# ELEMENTA ZOOGEOGRAFIO

*verkita de C. STØP-BOWITZ*

La disvastiĝo de la animaloj kaj ĉiuj problemoj rilataj al ĝi prezentas grandan kaj malfacilan kampon de la zoologio. Aparte malfacile estas prezenti kelkajn ĉefliniojn, faskon da elektitaj faktoj kaj problemoj, kiu celas reprezenti ĝeneralan zoogeografion.

Sendube en nia tempo ni havas pli bonan bazon por prezenti ĝeneralan zoogeografion, ol havis pli fruaj generacioj. La taskon oni povas solvi diversmaniere, kaj ĉiu solvo havas siajn avantaĝojn. Per tio estas dirite, ankaŭ, ke ĉiu solvo havas siajn mankojn. Sekve ankaŭ la solvo ĉi tie prezentata, suferas de neperfektaĵoj, kiuj al iuj eble ŝajnos tre gravaj. I.a. la temo estas multe tro ampleksa por ĝin prezenti eĉ iom komplete en nuraj 8 lekcioj. Mi sekve devis fari elektojn, esperante, ke la sekvantaj paĝoj donos al la legantoj ioman imagon pri la vastega temo de la zoogeografio.

La teksto de ĉi tiu kajero estas tiu de la kurso pri Zoogeografio en la Someraj Universitataj Kursoj 1976 en Antverpeno (Belgujo). La teksto kompreneble ne povas anstataŭi la kurson mem, kiu ja ampleksas, krom la lekcioj, ankaŭ diversajn aldonajn erojn, el kiuj aparte valoraj ĉiam estas la inter- kaj post-lekciaj diskutoj. Supozeble tamen ĉi tiu teksto estos helpilo por la studentoj, kaj samtempe prezentas ankaŭ valoran, studindan legaĵon por aliaj interesiĝantoj.

C. Støp-Bowitz.

# ENHAVO

**ENHAVO** ..... **1**

**I. ENKONDUKO, MEDIAJ FAKTOROJ** ..... **2**

1. ENKONDUKO ..... 2
2. POSTULOJ AL LA MEDIO ..... 4
3. TEMPERATURO ..... 5
4. LUMO ..... 6
5. AKVO KAJ SUBSTANCOJ SOLVITAJ EN AKVO ..... 7
6. AERO ..... 7
7. GRUNDAJ FAKTOROJ ..... 8
8. BIOTAJ FAKTOROJ ..... 8

**II. BIOMOJ KAJ BIOTOPOJ** ..... **8**

L. BIOMOJ KAJ BIOCENOZOJ ..... 8
2. TUNDRO KAJ ALTMONTARO ..... 10
3. ARBAROJ ..... 11
4. SAVANOJ KAJ STEPOJ ..... 12
5. DEZERTOJ ..... 13
6. KAVERNOJ ..... 13
7. NESALA AKVO ..... 13
8. MARAJ BIOTOPOJ ..... 14

**III. AREOJ** ..... **15**

1. DIFINO ....................................................................................................................................15
2. AREOJ KONTINUAJ KAJ MALKONTINUAJ..............................................................................16
3. LIMIGAJ FAKTOROJ.................................................................................................................18
4. FLUKTUADO DE AREOJ ..........................................................................................................19
5. EFIKO DE LA GLACIPERIODOJ................................................................................................20
6. LA POSTGLACIA TEMPO...........................................................................................................21

**IV. REGIONOJ ..............................................................................................................................23**

1. ENKONDUKO..............................................................................................................................23
2. IOM DA HISTORIO ....................................................................................................................23
3. TERAJ REGIONOJ. HOLARKTIKO..........................................................................................24
4. CETERAJ REGIONOJ..................................................................................................................26
5. MARAJ FAŬNOREGIONOJ.........................................................................................................28
6. LA PROFUNDMARA FAŬNO .....................................................................................................30

**V. DINAMIKAJ FAKTOROJ .........................................................................................................31**

1. ENKONDUKO..............................................................................................................................31
2. AKTIVA DISVASTIĜO...............................................................................................................32
3. DISVASTIĜO PER AKVO ..........................................................................................................34
4. DISVASTIĜO PER VENTO .........................................................................................................35
5. DISVASTIĜO PER ALIAJ ANIMALOJ.......................................................................................35

**VI. LA HOMO KIEL ZOOGEOGRAFIA FAKTORO.......................................................................36**

1. ENKONDUKO..............................................................................................................................36
2. PROTOZOOJ KAJ CELENTERULOJ ..........................................................................................36
3. PARAZITAJ VERMOJ ................................................................................................................37
4. ANELIDOJ KAJ MOLUSKOJ .....................................................................................................37
5. KRUSTULOJ ..............................................................................................................................38
6. TRAĤEULOJ...............................................................................................................................38
7. DIVERSAJ VERTEBRULOJ .......................................................................................................39
8. MAMULOJ .................................................................................................................................41

**VII. IZOLITAJ FAŬNODISTRIKTOJ ...........................................................................................42**

1. ENKONDUKO..............................................................................................................................42
2. OCEANAJ INSULOJ....................................................................................................................43
3. LAGOJ .......................................................................................................................................44
4. RELIKTOJ ..................................................................................................................................45
5. EKZEMPLOJ ..............................................................................................................................45

**VIII. GEOGRAFIAJ RASOJ..........................................................................................................47**

1. SUBSPECIOJ AŬ RASOJ ...........................................................................................................47
2. KLIMATAJ REGULOJ.................................................................................................................49
3. TEMPERATURAJ RASOJ............................................................................................................50
4. DIVERSAJ SPECIALAJ FENOMENOJ .......................................................................................51

**BIBLIOGRAFIO.........................................................................................................................52**

# I. ENKONDUKO, MEDIAJ FAKTOROJ

## 1. ENKONDUKO

De la plej altaj montpintoj ĝis la plej profundaj abismoj de la maro vivas animaloj sur nia planedo; sed kaj vertikale kaj horizontale la unuopaj specioj prezentas pli aŭ malpli

limigitan disvastiĝon, kaj la studado de tiu fenomeno kaj de ĝiaj kaŭzoj estas nomata zoogeografio.

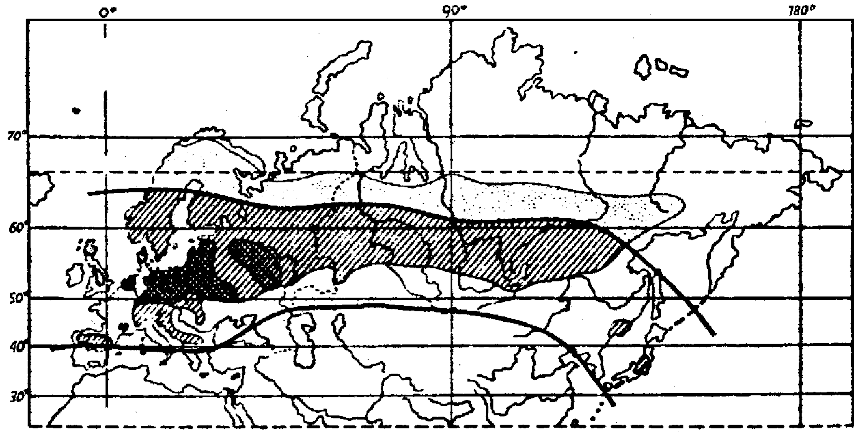
La unua ŝtupo de zoogeografia esplorado estas, kaj devas esti, registrado de la disvastiĝo de la unuopaj specioj. Ricevinte ioman superrigardon oni povas desegni la rezultaton sur mapon. Komparado de tiaj mapoj estas kompara zoogeografio. Oni povas trovi i.a. la speciojn, genrojn, familiojn, k.t.p., kiuj karakterizas pli aŭ malpli grandajn geografiajn regionojn, jen la regiona zoogeografio.

Ni prenu ekzemplon. Oni konstatis, ke du specioj de pingvenoj nestas nur laŭ la bordo de la Antarktika kontinento, alia specio ankaŭ sur antarktikaj insuloj norde ĝis la Buvet-insulo. La ceteraj specioj de pingvenoj nestas ankoraŭ pli norde, unu el ili, la Galapaga pingveno, eĉ sub ekvatoro. Karakterizaj por la Antarktika regiono estas, krom la du unue menciitaj pingvenoj, multaj maraj animaloj, i.a. multaj fiŝoj kaj tri genroj de fokuloj de po unu specio.

Registrinte tiel la nunan disvastiĝon de specioj, genroj, k.t.p. oni atingas la demandon kial ili prezentas ĝuste tian disvastiĝon. Respondi tiun demandon estas la tasko de la kaŭza zoogeografio. La respondon ni devas serĉi parte en la historia evoluo de la tero, parte en la rilatoj inter la medio kaj la animaloj.

La studado de la geografia disvastiĝo kiel rezulto de longedaŭra evoluo tra la geologiaj periodoj konsistigas la historian zoogeografion. Kiel ekzemplon oni povas mencii, ke veraj kavernaj animaloj forestas en la grandaj partoj de Eŭropo, kiujn kovris la glaciepokaj glaciejoj. Tiuj veraj kavernaj animaloj daŭre vivas tuj ekster la regionoj, kiujn la grandaj subglaciiĝoj faris neloĝeblaj por ili. La studado de geografiaj ŝanĝiĝoj tra la geologiaj epokoj povas liveri solvon de problemoj pri ekz. nekontinua disvastiĝo hodiaŭa de animaloj.

Pri la serĉado de la rilatoj inter la geografia disvastiĝo de la specioj unuflanke, kaj aliflanke iliaj postuloj al la medio kaj kapablo disvastiĝi, okupiĝas la ekologia zoogeografio. Kiel ekzemplon ni prenu la pinan Noktuedon, Panolo flama (Panolis flammea), insekton ligitan al la pino, kies pinglojn manĝas ĝia larvo. Ekologie la specio povas vivi nur tie, kie troviĝas pinoj, sed ĝi dependas ankaŭ de aliaj mediaj faktoroj. En la plej nordaj eŭropaj kaj aziaj piarbaroj ĝi mankas, tie la temperaturo fariĝas "minimuma faktoro" (fig. l.). Sed ĝi prosperas multloke ekster la natura areo de la pino, ekz. en plantitaj pinarbaroj okcidenteŭropaj, se ĝi trovas la vojon tien.




*Figuro l.*
*La klimataj norda kaj suda limoj (dikaj linioj) de la pina Noktuedo, Panolo flama (Panolis flammea) kaj la disvastiĝo de la pino, Pino arbara (Pinus silvestris) (ombrumita per punktoj aŭ strekoj). (Laŭ Eidmann.)*

La zoogeografio okupiĝas precipe pri la geografiaj rilatoj de specioj kaj aliaj sistematikaj unuoj, la ekologio interesiĝas pri la rilatoj inter la individuoj kaj la medio. En la ekologia zoogeografio la limoj inter tiuj vidpunktoj malaperas. La studado de la mediaj kaj dinamikaj faktoroj estas samgrade ekologio kaj zoogeografio.

## 2. POSTULOJ AL LA MEDIO

La diversaj organismoj havas tre malegalajn postulojn al sia natura medio. Iuj vivas nur en la oceanoj, aliaj en sensala akvo aŭ sur la tero (en aero), iuj interne de aliaj organismoj, vegetaĵoj aŭ animaloj. Ĉiuj prosperas nur en difinitaj cirkostancoj, ili malprosperas aŭ mortas en aliaj.

Se iu specio havas tre rigorajn postulojn pri multaj mediaj faktoroj, oni diras, ke ĝi estas "stenoeka"; ekz. la koraluloj, kiuj formas la tropikajn koralrifojn, havas rigorajn postulojn pri lumo, temperaturo kaj saleco. Kontraŭe, specio, kiu estas relative indiferenta rilate al diversaj mediaj faktoroj, estas nomata "eŭrieka"; kiel ekzemplo povas servi la kina vilmana krabo, Eriokejro kina (Eriocheir sinensis), kiu estas altgrade indiferenta rilate salecon kaj temperaturon kaj eĉ povas migri surtere de rivero al rivero, sed ĝi reproduktiĝas nur en pli-malpli sala akvo.

Ankaŭ kiam temas pri la postuloj de specio rilate unuopan medio-faktoron, oni uzas korespondajn terminojn. Specio limigita al malvasta temperatura intervalo estas nomata "stenoterma", specio indiferenta rilate temperaturon estas "eŭriterma" k.t.p..

Specialan zoogeografian signifon havas madia faktoro, kiam ĝi proksimiĝas al minimuma aŭ al maksimuma valoro, aŭ eĉ preterpasas tiajn valorojn. Ie inter la ekologiaj minimumo klaj maksimumo troviĝas optimuma valoro, kiu plej bone kontentigas la postulojn de la specio rilate al tiu faktoro.

Ni menciu nun nur kelkajn mediofaktorojn de speciala zoogeografia intereso.

## 3. TEMPERATURO

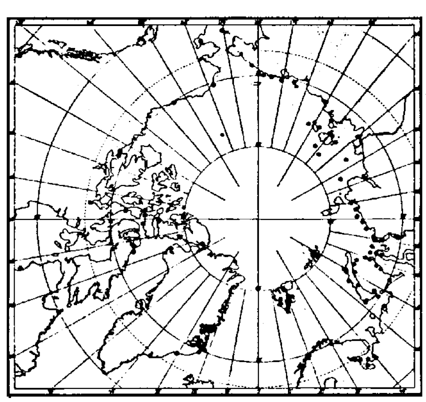
Kiam la vintra temperaturo fariĝas pli malalta ol normale, multaj animaloj mortas amase. La vintro 1829-1830 estis en Islando tiom malvarma, ke la amfibioj ekstermiĝis, kaj post tiu tempo la amfibioj forestas en Islando. En tre malvarmaj vintroj ofte amase mortas fiŝoj kaj senvertebruloj vivantaj en malprofunda akvo.

Malpli ofte la somera temperaturo fariĝas tro alta. En Januaro 1932 la temperaturo en la interno de Sud-Aŭstralio altiĝis al 45 gradoj C., kun la sekvo, ke amaso da birdoj mortis pro la varmego.

Grava faktoro estas la daŭro de la somero, precipe por la evoluo de junaj individuoj. Malaltan someran temperaturon iagrade povas kompensi longa somero. Teraj aŭ nesalakvaj specioj, kiuj ne eltenas malaltajn somerajn temperaturojn, forestas en nordaj bordregionoj kun oceana (atlantika) klimato. Aliflanke, specioj, kiuj ne eltenas malvarmajn vintrojn, forestas en regionoj malproksimaj de la maro, kie regas kontinenta klimato.

Specioj ligitaj al relative malvasta temperatura intervalo estas stenotermaj, dum specioj adaptitaj al pli vasta temperatura intervalo, estas eŭritermaj. Ofte junaj individuoj estas pli stenotermaj, ol plene evoluintaj. Se la optimuma temperaturo estas malalta, la specio estas malvarm-stenoterma, se ĝi estas alta, temas pri varm-stenoterma specio. Inter tiuj ekstremoj troviĝas specioj, kiuj toleras nek tre altajn, nek tre malaltajn temperaturojn.

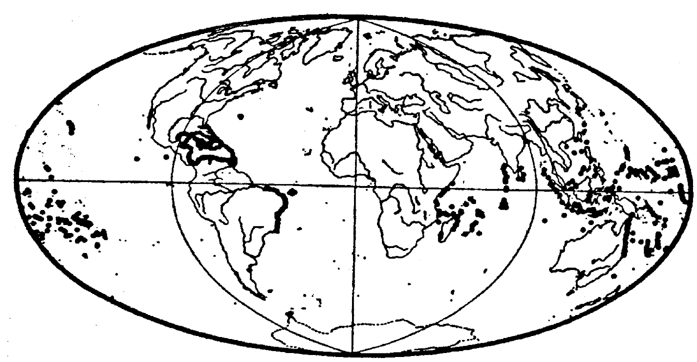
Klare malvarmstenotermaj specioj vivas en la profundo de la maro, kie la temperaturo dum la tuta jaro povas esti sub 0 grado C.. La lamenbrankulo Portlandio arktika (Portlandia arctica), antaŭe nomita Joldio arktika (Yoldia arctica) troviĝas nun preskaŭ nur norde la norda polusa cirklo, en akvo, kiu almenaŭ dum la plej granda parto de la jaro havas temperaturon sub 2,5 gradoj C. (fig.2.). Ankaŭ multaj profundaj lagoj havas ĉe la fundo malvarman akvon kun aparta animalaro. Malvarmaj fontoj ofte havas karakterizajn speciojn kaj animaloj en malvarmaj kavernoj ofte estas klare malvarm-stenotermaj. Eĉ inter birdoj kaj mamuloj troviĝas specioj, kies disvastiĝo evidente indikas, ke ili estas malvarm-stenotermaj, ekz. la reĝa molanaso, Somaterio spektakla (Somateria spectabilis), kiu migras de Norda al Suda Groenlando.



*Figuro 2.*
*La disvastiĝo de la malvarm-stenoterma lamenbrankulo Portlandio arktika. (Laŭ Ad. S. Jensen).*

La plej tipe varm-stenotermaj specioj troviĝas en la tropikoj, ekz. nesalakvaj fiŝoj el Amazono prosperas en Eŭropo nur en varmakvaj akvarioj. La surfacaj koralrifoj troviĝas ambaŭflanke de ekvatoro, en akvo de pli ol 20 gradoj C. (fig.3.). Kelkaj el ĉi tiuj koraluloj povas vivi ankaŭ en malpli varma akvo, sed ne formante rifojn. La plej multaj termitoj estas tropikaj, sed kelkaj specioj vivas en Eŭropo kaj en Norda Ameriko. Eĉ ne ĉiuj kolibroj estas dependaj de tropikaj temperaturoj, la grupo havas reprezentantojn de Alasko ĝis la Fajrolando.

La eŭritermaj specioj povas prosperi en tre variaj temperaturoj, ofte la unuopa individuo povas elteni grandajn ŝanĝiĝojn de la temperaturo. La nesalakvaj gastropodoj Limneo ova (Limnaea ovata) kaj L. trunka (L. truncatula) vivas en regionoj kun tre malvarmaj vintroj, kaj en varmaj fontoj (kun temperaturoj de pli ol 40 gradoj C.). La tuberario Mezostomo langa (Mesostoma lingua) estas trovita en varmaj fontoj (kun temperaturo de 42 gradoj C.), sed ankaŭ sur Nova-Zemljo (en lageto, kiu sendube komplete glaciiĝas vintre, kaj kiu la 31-an de Aŭgusto montris temperaturon de 11 gradoj C. en la akvo). La eta muŝo Fanio kaniseta (Fannia canicularis) troviĝas de Nova Zemljo ĝis Antarktiko, ankaŭ en libera aero. La pilgrima falko, Falko pilgrima (Falco peregrinus) estas konsiderebla kiel eŭriterma; ĝi troviĝas en ĉiuj mondpartoj, de Nova Zemljo ĝis Sud-Afriko, de Alasko ĝis Fajrolando.



*Figuro 3.*
*La disvastiĝo de surfacaj koralrifoj.*
*(Ĉefe laŭ Schott el Ekman.)*

## 4. LUMO

Multaj animaloj estas stenofotaj, adaptitaj al malvasta intervalo de pli-malpli forta lumo aŭ al kompleta mallumo. Se ilin trafas lumo pli forta aŭ pli malforta ol la normala, ili laŭeble serĉas pli konvenajn lokojn. Eŭrifotaj animaloj estas malpli postulemaj tiurilate.

Inter la stenofotaj animaloj, la heliofilaj, kiuj prosperas nur en plena sunlumo, reprezentas unu ekstremon. Multaj insektoj flugas nur en plena sunlumo. Multaj kloraluloj vivas en simbiozo kun unuĉelaj algoj, verŝajne tial la rifkoraluloj prosperas nur en la surfacaj tavoloj. Skiofilaj specioj preferas ombron, kaj ili reprezentas transiron al la skotofilaj, kiuj vivas en mallumo. Multaj animaloj pasigas la tagon en pli-malpli mallumaj lokoj kaj eliras nur vespere aŭ nokte. En la grandaj profundaĵoj de la maro vivas aparta animalaro en konstanta mallumo aŭ en nur malfortega lumo de animaloj kun lumorganoj.

## 5. AKVO KAJ SUBSTANCOJ SOLVITAJ EN AKVO

La plimulto de la grandaj animalaj grupoj evoluis en akvo kaj portas atestaĵojn pri tio. En la akvo ĉiam estas solvitaj pli-malpli grandaj kvantoj da solidaj kaj gasaj substancoj. Tiaj mediaj faktoroj ludas gravan rolon, ili formas ekz. la diferencon inter la vivo en sala kaj en nesala akvo.

En riveroj kaj riveretoj vivas animaloj pli-malpli adaptitaj al fluanta akvo, ili estas reofilaj, kontraste al al limnofilaj specioj de la lagoj. Ankaŭ en la surf-regionoj de la bordoj la akvo moviĝas, kio efikas al la animaloj tie. Akvo moviĝanta kaj senmova malegale efikas, kaj hidromekanike kaj hidrokemie (moviĝanta akvo entenas pli da oksigeno).

Iuj specioj prosperas same en sala kaj en nesala akvo, ili estas forte eŭrihalinaj. Malpli eŭrihalinaj estas tiuj, kiuj povas vivi en pli aŭ malpli sala akvo, sed ne en sensala. Multaj el ili fariĝas malpli grandaj en saleta akvo, ekz. ĉirkaŭ elfluejoj de riveroj, ol en pli sala akvo. La stenohalinaj specioj, ĉu salakvaj, ĉu nesalakvaj, estas pli sentemaj rilate variojn de la saleco.

En la Baltika Maro multaj eŭrihalinaj specioj penetras pli-malpli internen, sed ĉiu specio havas sian ekologian minimumon. Kune kun tiaj maraj specioj troviĝas kelkaj nesalakvaj, kiuj eltenas iom da salo, ekz. Limneo ova. Tre eŭrihalina specio estas la tridorna gasterosteo, Gasterosteo dorna (Gasterosteus aculeatus), kiu troviĝas en Eŭropo, grandaj partoj de Norda Ameriko kaj partoj de Azio sude ĝis Koreujo, parte laŭ la bordoj, parte en la riveroj (en Rejno ĝis Bazelo). Klare stenohalinaj estas la koraluloj de la koralrifoj.

En nesala akvo la enhavo de kalko multe varias. Iuj animaloj prosperas kaj en kalkriĉa akvo, kaj en akvo malriĉa je kalko. Aliaj estas pli postulemaj rilate la enhavon de kalko, ekz. kelkaj insektlarvoj vivas nur en kalkriĉa akvo, dum la rivera perlokonko, Margaritano margaritana (Margaritana margaritifera) vivas nur tie, kie estas malmulte da kalko.

Iuj specioj estas relative indiferentaj rilate al variado de la enhavo de oksigeno en la akvo, aliaj estas postulemaj tiurilate, preferante aŭ akvon preskaŭ saturitan de oksigeno, aŭ akvon malriĉan je oksigeno.

## 6. AERO

La aero ordinare ne estas saturita per vaporo de akvo kaj sekve efikas sekige. Multaj animaloj estas dependaj de alta grado de humideco, ili estas hidrofilaj, ekz. amfibioj kaj multaj maldikhaŭtaj senvertebruloj. Hidrofilaj specioj ofte aperas nur nokte aŭ dum pluva vetero. Specioj adaptitaj al malhumida, seka aero, estas kserofilaj. Kserofilaj surteraj gastropodoj povas esti karakterizaj por pli-malpli dezertaj lokoj, kie tamen la relativa humideco nokte estas pli granda, tage tiaj animaloj estas protektataj kontraŭ sekiĝo per sia konko. Kaj hidrofilaj kaj kserofilaj specioj estas stenohigraj, ili ne tre bone toleras grandajn ŝanĝiĝojn de la humideco de la aero, dum eŭrihigraj specioj estas pli indiferentaj tiurilate.

### 7. GRUNDAJ FAKTOROJ

Kaj en la maro kaj en nesala akvo oni trovas karakterizajn animalojn sur kaj en ŝlima, sabla kaj roka fundo. Ankaŭ sur la seka tero tiaj fizikaj ecoj ludas decidan rolon, sed tie pli multe efikas ankaŭ la kemiaj ecoj de la grundo.

La grundo ofte entenas pli-malpli multe da humo, organikaj malkomponiĝaj produktoj, de kiuj multaj animaloj vivas. Iuj specioj estas pli dependaj de la ĉeesto de kalko, ol aliaj. Iuj prosperas nur tie, kie la grundo enhavas kloridojn. La Karabedo Diskirio salema (Dyschirius salinus) troviĝas en Skandinavio kaj Finnlando nur sur la marbordo, apud la maro. En aliaj landoj ĝi troviĝas ankaŭ sur lokoj, kie la grundo estas salhava. Aliaj specioj estas malpli ligitaj al salhava grundo.

### 8. BIOTAJ FAKTOROJ

Ĉiuj specioj de animaloj estas dependaj de pli-malpli multaj aliaj organismoj (animaloj aŭ vegetaĵoj). Varias precipe la nutraĵo de la animaloj. Iuj estas eŭrifagaj, ili mangas preskaŭ kion ajn, aliaj estas specialiĝintaj pri difinita nutraĵo, ili estas stenofagaj. La fitofagaj specioj manĝas vegetaĵojn, plantojn. Ili estas aŭ malmulte postulemaj rilate la speciojn de nutroplantoj, t.e. ili estas polifagaj, aŭ ili povas vivi nur de kelkaj malmultaj specioj de plantoj, t.e. ili estas oligofagaj, aŭ nur de unu sola specio de plantoj, kaj estas monofagaj. Multaj fitofagaj specioj specialiĝis pri difinitaj partoj de la nutroplanto, ekz. pri folioj, partoj de trunko aŭ branĉoj, semoj, fruktoj, burĝonoj aŭ suko, nektaro, poleno, k.t.p.. Pli-malpli specialiĝintajn tipojn ni trovas ankaŭ inter rabobestoj (karnovoroj), parazitoj, kadavromanĝantoj (nekrofagoj), ekskrement-manĝantoj (koprofagoj) k.,t.p.. Inter rabobestoj kaj predo ekzistas ekologia reciproka rilato, same inter parazito kaj mastro. En ambaŭ okazoj la utilo estas unuflanka, sed simbiozoj montras, ke ekzistas ankaŭ reciproke utilo-rilatoj inter du specioj.

# II. BIOMOJ KAJ BIOTOPOJ

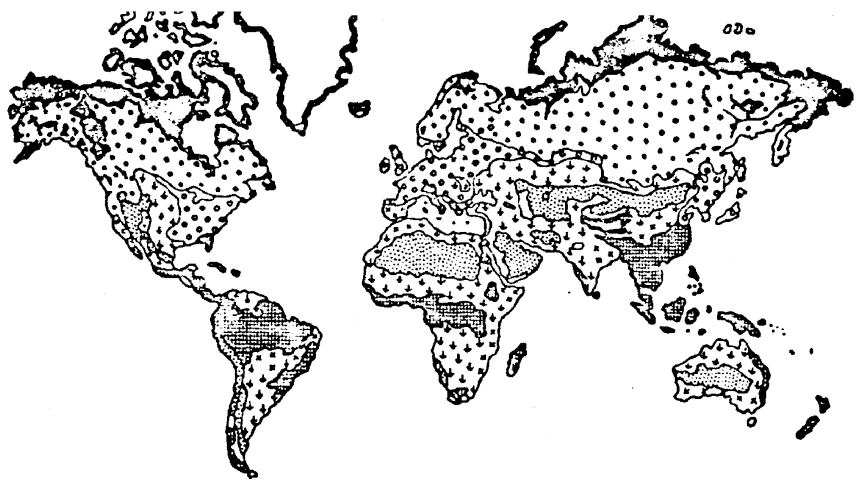
### l. BIOMOJ KAJ BIOCENOZOJ

La mediaj faktoroj varias pli-malpli multe de loko al loko. La klimato kaj la de ĝi dependa vegetaĵaro formas grandajn zonojn sur la terglobo, ĉiu kun sia karakteriza animalaro. Grandan regionon aŭ zonon kun karakterizaj mediaj faktoroj ni nomas biomo. Laŭ siaj specialaj vivkondiĉoj ĉiu biomo havas karakterizajn speciojn de animaloj. Ĉiujn animalojn kaj vegetaĵojn de biomo ni nomas biocenozo. (Fig. 4, fig. 5.).

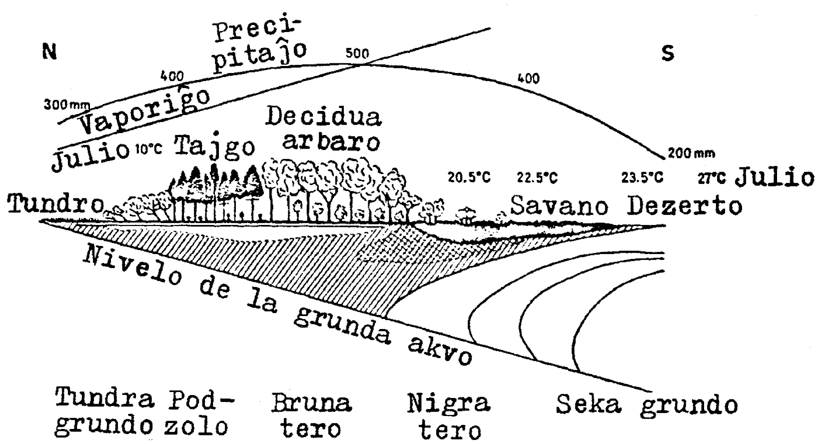
Iuj medio-faktoroj karakterizas grandegajn regionojn, ekz. sala aŭ nesala akvo, kie do la enhavo de salo en la akvo formas la bazon de la distingo. Surtere precipe la vegetaĵaro, do biota faktoro, karakterizas la biomojn, kaŭzante, ke ĉiu el ili enhavas atentindajn tipojn de animaloj en sia biocenozo.

Interne de biomo iuj medio-faktoroj varias de loko al loko, tiel ke oni povas dispartigi la biomojn en biotipojn, kiujn denove oni povas dividi en ĉiam pli malgrandajn biotopojn, kun respondaj apartaj biocenozoj. En arbaro, ekzemple, kaj la arboj kaj la grundo prezentas seriojn de special-biotipoj, kun same specialaj biocenozoj. Eĉ formikejo reprezentas apartan biotopon kun formikoj kaj "formik-amikoj", t.e. specioj adaptitaj al kunvivado kun la formikoj.

En multaj okazoj, kiam la mediaj faktoroj multe varias, estas malfacile aŭ neeble limigi biotopojn. En aliaj okazoj oni povas paroli pri transiraj biotopoj. Inter sala akvo kaj nesala akvo ekzistas saleta akvo; krom koniferaj kaj deciduaj arbaroj ekzistas miksitaj arbaroj. Aliajn problemojn kaŭzas la fakto, ke kelkaj specioj estante junaj vivas en iu biotopo, estante plenkreskaj en alia, aŭ vivas en diversaj biotopoj somere kaj vintre. - Specialaj biotopoj ofte, sed ne ĉiam, estas malvastaj, kun malmultaj specioj, sed multaj individuoj.



*Figuro 4. Biomoj de la kontinentoj (laŭ Tischler)*




*Figuro 5.*
*Rilatoj inter biomoj, klimato kaj grund-kondiĉoj*
*(laŭ Kaŝkarov)*

## 2. TUNDRO KAJ ALTMONTARO

Tundro nomiĝas la vastaj arktikaj regionoj norde de la arbolimo, kun konstante frostiĝinta grundo. Pro la malalta temperaturo nur la supra, maldika tertavolo senfrostiĝas dum la mallonga somero. Tiu tertavolo enhavas tre malmulte da humo, ofte estas tre malseka, ĉar akvo ne forfluas, gruzo kaj ŝtonoj kovras grandajn areojn. La vegetaĵaron konsistigas malaltaj plantoj, precipe likenoj, muskoj kaj malalta arbetaĵo, florplantoj ofte tute mankas.

Eĉ por la animaloj adaptitaj al la arktikaj cirkostancoj la plej multaj mediaj faktoroj estas proksimaj al la minimumo. Troviĝas nur malmultaj reprezentantoj de la mamuloj: boaco, Rangifero tarando (Rangifer tarandus), arktika vulpo, Alopeko lagopa (Alopex lagopus), norda kaj arktika leporoj, Leporo timema (Lepus timidus) kaj L. arktika (L. arcticus), moskobovo Ovibovo moska (Ovibos moschatus), lemo, Lemo lemo (Lemmus lemmus) kaj kelkaj specioj de fosantaj musoj. Ankaŭ la specioj de birdoj kaj insektoj estas malmultnombraj. Fiziologiaj adaptiĝoj al la ekstreman klimataj cirkostancoj inkluzivas rezistecon al malvarmo, aktivadon tage kaj nokte dum la somera periodo, helajn kolorojn kiel kamuflaĵon. Precipe maraj birdoj trovas abundon da nutraĵo en la maro dum la someraj monatoj, kiam ili restadas en la tundraj regionoj.

Klimate simila estas la altmontara regiono, super la arbolimo sur altaj montoj, simile kiel la tundro situas norde de la arktika arbolimo. La grundo tamen estas malpli ebena, la somero mallonga; sed la sunvarmo povas esti intensa en grandaj altecoj super la maro, ĝi varmigas la grundon, precipe en suden orientitaj deklivoj.

La tipe altmontaraj animaloj estas eŭritermaj aŭ malvarmstenotermaj. Troviĝas ne malmultaj specioj de insektoj, el mamuloj precipe ronĝuloj kaj hufuloj, el birdoj precipe paseroformaj, galinoformaj kaj falkoformaj. Ju pli alten oni venas, des malpli da specioj eltenas, fine la aerpremo fariĝas tro malalta por mamuloj kaj birdoj.

Nur tre malmultaj animalaj specioj povas vivi sur la neĝo kaj glacio. Eĉ la blanka urso kaj la imperiestra pingveno, kiuj adaptis sian reproduktiĝan ekologion al tia substrato, serĉas sian nutraĵon en la maro. Sed sur nunatakoj elstarantaj super la glacidezerto kaj sur aliaj senneĝaj lokoj super la neĝlimo troviĝas aparta animalaro, precipe insektoj kaj aliaj senvertebruloj. Nur tre malmultaj mikroskopaj aŭ malgrandegaj animaloj trovas sian nutraĵon sur la "eterna neĝo", ekz. kelkaj protozooj, rotaciuloj kaj tardigradoj, kaj la eta, malhela kolembolo Izotomo saltanta (Isotoma saltans), kiu vivas per poleno tien bloviĝinta de arboj en malpli altaj lokoj.

La tundro estas relikta ekosistemo, kiu havis multe pli vastan etendiĝon dum la glaciepoko. Pluraj el ĝiaj specioj formortis (mamuto, lanfela rinocero), aliaj estas retiriĝantaj (Moskobovo, boaco, blanka urso), kaj ili estas tre sentemaj al la homa influo. Naturaj katastrofoj, kiel ekz. la amasmigradoj de la lemoj, indikajs neekvilibran biocenozan situacion. La svarmegoj de moskitoj, karakterizaj por la tundro, indikas abundan ĉeeston de lagetoj, marĉoj k.t.p., kie la larvoj povas evolui, kaj la fakton, ke la inoj povas vivi el plantsukoj kaj ne nepre devas suĉi sangon.

# 3. ARBAROJ

Sude de la tundro larĝa zono de koniferaj arbaroj etendiĝas tra Azio, Eŭropo kaj Norda Ameriko; la pli origina formo, la tajgo, troviĝas en Siberio. La klimato estas malpli malvarma, ol tiu de la tundro, sed tamen la temperaturo estas relative malalta. Multaj el la tundraj animaloj troviĝas tie, kune kun aliaj el pli varmaj arbaroj. Karakterizaj mamuloj estas alkoj, cervoj, linko. La grundon kovras maldika, ne tre produktema tavolo da humo, en kiu vivas multnombraj akaruloj, kolemboloj, nematodoj kaj insekt-larvoj. Multaj el la animaloj estas pli-malpli stenotermaj, stenohigraj, skiofilaj kaj stenogfagaj.

La etendiĝo de la koniferaj arbaroj ne malkreskis post la glaciepoko, la areo de ĉi tiu vivregiono daŭre estas la plej granda en la mondo. En grandaj partoj de Siberio kaj Kanado ĝi estas la regiono malplej multe influita de la homoj.

La regiono de mezvarmaj, deciduaj arbaroj, somere verdaj, estas tipe evoluintaj en orienta Nord-Ameriko kaj en Centra Eŭropo. Ĝin karakterizas granda diverseco de ekologiaj niĉoj. Multaj el la animaloj de la tajgo troviĝas ankaŭ ĉi tie, ekz. la grandaj mamuloj kaj multaj el la birdoj, sed troviĝas ankaŭ multaj animaloj malpli rezistkapablaj al malvarmo, insektoj ligitaj al la deciduaj arboj, insektovoraj birdoj k.t.p.. Altaj someraj temperaturoj permesas al animaloj el pli varmaj, sudaj regionoj restadi en la regiono de la deciduaj arbaroj almenaŭ dum parto de la jaro. La aŭtuna falo de la foliaro kaŭzas la evoluon de profunda tavolo de humo sur la grundo, kie evoluas tre riĉa animalaro. Multaj animalaj grupoj prezentas tre grandan diversecon de specioj en ĉi tiu regiono.

Ĉar la regiono de la deciduaj arbaroj estas klimate tiom favora, la populacioj de homoj estas plej densaj en ĉi tiu vivregiono, kaj sekve ĝuste tie la civilizacio kaŭzis plej multe da malbono al la animala vivo. Arbaroj estas vastskale forigitaj kaj anstataŭigitaj per paŝtejoj kaj solkulturoj de komerce utilaj arbospecoj. Rezulte multaj animaloj malaperis; uro, linko, lupo, urso, lutro, kastoro, k.a. komplete aŭ preskaŭ komplete ekstermiĝis en grandaj partoj de Eŭropo. Nur en la Karpatoj kaj Uralo restas netuŝitaj areoj de la eŭropaj deciduaj arbaroj.

Tute alian tipon de arbaroj reprezentas la tropikaj pluvarbaroj. La foliaro forbaras la rektan sunlumon, sed la temperaturo estas tropika kaj la aero humida. Ne estas granda diferenco inter la sezonoj, eĉ plantmanĝantaj animaloj trovas nutraĵon dum la tuta jaro. La ĉiamverda foliaro kaj la kontinua kreskado prezentas maksimumajn eblecojn por multiĝo de specioj en multaj animalaj grupoj. Multaj arkaikaj grupoj, kiuj aliloke ludas malgrandan rolon, ĉi tie montras riĉan evoluon, ekz. amfibioj, rampuloj, surteraj planarioj, onikoforoj. Miloj kaj miloj da insektoj estas konataj, sed kredeble oni konas malpli ol 50% de la specioj tie ekzistantaj.

Tre specialan tipon de arbaro, transiron inter tero kaj maro, formas la mangrovaj arbaroj en riverbuŝoj kaj lagunoj tropikaj. La mangrovaj arboj kreskas en la tajda ŝlimo, kaj ili ofte havas apogajn "aero-radikojn". La animalaro, malriĉa je specioj, sed riĉa je individuoj, estas adaptiĝinta al amfibia vivmaniero kaj toleras grandajn ŝanĝiĝojn rilate salecon. Rimarkindaj estas la multnombraj kraboj, fiŝoj el la familio de Gobiedoj

(Gobiidae), kiuj povas vivi ankaŭ en aero, kaj la arba ostro, Ostro arba (Ostrea arborea), kiu fiksiĝas al la radikoj de la mangrovaj arboj.

## 4. SAVANOJ KAJ STEPOJ

Savanoj estas precipe tropikaj ebenaĵoj kun herbeca vegetaĵaro ordinare miksita kun kelkaj arboj kaj arbetoj, kaj kiuj ricevas pli-malpli da pluvo dum difinitaj sezonoj. Savanojn oni trovas precipe en tropikaj Sud-Ameriko ("llanos" kaj "campos") kaj Afriko. Ili formas frapan kontraston al la pluvarbaroj, sed samtempe ian transiron inter tiuj kaj la stepoj.

Karakterizaj por la afrikaj kaj hindaj savanoj estas i.a. la grandaj hufuloj, kiel zebroj, ĝirafoj, diversaj gazeloj, bubaloj, rinoceroj, elefantoj, plie hienoj, ŝakaloj, strutoj, k.a.. Sur la aŭstralia savano dominas la marsupiuloj, kaj la struton anstataŭas la emuo. Ankaŭ la sudamerika savano estas malriĉa je grandaj animaloj, kaj la struton anstataŭas ĉi tie la nanduo.En multaj savanoj la termitejoj dominas la pejzaĝon preskaŭ kiel la koralrifoj laŭ la marbordoj. Plie, la savanoj estas la areoj, kie aperas la svarmoj de migro-lokustoj.

Stepoj estas ekstertropikaj ebenaĵoj kun herbeca vegetaĵaro, al kiuj tute mankas arboj, kaj kiuj, kontraste al la savanoj, havas markitan ŝanĝiĝon de varmaj kaj malvarmaj sezonoj. Konataj stepoj troviĝas en sudorienta Rusujo kaj sudokcidenta Azio, en Hungarujo ("puszta"), en Sud-Ameriko ("pampas"), kaj en Nord-Ameriko (prerioj).

Multaj animaloj de la stepoj estas tre eŭritermaj, kaj sekve de la malabunda pluvo multaj estas kserofilaj. Entute la stepojn karakterizas la animalaj grupoj grandparte adaptiĝintaj al sekaj biotopoj: lacertuloj kaj serpentoj, lokustoj kaj formikoj, en varmaj regionoj ankaŭ termitoj. Ankaŭ inter la ronĝuloj troviĝas multaj steploĝantoj. Multaj el la birdoj kaj mamuloj vivas el kserofilaj insektoj, el rampuloj aŭ el ronĝuloj.

Multaj el la karakterizaj mamuloj, rampuloj kaj insektoj de la stepoj estas fosantoj; eĉ birdoj ne malofte vivas en kavoj en la grundo. Precipe la pli grandaj mamuloj kaj birdoj estas kapablaj kurantoj kaj per tio adaptiĝintaj al la apartaj vivcirkostancoj de la stepoj. En la plej varmaj regionoj ne malmultaj specioj tradormas la senpluvan periodon.

Animaloj karakterizaj de la eŭraziaj stepoj estas ekz. la "grund-sciuroj", Citelo (Citellus), la hemiono, Ekvo hemiono (Equus hemionus) kaj la "stepantilopo", Sajgo tatara (Saiga tatarica). Same karakterizaj por la nordamerika prerio estas la Antilopkapro amerika (Antilocapra americana), la amerika bizono, Bizono bizono (Bison bison) kaj la sonserpentoj, Krotalo (Crotalus). Sur la sudamerikaj stepoj en diversaj altecoj troviĝas la lamo--specioj vikuno, Lamo vikuno (Lama vicugna) kaj guanako, Lamo guanako (Lama guanicoe), la "mont-nanduo de Darwin", Pteroknemio pluma (Pterocnemia pennata), k.a.

## 5. DEZERTOJ

La transiro inter stepo kaj dezerto ofte ne estas tre klare limigebla. Karakterizaĵo de la dezerto estas la ofte tute sensignifa pluvkvanto; la temperaturo ofte estas tre alta dum la tago, sed relative malalta nokte, kaj ankaŭ en la daŭro de la jaro ĝi multe varias. Rilate al la grundo aŭ substrato, oni tovas rokajn aŭ ŝtonajn, sablajn kaj salajn dezertojn.

La plej gravaj dezertaj regionoj troviĝas en la okcidento de Norda kaj Suda Ameriko, en norda kaj sudokcidenta Afriko, la Araba duoninsulo, en Azio kaj en okcidenta Aŭstralio.

La dezerta animalaro estas malriĉa je specioj, sed tiuj estas speciale adaptitaj al la dezertaj vegetaĵoj kaj al la ceteraj ekstremaj cirkostancoj. La animaloj koncentriĝas tie, kie troviĝas iom da vegetaĵoj. La plej multaj animaloj estas malgrandaj, multaj el ili fosas en la grundo, multaj havas flavbrunan aŭ ruĝbrunan koloron similan al tiu de la sablo. Karakterizaj animaloj estas gerbiloj, diversaj rampuloj kaj insektoj.

## 6. KAVERNOJ

Interne de la menciitaj biotop-regionoj troviĝas specialaj biotopoj sub la surfaco. La subterajn tipojn de biotopoj oni povas grupigi kiel apartan tipon de biotopoj kun pli-malpli specialiĝintaj specioj, ofte adaptitaj al fosado en la grundo.

Precipe en kalkmontoj troviĝas grandaj kaj malgrandaj kavernoj aŭ grotoj, kiuj formas tre specialan tipon de biotopoj, kien la lumo neniam atingas. En multaj kavernoj la aero estas preskaŭ saturita per humideco, kaj en la plej multaj la temperaturo malmulte varias tra la jaro. La animaloj plej ekstreme adaptitaj al la vivo en kavernoj (la "troglobiontoj", t.e. animaloj vivantaj nur en kavernoj) estas skotofilaj kaj higrofilaj, plej opfte ankaŭ relative stenotermaj. Multaj tiaj specioj havas malmulte aŭ neniom da pigmento, estante tute blankaj, ofte la okuloj estas reduktitaj, aŭ ili estas tute blindaj. Ankaŭ ĉe iuj "troglofilaj" specioj, t.e. specioj, kiuj ne nepre vivas nur en kavernoj, aperas reduktiĝo de pigmento kaj de okuloj.

Inter la veraj kavernaj animaloj multaj sistematikaj grupoj havas reprezantantojn, sed tre multaj el la specioj apartenas al la artropodoj, kaj aparte la insektoj estas multnombraj. Iuj fitofagaj specioj vivas el fungoj, aliaj specioj estas koprofagaj aŭ nekrofagaj kaj multaj estas rabobestoj.

## 7. NESALA AKVO

Biotopoj de nesala akvo ordinare estas relative malvastaj, sed ja varias de flakoj ĝis la plej grandaj lagoj, de fontoj kaj riveretoj ĝis riveregoj. La mediofaktoroj multe varias kaj space kaj tempe.

Efektive ekzistas kelkaj lagoj, fontoj kaj marĉoj kun sala akvo. La populacioj tie estas tre malriĉaj je specioj, sed riĉaj je individuoj. Karakterize la insektoj ludas multe pli gravan rolon, ol en la sala akvo de la maro.

Alia tre speciala biotopo estas la engrunda akvo. Karakterizaj estas konstantaj temperaturo kaj kvanto de oksigeno. Sekve kelkaj terciaraj reliktoj persistas tie. Cetere la biocenozo estas tre malriĉa.

En flakoj kaj lagetoj la mediofaktoroj multe varias, kaj la tieaj animaloj estas ekologie tre elastaj. Multaj nur dumtempe, ne konstante, vivas en la nesala akvo.

En la lagoj oni povas distingi inter tajda zono ĝis la suba limo de la regiono, kie verdaj vegetaĵoj povas kreski, kaj profunda zono sub tiu. En ambaŭ zonoj vivas fundaj animaloj kun malegalaj postuloj pri temperaturo, lumo, fundo,k.t.p.. La akvomasoj mem formas pelagan biotopon kun pli-malpli riĉa planktono, kies membroj ofte havas surfundajn stadiojn. En la akvomasoj vivas ankaŭ ekz. fiŝoj aktive naĝantaj, kiuj formas nektonon. En la nesala akvo eble prefere: borda zono.

En tropikaj lagoj la pli varma akvo konstante troviĝas supre, la malpli varma ĉe la fundo; efika interŝanĝado ne okazas. En lagoj de mezvarmaj regionoj dum somera stagnado la pli varma akvo troviĝas supre, dum la vintra stagnado la malpli varma akvo troviĝas ĉe la surfaco, kaj printempe kaj aŭtune okazas interŝanĝado. Precipe dum la somera stagnado aperas en difinita distanco sub la surfaco tavolo de nekontinuo, kie la temperaturo montras klaran falon.

Eŭtrofaj lagoj estas riĉaj je nutraĵoj solvitaj, sekve abundas planktono, kaj ankaŭ vegetaĵoj en la tajda zono. En la malsupraj tavoloj la oksigeno foruziĝas, kaj nur malmultaj animaloj povas prosperi, ekz. la anelido Tubifico (Tubifex) kaj larvoj de la diptera familio de Ĥironomedoj (Chironomidae).

Oligotrofaj lagoj estas malriĉaj je solvitaj nutraĵoj kaj sekve ankaŭ je planktono kaj vegetaĵoj. Sekve restas oksigeno sufiĉa por pli abunda animalaro en la profunda zono.

Distrofaj lagoj havas brunetan, humoriĉan akvon, malriĉan je solvitaj nutraĵoj. La humo nutras abundan animalan planktonon, sed cetere malabundas animaloj, plantplanktono kaj vegetaĵaro surfunda.

La animaloj de fluanta akvo (riveroj, rivéretoj, fontoj) ordinare povas fiksteni sin al la substrato por ne esti forportataj. Iuj povas eĉ naĝi kontraŭ la fluo, precipe fiŝoj. Sur la fundo dominas ofte diversaj insektlarvoj. Kie la fluo estas malforta, la diferenco inter la biocenozoj de la riveroj kaj tiuj de la lagoj ne estas tre granda.

## 8. MARAJ BIOTOPOJ

La oceanoj okupas pli ol 2/3 de la tuta surfaco de la terglobo. Tiu vastega areo de sala akvo relative unueca formas kompletan kontraston al la teraj vivregionoj. Ankaŭ la vertikala etendiĝo estas konsiderinda: la meza profundeco estas preskaŭ 4000 metroj.

La animaloj de la tajda zono estas ĝenerale eŭriekaj, ili devas toleri grandajn variadojn de temperaturo kaj saleco, pluvojn, sekiĝon k.t.p..Iuj biocenozoj vivas sur la fundo, aliaj sub ĝia surfaco. La faŭno sur roka kaj ŝtona fundo devas toleri la ondobatadon. Ofte la biocenozoj formas mallarĝajn horizontalajn zonojn adaptitajn al pli-malpli longedaŭra

sekiĝo. Sur mola fundo trovigas biocenozoj, kies membroj vivas fosante en la fundo. Ili malpli multe spertas variadon de temperaturo kaj saleco. La biocenozoj varias laŭ la konsisto de la fundo (sablo, ŝlimo, k.t.p.).

Oni distingas inter funda kaj pelaga biotop-regionoj. Al la fundaj biocenozoj apartenas la specioj vivantaj en, sur aŭ proksime super la fundo; komune ili nomiĝas bentono. Al la pelagaj apartenas la aktive naĝantaj (nektono) kaj la pasive drivantaj (planktono) organismoj.

En la maro ĉiuj mediofaktoroj, precipe temperaturo kaj lumo, varias tiom grade, ke ĉiuj klaraj limoj malaperas. Tamen estas nature distingi inter supra kaj malsupra fundaj regionoj. La supra etendiĝas, kun malkreskanta lum-intenseco, malsupren ĝis 200-400 m. sub la surfaco, la malsupra estas praktike komplete senluma. Kun la sanĝiĝantaj mediofaktoroj ankaŭ la biocenozoj varias de loko al loko. Sur roka fundo prosperas abunda faŭno, plej supre inter la grandaj algoj. Sur mola fundo kelkloke troviĝas Zostero kaj aliaj plantoj kun la karakterizaj animaloj vivantaj sur ili. Aliaj biotopoj sur mola fundo prezentas tute aliajn biocenozojn laŭ la mediofaktoroj. En relative malprofunda akvo la ŝlimo ofte enhavas multe da nutraĵo en formo de organikaj partikletoj (detrito), sed en iuj lokoj estas manko de oksigeno. La plej grandan parton de la marfundo kovras ŝlimo de diversa origino. En la grandaj profundaĵoj la faŭno estas malriĉa, kaj je specioj kaj je individuoj, ĉar tie kelkaj mediofaktoroj estas tute ekstremaj: la temperaturo estas malalta (kelkloke eĉ sub 0 grado C.), lumo komplete mankas (sed kelkaj animaloj havas lum-organojn), nutraĵo malabundas.

La pelagon oni povas dividi en du biotoparojn: bordan kaj oceanan. En la borda regiono multaj specioj havas stadiojn ligitajn al la fundo, ekz. nur la larvo estas planktona, aŭ temas pri alternado de surfunda kaj planktona generacioj. La plimulto de la oceanaj animaloj pasigas sian tutan vivon en la akvomasoj,. Multaj planktonaj organismoj iagrade moviĝas, kio malklarigas la limon inter planktono kaj nektono. Oni povas distingi inter eŭfota (kun pli-malpli da lumo) kaj afota (komplete senluma) zonoj. Sed en la pelago ne troviĝas grandaj vegetaĵoj, nur la plantplanktono reprezentas la produktantojn. Multaj specioj adaptitaj al la afota zono, ekz. per posedo de lumorganoj, migras nokte supren al la surfaco. Sed multaj organismoj evidente havas limigitan vertikalan disvastiĝon, prosperante nur en difinitaj tavoloj de la akvo.

# III. AREOJ

## 1. DIFINO

Parolante pri la disvastiĝo de animalo la zoogeografo bezonas pli ekzaktan esprimon, kaj por tiu celo utiligas la esprimon areo.

La areo de specio ne estas la tuta regiono, kie ekzempleroj de la specio estas trovitaj. Okazas, ke individuo erarvagas malproksimen ekster la normala disvastiĝa regiono de la specio, al lokoj, kie ĝi ne trovas akcepteblajn vivkondiĉojn, ekz. la flamengo, Fenikoptero

ruĝa roza (Phoenicopterus ruber roseus), unu-du-foje observita en Norvegujo. Aliflanke ekzistas specioj regule migrantaj, ekz. la migrobirdoj, sed ankaŭ kelkaj fiŝoj, insektoj, k.t.p.; en tiaj okazoj oni devas distingi inter la vera hejmloko de la specio kaj migroregiono, kie ĝi ja pli-malpli regule aperas, sed kie ĝi ne reproduktiĝas.

Tio donas jenan difinon de la hejmloko aŭ areo de specio: la regiono, kie la specio reproduktiĝas, kaj kiu estas signifa por ĝia ekzistado. Oni povas paroli ankaŭ pri la areo de subspecio, de genro, familio k.t.p..

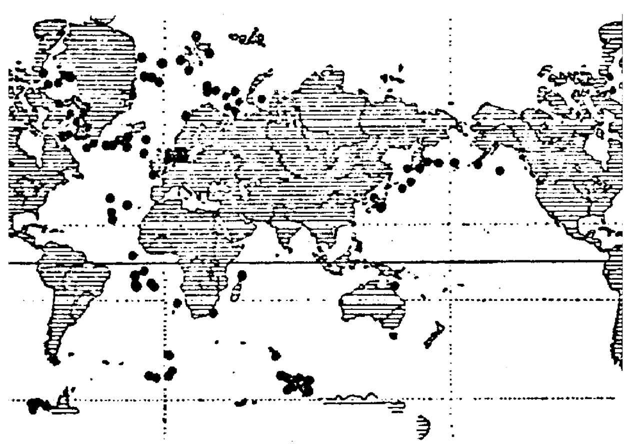
Areo normale ampleksas multajn diversajn biotopojn, kaj diversaj specioj tre bone povas havi la saman areon, sed vivi en tute malegalaj biotopoj.

## 2. AREOJ KONTINUAJ KAJ MALKONTINUAJ

La grandeco, formo, limiĝo k.t.p. de areoj estas tre malegalaj. Decida ofte estas kombinaĵo de kvalitoj de la animalo (ekologia valento, vagkapablo, geologia aĝo k.t.p.) kaj kvalitoj de la ĉirkaŭaĵo (temperaturo, lumo, grundo, geografiaj kondiĉoj, humideco de aero, por akvaj animaloj kemia konsisto de la akvo k.t.p.).

Tre malgrandan areon oni havas, kiam specio estas konata de nur unu sola loko. Ofte oni devas supozi, ke pliaj esploroj plivastigos la konatan areon, sed ekzistas ankaŭ specioj, kiuj troviĝas nur sur malgranda insulo, en lageto aŭ en kaverno, Maraj animaloj malofte prezentas tiajn malgrandajn areojn.

Male troviĝas specioj, genroj k.t.p. disvastiĝintaj sur la pli granda parto de la terglobo, ili estas kosmopolitoj. Inter maraj animaloj troviĝas multaj kosmopolitoj, jen fiksitaj, ekz. la mitulo, Mitulo manĝebla (Mytilus edulis), jen bone naĝantaj, ekz. cetacoj, kiel la blua balenoptero, Balenoptero muskola (Balaenoptera musculus) aŭ la makrocefalo, Fizetero kaĉaloto (Physeter catodon), fiŝoj, kiel diversaj Skombredoj, aŭ planktonaj formoj, kiel la vitromeduzo, Aŭrelio orela (Aurelia aurita), la kopepodo Kalano Finmarka (Calanus finmachicus) aŭ la sifonoforo Dimofio arktika (Dimophyes arctica) (fig. 6.). Temas parte pri eŭritermaj formoj, parte pri malvarmakvaj, kiuj en la tropikoj vivas nur en la profundaj, malvarmaj akvotavoloj.

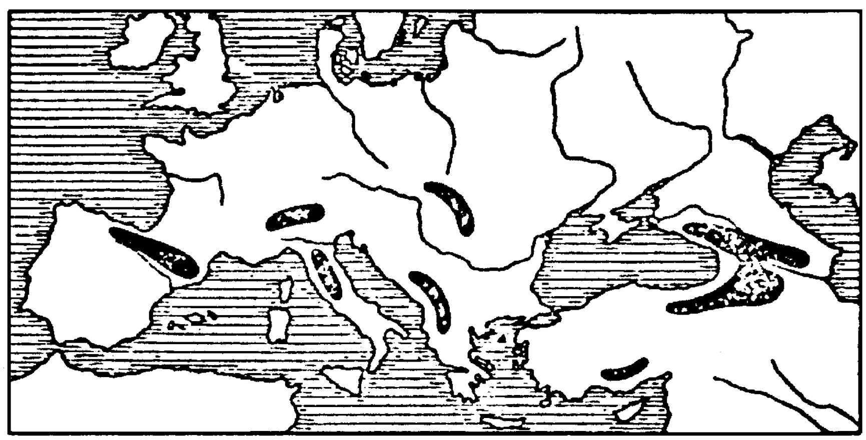


*Figuro 6.*
*La disvastiĝo de mara kosmopolito, la sifonoforo Dimofio arktika (Dimophyes arctica) (laŭ Moser kaj Kramp, el Ekman)*

Kosmopolitojn oni trovas ankaŭ inter teraj kaj nesalakvaj animaloj. Vastajn areojn ofte havas flugantoj, kiel birdoj, ekz. la pilgrima falko, Falko pilgrima (Falco peregrinus), aŭ insektoj, precipe lepidopteroj, ekz. Vaneso karda (Vanessa cardui), aŭ facile transporteblaj animaletoj, kiel kelkaj protozooj. Kelkaj malpli movkapablaj animaloj ofte per intenca aŭ senintenca helpo de la homo, akiris pli-malpli kosmopolitan disvastiĝon, ekz. kelkaj Lumbrikedoj.

Inter tiuj ekstremoj ekzistas ĉiuj transiroj. Litoralaj animaloj estas limigitaj al la apudmarborda zono. Speciojn, genrojn k.t.p. limigitajn al difinita geografia regiono, kiun ili karakterizas, oni nomas endemaj en la koncerna regiono, ekz. endemaj birdspecioj de Tristan-da-Kunjo, aŭ endemaj Lumbrikedoj de Centra Eŭropo. Multaj animaloj montras ĉirkaŭteran disvastiĝon, kaj laŭ la geografia situo de la disvastiĝa zono oni distingas inter ĉirkaŭpolusaj, cirkaŭnordaj kaj ĉirkaŭtropikaj animaloj. Animaloj vivantaj laŭ la okcidenta bordo de Eŭropo havas t.n. atlantikan disvastiĝon.

La ĝis nun menciitaj tipoj de areoj estas kontinuaj, t.e. la individuoj en la areoj povas rekte aŭ nerekte interkontaktiĝi. En aliaj okazoj la areo estas malkontinua, t.e. ĝi konsistas el du aŭ pluraj partoj, kiujn ofte apartigas grandaj distancoj (fig.7.) Gravaj formoj de malkontinuaj areoj estas



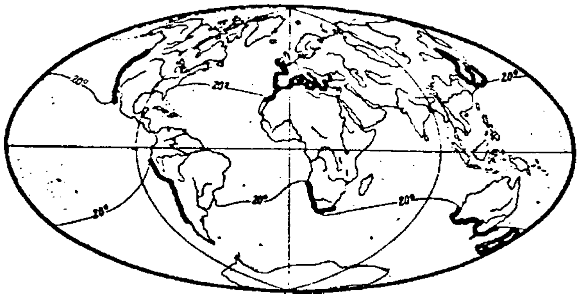
*Figuro 7.*
*La ĉamo havas malkontinuan disvastiĝon*
*(laŭ Ekman el Okland).*

1) Dupolusaj areoj, konsistantaj el regiono sur la norda kaj alia sur la suda hemisfero (fig.8.); dupolusaj maraj animaloj tamen ofte havas kontinuan disvastiĝon tra la profundaj malvarmaj akvotavoloj en la tropikoj.

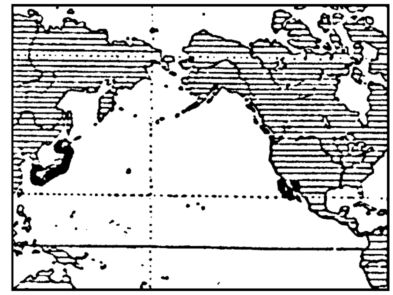
2) Boreal-alpaj specioj vivas ekz. en Norda Eŭropo kaj sur la Alpoj, Pireneoj k.t .p..

3) Ambaŭatlantikaj specioj troviĝas ambaŭflanke de la Atlantika Oceano, sed ne en Azio, ekz. pluraj Lumbrikedoj.

4) Ambaŭpacifikaj areoj havas regionojn ambaŭflanke de la Pacifika Oceano (fig.9.). Fine estas menciindaj relikt-areoj, ordinare malgrandaj areopecoj apartigitaj de la ĉefa areo de la specio kaj konsiderataj kiel izolitaj restaĵoj de antaŭe pli granda, kontinua areo.



*Figuro 8. Disvastiĝo de la sardsinspecioj (el Okland)*



*Figuro 9. Disvastiĝo de ambaŭpacifika krabo (el Okland)*

## 3. LIMIGAJ FAKTOROJ

Grava faktoro por difino, limigo de la areo de specio estas ĝia ekologia valento, t.e. ĝiaj postuloj al la ĉirkaŭaĵoj. Ju pli adaptiĝ-kapabla estas specio, des pli grandan kaj varian areon ĝi povas okupi. Bonan ekzemplon prezentas etaj animaloj vivantaj en hazardaj, portempaj flakoj, kaj facile transporteblaj, precipe per la vento; ili ofte havas vastajn areojn kaj estas altgrade eŭritermaj, ofte ankaŭ eŭrihalinaj.

"Eŭrifageco" ofte rezultigas vastan areon. Karnovoroj estas malpli limigitaj rilate nutraĵelekton, ol herbovoroj, ĉar animalaj histoj, de vermoj kaj insektoj ĝis vertebruloj, estas laŭ kemia konsisto multe pli unuecaj, ol vegetaĵaj histoj. La lupo en Eŭrazio kaj Nord-Ameriko, la leopardo trovata de Afriko ĝis Borneo, la pumo de Alasko ĝis Patagonio, aŭ la maraglo, la pilgrima falko k.t.p., havas vastegajn areojn. Same havas multaj kiropteroj, kelkaj insektoj kaj multaj maraj animaloj.

Grava faktoro estas plie la vagkapablo aktiva aŭ pasiva de la specio. Grandan vagkapablon havas multaj maraj animaloj, ĉu fortaj naĝantoj, ĉu pelage vivantoj aŭ specioj kun pelagaj stadioj. Ofte ili estas kosmopolitoj. Teraj animaloj tre vagkapablaj estas precipe flugantoj, do kiropteroj, birdoj kaj insektoj. Kosmopolitaj insektoj troviĝas precipe inter lepidopteroj. Pasive disvastiĝas surtere precipe protozooj kaj "ripozaj" stadioj de malgrandaj insektoj kaj araneoidoj, transportataj per la vento ("aera planktono"). Ankaŭ la homo aperas kiel zoogeografia faktoro, kaj tre multaj specioj akiris sian nuntempan areon per intenca aŭ senintenca helpo de la homo.

Aliflanke malgranda vagkapablo de animalo ofte rezultigas areon malvastan. Mallerte flugantaj lepidopteroj ordinare aperas en tre limigitaj lokoj. Ne flugkapablaj birdoj kutime havas tre limigitajn areojn, se ili ne estas bonaj kurantoj kiel la struto aŭ naĝantoj kiel la Adelie-pingveno. La senflugilaj kivioj, Apterigo (Apteryx), estas limigitaj al Nov-Zelando, Atlantizio (Atlantisia), al unu sola insulo, Inaccessible, en la Tristan-da-Kunjo-grupo.

Pri la signifo de la geologia aĝo de animala grupo kiel areolimiga faktoro regas diversaj opinioj; iuj atribuas al tiu faktoro decidan signifon, aliaj klopodas redukti ĝian signifon. Tamen sendube grandaĝaj animaloj povis disvastiĝi trans "terpontojn", kiuj poste malaperis, kaj kiuj tial ne plu estis je dispono por pli junaj animaloj. - Grandaĝaj animaloj

jam formortantaj kompreneble ofte havas tre miligitajn areojn, ekz. la Sfenodonto punkta (Sphenodon punctatus) en Nov-Zelando.

Por animalo vivanta el difinita vegetaĵo ĝia areo devas kongrui kun la tuto aŭ kun parto de la areo de la nutraĵplanto.

En multaj okazoj klimataj faktoroj ludas rolon por la determinado de la areo, ekz. temperaturo, melsekeco de la aero, lumo, k.t.p. .Specioj kun atlantika tipo de disvastiĝo prosperas nur en regionoj kun nesevera vintro. Tamen ofte la determinado de areo rezultas el komplekso da faktoroj, ekz. multaj insektoj toleras malaltajn temperaturojn pli bone kie la humideco estas malalta, ol kie ĝi estas alta. - Rilate la boreal-alpan areotipon oni devas supozi, ke la nekontinueco ekestis kaŭze de la grandaj klimataj ŝasnĝiĝoj okazintaj dum postglacia tempo, tiel, ke ilia origine kontinua areo iom post iom dispeciĝis kiel regionetoj sen reciproka kontakto. - Por malgrandaj teraj animaloj tamen ne la makroklimato, sed la mikroklimato ludas decidan rolon, sed la rilatoj estas malmulte esploritaj.

Specio desvastiĝanta povas sperti limigon, se ĝi kunpuŝiĝas kun parenca specio kun simila ekologia valento. Tiaj specioj k.t.p., kiuj anstataŭas unu la alian en diversaj regionoj, nomiĝas anstataŭantaj aŭ "vikariantaj" specioj k.t.p.. Pli ofte ecoj de la grundo aŭ geografiaj faktoroj decidas. Multaj mediteraneaj specioj trovas sian sudan limon ĉe la norda limo de Saharo. En aliaj okazoj montoĉenoj, branĉo de maro, rivero aŭ aliaj tiaj baroj limigas.

Fine ekzistas specioj, kies area limo estas historie difinita, la limon metis bariero nun malaperinta. Bonan ekzemplon prezentas la endemaj Lumbrikedoj de Suda kaj Centra Eŭropo. La sudan limon klare difinas maro kaj dezerto, dum la norda limo montras frapantan konformecon kun la suda limo de la maksimuma etendiĝo de la glacio dum la Kvaternaro. Kio kaŭzis, ke ĉi tiuj specioj ne disvastiĝis trans ĉi tiun limon dum postglacia tempo, tio daŭre restas neklara.

Se oni volas havigi al si konkretan prezenton de zoogeografia areo, oni povas desegni ĝin sur mapon. Oni povas ombrumi la aktualan regionon, sed pli precizan prezenton de la konata disvastiĝo de specio oni akiras desegnante punktojn respondajn al la lokoj, kie la specio estas trovita. Mapo estas nemalhavebla helpilo de ĉia zoogeografia esplorado.

## 4. FLUKTUADO DE AREOJ

Areo tamen neniam estas io absolute konstanta, neŝanĝiĝanta, ĉiuj areoj estas pli-malpli nestabilaj. Ofte ili ŝanĝiĝas, fluktuas, surprize rapide, kaj eĉ la plej stabilaj areoj povas ŝanĝiĝi en la daŭro de geologiaj tempospacoj. Sekve niaj areomapoj nur montras la areojn je difinita tempopunkto. La fluktuadoj de areoj povas konsisti el kaj plivastiĝoj kaj malplivastiĝoj, ambaŭ procesoj povas esti reverseblaj tiel, ke oni havas iasence "pulsantajn" areojn. Se aperas plivastiĝo ĉe unu flanko de areo kaj samtempe regreso aliflanke, iamaniere la tuta areo ŝoviĝas.

Ofte oni obdservas, ke individuoj de specio aperas malproksime ekster la limoj de sia vera areo, ne povante koloniigi la novajn regionojn per konstanta "loĝantaro". Ekz. la stepkoko, Sirapto paradoksa (Syrrhaptes paradoxus), de tempo al tempo invadas Eŭropon el oriento, sed ne prosperas en la invaditaj regionoj. La turka turto, Streptopelio dekaokto (Streptopelia decaocto), ĵus en la daŭro de unu-du jardekoj ŝovis sian nordan limon de la Balkana Duoninsulo ĝis Skandinavio. Plej ofte estas malfacile indiki ŝanĝiĝon en la ekologia situacio kiel kaŭzon de tia areoplivastiĝo.

Sed kiam la moruo, Gado moruo (Gadus morhua), dum nia jarcento plivastigis sian areon de frajado norden kaj disvastiĝis ambaŭflanke de Groenlando, tio ŝuldiĝas evidente al plialtiĝo de la temperaturo de la akvo. Lepidoptero vivanta monofage sur platano baldaŭ sekvis, kiam la homo disvastigis la nutroplanton.

Por akvaj animaloj konstruado de kanaloj ofte signifas rompon de barieroj. En Eŭropo multaj nesalakvaj animaloj per kanaloj disvastiĝis en novajn riversistemojn. La malfermo de la Suez-kanalo en 1869 rezultigis invadon de animaloj, precipe fiŝoj kaj krustuloj, el al Ruĝa Maro en la Mediteraneon, kie, post la lasta glaciperiodo, estis granda manko de varmemaj specioj. Kurioze estas, ke oni ne povis konstati konsiderindan invadon en la kontraŭa direkto. Ĉiam pli da homa influo helpas animalojn rompi aŭ ĉirkaŭiri barierojn, kaj kiam temas pri malplivastiĝoj de areoj, plej ofte homa influo kontribuas.

## 5. EFIKO DE LA GLACIPERIODOJ

Ordinare tamen areofluktuadoj, plivastiĝoj kaj malplivastiĝoj, efektiviĝas tra multege pli longaj tempoj, tiel, ke ili ne estas rekte observeblaj. Grandan rolon ludas klimataj, geografiaj kaj aliaj ŝanĝiĝoj kaŭzitaj de la glaciperiodoj. Kiam malaperis la Tetis-maro, kiu dum Mezozoiko kaj Terciaro formis preskaŭ ĉirkaŭteran orient-okcidentan mar-vojon, kaj establiĝis la nord-sude direktitaj kontinentbolokoj de la nuntempo, tio ĉi kau^zis grandajn ŝanĝojn de la disvastiĝaj eblecoj de la tiama animalaro.

Rilate la maran faŭnon la kvaternaraj plivastiĝoj de la glaciegoj ŝovis areolimojn direkte al ekvatoro, kio malplivastigis la tropikan regionon. Dum la interglaciaj periodoj la limoj ŝoviĝis en la mala direkto, al la polusoj. Dum la lasta glacioperiodo arktikaj specioj kiel rosmaro kaj blanka urso, k.a. etendis siajn areojn multe pli suden ol hodiaŭ.

Dum postglacia tempo la limoj denove translokiĝis norden, ĝis ili, post malpli grandaj fluktuadoj, atingis sian nunan lokon. Dum la postglacia varma epoko, la Litorino-periodo, ekz. la ostro troviĝis ĝis norde de la polusa cirklo. La maro estas tiom kontinua regiono, ke ĉi tiuj fluktuadoj malofte estigis malkontinuecon de areoj de maraj animaloj; sed kelkaj specioj sukcesis dum varmaj periodoj disvastiĝi ĉirkaŭ la kontinentmasoj, de la Atlantiko al la Pacifiko aŭ inverse; dum malpli varmaj periodoj ĉi tiuj kontaktoj ofte denove rompiĝis.

Por la nesalakva faŭno estas multe pli malfacile sekvi la klimatajn fluktuadojn .En Eŭropo ne ekzistas kontakto inter la nord-, centr- kaj sud-eŭropaj riversistemoj, tiel, ke la ŝanĝiĝoj de la klimato devis altgrade rezultigi preskaŭ ekstermadon de la nesalakva faŭno dum ĉiu

glaciperiodo. En meza Nord-Ameriko, kun la nord-sude direktita riversistemo de Misisipo, la cirkostancoj estas tute aliaj. Ĉi tie la nesalakvaj organismoj multe pli facile povis laŭ la riveroj fuĝi antaŭ la avancanta glacifronto. La rekonkerado de regionoj dum la postglacia tempo, kontraŭe, sukcesis pli facile, ĉar la degelanta glacirando formis glacidigitajn lagojn, kiuj donis transversajn kontaktojn, laŭ kiuj la organoismoj povis disvastiĝi. En okcidenta Palearktiko la malvarmstenoterma aŭ eŭriterma nesalakva faŭno trovis eblecojn travivi precipe en la Pontika regiono ĉirkaŭ la Nigra Maro. Simila glaciepoka rifuĝejo por neslalakva faŭno evidente ekzistis ankaŭ en la Amur-regiono.

Aparta rezultaĵo de ĉi tiuj plejstocenaj fluktuadoj estas la estiĝo de glaci-reliktoj. Pri tio poste.

La tera faŭno havas vivregionon multe pli kontinuan ol tiu de la nesalakva faŭno, sed ne tiom, kiom la mara regiono, kaj la barieroj por la areofluktuadoj de la organismoj sekve estas malpli efikaj, ol tiuj de la nesalakva faŭno, sed pli efikaj, ol tiuj de la mara faŭno. Iuj opinias, ke ekestis interligoj inter ter-masoj, aŭ tiaj interlingoj rompiĝis, kaj oni klarigas tion ĉi per teorioj pri ter-pontoj, ŝoviĝoj de kontinentoj k.,t.p.; aliaj opinias, ke la distribuado de tero kaj maro restis grandparte senŝanĝa dum tuta Kenozoiko, kaj ke la hodiaŭaj areomalkontinuaĵoj nur prezentas la restaĵon de pli frua, granda, kontinua areo.

La avancado de la glacio dum ĉiu unuopa glaciperiodo kaŭzis, ke animaloj aŭ simple formortis, aŭ ŝovis sian areon direkte al ekvatoro. La humideco de la aero kreskis, la marnivelo malaltiĝis, ĉar tiom da akvo ligiĝis en la glacimasoj. Sekve malprofundaj partoj de la marfundo sekiĝis, ekz. la Bering-markolo, kaj la Brita Kanalo, kio donis al teraj animaloj novajn eblecojn por plivastigi siajn areojn.

La glaciperiodoj do grandparte kaŭzis malplivastiĝojn de areoj, kaj formiĝis ekvatora zono de rifuĝejoj ĉirkaŭ la terglobo. Aldone sendube troviĝis ankaŭ malpli grandaj rifuĝejoj en favoraj lokoj ekster ĉi tiu zono, ekz. laŭ la bordoj de Norvegujo, kie kelkaj rezistkapablaj specioj povis vivi. - Ĉiufoje kiam la glacio regresis, la organismoj sekvis ĝin kaj tiel replivastigis siajn areojn. Aliflanke kelkaj teraj interligoj denove rompiĝis kiam la glacio degelis kaj la maro plialtiĝis. Cetere la glacirando ne restis senmova dum tuta glaciperiodo, estis malpli gravaj regresoj ("interstadioj') kaj avancoj, sendube kun korespondaj areofluktuadoj por la organismoj.

## 6. LA POSTGLACIA TEMPO

Plej bone konataj estas tiuj ĉi fenomenoj dum la postglacia tempo, kiam la biocenozoj el siaj rifuĝejoj disvastiĝis en la regionojn, kiuj iom post iom liberiĝis de la glacio. Samtempe la marnivelo altiĝis, rompante la Bering-terponton, izolante Britujon k.t.p., sed multloke leviĝis ankaŭ la tersurfaco liberiĝinta de la premo de la glacio.

Ankaŭ dum la regreso de la glacio okazis pluraj provizoraj reavancetoj, kiuj rezultigis ĉiamajn areofluktuadojn. Plej frapa estas la postglacia varma periodo, kiam la meza temperaturo estis 3 gradoj C pli alta ol hodiaŭ, kaj kiam ekz., la apro plivastigis sian areon ĝis Norvegujo.

Kelkaj specioj, kiuj postulas relative malvarman klimaton, spertis dispartiĝon de sia areo, ĉar kelkaj populacioj sekvis la glacion norden, dum aliaj restis sur la Alpoj aŭ aliaj montaroj sude; tio klarigas la boreal-alpan areotipon.

Ankaŭ dum la postglacia tempo okazis areoregresoj, i.a. fine de la postglacia varma periodo, kaj en ŝirmitaj lokoj ankaŭ ĉi tiuj regresoj postlasis relikt-populaciojn. Tiaj reliktoj troviĝas sur "varm-insuloj" multloke en Centra Eŭropo, ekz. en la Rejn-valo, dum la norda limo de la specio povas situi multe pli sude, en la Mediteranea regiono.

Ne ĉiuj areoj estas same ekspansiaj. Kelkaj specioj ankoraŭ tute ne disvastiĝas tiom, kiom la eblecoj ŝajnas permesi, aliaj estas "stacionaraj", kiel tiuj de la mezeŭropaj Lumbrikedoj, kiuj daŭre havas la nordan limon de sia areo tie, kie situis la suda limo de la glacio dum ĝia maksimuma etendiĝo, kio ajn povas esti la kaŭzo.

La areofluktuadoj neniel estas finiĝintaj. Ili daŭre efektiviĝas, kion oni rekte povas observi, ekz. en la okazo de la turka turto, aŭ de la ridmevo, Laro rida (Larus ridibundus), kiu hoodiaŭ estas la sola mevo vidata en la haveno de Oslo, kie ĝi antaŭ 40 jaroj tute ne aperis. Specio povas kiam ajn komenci plivastigi aŭ malplivastigi sian areon, se aperas konvenaj ŝanĝiĝoj en la medio.

Estas evidente, ke la vagkapablo ludas konsiderindan rolon por la disvastiĝo de la specioj. Flugantaj animaloj povas aktive disvastigi sin laŭ vojoj baritaj por aliaj. La lepidoptero Anozio eripo (Anosia erippus) antaŭ iom li ol 100 jaroj en relative mallonga tempo disvastiĝis de Ameriko trans Nov-Gvineo al Indonezio kaj Aŭstralio, kaj samtempe en la alia direkto trans la Atlantiko al la Acoroj. Kiam tera interligo estas mallongdaŭra, nur specioj kapablaj relative rapide disvastiĝi sukcesas transiri. Dum la postglacia interligo ekzistis, Britujon atingis 13 el la 22 specioj de amfibioj kaj rampuloj de la najbara kontinento, dum nur 5 specioj atingis Irlandon, kiu izoliĝis pli frue. Oni devas ankaŭ distingi inter potenciala kaj efektiva vagkapablo. La karda papilio, Vaneso karda (Vanessa cardui), disvastiĝis sur vastega regiono, dum ĝia parenco V. vulkana (V. vulcanica), kiu estas same kapabla fluganto, restas sur la Kanariaj Insuloj, malofte ekzemplero flugas al la afrika kontinento. Ankaŭ kurantaj animaloj povas disvastiĝi longdistance kaj rapide. Multaj teraj animaloj disvastiĝas transnaĝante ne tro larĝajn branĉojn de maro. La leporo tamen malvolonte iras en la akvon, kaj tial mankas sur tre multaj norvegaj insuloj, kien la homoj ne importis ĝin.

Nesalakvaj animaloj ofte disvastiĝas pasive per riveroj kaj riveretoj, maraj animaloj per maraj kurentoj, kiuj estas la plej grava rimedo por areoplivastigo por marfundaj animaloj kun pelagaj stadioj. Insektoj kaj aliaj malgrandaj animaloj povas disvastiĝi pasive ankaŭ per vento, tian "aer-planktonon" mi jam menciis. Parazitoj kaj komensaloj disvastiĝas precipe per siaj mastro-animaloj.

Pri la rolo de la homo por la areofluktuadoj de animaloj mi poste parolos.

# IV. REGIONOJ

## 1. ENKONDUKO

La regiona zoogeografio dividas la kontinentojn kaj la oceanojn en pli-malpli grandajn faŭno-regnojn (regionojn, subregionojn, provincojn k.t.p.). Eĉ se la limoj inter tiaj teritorioj estas ofte neprecizaj, kaj eĉ se ĉiu teritorio ampleksas plej diversajn biotopojn kaj zoocenozojn, ĉiu tia teritorio tamen posedas pli-malpli frapajn faŭnajn karakterizaĵojn. Ekzemplon liveras la fauno de Aŭstralio. Stepoj kaj dezertoj de ĉi tiu kontinento havas karakterizajn speciojn de marsupiuloj, dum la arbaroj estas loĝataj de alijaj marsupiulaj specioj; tiel la Aŭstralian regionon karakterizas la ordo de la marsupiuloj. Specioj sendependaj de difinitaj biotopoj (eŭritopaj specioj), sed tamen limigitaj al difinita faŭnregiono, substrekas la apartecon de tiu rilate al aliaj regionoj.

La regiona zoogeografio kondiĉas, ke la animalaj grupoj, sur kiuj baziĝas la regiondivido, estas relative bone prilaboritaj sistematike kaj zoogeografie. La klasikaj regionoj tial estas bazitaj sur la vertebruloj, precipe la mamuloj kaj la birdoj. Mikroskopaj animaloj ne estas uzeblaj, ĉar ili ofte en sekiĝinta stato estas transportataj pervente tra grandegaj distancoj, kaj tial troviĝas preskaŭ ĉie, kie ekzistas akcepteblaj vivkondiĉoj; alivorte, ili havas tro grandan disvastiĝan povon. La regionan analizon malfaciligas la neunueca bildo, kiun prezentas la areoj, indiferente ĉu oni laboras pri specioj aŭ pri pli altaj sistematikaj unuoj (genroj, familioj k.t.p.). La regiona sintezo de areoj al faŭnregionoj ofte donas subjektivan impreson, kiu rezultigas pli-malpli gravajn diversecojn en la region-divido ĉe diversaj aŭtoroj.

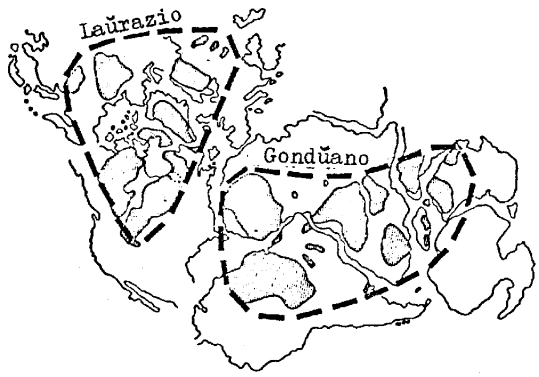
## 2. IOM DA HISTORIO

Por teraj animaloj formiĝo de barieroj kiel maro, dezerto aŭ montoĉeno prezentas efikan malhelpon por ilia disvastiĝo aŭ dispartigas pli frue kontinuajn regionojn. La malnova teorio de "permanenteco" malakceptas tiajn ŝanĝiĝojn, postulante, ke la konturoj kaj situoj de la kontinentoj ĉiam restis senŝanĝaj. Sed la geologoj montris, ke barieroj formiĝis diverstempe kaj diversloke. Ekz. Aŭstralio apartiĝis de la azia regiono antaŭ ol la placentaj mamuloj atingis tien; tial la primitivaj marsupiuloj kaj kloakuloj persistis tie, dum la placentuloj venkis ilin preskaŭ ĉie en la cetera mondo.

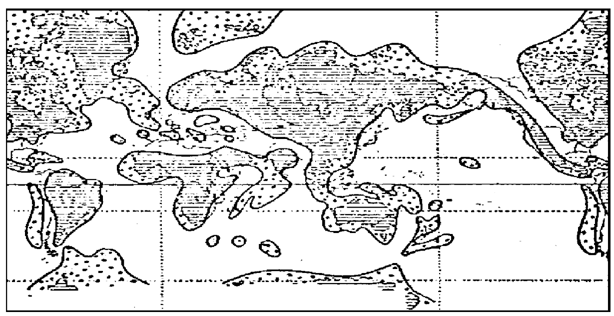
Nu, marsupiuloj ekzistas ankaŭ en Sud-Ameriko. Tiaj similecoj inter malproksimaj lokoj naskis teoriojn pri "ter-pontoj"; sendube ekzistis tia ligo trans la Beringa Markolo ĝis antaŭ relative nelonge. La grandajn faŭnajn diferencojn inter Norda kaj Suda Ameriko kaŭzis la fakto, ke la du kontinentojn apartigis maro ĝis la juna centr-amerika terponto aperis dum la teciara epoko.

Hodiaŭ la teorio de Wegener (1912) pri drivado de la kontinentoj plej bone klarigas la faŭnajn rilatojn inter la disigitaj mondpartoj, kaj ĝi estas nun ĝenerale akceptita. Laŭ ĝi ekzistis ankoraŭ en la Paleozoiko du ĉefaj kontinentoj, la Gondaŭana kaj la Laŭrazia (fig.

10), kiuj dum Mezozoiko dispecigis kaj disdrivis, kiel blokoj en ne plene solida substrato, ĝis siaj nunaj pozicioj. Fig. ll. montras la situacion je la fino de Mezozoiko; oni vidas la Tetis-maron inter la eurazia-aŭstralia kaj la afrika kontinentoj.



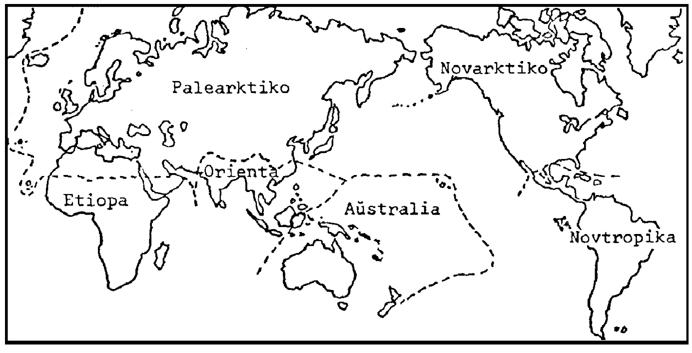

*Figuro 10. Rekonstruo de la geografia aranĝo antaŭ la kontinent-drivado (laŭ Hurley kaj Rand, el Illies)*



*Figuro 11.*
*Distribuo de tero (strekoj aŭ punktoj) je la fino de la Mezozoiko*
*(laŭ Ekman, el Pehrson)*

## 3. TERAJ REGIONOJ. HOLARKTIKO

Ni rigardu unue la surterajn faŭno-regionojn kaj komencu per la plej vastaj, la Palearktika kaj la Novarktika, kiujn oni kelkfoje unuigas sub la nomo Holarktiko. (Fig.12). Palearktiko ampleksas Eŭropon, la plej grandan parton de Azio kaj nordan Afrikon, dum Novarktiko ampleksas Nord-Amerikon. Ankoraŭ pli vasta nocio estas Arktogeo, en kiu oni kelkfoje unuigas la holarktikajn, la etiopan kaj la orientan regionojn.




*Figuro 12. La zoogeografiaj regionoj (orig.)*

Palearktiko estas vastega regiono, kiu ampleksas arktikajn distriktojn, vastajn arbarojn, stepojn kaj dezertojn. Sed ekzistas multaj specioj, genroj kaj familioj distribuitaj tra sufiĉe grandaj partoj de tiu regiono por ĝin karakterizi kaj por iagrade formi pontojn inter la malpli grandaj faŭnodistriktoj interne de la regiono.

La palearktika regiono limas sude al la etiopa kaj la orienta regionoj, sed la limoj estas tiom neprecizaj, ke oni povas preskaŭ hazarde desegni ilin. Aldone, kiel menciite, la kontrastoj inter la biotopoj estas aparte grandaj, precipe en direkto nord-suda: tundro, tajgo, stepo aŭ dezerto kaj altmontaro. Oni tial povas dividi la regionon en plurajn subregionojn aŭ provincojn.

La tundroj havas tra la tuta Holarktiko relative unuecan arktikan faŭnon, sed pli sude troviĝas pli multaj pure palearktikaj genroj kaj familioj. Kiel ekzemplojn oni povas mencii el insektovoroj la talpojn, Talpo (Talpa), el karnovoroj la melojn, melo (Meles), el remaĉuloj la kapreolon, Kapreolo (Capreolus). Pli sude, sur stepoj kaj dezertoj, ni trovas plurajn karakterizajn animalojn, antaŭ ĉio ronĝulojn, sed ankaŭ hufulojn kiel la kamelo, Kamelo baktria (Camelus bactrianus), la mongola sovaĝa ĉevalo, Ekvo ĉevalo Przewalski'a (Equus caballus Przewalskii), la mongola sovaĝa azeno, hemiono aŭ kulano, E. hemiono (E.hemionus), la step-antilopo, Sajgo tatara (Saiga tatarica). Tiu lasta iam vivis en granda parto de la palearktika regiono. Karakterizaj specioj de hufuloj vivas ankaŭ en la grandaj montarregionoj, kiuj karakterizas la sudan parton de Palearktiko. En Azio troviĝas diversaj specioj de ŝafoj, la gruntbovo, Bovo grunta (Bos grunniens), la moskulo, Moskulo moska (Moschus moschiferus). Sur la Alpoj la ibekso, Kapro ibekso (Capra ibex) estas preskaŭ ekstermita, sed ĝiaj parencoj vivas en aliaj palearktikaj montardistriktoj. La ĉamo, Rokokapro rokokapro (Rupicapra rupicapra) estas ĉefe eŭropa specio (fig. 7.). Aliaj karakterizaj palearktikaj mamuloj estas la plej multaj Cervedoj (Cervidae),la apro, Suo apro (Sus scrofa), la erinaco, Erinaco eŭropa (Erinaceus europaeus).

Novarktiko ampleksas Nord-Amerikon, sed la regiono ne havas precizan sudan limon; Meksikio formas transiran teritorion, kiu nur parte estas kalkulebla al la novarktika regiono. La pozitivaj karakteriziloj komunaj al la novarktika kaj la palearktika regionoj faras la zoogeografian distingon malpli klara, ol estas la geografia.

Tamen troviĝas ne malmultaj genroj de karakterizaj novarktikaj mamuloj. Inter insektovoroj ni menciu la kuriozan "stel-talpon", Kondiluro (Condylura), inter karnovoroj la "amerikan melon", Taksideo (Taxidea), inter remaĉuloj la prerioantilopon, Antilopkapro (Antilocapra), inter ronĝuloj la fiberon, Ondatro (Ondatra), k.t.p.

Aliflanke multaj specioj havas tre proksimajn parencojn en la palearktika regiono. La amerikaj alkoj estas konsidereblaj kiel rasoj de la holarktika Alko alko (Alces alces), kaj la amerika cervo estas konsiderata jen kiel aparta specio, Cervo kanada (Cervus canadensis), jen kiel raso de la holarktika C. elafo (C. elaphus). Preskaŭ same proksime parencaj estas la amerika bizono, Bizono bizono (Bison bison) kaj la eŭropa B. bonazo (B. bonasus). Tre similaj estas ankaŭ la kanada kaj la eŭropa kastoroj, la kanada kaj la eŭropa linkoj, k.t.p.

Aliaj specioj havas siajn plej proksimajn parencojn en Sud-Ameriko. Bonajn ekzemplojn prezentas la Didelfo virginia (Didelphis virginiana), la Mefito mefito (Mephitis mephitis) kaj la lavurso, Prociono lava (Procyon lotor). Iuj mamuloj, ekz. la pumo, Feliso unukolora (Felis concolor), havas vastan disvastiĝon kaj en Norda kaj en Suda Ameriko, aliaj, ekz. la naŭ-zona aŭ longvosta dazipo, Dazipo naŭzona (Dasypus novemcinctus), havas nur malgrandan parton de sia disvastiĝo en Norda Ameriko.

La novarktikaj tundroj havas relative multajn ĉirkaŭpolusajn speciojn. Eĉ la moskobovo, Ovibovo moska (Ovibos moschatus), vivanta nun en Groenlando kaj pli okcidente en arktika Nord-Ameriko, havis dum la glaciepoko ĉirkaŭpolusan disvastiĝon. Reenkondukita en Norvegujon kaj Spicbergon ĝi jam bone prosperas. La arbaregoj sude de la tundroj havas malpli multajn ĉirkaŭpolusajn speciojn. La stepoj kaj dezertoj prezentas multajn karakterizajn animalojn, sed multaj el la grandaj mamuloj multloke estas ekstermitaj. "Klasikaj preriuloj" estas la amerika bizono, plie la kurioza prerio-antilopo, Antilopkapro amerika (Antilopcapra americana). La plej multaj preriaj mamuloj apartenas al la ronĝuloj, ekz. la "prerihundoj"., genro Cinomuso (Cynomys) kaj pluraj el la t.n. "vangpoŝaj ratoj", familio Geomusedoj (Geomydae). Sur la okcidentaj montaroj troviĝas la "neĝkapro", Oreamno amerika (Oreamnos americanus), kelkfoje kune kun la "dikkorna ŝafo", Ovio kanada (Ovis canadensis), sed tiu lasta ekzistas ankaŭ en orienta Azio.

## 4. CETERAJ REGIONOJ

### La Etiopa regiono

La faŭno de Afriko estas tiom karakteriza, ke la kontinento, kune kun parto de la araba duoninsulo, formas apartan regionon. Nur la plej norda parto de Afriko apartenas al la Palearktiko. Aliflanke Madagaskaro ofte estas konsiderata kiel aparta regiono.

Multaj el la genroj kaj specioj havas disvastiĝon ankaŭ ekster la limoj de la regiono; ekz. la leono, Feliso leono (Felis leo), en historia tempo vivis ankaŭ en sud-okcidenta Azio kaj en sud-orienta Eŭropo. Aliflanke aliaj familioj kaj genroj estas limigitaj al pli-malpli granda parto de la etiopa regiono.

La insektovoroj prezentas multajn pure afrikajn familiojn, el kiuj la Tenrekedoj (Tenrecidae) vivas precipe sur Madagaskaro. Troviĝas ankaŭ karakterizaj afrikaj familioj de ronĝuloj, ekz. la Pedetedoj (Pedetidae). Sed antaŭ ĉio la hufuloj prezentas multajn karakterizajn speciojn kaj grupojn. La Prokaviuloj (Hyracoidea) estas kun unu escepto afrikaj. La afrika elefanto kaj la du afrikaj specioj de Rinoceredoj havas proksimajn parencojn en suda Azio. Zebroj estas karakterizaj por la etiopa regiono, same la Hipopotamedoj. El la remaĉuloj mankas la Cervedoj, dum la Bovedoj provizas grandegan nombron da karakterizaj antilopoj. Ambaŭ specioj de la Ĝirafedoj estas tipe afrikaj, same la Orikteropo (Orycteropus), kiu eĉ formas apartan ordon: Tubetodentuloj (Tubulidentata). Kaj la Prasimioj kaj la Simioj prezentas plurajn karakterizajn genrojn, la Prasimioj precipe sur Madagaskaro. El la Simioj la goriloj kaj la ĉimpanzoj estas tipe afrikaj. El birdoj mi menciu ĉi tie nur la struton.

Madagaskaro havas tre apartan faŭnon, kun multaj genroj de Prasimioj, dum preskaŭ ĉiuj ceteraj ordoj de mamuloj mankas, escepte de la Ĥiropteroj.

**La Orienta regiono**

ampleksas la sudan kaj sud-orientan partojn de Azio (Hindujon, Hindokinujon), inkluzive de la Filipinoj kaj granda parto de Indonezio. La malpreciza norda limo iras ĉefe laŭ Himalajo kaj Jangzio. La limo orienta, al la aŭstralia regiono, estas ankoraŭ pli malpreciza.

Karakterizaj por la regiono estas la familio de Tupajedoj (Tupaiidae), pli frue konsiderataj kiel insektovoroj, nun kiel primitivaj prasimioj, kaj la Galeopitekoj (Galeopithecus), kiuj formas apartan ordon de "ŝvebflugantoj", Dermopteroj (Dermoptera). El la karakterizaj karnovoroj kelkaj vivas ankaŭ trans la limoj de la regiono, ekz. la mungoto ankaŭ okcidente de Induso kaj la tigro eĉ en suda Siberio. Karakterizaj hufuloj estas la hinda elefanto kaj la aziaj specioj de Rinoceredoj, plie la kvarkorna antilopo, Tetracero kvarkorna (Tetraceros quadricornis). La prasimioj havas plurajn orientajn genrojn, i.a. la Tarsiojn (Tarsius), kaj el la simioj karaktrerizaj estas ekz. la Nazulo (Nasalis) kaj la orangutano, kaj la gibonoj, kiuj formas apartan subfamilion, Hilobatenoj (Hylobatinae).

Interne de la orienta regiono la faŭno tute ne estas unueca, kaj oni ofte starigas subregionojn; relative klare apartiĝas suda Hindujo kun Cejlono; la Malaka Duoninsulo montras transiron al Sumatro kaj Javo. Celeb(es)o (nun nomata Sulaŭesio) formante transiron al la aŭstralia regiono, havas tiom apartan faŭnon, ke multaj zoogeografoj konsideras ĝin kiel apartan regionon, kiun karakterizas i.a. la "pigmea bubalo', Anoo (Anoa) kaj la Babiruso (Babirussa).

El birdoj karakterizaj por la orienta regiono, oni povas mencii la Pavon (Pavo).

La Aŭstralia regiono aŭ Notogeo ampleksas la aŭstralian kontinenton kune kun Tasmanio kaj Nov-Gvieno, kaj ankaŭ la ceterajn insularojn de la Pacifika Oceano, kvankam tiuj insularoj, inkluzive de Nov-Zelando, havas tre malriĉan faŭnon, precipe rilate mamulojn.

Kiel supre menciite, la limo al la Orienta regiono estas malpreciza, Celeb(es)o kune kun kelkaj insuloj sude de ĝi prezentas miksitan faŭnon. Sed cetere la regiono havas tre klarajn karakterizaĵojn: mankas pluraj sistematikaj grupoj, kiuj havas vastan disvastiĝon en aliaj regionoj, dum la australia faŭno prezentas plurajn animalajn grupojn, kiuj vivas nur tie. La aŭstraliaj mamuloj bele ilustras tion ĉi.

La plej primitivaj el ĉiuj mamuloj, la kloakuloj (Monotremata), estas pure aŭstraliaj. El la du familioj la Ekidnedoj (Echidnidae, Tachyglossidae), kiu nombras nur malmultajn speciojn, troviĝas kaj sur la kontinento, kaj sur Tasmanio kaj Nov-Gvineo, dum la Ornitorinkedoj (Ornithorhynchidae), kun unu sola specio, Ornitorinko anasa (Ornithorhynchus anatinus), vivas nur en orienta Aŭstralio kaj sur Tasmanio.

La marsupiuloj (Marsupialia) havas du amerikajn familiojn, dum la ceteraj ses familioj apartenas al la aŭstralia regiono. Al la granda familio de Daziuredoj (Dasyuridae) apartenas i.a. la blankmakulaj Daziuroj (Dasyurus), la preskaŭ tute nigrra "tasmania

diablo" Sarkofilo Harris'a (Sarcophilus Harrisii), kaj la "tasmania lupo", Tilacino hundkapa (Thylacinus cynocephalus), el kiuj la du lastaj nun troviĝas nur sur Tasmanio. Ankaŭ la Perameledoj (Peramelidae) ampleksas plurajn genrojn, sed la Notoriktedoj (Notoryctidae) nur du speciojn. La granda familio de Falangeredoj (Phalangeridae) transpaŝas la okcidentan limon de la regiono; al ĝi apartenas i.a la orientaŭstralia "masrsupia urso" aŭ koalo, Faskolarkto cindra (Phascolarctos cinereus), kiu vivas sur eŭkaliptoj. La ŭombatoj, familio de Faskolomedoj (Phascolomidae), fosas en la grundo kaj havas dentojn similajn al tiuj de ronĝuloj. La lasta familio estas tiu de la kanguruoj, Makropedoj (Macropodidae), kiu ampleksas amason da genroj kaj specioj kun tre variaj vivmanieroj.

La placentaj mamuloj de la regiono ampleksas relative multajn kiropterojn kaj ronĝulojn, karakterizajn genrojn kaj reprezentantojn de genroj vivantaj ankaŭ ekster la regiono. Ĉiuj ronĝuloj apartenas al la familio de Musedoj (Muridae). La sola reprezentanto de la ordo de karnovoroj estas la dingo, Kaniso dingo (Canis dingo), kiu havis vastan disvatiĝon en Aŭstralio, sed nun multloke estas ekstermita aŭ miksiĝis kun dom-hundoj. Sendube ĝi devenas de antikva dombesto, same kiel la sovaĝaj porkoj de Nov-Gvineo.

Aliaj karakterizaj animaloj estas birdoj kiel emuoj, kazuaroj, multaj kakatuoj, paradizeoj, kaj plie la australia pulmfiŝo. Karakterizaj por Nov-Zelando estas kivio kaj sfenodonto.

La Novtropika regiono aŭ Neogeo ampleksas parton de Meksikio, Centran kaj Sudan Amerikon kaj la Antilojn. La marsupiuloj aperas per du familioj, el kiuj la Cenolestedoj (Caenolestidae) nur en Sud-Ameriko, dum la Didelfedoj (Didelphidae) havas reprezentantojn ankaŭ en Nord-Ameriko. Karakterizaj estas plie pluraj familioj de kiropteroj, inter ili la malbonfamaj desmodoj, el ronĝuloj i.a. la kojpo, la Ĉinĉiledoj (Chinchillidae) kaj la Kaviedoj (Caviidae). La familion de kameledoj reprezentas aparta genro Lamo (Lama). La bovedoj komplete mankas. La amerikaj simioj formas apartan, primitivan grupon. Aparte karakteriza estas la ordo de Ksenartroj (Xenarthra) kun la tri familioj de Bradipedoj (Bradypodidae), Mirmekofagedoj (Myrmecaphagidae) kaj Dazipedoj (Dasypodidae). Karakterizaj birdoj estas nanduo, kondoro, tukanoj kaj la plej multaj kolibroj.

Antarktikon karakterizas manko se surteraj mamuloj, sed troviĝas kelkaj karakterizaj fokuloj, pingvenoj k.t.p.

Arktikon same karakterizas diversaj fokuloj, ekz. rosmaro, la blanka urso kaj aliaj, ĉefe blankaj, mamuloj kaj birdoj.

## 5. MARAJ FAŬNOREGIONOJ

La mara faŭno ampleksas relative malmultajn speciojn kompare kun la tera, sed la disvastiĝo de multaj specioj estas nesufiĉe konata. La maro ampleksas pli ol 2/3 de la surfaco de nia planedo, do temas pri grandega areo, des pli ĉar oni devas atenti ankaŭ la vertikalan distribuon. Aliflanke la unueco de la mara medio malfaciligas la limigon de regionoj, anstataŭe pli okulfrapaj fariĝas la biotopoj kun iliaj biocenozoj.

**La apudborda aŭ litorala faŭno.**

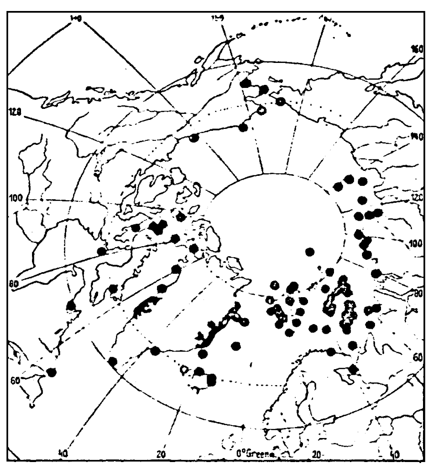
Tiu ampleksas la animalojn ligitajn al la relative neprofundaj regionoj ĉirkaŭ la kontinentoj, malsupren ĝis kelkcent metroj.

**La arktika regiono.**

Se oni metas limon de tiu regiono pli-malpli ĉe la arktika cirklo, oni devas tamen atenti, ke en la Pacifiko kaj en la okcidenta parto de la Atlantiko la regiono etendiĝas multe pli suden, dum en la orienta Atlantiko, dank' al la Golfa Fluo, la limo ŝoviĝas multe pli norden. La regiono havas multajn karakterizajn genrojn kaj speciojn kaj inter senvertebruloj kaj inter la fiŝoj, ekz. inter la Gadedoj (Gadidae) kaj la Ĉotedoj (Cottidae). La plej multaj specioj estas ĉirkaŭpolusaj, ekz. la arktika gado, Gado sajdo (Gadus saida) (fig. 13).

**La norda mezvarma regiono.**

Ĝi ampleksas preskaŭ la tutan bordon de Eŭropo, plie partojn de la bordoj de Nord-Afriko kaj de Nord-Ameriko kaj de orienta Azio. Multaj genroj havas vastan disvastiĝon en la regiono kaj karakterizas ĝin, eĉ se kelkaj etendiĝas ankaŭ en la arktikan regionon. En la Pacifiko frape multaj genroj kaj specioj estas limigitaj al la mezvarma regiono. - La unuopaj specioj ofte montras pli limigitan distribuon. Multaj t.n. borealaj specioj havas relative nordan distribuon, ekz. multaj specioj de Gadedoj kaj de Pleŭronektedoj. En la Atlantiko precipe la plej nordaj specioj troviĝas ambaŭflanke, ekz. la eglefino, Gado eglefino (Gadus aeglefinus).



*Figuro l3. La disvastiĝo de la arktika gado, Gado sajdo (Gadus saida)*
*(laŭ v. Hofsten, el Ekman)*

**La tropika regiono.**

La mara faŭno estas, same kiel la kontinenta, senkompare plej riĉa en la tropika regiono. Multaj el la animaloj tie tute fremde impresas al eŭropanoj, ekz. la koralrifoj kaj la abundo de animaloj vivantaj sur ili. El la fiŝoj ni menciu nur la kuriozajn "papiliofiŝojn" Ĥetodontedoj (Chaetodontidae), "papagfiŝojn" Skaredoj (Scaridae) kaj "kofrofiŝojn"

Ostracionedoj (Ostraciontidae). Multaj specioj estas ĉirkaŭtropikaj, sed estas ankaŭ klaraj diferencoj inter la tropikaj faŭnoj de la bordoj de la diversaj kontinentoj.

La suda mezvarma regiono. La regiono ampleksas la bordojn de Ĉilio, Argentino, Sud-Afriko, Aŭstralio kaj Nov-Zelando kaj kelkajn insulojn, ekz. Tristan-da-Kunjo. Precipe kelkaj genroj kunligas la regionon, kiu cetere ne estas la plej bone traesplorita.

**La antarktika regiono.**

Ĉirkaŭ la antarktika kontinento troviĝas amaso da karakterizaj genroj kaj specioj, ekz. nur inter la fiŝoj oni kalkulis pli ol 50 pure antarktikajn speciojn.

**La supra pelaga faŭno.**

Ĉi tiuj animaloj vivas pli malproksime de la bordoj, en la supraj tavoloj de la maro, malsupren ĝis eble 200 m.. La strukturo, vivmaniero, kaj disvastiĝo de la specioj respegulas la relative tre unuecajn mediajn faktorojn. Apartan subregioneton formas la Sargaso-maro, kies faŭno nur ŝajne estas pelaga, sed efektive dependas de firma substrato, la Sargaso-algoj, kiu tamen mem drivas en la maro. La Sargaso-faŭno estas adaptita al tiu substrato - tiel ĝi similas al la litorala faŭno - kaj havas tre limigitan disvastiĝon.

La plej lertaj naĝantoj inter la fiŝoj estas pelagaj, ekz. multaj ŝarkoj kaj specioj el la familio de Skombredoj (Scombridae) kaj el parencaj familioj. Konataj ekzemploj estas la tinuso, Tinuso tinuso (Thunnus thynnus) kaj la glavfiŝo, Ksifio glava (Xiphias gladius), kiuj ambaŭ havas vastan distribuon. - Multaj fiŝoj apartenantaj al la supra pelaga faŭno entreprenas regulajn migradojn al la bordoj por fraji, kiel ekz. la arktika Maloto vila (Mallotus villosus).

En la tropika kaj la mezvarmaj regionoj oni trovas pelagan varmakvan faŭnon konsiderinde pli riĉan je specioj, ol estas tiu de la du malvarmaj regionoj. ^Sajnas, ke la Antarktiko havas pli riĉan faŭnon, ol la Arktiko, sed en ambaŭ regionoj la pelagan faŭnon karakterizas la grandega nombro de individuoj.

## 6. LA PROFUNDMARA FAŬNO

La mediofaktoroj, kiuj karakterizas la profundajn partojn de la maroj, estas manko de lumo, malalta temperaturo kaj malfacilaĵoj pri nutraĵoj. La limo inter la profundaj kaj la malprofundaj partoj de la maro kompreneble estas nepreciza, kaj ĝi ankaŭ varias laŭ la latitudo. Multaj profundmaraj organismoj nokte migras supren, kio pli malfaciligas la limigon. Sed ĝenerale la supra limo de la profundmara faŭno situas en profundeco de kelkcent metroj.

La malsupra pelaga regiono havas riĉan, karakterizan faŭnon. La fiŝoj ofte estas ruĝaj, sed pli ofte nigraj. Multaj el la fiŝoj havas grandan faŭkon kaj fortikajn dentojn kaj povas engluti tre grandan predon. Iuj havas grandajn okulojn, sed pli multaj havas reduktiĝintajn aŭ neniujn okulojn. Lumorganoj ekzistas ĉe fiŝoj kaj ĉe senvertebruloj. Karakterizaj estas

pluraj familioj de kuriozaj fiŝoj, ekz. Stomiatedoj (Stomiatidae), Skopeledoj (Scopelidae) kaj Trakipteredoj (Trachipteridae) kun la specioj Trakiptero arktika (Trachipterus arcticus) kaj Regaleko glesno (Regalecus glesne).

La bentono de la profundaĵoj havas speciojn komune kun la litoralo, kelkaj prosperas profunden ĝis kelkmil metroj, dum aliaj vivas nur profunde. Ekzemploj estas anoj de la familioj de Ĥimeredoj (Chimaeridae) kaj Makruredoj (Macruridae) kaj specioj de la genro Likodo (Lycodes). Fiŝoj estas kaptitaj de profundaĵoj pli grandaj ol 7000 metroj.

En la plej grandaj profundaĵoj la faŭno estas malriĉa. La "Galathea"-ekspedicio tamen trovis dekon da specioj el diversaj senvertebrulaj filonoj je pli ol 10.000 metroj.

La specioj de la malsupra pelaga regiono ofte havas tre vastan horizontalan disvastiĝon, eĉ kosmopolitan. Kontraŭe multaj bentonaj specioj vivantaj malpli profunde ol 1000 m. havas tre limigitan distribuon, dum bentono pli profunde vivanta ree ofte estas pli-malpli kosmopolita.

Ĝenerale ni devas diri, ke la profundmara faŭno estas tre heterogena kaj malmulte esplorita. Sekve estas neeble establi definitivajn regionojn, sed oni ja jam aludas la ekziston de arktika, atlantika, pacifika, kaj eble ankaŭ antarktika regionoj.

# V. DINAMIKAJ FAKTOROJ

## 1. ENKONDUKO

Pritraktante la areojn ni konstatis, ke la areoj ne estas stabilaj; ili ŝanĝiĝas, fluktuadas, ofte mirige rapide, kaj en la daŭro de geologiaj tempospacoj eĉ la plej stabilaj areoj montras grandajn ŝanĝiĝojn. Ankaŭ sur tiu kampo evidente zoogeografiaj kaj ekologiaj problemoj intime interplektiĝas, kaj iuj proponis utiligi la komunan terminon ekografio.

Por kompreni kiel la areoj ekestis kaj daŭre ŝanĝiĝadas ni devas koni la faktorojn, kiuj regas la disvatiĝadon al novaj lokoj, la dinamikajn faktorojn de la plivastiĝado de la areoj. Bedaŭrinde nia scio pri tiu dinamiko estas tre mankhava, kvankam la biologoj jam de longa tempo interesiĝas pri tiaj problemoj. Pro la granda diverseco de specioj kaj medioj la rilatoj estas tiom komplikitaj, ke niaj konkludoj fariĝas same tiom necertaj. Plie la analizado de la dinamikaj faktoroj ofte devas baziĝi sur nerektaj pruvoj, kiu ne malofte havas karakteron de hipotezoj. En kelkaj okazoj ni povas sekvi la disvastiĝadon de la specioj paŝon post paŝo, sed ofte nia scio pri la ŝanĝiĝado de la areoj estas tute fragmenta.

Multaj specioj havas fortan aktivan disvastiĝan povon, ili ekz. bone kuras, flugas aŭ naĝas. Aliaj devas precipe kontentiĝi per pasiva disvastiĝado, ekz. per vento aŭ akvofluo. Tiaj libervolaj aŭ nelibervolaj transportiĝoj, ofte de multaj individuoj samtempte, povas rezultigi areoplivastigon de pli-malpli daŭra karaktero, kiun eble poste sekvos ankaŭ plia plivastigo.

Se la limon de areo difinas mediaj faktoroj, ekz. temperaturaj rilatoj, kiuj restas relative senŝanĝaj de jaro al jaro, ni ofte observas, ke pli-malpli multaj individuoj aperas longdistance ekster la limoj, ne povante, tamen kolonii la novan areon per konstanta loĝantaro. La lepidoptero Pirameo karda (Pyrameis cardui) ne povas travivi la vintron en norda Eŭropo, kie ĝi aperas kiel regula enmigranto desuda, sed sur Sankta-Heleno, kie la vintro estas milda, ĝi sukcesas prosperi. La stepkoko, Sirapto paradoksa (Syrrhaptes paradoxus), kiu de tempo al tempo eloriente invadas grandajn partojn de Eŭropo, ne prosperas en la invaditaj distriktoj, eĉ se okaze ĝi ankaŭ nestas tie. Sudamerika kukoloforma birdo, Gviro gviro (Guira guira), ne eltenas la klimaton de la norda Patagonio, kie la plimulto mortas pro frosto, sed ĉiujare venas denorde pliaj individuoj, tiel, ke loka populacio konstante renoviĝas.

Se kontraŭe la mediofaktoroj ŝanĝiĝas, la specio povas reguligi siajn limojn laŭ la novaj cirkostancoj. La moruo, Gado moruo (Gadus morhua) vivas en la nordaj mezvarmaj partoj de la Atlantika Oceano, sed troviĝas ankaŭ en la periferio de la arktika regiono. Kunlige kun la plialtiĝo de la akvotemperaturo ĝi - kaj aliaj fiŝoj - en la nuna jarcento plivastigis sian areon norden. Aparte frapa estas la plivastigo ĉirkaŭ Groenlando, kie la kaptado de moruoj spertis grandegan kreskon. De la plej sudaj partoj de Groenlando la moruo disvastiĝis laŭ la plej granda parto de la okcidenta bordo kaj ankaŭ laŭ parto de la orienta bordo. Ankaŭ en multaj aliaj okazoj oni konstatis grandajn areoplivastigojn en la daŭro de relative mallonga tempo. La flava kanario, Serino kanario (Serinus canaria) origine nestis en suda Eŭropo, sed en la daŭro de 150 jaroj ĝi disvastiĝis tra grandaj partoj de Centra Eŭropo ĝis suda Skandinavio., La nigrakola grebo, Podicipo nigrakola (Podiceps nigrocollis) en nia jarcento disvastiĝis okcidenten kaj norden en Eŭropo, kaj estas evidente, ke tio okazis per serio da invadoj, longaj, izolaj antaŭenpuŝiĝoj.

Pli aŭ malpli frue areoplivastiĝo haltas, ĉu pro la mediofaktoroj, ĉu ĉar la specio ne plu povas utiligi la eblecojn por ŝovado de la areolimoj. Ĉiaj biotopoj ne konvenaj por specio kaj havantaj sufiĉan grandecon, formas barojn por la disvastiĝo de la specio. Kontinuaj arbaroj, grandaj dezertoj, montaroj kaj maroj formas barojn por la disvastiĝo de multaj teraj animaloj. Kiuj biotopoj haltigas la disvastiĝon, tio kompreneble dependas de la postuloj de la specio. Stepan specion haltigas arbaro, kaj kontraŭe, arbaran specion haltigas vastaj stepoj.

## 2. AKTIVA DISVASTIĜO

Iuj specioj disvastigas sin ĉiam nur aktive, aliaj posedas ankaŭ pasivajn disvastigilojn. La bruna rato, Rato norvega (Rattus norvegicus), montriĝis kapabla migri mirige longdisdtance, ĝis 240 km. en la daŭro de duona jaro. Sed ĝi disvastiĝas ankaŭ pasive, precipe per ŝipoj, kaj tiel ĝi atingis izolitajn lokojn kiel ekz. Suda Georgio. Ankaŭ al la insulo Decepcio ĝi alvenis ĉiujare per la balenkaptaj ŝipoj, sed ĝi ne kapablis travivi la vintrojn tie.

Multaj teraj mamuloj, precipe hufuloj kaj karnovoroj, kuras rapide kaj povas vagadi malproksime de la normala areo de la specio. Tiaj vagantaj ekzempleroj povas estigi daŭran lokan loĝantaron. En nia jarcento la kapreolo, Kapreolo kapreolo (Capreolus

capreolus), disvastiĝis el Svedujo al grandaj partoj de suda Norvegujo tiel, ke vagekzempleroj iniciatis novan areoplivastigon. Tamen kompreneble ofte estas malfacile distingi inter vagekzempeleroj kaj malgranda loka loĝantaro, kaj vagekzempleroj ne ĉiam nepre signifas, ke la specio disvastiĝadas.

La linko, Linko linko (Lynx lynx), grave malprogresis en Norvegujo dum la lastaj 100 jaroj, sed vagekzempleroj aperas malproksime de la malgrandaj konstantaj kolonioj. Nur malmultaj el ĉi tiuj vagekzempleroj estas mortpafataj.

Ni jam vidis ekzemplerojn pri birdoj, kiuj konsiderinde plivastigis sian eŭropan areon. Alia ekzemplo de rapida disvastigo estas la sturno, Sturno vulgara (Sturnus vulgaris), en Norda Ameriko. En 1890 kaj 1891 oni liberigis 120 ekzemplerojn en Central Park en Nov-Jorko, kaj post kelkaj jaroj ili komencis disvastigi sin tra ĉiam pli granda regiono.

Kaj birdoj kaj kiropteroj okaze povas flugi de la kontinentoj al insuloj malproksime en la oceano. Aŭstralia birdo, Zosteropo latera (Zosterops lateralis), en Junio 1856 aperis en Nov-Zelando, apud la bordo de la suda insulo. La birdoj estis flugintaj prok. 2000 km. trans la maron. Ili prosperis en Nov-Zelando, komencis nesti sur la norda insulo, kaj troviĝas nun ankaŭ sur najbaraj insuloj. En aliaj okazoj eĉ mallongaj transmaraj distancoj malheplas disvastiĝon de birdoj. Madagaskaro havas birdaron tre malsimilan al tiu de la afrika kontinento, eĉ se i.a. la "blankventra korniko", Korvo blanka (Corvius albus) transpasis la Mocambikan Kanalon, distancon de 400 km.. La Lombok-markolo inter la insuloj Lomboko kaj Balio en Indonezio estas larĝa nur prok. 40 km., sed ĝi formas baron por proks. 90 specioj de birdoj. - La pigo, Pigo pigo (Pica pica), atingis Irlandon antaŭ kelkaj jarcentoj, dum la enado, Kolombo enado (Columba eonas), nestas tie de 1877.

Inter la insektoj precipe la libeloj, la Sfingedoj kaj kelkaj saltuloj estas aparte lertaj flugantoj. La Sfingedo Akerontio Atropa (Acherontia atropos) estas "enmigranto" en Norda Eŭropo kaj ne povas travivi la vintron tie, sed sur Sankta-Heleno ĝi pli bone prosperas. Efektive ĝi malaperis ankaŭ tie en 1854, sed revenis pli poste. Sur la Atlantika Oceano svarmoj de migrolokustoj estas observitaj 2500 km. de la bordo. La insulo Kreto havas tre multajn speciojn de Sfingedoj (Sphingidae), kio estas klarigebla kiel rezulto de efika aktiva disvastiĝado.

Rilate disvastiĝon per naĝado malgrandaj teraj animaloj povas havi malfacilaĵojn pri pasado de grandaj riveroj. Okcidente de Misisipo oni trovas unu specion de la genro Geomuso (Geomys), oriente alian specion . La bruna rato, kontraŭe, naĝas tre lerte, en 1847 ĝi atingis Nordan Jutlandon transnaĝante la markolon Limfjordo. Multaj teraj mamuloj naĝante atingas insulojn situantajn ne tro malproksime. Aparte lerta naĝanto estas la blanka urso, Urso mara (Ursus maritimus), kiu estas observita kelkcent kilometrojn de la bordo, sed ĝi povas transportiĝi ankaŭ per drivanta glacio. Aliaj mamuloj malvolonte iras en la akvon. La norda leporo, Leporo timema (Lepus timidus), mankas sur tre multaj norvegaj insuloj, kien la homoj ne transportis ĝin. Ankaŭ serpentoj povas esti lertaj naĝantoj. La tropidonoto aŭ ordinara natrico, Natrico natrico (Natrix natrix) estis foje kaptata en la Baltika Maro, 23 km. norde de la insulo Rügen, kaj en Norvegujo ekzemplero estis trovata sur insuleto 5 km. de la kontinento.

Per markado de fiŝoj oni informiĝis pri la meza rapideco, per kiu ili naĝas. Tiel oni eksciis, ke salmo povas naĝi po 100 km. en tagnokto, dum moruo ordinare ne naĝas pli ol 30 km. en tagnokto; sed oni konas okazon, kiam moruo naĝis 75 km. en tagnokto, tion pruvis letero, kiun ĝi englutis! Tiaj rapidecoj estas signifaj por areoplivastigo. La plej multaj maraj animaloj tamen disvastiĝas per pasiva distribuiĝo de idaro aŭ de plenkreskaj individuoj.

En riversistemo animaloj kun forta aktiva disvastiĝa povo povas iri kontraŭ la fluo de la rivero, se ili ne renkontas akvofalojn, kiujn ili ne kapablas preterpasi. Eĉ la salmo ne sukcesis preterpasi la akvofalon de la Rejno ĉe Schaffhausen. Malsupre de la Murchison Falls (oriente de la Albert-lago) vivas duoncento da fiŝ-specioj, supre de la akvofaloj 120 specioj , sed nur 3 specioj estas komunaj por ambaŭ lokoj.

Stenohalinaj nesalakvaj animaloj malfacile disvastiĝas de unu riversistemo al alia, eĉ se ili havas fortan aktivan distribuiĝan povon. Eŭrihalinaj specioj, kiuj vivas kelkan tempon en la maro, multe pli facile de unu riversistemo atingas alian. Bona ekzemplo estas la angilo, kiu frajas en la Sargaso-maro, kaj kiu disiĝas tra grandega regiono antaŭ ol la idoj denove eniras riverojn. La eŭrihalina kina vilmana krabo, Eriokejro kina (Eriocheir sinensis), en nia jarcento disvastiĝis en vastaj distriktoj de la Norda kaj Baltika Maroj. En Eŭropo ĝi unuafoje observiĝis en 1912, kaj en 1935 ĝia eŭropa areo laŭtakse ampleksis milionon da km2. Tiuj kraboj reproduktiĝas en la maro, sed en la aĝo de unu jaro kaj duono la idoj ekmigras en la riverojn. En la daŭro de kelkaj jaroj ili povas migri centojn da kilometroj, en al Elbo ekz. ili atingas Pragon, 700 km. de la riverbuŝo, kaj en sia hejmlando, Ĥinujo, ili migras duoble tian distancon.

## 3. DISVASTIĜO PER AKVO

Pasivan disvastiĝon per akvo oni kompreneble trovas precipe ĉe specioj, kiuj pasigas sian tutan vivon en la akvo. Nesalakvaj animaloj transportiĝas per riveroj kaj riveretoj, maraj animaloj per maraj fluoj. La muslo Petrikolo foladoforma (Petricola pholadiformis) atingis Anglujon ĉirkaŭ 1890, kredeble importite kun amerikaj ostroj, Ostro virginia (Ostrea virginica). En nia jarcento ĝi disvastiĝis ĝis Skagen, la plej norda punkto de Danujo, evidente tiel, ke la fluo kunportis la planktonajn larvojn. Multaj maraj fiŝoj havas limigitan frajoregionon, sed la fluoj portas la idaron malproksimen. Ilustra ekzemplo estas la angilo, kies larvoj per la Golf-fluo estas transportataj de la frajo-regiono en la Sargaso-maro al la eŭropaj bordoj.

Ankaŭ teraj animaloj kun larvaj stadioj en akvo havas bonajn eblecojn por disvastiĝo per la akvo. Multaj specioj de insektoj pasigas la plimulton de sia vivo en nesala akvo, kaj ankaŭ poste ili vivas en la proksimeco de la akvo. La tropikaj surteraj kraboj troviĝas sur koral-insuletoj en vasta maro, kien la larvoj venas per la fluoj.

Kelkaj teraj animaloj vivas tiom proksime al la tajda zono, ke ondoj kaptas ilin kaj portas ilin for. La senflugila rab-koleoptero Mikralimo mara (Micralymma marinum) kredeble atingis grandajn partojn de okcidenta kaj norda Eŭropo per la Golf-fluo.

Teraj animaloj ankaŭ kelkfoje povas pasive disvastiĝi per drivantaj plantfragmentoj, de malgrandaj ligneroj ĝis tutaj arboj. Eble glacio simile funkcias kiel transportilo. Evidente ili povas teni sin vivaj multe pli longtempe sur tiaj "ŝipoj", ol se ili kuŝas rekte en la akvo.

## 4. DISVASTIĜO PER VENTO

Estas konata fakto, ke birdoj povas transportiĝi trans la oceanojn per la vento. Zoogeografie pli interese estas, ke insektoj amase kelkfoje bloviĝas tre malproksimen. En tiaj okazoj ili tamen ofte trafas en ĉirkaŭaĵojn, kie ili baldaŭ mortos. Tio validas ekz. por tipe arbaraj insektoj, kiuj portiĝas longdistance norden, de la arbarlimo, aŭ al la glaciejoj de la altmontaro. Sur Spicbergo ekspedicio en 1924 observis amasojn da vivantaj muŝoj, Sirfo Ribes'a (Syrphus Ribesii) kaj folilaŭsoj, Dilakno picea (Dilachnus piceae), kredeble blovitaj tien de la Kola-duoninsulo, t.e. trans distancon de 1300 km. Tiu folilaŭso estas ligita al piceoj kaj sekve havis neniun ŝancon fariĝi regula membro de la faŭno de Spicbergo. Sed la insekta faŭno de Helgolando ricevas multajn speciojn de la kontinento per la vento, kiuj tamen, ofte devas esti renovigataj per novaj enmigrantoj.

Esploroj faritaj per aeroplanoj, kaj parte ankaŭ per drakoj, konsiderinde plibonigis nian komprenon pri la signifo de la vento kiel dinamika faktoro. Ne nur mikroskopaj organismoj, sed ankaŭ animaloj kelkajn milimetrojn longaj, jes, eĉ lumbrikedoj, estas portataj de vertikalaj kaj horizontalaj aerfluoj, kelkfoje tre alten, kaj formas "aeran planktonon". La nombro de individuoj malkreskas kun la alteco super la tersurfaco, sed eĉ akaruloj kaj senflugilaj insektoj aperas ĝis alteco de prok. 1000 m., araneuloj eĉ ĝis kelkmil metroj. Vivanta larvo de koleoptero estis trovata je 2700 m; la aeran planktonon konsistigas reprezentantoj de dipteroj, koleopteroj, himenopteroj kaj aliaj ordoj de insektoj, krome malgrandaj araneuloj. Ĉi tio komprenigas la vastan , ofte kosmopolitan disvastiĝon de multaj mikroskopaj specioj. Neatenditan aperon de malgrandaj insektoj oni ofte klarigas kiel rezulton de vent-transporto. Specio de Simulio (Simulium), kiu estas abunda multloke en Islando, okcidenta Groenlando kaj Nord-Ameriko, kredeble atingis Islandon laŭ tiu maniero.

Mallerte flugantaj birdoj kaj insektoj ofte disvastiĝas per kombino de aktiva distribuiĝo kaj transporto per vento. La eŭrieka eta lepidoptero Plutelo makulflugila (Plutella maculipennis), kiu vivas sur diversaj plantoj kaj estas tre eŭriterma, troviĝas en ĉiuj mondpartoj, kaj eĉ sur Spicbergo kaj sur Nova-Zemljo.

Okazas ankaŭ kombino de disvastiĝo per vento kaj per akvo. Insektoj portitaj per la vento povas esti plu transportataj per akvo por fine surbordiĝi, ofte en grandaj amasoj.

## 5. DISVASTIĜO PER ALIAJ ANIMALOJ

Pli-malpli regula disvastiĝo per aliaj animaloj estas rekta sekvo de pure ekologiaj cirkostancoj. Parazitoj ofte transportiĝas al novaj lokoj per siaj mastroj, kaj ofte prosperas tie. Eĉ se la restado en aŭ sur la mastro ofte estas relative mallongdaŭra, ĝi povas esti sufiĉa por la disvastigĝo. Ekz. multaj akaruloj havas parazitan larvostadion sur insektoj,

i.a. kuledoj kaj libeloj kaj tiel kompensas sian malfortan aktivan disvastigĝon. Ankaŭ la rivera perlokonko, Margaritano margaritana (Margaritana margaritifera), estas stenoeka, sed tre disvastiĝinta en Holarktiko; tion klarigas la fakto, ke ĝia larvo estas parazito ĉe diversaj fiŝoj. La ekeneo aŭ remoro, Remoro remoro (Remora remora), kaj aliaj fiŝoj el la sama familio, estas aparte adaptita al tia disvastiĝo; la antaŭa dorsa naĝilo estas transformiĝinta al suĉilo, per kiu la fiŝo fiksiĝas al grandaj pelagaj fisoj, martestuduloj, cetacoj aŭ ŝipoj.

La signifo de la birdoj por la disvastigo de aliaj animaloj estas vaste diskutita. Klasika observo estis farata en la pasinta jarcento, kiam oni sur piedo de anaso mortpafita en Saharo trovis ovojn de gastropodo, kredeble specio de Sukcineo (Succinea), 100 anglajn mejlojn for de akvo. Precipe eble malgrandaj nesalakvaj animaloj povas transportiĝi per birdoj, sed estas malfacile diri kian zoogeografian signifon tio efektive havas.

# VI. LA HOMO KIEL ZOOGEOGRAFIA FAKTORO

## 1. ENKONDUKO

La homo rekte kaj nerekte ŝanĝis la areojn de tre multaj specioj. Multaj estas repuŝitaj, iuj komplete ekstermitaj, dum aliaj ekhavis novajn biotopojn kaj novajn eblecojn de disvastiĝo. Ĉie, kie la homo ekloĝis, li influis la naturrilatojn, ofte radikale ŝanĝis ilin kaj kreis kulturinfluitajn biotopojn. Ni devas serĉi en la plej foraj arktikaj aŭ tropikaj regionoj aŭ en la plej senvojaj montaroj por trovi iom pli grandajn distriktojn netuŝitajn de ĉi tiu relaitve nova kaj revolucia faktoro por la disvastiĝo de la animaloj.

La zoogeografia influo de la homo estas tiom komplikita, ke estos eble ĉi tie doni nur kelkajn fragmentojn de la efikoj de ĉi tiu faktoro. Por iom faciligi la superrigardon mi ordigos la ekzemplojn sistematike.

## 2. PROTOZOOJ KAJ CELENTERULOJ

El protozooj la malario-parazitoj de la homo, tri specioj de la genro Plasmodio (Plasmodium), prezentas apartan intereson. Malario ja estas disvastiĝinta sur granda parto de la terglobo; ĉirkaŭ 1950 oni kalkulis kun 300 milionoj da novaj infektitoj jare, el kiuj 3 milionoj mortis. La parazitoj disvastiĝas parte per la pacientoj, parte per la malariaj moskitoj, difinitaj specioj de Anofelo (Anopheles), kiuj transportas la parazitojn. Ĉirkau 1930 unu el la plej danĝeraj afrikaj specioj de Anofelo enkondukiĝis en Brazilon, kie ĝi kaŭzis multajn malario-pacientojn. Poste oni sukcesis ekstermi la moskiton en Brazilo. Sed en 1942 ĝi atingis Supran Egiptujon, kie 130.000 homoj mortis pro malario antaŭ ol oni sukcesis ekstermi la moskiton en 1945. En la lukto kontraŭ la malario plej grave estas ekstermi la moskitojn, oni povas ataki ĉu la larvojn, ĉu la imaginojn, kaj DDT montriĝis

tre efika rimedo. En Eŭropo tamen la malario estis jam en malprogreso antaŭ ol oni ekuzis tiun rimedon, sed Anofelo makulflugila (Anopheles maculipennis), la plej grava malaria moskito en Eŭropo, daŭre havas vastan distribuon en la malnovaj malario-distriktoj.

La celenteruloj grandparte estas maraj animaloj, kaj sekve ilia disvastiĝo estas malmulte influita de homoj, sed esceptoj ekzistas. Iu preskaŭ kosmopolita hidroido per ŝipoj kondukiĝis en diversajn riversistemojn. Alian ekzemplon liveras aktiniulo unue trovita ĉe la orienta marbordo de Usono, poste ankaŭ ĉe la okcidenta bordo; en Eŭropo oni unue trovis ĝin en Anglujo, 1896, poste en Nederlando kaj Germanujo; ĉe Napolo ĝi aperis en 1911, en la Suez-kanalo en 1924.

## 3. PARAZITAJ VERMOJ

Parazitaj platvermoj en dombestoj kaj homoj havas aparte bonajn eblecojn por disvastiĝo. Sekve multaj trematodoj kaj cestodoj havas tre vastan distribuon. Ekz. la "larĝa cestodo de la homo", Difilobotrio larĝa (Diphyllobothrium latum), troviĝas en grandaj partoj de Palearktiko, kaj okaze ankaŭ aliloke. Al Nord-Ameriko ĝi verŝajne venis kun enmigrintoj el la Baltikaj landoj, kaj ĝi fariĝis aparte prospera ĉirkaŭ la grandaj lagoj, kie kaj fiŝoj (dua mastro) kaj hundoj (unu el la definitivaj mastroj) estas forte infektitaj. Tenio solio (Taenia solium) havas proks. la saman distribuon, kiel la porko (la unua mastro), sed multe malprogresis en landoj kun efika viand-kontrolo.

Multaj nematodoj, kiuj parazitas en homoj, dombestoj aŭ kulturplantoj, atingis grandan distribuon kaj simile grandan signifon en la rolo de kaŭzantoj de malsanoj. La "hokvermoj" de la homo, Ankilostomo duodena (Ancylostoma duodenale) kaj Nekatoro amerika (Necator americanus), kiuj ludas grandan rolon en tropikaj kaj subtropikaj regionoj, prezentas bonajn ekzemplojn, laŭtakse 450 milionoj da homoj suferas de hokvermoj. Dum la pasinta jarcento la Ankilostomo disvastiĝis el la mediteraneaj landoj al multaj lokoj en centra Eŭropo, kie estas minejoj. La libere vivantaj larvoj trovis bonajn vivkondiĉojn en la varmaj, malsekaj minejoj, sed poste oni sukcesis esktermi ĝin en multaj lokoj de centra Eŭropo, kie ĝi cetere ekhavis la nomon "mineja vermo". Nekatoro verŝajne atingis Usonon per la negroj.

## 4. ANELIDOJ KAJ MOLUSKOJ

El la anelidoj multaj specioj el la familio de Lumbrikedoj (Lumbricidae) estas disvastigitaj al grandaj partoj de la terglobo pere de la homoj. Ofte estas malfacile konstati kiom grandaj partoj de la areo ŝuldiĝas al tia disvastigado. Simile estas pri la Hirudo medicina (Hirudo medicinalis), kiu en la pasinta jarcento estis multege uzata en la medicino, kaj kiu tial estis el centra Eŭropo enkondukata en multajn landojn.

El la moluskoj precipe teraj gastropodoj en multaj okazoj estas disvastigitaj, intence aŭ neintence, per la homoj. Oni rimarkas antaŭ ĉio la grandajn speciojn. Origine orientafrika specio Akatino fulika (Achatina fulica), kiu pezas proks. duonan kilogramon, estas importita al Hindujo, kaj plu orienten al Japanujo, Havajo kaj Kalifornio. Ofte kinoj kaj

japanoj transportis ĝin al novaj lokoj. En la daŭro de malpli ol 200 jaroj ĝi fariĝis grave malutila besto en multaj landoj. Aliaj specioj malfacile prosperas en libera naturo kaj troviĝas nur en pli-malpli kulturaj biotopoj. Aparte la granda Limako flava (Limax flavus) aliĝis al la homoj, kiuj senintence kunportis ĝin ekz. al centra Eŭropo, kie ĝi povas prosperi nur en keloj.

Nesalakvaj moluskoj ofte ekhavas novajn eblecojn per kanaloj, kiujn la homoj fosas inter riversistemoj. - La migranta muslo, Driseno multforma (Driessena polymorpha), havas pelagan larvostadion, kio estas escepto por nesalakva muslo, kaj tiu naĝadas libere dum kelkaj tagoj. Se la larvo poste fiksiĝas sub boato aŭ barko, ĝi povas kondukiĝi en aliajn riversistemojn. Kredeble tiel ĝi atingis la lagon Malaren en Svedujo.

Kune kun importitaj amerikaj ostroj, Ostro virginia (Ostrea virginica), Eŭropo ricevis la jam menciitan muslon Petrikolo foladoforma (Petricola pholadiformis) kaj du malutilajn speciojn de gastropodoj.

## 5. KRUSTULOJ

La distribuo de maraj krustuloj ne estas multe influita de homoj. En iuj lokoj grandaj amasoj da organikaj substancoj en la akvo, devenantaj de grandurboj aŭ de industrio, povas detrui la animalojn. Kiam tiel la oksigeno malaperas en "sojlofjordo" kun nesufiĉa akvocirkulado, la biotopoj grave ŝanĝiĝas. Tiel la salikoko Pandalo boreala (Pandalus borealis) malaperis en keljaj partoj de la fjordo de Oslo. Pli grandan intereson havas la distribuiĝo de importitaj neslakvaj specioj. La jam menciita kina vilmana krabo multe disvastiĝis en eŭropaj riversistemoj kaj en la kanaloj inter ili, sed ĝi reproduktiĝas nur en sala akvo. En 1890 oni importis al Germanujo amerikan kankron (kiel frandaĵon). Ĝi forte disvastiĝis en Germanujo kaj post kiam oni en 1912 importis ĝin ankaŭ en Francujon, ĝi ekhavis tre vastan distribuiĝon. ^Sajnas, ke ĝi forkonkuras la ordinaran eŭropan kankron, kies distribuo, cetere, ankaŭ rezultis el importo, ekz. en Skandinavio. La "kokos-ŝtelisto", Birgo latrona (Birgus latro), estas vastege distribuita, de la Komoraj insuloj (oriente de Afriko) ĝis la Rju-Kju-insuloj (sude de Japanujo), Havajo kaj la Tuamotaj insuloj. La disvastiĝo sendube almenaŭ parte ŝuldiĝas al la fakto, ke ĝia larvo vivas en la maro, sed tamen kredeble la homoj portis ĝin al la plej izolitaj insuloj, ĉar ĝi konsistigas tre ŝatatan manĝaĵon, kaj kaptitajn ekzemplerojn oni povas teni vivaj dum monatoj. - Surterte vivantaj izopodoj ofte vaste distribuiĝis kun importitaj plantoj.

## 6. TRAĤEULOJ

Multaj miriapodoj kaj araneuloj estas pli-malpli ligitaj al kulturbiotopoj kaj tial vaste distribuiĝis.

Grandega nombro da specioj de insektoj estas iel influita de la homa faktoro en la zoogeografio. Multaj havas rektajn rilatojn al homoj aŭ dombestoj, aliaj faras malutilon aŭ utilon al kulturplantoj aŭ al arbaroj , denove aliaj detruas animalojn aŭ vegetaĵajn produktaĵojn diversspecajn. Multege da laboro estas farita kaj farata por klarigi la ofte tre

komplikitajn ekografiajn rilatojn. La ordinara lit-cimo, Cimo lita (Cimex lectularius), ĉefe apartenas al la holarktikaj regionoj, sed ne troviĝas en la arktikaj distriktoj. Cetere ĝi troviĝas kelkloke en Sud-Ameriko, Afriko kaj Aŭstralio. La tropika cimo, C. ronda (C. rotundatus), estas adaptita al pli altaj temperaturoj kaj havas disvastiĝon korespondan al tio. Sed nur la ordinara litcimo havas distribuon preskaŭ kosmopolitan.

Alia tre disvastiĝinta specio estas la "farona formiko, Monomorio faraona (Monomorium pharaonis), kiu kredeble originas el la oriento, sed en la pasinta jarcento disvastiĝis en preskaŭ la tuta varma kaj mezvarma parto de la tero. Ĝi estas relative varm-stenoterma kaj postulas varman klimaton aŭ bone varmigitajn domojn. La aŭstralia "ŝtel-skarabo", Ptino tega (Ptinus tectuis), estis priskribata en Tasmanio en la mezo de la pasinta jarcento, sed poste fariĝis kosmopolita malutilanto al nutraĵoj kaj aliaj animalaj kaj vegetaĵaj produktoj. Ĝi estas konata eĉ el Groenlando kaj Sud-Georgio, kaj aperas ankaŭ en libera aero, ĝi sekve estas relative eŭriterma. La tre malbonfama malutilanto de la terpom-planto nomata Kolorado-skarabo, Leptinotarso deklinia (Leptinotarsa decemlineata), disvastiĝis unue orienten tra Usono, atingis Eŭropon unuafoje en 1876. Tiam, kaj ankaŭ je kelkaj sekvintaj okazoj, oni sukcesis ekstermi ĝin en ĉi tiu kontinento, sed en 1922-1925 ĝi aperis ĉirkaŭ Bordozo (Bordeaux), de kie ĝi disvastiĝis tra preskaŭ tuta Francujo, poste ankaŭ al grandaj partoj de okcidenta kaj suda Eŭropo. Nun ĝi sendas siajn avangardojn en centran Eŭropon kaj minacas nordan Eŭropon. Plejofte la homoj senintence importas ĝin, sed en 1948 la specio el Francujo kaj Belgujo per forta vento estis kondukata norden kaj orienten. Aliflanke de la kanalo la maro amase ĵetis ĝin sur la bordon, kie ĝi, vigla kaj sana post longa restado en la akvo, atingis mezan Anglujon. Multaj insektoj ankaŭ enkondukiĝis male, el Eŭropo en Amerikon. La granda "larik-vespo", Holkoknemo Erichson'a (Holcocneme Erichsoni), estis trovata en Usono en 1880, kaj en la daŭro de kelkaj jaroj ĝi disvastiĝis tra la orientaj statoj kaj orienta Kanado. Ĉar ĝiaj naturaj malamikoj forestis kaj ĝi krome estas fakultative partenogeneza (kun 96 % da inoj), ĝi fortege reproduktiĝis kaj fariĝis katastrofo por la amerika lariko. Poste ĝi eĉ atingis la pacifikan bordon.

Kontraŭ tiaj importitaj insektoj oni ofte utiligas biologian luktmetodon: oni importas ankaŭ la naturajn malamikojn de la koncerna specio. La klasika ekzemplo estas la "oranĝo koĉo", Icerio Purchas'a (Icerya Purchasi), kiu aperis en diversaj landoj; verŝajne ĝi originas el Aŭstralio. Ĝi faras grandan malutilon al oranĝ- kaj citron-arboj. En la 1880-aj jaroj ĝi minacis fariĝi katastrofo por la kulturado de oranĝoj kaj citronoj en Kalifornio, sed tiam la entomologoj enkondukis malgrandan kokcineledon el Aŭstralio. Ĝi manĝegas oranĝo-koĉojn, kaj en la daŭro de unu-du jaroj ĝi savis la situacion. Poste tiu kokcineledo estis sukcese uzata ankaŭ aliloke en Ameriko, en suda Eŭropo, Afriko, Azio kaj en Oceanio.

## 7. DIVERSAJ VERTEBRULOJ

Nesalakvaj fiŝoj ofte estas importitaj al novaj lokoj, precipe Ciprinedoj (Cyprinidae) kaj Salmedoj (Salmonidae). La karpo, Ciprino karpo (Cyprinus carpio), estas kulturita en lagetoj dum tiom da tempo kaj transportita al tiom da lokoj, ke estas tute neklare, kiom el

ĝia eŭropa disvastiĝo ŝuldiĝas al homoj. La areoj de aliaj fiŝoj malrekskis pro reguligo aŭ pro polucio de la rivera akvo per kloako aŭ per ellasaĵoj de industrio. En Tamizo la lasta salmo estis kaptata en 1833.

Ankaŭ kelkaj amfibioj estas transportitaj al novaj lokoj. Tiel kelkaj insuloj , ekz. Madejro kaj Havajo, ekhavis siajn amfibiojn. La grandega Bufo mara (Bufo marinus) el Suda kaj Centra Ameriko estis en 1920 kaj 1924 enkondukata en Porto-Rikon por manĝi iujn skarabojn, kies larvoj grave malutilis al la sukerkanoj. Tiu biologia lukto estis tre sukcesa, kaj la bufo poste estas enkondukita en plurajn tropikajn kaj subtropikajn landojn por kontraŭbatali tiujn insektojn.

Ankaŭ kelkaj rampuloj per la homoj, intence aŭ senintence, atingis diversajn insulojn. Aliaj specioj malaperis pro la influo de la homoj. Ekz. la tuataro, Sfenodonto punkta (Sphenodon punctatus), de Nov-Zelando, estas preskaŭ ekstermita, sed estas nun protektata. La grandaj testuduloj estis tiom facile kapteblaj, ke ili preskaŭ estas ekstermitaj.

La distribuo de multaj birdoj estas forte influita de la homoj, parte pozitive, parte negative. La dompasero, Pasero doma (Passer domesticus), verŝajne devenas de la landoj ĉirkaŭ la orienta parto de la Mediteraneo; hodiaŭ ĝi estas preskaŭ kosmopolito. Ĝi akompanis la homojn eĉ profunden en Siberion, kaj la homoj mem importis ĝin en Nordan kaj Sudan Amerikon, Sud-Afrikon, Aŭstralion kaj Nov-Zelandon. Pri tio oni tamen ĉiam havis kaŭzon penti. Dum la pasinta jarcento oni enkondukis plurajn bird-speciojn en Nov-Zelandon; multaj el ili prosperas tie, sed kompense pluraj el la indiĝenaj sepcioj malprosperis aŭ malaperis.

Ekzistas multaj ekzemploj pri tio, ke ĉasado ekstermis birdojn aŭ reduktis iliajn areojn, en aliaj okazoj malprogreson kaŭzis ŝanĝiĝo de la naturaj biotopoj de la specio. Tian influadon al la naturo komencis jam primitivaj popoloj, kaj ĝi daŭre okazas, ĉiam plu rapide. La Dinornitedoj (Dinornithidae) de Nov-Zelando estas tute ekstermitaj, la lastajn speciojn ekstermis la maorioj jam longtempe antaŭ la alveno de la blankuloj. La granda Aŭko senflugila (Alca impennis) en antaŭhistoria tempo vivis de Ĝibraltaro ĝis la Barentsa Maro. Dum historia tempo ĝi ĉiam malprosperis. En Nord-Ameriko ĝi ekstermiĝis en la fino de la 1700-aj jaroj. La lastaj du ekzempleroj estis mortpafataj sur Islando en 1844. Same facile ekstermeblaj estis la neflugkapablaj didoj aŭ drontoj, familio de Rafedoj (Raphidae) sur la Maskarenoj, la 3 specioj malaperis antaŭ aŭ ĉirkaŭ 1700. Kvankam ĝi estis lerta fluganto, la sama sorto trafis ankaŭ la "migrokolombon" Ektopisto migra (Ectopistes migratorius). Ĝis la mezo de la pasinta jarcento ĝi estis unu el la plej ordinaraj specioj de Nord-Ameriko. Tiam komenciĝis la buĉado, ĝia viando estis bongusta, kaj de ĉirkaŭ 1870 ĝi komencis malpliabundiĝi, sed ankoraŭ en 1878 la rezultato de kelksemajna ĉasado estis 300.000 kg.. En la fino de la jarcento la specio estis jam maloftaĵo, la lasta sovaĝa specimeno estis kaptata en Kanado en 1907. La lasta ekzemplero mortis en zoologia ĝardeno la 1-an de Septembro 1914, je la 17-a horo, por doni tute precizan informon!

## 8. MAMULOJ

El mamuloj precipe ronĝuloj disvastiĝas danĝere rapide kiam ili, per helpo de la homo, ekhavas aliron al lokoj ekster la propra hejmlando. Ili reproduktiĝas ege rapide. La kuniklo, Oriktolago kuniklo (Oryctolagus cuniculus), originas el la landoj ĉirkaŭ la okcidenta parto de la Mediteraneo, sed jam antaŭ jarcentoj oni importis ĝin al diversaj lokoj en Eŭropo. En Aŭstralion oni importis la kuniklon en 1788, kaj poste ĝi inundis la kontinenton kaj fariĝis vera plago. Kun simila rezultato oni importis ĝin ankaŭ en Nov-Zelandon, kie oni ankaŭ aliajn europajn mamulojn ellasis. La fibero aŭ ondatro, Ondatro zibeta (Ondatra ziberthica), ankaŭ nomata moskorato, estis en 1905 importata el Nord-Ameriko en Bohemujon. 3 inoj kaj 2 virbestoj estis metataj en cementitan puton apud Prago. Baldaŭ kelkaj forkuris, kaj en 1914 tuta Buohemujo estis inundita de milionoj da individuoj. Kvankam oni klopodis haltigi ĝin , ĝi daŭrigis sian disvastiĝadon tra tuta centra Eŭropo. En la 1920-aj jaroj oni importis ĝin en Finnlandon, de kie ĝi nun atingis nordan Norvegujon.

Alia konata ekzemplo estas la bruna rato, Rato norvega (Rattus norvegicus), specio origine azia, kun granda disvastiĝa povo, sed kiu antaŭ ĉio ŝuldas al la homo sian vastan distribuon. Sian konker-militiron ĝi komencis en la 1700-aj jaroj. Ĉie ĝi repuŝis sian parencon, la nigran raton, Rato rato (Rattus rattus), kiu ankaŭ, sed pli frue, venis el Azio. Samtempe ĝi montriĝis danĝera malamiko de multaj aliaj specioj. Ekzemple, la bruna rato atingis insulon oriente de Aŭstralio kiam vaporŝipo pereis tie en 1918, kaj post kelkaj jaroj la duono de la birdspecioj de la insulo estis malaperinta, inter ili 5 endemaj specioj. Eĉ por kulturplantoj la ratoj povas esti danĝeraj. Sur Jamaiko ili tiom malutilis al la plantejoj de sukerkanoj, ke oni en 1872 importis la hindan karnovoron nomatan mungoto, Herpesto Edwards'a (Herpestes Edwardsi). Ĉi tiu rat- kaj serpent-ĉasisto fortege reproduktiĝis, grave reduktis la ratojn, kaj tiam ekatakis aliajn animalojn, sovaĝajn kaj malsovaĝajn, kaj mem fariĝis serioza plago. Ankaŭ en aliaj lokoj oni havis malbonajn spertojn pri la mungoto, kiu kaŭzas gravajn ŝanĝojn en la originala faŭno.

Sed la mamuloj povas montri ankaŭ multajn ekzemplojn de reduktiĝoj de areoj kaŭze de ĉasado aŭ de kaptado. En dense loĝataj lokoj iom post iom malaperas la grandaj sovaĝaj mamuloj, kaj eĉ la maraj mamuloj bezonas reguligon de la kaptado. Precipe en Eŭropo kaj Nord-Ameriko multaj karnovoroj kaj hufuloj estas forte repuŝitaj aŭ komplete ekstermitaj. La boaco, Rangifero tarando (Rangifer tarandus), estas ĉasata jam de la ŝtonepoko, sed tamen konservis vastan holarktikan disvastiĝon ĝis historia tempo. En la sudaj partoj de la areo ĝi nun malaperis, kaj eĉ en Skandinavio ĝia areo grave reduktiĝis: sovaĝaj boacoj troviĝas nun nur en la montaroj de suda Norvegujo. Cetere ĝi troviĝas nur en pure arktikaj distriktoj.

La uro, Bovo primitiva (Bos primigenius), havis vastan disvastiĝon en grandaj partoj de Palearktiko ĝis la mezepoko, sed ĉasado kaj kaptado iom post iom ekstermis ĉi tiun prapatron de niaj dom-bovoj, la lasta uro mortis en pola parko en 1620.

Ankaŭ la eŭropa bizono, Bizono bonazo (Bison bonasus), iam havis vastan palearktikan disvastiĝon. En Eŭropo ĝi longe prosperis, sed en la 1800-aj jaroj restis nur du etaj grupoj, po unu en Kaŭkazio kaj en la Bialowieza-arbaro en Polujo; en du mondmilitoj ambaŭ

grupoj detruiĝis, sed la specio saviĝis en zoologiaj ĝardenoj, kaj nun denove troviĝas grupoj en Bialowieza kaj en kelkaj lokoj en la Sovet-Unio.

La amerika bizono, proksima parenco de la eŭropa, Bizono bizono (Bison bison), havis vastan distribuon en norda Ameriko. Dum la pasinta jarcento ĉasado iom post iom reduktis ĝian nombron, kaj en la jaroj 1870-1880 temis pri vera amasmurdado, i.a. por forpreni de la indianoj ilian ekzisto-bazon. En 1889 restis malpli ol 1000 animaloj. Kelkajn jardekojn pli frue temis pri milionoj. Dank' al protektado troviĝas nun grandaj grupoj kaj en Usono kaj en Kanado.

Klopodante akiri superrigardon pri la efiko de la homo kiel zoogeografia faktoro oni ne povas ne cerbumi pri la estonteco. La malprogresado de multaj specioj sendube daŭros, kaj multaj specioj malaperos por ĉiam. Samtempe pli kultur-influitaj biotopoj okupos ĉiam pli grandajn partojn de la tersurfaco, kun limigita nombro da specioj, kiuj prosperas ĝuste en tiaj biotopoj. Ĉiu nova generacio de zoogeografoj spertos novajn faŭno-katastrofojn, kaj estos ĉiam pli malfacile studadi la disvastiĝon de la animaloj tia, kia ĝi estis antaŭ ol la homoj komencis subigi al si la teron.

# VII. IZOLITAJ FAŬNODISTRIKTOJ

## 1. ENKONDUKO

Multaj faŭnodistriktoj estas pli-malpli geografie izolitaj. Insuloj situantaj malproksime de la kontinentoj kaj de aliaj insuloj ofte havas faŭnon karakterizatan de izoliteco. Sur la kontinentoj montarojn apartigas malaltaj regionoj, riversistemojn apartigas la kampoj inter ili k.t.p.

La izolitajn faŭnodistriktojn karakterizas kaj negativaj kaj pozitivaj trajtoj. Mankas specioj aŭ grupoj, kiujn forbaras dinamikaj faktoroj. Iom post iom novaj specioj atingas la distrikton kaj la negativaj trajtoj malaperas. La pozitivaj trajtoj, kontraŭe, plifortiĝas, ju pli longe la izoliteco efikas. En la daŭro de geologiaj periodoj evoluas novaj rasoj kaj specioj en multaj izolitaj distriktoj.

Komparante izolitajn faŭnodistriktojn oni devas atenti ne nur la izolitecon, sed ankaŭ aliajn cirkostancojn. Kaj Spicbergo kaj Nova Zemljo estas arktikaj insularoj, sed Spicbergo situas multe pli malproksime de la kontinento, sekve estas multe pli izolita, kaj ankaŭ havas multe malpli riĉan faŭnon. El insektoj tute mankas jenaj grupoj, kiuj tamen troviĝas sur nova Zemljo: Trikopteroj, Plekopteroj, efemeruloj, tagaj papilioj kaj burdoj. Same estas rilate mamulojn, birdojn, nesalakvajn fiŝojn kaj aliajn animalajn grupojn.

Malgrandaj insuloj ofte havas malpli riĉan faŭnon, ol pli grandaj, kie la biotopoj estas pli variaj. Bonan ekzemplon prezentas Rost, la plej ekstrema insuletaro de la insulĉeno Lofoten en norda Norvegujo. La nombro de teraj kaj nesalakvaj moluskoj sur tiu izolita insuletaro de nur kelkaj km2. estas nur la duono de la nombro de tiaj animaloj sur la

ceteraj insuloj de Lofoten. Se oni komparas kun Islando, kiu situas ankoraŭ pli izolite, sed estas multe pli granda , oni ankaŭ tie trovas la duoblan nombron. Kian rolon ludas ĉi tie la geologia evoluo, subglaciiĝo, k.t.p., tio estas jam tute alia komplekso de problemoj.

## 2. OCEANAJ INSULOJ

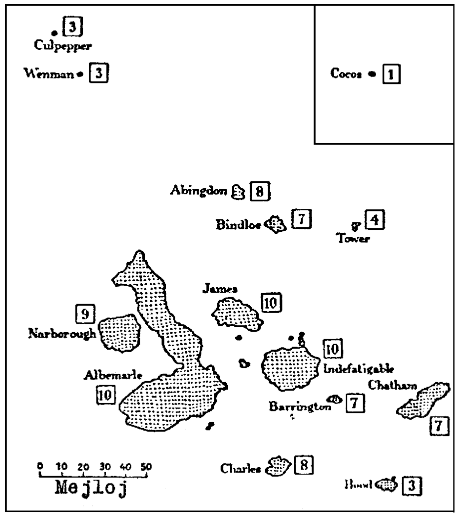
La oceanaj insuloj neniam havis kontakton kun kontinento. Ordinare ili situas tre malproksime de la kontinentoj, kaj ilia faŭno preskaŭ ĉiam prezentas kelkajn negativajn trajtojn. Kontinentaj insuloj, kiuj geologie kaj historie apartenas al kontinento, povas montri similajn trajtojn, se ili estis izolitaj dum longa tempo. Amfibioj preskaŭ ĉiam mankas sur izolitaj insuloj, ĉu oceanaj, ĉu kontinentaj, kaj la neslakva faŭno estas ankoraŭ pli malriĉa ol la tera. El teraj mamuloj troviĝas precipe kiropteroj. Ofte estas rezulto de hazardo kiuj animaloj sukcesis atingi la insulon. La faŭno tial ofte donas fragmentecan kaj neharmonian impreson.

Pozitive karakterizas multajn insulojn iliaj endemaj formoj. Tiuj ofte evoluis interne de la koncerna distrikto. Ofte oni trovas neflugkapablajn birdojn kaj insektojn ĝuste sur izolitaj insuloj, kie mankas karnovoroj. Kiam tiaj formoj evoluas sur la kontinento, ilin tuj ekstermas la rebobestoj. Bonan ekzemplon prezentas la tute flug-nekapabla birdo Atlantizio (Atlantisia), kiu vivas nur sur unu insulo, Inaccessible, de la Tristan-da-Kunjo-grupo, en la suda Atlantiko.

En la historio de la biologio apartan rolon ludas la Galapagaj insuloj. Tiuj vulkanaj insuloj apartenas politike al Ekvadoro ("Archipielago de Colon"), situas sub ekvatoro en la Pacifiko, dise sur areo de proks. 60.000 km2. Multaj el la tieaj senvertebruloj estas endemaj, multaj estas importitaj, senintence, de homoj, kiuj importis ankaŭ bedaŭrinde multajn karnovorojn kaj hufulojn, kiuj sovaĝiĝis tie. Nesalakvaj fiŝoj kaj amfibioj komplete mankas. La rampuloj, kontraŭe, prezentas multajn speciojn, ĉiuj endemaj, escepte de unu lacertulo, kiu eble estas importita de homoj. La teraj testuduloj respondecas pro la nomo, "testudaj insuloj", kiun la hispanoj, malkovrante ilin en 1535, donis al la insuloj. Kelkaj el ĉi tiuj tre grandaj testuduloj estas ekstermitaj, aliaj fariĝis maloftaĵoj. Iam ekzistis proks. dekduo da specioj, multaj el ili estis karakterizaj, ĉiu por sia insulo. De serpentoj troviĝas nur malmultaj specioj. La lacertuloj, kontraŭe, havas plurajn interesajn speciojn, precipe el la familio de Igvanedoj (Iguanidae).

Plej grandan intereson tamen elvokas la birdoj de la Galapagaj insuloj. Troviĝas endemaj specioj el diversaj ordoj. Ĉi tie vivas ekz. la plej norda el ĉiuj pingvenoj, flug-nekapabla falakrokorakedo, k.a.. Preskaŭ ĉiuj Paseroformaj birdoj estas endemaj, inter ili la t.n. galapagaj fringedoj, grupo de proks. dekduo da specioj, ordinare konsiderata kiel aparta subfamilio, Geospizenoj (Geospizinae). Krom specio sur la Kokos-insulo, mezvoje inter la Galapagoj kaj Kosta-Riko, ili troviĝas nur sur la Galapagoj. Sur la centraj insuloj vivas ĝis po dek specioj, la pli periferaj kaj samtempe malpli grandaj insuloj havas po 3 (kaj aldone unu specio sur la Kokos-insulo). La specioj estas tiom malegalaj, ke oni klasigas ilin en minimume 4 genroj. Kaj la frigedoj kaj la ceteraj paseroformaj birdoj de ĉi tiuj ionsuloj estas parencaj al amerikaj specioj kaj rezultis el pli-malpli forta surloka speciiĝo.

Eble tiu proceso daŭris jam pli longe inter la galapagaj fringedoj ol inter la ceteraj teraj birdoj de la insularo.




*Figuro l4.*
*Nombro de specioj galapagaj fringedoj (Geospizenoj) sur ĉiu unuopa el al Galapagaj insuloj (laŭ Lack, el Okland)*

Ankoraŭ pli izolita estas alia vulkana insularo, Havajo. Ĝi havas tiom da endemaj specioj kaj genroj, ke kelkaj entomologoj konsideras ĝin aparta zoogeografia regiono. Troviĝas endema familio de koleopteroj, kun multaj specioj, el kiuj la plimulto havas tre malvastan disvastiĝon interne de la insularo. Multaj familioj de insektoj tute mankas, aliaj havas tre fragmentan reprezentiĝon. La teraj gastropodoj nombras ne malpli ol prok. 750 specioj, ĉiuj endemaj. El la vertebruloj plej grandan intereson prezentas la birdoj. Bedaŭrinde ne malpli ol kvarono de la endemaj teraj birdoj estas ekstermitaj. Pluraj genroj havas po unu specion sur ĉiu insulo en la insularo. La plej multaj teraj birdoj apartenas al la familio de Drepanedoj (Drepanididae), kiu troviĝas nur sur Havajo. Ĝi ampleksas 9 genrojn kun 22 specioj , kiuj kredeble evoluis el amerikaj fringedoj. La genroj estas aparte malegalaj, precipe la beko tre multe varias.

Iuj montpintoj kaj montoĉenoj havas tiom markitajn limojn al la ĉirkaŭa malalta kamparo, ke oni povas karakterizi ilin kiel "surterajn insulojn". En aliaj okazoj la montaroj iom post iom transiras en la malaltajn kamparojn, sed eĉ tiam oni trovas speciojn limigitajn al difinitaj montregionoj. Unu montregiono sekve estas apartigita de alia kvazaŭ per "maro de malaltaj kampoj". En ĉiu tia regiono povas evolui novaj subspecioj, specioj kaj genroj. En la montaraj regionoj de Nov-Gvineo, ekz. troviĝas multaj endemaj birdoj, pli-malpli specialiĝintaj, kaj kun pli-malpli vasta disvastiĝo.

## 3. LAGOJ

Iuj lagoj posedas faŭnon, kiu klare montras, ke ili longtempe estis apartaj faŭnregionoj. En Eŭropo la Okrida lago sur la Balkan-duoninsulo, 41 gradon N., estas iom aparta. Ĝi estas profunda preskaŭ 300 m., havas areon de proks. 270 km2., estas tipe oligitrofa lago, kaj posedas amason de endemaj specioj, precipe de oligoketoj, gastropodoj kaj fiŝoj. Kelkaj el ĉi tiuj sendube evoluis el terciaraj specioj, aliaj eble estas relative neŝanĝiĝintaj.

Aparte riĉan faŭnon havas la Bajkala lago en Siberio, kiu estas profunda pli ol 1700 m., la plej profunda el ĉiuj lagoj. Multaj specioj estas endemaj, la plej multaj el ili evidente evoluis surloke. Aliaj tamen havas pli vastan distribuon, kelkaj el ili estas trovitaj ankaŭ en la Okidra lago. Multaj specioj, ekz. de fiŝoj, en la Bajkala lago reprezentas endemajn familiojn. Evidente ankaŭ la faŭno de la Bajkala lago montras rilatojn, kiuj fontas el la terciara epoko.

La specioj, kiuj estiĝas en izolitaj faŭnoregionoj, iel akumuliĝas tie. Se la speciiĝo daŭras sufiĉe longe, iuj sistematikaj grupoj estigas endemajn speciojn, kiuj fariĝas ĉiam pli malegalaj, ne nur laŭ aspekto kaj korpa strukturo, sed ankaŭ laŭ adaptiĝo al diversaj biotopoj en la distrikto.

## 4. RELIKTOJ

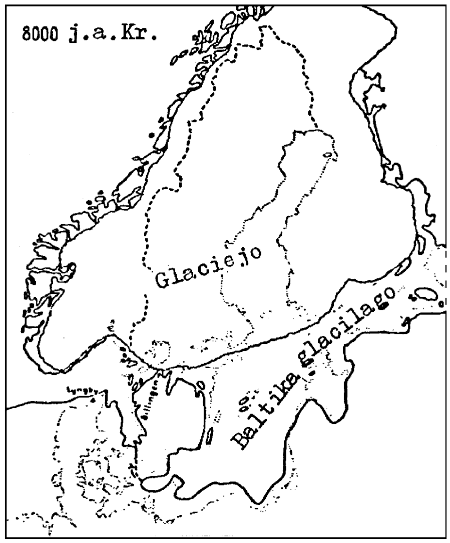
Pere de la geologio kaj la paleontologio, parte ankaŭ la plant-geografio, la zoogeografio akiras kelkajn informojn rilate al areoŝanĝiĝoj okazintaj antaŭ longa tempo. Relative detale ni povas studi ŝanĝiĝojn en la distribuo de la animaloj okazintajn dum la lasta geologia epoko; la kvaternaro, kaj precipe post la glaciperiodo. Ekz. la eŭropa emido dum la postglacia varma periodo vivis en grandaj partoj de Danujo kaj suda Svedujo, kiel montras la fosiliaj trovaĵoj. Sed antaŭ proks. 2500 jaroj, je la fino de la bronza epoko, kiam la klimato malvarmiĝis, ĝia norda limo retiriĝis al norda Germanujo.

Pri tiaj retiriĝoj de areolimo kaŭzintaj de la klimato ni en multaj okazoj povas konkludi surbaze de izolitaj areorestaĵoj. Kiam retiriĝas la limo de areo de specio, ofte izolitaj areorestaĵoj restas en lokoj interne de la pli frue kontinua areo. Tiajn restaĵojn oni nomas relikt-populacioj. Oni parolas pri varm- aŭ pri malvarm-reliktoj laŭ tio, ĉu la origina areo dependis de pli varma, aŭ de pli malvarma periodo. Glaci-reliktoj estas reliktoj el la glaciepoko, interglacia relikto estas relikto el la lasta interglacia periodo. En la lastaj okazoj oni do montras al difinita geologia periodo. Se la relikteco estas kaŭzita de transiro el maro al nesala akvo, oni parolas pri mara relikto. Se la reliktareo poste kreskas, la specio estas nomata pseŭdorelikto en la nova areo. La reliktnocio tamen prezentas diversajn malfacilaĵojn. Ni rigardu ekzemplojn, sed unue kelkajn vortojn pri la historia evoluo de la Baltika maro post la glaciepoko.

Kiam la nordeŭropa glaciejo komencis malkreski, proks. 8000 j.a. Kr., oriente de ĝi estiĝis la Baltika glacilago (fig. 15.). Ĉ. 1000 jarojn poste la glaciejo jam multe malkreskis kaj fariĝis akva kontakto tra la laga distrikto de meza Svedujo, la Baltika glacilago transformiĝis al la Joldia maro. Ĉ.6000 j.a. Kr. la glaciejo preskaŭ komplete malaperis, kaj la akvo-vojo tra meza Svedujo fermiĝis; tiel estiĝis la Ancila lago. Proks. 4000 j.a. Kr, estis malfermiĝinta nova akva vojo tra la Sundo kaj la Beltoj; tiel estis formiĝinta la Litorina maro, kiu estas preskaŭ identa kun la hodiaŭa Baltika maro.

## 5. EKZEMPLOJ

La longkrura rano, Rano dalmata (Rana dalmatina), havas sian ĉefan areon en Eŭropo sude de 50 gradojn N. kaj kelkajn izolitajn areetojn pli norde. Aparte rimarkinde estas, ke la specio troviĝas kaj sur la danaj insuloj kaj en suda Svedujo inkluzive de la insulo Öland. Kredeble la specio atingis Danujon kaj Svedujon frue en la postglacia varma periodo, en la tempo de la Ancila lago (nomita laŭ la nesalakva gastropodo Ancilo rivera (Ancylus fluviatilis), kiam Germanujo, la danaj insuloj kaj Skanio formis kontinuan kontinenton. Post la varma periodo ĝi retiriĝis, sed restis en kelkaj izolitaj lokoj.




*Figuro l5.*
*La Baltika regiono kun la Baltika glacilago, sude de la granda glaciejo, proks. 8000 k. a. Kr. (laŭ Caldenius kaj Fromm, el Økland)*

La "betulmuso", Sicisto betula (Sicista betulina), vivas en betularbetaĵo de la Bajkala lago tra Siberio ĝis Finnlando, Svedujo, montaraj lokoj en suda Norvegujo, en Danujo kaj norda Germanujo. Verŝajne ĝi atingis Skandinavion desude dum la Ancila tempo, sed estas malfacile indiki ŝanĝiĝojn en la naturcirkostancoj kiel kaŭzojn de la reliktiĝo en Skandinavio. Ĝi estas ĉefe arbara animalo, kiu prosperas kaj en kontinenta kaj en atlantika klimatoj.

La arktika salmo, Salmo alpa (Salmo alpinus), estas ĉirkaŭpolusa. En la arktika regiono ĝi vivas en la maro kaj iras en la riversistemojn por fraji. Pli sude ĝi vivas nur en nesala akvo, kiel stenoterma malvarmakva specio kun boreal-alpa disvastiĝo. En suda Svedujo kaj sudorienta Norvegujo ĝia pli frue kontinua areo estas disiĝinta en multajn relikt-areetojn. Laŭ la okcidenta bordo de Norvegujo ĝi aperas kiel mara relikto. Ĝi evidente penetris en la riversistemojn el la arktikaj marregionoj dum la degelado de la glaciego, kaj izoliĝis tie kiel arktika relikto.

Kelkaj animaloj, kiel ekz. la lumbrikedo Dendrobeno norvega (Dendrobaena norvegica), troviĝas nur en la montaraj regionoj de norda kaj suda Norvegujo, dum la plej proksimaj parencoj troviĝas malproksime, en Siberio, en Groenlando aŭ en la Alpoj. Ili evidente travivis unu aŭ plurajn el la glaciperiodoj sur senglaciaj rifuĝejoj laŭ la norvega bordo kaj retiriĝis kun la glacio al la altmontaroj, kie ili prosperas ĝis nun.

Eĉ en tropikaj landoj la glaciepoko kaŭzis areoŝanĝiĝojn, kaj por maraj kaj por teraj animaloj. La granda paruo, Paruo granda (Parus major), vivas en la montaroj de Indonezio, evidente kiel relikto el la glaciepoko.

La veraj grotbestoj prezentas multajn ekzemplojn de animaloj, kiu plu evoluis en tute nova biotopo. La "grot-bufo", Proteo angvisa (Proteus anguineus), en la landoj ĉirkaŭ la Adriatiko, havas proksimajn parencojn, kiu ne vivas en grotoj, en Nord-Ameriko. Aliaj parenca, fosilia genro vivis en centra Eŭropo dum la terciaro, ne en grotoj. Kredeble la prapatroj de Proteo trovis rifuĝejon en la grotoj.

En specialaj biotopoj primitivaj specioj povas transvivi kiel reliktoj el antikvaj geologiaj periodoj. Frapa ekzemplo estas la 2-3 mm. longa unika krustulo Termosbeno mirinda (Thermosbaena mirabilis). Ĝi estas la sola konata reprezentanto de primitiva ordo, kaj ĝi estas trovita nur en varmaj fontoj de Tunizio, kie la akvo havas temperaturon de ne malpli ol 44 gr.-48 gr. C..

Multaj reliktoj pli-malpli devias de siaj prapatroj. Iuj morfologiaj karakteroj estas genetike fiksitaj, aliaj estas nuraj modifikoj. La senpigmenta haŭto de Proteo evoluigas pigmenton kiam ĝi troviĝas en lumo. Eĉ ĝiaj rudimentaj okuloj normale evoluas kiam la animalo kreskas en ruĝa lumo. Transirante de sala al nesala akvo, iuj reliktoj reagas per pli-malpli grandaj morfoliogiaj ŝanĝiĝoj. La "korno-ĉoto", Ĉoto kvarkorna (Cottus quadricornis), estas ĉirkaŭpolusa, malvarmstenoterma, eŭrihalina specio vivanta en sala, saleta kaj nesala akvo. En la Baltiko ĝi estas glacirelikto, ĝi enmigris tien kredeble dum la Joldio-tempo (nomita laŭ la muslo Portlandio arktika (Portlandia arctica), antaŭe Joldio arktika (Yoldia arctica), kiu vivis en la Baltiko, kiam troviĝis kontakto al la Norda Maro tra suda Svedujo. La specio daŭre prosperis en la Baltiko kiam tiu fariĝis la Ancila lago kaj poste saleta Litorino-maro, kaj plue ĝis hodiaŭ. La rasoj de la kornoĉoto nun vivantaj en la Baltiko kaj en la Norda Maro portas kvar ostonodojn sur la kranio. Sur aliaj rasoj, en Svedujo, Finnlando, okcidenta Rusujo kaj Nord-Ameriko la nodoj estas reduktiĝintaj, same kiel sur la ĉotoj, kiuj vivis en la Ancila lago.

Diversaj aŭtoroj difinas la relikt-nocion pli aŭ malpli vaste. Iuj konsideras la pseŭdoreliktojn kontraŭaj al la veraj reliktoj, aliaj opinias, ke oni ne povas klare distingi inter tiuj du nocioj. Iuj zoogeografoj opinias, ke relikto ĉiam estas parto de la tuta areo, aliaj ke la tuta specio povas aperi kiel relikto, ekz. kiam ĝi adaptiĝas al nova biotopo kun novaj natur-cirkostancoj. Entute la relikt-koncepto estas tre komplikita, sed utila instrumento de la historia zoogeografio.

# VIII. GEOGRAFIAJ RASOJ

## 1. SUBSPECIOJ AŬ RASOJ

Multaj specioj montras tendencon dissplitiĝi en subspeciojn aŭ rasojn, aliaj specioj ne montras tian tendencon. Oni povas difini rasojn kiel populaciojn, kiuj distingiĝas per

kelkaj ecoj, sed kiuj povas interkruciĝi, donante plu reproduktkapablajn idojn. Rasoj estiĝas precipe per geografia aŭ ekologia izoliĝo. Kiel ekzemplon ni povas mencii la boacon, kiun ni povas koncepti kiel unu specion, Rangifero tarando (Rangifer tarandus), splitiĝintan en plurajn rasojn, el kiuj du estas konsiderinde pli malgrandaj, ol la ceteraj: la spicberga boaco, R. t. spicberga (R. t. spetsbergensis) kaj la elesmera boaco, R. t. Peary'a (R. t. Pearyi).

Speciojn, kiuj aperas kun minimume du geografiaj rasoj, ni nomu plurformaj, kaj la geografian variadon plurformeco. Speciojn kiuj ne varias tiamaniere, ni nomu unuformaj. Plurforman specion oni pli frue ofte nomis rasaro (germane: Rassenkreis), sed Rensch, kiu enkondukis tiun nocion, konsideris ĝin io tute alia ol specio. Li limigis la nocion specio al tio, kion ni nomas unuformaj specioj. Speciojn, kiuj havas ankaŭ ekologiajn rasojn, oni ofte nomas plurtipaj.

Geografia raso estas difinebla kiel biologia kaj geografia unuo interne de specio. Tamen ofte kaj la biologia kaj la geografia limigo inter najbaraj rasoj estas neklara. Oni subkomprenas, ke la geografiaj rasoj estas bazitaj sur heredaj ecoj, eĉ se tio nur en tre malmultaj okazoj estas kontrolita.

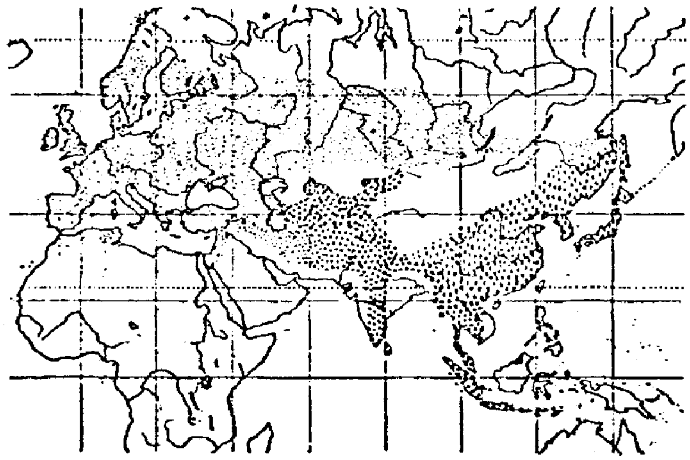
Ordinare ne-specialisto apenaŭ povas distingi proksime parencajn geografiajn rasojn unu de la alia, sed en kelkaj okazoj geografiaj rasoj de la sama specio estas tiom malegalaj, ke oni preskaŭ same prave povus konsideri ilin kiel apartajn speciojn. Specio kaj subspecio povas esti relativaj nocioj. Kiel ekzemplon ni menciu la nigran kornikon, Korvo korola korola (Corvus corone corone), kaj la grizan kornikon, K. korola korniko (C. corone cornix), kies plumaroj estas tiom malegalaj, ke ofte oni konsideras ilin du apartaj specioj, Korvo korola (Corvus corone) kaj K. korniko (C. cornix). En centra Eŭropo la nigra korniko vivas okcidente de Elbo, la griza korniko oriente de tiu rivero, kun larĝa limzono, kie ambaŭ vivas kune, kaj kie bastardoj ne estas maloftaĵoj.

Kiam du formoj tiel anstataŭas unu la alian, ne formante bastardojn en la limregiono, ni devas konsideri ilin kiel memstarajn speciojn. Tiel estas rilate la nordan najtingalon, Luscinio luscinio (Luscinia luscinia), kaj la sudan najtingalon , L. grandbeka (L. megarhynchos). En kaptiteco tamen tiuj du specioj povas kruciĝi.

Ĉe multaj plurformaj specioj ni konstatas, ke la rasoj anstataŭas unu la alian tra la areo de la specio, tiel, ke ili kaj morfologie kaj fiziologie, eventuale ankaŭ ekologie, fariĝas pli kaj pli malegalaj. La granda paruo, Paruo granda (Parus major), estas ofte citita ekzemplo pri tio, ke la rasoj tiam fine krevigas la ordinaran raso-nocion (fig.l6.). La specio estas forte plurforma, se la rasojn oni povas kolekti en tri rasgrupojn. La eŭrop-siberia grupo, kiu troviĝas ankaŭ en sudokcidenta Azio, etendiĝas orienten ĝis la Amur-distrikto; ĉi tiuj rasoj havas verdan dorson, flavan ventron kun la nigra meza strio, karakteriza por la specio. Sude de la grandaj montaroj de centra Azio vivas sudazia rasgrupo kun griza dorso, blanka ventro. Pli oriente ĝin anstataŭas orient-azia grupo, kiu estas malpli granda, kun verdfalva antaŭdorso kaj nuko. En la Amur-valo renkontiĝas la eŭrop-siberia kaj la orient-azia grupoj, sed ili estas tiom diversaj, ke ili ne interkruciĝas.

Ĉe la pirolo, Pirolo pirolo (Pyrrhula pyrrhula), ni trovas ekzemplon pri tio, ke la plurformeco povas esti aparte rimarkebla ĉe la virbestoj, ĉe kiuj mankas la ruĝa koloro de la brusto ĉe du rasoj, po unu sur la Acoroj kaj en orienta Siberio.

Superrigardo pri la geografia variado de teraj kaj nesalakvaj vertebruloj eŭropaj, farita de Okland en 1937, montris, ke oni tiam povis kalkuli kun proks. 1400 rasoj. Ne ĉiuj estis same bone bazitaj, sed eĉ se oni devas forigi kelkajn el ili, kompense oni ĉiam priskribas novajn rasojn.



*Figuro l6.*
*La disvastiĝo de la granda paruo, Paruo granda (Parus major) (laŭ Rensch, el Ökland). La rasgrupoj eŭrop-siberia kaj orient-azia vivas kune en la Amur-valo (nigre markita), ne interkruciĝante.*

Kelkaj el tiuj plurformaj specioj, ekz. pluraj specioj de Lacertoj (Lacerta), havas multajn eŭropajn rasojn; la lavareto, Koregono lavareto (Coregonus lavaretus), havas ne malpli ol proks. 40. Multaj eŭropaj vertebruloj estas izolitaj sur insuloj, en montregionoj aŭ en lagoj. La rampuloj havas pli multajn rasojn sur insuloj, ol sur la kontinento, kaj ankaŭ la ceteraj klasoj de vertebruloj havas multajn rasojn, kiuj troviĝas nur sur insuloj. Cetere la disvastiĝo de ĉi tiuj rasoj en Eŭropo prezentas tre varian bildon. Iuj estas tre lokaj, aliaj distribuitaj sur grandaj areoj. Ekzistsas nord-, centr-, sud-, okcident-, orient-eŭropaj rasoj, kaj krome multaj diversaj kombinoj de ĉi tiuj tipoj. Ekzemplo de plurforma specio kun tre dispeciĝinta areo estas la monta lagopo, Lagopo muta (Lagopus mutus). Ĝi havas apartajn rasojn en la Alpoj, la Pireneoj, Skotlando, kontinenta Nord-Eŭropo, Norda Uralo, Islando, Svalbardo. Ankaŭ la norda leporo, Leporo timema (Lepus timidus), havas rasojn en la Alpoj, norda Eŭropo, centra Rusujo, Skotlando, Irlando, Feroaj insuloj.

## 2. KLIMATAJ REGULOJ

En ĉiuj mondpartoj birdoj kaj mamuloj montras difinitajn interligitecojn inter plurformeco kaj klimato. Ĉi tie ni menciu tri gravajn "klimatajn regulojn", kiuj estas esprimoj de diversaj adaptiĝoj.

La regulo de Bergmann: Plurforma bird- aŭ mamul-specio ordinare havas rasojn kun pli grandaj individuoj en la plej malvarmaj partoj de la disvastiĝa areo de la specio, ol

aliloke. Komence oni formulis la regulon tiel, ke ĝi validas por specioj de la sama genro, sed Rensch plibonigis ĝin tiel, ke ĝi validas por rasoj de la sama specio.

La regulo de Gloger: Plurforma bird- aŭ mamul-specio ordinare havas pli fortan nigran aŭ malhelan pigmenton ĉe la rasoj, kiuj vivas en la plej varmaj, kaj samtempe plej humidaj partoj de la disvastiĝa areo de la specio; tiuj rasoj sekve estas pli malhelaj, ol aliaj rasoj de la sama specio. En varmaj kaj samtempe sekaj regionoj la malhelaj pigmentoj cedas al flavaj kaj ruĝbrunaj pigmentoj, tiel nomataj "dezertaj koloroj". En malvarmaj regionoj la malhelaj pigmentoj tiel reduktiĝas, ke la rasoj pli kaj pli proksimiĝas al la blanka "arktika koloro".

Ekzemplon de la regulo de Gloger bele prezentas rasoj de la konifera paruo, Paruo nigrakapa (Parus atricapillus), specio, kiu estas disvastiĝinta tra grandaj partoj de Eŭropo, Azio, kaj Nord-Ameriko. De okcidenta Eŭropo ĝis Kamĉatko malaperas iom post iom la plej malhela pigmento sur la dorso.

Cetere oni ofte trovas, ke samtempe validas pluraj reguloj. La turda kanbiro, Akrocefalo arunda (Acrocephalus arundinaceus), havas grandan eŭropan rason, A. arunda arunda (A. arundinaceus arundinaceus), kun relative longaj flugiloj, sed sur la insuloj de la Bismarck-arkipelago vivas malgranda raso, A. arunda Meyer'a (A. arundinaceus Meyeri), kun mirige mallongaj flugiloj. Ĉi tie do validas kaj la regulo de Bergmann kaj tiu de Allen. La funebra strigo, Egolio funebra (Aegolius funereus), simile demonstracias kaj la regulon de Bergmann kaj tiun de Gloger, k.t.p.

## 3. TEMPERATURAJ RASOJ

La geografiaj rasoj de specio, kiujn priskribas la sistematikistoj, ordinare distingiĝas unu de la alia per karakteroj morfologiaj. En aliaj okazoj la rasoj diferencas nur aŭ precipe per fiziologiaj kaj ekologiaj karakteroj. Sed estas malpli facile ekatenti pri la plurformeco kiam ĝi manifestiĝas nur fiziologie.

Kiel ekzemplon de temperaturaj rasoj ni povas mencii la konatan meduzon Aŭrelio orela (Aurelia aurita), kiu havas disvastiĝon de la tropikaj ĝis la arktikaj kaj la antarktikaj maroj. Oni trovis, ke en la maro ĉe Halifakso, Nova Skotujo, ĝi mortas je proks. 30 gr.C., dum en la maro ĉirkaŭ Florido ĝi estas plej aktiva ĝuste je tiu temperaturo. Alian ekzemplon prezentas la tri rasoj de la "vinagro-muso", Drozofilo funebra (Drosophila funebris), kiujn indiskis Timoeeff-Ressovsky. La orienta raso toleras kaj altajn kaj malaltajn temperaturojn; ĝi vivas en Eŭropo oriente de la Januar-izotermo por -5 gr.C., en regionoj kun malvarmaj vintroj kaj varmaj someroj. La aliaj du rasoj estas malpli eŭritermaj, la nordokcidenta raso estas adaptiĝinta al malaltaj temperaturoj kaj vivas nur norde de la Juli-izotermo por 20 gr.C., dum la sudokcidenta raso toleras nur altajn temperaturojn kaj vivas nur sude de la laste menciita izotermo.

Nord-amerika specio de rano, Rano pepa (Rana pipiens), havas en Florido rason, kiu distingiĝas per malpli grandaj ovoj, ol havas la pli nordaj rasoj, kaj ĝiaj ovoj ankaŭ estas adaptitaj al pli altaj temperaturoj, ol tiuj de la rasoj pli nordaj.

## 4. DIVERSAJ SPECIALAJ FENOMENOJ

Tute apartan signifon havas la plurformeco kiam ĝi nur aŭ precipe koncernas la reproduktiĝon kaj la reproduktiĝajn organojn. Tio povas manifestiĝi diversmaniere.

Kelkaj nesalakvaj planarioj havas geografiajn rasojn, al kiuj preskaŭ komplete mankas seksa reproduktiĝo, ili preskaŭ ekskluzive reproduktiĝas per dividiĝo, disduiĝo transversa. Tion oni povus nomi geografia sensekseco. Planario alpa (Planaria alpina) havas senseksan rason en Skandinavio kaj la plej norda parto de centra Eŭropo, parenca specio havas similan rason en la mediteranea regiono.

Geografian partenogenezon ni trovas ĉe konsiderinda nombro da krustuloj kaj insektoj. Ĉe tiuj specioj troviĝas do geografiaj rasoj konsistantaj el nur partenogenezaj inoj.

La hermafrodita tera snejlo (gastropodo) Agrolimako maldekstra (Agriolimax laevis) vivas ordinare en Eŭropo, norda Azio kaj Nord-Ameriko, kaj krome en historia tempo ĝi estas importita en tropikajn kaj subtropikajn landojn. Tie ĝi evoluigis novan subspecion, A. maldekstra sandviĉinsula (A. laevis sandwichiensis), kiu distingiĝas per reduktiĝo de peniso, tiel ke la animaloj ĉiam reproduktiĝas per memfekundigo.

La aksoloto, Amblistomo tigra (Amblystoma tigrinum), prezentas kion oni povus nomi geografia neotenio; iuj rasoj reproduktiĝas en la larva stadio, aliaj nur post la metamorfozo.

Ĉe kelkaj specioj de ranoj pli-malpli granda nombro de la inaj individuoj evoluas, tra intermeza hermafrodita stadio, al virbestoj. Tiaj rasoj povas esti karakterizaj por difinitaj geografiaj regionoj. La ordinara eŭropa rano, Rano tempia (Rana temporaria), aperas en tiaj rasoj en okcidenta kaj en parto de centra Eŭropo. Aliaj rasoj en centra eŭropo montras jam dum la metamorfozo grandan procentaĵon de evoluantoj de inoj tra hermafrodita stadio al virbestoj, dum la rasoj en la Alpoj kaj sude de la Baltika maro montras normalan evoluon de la du seksoj.

La esploroj de Richard Goldschmidt pri la lepidoptero Limantrio nepara (Lymantria dispar) malkovris fortan geografian variadon de kaj fizologiaj kaj morfologiaj karakteroj. Ĉiu karaktero varias sendepende de la aliaj karakteroj. Rilate la reproduktiĝan fiziologion li trovis malegale "fortajn" rasojn, tiel ke kruciĝoj inter diversaj rasoj rezultigis pli-malpli grandan procentaĵon da individuoj montrantaj ĉiajn transirajn stadiojn de unu sekso al la alia.

Ĉe multaj specioj de insektoj ni konas geografiajn rasojn kun karakterizaj strukturoj de la kopulaciaj organoj (la peniso de la virbesto, ofte ankaŭ la burso kopulacia de la ino). Cetere tiaj rasoj povas esti tute egalaj, aŭ ili povas diferenci morfologie. Se la menciitaj organoj estas tiom malegalaj, ke ili malhelpas kruciĝon inter la rasoj, multaj entomologoj konsideras ilin apartaj specioj. La konsekvenco de tio estus, ke ankaŭ la geografia sensekseco kaj la geogrqafia partenogenezo rezultigas apartajn speciojn, ĉar ja ankaŭ tiuj fenomenoj malhelpas kruciĝon. Pli praktike eble estus doni al la nocio "specio" tian amplekson, ke ni en ĉiuj ĉi tiuj okazoj parolas pri geografiaj rasoj, kiuj distingiĝas unu de la alia per seksa izoliĝo.

La evoluo de geografiaj rasoj havas proksimajn rilatojn al la diversaj formoj de izoliĝo, kiuj pli-malpli efike izolas novajn heredajn ecojn. La izoliĝo povas ŝuldiĝi al la individuo mem. Aŭ ĝi povas iel malfaciligi aŭ malhelpi kruciĝon inter la rasoj, au ĝi povas rezultigi nenormalan evoluon de la idaro. Kompreneble la izoliĝo povas havi ankaŭ pure geografian karakteron. Ofte geografiaj rasoj estas izolitaj unu de la alia simple per aliaj rasoj de la sama specio.

La geografiaj rasoj donis al la zoologoj grandan kaj malfacilan laborkampon. Ĉiu plurforma specio prezentas apartajn, pli-malpli komplikitajn problemojn. Specio, kiun ni aparte bone konas rilate kaj la distribuon kaj la ecojn de ĝiaj rasoj, estas tiu, kiun ni mem reprezentas, Homo saĝa (Homo sapiens). Ĝiaj geografiaj rasoj distingiĝas per haŭtkoloro kaj per multaj aliaj ecoj. Sed ankaŭ en ĉi tiu okazo mankas multo por ke ni havu veran komprenon pri la evolu-historio de la rasoj.

# BIBLIOGRAFIO

Ekman, Sven :Zoogeography of the Sea. Sidgwick and Jackson Ltd., London, 1953. (Lingvo: angla)

Ekman, Sven :Tiergeographie des Meeres. Akademische Verlagsgesellschaft M.B.H., Leipzig, 1935. (Lingvo: germana)

Hesse, Richard :Tiergeographie auf ökologischer Grundlage. Gustav Fischer, Jena, 1924. (Lingvo: germana)

Illies, Joachim :Introduction to Zoogeography. Macmillan, London, 1974.(Lingvo: angla)

Lattin, G. de :Grundriss der Zoogeographie. Gustav Fischer Verlag, Stuttgart,1967. (Lingvo: germana)

Lemée, G. :Précis de biogéographie. Paris, 1967. (Lingvo: franca)

Müller, Paul :Aspects of Zoogeography. Dr. W. Junk b.v., Publishers, The Hague, 1974. (Lingvo: angla)

Pehrson, T. :Djurgeografi. Bonniers, Stockholm, 1955. (Lingvo: sveda)

Sedlag, U. :Die Tierwelt der Erde. Urania-Verlag, Leipzig, 1972. (Lingvo: germana)

Stöp-Bowitz, C. :Areoj de animaloj, ilia determinado kaj fluktuado. Scienca Revuo, Vol. 25, nro l. Beograd, 1974. (Lingvo: Esperanto)

Ökland, F.:Generell dyregeografi. H. Aschehoug & Co., Oslo, 1955. (Lingvo: norvega)

"SUK-Kursotekstoj" - KT 19 en la SOMERAJ UNIVERSITATAJ KURSOJ, Antverpeno, 1976,

SOMERAJ UNIVERSITATAJ KURSOJ, Asocio de profita celo, Boite Postale 9, B-4000 Liege 3, Belgio. Association sans but lucratif, Dépot légal - Laŭleĝe registrita sub la numero: D/1976/1876/3

Apartajn dankojn al la kunlaborantoj de la preparo de la elektronika versio:

- Dorogi Gáborné, Viktória (teksto, tajpado)
- Horváth Kata (lektoro, faka kontrolo)
- Vári Csilla (bildoj)
- Szilvási László (ĝenerala kunagordado, redaktado)