

Karl Gunnarsson

Konráð Þórisson

**Áhrif skolpmengunar á fjörupörunga  
í nágrenni Reykjavíkur.**

Fjölrit Hafrannsóknastofnunar Nr 3

ÁHRIF SKOLPMENGUNAR Á FJÖRUBÖRUNGA Í  
NÁGRENNI REYKJAVÍKUR

Karl Gunnarsson og Konráð Þórisson

Hafrannsóknastofnunin

Reykjavík

1976

INNANGUR

Þær athuganir sem hér er fjallað um, eru hluti af viðtækum umhverfissrannsóknum, sem eru gerðar vegna fyrirhugaðra holræsaframkvæmda á höfuðborgarsvæðinu. Könnuð eru áhrif skolps á fjöruþörunga í nágrenni við skolpræsi. Eftir lauslega athugun á skolpræsum í Skerjafirði og með samiburði á rennsli þeirra, var skolpræsið skammt austan við Suðurnes á Seltjarnarnesi valið til athugunar (1. mynd). Réð þar mestu að í SA frá ræsinu er einsleit flöt fjara með tiltölulega jöfnum halla (2. mynd). Undirlag er klappir og hnullungar. Fjaran snýr mót suðvestri og er skýld að sunnan af Lönguskerjum og að vestan af Suðurnesi.

Úr skolpræsinu við Suðurnes renna 160 teningsmetrar af skolpi á sólarhring. Önnur skolpræsi í Skerjafirði skila frá 80 m<sup>3</sup> til 2100 m<sup>3</sup> af skolpi á sólarhring. Úr ræsinu við Suðurnes kemur eingöngu húsaskolp (Isotopcentralen 1971).

Ekki hafa áður verið gerðar athuganir á áhrifum skolps á fjörulífverur hér við land. Í Noregi hafa Grenager (1957), Rueness (1973) og Bokn (1975) athugað áhrif skolpmengunar á útbreiðslu fjöruþörunga í Oslófirði. Getið er um nokkrar athuganir frá fjarlægari hafsvæðum síðar í greinargerðinni.

ADFERÐIR

Forkannanir voru gerðar árið 1975 og fyrri hluta árs 1976 með því að gengnar voru fjörur frá Suðurnesi að Arnarnesi, athugaðar sjáanlegar breytingar á þörungagróðri við skolpræsi og árstíðabreytingar lauslega.

Mælingar voru síðan framkvæmdar 23. sept. til 26. okt. 1976, á 5 sniðum (merkt I-V) 5, 45, 85, 125 og 165 metrum austan við ofanefnt ræsi á Seltjarnarnesi. Á hverju sniði voru athugaðir þörungar á 14-16 hálfsmetrum reitum (50x100 sm) með 25 sm innbyrðis hæðarmun. Fjarlægð milli reita var mæld. Hæðir eru miðaðar við 0-punkt Sjómælinga.

Hver 0.5 m<sup>2</sup> reitur var tvískiptur og var þekja þörunga í hvorum helming áætluð óháð af tveimur mönnum. Þekja þörunga í hverjum reit er þannig meðaltal fjögurra áætlana. Tegundir í reitum sem ekki höfðu þekju voru skráðar. Við útreikninga á heildarþekju er þeim gefin 0.5% þekja. Tegundagreining var að mestu gerð á staðnum, en í vafatilfellum var plöntum safnað til greiningar síðar. Á hverju sniði voru síðan valdir fjórir 0.25 m<sup>2</sup> reitir; neðsti reiturinn við 0 m, hinir u.þ.b. 1, 2 og 3 metrum ofar. Á þessum reitum var þekjan metin og allir þörungar sem höfðu meira en 5% þekju skornir eins nálægt undirlagi og unnt var. Uppskeran var síðan geymd í lokuðum plastpokum við 0°C, greind til tegunda og vegin blaut daginn eftir. Þar sem þörungabyngd á þekjueiningu er notuð, er miðað við 1% af 1 m<sup>2</sup> (= 1 þekjueining = 100 sm<sup>2</sup>).

Í nafngiftum þörunga er farið eftir lista Sigurðar Jónssonar og B. Caram (1972), að öðru leyti en því að Lola implexa er hér nefnd Chaetomorpha capillaris (Christiansen, 1975) og Rhodymenia palmata er nefnd Palmaria palmata (Guiry, 1974). Kalkþörungarnir sem mynda skán eru aðeins greindir til ættar (Corallinaceae).

## NIÐURSTÖÐUR

### Lárétt dreifing

Hér á eftir er eingöngu fjallað um þær 40 tegundir sem fundust í reitunum, þótt vitað sé að fleiri tegundir vaxi í þessari fjöru. Á tveimur sniðum næst ræsinu eru færri tegundir en á hinum þremur (tafla I). Mestur er munurinn á fjölda rauðþörunga, en enginn munur virðist á fjölda brúnþörunga.

Að vori til og fyrri hluta sumars er mikið um grænþörunga af ættkvíslunum Enteromorpha og Blidingia í nánd við skolpræsið. Þetta kemur ekki fram við athugun að hausti (tafla I). Hins vegar finnast grænþörungarnir Ulothrix flacca, Ulothrix pseudoflacca og Prasiola stipitata eingöngu á sniðinu næst ræsinu. Fucus distichus vex einnig einvörðungu nálægt ræsinu. Porphyra umbilicalis og Ralfsia verrucosa sýna svipaða tilhneigingu.

Þær tegundir (eða tegundahópar) sem hafa greinilega lægri tíðni við ræsið en annars staðar eru Pelvetia canaliculata, Cladophora rupestris, Sphacelaria radicans, Polysiphonia lanosa, Elachista fucicola, Corallinaceae (skán) og Chaetomorpha melagonium (tafla I).

Af þessum "tegundum" vantar fimm fyrstnefndu á eitt eða fleiri snið næst ræsinu en þær tvær síðastnefndu hafa lægri tíðni við ræsið en fjær því. Svipuð tilhneiging er hjá tegundunum Ulva lactuca, Rhodochorton purpureum, Chondrus crispus, Hildenbrandia prototypus og Ascophyllum nodosum þótt ógreinilegri sé. Ýmsar aðrar tegundir vantar á sniðin næst ræsinu en þær hafa þá annað hvort ekki samfellda útbreiðslu fjær því, eða mjög lága tíðni.

### Þekja

Þörungarnir skipa sér í belti lárétt í fjörunni og má greina 5-6 belti á hverju sniði út frá áberandi tegundum (mynd 3). Á sniði næst ræsinu má sjá eftirfarandi belti, talið ofan frá:

Ulothrix flacca / Ulothrix pseudoflacca

Fucus spiralis

Fucus vesiculosus

Fucus distichus

Fucus serratus

Chondrus crispus / Ulvaria obscura / Ceramium rubrum

Á sniði V, sem er fjærst ræsinu eru beltin hins vegar þessi:

Pelvetia canaliculata

Fucus spiralis

Ascophyllum nodosum / Fucus vesiculosus

Ascophyllum nodosum / Polysiphonia lanosa

Fucus serratus

Chondrus crispus / Ulvaria obscura / Ceramium rubrum

Neðstu tvö beltin virðast svipuð útlits við ræsið og fjær því, en önnur belti breytast meira eða minna milli sniða. Í stað A. nodosum / P. lanosa-beltis á austustu sniðunum er belti af F. distichus næst ræsinu. A. nodosum / F. vesiculosus-beltið á austustu sniðunum er ekki við ræsið en þar er hins vegar hreint F. vesiculosus-belti í sömu hæð. F. spiralis-beltið er minna að vöxtum við ræsið en fjær því (4. og 5. mynd). P. canaliculata-beltið, sem er á austari hluta svæðisins er ekki í nánd við ræsið. Nokkru hærri en P. canaliculata-beltið er Ulothrix-belti við ræsið.

Munur milli sniða er mestur milli annars og þriðja sniðs. Þetta kemur glöggst fram á 4. og 5. mynd. Ascophyllum nodosum og Polysiphonia lanosa virðast hegða sér mjög svipað, hafa litla sem enga þekju á tveim fyrstu sniðunum, talsverða þekju strax á 3. sniði og víða fulla þekju (100%) á 4. og 5. sniði (3. mynd). A. nodosum hefur mesta þekju frá 1.40-2.60 m hæð en P. lanosa frá 1.40-2.20 m. Kalkþörungaskán hefur svo til enga þekju á 1. sniði, litla þekju á sniði II, á sniði III hefur hún talsverða þekju sem eykst síðan á sniði IV og V.

Þessum breytingum á Corallinaceae (skán) er rétt að taka með fyrirvara, því að tegundir geta verið fleiri en ein og hegðað sér mis-

jafnlega. Þekja F. spiralis eykst stig af stigi frá sniði I til V, breytingin verður greinilegust milli 2. og 3. sniðs (5. mynd).

Pelvetia canaliculata virðist vera viðkvæmust af þeim tegundum sem vaxa í þessari fjöru, hún sést ekki fyrr en milli sniðs III og IV (110 m frá ræsi) og nær ekki verulegri þekju fyrr en á 5. sniði.

Fucus distichus hegðar sér gagnstætt því sem lýst er um tegundirnar hér að framan. Hann hefur mesta þekju á sniði I og II. Á þriðja sniði er hann svo til horfinn og finnst ekki á sniði IV og V.

Meðalþekja þörunga á hverju sniði eykst jafnt og þétt frá sniði I til V (mynd 6). Á fyrsta sniði er hún 87% en á því 5. 156%. Þetta þýðir að færri lög (strata) af gróðurþekju eru við ræsið en fjær því. Á 6. mynd sést að þekja þörunga er mest um miðja fjöruna og fer hún hæst upp í 250-300% á sniði IV og V, en er mest um 150% á sniði I. Munur í þekju sniða er mestur um miðja fjöru en enginn neðst.

### Þyngd

Ef athuguð er lífþyngd helstu þörungategunda í hverju belti (tafla III) kemur í ljós að í flestum tilvikum eykst þyngd á hverja þekjueiningu með aukinni fjarlægð frá ræsinu. Undantekning frá þessu er Ulvaria obscura sem virðist breytast óreglulega. Greinileg aukning í þyngd á þekjueiningu kemur fram hjá Fucus spiralis, Chondrus crispus, og Ascophyllum nodosum, í austurátt frá ræsinu. Samskonar breyting en minni sést hjá Fucus serratus.

### UMRÆÐUR

Þær þörungategundir sem virðast næmastar fyrir nærveru skolpsins eru Pelvetia canaliculata, Cladophora rupestris, Elachista fucicola, Sphacelaria radicans, Polysiphonia lanosa og Chaetomorpha melagonium. Auk þess sýna Ascophyllum nodosum og Fucus spiralis greinilega minnkun í þekju næst ræsi (mynd 4). P. canaliculata vex ekki nær ræsinu en 110 m, en fjær eykst þekja hennar smám saman og verður að samfelldu belti efst í fjörunni. Þær tegundir sem virðast hagnast af nærveru ræsisins eru Fucus distichus, Porphyra umbilicalis, Prasiola stipitata, Ulothrix flacca, Ulothrix pseudoflacca og hugsanlega Ralfsia verrucosa.

Það hefur ekki að við vitum komið fram áður að Pelvetia canaliculata sé næm fyrir mengun, en við athugun í Noregi kemur fram mjög svipuð hegðun hjá Ascophyllum nodosum og Fucus distichus eins og á Seltjarnarnesi, þ.e. A. nodosum-belti (sem hér er blandað Polysiphonia lanosa) víkur fyrir F. distichus-belti næst ræsi (Grenager 1957, Ruess 1973, Bokn 1975).

Á Seltjarnarnesi eru færri tegundir á sniðunum við ræsið en fjær því, 24 á mót 30 að meðaltali. Grenager (1957) finnur greinilega fækkun á tegundum í Óslófirði samfara aukinni mengun. Litter og Murray (1975) fá hliðstæða fækkun þörunga við ræsi í S-Kaliforníu, 13 tegundir á áhrifasvæði ræsis á mót 30 á ómengduðum samanburðarsvæðum; Borowitzka (1972) fékk svipaðar niðurstöður við Sydney í Ástralíu.

Okkar niðurstöðum ber þó ekki að öllu leyti saman við niðurstöður Grenagers um áhrif skolps á dreifingu þörunga í Óslófirði, t.d. virðast Elachista fucicola og Fucus spiralis vera næmari fyrir skolpi hér við land en í Noregi og Porphyra umbilicalis virðist þola betur skolp hér en við Noreg. Hugsanleg skýring er mismunur á magni og samsetningu skolpsins. Skolpið í Óslófirði er blanda af húsa- og iðnaðarskolpi.

Á Seltjarnarnesi er þekja þörunga minni við ræsið en í nokkurri fjarlægð frá því. Næst ræsinu er meðalþekjan 87% en 156% fjarst því á athugunarsvæðinu (6. mynd). Í S-Kaliforníu fá Murray og Litter (1975) einnig minni þörungapekju í nánd við ræsi, en á samanburðarsvæðum (91.7% á móti 103.4%).

Fucus vesiculosus hefur hér meiri þekju næst ræsinu en fjær því (3. mynd). Í Óslófirði er þessu öfugt farið (Bokn 1975); þar hefur Fucus vesiculosus hörfað á síðustu árum út fjörðinn samfara vaxandi mengun fyrir botni hans.

Á Seltjarnarnesi er minni lífþyngd á hverja flatareiningu í nánd við ræsið en nokkru austar (tafla III og 6. mynd). Niðurstöður Litter og Murray (loc.cit.) benda til sömu tilhneigingar.

Allar þær niðurstöður sem hér hafa verið raktar um tegundafjölda, útbreiðslu, þekju og þyngd þörunga við ræsið benda til þess að þörungasamfélagið sé einfaldara við ræsið en fjær því. a) Tegundirnar eru færri, b) þekja þörunganna minni, sem kemur fram í færri lögum af þörungum og c) þyngd á hverja þekjueiningu er minni.

Orsakir breytinga á þörungum við skolpræsi eru líklega margar t.d. lækun í seltu, lækun hita, aukið grugg og/eða aukin remma næringar-efna, svo eitthvað sé nefnt. Ekki er unnt að segja til um hvaða þættir verka í hverju tilviki en sennilega er oft um samverkandi áhrif margra þátta að ræða. Það ætti að vera tiltölulega einfalt að athuga áhrif ferskvatnsins og er stefnt að því að það verði gert á næsta ári.



HEIMILDIR:

- Bokn, T. 1975. Fastsittende alger brukt som forurensningsindikatorer. Norsk institut for vannforskning, årbok 1975, s. 73-86.
- Borowitzka, M.A. 1972. Intertidal algal diversity and the effect of pollution. Aust.J.Mar.Freshwat.Res. 23: 73-84.
- Christensen, T. 1975. Annotation of the distribution survey of Danish marine algae. Botanisk tidskrift 69: 253-256.
- Grenager, B. 1957. Algological observations from the polluted area of Oslofjord. Nytt mag. Bot. 5: 41-60.
- Guiry, M.D. 1974. A preliminary consideration of the taxonomic position of Palmaria palmata (Linneus) Stackhouse = Rhodymenia palmata (Linneus) Greville. J.Mar.Biol.Ass.U.K. 54: 509-528.
- Isotopcentralen, 1971. Recipientundersøgelse ved Reykjavík i 1970. Isotopcentralen, sag 545, 07, København.
- Jónsson, S. et B. Caram 1972. Nouvel inventaire des algues marines de l'Islande. Act.Bot.Isl. 1: 5-31.
- Litter, M.M. and N. Murray, 1975. Impact of sewage on distribution, abundance and community structure of rocky intertidal macroorganisms. Mar.Biol. 30: 277-291.
- Rueness, J. 1973. Pollution effects on littoral algae communities in the inner Oslofjord, with special reference to Ascophyllum nodosum. Helgoländer Wiss. Meeresunters. 24: 446-454.

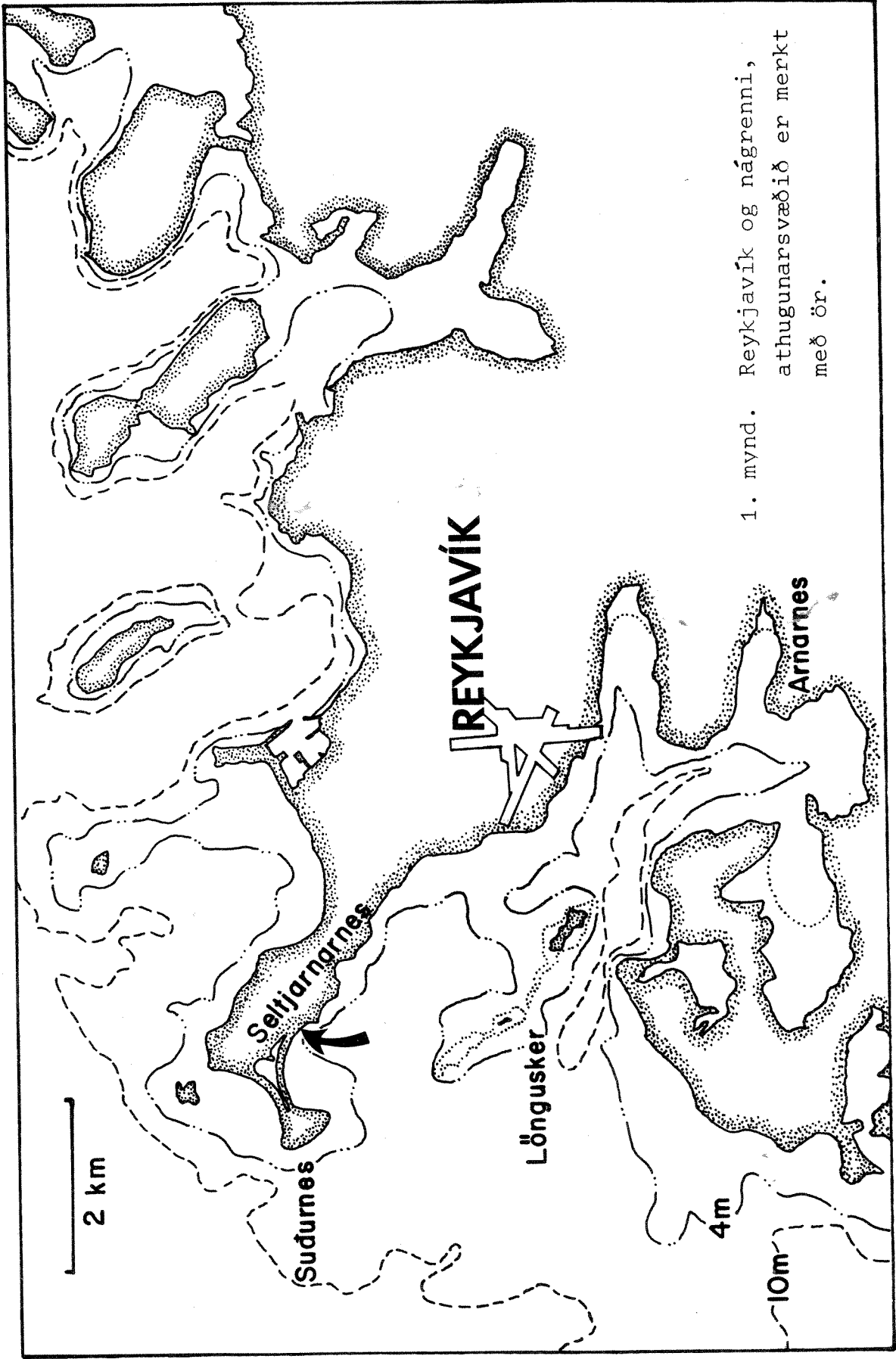
Tíðni (%) einstakra tegunda innan  
reitanna á sniðum I-V.

	I	II	III	IV	V
Rhodochorton purpureum	20	29	44	53	53
Ahnfeltia plicata				7	7
Chondrus crispus	40	50	69	60	73
Gigartina stellata			6	7	
Hildenbrandia prototypus	53	36	75	73	87
Corallina officinalis	13	14	19	27	20
Corallinaceae	7	29	56	60	67
Halosaccion ramentaceum		36	45	53	33
Palmaria palmata		21	31	40	13
Ceramium rubrum	13	21	25	27	20
C. deslongchampsii			6	7	
Aglaothamnium scopulorum				7	
Polysiphonia lanosa		7	31	40	33
P. urceolata		7	13	7	7
Porphyra umbilicalis	27		13	7	
Pylaiella littoralis				7	7
Sphacelaria radicans			31	40	20
S. britannica	7		6		
Ralfsia verrucosa	40	29	19	7	13
Elachista fucicola		7	19	27	27
Chordaria flagelliformis	20	14	6	13	
Laminaria sp.	13	7	13	13	
Ascophyllum nodosum	33	14	50	53	40
Fucus distichus	47	43	6		
F. serratus	40	43	45	53	47
F. vesiculosus	33	21	31	33	20
F. spiralis	27	14	31	33	27
Pelvetia canaliculata				13	20
Chlorochytrium dermatocolax			13	20	
Prasiola stipitata	7				
Ulothrix flacca	7				
U. pseudoflacca	7				
Blidingia minima	7				7
Enteromorpha intestinalis				13	
E. prolifera		7	6	7	7
Ulva lactuca	20	36	45	60	53
Ulvaria obscura	20	36	37	33	40
Acrosiphonia sp.			6		
Chaetomorpha capillaris			6	7	7
C. melagonium	7	7	19	20	20
Cladophora rupestris	7				27
Fj. tegunda	24	23	31	33	27
Fj. reita	15	14	16	15	15

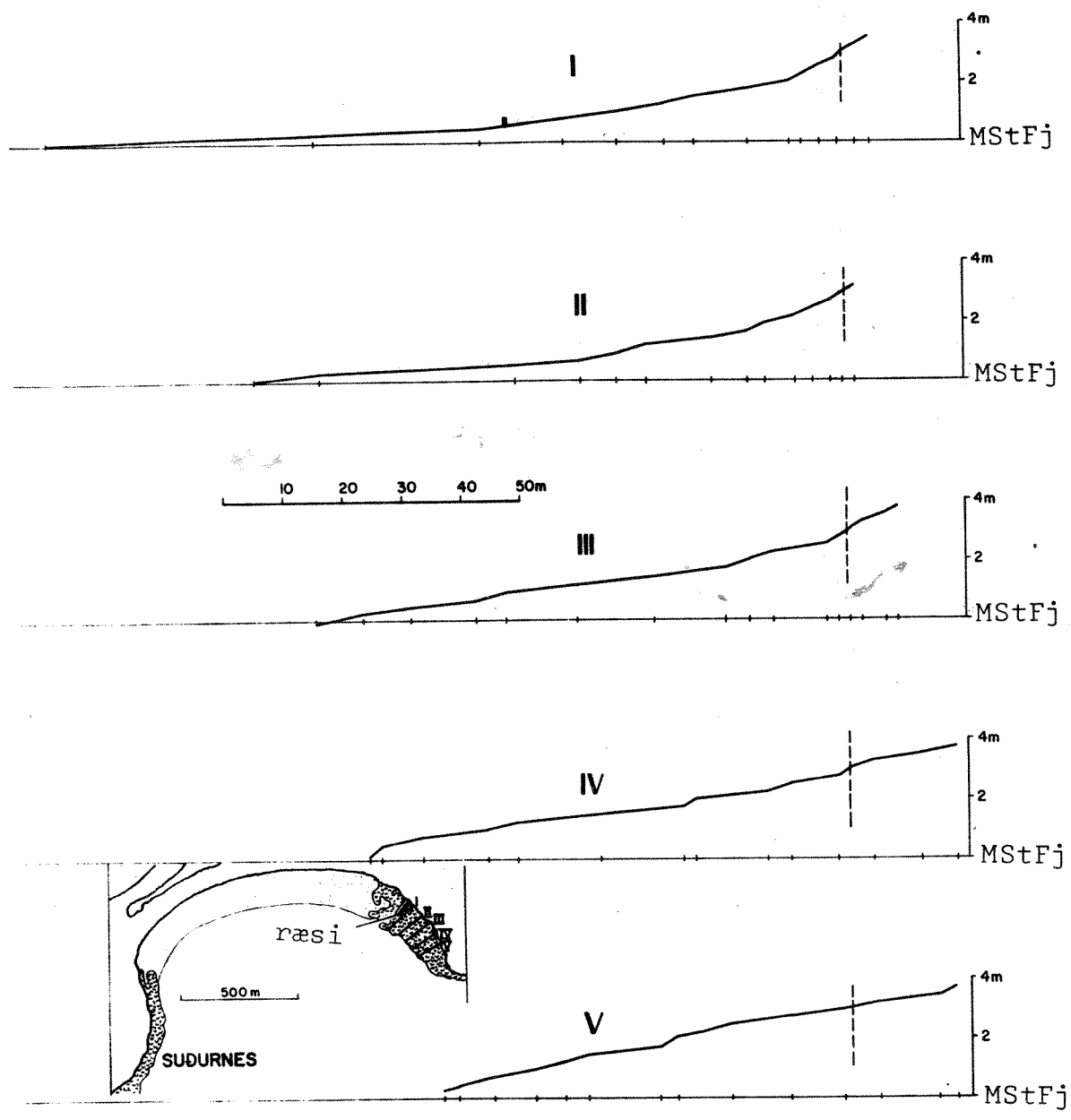
Heildarfjöldi tegunda 41.

Tafla II Byngd á þekjueiningu (g/100 sm<sup>2</sup>)  
á þremur sniðum.

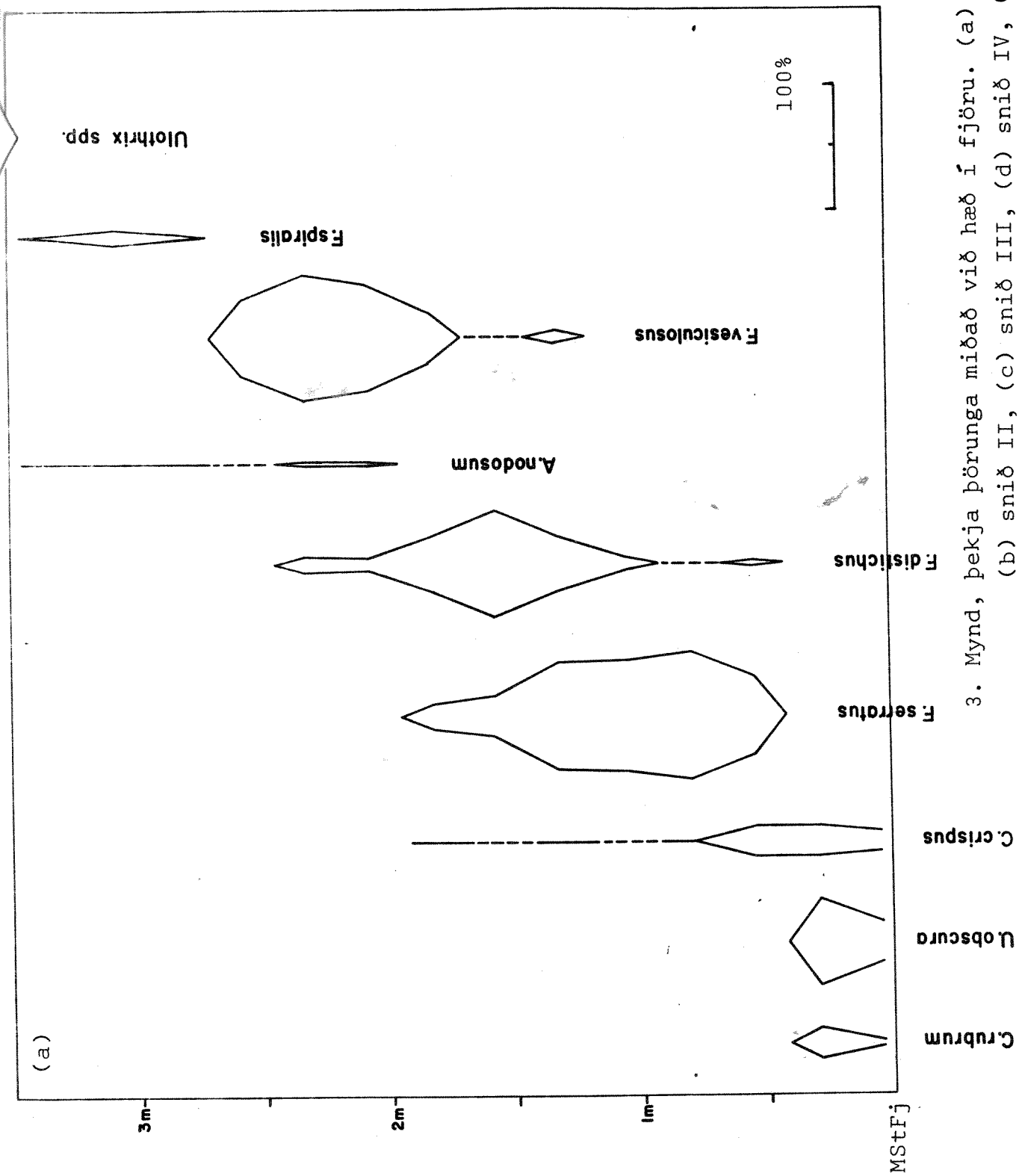
	I.	III.	V.
<i>Pelvetia canaliculata</i>			18
<i>Fucus spiralis</i>	10	39	41
<i>Fucus vesiculosus</i>	49	52	
<i>Ascophyllum nodosum</i>	49	117	121
<i>Fucus distichus</i>	47		
<i>Fucus serratus</i>	63	75	92
<i>Chondrus crispus</i>	5	16	22
<i>Ulvaria obscura</i>	2	5	1



1. mynd. Reykjavík og nágrenni, athugunarsvæðið er merkt með ör.

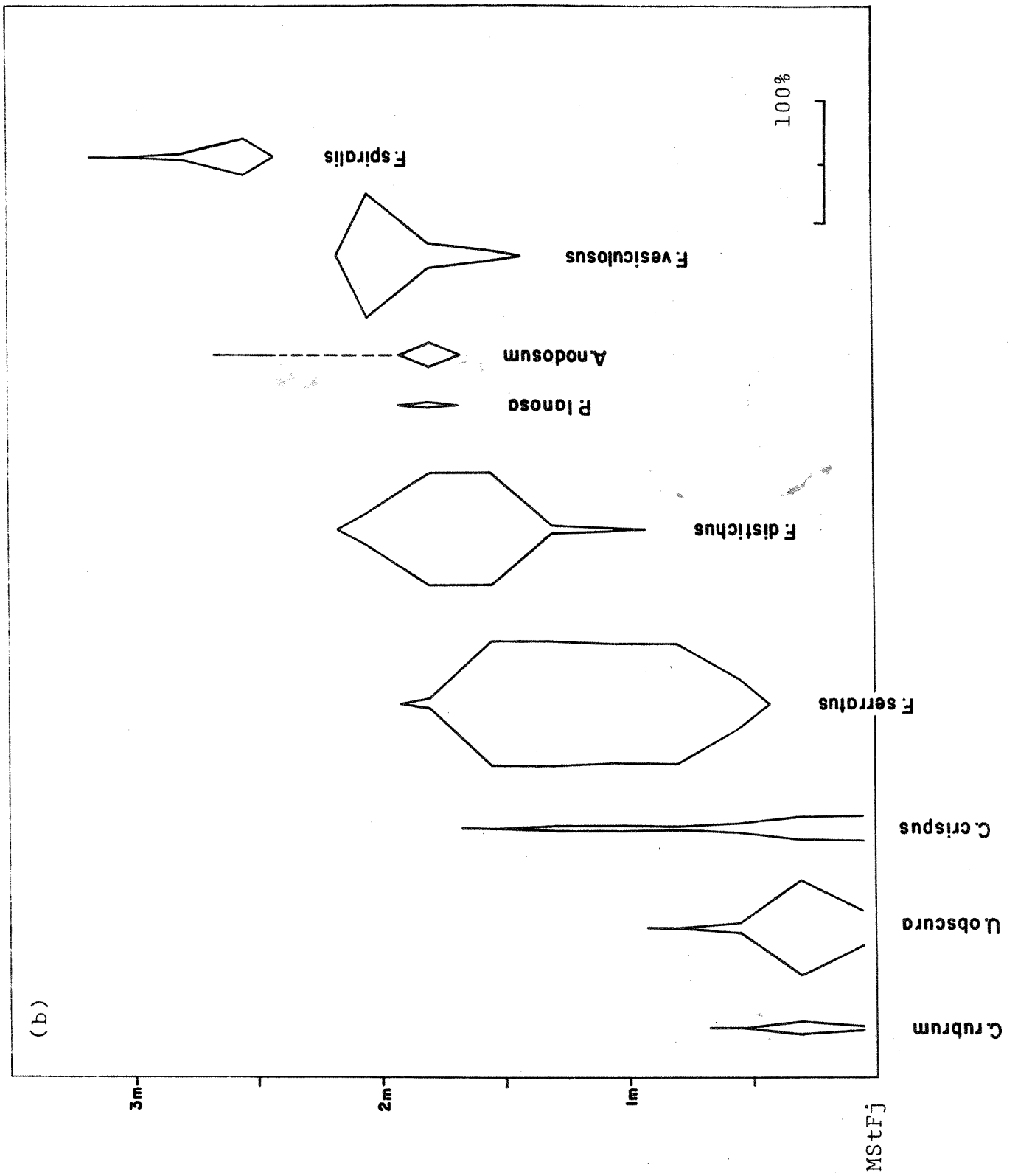


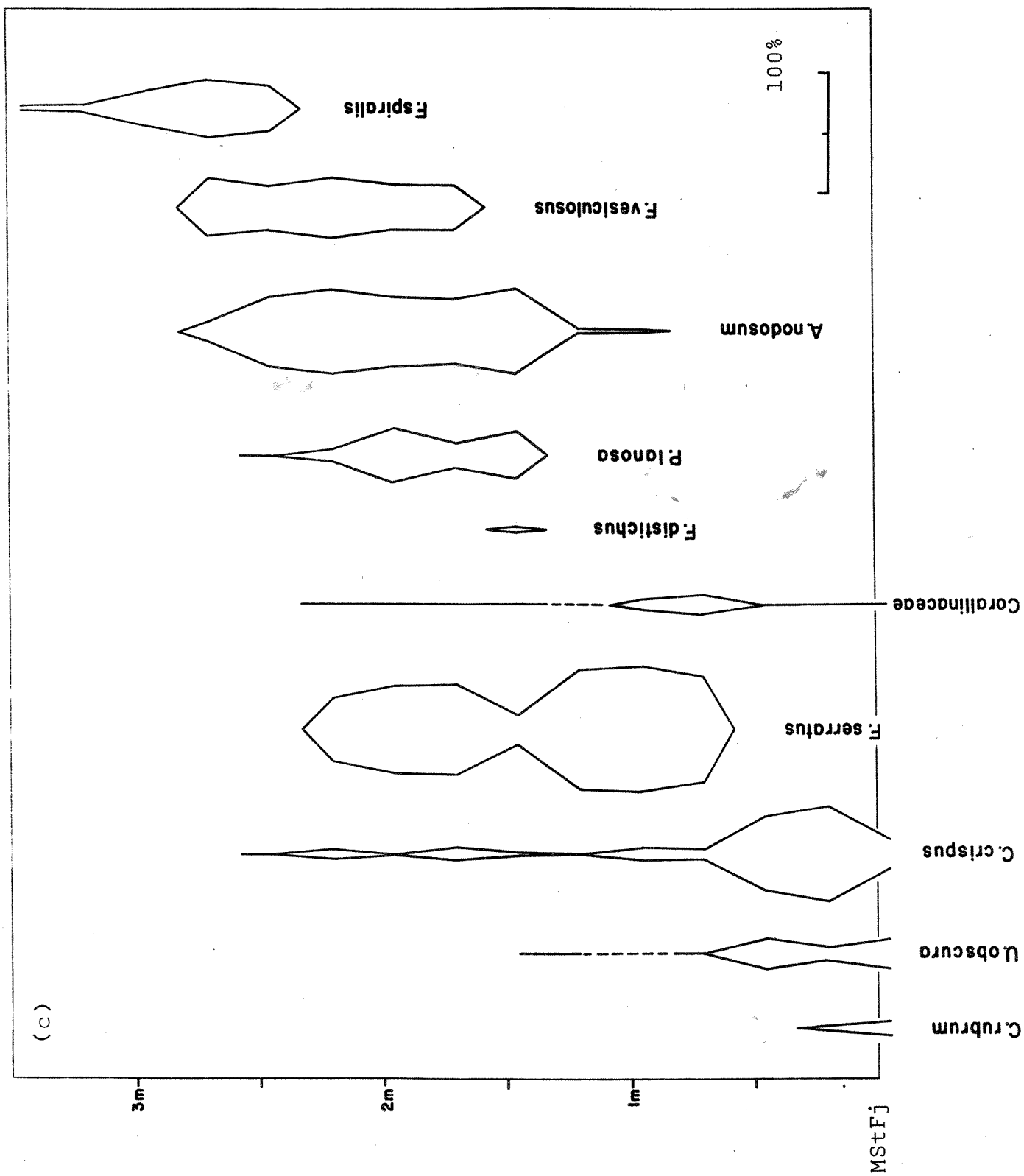
2. Mynd, þverskurður af fjörinni á sniðum I-V. Litla myndin sýnir afstöðu sniðanna til ræsisins og Suðurness. MStFj : meðalstórstraumsfjara.



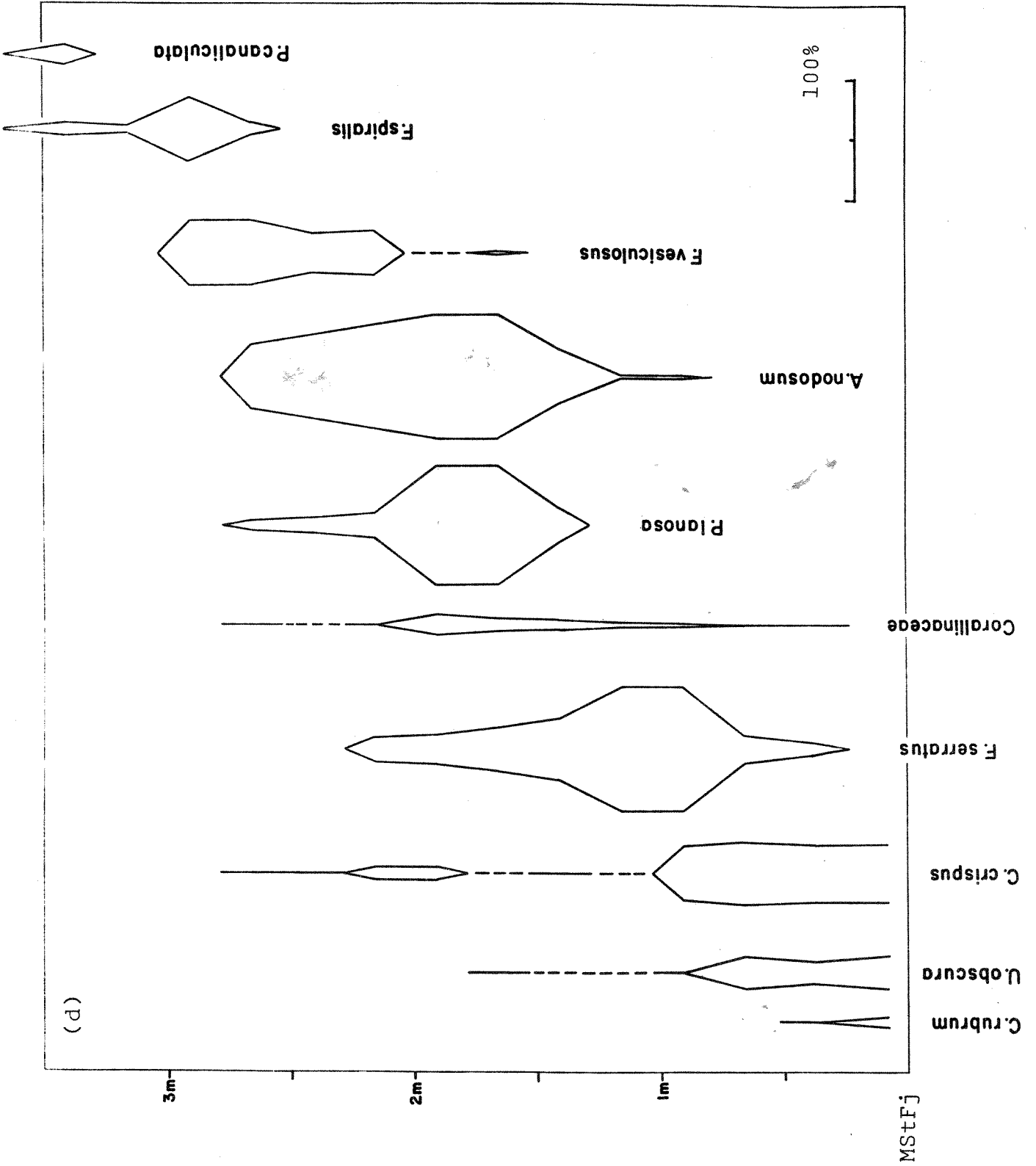
3. Mynd, þekja þörunga miðað við hæð í fjöru. (a) snið I, (b) snið II, (c) snið III, (d) snið IV, (e) snið V.

MStFj : meðalstórstrámsfjara.

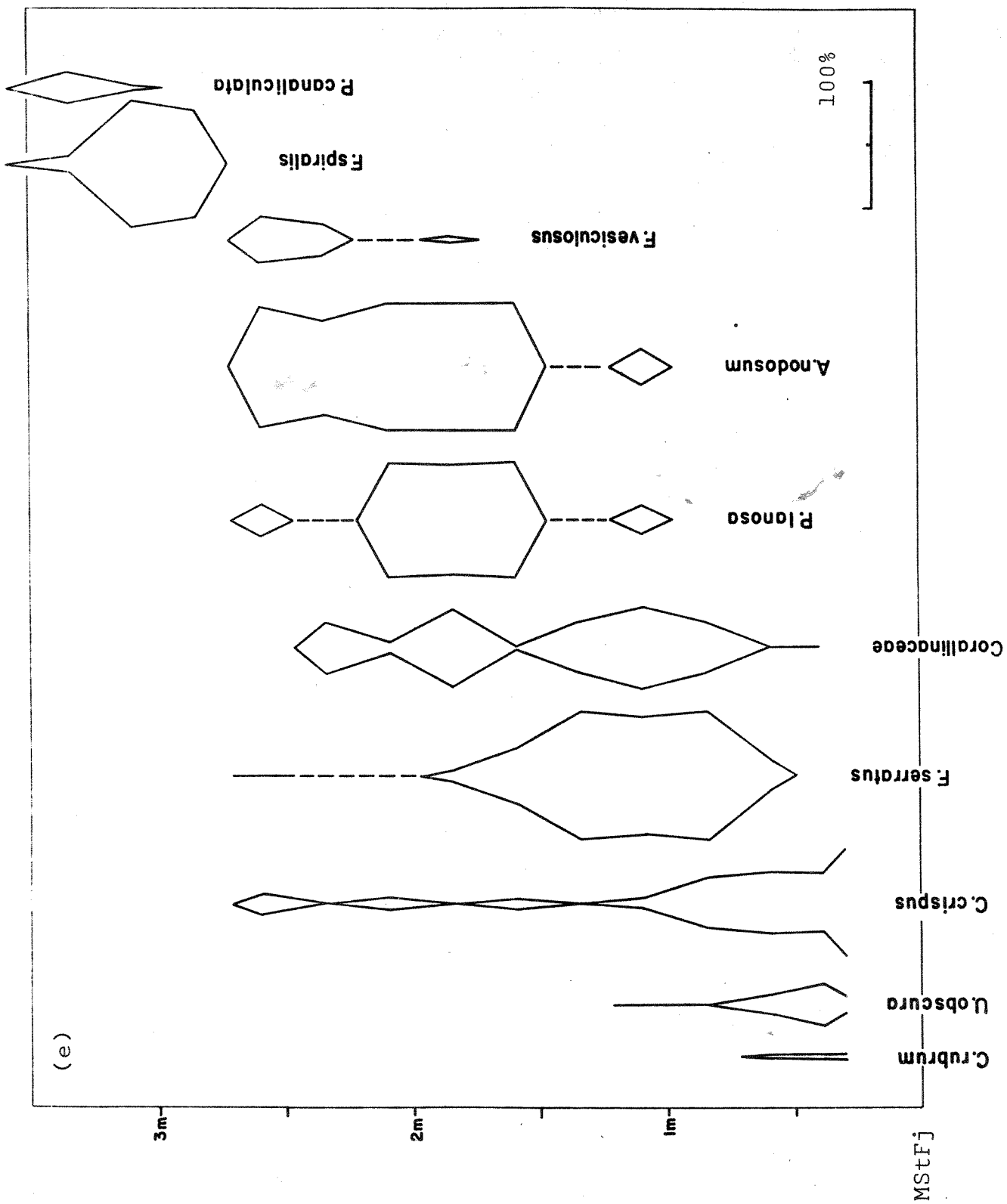


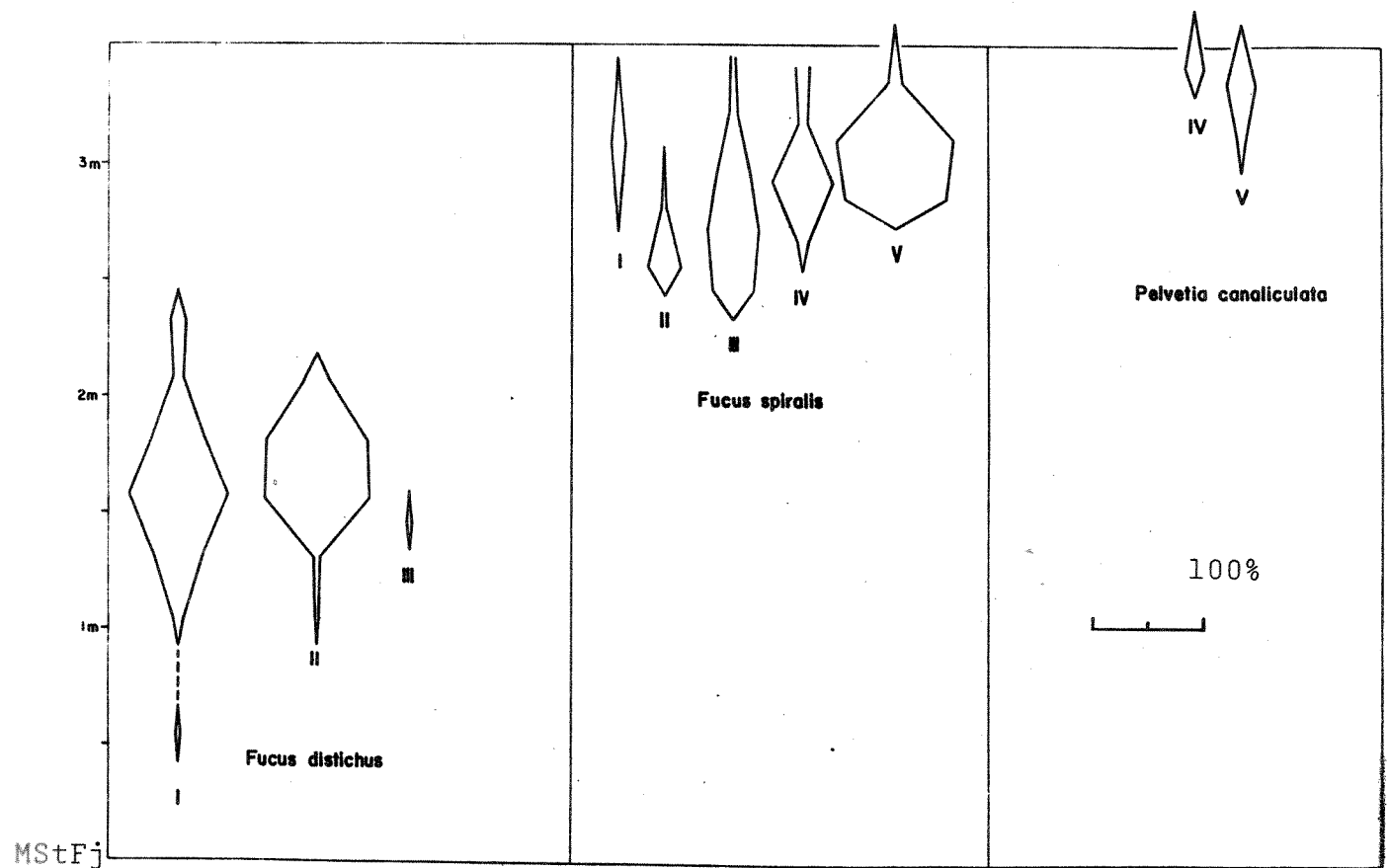
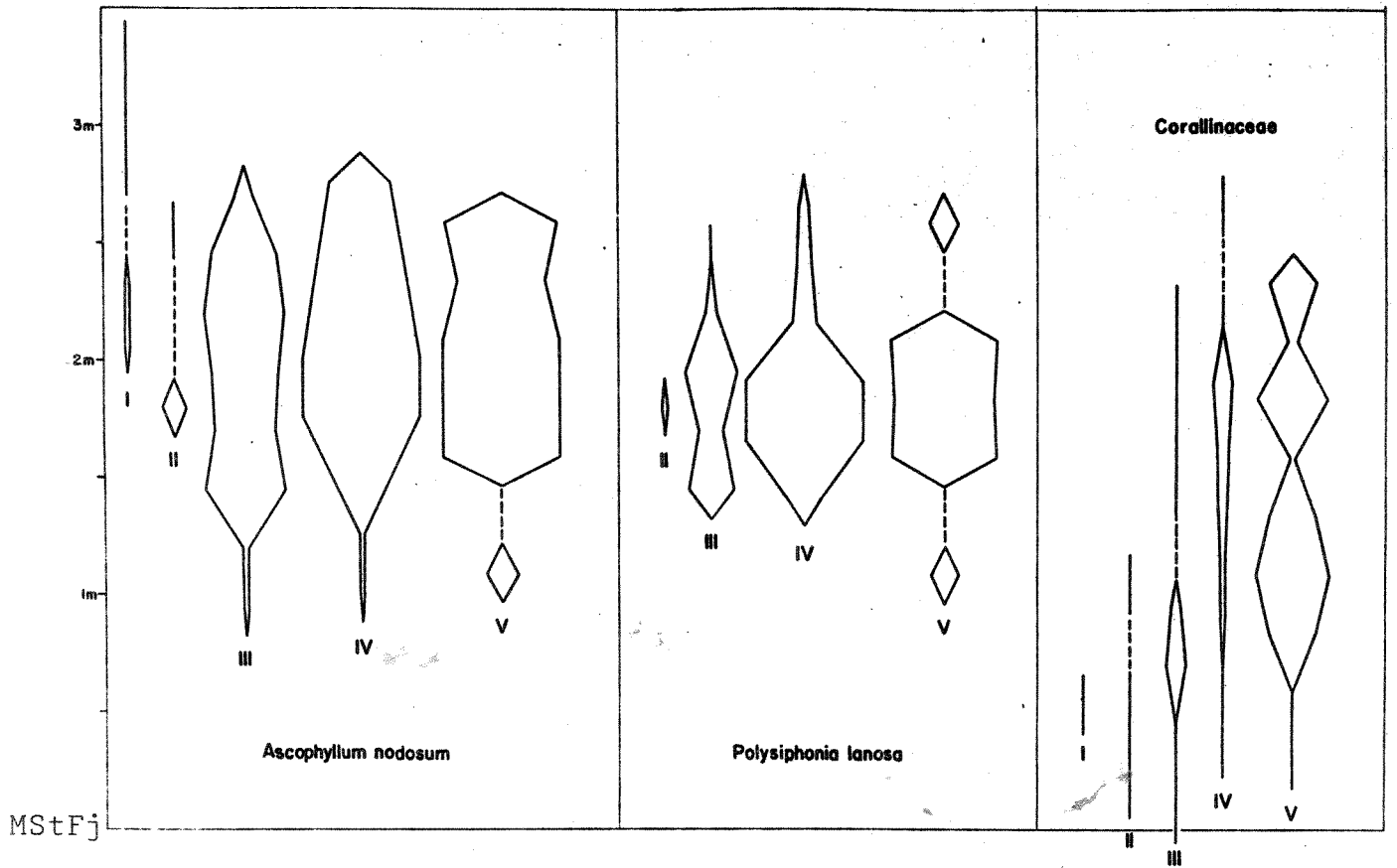




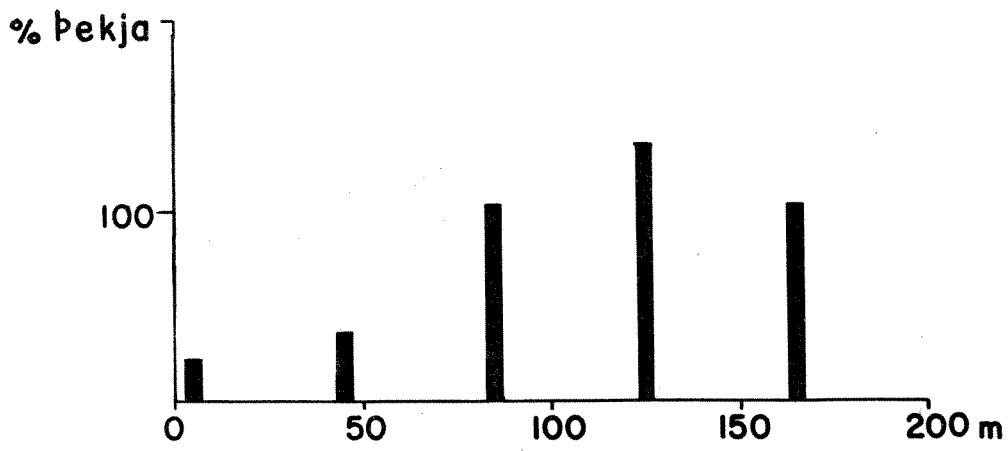


(p)

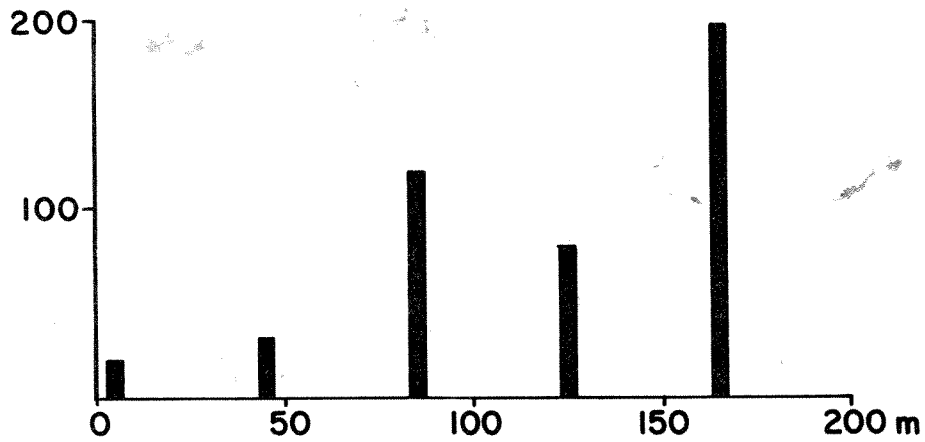




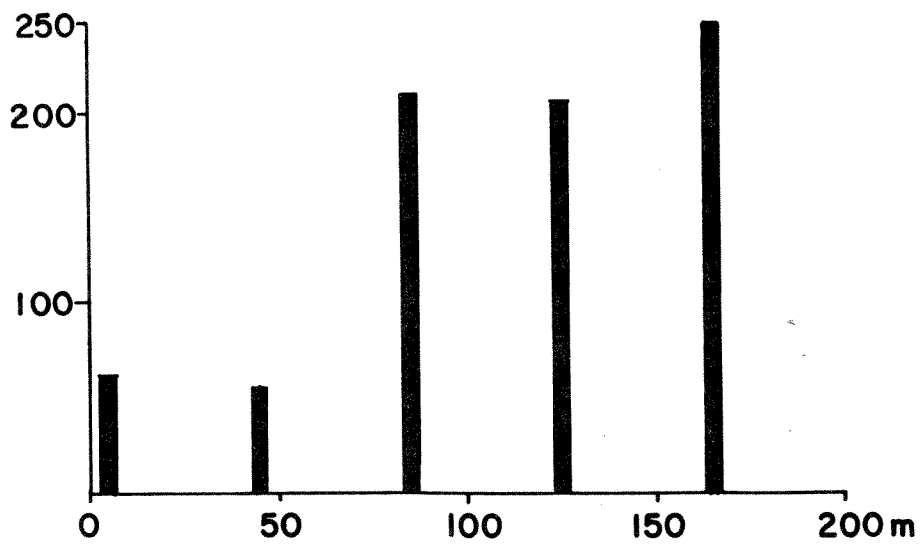
4. Mynd, samanburður á þekju 6 valinna tegunda á sniðum I-V, miðað við hæð yfir meðalstórstraumsfjöru (MStFj).



*Hildenbrandia prototypus*



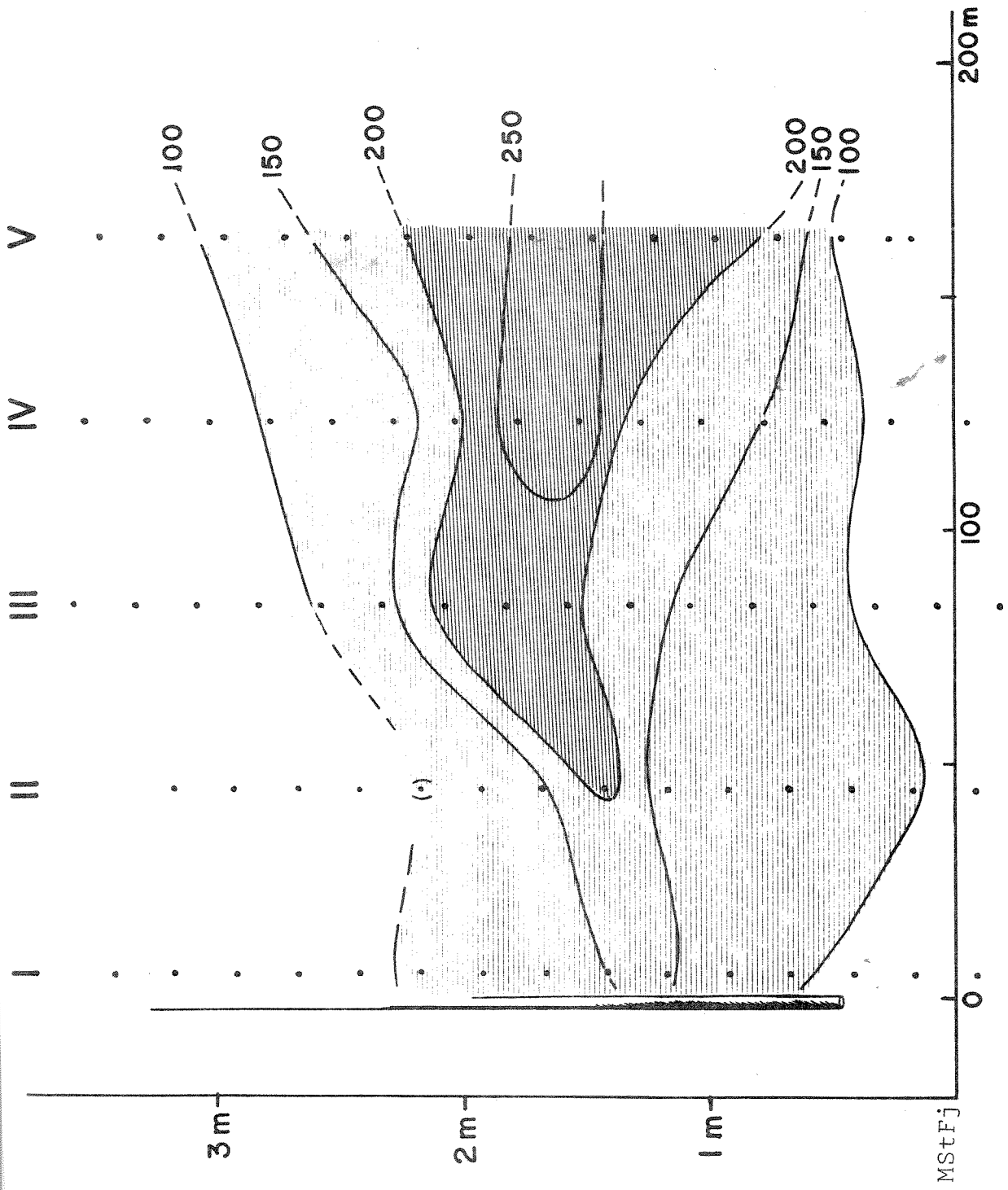
*Fucus spiralis*



*Chondrus crispus*

fjarlægð  
frá ræsi

5. Mynd, samanburður á þekju þriggja valinna tegunda.  
Þekjan er samanlögð úr öllum reitum hvers sniðs.



6. mynd, heildarþekja þörunga miðað við hæð í fjöru og fjarlægð frá ræsi. MStFj = meðalstórstraumsfjara.