

TARTU ÜLIKOOL
ZOOLOOGIA JA HÜDROBIOLOOGIA INSTITUUT

Aare Verliin

SIIA *COREGONUS LAVARETUS* L. s. I. KASV JA VILJAKUS
SOOME LAHES

Lõputöö

Substitud kaubnimede
Nõu

Juhendaja: Ph.D. T. Saat

Tartu 1999

SISUKORD

EESSÕNA	3
MATERJAL JA METOODIKA.	4
1. LÄÄNEMERE SIIG	8
1.1. SÜSTEMAATIKA	8
1.2. LEVIK	9
1.3. KASV JA MÕÕTMED	10
1.4. RÄNDED	11
1.5. TOITUMINE	12
1.6. SIGIMINE	13
1.7. TÄHTSUS JA VARUDE SEISUND.	14
2. SIIA KASV SOOME LAHES	16
2.1. SIIA KASV SOOME LAHES KIRJANDUSE PÕHJAL	16
2.2. SIIA KASV SOOME LAHES 1997-1998	20
3. SIIA VILJAKUS SOOME LAHES	26
3.1. SIIA VILJAKUS SOOME LAHES KIRJANDUSE PÕHJAL	26
3.2. SIIA VILJAKUS SOOME LAHES 1997-1998	28
KOKKUVÕTE	37
KIRJANDUS	38
SUMMARY	43
LISAD.	44

EESSÕNA

Siig (*Coregonus lavaretus* L. s. l.) on põhjapoolkeral laialt levinud mageveekala, kes on enamikel aladest ka olulise majandusliku tähtsusega. Ökoloogiliselt erakordselt plastilise liigina moodustab ta oma levila piirides arvukalt alamliike, rasse, ökotüüpe ja teisi liigisiseseid rühmitusi. Läänemeres on siig levinud peaaegu kogu ulatuses mitme erineva vormina, olles mere põhjapoolsetes piirkondades suure töödusliku tähtsusega. Siig on olnud oluline püügikala ka Eesti rannavetes, kuid viimastel aastakümnetel on tema arvukus kõikjal, nii Liivi lahes, Soome lahes kui Lääne-Eesti ja saarte vetes drastiliselt vähenenud mitmete antropogeensete tegurite (ülepüük, rannikumere eutrofeerumine) koostoimel.

Eesti vetes on siia uuringutega tegeletud peamiselt Liivi lahes ja Lääne-Eesti saarte piirkonnas (Sõrmus, 1958, 1976, avaldamata andmed; Laaniste, 1976). Soome lahe Eesti rannikuvete siia kohta leidub avaldatud andmeid minimaalselt, enam on andmeid Soome lahe ida- ja põhjaosa siia kohta (Смирнов, 1972; Lehtonen 1981; Ikonen, 1980; Segerstråle, 1938). Käesolevas töös on püütud 1997-1998. aastatel hilissuvel ja sügisel Soome lahe keskosast kogutud materjali alusel iseloomustada Soome lahe siia mõningaid olulisemaid bioloogilisi parameetreid –kalade kasvukiirust ja viljakust.

Autor tänab südamest kõiki, kes teda abistasid nii materjali kogumisel kui edaspidises töös, eriti olgu aga ära märgitud Toomas Saat, Hannu Lehtonen, Redik Eschbaum, Markus Vetemaa, Väino Vaino, Meelis Tambets, Märt Kesküla, Triin Veber, Priit Jõers, Arvi Jõers, Andres Nurkse, Juhan Javoiš, Raimo Lillemägi ja Ülo Maiväli. Eraldi tahaksin tänada Ilmar Sõrmust, kes lubas kasutada isiklikke avaldamata andmeid.

MATERJAL JA METOODIKA

Käesolevas töös kasutatud materjal on püütud 1997.-1998. aasta augustis ja oktoobris Soome lahest. Püügikohtadeks olid Eru lahe idaosa, Käsmu lahe lääneosa ning Vaindloo saare ümbrus. Vee sügavus püügikohtadel varieerus 0,5-20 meetrini. Püügivahendina kasutati kapron- ja tamiilvõrke silmasuurustega 17-65 mm, mis asetati püügile õhtul ja võeti veest välja hommikul. Teistest kalaliikidest saadi võrkudega Käsmu ja Eru lahest peamiselt meritinti, räime, ahvenat, merihärga, lesta ja kammeljat; Vaindloo saare ümbrusest räime, ahvenat, emakala ja lesta.

Kokku analüüsiti aastatel 1997-1998 165 siiga. Püütud kalad analüüsiti kohapeal. Kaladel määrati üldpikkus Tl (pikkus ninamikust sabauime lõpuni) ja üldmass Tw , määrati sugu ning võeti 15-20 soomust vanuse ja kasvukiiruse määramiseks. Analüüsitud siigadest olid 111 emaskalad ja 54 isaskalad. Emaskaladest olid 72 kala valmis kudema samal sügisel (kudemisküpset), 39 kala suguproduktid olid välja arenemata. Isaskalade hulgas oli kudemisküpseid kalu 38 isendit ja mittekudemisküpseid 16 isendit. Augustis 1997 kaaluti 77 siia (51 emaskala (37 kudemisküpset; 14 mittekudemisküpset) ja 26 isaskala (22 kudemisküpset, 4 mittekudemisküpset)) gonaadide massid, kasutades 0,1 g mõõteskaalaga elektroonilist kaalu. Kümneltsuguküpset emaskalalt võeti gonaadiproovid, mis kaaluti kohapeal ja fikseeriti 10%-lises formaliini vesilahuses. Proovide võtmisel arvestati proovi mahuks mitte alla 10% gonaadi üldmassist. Kalade viljakused määrati hiljem laboris, kasutades 16-kordse suurendusega binokulaarmikroskoopi.

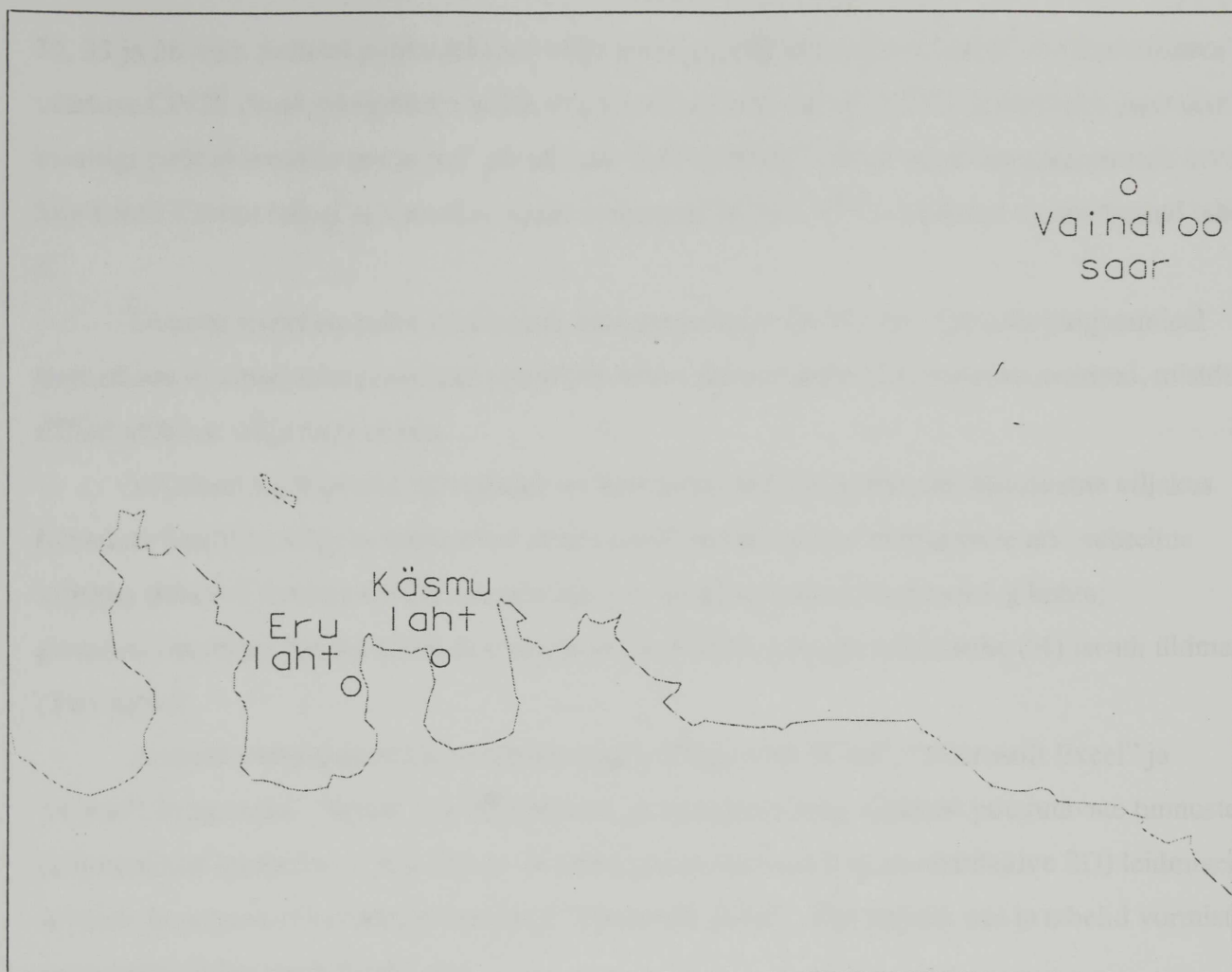
Soomused võeti kala kõhult pärakuuime eest kõhuuimede tippude vahelt (Thoresson, 1993). Kalade vanused määrati hiljem laboris 16-kordse suurendusega binokulaarmikroskoobi abil. Igast proovist vaadati läbi 3-5 soomust ja mõõdeti selgeima kujutisega soomusel aastarõngaste e. annuluste raadiused soomuse tsentrist lähtudes vastavalt siiglaste kohta ette nähtud meetoodikale (Thoresson, 1993). Siigadel võib vanuse määramisel ebatäpsusi põhjustada esimesel eluaastal moodustuv nn. "maimuring", mis tekib siiamaimu üleminekul planktonoidulisuselt 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 vanematel kaladel võib kasv olla väga aeglane). Seega on soomuste põhjal 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 autorite 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 leiti iga kala puhul vanus mitte vähem kui kolmelt soomuselt. Samuti viidi läbi juba läbitöötatud soomuseproovide kontrollmääranguid teatud ajavahemiku pärast ning leiti, et tulemused praktiliselt 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 Soome lahes on siigade kasvukiirus suhteliselt hea, olid aastarõngad soomustel üldjuhul normaalselt loetavad. Mõningate ebaselgema kujutisega soomuste puhul lasti määrangut kontrollida teistel kalade kasvu määrangutega tegelenud isikutel.

Siigade kasvukiirus leiti käesolevas töös soomuste järgi tagasiarvutuse teel, 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 (Thoreson, 1993). Kasvuarvutustes käsitleti ühiselt nii suguküpsed kui juveniilseid kalu. Leitud väärtused on ära toodud tabelitena, kus on vanusegruppide järgi reastatud kalade pikkused (T_l) nii püükides kui tagasiarvutatuna. Leitud on vastava pikkuse keskmine väärtus (\bar{x}), minimaalsed ja maksimaalsed väärtused (lim) ja standardhälve (SD). Erinevate autorite töödes (Смирнов, 1972; Lehtonen, 1981; Sõrmus, 1976b, avaldamata andmed) on kasutatud nii pikkust F_l (ninamiku tipust (suletud suuga) kuni sabauime keskmiste kiirte lõpuni (Smitti pikkus)) kui pikkust T_l (ninamiku tipust (suletud suuga) kuni sabauime pikema hõlma lõpu ristjooneni keha pikitelje suhtes). Lihtsuse mõttes on käesolevas töös F_l ümber arvutatud pikkuseks T_l , kasutades valemit $T_l = F_l \cdot 1,09$ (kehtib siigadele, kelle T_l on suurem kui 100-110 mm) (Sõrmus, unpubl.).

Osa käesolevas töös kasutatud materjalist, valdavalt nooremad isendid, on püütud rannikumere biomonitooringul kasutatavate kindla silmasuurusega võrkudest koosnevate jaamade abil. Üks taoline jaam koosneb kuuest 30 m pikkusest kapronvõrgust silmasuurustega 17, 22, 25,



Joon. 1. Käesolevas töös kasutatud materjali kogumise kohad Soome lahes (1997-1998).

30, 33 ja 38 mm. Sellistel puhkudel saab välja arvutada püükides siia suhtelist arvukust näitava väärtuse CPUE (Saak püügiühiku kohta ehk Catch per unit effort). CPUE leidmiseks jagatakse kalaliigi püütud isendite arv antud piirkonnas ühel ööl püügil olnud monitooringujaamade arvuga. Siia kohta Käsnu lahest ja Vaindloo saare ümbrusest leitud CPUE väärtused on ära toodud tabelis 2.

Enamus siigadest püüti võrkudega silmasuurustega 45-75 mm. Võrkude paigutamisel jaamadesse ei olnud silmasuurused ega võrkude arv jaamades kindlalt reglementeeritud, mistõttu CPUE väärtust välja tuua ei saa.

Viljakust käsitlevates töö osades on kasutatud järgmisi termineid: absoluutne viljakus (absolute fertility (AF)): maksimaalne isendi poolt produtseeritav marjaterade arv; suhteline viljakus (relative fertility (RF)): marjaterade arv isendi gonaadideta massi 1 g kohta; gonadosomaatiline indeks (Gonadosomatic index (GSI)): gonaadi massi suhe (%) isendi üldmassi (Tw) suhtes.

Andmete töötlemisel kasutati programme "Microsoft Word", "Microsoft Excel" ja "Systat". Programmi "Systat" kasutati pikkus- ja kaalkasvu ning viljakust puudutavate tunnuste (aritmeetiline keskmine \bar{x} , miinimum- ja maksimumväärtused \min , standardhälve SD) leidmiseks. Jooniste koostamisel kasutati programmi "Microsoft Excel". Töö kirjalik osa ja tabelid vormistati programmi "Microsoft Word" abil.

1. LÄÄNEMERE SIIG

1. 1. SÜSTEMAATIKA

Harilik siig (*Coregonus lavaretus* Linné 1758) on Euraasia põhjaosas laialt levinud kalaliik. Ökoloogiliselt väga plastilise liigina on siial erinevate autorite poolt kirjeldatud arvukalt alamliike, rasse, ökotüüpe ja lokaalseid vorme (Himberg, 1970, Svärdsön, 1979, Решетников, 1980). Läänemeres elavatel siigadel eristatakse kaht sümpatrilist vormi: enamuses piirkondadest arvukam, aeglasekasvulisem mereskudev siig *C. lavaretus widegreni* Malmgren (Lehtonen & Himberg, 1992) (sünonüümid *C. widegreni* Malmgren ja *C. nasus* Pallas *sensu* Svärdsön) (Lehtonen, 1981) ja vähem arvukam, kiirema kasvuga, jõgedes või nende suudmealadel kudev siig *C. lavaretus lavaretus sensu* Berg (Берг, 1948). Euroopa magevete siigadel on analoogseteks vormideks järvesiig ja järve-jõesiig (Sõrmus, 1976a).

Siig esineb rannikuvetes peaaegu kogu Läänemere ulatuses, olles haruldasem vaid Taani väinades ja Rootsi lõunarannikul, samuti mõnedes Läänemere lõuna- ja keskosa piirkondades. Saksamaa rannikul esinevat siiga on kirjeldatud vormina *C. lavaretus baltica*, Poola ja Leedu rannikul esinevat mereskudevat siiga aga vormina *C. lavaretus polonica* (Svärdsön, 1979).

Erinevate vormide eristamisel on osutunud küllalt heaks tunnuseks lõpuspiide (*Spinae branchiales* (*Sp. branch.*)) arv esimesel lõpuskaarel. Selle tunnuse kohaselt kuulub mereskudev siiavorm hõredapiiliste hulka (keskmiselt 23-25 lõpuspiid), jõeskudev siiavorm aga tihedamapiiliste hulka (keskmiselt 33 lõpuspiid) (Himberg, 1970; Sõrmus, 1976a). Svärdsön (1957) eristas kolmanda vormina tihedapiilise siia (keskmine lõpuspiide arv üle 40), keda ta aga ei pea Läänemere siigade hulka kuuluvaks, kuna neid on leitud vaid mõne suurema jõe suudmealalt (Neeva, Narva, Salatsi). Analoogilist tihedapiilist siiga on kirjeldatud Neeva suudmealalt Pravdin (Sõrmus, 1976a).

Sümpatriliste vormide eristamiseks on Salojärvi ja Auvinen (1980) välja töötanud meetodi, mis baseerub isendite lõpuspiide arvu võrdlemisel kasvukiirusega. Meetod on rakendatav populatsioonides, kus erinevused kahe vormi kasvus on selgelt väljendunud. Selle meetodi järgi jagati kalad lõpuspiide arvu järgi gruppidesse. Teatud väärtusest (näiteks Pori rajoonis 24 lõpuspiid) madalama või võrdse piide arvuga kalad loeti kuuluvaks mereskudeva vormi hulka. Teatud teisest väärtusest (Pori rajoonis 32 lõpuspiid) kõrgema või võrdse piide arvuga kalad loeti kuuluvaks jõeskudeva vormi hulka. Antud väärtustele vahepealse piide arvuga kalad vaadati läbi vanusgruppide kaupa ja jagati kuuluvaiks erinevaise vormidesse teatud kriitilist pikkust kasutades (Salojärvi & Auvinen, 1980).

Eesti rannikuvetes eristatakse kolme siiavormi:

1. Mereskudev hõredapiiline (*Sp. branch.* 22,1 (16-28)) siig (*C. lavaretus widegreni* Malmgren), kes esineb kogu Eesti rannikul;
2. Pärnu jões kudev hõredapiiline (*Sp. Branch.* 24,5 (18-34)) siirdesiig (*C. lavaretus lavaretus sensu* Berg), kes meres esineb Pärnu lahes ja hajusalt Liivi lahe kirdeosas;
3. Liivi lahes esinev Läänemere idaosa tihedamapiiline siig (*Sp. Branch.* 34,1 (29-42)) (*C. lavaretus L. s. str.*), kes koeb ilmselt Läti jõgedes (Sõrmus, 1976a). Tihedamapiiline anadroomne siig esineb ka Soome lahe vetes.

1. 2. LEVIK

Läänemere rannikuvetes on siig levinud peaaegu kõikjal, olles arvukam Läänemere põhjaosas (Põhjalahes, eriti selle põhjapoolsetes piirkondades ja Soome lahe idaosas), Eesti läänerannikul, Gotlandi ja Ölandi saarte ümbruses ja Läänemere lõunaosa säärlõugastes (Lehtonen, 1981). Peaaegu kogu oma Läänemere levila ulatuses esineb siig kahe sümpatrilise vormina, jõeskudev vorm puudub vaid Gotlandi ümbruses ja Rootsi lõunarannikul allpool Stockholmi (Svärdson, 1979). Läänemere lõunaosas on kaks vormi hästi eristunud, kuid põhja pool muutuvad erinevused väiksemaks, esineb hulgaliselt vahepealse piide arvuga isendeid (Himberg, 1972). Viimasel ajal on peaaegu kõikjal Läänemeres domineeriv mereskudev siig, kuna jõeskudevad populatsioonid on muutunud vähem arvukamaks ülepüügi, jõgede reostamise, hüdrotehniliste rajatiste ja muude antropogeensete tegurite mõjul (Sõrmus, 1976a). Ka Soome rannikuvetes on mereskudev vorm arvukam enamuses aladest, eriti aga Põhjalahe põhjapoolsemates piirkondades. Jõeskudev vorm on arvukam Põhjalahe keskosas. Soome lahes ja Ahvenamaa saarestikus on kahe vormi osakaal peaaegu võrdne. Tulemus sõltus ka püügivahendeist (jõeskudevad siiga saadi enam võrkudega madalamast rannikuveest) ja püügi ajast (sügisel valdas püükides mereskudev siig, kuna teine vorm oli enamuses jõgedesse rännanud) (Lehtonen, 1981). Eesti vetes on siia erinevate vormide arvukus samuti oluliselt langenud ning mõned populatsioonid praktiliselt hääbunud, mistõttu kõik vormid on kantud Eesti punasesse raamatusse (1998).

Soome lahes esinevad mõlemad siiavormid - nii mereskudev kui jõeskudev siig. Kahjuks ei loendatud materjali kogumise käigus püütud eksemplaride lõpusepiide arvu, mistõttu pole võimalik kindlalt öelda, milline vorm konkreetselt esineb Soome lahe Eesti rannikul.

Smirnov (Смирнов, 1972) väidab, et Soome lahe idaosas esinevad kolm siiavormi: vähepiiline (Sp. branch. 25,3 (22-30); tihedamapiiline (Sp. branch. 27-40) ja tihedapiiline (Sp. branch. 39-50), kes kõik koevad jõgedes, peamiselt Neevas. Mereskudeva vähepiilise vormi leidumine Soome lahe idaosas on tõenäoline (Sõrmus, 1976b). Soome lahe Eesti ranniku poolsetes jõgedes siirdesiiga praktiliselt ei leidu; teda tungib vaid vähesel määral Narva jõkke (Sõrmus, avaldamata andmed). Tõenäoliseks peetakse aga Soome lahe põhja- ja idaosast pärinevate mõlema vormi kalade rändeid väljaspool kudemisaega Eesti vetesse. Soome lahe Eesti rannikul on siia kudemispaikade arv piiratud ja lokaalsete populatsioonide arvukus väike. Eesti merevete siiasaakides on alati tunduvalt suurem osakaal olnud mereskudeval vormil, viimasel ajal on see tänu siirdesiia arvukuse vähenemisele veelgi tõusnud (Sõrmus, avaldamata andmed).

1.3. KASV JA MÕÕTMED

Mereskudev siig kasvab esimestel eluaastatel võrdlemisi kiiresti, peale suguküpsuse saabumist aga kasv aeglustub. Soome rannikul kasvas mereskudev siig kõige kiiremini Ahvenamaa saarestikus, kõige madalam oli kasvutempo Põhjalahe põhjaosas (Lehtonen, 1981). Maksimaalsete mõõtmete kohta on Soomest andmeid 12 kg kaaluva 830 mm pikkuse siia püüdmise kohta 1896. aastal (Valle, 1934; ref. Mikelsaar, 1983). Eestist on 1969. aastal Väikesest Väinast püütud 5,2 kg kaaluv, 630 mm pikk emaskala. Vanimaks Eestist püütud isendiks on 1963 Vilsandilt püütud 21 aasta vanune siig (Sõrmus, 1976b).

Jõeskudev siig kasvab teise eluaastani aeglasemalt kui mereskudev vorm, hiljem on tema kasv aga tunduvalt kiirem (Sõrmus, 1976a). Ka Soome rannikul kasvas jõeskudev vorm kõigil aladel kiiremini, kuigi populatsioonide vahel oli erinevusi (Lehtonen, 1981). Suurimaks antud vormi isendiks Eesti vetes on 2860 g kaaluv, 615 mm (Fl) (Tl=670 mm) pikk emaskala, kelle vanus oli 16 (15+) aastat (Sõrmus, avaldamata andmed).

Kolmas Eesti vetes elav siiavorm, Läänemere idaosa tihedamapiiline siig, on maksimaalsete mõõtmete poolest teistest väiksem. Suurim püütud isend on 1969. a. Häädemeestelt püütud 2017 g kaaluv, 522 mm (Fl) (Tl=569 mm) pikkune kala. Kasvukiirus on sel vormil kiireim 1. ja 2. eluaastal (kiirem kui Pärnu jões kudeval siirdesiial), hiljem aeglustub ja on sarnane Saaremaa läänerranniku mereskudeva siia kasvuga. Maksimaalseks vanuseks on 16-18 aastat (Sõrmus, avaldamata andmed).

1. 4. RÄNDED

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 kudemisest osa ei võta ja ei ole seetõttu jõgedesse siirdunud. Erinevate vormide spetsiaalset märgistamist on võimalik läbi viia näiteks ainult jõgedes kalu märgistades. Meres püütakse märgistamised läbi viia piirkondades, kus katsepüükide andmetel on anadroomse vormi osakaal püükides väga väike. Põhjalahe kirde- ja põhjaosas märgistatud kalade taaspüügid näitasid, et mereskudev siig on seal küllalt paikse eluviisiga- tervelt 87% taaspüükidest saadi 40 km raadiuses märgistamiskohast (Lehtonen, 1981). Samas piirkonnas Iijoki suudmes läbi viidud segatud populatsiooni isendite märgistamisel saadi 95% taaspüükidest 60 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 toitumispaikade otsinguid (Lehtonen, 1981). Peale kudemist rändab mereskudev vorm kaldaäärsest madalveest sügavamatele merealadele (Гайгалас, 1972; Lehtonen, 1981). Samasugune ränne esineb ka suvel, kui madalam rannikumeri liialt soojeneb (Valtonen, 1970).

Anadroomse siia rännete uurimine Läänemeres on näidanud, et Põhjalahes võivad tema sesoonsed migratsioonid ulatuda lahe põhjatipust kuni Ahvenamaa saarestikuni. Põhjalahe keskosa jõgedes kudev siig rändab sealjuures vähem kui lahe põhjaosa jõgedest pärinevad kalad (Lehtonen, 1981). Soome lahes on anadroomse vormi ränded samuti lühemad, tavaliselt alla 100 km kudemisjõe suudmest (Ikonen, 1980). Pärast kudemist laskub siirdesiig valdavalt juba sügisel tagasi merre, Põhjalahe põhjaosast rändab ta lõuna suunas, lõunapoolsemates mereosades selged rändesuunad puuduvad (Гайгалас, 1972; Lehtonen, 1981). Paljud kalad ei koe igal aastal ja võivad kudemisajaks jääda toitumisaladele meres (Alm, 1959). Anadroomse vormi kudemisränne piki Põhjalahe rannikut algab juba juuli lõpus ja kestab septembrini (Lehtonen, 1981).

1. 5. TOITUMINE

Soome vetes on leitud teatud erinevus kahe siiavormi toitumiseelistustes: jõeskudev siig toitub peamiselt rannalähedases madalamas vees limustest, mereskudev siig aga sügavamal, kus ta toiduks on põhiliselt kirpvähiline *Pontoporeia* (Valtonen, 1976).

Läänemere lõunaosas Kura säärlõukas koosnes anadroomse siia toit sügisel eranditult lõhkjalalisest *Neomysis vulgaris*. Suvel olid toiduobjektideks harjasliimukas *Nereis diversicolor* ja bentilised koorikloomad. Talvel leidis üle kolmeaastaste siigade magudes peamiselt taimset detriiti, vähem surusääsklaste (*Chironomidae*) vastseid (МАНЮКАС, 1963).

Eesti merevete siiavormide toitumises olulisi erinevusi pole avastatud. Vastsete esmane toit koosneb varakevadel zooplankteritest, peamiselt aerjalaliste (*Copepoda*) noorjärkudest, samuti keriloomadest (*Rotifera*) (Mikelsaar, 1984). Maimudele on peale zooplanktoni toiduobjektideks veel karpvähilised (*Ostracoda*) ja surusääsklaste vastsed, leidub ka taimseid objekte: sinivetikate kolooniaid ja puude õietolmuteri. Suve lõpus toituvad maimud juba valdavalt nektobentilistest ja bentilistest organismidest: putukate vastseist ja valmikuist, kirpvähilistest (*Gammaridae*) (eriti kootvähist (*Corophium volutator*)), lõhkjalalistest (*Mysidacea*) ja kakandilistest (*Isopoda*) (Sõrmus, 1976b). Vanemate siigade toidus on kevadel valdav vetikatele koetud räimemari (eriti Liivi lahes), talvel ja varakevadel süüakse palju väikest mudilakest (*Pomatoschistus minutus*) ja harjasliimukat (*Nereis diversicolor*) (Sõrmus, avaldamata andmed). Sageli leidub siigade magudes limuseid, eriti vesitigu (*Hydrobia*), vesikinga (*Theodoxus*) ja südakarpi (*Cardium*) (limustest hakkavad siiad enam toituma alates teisest-kolmandast eluaastast), samuti kirpvähilisi (*Gammaridae*) ja kakandilisi (*Isopoda*). Suvel võivad siiad ranniku lähedal toituda veepinnal õhuputukaist (Sõrmus, 1976b, Mikelsaar, 1984).

1. 6. SIGIMINE

Suguküpseks saab varem mereskudiv siig: isased 3-4 aasta vanuselt, emased 4-5 aasta vanuselt (Sõrmus, avaldamata andmed). Ka Soome ja Rootsi vetes saavad mereskudivad siiad suguküpseks samas vanuses, kuid põhja pool tänu aeglasemale kasvukiirusele tunduvalt väiksemate mõõtmete juures (Lehtonen, 1981). Pärnu jões kudeva siirdesiia isased saavad suguküpseks valdavalt 4-aastaselt, emased 5-6 aasta vanuses. Liivi lahe tihedamapiilise siia isased koevad üldjuhul esmakordselt 3 aasta vanuselt, emased 4-5 aasta vanuselt (Sõrmus, avaldamata andmed). Siiale on iseloomulik, et vanemates rühmades on kudemisküpsete kalade osakaal alla 100% (osa kalu ei koe igal aastal) (Lehtonen, 1981).

Mereskudiva siia absoluutne viljakus (AF) varieerub eri aladel 20 000-45 000 marjatera vahel ja on suurem lõunapoolsetes piirkondades. AF on positiivses korrelatsioonis kala mõõtmete suurenemisega (Lehtonen, 1981). Jõeskudivatel siigadel on AF kõrgem: Pärnu jões oli see suurematel isenditel kuni 70 000-90 000 (Sõrmus, avaldamata andmed).

Koelmutele saabuvad algul isased siiad, kudemise ajal on aga ülekaalus emased. Populatsioonis üldiselt on sugudevaheline suhe 1:1 (Lindroth, 1957).

Siig koeb meres madalates varjatud merelahtedes oktoobri teisest poolest detsembri alguseni (Sõrmus, 1976b). Pärnu jões koeb siig oktoobris, peamiselt oktoobri teisel poolel (Sõrmus, avaldamata andmed). Embrüonaalne areng toimub jää all 5-6 kuu vältel, vastsed kooruvad kevadel jäälagnemise ajal (Sõrmus, 1976b).

Kalade põlvkondade arvukust Läänemere põhjapoolsetes piirkondades mõjutavad mitmed erinevad tegurid, nagu näiteks temperatuur, tuule kiirus ja suund, veetase, eutrofeerumine, toksilised saasteained, pH, soolsus, jõgede voolurežiim (Hilden et al., 1984). Siigade puhul on leitud, et mereskudiva vormi põlvkondade arvukus korreleerus positiivselt külma sügise, varajase jääkatte tekkimise ning sooja ja suhteliselt varajase kevadega (Hudd et al., 1988; Freeberg et al., 1990; Lehtonen & Lappalainen, 1995b). Anadroomse vormi põlvkondade tugevust mõjutasid Põhjalahes samuti valdavalt abiootilised tegurid (jõgede vooluhulk ja sügisesed temperatuuritingimused). Samas täheldati kunstliku taastootmise (noorjärke sisselaskmise) positiivset mõju siia põlvkondade tugevusele (Leskelä et al., 1995).

Mõlema siivormi noorjärke edasisele ellujäämusele esimesel eluaastal mõjus positiivselt kevadine kõrge temperatuur: plankton arenes seetõttu kevadel kiiremini ja vastavalt oli kiirem ka vastsete ning maimude kasv (Leskelä et al., 1995). Eriti oluline on siiglaste puhul planktoni hea kättesaadavus esimeste vastsenädalate jooksul (Viljanen, 1988). Soe, stabiilsete

temperatuuridega suvi esimesel eluaastal on samuti üks põlvkonna arvukust määravaid tegureid (Lehtonen & Lappalainen, 1995b).

1. 7. TÄHTSUS JA VARUDE SEISUND

Siig oli Läänemeres majanduslikult tähtsaim mageveekala, kelle üldsaak Läänemerest oli 1970-ndatel aastatel ligikaudu 3000 tonni aastas. Üle 50% Läänemere siiasaagist püüti Soome vetest (Lehtonen, 1978, 1981). Suurim siia väljapüük Soome vetes ulatus 3212 tonnini 1961. aastal (Lehtonen et al., 1978). Enamus Soome siiasaagist pärineb Põhjalahest, kus ajavahemikul 1963-1985 kõikus töenduslik siiasaak vahemikus 910-2010 tonni aastas. Harrastuskalastajate osa Põhjalahe siia väljapüügis on väiksem, aastatel 1975-1984 püüdsid nemad 352-769 tonni siiga aastas. Siiga püütakse peamiselt lahe põhjaosas ja keskosas Kvarkeni piirkonnas (Lehtonen et al., 1988). Põhjalahe suurte mõõtmete tõttu on tema erinevates piirkondades saakide dünaamika küllalt varieeruv. Näiteks lahe põhjaosas on pärast 1977. aastat olnud täheldatav ilmne saakide vähenemine, lahe keskosas Kvarkeni piirkonnas on aga siiasaagid pärast 1978. aastat märgatavalt tõusnud (Lehtonen & Böhling, 1988; Lehtonen et al., 1993).

Soome lahe osa Soome siiasaagis on väike, aastatel 1959-1976 püüti Soome lahest vaid 1,1-4,9% üldisest Soome merevete siiasaagist. Erinevalt Põhjalahest püütakse Soome lahe siiasaagist enamuse harrastuskalastajate poolt (näiteks 1981. aastal oli töõnduspüügi osa vaid 15%) (Lehtonen, 1985). Soome lahes on täheldatud siiasaakide langustendentsi alates 1962. aastast. Peamiseks põhjuseks selles peetakse rannikumere eutrofeerumist (Hilden et al., 1984).

Rootsi vetes püütakse siiga peamiselt Põhjalahe läänekaldalt. Gotlandi ümbruse siiasaagid on sõjajärgsel ajal olnud püsivalt 20-30 tonni aastas (Lehtonen & Böhling, 1988; Lehtonen, 1981).

Läänemere lõunaosa peamises püügipiirkonnas, Kura säärlõukas, varieerus siiasaak aastatel 1951-1970 7,1-60,5 tonni piirides. 1960-ndatel aastatel täheldati ka siin siiasaakide langust: aastatel 1927-1938 oli keskmine aastasaa 42,3 tonni, aastatel 1958-1970 23,4 tonni (Гайгалас, 1972). Eesti merevetes olid siiasaagid kõrgeimad aastatel 1951-1954, mil püüti aastas üle 200 tonni siiga, peamiselt Eesti läänerranniku ja Liivi lahe vetest (Laaniste, 1976). 1970-ndate aastate keskpaigaks langesid saagid 50-60 tonnini aastas ja hiljem 20-30 tonnini aastas (Sõrmus, unpubl.). Aastatel 1992-1994 oli ametlik siiasaak Eesti merevetest 7,5-9,7 tonni aastas, sellest enamuse (5,8-8,0 tonni) püüti Soome lahe vetest (Aps, 1996).

Enamuse Läänemere siiasaagist moodustab mereskudev siiavorm, kuigi mõningates piirkondades võib saakides domineerida anadroomne vorm. Jõeskudev siiavorm on ohustatum

antropogeensete mõjurite suhtes, millede hulka kuuluvad näiteks kudemisjõgede tõkestamine tammidega, jõgede vee kvaliteedi halvenemine, koelmute kadumine eutrofeerumise tagajärjel (Sõrmus, 1976b; Lehtonen, 1981). Samuti püütakse anadroomne siig kiiremaksulise vormina tihti välja mittesuguküpselt, kuna enamikes piirkondades on erinevate siiavormide alammõõt sama (Põhjalahes näiteks 250 mm) (Lehtonen & Böhling, 1988). Pärnu jões kudeva hõredapiilise siirdesiia populatsioon omas tõenduslikku tähtsust 1950-ndate aastate keskpaigani. Seejärel algas arvukuse vähenemine ja 1970-ndateks aastateks oli populatsioon otseses hävimisohus. Praeguseks on Pärnu jõe siirdesiia arvukus taas mõnevõrra tõusnud. Mereskudeva siia arvukusele mõjuvad kõige negatiivsemalt ülepuük (eriti sügisel koelmutel) ja koelmualade kadumine eutrofeerumise tagajärjel, mille tõttu on näiteks drastiliselt vähenenud Saaremaa lõunarannikul kudeva siia arvukus. Marja arengule mõjuvad ebasoodsalt soojad tormised talved koos jääkatte puudumisega (Sõrmus, avaldamata andmed). Võrreldes Eesti muude rannikualadega on siia arvukus praegu kõrgeim Soome lahes. Käsmu ja Vaindloo uurimisaladelt saadud siigade arvukus püügiühiku kohta (Catch per unit effort) on toodud tabelis 1.

Tabel 1. CPUE väärtused monitooringupüükides Käsmu lahes ja Vaindloo ümbruses 1997-1998.

Püükide aeg	Püügikoht	Jaamade arv	Siigade arv	CPUE
17.-19. 08. 97.	Käsmu	12	9	0,75
21. 08. 97.	Vaindloo	3	8	2,66
17.-18. 10. 97.	Käsmu	4	6	1,50
22.-24. 08. 98.	Käsmu	12	7	0,58
26.-27. 08. 98.	Vaindloo	5	1	0,20

1. SIIA KASV SOOME LAHES

2. 2. SIIA KASV SOOME LAHES KIRJANDUSE PÕHJAL

Soomuste uuringud on näidanud, et siigadel algab kasv juunis ja kestab kuni oktoobrini, olles kiireim juulis ja augustis. Augusti lõpus-septembris kasv aeglustub. Noortel kaladel on suvine kasvuperiood pikem kui vanematel (Lehtonen, 1981). Esimesel eluaastal toimub peamine kasv hilissuvel ja varasügisel (Lehtonen & Lappalainen, 1995). Alljärgnevalt on tabelites 2-4 kokku võetud kirjanduses toodud andmed erineva vanusega siigade keskmiste mõõtmete ja masside kohta püükides Soome lahes või Soome lahele lähedastel merealadel, samuti anadroomse siia tagasiarvutatud pikkuskasvu kohta Soome lahe idaosas Neeva suudme lähedal.

Erinevate autorite andmetes vanuserühmade keskmiste mõõtmete kohta võib tekkida erinevus tänu sellele, et mõõtmised on läbi viidud erinevatel kuudel. Smirnov (1972) on mõõtnud siigu ajavahemikul juunist septembrini, seega praktiliselt kogu aastase kasvuperioodi vältel. Lehtonen (1981) on mõõtnud siigu perioodil, mil kasvumist ei toimu (periood hilissügisest varakevadeni). Seda arvestades annaks täpsemaid andmeid kalade kasvu kohta kasvukiiruse tagasiarvutus soomuste järgi.

Mereskudeval siial erinevate sugupoolte kasvukiiruste võrdlemisel statistiliselt märgatavaid erinevusi ei ilmnenud (Смирнов, 1972, Lehtonen, 1981). Ka erinevate aastate kasvus olid erinevused statistiliselt väheolulised (Lehtonen, 1981; Valtonen, 1976). Soome lahes on mereskudeva siia kasvukiirus idaosas aeglasem kui lahe keskosa põhjakaldal Pernajas (Segestråle, 1938, ref. Lehtonen, 1981). Soome lahe siia kasv on üldjoontes sarnane Põhjalahe keskosa (Pori ja Korsholmi piirkond) siia kasvuga. Põhjalahe põhjapoolses osas kasvab siig tunduvalt aeglasemalt, Põhjalahe lõunaosas Ahvenamaa saarestiku piirkonnas aga tunduvalt kiiremini. Ahvenamaa siia hea kasvu põhjuseks on ilmselt madal, hästi läbisoojenev põhjaloomastiku poolest rikas meri, kus siigadel on head toitumistingimused ja suvine kasvuperiood kestab kauem (Lehtonen, 1981). Ahvenamaa populatsioonile lähedane (siiski veidi aeglasem) kasvutempo on Eesti lääneranniku merevete siigadel. Saaremaa lõunarannikul Suures Katlas oli 1983. a. püükide andmetel siigade keskmised mõõtmed kolmeaastastel emastel (n=13) Tl 400 mm, Tw 685 g; isastel (n=46) Tl 382 mm, Tw 524 g. 1984. a. püükides oli neljaaastastel emastel (n=83) Tl 441 mm, Tw 907 g; isastel (n=12) Tl 432 mm, Tw 524 g. Viieaastastel emastel (n=17) oli Tl 465 mm, Tw 1062 g (Sõrmus, avaldamata andmed). Soome lahe Eesti ranniku siigade kasvu kohta on andmeid Kunda piirkonnast, kus 1994. aastal oli kuueaastaste kalade keskmine Tl 383 mm (Sõrmus, avaldamata andmed).

Erinevate siiavormide kasvu võrreldes võib öelda, et esimestel eluaastatel on mereskudeva siia kasvukiirus küllalt suur, pärast suguküpsuse saabumist aga aeglustub ja võib vanematel kaladel olla väga madal (näiteks Soome lahes Pernaja piirkonnas oli üle 5-aastastel kalade keskmine aastane juurdekasv alla 10 mm). Anadroomse siia kasv on esimesel kahel eluaastal mereskudeva vormiga võrreldes aeglasem, seejärel aga tunduvalt kiirem (Sõrmus, 1976b). Iseloomulik on, et anadroomse vormi kasv jääb suhteliselt kiireks ka vanemates vanuserühmades (Смирнов, 1972, Lehtonen, 1981).

Tabel 2. Siia kasvukiirus Tl (mm) Soome lahes ja lähedastes piirkondades (Смирнов, 1972; Lehtonen, 1981) (*- anadroomne vorm).

Vanus aastates	Smirnov, 1972 (Soome lahe idaosa)*	Lehtonen, 1981 (Pernaja)	Lehtonen, 1981 (Aland)	Lehtonen, 1981 (Pori)	Lehtonen, 1981 (Kymijoki)*
1	-	-	-	101	
2	222	-	-	-	
3	278	-	376	295	385
4	315	349	423	331	426
5	348	361	456	335	450
6	374	366	486	371	480
7	397	368	515	383	521
8	423	369	532	391	543
9	-	374	549	395	598
10	-	382	563	400	620

Tabel 3. Siia pikkuskasv Tl (mm) (tagasiarvutatult) Soome lahe idaosas (anadroomne vorm) (Морозова, 1959; Смирнов, 1972).

Vanus aastates	Морозова, 1956	Смирнов, 1972
1	147	133
2	211	214
3	267	273
4	311	314
5	349	342
6	378	378
7	407	396
8	441	425
9	463	-

Tabel 4. Siia keskmine üldmass T_w (g) püükides Soome lahes ja lähedastes piirkondades (Смирнов, 1972; Lehtonen, 1981) (*- anadroomne vorm).

Vanus aastates	Смирнов 1972 (Soome lahe idaosa)*	Lehtonen, 1981 (Pernaja)	Lehtonen, 1981 (Aland)	Lehtonen, 1981 (Pori)
2	80	-	-	-
3	170	256	490	210
4	270	380	680	304
5	360	422	1000	390
6	455	441	1175	460
7	530	449	1380	515
8	780	455	1650	540
9	-	468	1892	559
10	-	461	2075	570

3. 2. SIIA KASV SOOME LAHES 1997-1998

Käesolevas töös mõõdeti pikkused ja massid ning arvutati soomuste järgi kasvukiirus 1997.-1998. aasta augusti kolmandal ja neljandal nädalal ja oktoobri kolmandal nädalal püütud kaladel (joon. 2-5). Kuna aastane kasvuperiood kestab Põhjalahe ja Soome lahe siigadel kirjanduse andmetel juunist oktoobrini, on tõenäoline, et augusti teisel poolel püütud isendid polnud veel oma selleaastast kasvu lõpetanud. Erinevused augusti teisel poolel ja oktoobris mõõdetud isendite vahel ei ole ilmselt siiski olulised, kuna kasvu aeglustumine märgitakse toimuvat juba augusti lõpul (Lehtonen, 1981). Samuti olid Soome lahest 1997.-1998. aastal kogutud materjali hulgas esindatud kalad alates vanusest 2+ (kolmesuvised), kelle suvine kasvuperiood on juba lühem ja lõpeb varem kui noorematel kaladel (Lehtonen, 1981).

Eeltoodut arvestades annab siigade kasvu kohta täpsemat informatsiooni pikkuskasvu tagasiarvutus soomustelt, sest neil tekib kasvu aeglustumisel sügisel kitsamatest skleriitidest koosnev rõngas. Kuna Läänemere põhjaosa siia kasv lakkab talveperioodil täielikult, on rõngas enamasti selgelt näha. Kasvukiiruse tagasi arvutamisel soomuste ja teiste luustruktuuride järgi on paljude kalaliikide puhul täheldatud nn. "Lee fenomeni", mille puhul esimeste aastate tagasiarvutatud kasvud, mis on määratud vanemate kalade soomuste järgi, on märgatavalt väiksemad kui nooremate kalade soomustelt arvutatud esimeste aastate kasvud. Lee fenomeni üheks peamiseks põhjuseks peetakse asjaolu, et kiiremakasvulistel isenditel on suurem nii looduslik suremus (nad saavad varem suguküpseks ja on lühema elueaga) kui ka töenduslik suremus (kiirema kasvu tõttu satuvad nad varem töenduspüüki). Sellest tulenevalt on vanemate kalade hulgas ülekaalus aeglasekasvulised isendid (Решетников, 1980). Kui vaadelda Soome lahest püütud siigade pikkust ja tagasiarvutatud kasvukiirust, on samuti täheldatav Lee fenomeni esinemine: püütud isendite pikkused on 2-7 aasta vanustel kaladel märgatavalt suuremad tagasiarvutuse teel saadud tulemustest (joon. 3-4).

Kui vaadelda siigade kasvukiirust erinevates paikades Soome lahes ja lähedastes piirkondades (Ahvenamaa saarestik ja Põhjalaht), siis 1997.-1998. aastal Soome lahest analüüsitud siigade kasvukiirus oli märgatavalt suurem Soome lahe põhjakaldal Pernaja ja Põhjalahe keskosas Pori piirkonnas elava mereskudeva siia kasvukiirusest. Samuti ületas Eesti ranniku siia kasvutempo Soome lahe idaosa anadroomse vormi oma, kuid oli märgatavalt väiksem Ahvenamaa saarestiku mereskudeva siia ja Soome lahe põhjakalda Kymijoki anadroomse siia kasvukiirusest. Kuna oletatakse (Sõrmus, avaldamata andmed), et suurem osa väljaspool kudemisaega Eesti rannikul esinevat siiga pärineb lahe põhja- ja idaosa vetest, analüüsiti käesolevas töös tõenäoliselt mõlema, nii mereskudeva kui anadroomse vormi isendeid. Nende kahe vormi esinemise proportsionaalse

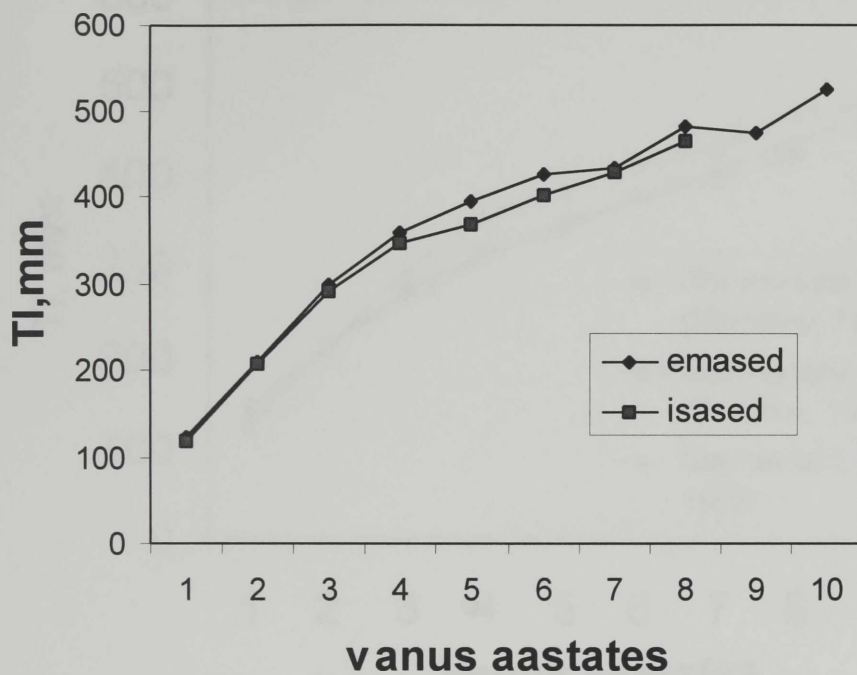
arvukuse kohta Soome lahe Eesti vetes senini avaldatud andmeid ei ole ning antud probleem vajab edasist uurimist. Kahe vormi koosinemine selgitaks saadud kasvukiiruse graafikut, mis on mõnevõrra suurem Soome lahe põhjakalda meresküdeva siia populatsiooni omast ja väiksem sama piirkonna anadroomse populatsiooni kasvukiirusest; samuti asjaolu, et ka vanemates vanusgruppides jäi kasvutempo suhteliselt kõrgeks.

Samas võib suhteliselt suure kasvukiiruse ühe põhjusena tulla kõne alla paranenud toitumistingimused populatsiooni arvukuse vähenemisel, sarnast tendentsi on täheldatud näiteks Eesti lääneranniku siiapopulatsioonide puhul (Sõrmus, avaldamata andmed).

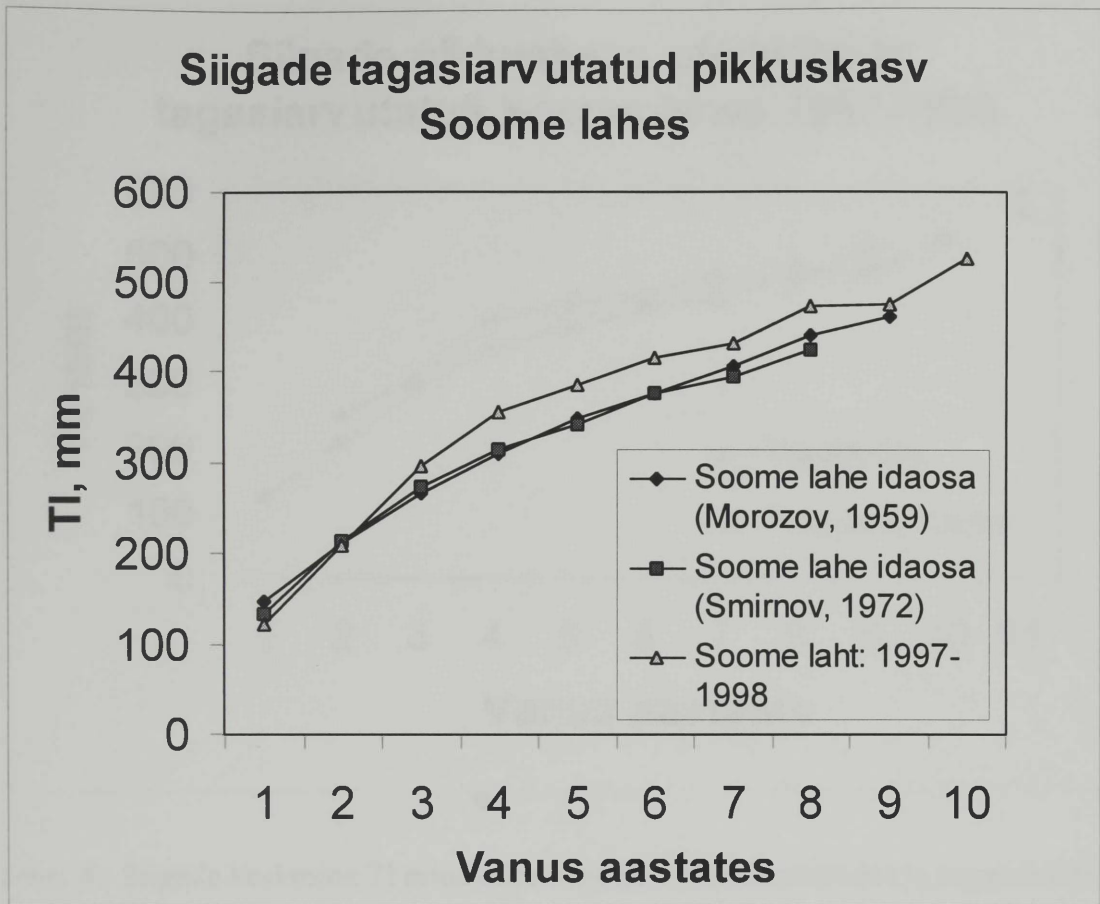
Erinevate vanusgruppide pikkuste võrdlemisel ilmnes, et emaskalade pikkused olid alates suguküpsuse saavutamisest veidi suuremad samavanade isaskalade pikkustest. Tagasiarvutatud kasvutempo puhul olid sugudevahelised erinevused väiksemad (joon. 2).

Üksikasjalikumad andmed uuritud materjali kasvukiiruste kohta on ära toodud lisades 1-3.

Siigade erinevate sugupoolte pikkuskasv Soome lahes 1997-1998

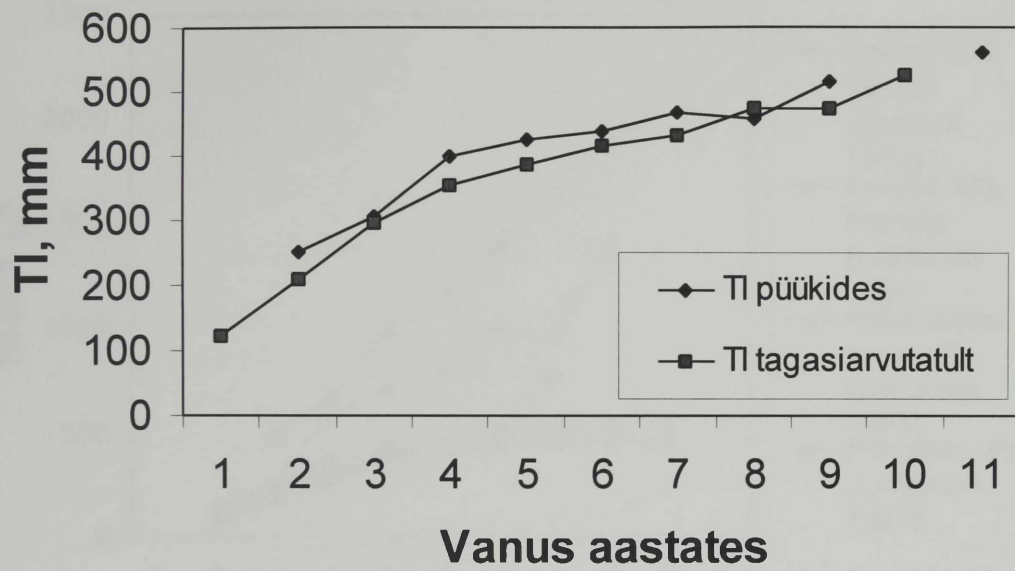


Joon. 2. Siia erinevate sugupoolte tagasiarvutuse teel saadud pikkuskasv Soome lahes 1997-1998.



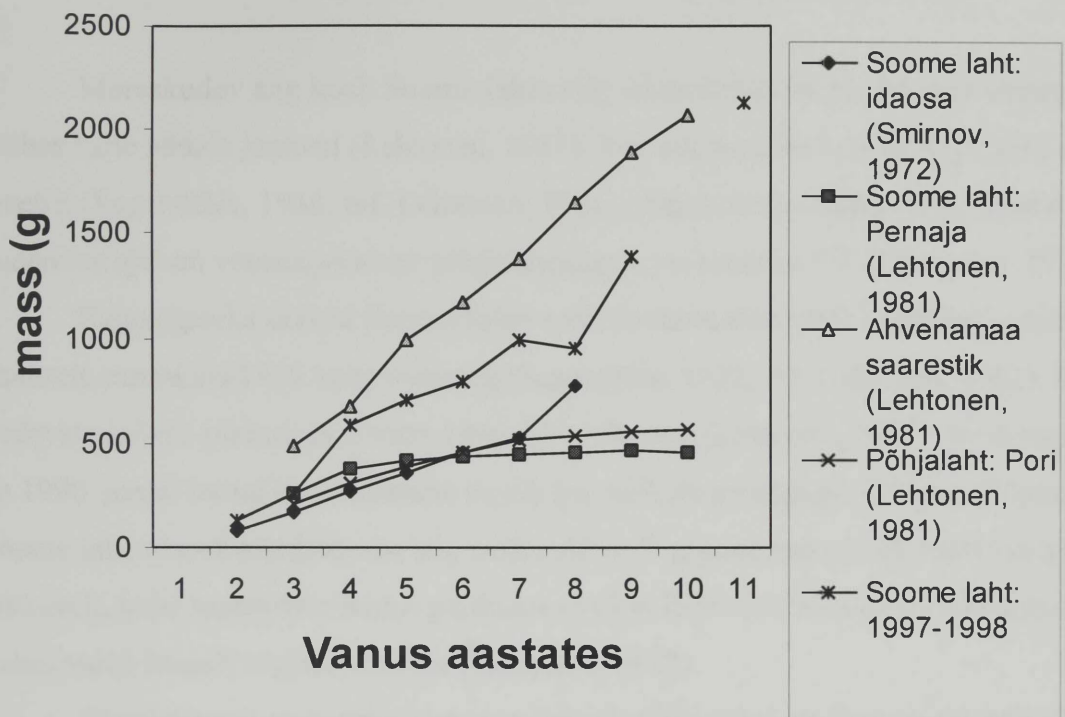
Joon. 3. Siia tagasiarvutuse teel saadud pikkuskasv Soome lahe ida- ja keskosas (Soome lahe idaosa puhul on tegu anadroomse vormiga).

Siigade pikkuskasv püükides ja tagasiarvutatult Soome lahes 1997-1998



Joon. 4. Siigade keskmine TL erinevates vanuserühmades püükides ja tagasiarvutatult Soome lahes 1997-1998.

Siigade kaalkasv Soome lahes ja lähedastes piirkondades



Joon. 5. Siigade kaalkasv Soome lahes ja lähedastes piirkondades.

3. SIIA VILJAKUS SOOME LAHES

3. 1. SIIA VILJAKUS SOOME LAHES KIRJANDUSE PÕHJAL

Mereskudev siig koeb Soome lahes siig oktoobri teisel poolel ja novembri algul tavaliselt umbes kahe nädala jooksul (Lehtonen, 1981). Vee sügavuseks kudemispaikades on ligikaudu 4 meetrit (Segestråle, 1938; ref. Lehtonen, 1981). Anadroomne vorm koeb jõgedes samal perioodil, kudemise ajal on veetemperatuur põhjalähedastes veekihtides 4°C (Смирнов, 1972).

Suguküpseks saavad Soome lahes mereskudeva siiavormi isaskalad valdavalt 3-5 aasta vanuselt, emaskalad 4-6 aasta vanuselt (Segestråle, 1938, ref. Lehtonen, 1981). Esmakordselt kudevate kalade pikkus on Soome lahes 280-350 mm (Lehtonen, 1981). Eesti rannikul Hara lahes on 1990. aastal leitud kolmeaastane suguküps isaskala pikkusega 270 mm (Sõrmus, unpubl.). Soome lahe idaosa anadroomne siig saab valdavalt suguküpseks nelja aasta vanuses, üle 280 mm pikkuselt, kuid septembris leidus püükides üksikuid 250-270 mm pikkuseid emaskalu, kes valmistusid ilmselt sügisel kudema (Смирнов, 1972).

Suguküpsuse saabumise vanus on leitud sõltuvat kalade kasvukiirusest (Канеп, 1974), teised autorid ei ole aga sellist korrelatsiooni leidnud (Lehtonen, 1981).

Kudemisküpsete kalade hulk vanemates vanusegruppides ei ole alati 100%, kuna osa siigu ei koe igal aastal. Talvistes püükides on leitud, et emassiigadel võib kudematajäänud isendeid olla kuni 50% (Решетников, 1967; Lehtonen, 1981). Samas on teistes uuringutes olnud kudematajäänud kalade osa tunduvalt väiksem või on kõik emased siiad olnud kudenud (Ausen, 1976, Lehtonen, 1981). Kudematajäämist võib põhjustada kalapüük koelmutel, mille tagajärjel väheneb koelmutele varem saabunud isaskalade arvukus. Kudemata jäänud mari resorbeeritakse kala organismi poolt, mis võib põhjustada ka järgmise kudemise vahelejäämise. Kudemata jäänud mari võib kõhuõõnes paisudes põhjustada ka kala surma (Sõrmus, 1976b).

Siiamari on kudeküpselt läbimõõduga 2,3-3,0 mm (Sõrmus, 1976b). Gonadosomaatilise indeks GSI on mõlematel sugupooltel 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 kuni väärtusteni 15-20%. Suurtel emasisenditel võib GSI olla isegi kuni 33%. Isaskaladel on GSI väärtus vahetult kudemise eel 5-9% (Sõrmus, avaldamata andmed).

Meres Soome lahe idaosas kudeva siia GSI kohta on toodud ära andmed tabelis 4. (Lehtonen, 1981).

Tabel 5. Soome lahe idaosa mereskudiva siiavormi GSI keskmised väärtused sügisel erinevatel pikkusrühmadel (Lehtonen, 1981):

Pikkusrühm (mm)	GSI, %
241-270	12,5
271-300	17,0
301-350	20,0
351-400	20,4

AF tõuseb kala mõõtmete suurenedes ja võib mereskudivate siigade suurematel emastel ulatuda üle 66 000 marjatera (Lehtonen, 1981). Anadroomsete siigade AF on suurem, ulatudes mitmekilose massiga emaskaladel 70 000-90 000 marjaterani (Sõrmus, 1976b).

Suhteline viljakus (RF) on siial küllalt väike. Soome lahe ja Põhjalahe siigadel on RF 20 marjatera piirides (Seegerstrale, 1938, ref. Lehtonen, 1981; Lindroth, 1957). Ahvenamaa saarestikus on mereskudiva siia RF keskmiselt 25 marjatera (Lehtonen, 1981). Eesti lääneranniku mereskudiva siia RF on 35-45 marjatera (Sõrmus, 1976b), Läänemere lõunaosa siial 30-37 marjatera (Гайгалас, 1972). Seega on RF otseselt seotud kala kasvutempoga ja on madalam seal, kus kalade kasvutempo on aeglasem. RF väärtus tõuseb samuti koos kala mõõtmete suurenemisega (Sõrmus, avaldamata andmed).

4. 2. SIIA VILJAKUS SOOME LAHES 1997-1998

Mereskudev siig koeb Soome lahes kirjanduse andmetel oktoobri teisel poolel ja novembri algul (Lehtonen, 1981). Oktoobri kolmandal nädalal Käsma ja Eru lahest püütud kalad (33 isendit) olid veel kudemata või antud aastal mittekedemisküpsed. Ilmnes (Tabel 6), et Käsma lahest püütud siiad (9 isendit) olid kõik suguküpsed, samal ajal kui vaid umbes kilomeetri võrra lääne poolt Eru lahest püütud siigadest (24 isendit) olid suguküpsed vaid 4 kala (17%). Mõlemas lahes kasutati samade silmasuurustega võrke ja püütud siigade mõõtmed oluliselt ei erinenud. Kahjuks on oktoobrikuus püütud materjal mahult liialt väike mingite kindlate järelduste tegemiseks, kuid ühe võimaliku põhjusena võiks oletada siia kudemist Käsma lahes. Käsma laht on tänu oma väiksematele mõõtmetele ja sügavale mandrisesse lõikumisele tunduvalt paremini tuulte ja lainetuse eest varjatud kui märgatavalt suurem Eru laht. Samuti on Käsma lahes põhi valdavalt liivane või kruusane ja siia kudemiseks eeldatavalt sobiv. Antud küsimuse puhul on vajalik täiendavate andmete kogumine Käsma ja Eru lahest.

Soome lahe siigade puhul selgus, et suguküpsus saabub isaskaladel valdavalt 3-5 aasta vanuselt, emaskaladel valdavalt 4-6 aasta vanuselt. Sarnase tulemuse on Soome lahe idaosa siigade kohta saanud ka Segerstråle (Lehtonen, 1981). Väikseim leitud suguküps isaskala oli kaheaastane isend, kelle $Tl = 245$ mm ja $Tw = 106,0$ g. Väikseim suguküps emaskala oli kolmeaastane isend, kelle $Tl = 242$ mm ja $Tw = 175$ g. Emaskaladel alates seitsmendast eluaastast ja isaskaladel alates kuuendast eluaastast olid kõik isendid valmis kudema samal sügisel (peale ühe seitsmeaastase isase).

Tabel 6. Käsmu ja Eru lahest 1997. aasta oktoobri keskel püütud siigade jaotumine samal sügisel kudevateks ja mittekudevateks isenditeks.

Püügikoht	Sugu	Gonaadide areng	n	x	Lim
Käsmu laht	♀	kudemisküps	7	407	386-428
		mittekudemisküps	0		
	♂	kudemisküps	2	433	382-519
		mittekudemisküps	0		
Eru laht	♀	kudemisküps	2	363	323-403
		mittekudemisküps	15	405	320-460
	♂	kudemisküps	2	411	388-434
		mittekudemisküps	5	364	299-420

Tabel 7. Suguküpsete siigade suhteline arvukus (%) erinevates vanusrühmades Soome lahes (august-oktoober 1997-1998).

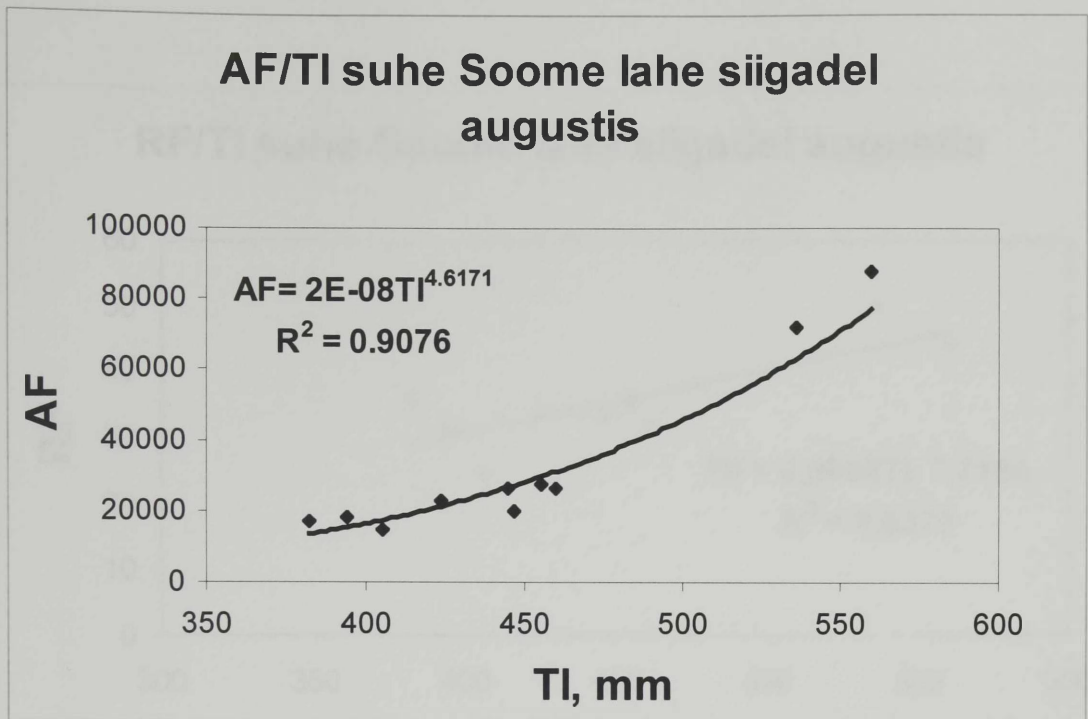
Vanus aastates	♂		♀	
	%	n	%	n
2	33	3	-	-
3	43	7	14	7
4	64	11	50	30
5	74	19	63	43
6	100	6	68	22
7	75	4	100	5
8	100	2	100	2
9	100	2	100	1
11			100	1

Augustis püütud siigade puhul oli gonaadide arengu järgi juba visuaalselt hästi tuvastatav kalade jaotumine kahte rühma: samal sügisel kudevateks ja mittekedevateks. Sarnane jaotus ilmneb ka joonistelt 10-13; eriti indeksi GSI väärtuste järgi (joonised 11 ja 13): rühmal emaskaladel on GSI väärtused valdavalt vahemikus 4-9% (maksimaalselt 10,5%), teisel rühmal (sügisel mittekedevad kalad) on GSI väärtused valdavalt alla 1%. Isaskaladel on samal sügisel kudevate isendite GSI augustis valdavalt vahemikus 1-3% (maksimaalselt 3,2%), mittekedevatel kaladel alla 0,5%.

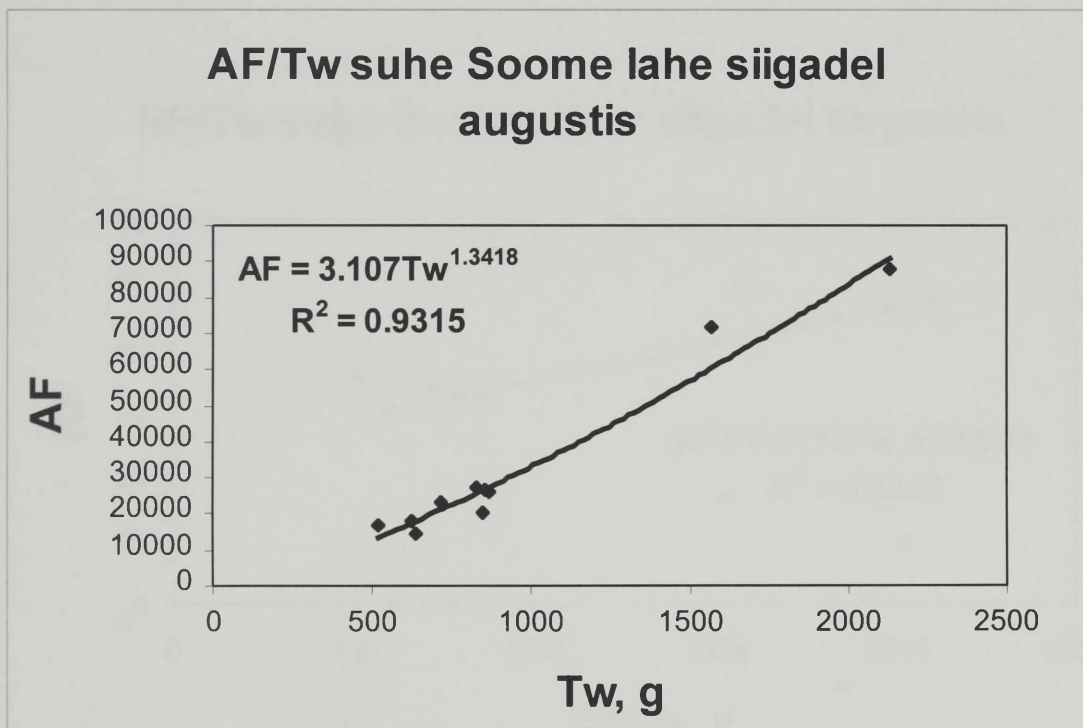
AF ja RF määrati kokku kümnel 1997. aasta augustis Soome lahest püütud isendil. Neli kala oli püütud Käsnu lahest ja kuus Vaindloo saare ümbrusest. Tulemused on ära toodud joonistel (joon. 6-9). Leiti tugev positiivne korrelatsioon nii suhtes AF/Tl kui suhtes AF/Tw. Positiivne korrelatsioon oli suurem AF/Tw suhtes ($R^2=0,9315$); (AF/Tl puhul oli $R^2=0,9076$).

Viljakus oli suurim 2132,4 g raskel, 526 mm pikal isendil, kelle AF oli 87 736 marjatera. Selline AF on kirjanduse andmetel omane vaid anadroomse vormi suurematele isenditele (Lehtonen, 1981). Väikseim AF (14 383 marjatera) oli 635,9 g raskel, 405 mm pikal isendil. Keskmine AF väärtus oli 33 172 marjatera.

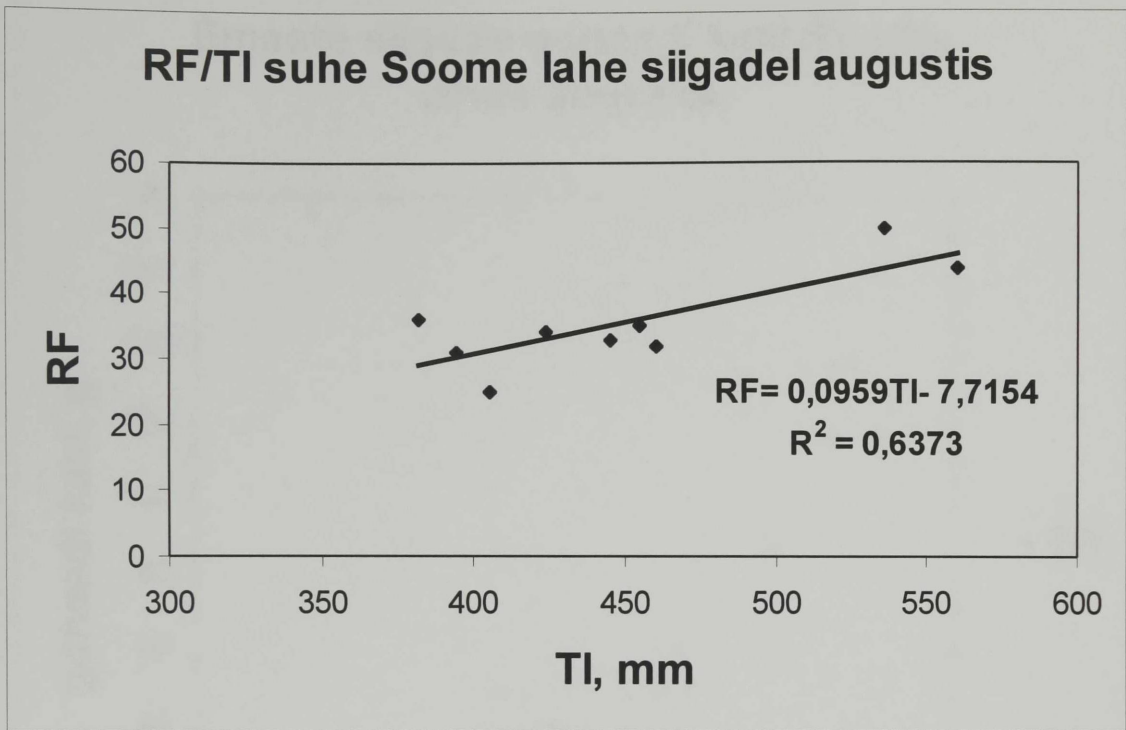
Suhteline viljakus RF varieerus uuritud kaladel 25-50 marjaterani, olles keskmiselt 34 marjatera. Suurim RF (50 marjatera) oli 1570,2 g raskel, 536 mm pikal isendil. Väikseim RF (25 marjatera) oli 846 g raskel, 447 mm pikal isendil.



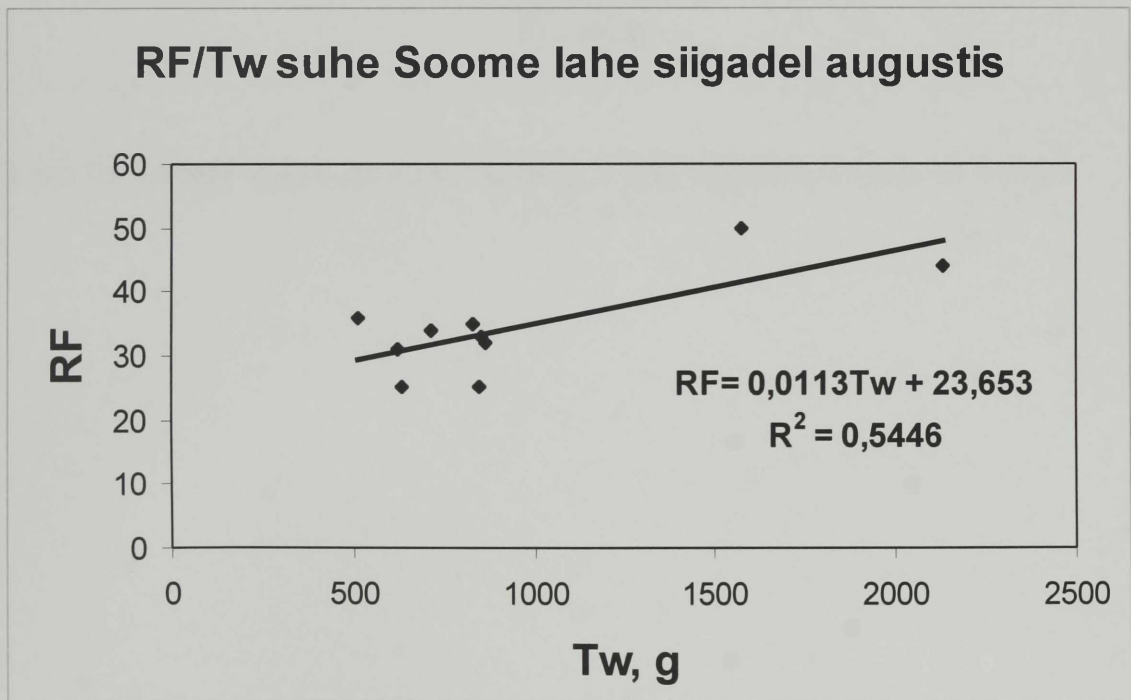
Joon. 6. Absoluutse viljakuse (AF) ja üldpikkuse (Tl) suhe Soome lahe siigadel augustis 1997.



Joon. 7. Absoluutse viljakuse (AF) ja üldmassi (Tw) suhe Soome lahe siigadel augustis 1997.

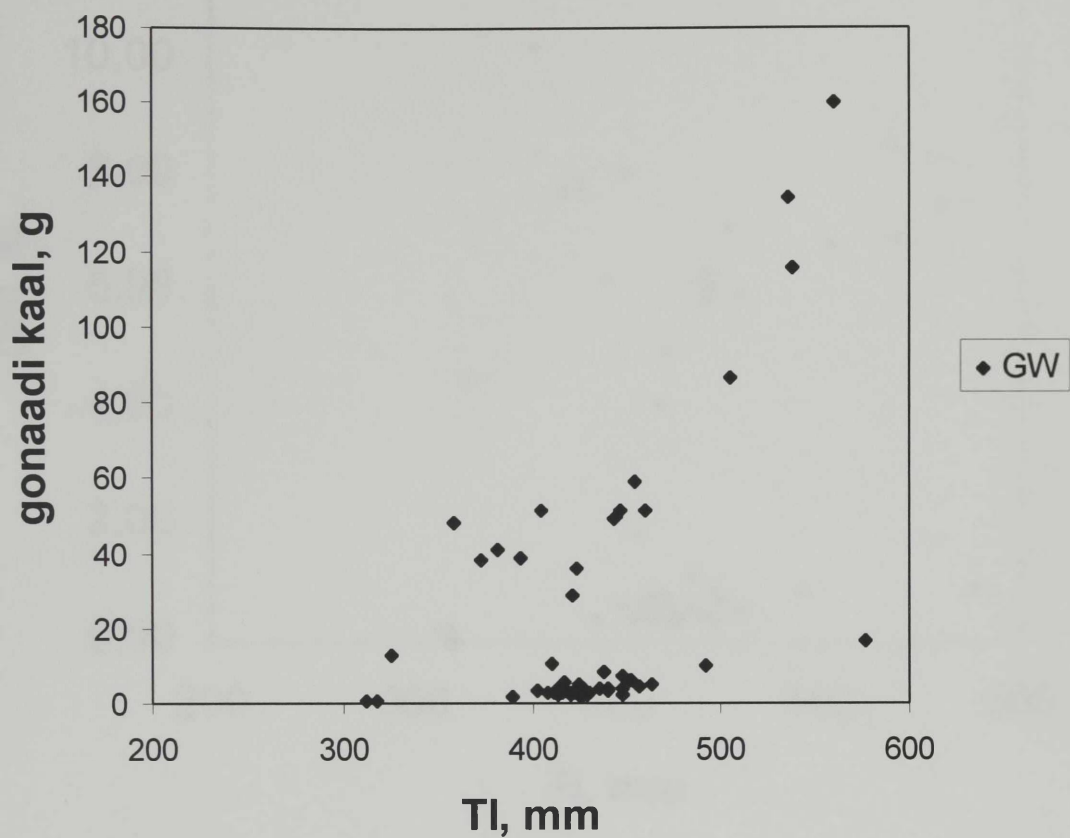


Joon. 8. Suhtelise viljakuse (RF) ja üldpikkuse (TI) suhe Soome lahe siigadel augustis 1997.

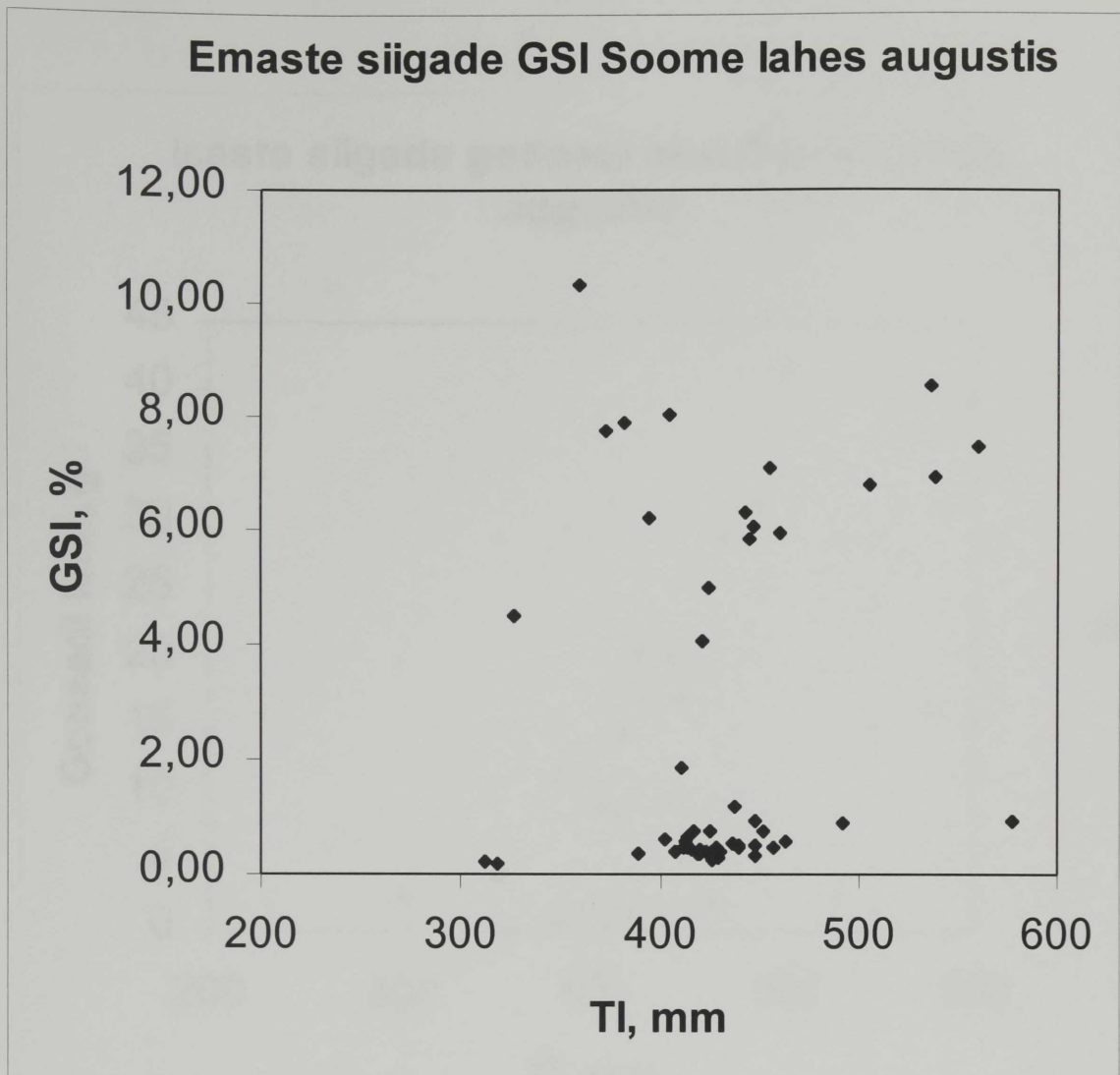


Joon. 9. Suhtelise viljakuse (RF) ja üldmassi (Tw) suhe Soome lahe siigadel Augustis 1997.

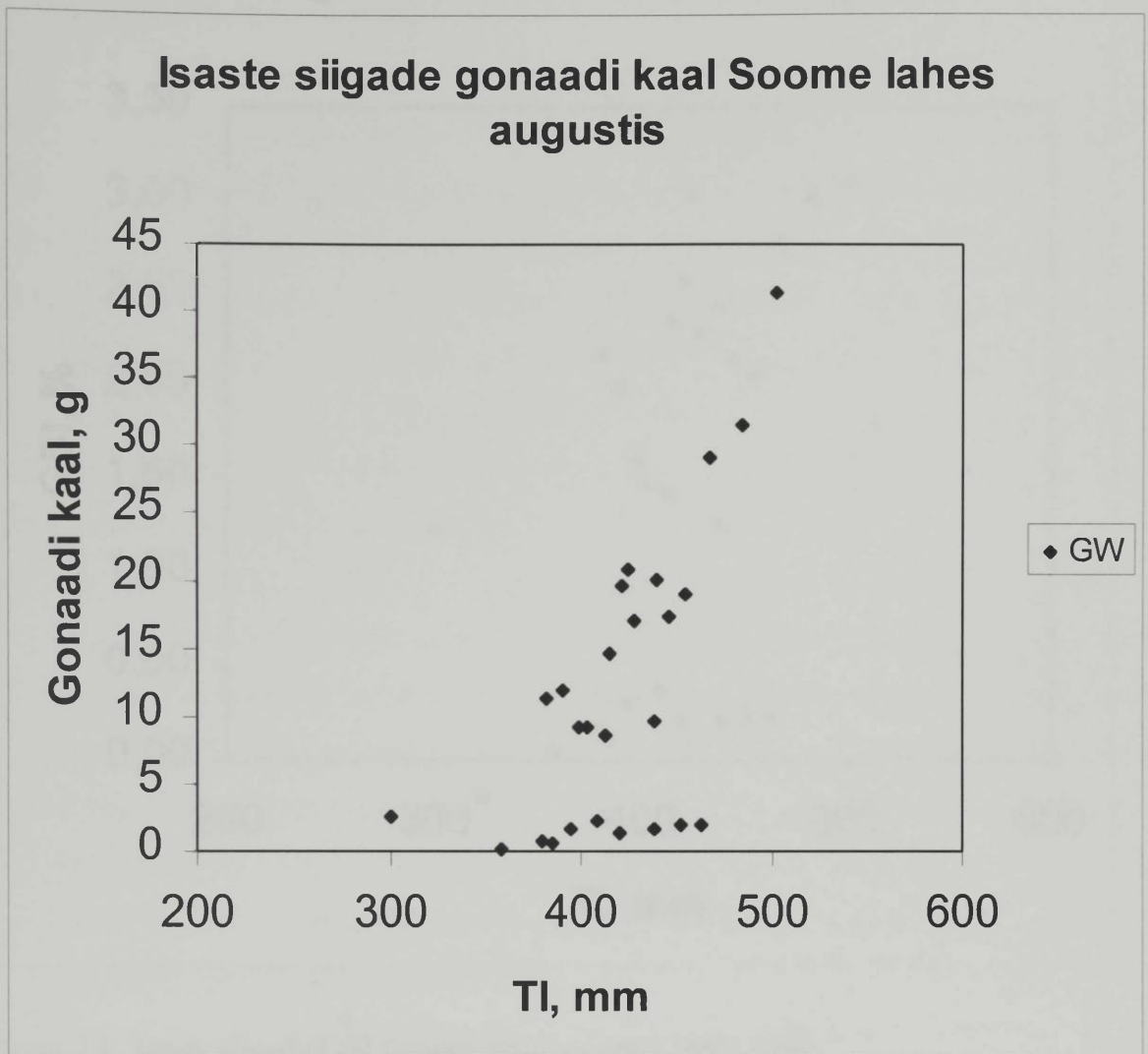
Emaste siigade gonaadi kaal Soome lahes augustis



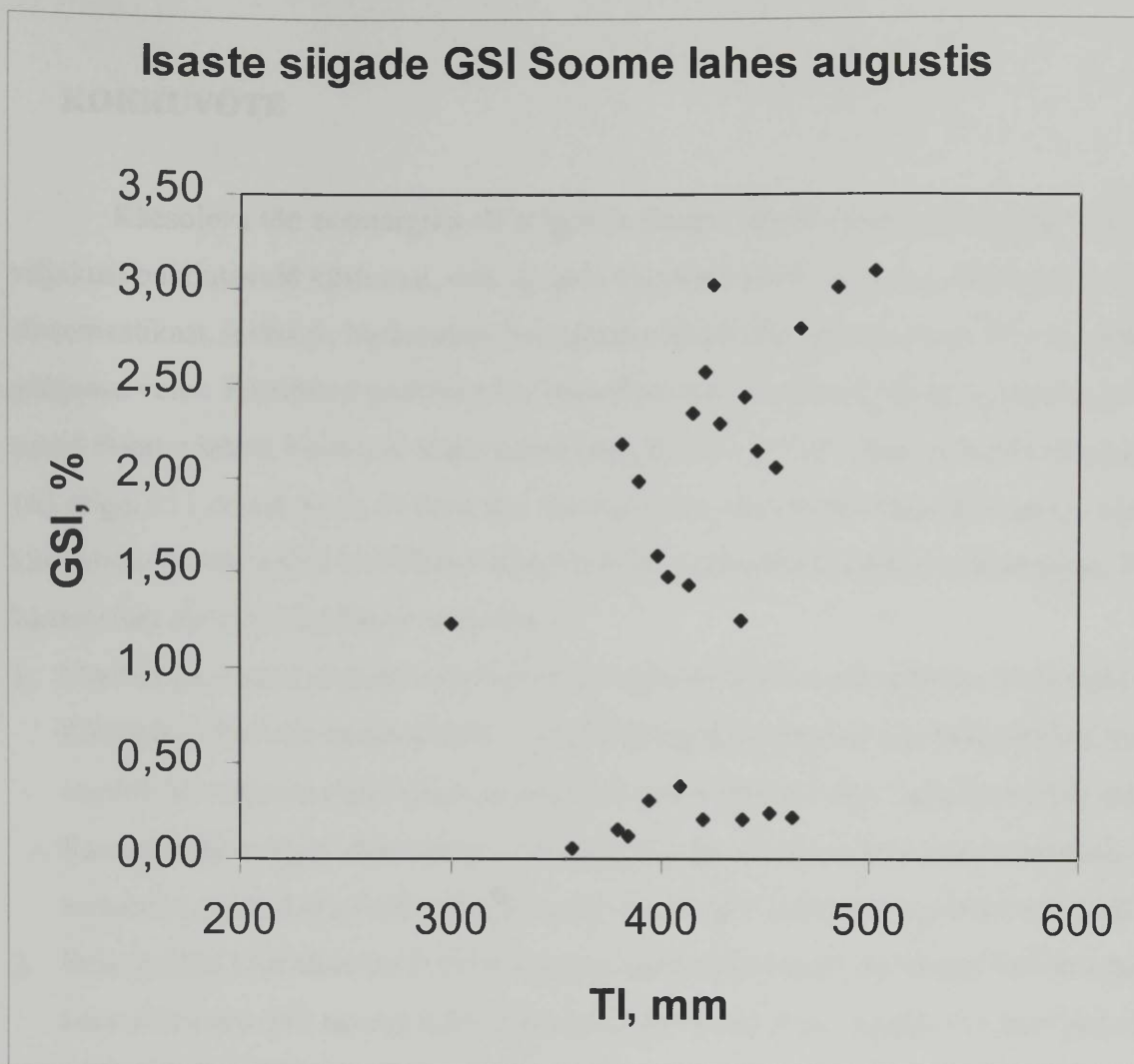
Joon. 10. Emaste siigade gonaadi kaal Soome lahe siigadel augustis 1997-1998.



Joon. 11. Emaste siigade GSI Soome lahes augustis 1997-1998.



Joon.12. Isaste siigade gonaadi kaal Soome lahes augustis 1997-1998.



Joon. 13. Isaste siigade GSI Soome lahes augustis 1997-1998.

KOKKUVÕTE

Käesoleva töö eesmärgiks oli selgitada Soome lahe Eesti rannikul esineva siia kasvu ja viljakust puudutavaid küsimusi, samuti anda ülevaade siia *Coregonus lavaretus* L. s. l. süstemaatikast, levikust, bioloogiast ja majanduslikust tähtsusest Soome lahe ja Läänemere põhjaosa vetes. Püstitatud probleemide lahendamiseks kasutati erialast kirjandust ja 1997.- 1998. aastal Soome lahest Vaindloo saare ümbrusest, Käsmu ja Eru lahest püütud materjali. Analüüsiiti 165 siiga, 111 emaskala ja 54 isaskala. Saadud andmeid kasutati kasvukiirust ja viljakust käsitlevate parameetrite leidmiseks ning võrreldi kirjanduses leiduvate andmetega. Peamised käesolevast tööst tehtud järeldused olid:

1. Uuritud piirkonna siigade kasvukiirus oli suurem kui siia mereskudeval vormil Pernajas, Põhjalahes Poris ja anadroomsel vormil Soome lahe idaosas; aga väiksem kui mereskudeval vormil Ahvenamaa saarestikus ja anadroomsel vormil Soome lahes Kymijoki piirkonnas. Kasvukiiruse põhjal võib oletada mõlema, nii mereskudeva kui anadroomse siiavormi esinemist uuritud materjalis. Kahe vormi erinevuste kohta on vajalikud edasised uuringud.
2. Emaskalade kasvukiirus oli veidi kõrgem isaskalade omast, kuna aga mõlema sugupoole kasvukiirustes olid suured individuaalsed erinevused, siis sugupoolte kasvukiiruses statistiliselt olulisi erinevusi ei ilmnenu.
3. Uuritud piirkonnas saavutasid siiad suguküpsuse emased valdavalt 4-6 aasta vanuselt, isased 3-5 aasta vanuselt. Väikseim suguküps, sügisel kudema valmistuv emane siig oli kolmeaastane, 242 mm (Tl) pikk, 175 g (Tw) kaaluv isend. Väikseim suguküps isane siig oli kaheaastane, 245 mm (Tl) pikk, 106 g (Tw) kaaluv isend.
4. Augustis oli juba selgelt eristatav mõlemat sugu kalade jaotumine kahte rühma: samal sügisel kudevateks (GSI väärtus emastel valdavalt 4-9%, isastel 1-3%) ja mittekudevateks (GSI väärtus emastel alla 1%, isastel alla 0,5%).
5. Absoluutne viljakus AF oli 14 383-87 736 (keskmine 33 172) marjatera, suhteline viljakus RF (gonaadideta kaalu suhtes) 25-50 (keskmine 34) marjatera. Leiti tugev positiivne korrelatsioon suhetes AF/Tl ja AF/Tw. Korrelatsioon oli suurem AF/Tw puhul. $(AF)=3,107(Tl)^{4,6171}$, $n=10$, $R^2=0,9076$ ja $(AF)=3,107(Tw)^{1,3418}$, $n=10$, $R^2=0,9315$. Suhtelise viljakuse puhul olid korrelatsioonid väiksemad, $(RF)=0,0959Tl-7,7154$, $n=10$, $R^2=0,6373$ ja $(RF)=0,0113Tw+23,653$, $n=10$, $R^2=0,5446$.

KIRJANDUS

Берг, Л. С. 1948. Рыбы пресных вод СССР и сопредельных стран. Часть 1: 1-466.

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. Вопр.Ихт. 12(6): 1048-1056.

Канеп, С. В. 1974. Общие закономерности роста и полового созревания сига в водоемах СССР. Вопр. Ихт. 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. Малотычиный сиг Финского залива. Изв. ВНИОРХ, 38: 95-109.

Решетников, Ю. С. 1967. Периодичность размножения у сигов. Вопр. Ихт. 7(6): 1019-1031.

Решетников, Ю. С. 1980. Экология и систематика сиговых рыб, с. 1-301.

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

Aps, R. 1996. Eesti kalandus 1996. Tallinn: 1-132.

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

Ausen, V. 1976. Age, growth, population size, mortality and yield in the whitefish (*Coregonus lavaretus* L.) of Haugatjern –a eutrophic Norwegian lake. Norw. J. Zool. 24: 379-405.

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.
- Eesti punane raamat. Tartu, Eesti TA Looduskaitse Komisjon. 1998: 1-149.
- Freeberg, M. H., Taylor, W. W. & Brown, R. W. 1990. Effect of egg and larval survival on year-class strength on lake whitefish in Grand Traverse Bay, Lake Michigan. *Trans. Am. Fish. Soc.* 119: 92-100.
- Healey, M. C. & Nicol, C. W. 1975. Fecundity comparisons for various stocks of lake whitefish, *Coregonus clupeaformis*. *J. Fish. Res. Bd. Canada Techn. Rep.* 384: 1-19.
- Himberg M. 1970. A systematic and zoogeographic study of some North European coregonids. *Biology of coregonid fishes*. Ed. CC. Lindsey and C.S. Woods. Winnipeg. Univ. Manitoba Press: 31-83.
- 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.
- Ikonen, E. 1980. Migration of river-spawning whitefish in the Gulf of Finland.-ICES, C. M./ M: 13 Anadromous and catadromous fish committee: 11 pp.
- Laaniste, V. 1976. Merisiia kasvatamisest Eesti NSV-s. Diplomitöö. Tartu Ülikool, Zooloogia ja Hüdrobioloogia Instituut: 1-64.
- Lehtonen, H. & Himberg, M. 1978. Siikakannoista ja siikasaalista merialueella. *Suomen Kalastuslehti*, 85(7), p. 176-179.

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

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. & 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., 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, P. & Kjellman, J. 1993. Variability of freshwater fish populations in the Gulf of Bothnia. Aqua Fennica 23(2): 209-220.

Leskelä, A., Hudd, R., Lehtonen, H., Huhmarniemi, A. & Sandström, O. 1991. Habitats of whitefish (*Coregonus lavaretus* L.) larvae and the dispersal of larvae from river to sea. J. Fish Biol. 41: 417-423.

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 1974(4): 160-217.

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

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

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. & Angström, C. 1998. The reliability of whitefish (*Coregonus lavaretus* (L.)) age determination-differences between methods and between readers. Ecology of Freshwater Fish, 7: 25-35.

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

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

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

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. European whitefish, *Coregonus lavaretus* (L.) s. l., Baltic sea forms. Avaldamata andmed.

Thoreson, G. 1993. Guidelines for coastal monitoring. Kustrapport, 1993: 1, 35 p.

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* Svärdsön, in the Bay of Bothnia. Aquilo ser. Zool. 13: 109-114.

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

Viljanen, M. 1988. Relations between egg and larval abundance, spawning stock and recruitment in vendace (*Coregonus albula* L.). Finn. Fish. Res. 9: 271-289.

GROWTH AND FECUNDITY OF WHITEFISH IN THE GULF OF FINLAND

SUMMARY

The aim of the present study was to investigate growth rate and fecundity of whitefish *Coregonus lavaretus* L. s. l. in the Gulf of Finland. In addition, overviews on systematics, distribution, biology and economic importance of this species in the Gulf of Finland and in the Northern Baltic is given. Material was collected using gill nets during coastal fish monitoring (Thoresson, 1993) in August and October 1997-1998 in coastal waters of the Vaindloo island and in bays of Käsmu and Eru. Altogether 165 fish (111 females and 54 males) were analyzed. The main findings were as follows.

1. Growth rate was higher than in sea-spawning whitefish in Pernaja (Gulf of Finland), Pori (Northern Baltic) and in migratory whitefish in the eastern part of the Gulf of Finland, but lower than in sea-spawning whitefish in the Archipelago sea and in anadromous whitefish in Kymijoki area. It is speculated that both sea-spawning and migratory inhabits the study area, however, this question needs further confirmation.
2. Growth rate of females was slightly higher than in males. However, due to large individual variations, mean growth rate of females and males was statistically insignificant.
3. Females attained sexual maturity usually at an age of 4-6 years, males at 3-5 years. The smallest mature female was 3 years old (Tl 242 mm, Tw 175 g), the smallest mature male was 2 years old (Tl 245 mm, Tw 106 g).
4. Fishes which will spawn in the following autumn can distinguished (by their stage of gonad development and GSI values) already in August.
5. Absolute fecundity (AF) was 14.383-87.736 (mean 33.172) eggs, relative fecundity (RF) (per weight without gonads) was 25-50 (mean 34) eggs. $(AF)=3,107(Tw)^{4.6171}$, $n=10$, $R^2=0,9076$ and $(AF)=3,107(Tw)^{1.3418}$, $n=10$, $R^2=0,9315$. $(RF)=0,0959Tl-7,7154$, $n=10$, $R^2=0,6373$ and $(RF)=0,0113Tw+23,653$, $n=10$, $R^2=0,5446$.

1998 1. Tabel sigade d'ya klasifikasi...

No	Detail
1	
2	
3	
4	
5	
6	
7	
8	
9	
10	
11	
12	
13	
14	
15	
16	
17	
18	
19	
20	
21	
22	

LISAD

Lisa 1. Tabel siigade üldpikkuste T1 (mm) kohta püükides Soome lahest 1997-1998 (august-oktoober).

Vanus aastates	Tunnus	♀	♂	♀+♂
2	\bar{x}		251	251
	lim		210-299	210-299
	SD		44,84	44,84
	n		3	3
3	\bar{x}	308	309	308
	lim	241-415	281-390	241-415
	SD	58,78	36,85	47,13
	n	7	7	14
4	\bar{x}	403	395	400
	lim	309-463	323-455	309-463
	SD	35,07	34,43	34,65
	n	30	11	41
5	\bar{x}	430	414	425
	lim	382-505	317-483	317-505
	SD	26,36	37,77	30,77
	n	43	19	62
6	\bar{x}	443	423	439
	lim	373-496	380-464	373-496
	SD	34,99	33,05	35,00
	n	22	6	28
7	\bar{x}	493	447	469
	lim	429-538	410-470	410-538
	SD	52,79	23,24	45,57
	n	5	5	10
8	\bar{x}	468	446	457
	lim	461-475	434-458	434-475
	SD	9,90	16,97	17,03
	n	2	2	4
9	\bar{x}	577	485	516
	lim	577	467-503	467-577
	SD	0	25,46	56,08
	n	1	2	3
11	\bar{x}		560	560
	lim		560	560
	SD		0	0
	n		1	1

Lisa 2. Tabel siigade keskmiste üldmasside T_w (g) kohta püükides Soome lahest 1997-1998 (august-oktoober).

Vanus aastates	Tunnus	♀	♂	♀+♂
2	\bar{x}		125,1	125,1
	lim		73,4-195,8	73,4-195,8
	SD		63,39	63,39
	n		3	3
3	\bar{x}	276,1	245,1	260,6
	lim	105,7-615,1	175,3-245,1	105,7-615,1
	SD	161,84	106,15	132,47
	n	7	7	14
4	\bar{x}	600,5	568,8	592,0
	lim	252,0-898,4	281,5-920,8	252,0-920,8
	SD	139,65	174,59	148,20
	n	30	11	41
5	\bar{x}	729,7	661,9	708,9
	lim	505,6-1270,9	271,8-1048,0	271,8-1270,9
	SD	170,43	176,15	173,64
	n	43	19	62
6	\bar{x}	813,9	720,9	794,0
	lim	490,0-1179,0	509,0-720,9	490,0-1179,0
	SD	209,54	147,12	199,17
	n	22	6	28
7	\bar{x}	1190,1	798,4	994,3
	lim	683,2-1659,6	580,4-960,0	580,4-1659,6
	SD	447,49	140,63	374,73
	n	5	5	10
8	\bar{x}	1091,5	820,8	956,2
	lim	1045,0-1138,0	753,6-888,0	753,6-1138,0
	SD	65,76	95,04	169,94
	n	2	2	4
9	\bar{x}	1789,0	1190,7	1390,1
	lim	1789,0	1042,9- 1338,4	1042,9- 1789,0
	SD	0	208,95	375,73
	n	1	2	3
11	\bar{x}	2132,4		2132,4
	lim	2132,4		2132,4
	SD	0		0
	n	1		1

Lisa 3. Tabel siigade tagasiarvutatud pikkuskasvu (Tl, mm) kohta Soome lahes.

Vanus aastates	Tunnus	♀	♂	♀+♂
1	\bar{x}	122	118	121
	lim	67-175	68-172	67-175
	SD	26,30	28,17	26,94
	n	111	55	166
2	\bar{x}	210	208	209
	lim	140-292	123-322	123-322
	SD	32,24	37,35	33,85
	n	111	52	163
3	\bar{x}	298	292	296
	lim	188-391	224-417	188-417
	SD	40,85	46,39	42,54
	n	104	45	149
4	\bar{x}	360	346	356
	lim	218-440	276-464	218-464
	SD	37,78	42,47	39,64
	n	74	34	108
5	\bar{x}	395	369	387
	lim	265-465	322-420	265-465
	SD	44,28	29,16	41,61
	n	31	15	46
6	\bar{x}	427	403	415
	lim	308-506	373-450	308-506
	SD	64,00	26,67	49,13
	n	9	9	18
7	\bar{x}	433	430	432
	lim	359-511	408-468	359-511
	SD	62,16	27,94	44,64
	n	4	4	8
8	\bar{x}	482	466	474
	lim	410-555	447-485	410-555
	SD	102,53	26,87	61,93
	n	2	2	4
9	\bar{x}	475		475
	lim	475		475
	SD	0		0
	n	1		1
10	\bar{x}	526		526
	lim	526		526
	SD	0		0
	n	1		1

Lisa 4. Töös kasutatud algandmete tabel (Välitöödel 1997-1998 kohapeal mõõdetud väärtused).

Püügi koht	Püügi aeg	T1	Tw	Sugu	Kudemis-küpsus	Gw
Käsmu laht	18. 08. 1997.	536	1570,2	0	+	134,8
Käsmu laht	18. 08. 1997	400	613	0	-	
Käsmu laht	18. 08. 1997	577	1789	0	+	16,4
Käsmu laht	18. 08. 1997	560	2132,4	0	+	160,2
Käsmu laht	18. 08. 1997	405	635,9	0	+	51,2
Käsmu laht	18. 08. 1997	447	846	0	+	51,3
Käsmu laht	18. 08. 1997	382	523,2	1	+	11,4
Käsmu laht	18. 08. 1997	416	662,1	0	-	2,8
Käsmu laht	18. 08. 1997	443	773,4	0	+	49
Käsmu laht	18. 08. 1997	165	34	1	-	
Käsmu laht	18. 08. 1997	182	46,3	3	-	
Käsmu laht	18. 08. 1997	446	803,5	1	+	17,3
Käsmu laht	18. 08. 1997	438	719	0	+	8,4
Käsmu laht	18. 08. 1997	457	937,3	0	+	4,3
Käsmu laht	18. 08. 1997	425	700,8	0	+	2,6
Käsmu laht	18. 08. 1997	420	668,3	1	+	1,4
Käsmu laht	18. 08. 1997	420	645,5	0	+	2,2
Käsmu laht	18. 08. 1997	426	638,4	0	+	1,7
Käsmu laht	18. 08. 1997	452	815,3	0	+	6
Käsmu laht	18. 08. 1997	415	621,7	1	+	14,6
Käsmu laht	18. 08. 1997	403	536,9	0	+	3,2
Käsmu laht	18. 08. 1997	421	699,4	0	+	28,6
Käsmu laht	18. 08. 1997	413	570,2	0	+	3,3
Käsmu laht	18. 08. 1997	423	698	0	+	2,8
Käsmu laht	18. 08. 1997	438	767	1	+	9,6
Käsmu laht	18. 08. 1997	429	683,2	0	+	2
Käsmu laht	18. 08. 1997	448	806,6	0	+	3,9
Käsmu laht	18. 08. 1997	395	558,6	1	+	1,7

Käsmu laht	18. 08. 1997	241	105,7	0	-	
Käsmu laht	18. 08. 1997	414	505,6	0	-	2,3
Käsmu laht	18. 08. 1997	168	31,7	3	-	
Käsmu laht	18. 08. 1997	242	175	0	+	
Käsmu laht	18. 08. 1997	317	271,8	1	-	
Käsmu laht	18. 08. 1997	323	281,5	1	-	
Käsmu laht	19. 08. 1997	538	1659,6	0	+	115,7
Käsmu laht	19. 08. 1997	505	1270,9	0	+	86,5
Käsmu laht	19. 08. 1997	408	660,2	0	+	2,5
Käsmu laht	19. 08. 1997	448	711	0	+	2,3
Käsmu laht	19. 08. 1997	389	519,3	0	+	1,9
Käsmu laht	19. 08. 1997	463	898,4	0	+	5
Käsmu laht	19. 08. 1997	402	537,3	1	-	
Käsmu laht	19. 08. 1997	455	920,8	1	+	1,9
Käsmu laht	19. 08. 1997	452	835	1	+	2
Käsmu laht	19. 08. 1997	436	657,5	0	+	3,6
Käsmu laht	19. 08. 1997	409	602,7	1	+	2,3
Käsmu laht	19. 08. 1997	399	576,7	1	+	9,2
Käsmu laht	19. 08. 1997	440	760,1	0	+	3,9
Käsmu laht	19. 08. 1997	417	715,1	0	+	5,3
Käsmu laht	19. 08. 1997	301	199,3	3	-	
Vaindloo	21. 08. 1997	445	853,3	0	+	49,9
Vaindloo	21. 08. 1997	485	1048	1	+	31,5
Vaindloo	21. 08. 1997	425	690,9	1	+	20,9
Vaindloo	21. 08. 1997	492	1116,4	0	-	10,1
Vaindloo	21. 08. 1997	440	680,5	0	-	3,1
Vaindloo	21. 08. 1997	424	716,2	0	+	35,8
Vaindloo	21. 08. 1997	503	1338,4	1	+	41,4
Vaindloo	21. 08. 1997	439	828	1	-	1,7
Vaindloo	21. 08. 1997	421	769,3	1	+	19,7
Vaindloo	21. 08. 1997	419	714,3	0	-	2,5
Vaindloo	21. 08. 1997	463	866,5	1	-	1,9

Vaindloo	21. 08. 1997	440	826,4	1	+	20,1
Vaindloo	21.08. 1997	455	828,7	0	+	58,9
Vaindloo	21. 08 1997	430	692	0	-	2,6
Vaindloo	21. 08. 1997	413	598,4	1	+	8,6
Vaindloo	21. 08. 1997	420	684	0	-	2,9
Vaindloo	21. 08. 1997	411	565,5	0	-	10,5
Vaindloo	21. 08. 1997	425	628,7	0	-	4,7
Vaindloo	21. 08. 1997	460	863,5	0	+	51,6
Vaindloo	21. 08. 1997	428	745,1	1	+	17,1
Vaindloo	21. 08. 1997	385	478,6	1	-	0,6
Vaindloo	21. 08. 1997	412	649,1	0	-	3
Vaindloo	21. 08. 1997	403	619,3	1	+	9,2
Vaindloo	21. 08. 1997	448	786,1	0	-	7,2
Vaindloo	21. 08. 1997	467	1042,9	1	+	29,1
Vaindloo	21. 08. 1997	414	631,4	0	-	4,1
Vaindloo	21. 08. 1997	428	684,9	0	-	3,1
Vaindloo	21. 08. 1997	394	623,7	0	+	38,8
Vaindloo	21. 08. 1997	380	509	1	+	0,8
Vaindloo	21. 08. 1997	382	515,1	0	+	40,7
Vaindloo	21. 08. 1997	358	372,6	1	-	0,2
Vaindloo	21. 08. 1997	326	282,8	0	+	12,7
Vaindloo	21. 08. 1997	300	202,4	1	+	2,5
Vaindloo	21. 08. 1997	318	315	0	-	0,6
Vaindloo	21. 08. 1997	312	269,8	0	-	0,6
Vaindloo	21. 08. 1997	303	225,6	1	-	
Vaindloo	21. 08. 1997	301	228,5	0	-	
Vaindloo	21. 08. 1997	210	73,4	1	-	
Käsmu laht	17. 10. 1997	496	1083,8	0	+	
Käsmu laht	17. 10. 1997	519	1264,3	0	+	
Käsmu laht	17. 10. 1997	413	602,4	0	+	
Käsmu laht	17. 10. 1997	428	724	1	+	
Käsmu laht	17. 10. 1997	386	563,1	1	+	

Käsmu laht	17. 10. 19971	382	529,7	0	+	
Käsmu laht	17. 10. 1997	388	571,2	0	+	
Käsmu laht	17. 10. 1997	428	626,3	0	+	
Käsmu laht	18. 10. 1997	407	593,9	0	+	
Eru laht	18. 10. 1997	388	518,5	1	+	
Eru laht	18. 10. 1997	420	656,9	1	-	
Eru laht	18. 10. 1997	400	539,5	0	-	
Eru laht	18. 10. 1997	403	647,3	0	-	
Eru laht	18. 10. 1997	410	632,7	0	-	
Eru laht	18. 10. 1997	433	653,1	0	-	
Eru laht	18. 10. 1997	372	456,3	0	-	
Eru laht	18. 10. 1997	426	705,2	0	-	
Eru laht	18. 10. 1997	403	583,9	0	+	
Eru laht	18. 10. 1997	398	498	0	-	
Eru laht	18. 10. 1997	409	543	0	-	
Eru laht	18. 10. 1997	422	595,1	0	-	
Eru laht	18. 10. 1997	402	548,1	1	-	
Eru laht	18. 10.1997	416	709,3	0	-	
Eru laht	18. 10. 1997	460	848,7	0	-	
Eru laht	18. 10. 1997	429	733,5	0	-	
Eru laht	18. 10. 1997	434	753,6	1	+	
Eru laht	18. 10. 1997	365	451,6	0	-	
Eru laht	18. 10. 1997	390	480,8	1	-	
Eru laht	18. 10. 1997	415	615,1	0	-	
Eru laht	18. 10. 1997	309	239,9	1	-	
Eru laht	18. 10. 1997	299	195,8	1	-	
Eru laht	18. 10. 1997	323	286,3	0	+	
Eru laht	18. 10. 1997	320	252,2	0	-	
Käsmu laht	22. 08. 1998	359	465	0	+	
Käsmu laht	22. 08. 1998	406	580	0	+	
Käsmu laht	22. 08. 1998	405	673	0	+	
Käsmu laht	22. 08. 1998	373	490	0	+	

Käsmu laht	22. 08. 1998	291	204	1	+	
Käsmu laht	22. 08. 1998	293	219	3	-	
Käsmu laht	22. 08. 1998	340	381	1	+	
Käsmu laht	22. 08. 1998	281	188	1	+	
Käsmu laht	22. 08. 1998	245	106	1	+	
Käsmu laht	22. 08. 1998	190	50	3	-	
Käsmu laht	23. 08. 1998	432	762	0	+	
Käsmu laht	23. 08. 1998	392	528	1	+	
Käsmu laht	24. 08. 1998	445	773	1	+	
Käsmu laht	24. 08. 1998	427	719	0	+	
Käsmu laht	24. 08. 1998	405	603	0	+	
Käsmu laht	24. 08. 1998	443	743	0	+	
Käsmu laht	24. 08. 1998	384	591	0	+	
Käsmu laht	24. 08. 1998	382	522	0	+	
Käsmu laht	24. 08. 1998	430	856	1	+	
Käsmu laht	24. 08. 1998	385	640	0	+	
Käsmu laht	24. 08. 1998	445	812	1	+	
Käsmu laht	24. 08. 1998	462	997	0	+	
Käsmu laht	24. 08. 1998	470	960	1	+	
Käsmu laht	24. 08. 1998	309	252	0	+	
Käsmu laht	? 08. 1998	410	616,7	0	+	
Käsmu laht	? 08. 1998	283	162,3	0	-	
Käsmu laht	? 08. 1998	397	518	0	+	
Vaindloo	26. 08. 1998	432	848	0	+	
Vaindloo	26. 08. 1998	421	666	0	-	
Vaindloo	26. 08. 1998	490	799	0	-	
Vaindloo	26. 08. 1998	408	644	0	-	
Vaindloo	26. 08. 1998	450	862	0	-	
Vaindloo	26. 08. 1998	427	710	0	-	
Vaindloo	26. 08. 1998	458	888	1	+	
Vaindloo	26. 08. 1998	472	943	0	-	
Vaindloo	26. 08. 1998	463	1135	0	+	

Vaindloo	26. 08. 1998	396	564	0	-	
Vaindloo	27. 08. 1998	477	1029	0	+	
Vaindloo	27. 08. 1998	464	804	1	+	
Vaindloo	27. 08. 1998	413	604	0	-	
Vaindloo	27. 08. 1998	406	612	0	-	
Vaindloo	27. 08. 1998	475	1138	0	+	
Vaindloo	27. 08. 1998	485	1179	0	+	
Vaindloo	27. 08. 1998	495	1258	0	+	
Vaindloo	27. 08. 1998	461	1045	0	+	
Vaindloo	27. 08. 1998	494	1162	0	+	