

Pohjois-Suomen Kalatutkimus 1973 (2): 31-54

Ichthyologia Fennica Borealis 1973 (2): 31-54

tenhunen, A. & Lind, E.A. 1973: Tagesaktivität  
des Barsches, *Perca fluviatilis* L., in Naturpopula-  
tionen nahe des Polarkreises. (Selostus: Ahvenen, *Perca*  
*fluviatilis* L., vuorokausiaktiivisuudesta lähellä napa-  
piiriä). - Ichthyol. Fenn. borealis 1973 (2): 31-54.

Oulu 1973

## I. Einleitung

Alabaster & Robertson (1961) haben in Laboratoriumsverhältnissen festgestellt, dass die Aktivitätsgipfel des Barsches einerseits am Abend bei Sonnenuntergang und andererseits am Morgen bei Sonnenaufgang vorkommen.

In Finnland hat Sumari (1963) im Zusammenhang mit den Tauchuntersuchungen gezeigt, dass die Barsche in der Nacht nur wenig schwimmen; oftmals kann man sie auf dem Boden ruhig liegen sehen. Auf Futtersuche sind sie am Tage. Das Verhalten zur Laichzeit und im Winter ist schon früher beschrieben worden (s. Lind et al. 1972, Ellonen & Lind 1973).

Die nun vorliegende Untersuchung bildet einen Teil der Arbeiten, die seit 1967 durchgeführt wurden. Die Absicht war, beim Fischfang mit verschiedenen Methoden, die Tagesrhythmik in den Naturverhältnissen ausserhalb der Laichzeit zu erklären. Einige Gesichtspunkte sind früher beleuchtet worden (Lind & Tenhunen 1970).

## II. Material und Methoden

### 1. Untersuchungsgebiete und -zeit

Das Material ist in den Jahren 1967-1970 gesammelt worden. Es beschränkt sich auf die Sommer. Die Zahl und Verteilung der Beobachtungstage sind aus Abb. 2-6 zu sehen.

Die frühesten Beobachtungen wurden am Salmijärvi-See im Kirchspiel Kiuruvesi gemacht ( $63^{\circ}$  N,  $28^{\circ}$  E). Der See ist etwa 40 ha gross, etwa 15 m tief und hat klares Wasser. Ausser Barschen kommen in diesem See Plötzen (*Rutilus rutilus*), Kaulbarsche (*Acerinus cernua*) und Hechte (*Esox lucius*) zahlreich vor.

Der grösste Teil des Materials stammt aus den Gewässern (Abb. 1), die im Kirchspiel Kuusamo liegen ( $66^{\circ}$  N,  $29^{\circ}$  E). Der Kourulampi-Teich ist etwa 300 m lang, 3.5 ha gross und 13 m tief. Die Grösse der Barschpopulation wurde mit Hilfe von Markierungen errechnet. Es zeigte sich, dass es etwa

850 Barschindividuen/ha und etwa 30 kg/ha gab (Lind et al. 1971 a).

Der Talvilampi-Teich, der in der unmittelbaren Nähe des Kourulampi-Teiches liegt, hat Bachverbindung mit dem Oulankajoki-Fluss. Die Länge des Teiches beträgt etwa 400 m, die Breite 150 m und die Tiefe 16 m. Ausser Barschen ist der Teich von der Plötze, von dem Hechte, von der Elritze, von der Quappe (*Lota lota*) und von der Maräne (*Coregonus*) bewohnt.

Der Ruoppilampi-Teich ist etwa 700 m lang, 18 m tief und 8 ha gross. Ein Bach verbindet diesen Teich mit dem Oulankajoki-Fluss. Folgende Fischarten hat man in dem Teich angetroffen: den Barsch, die Quappe und den Hecht.

Zur Klärung der Aktivität in weiteren Gewässern wurde als Untersuchungsgebiet der Kiutajärvi-See gewählt. Der See ist etwa 2.4 km lang, 200 m breit, 25 m tief und 45 ha gross. Dessen zahlreichste Fischarten sind der Barsch, die Plötze und die Quappe. Der Hecht und die Elritze werden spärlich angetroffen. Die Maräne, der Stichling (*Gasterosteus aculeatus*) sowie die Bachforelle (*Salmo trutta*) sind selten. Mehrere Bäche münden in den See, der seinerseits eine Bachverbindung mit dem Oulankajoki-Fluss hat.

Einige Beobachtungen über die Aktivität in den Flussverhältnissen wurden an einer Verbreiterung des Oulankajoki-Flusses (Haaralampi) gemacht. Diese Verbreiterung ist etwa 500 m lang und 250 m breit. Die zahlreichsten Fischarten sind der Barsch und die Plötze, gewöhnliche Arten sind auch der Hecht, die Quappe, die Maräne, die Elritze, die Seeforelle (*Salmo trutta*) und die Äsche (*Thymallus thymallus*).

## 2. Untersuchungsmethoden

Die Hauptmethode war das Fangen der Barsche mit mehreren Fischzäunen, die aus Kunststoffdraht angefertigt worden waren. Die Durchschnittsgrösse der Maschen variierte zwischen 0.6 und 1.2 cm. Die Fischzäune lagen einen Tag und eine Nacht an der gleichen Stelle. Sie wurden regelmässig entweder jede zweite oder dritte Stunde den ganzen Tag hindurch besichtigt. Im Zusammenhang mit der Besichtigung wurden die

Fische oft gemessen und gewogen und danach freigelassen.

Eine andere Methode war das Fangen mit Netzen. Die Grösse der Maschen variierte zwischen 14 und 30 mm. Die Netze wurden regelmässig jede zweite Stunde besichtigt, wobei die Fische herausgenommen wurden.

Einige Versuche wurden gemacht, die Aktivität auf Grund der tageszeitlichen Verteilung des Auftauchens der Fische an der Wasseroberfläche zu erklären. Um diesen Zweck zu erreichen, wurde die Häufigkeit des Auftauchens an einigen Tagen errechnet. Die besten Möglichkeiten bot der Kourulampi-Teich, weil er nur von Barschen bevölkert ist.

Im August wurde die Aktivität von 3 geschlechtstreifen Barschindividuen in einem Becken beobachtet. Das Becken war 1.5 m lang, 0.5 m breit und 1.2 m hoch. Die Beobachtungen wurden an drei Tagen 5.-7. und 9.-10.VIII.1968 gemacht. Regelmässig jede zweite Stunde wurden die Schwimmbewegungen gezählt.

Im Zusammenhang mit dem Fangen und den Beckenbeobachtungen wurde die Temperatur des Wassers jede zweite oder dritte Stunde den ganzen Tag hindurch gemessen.

### 3. Zusammensetzung des Materials

Insgesamt wurden in Kuusamo 2 720 Barschindividuen gefangen. Das durchschnittliche Gewicht der Fische betrug etwa 50 g und die Beute etwa 20 Ind./Tag.

| Gewicht g<br>(Paino g) | Zahl der Barschindividuen<br>(Yksilömäärä) |
|------------------------|--|
| < 20                   | 23   |
| 20- 40                 | 36   |
| 40- 60                 | 61   |
| 60- 80                 | 19   |
| 80-100                 | 10   |
| 100-120                | 3  |
| >120                   | 1  |

Es wird als Beispiel die Gewichtsverteilung der Kourulampi-Population vorgestellt, wo zwei Grössenklassen vorherrschend zu sein scheinen.

Die Mehrzahl des Materials besteht aus geschlechts-

reifen Individuen. Die Verteilung der Individuenzahl zwischen den verschiedenen Monaten war folgende: Juni 384, Juli 1 981 und August 418 Individuen. Die gewöhnlichen Individuenzahlen/Tag betragen im Juni und im August etwa 50 und im Juli etwa 100 Individuen, obwohl auch an einigen Tagen der Fang erfolglos war.

In Kiuruvesi wurden 34 Individuen gefangen.

### III. Ergebnisse

#### 1. Fang

Juni. - Nach den Beobachtungen am Salmijärvi-See in Kiuruvesi ist die Aktivität zweiphasig. Die Aktivitätsgipfel fallen mit dem Sonnenaufgang und -untergang zusammen. Die Ergebnisse sind aus Abb. 2 zu ersehen. Das Laichen war in Kiuruvesi in den letzten Tagen des Mai zu Ende. Es sei auch darauf hingewiesen, dass die Nächte im Juni hier länger als in Kuusamo sind.

Die Aktivität ist in Kuusamo eingipfelig. Die Gipfel an verschiedenen Tagen kommen am Abend oder um Mitternacht vor (Abb. 3). Zu dieser Zeit bekommt man 2/3 des Barschfanges (s. die beigefügte Zusammenstellung).

| Uhrzeit<br>(Kelloaika) | Barschindividuen (%)<br>(Yksilömäärä %) |
|------------------------|---|
|                        | n=384                                   |
| 12-14                  | 0.3                                     |
| 14-16                  | 1.7                                     |
| 16-18                  | 3.4                                     |
| 18-20                  | 9.9                                     |
| 20-22                  | 29.3                                    |
| 22-24                  | 33.4                                    |
| 00-02                  | 6.1                                     |
| 02-04                  | 4.6                                     |
| 04-06                  | 3.3                                     |
| 06-08                  | 2.6                                     |
| 08-10                  | 2.6                                     |
| 10-12                  | 2.2                                     |

Es gibt Unterschiede zwischen den verschiedenen Jahren. Z.B. erinnert die Verteilung des Fangs Mitte Juni 1970 an

die Verteilung Ende Juni 1968. Das Jahr 1970 war wärmer als das Jahr 1968.

Juli. - Alle Beobachtungen sind in Kuusamo gemacht worden. Die Ergebnisse sind aus Abb. 4-5 zu ersehen.

Die an den letzten Junitagen wahrnehmbare Verschiebung der Aktivität nimmt ihren Fortgang Anfang Juli. Sehr oft sind die Fänge einerseits nachmittags oder abends und andererseits morgens oder vormittags am grössten gewesen. Der Aktivitätsgipfel beim Sonnenuntergang ist manchmal wahrnehmbar. Die zeitliche Verteilung des Fangs ist aus der beigefügten Zusammenstellung zu sehen.

| Uhrzeit<br>(Kelloaika) | Barschindividuen (%)                 | Barschindividuen (%)                   |
|------------------------|--------------------------------------|--|
|                        | 1.-15.VII.; n=980<br>(Yksilömäärä %) | 16.-30.VII.; n=1061<br>(Yksilömäärä %) |
| 12-14                  | 4.7                                  | 3.9                                    |
| 14-16                  | 8.2                                  | 5.9                                    |
| 16-18                  | 18.3                                 | 10.0                                   |
| 18-20                  | 11.4                                 | 17.9                                   |
| 20-22                  | 7.6                                  | 14.6                                   |
| 22-24                  | 12.5                                 | 9.4                                    |
| 00-02                  | 4.5                                  | 5.5                                    |
| 02-04                  | 5.0                                  | 6.4                                    |
| 04-06                  | 6.5                                  | 7.6                                    |
| 06-08                  | 4.6                                  | 8.4                                    |
| 08-10                  | 9.7                                  | 5.4                                    |
| 10-12                  | 7.3                                  | 5.2                                    |

Dessenungeachtet, dass die meisten Aktivitätsgipfel mit den genannten Uhrzeiten zusammenfallen, ist die Aktivität in gewisser Masse unregelmässig. Diese Unregelmässigkeit ist darin zu sehen, dass die Gipfel an verschiedenen Tagen zu verschiedenen Uhrzeiten vorkommen. Dazu kann man an einigen Tagen keine deutlichen Unterschiede zwischen den verschiedenen Tageszeiten wahrnehmen. Einige Angelerfahrungen weisen darauf hin, dass die Aktivität zur Zeit des Sonnenuntergangs am grössten ist. Dazu scheinen die Barsche beim Sonnenaufgang und nachmittags lebhafter als zu anderen Tageszeiten zu sein (vgl. z.B. Lehtonen 1969). Entsprechende Auffassungen hat auch Merivesi (1969) vorgelegt.

August. - Die wichtigsten Ergebnisse sind aus Abb. 6 sowie aus der beigefügten Zusammenstellung zu ersehen.

| Uhrzeit<br>(Kelloaika) | Barschindividuen (%)<br>(Yksilömäärä %) |
|------------------------|---|
|                        | n=418                                   |
| 12-14                  | 2.5                                     |
| 14-16                  | 1.3                                     |
| 16-18                  | 9.0                                     |
| 18-20                  | 17.2                                    |
| 20-22                  | 21.7                                    |
| 22-24                  | 10.7                                    |
| 00-02                  | 6.2                                     |
| 02-04                  | 13.4                                    |
| 04-06                  | 9.0                                     |
| 06-08                  | 4.2                                     |
| 08-10                  | 1.4                                     |
| 10-12                  | 2.8                                     |

In der ersten Hälfte des Monats ist das Aktivitätsmuster sehr eindeutig. Die Fänge sind einerseits am Abend und andererseits am Morgen am grössten. So ist die Aktivität im August zweiphasig, die Abendaktivität scheint stärker als die Morgenaktivität zu sein. Am 9.VIII.1968 kommt ein Extragipfel am Mittag zum Vorschein.

Temperatur und Aktivität. - Aus der obigen Darstellung ist hervorgegangen, dass die Schwankung der Aktivitätsstunden ausserhalb der Laichzeit gross ist. Diese Schwankung versuchte man mit Hilfe der Wassertemperatur zu erklären. Die Resultate in Bezug auf Kuusamo sind aus Abb. 7 zu ersehen.

Die Zahl der Aktivitätsstunden nimmt deutlich mit steigender Temperatur zu. Diese Korrelation ist auch statistisch gesichert ( $r=0.84$ ;  $p < 0.001$ ).

Im Salmijärvi-See in Kiuruyesi wurde die Temperatur nicht gemessen. Zur Zeit der Beobachtungstage war die Laichzeit des Barsches schon vorbei, auch die meisten Plötzen hatten gelaicht. In dieser Phase beträgt die Wassertemperatur etwa  $15^{\circ}$  C. Weil die Zahl der Aktivitätsstunden/Tag zwischen 6 und 12 schwankte, stützen die Salmijärvi-Beobachtungen die vorgelegte Auffassung.

Besondere Fragen. - Man könnte erwarten, dass die Aktivität in verschiedenen Gewässern voneinander abweicht. Jedoch ist es auf Grund des Kuusamo-Materials klar, dass keine Unterschiede vorhanden sind. Demgemäss ist die Aktivität am Kiutajärvi-See der Aktivität an mehreren Teichen sehr ähnlich.

Am Anfang versuchte man die Fische aus verschiedenen Tiefen zu fangen. Es zeigte sich, dass die Fischzäune leer blieben, die in grösseren Tiefen als 5 m lagen. Darauf wurden die Fischzäune im flachen Uferwasser ausgelegt. Auch die Netze wurden in warmes Oberflächenwasser ausgeworfen. Eine Ausnahme bildet der Talvilampi-Teich, wo das äusserste Ende des Netzes in eine Tiefe von etwa 10 m hinabreichte. Das warme Oberflächenwasser reicht im Sommer gewöhnlich bis in eine Tiefe von 5 m hinab.

Auch könnte man erwarten, dass andere Fischarten einen Einfluss auf die Aktivität des Barsches ausüben. Diesbezügliche Beobachtungen konnte man jedoch nicht machen, z.B. scheint die Aktivität im Kourulampi-Teich nicht von derjenigen im Talvilampi-Teich abzuweichen. In dem erstgenannten Teich trifft man keine Raubfische, während in dem letztgenannten Teich der Hecht und die Quappe zahlreich vorkommen.

In den Fällen, bei denen die Aktivität gleichzeitig mit Fischzäunen und Netzen geklärt wurde, konnte man nur wenige Unterschiede zwischen diesen zwei Methoden feststellen. Andererseits wichen an den Stellen, wo die Barsche in verschiedenen Monaten mit denselben Methoden gefangen wurden, die Verteilungen der Fänge ganz ausgeprägt voneinander ab.

Es zeigte sich, dass die Fänge an den ersten Fangtagen am grössten waren und danach gegen Ende der Fangperiode abnahmen (Lind et al. 1971 b). Demgemäss bekam man aus dem Kourulampi-Teich am 30.VII. 222, am 5.VIII. 89 und am 9. VIII. 29 Individuen. Es sei noch erwähnt, dass die Barsche in diesem Fall nach dem Fangen freigelassen wurden. Der fortgesetzte Fang scheint jedoch nicht auf die Aktivität zu wirken.

Unsere Beobachtungen in Kuusamo zeigen, dass die Barsche im Juni und im Juli den ganzen Tag hindurch in Schwärmen vorkommen können. Die grössten Schwärme haben etwa 50 Individuen umfasst. Im August, wenn die Nächte dunkel sind, hat man Schwärme nur am Tage angetroffen. Der Fang eines Fischzauns bestand gewöhnlich aus einer Grössenklasse. Dieses bedeutet, dass auch der Barsch wie manche andere Fischarten Alters- und



Größenklassenschwärme bildet. Die Aktivität der Barsche von verschiedener Grösse scheint jedoch dieselbe zu sein (s. z.B. Abb. 6, Kourulampi 1.-15.VIII.1968 und Lind et al. 1971 b).

## 2. Auftauchen an der Oberfläche

Im Juni konnte man beim Ruoppilampi-Teich keine einzige Beobachtung machen. Dagegen wurden 17.VI.1968 am Kiutajärvi-See 27 Fälle von Auftauchen gezählt. Alle diese wurden von 22-24 Uhr festgestellt. Am Kiutajärvi- See ist es nicht möglich, den Anteil der Barsche von demjenigen anderer Fischarten zu unterscheiden.

Im Juli wurden Beobachtungen am Kuorulampi-Teich gemacht. Wenn die Zahl der Auftauchfälle etwa 20/Stunde am Abend war, konnte man sie nur etwa 5/Stunde zu anderen Tageszeiten wahrnehmen. Im Lichte dieser Beobachtungen sind die Barsche den ganzen Tag hindurch in Bewegung.

Im August wurden Beobachtungen an 5 Tagen am Kourulampi-Teich gemacht. Auftauchen konnte man nur zwischen 19 und 23 Uhr feststellen. Am zahlreichsten kam das um 21 Uhr vor, wobei die durchschnittliche Zahl 20/Stunde betrug. Am Kiutajärvi-See konnte man 12.-13.VIII.1968 um 19 Uhr 18, um 20 Uhr 74, um 21 Uhr 174 und um 22 Uhr 60 Auftauchfälle feststellen. Am Morgen und am Tage kamen die Fische nicht an die Wasseroberfläche. Die Aktivität im Lichte der Auftauchfälle weicht von der Fangaktivität dadurch, dass sie eingipfelig ist.

## 3. Beckenversuche

Die Beobachtungen wurden an drei Tagen im August gemacht. Die Ergebnisse sind in der beigefügten Zusammenstellung zu sehen.

Nach diesen, zwar wenigen Versuchen ist die Aktivität zweiphasig und die Gipfel kommen am Abend von 19-23 Uhr sowie am Morgen von 03-07 Uhr vor. Dazu ist ein kleiner Gipfel am Nachmittag von 13-15 Uhr wahrzunehmen. Zu anderen

Zeiten des Tages wurde gewöhnlich eins der drei Individuen schwimmend angetroffen. Am ruhigsten waren die Barsche in der Nacht um 01 Uhr, wobei sie meistens ruhig auf dem Boden des Beckens lagen.

| Uhrzeit<br>(Kelloaika) | Zahl der Schwimmbewegungen (%)<br>(Untiliikkeiden määrä %) |
|------------------------|--|
|                        | n=514  |
| 13                     | 6.6  |
| 15                     | 6.4  |
| 17                     | 3.0  |
| 19                     | 10.3   |
| 21                     | 15.9   |
| 23                     | 9.3  |
| 01                     | 1.4  |
| 03                     | 14.4   |
| 05                     | 11.3   |
| 07                     | 12.6   |
| 09                     | 4.9  |
| 11                     | 3.9  |

Die Aktivität ist der Fangaktivität ähnlich (vgl. Abb. 6 und 8). Zugleich unterstützen diese Versuche die allgemein bekannte Auffassung, dass die Barsche in der Nacht auf dem Boden liegen und nur wenig aktiv sind.

#### IV. Besprechung der Ergebnisse

Es unterliegt keinem Zweifel, dass die Beleuchtung keine zentrale Rolle bei der Regelung der Tagesrhythmik spielte. Dieselbe Auffassung vertreten auch Alabaster & Robertson (1961), die ausser der Beleuchtung auch das Schwanken der Temperatur und das des Sauerstoffgehalts berücksichtigt haben. Aus diesem Grund kann man auch die sommerzeitliche Aktivitätsgipfel verstehen, die zur Zeit des Sonnenuntergangs und des -aufgangs wahrzunehmen sind. Besonders ausgeprägt ist die Erscheinung im August festzustellen. Im August kann man weiterhin sehen, dass die Barsche um Mitternacht nicht aktiv sind. Dieselbe scheint die Situation in Kiuruvesi im Juni zu sein. Zu dieser Zeit beträgt die Länge der Nächte 5-6 Stunden und die Stärke der Beleuchtung um Mitternacht

weniger als die "Bürgerliche Dämmerung". Möglicherweise wird die Aktivität in der Nacht durch das Sehvermögen begrenzt. Diese Auffassung wird durch die Untersuchungen von Boulet (1958) gestützt. Nach diesen reagiert der Barsch nicht auf Atrappen, die kleiner als 2 mm sind. Auf grössere Atrappen reagiert dieser, wenn die Geschwindigkeit nicht höher als 3 cm/sek. beträgt.

Es ist auch zu erwarten, dass das Sehvermögen eine bedeutsame Rolle im Winter spielt. Dann sind die Nächte lang und düster sowie die Gewässer in Kuusamo von Oktober bis Juni eisbedeckt. Nach Andersson et al. (1972) und nach El-lonen & Lind (1973) ist die Art im Winter ausnahmslos tagaktiv. Weiterhin ist der amerikanische Gelbbarsch (*Perca flavescens*) im Winter tagaktiv, wobei die Gipfel am Vormittag vorkommen (Hergenrader & Hasler 1966). Aus diesen Gründen ist es klar, dass in den Aktivitätszeiten des Barsches Verschiebungen nach den Jahreszeiten geschehen.

Von anderen Umweltfaktoren wirkt vor allem die steigende Temperatur auf die Aktivität verstärkend. Zugleich scheint sie die Verteilung der täglichen Aktivitätszeiten zu regeln. Diese Auffassung steht in Übereinstimmung mit den Ergebnissen, die Hergenrader & Hasler (1967) in Bezug auf die Schwimgeschwindigkeit von *Perca flavescens* erzielt haben. Nach ihnen betragen die Temperaturen im Juni, Juli und August 15, 20 und 22° C, und die entsprechenden Schwimgeschwindigkeiten 20, 25 und 28 cm/sek. Diese Erscheinung kann man auch im Lichte des Stoffwechsels betrachten. Der Stoffwechsel nimmt mit steigender Temperatur zu, und umgekehrt. Dies scheint zur Folge haben, dass die Aktivität 2- oder 3-gipfelig oder sogar nicht synchronisiert ist (in Bezug auf die Laichzeit s. Lind et al. 1972).

#### V. Zusammenfassung

In dem Artikel wird die Tagesrhythmik und die -aktivität des Barsches, *Perca fluviatilis*, auf Grund von Beobacht-

ungen behandelt, die in den Jahren 1967-1970 in Kiuruvesi (63° N, 28° E) und Kuusamo (66° N, 29° E) gemacht worden sind.

Die hauptsächlichste Untersuchungsmethode war das Fangen der Fische mit Fischzäunen und Netzen, die jeweils nach 2 oder 3 Stunden den ganzen Tag hindurch besichtigt wurden. Zudem wurde das Verhalten der Barsche in einem Becken beobachtet. Einige Versuche wurden gemacht, die Aktivität auf Grund der tageszeitlichen Verteilung des Auftauchens an der Wasseroberfläche zu erklären. Im Grossen und Ganzen waren die Resultate aller Methoden miteinander ähnlich. Insgesamt wurden 2 814 Individuen gefangen, deren durchschnittliches Gewicht etwa 50 g betrug. Der Fang/Tag betrug etwa 80 Individuen.

In Kuusamo konnte man im Juni nur einen Aktivitätsgipfel von 20-24 Uhr feststellen. Die Länge der Nacht - die Zeit zwischen Sonnenuntergang und -aufgang - betrug dann etwa eine Stunde. Zu gleicher Zeit hatte in Kiuruvesi, wo die Nachtlänge etwa 5 Stunden betrug und das Laichen zu Ende war, die Aktivität Gipfel sowohl bei Sonnenuntergang als auch -aufgang.

Im Juli war es den ganzen Tag hindurch möglich, Fische zu fangen. Die Aktivität hatte 2 bzw. 3 schwache Gipfel, die meistens nachmittags von 16-20, bei Sonnenuntergang von 22-24 und vormittags von 06-10 Uhr wahrzunehmen waren.

Ende Juli und Anfang August kam die Zweiphasigkeit der Aktivität zum Vorschein. Die Gipfel fielen mit den Zeiten des Sonnenuntergangs und -aufgangs zusammen. Um Mitternacht, als die Beleuchtung weniger als die "Bürgerliche Dämmerung" war, bewegten sich die Barsche nicht.

Eine starke positive Korrelation wurde zwischen der Temperatur und der Aktivität festgestellt. Der Anteil der Beleuchtung und der Wassertemperatur bei der Regelung der Tagesaktivität wird erörtert.

Wir möchten den Herren mag. phil. P. Hytinkoski und mag. phil. O. Kukko für die Arbeit danken, die sie bei den Felduntersuchungen geleistet haben. Herrn Dr. E. Erkinaro danken wir für Diskussionen über die Tagesrhythmik der Tiere. Die deutsche Übersetzung hat Lektor G. Thiele kontrolliert. Für die Durchführung der Untersuchungen wurden Stipendien der Staatlichen Kommission für die Naturwissenschaften erhalten.

## VI. Summary

A. Tenhunen & E.A. Lind: Tagesaktivität des Barsches, *Perca fluviatilis* L., in Naturpopulationen nahe des Polarkreises.

The field work was carried out mainly in the commune of Kuusamo (66° N, 29° E) in 1968-1970. Additional observations were made in the commune of Kiuruvesi (63° N, 28° E) in 1967. The fishes were caught with nets and cages. These were examined every 2 or 3 hours. A total of 2 814 individuals were caught, on average 80 ind./day.

In June in Kuusamo the perches were active in the evening. At this time the sun is beneath the horizon only one hour. This activity pattern changed towards the end of June, especially in July in Kuusamo. At the warmest time of the summer the activity had 2 or 3 peaks. These peaks were found mostly in the afternoon, in the evening and in the morning, but some individuals were found in the traps at any time of the day and night. The general activity pattern was a nonsynchronized one. A third type of activity was observed in August. The activity was concentrated upon the time of the sunrise and the sunset. In the middle of the night fishes did not move.

A highly significant correlation was found between the number of active hours/day and the temperature of the water. The regulatory effect of the temperature and the illumination upon the activity of this species is discussed.

## VII. Selostus

A. Tenhunen & E.A. Lind: Ahvenen, *Perca fluviatilis* L., vuorokausiaktiivisuudesta luonnonpopulaatioissa lähellä napapiiriä.

Ahvenen pyydystettävyyden vuorokaudenaikaa tutkittiin Kuusamon (66° N, 29° E) useilla lammilla, Kiutajärvellä ja Oulankajoella v. 1968-1970. Alustavia havaintoja tehtiin v. 1967 Kiuruveden Salmijärvellä (63° N, 28° E). Tutkimusmenetelmänä oli pyynti katiskalla ja verkolla, jotka koettiin 2-3 tunnin välein. Lisäksi tarkkailtiin pintakäyntejä ja kalojen käyttäytymistä altaassa. Kaikki menetelmät antoivat toisiinsa verrattavia tuloksia. Ahvenia pyydystettiin yhteensä 2 814 yksilöä, keskimäärin n. 80 yks./vrk.

Kesäkuussa kutuajan jälkeen kalat menivät pyydyksiin parhaiten ilta- ja keskiyöllä Kuusamossa, joten aktiivisuus oli synkronoitunutta. Tähän aikaan vuodesta aurinko on horisontin alapuolella vain tunnin verran. Aktiivisuuskuva muuttui kuukauden lopulla.

Heinäkuussa kaloja meni eniten pyydyksiin iltapäivällä, illalla ja aamulla. Kun aktiivisuushuiput olivat heikot ja peräkkäisinäkin päivinä saattoivat sattua toisistaan poikkeaviin vuorokaudenaikoihin ja kun pyynti monesti tuotti tulosta mihin vuorokaudenaikaan tahansa, aktiivisuus oli periaatteessa asynkronista.

Elokuussa ilmeni kolmas aktiivisuustyyppi. Tällöin pyydystettävyyden oli maksimissaan auringon laskiessa ja noustessa. Kuukauden puolivälistä lähtien kalat eivät yöllä menneet pyydyksiin. Allastarkkailu osoitti niiden enimmäkseen olevan pohjalla liikkumattomina. Aktiivisuus oli synkronoitunut kahden vuorokaudenaikaan. Kesäkuun alussa Kiuruvedellä aktiivisuus oli lähellä tätä tyyppiä, auringon laskun ja nousun väli oli 5 tuntia.

Vuorokauden aktiivisten tuntien lukumäärän ja veden lämpötilan välillä todettiin positiivinen korrelaatio. Tällä perusteella valaistuksen voimakkuuden ja lämpötilan katsotaan yhdessä säätelevän vuorokausitoimintojen ajoittumista.

## Literatur

- Alabaster, J. & Robertson, K.G. 1961: The effect of diurnal changes in temperature, dissolved oxygen and illumination on the behaviour of roach (*Rutilus rutilus* (L.)), bream (*Abramis brama* (L.)) and perch (*Perca fluviatilis* (L.)). - *Animal Behaviour* 9: 187-192.
- Andersson, E., Mossberg, P. & Nyberg, P. 1972: Vinterdygnsaktiviteten hos abborre, gärs, mört och nors i sjön Erken. (Summary: Diel activity during the winter in perch, ruff, roach and smelt in lake Erken). - *Inform. Sötvattenslab. Drottningholm* 1972 (4-5): 1-8.
- Boulet, P.C. 1958: La perception visuelle du mouvement chez la perche et la seiche. - *Mém. Mus. natn. Hist., Paris, Ser. A Zool.* 17: 1-131.
- Ellonen, T. & Lind, E.A. 1973: Pilkkiahvenen syöntiaika. (Summary: Diurnal periodicity of winter activity in the perch, *Perca fluviatilis* L.). - *Kalamies* 1973 (1): 3.
- Hergenrader, G.L. & Hasler, A.D. 1966: Diel activity and vertical distribution of yellow perch (*Perca flavescens*) under the ice. - *J. Fish. Res. Bd. Canada* 23: 499-509.
- Hergenrader, G.L. & Hasler, A.D. 1967: Seasonal changes in swimming rates of yellow perch in Lake Mendota as measured by sonar. - *Trans. Amer. Fish. Soc.* 96: 373-382.
- Lehtonen, H. 1969: Milloin, mitä, miten ahven saalistaa?. - *Metsästys ja Kalastus* 58: 25-28.
- Lind, E.A. & Tenhunen, A. 1970: Milloin ahven liikkuu. - *Metsästys ja Kalastus* 59 (5): 6-10.
- Lind, E.A., Kukko, O. & Hytinkoski, P. 1971 a: Ahvenen merkin-täkökeista. (Zusammenfassung: Anzahl, Ertrag und "home range" des Barsches, *Perca fluviatilis* L., in einer Teich-population). - *Erämies* 26 (1): 21-26.
- Lind, E.A., Hytinkoski, P. & Kukko, O. 1971 b: Ahvenen kyvystä oppia karttamaan katiskaa. (Summary: Acquired cage avoidance in the perch, *Perca fluviatilis* L.). - *Kalamies* 1971 (10): 5-6.

- Lind, E.A., Kukko, O., Keränen, M. & Ellonen, T. 1972: Ahvenen kudun vuorokaudenaika. (Summary: Diurnal periodicity of activity in the spawning perch, *Perca fluviatilis* L.). - Kalamies 1972 (7): 3.
- Merivesi, K. 1968: Nappaako tänään. Opaskirja kalamiehille kalantulon ennustamisessa. - 132 pp. Helsinki.
- Sumari, O. 1963: Linjasukellusmenetelmästä kalapopulaatioiden runsauden arvioinnissa. - Luonnon Tutkija 67: 40-47.



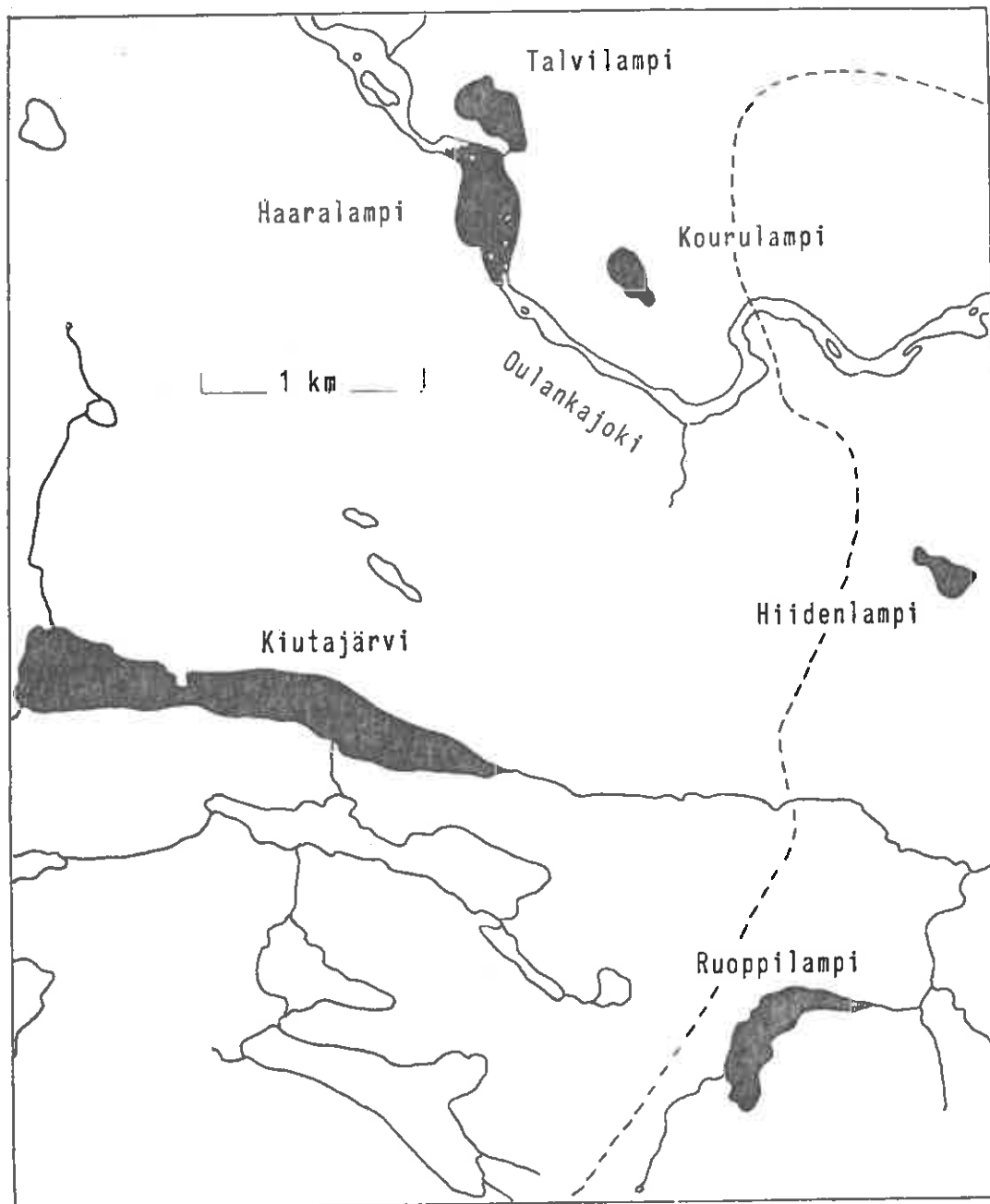


Abb. 1. Karte der Gewässer in Kuusamo, wo die Beobachtungen über die Tagesrhythmik des Barsches gemacht wurden. Die Gewässer haben klares Wasser, ausser dem Oulankajoki-Fluss und dem Hiidenlampi-Teich, die trübes Wasser haben. Die gestrichelte Linie markiert die Landstrasse. Auf die Namen der Gewässer wird im Text hingewiesen. -  
Kuva 1. Kartta Kuusamon vesistöistä, joilla tehtiin ahvenen aktiivisuutta koskevia tutkimuksia. Oulankajokea ja Hiidenlampea lukuun ottamatta ne ovat kirkasvetisiä. Kattokiviä kuvaa Liikasenväaraan vievää maantietä. Vesistöjen nimiin viitataan tekstissä.

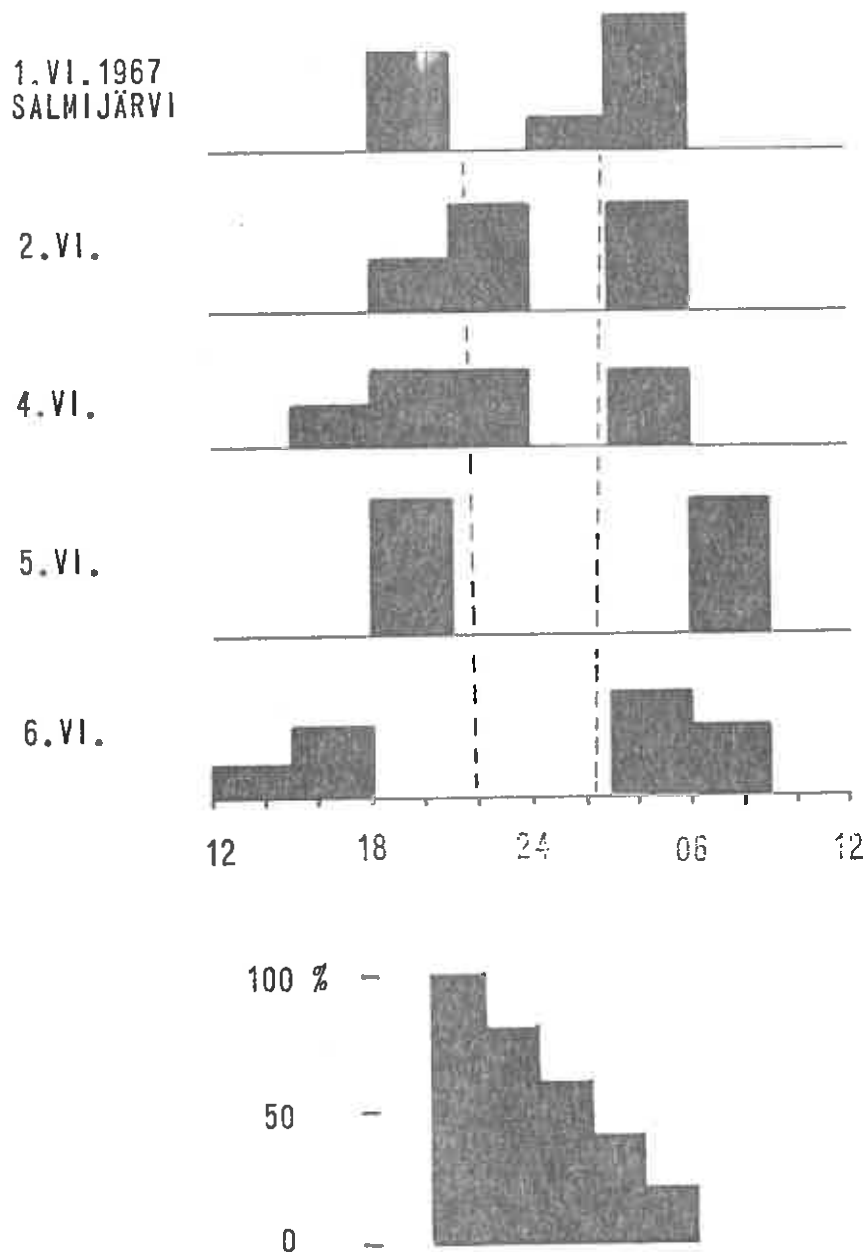


Abb. 2. Aktivitätsperiodik des Barsches 1.-6.VI.1967 im Kirchspiel Kiuruvesi ( $63^{\circ}$  N,  $22^{\circ}$  E). Waagrecht die Uhrzeit, senkrecht die Individuenzahl der Fische in Prozenten. Der Massstab ist unten zu sehen. Die gestrichelte Linie markiert den Sonnenuntergang und den -aufgang. Fangen mit Fischzäunen. - Kuva 2. Ahvenen pydytettävyyden vuorokaudenajat 1.-6.VI.1967 Kiuruveden Salmijärvellä ( $63^{\circ}$  N,  $22^{\circ}$  E). Vaakasunnassa kelloaika, pystysunnassa kalamäärä prosentteina vuorokauden saaliista, mittakaava alhaalla. Katkoviiva kuvaa auringon nousua ja laskua. Pyynti suoritettiin katiskalla.

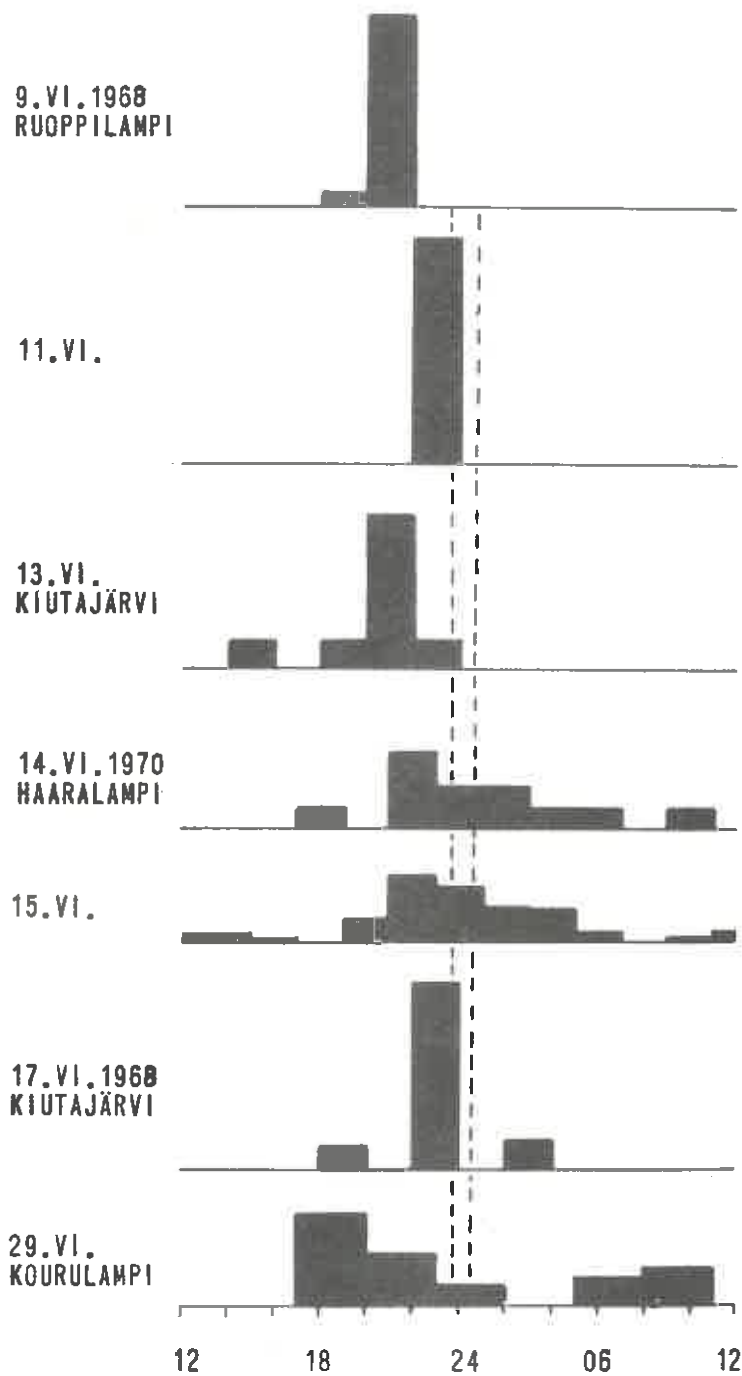


Abb. 3. Aktivitätsperiodik des Barsches 9.-29.VI.1968 und 1970 im Kirchspiel Kuusamo (66° N, 29° E). Fangen mit Netzen 13.VI. und 14.VI., an anderen Tagen mit Fischzäunen. Erklärungen wie in Abb. 2. - Kuva 3. Pyydystettävyyden vuorokaudenajat 9.-29.VI.1968 ja 1970 Kuusamossa (66° N, 29° E). Pyynti verkolla 13.VI. ja 14.VI., muina päivinä katis-kalla. Selitykset samat kuin kuvassa 2.

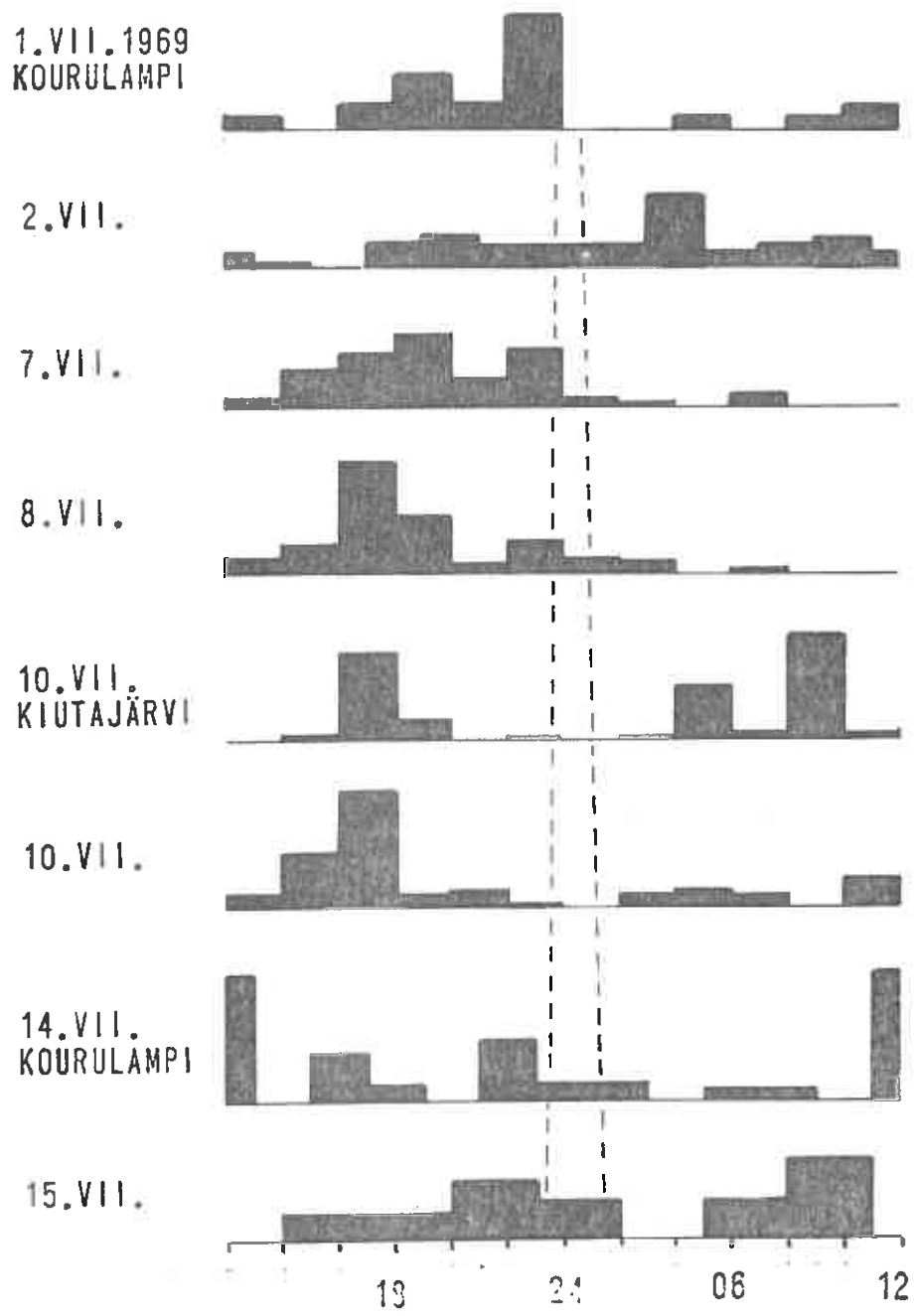


Abb. 4. Aktivitätsperiodik des Barsches 1.-15.VII. 1969 in Kuusamo. Fangen mit Netzen 10.VII. (unteres Diagr.), an anderen Tagen mit Fischzäunen. Erklärungen wie in Abb. 2. - Kuva 4. Pyvdystettävyiden vuorokaudenajat Kuusamossa 1.-15.VII.1969. Pyynti verkolla 10.VII. (alempi kuvio), muina päivinä katiskalla. Selitykset samat kuin kuvassa 2.

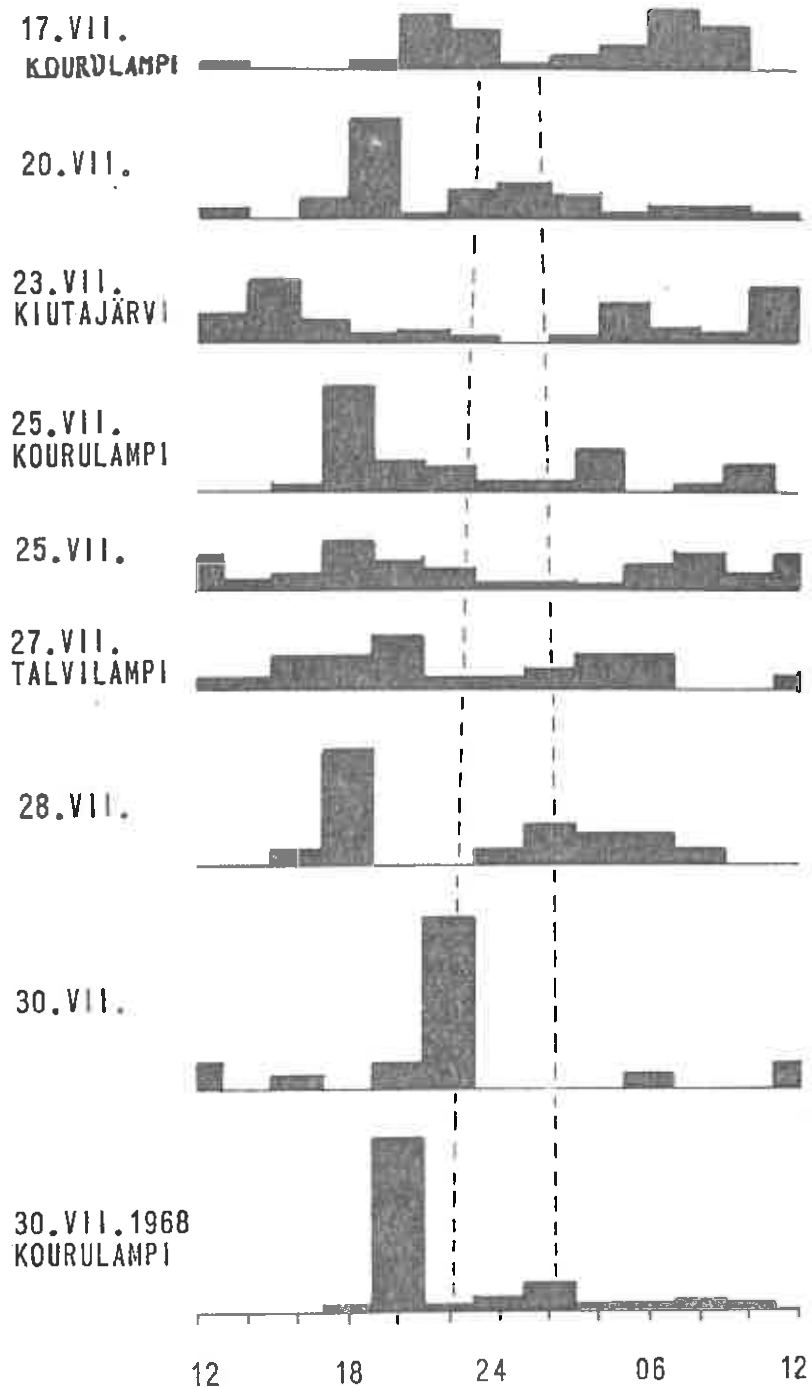


Abb. 5. Aktivitätsperiodik des Barsches 17.-30.VII. 1968 in Kuusamo. Fangen mit Netzen 23.VII., 25.VII. (unteres Diagr.) und 30.VII. (oberes Diagr.), an anderen Tagen mit Fischzäunen. Erklärungen wie in Abo. 2. - Kuva 5. Pyydystettävyyden vuorokaudenajat Kuusamossa 17.-30.VII.1968. Pyynti verkolla 23.VII., 25.VII. (alempi kuvio) ja 30.VII. (ylempi kuvio), muina päivinä katiskalla. Selitykset samat kuin kuvassa 2.

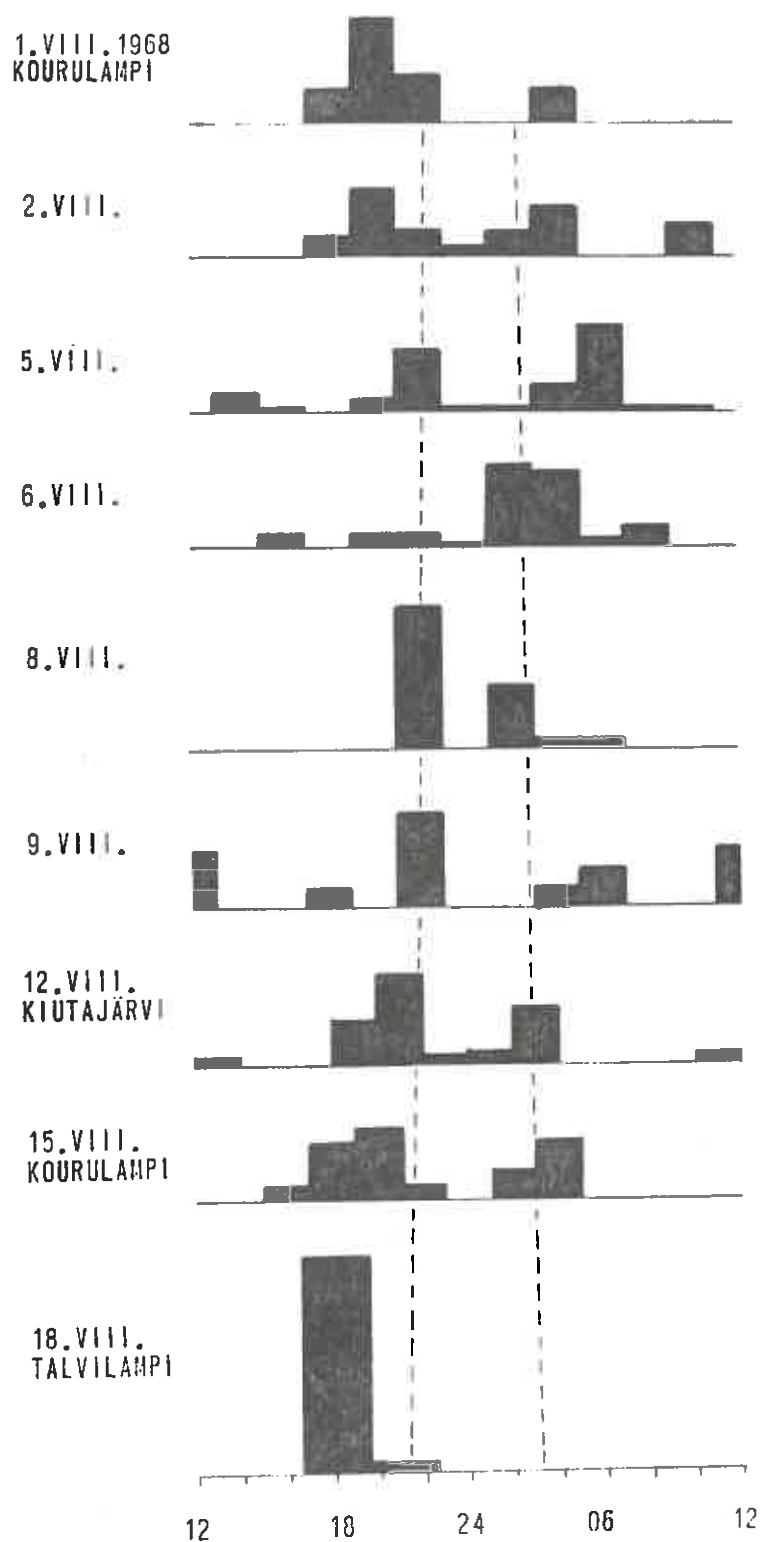


Abb. 6. Aktivitätsperiodik des Bares 1.-18.VIII. 1968 in Kuusamo. Fangen mit Netzen 12.VIII., an anderen Tagen mit Fischzäunen. Erklärungen wie in Abb. 2. - Kuva 6. Pyydystettävyyden vuorokaudenajat Kuusamossa 1.-18.VIII. 1968. Pyynti verkolla 12.VIII., muina päivinä katiskalla. Selitykset samat kuin kuvassa 2.

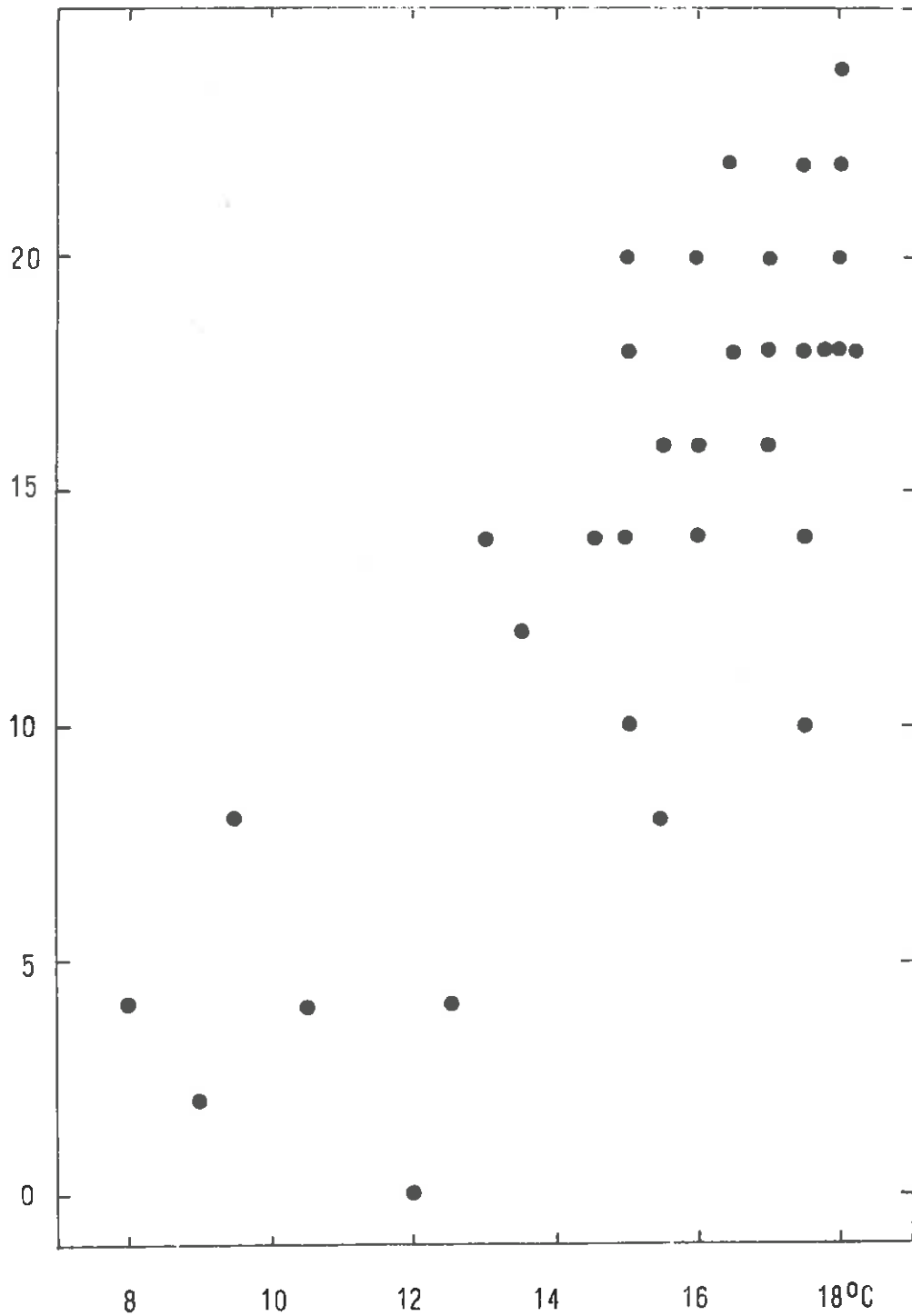


Abb. 7. Abhängigkeit der Aktivität von der Wassertemperatur. Waagrecht die Temperatur °C, senkrecht die Zahl der Stunden/Tag, wo das Fangen erfolgreich war. - Kuva 7. Aktiivisuuden riippuvuus veden lämpötilasta Kuusamossa. Vaakasuunnassa lämpötila °C, pystysuunnassa niiden tuntien määrä/vrk., jolloin pyynti tuotti tulosta. Hveen korkeita lämpötiloja ei tutkimusaikana esiintynyt.

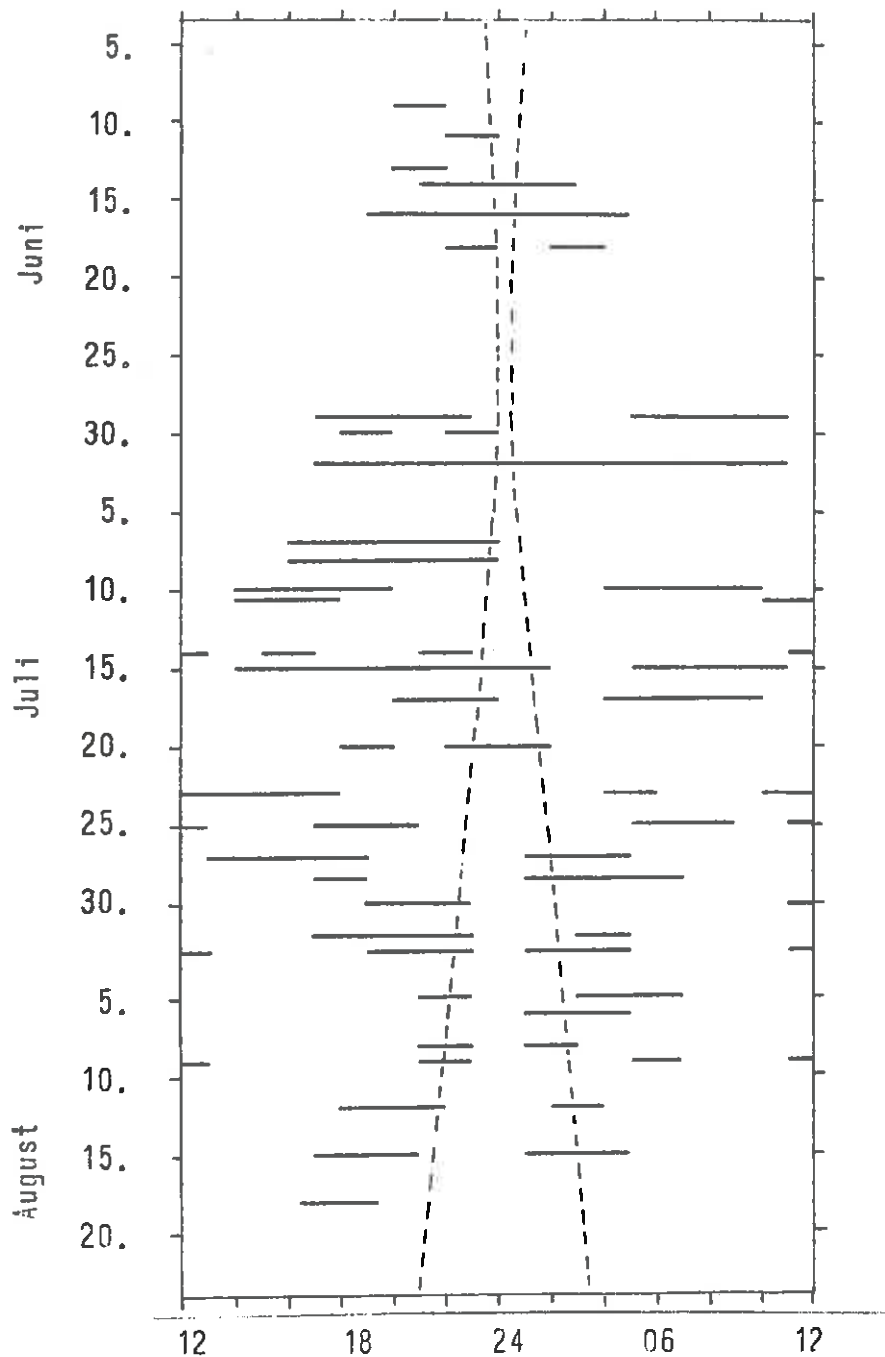


Abb. 2. Zusammenfassende Darstellung der Aktivitätsperiodik in Kuusamo. Nur die Zweistundenabschnitte sind mitgenommen worden, wo der Fang über 10 % des Gesamtanges/Tag betrug. Waagerecht die Uhrzeit, senkrecht Datum, die gestrichelte Linie markiert den Sonnenaufgang und den -untergang. Die "Bürgerliche Dämmerung" beginnt an den ersten Tagen August. - Kuva 2. Yleiskuva pyydystettävyyden vuorokautisesta jakautumasta Kuusamossa. Mukaan on otettu pyyntijaksot, joiden saalis on ollut suurempi kuin 10 % vuorokauden saaliista. Vaakasuunnassa kelloaika, pystysuunnassa päivämäärä, katkoviiva kuvaa auringon nousua ja laskua. "Bürgerliche Dämmerung" alkaa elokuun alkupäivinä.