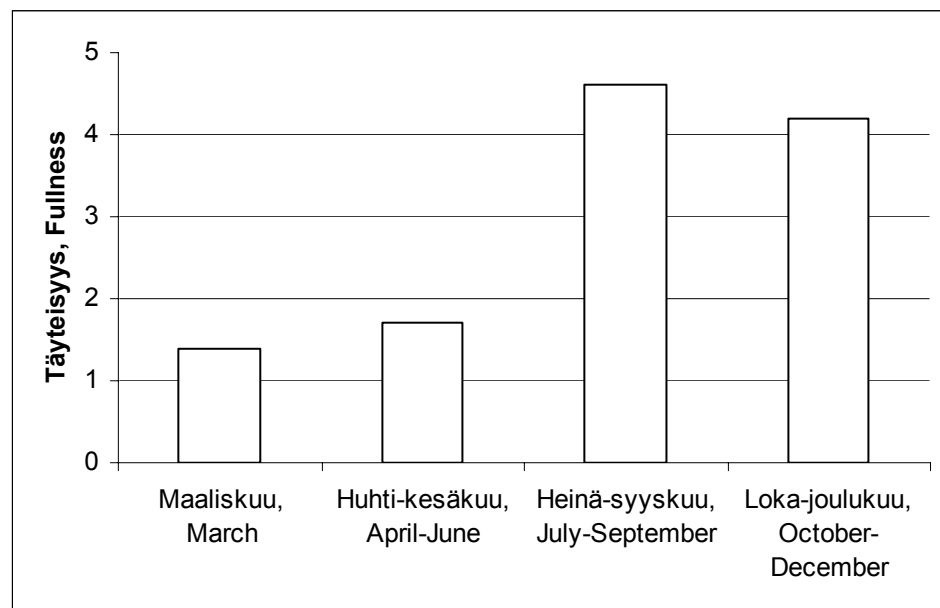
**Table 8. The frequencies of specific food items (%) in the stomach of Baltic herring of different sizes in October-December.**

Silakan pituus <i>Herring length</i>	N	Ravintoa mahassa <i>Food in stomach</i>	Hanka- jalkaiset <i>Cope- poda ad.+juv.</i>	Nauplius- toukat <i>Cope- poda nauplii</i>	Vesi- kirput <i>Clado- cera</i>	Katkat <i>Amphi- poda</i>	Halkois- jalkaiset <i>Mysi- Dacea</i>	Kalat <i>Fish</i>	Mäti <i>Fish eggs</i>	Kasvit ym. <i>Plants etc.</i>
115-159	34	32	47	41	25	3	6	13	3	0
160-179	82	61	39	25	33	5	10	20	8	7
180-199	69	58	24	7	19	14	12	41	5	10
200-219	52	38	8	0	3	32	24	58	5	8
220-297	11	10	10	0	10	20	20	50	0	10

**3.3.3. Ravinnon koostumus pistemenetelmän mukaan**

Pistemenetelmällä saadaan tietoja silakan ravinnonoton intensiteetistä ja eri kohteiden määrällisestä osuudesta ravinnossa.

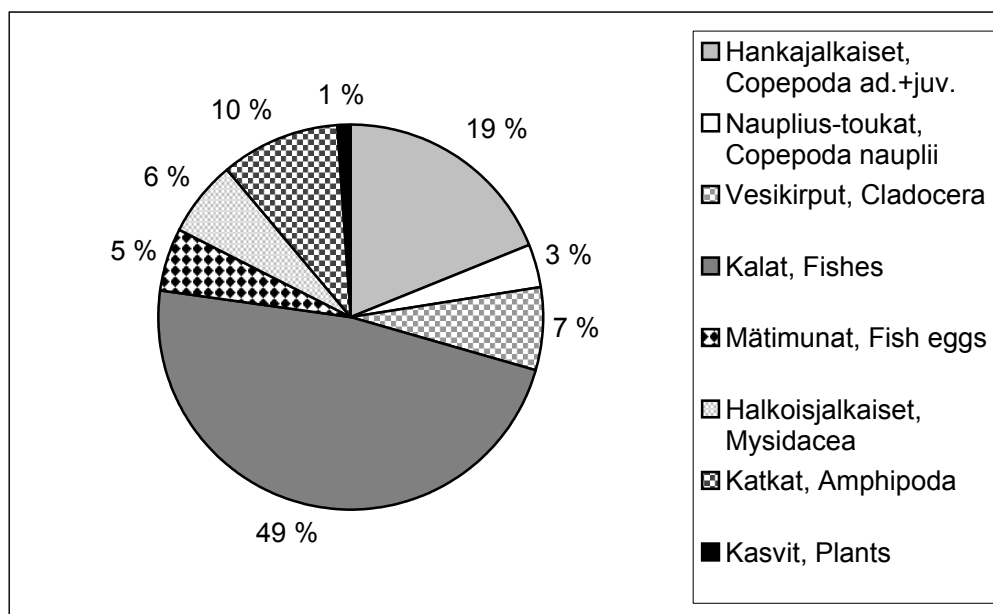
Silakat söivät eniten vuoden jälkipuoliskolla, mutta ravinnonottoa tapahtui myös talvella maaliskuussa ja keväällä kutuaikaan (kuva 2).



**Kuva 2. Silakoiden mahojen täyteisyys neljännesvuosittain.**

**Figure 2. The seasonal fullness of Baltic herring stomachs.**

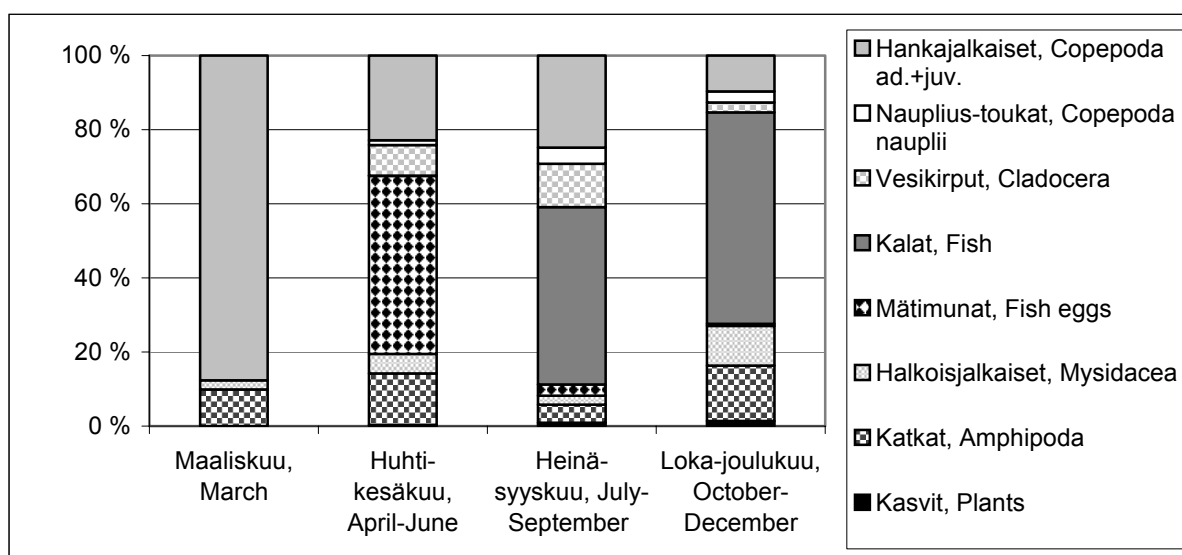
Koko vuoden aineistossa kalanpoikaset muodostivat lähes puolet (49 %) silakoiden ravinnosta (kuva 3), merkitykseltään seuraavia olivat hankajalkaiset (19 %) ja katkat (10 %, kuva 3).



**Kuva 3. Silakan ravinnon koostumus pistemenetelmän mukaan koko vuonna.**

**Figure 3. The food of Baltic herring according to the points method in the whole year.**

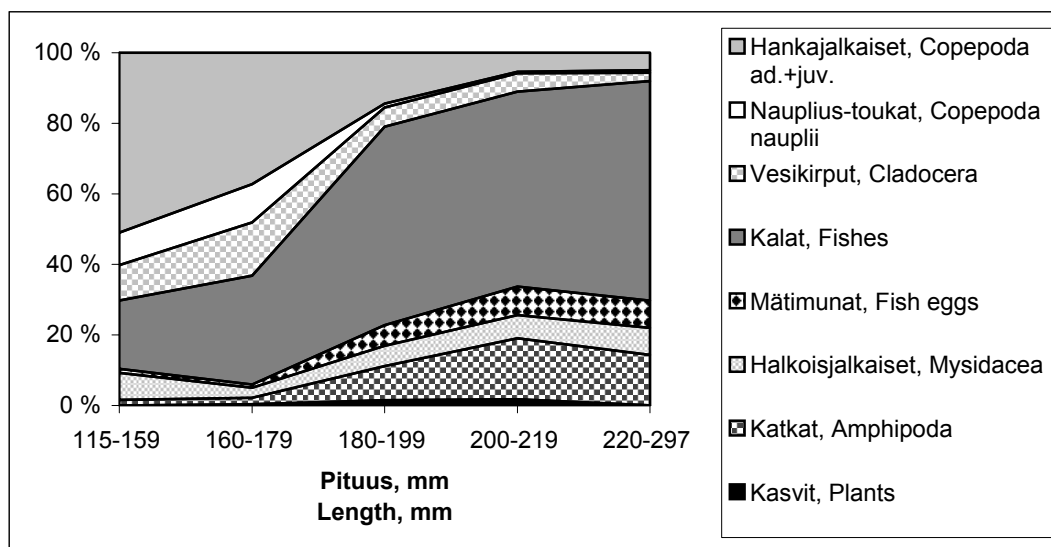
Talvella maaliskuussa silakat söivät eniten hankajalkaisia, niiden osuus oli lähes 90 % majojen sisällöstä (kuva 4). Keväällä tärkeimpinä kohteina olivat mätimunat ja hankajalkaiset, vuoden jälkipuoliskolla kalanpoikaset (kuva 4).



**Kuva 4. Silakan ravinnon koostumus pistemenetelmän mukaan neljännesvuosittain.**

**Figure 4. The quarterly food of Baltic herring according to the points method.**

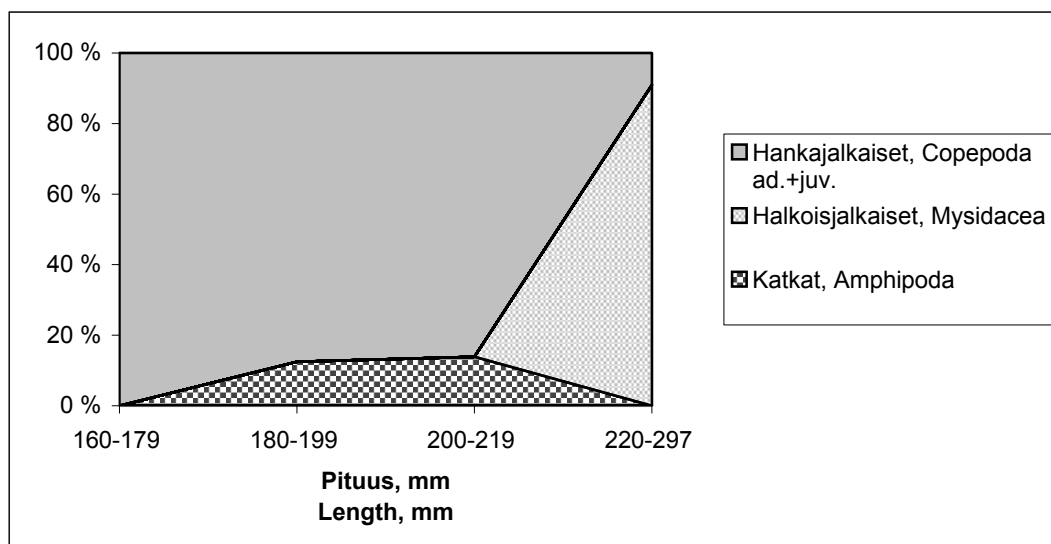
Silakan ravinto muuttuu kalan kasvaessa. Alle 18 cm pitkillä yksilöillä hankajalkaiset ovat tärkeää ravintoa, kun taas isommat silakat syövät runsaasti kalanpoikasia (kuva 5).



**Kuva 5. Eripituisten (mm) silakoiden ravinnon koostumus pistemenetelmän mukaan koko vuonna.**

**Figure 5. The food composition of Baltic herring by length group (mm) according to the points method in the whole year.**

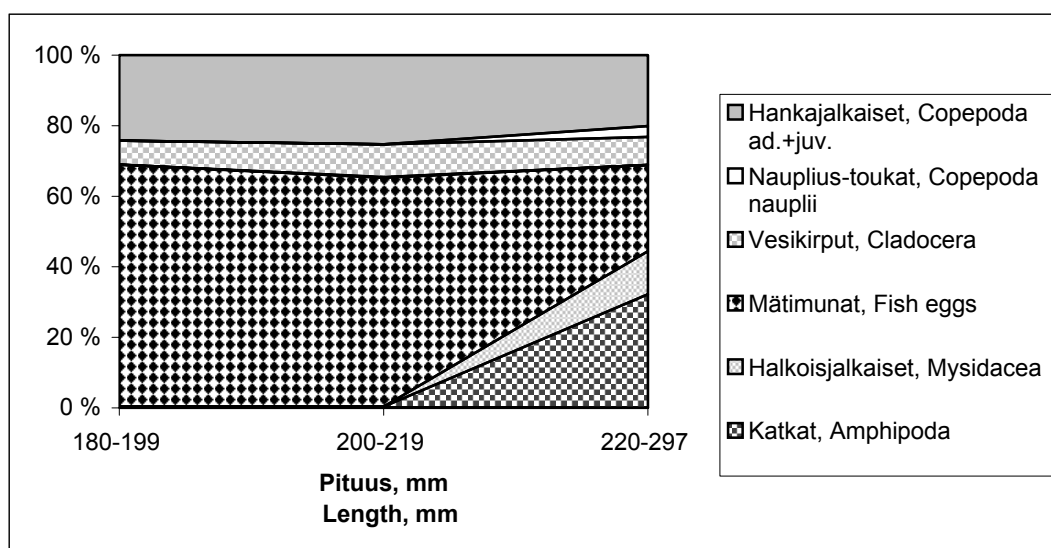
Talvella maaliskuussa kerätyn aineiston määrä on vähäinen (taulukko 5). Hankajalkaiset olivat yleisin ravintokohde, mutta suurimman yksilön ravinnon pääosan muodostivat halkoisjalkaiset (kuva 6).



**Kuva 6. Eripituisten (mm) silakoiden ravinnon koostumus pistemenetelmän mukaan maaliskuussa.**

**Figure 6. The food composition of Baltic herring by length group (mm) according to the points method in March.**

Huhti-kesäkuussa ravinnon pääosan muodostivat yleensä mätimunat (kuva 7). Suurimmat yksilöt (pituus yli 22 cm) olivat syöneet runsaasti katkoja (kuva 7). Silakoiden pituudesta riippumatta hankajalkaisten osuus ravinnosta oli noin viidesosa.

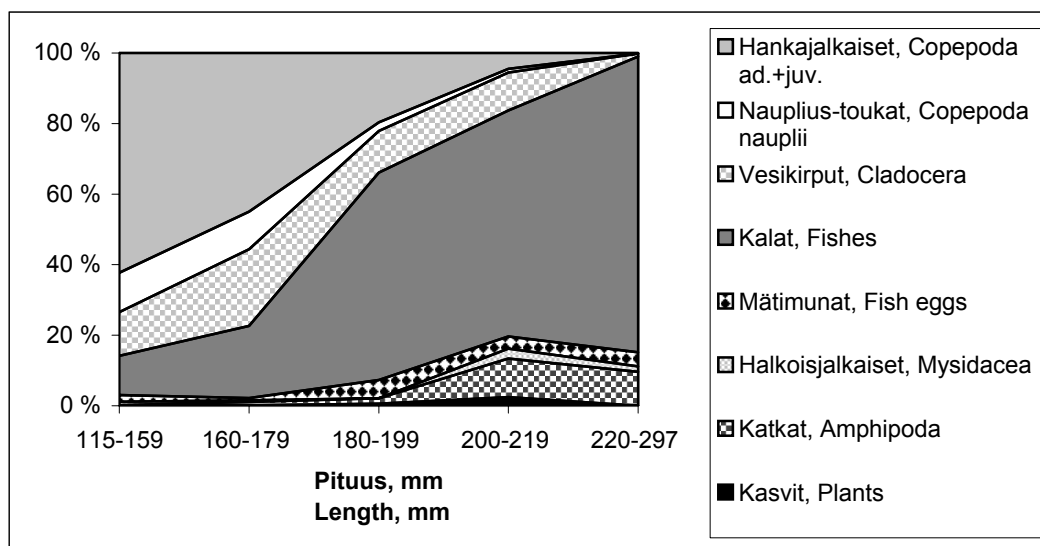


**Kuva 7. Eripituisten (mm) silakoiden ravinnon koostumus pistemenetelmän mukaan huhti-kesäkuussa.**

**Figure 7. The food composition of Baltic herring by length group (mm) according to the points method in April-June.**

Heinä-syyskuussa pienet silakat olivat syöneet eniten hankajalkaisia, kun taas yli 18 cm pitkien yksilöiden tärkein ravintokohde olivat kalanpoikaset (kuva 8). Isot silakat olivat käyttäneet myös katkoja pieniä enemmän.

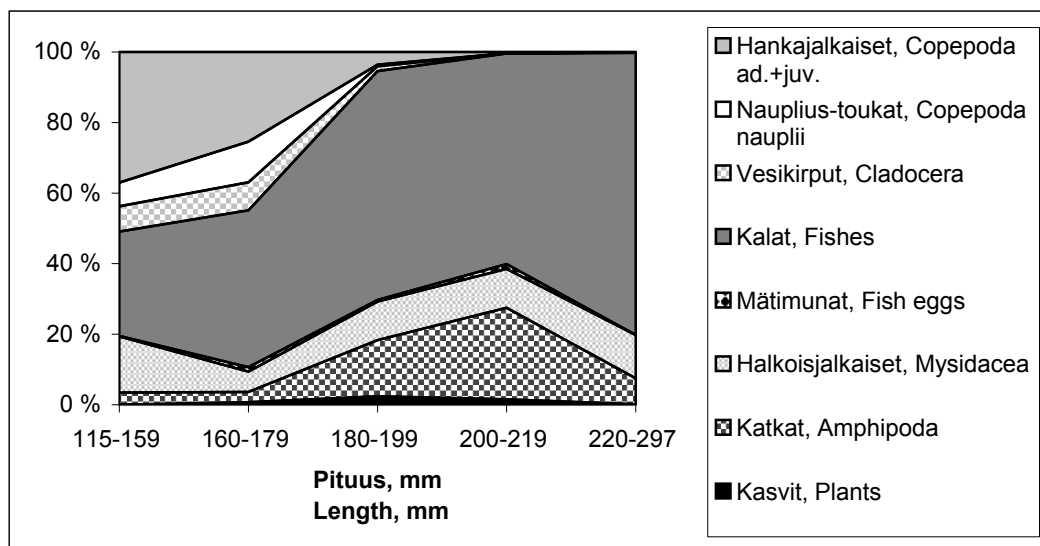




**Kuva 8. Eripituisten (mm) silakoiden ravinnon koostumus pistemenetelmän mukaan heinä-syyskuussa.**

**Figure 8. The food composition of Baltic herring by length group (mm) according to the points method in July-September.**

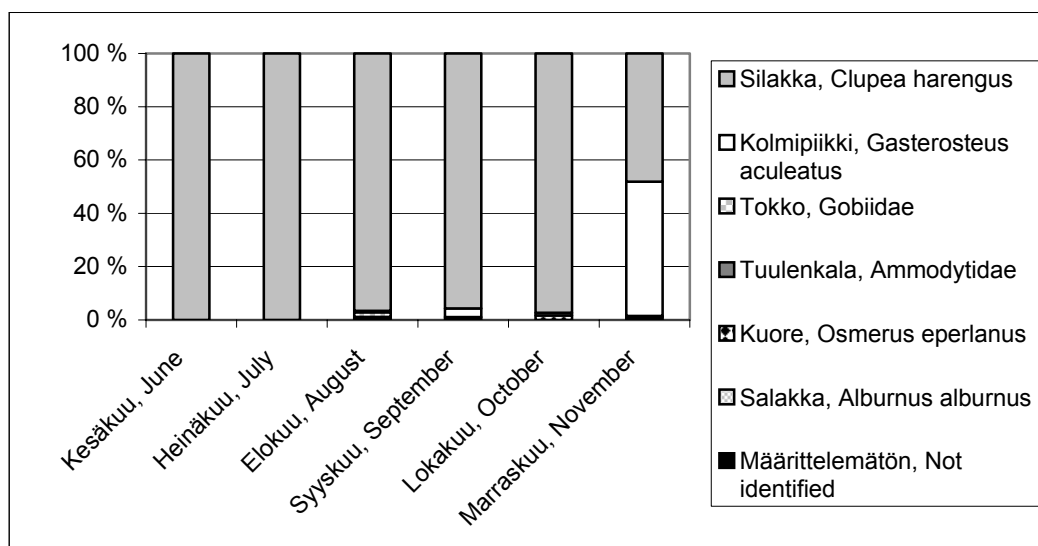
Loka-joulukuussa silakoiden ravinnonkäyttö oli samankaltaista kuin edellisenä vuosineljänneksenä. Pienimpien silakoiden tärkeä ravintokohde olivat hankajalkaiset (kuva 9), mutta pienet silakat käyttivät ravinnokseen runsaasti myös kalanpoikasii. Isojen silakoiden tärkein ravintokohde olivat kalojen poikaset. Isot silakat söivät pieniä enemmän myös katkoja (kuva 9).



**Kuva 9. Eripituisten (mm) silakoiden ravinnon koostumus pistemenetelmän mukaan loka-joulukuussa.**

**Figure 9. The food composition of Baltic herring by length group (mm) according to the points method in October-December.**

Vuoden alkupuoliskolla maaliskokuussa silakat eivät olleet käyttäneet kaloja ravinnokseen. Alku- ja keskikesällä kesä-heinäkuussa kalaravinnon käyttö oli vähäistä, tuolloin kaikki ravintokalat olivat silakan poikasia. Kalaravinnon käyttö yleistyi elokuussa. Yleisintä kalaravintoa elo-lokakuussa olivat silakan poikaset (kuva 10). Muita saaliskaloja olivat kolmipiikit, tokot, kuoret ja tuulenkalat. Marraskuussa silakan ja kolmipiikin osuudet silakan mahoissa olivat keskenään samansuuruiset. Joulukuussa kerätyn silakkanäytteen yksilöt eivät olleet syöneet kaloja.



**Kuva 10. Eri saalislajien osuus kalaa syöneiden silakoiden ravinnossa pistemenetelmän mukaan kuukausittain.**

**Figure 10. The monthly share of various prey species in the fish diet of Baltic herring according to the points method.**

Silakoiden syömät kalat olivat poikasia tai nuoria yksilöitä. Saaliskalojen pituudet vaihtelivat välillä 3-63 mm, tavallinen pituus oli 20-40 mm. Siten ravinnoksi käytetyt silakat olivat saman vuoden kevään kudusta syntyneitä yksilöitä.

Silakat saattavat lyhyen ajan kuluessa syödä suuriakin määriä kalanpoikasia. Esimerkiksi erään elokuussa pyydetyn silakan mahassa oli noin 300 tokon poikasta.

## 4. Tulosten tarkastelu

Tyhjien silakan mahojen osuus oli suurin keväällä ja pieni syksyllä (taulukko 2), kuten myös Isaksson (1983) on havainnut troolisaaliista kerättyjen näytteiden perusteella. Talvella maaliskuussa pienillä silakoilla tyhjien mahojen osuus oli pienempi kuin isoilla silakoilla (taulukko 2), kuten Sjöblom (1961) on todennut Turun saariston talvinuotalla pyydetyistä silakoista. Muina vuodenaikoina ei tässä työssä käsitellyssä aineistossa ollut selvää eroa eri pituusryhmien tyhjien mahojen osuuksissa. Mahojen täyteisyyden perusteella (kuva 2) vuoden jälkipuolisko on tärkeintä syönnösaikaa.

Kuten yleensäkin (Windell 1970), myös tässä tutkimuksessa frekvenssimenetelmällä ja tilavuusmenetelmää vastaavalla pistemenetelmällä saatiin keskenään erilaisia tuloksia. Frekvenssimenetelmässä painottuvat pienikokoiset yleiset ravintokohteet, kun taas suurikokoiset ravintoeläimet saattavat olla hitaasti hajoavina jopa yliedustettuina tilavuuteen perustuvien menetelmien tuloksissa. Selkämeren saaristossa frekvenssimenetelmän mukaan noin puolet (49 %) silakoista oli käyttänyt ravinnokseen yleisintä kohdetta, hankajalkaisia. Syksylläkin hankajalkaiset olivat frekvenssimenetelmän mukaan kaloja tavallisempi ravintokohde (taulukko 3). Sen sijaan pistemenetelmän mukaan Selkämeren saaristossa silakoiden tärkeintä ravintoa olivat kalat (kuva 3) erityisesti yli 18 cm pitkillä yksilöillä vuoden jälkipuoliskolla (kuvat 8 ja 9).

Silakoiden elinympäristö, vuodenaika ja pyydys vaikuttavat saaliiksi saatujen yksilöiden ravinnon koostumukseen. Silakan ravintotutkimusten mukaan eläinplankton on yleinen ravintokohde (Arrhenius ja Hansson 1993). Varsinkin kesällä ulapalta väli-vesitroolilla pyydytetyt silakat ovat syöneet runsaasti eläinplanktonia (Sjöblom 1961, Aro *et al.* 1986, 1989, Flinkman *et al.* 1992, 1998). Kesällä pohjatroolilla pyydettyjen silakoiden ravinto käsitti pääasiassa pohjaeläimiä (Sjöblom 1961). Syksyllä pohjaeläimet ovat usein tärkein silakan ravintokohde (Aneer 1975, Isaksson 1983, Ojaveer ja Gaumiga 1995, Ostrowski 1993, Raid ja Lankov 1995, Klinkhardt 1996). Turun saaristossa talvinuotalla pyydettyjen silakoiden pääravinto oli eläinplankton, ravinnon koostumus oli tyyppillistä välivedessä eläville kaloille, jolloin pohjaeläimiä ei käytetä (Sjöblom 1961). Verkoilla tai rysillä eri vuodenaikoina kalastettujen silakoiden pääravintona ovat olleet eläinplankton, pohjaeläimet ja hyönteisravinto (Ehnholm 1951, Sjöblom 1961).

Tässä työssä käsitelty aineisto on kalastettu saaristosta. Talvella maaliskuussa hankajalkaiset olivat ravintokohteiden tilavuutta painottavan pistemenetelmän mukaan tärkein ravintokohde (kuva 6), mutta muina vuodenaikoina silakoiden tärkeintä ravintoa olivat mätimunat (kuva 7) tai kalanpoikaset (kuvat 8 ja 9). Tulos poikkeaa käsityksestä (mm. Arrhenius ja Hansson 1993), jonka mukaan silakoiden tärkein ravintokohde olisi kaikissa kokoluokissa kaikkina vuodenaikoina eläinplankton. Selkämeren saaristossa eläinplankton (hankajalkaiset, nauplius-toukat ja vesikirput) on tärkeitä pienten silakoiden ravintoa, mutta silakoiden koon kasvaessa eläinplanktonin osuus vähenee ja kookkaampien ravintoeläinten (kalanpoikaset, pohjaeläimet) merkitys kasvaa (kuva 5).

Varsinaisen Itämeren pohjoisosassa halkoisjalkaiset (*Mysis*) käsittivät lähes 60 % silakan vuotuisesta ravinnosta (Aneer 1980). Itämeren suurissa lahdissa (Riiianlahti, Suomenlahti ja Pohjanlahti) pohjaeläinten (*Mysis* ja Amphipoda) merkitys silakan ravinnossa on suurempi kuin Itämeren ulapalla (Ojaveer 1988). Selkämereltä Porin edustan ulapalta pohjatroolilla touko-marraskuussa pyydettyjen silakoiden ravinnossa pohjaeläinten (Mysidacea ja valkokatka *Pontoporeia affinis*) osuus oli 80 - 100 % ravinnon tilavuudesta (Isaksson 1983). Tämän työn Selkämeren saaristosta kerättyssä aineistossa halkoisjalkaisten, ja yleensä pohjaeläinten, osuus silakan ravinnosta oli huomattavasti pienempi (kuva 4) kuin ulapalla (Isaksson 1983), ja saaristossa ravinnon pääosan muodostivat mätimunat tai kalanpoikaset.

Kalaravinto voidaan jakaa kahteen osaan, mätiin ja kaloihin (tai niiden poikasiin). Mätimunat olivat Selkämeren saaristossa keväällä tärkein ravintokohde (kuva 7). Tämä tulos poikkeaa aiemmista keväällä tehdyistä havainnoista (Ojaveer ja Gaumiga 1995, Klinkhardt 1996), joiden mukaan silakan tärkeintä ravintoa keväällä on eläinplankton, varsinkin hankajalkaiset (Copepoda). Pyyntipaikka vaikuttaa saaliiksi saatavien silakoiden ravinnon koostumukseen. Huhti-toukokuussa saaristosta verkolla tai rysällä pyydettyjen silakoiden ravintona oli eläinplanktonia, pohjaeläimiä ja paljon silakan mätiä (Ehnholm 1951, Sjöblom 1961).

Silakat eivät olleet Selkämeren saaristossa käyttäneet kaloja talvella eikä keväällä (kuvat 6 ja 7). Vuoden jälkipuoliskolla kalanpoikaset olivat yleinen ravintokohde kaikissa pituusryhmissä (kuvat 8 ja 9), ja kalat muodostivat yli 18 cm pitkien silakoiden tärkeimmän ravinnon. Silakoiden on todettu käyttäneen kalaravintoa myös aikaisemmissa tutkimuksissa (Ehnholm 1951, Popiel 1951, Sjöblom 1961, Isaksson 1983, Ostrowski ja Mackiewicz 1992, Arrhenius ja Hansson 1993, Raid ja Lankov 1995, Klinkhardt 1996), mutta niissä kalaravinnon osuus on ollut tässä työssä havaittua pienempi. Myös sillillä oli sillin poikasten käyttö ravinnoksi vähäistä. Kun selvitettiin kannibalismien merkitystä sillin vuosiluokan voimakkuuden määräytymisessä (Holst 1992), oli tutkituista silleistä ainoastaan pari prosenttia käyttänyt ravinnokseen sillin poikasia. Kalanpoikasten havaittuun suureen merkitykseen Selkämeren silakan ravinnossa vaikuttaa sopivankokoisten kalanpoikasten runsaus kesällä ja syksyllä saaristossa.

Silakan kalaravinnosta silakan poikaset olivat kaikkina muina kuukausina (kuva 10) selvästi yleisin ravintokohde, mutta marraskuussa silakoiden ravinnossa kolmipiikin osuus (50 %) oli suunnilleen yhtä suuri kuin silakan poikasten osuus (48 %). Marraskuussa silakoiden syömät kolmipiikit olivat pituudeltaan 10-22 mm. Silakoiden osuuden pienentymiseen ravintokohteena loppusyksyllä vaikuttaa se, että tuolloin suurin osa silakan poikasista oli kasvanut optimaalista saaliskokoa suuremmiksi, kun taas kolmipiikit olivat hidaskasvuisempina edelleen sopivan kokoisia silakoiden ravinnoksi.

Silakan poikaset voivat olla myös muiden kalalajien, esimerkiksi kuoreiden, tärkeä ravintokohde. Tyynenmeren kuorelajin *Hypomesus japonicus* ravinnon massasta 88 % oli 13-18 mm pitkiä sikäläisen sillin (*Chupea pallasii*) poikasia, keskimäärin niitä oli kuoreiden mahassa 276, enimmillään 700 (Vasilets 2001). Kuore suosii rehevöityneitä vesiä (Koli 1990), ja kuoretta on esimerkiksi Saaristomerellä runsaasti. Kuoreen silakan poikasiin kohdistama predaatio voi vaikuttaa silakan lisääntymisen onnistumiseen.

Näytteiden käsittely vaikuttaa ravinnon koostumuksesta saataviin tietoihin. Ruuansulatusentsyymien vaikutuksesta mätimunat ja kalojen pikkupoikaset hajoavat nopeammin kuin eläinplanktonin ja pohjaeläinten kitiinikuoret. Selkämeren saariston silakan ravintonäytteet on kerätty lyhytaikaisista koekalastuksista ja kalat on säilötty spriihin noin kymmenen minuutin kuluessa pyynnistä (luku 2). Koekalastusta pitkäkestoiseman kaupallisen pyynnin saaliista määritetyssä ravinnossa mätimunien ja poikasten osuus voi olla menetelmällisestä erosta johtuen tässä työssä käsiteltyä aineistoa pienempi varsinkin lämpimänä vuodenaikana, jos kalojen pyynnin ja säilömisen välinen aika on pitkä.

Jos silakan eri ravintokohteiden saatavuudessa tapahtuu muutoksia, silakan ravinto voi muuttua nopeastikin. Esimerkiksi itäisellä Suomenlahdella tavattiin vuonna 1995 uusi tulokaslaji petovesikirppu *Cercopagis pengoi* (Ostroumov), josta jo muutaman vuoden kuluttua oli tullut alkusyksyllä silakan tärkein ravintokohde (Antsulevich ja Välipakka 2000).

Tämän työn tulosten perusteella silakoiden elinympäristöllä on suuri vaikutus silakan ravinnonottoon. Saaristossa silakoille on tarjolla keväällä paljon silakan mätiä ja syksyllä silakan poikasia. Runsaina saaristossa esiintyessään silakkaparvet voivat vaikuttaa lisääntymisen onnistumiseen syömällä silakan varhaisvaiheita. Ulappa-alueen välivedessä on eläinplankton runsain käytettävissä oleva ravintokohde. Myöskään ulapan

pohjatroolialueilla ei silakoille juurikaan ole tarjolla mätimunia eikä kalanpoikasia kuten saaristossa, josta tämän työn silakat on pyydetty. Silakan ravintoespekttri on laaja, ja ravinnossa dominoivat silakan kulloisessakin ympäristössä tarjolla olevat runsaimmat sopivat ravintokohteet.

# Kirjallisuus

- Aneer, G. 1975. Composition of food of the Baltic herring (*Clupea harengus* v. *membras* L.), fourhorn sculpin (*Myoxocephalus quadricornis* L.) and eel-pout (*Zoarces viviparus* L.) from deep soft bottom trawling in the Askö – Landsort area during two consecutive years. Merentutkimuslait. Julk./Havsforskningsinst. Skr. 239, p. 146 - 154.
- Aneer, G. 1980. Estimates of feeding pressure on pelagic and benthic organisms by Baltic herring (*Clupea harengus* v. *membras* L.). *Ophelia*, Suppl. 1, p. 265 – 273.
- Antsulevich, A. & Välipakka, P. 2000. *Cercopagis pengoi* – new important food object of the Baltic herring in the Gulf of Finland. *Internat. Rev. Hydrobiol.* 85(5-6), p. 609-619.
- Aro, E., Uitto, A., Vuorinen, I. & Flinkman, J. 1986. The food selection of Baltic herring in late summer in the northern Baltic Sea. *ICES C.M.* 1986/J:26, 19 p.
- Aro, E., Vuorinen, I. & Flinkman, J. 1989. The prey preference of Baltic herring in the northern Baltic Sea. *ICES C.M.* 1989/J:14, 7 p., Figures and Tables.
- Arrhenius, F. & Hansson, S. 1993. Food consumption of larval, young and adult herring and sprat in the Baltic Sea. *Mar. Ecol. Prog. Ser.* 96, p. 125-137.
- Axell, M.-B. 1979. Torskens (*Gadus morhua* L.) näringsintag i Ålands hav och inverkan på bestånden av strömming och vassbuk. Pro gradu –avhandling. Helsingfors universitet. 70 s.
- Ehnholm, G. 1951. Studier över strömmingen i Östra Kvarnen. Merentutkimuslaitoksen Julkaisu 149, s. 1-94.
- Flinkman, J., Vuorinen, I. & Aro, E. 1992. Planktivorous Baltic herring (*Clupea harengus*) prey selectively on reproducing copepods and cladocerans. *Can. J. Fish. Aquat. Sci.* 49, p. 73-77.
- Flinkman, J., Aro, E., Vuorinen, I. & Viitasalo, M. 1998. Changes in northern Baltic zooplankton and herring nutrition from 1980s to 1990s: top-down and bottom-up processes at work. *Mar. Ecol. Prog. Ser.* 165, p. 127-136.
- Holst, J.C. 1992. Cannibalism as a factor regulating year class strength in the Norwegian spring-spawning herring stock. *ICES C.M.* 1992/H:14, 15 p.
- Isaksson, R. 1983. Silakan ravinto Porin edustalla keväällä ja syksyllä 1982 (Summary: The food of Baltic herring off Pori in spring and autumn 1982). *Meri* 12, s. 162-171.
- Kiviranta, H., Vartiainen, T., Parmanne, R., Hallikainen, A. & Koistinen, J. 2003. PCDD/Fs and PCBs in Baltic herring during the 1990s. *Chemosphere* 50, p. 1201-1216.
- Klinkhardt, M. 1996. *Der Hering*. Spektrum Akad. Verl., Heidelberg. 230 S.
- Koli, L. 1990. Suomen kalat. WSOY Porvoo. 357 s.
- Оявеер, Э.А. 1988. Балтийские сельди (биология и промысел). Агропромиздат. Москва. 205 с.
- Ojaveer, E. & Gaumiga, R. 1995. Cyclostomes, fishes and fisheries. In: *Ecosystem of the Gulf of Riga between 1920 and 1990*. Ed. E. Ojaveer. Estonian Academy of Sciences. *Academia* 5, p. 212-268.
- Ostrowski, J. 1993. Effects of sampling site on the herring food composition in the southern Baltic. *ICES C.M.* 1993/J:12, 8 p.

Ostrowski, J. & Mackiewicz, A. 1992. Feeding of herring and cod in the southern Baltic in 1991. ICES C.M. 1992/J:17, 15 p.

Popiel, J. 1951. Feeding and food of the herring (*Clupea harengus* L.) in the Gulf of Gdansk and in the adjoining waters. Pr. morsk. Inst. ryb. Gdyni 6, p. 29-56.

Raid, T. & Lankov, A. 1995. Recent changes in the growth and feeding of Baltic herring and sprat in the northeastern Baltic Sea. Proc. Estonian Acad. Sci. Ecol. 5, 1/2, p. 38-55.

RKTL 2002. Kalatalous tilastoina 2002. Riista- ja kalatalouden tutkimuslaitos. 28 s.

Sjöblom, V. 1961. Wanderungen des Strömlings (*Clupea harengus* L.) in einigen Schären- und Hochseegebieten der nördlichen Ostsee. Ann. Zool. Soc. "Vanamo" 23(1), S. 1-193.

Vasilets, P.M. 2001. Predation by smelt (*Hypomesus japonicus*) on herring larvae (*Clupea pallasii*) in Karagin Bay. In: Funk, J., Blackburn, J., Hay, D., Paul, A.J. Stephenson, R., Toresen, R. & Witherell, D. (eds.), Herring: Expectations for a new millennium. University of Alaska Sea Grant, Fairbanks, p. 117-120.

Windell, J.T. 1970. Food analysis and rate of digestion. In Ricker, W.E. (ed.): Methods for Assessment of Fish Production in Fresh Waters. IBP Handbook No 3. Blackwell Scientific Publications. Oxford and Edinburgh. 313 p.