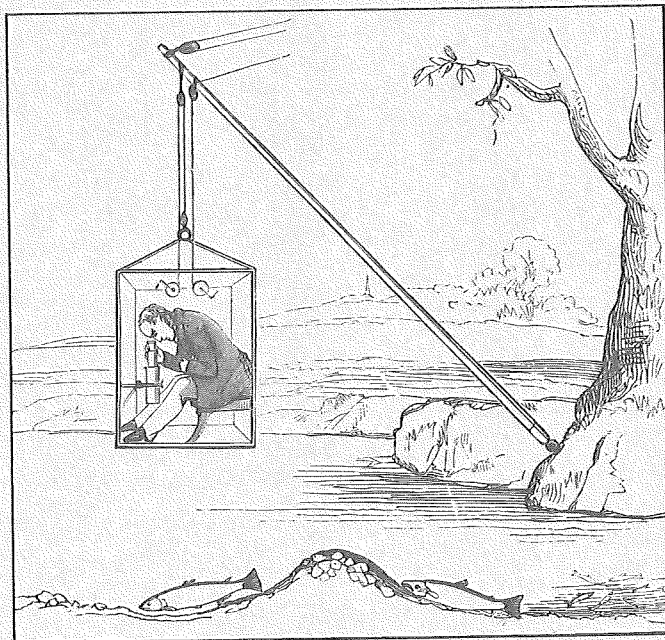


Information från

SÖTVATTENS- LABORATORIET

Drottningholm



PER DEGEBY
PETER KARÅS

Studier av påverkan av varmvattenutsläpp
på fisk i Västeråsfjärdarna.

STUDIER AV PÅVERKAN AV VARMTVATTENUTSLÄPP PÅ FISK I VÄSTERÅSFJÄRDARNA

Per Degeby och Peter Karås

INLEDNING	2
MATERIAL OCH METODIK	2
RESULTAT	4
Cirkeldiagram	5
Björkna, <i>Abramis blicca</i> (Bloch) (Diagram 1)	5
Braxen, <i>Abramis brama</i> (Linné) (Diagram 2)	5
Löja, <i>Alburnus lucidus</i> Heckel (Diagram 3)	6
Faren, <i>Abramis ballerus</i> (Linné) (Diagram 4)	6
Mört, <i>Leuciscus rutilus</i> (Linné) (Diagram 5)	6
Gers, <i>Acerina cernua</i> (Linné) (Diagram 6)	7
Abborre, <i>Perca fluviatilis</i> Linné (Diagram 7)	7
Siklöja, <i>Coregonus albula</i> (Linné) (Diagram 8)	7
Nors, <i>Osmerus eperlanus</i> Linné (Diagram 9)	8
Diagram över fyllnadsgrad	8
Tabeller över parasitförekomst	8
DISKUSSION	9
Näringsval	10
Parasitförekomst	12
SAMMANFATTNING	12
ERKÄNNANDE	13
LITTERATUR	13
SUMMARY: STUDY OF THE INFLUENCE OF HOTWATER EFFLUENTS ON FISH IN THE BAYS AT VÄSTERÅS (LAKE MÄLAREN)	14

INLEDNING

Genom den snabbt ökande utbyggnaden av kraftverk med kylvattenutsläpp det senaste decenniet har problemen kring varmvattenutsläpp blivit mer framträdande. Närmare information om dessa problem ges av Clark (1969), Ehlin (1970), Grimås (1970), Hynes (1966) och Nyman (1971).

Arbetet syftar till att i undersökningsområdet utvärdera eventuell påverkan av varmvattenutsläpp på fiskarterna, främst gällande näringsvalet.

Det undersökta området är beläget i Mälarens nordvästra del och består av Västeråsfjärdarna (Västeråsfjärden, Fulleröfjärden, Ridöfjärden), Kungsårafjärden och området söder om Tärnö (Fig. 1). Västeråsfjärdarnas sammanlagda yta är ca 50 km² och den naturliga vattenomsättningen sker genom sunden på ömse sidor om Ridön.

Västeråsfjärden används som recipient av två kraftvärmeverk, Västerås kraftverk på ca 200 MW elektrisk effekt, tillhörigt Statens Vattenfallsverk och aktiebolaget Aroskrafts kraftvärmeverk på ca 300 MW elektrisk effekt. Kylvattenmängden från Västerås kraftverk är vid full drift 14.5 m³/sek. och uppvärmningen av kylvattnet ca 8°C. Utsläppen från Aroskrafts kraftvärmeverk varierar beträffande vattenmängd och temperaturförhöjning. Den senare har dock vanligen hållits kring 14°C och vattenmängden har som störst varit av storleksordningen 5.5 m³/sek. Varmvattenutsläppen från dessa kraftvärmeverk är i förhållande till recipienten stora (Ehlin 1970).

Förutom dessa varmvattenutsläpp sker eutrofierande utsläpp från Västerås stad.

Kungsårafjärden får anses vara minst påverkad från utsläpp inom det undersökta området.

För uppgifter vad beträffar tidpunkter och variationer av varmvattenutsläpp under den period undersökningarna pågick, hänvisas till Grimås (kommande publikation).

MATERIAL OCH METODIK

Fiske har bedrivits på sju stationer belägna enligt Fig. 1. Stationerna 3A, 3B och 3C representerar området närmast vattenutsläppen, medan stationerna 2 och 4 är belägna i ett mindre påverkat område. Stationerna 1 och 5 representerar opåverkade områden.

Fiskmaterialet har insamlats under perioden februari 1971-mars 1972 med sk översiktsnät, och har i undersökningsområdet sammanlagits och indelats i perioderna november-februari, mars, maj och juni-juli.

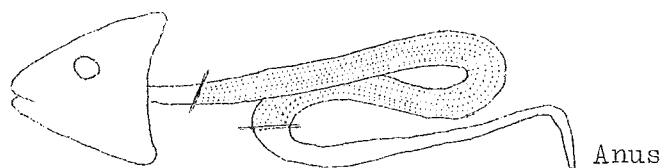
Näten är 36 m långa och 1.5 m djupa (heldragen nylon) och uppdelade i tolv nätsektioner blandade enligt följande mönster: 60, 10, 20, 14, 28, 12, 18, 48, 24, 16, 8 och 36 varv/aln. Näten lades ut med botten och låg ute över natten.

Näten är placerade på följande djup, på de olika stationerna: stn 1: 4-15 m, stn 2: 4-11.5 m, stn 3A: 4.5-7.5 m, stn 3B: 5.5-8.5 m, stn 3C: 4.5-11 m, stn 4: 4-12.5 m, stn 5: 6-17 m. Då de olika stationernas djup är likartade, kan de i detta avseende anses som jämförbara.

Av det insamlade materialet bestämdes vikt och längd på samtliga fiskar. En del sparades för maganalys. Det sistnämnda materialet behandlades enligt två skilda metoder. Ur största delen urtogs magen omedelbart och lades i 4%-ig formalin för att senare överföras till 70%-ig alkohol. Av den återstående delen frystes hela fisken omedelbart ned. Vid ett senare tillfälle urtogs magen i nedfruset tillstånd och lades i 70%-ig alkohol.

Då en stor del av materialet består av karpfiskar (björkna, braxen, faren, löja och mört), som saknar en avgränsad mage, undersöktes endast främre delen av tarmen (Fig. 2).

Fig. 2.



De fiskar som gick vidare till maganalys utvaldes på ett sådant sätt att ett så representativt urval som möjligt erhöles.

Efter att maginnehållet tagits ut ur den frampreparerade magen med hjälp av s k sprutflaska, bestämdes magens fyllnadsgrad enligt en fyragradig skala: full, halv, nästan tom och tom. Innehållet studerades under lupp och bestämdes. Komponenterna indelades systematiskt, varpå de olika födogruppernas volymsandelar i procent uppskattades.

Fiskmagar innehållande endoparasiter noterades.

RESULTAT

Sammanlagt har ett material på ca 11.000 fiskar insamlats. I detta material har arterna björkna, braxen, faren, löja, mört, gers, abborre, gös, nors, siklöja, gädda och lake ingått. På samtliga stationer och vid samtliga årstider har, vad antalet beträffar, med varierande ordningsföljd fiskarterna björkna, mört, gers och abborre alltid starkt dominerat. De fyra arternas inbördes fördelning i fångsterna, samt braxen, på stationerna 3 (3A, 3B och 3C sammanslagna) och 5 vid olika årstider visas i nedanstående uppställning:

Fångst/ansträngning

Art	Station	Nov.-feb.	Mars	Maj	Juni-juli
Björkna	3	4	24	37	18
	5	-	1	9	12
Mört	3	15	7	48	60
	5	-	18	24	37
Gers	3	3	9	208	71
	5	-	11	63	87
Abborre	3	4	9	57	82
	5	-	6	190	54
Braxen	3	1	2	9	5
	5	-	0	1	0

Beträffande artsammansättningen kan en jämförelse göras med en undersökning gjord i Lilla Ullevifjärden i nordöstra Mälaren (Hammar 1968). Förekomsten av mört, gers och abborre överensstämmer väl i de båda områdena. I Lilla Ullevifjärden är emellertid även nors och siklöja talrikt förekommande, medan björkna saknas helt i materialet.

Maganalys utfördes på 948 magar fördelade på arter och stationer enligt Tabell 1. Tabellerna 2-10 visar arternas fördelning på stationer och årstider. Siffrorna anger antalet undersökta magar. Siffror inom parantes anger antalet därav tomma magar.

Cirkeldiagram, diagram över fyllnadsgrader och tabeller över parasitförekomst har uppställts.

Vidare har även dominansdiagram, frekvensdiagram och tabeller över de grundläggande resultaten av maganalyserna redovisats i den ursprungliga uppsatsen.

Cirkeldiagram

Volymförhållandet mellan fiskfödans olika komponenter har sammanställts i cirkeldiagram, där segmentens storlek är direkt proportionella mot volymprocenten. De i diagrammen införda värdena är aritmetiska medelvärden beräknade på det antal magar som står under cirklarna (tomma magar ej medtagna). I de fall då antalet magar på de olika stationerna, för en viss årstid, understigit tre har dessa värden uteslutits ur diagrammen. Materialet har i dessa fall ansetts vara alltför otillräckligt.

Förklaringar på förkortningar finns sammanställda i anslutning till Tabell 1.

Till beteckningen "djurmateriel (DM)" har hänförts djurdetritus samt djurgrupper i så låga procenttal att införanden i diagrammen annars omöjliggjorts. Till beteckningen "växtmateriel (VM)" har hänförts växtdetritus och alger. Under beteckningen "obestämbart" ingår organiskt slam, som varken kunnat hänföras till djur- eller växtriket.

Björkna, *Abramis blicca* (Bloch) (Diagram 1)

- Nov-feb: Endast stationerna 3A, 3C och 4 är representerade. Den huvudsakliga födan består av växtmateriel, djurmateriel och copepoder.
- Mars: Endast stationerna 3A, 3B och 3C är representerade. Dominerande föda är copepoder och fisk.
- Maj: På station 1 dominerar copepoder, på 3-stationerna copepoder och ägg, medan ägg och fisk är den huvudsakliga födan på stationerna 4 och 5.
- Juni-juli: Ingen speciell födokomponent dominerar på station 1, medan cladocerer och chironomider dominerar på 3-stationerna. Stationerna 4 och 5 domineras av chironomider i magarna.

En tendens överlag är att copepoder ökar i betydelse som föda fram t o m maj, för att i juni-juli ersättas av cladocerer. Detta är speciellt markant på stationerna 3A, 3B och 3C. Födokomponenten växtmateriel har från ca 15% i november-februari sjunkit till nästan obefintlighet i maj och juni-juli (speciellt stationerna 3A, 3B och 3C). Chironomiderna utnyttjas som föda i större grad först i juni-juli.

Enligt Andersson (1942), Djurens värld (1965), Muus-Dahlström (1968) och Svenskt fiskelexikon (1955) består björknans föda av mygglarver och andra insektslarver, mollusker, maskar, planktondjur, småfisk, rom och mikroskopiska alger.

Braxen, *Abramis brama* (Linné) (Diagram 2)

- Nov-feb: Materiel saknas.
- Mars: Materiel endast från station 3C. Copepoder dominerar.
- Maj: Materiel endast från stationerna 3B och 3C. Födan på station 3B består till största delen av obestämbart materiel. Copepoder dominerar på station 3C.

Juni-juli: Material endast från stationerna 3B och 3C. Chironomider är dominerande fiskföda.

Den dominerande födan i mars och maj är zooplankton (främst copepoder), medan chironomider är dominerande i juni-juli.

Enligt Andersson (1942), Djurens värld (1965), Muus-Dahlström (1968) och Svenskt fiskelexikon (1955) består braxens föda av mygglarver och andra insektslarver, kräftdjur, ärtmusslor (*Pisidium*), maskar, småfisk och rom. Vidare skriver Muus-Dahlström: "I grumliga och överbefolkade sjöar tvingas braxen ofta att dryga ut födan med djurplankton".

Löja, *Alburnus lucidus* Heckel (Diagram 3)

Nov-feb: Material saknas.
 Mars: Material saknas.
 Maj: Material endast från stationerna 3B och 3C. Den dominerande födan består av ytnäring, djurmateriel och växtmateriel (alger).
 Juni-juli: Material saknas.

Enligt Andersson (1942), Muus-Dahlström (1968) och Svenskt fiskelexikon (1955) består löjans föda av myggpupp, terrestra insekter, planktoniska kräftdjur och planktoniska alger.

Faren, *Abramis ballerus* (Linné) (Diagram 4)

Nov-feb: Material saknas.
 Mars: Material saknas.
 Maj: Material endast från stationerna 1, 3C och 4. På stationerna 1 och 3C dominerade copepoder, medan copepoder och cladocerer dominerade på station 4.
 Juni-juli: Material finns från stationerna 3A, 3B, 3C och 4. Copepoder och cladocerer dominerade i magarna på samtliga stationer.

Enligt Andersson (1942), Djurens värld (1965), Muus-Dahlström (1968) och Svenskt fiskelexikon (1955) består farens föda av djurplankton.

Mört, *Leuciscus rutilus* (Linné) (Diagram 5)

Nov-feb: Växtmateriel är genomgående den dominerande födan.
 Mars: Växtmateriel är genomgående den dominerande födan.
 Maj: På station 2 dominerar växtmateriel, medan djurmateriel och växtmateriel utgör födan på station 5. Copepoder, djurmateriel och växtmateriel dominerar på stationerna 1, 3A, 3B och 3C.
 Juni-juli: Cladocerer utgör huvudfödan på stationerna 1, 3A, 3B och 3C. Djurmateriel och växtmateriel dominerar på station 4, medan djurmateriel utgör huvudparten av födan på station 5.

Enligt Andersson (1942), Djurens värld (1965), Muus-Dahlström (1968) och Svenskt fiskelexikon (1955) är mörtens föda mycket växlande och består av insektslarver, små och stora kräftdjur, snäckor, musslor, maskar, rom, växtdelar och påväxt av kiselalger.

Gers, *Acerina cernua* (Linné) (Diagram 6)

- Nov-feb: Material saknas.
 Mars: Material endast från stationerna 3A och 5. Copepoder och chironomidlarver dominerar som fiskföda på station 3A, medan copepoder, chironomidlarver och Chaoborus utgör den huvudsakliga näringen på station 5.
 Maj: Material endast från station 4. Inga speciella födo-komponenter dominerar.
 Juni-juli: På station 1 dominerar djurmaterial, medan chironomider dominerar på stationerna 3A, 3B, 3C och 5.

Copepodernas andel minskar från mars till juni-juli, medan chironomidernas andel ökar som fiskföda.

Enligt Andersson (1942), Djurens värld (1965), Muus-Dahlström (1968) och Svenskt fiskelexikon (1955) består gersens föda av chironomidlarver och andra insektslarver, märkräftor och andra kräftdjur, små musslor, fiskrom och yngel.

Abborre, *Perca fluviatilis* Linné (Diagram 7)

- Nov-feb: Material finns från stationerna 1, 2 och 3C. *Mysis relicta* dominerar i magarna från stationerna 1 och 2, medan *Mysis relicta* tillsammans med fisk utgör den främsta födan på station 3C.
 Mars: Material finns endast från station 5, där fisk är den dominerande födan.
 Maj: Material finns endast från stationerna 3A och 4. Fisk är den dominerande födan i bägge fallen.
 Juni-juli: Material endast från station 3B, där chironomidpupper är den huvudsakliga födan.

Mysis relicta, som är dominerande under vintern, avtar i mars för att vara helt försvunnen i maj och juni-juli. I mars-maj utgör fisk huvudfödan.

Enligt Svärdson och Nilsson (1964) består abborrens föda av djurplankton, fjädermygglarver, sländlarver av skilda slag, Asellus, märllor, småkräftor och fisk.

Siklöja, *Coregonus albula* (Linné) (Diagram 8)

- Nov-feb: Material saknas.
 Mars: Material saknas.
 Maj: Material endast från stationerna 1 och 2. Copepoder dominerar som föda.
 Juni-juli: Material saknas.

Enligt Andersson (1942), Djurens värld (1965), Muus-Dahlström (1968) och Svenskt fiskelexikon (1955) består sikløjans föda av planktoniska kräftdjur och även av larver och puppor av chironomider.

Nors, *Osmerus eperlanus* Linné (Diagram 9)

Nov-feb: Material endast från station 3C, där fisk är dominerande föda.
 Mars: Material saknas.
 Maj: Material saknas.
 Juni-juli: Material saknas.

Enligt Andersson (1942), Djurens värld (1965), Muus-Dahlström (1968) och Svenskt fiskelexikon (1955) består norsens föda av copepoder, cladocerer, *Mysis relicta*, insektslarver (speciellt *Chaoborus*) och andra bottendjur och småfisk.

Diagram över fyllnadsgrad

Fyllnadsgraden hos de analyserade magarna har endast uppställts för arterna björkna, mört, gers och abborre (Diagram 10-13).

Magarnas fyllnadsgrad har bestämts enligt en fyrgradig skala: full (F), halv (H), nästan tom (NT) och tom (T).

De värden (aritmetiska medelvärden) som staplarna representerar är beräknade på totala antalet magar (tomma magar medräknade). Detta antal står under diagrammen.

Björkna: (Diagram 10.) En ökning av magarnas fyllnadsgrad från november-februari till juni-juli kan på samtliga stationer iakttagas.
 Mört: (Diagram 11.) Man kan i november-februari urskilja en större fyllnad i mörtmagarna än hos björknan. Tendensen till ökad fyllnadsgrad mot sommaren är dock här svårare att urskilja.
 Gers: (Diagram 12.) Materialet är ojämnt fördelat, men en tendens till lägre fyllnadsgrad i maj än i juni-juli kan urskiljas. I juni-juli har magarna på stationerna 3A, 3B och 3C högre fyllnadsgrad än övriga stationer. Material saknas helt från vintern.
 Abborre: (Diagram 13.) Även för abborre är materialet ojämnt fördelat. Man kan dock se att magarna på stationerna 3A, 3B och 3C har något högre fyllnadsgrad än vid övriga stationer på vintern.

Tabeller över parasitförekomst

I Tabellerna 11-16 visas parasitförekomsten i det undersökta materialet vid stationerna för varje årstid.

Artbestämning har gjorts endast i ett fall, nämligen av en i braxen i vårt material ofta förekommande tarmparasit *Caryophylleus laticeps*. I övrigt har endast förekomst noterats.

I varje ruta anges först förekomsten av parasiter som andel, därefter i procent av totala antalet magar.

- Björkna: (Tabell 11.) En ökad parasitförekomst mot sommaren kan iakttagas. Andra eventuella skillnader kan på grundval av föreliggande material ej konstateras.
- Braxen: (Tabell 12.) Material endast från stationerna 3A, 3B och 3C. Mycket stor procent parasitangripen fisk. Förekomsten ökar från november-februari till juni-juli, då den är hundraprocentig.
- Faren: (Tabell 13.) Material saknas helt från vintern. Förekomsten av parasiter ökar markant från ingen i mars, till mycket ofta förekommande i juni-juli. Störst förekomst på 3-stationerna.
- Mört: (Tabell 14.) En jämnt fördelad parasitförekomst på samtliga stationer och årstider, med ett ungefärligt medelvärde på 15%, kan noteras.
- Gers: (Tabell 15.) Ojämnt fördelat material med låg parasitförekomst. På hela materialet har endast tre magar med parasiter noterats, 1 förekomst på vardera stationerna 1, 4 och 5.
- Abborre: (Tabell 16.) Ojämnt fördelat material. Endast fem magar med parasiter har noterats, två på station 3A och tre på station 3B.

För fiskarterna löja, siklöja och nors noterades ingen parasitförekomst i det undersökta materialet.

DISKUSSION

Norsen och siklöjan föredrar kalla och fria vatten (Andersson 1942). Deras undanskymda roll i Västeråsfjärdarna, jämfört med Lilla Ullevifjärden (Hammar 1968), kan därför vara en effekt av varmvattenutsläpp.

Björkna är i ännu högre grad än braxen en varmvattenfisk (Andersson 1942). Varmvattenutsläppen kan alltså vara en trolig orsak till att björknan ersatt braxen som dominerande braxenfisk i Västeråsfjärdarna, i förhållande till Lilla Ullevifjärden (Hammar 1968). Björknan intar även vid en jämförelse mellan 3-stationerna och station 5 enligt uppställningen på sidan 4, och nedanstående tabell, en mer dominerande roll på 3-stationerna under november-mars. Detta får också anses bero på varmvattenutsläppen. Någon sådan effekt kan ej utläsas under perioden maj-juli, då samma förhållande fås som på station 5. Under denna period tycks alltså inte varmvattenutsläppen ge denna specifika effekt.

Station 3	nov-feb:	1. Mört	2. Björkna	3. Abborre	4. Gers
"- 5	nov-feb:	-	-	-	-
"- 3	mars:	1. Björkna	2. Abborre	3. Gers	4. Mört
"- 5	mars:	1. Mört	2. Gers	3. Abborre	4. Björkna
"- 3	maj:	1. Gers	2. Abborre	3. Mört	4. Björkna
"- 5	maj:	1. Abborre	2. Gers	3. Mört	4. Björkna
"- 3	juni-juli:	1. Abborre	2. Gers	3. Mört	4. Björkna
"- 5	juni-juli:	1. Gers	2. Abborre	3. Mört	4. Björkna

För att uttala sig mera bestämt om ovan sagda, krävs dock en mer ingående undersökning än vad här har presenterats.

Näringsval

Förklaringen till skillnader av födoval under de olika perioderna, får anses vara en förändrad tillgång av olika födokomponenter. Tillgången på dessa är beroende av organismernas års- och generationscyklar. Organismer som förekommer i överflöd eller sådana som för tillfället är speciellt tillgängliga utnyttjas i första hand av fiskarna (Nilsson 1960).

Björkna: Den relativa förekomsten av copepoder i magarna torde avspeglade förekomsten i miljön. Den nästan totala avsaknaden av cladocerer under perioden november-maj torde bero på att de först under sommaren utvecklar individrika populationer. Den större förekomsten i miljön på 3-stationerna under juni-juli kan vara en effekt av större näringstillgång och högre vattentemperatur. Intresset för chironomider som föda under juni-juli får anses bero på deras större tillgänglighet i och med förpuppningen. Växtematerialets sjunkande betydelse mot sommaren beror troligtvis på den ökade tillgängligheten av bytesdjur och högre aktivitetsnivå hos fiskar.

Björknans föda stämmer väl överens med uppgifter i de refererade arbetena, med undantag för maskar och mollusker. Om med maskar menas oligochaeter är detta förhållande förståeligt, ty dessa nedbryts mycket snabbt i fiskmagarna. Vi har vid maganalyserna inte vid något enda tillfälle med säkerhet kunnat bestämma oligochaetförekomst i någon av de 948 analyserade magarna i totalmaterialet. Molluskernas förekomst i Västeråsfjärdarna är ringa (Olsson muntl. meddel.). Härmed förklaras molluskernas likaledes ringa förekomst i magarna.

Den ökade fyllnadsgraden mot sommaren står i direkt samband med en ökad näringstillgång och aktivitetsnivå.

Braxen: "Braxen tvingas ofta dryga ut födan med zooplankton i grumliga och överbefolkade områden" (Muus-Dahlström 1968). Detta skulle kunna vara orsaken till att zooplankton utgör huvudfödan i mars-maj i Västeråsfjärden. Detta synes ej vara fallet i samma utsträckning under perioden juni-juli, då chironomider dominerar i magarna. Bidragande orsak till detta kan vara en utvandring av vissa konkurrerande fiskarter till mer perifera områden, på grund av höga vattentemperaturer. Braxens övergång till näringssök över bottnarna är i vilket fall normal och den höga zooplanktonförekomsten i magarna under mars-maj kan bero på en ovanligt riklig förekomst av zooplankton under våren som en effekt av värmepåslaget.

Löja: Näringsvalet överensstämmer i stort med uppgifterna från refererade arbeten. Några andra slutsatser kan ej dras på grund av materialets knapphet.

Faren: Näringsvalet överensstämmer med uppgifterna från refererade arbeten. Cladocerernas ökade betydelse i juni-juli som föda torde bero på att dessa populationer ökar under denna tid.

Mört: En förklaring till det ovanligt starka inslaget av vegetabilisk föda (främst kiselalger) i magarna under november-maj, kan vara den ringa förekomsten av mollusker i miljön (se björkna), som i vanliga fall anses vara en betydande födokomponent.

Orsaken till att cladocererna i juni-juli får en ökad betydelse är att de först då bildar tillräckligt individrika populationer.

Chironomidernas betydelse som fiskföda under juni-juli får anses bero på den redan omtalade förpuppningsprocessen.

Stora kräftdjur saknas helt i magmaterialet. Enligt uppgifter från de refererade arbetena brukar stora kräftdjur utgöra vanliga födoobjekt hos mörten. Dessa organismer är emellertid speciellt känsliga för just de föroreningseffekter som uppträder i Västeråsfjärden, vilket antagligen är orsaken till att de saknas i fiskfödan i detta område.

Mörten synes ha något högre aktivitetsnivå än andra karpfiskar under vintern (se bl a Svenskt fiskelexikon 1955). Detta är en trolig orsak till mörtmagarnas höga fyllnad under november-februari.

Gers: Gersen är i större utsträckning än tidigare behandlade fiskarter bottenbunden, vilket avspeglar sig i dess födoval, som till största delen består av bottennära organismer.

Att istidsrelikterna bland de stora kräftdjuren endast förekommer på stationerna 4 och 5 kan i viss mån bekräfta den tidigare iakttagelsen, att de är speciellt känsliga för föroreningseffekter.

Den lägre fyllnadsgraden i magarna under maj kan förklaras av att gersen då har sin lektid, en period då näringsintag normalt brukar minska. Orsaken till den högre fyllnaden på 3-stationerna under juni-juli jämfört med övriga stationer, kan vara gersens förmåga att effektivt utnyttja värmeutsläppens positiva effekt på näringsfaunan.

Abborre: *Mysis relicta* utgör på vintern den huvudsakliga födan. Detta beror möjligtvis på att bytesfisk är mindre tillgänglig som föda under denna tid. Många av abborrens bytesfiskar tillbringar vintern på djupare vatten i passivt tillstånd. På station 3C är emellertid inslaget av fiskföda markant, troligtvis beroende på högre vattentemperatur och därmed mer aktiv och lättåtkomlig bytesfisk. Materialet är dock så begränsat, att en mer ingående undersökning krävs för att man med bestämdhet skall kunna uttala sig om det faktiska förhållandet.

Att *Mysis relicta* kan förekomma på station 3C på vintern, torde bero på att vattentemperaturen trots varmvattenutsläppen ändå är tillräckligt låg.

Orsakerna till de stora inslagen av cladocerer och chironomider på station 3B under juni-juli har redan tidigare behandlats under rubriken "björkna".

Siklöja: Näringsvalet överensstämmer i stort med uppgifter från refererade arbeten.

Nors: Norsen har i det undersökta materialet huvudsakligen ätit fisk. Småfisk är en vanlig föda för norsen vilket framgår av refererade arbeten.

Några vidare slutsatser för siklöja och nors kan ej dras på grund av det otillräckliga materialet.

Parasitförekomst

En tendens överlag är att procentuella antalet infekterade fiskar stiger mot sommaren, troligtvis beroende på den högre vattentemperaturen och det ökade näringsintaget.

På 3-stationerna är infektionsgraden högre än på övriga stationer. Detta kan vara en effekt av varmvattenutsläpp i kombination med en förorenad recipient.

Zooplankton är en vanlig mellanvärd för tarmparasiter. Detta kan exempelvis förklara farens höga infektionsgrad, då denna fiskart enligt våra undersökningar främst livnär sig på denna föda.

Den höga infektionsgraden av *Caryophyllaeus laticeps* i braxenmagarna är en följd av tubificider som näringsobjekt, då dessa är mellanvärdar för cestoden (Milbrink 1972).

SAMMANFATTNING

Eventuell påverkan av varmvattenutsläpp på fisk och fiskens näringsval har studerats i Västeråsfjärdarna, belägna i Mälarens nordvästra del. Materialet är insamlat under perioden februari 1971-mars 1972 med s k översiktsnät. Följande fiskarter har behandlats vid maganalys: björkna, braxen, faren, löja, mört, gers, abborre, siklöja och nors. Parasitförekomst i magarna har noterats.

Någon renodlad varmvattenpåverkan på fisken och fiskens näringsval har ej kunnat konstaterats, utan en kombinerad effekt av varmvattenutsläpp och allmän förorening har ansetts föreligga. Påverkan på fiskarnas artsammansättning har kunnat konstaterats. Tydligast visade sig detta genom björkna, som dominerade vid utsläppen på vintern, vilket ej var fallet vid opåverkat område.

Istidsrelikterna bland de stora kräftdjuren saknades som fiskföda vid utsläppsområdet.

Antalet parasitangripen fisk i detta område var också störst.

ERKÄNNANDE

Författarna ber att få rikta ett tack till:

Docent U. Grimås, Statens Naturvårdsverk, som fungerat som handledare.

Fil.dr. G. Milbrink, Sötvattenslaboratoriet, som har bidragit med givande information.

Fil.mag. T. Wiederholm, Naturvårdsverkets Limnologiska undersökning, för hjälp vid artbestämningar.

Fiskeriassistenterna A. Kjellberg och A. Krogh för insamlandet av fiskmaterialet.

LITTERATUR

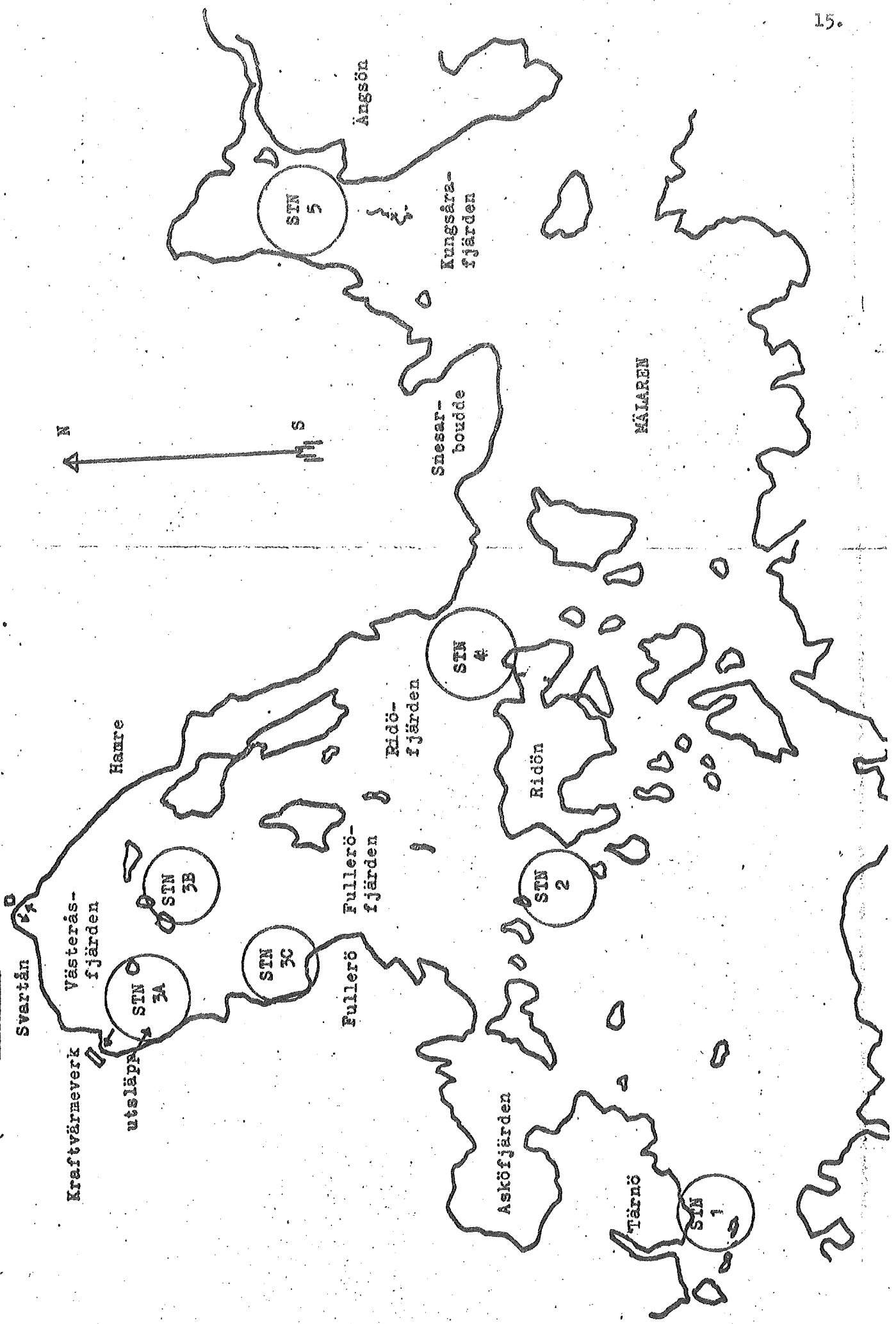
- Andersson, K.A. 1942. Fiskar och Fiske i Norden. Band II. Bokförlaget Natur och Kultur. Stockholm. 1016 p.
- Clark, J.R. 1969. Thermal Pollution and Aquatic Life. Sci.Amer. 220(3):19-27.
- Djurens värld, 1965. Del 6. Red. B. Hanström. Förlagshuset Nordens Boktryckeri. Malmö. 611 p.
- Ehlin, U. 1970. Verknningar av stora kylvattenutsläpp. Gruppkonferens 6 i Världen Vattnet och Vi. Jönköping. 18 p.
- Grimås, U. 1970. Värme - en fråga om liv eller död. Zool.Revy Stockh. 32(4):91-99.
- 1970. Warm Water Effluents in Sweden. Mar.Poll.Bull. 1(NS) (10):151-152.
 - 1970. Effekten av varmvattenutsläpp i recipienter. IVL-konferensen 1969. Publ. A40:52-64.
- Hammar, S. 1968. Näringsökologi hos fisk i Lilla Ullevifjärden. Medd.Mälardundersökningen (22). 16 p.
- Hynes, H.B.N. 1966. Heat, Salts and Pollution of Lakes. The Biology of Polluted Waters. Liverpool Univ.Press. p. 136-145.
- Milbrink, G. 1972. Communities of Oligochaeta as indicators of water pollution in Swedish lakes. Acta Univ.Upsal. (221). 14 p.
- Muus, B.J. och P. Dahlström 1968. Sötvattensfisk och Fiske. P.A. Norstedt & Söners förlag. Stockholm. 224 p.
- Nilsson, N.-A. 1960. Seasonal fluctuations in food segregation of trout, char and whitefish in 14 north-Swedish lakes. Rep.Inst. Freshw.Res.Drottningholm 41:185-205.
- Nyman, L. 1971. Fisk och varmvatten. Information från Sötvattenslaboratoriet, Drottningholm (1). 23 p.
- Svenskt fiskelexikon 1955. Red. N.Rosén, A. Lindroth, G.S.O. Svensson. AB Nordiska uppslagsböcker. Stockholm. 704 p.
- Svärdson, G. och N.-A. Nilsson 1964. Fiskebiologi. LT:s Förlag. Hallandspostens Boktryckeri Halmstad. 253 p.

SUMMARY: STUDY OF THE INFLUENCE OF HOTWATER EFFLUENTS ON FISH IN
THE BAYS AT VÄSTERÅS (LAKE MÄLAREN)

By employing survey nets the effects of hotwater effluents on fish and their food preference was studied in a bay complex in the north-westernmost part of Lake Mälaren. The following species were studied, viz. white bream (*Abramis blicca* (Bloch)), bream (*Abramis brama* (Linné)), bleak (*Alburnus lucidus* Heckel), blue bream (*Abramis ballerus* (Linné)), roach (*Leuciscus rutilus* (Linné)), ruff (*Acerina cernua* (Linné)), perch (*Perca fluviatilis* Linné), vendace (*Coregonus albula* (Linné)) and smelt (*Osmerus eperlanus* Linné).

Occurrence of parasites in stomach and intestine was noted also. Any clear-cut influence of hotwater on the fish communities and their food preference could not be discerned, but rather an influence caused by the combined effects of hotwater and pollution. Differences in the species distribution were significant, most evident was the attraction of white bream to the outlets in winter. The so called glacial relicts among the larger forms of crustaceans were absent in the areas influenced by the thermal plumes. Also, in these areas the incidence of parasite infestation was higher than in uninfluenced parts of the lake.

Fig. 1
VÄSTERÅS
Ångkraftverk



Tabell 1.

FISKMAGARNA FÖRDELADE PÅ ARTER OCH STATIONER

	stn 1	stn 2	stn3A	stn3B	stn3C	stn 4	stn 5	sum.
Björkna	16	3	77	30	54	24	16	220
Braxen	0	0	1	9	18	0	0	28
Faren	7	0	11	14	9	12	2	55
Löja	0	0	2	5	6	0	5	18
Mört	25	23	69	68	46	17	122	370
Gers	10	0	29	15	5	10	64	133
Abborre	10	5	14	10	11	6	37	93
Siklöja	5	5	0	0	0	4	0	14
Nors	0	0	0	0	16	0	1	17
summa	73	36	203	151	165	73	247	948

TECKENFÖRKLARINGAR

AA	= Asellus aquaticus	DM	= Djurmateriel
Bry	= Bryozoa	F	= Fisk
Chaob	= Chaoborus	Gast	= Gastropoda
Cl	= Chironomidlarv	Hyd	= Hydracarinae
Clad	= Cladocera	MR	= Mysis relicta
Col	= Coleoptera	Ob=Obest	= Obestämbar
Cop	= Copepoda	Ostr	= Ostracoda
CP	= Chironomidpuppa	T=Trich	= Trichoptera
Dipt	= Diptera	VM	= Värtnmaterial

FISKARTERNAS MAGAR FÖRDELADE TIDSMÄSSIGT OCH PÅ STATIONER

174

Tabell 2

BJÖRKNA

	nov-feb	mars	maj	juni-juli
stn1	1(0)	0	10(0)	5(0)
stn2	3(2)	0	0	0
stn3A	35(8)	20(4)	10(2)	12(1)
stn3B	0	10(7)	10(0)	10(0)
stn3C	25(5)	9(4)	10(0)	10(1)
stn4	3(0)	3(1)	8(1)	10(0)
stn5	0	4(3)	4(1)	8(1)
summa	67(15)	46(19)	52(4)	55(3)

Tabell 3

BRAXEN

	nov-feb	mars	maj	juni-juli
stn1	0	0	0	0
stn2	0	0	0	0
stn3A	0	0	0	1(0)
stn3B	0	1(0)	3(0)	5(0)
stn3C	2(0)	6(0)	3(0)	5(0)
stn4	0	0	0	0
stn5	0	0	0	0
summa	2(0)	7(0)	8(0)	11(0)

FISKARTERNAS MAGAR FORDELADE
TIDSMÄSSIGT OCH PÅ STATIONER

Tabell 4

FAREN

	nov-feb	mars	maj	juni-juli
stn 1	0	0	5(0)	2(0)
stn 2	0	0	0	0
stn 3A	0	0	0	11(0)
stn 3B	0	1(1)	5(3)	8(0)
stn 3C	0	0	5(0)	4(0)
stn 4	0	2(0)	5(1)	5(0)
stn 5	0	0	0	2(0)
summa	0	3(1)	20(4)	32(0)

Tabell 5

LÖJA

	nov-feb	mars	maj	juni-juli
stn 1	0	0	0	0
stn 2	0	0	0	0
stn 3A	0	2(0)	0	0
stn 3B	0	0	5(1)	0
stn 3C	0	0	6(1)	0
stn 4	0	0	0	0
stn 5	0	5(4)	0	0
summa	0	7(4)	11(2)	0

FISKARTERNAS MAGAR FÖRDELADE
TIDSMÄSSIGT OCH PÅ STATIONER

19.

Tabell 6

MÖRT

	nov-feb	mars	maj	juni-juli
stn 1	5(0)	0	10(0)	10(0)
stn 2	14(2)	0	9(0)	0
stn 3A	19(2)	20(10)	10(2)	20(2)
stn 3B	30(4)	8(5)	10(4)	20(1)
stn 3C	25(2)	0	12(2)	9(0)
stn 4	5(2)	2(0)	0	10(1)
stn 5	0	107(34)	5(0)	10(1)
summa	98(12)	137(49)	56(8)	79(5)

Tabell 7

GERS

	nov-feb	mars	maj	juni-juli
stn 1	0	0	0	10(2)
stn 2	0	0	0	0
stn 3A	0	10(1)	9(7)	10(1)
stn 3B	0	0	0	15(4)
stn 3C	0	0	0	5(1)
stn 4	0	0	10(4)	0
stn 5	0	49(7)	5(3)	10(2)
summa	0	59(8)	24(14)	50(10)

FISKARTERNAS MAGAR FÖRDELADE
TIDSMÄSSIGT OCH PÅ STATIONER

Tabell 8

ABBORRE

	nov-feb	mars	maj	juni-juli
stn 1	10(6)	0	0	0
stn 2	5(2)	0	0	0
stn 3A	3(1)	0	11(5)	0
stn 3B	0	0	0	10(0)
stn 3C	11(2)	0	0	0
stn 4	0	0	6(1)	0
stn 5	0	32(17)	5(3)	0
summa	29(11)	32(17)	22(9)	10(0)

Tabell 9

SIKLÖJA

	nov-feb	mars	maj	juni-juli
stn 1	0	0	5(0)	0
stn 2	0	0	5(0)	0
stn 3A	0	0	0	0
stn 3B	0	0	0	0
stn 3C	0	0	0	0
stn 4	0	4(2)	0	0
stn 5	0	0	0	0
summa	0	4(2)	10(0)	0

FISKARTERNAS MAGAR FÖRDELADE
TIDSMÄSSIGT OCH PÅ STATIONER

Tabell 10

NORS

	nov-feb	mars	maj	juni-juli
stn1	0	0	0	0
stn2	0	0	0	0
stn3A	0	0	0	0
stn3B	0	0	0	0
stn3C	8(2)	0	8(7)	0
stn4	0	0	0	0
stn5	0	1(0)	0	0
summa	8(2)	1(0)	8(7)	0

PARASITFÖREKOMST

22.

Tabell 11

BJÖRKNA

	nov-feb	mars	maj	juni-juli
stn 1	0/1 0%	-	2/10 20%	2/5 40%
stn 2	0/3 0%	-	-	-
stn 3A	1/35 3%	1/20 5%	0/10 0%	1/12 8%
stn 3B	-	1/10 10%	4/10 40%	2/10 20%
stn 3C	1/25 4%	1/9 11%	1/10 10%	0/10 0%
stn 4	0/3 0%	0/3 0%	0/8 0%	1/10 10%
stn 5	-	1/4 25%	0/4 0%	2/8 25%

Tabell 12

BRAKEN

	nov-feb	mars	maj	juni-juli
stn 1	-	-	-	-
stn 2	-	-	-	-
stn 3A	-	-	-	1/1 100%
stn 3B	-	1/1 100%	2/3 67%	5/5 100%
stn 3C	1/2 50%	4/6 67%	4/5 80%	5/5 100%
stn 4	-	-	-	-
stn 5	-	-	-	-

PARASITFÖREKOMST

23.

Tabell 13

FAREN

	nov-feb	mars	maj	juni-juli
stn 1	-	-	0/5 0%	1/2 50%
stn 2	-	-	-	-
stn 3A	-	-	-	7/11 64%
stn 3B	-	0/1 0%	1/5 20%	8/8 100%
stn 3C	-	-	2/5 40%	4/4 100%
stn 4	-	0/2 0%	0/5 0%	3/5 60%
stn 5	-	-	-	1/2 50%

Tabell 14

MÖRT

	nov-feb	mars	maj	juni-juli
stn 1	1/5 20%	-	2/10 20%	2/10 20%
stn 2	0/14 0%	-	5/9 11%	-
stn 3A	3/19 16%	3/20 15%	0/10 0%	1/20 5%
stn 3B	4/30 13%	2/8 25%	1/10 10%	3/20 15%
stn 3C	6/25 24%	-	3/12 25%	1/9 11%
stn 4	0/5 0%	1/2 50%	-	2/10 20%
stn 5	-	14/107 13%	0/5 0%	3/10 30%

PARASITFÖREKOMST

24.

Tabell 15

GERS

	nov-feb	mars	maj	juni-juli
stn 1	-	-	-	1/10 10%
stn 2	-	-	-	-
stn 3A	-	0/10 0%	0/9 0%	0/10 0%
stn 3B	-	-	-	0/15 0%
stn 3C	-	-	-	0/5 0%
stn 4	-	-	1/10 10%	-
stn 5	-	1/49 2%	0/5 0%	0/10 0%

Tabell 16

ABBORRE

	nov-feb	mars	maj	juni-juli
stn 1	0/10 0%	-	-	-
stn 2	0/5 0%	-	-	-
stn 3A	1/3 33%	-	1/11 9%	-
stn 3B	-	-	-	3/10 30%
stn 3C	0/11 0%	-	-	-
stn 4	-	-	0/6 0%	-
stn 5	-	0/32 0%	0/5 0%	-

BJÖRKNA

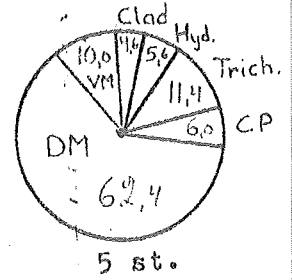
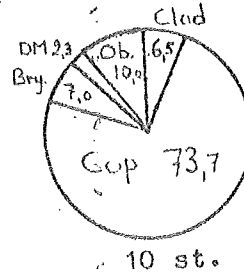
nov-feb

mars

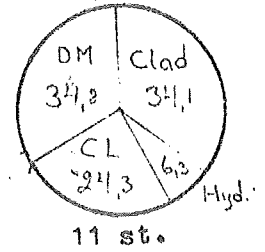
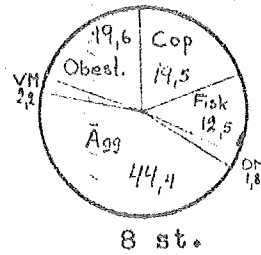
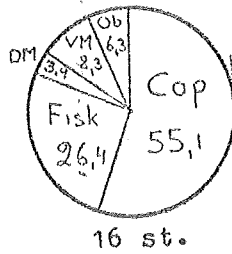
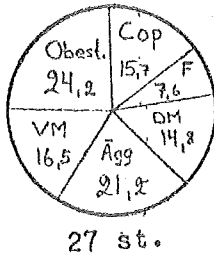
maj

juni-juli

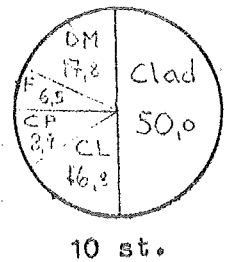
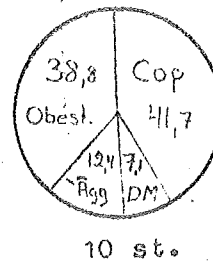
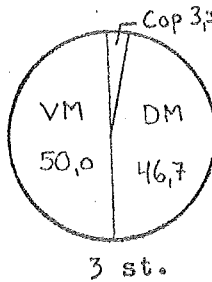
Station 1



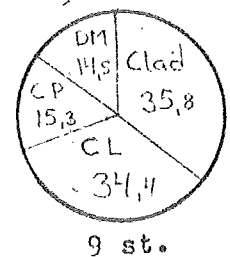
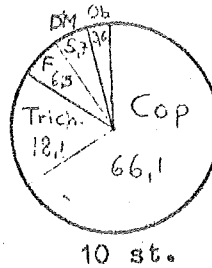
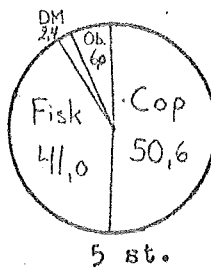
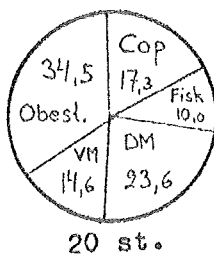
Station 2



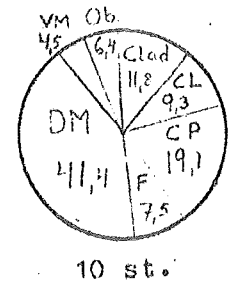
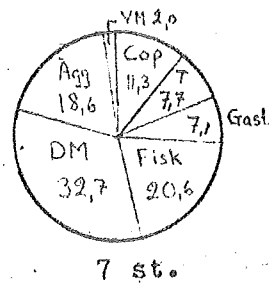
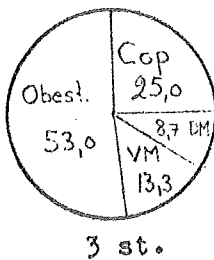
Station 3A



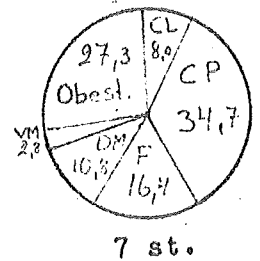
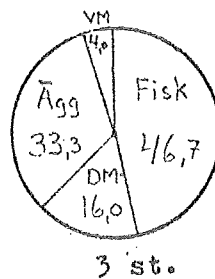
Station 3B



Station 3C



Station 4



Station 5

CIRKELDIAGRAM ÖVER VOLYMFÖRDELNINGEN AV MAGINNEHÅLL

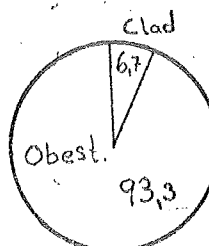
BRAXEN

mars

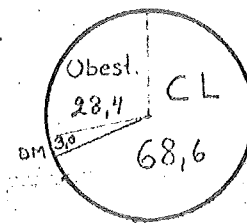
maj

juni-juli

Station 3B

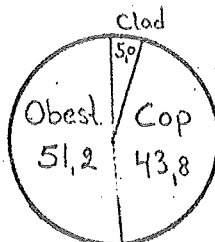


3 st.

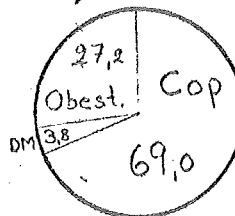


5 st.

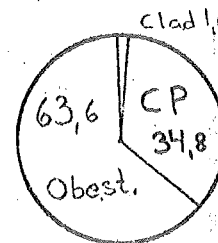
Station 3C



6 st.



5 st.

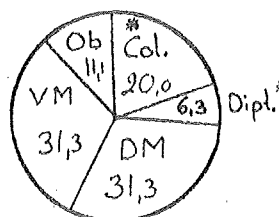


5 st.

Diagram 3

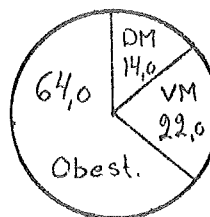
LÖJA

Station 3B



4 st.

Station 3C

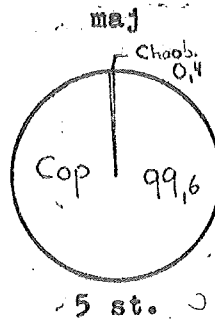


5 st.

* Ytning

FAREN

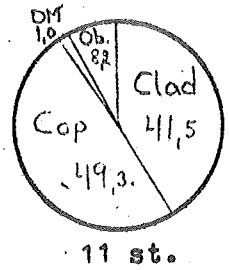
Station 1



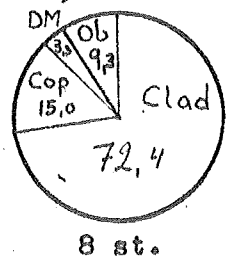
juni-juli

Station 2

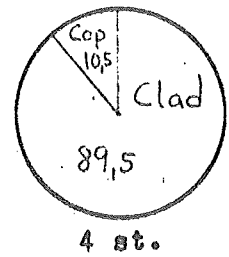
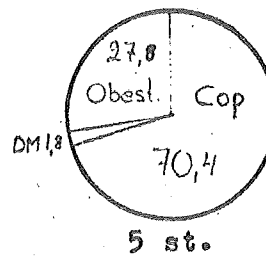
Station 3A



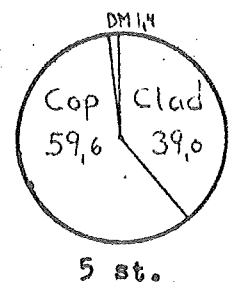
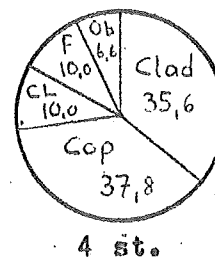
Station 3B



Station 3C



Station 4



Station 5

MÖRT

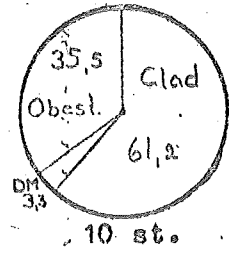
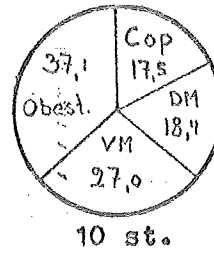
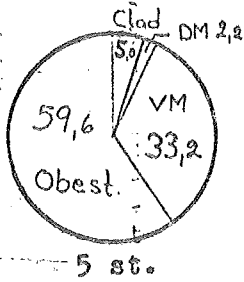
nov-feb

mars

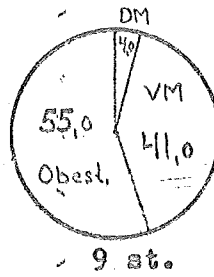
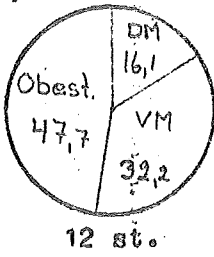
maj

juni-juli

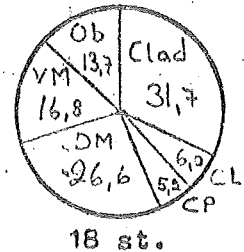
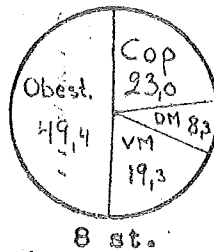
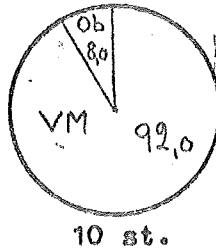
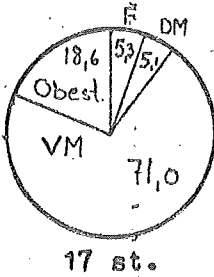
Station 1



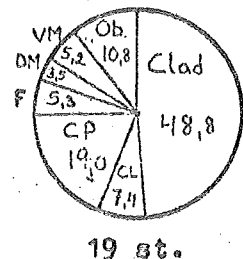
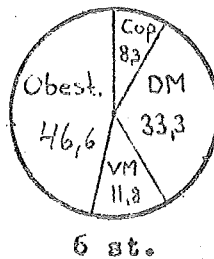
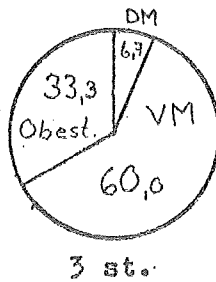
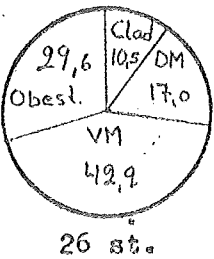
Station 2



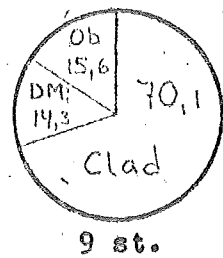
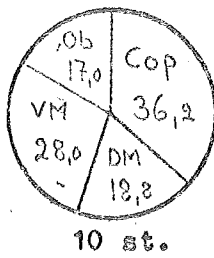
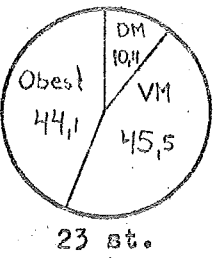
Station 3A



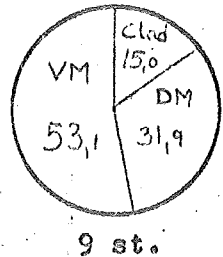
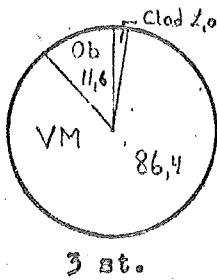
Station 3B



Station 3C



Station 4



Station 5

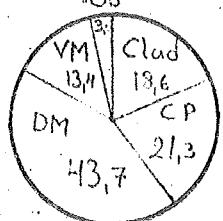
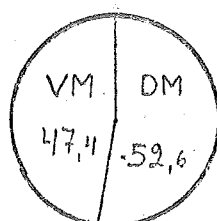
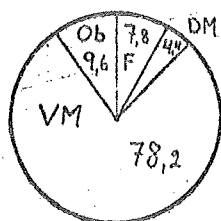


Diagram 6

CIRKELDIAGRAM ÖVER VOLYMFÖRDELNINGEN AV MAGINNEHÅLL

29.

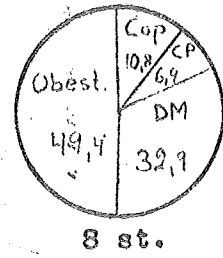
GERS

mars

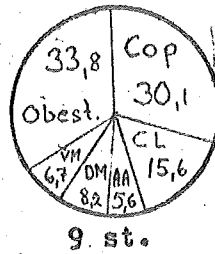
maj

juni-juli

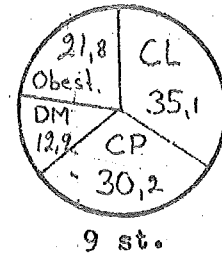
Station 1



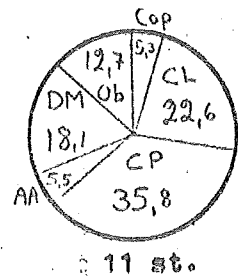
Station 2



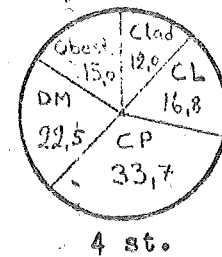
Station 3A



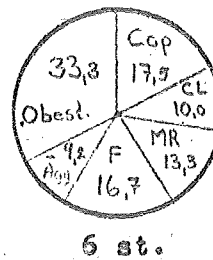
Station 3B



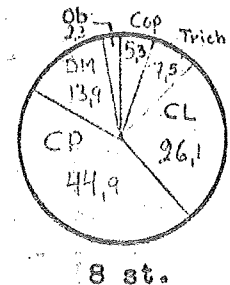
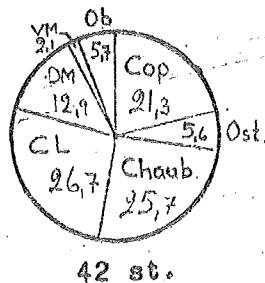
Station 3C



Station 4



Station 5



CIRKELDIAGRAM ÖVER VOLYMFÖRDELNINGEN AV MAGINNEHÅLL

ABBORRE

30.

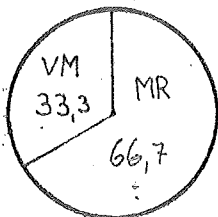
nov-feb

mars

maj

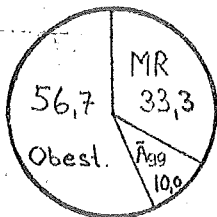
juni-juli

Station 1



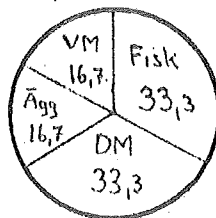
3 st.

Station 2



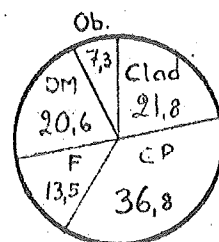
3 st.

Station 3A



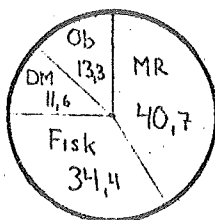
6 st.

Station 3B



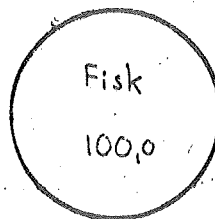
10 st.

Station 3C



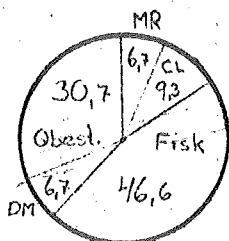
9 st.

Station 4



4 st.

Station 5



15 st.

Diagram 8

CIRKELDIAGRAM ÖVER VOLYMFÖRDELNINGEN AV MAGINNEHÅLL

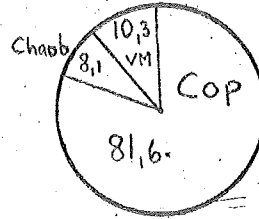
31.

nov-feb

maj

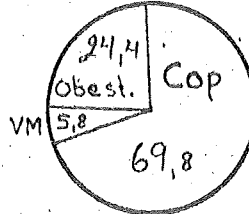
SIKLÖJA

Station 1



5 st.

Station 2

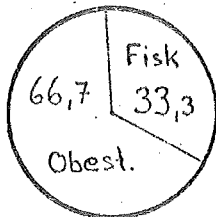


5 st.

Diagram 9

NORS

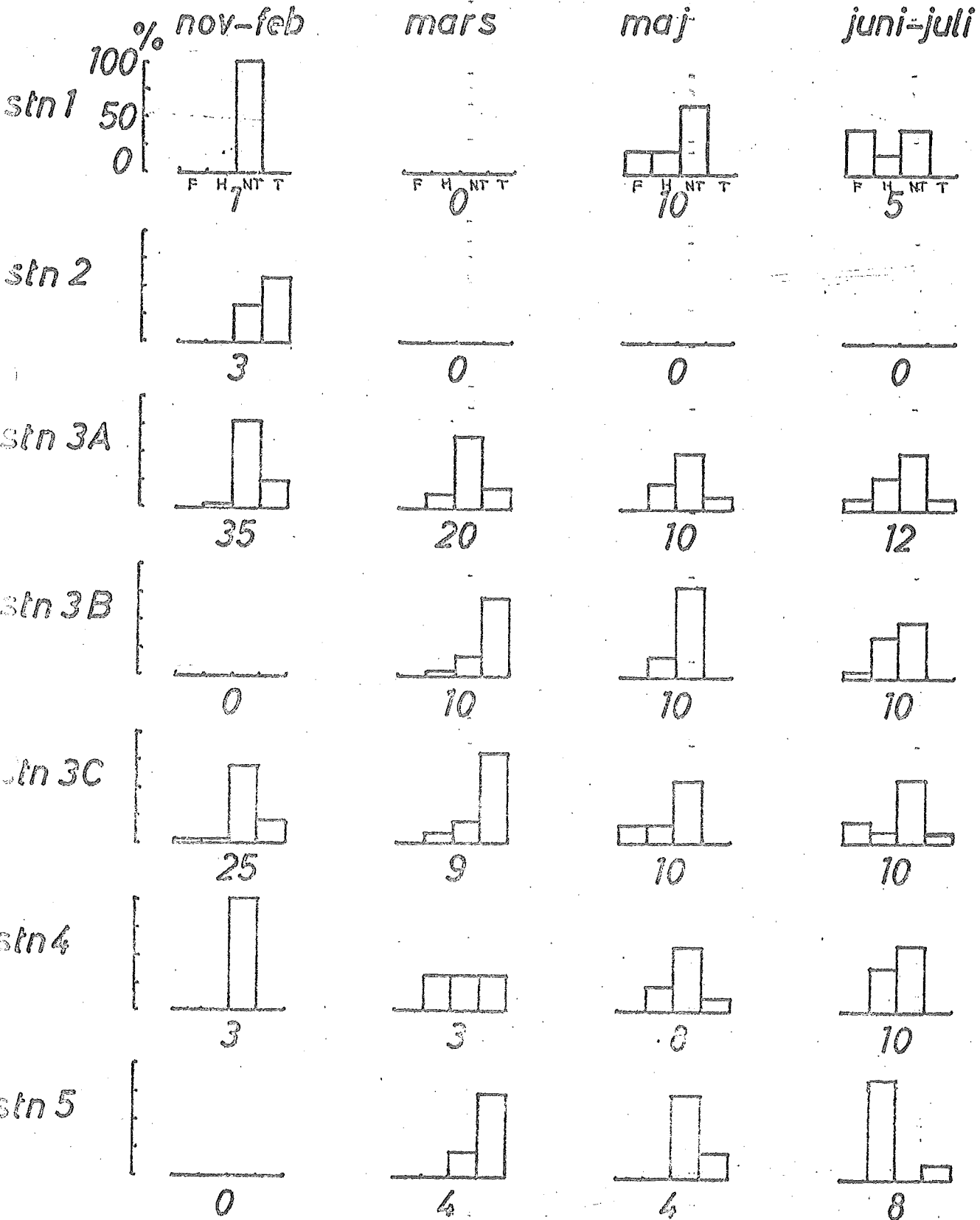
Station 30



6 st.

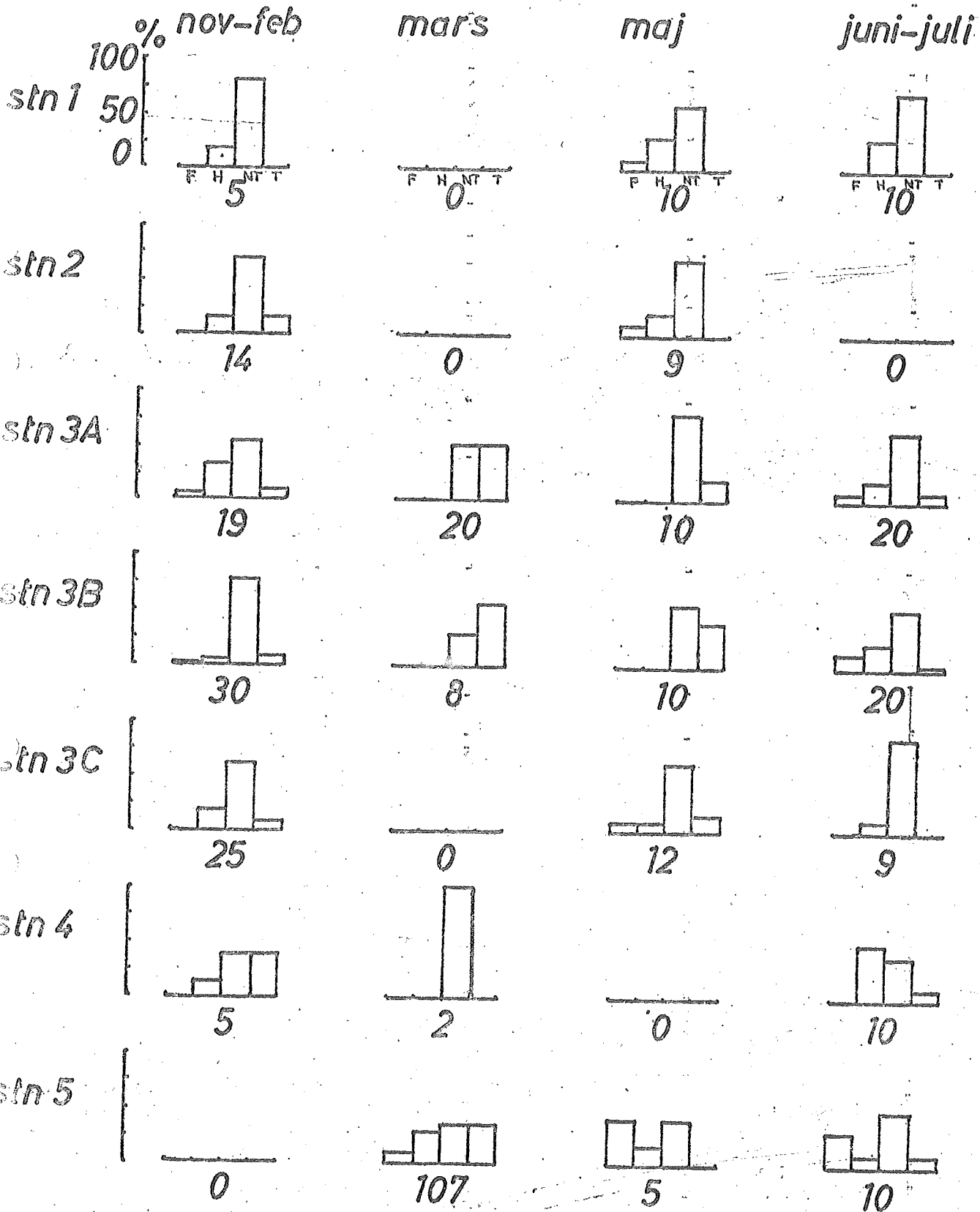
BJÖRKNA

FYLLNADSGRAD



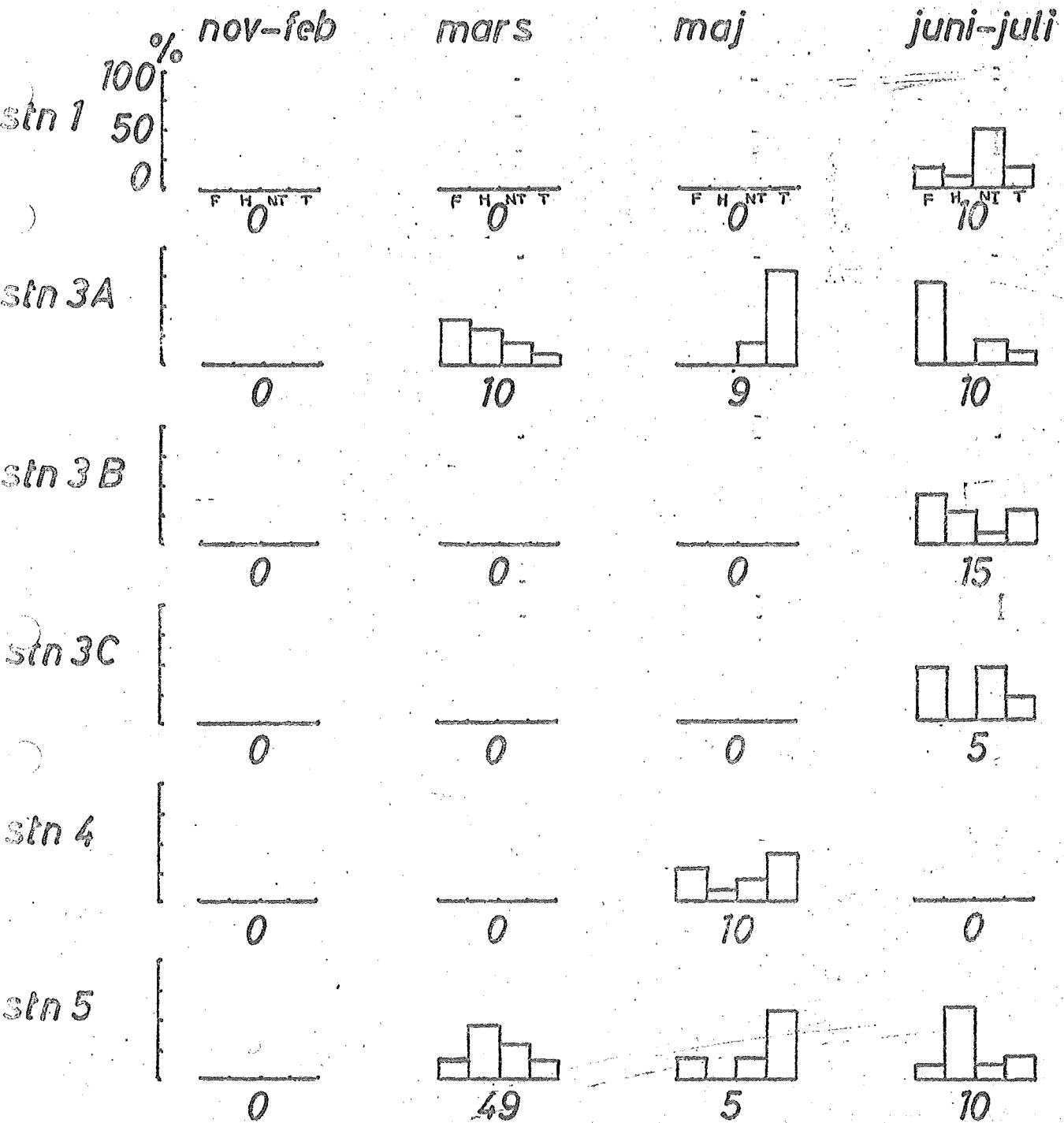
MÖRT

FYLLNADSGRAD



GERS

FYLLNADSGRAD



ABBORRE

FYLLNADSGRAD

