

TARTU ÜLIKOOL

Zoologia ja Hüdrobioloogia Instituut

Ihtioloogia ja kalanduse õppetool

Aare Verliin

**Merisiig Eesti rannikumeres:
vormid, kasv, toitumine, viljakus**

Magistriväitekirj

Juhendaja: Prof. Toomas Saat

Tartu 2002

Sisukord

Sissejuhatus	3
1. Kirjanduse ülevaade	5
1.1. Siigade süstemaatika	5
1.2. Läänemere siivormide eristamine	6
1.3. Lõpusepiide arv ja merisiia vormid Eesti vetes ning lähematel naaberaladel	7
1.4. Kasv	10
1.5. Sigimine	13
1.6. Ränded	16
1.7. Toitumine	19
1.8. Majanduslik tähtsus ja varude seisund	21
1.9. Taastootmine	25
2. Materjal ja metoodika	28
2.1 Materjal ja uurimisalad	28
2.2. Metoodika	31
3. Tulemused ja arutelu	35
3.1. Saagikuse dünaamika püsiuurimisaladel	35
3.2. Lõpusepiide arv ja siivormid	36
3.3. Kasvukiirus	48
3.4. Viljakus	51
3.5. Toitumine	57
Kokkuvõte ja järeldused	62
Summary	63
Kasutatud kirjandus	64
Lisad	73

Sissejuhatus

Siig (*Coregonus lavaretus* L. s.l.) on Euraasia põhjaosas laialt levinud kalaliik, kellel on enamikel aladest ka suur töenduslik tähtsus (Lehtonen, 1978, 1981; Решетников, 1980; Salojärvi et al, 1985). Läänemeres, sealhulgas ka Eesti rannikul, on siig olnud traditsiooniliselt üheks olulisemaks püügikalaks (Sõrmus, 1976b; Lehtonen, 1981; Heese, 1988). Läänemeres esineb siig mitme liigisese vormina, kelle kudemisalad paiknevad nii rannikuvetes kui jõgedes (anadroomsed vormid) (Svärdson, 1979; Lehtonen, 1981). Siiavarude vähenemine mitmetes Läänemere piirkondades on toimunud just 20. sajandi teisel poolel, peamiseks põhjuseks ülepuük ja koelmualade kvaliteedi halvenemine. Mõned populatsioonid Läänemeres on seetõttu praktiliselt hävinud (Hilden et al., 1984; Lehtonen, 1985; Heese, 1990). Eesti rannikul hakkas siia arvukus langema möödunud sajandi viiekümnendate aastate lõpust ja langustrend jätkus üheksakümnendateni, mistõttu on kõik Eesti merevete siiavormid kantud Eesti Punasesse Raamatusse (Saat, 1998). Viimastel aastatel on siiski siia töenduslik saak Eesti rannikul mõnevõrra tõusnud (Vetemaa et al., 2002).

Käesoleva töö eesmärk oli selgitada, millised siiavormid esinevad praegu Eesti rannikumeres, kuidas on muutunud nende suhteline arvukus ja millise vormiga on seotud mõningane siia arvukuse tõus viimastel aastatel. Samuti koguti andmeid siigade toitumise, kasvukiiruse ja viljakuse kohta ning püüti selgitada, kas vormide vahel leidub nende puhul olulisi erinevusi.

Tänuavaldused

Autor tänab eelkõige prof. Toomas Saati töö juhendamise eest, samuti teinekalt siiauurijat Ilmar Sõrmust, kes lubas kasutada mõningaid enda kogutud trükis avaldamata andmeid. Margus Pihlakut tahaksin tänada statistiliste nõuannete eest. Palju tänu ka kõigile välitöödel osalenutele: Redik Eschbaumile, Markus Vetemaale, Anu Albertile, Margit Eerole, Raimo Lillemäele ja kõikidele ülejäänutele, kes olid abiks töö valmimisel.

Töös kasutatud üldmõisted ja lühendid

AF – absoluutne viljakus (kala poolt produtseeritud marjaterade arv)

FL – kala pikkus ninamikust sabauime väljalõikeni (fork length)

CPUE – saak püügiühiku kohta, püütud kalade arv jagatud püügiühikute (antud töös võrgujaamade) arvuga

GSI – gonadosomaatiline indeks, gonaadi suhteline kaal $GSI = GW/TW * 100$

GW – gonaadi kaal (g)

RF – suhteline viljakus (marjaterade arv 1 g TW kohta)

Sp. branch. – lõpusepiide (*spinae branchiales*) arv esimesel vasakpoolsel lõpusekaarel

SL – standardpikkus, kala pikkus ninamikust sabauime alguseni (standard length)

TL – täispikkus (total length), pikkus ninamikust sabauime lõpuni

TW – täiskaal (total weight)

1. Kirjanduse ülevaade

1.1. Siigade süstemaatika

Siiad laiemas mõttes (perekonnad *Stenodus*, *Coregonus* ja *Prosopium*) on levinud üle kogu põhjapoolkera. Kuna siigade puhul on tegemist ökoloogiliselt väga plastiliste liikidega, on nende taksonoomia ja fülogeneesi uurimine väga keerukas. Probleemid algavad juba sugukondade tasemel, mõned süstemaatikud paigutavad kõik siiad sugukonda lõhelased (*Salmonidae*) (Правдин, 1954), enamused aga käsitlevad neid eraldi sugukonnana siiglased (*Coregonidae*) (Решетников, 1988; Kottelat, 1997). Perekond *Coregonus* hõlmab arvukalt liike Euraasias ja Põhja-Ameerikas, erinevad autorid on tänu siigade väga plastilisele morfoloogiale kirjeldanud hulgaliselt erinevaid liike ja need taas ühe liigi alla paigutanud (Решетников, 1988; Himberg & Lehtonen, 1995; Kottelat, 1997; Lisa 1). Himbergi ja Lehtoneni (1995) arvates võib perekonna *Coregonus* liikide arvu Fennoskandias ja Lääne-Euroopas taandada nelja liigini: *Coregonus albula*; *C. autumnalis*; *C. lavaretus* ja *C. peled*. Arvestades ülaltoodut ja Eesti merevetes esinevate siigade süstemaatilise kuuluvuse ebapiisavat uuritust on käesolevas töös kõiki Eesti siigasid käsitletud liigina *Coregonus lavaretus* Linné 1758, kellel esineb mitu vormi. Üks nendest – peipsi siig – elab pidevalt magevees. Harilik siig (*Coregonus lavaretus* Linné 1758) on levinud üle kogu Euraasia põhjaosa. Põhja-Ameerikas esineb talle geneetiliselt küllalt lähedane *C. clupeaformis*; osad autorid loevadki neid ühe liigi eri vormideks (Bodaly *et al.* 1991). Läänemeres elav *C. lavaretus* eristatakse üldjuhul kaheks sümpatriliseks vormiks: aeglasemasvuliseks mereskudevaks siiaks *C. lavaretus widegreni* Malmgren (sünonüümid *C. widegreni* Malmgren ja *C. nasus* Pallas sensu Svärdson) ja kiirekasvuliseks, jõgedes või nende suudmealadel kudevaks siiaks *C. lavaretus* L.s.str. (Lehtonen, 1981; Lehtonen & Himberg, 1992).

1.2. Läänemere siiavormide eristamine

Siiavormide eristamisel Läänemeres on kasutatud mitmeid morfoloogilisi tunnuseid. Suguküpsete isendite mõõtmete alusel saab kaht vormi eristada Botnia lahe põhjaosas, kus mereskudevad siiapopulatsioonid on väga aeglasekasvulised ja saavad suguküpseks väikeste mõõtmete juures, üldjuhul ei ületa isendite TL 300 mm ja TW 200 g; anadroomsete populatsioonide kasvukiirus ja mõõtmed on samas oluliselt suuremad (Raitaniemi & Heikinheimo, 1998). Enamasti on aga sümpatriliste siiavormide kasvukiirus lähedane või kattuv ja üksnes selle tunnuse kasutamisel pole siiavormid eristatavad (Svärdson, 1950). Kahe sümpatrilise vormi eristamisel Botnia lahes on kasutatud ka ülalõualuu (*maxillare*) ja ülalõualuuülise luu (*supramaxillare*) morfomeetriat. Selgus, et Oulu jõe anadroomse siiavormi ja mereskudevate vormide *supramaxillare* suhtelised mõõtmed (kuju) olid oluliselt erinevad, *maxillare* mõõtmed erinesid oluliselt vaid Liminganlahti piirkonnast püütud mereskudevate siigade puhul (Salmela, 1980). Sõrmus (1976a) eristas Eesti ranniku siiavorme uimede, pea ja sabavarre mõõtmete ning uimede paiknemise erinevuste järgi. Üldjuhul on aga eristamisel kasutatud lõpusepiide (*Sp. branch.*) arvu esimesel vasakpoolsel lõpusekaarel. See morfoloogiline tunnus on polügeenne, ajas küllalt püsiv ja on vaid vähesel määral mõjutatud keskkonningimustest. Hübriididel on lõpusepiide arv lähtevormide vahepealne (Svärdson, 1965). Alates 100-120 mm pikkusest on noorsiaal välja kujunenud praktiliselt lõplik arv lõpusepiisid. Selle tunnuse kohaselt kuulub mereskudevad siiavorm hõredapiiliste hulka (keskmiselt 23-25 lõpusepiid), jõeskudevad siiavorm aga tihedamapiiliste hulka (keskmiselt 33 lõpusepiid; Himberg, 1970).

Leedu rannikul Kura lahes kudevad siirdevorm (kes koeb lahes ja Nemunase jõkke ei tungi) kuulub lõpusepiide arvu järgi tihedamapiiliste hulka (*Sp. branch.* 27-39, keskmine 33,4; Wiese, 1938), teistel andmetel 31,5 (26-37) (Маньюкас, 1957; Гайгалас, 1972). Poola ranniku Szczecini lahe siirdesiia lõpusepiide arv oli keskmiselt 29 (22-35) (Vuorinen et al., 1992), olles sarnane Põhjalahe ja Soome lahe siirdesiiale.

Sümpatrilised vormid esinevad koos peaaegu kogu Läänemeres,

anadroomse vormi esinemisest pole vaid tõendeid Gotlandi ümbruses ja Rootsi rannikul Stockholmist lõuna pool (Svårdson, 1957). Mereskudev hõredapiiline siiavorm esineb Läänemeres peamiselt põhja- ja idaosas Põhjalahes ja Soome lahes, Rootsi rannikul Gotlandi ja Ölandi ümbruses ning Eesti rannikul. Läänemere lõuna- ja kaguosas oli see vorm haruldane juba 20. sajandi esimesel poolel, nüüdseks on ta praktiliselt kadunud (Sõrmus & Turovski, 2002.). Põhjalahes muutub mereskudev vorm proportsionaalselt arvukamaks lõunast põhja liikudes (Lehtonen, 1981). Läänemere põhjapoolsemates osades on kahe vormi eristamine lõpusepiide arvu järgi oluliselt raskendatud tänu vormide segunemisele ning madalate temperatuuride ja madala soolsuse mõjule ontogeneesis (Himberg, 1972; ref. Lehtonen, 1981). Sümpatriliste vormide eristamiseks kattuva väärtusega lõpusepiidega populatsioonide puhul on Salojärvi ja Auvinen (1980) välja töötanud meetodi, mis baseerub isendite lõpusepiide arvu võrdlemisel kasvukiirusega. Meetod on rakendatav populatsioonides, kus erinevused kahe vormi kasvus on selgelt väljendunud. Selle meetodi järgi jagati kalad lõpusepiide arvu järgi gruppidesse. Teatud väärtusest (näiteks Pori rajoonis 24 lõpusepiid) madalama või võrdse piide arvuga kalad loeti kuuluvaks mereskudeva vormi hulka. Teatud teisest väärtusest (Pori rajoonis 32 lõpusepiid) kõrgema või võrdse piide arvuga kalad loeti kuuluvaks jõeskudeva vormi hulka. Antud väärtustele vahepealse piide arvuga kalad vaadati läbi vanusgruppide kaupa ja jagati kuuluvaiks erinevatesse vormidesse teatud kriitilist pikkust kasutades (Salojärvi & Auvinen, 1980).

1.3. Lõpusepiide arv ja merisiia vormid Eesti vetes ning lähematel naaberaladel

Üks esimesi töid Läänemere siiavormide eristamiseks lõpusepiide arvu järgi on Mannsfeldi (1930) "Studien an Coregonen des Ostbaltikums". Seal nimetab ta Liivi lahest Daugava suudme lähedalt kaht vormi, kes kudevad jõgedes: *C. lavaretus f. polonica* Kylmatycki, *Sp. branch.* 22,9 (18-25) ja *C. lavaretus f. typica; Sp. branch.* 33,9 (31-38).

Vene vanemates töodes jaotatakse Soome lahe anadroomsed (peamiselt Neevasse tungivad) siiad lõpusepiide arvu järgi kolmeks vormiks:

1. *C. lavaretus lavaretus* L., *Sp.branch.* 25,3 (22-30) (hõredapiilised);

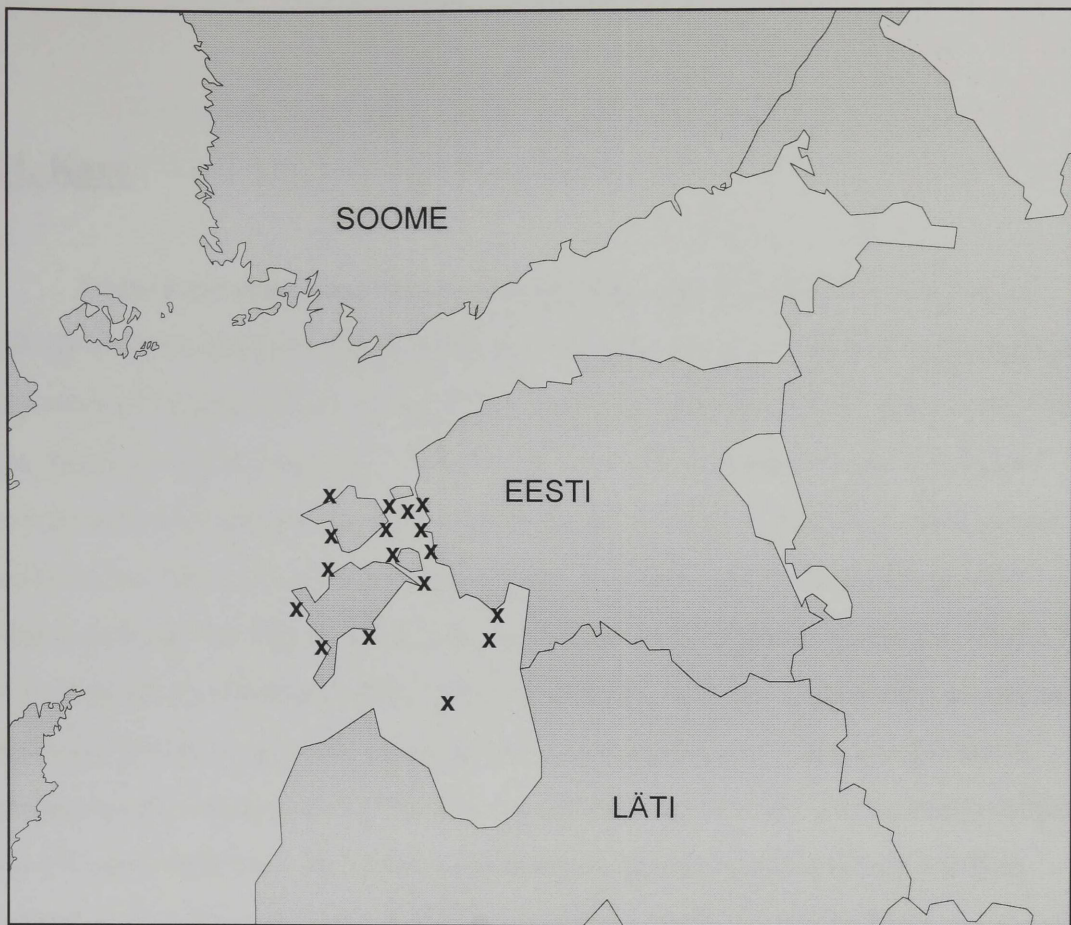
2. *C. lavaretus mediospinatus* Pravdin, *Sp. branch.* 27-40 (tihedamapiilised);
3. *C. lavaretus pallasi* Val., *Sp. branch.* 39-50 (tihedapiilised).

Arvukam oli neist hõredapiiline vorm, teised esinesid vähesel hulgal (Правдин, 1931; Бегр, 1949).

Kõige põhjalikumalt on merisiiga uuritud Soomes. Sealsetes jõgedes kudeva siia lõpusepiide arv on Kymijoki jões 30,1 (26-35), Kokemäenjoki jões 29,8 (24-36), Oulujoki jões 28,6 (23-34) ja Simojoki jões 30,1 (27-35) (Lehtonen, 1981). Põhjalahe jõgedest võib merre sattuda ka sinna kalakasvatuste poolt asustatud tihedapiiline (45-60 lõpusepiid) siiavorm *C. lavaretus pallasi* (Jokikokko & Huhmarniemi, 1996).

Mereskudeva siia (*C. lavaretus widegreni*) lõpusepiide arv on Põhjalahes Ahvenamaa ümbruses keskmiselt 28 (23-34), Merikarvias 26,7 (22-33), Korsholmis 27,1 (21-35), Larsmos 26,4 (21-33), Kalajokil 25,8 (20-33), Oulus 25,9 (21-32) ja Kemis 26,0 (22-34). Soome lahe Soome rannikul Pernajas oli keskmine 29,5 (22-35) ja Kotkas 29,7 (23-35) (Lehtonen, 1981; Lehtonen & Böhling, 1988).

Eesti rannikuvetes oli varasematel andmetel (Sõrmus, 1967, 1976a; Mikelsaar, 1984) tavaline ja laialt levinud hõredapiiline mereskudev siig (keskmine lõpusepiide arv enamasti 22-23). Sellel siiavormil oli mitmeid lokaalseid karju, peamised kudealad paiknesid Väinameres, Hiiumaa ja Saaremaa lääneranniku lahtedes ja Kihnu ning Ruhnu ümbruses (joon. 1.). Lähemalt analüüsitakse varasemaid (peamiselt trükis avaldamata) andmeid osas 3. 2.



Joonis 1. Hõredapiilise mereskudeva siia peamised kudealad Eesti vetes varasematel andmetel (Сырмус, 1967)

Aastatel 1987-89 Hara lahest püütud isenditel (55 kala) oli keskmine lõpusepiide arv 26 (Sõrmus & Turovski, 2002), mis viitab vähese lõpusepiide arvuga siigade esinemisele ka Soome lahes.

Eesti vetes Liivi lahes on eristatud lisaks mereskudevale hõredapiilisele siiale veel kahte siivormi. Esiteks, Pärnu jões kudev siirdesiig, kes esineb peamiselt Pärnu lahe piirkonnas ja kelle lõpusepiide arv on mõnevõrra suurem kui mereskudeväl Ruhnu siial (vt. osa 3. 2.) . See vorm on eristatav teistest siigadest ka mõnede muude morfoloogiliste tunnuste, näiteks pikemate ja kõrgemate uimede, kõrgema pea, tõmbima ninamiku, samuti selja- ja pärakuuime ning kõhuuimede eespoolsema paiknemise poolest (Sõrmus, 1976a).

Liivi lahes esineb ka siivorm, kelle lõpusepiide keskmine arv on suurem, kui Soome lahe siirdesiial. Sõrmus (1976a) oletab, et tegemist on Läti jõgedes kudeva siirdesiiaga. Selle vormi isendite osakaal suureneb Läti vete suunas (osa 3. 2.; Sõrmus & Turovski, 2002).

1.4. Kasv

Läänemere erinevates osades elavate siipopulatsioonide kasvukiirus ja mõõtmed erinevad üksteisest oluliselt, samuti erinevad omavahel kasvukiiruselt ja – dünaamikalt mereskudev ja anadroomne siiavorm (Sõrmus, 1976b; Lehtonen, 1981). Siia puhul on üldreeglina leitud, et kasv on kiirem lõunapoolsetes piirkondades, samuti saabub kaladel suguküpsus varem (Канеп, 1974). Tugev korrelatsioon on leitud siia noorkalade kasvutempo ja veetemperatuuri vahel – mida kõrgem on veetemperatuur kevadel ja suvel, seda kiirem on kasvutempo (Протопов; 1982). Vee soojenemisel üle teatud kriitilise väärtuse võib aga siiglastel põhjustada toitumise lõppemist ja kasvu tunduvat pidurdumist; sellise efekti esinemist on täheldatud eutrofeeruvates veekogudes (Золотавина & Мычачев, 1976). Kasvu aeglustumine toimub ka perioodidel, mil isendi gonaadide arengus toimub üleminek I-lt II-le astmele ja II-lt III-le astmele, samuti on aeglasema kasvukiirusega kogu kasvuperiood, mil isend valmistub kudemiseks (sageli siiad ei koe igal aastal) (Протопов; 1982). Erinevate autorite andmetes vanuserühmade keskmiste mõõtmete kohta võib tekkida lahknevus tänu sellele, et mõõtmised on läbi viidud erineval ajal. Näiteks Soome lahe idaosa siigu analüüsi ajavahemikul juunist septembrini (Смирнов, 1972), Soome uuringutes mõõdeti kalu aga perioodil hilissügisest varakevadeni, mil kasvamist praktiliselt ei toimu (Lehtonen, 1981). Seda arvestades annaks täpsemaid andmeid siigade kasvu kohta kasvukiiruse tagasiarvutus soomuste järgi. Kasvukiiruse tagasiarvutustel soomuste ja teiste luustruktuuride järgi on aga paljude kalaliikide puhul täheldatud nn. “Lee fenomeni”, mille puhul esimeste aastate tagasiarvutatud kasvud, mis on määratud vanemate kalade soomuste järgi, on märgatavalt väiksemad, kui noormate kalade soomustelt arvutatud esimeste eluaastate kasvud. Lee fenomeni üheks peamiseks põhjuseks peetakse asjaolu, et kiiremakasvulistel isenditel on suurem nii looduslik suremus (nad saavad varem suguküpsuks ja on lühema elueaga) kui töenduslik suremus (kiirema kasvu tõttu satuvad nad varem püügisurve alla). Sellest tulenevalt on vanemate kalade hulgas ülekaalus aeglasekasvulised isendid (Решетников, 1980).

Soome vete siigade puhul leiti, et mõlema vormi – mereskudeva ja anadroomse kasvukiirus vähenes Ahvenamaa saarestikust põhja suunas Põhjalahte

liikudes ja ida suunas Soome lahte liikudes. Ahvenamaa siigade kiirem kasv tuleneb ilmselt parimatest toitumistingimustest Soome rannikul – tegemist on suhteliselt madala ja suvel hästi läbisoojeneva veega ohtra põhjaloomastikuga alaga. Kõigis uuritud piirkondades kasvas anadroomne siig kiiremini kui mereskudev vorm (Lehtonen, 1981). Jõesuudmetes kudevate anadroomsete siigade populatsioonide kasvukiirus Põhjalahe Merekurgu põhjaosas oli veidi aeglasem, kui jõgedes kudevatel. Mereskudevate populatsioonide kasvus leiti samuti märgatavaid erinevusi – saarestike vahel kudevad populatsioonid olid kiirema kasvuga kui avatud rannikul kudevad (Leskelä et al., 1993). Ahvenamaa siigade puhul on siiski leitud, et kuni kuuenda eluaastani erineb kahe sümpatrilise vormi kasvukiirus väga vähe (Wiklund & Himberg, 1983). Osad autorid sugupoolte kasvus statistiliselt olulisi erinevusi ei leidnud (Lehtonen, 1981); Oulujoki anadroomse siia puhul leiti aga emaskalad olevat tunduvalt kiirema kasvuga (Lind & Kaukoranta, 1974). Erinevate aastate kasvus statistiliselt olulisi erinevusi polnud (Lehtonen, 1981; Valtonen, 1976). Sesoonne kasv algas annuluste põhjal otsustades juunis ja kestis kuni oktoobrini. Kasvutempo oli kiireim juulis ja augustis. Suvine kasvuperiood oli pikem noorematel kaladel (Lehtonen, 1981). Esimesel eluaastal toimus peamine kasv hilissuvel ja varasügisel (Lehtonen & Lappalainen, 1995). Kasv aeglustus kõigil vanusegruppidel august lõpus – septembris ja lõppes peaaegu täielikult septembris – oktoobris. Soome lahe mereskudeva siia kasv oli üldjoontes sarnane Põhjalahe Selkämere ja Merekurgu piirkonna siigade kasvuga (Lehtonen, 1981).

Soome lahe idaosast Venemaa vetest aastatel 1968-1970 analüüsitud vähepiilised siiad (kes kudevad Neeva jões) kasvasid kuni viienda eluaastani mõnevõrra aeglasemalt kui lahe põhjaosa Pernaja piirkonna mereskudevad siiad, alates kuuendast eluaastast aga kiiremini (Смирнов, 1971). I. Sõrmuse (1976b) arvates on antud kalade puhul tegu siiski mereskudeva vormiga.

Poola rannikul Szczecini lahes kudev siig on lõpuspiide arvu poolest lähedane Põhjalahe siirdesiiale ja sarnaneb temaga ka kiire kasvutempo poolest. Võrreldes 20. sajandi viiekümnendate aastatega oli populatsiooni kalade kasvutempo märgatavalt kiirenenud – põhjus seisnes ilmselt lahe eutrofeerumises (Heese, 1988). Leedu ranniku Kura lõuka anadroomne siig kasvas mõnevõrra aeglasemalt kui Läänemere põhjaosa jõgedes kudevad siiad ja Ahvenamaa mereskudev siig, aga kiiremini kui enamik mereskudevaid populatsioone (Гайгалас, 1972; Lehtonen, 1981).

Eesti vete mereskudeva siia kasvukiirus Saaremaa rannikul on küllalt kõrge, jäädes maha vaid sama vormi kalade kasvukiirusest Ahvenamaa vetes. Võrreldes kuuekümnendate algusega oli seitsmekümnendate aastate keskel analüüsitud kalade kasvukiirus tunduvalt kasvanud. Selle põhjuseks võis olla toitumistingimuste paranemine seoses populatsiooni arvukuse madalseisuga (on leitud, et seaduspärasus kasvu kiirenemisest nõrkades kalapõlvkondades kehtib ka suurtes veekogudes elutsevate vähearvukate populatsioonide kohta (Sõrmus, 1976b). Riia lahest püütud tihedamapiilised siirdesiid sarnanesid kasvukiiruselt Pärnu jões kudeva anadroomse siiaga – esimesel kahel eluaastal oli kasv aeglasem kui mereskudeval vormil, hiljem aga tunduvalt kiirem (Sõrmus, 1976a, b).

Tabel 1. Merisiia kasvukiirus Soome lahes ja Saaremaa vetes kirjanduse põhjal

Vanus aastates	Mereskudev, Soome laht (Pernaja) (Lehtonen, 1981)	Mereskudev, Soome lahe idaosa (Smirnov, 1972)	Mereskudev, Loode-Saaremaa (Kuusnõmme laht, 1960) (Sõrmus, 1976b)	Mereskudev, Loode-Saaremaa (Kuusnõmme laht, 1974) (Sõrmus, 1976b)	Siirdesiig, Soome laht (Kymijoki) (Lehtonen, 1981)
1					
2		222			
3		278	352	373	385
4	349	315	373	407	426
5	361	348	398	417	450
6	366	374	418	432	480
7	368	397			521
8	369	423			543
9	374				598
10	382				620

Maksimaalsete mõõtmetena on teada 1896.a. Soomest püütud 830 mm pikkune ja 12000 g kaalunud isend (Valle, 1934). Eesti rannikult on suurimad registreeritud isendid märtsis 1969 Väikesest väinast Võilau ja Pühadekare vahelt püütud 630 mm pikkune ja 5200 g raskune emaskala (vanus 17–19 aastat) ja märtsis 1969 Saaremaa lõunarannikult Roomassaare sadama lähedalt püütud 585 mm pikkune; 3800 g kaalunud isaskala (vanus 18 aastat). Vanim Eesti vetest pärinev siig oli 21-aastane äsjakudenud emaskala Kuusnõmme lahest Vilsandi lähedal - SL 580 mm, TW 2700 g (Sõrmus, 1976b).

1.5. Sigimine

Suguküpsuks saavad Läänemere siiavormid tavaliselt kolme kuni viie aasta vanuselt. Isased siiad saavad suguküpsuks veidi varem ja väiksemate mõõtmete juures (tabel 2).

Tabel 2. Suguküpsuse saabumise vanus Läänemere siigadel kirjanduse andmetel

Piirkond	Esmakordse kudemise vanus	Kirjandusallikas
Põhjalaht (Rootsi vetes)	♂: 3-4 (harva 2) ♀: 4-5	Dahr, 1947; ref. Lehtonen, 1981
Perämeri, meresküde	♂: valdavalt 4 ♀: valdavalt 5	Valtonen, 1972
Soome laht	♂: 3-4 ♀: 4-6	Seegerstråle, 1938
Soome lahe idaosa	4-5	Правдин, 1931
Kura lõugas, siirdesiig	5-6	Гайгалас, 1972
Eesti läänerannik	♂: 3-4 ♀: 4-5	Sõrmus, 1976b

Varajane suguküpsuse saabumine on väidetavalt seotud aeglase kasvutempoga – noorimad kudejad pärinesid Põhjalahest Kalajoki, Kemi ja Korsholmi piirkonnast, kus siigade kasvukiirus on suhteliselt aeglane (Lehtonen, 1981). Siiski on ka Läänemere lõunaosa Pomorski lahe kiire kasvutempoga populatsioonist leitud väga noori kudejaid – noorim emane oli seal vaid 2 aastat vana (Heese, 1988).

Esmakordsete kudejate pikkus oli Perämere põhjaosas 190-220 mm, Kalajokil 220-240 mm, Merekurgus 300-320 mm, Poris 330-360 mm, Ahvenamaal 350-460 mm ja Soome lahes 280-350 mm (Lehtonen, 1981). Soome lahe idaosas Venemaa vetes said siiad suguküpsuks valdavalt üle 270 mm pikkustena, vaid vähesed kudesid esmakordselt juba 240-260 mm pikkuselt (Смирнов, 1972). Eesti vetes pärinesid väikseimad suguküpsed isaskalad Hara lahest (TL 261-274 mm, vanus 3 aastat). Vilsandi kaheaastased suguküpsed isaskalad olid 274-305 mm pikad. Väikseimad

suguküpsed emased olid Eesti vetes 337-347 mm pikkused (Sõrmus & Turovski, 2002).

Absoluutne viljakus (AF) suureneb koos siia mõõtmega; Läänemeres on kõrgema viljakusega lõunapoolsemad populatsioonid. Mereskudeva siia AF oli Perämeres Kalajoki piirkonnas 1762-15000, Merekurgu piirkonnas 3612-28632 ja Ahvenamaal 6160-66540 (Lehtonen, 1981). Poola rannikul Pomorski lahe anadroomsel siipopulatsioonil on Läänemere siigadest kõrgeim AF: 23650-131 418 (keskmiselt 64946); AF suurenes kuni üheksanda eluaastani, seejärel hakkas langema (Heese, 1988). Leedu ranniku Kura lõuka anadroomsetel siigadel oli AF 16960-104250 (Гайгалас, 1972). Eesti vetes oli Lääne-Saaremaal Kuusnõmme lahes aastatel 1960-63 analüüsitud mereskudevate siigade keskmine AF neljaaastastel 13100, viieaastastel 18300 ja kuueaastastel 20300. Väikesest Väinast Kõrkverest analüüsitud mereskudeva vormi siigadel oli AF veidi suurem – keskmiselt 22600 (Sõrmus, 1976b).

Gonadosomaatiline indeks (GSI) oli Eesti vetes mõlemal sugupoolel märtsikuus 0,4-1,0 %; maikuus tõuseb emastel 1,0-1,5 %-ni ja saavutab septembriks väärtuse 4-5 %. Septembrikuu vältel toimub emaskaladel GSI järsk tõus 15-20 %-ni. Suurtel emasisenditel võib enne kudemist GSI ulatuda 30-35 %-ni. Isaskaladel on GSI väärtus vahetult kudemise eel 5-9 % (Sõrmus, 1976b; Sõrmus & Turovski, 2002).

Suhteline viljakus (RF) on Põhjalahes ja Soome lahes 20, Ahvenamaa ümbruses 25 (Segerstråle, 1938 - ref. Lehtonen, 1981; Lindroth, 1957; Lehtonen, 1981). Kura lõuka siia RF on 30-37 (Гайгалас, 1972), Eesti läänerranniku mereskudeval siial 35-45 (Sõrmus, 1976b). Seega on RF kõrgem seal, kus kalade kasvutempo on kiirem. RF tõuseb samuti koos kala mõõtmete suurenemisega (Lehtonen, 1981). Kudemisküpsete marjaterade läbimõõt siigadel oli Vilsandi ümbruses 2,3-3,0 mm (valdavalt 2,6-2,8 mm). Suurematel emastel olid marjaterad veidi suurema diameetriga (Sõrmus, 1976b).

Kudemine toimus Põhjalahes Rootsi ja Soome vetes Perämeres oktoobris ja Selkämeres oktoobri lõpul – novembri algul. Soome lahe Soome vetes kudes mereskudev siig oktoobri lõpul ja novembri algul ja Saaristomeres novembris. Kudemine kestis ligikaudu kaks nädalat, igaaastased ajalised varieerumised olid väikesed ja sõltusid ilmselt temperatuuritingimustest (Lehtonen, 1981). Oulujoki anadroomne siig kudes oktoobri kolmel viimasel nädalal, aastevaheline varieerumine kudemise alguse, haripunkti ja lõpu suhtes polnud üle nädala (Lind &

Kaukoranta, 1974). Leedu rannikul Kura lõukas hakkas anadroomne siig kudema novembri keskel, kudemine lõppes detsembri esimesel nädalal (Гайгалас, 1972). Poola vetes Szczecini lahes kudes anadroomne siig novembri viimasel ja detsembri esimesel dekaadil (Heese, 1988). Eesti rannikul algas mereskudeva siia kudemine oktoobri teisel poolel (kui veetemperatuur oli langenud alla 7°C) ja kestis kuni detsembri alguseni. Väinameres oli kudemise haripunkt tavaliselt novembri esimesel nädalal, Lääne – Saaremaal umbes nädala võrra hiljem. Pärnu jõe anadroomne siig kudes veidi varem – oktoobri keskpaigast novembri esimese nädalani (Sõrmus, 1976b).

Koelmuteks on mereskudeval siial 0,5-2 m sügavused, kivise või kruusase, harvem liivase põhjaga madalikulid väikestes lahtedes või laidude ümbruses (Sõrmus, 1976b; Lehtonen, 1981). Ruhnu saare ümbruses paiknevad siiakoelmud isegi kuni 15 m sügavusel (Sõrmus & Turovski, 2002). Anadroomsed siiad koevad jõgedes kruusastel madalikel, Läänemere lõunaosa anadroomsed vormid koevad Leedu ja Poola vetes ka lahtedes jõesuudmete läheduses (Гайгалас, 1972; Heese, 1988).

Sugudevaheline suhe koelmutel on ligikaudu 1:1. Koelmualade lähedusse koonduvad algul isaskalad, emased saabuvad mitmes järgus vastavalt marja valmimisele. Mari valmib emassiial ühekorraga ja koetakse suhteliselt lühikese aja jooksul, enamik kudenud emassiigu lahkub peagi koelmutelt. Koelmutel toimuva kalapüügi korral püütakse välja peamiselt isaskalu ja intensiivse püügi korral ei pruugi hiljem enam isaskalu jätkuda – osad emaskalad võivad jääda kudemata ning nende mari resorbeerub järgneva aasta jooksul, mis põhjustab nende kudematajäämist või viljakuse langust ka järgmisel kudemisperioodil (Sõrmus, 1976b).

Looted arenevad normaalse talve korral 5-6 kuud; vastsed kooruvad aprillis. Äsjakoorunud 11-14 mm pikkused vastsed on aktiivsed ujujad. Juba paar päeva pärast koorumist hakkavad nad lisaks rebukotist toitumisele neelama ka nanoplanktonit (Sõrmus, 1976b). Pärast lühikest avaveeperioodi migreeruvad vastsed Perämere lõunaosas väga madalasse (alla 0,5 m) rannikuvette, kus elavad parvedena juuni lõpu – juuli alguseni. Rebukott imendub vastsetel 14-16 mm pikkuses. Vastsed muunduvad maimudeks umbes 40 mm pikkuses, tavaliselt juuni lõpul (Hudd et al., 1988). Eesti läänerannikul toimub noorjärkude areng 1-2 nädalat varasemalt kui Soome vetes (Sõrmus, 1976b). Anadroomse siia vastsed kanduvad jõgedest vooluga merre kahe kuni kolme nädala jooksul pärast koorumist (Lehtonen et al., 1992).

1.6. Ränded

Siigade märgistamisega rännete uurimise eesmärgil on Läänemeres rohkem tegeletud alates 1950. aastatest. Põhiliseks märgistamispiirkonnaks on olnud Põhjalahe Rootsi ja Soome rannik, eriti Põhjalahe põhjapoolne osa Perämeri (Lehtonen & Himberg, 1992).

Siigade rännete uurimist kalade märgistamise teel raskendab asjaolu, et elusate kalade kuulumist eri sümpatrilistesse vormidesse on keeruline tuvastada kala vigastamata. Samas võivad isegi sügisesel kudemisajal meres koelmukohtadel märgistatud mereskudevate siigade hulka sattuda anadroomse vormi esindajad, kes antud aastal ei koe ja ei ole seetõttu jõgedesse siirdunud. Anadroomse vormi spetsiaalsne märgistamine on võimalik jõgedes kudemisajal. Mereskudevate siiga on märgistatud kudemisajal ja koelmutel, kus anadroomse vormi osakaal on katsepüükide andmetel kõige väiksem (Lehtonen, 1981).

Põhjalahe märgistamised (13 kohta meres ja 13 kohta erinevates jõgedes; kokku üle 40 seeria märgistamisi ja tuhandeid kalu) näitasid, et enamiku Perämerre suubuvate jõgede (Torniojoki, Rånealven, Iijoki, Kiiminkijoki, Oulujoki, Kalajoki) anadroomsed siiad sooritavad meres tavaliselt laialdasi kuni 500-700 km pikkusi rändeid, jõudes välja kuni Ahvenamaani. Mõnede Perämere jõgede (Kalixälven, Luleå, Skellefte) siigade ränded on lühemad ja ei ulatu üle 300 km. Allpool Mereturku Põhjalahte suubuvate jõgede (Ångermanälven, Indasälven, Kokemäenjoki) siigade ränded jäävad reeglina alla 300 km. Mereskudevate siiad ei rända üle 100-200 km, tavaliselt veelgi vähem. Väljaspool kudemisaega ja -kohti meres märgistatud siigade seeriade taaspüügid andsid vahepealseid tulemusi - seega oli tegu segunenud populatsioonidega. Samuti ilmnes, et Perämere mereskudevate siigade ränded on pikemad kui lõuna pool Selkämeres. Kalade hajumine märgistuskohtadelt toimus valdavalt lõuna suunas (Lehtonen & Himberg, 1992). Ahvenamaa saarestikus 1978. ja 1979.a. suvel märgistatud siigade tagasipüüke saadi paljudest Põhjalahe jõgedest kuni Perämere põhjatipuni välja, samuti Rootsi jõgedest Ahvenamaast läänes ja edelas (Lehtonen, 1981). Anadroomse siia pikkade rännete põhjuseks Põhjalahes peetakse lõunapoolseid paremaid toitumistingimusi – bentose biomass on Põhjalahe lõunaosas keskmiselt 10-60 g m⁻², põhjaosas vaid ~1 g m⁻² (Andersin et al., 1977; Lehtonen & Himberg, 1992). Lõunapoolsetele toitumisaladele

jäävad Põhjalahe jõgedest laskunud anadroomse siia noorkalad mitmeks aastaks. Tagasiränne algab isaskaladel 3-4 aasta ja emaskaladel 4-5 aasta vanusena (Lehtonen, 1981, Lehtonen & Himberg, 1992). Kudemisränne piki rannikut põhja suunas algab Põhjalahes tavaliselt juuni lõpul ja kestab oktoobri lõpuni (Lind & Kaukoranta, 1974; Lehtonen, 1981). Jõgedes leiab ränne aset põhiliselt augustis-septembris. Varasemal ajal rändas osa siigu jõkke juba suvel, isegi maikuus, kuid suvine intensiivne püük, samuti kunstlikuks taastootmiseks suguproduktide võtmine eranditult hilistelt jõkkerändajatelt, on hilisemate migreerujate proportsiooni populatsioonis oluliselt suurendanud (Lehtonen & Himberg, 1992). Üldjuhul rändab anadroomne siig kudema sünnijõkke, kuigi üksikuid isendeid on tabatud ka teistest jõgedest (Lind & Kaukoranta, 1974). Paigatruudus on suurem emastel anadroomsetel siigadel (Huusko & Grotnes, 1988). Soome lahes on anadroomse vormi ränded lühemad, tavaliselt alla 100 km kudemisjõe suudmest (Ikonen, 1980). Pärast kudemist laskub siirdesiig valdavalt juba sügisel tagasi merre, Põhjalahe põhjaosast rändab ta lõuna suunas, Läänemere lõunapoolsemates osades selged rändesuunad meres puuduvad (Гайгала, 1972; Lehtonen, 1981). Paljud kalad ei koe igal aastal ja võivad kudemisajaks jääda toitumisladele meres (Alm, 1959). Soomes lahes on anadroomset siiga märgistatud Kymijoki jões Soomes. Aastatel 1958-1969 jõest kunstliku taastootmise tarvis püütud 2201 kala märgistati ja lasti novembris jõesuudme lähedal tagasi jõkke. Sama üheteistaastase perioodi kestel saadi 585 tagasipüüki (25,4 %). Selgus, et pärast kudemist jäävad kalad talvituma samasse jõkke või suudmelähedasse merre; ränne toitumispaikadele algab mais-juunis. Enamus taaspüüke saadi 70 km raadiuses jõesuudmest (üle 70 % 10 km raadiuses jõesuudmest). Enamus kalu rändas vastu valdavaid hoovusi Kymijoki suudmest ida ja kagu suunas, pikimad ränded olid lääne suunas – 3 isendit tabati üle 200 km kauguselt, üks isegi Ahvenamaalt (340 km kauguselt märgistamiskohast). Viis taasleidu saadi ka Eesti põhjarannikult – Aegna saare juurest, Eru lahest, Kunda lahest ja Narva lahest (Ikonen, 1981). Kymi jõe siid olid väga sünnipaigatruud – ühtegi kala ei tabatud teistest jõgedest (Ikonen, 1980).

Soome lahe idaosas Neeva suudmes märgistatud anadroomsete siigade ränded ulatusid jõesuudmest 150-200 km kaugusele, lääne suunas umbes pikkuskraadini 27°E. Neeva siia puhul on arvatud, et rännete piiriks võib olla 7‰ isohaliin (Пирожников, 1971).

Läänemere lõunaosas Pomorski ja Szczecini lahes on märgistamised näidanud, et suguküpsed kalad hakkavad Pomorski lahe rannikul jõesuudmete (Szczecini lahe

väljavoolude) lähedusse kogunema oktoobris, Szczecini lahte koelmutele rännatakse oktoobri lõpus ja novembri algul, kui veetemperatuur on umbes 8°C. Rändega liiguvad kaasa ka kiiremakasvulised juveniilsed isendid (mõlemast soost). Pärast kudemist jääb enamus kalu Szczecini lahte, kus nad toituvad intensiivselt kuni aprillini, osa siigu laskub merre juba jaanuaris-veebruaris. Põhiline laskumine merre leiab kevadel aset, kui veetemperatuur lahes on tõusnud üle 9°C. Suvel juunist septembrini on siiad Pomorski lahe toitumisaladel. Märtsi lõpul – aprilli algul kooruvad vastsed kantakse hoovustega kaldavette, suve jooksul lahkuvad maimud merre toitumisaladele, kuhu jäävad kuni suguküpsuse saavutamiseni (Heese, 1988).

Mereskudev siig on Põhjalahe kirde- ja põhjaosas märgistatud kalade taaspüükide põhjal otsustades küllalt paikse eluviisiga – tervelt 87% taaspüükidest saadi 40 km raadiuses märgistamiskohast (Lehtonen, 1981). Samas piirkonnas Iijoki suudmes märgistatud kalade taaspüükidest saadi 95% 40 km raadiuses märgistamiskohast (Sormunen, 1968). Mereskudev vorm on leitud olevat küllalt paikse eluviisiga ka mujal Põhjalahes ja Läänemere teistes osades (Lindroth, 1957; Sõrmus, 1976b; Lehtonen, 1981). Mereskudevad siiad toituvad koelmutele lähedastel aladel ja nende ränded toimuvad valdavalt piki rannikut (Valtonen, 1970). Väljaspool kudemisaega toimuvate rännete peamiseks põhjusteks loetakse sobivamate soolsustingimuste, veetemperatuuri ja toitumisalade otsinguid (Lehtonen, 1981). Pärast kudemist rändab mereskudev vorm kaldaäärsest madalveest sügavamatele merealadele (Гайгалас, 1972; Lehtonen, 1981).

1.7. Toitumine

Euroopa siia erinevate vormide hulgas leidub nii plankton- kui bentostoidulisi, Läänemeres esinevad siivormid kuuluvad bentostoiduliste hulka. Üleminek planktonist toitumiselt toitumisele põhjaloomastikust toimub esimese eluaasta suvel, ligikaudu 100 mm pikkuselt (Sõrmus, 1976b; Mikelsaar, 1984). Mereskudeva siia vastsete ja maimude valdavateks toiduobjektideks Botnia lahe lõunaosas olid rullikulised (*Harpacticoida*; valdavalt *Tachidius discipes*); sageli söödi ka keriloomi (*Rotatoria*; perekond *Synchaeta*), vesikirbulisi (*Cladocera*), aerjalalisi (*Copepoda*; eriti hormikulisi *Calanoida*) ja surusääsklaste (*Chironomidae*) vastseid. Keriloomi eelistasid väiksemad, alla 20 mm pikkused kalad, suuremad maimud toitused põhiliselt rullikulistest, vesikirbulistest ja hormikulistest (Hudd et al., 1992).

Täiskasvanud anadroomne siig toitus Botnia lahes madalamas rannikumeres põhiliselt limustest (*Mollusca*), mereskudev siig aga suurematel sügavustel kirpvähilisest tavalisest harjaslabalasest (*Pontoporeia affinis*) (Valtonen, 1976). Suvekuudel on anadroomse liigi toidust Botnia lahes leitud ka kalamarja (Valtonen, 1980). Soome lahe idaosas Venemaa vetes valdas anadroomse siia toidus samuti *Pontoporeia affinis*, toitumise intensiivsus oli suurim juunis ja septembris – oktoobris (Пирожников, 1971). Leedu rannikul Kura lõukas elav kolmeaastane ja vanem anadroomne siig toitus suvel harjasliimukast (*Nereis diversicolor*) ja bentilistest koorikloomadest, sügisel valdavalt harilikust kuulmiksabast (*Neomysis vulgaris*), talvel leidis magudes taimset detriiti ja vähesel määral surusääsklaste vastseid (Маньюкас, 1963). Läänemere lõunaosa anadroomne siig toitus enne kudemisrännet Pomorski lahes põhiliselt kaladest (mudillased *Gobiidae*), samuti molluskitest (karpidest ja tigudest), harilikust kuulmiksabast ja põhjamere garneelist (*Crangon crangon*); Szczecini lahte rännanud siiad toitused kudemisajal ja pärast kudemist talvekuudel põhiliselt surusääsklaste vastsetest, olulised toiduobjektid olid ka kalad, põhjamere garneel ning teod. Kevadel aprillis-mais vee soojenedes muutusid Szczecini lahes toidus oluliseks aerjalalised; samuti söödi siis kalade (meritindi ja ahvena) marja. Toiduobjektideks olnud kaladest oli esikohal väike mudilake (*Pomatoschistus minutus*), leiti ka väikest tobiat (*Ammodytes tobianus*), meritinti

(*Osmerus eperlanus*), ogalikku (*Gasterosteus aculeatus*) ja lõhilasi (*Salmo* spp.) (Heese, 1988).

Eesti vetest on andmed vaid mereskudeva siia noorjärkude toitumise kohta. Vastsed sõid kevadel väiksemat zooplanktonit: aerjalaliste naupliusi ja kopepodiide, samuti keriloomi. Küllalt varakult lisandusid ka väikesed bentosorganismid (karpvähilised *Ostracoda*, rullikulised *Harpacticoida*), surusääsklaste vastsed, ka taimsed objektid –õietolmuterad ja sinivetikate (*Cyanophyta*) kolooniaid. Veidi vanemad maimud toitsid surusääsklaste ja teiste putukate vastsetest ning valmikutest. Suve teisel poolel olid toidus juba valdavad bentosorganismid: *Pontoporeia affinis*, kakandilised (*Isopoda*), müsiidid (*Mysidacea*), putukavastsed ja -valmikud. Aastaste noorsiigade toidus Saaremaal Tagalahe suudmes domineerisid müsiidid, samuti leidus magudes väiksemaid tiguseid (*Gastropoda*) ja harjasliimukat. Molluskite – tiguude ja karpide osatähtsus muutus oluliseks teisel ja kolmandal eluaastal, selles vanuses süüakse ka noort merikilki (*Mesidothea entomon*) ja kalu (Sõrmus, 1976b). Matsalust Topu lahest analüüsitud siigade magudes valdas harjasliimukas, esines kalu (väikest mudilakest *Pomatoschistus minutus* ja musta mudilat *Gobius niger*), samuti limuseid (Mikelsaar, 1984). Pärnu lahe siigadele – nii anadroomsele kui mereskudevale – on väike mudilake talvel ja varakevadel põhitoiduks, esineb ka harjasliimukat (Sõrmus, 1976b). Aegna saare ümbruses Soome lahes juunis analüüsitud siigade magudes leidus massiliselt õhuputukaid, samuti vähesel hulgal müsiide ja harjasliimukat. Ruhnu ümbruse siiad toitsid augustis põhiliselt limustest (valdavalt vesiteost *Hydrobia* sp. ja vesikingast *Theodoxus fluviatilis*), sageli ka kirpvähilistest (*Gammaridae*), vähem oli söödud kakandilisi, vetikaid ja kalamarja. Kagu-Hiiumaal Kaevatsi laiu ümbruses oli sügisel kudemisalalt püütud 200-st siias toitunud vaid umbes 15 %; magudes leidus limuseid (söödavat südakarpi *Cerastoderma* ja vesitigu), samuti kakandilisi, kirpvähilisi ja hüdraloomi (*Hydrozoa*), üksikud kalad olid söönud ka siia marja (Mikelsaar, 1984). Räime kudemise ajal kevadel oli Väinameres siigade põhiliseks toiduks koos punavetikatega haaratud koetud räimemari; osa siigu oli aga samal ajal toitunud vaid kootvähist (*Corophium*). Saaremaa rannikul Liivi lahe põhjaosa madalikel toitsid sügisräime koelmutel nii Liivi lahes kui ka Väinameres kudevad siiad (Sõrmus, 1976b). Seega on merisiig laia toiduobjektide spektriga liik, kes kohandab oma dieeti vastavalt valdavatele toitumistingimustele (Jacobsen, 1982; Решетников, 1988).

1.8. Majanduslik tähtsus ja varude seisund

Siig oli ja on Läänemeres majanduslikult oluline kalaliik, kelle aastane väljapüük Läänemerest ulatus 1970. aastatel keskmiselt 3000 tonnini, kusjuures üle poole sellest püüti Soome rannikuvetest (Botnia merest ja lahest ning Ahvenamaa ümbrusest) (Lehtonen, 1978, 1981). Teised olulisemad püügipiirkonnad Läänemeres olid Gotlandi ümbrus, Eesti läänerannik, Kura lõugas ja Poola rannikul asuvad Szczecini ning Pomorski laht (Гайгалас, 1972; Lehtonen, 1981; Heese, 1988).

Soome vetes oli 1961-79 aastane väljapüük 1148-3212 tonni ja enamuse sellest püüti Botnia merest ja lahest. Selle piirkonna saakidest moodustas enamiku tööduspüük (1963-85: 910-2010 tonni aastas), harrastuskalastajate osa oli väiksem (1975-84: 352-769 tonni siiga aastas) (Lehtonen & Himberg, 1978; Lehtonen & Böhling, 1988). Rootsi vetes püütakse siiga põhiliselt Botnia mere lääneosas, aastatel 1962-79 oli Rootsi siiasaak 373-591 tonni aastas. Seejuures Gotlandi ümbrusest on sõjajärgsel ajal püütud püsivalt 20-30 tonni siiga aastas (Lehtonen, 1981; Lehtonen & Böhling, 1988). Põhiliseks püügivahendiks Põhjalahes on nakkevõrgud ja peamiseks püügiajaks sügiskuud. Piirkonniti võib olulisim püügiaeg erineda – näiteks viiekümndatel aastatel püüti Saaristomerest enamuse siiga suve lõpul, mil anadroomne vorm alustas rännet kudemisalade poole. Tänapäeval on Saaristomere siiasaakide dünaamikas kaks tippu: suve lõpul ja sügisel – põhjuseks on mereskudeva vormi osatähtsuse suurenemine saakides (Lehtonen & Himberg, 1978; Lehtonen, 1981). Põhjalahe suurte mõõtmete tõttu on tema erinevates piirkondades saakide dünaamika küllalt varieeruv. Lahe põhjaosas on pärast 1977. a. olnud täheldatav ilmne saakide vähenemine, lahe keskosas Kvarkeni piirkonnas on aga siiasaagid pärast 1978.a. märgatavalt tõusnud (Lehtonen & Böhling, 1988).

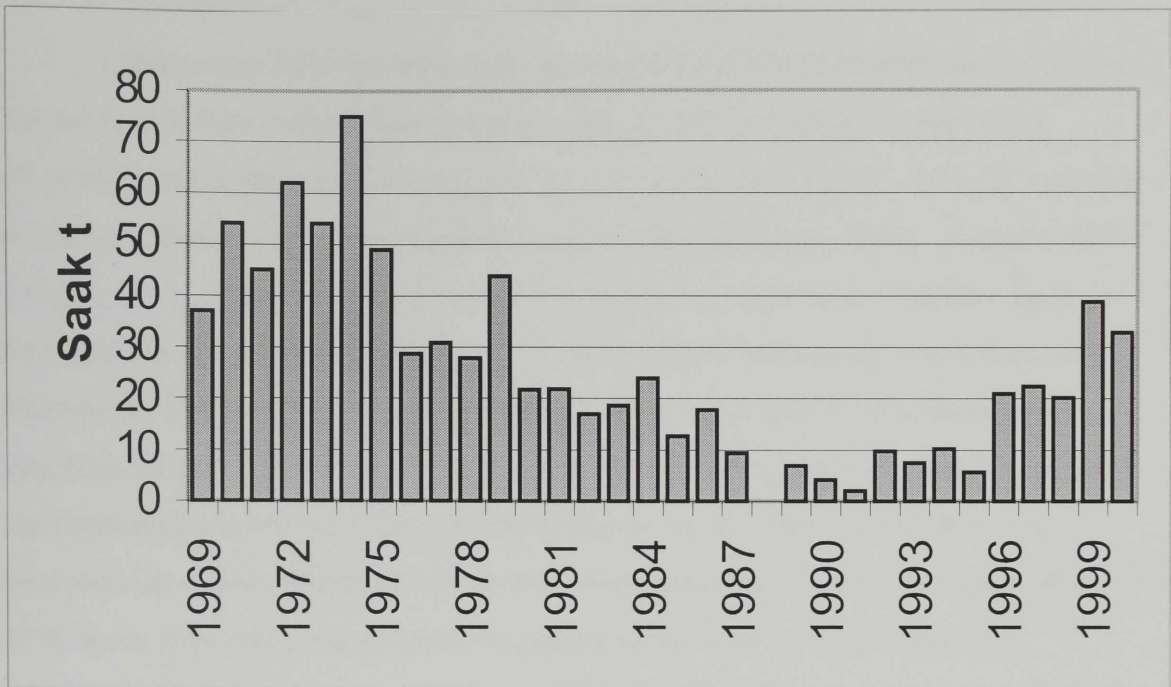
Soome lahe osa Soome siiasaagis on oluliselt väiksem. Saagid olid suurimad 1950. aastatel, mil lahest püüti vähemalt 150-200 tonni siiga aastas. 1960. aastate algul toimus oluline saakide langus 40-60 tonnini ja sellele tasemele jäi ta püsima ka järgmiste aastakümnetel (Salojärvi et al., 1985). Sarnased trendid saakides esinesid ka Soome lahe idaosas Venemaa vetes – kõige enam püüti siiga 1930. aastatel (27-76 tonni aastas) ja 1950. aastatel (23-97 tonni aastas), järsk langus algas viiekümndate lõpus ja süvenes kuuekümndatel aastatel (Смирнов, 1972). Erinevalt Põhjalahest

püütakse Soome lahes Soome vetes enamusi siiga harrastuskalastajate poolt, töönduspüügi osa oli näiteks 1981. aastal vaid 15 %. Püügivahendina on kasutusel tänapäeval peamiselt nakkevõrgud, 20. sajandi algul kasutati siiapüügiks ka seinnootu ja mõrdu (Salojärvi et al., 1985). Peamine püügiaeg on oktoober ja november. Erinevate vormide (anadroomse ja meresküdeva) suhe Soome lahes Soome vetes on umbes 1:1 (Lehtonen, 1981). Soome lahe Soome rannikul on kahekümnendal sajandil tugevamalt saanud kannatada anadroomse siia populatsioonid, järsk arvukuse langus algas kahekümnendatel aastatel ja varu pole tänapäevani taastunud. Selle põhjuseks peetakse hüdroelektrijaamade ja muude veevoolu tõkestavate rajatiste püstitamist olulisematele kudemisjõgedele, samuti jõgede reostumist. Paljud soodsad kudemiskohad on jäänud kaladele kättesaamatuks või on neil voolukiirus, kudemissubstraadi ja vee kvaliteet ning muud olulised kudemisedukust määravad tegurid oluliselt muutunud. Meresküdevate populatsioonide arvukuse languse põhjuseks Soome lõunarannikul kahekümnendal sajandil peetakse põhiliselt kudemisalade kvaliteedi üldist halvenemist antropogeense reostuse tõttu. Ülepüüki oluliseks põhjuseks ei peeta, kuna populatsioonide arvukus hakkas langema samaaegselt kogu Soome lahe ulatuses, samal ajal aga ei olnud toimunud uutele püügimeetoditele üleminekut või püügiintensiivsuse tõusu, samuti ei ilmnenud olulisi muutusi ellujäämuse ja suremuse näitajates või kalade kasvutempos (Salojärvi et al., 1985).

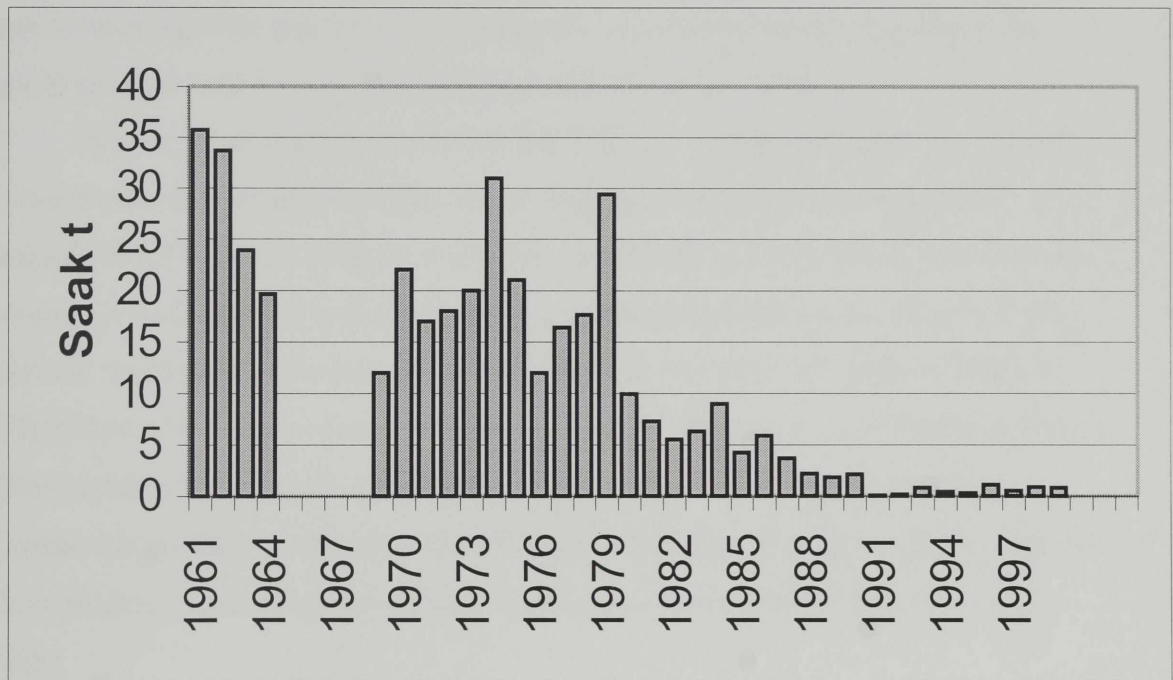
Läänemere lõunapoolsemates osades püüti siiga peamiselt Kura lõukast (kus esineb anadroomne vorm) mõrdadega rändeteedelt ja nakkevõrkudega kudemisaladelt. Märkatav saakide langus algas juba 19. sajandi teisel poolel ja jätkus 20. sajandil; aastatel 1928-38 püüti lõukast keskmiselt 42,3 (17,4-100,2) tonni aastas, 1958-70 23,4 (13,5-32,4) tonni aastas (Гайгалас, 1972). Vahesel määral püütakse siiga töönduslikult ka Poola rannikul Szczecini ja Pomorski lahest (Heese, 1986).

Eesti rannikuvete siiasaagid olid kõige suuremad 20. sajandi viiekümnendate aastate algul – 1951-55 oli aasta keskmine saak 205 tonni, aastal 1952 püüti isegi 279 tonni. Suurte saakide põhjusteks oli varude hea seisukord vähese püügi tõttu sõja ajal ja järgnevatel aastatel, aga ka uute püügistena kapronvõrkude kasutuselevõtt. 1950. aastate keskpaigast alates hakkasid saagid langema; seitsmekümnendate alguseks olid nad kahanenud 50-60 tonnini aastas (Sõrmus, 1976c). Alates seitsmekümnendate keskpaigast püüsid siiasaagid 20-30 tonni vahemikus. 1980. aastatel vähenes eriti Saaremaa lõuna- ja kaguranniku populatsioonide arvukus, mille

põhjuseks oli ilmselt kudemistingimuste halvenemine eutrofeerumise tõttu ja sagedased soojad talved (Sõrmus & Turovski, 2002). 1990. aastate esimesel poolel oli töönduspüügi saak < 10 t aastas ent on pärast seda suurenenud (joon. 2). Väinamere siiakari hääbus 1980. aastatel ja saagid langesid < 1 t aastas (joon. 3); varu suurenemise märke selles merepiirkonnas ei ole (Saat & Eschbaum, 2002).



Joonis 2. Merisiia töenduspuügi saak Eesti rannikumeres (tonnides) 1969-2000 (Vetemaa, Eero & Järv, 2002)



Joonis 3. Merisiia töenduspuügi saak Väinameres (tonnides) 1961-2000 (Saat & Eschbaum, 2002)

1.9. Taastootmine

Läänemeres on peamiseks alaks, kus tegeletakse siia kunstliku taastootmisega, Soome Botnia lahe rannik. Kuna enamuse selle piirkonna suuremaid jõgesid on tõkestatud hüdroelektrijaamade tammidega, on anadroomse vormi looduslik sigimine piirkonnas jäänud väga väheks (Jokikokko & Huhmarniemi, 1998). Aastatel 1980-1995 on merre ja Botnia lahte suubuvatesse jõgedesse (peamiselt Oulujoki, Iijoki ja Kemijoki jõkke) asustatud keskmiselt üle nelja miljoni samasuvise noorkala aastas. Mereskudeva siia taastootmisega tegeletud ei ole. Samal ajal lastakse Botnia lahe jõgedesse ka tihedapiilist (*Sp. branch.* 45-60) siiavormi (*C. lavaretus pallasi*), kokku ligi kolm miljonit noorkala aastas (Zitting-Huttula et al., 1995, 1996). Suvistes seirepüükides esines tihedapiilist siiavormi Kymijoki jões 12,3% ja Simojoki jões 17%. Kuna kunstlikku taastootmist on peetud süüdlaseks erinevate vormide hübriidiseerumisel, viidi aastate 1983-1993 läbi uuringud mitmes jões, kuhu oldi maime lastud. Sealjuures toetuti faktile, et F₁ hübriide on võimalik eristada vahepealse lõpuspiide arvu järgi (Svärdson, 1952; Mamcarz, 1992). Hübriidsete tunnustega isendeid praktiliselt ei leitud. Samuti oli suguproduktide saamiseks kudemisajal jõgedest püütavate anadroomsete siigade seas teistesse vormidesse kuuluvaid kalu vaid 0,07 % (Jokikokko & Huhmarniemi, 1998).

Soome lahes alustati taastootmisega 1921.a., mil hakati anadroomse vormi vastseid asustama Kymijoki jõkke. Alates aastast 1954 lasti jõkke igal aastal keskmiselt 1,4 (0,4-7,5) miljonit siiavastset. Kuna aga vastsete asustamisel mitmete Soomes ja Kanadas läbi viidud uuringute andmetel praktiliselt puudub positiivne tulemus, mindi hiljem üle samasuviste noorkalade asustamisele (aastatel 1980-85: 250-650 tuhat noorkala aastas). Anadroomse vormi kasutamist asustamismaterjalina põhjendatakse tema varude ohustatuma seisukorraga, samuti on ta kasvukiirus suurem. Soome lahe anadroomse vormi suhteliselt lühikeste rännete tõttu eeldatakse ka, et enamuse kaladest püüavad välja kohalikud soome kalurid (Salojärvi et al., 1985).

Leedus viimasel ajal Läänemere siia kunstliku taastootmisega tegeletud pole, Lätis on plaanitud sellega alustada (Tohvert & Paaver, 1999). Esimesi katsetusi kohaliku siiapopulatsiooni kunstlikuks taastootmiseks Saksamaa Läänemere rannikul tehti 1990. aastatel (Schulz & Schurno, 1994).

Eestis on üldjuhul tegeletud mereskudeva siivormi taastootmisega, vähest efekti andvalt vastsete asustamiselt mindi möödunud sajandi kaheksakümnendatel aastatel üle järelkasvatatud samasuviste noorkalade asustamisele (kelle hulk ei ole üldjuhul olnud üle 100 tuhande aastas). Enamus vastseid ja noorkalu on asustatud Saaremaa, Hiiumaa ja Haapsalu vetesse. Pärnu jõel Sindi kalakasvatamajas tegeleti Pärnu jõe anadroomse siia taastootmisega (Sõrmus, 1976c; Sõrmus & Turovski, 2002).

Siiamarja inkubeerimisega alustati Eestis aastal 1923 Keila-Joa kalahaudemajas, mille võimsus oli alguses paar miljonit vastset aastas, 1930. aastate lõpul juba kuni 25 miljonit vastset aastas. Sugukalad koguti Hiiumaa rannikult ja Haapsalu ümbrusest, vastsed lasti Haapsalu, Matsalu ja Pärnu lahte ning Keila jõe suudme piirkonda (Tohvert & Paaver, 1999). Aastatel 1949-1963 asustati Keila-Joa kalahaudemajast Haapsalu ja Hiiumaa vetesse keskmiselt 15-16 miljonit vastset aastas, oodatud efekti aga ei järgnenud – saakide langus oli viiekümnendate aastate teisel poolel just Haapsalu püügipiirkonnas suurim. Vastsete asutamise tulutust näitab ka asjaolu, et asustamise lõppedes ei järgnenud Haapsalu ja Hiiumaa vetes saakide edasist langust (Sõrmus, 1976c).

Narva kalakasvatamajas alustati siiamarja inkubeerimisega aastal 1928. Merisiiad suguproduktide saamiseks koguti Hiiumaalt (mereskudev vorm) ja vastsed asustati Narva lahte. Sõjaeelsel perioodil asutati Narva kalakasvatamajas merre 100-800 tuhat vastset aastas. Mõningal määral inkubeeriti Narvas merisiiamarja ka pärast sõda, tegevus lõpetati 1955. a. (Tohvert & Paaver, 1999).

Saaremaal alustati mereskudeva siia taastootmisega aastal 1935, mil valmis Pidula kalahaudemaja. Mari ja niisk koguti Saaremaalt Kihelkonna ja Vilsandi piirkonnast ning Hiiumaalt, vastsed lasti Saaremaa põhja- ja lääneranniku lahtedesse. Sõjaeelsel perioodil jõuti merre asustada kokku ligi 30 miljonit vastset (Saaremaa Kalandusfond, 1998; Tohvert & Paaver, 1999). Suuremas koguses alustati taastootmisega kuuekümnendatel aastatel. 1960-70 lasti merre keskmiselt 10 (3,2-15,1) miljonit vastset aastas. 1970. aastatel siiga ei asustatud, aastatel 1981-90 lasti merre keskmiselt 2,8 (0,2-6,1) miljonit vastset aastas. Vastsete asustamine lõpetati aastal 1992. Alates aastast 1981 lasti sügiseti merre ka samasuviseid noorkalu: 1981-90 keskmiselt 76,7 (45,4-154) tuhat isendit aastas (aastal 1986 asustamist ei toimunud). Siiamaimude järelkasvatamine toimus Karujärvel sumpades ja nad asustati Suure Katla lahte Nasval (Saaremaa lõunarannik) ja Kõllu lahte (Saaremaa

kagurannik). Alates 1980. aastate teisest poolest ei olnud võimalik sügisel Saaremaa vetest saada enam piisaval arvul küpsete suguproduktidega kalu – seetõttu on alates aastast 1989 sugukalu kogutud Ruhnu vetest. Aastatel 1991-95 asustati oluliselt vähem – keskmiselt 23,8 (12-31) tuhat noorkala aastas. Asustamist ei toimunud aastal 1996, aastatel 1997-1999 lasti merre keskmiselt 40,8 (37-48) tuhat noorkala aastas (Saaremaa Kalandusfond, 1998; Aavik, 1999; Saaremaa Keskkonnateenistus, 2000). 15-20 % kaladest märgistati rasvauime äralõikamisega (Tohvert & Paaver, 1999).

Merisiia marja inkubeerimisega on alates aastast 1995 tegeletud ka Härjanurme kalatalus Jõgevamaal, marja ja niiska on saadud Hiiumaalt Õngult ja Pärnu jõest Sindist. 1998 oli olemas juba kohapeal kasvatatud Pärnu anadroomse siia sugukari, mereskudeva siia sugukari oli kasvatamisel (Eesti kalakasvandused, 1998; Tohvert & Paaver, 1999).

2. Materjal ja metoodika

2.1 Materjal ja uurimisalad

Käesolev töö põhineb originaalandmetel, mis saadi Eesti rannikuvetest aastatel 1999-2001 püütud merisiigade analüüsil. Saagikuse (CPUE) väärtuste arvutamisel on kasutatud seirepüükide andmeid aastatest 1992-2002; alates 1997.a. on autor nende püükide läbiviimisel pidevalt osalenud. Enamasti toimusid püügid juulist septembri alguseni, seega mitte merisiia kudemise ajal. Kokku analüüsiti aastatel 1999-2001 384 siiga. Alljärgnevalt on lühidalt iseloomustatud püügialasid:

Vaindloo. Vaindloo saar asub Soome lahes Eesti mandriosast Kunda rannast 28 km põhjaloodes, paiknedes Letipea poolsaare veealuseks jätkuks oleval voorjal künnisel. Saare pindala on 6,2 ha (Mereleksikon, 1996). Rannik on lainetusele avatud. Põhi püügipiirkonnas oli valdavalt kivine, sügavustel üle 10 m saviliivane.

Käsmu. Geograafilise läheduse tõttu on selle piirkonna alla kuuluvaks käesolevas töös loetud nii Käsmu laht kui ka Eru lahe idaosa ja Mohni saare ümbrus Soome lahes. Käsmu laht on küllalt sügavale sisemaale lõikuv ja lainetuse eest hästi kaitstud laht. Põhi püügipiirkonnas oli liivane või kivine, lahe lõunaosas mudane ja ohtra veesise taimestikuga. Eru lahe idaosa on lainetusele rohkem avatud, põhi püügipiirkonnas valdavalt liivane. Mohni saar asub Eesti mandriosast Pärисpea poolsaarest 4 km kirdes, paiknedes Käsmu poolsaare jätkuks oleval veealusel künnisel. Saare pindala on 63 ha (Mereleksikon, 1996). Püügipiirkond paiknes lainetusele avatud läänerannikul, kus põhi oli valdavalt liivane.

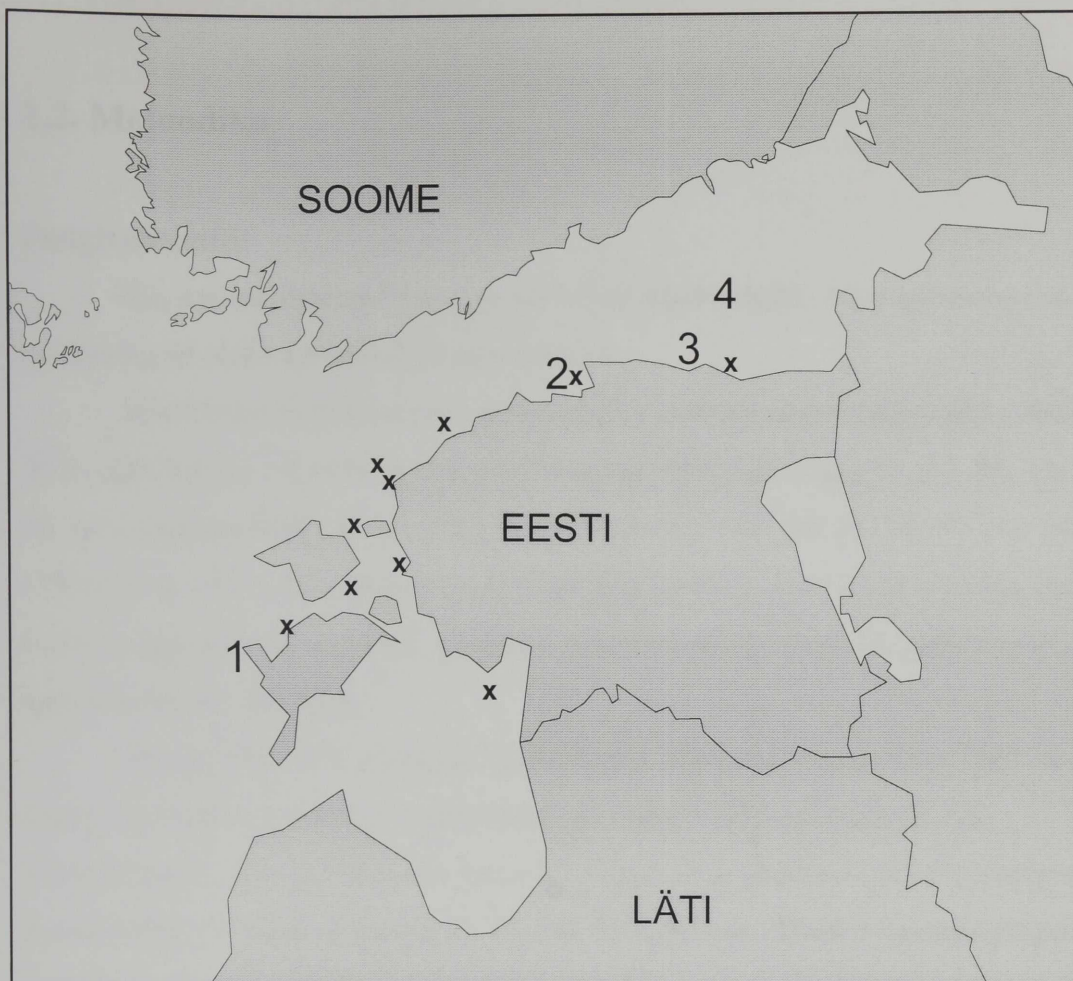
Aksi. Aksi saar asub Soome lahes Eesti mandriosa Ihasalu neemest 6 km põhjaloodes, Prangli saarest 3 km kagus. Saare pindala on 59 ha (Mereleksikon, 1996). Rannik on lainetusele avatud, põhi püügipiirkonnas oli valdavalt liivane, kohati kivine.

Vilsandi. Geograafilise läheduse tõttu on selle piirkonna alla koondatud Vilsandi saare ja seda ümbritsevate laidude ümbrusest ning Harilaiu poolsaare Kiipsaare neeme lähedalt (Uudepanga lahest) püütud materjal. Vilsandi saar asub Läänemeres Saaremaa läänerannikul. Saare pindala on 8,75 km² (Mereleksikon, 1996). Saare ümbruses on ohtralt lainetuse eest kaitstud alasid. Põhi püügipiirkonnas oli kivine-

kruusane või paene, kohati liivane. Kiipsaare neem on lainetusele avatud, põhi püügipiirkonnas oli liivane.

Muud alad. Üksikud merisiid saadi ja analüüsiti ka Soome lahest Paldiski poolsaare läänerannikult, Rammu saare ümbrusest Kolga lahes ja Vainupea sadama ümbrusest, samuti Soome lahe suudmest Dirhami sadama lähedusest ja Osmussaare ümbrusest; Väinamerest Vormsi saare ja Saarnaki laiu ümbrusest ja Matsalu lahest; Liivi lahest Kihnu saare ümbrusest ja Saaremaa looderannikult Küdema lahest.

Lisaks kasutati töös I. Sõrmuse poolt kogutud andmeid merisiia lõpusepiide arvu kohta Liivi lahes, Väinameres ja Saaremaa läänerannikul. Need andmed saadi I. Sõrmuselt vahetult või tema poolt koostatud aruannetest Eesti Mereinstituudi arhiivis.



Joonis 4. Käesolevas töös kasutatud materjali kogumise kohad 1999-2002 (**1**: Vilsandi, **2**: Aksi, **3**: Käsmu, **4**: Vaindloo. Ülejäänud aladelt (tähistatud: x) koguti vaid andmeid lõpusepiide jaotumise ja kasvukiiruse kohta)

2.2. Metoodika

Püügivahendid:

Siigade püüdmiseks kasutati valdavalt **nakkevõrke**. Erineva silmasuurusega nakkevõrgud olid koondatud püügijaamadeks.

Standardse rannikumere kalastiku seire jaam koosnes võrgujadast, milles olid 30 m pikkused ja 1.8 m kõrgused nakkevõrgud silmasuurusega 17; 22; 25; 30; 33 ja 38 mm, Küdema lahe külmaveelise koosluse seirel – 22; 30; 33; 38; 50 ja 60 mm (Thoresson, 1993). Seirejaamad paigutati püügile õhtul kell 19-22 vahel ja võeti merest välja hommikul kell 8-11 vahel. Seirejaamadega püüti üldjuhul sügavustel kahest kuni viie meetrini.

Siigade suhtelise arvukuse hindamiseks püükides hakati alates 2001. a. suvest lisaks kasutama suuremate võrgusilmadega võrke sisaldavaid jaamu, nn. siiaseirejaamu. Üks taoline jaam koosneb viiest 30 m pikkusest ja 1,8 m kõrgusest nailonvõrgust silmasuurustega 42; 45; 50; 55 ja 60 mm. Siiaseirejaamad paigutati püügile ja võeti veest välja samaaegselt seirejaamadega, püügisügavus aga varieerus ühest kuni kahekümne meetrini.

Maimunoodapüükidest pärinevad vaid Väinamere Saarnaki rannikuvetest püütud 6 noorkala. Noota veeti käsitsi kuni 1 m sügavuses rannavees pärast päikese loojumist.

Välitingimustes mõõdeti kala üldpikkus TL (pikkus ninamikust sabauime lõpuni), pikkus FL (ninamikust sabauime keskmiste kiirte lõpuni) ja standardpikkus SL (ninamikust soomuskatte lõpuni) millimeetrites. Kalade üldmass TW mõõdeti 0,1 g täpsusega, seejärel määrati kala sugu ja suguküpsuse aste (traditsioonilise 6-pallilise skaala järgi) ning kaaluti gonaadid. Prepareeriti välja esimene vasakpoolne lõpusekaar; lõpusepiid loendati binokulaarmikroskoobi abil. Viljakuse määramiseks võeti 35 suguküpse emasisendi gonaadidest kaks proovi, mis kumbki moodustasid kaaluliselt vähemalt 10 % gonaadi üldmassist ja fikseeriti etanoolis. Kokku 230-lt isendilt Aksilt, Käsmust, Vaindloolt ja Vilsandilt prepareeriti välja magu koos toiduga ja paigutati sügavkülmutusse. Kalade maod koguti ajavahemikul juulist oktoobri alguseni. Igalt analüüsitud kalalt võeti 15-20 soomust vanuse ja kasvukiiruse määramiseks, mis paigutati püügiandmetega varustatud soomuseümbrikku. Vastavalt

siiglaste kohta ette nähtud meetodikale võeti soomused kala kõhult pärakuuime eest kõhuuimede tippude vahelt (Thoresson, 1993).

Lähtudes varasematest (I. Sõrmus, avaldamata andmed) ja käesoleva töö andmetest eeldati Soome lahes ja Saaremaa ida- ja looderannikul kahe siiavormi esinemist: vähese lõpusepiide arvuga mereskudev siig (vorm 1) ja suurema lõpusepiide arvuga siig (vorm 2). Vormi 1 kuuluvaks loeti siiad lõpusepiide arvuga kuni 25, vormi 2 – suurema lõpusepiide arvuga siiad.

Vanuse määramine ja kasvukiiruse arvutamine

Kala vanus määrati hiljem laboris 16-kordse suurendusega binokulaarmikroskoobi abil. Igast proovist vaadati läbi 3-5 soomust ja mõõdeti selgeima kujutisega soomusel aastarõngaste e. annuluste raadiused soomuse tsentrist lähtudes. Siigadel võib vanuse määramisel ebatäpsusi põhjustada esimesel eluaastal moodustuv nn. “maimuring”, mis tekib siiamaimu üleminekul planktonist toitumiselt bentosest toitumisele (Sõrmus, 1959). Samuti võib vigu põhjustada asjaolu, et soomuste järgi vanust määrates jäävad märkamata aastad, mil kala on kasvanud väga vähe (põhjapoolsemates madala temperatuuriga veekogudes ja vanemate kalade puhul võib kasv olla väga aeglane), seega on soomuste põhjal määrates oht kala vanust alahinnata. Siigade vanuse määramiseks on kasutatud ka teisi luustruktuure (otoliite ja lõpusekaaneluud - *operculum*), aga ka nende põhjal kala vanust määrates tulevad erinevused vaatlejate vahel küllalt suured. Parimaid tulemusi on saadud siis, kui vaatlejad määrasid kala vanust üheaegselt mitme eri struktuuri järgi, teades lisaks andmeid kala püügikoha ja mõõtmete kohta. Sellisel juhul saadi korrektne tulemus 82%-l juhtudest (Raitaniemi et al., 1998). Osade autorit poolt on väidetud, et vanuse määraja ei tohi alateadlike hinnangute vältimiseks teada määratava kala mõõtmeid ega püügikohta (Bagenal et al., 1984). Samas on selliseid alateadlikke hinnanguid võimatu vältida, kuna kogenumale vaatlejale annab vanuse määramiseks kasutatav luustruktuur küllaldase info kala mõõtmete kohta (Raitaniemi et al., 1998). Soomuste järgi siia vanuse määramine on usaldusväärsem populatsioonides, kus kalade kasv on kiirem ja seetõttu kõik aastarõngad selgemini eristunud (Barnes et al., 1984).

Käesolevas töös saadud vanusemäärangute usaldusväärsete tõstmiseks määrati iga kala puhul vanus mitte vähem kui kolme soomuse põhjal. Samuti viidi läbi juba määratud vanusega soomuseproovida kontrollmääranguid teatud ajavahemiku järel ja leiti, et tulemused oluliselt ei erinenud. Kui kolmelt soomuselt saadud tulemused

erinesid, määrati vanus kokku viielt soomuselt ja loeti õigeks kaks või enam kokkulangevat määrangut. Intermediaarsed raadiused mõõdeti selgeima kujutisega soomuselt. Kuna Eesti rannikuvetes on siigade kasvukiirus suhteliselt hea, olid aastarõngad soomustel üldjuhul kergesti leitavad.

Siigade kasvukiirus leiti käesolevas töös soomuste järgi tagasiarvutuse meetodil, kasutades valemit $L=L_s \cdot r/R$, kus L on kala tagasiarvutuse teel saadud pikkus, L_s on kala üldpikkus, r on intermediaarne soomuse raadius ja R on soomuse raadius (Thoresson, 1993).

Toitumise analüüs

Siigade maosisu analüüs viidi läbi hiljem laboris. Kogutud 250-st maost (Aksi, Käsmu, Vaindloo ja Vilsandi koos Uudepanga lahega) sisaldasid toitu 206 magu; kala vorm on teada neist 186 isendil. Kuna vormide 1 ja 2 kasvukiirus statistiliselt ei erinenud, ei saanud käesolevas töös vormide eristamiseks kasutada Salojärvi ja Auvineni (1980) meetodit. Seetõttu lähtuti varasematest andmetest, et mereskudeva kohaliku siia (vorm 1) koelmutelt püütud isendid on olnud valdavalt alla 25 lõpusepiiga (Sõrmus, 76a ja avaldamata andmed; Sõrmus & Turovski, 2002). Seega liigitati kõik ≤ 25 lõpusepiiga siiad vorm ühe hulka, ≥ 26 lõpusepiiga kalad aga vorm kahe hulka kuuluvaks. Vormid 3 ja 4 toitumist puudutava materjali kogumise kohtadel olemasolevatel andmetel tõenäoliselt ei esine (Sõrmus & Turovski, 2002). Maosisu kaaluti 0,1 g täpsusega, määrati toiduobjektid, loendati ja kaaluti need. Toiduobjektid jaotati esinemissageduse alusel “põhitoiduks” (*Monoporeia affinis*, *Hydrobia* sp., *Theodoxus fluviatilis*, *Macoma baltica* ja *Idotea baltica*) (esinemissagedus vähemalt ühel vormil üle 20%) ja “juhutoiduks” (kõik ülejäänud toiduobjektid). Põhiliste ja juhuslike toiduobjektide masside erinevuste tuvastamiseks kahel erineval siiavormil (vormid 1 ja 2) kasutati dispersioonanalüüsi.

Viljakuse analüüs

Absoluutse viljakuse määramiseks loeti marjaterade arv suguküpsete emasisendite gonaadidest võetud ja kaalutud kahes proovis. Igalt kalalt võeti kaks proovi, mis kumbki moodustasid kaaluliselt vähemalt 10 % gonaadi üldmassist. Absoluutne viljakus AF saadi kahe proovi keskmisena, $AF = GW/GW_1 \cdot AF_1$, kus GW on gonaadi kaal, GW_1 proovi kaal, AF_1 munarakkude arv proovis. Suhteline viljakus (RF) on munade arv 1 g täiskaalu kohta.

Enamus kalu (30 isendit) olid lõpusepiide arvuga 26-34, vaid 5 isendit kuulusid ilmselt mereskudevate siigade hulka (lõpusepiide arv 22-24; 4 isendit Käsmust, 1 Vilsandilt).

Analüüsiks jaotati kalad vanus-, pikkus- ja kaalurühmadesse. Pikkusrühmad olid 2 cm kaupa (30.1-32.0 cm kuni 48.1-50.0 cm), kaalurühmad – 200 g kaupa (361-380 g kuni 541-560 g); arvutustes kasutati pikkus- ja kaalurühmade keskmisi väärtusi.

3. Tulemused ja arutelu

3.1. Saagikuse dünaamika püsiuurimisaladel

Andmed siia arvukuse kohta põhilistel selles töös uurimisaladel on olemas andmed alates aastast 1997, mil algasid Tartu Ülikooli igasuvised seirepüügid Käsmus ja Vaindlool. Vilsandi ja Matsalu kohta on seireandmed olemas alates aastast 1993. Hiiumaa kagurannikul Saarnaki laiu ja Liivi lahes Kihnu saare ümbrusest on seirepüükide andmed olemas alates aastast 1997. Küdema lahes püüti alates aastast 2000. Aksi saar Kolga lahes ja ülejäänud uurimisalad püsiuurimisalade hulka ei kuulunud, andmed on sealt kogutud ebaregulaarsetest püükidest. Siig ei esinenud püükides Matsalu lahel ja Saarnakil (leidus vaid noorjärke maimunoodapüükides), Kihnust tabati seirevõrkudega vaid üks kala. Enamus kalu püüti madalama veetemperatuuriga aladelt sügavama avamere läheduses (Käsmu, Vaindloo, Vilsandi). Saagikuse dünaamika kohta võib vaadeldavate aastate vähesuse tõttu teha vaid esialgseid järeldusi, kuid viimastel aastatel näib siia arvukus olevat suurenenud Vilsandi ümbruses.

Tabel 3. Siia CPUE väärtused erinevatel püsiuurimisaladel aastatel 1993-2002 (S: seirejaamad, SS: siiseirejaamad, S(*): külmaveelise koosluse seirejaamad)

Aasta	Püsiuurimisalad									
	Kih- nu	Käsmu		Küde -ma	Mat- salu	Saar- naki	Vaindloo		Vilsandi	
	S	S	SS	S(*)	S	S	S	SS	S	SS
1993-96	-	-	-	-	0	-	-	-	0	-
1997	0	0,94	-	-	0	0	2,67	-	0	-
1998	0	0,54	-	-	0	0	0,20	-	0	-
1999	0,09	1,07	-	-	0	0	2,50	-	0,40	-
2000	0	0,44	-	0,11	0	0	2,75	-	0,25	-
2001	0	0,25	0,17	0	0	0	4,25	1,44	0,60	2,22
2002	0	-	-	-	0	0	-	-	0,25	2,91

3.2. Lõpusepiide arv ja siiavormid

Aastatel 1999-2002 autori poolt analüüsitud siigade jaotumine lõpusepiide arvu järgi on tabelis 4 (arvestatud ei ole erandliku 13 lõpusepiiga isendit Vilsandi vetest) ja keskmised väärtused – tabelis 5. Tabelis 6 on I. Sõrmuse trükis avaldamata andmed lõpusepiide arvu jaotumise kohta Liivi lahes, Väinameres ja Saaremaa läänerannikul, tabelis 7 – andmed keskmise lõpusepiide arvu kohta siiavormil 1 (vt. allpool), mis on saadud I. Sõrmuse trükis avaldamata aruannetest ja arvutatud tabelis 6 toodud andmete põhjal. Tabelis 8 on Liivi lahe kahe siiavormi (vormid 3 ja 4) lõpusepiide keskmised väärtused, mis on arvutatud tabeli 6 andmete põhjal, kusjuures vormi 4 loeti kuuluvateks isendid, kellel oli >28 lõpusepii (I. Sõrmus, avaldamata andmed). Olemasolevate andmete põhjal saab Eesti rannikumeres eristada kokku nelja siiavormi.

Vorm 1. Hõredapiiline mereskudiv siig

Varem oli see vorm tavaline ja arvukas Liivi lahe keskosas (Ruhnu) ja Saaremaa rannikul, Saaremaa läänerannikul (olulised kudemisalad paiknesid Kuusnõmme ja Kihelkonna lahes), Väinameres ning ilmselt vähem arvukas – Soome lahes. Vormil oli rida lokaalpopulatsioone (kudekarju), kelle põhilised koelmualad on ära toodud joonisel 1.

Selle vormi isenditel on tavaliselt 19-25 (piirid 15 ja 28) lõpusepiid (tabel 6), erinevate analüüsitud keskmised olid väikseimad Ruhnu ümbruses (21,54-21,85) ja veidi suuremad Liivi lahes Saaremaa edelarannikul (22,29-22,90), Saaremaa läänerannikul (22,04-22,93) ja Väinameres (22,59-23,30) (tabel 7) (I. Sõrmuse avaldamata andmed). Varasemad andmed Soome lahe kohta on väga puudulikud; aastail 1987-89 Hara lahest analüüsitud kaladel oli 18-35 (keskmisena 26) lõpusepiid (n=55) (Sõrmus, avaldamata andmed), mis näitab vähese lõpusepiide arvuga isendite suurt osakaalu proovis. Liivi lahest ja Väinamerest koguti proovid enne kudemisperioodi (maist septembrini), mis näitab, et vormi 1 isendid on ilmselt aastaringi koelmualade läheduses. Saaremaa lääneranniku proovid on kõik kogutud kudemisperioodil või vahetult enne seda, oktoobris-detsembris (tabel 7).

Aastail 1999-2002 valdavalt enne kudemisperioodi kogutud proovides moodustasid <26 lõpusepiiga isendid Saaremaa lääne- ja looderanniku vetes vaid 17/126 e. 13.5%, Soome lahes veelgi vähem – 15/209 e. 7.2%. Väinamerest saadud 10 isendist kuulusid tõenäoliselt vormi 1 kokku 8 isendit (tabelid 4 ja 5).

Käesoleva töö jaoks kogutud materjalis puudusid <20 lõpusepiiga isendid (tabel 4), kes olid üsna tavalised varasemal ajal, moodustades analüüsitud isendite arvust 38/279 e. 13.6% Ruhnus, 30/578 e. 5.2% Saaremaa läänerannikul ja 7/122 e. 5.7% Väinameres (tabel 6).

Soome lahe põhjapoolses osas (Soome vetes) moodustasid <26 lõpusepiiga isendid juba paarkümmend aastat tagasi vaid 3.9%, nagu nähtub H. Lehtoni (1981) toodud lõpusepiide arvu jaotumisest (Joon. 6).

Teadadolevalt on praegu üsna arvukas vaid Ruhnu saare ümbruses elav hõredapiilise mereskudiva siiavormi populatsioon. Mujal rannikumeres on selle siiavormi arvukus oluliselt vähenenud. Soome lahes ja Saaremaa lääneranniku vetes viimastel aastatel täheldatav merisiia arvukuse tõus ei ole põhjustatud meie põlise siiavormi - hõredapiilise mereskudiva siia arvukuse suurenemisest. See siiavorm on hääbumas pea kogu rannikumeres ja väärrib tõhusat kaitset ning meetmeid arvukuse suurendamiseks taastootmise teel.

Vorm 2. Soome lahe tihedamapiiline siig

Enamus aastail 1999-2002 püütud siigadest oli lõpusepiide arvuga 26-35, keskmiselt 29,6 Soome lahes ja 29,8 Saaremaa lääne- ja looderannikul (tabel 5). Samasuguse lõpusepiide arvu jaotumisega on merisiig Soome lahe põhjakaldalt (joon. 6). Arvatavasti on tegemist hõredapiilise mereskudiva siiavormi ja tihedamapiilise anadroomse siiavormi hübriididega (Svärdson, 1965). Just selle vormi arvukuse suurenemine on tinginud siiavarude suurenemise Eesti vetes. Antud vormi kudemiskohad on teadmata ja võivad paikneda Soome jõgedes, aga ka rannikumeres. (Sõrmus, 1976; Sõrmus & Turovski, 2002).

Vorm 3. Pärnu jões kudev hõredapiiline siirdesiig

Sellel siiavormil on 19-28 lõpusepiid, proovide keskmised on $24,0 \pm 1,80$ SD (n=171) Pärnu lahes ja $24,7 \pm 1,98$ SD (n=93) Häädemeestel (tabel 8, joon. 7). See vorm on teistest eristatav ka mõne muu morfoloogilise tunnuse poolest, nagu suhteliselt pikemad ja kõrgemad uimed, kõrgem pea, tõmbim ninamik, selja- ja

pärakuuime ning kõhuuimede eespool paiknemine (Sõrmus & Turovski, 2002). Pärnu jõe anadroomse siia toitumisalad jäävad Pärnu lahte ja selle naabrusesse (Sõrmus & Turovski, 2002). Pärnu lahest lääne suunas Kihnu-Sorgu-Manilaiu piirkonnas on vähese lõpusepiide arvuga siigade keskmine lõpusepiide arv vormide 1 ja 3 vahepealne ($23,3 \pm 1,99$) ($n=407$) (tabel 8; joon. 7). Võimalik, et selles piirkonnas toituvad mõlemi vormi isendid. Soome ja Rootsi vetes elavast anadroomsest siias erineb vorm 3 palju väiksema lõpusepiide arvu poolest.

Vorm 4. Liivi lahe tihedamapiiline siig

See siiavorm on arvatavasti anadroomne ja koeb Läti jõgedes (Sõrmus & Turovski, 2002). Lõpusepiide arv on suurem kui teistel meie vete siiavormidel (28-42, Pärnu lahes $34,0 \pm 2,35$; $n=171$, Kihnu ümbruses $33,4 \pm 2,00$; $n=128$ ja Häädemeestel $33,5 \pm 2,33$; $n=200$). Valdavalt suvekuudel püütud (toituvate) siigade hulgas moodustab see vorm Kihnu ümbruses 24% kõigist püütud siigadest, Pärnu lahes 64% ja Läti piiri lähedal Häädemeestel 68% (tabel 8, joon. 7). Üksikuid isendeid on püütud ka Saaremaa lõunarannikult ja Ruhnu ümbrusest (tabel 6, joon. 7).

Tabel 4. Lõpusepiide arv aastatel 1999-2002 püütud merisiigadel

Ala	Aasta	Kuu	Lõpusepiide arv														n			
			20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33		34	35	36
Soome laht																				
Aksi	1999, 2000	X, XII					1		3	4	8	11	4	1	3	2	1			38
Vaindloo	1999-2001	VIII			1		2	2	7	9	11	12	11	7	4	6				72
Käsmu	1999-2001	VIII			2	3	1	3	6	3	12	6	6	4	10	2	1			59
Dirhami	2000	V							1	2	4	1	3	3	6					20
Rammu	2000	XII										1		1	1		1			4
Mohni	2000	VIII							1	1	3	3		1		1				10
Vainupea	2000	IV							1		1									2
Osmussaar	2001	I										1								1
Paldiski	2001	V						2					1							3
Saaremaa W ja NW																				
Vilsandi	1999-2002	VII-VIII	2	1	1	1	7	3	6	12	17	17	14	7	11	7	4	3		114
Küdemäe	2000-2001	X		1	1					1		1	5	1		2	1			13
Väinameri																				
Vormsi	2000	XI													1		1			2
Matsalu	2002	IV					1	1												2
Saarnaki	2001, 2002	VIII	1			1	1	2	1											6
Liivi laht																				
Kihnu	1999, 2001	VIII			1						1									2
KOKKU:																				
<i>Soome laht</i>			0	0	2	4	2	7	14	17	37	34	26	21	27	9	9	0	0	209
<i>Saaremaa W ja NW</i>			2	2	2	1	7	3	6	13	17	18	19	8	11	9	5	3	0	126
<i>Kõik kokku</i>			3	2	5	6	11	13	21	31	54	52	45	29	39	18	15	3	0	347

Tabel 5. Keskmise merisiigade lõpusepiide arv vaatlusaladel aastatel 1999-2002

Ala	Aasta	Kuu	Kõik kalad				Vorm 2 (üle 25 lõpusepii)			Vorm 1 (kuni 25 lõpusepiid)		
			lim	<i>n</i>	<i>x</i>	<i>SD</i>	<i>n</i>	<i>x</i>	<i>SD</i>	<i>n</i>	<i>x</i>	<i>SD</i>
Soome laht	1999-2001		22-34	209	29,2	2,54	194	29,6	2,14	15	23,9	1,16
Aksi	1999, 2000	X, XII	24-34	38	28,9	2,13	37	29,1	1,99			
Vaindloo	1999-2001	VIII	23-34	72	29,8	2,40	69	30,0	2,14			
Käsmu	1999-2001	VIII	22-34	59	28,5	2,97	50	29,4	2,20	9	23,6	1,24
Dirhami	2000	V	26-32	20	29,8	2,02	20	29,8	2,02			
Rammu	2000	XII	29-34	4	31,3	2,50	4	31,3	2,50			
Mohni	2000	VIII	26-33	10	28,7	1,77	10	28,7	1,77			
W ja NW Saaremaa	1999-2002	VII-X	20-35	126	28,8	3,50	109	29,8	2,32	17	23,1	1,71
Väinameri												
Vormsi	2000	XI	32-34	2								
Matsalu + Saarnaki	2001-2002	IV, VIII	20-26	8	24,0	1,85				8*	24,0	1,85

* 20-26 lõpusepiid

Tabel 7. Mereskudeva hõredapiilise merisiia (vorm 1) lõpusepiide arv (Sõrmus, avaldamata andmed; Mikelsaar, 1984)

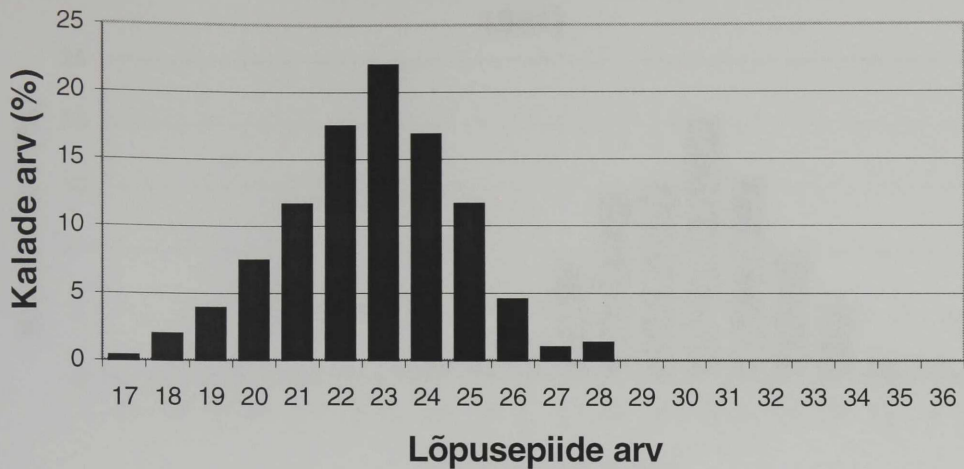
Koht	Aasta	Kuu	n	lim	x	SD	Märkused
Saaremaa läänerannik							
Kihelkonna laht	1966	XI	95		22,93	1,85	
Kihelkonna laht	1970	XI	209	17--28	22,88	1,94	
Kihelkonna laht	1971	X-XII	271	16--28	22,76		
Kuusnõmme laht	1966	XI	130		22,11	2,01	
Kuusnõmme laht	1970	XI	100	18--28	22,44	2,09	
Kuusnõmme laht	1971	XI	101	17--27	22,42		
Kuusnõmme laht	1960-61	X-XI	113		22,04	1,84	
Liivi laht, Saaremaa edelarannik							
Abruka-Allirahu	1962	IX	100	18-27	22,29	1,75	Lisaks 1 is. 35 lõpusepiiga
Abruka-Allirahu	1963	VIII	100	19-27	22,75	1,65	
Allirahu	1966	VIII		18--27	22,90		
Allirahu	1970	IX	69	19--28	22,72	1,89	Lisaks 3 is. 31, 32 ja 33 l-piiga
Allirahu	1971	IX	101	18--27	22,80		Lisaks 2 is. > 28 l-piiga
Liivi laht, Ruhnu							
Ruhnu	1961	IX	100	16-28	21,85	2,08	Lisaks 1 is. 32 lõpusepiiga
Ruhnu	1963	IX	110	15-26	21,57	2,06	
Ruhnu	1967	V	69	16-25	21,54	2,12	
Ruhnu, kokku	1961-67		279	15-28	21,66	2,08	Lisaks 1 is. 32 lõpusepiiga
Väinameri							
Abaja laht	1970	XI	58	17--27	22,59	2,06	
Kaevatsi*	1946	koelmult	201	17-28	22,70		
Muhu N, NE	1966	V	50		22,85		
Muhu N, NE	1966	V	50		23,08		
Muhu väin	1967	V	50		22,70		
Muhu väin	1967	V	50		23,20		
Muhu väin	1968	V	50		23,20		
Muhu väin	1970	V	64	19--27	23,14	1,83	
Soome laht							
Hara laht	1987-89		55	18-35	26		
Sitikalaiud	1970	XI	91	18--28	23,22	1,87	

* Mikelsaar, 1984

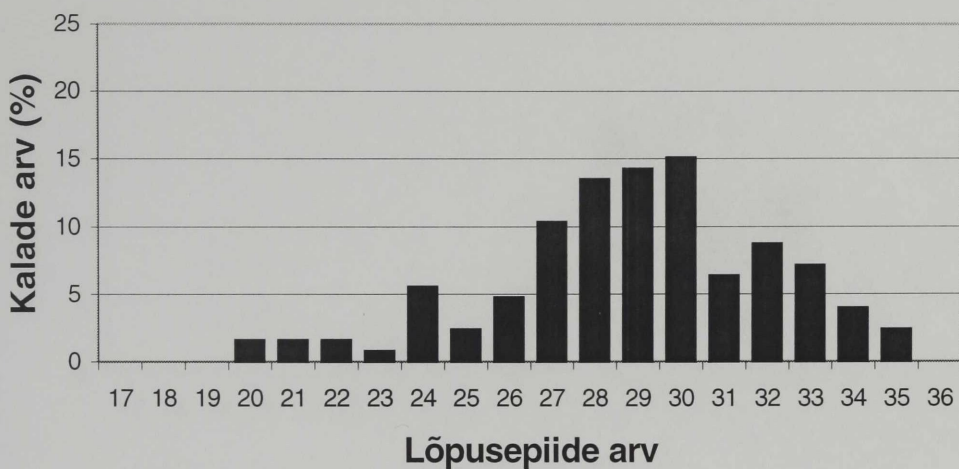
Tabel 8. Lõpusepiide arvu keskmised väärtused Liivi lahe siiavormidel 3 ja 4
(I.Sõrmuse avaldamata andmete põhjal)

Koht	Vorm 3			Vorm 4			Kokku		
	n	keskm.	SD	n	keskm.	SD	n	keskm.	SD
KIHNU	407	23,27	1,99	128	33,38	2,00	535	25,68	4,76
PÄRNU LAHT	95	23,97	1,80	171	34,01	2,35	266	30,42	5,28
HÄÄDEMEESTE	93	24,66	1,98	200	33,49	2,33	293	30,69	4,68

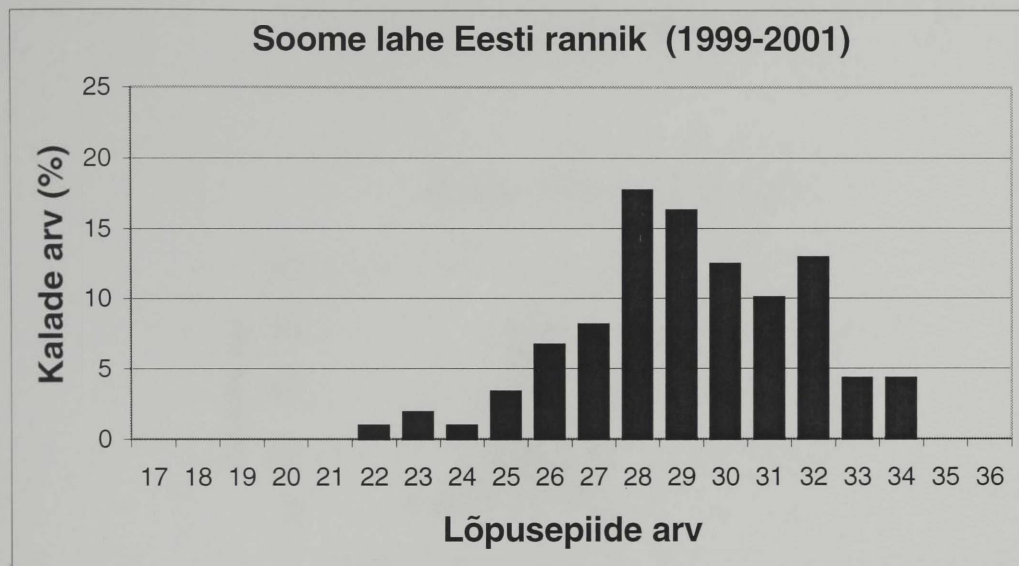
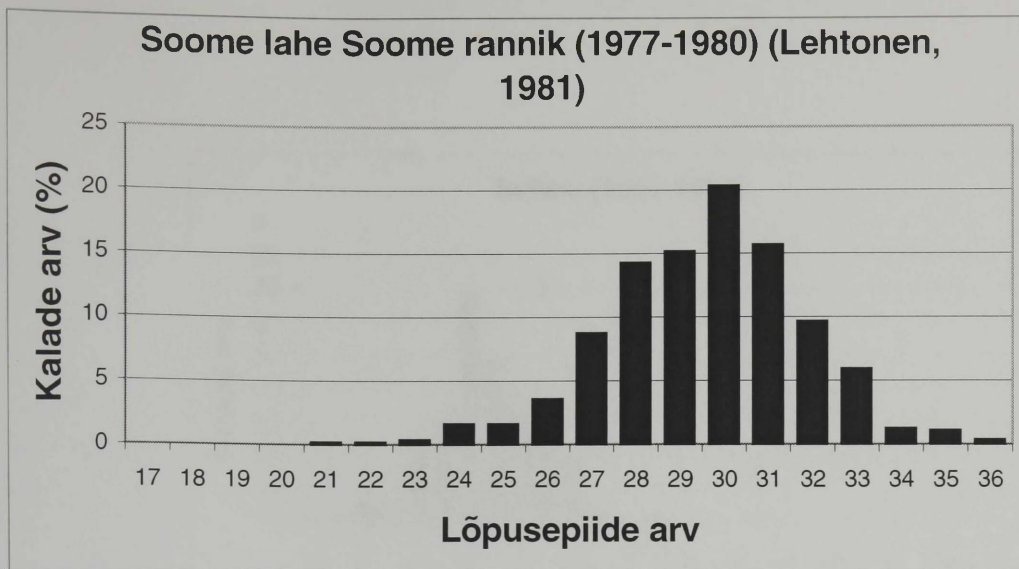
Saaremaa läänerrannik (1970) (Sõrmus, avaldamata andmed)



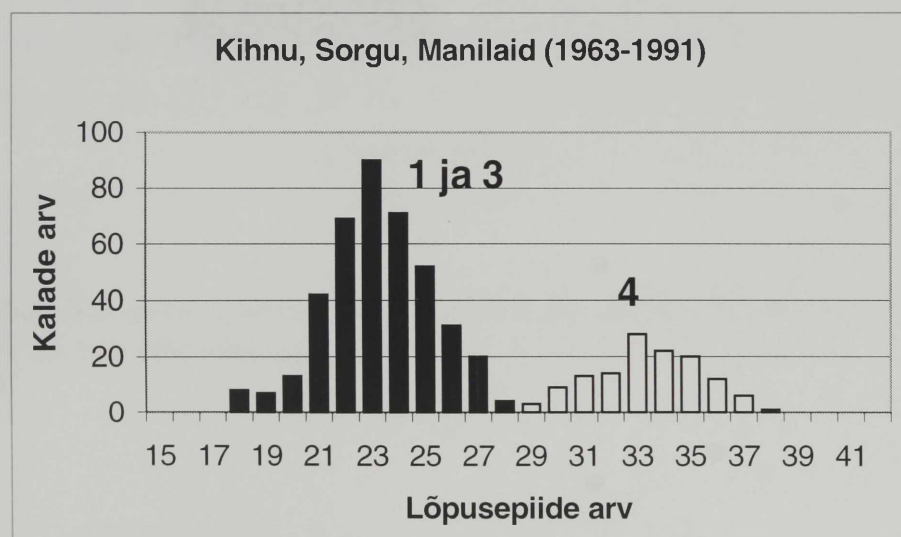
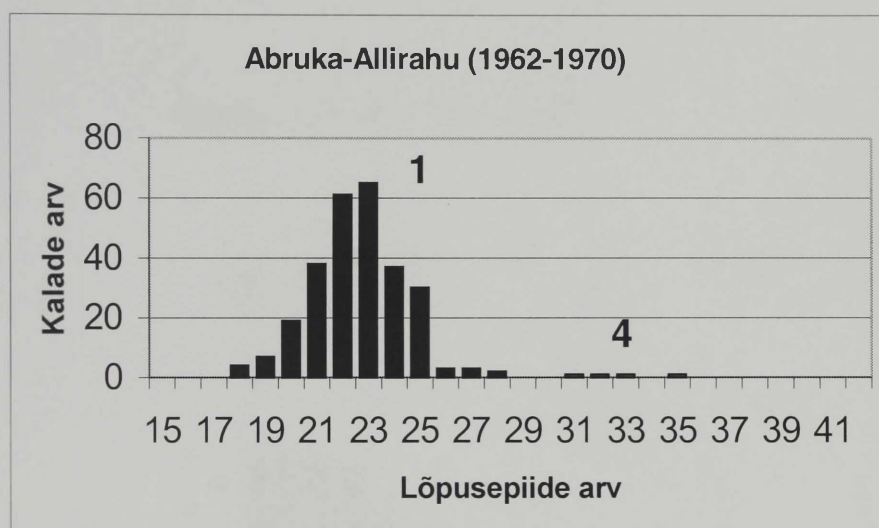
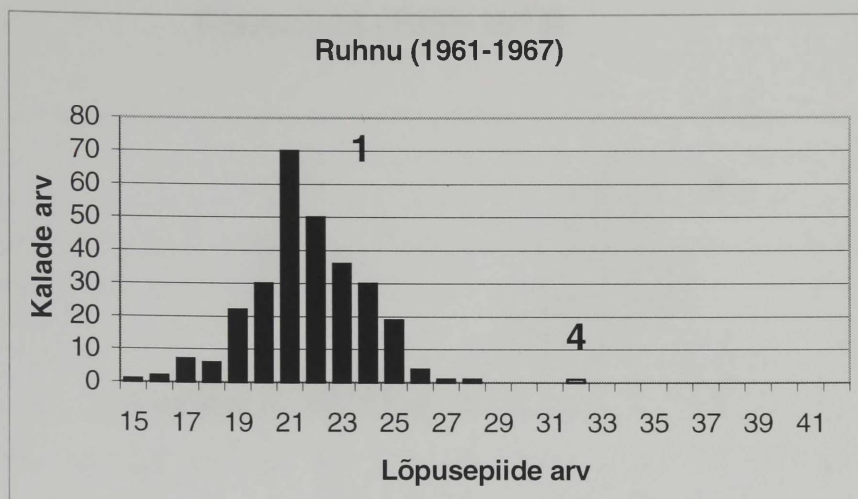
Saaremaa lääne- ja looderannik (1999-2002)



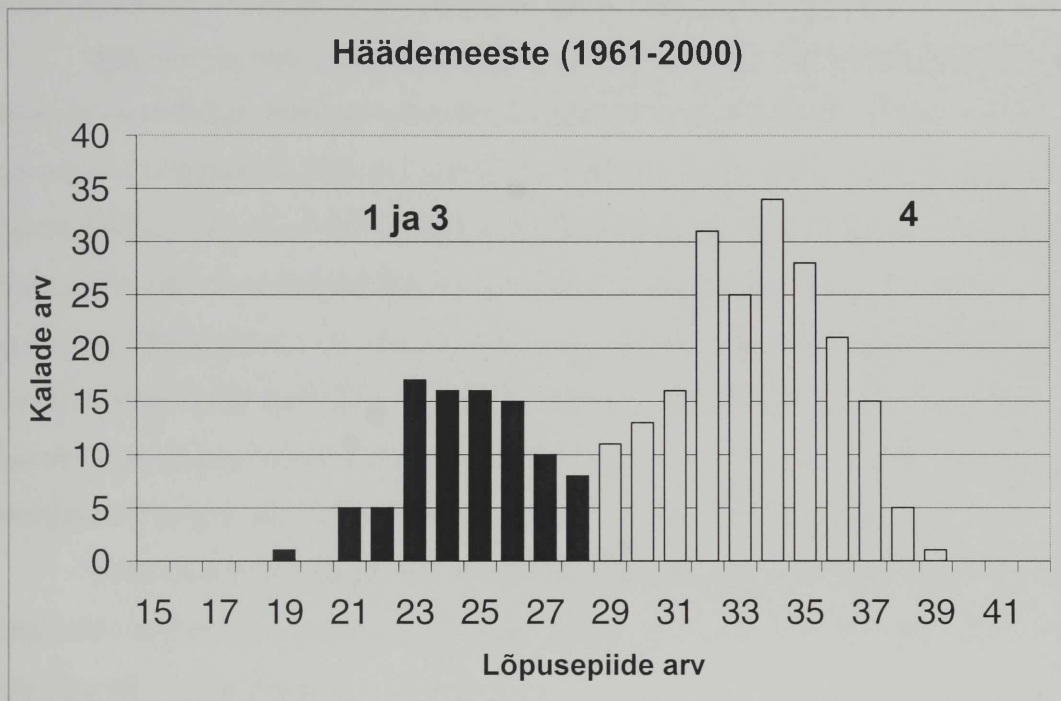
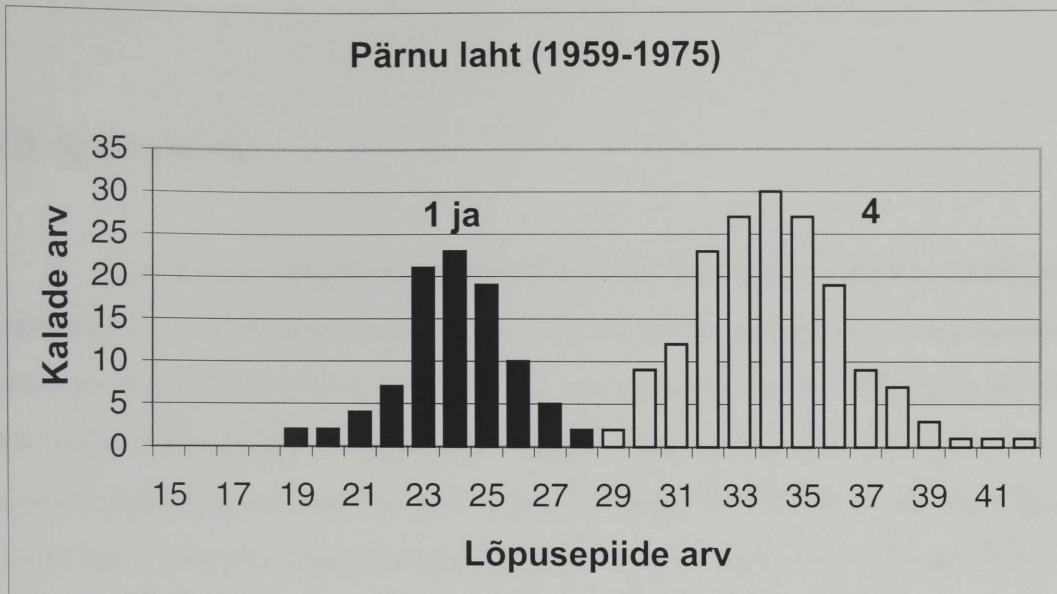
Joonis 5. Lõpusepiide arvu jaotumine merisiial Saaremaa lääne- ja looderannikul 1970 (n=309) ja 1999-2002 (n=126)



Joonis 6. Lõpusepiide arvu jaotumine merisiial Soome lahe Soome (1977-1980) (n=560) ja Eesti vetes (1999-2001) (n=209)



Joonis 7. Lõpusepiide arvu jaotumine merisiial Liivi lahes aastatel 1959-2000 (vormid 1, 3 ja 4) (Ruhnu: n=280; Abruka-Allirahu: n=273; Kihnu, Sorgu, Manilaid: n=535)



Joonis 7. Lõpusepiide arvu jaotumine merisiial Liivi lahes 1959-2000 (vormid 1, 3 ja 4) (Pärnu laht: n=266; Häädemeeste: n=293)

3.3. Kasvukiirus

Kasvukiiruse mõõtmiseks kasutati Käsmu, Vilsandi ja Vaindloo alade puhul eranditult juuli lõpul ja augustis püütud kalu. Aksi materjali puhul on analüüsitud oktoobri keskel püütud kalu. Kuna aastane kasvuperiood kestab Põhjalahe ja Soome lahe siigadel kirjanduse andmetel juunist oktoobrini, on tõenäoline, et juulis ja augustis püütud isendid polnud veel oma selleaastast kasvu lõpetanud. Kuna aga suvise kasvu aeglustumine algab juba augusti lõpul ja seda eriti vanematel kui kaheaastastel kaladel, Aksi materjali puhul oli aga tegemist eranditult üle kolmeaastaste isenditega, tuleb erinevusi mitte väga suurteks pidada.

Käesolevas töös saadud tulemuste põhjal mõlema vormi kasvukiiruses Soome lahes ja Eesti läänerannikul statistiliselt olulisi erinevusi polnud. Vorm 1 kasvas veidi kiiremini 1-2 eluaastal, hiljem oli tema kasvukiirus mõnevõrra aeglasem kui vormil 2 (sarnast kahe vormi kasvudünaamikat on täheldatud ka Soome rannikul). Mõlemad siiavormid kasvavad märgatavalt kiiremini kui mereskudev vorm Soome lahe idaosas ja Soome lahe Soome vetes, aga oluliselt aeglasemalt, kui Soome lahes Kymijoki jões kudev siirdesiig. Võrreldes mereskudeva siia kasvukiirusega Kuusnõmme lahest Loode-Saaremaalt (aastatel 1960 ja 1974) oli käesolevas töös saadud kasvukiirus märgatavalt aeglasem, seda eriti nooremates vanuserühmades (Tabelid 1 ja 9).

Kasvukiirus oli kergelt (aga taas mitte statistiliselt oluliselt) kõrgem Soome lahe uurimisaladel ja madalam Vilsandi ümbruses. Emaste ja isaste kasvukiiruses statistiliselt olulisi erinevusi ei leidunud.

Tabel 9. Soomuste järgi tagasiarvutatud siigade (vormid 1 ja 2) kasv eri uurimisaladel 1999-2001. Andmed on toodud n>3 korral.

Ala		Vanus (aastates)								
		1	2	3	4	5	6	7	8	9
Äksi	<i>x</i>	101	180	249	315	372	403	429	463	
	<i>SD</i>	20,9	23,7	24,4	28,2	23,8	19,1	17,9	22,2	
	<i>n</i>	34	34	34	34	33	23	9	5	
Käsmu	<i>x</i>	105	186	250	308	356	393	433		
	<i>SD</i>	21,4	24,7	30,4	28,7	27,4	34,6	32,9		
	<i>n</i>	64	61	51	41	29	14	7		
Uudepanga	<i>x</i>	97	178	250	317	368	417			
	<i>SD</i>	17,6	25,7	33,3	36,4	34,2	47,1			
	<i>n</i>	35	35	33	29	20	7			
Vilsandi	<i>x</i>	107	176	242	301	356	395	423		
	<i>SD</i>	23,5	27,2	30,0	32,4	33,7	33,5	42,8		
	<i>n</i>	42	39	37	32	27	16	5		
Vaindloo	<i>x</i>	104	185	264	320	373	416	437		
	<i>SD</i>	24,2	24,6	30,8	32,1	30,2	29,0	35,6		
	<i>n</i>	72	65	51	34	29	20	6		
Kokku	<i>x</i>	103	182	252	312	365	404	430	452	475
	<i>SD</i>	22,1	25,2	30,6	31,8	30,2	31,1	29,6	37,4	53,0
	<i>n</i>	247	234	206	170	138	80	28	10	4

Tabel 10. Soomuste järgi tagasiarvutatud TL juurdekasv (mm) siigadel (vormid 1 ja 2) erinevatel uurimisaladel 1999-2001. Andmed on toodud n>3 korral.

Ala		Periood (aastad)								
		0-1	1-2	2-3	3-4	4-5	5-6	6-7	7-8	8-9
Aksi	<i>x</i>	101	79	69	66	58	42	37	30	
	<i>SD</i>	20,9	16	16	19	18	11	8,6	4,3	
	<i>n</i>	34	34	34	34	33	23	9	5	
Käsmu	<i>x</i>	105	81	68	63	56	46	44		
	<i>SD</i>	21,4	18	18	12	15	15	13		
	<i>n</i>	64	61	51	41	29	14	7		
Uudepanga	<i>x</i>	96,9	81	74	69	60	53			
	<i>SD</i>	17,6	17	20	15	12	11			
	<i>n</i>	35	35	33	29	20	7			
Vilsandi	<i>x</i>	107	71	70	64	60	52	49		
	<i>SD</i>	24,2	17	18	21	19	9,1	5,4		
	<i>n</i>	42	39	37	32	27	16	5		
Vaindloo	<i>x</i>	104	82	78	65	56	50	32		
	<i>SD</i>	24,2	17	18	21	19	9,1	5,4		
	<i>n</i>	72	65	51	34	29	20	6		
Kokku	<i>x</i>	103	79	72	65	58	48	40	33	37
	<i>SD</i>	22,1	17	19	17	17	14	12	7,9	7,1
	<i>n</i>	247	234	206	170	138	80	28	10	4

Tabel 11. Emaste ja isaste siigade kasvukiiruse võrdlus (tagasiarvutatult) 1999-2001 (kõik alad ja eri vormid koos)

Sugu	Näitaja	Vanus aastates								
		1	2	3	4	5	6	7	8	9
Emased	<i>TL</i>	103	180	249	311	364	404	431	452	475
	<i>SD</i>	22	25	30	32	32	34	31	37	53
	<i>n</i>	161	151	131	112	92	56	24	10	4
Isased	<i>TL</i>	104	185	256	313	367	404	429		
	<i>SD</i>	22	25	32	31	27	24	24		
	<i>n</i>	88	85	76	59	47	25	5		

Tabel 12. Kahe siiavormi (1 ja 2) kasvukiirus 1999-2001 (tagasiarvutatult) (Kõik alad koos)

Näitaja	Vanus aastates									TL (mm)	Sp. br- nch.	Vanus
	1	2	3	4	5	6	7	8	9			
Vorm 1												
<i>TL</i>	112	194	258	321	366	419				344	23,1	3,6
<i>SD</i>	13,9	20,7	26,5	27,8	23,2	29,4				96,4	2,4	1,9
<i>min</i>	88	151	197	260	320	387				181	13	1
<i>max</i>	152	229	310	368	416	454				496	25	7
<i>n</i>	27	21	18	17	11	4				27	27	27
Vorm 2												
<i>TL</i>	102	180	251	311	365	403	429	452	475	394	29,4	4,6
<i>SD</i>	22,7	25,3	31,0	32,1	30,8	31,2	29,6	37,4	53,0	78,0	2,2	1,9
<i>min</i>	67	132	171	224	278	315	349	380	424	175	26	1
<i>max</i>	161	252	329	383	435	479	494	498	521	556	34	13
<i>n</i>	220	213	188	153	127	76	27	10	4	220	220	215

TL tähistab vanuserühma keskmist üldpikkust.

3.4. Viljakus

Mereskudeva siia (vorm 1) isendeid analüüsiti vähe, ent saadud andmed näitavad siiski, et nende viljakus on märksa väiksem kui vormil 2. Nelja- ja seitsmeaastaste vormi 1 siigade pikkus oli suurem, ent viljakus väiksem kui vormil 2 (tabel 13).

Tabel 13. 4-, 5- ja 7-aastaste siigade lõpusepiide arv, pikkus, kaal ja viljakus (1999-2001)

Vanus	Vorm*	n	Sp.br.	TI (mm)	TW (g)	AF	RF
4	1	1	22,0	333	360	9860	27
4	2	4	28,0	326	375	12430	33
5	1	3	23,7	352	395	14340	36
5	2	9	31,0	373	426	21343	50
7	1	1	24,0	437	496	26480	53
7	2	6	30,8	420	473	37738	80

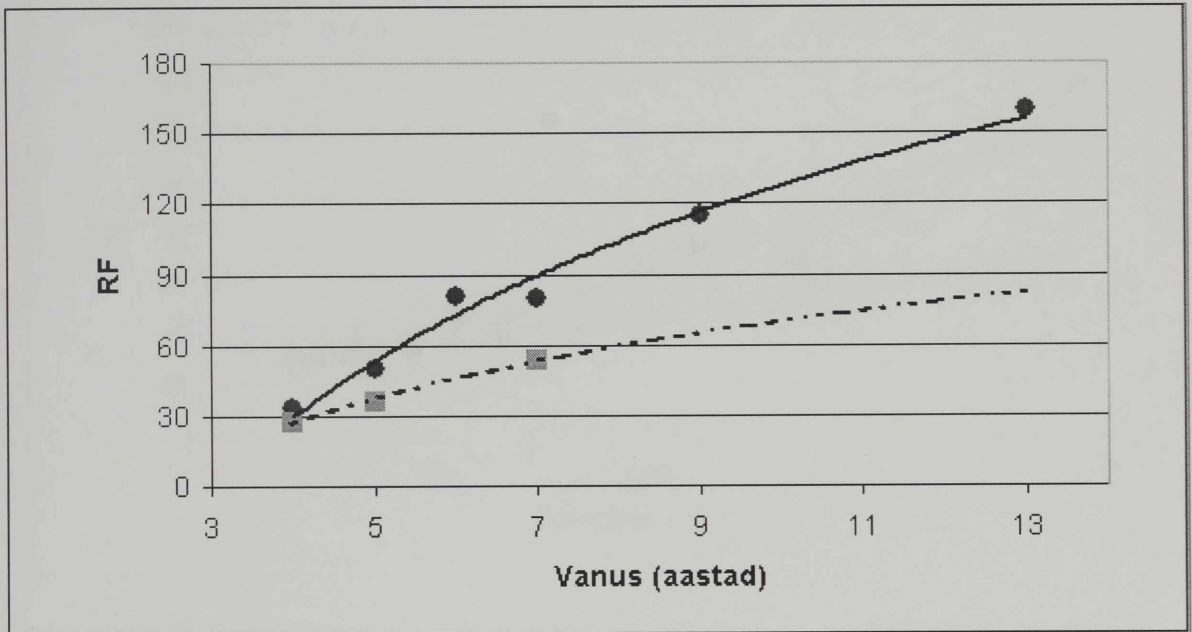
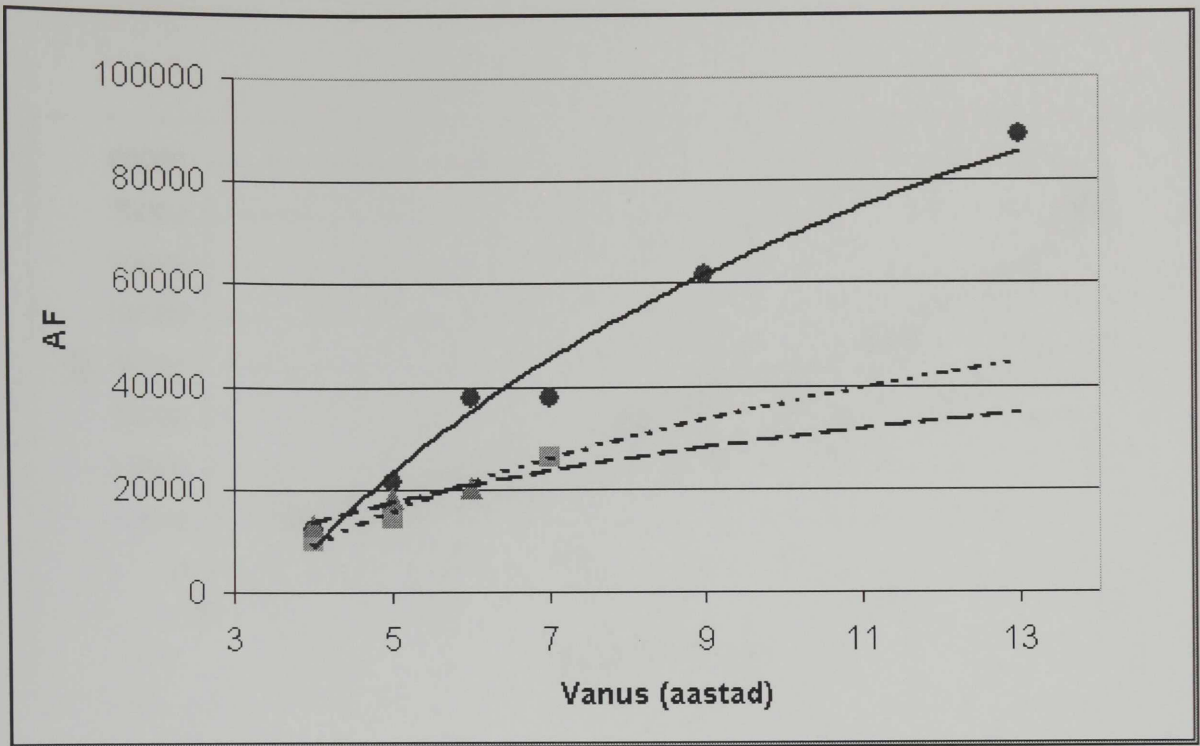
*Vormi 2 viljakuse analüüs vanusrühmade kaupa näitas, et viljakus vormi piires ei sõltu lõpusepiide arvust.

Viljakus (nii AF kui RF) suurenes vanusega (joonis 8). Mereskudeva vormi 1 (Kuusnõmme lahes kudeva) siia kohta toob viljakuse andmed sõltuvalt vanusest ka Sõrmus (1976b). Selle töö andmed on lähedased käesoleva töö andmetega mereskudeva siia viljakuse kohta (joonis 8).

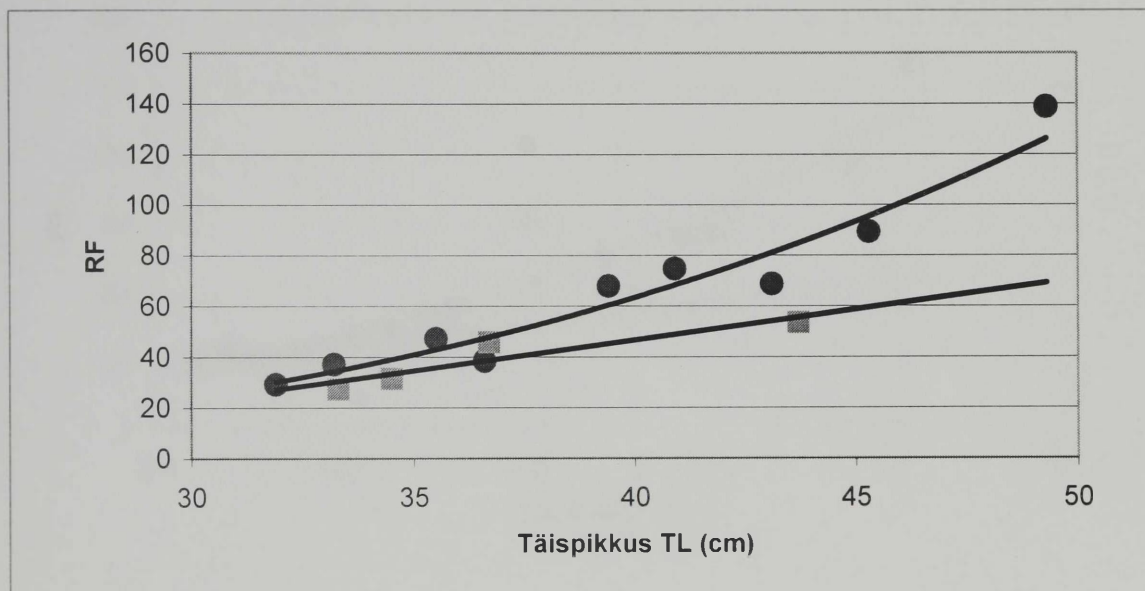
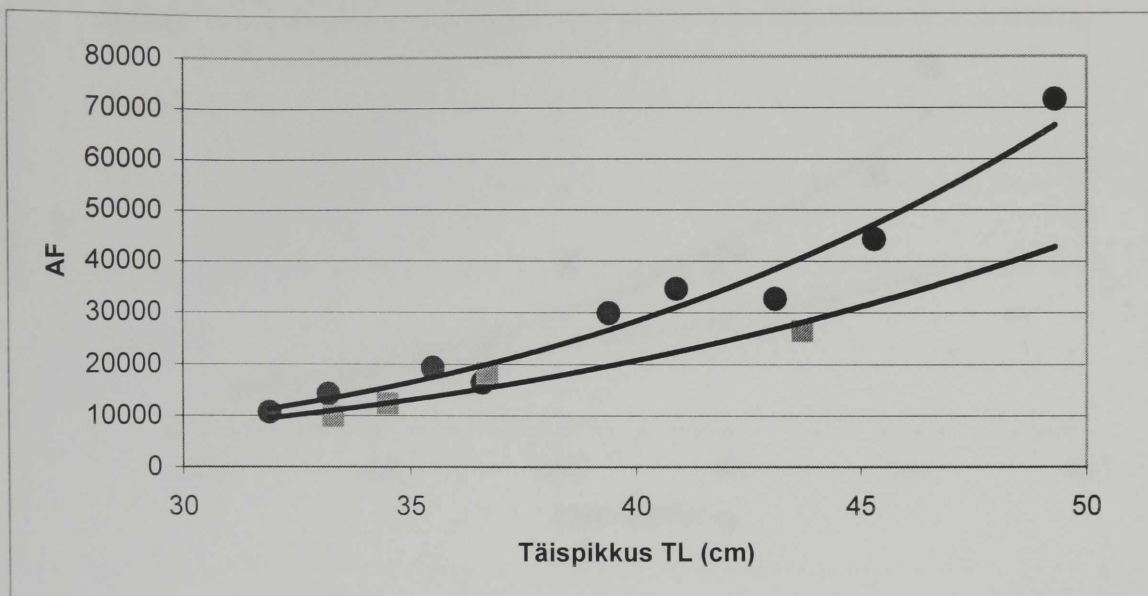
Viljakuse ja vanuse seost kirjeldavad võrrandid on tabelis 14. Kuna analüüsitud vormi 1 siigade arv oli väike, tuleb leitud seoseid selle vormi puhul lugeda esialgseteks.

Tabel 14. Merisiia (vormide 1 ja 2) viljakuse ja vanuse seost kirjeldavad võrrandid ($y = a \cdot \ln(x) + b$)

Vorm	y	x	a	b	R ²
2	AF	Vanus	65437	-82001	0,976
1 (1999-2001)	AF	Vanus	30210	-32869	0,979
1 (Sõrmus, 1976b)	AF	Vanus	17962	-11430	0,963
2	RF	Vanus	107,36	-119,4	0,980
1	RF	Vanus	46,829	-38,15	0,995



Joonis 8. Merisiia viljakuse seos vanusega. (● vorm 2; ■ vorm 1 (1999-2001), ▲ vorm 1, Kuusnõmme laht, 1960-63 (Sõrmus, 1976b))



Joonis 9. Merisiia viljakuse seos täispikkusega TL (● vorm 2; ■ vorm 1) 1999-2001

Viljakuse ja kala pikkuse TL seost iseloomustab joonis 9. Vormi 2 viljakuse ja kehapikkuse (TL, cm) seost kirjeldavad võrrandid:

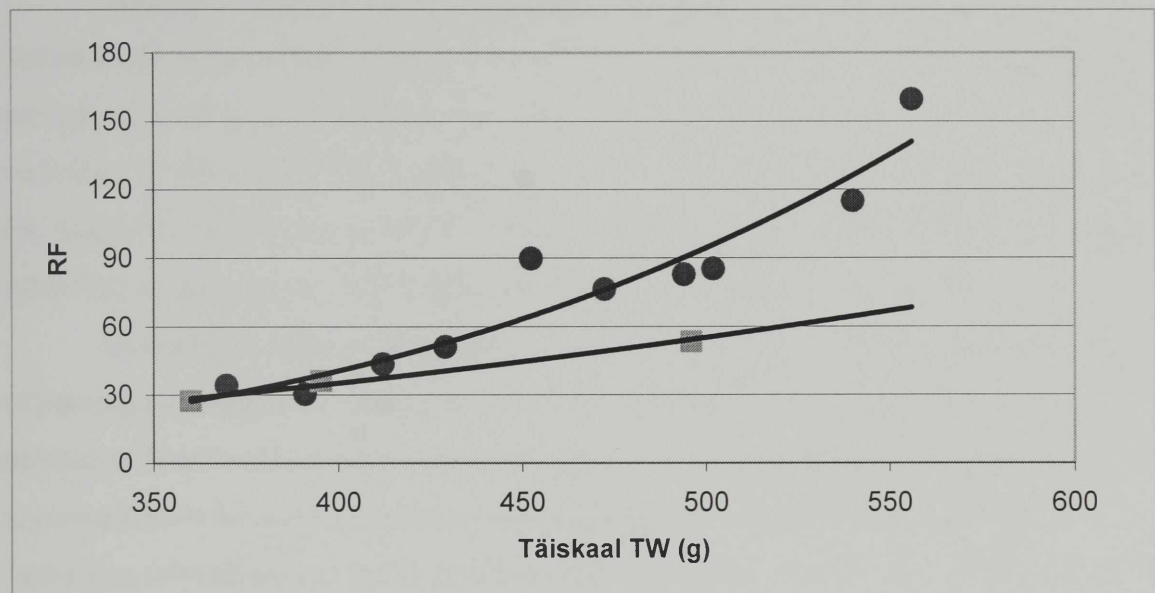
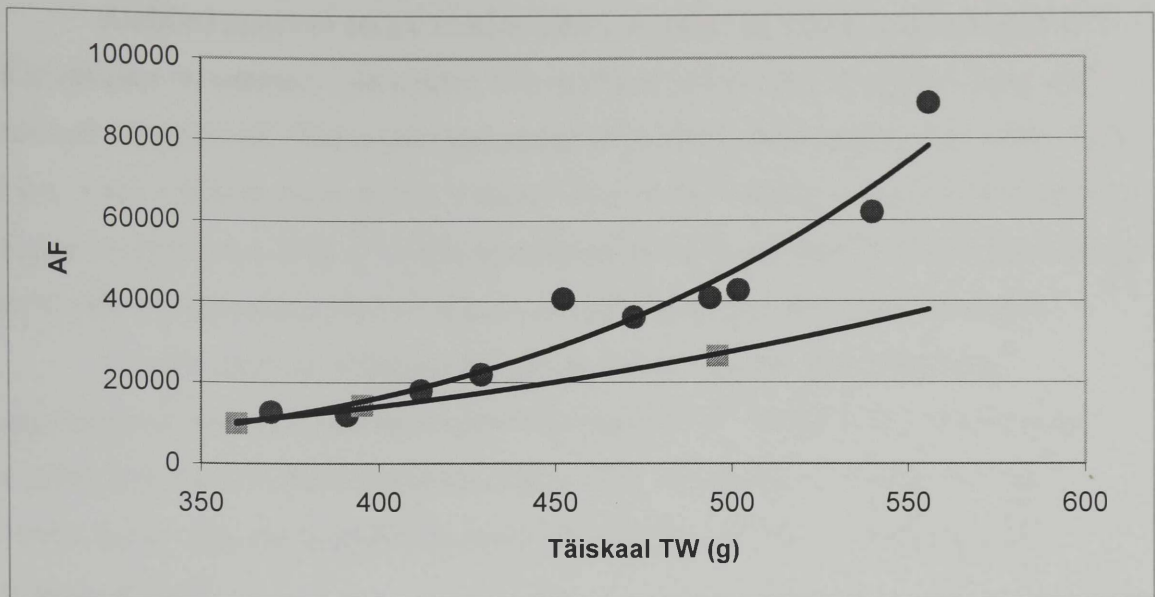
$$AF = 0.0082 TL^{4.0804}, R^2 = 0.961;$$

$$RF = 0.0003 TL^{3.2878}, R^2 = 0.936.$$

Vastavad esialgsed võrrandid vormi 1 puhul on järgmised:

$$AF = 0.0582 TL^{3.4655}, R^2 = 0.919;$$

$$RF = 2,4068 TL - 49.68, R^2 = 0.845.$$



Joonis 10. Merisiia viljakuse ja kehamassi seos (● vorm 2; ■ vorm 1) 1999-2001

Merisiia kehamassi ja viljakuse seost iseloomustab joonis 10.

Vormi 2 viljakuse ja kehamassi (TW, g) seost kirjeldavad võrrandid:

$$AF = 6 \cdot 10^{-9} TL^{4.7782}, R^2 = 0.946;$$

$$RF = 6 \cdot 10^{-9} TL^{3.7841}, R^2 = 0.917.$$

Vastavad esialgsed võrrandid vormi 1 puhul on järgmised:

$$AF = 2 \cdot 10^{-4} TL^{3.0124}, R^2 = 0.990;$$

$$AF = 2 \cdot 10^{-4} TL^{2.0142}, R^2 = 0.980.$$

Andmed näitavad seega, et siiavormi 1 viljakus on väiksem kui siiavormil 2. Kirjanduses on andmeid Läänemere siia viljakuse kohta vähe ja need on omavahel raskesti võrreldavad. Olemasolevatel andmetel ei ületa mereskudeva siia (vorm 1) AF Eesti vetes ~ 40000 (joon. 8-10). Soome vetes oli mereskudeva siia AF oli Perämeres Kalajoki piirkonnas 1762 – 15000, Merekurgu piirkonnas 3612-28632 ja Ahvenamaal 6160-66540 (Lehtonen, 1981), viimane on suhteliselt lähedane meie andmetele.

Anadroomse siia viljakus on suurem, Poola rannikul Pomorski lahe anadroomsel siial on Läänemere siigadest kõrgeim AF: 23650-131418 (keskmiselt 64946); AF suurenes kuni üheksanda eluaastani, seejärel hakkas langema (Heese, 1988). Leedu ranniku Kura lõuka anadroomsetel siigadel oli AF 16960-104250 (Гайгалас, 1972).

Suhteline viljakus (RF) on Põhjalahes ja Soome lahes 20, Ahvenamaa ümbruses 25 (Segestråle, 1938; Lindroth, 1957; Lehtonen, 1981), Eesti lääneranniku mereskudeval siial 35-45 (Sõrmus, 1976b), käesoleva töö andmetel vormil 1: 27-53; vormil 2: 33-80. Kura lõuka anadroomse siia AF on kõrgem kui mereskudeval siial (vt. ülalpool), ent RF on vaid 30-37 (Гайгалас, 1972), mis viitab sellele, et ootsüütide mõõtmel seasel siial on väiksemad kui Eesti ja Soome vetes elaval siial.

Üldiselt AF ja RF suurenevad koos siia mõõtmetega; Läänemeres on kõrgema viljakusega lõunapoolsemad populatsioonid. Viljakuse vähenemine (ja ootsüütide mõõtmete suurenemine) põhja suunas on parasvöötme kaladel tavaline; suurematest munarakkudest kooruvad suuremad vastsed, kellel on suurem šans saavutada esimeseks talvitumiseks vajalik kriitiline kehamass (Mills & Eloranta, 1985; Mills, 1978; Saat, Lauringson & Lees, 2002; Vetemaa & Saat, 2002).

3.5. Toitumine

Merisiia toit koosnes peamiselt zoobentosest (limused, vähilaadsed ja putukavastsed; söödi ka kalu ja vetikaid (tabelid 15 ja 16). Kõige arvukamalt esinesid magudes teod: perekond vesiteo (*Hydrobia*) liigid (kuni 930 isendit maos), munajas punntigu (*Radix ovata*) (kuni 375), vesiking (*Theodoxus fluviatilis*) (kuni 715) ja kakandiline balti lehtsarv (*Idotea baltica*) (kuni 1200) ning kirpvähiline tavaline harjaslabalane (*Monoporeia affinis*) (kuni 1200 isendit maos).

Erinevate siiavormide vahel leiti erinevusi toiduobjektide esinemissageduses ja nende masside suhetes, samuti leidis toitumises erinevusi alade kaupa (Tabelid 15 ja 16). Suurem arv erinevaid toiduobjekte leidis Soome lahe rannikulähedastelt aladelt püütud siigade magudes, Vilsandi ja Vaindloo ümbruses oli toidus taksonid vähem (Tabelid 15 ja 16). Keskmise taksonite arv ühe mao kohta oli Aksi ja Käsmu piirkonnas madalam (Aksis $2,28 \pm 1,21$ (SD); $n=25$ ja Käsmus $2,18 \pm 1,38$ (SD); $n=38$) kui Vilsandil ($2,69 \pm 1,37$ (SD); $n=49$) ja Vaindlool ($2,94 \pm 1,38$ (SD); $n=54$) (Andmed vorm 2 kohta). Valdava enamuse mõlema siiavormi toidumassist moodustasid limused: Aksi, Käsmu ja Vilsandi piirkonnas 87-100% vorm 1 ja 83-95% vorm 2 toidumassist. Limuste osakaal oli madalam vaid Vaindloo saare ümbruses, kus oluliseks toidukomponendiks tõusis kirpvähiline tavaline harjaslabalane (*Monoporeia affinis*).

Erinevuste selgitamiseks kahe siiavormi vahel seoses toidus leiduvate põhiliste taksonite (*Monoporeia affinis*, *Hydrobia* sp., *Theodoxus fluviatilis*, *Macoma baltica* ja *Idotea baltica*) ja vähemsagedate taksonite (kõik ülejäänud) tarvitamises kasutati ANOVA testi. Põhiobjektide kaal vorm 2 magudes oli oluliselt suurem kui vormil 1 ($F=14,26$; $p<0,001$; df 1; $n=47$). Vorm 2 toidus oli ka suurem juhuslike objektide (kõik ülejäänud taksonid) kaal, kuid erinevused osutusid statistiliselt mitteolulisteks ($F=3,45$; $p=0,067$; df 1; $n=79$).

Taksonite arv mao kohta suurenes mõnevõrra kuni 5-6 eluaastani, vanemate (7-13 aasta vanuste) kalade maod sisaldasid aga peaaegu eranditult limuseid. Putukate (*Chironomidae* ja *Phryganeidae*) vastsejärke ja vetikaid (*Chlorophyta*) leidis põhiliselt 1-2 aasta vanuste noorkalade magudes (Tabel 17.).

Emaskalade maod sisaldasid keskmiselt vähem taksoneid kui isaskalade omad, kuid erinevused polnud statistiliselt olulised (vorm 1: emastel $2,00 \pm 0,76$ (SD), $n=8$ ja isastel $2,17 \pm 1,19$ (SD); $n=12$ ning vorm 2: emastel $2,48 \pm 1,35$ (SD); $n=118$ ja isastel $2,87 \pm 1,42$ (SD); $n=47$).

Saadud tulemuste põhjal võib kahe siiavormi toitumist Eesti vetes pidada suurel määral kattuvaks. Vorm 1 toit oli ühetaolisem, sisaldades keskmiselt veidi vähem taksoneid mao kohta kui vorm 2 puhul, mis võib viidata suuremale selektiivsusele vorm 1 toiduvaliku puhul. Toitumisintensiivsus (toidu mass mao kohta) oli samuti suurem vormil 2.

Tabel 15. Toiduobjektide esinemissagedus (%) siiavormide 1 ja 2 toidus erinevatel uurimisaladel 1999-2001

Toiduobjektid	Alad									
	Aksi		Käsmu		Vaindloo		Vilsandi		Kõik alad	
	Vorm 1	Vorm 2	Vorm 1	Vorm 2	Vorm 1	Vorm 2	Vorm 1	Vorm 2	Vorm 1	Vorm 2
<i>Chlorophyta</i>	0	0	12,5	13,2	0	11,3	0	0	5,0	6,6
<i>Radix ovata</i>	0	40,0	37,5	44,7	0	52,8	75,0	74,0	45,0	55,4
<i>Theodoxus fluviatilis</i>	100	56,0	0	39,5	100	81,1	37,5	66,0	35,0	63,2
<i>Hydrobia sp.</i>	100	32,0	50,0	36,8	0	28,3	75,0	56,0	55,0	39,1
<i>Mytilus edulis</i>	100	12,0	0	21,0	0	24,5	0	6,0	5,0	16,9
<i>Cerastoderma edule</i>	100	8,0	0	5,3	0	0	0	8,0	5,0	4,8
<i>Macoma baltica</i>	100	8,0	50,0	21,0	0	0	0	0	25,0	6,0
<i>Monoporeia affinis</i>	0	16,0	0	7,9	100	71,7	12,5	24,0	20,0	34,3
<i>Saduria entomon</i>	0	0	0	0	0	0	0	2,0	0	0,6
<i>Idotea baltica</i>	0	56,0	0	2,6	0	22,6	12,5	24,0	5,0	23,5
<i>Neomysis integer</i>	0	0	0	2,6	0	0	0	0	0	0,6
<i>Chironomidae larvae</i>	0	0	12,5	7,9	0	1,9	0	0	5,0	2,4
<i>Chironomidae pupae</i>	0	0	0	13,1	0	0	0	0	0	3,0
<i>Phryganeidae larvae</i>	0	0	0	2,6	0	0	0	0	0	0,6
<i>Cottus gobio</i>	0	4,0	0	0	0	0	0	0	0	0,6
<i>Zoarces viviparus</i>	0	0	12,5	0	0	0	0	0	5,0	0
<i>n</i>	1	25	8	38	3	53	8	50	20	166

Tabel 16. Toiduobjektide osakaal (%) siiavormi toidu üldmassist erinevatel uurimisaladel 1999-2001

Toiduobjektid	Alad									
	Aksi		Käsmu		Vaindloo		Vilsandi		Kokku	
	Vorm 1	Vorm 2	Vorm 1	Vorm 2	Vorm 1	Vorm 2	Vorm 1	Vorm 2	Vorm 1	Vorm 2
<i>Chlorophyta</i>	0	0	4,3	0,8	0	0,9	0	0	1,5	0,5
<i>Radix ovata</i>	0	6,4	17,4	25,0	0	24,9	75,5	47,2	42,5	28,0
<i>Theodoxus fluviatilis</i>	3,4	19,3		11,2	50,0	27,5	3,1	27,7	3,5	22,4
<i>Hydrobia sp.</i>	82,8	24,2	8,7	22,6		2,7	19,4	7,4	24,2	11,7
<i>Mytilus edulis</i>	7,0	0,9	0	1,3	0	1,3	0	0,4	1,0	1,0
<i>Cerastoderma edule</i>	3,4	22,0	0	0,3	0	0	0	0,5	0,5	3,2
<i>Macoma baltica</i>	3,4	0,2	60,9	34,3	0	0	0	0	21,3	8,4
<i>Monoporeia affinis</i>	0	0,8	0	1,4	50,0	41,7	1,0	1,5	2,0	16,2
<i>Saduria entomon</i>	0	0	0	0	0	0	0	0,1	0,5	0,1
<i>Idotea baltica</i>	0	22,2	0	0,1	0	0,9	1,0	15,2	0	7,2
<i>Neomysis integer</i>	0	0	0	0,1	0	0	0	0	0	0,1
<i>Chironomidae larvae</i>	0	0	1,4	0,3	0	0,1	0	0	0,5	0,1
<i>Chironomidae pupae</i>	0	0	0	2,1	0	0	0	0	0	0,5
<i>Phryganeidae larvae</i>	0	0	0	0,5	0	0	0	0	0	0,1
<i>Cottus gobio</i>	0	4,0	0	0	0	0	0	0	0	0,5
<i>Zoarces viviparus</i>	0	0	7,3	0	0	0	0	0	2,5	0
<i>n</i>	1	25	8	38	3	53	8	50	20	166

Tabel 17. Toiduobjektide esinemissagedus (%) siigadel (vormid 1 ja 2 kokku) erinevates vanusgruppides 1999-2001

Toiduobjekt	Vanus täisaastates			
	1-2 (n=26)	3-4 (n=58)	5-6 (n=75)	7-13 (n=24)
	%	%	%	%
<i>Chlorophyta</i>	12	10	4	0
<i>Radix ovata</i>	31	55	59	67
<i>Theodoxus fluviatilis</i>	46	60	57	71
<i>Hydrobia</i> sp.	27	48	47	21
<i>Mytilus edulis</i>	8	9	23	13
<i>Cerastoderma edule</i>	0	0	11	4
<i>Macoma baltica</i>	0	7	11	8
<i>Monoporeia affinis</i>	54	33	29	17
<i>Saduria entomon</i>	0	2	0	0
<i>Idotea baltica</i>	8	19	32	0
<i>Neomysis integer</i>	4	0	0	0
<i>Chironomidae</i> larvae	12	2	0	4
<i>Chironomidae</i> pupae	19	0	0	0
<i>Phryganeidae</i> larvae	4	0	0	0
<i>Cottus gobio</i>	0	0	1	0
<i>Zoarces viviparus</i>	0	2	0	0
Taksonite arv toiduga magudes (keskmine ± SD)	2,41±1,21	2,51±1,34	2,77±1,44	2,20±1,54

Kokkuvõte ja järeldused

1. Eesti rannikumeres esineb neli siiavormi, kellest kaks (vormid 1 ja 3) on kohalikud, ühe päritolu (vorm 4) on selgitamata ja üks ilmselt hübriidne (vorm 2).
2. Viimaste aastakümnete jooksul on Saaremaa läänerannikul kohalik siig (vorm 1) asendunud peaaegu täielikult vormiga 2, kes võib olla hübriidset päritolu. Siia üldise arvukuse suurenemine Saaremaa lääneranniku vetes ja Soome lahes on seletatav just siiavormi 2 (nn. Soome lahe siig) arvukuse suurenemisega. Hübriidse vormi suhteliselt väike osakaal Väinameres võib olla põhjuseks, miks siia üldise arvukuse suurenemist selles regioonis pole viimastel aastatel täheldatud.
3. Vormide 1 ja 2 kasvukiirus statistiliselt oluliselt ei erine, samuti ei leidunud kasvukiiruses geograafilisi erinevusi.
4. Absoluutne AF ja suhteline viljakus RF olid madalamad vormil 1 ja kõrgemad vormil 2.
5. Mõlema siiavormi (1 ja 2) põhilisteks toiduobjektideks olid molluskid (vesitigu (*Hydrobia sp.*), munajas punntigu (*Radix ovata*), vesiking (*Theodoxus fluviatilis*)); kirpvähiline tavaline harjaslabalane (*Monoporeia affinis*) ja kakandiline balti lehtsarv (*Idotea baltica*). Mõlema vormi dieet kattus suurel määral, kuid vormi 2 toit hõlmas keskmiselt rohkem erinevate taksonite esindajaid, mis võib näidata vorm 1 toitumise suuremat selektiivsust. Vormi 2 puhul oli täheldatav ka keskmisest suurem toitumisintensiivsus.

Summary

1. Estonian coastal waters are inhabited by four forms of whitefish *Coregonus lavaretus* L. s. l. Two of them, in the present work referred as Form 1 (sparsely-rakered sea-spawning whitefish) and form 3 (sparsely-rakered anadromous whitefish spawning in River Pärnu) are local, Form 4 has still unclear origin and Form 2 (densely-rakered whitefish inhabiting coastal areas of Finnish Gulf and Saaremaa island) is most likely hybrid of sea-spawning (Form 1) and river-spawning whitefish.

2. During the last decades Form 1 inhabiting previously western coast of Saaremaa island has been almost entirely replaced by Form 2. Further, the general increase in abundance of whitefish in West-Estonia and Finnish Gulf which has been taken place in last decade is based on the increased number of Form 2 whitefish. At the same time, the low share of hybrid (Form 2) whitefish in Väinameri area can be connected to the relatively rare abundance of whitefish in this region.

3. The present work didn't reveal any statistically significant difference in growth rate of whitefish belonging to Forms 1 and 2.

4. Both absolute and relative fecundity (AF and RF) were lower in Form 1 if compared to Form 2.

5. The main objects of the diet of Form 1 and Form 2 whitefish were molluscs (*Hydrobia* sp., *Radix ovata*, *Theodoxus fluviatilis*) and crustaceans (*Monoporeia affinis*, *Idotea baltica*). The diets of two forms overlapped in large scale. However, the stomach content of Form 2 whitefish consisted in average of bigger number of different taxons, which can be related to higher feeding selectivity of Form 1. Generally, the analysed stomachs of Form 2 whitefish contained more food.

Kasutatud kirjandus

Aavik, V. 1999. Merisiia taastootmine Saaremaal. Kalakasvataja, 1(21): 1-4.

Alm, G. 1959. Connection between maturity, size and age in fishes. Rep. Inst. Freshw. Res. Drottningholm, 40: 5-145.

Bagenal, T. B. & Tesch, F. W. 1978. Age and growth. In: Bagenal, T., ed. Methods for assessment of fish production in fresh waters. Oxford. Blackwell: 101-136.

Barnes, M. A. & Power, G. 1984. A comparison of otolith and scale ages for western Labrador lake whitefish, *Coregonus clupeaformis*. Environmental Biology of Fishes, 10: 297-299.

Bodaly, R. A., Vuorinen, J., Ward, R. D., Luczynski, M. & Reist, J. D. 1991. Genetic comparisons of New and Old world coregonid fishes. J. of Fish Biol., 38: 37-51.
Eesti kalakasvandused 1998. Kalakasvataja, 4(20): 1-4.

Heese, T. 1988. Some aspects of the biology of the whitefish, *Coregonus lavaretus* (L.), from the Pomeranian Bay. Finnish Fish. Res., 9: 165-174.

Heese, T. 1990. Gonad development and fecundity of whitefish, *Coregonus lavaretus* (L. 1758) from the Pomeranian Bay. Acta Ichthyol. Pisc., 20(1): 3-12.

Himberg, M. 1970. A systematic and zoogeographic study of some North European coregonids. In: Lindsey, C. C. & Woods, C. S. (eds.), Biology of Coregonid fishes. Univ. Manitoba Press. Winnipeg: 31-83.

Himberg, M. & Lehtonen, H. 1995. Systematics and nomenclature of coregonid fishes, particularly in Northwest Europe. Adv. Limnol., 46: 39-47.

Hilden, M., Hudd, R. & Lehtonen, H. 1984. The effects of environmental changes on the fisheries and fish stocks in the Archipelago Sea and the Finnish part of the Gulf of Bothnia. *Aqua Fennica*, 12: 47-58.

Hudd, R., Lehtonen, H. & Kurttila, I. 1988. Growth and abundance of fry: factors which influence the year-class strength of whitefish (*Coregonus widegreni*) in the Southern Bothnian Bay (Baltic). *Finnish Fish. Res.*, 9: 213-220.

Hudd, R., Leskelae, A., Wiik, T. & Lehtonen, H. 1992. Food of European whitefish (*Coregonus lavaretus widegreni*) larvae and fry in southern Bothnian Bay (Baltic). *Pol. Arch. Hydrobiol.*, 39: 473-478.

Huusko, O. & Grotnes, P. 1988. Population dynamics of the anadromous whitefish, *Coregonus lavaretus* (L.), of the Kiiminkijoki, Finland. *Finnish Fish. Res.*, 9: 245-254.

Ikonen, E. 1980. Migration of river-spawning whitefish in the Gulf of Finland. ICES C.M. 1980/M13 Anadromous and catadromous fish committee: 1-11.

Jacobsen, O. J. 1982. A review of food and feeding habits in coregonid fishes. *Pol. Arch. Hydrobiol.*, 29: 179-200.

Jokikokko, E. & Huhmarniemi, A. 1998. Stocking practices of anadromous whitefish, *Coregonus lavaretus lavaretus*, in Bothnian Bay, Finland; evidence from gillraker numbers. *Adv. Limnol.*, 50: 507-515.

Kottelat, M. 1997. European freshwater fishes. An heuristic checklist of the freshwater fishes of Europe (exclusive of former USSR), with an introduction for non-systematists and comments on nomenclature and conservation. *Biologia, Sect. Zool.*, 52(5): 1-271.

Laaniste, V. 1976. Merisiia kasvatamisest Eesti NSV-s. Diplomitöö. Tartu Ülikool, Zooloogia ja Hüdrobioloogia Instituut: 1-64.

Lehtonen, H. 1981. Biology and stock assessments of coregonids by the Baltic coast of Finland. Finnish Fish. Res., 3: 31-83.

Lehtonen, H. 1985. Changes in commercially important freshwater fish stocks in the Gulf of Finland during recent decades. Finnish Fish. Res., 6: 61-70.

Lehtonen, H. & Böhling, P. 1988. Management of the whitefish (*Coregonus lavaretus* L. s. l.) fishery in the Gulf of Bothnia. Finnish Fish. Res., 9: 373-387.

Lehtonen, H. & Himberg, M. 1978. Siikakannoista ja siikasaalista merialueella. Suomen Kalastuslehti, 85(7): 176-179.

Lehtonen, H. & Himberg, M. K.-J. 1992. Baltic Sea migration patterns of anadromous, *Coregonus lavaretus* (L.) s. str., and sea-spawning European whitefish, *C. l. widegreni* Malmgren. Pol. Arch. Hydrobiol., 39: 463-472.

Lehtonen, H. & Lappalainen, J. 1995. The effects of climate on the year-class variations of certain freshwater fish species. Climate change and northern fish populations. Can. Spec. Publ. Fish Aquat. Sci., 121: 37-44.

Lehtonen, H., Nyberg, K., Vuorinen, P.-J. & Leskelä, A. 1992. Radioactive strontium (super(85)Sr) in marking whitefish (*Coregonus lavaretus* (L.)) larvae and the dispersal of larvae from river to sea. J. Fish. Biol., 41(3): 417-423.

Lehtonen, H., Lappalainen, J., Leskelä, A. & Hudd, R. 1995. Year-class strength of whitefish, *Coregonus lavaretus* (L.), in relation to air temperature, wind, ice-cover and first year growth. Arch. Hydrobiol. Spec. Issues Advanc. Limnol., 46: 229-240.

Lehtonen, H., Rahikainen, M., Hudd, R., Leskelä, A., Böhling, B. & Kjellmann, J. 1993. Variability of freshwater fish populations in the Gulf of Bothnia. Aqua Fennica, 23(2): 209-220.

Leskelä, A., Hudd, R. & Lehtonen, H. 1993. Whitefish (*Coregonus lavaretus* L.) growth in populations reproducing in the Northern Quark, Gulf of Bothnia. *Aqua Fenn.*, 23(1): 51-62.

Leskelä, A., Hudd, R., Lehtonen, H. & Sandström, O. 1995. Abiotic factors, whitefish stockings and relative year-class strength of anadromous whitefish (*Coregonus lavaretus* L.) spawning populations in the Gulf of Bothnia. *Arch. Hydrobiol. Spec. Issues Advanc. Limnol.*, 46: 241-248.

Lind, E. A. & Kaukoranta, E. 1974. Characteristics, population structure and migration of the whitefish, *Coregonus lavaretus* (L.) in the Oulujoki river. *Ichthyol. Fenn. Borealis*, 4: 160-217.

Lindroth, A. 1957. A study of the whitefish (*Coregonus*) on the Sundsvall Bay district. *Rep. Inst. Freshw. Res. Drottningholm*, 38: 70-108.

Mamcarz, A. 1992. Effect of introductions of *Coregonus peled* Gmel. on native *C. lavaretus* L. stocks in Poland. *Pol. Arch. Hydrobiol.*, 39/3-4: 847-852.

Mannsfeld, W. 1930. Studien an Coregonen des Ostbalticums. *Arch. Hydrobiol.*, 21: 65-94.

Mikelsaar, N. 1984. Eesti NSV kalad. Tallinn, "Valgus": 1-432.

Mills, C.A. 1988. The effect of extreme northerly climatic conditions on the life history of the minnow, *Phoxinus phoxinus* (L.). *Journal of Fish Biology* **33**: 545-561.

Mills, C.A. & Eloranta, A. 1985. Reproductive strategies in the stone loach *Noemacheilus barbatulus*. *Oikos* **44**: 341-349.

Paaver, T. 1998. BAFICA 98 – rahvusvaheline kalakasvatusseminar Riias. *Kalakasvataja*, 3(19): 1-4.

Pirozhnikov, P. L. 1971. Distribution and food of the Baltic whitefish (*Coregonus lavaretus* L.) in the Gulf of Finland. J. Ichthyol., 11(6): 872-879.

Raitaniemi, J., Bergstrand, E., Flöystad, L., Kokki, R., Kleiven, E., Rask, M., Reizenstein, M., Saksgard, R. & Angsröm, C. 1998. The reliability of whitefish (*Coregonus lavaretus* (L.)) age determination – differences between methods and between readers. Ecology of Freshwater Fish, 7: 25-35.

Raitaniemi, J. & Heikinheimo, O. 1998. Variability in age estimates of whitefish (*Coregonus lavaretus* (L.)) from two Baltic populations – differences between methods and between readers. Nord. J. Freshwat. Res., 74: 101-109.

Remes, M. 1998. Finland begins to farm whitefish in the sea. Fish Farm. Int., 25(11): 10-11.

Saat, T. 1998. Kalad, Cyclostomata + Pisces. Raamatus: Lilleleht, V. (toimetaja), Eesti Punane Raamat. Ohustatud seened, taimed ja loomad. Eesti Teaduste Akadeemia Looduskaitse Komisjon, Tartu: 110-113.

Saat, T. & Eschbaum, R. 2002. Väinamere kalastik ja selle muutused viimastel aastakümnetel. Saat, T. (toimetaja), Väinamere kalastik ja kalandus. (trükkis)

Saat, T., Lauringson, G. & Lees, J. 2002. Life history of stone loach, *Barbatula barbatula* (L.) in Estonia. Submitted in *Folia Biologica*.

Salmela, R. 1980. Significance of the maxillary and supramaxillary bones in the identification of *Coregonus lavaretus* (L.) and *Coregonus nasus* (Pallas) sensu Svärdson, in the Bothnian Bay. Bothnian Bay Rep., vol. 2: 35-40.

Salojärvi, K. & Auvinen, H. 1980. A computer program for classifying sympatric whitefish (*Coregonus lavaretus* L. s. l.) stocks. Finnish Fish.Res., 3: 23-28.

Salojärvi, K., Ikonen, E. & Rahkonen, R. 1985. Possibilities for increasing the whitefish catch through stocking in the Gulf of Finland. Finnish Fish. Res., 6: 127-133.

Schulz, N. & Schurno, M. 1994. Die Eignung eines eutrophen Süßwasserstandortes, Jabelscher See, Für die Aufzucht einer Brackwasserart, der Ostseeschnäpel *Coregonus lavaretus balticus*. Jahresh. Fisch Umwelt Mecklenbg.-Vorpommern, 1993-1994: 26-41.

Saaremaa Kalandusfond 1998. Siig Saaremaa rannikumeres: 1-29.

Saaremaa Keskkonnateenistus 2000. Saare maakond: kalandus 1999: 1-58.

Saaremaa Keskkonnateenistus 2001. Saare maakond: kalandus 2000: 1-52.

Sormunen, T. 1968. Siikamerkintöja Iijoen alueella. Suomen Kalastuslehti, 76: 177-178.

Svärdson, G. 1950. The coregonid problem II. Morphology of two coregonid species in different environments. Rep. Inst. Freshw. Res. Drottningholm, 31: 151-162.

Svärdson, G. 1952. The coregonid problem IV. The significance on scales and gillrakers. Rep. Inst. Freshw. Res. Drottningholm, 33: 204-232.

Svärdson, G. 1957. The coregonid problem VI. The palearctic species and their integrades. Rep. Inst. Freshw. Res. Drottningholm, 38: 267-356.

Svärdson, G. 1965. The coregonid problem VII. The isolating mechanism in sympatric species. Rep. Inst. Freshw. Res. Drottningholm, 46: 95-123.

Svärdson, G. 1979. Speciation of Scandinavian Coregonus. Rep. Inst. Freshw. Res. Drottningholm, 57: 1-95.

Sõrmus, I. 1959. Siia bioloogiast ja varudest. Abiks Kalurile, 16: 22-24.

Sõrmus, I. 1976a. Meie rannikuvete siiavormid. Eesti Loodus, 19: 657-662.

Sõrmus, I. 1976b. Meie rannikuvete siigade bioloogiast. Eesti Loodus, 19: 727-732.

Sõrmus, I. & Turovski, A. 2002. European whitefish, *Coregonus lavaretus* (L.) s. l., Baltic sea forms. In E.Ojaveer, E.Pihu & T.Saat (eds.), Fishes of Estonia. Estonian Academy Press, Tallinn (in press).

Thienemann, A. 1935. Der Schnäpel (*Coregonus lavaretus balticus*) in Vorpommern. Dohrniana, 14: 85-91.

Thoresson, G. 1993. Guidelines for coastal monitoring. Kustrapport, 1993: 1, 1-35.

Tohvert, T. & Paaver, T. 1999. Kalakasvatus Eestis. Tartu: 1-183.

Valle, K.J. 1934. Suomen kalat. Helsinki: 1-228.

Valtonen, T. 1970. The selected temperature of *Coregonus nasus* (Pallas) sensu Svärdson, in natural waters compared with some other fish. In: Lindsey, C. C. & Woods, C. S. (eds.), Biology of Coregonid fishes. Univ. Manitoba Press. Winnipeg: 347-362.

Valtonen, T. 1972. The maturity and gonadal development of *Coregonus nasus* (Pallas) sensu Svärdson, in the Bay of Bothnia. Aquilo ser. Zool., 13: 109-114.

Valtonen, T. 1976a. Identification of whitefish specimens in the Bothnian Bay. Acta Univ. Oul. Ser. A. 24. Biol. 3: 113-119.

Valtonen, T. 1976b. Koillisen Perämeren karisiian kalastus ja laahusnuottauksen rajoittaminen. Manuscr. Perämeren tutkimusasema, Oulu: 1-20.

Valtonen, T. 1980. *Metechinorhynchus salmonis* infection and diet in the river-spawning whitefish of the Bothnian Bay. J. Fish Biol., 17(1): 1-8.

Vuorinen, J., Luczynski, M., Heese, T. & Bodaly, R. A. 1992. Morphological and genetic description of the whitefish (*Coregonus lavaretus* L.) population inhabiting Pomeranian Bay (Poland). *Acta Hydrobiol.*, 34: 65-75.

Vetemaa, M., Eero, M. & Järv, L. 2002 Eesti rannakalandus 1998-2000. Saat, T. (toimetaja), Väinamere kalastik ja kalandus. (trükis).

Vetemaa, M. & Saat, T. 2002. Life history of the riffle minnow, *Alburnoides bipunctatus* (Bloch), at the northern limit of its distribution. Manuscript.

Wiese, A. 1938. Die Grossmaränen Ostpreussens. *Zeitschrift für Fischerei* 35: 475-539.

Zitting-Huttula, T., Autti, J. & Hiltunen, M. 1996. Kemijoen kalakantojen velvoitehoidon tarkkailutulokset vuosina 1983-1993. Voimalohi Oy. Rovaniemi, Report 6: 1-26.

Zitting-Huttula, T., Partanen, L., Mosorin, H. & Hiltunen, M. 1995. Iijoen kalakantojen velvoitehoidon tarkkailutulokset vuosina 1983-1993. Voimalohi Oy. Rovaniemi, Report 5: 1-189.

Берг, Л. С. 1948. Рыбы пресных вод СССР и сопредельных стран. Часть 1: 1-446.

Гайгалас, К. С. 1972. Морфо-экологические особенности, структура популяции, состояние запасов и некоторые вопросы регулирования промысла морского сига *Coregonus lavaretus lavaretus* (L.) в заливе Куршю Марес. Вопросы ихтиологии, 12(6): 1048-1056.

Золотавина, Л. А. & Мычачев, И. С. 1976. Причина появления дополнительных колец на чешуе пельяди *Coregonus peled* (Gmelin) и чира *Coregonus nasus* (Pallas). Вопросы ихтиологии, 16: 171-176.

Канел, С. В. 1974. Общие закономерности роста и полового созревания сига в водоемах СССР. Вопросы ихтиологии, 14(6): 1053-1065.

Манюкас, И. Л. 1963. Биопромысловая характеристика некоторых проходных рыб в заливе Куршю Марес и у морского побережья Литовской ССР. Гидробиол. и Ихтиол. Внутр. Водоемов Прибалтики. Рига: 283-290.

Морозова, П. Н. 1956. Малотычниковый сиг Финского залива. Изв. ВНИОРХ, 38: 95-109.

Правдин, И. Ф. 1931. Сиги озерной области СССР. Изв. Ленингр. Научно-исслед. Ихтиолог. Инст., Л., XII(1): 166-235.

Правдин, И. Ф. 1954. Сиги водоемов Карело-Финской ССР, М.-Л., 1-324.

Протопов, Н. К. 1982. Темп роста и половое созревание полупроходного сига-пыжьяна *Coregonus lavaretus pidschian* (Gmelin) (Salmonidae) реки Печоры. Вопросы ихтиологии, 22(3): 383-389.

Решетников, Ю. С. 1967. Периодичность размножения у сегов. Вопросы ихтиологии, 7(6): 1019-1031.

Решетников, Ю. С. 1980. Экология и систематика сеговых рыб: 1-301.

Решетников, Ю. С. 1988. Современный статус сеговых рыб и перспективы использования их запасов. *Биология сеговых рыб*, Москва: 5-17.

Смирнов, А. Н. 1972. Рост сига в Финском заливе. Изв. ГосНИОРХ, 82: 3-11.

Ярвекюльг А. 1979. Донная фауна восточной части Балтийского моря. Валгус, Таллинн. 382 с.

Lisad

Feeding of whitefish *Coregonus lavaretus* s.l. in coastal waters of Estonia

Aare Verliin & Toomas Saat

Estonian Marine Institute and Institute of Zoology and Hydrobiology

University of Tartu

46 Vanemuise Street

Tartu

EE-51014 Estonia

Abstract

Feeding of sympatric forms of whitefish (form 1, sea-spawning low gill raker count whitefish, and form 2, higher gill raker count whitefish) was studied in the Gulf of Finland and off the western coast of the Saaremaa Island (Estonia). Older (8-14 summers) specimens consumed almost exclusively molluscs. Insect larvae and Chlorophyta were eaten mostly by 2-3-summers olds and rarely by older fish. Molluscs constituted 87-100% of form 1 food weight and 83-95% of form 2 food except for the central part of the Gulf of Finland (big share of *Monoporeia affinis*). Weight of food in stomachs, as well as the number of taxons of food items in stomachs of form 1 whitefish were lower than in form 2.

Key-words: Baltic Sea, *Coregonus*, feeding

1. Introduction

Four whitefish *C. lavaretus* (L.) s.l. forms of unclear taxonomic status can be distinguished in coastal waters of Estonia (Verliin 2002); two of them occur along the western coast of Saaremaa Island and in the Gulf of Finland. Sparsely rakered sea spawning whitefish with the mean number of gill rakers 22-23 (form 1) had important spawning grounds in the Vilsandi area but was less abundant in the Gulf of Finland (Sõrmus & Turovski 2002). During the spawning period, only this form was detected in the Vilsandi area in the 1960s and 1970s (Sõrmus, unpublished data). Our recent data indicate that this form is rare in late summer – early autumn in both areas, and the bulk of whitefish is represented by a higher gill raker count form (form 2). Mean number of gill rakers in this form is 29.6-29.8, which corresponds to the gill raker count of whitefish in the Finnish waters of the Gulf of Finland (Lehtonen 1981).

Abundance of whitefish declined since 1950s until late 1990s, and all whitefish forms are included in the Estonian Red Data Book (Saat 1998). During some recent years, abundance of whitefish has increased in the Gulf of Finland, and western and northwestern coastal areas of Saaremaa Island (Verliin 2002; Eschbaum *et al.*, unpubl. data). Also commercial catches have increased, to 33-39 t in 1999-2000 (Vetemaa *et al.* 2002).

Mostly form 1 whitefish (from the spawning stock of Ruhnu in the Gulf of Riga) has been stocked in the western coast area of Saaremaa Island (Ärmus, personal

commun.) but, nevertheless, recent increase in whitefish stocks in the Gulf of Finland and along the westernmost coast of Estonia is due to form 2 (Verliin 2002). This may be due to migrations of stocked whitefish from the Finnish waters (Ikonen 1980). However, biological differences between forms may also be important. For example, fecundity of form 1 is lower than that of form 2 (Verliin 2002). The aim of this study was to reveal if there are differences in feeding pattern between forms 1 and 2. Comparative data on feeding of different forms of whitefish are very scarce (Lehtonen 1981).

2. Material and methods

Original data were collected during the coastal fish monitoring in May-October (mostly in June-August) 1999-2001 using gill nets of 17-65 mm mesh size, mostly in summer period, from Vilsandi (western coast of Saaremaa Island) and from three localities in the Gulf of Finland: Vaindloo Island, Aksi Island and Käsmu Bay.

Fish were measured (total length, TL, in mm), weighed (total weight, TW, in g), and sexed. Age was determined from scales collected from abdomen between tips of abdominal fins. The number of gill rakers was counted on the first left gill arch.

Stomachs of 250 whitefish (Äksi, Käsmu, Vaindloo and Vilsandi) were deep frozen and analysed later in the laboratory; 206 of them contained food items. Forms were distinguished in 186 fish with food. The total weight of food items, abundance and weight of different food items were determined. Food items were classified as “main”

(*Monoporeia affinis*, *Hydrobia* sp., *Theodoxus fluviatilis*, *Macoma baltica* and *Idotea baltica*) and “occasional” (all other items). ANOVA was performed to reveal differences in the weight of both main and occasional food between the two forms of whitefish.

As the growth rate of form 1 and 2 whitefish did not differ significantly (Verliin 2002), we did not succeed in distinguishing forms according to the method of Salojärvi & Auvinen (1980). As spawners of the form 1 rarely had > 25 gill rakers (Sörmus, unpublished data), all fish with ≤ 25 gill rakers were supposed to belong to the form 1, and all fish with ≥ 26 gill rakers -- to the form 2.

3. Results

Food of whitefish consisted mostly of zoobenthos (molluscs, crustaceans and insect larvae); also algae and occasionally fish were consumed (Tables 1 and 2). The most numerous food items were *Hydrobia* sp. (up to 930 specimens per stomach), *Radix ovata* (375), *Theodoxus fluviatilis* (715) and *Idotea baltica* (1200).

There were differences in the frequency of occurrence of different food items and their proportion (by weight) in the food both between areas and between whitefish forms (Table 1 and 2).

Stomachs of females contained in average less taxons that stomachs of males, but the differences were statistically not significant (form 1, females and males 2.00 ± 0.76 SD, $n = 8$ and 2.17 ± 1.19 , $n = 12$; form 2 2.48 ± 1.35 , $n = 118$ and 2.87 ± 1.42 , $n = 47$,

respectively). According to above data, food of form 1 whitefish was less diverse (contained less taxons per stomach) than that of form 2.

In general, food of whitefish contained more taxons in the near-shore areas of the Gulf of Finland (Aksi, Käsmu) than in Vaindloo or Vilsandi (Table 1). However, the number of taxons per stomach was lower in Aksi and Käsmu (2.28 ± 1.21 , $n = 25$ and 2.18 ± 1.38 , $n = 38$) than in Vilsandi (2.69 ± 1.37 , $n = 49$) or Vaindloo (2.94 ± 1.38 , $n = 54$) (all data for form 2).

Molluscs constituted 87-100% of form 1 food weight and 83-95% of form 2 food in Aksi, Käsmu and Vilsandi. Only in Vaindloo the share of molluscs was lower, due to feeding on *Monoporeia affinis*.

ANOVA was performed to reveal differences in the weight of “main” (*Monoporeia affinis*, *Hydrobia* sp., *Theodoxus fluviatilis*, *Macoma baltica* and *Idotea baltica*) and “occasional” (all other) food items between the two forms of whitefish. Weight of “main” food in stomachs of form 2 was significantly bigger than in form 1 ($F = 14.26$, $p < 0.001$). Also weight of “occasional” food was bigger in form 2, but differences were not significant ($F = 3.45$, $p = 0.067$).

The overall number of taxons in the food decreased with fish age. However, the number of taxons per stomach slightly increased until the age of 6-7 summers (Table 3). Older (8-14 summers) specimens consumed almost exclusively molluscs. Insect larvae and Chlorophyta were consumed mostly by 2-3-summers olds and rarely by older fish (Table 3).

4. Discussion

Whitefish (both sea spawning and anadromous) inhabiting the Baltic Sea feeds mostly on zoobenthos already by the end of the first summer of their life. Our data, in accordance with literature data, indicate that food of whitefish is rather diverse and varies depending on locality and season (Manjukas 1963; Jacobsen 1982; Heese 1988; Reshetnikov 1988).

In the eastern part of the Gulf of Finland, anadromous whitefish feeds predominantly on *Pontoporeia affinis*, the intensity of feeding is the highest in June and in September-October (Pirozhnikov 1971). Anadromous whitefish (age 3+) of the Curonian Lagoon feeds mostly on *Nereis diversicolor* and benthic crustaceans in summer, *Neomysis vulgaris* in autumn, and detritus and insect larvae in winter (Manjukas 1963). In the southern part of the Baltic Sea, Pomorski Bay, anadromous whitefish feeds in the prespawning period mostly on fish (*Gobiidae*), also on molluscs, *Neomysis vulgaris* and *Crangon crangon*. In Szczecin Bay whitefish consumed Chironomidae larvae, fish, *Crangon* and gastropods during spawning and in winter. In spring (April-May), copepods were important food items; also fish (*Osmerus eperlanus*, *Perca fluviatilis*) eggs were eaten. Among fish, the most important food item was *Pomatoschistus minutus* followed by *Ammodytes tobianus*, *Osmerus eperlanus*, *Gasterosteus aculeatus* and *Salmo* spp. (Heese 1988).

Food of the sea spawning whitefish in the Estonian waters is rather diverse and varies between areas and seasons. More often than revealed in our study whitefish consumed fish (*Pomatoschistus minutus*, *Gobius niger*) and fish eggs (Sõrmus 1976; Mikelsaar 1984). The importance of molluscs in food increases in the second and third year of life (Sõrmus 1976).

Data on feeding of different forms are scarce. Valtonen (1976) investigated feeding of adult anadromous and sea spawning whitefish. The former feed predominantly in shallow areas on molluscs, the latter – in deeper water on *Monoporeia affinis*. In our samples, the latter species had the highest importance around Vaindloo Island in food of both forms (1 and 2). *M. affinis* has high biomass at depths > 30 m both in the Gulf of Finland and in the open Baltic (Järvekülg 1979). Lower depths are very restricted around Vaindloo Island, and this could explain the importance of *M.affinis* in the diet of whitefish in this area.

In general, diet of form 1 and 2 whitefish in the Estonian waters overlapped. Food of form 1 whitefish was slightly less diverse (contained less taxons per stomach) than that of form 2. This may indicate more selective feeding of form 1 whitefish. Also, feeding intensity (food weight per stomach) was higher in form 2.

Low fecundity (Verliin 2002) and some differences in feeding pattern may make form 1 less competitive than form 2. This could explain why stocking of form 1 has had no significant effect. However, further studies (including tagging to reveal survival of stocked fish, their migrations, feeding and spawning grounds) are needed to solve the problem.

Acknowledgements

We thank Mr I.Sõrmus for providing unpublished data on the gill raker counts of whitefish, Mr M.Pihlak for help in statistical matters. Mr R.Eschbaum and many other colleagues participated in the fieldwork. Supported by the state-financed project “Biodiversity of the Estonian fauna” (T.Saat) and by projects financed by the Center of Environmental Investments.

Literature

Heese T. 1988. Some aspects of the biology of the whitefish, *Coregonus lavaretus* (L.), from the Pomeranian Bay. --- *Finnish Fisheries Research* 9: 165--174.

Ikonen E. 1980. Migration of river-spawning whitefish in the Gulf of Finland. --- *ICES C.M. 1980/M13 Anadromous and Catadromous Fish Committee*: 1--11.

Järvekülg A. (Ярвекюльг А.) 1979. *Bottom fauna of the eastern part of the Baltic Sea*. --- Valgus, Tallinn. 382 pp. [In Russian].

Jacobsen O. J. 1982. A review of food and feeding habits in coregonid fishes. --- *Pol. Arch. Hydrobiol.* 29: 179--200.

Lehtonen H. 1981. Biology and stock assessments of Coregonids by the Baltic coast of Finland. --- *Finnish Fisheries Research* 3: 31--83.

Manjukas I.L. [Манюкас И. Л.] 1963. [Biological characterization of some anadromous fish species in the Curonian Lagoon and along the marine coast of Lithuanian SSR]. --- In: [*Hydrobiology and Ichthyology of Inland Waterbodies of the Baltics*] Riga: 283--290 [In Russian].

Mikelsaar N. 1984. *Eesti NSV kalad*. --- Valgus, Tallinn. 432 pp.

Pirozhnikov P. L. 1971. Distribution and food of the Baltic whitefish (*Coregonus lavaretus* L.) in the Gulf of Finland. --- *J. Ichthyol.* 11: 872--879.

Reshetnikov Yu. S. [Решетников Ю. С.] 1988. [The current status of coregonid fishes and perspectives for use their stocks]. --- In: *Biology of Coregonid Fishes: 5—17*. Moscow [In Russian].

Saat T. 1998. Kalad, Cyclostomata + Pisces. --- In: V.Lilleleht (ed.), *Red Data Book of Estonia. Threatened Fungi, Plants and Animals*: 110—113. Tartu [[Estonian.]

Salojärvi K. & Auvinen H. 1980. A computer program for classifying sympatric whitefish (*Coregonus lavaretus* L. s. l.) stocks. --- *Finnish Fisheries Research* 3: 23--28.

Sõrmus I. 1976. Meie rannikuvete siigade bioloogist [On biology of whitefish in our coastal waters.] --- *Eesti Loodus* 19: 727-732. [In Estonian, with summary in English.]

Sõrmus I. & Turovski A. 2002. European whitefish, *Coregonus lavaretus* (L.). Baltic Sea forms. In: E.Ojaveer, E.Pihu & T.Saat (eds.), *Fishes of Estonia*. Estonian Academy Publishers, Tallinn. [In press.]

Valtonen T. 1976. *Koillisen Perämeren karisiian kalastus ja laahusnuottauksen rajoittaminen*. --- Manuscript, Perämeren tutkimusasema, Oulu. 20 pp.

Verliin A. 2002. Merisiig Eesti rannikumeres: vormid, kasv, toitumine, viljakus (Whitefish in coastal waters of Estonia: forms, growth, feeding and fecundity). MSc thesis, Institute of Zoology and Hydrobiology, University of Tartu. [In Estonian with a summary in English.]

Vetemaa M., Eero M. & Järv L. 2002. Eesti rannakalandus 1996-1998. In Saat, T. ed.), *Väinamere kalastik ja kalandus*. Tartu University Press, Tartu. [In press.] [In Estonian and English.]

Table 1. Frequency of occurrence (%) of food items in different areas

Food objects	Areas									
	Aksi		Käsmu		Vaindloo		Vilsandi		All areas	
	Form 1	Form 2	Form 1	Form 2	Form 1	Form 2	Form 1	Form 2	Form 1	Form 2
<i>Chlorophyta</i>			12,5	13,2		11,3			5,0	6,6
<i>Radix ovata</i>		40,0	37,5	44,7		52,8	75,0	74,0	45,0	55,4
<i>Theodoxus fluviatilis</i>	(100)	56,0		39,5	(100)	81,1	37,5	66,0	35,0	63,2
<i>Hydrobia</i> sp.	(100)	32,0	50,0	36,8		28,3	75,0	56,0	55,0	39,1
<i>Mytilus edulis</i>	(100)	12,0		21,0		24,5		6,0	5,0	16,9
<i>Cerastoderma edule</i>	(100)	8,0		5,3				8,0	5,0	4,8
<i>Macoma baltica</i>	(100)	8,0	50,0	21,0					25,0	6,0
<i>Monoporeia affinis</i>		16,0		7,9	(100)	71,7	12,5	24,0	20,0	34,3
<i>Saduria entomon</i>								2,0		0,6
<i>Idotea baltica</i>		56,0		2,6		22,6	12,5	24,0	5,0	23,5
<i>Neomysis integer</i>				2,6						0,6
<i>Chironomidae</i> larvae			12,5	7,9		1,9			5,0	2,4
<i>Chironomidae</i> pupae				13,1						3,0
<i>Phryganeida</i> e larvae				2,6						0,6
<i>Cottus gobio</i>		4,0								0,6
<i>Zoarces viviparus</i>			12,5						5,0	
<i>n</i>	1	25	8	38	3	53	8	50	20	166

Table 2. Proportion (%) of various food items in the whole food weight in different areas

Food objects	Areas									
	Aksi		Käsmu		Vaindloo		Vilsandi		Total	
	Form 1	Form 2	Form 1	Form 2	Form 1	Form 2	Form 1	Form 2	Form 1	Form 2
<i>Chlorophyta</i>			4,3	0,8		0,9			1,5	0,5
<i>Radix ovata</i>		6,4	17,4	25,0		24,9	75,5	47,2	42,5	28,0
<i>Theodoxus fluviatilis</i>	(3,4)	19,3		11,2	(50,0)	27,5	3,1	27,7	3,5	22,4
<i>Hydrobia</i> sp.	(82,8)	24,2	8,7	22,6		2,7	19,4	7,4	24,2	11,7
<i>Mytilus edulis</i>	(7,0)	0,9		1,3		1,3		0,4	1,0	1,0
<i>Cerastoderma edule</i>	(3,4)	22,0		0,3				0,5	0,5	3,2
<i>Macoma baltica</i>	(3,4)	0,2	60,9	34,3					21,3	8,4
<i>Monoporeia affinis</i>		0,8		1,4	(50,0)	41,7	1,0	1,5	2,0	16,2
<i>Saduria entomon</i>								0,1	0,5	0,1
<i>Idotea baltica</i>		22,2		0,1		0,9	1,0	15,2		7,2
<i>Neomysis integer</i>				0,1						0,1
<i>Chironomidae</i> larvae			1,4	0,3		0,1			0,5	0,1
<i>Chironomidae</i> pupae				2,1						0,5
<i>Phryganeidae</i> larvae				0,5						0,1
<i>Cottus gobio</i>		4,0								0,5
<i>Zoarcis viviparus</i>			7,3						2,5	
<i>n</i>	1	25	8	38	3	53	8	50	20	166

Table 3. Food composition in relation to fish age (all data pooled)

Food item	Age (summers)							
	2-3		4-5		6-7		8-14	
	No.	%	No.	%	No.	%	No.	%
<i>Chlorophyta</i>	3	12	6	10	3	4		
<i>Radix ovata</i>	8	31	32	55	44	59	16	67
<i>Theodoxus fluviatilis</i>	12	46	35	60	43	57	17	71
<i>Hydrobia</i> sp.	7	27	28	48	35	47	5	21
<i>Mytilus edulis</i>	2	8	5	9	17	23	3	13
<i>Cerastoderma edule</i>					8	11	1	4
<i>Macoma baltica</i>			4	7	8	11	2	8
<i>Monoporeia affinis</i>	14	54	19	33	22	29	4	17
<i>Saduria entomon</i>			1	2				
<i>Idotea baltica</i>	2	8	11	19	24	32		
<i>Neomysis integer</i>	1	4						
<i>Chironomidae</i> larvae	3	12	1	2			1	4
<i>Chironomidae</i> pupae	5	19						
<i>Phryganeidae</i> larvae	1	4						
<i>Cottus gobio</i>					1	1		
<i>Zoarcetes viviparus</i>			1	2				
No. stomachs total/with food	38/26		68/58		95/75		28/24	
No. of taxons per stomach with food, $\bar{x} \pm SD$	2.41±1.21		2.51±1.34		2.77±1.44		2.20±1.54	