

Björgvin R. Leifsson, MS:

Áhrif skólpmengunar á lífríki þangfjara norður af Húsavík

Björgvin R. Leifsson, MS:

Áhrif skólpmengunar á lífríki þangfjara norður af Húsavík

Unnið fyrir Húsavíkurbæ

© 1996 Björgvin R. Leifsson

Efnisyfirlit

Útdráttur	3
Inngangur.....	3
Aðferðir.....	5
Niðurstöður	7
Umræða.....	9
Þakkarorð	13
Heimildir	14
Töflur.....	16
Tafla 1. Lýsing á umhverfisþáttum á sniðum og hæðarstöðvum	16
Tafla 2. Tíðni (%) einstakra þörungategunda og hópa í 1x1 m reitum á sniðum 1-11.....	17
Tafla 3. Heildarþekja (%) þörunga eftir hæð á sniðum 1-11.	17
Tafla 4. Tíðni algengustu ($\geq 50\%$) hryggleysingjategunda og hópa á sniðum 1-11.....	17
Tafla 5. Ríkjandi tegund hryggleysingja á hverjum 20x20 cm reit.....	17
Myndir.....	18
Mynd 1. Staðsetning sniða norður af Húsavíkurhöfn.	18
Mynd 2. Skipulag sniða, hæðarmunur milli stöðva og staðsetning ramma.	19
Mynd 3. Þurrvigt einstakra þörungategunda.....	19
Mynd 4a-c. Þekja einstakra þörungategunda og hópa á sniðum 1-11.....	20
Mynd 5. Tegundafjölbreytni hryggleysingja á sniðum 1-11.	23
Mynd 6a-h. Fjöldi einstaklinga af hverri tegund hryggleysingja á sniðum 1-11.	24
Mynd 7. Dreifing og einstaklingafjöldi fimm tíðustu tegunda hryggleysingja eftir hæð á sniðum 1-11.	32
Mynd 8. Þekja botnfastra tegunda hryggleysingja á sniðum 1-11.....	33
Viðauki: Tegundalisti	34

Útdráttur

Ellefu snið voru staðsett í þangfjörum norður af skólpræsi við nyrðri hafnargarð Húsavíkurhafnar, þangþekja mæld og tegundasamsetning hryggleysingja athuguð. Þangtegundum fækkaði eftir því sem nálgadist ræsið og þangþekja minnkaði og virðist niðurstaðan svipuð því sem fengist hefur erlendis. Tegundafjölbreytni hryggleysingja var almennt minni á sniðum nálægt ræsinu en fjær því, sem er svipað erlendum niðurstöðum. Engar tegundir sýndu marktæka skólpsækni ólíkt því sem virðist eiga sér stað erlendis en ein tegund, *Littorina obtusata* (þangdoppa) virtist marktækt skólpfælin. Áhrif frá sorpbrennslu Húsavíkur á lífríki þangfjörunnar undir brennslunni virðast hverfandi. Búast má við aukinni þangþekju og tegundafjölbreytni bæði þangs og hryggleysingja í fjörunni næst ræsinu verði útrásin færð út fyrir skerið Böku.

Inngangur

Mengun í sjó getur verið af margvíslegum toga en skipta má henni upp í fimm meginflokka í grófum dráttum; olíumengun, skólpmengun, þungmálmamengun, mengun af völdum tilbúinna, hringlaga klórkolvetna og aðra mengun. Áhrif skólpmengunar á lífríkið eru margvísleg. Sumar lífverur geta nýtt sér skólp og hleypur þá í þær mikill vöxtur, sem aftur eykur rotnun og getur valdið súrefnisskort. Aðrar lífverur eru mjög viðkvæmar gagnvart allri lífrænni mengun og hverfa fljótt eða fækkar a.m.k. mikið ef hún er til staðar. Áhrif þessi geta verið bein vegna mengunarinnar sjálfrar eða óbein t.d. vegna versnandi samkeppnisaðstöðu við aðrar lífverur, sem nýta skólpið betur (sjá t.d. Grenager 1957; Rueness 1973; Anger 1975; Bokn 1979; Gappa et al. 1990). Bæði er hér um að ræða dýr og plöntur og má nota sumar þessara tegunda sem beinan mælikvarða á hvort skólpmengun sé til staðar. Sem dæmi um mengunarsækna dýrategund má nefna burstorminn *Capitella capitata*, sem eykst mjög að magni eftir því sem nær dregur skólpræsi við Kiel í Þýskalandi (Anger 1975), þar til hann hverfur allra innst, sennilega vegna súrefnisskorts. Dæmi um mengunarsækna þangtegund í íslenskum fjörum er skúfaþang (*Fucus distichus*) en klóþang (*Ascophyllum nodosum*) er aftur mengunarfælin tegund. Í rannsókn á mengun út frá skólpræsi í Skerjafirði kemur glögglega í ljós að eftir því sem nær dregur ræsinu eykst lífþyngd skúfaþangs en lífþyngd klóþangs minnkar að sama skapi (Karl Gunnarsson & Konráð Þórisson 1976). Svipaðar niðurstöður hafa komið fram við rannsóknir á skólpmengun í Oslófirði (Grenager 1957; Rueness 1973; Bokn 1979).

Þó að töluverðar rannsóknir séu til á áhrifum t.d. olíu- og þungmálmamengunar á lífríki sjávar hafa áhrif skólpmengunar minna verið rannsökuð og þar af einna minnst á lífríki þangfjara. Undir þennan flokk falla þó t.d. rannsóknir á áhrifum skólpmengunar á þang og aðra þörungna í fjörum í Oslófirði (Grenager 1957; Rueness 1973; Bokn & Lein 1978; Bokn 1979) og enn fremur má nefna rannsóknir

á áhrifum skólpmengunar á plöntu- og dýrasamfélög í klapparfjörum (Littler & Murray 1975; Gappa et al. 1990; Gappa et al. 1993). Á Íslandi hafa áhrif skólpmengunar á lífríki í fjörum lítt verið rannsökuð og er þar helst að nefna rannsókn Karls Gunnarssonar og Konráðs Þórissonar (1976) á áhrifum á útbreiðslu og þekju þörunga í fjöru í Skerjafirði.

Í þeirri athugun, sem hér er lýst, voru könnuð áhrif skólpmengunar frá ræsi norðan Húsavíkurhafnar (útrás 3, sjá Snorri Páll Kjara & Sigurður Lárus Hólm 1996) og mengunar frá sorpbrennslu Húsavíkur á lífríki þangfjara norður af Húsavíkurhöfn. Skólpræsið opnast ofan fjörunnar, þannig að þynning er í lágmarki, en ösku frá sorpbrennslunni er sturtað niður í fjöruna rétt ofan þangbeltisins og verður blöndun og þynning sennilega ekki nema í mestu stórstraumsflóðum. Athuguð var útbreiðsla og þekja þangtegunda annars vegar og tegundasamsetning og einstaklingafjöldi hryggleysingja hins vegar með samanburði við lítt eða ómengaðar þangfjörur við Bakkahöfða norðan Húsavíkur. Við úrvinnsluna var m.a. stuðst við niðurstöður straum- og mengunarmælinga í sjónum við Húsavík (Snorri Páll Kjara & Sigurður Lárus Hólm 1996). Engar mælingar hafa verið gerðar á seltu eða hitastigi sjávar við Húsavík svo mér sé kunnugt en búast má við nokkurri seltuþynningu og hækkun á hitastigi sjávar við skólpuútrásir. Þar sem sveiflur í seltu og sjávarhita geta ekki síður verið af náttúrlegum toga getur verið erfitt að meta áhrif þessara þátta á niðurstöðurnar.

Aðferðir

Sýnataka fór fram í júlí 1996. Ellefu snið voru staðsett í fjörunum norður af Húsavíkurhöfn (mynd 1), fimm út frá skólpræsinu, tvö neðan sorpbrennslunnar, tvö í Bakkakrók og tvö utan á Bakkahöfða. Bil milli sniða í hverjum hóp var 50 m nema milli sniða fjögur og fimm en þar var bilið 100 m. Á hverju sniði voru settar niður fjórar stöðvar með 30 cm hæðarbili frá efstu grænþörungamörkum niður að stórstraumsfjörumörkum á hverjum tíma (Sjómælingar Íslands 1995) með aðstoð hæðarmælis. Á hverri hæð voru settir niður rammar sem hér segir (mynd 2):

a) Einn 1x1 m rammi, skipt niður í 100 10x10 cm smáreiti, til mælinga á efstu þekju (% einstakra tegunda) grænþörunga (*Chlorophyceae*, ekki greindir til tegunda), brúnþörunga (*Phaeophyceae*) og rauðþörunga (*Rhodophyceae*) og botnfastra dýrategunda. Nákvæmni þessarar aðferðar er $\pm 5\%$ og því voru mæld gildi námunduð að nálægustu 5%. Tegundir með minna en 2,5% þekju fengu gildið 0,5%.

b) Einn 50x50 cm rammi þar sem þang var til staðar. Innan hans var allt þang skorið af, greint til tegunda, þurrkað og vigtað með $\pm 0,1$ gr nákvæmni. Þessi aðferð veitir upplýsingar um lífþyngd einstakra þangtegunda.

c) Einn 20x20 cm rammi. Innan hans voru allir þörungar fjarlægðir og settir í plastpoka ásamt þeim dýrum, sem eftir sáust innan reitarins. Þessi sýni voru sett í 70% ísóprópanólblöndu. Þang og þari var veitt ofan af en það sem eftir sat var síað með 0,5 mm sigti. Þörungar og dýr, sem eftir sátu í sigtinu voru sett á bakka og dýrin fjarlægð til frekari athugunar en þörungunum hent. Dýrin voru síðan greind til tegunda eftir því sem kostur var en annars til stærri flokkunareininga og einstaklingar hverrar tegundar eða hóps taldir. Í sumum tilfellum var greint á milli ungvíðis og fullorðinna dýra og ákveðið afbrigði af klettadoppu (*Littorina saxatilis* var. *pallata*) var greint sérstaklega¹⁾. Að lokum voru dýrin meðhöndluð með glyceróli og ísóprópanóli til frekari varðveislu.

Vegna gífurlegs einstaklingafjölda mottumaðks (*Fabricia sabella*), ána (*Oligochaeta*) og rykmýslirfa (*Cricotopus variabilis*) í sumum sýnum voru aðrar tegundir fyrst fjarlægðar af bakkanum en síðan tekin hlutsýni af þessum hópum til talningar einstaklinga. Var þá byrjað á að taka um 1/10 einstaklinganna en stundum þurfti að endurtaka þetta allt að fjórum sinnum.

Aðferð þessi tekur fyrst og fremst til stærri dýra en þó fór ekki hjá því að töluvert af smærri dýrum, svo sem litlum þráðormum (Nematoda), fjörumaurum (Acarina), krabbaflóm (Harpacticoidea) og samlokukröbbum (Ostracoda), slæddist með. Ekki var reynt að greina einstaklinga úr þessum hópum til tegunda og er líklegt að raunverulegur einstaklingafjöldi þessara hópa í hverju sýni sé mun meiri en talning gefur til kynna.

Tegundafjölbreytni var metin sem fjöldi tegunda á flatarmál, þ.e. 20x20 cm². Þessi aðferð segir ekkert til um fjölda einstaklinga af hverri tegund og var kjí-kvaðrat prófum beitt til að meta hvort fjölmennustu tegundirnar á hverjum reit væru marktækt ríkjandi yfir öðrum tegundum á reitnum og var munurinn talinn marktækur ef líkurnar á tilviljun voru innan við 5% ($P < 0,05$).

Í megintexta eru íslensk nöfn tegunda og hópa notuð en latnesku heitin eru gefin í sviga. Í töflum og myndum eru latnesk heiti notuð. Yfirlit yfir íslensk og latnesk heiti er að finna í viðauka.

92,7 m norður af ræsinu er lítið skólpræsi, sem opnast ofan fjöru og ber með sér skólp frá iðnaðarhverfi norðan hafnarinnar og nokkrum íbúðum þar fyrir austan eða um 150 manns (Pálmi Þorsteinsson, pers. uppl.). Ekki var tekið tillit til þessa þessa ræsis við staðsetningu sniða né heldur í úrvinnslu gagna.

¹⁾ Hér er um að ræða afbrigði, sem virðist hið sama og Ingimar Óskarsson kallar *L. pallata* var. *monstrosa* (Ingimar Óskarsson 1982).

Halli húsviskra fjara er yfirleitt lítill (1-6°) og hæðarmunur efstu og neðstu marka er um 1 m. Undirlag í þangfjörum er oftast klöpp eða hnallungar og brimasemi er sennilega í meðallagi. Þar sem staðsetning sniða 1-5 fór eftir fjarlægð þeirra frá skólpræsinu og staðsetning sniða 6-7 réðst af staðsetningu sorpbrennslunnar var ekki hægt að koma í veg fyrir að nokkur munur væri á undirlagi og kann þetta að hafa áhrif á niðurstöður, þar sem útbreiðsla sumra tegunda ræðst m.a. af gerð undirlags, t.d. er meira um þang (og þar með dýr) í klappar- en hnallungafjörum. Þar sem stórgrýti hefur hrunið úr bjarginu við sorpbrennsluna var erfitt að staðsetja hæðarstöðvarnar fjórar á sniðum 6-7 og varð að sleppa hæð 2 á sniði 6 og hæðum 2 og 3 á sniði 7. Hins vegar var reynt að velja viðmiðunarsniðin 8-11 þannig að undirlag væri sem líkast því sem gerist á sniðum 1-5. Brimasemi, sem einnig getur haft áhrif á útbreiðslu tegunda (t.d. er meira um þang í skýldum en brimasömum fjörum) er sennilega svipuð alls staðar nema á sniðum 8-9, þar sem hún er eitthvað minni en á hinum sniðunum. Lýsingar á umhverfisþáttum allra sniða er að finna í töflu 1.

Niðurstöður

Þegar tíðni einstakra þörungategunda er skoðuð (tafla 2) sést að tegundafjölbreytni eykst í megindráttum frá sniði 1 til 5 og síðan aftur á sniðum 10 og 11 en virðist að mestu standa í stað þess á milli. Bólupang (*Fucus vesiculosus*) sást á sniði 6 þótt það kæmi ekki ekki fram í 1x1 m römmum. Skúfapang fannst alls staðar nema á sniði 2 en klóþang aftur á móti ekki nema á sniðum 10 og 11 þótt það sæist í grennd við snið 9. Tíðni einstakra tegunda, t.d. klapparþangs (*F. spiralis*) og skúfapangs, jókst í megindráttum með fjarlægð frá ræsinu en minnkaði svo aftur á sniðum 8-11. Þurrvigst skúfapangs jókst með fjarlægð frá ræsi til að byrja með, féll síðan á sniðum 5-7 og var mest á sniði 8 en féll síðan aftur á sniðum 9-11 (mynd 3) þegar þurrvigst annarra tegunda fór vaxandi (bólupang á sniðum 9 og 11 og klóþang á sniði 10). Mest var þurrvigst klapparþangs á sniði 7 en það er smávaxin tegund með litla lífþyngd.

Heildarþekja þörungna fór almennt vaxandi í átt frá ræsinu og enn fremur eftir hæð frá efstu stöð að neðstu (tafla 3). Þegar þekja einstakra tegunda er skoðuð (mynd 4a-c) sést að eftir því sem lengra dregur frá ræsinu og fleiri tegundir bætast við verður beltaskipting þangtegunda eftir hæð meira áberandi, að frátöldum sniðum 6-7, í klapparþangs-, bólupangs-, klóþangs- og skúfapangsbelti. Enn fremur fór þekja grænþörungna (*Chlorophyceae*) almennt minnkandi í átt frá ræsinu eftir því sem fleiri þangtegundir bættust við og þekja þeirra jókst.

Tegundafjölbreytni hryggleysingja fór vaxandi í átt frá ræsinu og enn fremur voru almennt fleiri tegundir neðst í fjörunni en efst (mynd 5). Af þeim tegundum, sem mesta tíðni höfðu (tafla 4) voru rykmýslirfur og mottumaðkur mjög algengar á flestum stöðvum og í mörgum tilfellum var önnur þeirra marktækt ríkjandi tegund skv. kjí-kvaðrat prófum ($P < 0,05$ niður í $P < 0,001$) (tafla 5 og mynd 6a-h). Samkvæmt töflu 5 virðast rykmýslirfur vera helsta, ríkjandi tegundin á sniðum nálægt ræsinu en mottumaðkur á sniðum fjærst því. Hins vegar voru oftast fleiri en ein ríkjandi tegund á hverri hæðarstöð (mynd 6a-h) og dreifing þeirra tegunda, sem mesta tíðni höfðu, eftir hæð á snið 1-11 bendir ekki til að marktækur munur sé á fjölda einstaklinga rykmýslirfa, mottumaðks, kræklinga (*Mytilus edulis*) eða fjöruflóar (*Gammarus oceanicus*) á stöðvum nálægt eða langt frá ræsinu (mynd 7). Af þessum fimm tíðustu tegundum sýndi eingöngu þangdoppa marktækan mun á einstaklingafjölda og voru marktækt færri einstaklingar á stöðvum nálægt ræsinu en fjær því skv. kjí-kvaðrat prófi ($P < 0,05$ niður í $P < 0,001$). Hinar fjórar tegundirnar virðast hafa nokkuð blettótta útbreiðslu (mynd 7) og kemur þetta vel fram þegar þekja mottumaðks er skoðuð (mynd 8). Engin tegund sýndi marktæka aukningu í einstaklingafjölda þegar nær dró ræsinu (snið 1-5) miðað við stöðvar fjærst því (snið 8-11) og tegundir, sem fundust nálægt ræsinu fundust flestar á stöðvum fjærst því nema brimlús (*Idotea pelagica*), sem fannst nú í fyrsta skipti austan Eyjafjarðar (snið 4 og 5, hæð 1). Tegundir, sem fundust á sniðum 6 og 7 fundust einnig flestar bæði nær (snið 1-5) og fjær ræsinu (snið 8-11) nema marflóartegundin *Calliopius laevisculum*, sem fannst eingöngu á sniði 7, hæð 1.

Umræða

Fækkun þangtegunda og minni þekja nálægt skólpræsinu er vel þekkt fyrirbæri bæði hérlandis (Karl Gunnarsson & Konráð Þórisson 1976) og erlendis (sjá t.d. Littler & Murray 1975; Bokn & Lein 1978; Bokn 1979; Gappa et al. 1990). Röð eða innkoma þangtegunda í átt frá mengunarvaldi (tafla 2) er svipuð því sem komið hefur í ljós annars staðar (sjá t.d. Karl Gunnarsson & Konráð Þórisson 1976; Bokn 1979). Skólþýnning norður af ræsinu hefur verið mæld (Snorri Páll Kjarran & Sigurður Lárus Hólm 1996) og virðist þýnningin meiri eða örari í janúar 1996 en nóvember 1995. Mælingar vantar að sumarlagi þegar búast má við enn minni eða hægari þýnningu vegna áhrifa sólarljóss á gerlastarfsemina, en ólíklegt verður að telja að áhrifanna gæti norður að Bakkakrók. Nú er klóþang að mestu bundið við skýldar klapparfjörur með föstu undirlagi (Agnar Ingólfsson, pers.

uppl.) og skýldustu klapparfjörurnar frá Húsavík að Bakkahöfða er að finna í Bakkakróknum, þar sem snið 8 og 9 voru staðsett. Skýringa á vöntun klóþangs í fjörunum við Bakkakrök er líklega að leita í einhverjum staðbundnum áhrifum, t.d. kuldapolls, sem þar kann að myndast að vetrarlagi, eða mikillar rotnunar upprifnaðs þangs og þara síðla vetrar, sem veldur uppsöfnun lífrænna efna í fjörunum.

Beltaskipting þangtegunda í fjörunum norður af Húsavík eykst eftir því sem fjær dregur skólpræsinu uns hún telst eðlileg fyrir norðlenskar klapparfjörur á sniðum 10 og 11. Klapparþang, sem er venjulega efst þeirra tegunda, sem fundust, fannst fyrst á sniði 4 en eingöngu á hæð 3 eða fyrir neðan efsta skúfapang og stafar þetta að öllum líkindum af því að það er mengunarfælnari tegund en skúfapangið og getur ekki vaxið ofar við þessar aðstæður.

Vegna landslags fjörunnar á sniðum 6 og 7, þar sem stór björg hafa fallið úr bjarginu ofan fjörunnar, eru niðurstöður þessara sniða erfiðar í túlkun og raunar vart samanburðarhæfar við niðurstöður af öðrum sniðum, þar sem undirlagið er mjög frábrugðið því sem gerist annars staðar. Þarna fannst þó bólupang næst ræsinu í mjög litlu magni og með litla þekju og er tegundin annað hvort nálægt sínum útbreiðslumörkum í átt að skólpræsinu eða að um er að ræða áhrif frá sorpbrennslunni. Heildarþekja og lífþyngd þangs á sniðum 6 og 7 virðast vera lægri en á sniðum beggja vegna og sama er að segja um þekju einstakra tegunda og kann þetta að stafa af mengun frá sorpbrennslunni en undirlag og e.t.v. brimasemi kann einnig að hafa einhver áhrif á vaxtarskilyrði þangsins. Beltaskiptingar þangtegunda varð ekki vart á sniðum 6 og 7 að öllum líkindum vegna landslagsáhrifa.

Tegundafjölbreytni hryggleysingja fór almennt minnkandi í átt að ræsinu þó að nokkuð fleiri tegundir væru á hæð 1 á sniði 1 heldur en á sömu hæð á sniðum 2 og 3. Erfitt er að fullyrða um hvort þetta stafi af beinum áhrifum frá skólpinu eða hvort áhrifin séu óbein t.d. vegna versnandi samkeppnisstöðu sumra tegunda við aðrar, sem nýta skólpið betur, eða vegna þangskorts á sniðum 1-3, en þangið er búsvæði margra hryggleysingjategunda. Þær tegundir, sem voru í mestu magni næst ræsinu, voru ýmist marktækt í meira eða minna magni á stöðvum fjær því, þannig að ekki verður séð að nein þeirra hafi sýnt sérstaka skólpsækni og af tíðustu tegundunum sýndi eingöngu þangdoppa marktæka skólpfælni með þeim aðferðum, sem notaðar voru. Svipaðar aðferðir voru notaðar til að ákvarða skólpsækni og skólpfælni tegunda við skólpræsi við Kiel í Þýskalandi og samkvæmt niðurstöðum þaðan teljast t.d. mottumaðkur og rykmýslirfur viðkvæmar eða skólpfælnar tegundir, kræklingur hlutlaus tegund gagnvart skólpi og fjörufló mengunar- eða skólpsækni tegund (Anger 1975). Miðað við niðurstöður þessarar rannsóknar verður ekki annað séð en að annað hvort sé aðferð Anger (1975) til að ákvarða þetta ekki nógu örugg eða að

mismunandi aðstæður t.d. hvað varðar veðurfar, seltu o.s.frv. gefi mismunandi niðurstöður a.m.k. hvað þessar tegundir varðar. Þetta gæti þýtt að öllum mælingum á mengunarsækni eða mengunarfælni tegunda beri að taka með mikilli varúð, sérstaklega ef borið er saman milli mismunandi svæða. Með nokkuð frábrugðnum aðferðum virðist koma fram skipting í mengunarsæknar og mengunarfælnar tegundir við skólpræsi við Quequén í Argentínu (Gappa et al. 1993) en tegundasamsetning þar er of frábrugðin tegundasamsetningu hérlandis til að niðurstöðurnar séu samanburðarhæfar.

Hrúðurkarl (*Semibalanus balanoides*) er nokkuð jafndreifður um fjöruna á nyrðri sniðunum en skipar sér ekki í sérstakt belti um miðbik hennar líkt og þekkist víða annars staðar á landinu. Þetta stafar líklega af því að nákuðung (*Nucella lapillus*), sem er afræningi á hrúðurkarli, vantar í húsvískar þangfjörur. Nokkur samkeppni er á milli hrúðurkarls og þangs um undirlag til festingar og kann þetta að valda því að hann er almennt ofar í fjörunni á sniðunum næst ræsinu en fjær því en ekki virtist veruleg magnaukning á honum á nyrðri sniðunum.

Brimlús, sem fannst á neðstu stöðvum á sniðum 4 og 5 er nánast bundin við brimasamar klettafjörur og hefur hingað til fundist frá Hvalnesi suður og vestur um land til Eyjafjarðar (Agnar Ingólfsson 1996). Ekki er vitað til að tegundin sé mengunarsækin, þótt hún þoli sennilega nokkra mengun. Við Háanef austan Straumsvíkur hverfur þessi tegund niður fyrir stórstraumsfjöru yfir veturinn og finnst eingöngu neðst í fjörunni að sumarlagi (Björgvin R. Leifsson 1996) og er líklegt að þessi litli stofn, sem virðist vera til staðar við Húsavík, haldi sig að mestu neðan fjörunnar allt árið.

Mottumaðkur fannst víða í mjög miklu magni bæði á sniðum nálægt ræsinu og fjærst því. Sums staðar var þekjan svo mikil að hann virtist útrýma þangi á stórum svæðum með samkeppni um undirlag og var þetta mjög áberandi á sniðum 4 (hæð 1), 5 (hæð 2) og 11 (hæð 1). Hann vantaði hins vegar alveg eða því sem næst á sniðum 2, 3, 6 og 7. Erfitt er að útskýra vöntun hans á sniðum 2 og 3 þar sem hann fannst í töluverðu magni á sniði 1, hæð 1, þar sem hann ætti að lenda í nokkurri samkeppni við skúfaþangið en hann virðist þó vera nokkuð vandlátur á undirlag og helst ekki vilja annað en fasta klöpp, sem vantar nánast á snið 2 og 3. Vera má að mengun frá sorpbrennslunni hafi neikvæð áhrif á vöxt hans á sniðum 6 og 7 en erfitt er að útiloka t.d. landslagsáhrif og hugsanlega brimasemi.

Þegar tegundafjölbreytni hryggleysingja og einstaklingafjöldi innan tegunda er skoðaður á sniðum 6 og 7 verður hið sama uppi á teningnum og varðandi þangið að erfitt er að fera sér grein fyrir hvað eru mengunaráhrif og hvað eru landslagsáhrif. Reyndar verður ekki annað séð en að fjölbreyntin sé ívið meiri en á sniðum 4 og 5 en aftur minni en á sniðum 8-11. Ríkjandi tegund var oftast fjörurykmý,

sem einnig var ríkjandi bæði á sniðum nær og fjær ræsinu. Marflóartegundin *C. laevisculum* finnst í ýmsum fjörugerðum og syndir mjög mikið (Agnar Ingólfsson, pers. uppl.) og vera má að dýrin hafi verið þarna af tilviljun en þó er líklegra að um sé að ræða lítinn, staðbundinn stofn. Ekki er vitað til að tegundin sýni einhverja sérstaka mengunarsækni eða mengunarfælni.

Vegna þess hve aðgengi að fjörunni norður af höfninni er lélegt hlýtur hún að teljast í flokki II hvað varðar útivistargildi og hið sama má í raun segja um fjöruna við Bakkahöfða að miklu leyti. Straummælingar í sjónum við Böku sýna að meginstraumstefnan er til suðsuðausturs og samkvæmt reiknilíkönnum virðist ekki hætta á að straumurinn beri skólp frá fyrirhugaðri útrás til lands (Snorri Páll Kjara & Sigurður Lárus Hólm 1996). Hafa verður í huga að mælingar á saurkóligerlum vantar að sumarlagi en skólpþynning í fjörunni næst núverandi útrás ætti samt sem áður að verða svipuð eða meiri en hún er nú á sniðum 4 og 5. Þetta ætti að hafa í för með aukningu í þekju skúfapangs næst núverandi ræsi samfara minnkun á efstu þekju grænþörunga og útbreiðsla klapparþangs ætti að aukast til suðurs frá því sem nú er. Ólíklegt er að útbreiðsla klóþangs breytist að ráði en hugsanlega gæti bóluþang aukið útbreiðslu sína til suðurs. Enn fremur gæti einhver beltaskipting þangtegunda komið fram nær ræsinu en nú er. Svipaðar breytingar áttu sér stað í Oslófirði frá 1980 til 1990 eftir að farið var að hreinsa fjörðinn og meðhöndla skólp betur en áður var gert (Bokn et al. 1992).

Um leið og þetta gerist ætti tegundafjölbreytni hryggleysingja að aukast nær núverandi ræsi bæði vegna beinna áhrifa minnkandi skólpmengunar en einnig vegna aukinnar þangþekju. Fróðlegt verður að sjá hvort þetta hefur í för með sér einhverjar breytingar á ríkjandi tegundum næst ræsinu en núverandi niðurstöður gefa ekki slíkt til kynna. Einstaklingafjöldi ætti samt að aukast hjá flestum tegundum og mengunarfælnar tegundir eins og þangdoppa ættu að aukast að útbreiðslu og magni.

Þakkarorð

Ég vil þakka félögum úr björgunarsveitinni Garðari fyrir aðstoð við að komast að sniðum 6 og 7. Dr. Jörundur Svavarsson, Guðmundur V. Helgason, MS og Magnea Karlsdóttir, BS staðfestu nokkrar greiningar. Enn fremur fá Dr. Agnar Ingólfsson og Dr. Jörundur Svavarsson þakkir fyrir ýmis góð ráð og ábendingar meðan á verkinu stóð.

Heimildir

- Agnar Ingólfsson 1996. The distribution of intertidal macrofauna on the coasts of Iceland in relation to temperature. *Sarsia* 81: 29-44.
- Anger, K. 1975. On the influence of sewage pollution on inshore benthic communities in the south of Kiel Bay. Part 1. Qualitative studies on indicator species and communities. *Merentutkimuslait. Julk.* 239: 116-122.
- Björgvin R. Leifsson 1996. Lífsferlar, tímgunartími og lóðrétt dreifing þanglúsar (*Idotea granulosa* Rathke) og brimlúsar (*I. pelagica* Leach) í íslenskum fjörum. Háskóli Íslands, Háskólabókasafn, 73 bls.
- Bokn, T. 1979. Bruk av tang som overvåkningsparameter i en næringsrik fjord. Overvåking av vattenområden. 15. Nordiska symposiet om Vattenforskning. NORDFORSK, Miljövars sekr. publ. 1979, 2: 181-200.
- Bokn, T. & Lein, E. 1978. Long-term changes in fucoid association of the inner Oslofjord, Norway. *Norw. J. Bot.* 25-1: 9-14.
- Bokn, T., Murray, S.N., Moy, F.E. & Magnusson, J.B. 1992. Changes in fucoid distributions and abundances in the inner Oslofjord, Norway: 1974-80 versus 1988-90. *Acta Phytogeogr. Suec.* 78: 117-124.
- Gappa, J.J.L., Tablado, A. & Magaldi, N.H. 1990. Influence of sewage pollution on a rocky intertidal community dominated by the mytilid *Brachidontes rodriguezi*. *Mar. Ecol. Progr. Ser.* 63: 163-175.
- Gappa, J.J.L., Tablado, A. & Magaldi, N.H. 1993. Seasonal changes in an intertidal community affected by sewage pollution. *Env. Poll.* 82: 157-165.
- Grenager, B. 1957. Algological observations from the polluted area of the Oslofjord. *Nytt Mag. Bot.* 5: 41-60.
- Ingimar Óskarsson 1982. Skeldýrafána Íslands. *Leiftur, Rvík*, bls. 186-188 & 330-332.
- Karl Gunnarsson & Konráð Þórisson 1976. The effect of sewage on the distribution and cover of littoral algae near Reykjavík. Preliminary results. *Acta Bot. Isl.* 4: 58-66.
- Littler, M.M. & Murray, S.N. 1975. Impact of sewage on the distribution, abundance and community structure of rocky intertidal macro-organisms. *Mar. Biol.* 30: 277-291.
- Rueness, J. 1973. Pollution on littoral algal communities in the inner Oslofjord, with special reference to *Ascophyllum nodosum*. *Helgol. wiss. Meeresunters.* 24: 446-454.
- Sjómælingar Íslands 1995. Sjávarföll við Ísland 1996, 31 bls.

Snorri Páll Kjaran & Sigurður Lárus Hólm 1996. Sjávarstraumar í Skjálfaflóa og dreifing mengunar frá fyrirhuguðum útrásum Húsavíkurbæjar. Verkfræðistofan Vatnaskil, 41 bls.

September 1996,

Björgvin R. Leifsson

Töflur

Snið	Staðsetning	Meðalhalli	Brimasemi	Undirlag	Þang til staðar
1	5 m frá ræsi	2,3°	Í meðallagi		
H4				Hnullungar	-
H3				Hnullungar	-
H2				Hnullungar	-
H1				Klökk	+
2	55 m frá ræsi	4°	Í meðallagi		
H4				Hnullungar	-
H3				Hnullungar	-
H2				Hnullungar	-
H1				Hnullungar	-
3	105 m frá ræsi	5,4°	Í meðallagi		
H4				Hnullungar	-
H3				Hnullungar	-
H2				Hnullungar	+
H1				Klökk	+
4	155 m frá ræsi	2,7°	Í meðallagi		
H4				Klökk	+
H3				Klökk	+
H2				Klökk	+
H1				Klökk	+
5	255 m frá ræsi	2,3°	Í meðallagi		
H4				Hnullungar	+
H3				Klökk	+
H2				Klökk	-
H1				Klökk	+
6	Sorpbrennsla	10°	Í meðallagi		
H4				Stórgrýti	-
H3				Stórgrýti	+
H1				Stórgrýti	+
7	Sorpbrennsla	13,5°	Í meðallagi		
H4				Stórgrýti	+
H1				Stórgrýti	+
8	Bakkakrókur	1,5°	Lítill		
H4				Hnullungar	+
H3				Hnullungar	+
H2				Klökk	+
H1				Klökk	+
9	Bakkakrókur	1,7°	Lítill		
H4				Hnullungar	+
H3				Hnullungar	+
H2				Klökk	+
H1				Klökk	+
10	Bakkahöfði	1,1°	Í meðallagi		
H4				Klökk	+
H3				Klökk	+
H2				Klökk	+
H1				Klökk	+
11	Bakkahöfði	1,7°	Í meðallagi		
H4				Hnullungar	-
H3				Hnullungar	-
H2				Klökk	+
H1				Klökk	+

Tafla 1. Lýsing á umhverfisþáttum á sniðum og hæðarstöðvum.

Tegund/hópur	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
Chlorophyceae	100	100	100	100	75	100	100	50	50	25	100
<i>Fucus spiralis</i>				25	25	33	100	25	50	50	25
<i>F. vesiculosus</i>							100	75	75	75	25
<i>F. distichus</i>	25		50	100	50	67	100	75	75	75	50
<i>Ascophyllum nodosum</i>										75	25
<i>Alaria esculenta</i>					25						25
<i>Chorda filum</i>					25						
<i>Palmaria palmata</i>				25						50	25

Tafla 2. Tíðni (%) einstakra þörungategunda og hópa í 1x1 m reitum á sniðum 1-11.

Hæð	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
4	25	45	30	10,5	25,5	25	45,5	10,5	5,5	60	35
3	5	90	15	75,5	10,5	25,5	-	70	56	75,5	20
2	0,5	45	40	100	0,5	-	-	90	100	50,5	82
1	35	50	100,5	35,5	100,5	55	40,5	95,5	100	90,5	31

Tafla 3. Heildarþekja (%) þörunga eftir hæð á sniðum 1-11.

Tegund/hópur	Tíðni (%)
<i>C. variabilis</i> 1.*	96
Oligochaeta	74
<i>Mytilus edulis</i> *	70
<i>Gammarus oceanicus</i> *	70
<i>Littorina obtusata</i> *	70
<i>F. sabella</i> *	63
Acarina	59

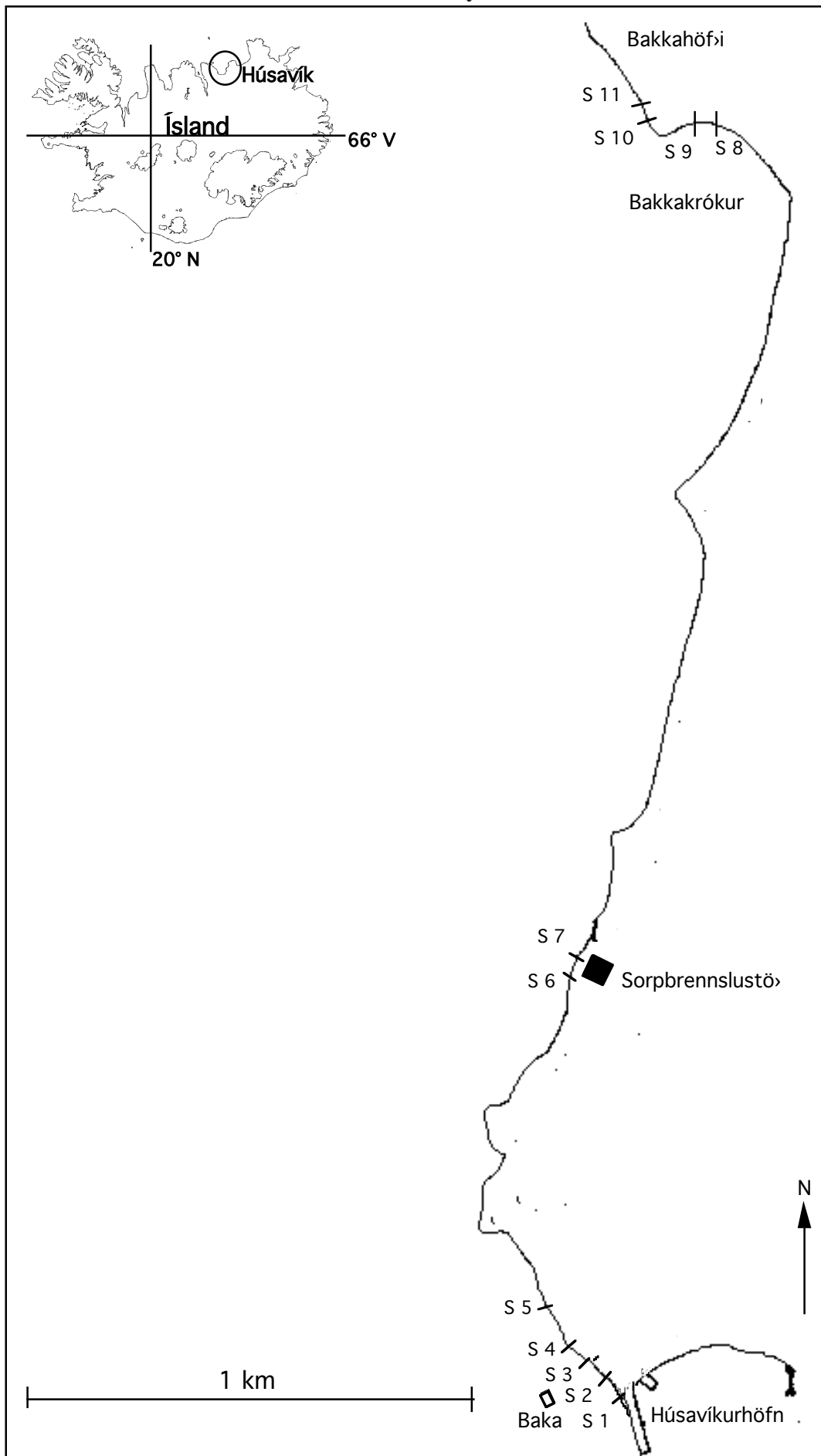
Tafla 4. Tíðni algengustu ($\geq 50\%$) hryggleysingjategunda og hópa á sniðum 1-11. Dreifing stjórnumerktra tegunda er sýnd nánar á mynd 7. 1 = liffur.

	S 1	S 2	S 3	S 4	S 5	S 6	S 7	S 8	S 9	S 10	S 11
H 4					0		<i>C. var. 1.</i>			<i>G. oce.</i>	
H 3				0	<i>C. var. 1.</i>	<i>L. sax.</i>	-	<i>C. var. 1.</i>	<i>F. sab.</i>	<i>F. sab.</i>	
H 2			0	<i>C. var. 1.</i>	<i>F. sab.</i>	-	-	<i>M. edu.</i>	0	<i>F. sab.</i>	<i>F. sab.</i>
H 1	<i>C. var. 1.</i>	<i>C. var. 1.</i>	<i>C. var. 1.</i>	<i>C. var. 1.</i>	0	<i>C. var. 1.</i>	<i>C. var. 1.</i>	<i>C. var. 1.</i>	<i>F. sab.</i>	<i>F. sab.</i>	<i>F. sab.</i>

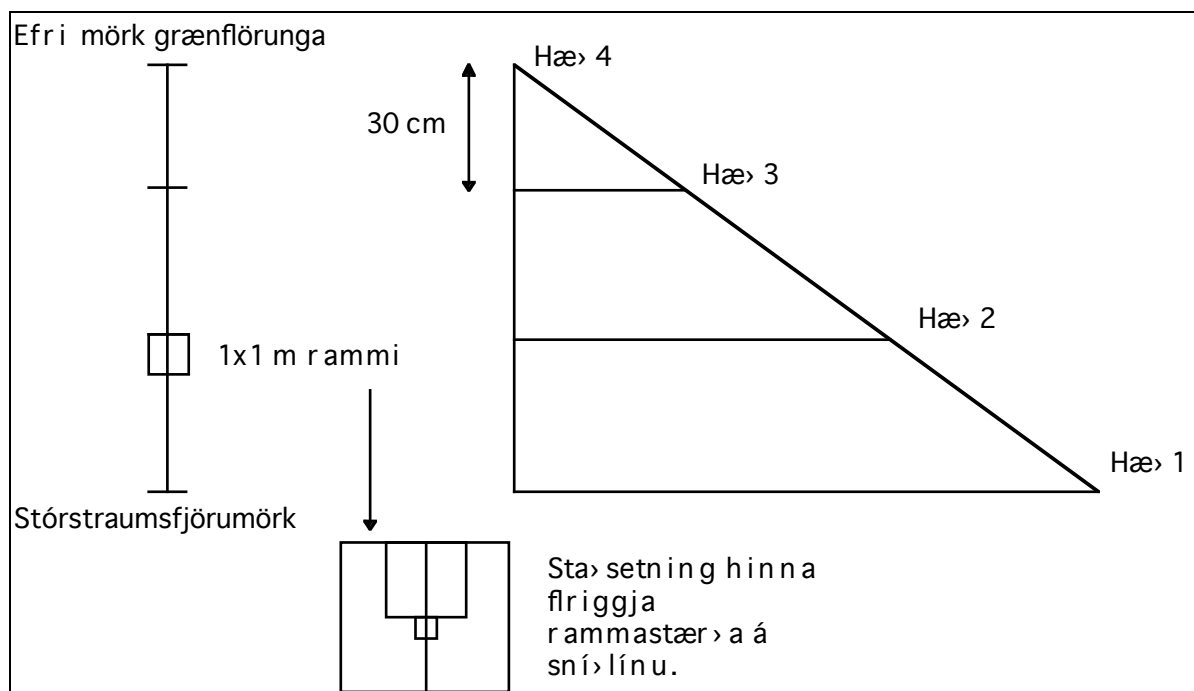
Tafla 5. Ríkjandi tegund hryggleysingja á hverjum 20x20 cm reit.

Skýringar: S = snið, H = hæð, 0 = engin ein tegund var ríkjandi á reitnum, - = hæðarstöð ekki tekin, auðir reitir = engin dýr fundust á reitnum, 1 = liffur. Skýringar á skammstöfunum eru í viðauka.

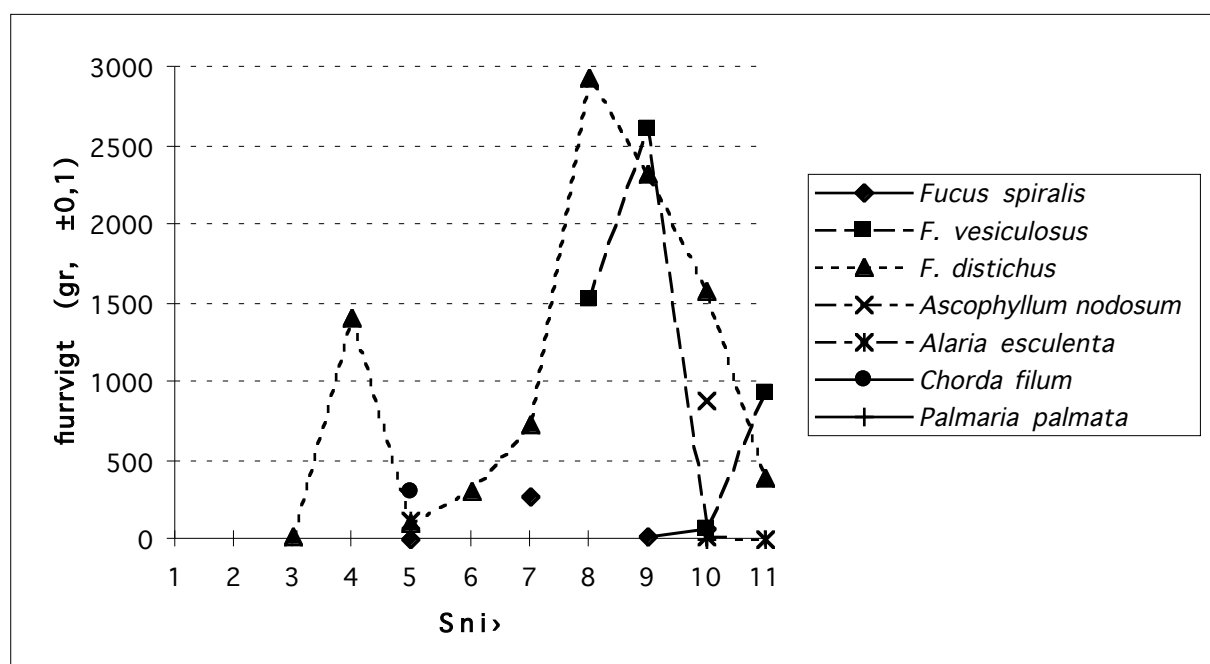
Myndir



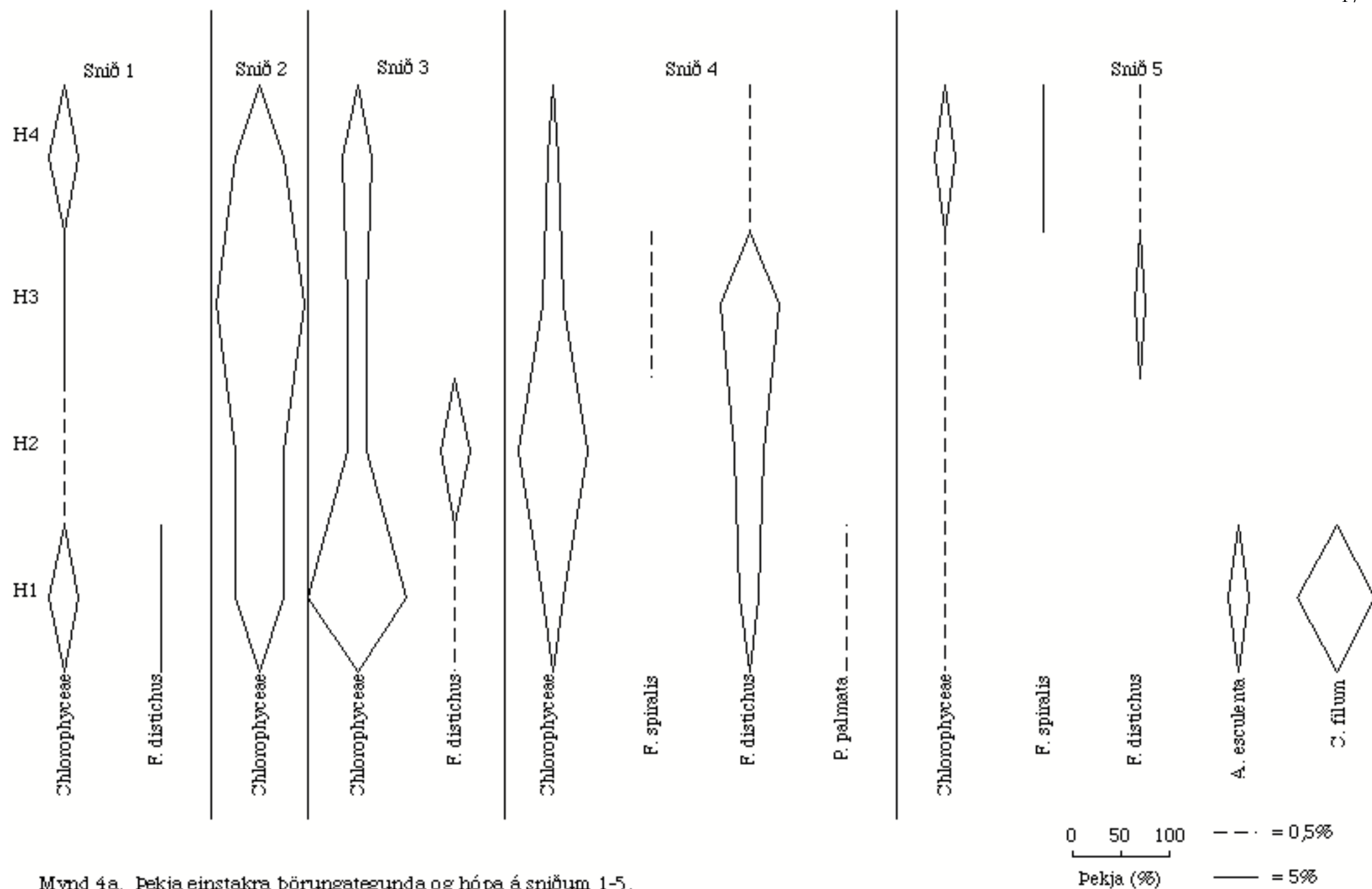
Mynd 1. Staðsetning sniða norður af Húsavíkurhöfn.



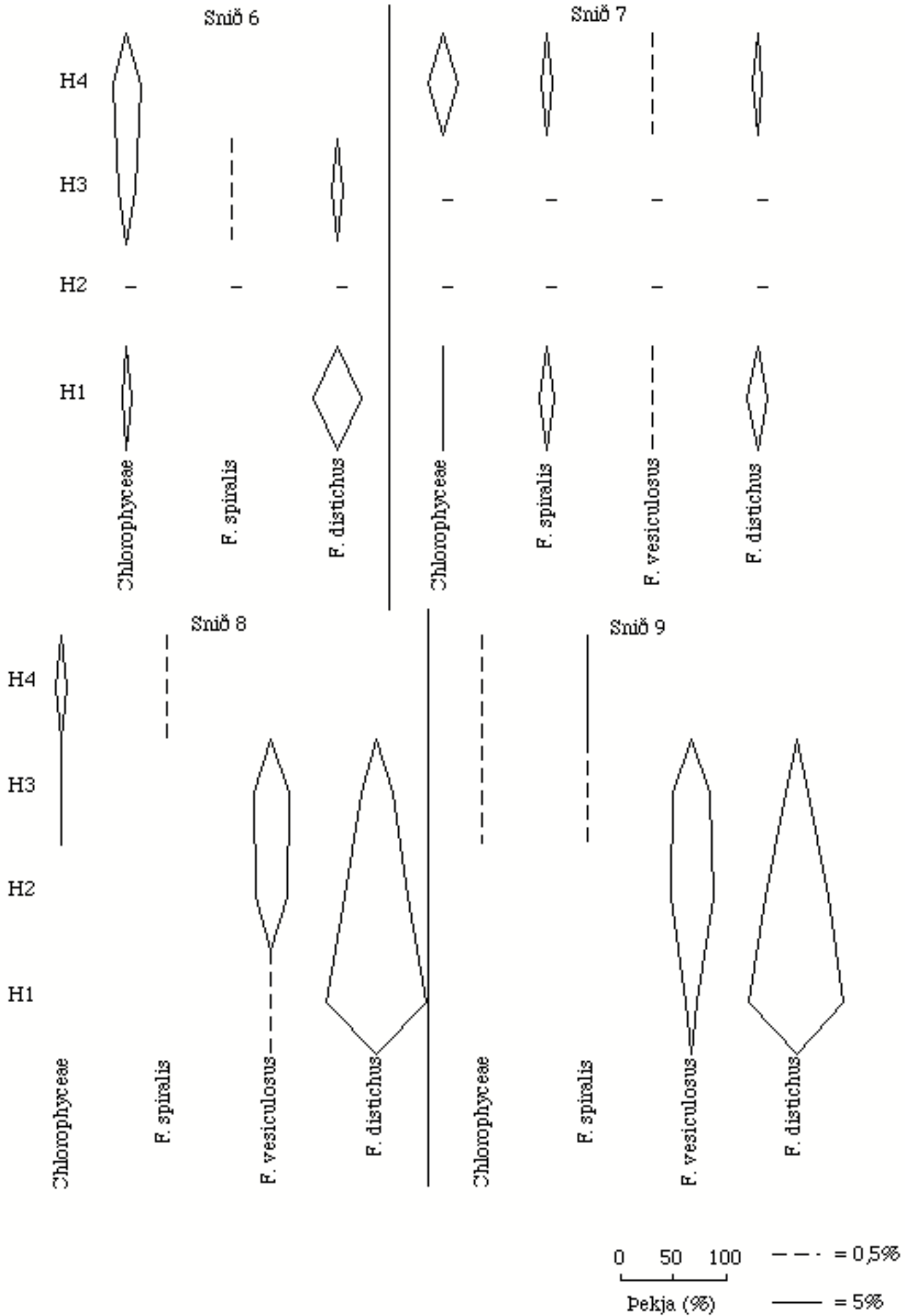
Mynd 2. Skipulag sniða, hæðarmunur milli stöðva og staðsetning ramma.



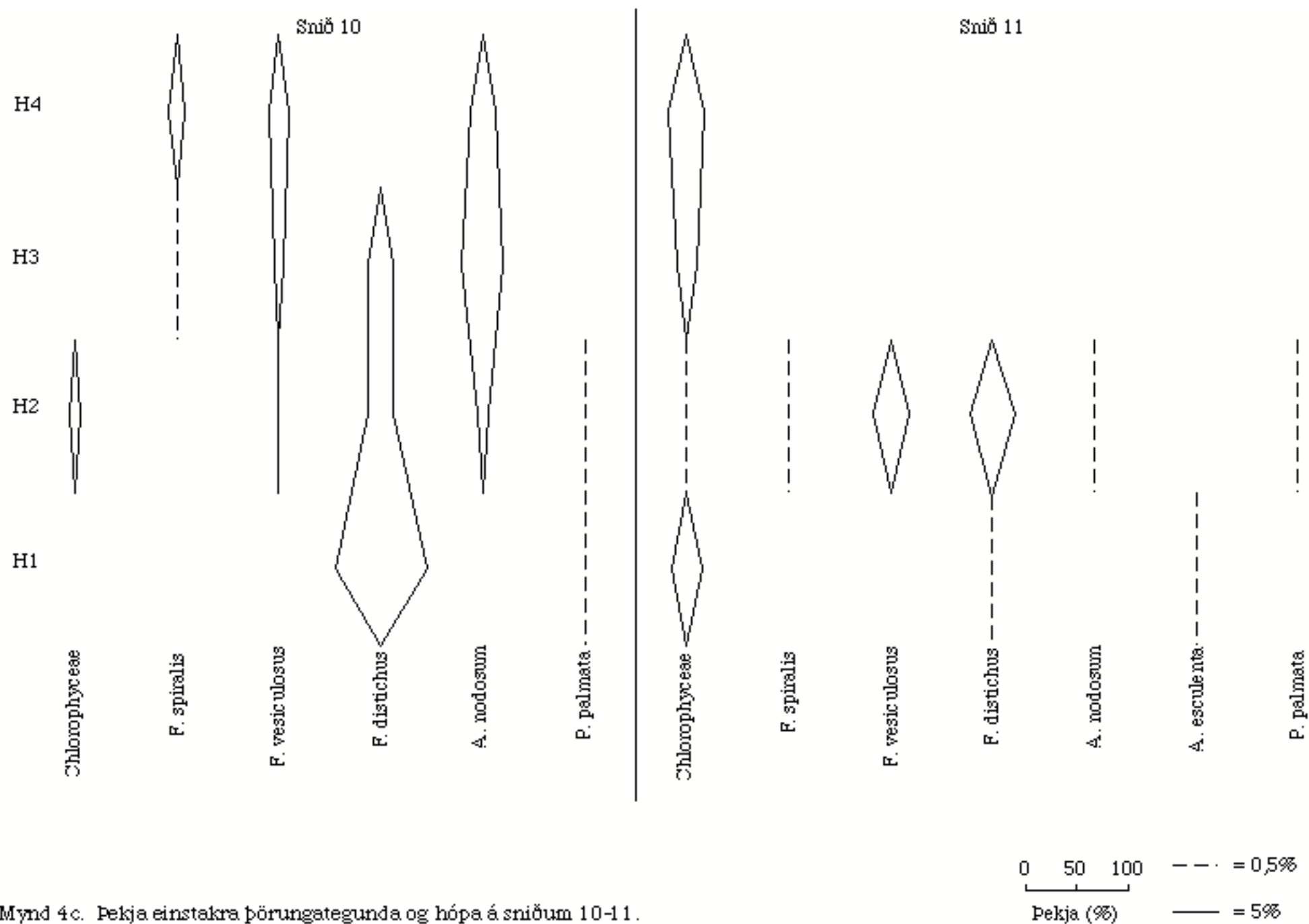
Mynd 3. Þurrvigt einstakra þörungategunda.



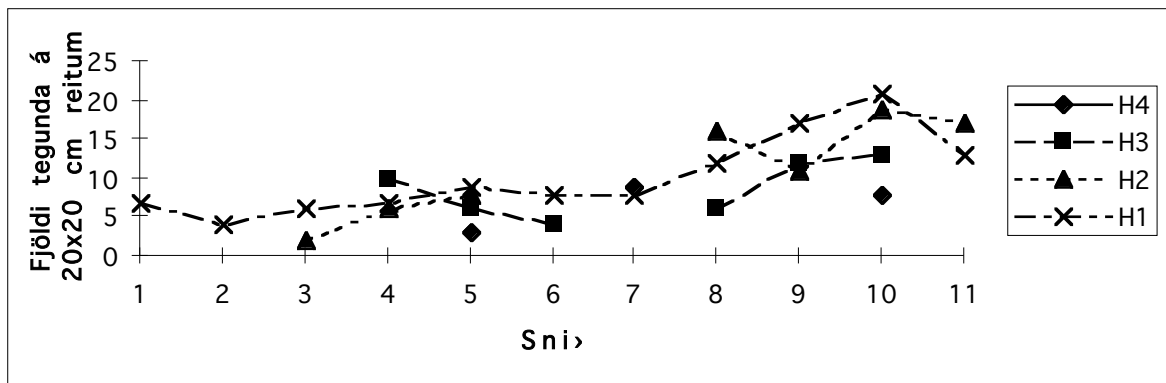
Mynd 4a. Pekja einstakra þörungategunda og hópa á sniðum 1-5.



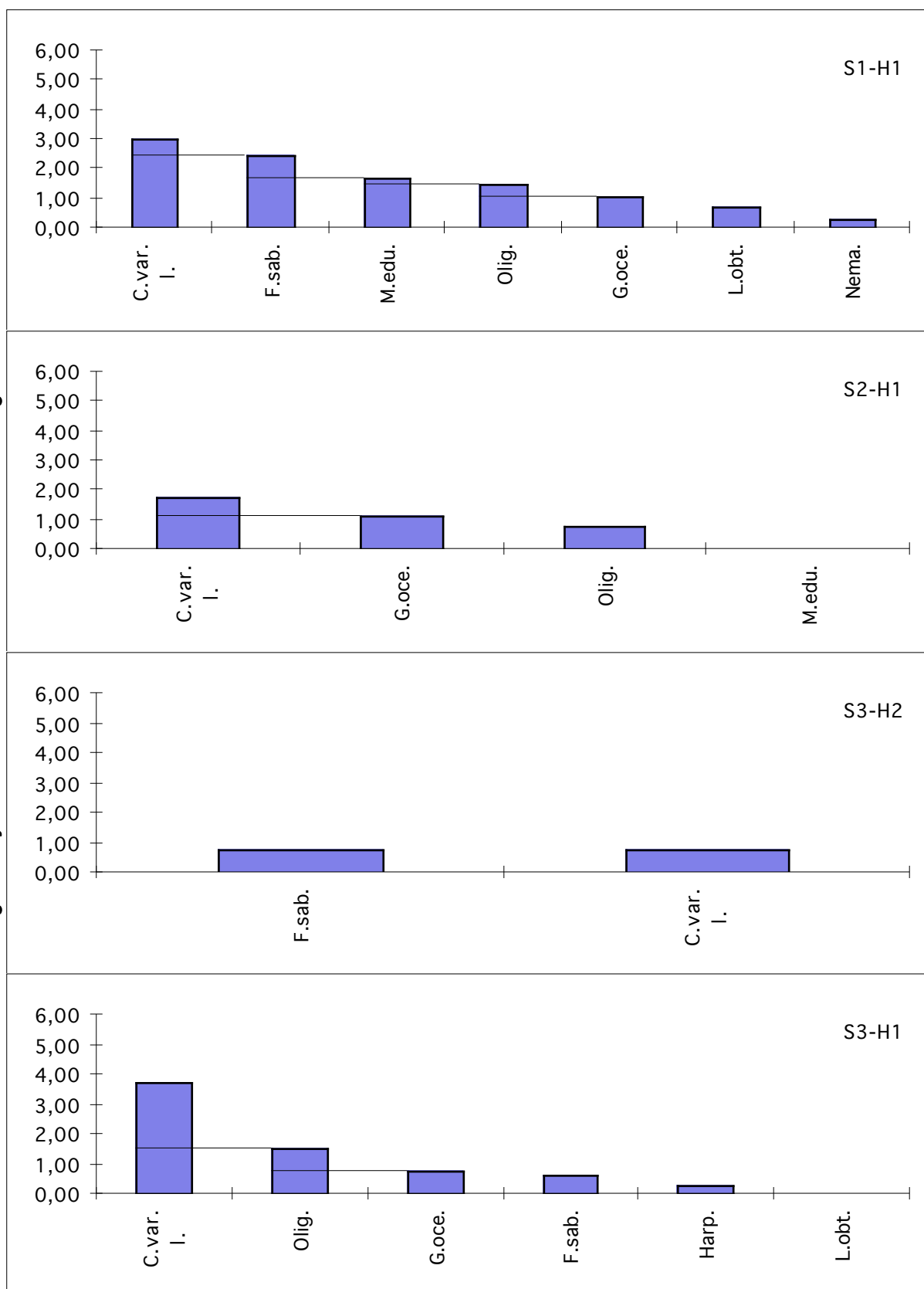
Mynd 4b. Pekja einstakra þörungategunda og hópa á sniðum 6-9.



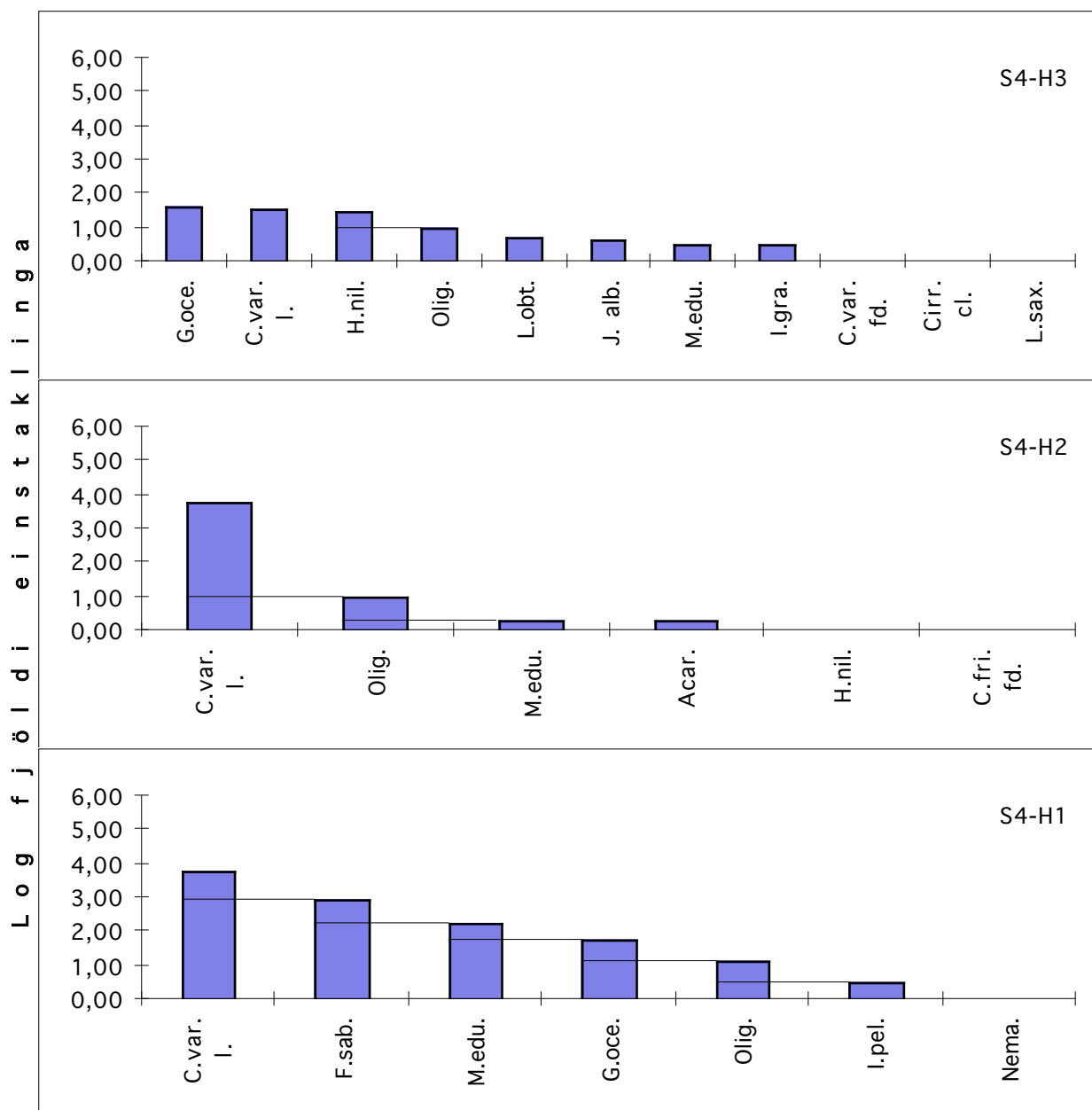
Mynd 4c. Pekja einstakra þörungategunda og hópa á sniðum 10-11.



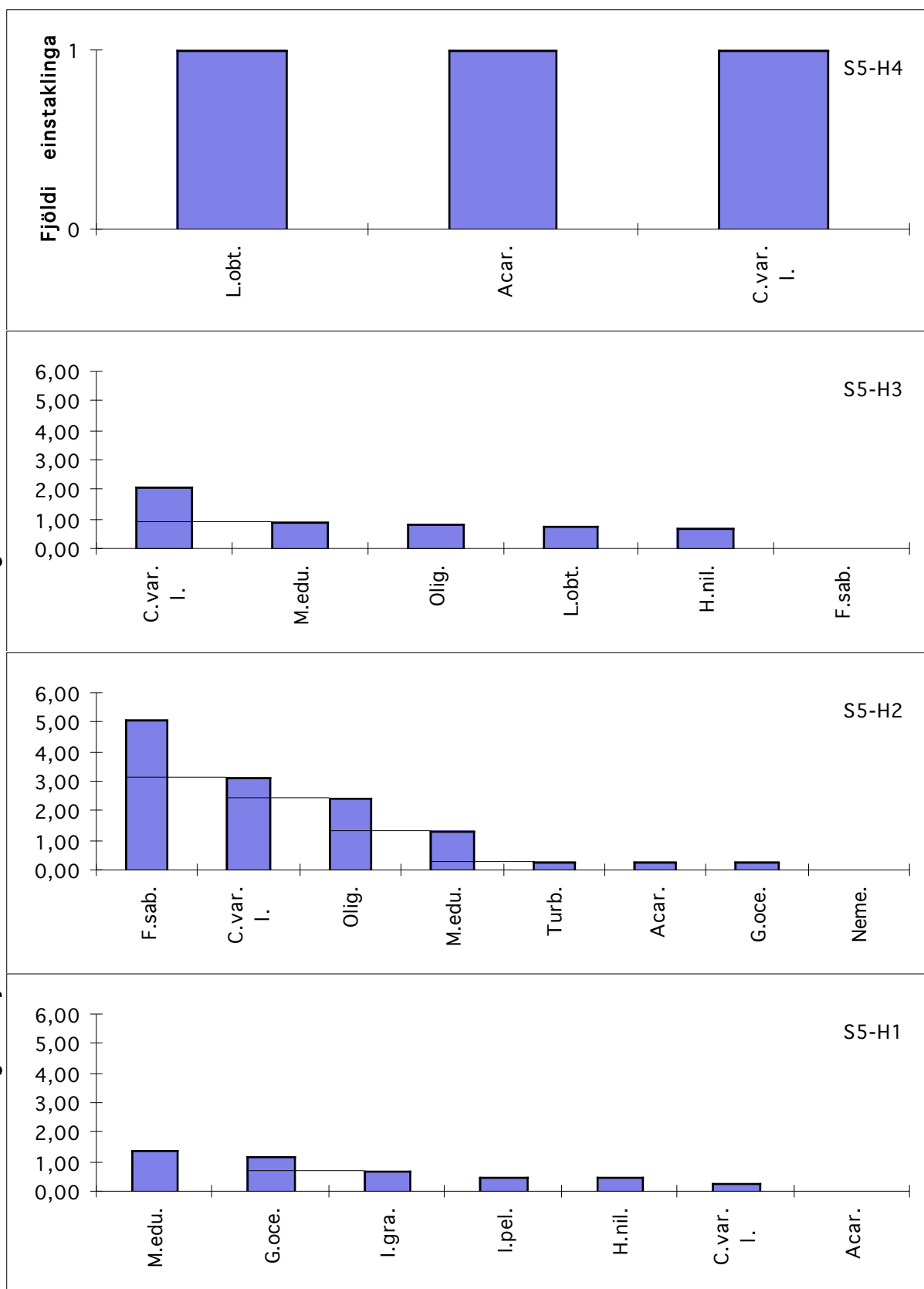
Mynd 5. Tegundafjölbreytni hryggleysingja á sniðum 1-11.



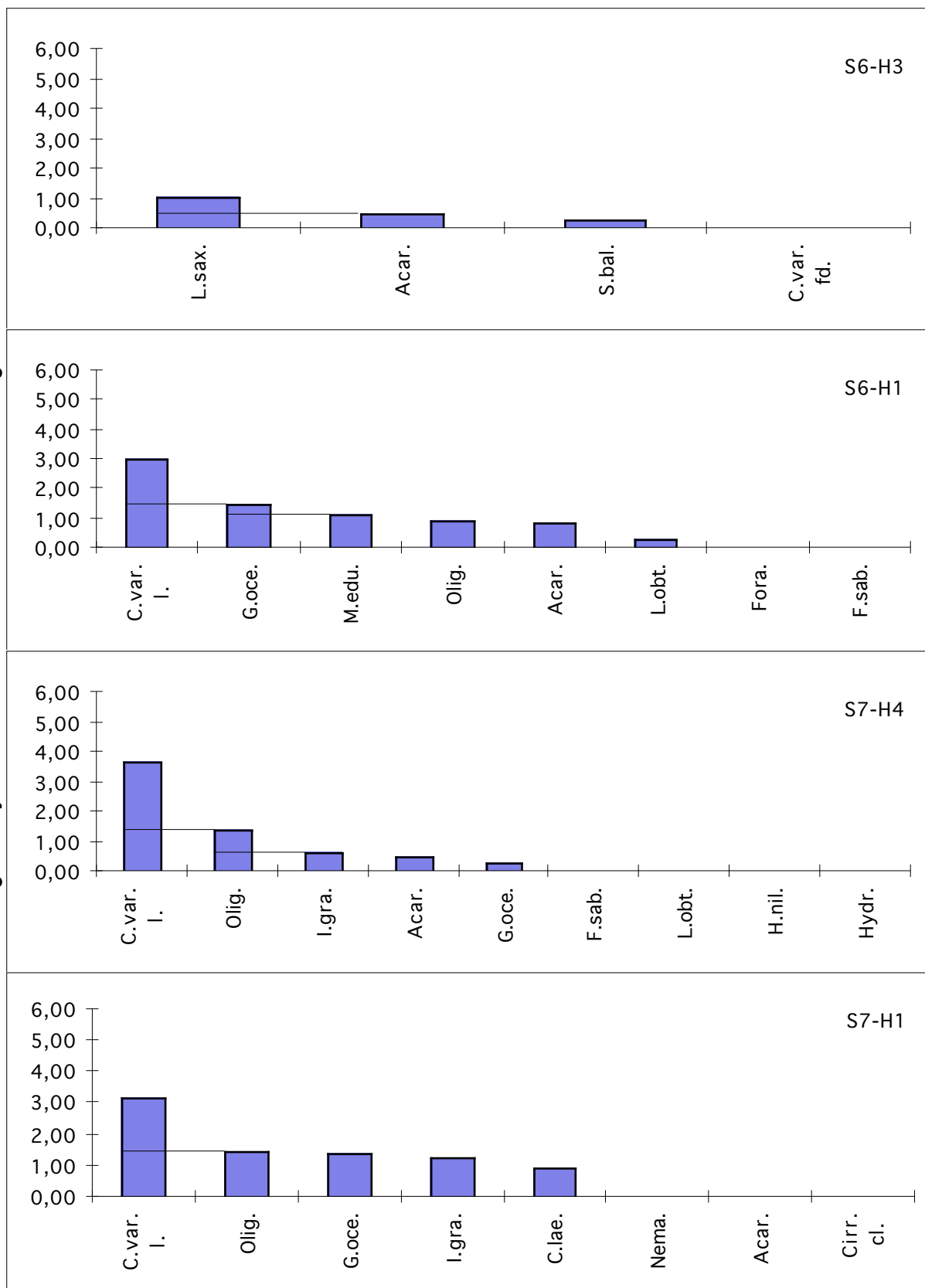
Mynd 6a. Fjöldi einstaklinga (lógarytmískur skali) af hverri tegund hryggleysingja á sniðum 1-3. Lárétu strikin tákna að einstaklingafjöldi tegundar, sem nær upp fyrir strik er marktækt meiri en næstu tegundar til hægri skv. kjí-kvaðrat prófi ($P < 0,05$ niður í $P < 0,001$). l = lírfur. Skýringar á skammstöfunum tegunda og hópa eru í viðauka.



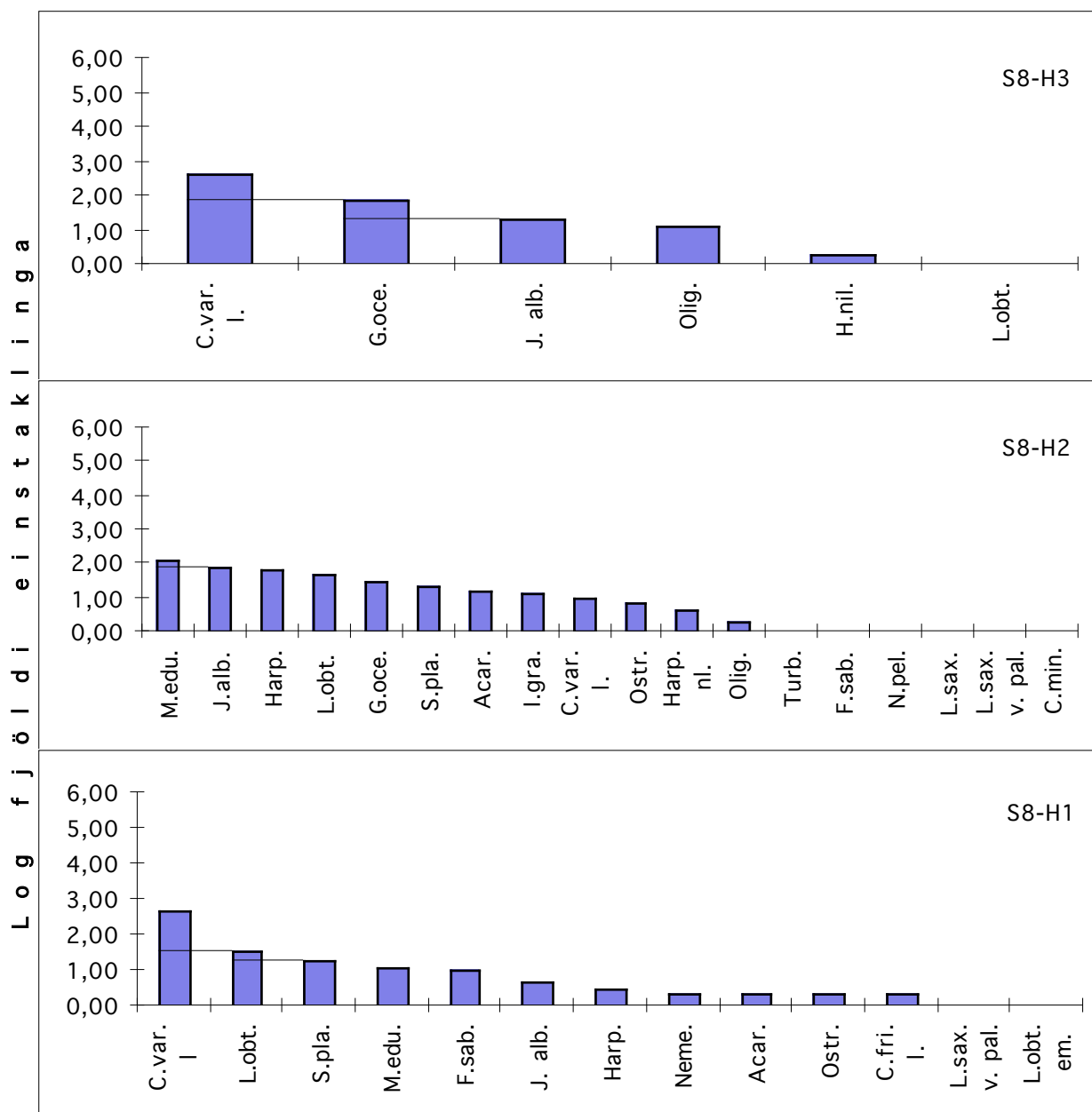
Mynd 6b. Fjöldi einstaklinga (lógarytmískur skali) af hverri tegund hryggleysingja á sniði 4. Lárétta strikin tákna að einstaklingafjöldi tegundar, sem nær upp fyrir strik er marktækt meiri en næstu tegundar til hægri skv. kjí-kvaðrat prófi ($P < 0,05$ niður í $P < 0,001$). l = lirfur, cl = cypris lirfur, fd = fullorðin dýr. Skýringar á skammstöfunum tegunda og hópa eru í viðauka.



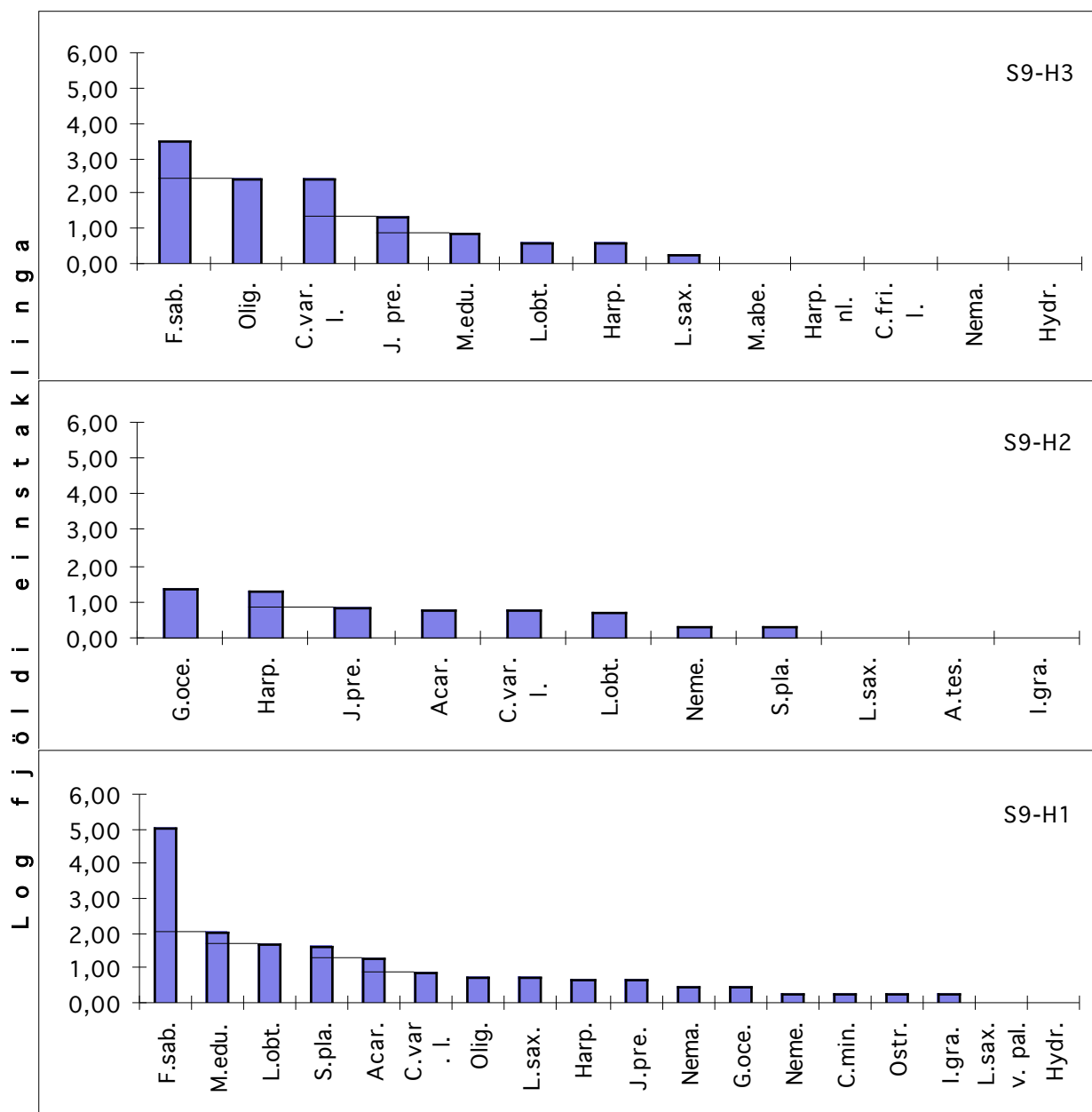
Mynd 6c. Fjöldi einstaklinga (lógarytmískur skali nema á hæð 4) af hverri tegund hryggleysingja á sniði 5. Lárétta strikin tákna að einstaklingafjöldi tegundar, sem nær upp fyrir strik er marktækt meiri en næstu tegundar til hægri skv. kjí-kvaðrat prófi ($P < 0,05$ niður í $P < 0,001$). 1 = lirfur. Skýringar á skammstöfunum tegunda og hópa eru í viðauka.



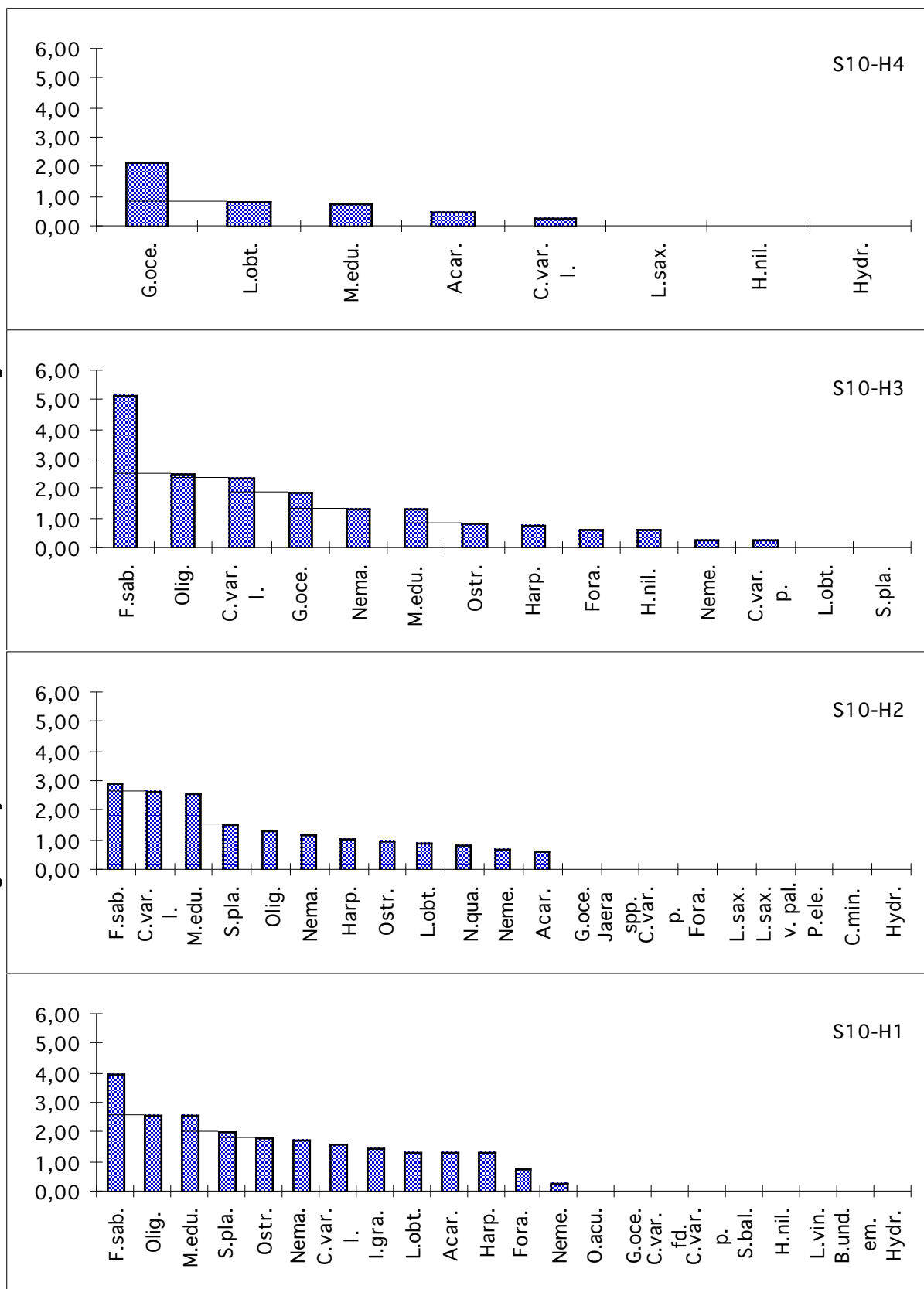
Mynd 6d. Fjöldi einstaklinga (lógarytmískur skali) af hverri tegund hryggleysingja á sniðum 6-7. Lárétu strikin tákna að einstaklingafjöldi tegundar, sem nær upp fyrir strik er marktækt meiri en næstu tegundar til hægri skv. kjí-kvaðrat prófi ($P < 0,05$ niður í $P < 0,001$). l = lirfur, cl = cypris lirfur, fd = fullorðin dýr. Skýringar á skammstöfunum tegunda og hópa eru í viðauka.



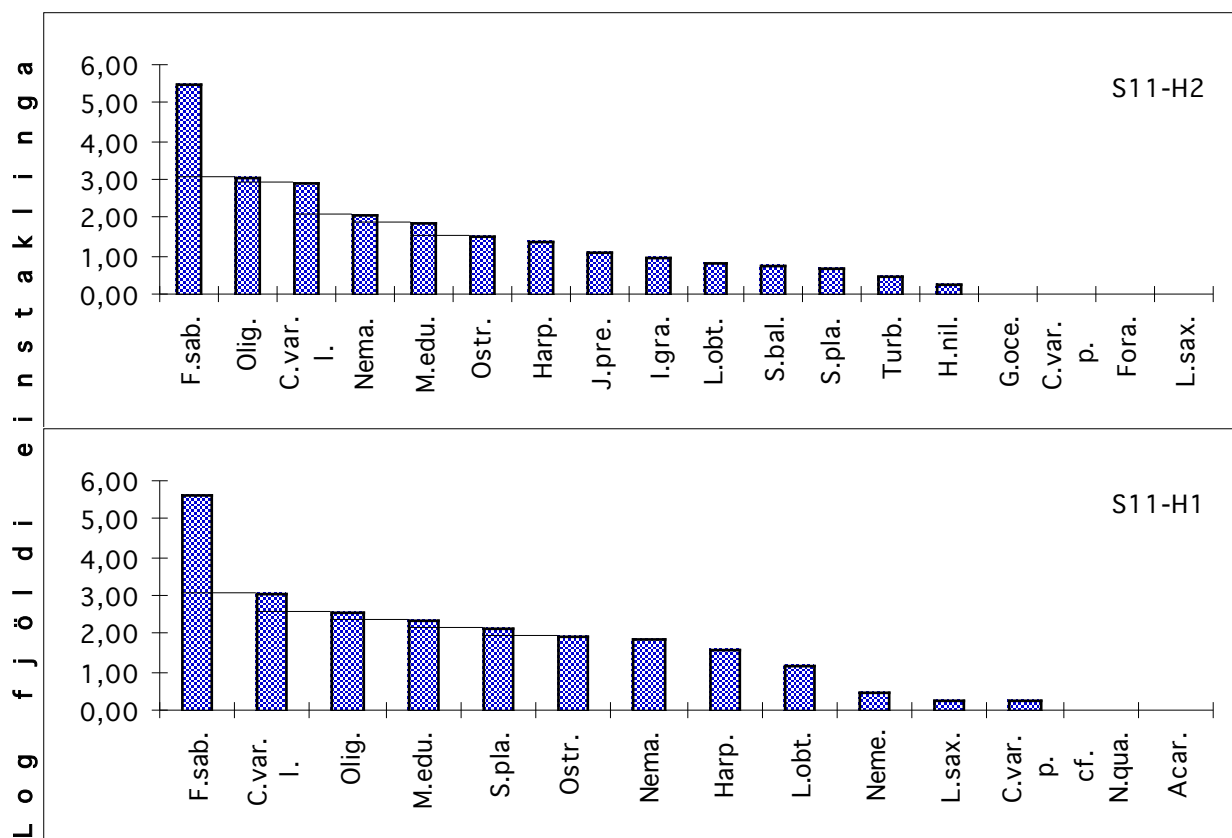
Mynd 6e. Fjöldi einstaklinga (lógarytmískur skali) af hverri tegund hryggleysingja á sniði 8. Lárétu strikin tákna að einstaklingafjöldi tegundar, sem nær upp fyrir strik er marktækt meiri en næstu tegundar til hægri skv. kjí-kvaðrat prófi ($P < 0,05$ niður í $P < 0,001$). l = lirfur, nl = nauplius lirfur, em = eggjamassi. Skýringar á skammstöfunum tegunda og hópa eru í viðauka.



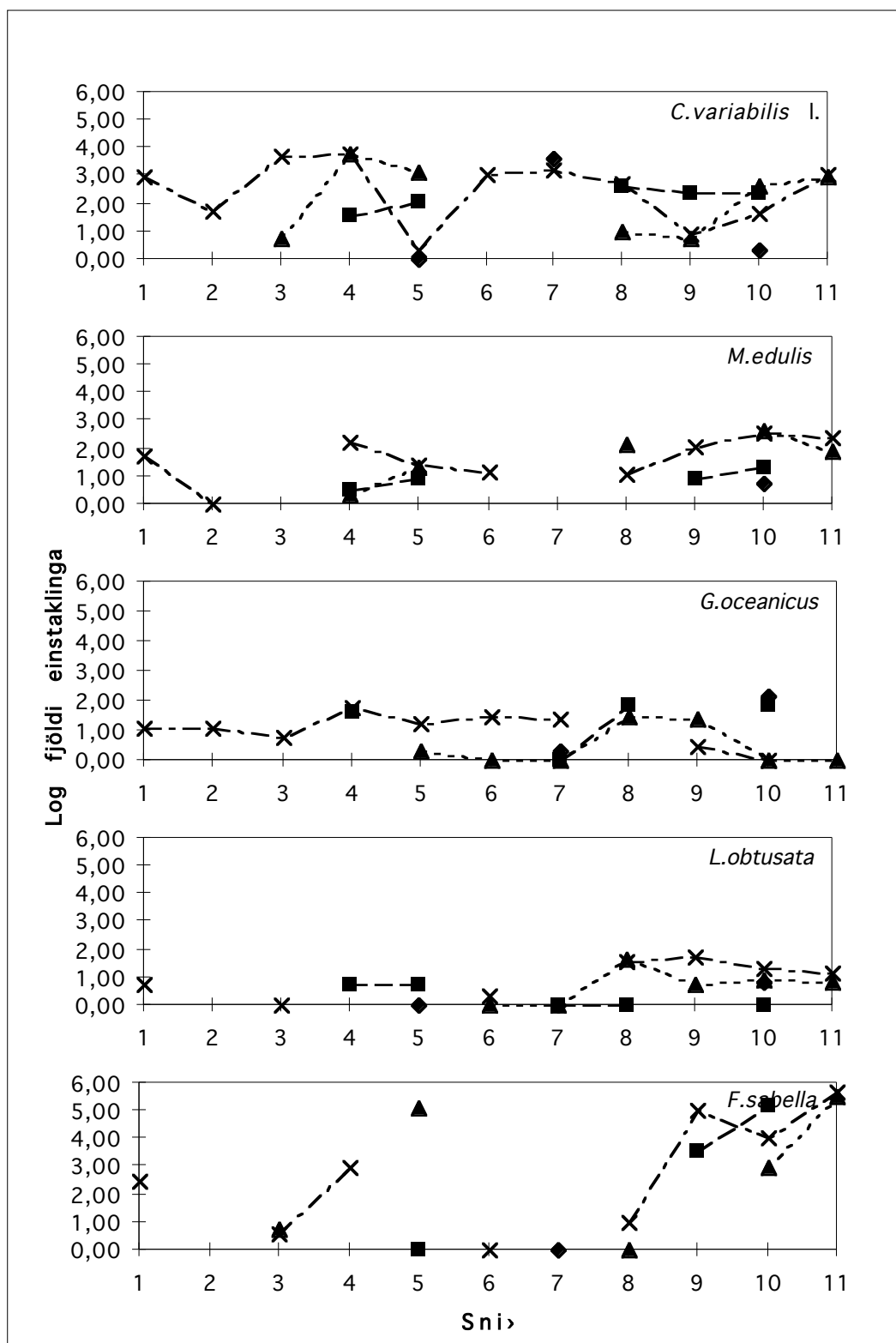
Mynd 6f. Fjöldi einstaklinga (lógarytmískur skali) af hverri tegund hryggleysingja á sniði 9. Lárétta strikin tákna að einstaklingafjöldi tegundar, sem nær upp fyrir strik er marktækt meiri en næstu tegundar til hægri skv. kjí-kvaðrat prófi ($P < 0,05$ niður í $P < 0,001$). l = lifur, nl = nauplius lifur. Skýringar á skammstöfunum tegunda og hópa eru í viðauka.



Mynd 6g. Fjöldi einstaklinga (lógarytmiskur skali) af hverri tegund hryggleysingja á sniði 10. Lárétu strikin tákna að einstaklingafjöldi tegundar, sem nær upp fyrir strik er marktækt meiri en næstu tegundar til hægri skv. kjí-kvaðrat prófi ($P < 0,05$ niður í $P < 0,001$). l = lirfur, p = púpur, fd = fullorðin dýr, em = eggjamassi. Skýringar á skammstöfunum tegunda og hópa eru í viðauka.

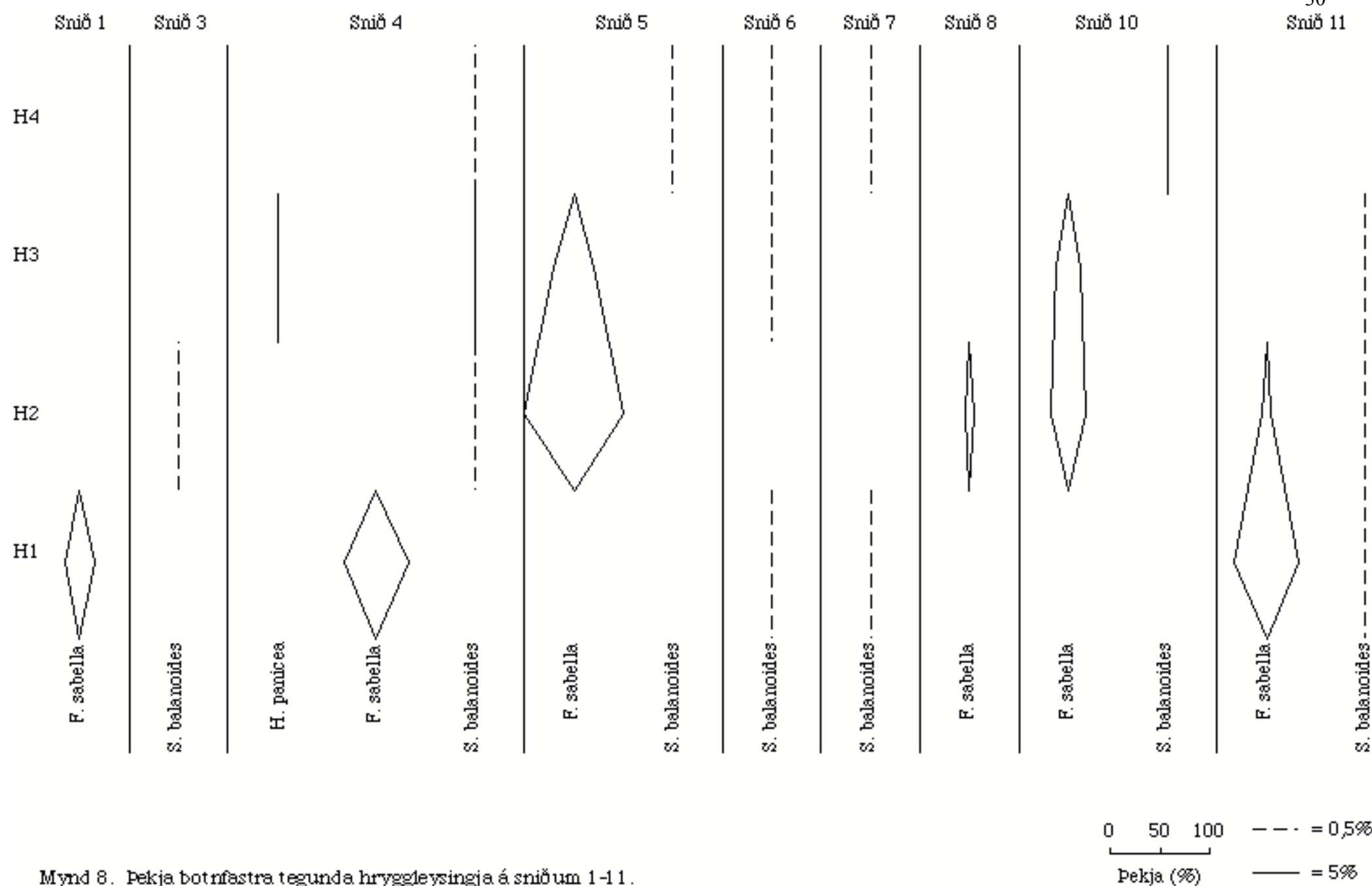


Mynd 6h. Fjöldi einstaklinga (lógarytmiskur skali) af hverri tegund hryggleysingja á sniði 11. Lárétu strikin tákna að einstaklingafjöldi tegundar, sem nær upp fyrir strik er marktækt meiri en næstu tegundar til hægri skv. kjí-kvaðrat prófi ($P < 0,05$ niður í $P < 0,001$). l = lifur, p = púpur. Skýringar á skammstöfunum tegunda og hópa eru í viðauka.



Mynd 7. Dreifing og einstaklingafjöldi (lógarytmískur skali) fimm tíðustu tegunda hryggleysingja eftir hæð á sniðum 1-11.

Skýringar: —◆— = hæð 4, ---■--- = hæð 3, ---▲--- = hæð 2 og --x-- = hæð 1.



Mynd 8. Pekja botnfæstra tegunda hryggleysingja á sniðum 1-11.

Viðauki

Tegundalisti ásamt skammstöfunum dýra í töflu 5 og mynd 6, stafrófsraðað eftir latneskum heitum.

Þörungar

Ísl. heiti	Latn. heiti
Marinkjarni	<i>Alaria esculenta</i> (L.) Grev.
Klóþang	<i>Ascophyllum nodosum</i> (L.) Le Jol.
Grænþörungar	Chlorophyceae
Skollapvengur	<i>Chorda filum</i> (L.) Stackh.
Skúfapang	<i>Fucus distichus</i> L.
Bólupang	<i>F. vesiculosus</i> L.
Klapparþang	<i>F. spiralis</i> L.
Söl	<i>Palmaria palmata</i> (L.) Stackh.

Hryggleysingjar

Íslenskt heiti	Latneskt heiti	Skammstafanir.
Áttfætlumaurar	Acarina	Acar.
Olnbogaskel	<i>Acmaea testudinalis</i> (Müller)	A.tes.
Beitukóngur ¹⁾	<i>Buccinum undatum</i> L.	B.und.
Marfló	<i>Calliopius laevisculum</i> (Krøyer)	C.lae.
Þangfluga ²⁾	<i>Coelopa frigida</i> (Fabricius)	C.fri.
Fjörurykmý ³⁾	<i>Cricotopus variabilis</i> (Steger)	C.var.
Mæruskel	<i>Cyamium minutum</i> (Fabricius)	C.min.
Mottumaðkur	<i>Fabricia sabella</i> (Ehrenberg)	F.sab.
Götungar	Foraminifera	Fora.
Fjörufló	<i>Gammarus oceanicus</i> Segerstråle	G.oce.
Svampur	<i>Halichondrea panicea</i> (Pallas)	H.pan.
Krabbaflær ⁴⁾	Harpacticoidea	Harp.
Þangfló	<i>Hyale nilsoni</i> (Rathke)	H.nil.
Hveldýr	Hydrozoa	Hydr.
Þanglús	<i>Idotea granulosa</i> Rathke	I.gra.
Brimlús	<i>I. pelagica</i> Leach	I.pel.
Fjörulús	<i>Jaera albifrons</i> Leach	J.alb.
Fjörulús	<i>J. prehirsuta</i> Forsman	J.pre.
Þarastrútur	<i>Lacuna vincta</i> (Montagu)	L.vin.
Hveldýr	<i>Laomedea flexuosa</i> Alder	L.fle.
Þangdoppa	<i>Littorina obtusata</i> (L.)	L.obt.
Klettadoppa ⁵⁾	<i>L. saxatilis</i> (Olivi)	L.sax.
Fjölbustaormur	<i>Microphthalmus aberrans</i> (Webster & Benedict)	M.abe.
Kræklingur	<i>Mytilus edulis</i> L.	M.edu.
Nánóri	<i>Nainereis quadricuspida</i> (Fabricius)	N.qua.
Þráðormar	Nematoda	Nema.
Ranaormar	Nemertinea	Neme.
Fjöruskeri	<i>Nereis pelagica</i> L.	N.pel.
Ánar	Oligochaeta	Olig.
Baugasnotra	<i>Onoba aculeus</i> (Gould)	O.acu.
Samlokukrabbar	Ostracoda	Ostr.
Lónaþreifill	<i>Pygospio elegans</i> (Claparède)	P.ele.
Hrúðurkarl ⁶⁾	<i>Semibalanus balanoides</i> (L.)	S.bal.
Mærudoppa	<i>Skeneopsis planorbis</i> (Fabricius)	S.pla.
Iðormar	Turbellaria	Turb.

1) eggjamassi, 2) lirfur og fullorðin dýr, 3) lirfur, púpur og fullorðin dýr, 4) nauplius- og copepodit stig, 5) ásamt var. *palliatum* (L.sax. v. *pal.*), 6) cypris lirfur og fullorðin dýr