

КОНЗЕРВАЦИОНА БИОГЕОГРАФИЈА – САВРЕМЕНИ НАУЧНИ ДОПРИНОС БИОГЕОГРАФИЈЕ УНАПРЕЂЕЊУ ЗАШТИТЕ ПРИРОДЕ

Извод: У савременом периоду јасно је изражена потреба за применом теоријских биогеографских достигнућа у унапређењу стања биодиверзитета и заштити природе. Концептуалне основе конзервационе биогеографије за полазни теоријски модел имају разматрање веза између фундаменталних биогеографских законитости и потреба за њиховом применом у заштити природе, на основу проучавања биогеографије изолованих ареала. Рад би требало да укаже на разлике између просторне и функционалне изолованости и импликација које та стања могу произвести на стабилност популација и врста. У контексту потребе за применом теорије на заштиту биодиверзитета и природе, потребно је разматрати не само процесе који зависе искључиво од природних фактора, већ и оне који имају свој узрок у низу поремећаја насталим под утицајем антропогеног фактора, као што су фрагментација станишта, климатски поремећаји или биотичка хомогенизација.

Кључне речи: конзервациона биогеографија, острвска биогеографија, биодиверзитет, заштита природе, фрагментација станишта.

Уводна разматрања о конзервационој биогеографији

Примењеним аспектом биогеографије чија се научна истраживања остварују под окриљем конзервационе биогеографије, обезбеђује се актуелан научни приступ заштити природе. Конзервациона биогеографија дефинисана као научна дисциплина чији је предмет проучавања заснован на примени биогеографских принципа, теорија и анализа које разматрају динамику размештаја јединки, врста и популацијских таксона у складу са проблемима који се односе на заштиту и унапређење биодиверзитета, у условима савремених процеса модификације биосфере, представља област истраживања и примене чија ће достигнућа тек бити афирмисана. Иако је издвојена у самосталну научну дисциплину тек 2003. године на I Конференцији међународног биогеографског друштва (IBS), основе на којима почивају њени методолошки постулати имају своје упориште још међу класицима егзактне биогеографске мисли, посебно у теоријама острвске биогеографије и еквилибријума (Arrhenius, O., 1921; Preston, F.W., 1960, 1962; MacArthur, R. and Wilson, E., 1963, 1967).

Предмет проучавања и методолошка апаратура конзервационе биогеографије уско су повезани са биогеографијом, конзервационом биологијом и заштитом природе. Примена биогеографских научних достигнућа и резултата истраживања у заштити природе, ослања се и на предеоно-еколошки приступ, користећи импликације научних дисциплина као што су предеона екологија и макроекологија на унапређење и адекватно спровођење поступака за управљање природним ресурсима, односно заштити природе (Xiuzhen, L. and Ülo, M., 2009; Kent, M., 2005, 2007).

Како је код многих аутора присутан став да је у основи заштите природе пре свега антропоцентрично поимање природних вредности (Huggett, R.J., 1998; Spellerberg, I.F. and Sawyer, J.W.D., 1999; Trudgill, S., 2001), које се усмерава ка очувању њихове ресурсне одрживости и унапређењу, онда је извесно да су теоријска и примењена истраживања конзервационе биогеографије подударна са заштитом

природе само у оним елементима који за своју основу имају просторну и временску динамику проучавања биотичких ентитета и њихових заједница (Jepson, P. and Canney, S., 2001; Whittaker, R.J. *et al.*, 2005). Ипак, објективно анализирано, суштина заштите природе се у потпуности реализује интегрисањем најмање два, само на први поглед супротстављена аспекта. Прво, заштитом природе се биотичким ресурсима омогућава динамичка развојност у укупној интегралности и комплексности природних процеса. И друго, у заштиту природе се уводи низ мера и активности управљања у циљу успостављања потенцијално оптималног стања заштићеног простора на основу планских интервенција.¹

Овим радом биће указано на основне методолошке поставке конзервационе биогеографије, али и на могућности и предности њихове примене у условима постојања све интензивнијих и разноврснијих антропогених притисака на биосферу и свеукупну разноликост њених ентитета.

Методолошке основе конзервационе биогеографије

Неограничена варијабилност величина географских ареала, као комплексних интеракција између суштинских биотичких атрибута организма, њихових демографских особености, адаптација на услове животне средине и потреба за дисперзијом, али и свих абиотичких параметара чије промене у простору и времену ограничавају дистрибуцију и богатство врста, представљала је интригантну поље проучавања у циљу исказивања квантитативног односа између величине ареала и распрострањења врста, које датира још од Аренијуса (Arrhenius, O., 1921). На основу његовог модела Престон (Preston, F.W., 1960, 1962) уводи у биогеографску теорију тзв. модел степенасте расподеле, чији математички исказ има следећи облик:

$$S = cA^z$$

или

$$\log S = c + z (\log A)$$

где су:

S – број врста,

c – константа (зависи од природе таксона, биогеографског региона, степена изолованости и густине популације таксона),

A – величина ареала, и

z – величина нагиба у логаритамском простору (тј. брзина промене нагиба са порастом површине). Нагиб је линеаран за вредност $z = 1$, растући за $z > 1$ и опадајући за $z < 1$.

Теоријска и математичка разматрања односа распрострањеност врста - величина ареала актуелна су и деценијама потом. Међу бројним ауторима присутна је сагласност да број врста расте са повећањем величине ареала, али су тумачења узрочности таквог процеса различита. Тако, између осталих, Шајнер (Scheiner, S.M., 2003) сматра да је повећање хетерогености станишта унутар ареала, са порастом његове величине, неминовна последица повећања димензија ареала. Међутим, у разматрањима је присутна и дилема о постојању коначних вредности максималног

¹ Активности управљања и планирања у заштити природе део су система интегралног управљања еколошким проблемима. Управљање еколошким проблемима је веома комплексно, то је процес који стално траје и подразумева континуирано решавање проблема (нови стално искресвају), а не фиксно стање (Миљановић, Д., 2007). У тексту који следи, указаћемо да је несагледавање динамичке компоненте биогеографских истраживања често и пресудан недостатак у адекватној заштити природе, која је нужно повезана и са друштвено организованим, на научним основама, системом управљања.

броја врста у неком ареалу и коначних димензија величине ареала врста (Lomolino, M., 2001). Не смемо занемарити чињеницу, да је поред процеса повећања величине ареала који омогућава и повећања броја врста, у природи присутан и супротан процес. Са смањењем величине ареала, појављује се и логична последица смањења бројности врста (Gray, J.S., *et al.*, 2004). Ове констатације су од изузетног значаја у контексту апликативности конзервационе биоеографије ка одређивању оптималне величине заштићених природних добара.

Из окриља биоеографије током 60-их година двадесетог века издвојила се острвска биоеографија, дисциплина чији примењени аспект има у многим концепцијама заштите природе фундаменталну позицију. Основа теорије острвске биоеографије почива на једноставном принципу. Распрострањеност таксона условљена је њиховом дисперзијом у односу на центар порекла. Као покретачи дисперзионих кретања од центра порекла врста, препознати су биолошки процеси – адаптација, селекција и компетиција. Међутим, варијације у богатству врста током времена на одређеном изолованом станишту (реалном или функционалном острву) не могу се објаснити искључиво еволуцијом, иако је то процес од неприкосновеног значаја на нивоу формирања изворишта врста (MacArthur, R. and Wilson, E., 1963, 1967). Острвска биоеографија начелно не разматра ниједан динамички и спољашњи абиотички историјски процес као пресудан за појаву и стабилност изолације постојећих таксона и популација. У изворном облику, теорија острвске биоеографије је статична и омогућава разумевање законитости настањености изолованих станишта само на основу процеса имиграције и ишчезавања. Иако супротни по својој суштини, процеси насељавања и ишчезавања врста са изолованих станишта, временски се допуњују и понављају и стварају равнотежне односе на самом станишту.

Међутим, на основу вишедеценијске теоријске разраде и практичне примене ових теоријских постулата, бројни аутори су сагласни у дефинисању одређених ограничења (Fox, B.J. and Fox, M.D., 2000; Lomolino, M., 2000; Ward, S.A. and Thorton, I.W.B., 2000; Whittaker, R.J., 2000). Наиме, (а) теорија је неутрална према типу таксона, тј. применљива је и једнака за све врсте чиме се игнорише потенцијална улога специфичних реакција између њих; са таквим приступом ретке и ендемичне врсте бивају неравноправно изједначене са космополитским; (б) претпоставља се хомогеност станишта и имиграционих филтера; (в) тек са проширењем теорије на просторној и временској скали, могуће је увести додатне параметре, нпр. абиотичке поремећаје (геолошке или климатске природе) или антропогене интервенције које могу утицати на брзину одвијања процеса имиграције и ишчезавања.

Како истиче Ломолино (Lomolino, M., 2001), у основи односа бројност врста – величина ареала налазе се две релације: (а) богатство врста расте са порастом величине станишта и (б) брзина повећања бројности и разноврсности врста на станишту се смањује што је већа површина изолата. На основу ових релација, могуће је вршити процену биотичке вредности већ установљеног или будућег заштићеног природног добра, односно пројектовати могуће осиромашење биолошке разноврсности услед антропогених притисака на проучавани простор.

На основу претходног, без сумње је могуће закључити да је величина ареала (посебно „острвског”) битан елемент у истраживањима конзервационе биоеографије. Већ наведена истраживања Макартура и Вилсона, потом и Дајмонда (MacArthur, R. and Wilson, E., 1963, 1967; Diamond, J.M., 1975) показала су на основу детаљних математичких модела да „острва” већих површина имају и бројније могућности за стварање рефугијума, услове за формирање станишта за врсте са већим потребама животног простора, да прихватају већи диверзитет имиграната и обезбеђују разноврснију интерну географску изолацију. Сагласно са Ломолиновим ставом (Lomolino, M., 2001), истичемо да један од најзначајнијих односа у природи бројност

врста – ареал не садржи у својој основи само један доминантан биогеографски фактор, већ је та релација резултанта комбинације конвергентних утицаја.

Из теорије острвске биогеографије, проистекао је и математички исказ модела еквилибријума (равнотеже) који се дефинише као „стање у којем је брзина морталитета индивидуа једнака брзини рађања, или је то стање где брзина ишчежавања врста одговара брзини имиграције нових врста” (McArthur, R. and Wilson, E., 1963, 1967). Теорија еквилибријума имлицира закључке да већа „острва” имају више врста јер се на њима може наћи и већи број станишта, изолованија острва имају мањи број врста, и коначно, на стаништима острвског типа присутна је флукуација врста, односно врсте колонизатори замењују врсте које ишчежавају. Суштински, али и на основу теорије еквилибријума, „природни” или непоремећени ареали налазе се у стању равнотеже или природног флукса. Самим тим, утврђивање законитости флукса (протока) у природи је кључна одредница за њено проучавање и разумевање. Ипак, потенцирање познавања величине просторне компоненте ареала врста не би требало да искључи из методолошких приступа конзервационе биогеографије и проучавање виталних параметара популација врсте. Према Витакеру (Whittaker, R.J., 1998), значајно је установити колико је јединки исте врсте довољно да се обезбеди опстанак последње, изоловане популације врсте тј. који је то минимум популације који обезбеђује њен опстанак.

Антропогени притисци на биосферу и конзервациона биогеографија

Са непрестаним одвијањем бројних осцилација у свим елементима животне средине, појављује се и дугачак низ одговора биотичких ентитета и екосистема на њих. У зависности од врсте поремећаја, узрока њиховог настанка, интензитета и дужине деловања, манифестоваће се разнолике реакције на просторну и функционалну стабилност биодиверзитета. Актуелност приступа препознавања основних фактора који могу довести до смањења биодиверзитета могуће је дефинисати и акронимом HIPPO изведеним из почетних слова следећих речи енглеског језика: (H) *habitat alteration* (измене/промене станишта), (I) *invasive species* (инвазивне, алохтоне врсте), (P) *pollution* (загађивање), (P) *population growth* (популациони раст врсте *Homo sapiens*), (O) *overexploitation* (претерана експлоатација) (Радовић, И., 2005). Поред наведених процеса и активности, у основне савремене факторе нарушавања биодиверзитета чије деловање је подстакнуто антропогеним утицајима, сигурно можемо убројити и фрагментацију станишта, климатске промене, али и биотичку хомогенизацију.

Фрагменте биотичких заједница и њихова станишта често поистовећујемо са острвима која се налазе у окружењу другачијих екосистемских особености. Услови којима се окружујућа средина одликује, отежавају процес дисперзије бројних таксона између фрагмената, њихову комуникацију (физичку и функционалну) и поспешују процес инсуларизације тј. изолованости. Процес фрагментације један је од узрока и појава савремених, континенталних ишчежавања врста.

Разматрањем релација успостављених између процеса фрагментације станишта и способности популација да опстану без опасности од ишчежавања на таквим инсуларним стаништима, неопходно је уочити дистинкцију између њихове просторне и функционалне изолованости. Уколико популације, без обзира на њихову величину, одликује изражена неспособност да одржавају везе са другим популацијама исте врсте, оне ће највероватније тежити ка нестанку из фрагмената станишта, при чему се та вероватноћа повећава са смањењем величине фрагмента. Валтер (Walter, H.S., 2004) у контексту неминовног исхода тог процеса и могућности да се мерама заштите постигне његово одлагање, уводи појам тзв. „терминалног нивоа последњих трагова”.

Идентификацијом поменутог нивоа који се налази између стања фрагментације и ишчезавања, приоритетним активностима заштите уводи се могућност преласка из фазе географских и функционалних изолата у равнотежна станишта „острвског” типа.

Извесно је да губитак станишта услед фрагментације може довести до нестанка врста, посебно ако су оне ретке, али и да ће повећати вероватноћу ишчезнућа преосталих врста чије ће популације бити редуковане по величини (Shafer, C.L., 1990). Фрагментација станишта поред претходних последица, изазива општи поремећај у просторном обухвату еколошких и екосистемских процеса, поремећаје композиције врста и структуре заједница, у популационој динамици, понашању, навикама при размножавању, и наравно индивидуалној кондицији врста.

Према Витакеру (Whittaker, R.J., 1998) фрагментација станишта може чак довести до презасићења врстама неких његових делова, а на основу тога због нарушеног односа равнотеже између процеса имиграције и ишчезавања, такође може доћи до екстинкције врста чак иако су оне заштићене. Занимљиво је да Валтер (Walter, H.S., 2004) чак и националне паркове, резервате природе и друга заштићена природна добра посматра као фрагменте или „последње трагове” у функционалном контексту. Сагласна претходном је и констатација да чак и врсте које су *in situ* заштићене могу подлећи процесу екстинкције, услед тога што формирају редуковане ареале (Whittaker, R.J., 1998). Истраживања Њумарка (Newmark, W.D., 1995) о примерима ишчезавања врста (посебно крупних сисара) унутар националних паркова на западу САД-а, потврђују претходну тезу, и узорци таквих појава се објашњавају као резултат модификација или губитка станишта, недостатка контроле предатора, али можда и случајних догађаја (унутар и ван заштићеног простора).

Међутим, изолација станишта не испољава увек своја својства у негативном контексту. Наиме, некада је изолација станишта једини начин да врсте преживе и тада се фрагментација предеоног елемента и станишта унутар њега, указује као предност. У случајевима када су патогени узрочници и епидемије поремећаји који угрожавају стабилност и опстанак најчешће карниворних врста, изолација може имати заштитну, тј. санитарну улогу при спречавању преношења патогеног узрочника (Channell, R. and Lomolino, M. 2000b).

Последњих деценија, у средишту не само научног, већ и интересовања јавности, издвајају се и два водећа проблема у савременим климатским флукуацијама. Проблеми повећања концентрација CO_2 и оштећења озонског омотача Земље, најчешће се и у научној јавности повезује са деловањем антропогеног фактора.

Познато је да повећање концентрација CO_2 у атмосфери, али и других гасова који генеришу ефекат стаклене баште оставља последице на стање животне средине. Међутим, штавише, постоје поуздани научни докази да раст концентрације CO_2 има позитивне ефекте на раст биљака и животињски свет на Земљи. То се може закључити и на основу прегледа резултата истраживања у Аустралији, да шумски прираст постаје већи за 2,4% са двоструким повећањем концентрација атмосферског CO_2 , али је његов раст ипак ограничен и то захваљујући недостатку потребних минералних материја у педолошкој подлози (Дуцић, В. и Ђурђић, С., 2003). И оштећења озонског омотача могу бити узрок потенцијалних негативних биолошких манифестација насталих због промена у UV-B спектру. Оне се сем на здравље становништва, могу одразити и на промене у расту културних биљака, шумских екосистема, али и на производњу кисеоника у моринским екосистемима (Дуцић, В. и Ђурђић, С., 2005).

Како ће према по прогнози IPCC-а, магнитуда климатских промена бити узрок знатне редуције биолошког диверзитета у многим географским регионима и типовима станишта, као посебно осетљива издвајају се станишта „острвског” типа и врсте које их настајују. Она станишта која немају могућности да буду реколонизована биће изузетно осетљива на те промене, посебно ендемичне врсте које

их настањују, али чак и оне врсте које и поред релативне отпорности немају дугачак животни и генерацијски век. На основу резултата истраживања које су објавили Дуцић и Ђурђић (Дуцић, В. и Ђурђић, С., 2003), може се констатовати да глобална емисија CO₂ успорава, да прираштај опада и да ће ако се тај тренд настави, свој максимум достићи 2014. године након чега ће емисија практично почети да опада. На основу тога, извесно је проблем емисије CO₂ предимензиониран и да се екоалармистичким виђењима мора приступити селективно.

Конзервациона биоегеографија користи предности примене бројних математичко-статистичких метода при изради прогноза и пројекција трендова промена биодиверзитета у односу на различите климатске параметре. Посебно су илустративни резултати вишепараметарског моделовања које је извршила група аутора предвођена Арауџом (Арауџо, М., *et al.*, 2004) како би анализирали утицај будућих климатских промена на селекцију система заштићених природних добара на основу узорка распрострањења 1.200 виших биљака Европе и седам климатских варијабли.² На основу детаљних математичких прорачуна и симулација аутори су утврдили да ће приближно 5% врста од анализираних броја изгубити свој климатогени ареал и да ће и поред актуелних стратегија на заштити, доћи до њиховог нестанка.

Око 2% врста и даље ће имати одговарајуће климатогене услове за опстанак, али се они неће просторно поклапати са садашњим ареалима. Да би опстале, ове врсте морају да установе нове стабилне ареале и да искористе своје способности за дисперзију. У контексту заштите природе, вероватно је да постојећи систем заштићених природних добара за њих неће бити адекватан. Охрабрујуће је да ће за чак 93% анализираних врста, постојећа мрежа резервата бити погодна и током будућег периода. Регионално анализирано, најугроженији простори пред потенцијалним будућим климатским променама су Јужна Европа (укључујући и планински систем Алпа) и Скандинавско полуострво, док необично одступање представља и степен угрожености територије Мађарске што се објашњава изразитим низијским карактером рељефа и хомогеношћу комплексних услова животне средине.

И последице које процес биотичке хомогенизације оставља на разноврсност живог света, предмет су истраживања конзервационе биоегеографије. Овим процесом се локалне биотичке вредности замењују оним на чије је распрострањење пресудан значај имао антропогени утицај. Са наступањем динамичке промене величине ареала аутохтоних и алохтоних врста, одређене врсте постају губитници, а друге победници у освајању животног простора. Врсте победнице имају способност добре адаптације на различите услове станишта. Оне не само што су у стању да избегну губитак животног простора, већ успешно развијају и способност његовог проширења. Према истраживањима Маккинија и Локвуда (McKinney, M. and Lockwood, J.L., 1999) око 2% глобалног диверзитета птица и 1% врста сисара, идентификовани су као успешно интродуковани у нове услове животне средине. Око 2% врста виших биљака познате су као успешне инвазивне коровске врсте, док је знатно већи проценат оних врста које су због економског значаја антропогеним интервенцијама (нпр. интензивном пољопривредом) прошириле свој ареал (Donald, P.F., and Evans, A.D., 2006).

Биотичка хомогенизација са своје три компоненте (хомогенизација гена, еколошка и таксономска) представља динамичан и комплексан процес, који на основу припадајућих приоритета биотичких догађаја и процеса у формирању изолованих

² У поменутом истраживању су коришћени подаци о просечним вредностима у периоду 1961-1990. за следеће параметре: годишња температура, температура најхладнијег месеца, годишња сума падавина, годишња зимска количина падавина, годишња летња количина падавина, годишњи број дана са температуром већом од 5°C, количник годишње актуелне евапотранспирације према годишњој потенцијалној евапотранспирацији). На основу моделовања извршене су њихове процене и за период 2021-2050. (Арауџо, М., *et al.*, 2004).

хоролошких и функционалних таксона и њихових популација, значај глобалног загревања, растућег загађења атмосфере, хидросфере и педосфере, своди на умеренији и мање алармантан ниво (Ebach, M.C., and Humphries, C.J., 2003; McKinney, M., 2009).

Допринос конзервационе биогеографије унапређењу заштите природе

Конзервациона биогеографија као синтезна и примењена научна дисциплина има за циљ да усмерава имплементирање стратегија заштите природе ка врстама, њиховим заједницама и стаништима, пре него што њихов положај у простору и бројност достигну вредности које се могу сматрати критичним, без обзира на узорке који су им претходили. Највећим делом заснована на теоријским достигнућима острвске биогеографије, конзервациона биогеографија има за циљ испитивање и избор оних теоријских биогеографских достигнућа која могу бити примењена баш ка очувању биотичких вредности и спречавању инциденције и ширења поремећаја (природних и антропогено изазваних) који нарушавају холистичку и биотичку равнотежу. Биогеографска истраживања имају своју јединствену перспективу и теоријско-методолошку основу, који уз валидне и актуелне податке имају одговарајућу и одговорну примену у заштити природе и биодиверзитета.

Традиционална примена основних биогеографских истраживања на заштиту природе, највише је експонирана при избору најоптималнијих величина и конфигурација заштићених простора. Експлицитни предлози за креирање специфичног геометријског облика заштићеног природног добра на основу познавања законитости успостављања равнотеже између процеса имиграције и ишчежавања, показали су се као недовољно савршени и универзални. Истовремено, међу теоретичарима и практичарима заштите природе постоји скоро униформна сагласност у ставовима да се најоптималнији облик заштите који располаже потенцијалом за остварење максималне сврсисходности, реализује кроз формирање система заштићених природних добара. У таквим системима, природни биотички процеси требало би да се одвијају уз минималну антропогену интервенцију. У савременој биогеографији се налази научни потенцијал који ће уз помоћ егзактне критеријумске методологије омогућити дефинисање минималне величине заштићених природних добара, али и њиховог облика, броја заштићених просторних целина и начина њихове повезаности. Ипак, потребно је констатовати да и просторно одвојена заштићена природна добра нехомогених региона појединачно могу подржавати опстанак различитих група врста и да се њиховом евентуалном агрегацијом не обезбеђује заштита, већ напротив подстиче функционална нестабилност. Могуће је да чак и у хомогеном простору одвојена заштићена природна добра могу сачувати и обезбедити опстанак већег броја врста, иако би неке од њих сигурно биле угрожене заштитом унутар само једног компактног заштићеног природног добра.

Како група аутора предвођена Р. Витакером (Whittaker, R.J., *et al.*, 2005) истиче, теорија острвске биогеографије није у могућности да нам да решење о распореду размештаја врста унутар фрагмената, што је један од суштинских проблема са којима се суочава пракса заштите природе. На основама тезе да у центру ареала размештаја неке врсте постоје оптимални услови за њен опстанак и да они опадају са повећањем удаљености, у теорији, а потом и пракси заштите природе, доминирао је став да ће највише шанси за дуготрајни опстанак имати врсте које се налазе најближе центру дистрибуције. Ова претпоставка је била водећа при планирању и развоју метода за квантитативну селекцију заштићених природних добара, при чему је фаворизирана заштита врста које се налазе унутар средишта њихове актуелне дистрибуције.

Супротан овом, актуелан је и приступ о размештају заштићених природних добара унутар зоне транзиције, јер ће на таквим локацијама адаптације врста на

промене у животном окружењу бити разноврсније и успешније. Међутим, на основу бројних научних анализа, утврђено је да су кључни утицаји на процес ишчезавања увек започињали од периферних популација, и да су најдуже опстајале популације које се налазе унутар историјског ареала размештаја (Whittaker, R.J., *et al.*, 2005).

Конзервациона биогеографија мора усмерити своја истраживања ка актуелној позицији врсте у арелу, без обзира да ли је она на централном или периферном месту у односу на извориште ареала. Теоријски је утврђено, а све чешће у пракси и потврђено, да су се са проширењем укључивања периферних делова ареала у процес заштите појавиле нове могућности за коришћење ових простора у сврхе реинтродукције, али и као простор за истраживање неоткривених популација угрожених врста (Channell, R., and Lomolino, M., 2000a, 2000b).

Сем хоролошке повезаности, нужно је у проучавањима конзервационе биогеографије непрестано разматрати и њену временску димензију. Временска условљеност биогеографских процеса води и ка истом аспекту у заштити природе.

Циљ заштите је свакако дугорочна еколошка стабилност простора и свих биотичких ентитета и њихових заједница. Искључиво уз континуирано праћење динамике промена унутар заштићених простора циљеви заштите и мере које се ка њиховој реализацији спроводе, могу бити у потпуности остварени.

Оправданост афирмације конзервационе биогеографије као нове дисциплине биогеографије, а самим тим интегрално и физичке географије, у процесима усмереним ка заштити природе, може се илустровати и на основу става Цимерера (Zimmerer, K.S., 2000) да је допринос географа заштити природе могуће остварити најмање на основу четири елемента у сваком поступку издвајања простора за заштиту. Наиме, неопходно је постојање саме територије издвојене за заштиту, њено зонирање, формирања граница заштите и успостављање разноликих и многоструких веза између елемената абиотичког и биотичког окружења и супротстављених процеса заштите и деградације простора. Најчешћи недостатак оваквог приступа је посматрање простора и појава и процеса који се у њему одвијају, као статичних и релативно хомогених категорија.

Закључна разматрања

Традиционална биогеографска научна достигнућа, у условима савременог развоја човечанства и све разноврснијих притисака на све друге форме живог света и њихова станишта, добијају нову, апликативнију димензију.

Ареали популација и врста подложни су процесима контракција и ширења. Њихову узрочност и свеprisутност у простору и времену покушавамо да објаснимо разнородним факторима. На бројним примерима је констатовано да се на одређеним маргиналним, периферним деловима ареала налазе једино преостала станишта на којима је могуће остварити опстанак популације, можда чак и последње за одређене врсте.³ Конзервациона биогеографија мора усмеравати своја истраживања ка актуелним положајима врста у арелу, уз константну опсервацију њихове динамике и сагледавање узрочности тих промена. Иако су чврсто у основи конзервационе биогеографије уткани постулати острвске биогеографије, који се одликују неутралношћу у односу на конкретне специјске особености и захтеве, примењени аспект на заштиту биодиверзитета и природе морао би да обухвати уважавање свих конкретних аутоколошких, али и синеколошких одлика врста и њихових заједница

³ Резултати истраживања Ломолина и Ченела (Lomolino, M., and Channell, R., 1998) показују да се угрожене врсте као што су калифорнијски кондор (*Gymnogyps californianus*), гуамска млакара (*Gallirallus owstoni*), црвени вулк (*Canis rufus*) или једна врста ласице (*Mustela nigripes*) данас налазе на периферији њихових историјских ареала на територији Северне Америке.

на специфичном простору који ће бити предмет заштите. Показало се такође, да само применом теорије острвске биогеографије не можемо добити решење свих одговора на питања размештаја врста унутар фрагмената ареала, што је један од суштинских проблема са којим се суочава пракса заштите природе. Вишезначни одговори на то питање сигурно су један од највећих изазова који је актуелан у контексту већ формулисаних истраживачких проблема конзервационе биогеографије. Проналажење решења на превазилажењу проблема функционалне изолованости који неминовно током времена форсира процес ишчезавања врста, представља још један незаобилазан задатак који у својим истраживањима апострофира ова научна дисциплина.

Литература

- Araújo, M.B., Cabeza, M., Thuiller, W., Hannah, L., Williams, P.H. (2004). Would climate change drive species out of reserves? An assessment of existing reserve-selection methods. *Global Change Biology*, 10, 1619-1626.
- Arrhenius, O. (1921). Species and area. *Journal of Ecology*, 9, 95-99.
- Channell, R. and Lomolino, M.V. (2000a). Dynamic biogeography and conservation of endangered species. *Nature*, vol. 403, 84-86.
- Channell, R. and Lomolino, M.V. (2000b). Trajectories to extinction: spatial dynamics of the contraction of geographical ranges. *Journal of Biogeography*, 27, 169-179.
- Diamond, J.M. (1975). The island dilemma: lessons of modern biogeographic studies for the design of natural reserves. *Biological Conservation*, 7, 129-146.
- Donald, P.F. and Evans, A.D. (2006). Habitat connectivity and matrix restoration: the wider implications of agri-environment schemes. *Journal of Applied Ecology*, 43, 209-218.
- Дуцић, В. и Ђурђић, С. (2003). Емисија угљен-диоксида; пројекције и ограничења са критичким освртом на Кјото протокол. *Зборник радова Географског факултета*, LI, 65-88.
- Дуцић, В. и Ђурђић, С. (2005). Стање и динамика озонског омотача Земље са освртом на Монреалски протокол. *Гласник Српског географског друштва*, LXXXV, (1), 49-56.
- Ebach, M.C. and Humphries, C.J. (2003). Ontology of biogeography. *Journal of Biogeography*, 30, 959-962.
- Fox, B.J. and Fox, M.D. (2000). Factors determining mammal species richness on habitat islands and isolates: habitat diversity, disturbance, species interactions and guild assembly rules. *Global Ecology & Biogeography*, 9, 19-37.
- Gray, J.S., Ugland, K.I. and Lambshead, J. (2004). On species accumulation and species-area curves. *Global Ecology and Biogeography*, 13, 567-568.
- Hugggett, R.J. (1998). *Fundamentals of Biogeography*. Routledge Fundamentals of Physical Geography, Routledge, London & New York, 1-261.
- Jepson, P. and Canney, S. (2001). Biodiversity hotspots: hot for what? *Global Ecology & Biogeography*, 10, 225-227.
- Kent, M. (2005). Biogeography and macroecology. *Progress in Physical Geography*, 29, 2, 256-264.
- Kent, M. (2007). Biogeography and macroecology: now a significant component of physical geography. *Progress in Physical Geography*, 31, 6, 643-657.
- Lomolino, M., and Channell, R., (1998). Range collapse, re-introductions and biogeographic guidelines for conservation. *Conservation Biology*, 12 (2), 481-484.
- Lomolino, M.V. (2000). A call for a new paradigm of island biogeography. *Global Ecology & Biogeography*, 9, 1-6.
- Lomolino, M.V. (2001). The species-area relationship: new challenges for an old pattern. *Progress in Physical Geography*, 25, 1, 1-21.
- MacArthur, R. and Wilson, E. (1963). An equilibrium theory of insular zoogeography. *Evolution*, 17, 373-387.
- MacArthur, R. and Wilson, E. (1967). *The theory of island biogeography*, Princeton University Press, Princeton, New Jersey, 1-204.
- McKinney, M. and Lockwood, J.L. (1999). Biotic homogenization: a few winners replacing many losers in the next mass extinction. *Trends in Ecology and Evolution*, 14, 450-453.
- McKinney, M. (2008). Do humans homogenize or differentiate biotas? It depends. *Journal of Biogeography*, 35, 1960-1961.
- Миљановић, Д. (2007). Комплексност еколошких проблема – теоријско-методолошка разматрања. *Гласник Српског географског друштва*, LXXXVII, (2), 187-198.
- Newmark, W.D. (1995). Extinction of mammal populations in Western North American National Parks. *Conservation Biology*, 9 (3), 512-526.
- Preston, F.W. (1960). Time and space and the variation of species. *Ecology*, 41, 485-790.
- Preston, F.W. (1962). The canonical distribution of commonness and rarity, parts 1 and 2. *Ecology*, 43, 185-215, 410-432.
- Радовић, И. (2005). Развој идеје о значају и потреби заштите биодиверзитета. У: *Зборник радова са научног скупа „Биодиверзитет на почетку новог миленијума”*, САНУ, научни скупови, књига CXI, Одељење хемијских и биолошких наука, књига 2, Београд, 17-52.

- Scheiner, S. M. (2003). Six types of species-area curves, *Global Ecology & Biogeography*, 12, 441-447.
- Shafer, C.L. (1990). *Nature Reserves*, Smithsonian Institution Press, Washington, London, 1-189.
- Spellerberg, I.F. and Sawyer, J.W.D. (1999). *An Introduction to Applied Biogeography*. Cambridge University Press, Cambridge, 1-243.
- Trudgill, S. (2001). Psychobiogeography: meaning of nature and motivations for a democratized conservation ethic. *Journal of Biogeography*, 28, 677-698.
- Walter, H.S. (2004). The mismeasure of islands: implications for biogeographical theory and the conservation of nature. *Journal of Biogeography*, 31, 177-197.
- Ward, S.A. and Thornton, I.W.B. (1998). Equilibrium theory and alternative stable equilibria. *Journal of Biogeography*, 25, 615-622.
- Whittaker, R.J. (1998). *Island Biogeography*, Oxford University Press, Oxford, New York, Tokyo, 1-285.
- Whittaker, R.J. (2000). Scale, succession and complexity in island biogeography: are we asking the right question? *Global Ecology & Biogeography*, 9, 75-85.
- Whittaker, R.J., Araújo, M.B., Jepson, P., Ladle R.J., Watson, J.E.M. and Willis K.J. (2005). Conservation biogeography: assessment and prospect. *Diversity and Distributions*, 11, 3-23.
- Xiuzhen, L. and Ülo, M. (2009). Future options in landscape ecology: development and research. *Progress in Physical Geography*, 33 (1), 31-48.
- Zimmerer, K.S. (2000). The reworking of conservation geographies: nonequilibrium landscapes and nature-society hybrids. *Annals of the Association of American Geographers*, 90(2), 356-369.

SNEŽANA ĐURĐIĆ¹

CONSERVATION BIOGEOGRAPHY – THE MODERN SCIENTIFIC CONTRIBUTION OF BIOGEOGRAPHY TO THE IMPROVEMENT OF NATURE CONSERVATION

Abstract: In present times, there is a clear and growing need for applying theoretical biogeographic achievements in improving the state of biodiversity and conservation. Conceptual principles of conservation biogeography take the research into the relationship between fundamental biogeographic principles and the need for their appliance in nature conservation as the basic theory model, based upon biogeographic studies of isolated ranges. This paper is meant to point out the differences between spatial and functional isolation and the effects these have on the stability of populations and species. In light of this need to apply theories in biodiversity and nature conservation, it is important to research not only the processes that depend solely upon natural factors, but also those that are caused by a number of human-induced changes, e.g. habitat fragmentation, climate change or biotic homogenization.

Key words: conservation biogeography, island biogeography, biodiversity, nature conservation, habitat fragmentation.

An introductory review of conservation biogeography

The practical aspect of biogeography, which is realized through the studies of conservation biogeography, enables a modern scientific approach to nature conservation. Conservation biogeography, defined as a science that deals with the application of biogeographic principles, theories and analysis that examine the dynamics of individual, species and population taxa distribution, in respect to biodiversity conservation and improvement in the current conditions of biosphere modification, represents an area of research with achievements that are yet to be acknowledged. Even though it was defined as an individual science as recently as 2003 during the I Conference of the International Biogeography Society (IBS), the foundations on which its methodological principles rest stem from the classics of exact biogeographic thought, especially the theories of island biogeography and equilibrium (Arrhenius, O., 1921; Preston, F.W., 1960, 1962; MacArthur, R. and Wilson, E., 1963, 1967).

The main subject of research and methodology of conservation biogeography are closely tied to biogeography, conservation biology and nature conservation. The application of biogeographic scientific achievements and research results in nature conservation rests on the landscape ecological approach as well, using results from sciences such as landscape ecology and macroecology in the improvement and proper management of natural resources and nature conservation (Xiuzhen, L. and Ūlo, M., 2009; Kent, M., 2005, 2007).

Since many authors support the view that the anthropocentric understanding of natural resources is at the root of nature conservation (Huggett, R.J., 1998; Spellerberg, I.F. and Sawyer, J.W.D., 1999; Trudgill, S., 2001), which implies it is paramount to maintain their sustainability and improvement, then we can conclude that the theoretical and practical research of conservation biogeography is concurrent with nature conservation only in those elements that have spatial and time dynamics of biotic entities and their communities at their core (Jepson, P. and Canney, S., 2001; Whittaker, R.J. *et al.*, 2005). However, if we take an objective approach, the essence of nature conservation can be achieved by integrating at least two seemingly conflicting aspects. Firstly, by conserving nature, biotic resources are allowed to develop in full integrity and complexity of natural processes. Secondly, we can

¹ Dr Snežana Đurđić, assistant, Faculty of Geography, Studentski trg 3/3, Belgrade.

introduce a number of measures and management activities into nature conservation in order to achieve a potentially optimum state of a protected area based on planned interventions.²

This paper will point out basic methodological principles of conservation biogeography, as same as options and advantages of their application in the existence conditions of more intensive and various human pressures on the biosphere and overall diversity of its entities.

Methodological principles of conservation biogeography

The unlimited variability of geographic range sizes, as complex interactions between the basic biotic attributes of organisms, their demographic aspects, adaptations to environmental conditions and dispersion needs, as well as all abiotic parameters, and their variability in space and time which limit distribution and diversity of species, presented an intriguing field of study aimed at expressing the quantitative relationship between range size and distribution of species, which dates back to Arrhenius (Arrhenius, O., 1921). Using his model, Preston (Preston, F.W., 1960, 1962) introduces the so called power distribution model into biogeographic theory, contained in the following formula:

$$S = cA^z$$

or

$$\log S = c + z (\log A)$$

symbols stand for:

S – number of species,

c – constant (depends on the nature of taxa, biogeographic region, degree of isolation and population density of taxa),

A – range size, and

z – measure of inclination (slope) in logarithmic space (i.e. the rate of slope change depending on the increase of area size). The slope is linear for value $z = 1$, increasing for $z > 1$ and decreasing for $z < 1$.

Theoretical and mathematical exploration of the relationship between the distribution of species and range size has been a topic for decades since. There is accordance among numerous authors that the number of species rises with the increase in range size, but there are different opinions about what causes this. Among others, Scheiner (Scheiner, S.M., 2003) believes that an increase in habitat diversity within a range, concurrent with the increase of range size, is an inevitable consequence of range dimensions. However, there is a dilemma concerning the maximum number of species within an area and the finite dimensions of range sizes (Lomolino, M., 2001). We must not forget the fact that beside the increase of species numbers which is caused by the increase in range size, there is also an opposite process occurring in nature. With the decrease of range size, there is also a logical decrease in the number of species (Gray, J.S., *et al.*, 2004). These statements are of great importance regarding the application of conservation biogeography in determining an optimum size of protected natural areas.

² The activities and planning in nature conservation are a part of the integral system of ecological problem management. Ecological problem management is very complex, it is an on-going process and involves constant problem solving (new ones show up all the time), it is not a fixed state (Миљановић Д., 2007.). In the following text, we will show that the failure to recognise the dynamic components of biogeographic research is often the main problem in nature conservation, which, in turn, is closely tied to the socially organised, scientifically founded, system of management.

Island biogeography came out of biogeography during the 1960s, it is a branch of biogeography which has a fundamentally important role in many concepts of conservation. The basic theory of island biogeography rests upon a simple principle. The distribution of taxa is determined by their dispersion in relation to the center of origin. As the catalyst of dispersion movements from the center of origin, certain biological processes are recognized – adaptation, selection and competition. However, the variations in species diversity over time in a particular isolated habitat (an actual or functional island) cannot be explained solely by evolution, even though it is a paramount process in the forming of species origins (MacArthur, R. and Wilson, E., 1963, 1967). Island biogeography nominally does not regard any dynamic and external abiotic historical process as decisive in the occurrence and stability of the isolation of existing taxa and populations. In its original form, the theory of island biogeography is static and regards the laws of island populations only through the processes of immigration and extinction. Even though these are opposite processes, immigration and extinction in isolated habitats create a balance in this habitat over time.

However, after a decades-long work on theories and the practical application of these theoretical principles, numerous authors agree in defining certain limitations (Fox, B.J. and Fox, M.D., 2000; Lomolino, M., 2000; Ward, S.A. and Thorton, I.W.B., 2000; Whittaker, R.J., 2000). Namely, a) theory is neutral to the type of taxa, i.e. applicable and equal for all species, which ignores the potential role of the specific interactions between them; with this approach, rare or endemic species are wrongly treated the same as cosmopolitan ones; b) a homogeneity of habitats and immigration filters is presumed; c) only when we broaden the theory on a spatial and time scale, is it possible to introduce additional parameters, e.g. abiotic disturbance (geological or climatic in nature) or anthropogenic interventions which can influence the rate of the immigration or extinction processes.

As Lomolino (Lomolino, M., 2001) points out, at the core of the number of species-area size relationship there are two relations: a) the diversity of species increases with habitat size and b) the rate of the increase of the number and diversity of species in the habitat decreases with the increase in size of the isolates. Based on these relations, it is possible to make an assessment of the biotic value of an existing or future protected area, i.e. to predict a possible decrease in biological diversity due to anthropogenic pressures on a particular area.

We can therefore without a doubt conclude that range size (especially island range size) is an important element in conservation biogeography research. Research done by McArthur, Wilson, and Diamond (McArthur, R. and Wilson, E., 1963, 1967; Diamond, J.M., 1975) has shown through detailed mathematical models that “islands” with a greater area have greater possibilities for the creation of refuges, have better conditions for habitat required by species with greater needs for living space, have a greater diversity of immigrants and provide a more diverse internal geographic isolation. Concurrent with Lomolino’s (Lomolino, M., 2001) view, we point out that one of the most important relations in nature, i.e. number of species-area, is not influenced by just one dominant biogeographic factor but by a combination of a number of convergent influences.

From the theory of island biogeography came out a mathematical model of equilibrium which is defined as a “state in which the rate of mortality equals the rate of birth, or in which the rate of extinctions is proportionate to the rate of new species immigration” (McArthur, R. and Wilson, E., 1963, 1967). The theory of equilibrium implies that larger “islands” have a greater number of species since they also have a greater diversity of habitats, isolated islands have less diversity, and finally, in island habitats there is a fluctuation of species, i.e. colonizing species replaces the ones that become extinct. Essentially, as the theory of equilibrium implies, “natural” undisturbed areas are in a state of

balance or natural flux. Therefore, establishing the principles of flux (flow) in nature is a key element in observing and understanding it.

Still, emphasizing the size component of a species range should not exclude studying some vital population parameters in conservation biogeography. According to Whittaker (Whittaker, R.J., 1998), it is important to determine how many individuals of a species is necessary to ensure the survival of a remaining, isolated population, i.e. what is the minimum size of a population that ensures its survival.

Human pressures on the biosphere and conservation biogeography

Along with numerous changes in all elements of the environment, there is also a numerous of responses of biotic entities and ecosystems to these changes. Depending on the type of disturbance, its cause, intensity and duration, different reactions in spatial and functional stability of biodiversity may occur. A modern approach to understanding the basic factors that can induce a decrease in biodiversity can be defined by the acronym HIPPO derived from the starting letters of the following English words: (H) *habitat alteration*, (I) *invasive species*, (P) *pollution*, (P) *population growth*, (O) *overexploitation* (Radović, I., 2005). Along with these processes and activities, we can also point out habitat fragmentation, climate change, and biotic homogenization, as the basic human-induced factors of modern biodiversity destruction.

We often compare fragments of biotic communities and their habitats as islands surrounded by ecosystems with different attributes. The conditions that define the surrounding environment, make it difficult for taxa in the fragments to disperse, communicate (physically and functionally) and they encourage the processes of insularisation i.e. isolation. The process of fragmentation is one of the causes of modern extinctions of continental species.

When studying the relations between the process of habitat fragmentation and the ability of populations to survive without danger of extinction in such insular habitats, it is essential to make a distinction between functional and spatial isolation. If populations, regardless of their size, are defined by an inability to maintain communication with other populations of the same species, they will probably tend to disappear from the habitat fragments, and the likelihood of extinction increases with the decrease in fragment size. Walter (Walter, H.S., 2004), in context of an inevitable outcome of this process and the possibilities of postponing it with conservation measures, introduces a term “terminal level of the last traces“. By identifying the level between the state of fragmentation and extinction, we can implement crucial conservation activities and enable a transition from the state of isolation into a balanced “island” state.

It is certain that the loss of habitat due to fragmentation leads to the extinction of species, especially if these are rare, but will also increase the probability of the disappearance of other species whose populations will be reduced in size (Shafer, C.L., 1990). The fragmentation of habitat also leads to an overall disturbance in a spatial aspect of ecological and ecosystem processes, the composition of species and communities, population dynamics, behavior, reproduction habits, and of course the state of individual species.

According to Whittaker (Whittaker, R.J., 1998), fragmentation of habitat can even lead to an overpopulation of species in certain areas, and therefore, since there is a disruption in the extinction-immigration balance, this may lead to extinction of species even though these may be protected. It is interesting to note that Walter (Walter, H.S., 2004) even considers national parks, reserves and other protected areas as fragments or “last traces“ in a functional context. Concurrent with this is the conclusion that even species that are *in situ* protected may become extinct, since they form reduced ranges (Whittaker, R.J., 1998).

Research done by Newmark (Newmark, W.D., 1995) on the examples of extinctions (mainly large mammals) within national parks in the western US, confirms the former thesis, and the causes of such occurrences are explained by the modification and loss of habitat, lack of predator control and perhaps by chance events (within or outside of protected areas).

However, isolation of habitat does not always manifest itself in a negative context. Sometimes, isolation of habitat is the only way for a species to survive, and in this case fragmentation is viewed as an advantage. In cases when pathogenic causes and epidemics endanger the stability and survival of, mostly carnivorous, species, isolation can have a protective, sanitary role in halting the spread of disease (Channell, R. and Lomolino, M. 2000b).

In the last few decades, at the center of not only scientific, but also public interest, are two main problems concerning modern climatic fluctuations. The problems of the increase of CO₂ concentrations and the damaged ozone layer are mostly described as induced by anthropogenic factors. It is well known that the effects of CO₂ and other gasses, i.e. the greenhouse effect, is damaging to the environment. However, there is substantial scientific data that shows that the increase of CO₂ concentrations has a positive effect on plant growth and animals. Supporting this is research done in Australia that shows that forest growth increases by 2,4% when CO₂ concentrations double, but this is limited by the amount of minerals in the soil (Дуцић, В. and Ђурђић, С., 2003). Damages to the ozone layer can have potential negative biological effects caused by changes in the UV-B specter. Along with having an effect on human health, it can also affect plant and forest growth, and the production of oxygen in marine ecosystems (Дуцић, В. and Ђурђић, С., 2003). According to IPCC prognosis, the magnitude of climate change will cause significant reductions in biological biodiversity in many geographic regions and types of habitat, and island habitats and their species are singled out as the most vulnerable. Also strongly affected will be habitats that cannot be recolonised, especially the endemic species that inhabit these and even those species that don't have a long lifespan despite being hardy. Based on research done by Дуцић and Ђурђић (Дуцић, В. and Ђурђић, С., 2003), we can conclude that global emission of CO₂ is slowing down, that the rate of population growth is decreasing, and if this trend continues, increase of CO₂ will reach its peak in 2014., after which it will start to decrease. Therefore, the problem of CO₂ emission is exaggerated and ecoalarmist views should be approached with caution.

Conservation biogeography uses the advantages of applying numerous mathematical-statistical methods in making prognosis and projections of trends of biodiversity change in relation to different climate parameters. Especially illustrative are the results in multiparametric modeling done by a group of authors led by Araújo (Araújo, M., *et al.*, 2004) in analyzing the effects of future climate changes on protected area system selection, based on a sample of distribution of more than 1200 plants of Europe and seven climate variables.³ Based on detailed mathematical calculations and simulations, they concluded that about 5% of analyzed species will lose their climatic range and will disappear regardless of efforts to preserve them. Around 2% will still have adequate climatic conditions for survival, but these will not correspond to their current ranges. To survive, these species must establish new stable ranges and use their capabilities for dispersion. In the context of nature conservation, it is likely that the current system of protected areas will

³ In this research, average values of the following parameters for the 1961-1990 period were used: annual temperature, temp. of the coldest months, annual sum of precipitation, annual sum of winter precipitation, annual sum of summer precipitation, annual number of days with temp. over 5°C, ratio of annual evapotranspiration and annual potential evapotranspiration. Based on this modelling, they made predictions for the period 2021-2050. (Araújo, M., *et al.*, 2004).

not be suitable for them. It is encouraging that as much as 93% of analyzed species will find the existing network of reserves suitable in the coming period. In a regional context, the most endangered areas in respect to potential future climate change are Southern Europe (including the Alps) and Scandinavia, while an unusual candidate is the territory of Hungary, which is explained by the lowland character of its landscape and homogenous conditions of the environment.

Conservation biogeography also deals with the effects biotic homogenization has on the diversity of life. Biotic homogenization implies that local biotic values get substituted with those whose distribution has mainly been influenced by human factors. With the advent of the dynamic changes of range sizes of native and introduced species, some species are losers and others are winners in conquering living spaces. The winning species have an ability to adapt well to different conditions of the environment. They not only manage to evade the loss of living space, but can also spread to new areas. According to research done by McKinney and Lockwood (McKinney, M. and Lockwood, J.L., 1999) around 2% of the global diversity of birds and 1% of the species of mammals are identified as being successfully introduced into new living conditions. Around 2% of plants are known as successful invasive species, while a much larger percentage have spread their range by human intervention (e.g. intensive agriculture) due to their economic value (Donald, P.F., and Evans, A.D., 2006).

Biotic homogenization with its three components (the homogenization of genes, ecological and taxa) is a dynamic and complex process, that reduces the impact of global warming, increasing pollution of the atmosphere, hydrosphere and pedosphere, to a more moderate and less alarming level, through the priorities of biotic events and processes in the formation of isolated spatial and functional taxa and their populations (Ebach, M.C., and Humphries, C.J., 2003; McKinney, M., 2009).

The contribution of conservation biogeography in improving nature conservation

Conservation biogeography as a synthesis and a practical science aims to direct the implementation of conservation strategies toward species, their communities and habitats, before their status can be considered critical, regardless of the causes that created this state. Largely based upon island biogeography, conservation biogeography aims to test and implement those theoretical biogeographic achievements that can be used to conserve biotic values and to halt the occurrence and spreading of disturbances that disrupt holistic and biotic balance. Biogeographic research has a unique perspective and a theoretical-methodological basis, and together with valid and actual data can implement the theory into nature and biodiversity conservation.

The traditional implementation of biogeographic research in conservation has mostly been actualized in determining the optimum sizes and configuration of protected areas. Ideas about creating a specific geometric shape of a protected area, based on data about the processes of immigration and extinction, have proved to be imperfect and not universal. At the same time, among the theorists and pragmatics of conservation there is an almost unanimous consensus that the best form of conservation with a potential for maximum purposefulness, is realized through creating a system of protected areas. In such areas, the natural biotic processes should happen with minimum human intervention. There is a scientific potential in modern biogeography that will, through exact criteria methodology, enable us to determine the minimum sizes of protected areas, their shapes, the number of protected spatial units and the ways in which they are interconnected. Still, it is necessary to note that even the isolated natural areas of inhomogeneous regions can individually support different groups of species and that by connecting them we may not achieve protection but even induce functional instability. It is even possible to protect a

greater number of species in isolated areas of homogenous regions, although some of these may be endangered by protection within just one compact protected area.

As a group of authors led by Whittaker points out (Whittaker, R.J., *et al.*, 2005), the theory of island biogeography cannot provide a solution concerning the distribution of species within fragments, which is one of the fundamental problems facing the practice of conservation. Based on the thesis that there are optimum conditions for a species in the core of its range and that these decrease with distance from the center, but also backed by the practice of conservation, there was a dominant view that species closest to the center of distribution will have the best chances for survival. This idea was influential in planning and development of methods for a quantitative selection of protected areas, which stimulated the protection of species in the center of the range. Contrary to this is the modern approach of the distribution of protected areas within the transition zone, since in these locations species will have more diverse and successful adaptations to changes in the environment. However, based on numerous scientific analyses, it has been concluded that the key factors in the process of extinction have always started with peripheral populations, and that individuals within the historic range of a species will survive the longest (Whittaker, R.J., *et al.*, 2005).

Conservation biogeography must direct its research towards the current position of a species within its range, regardless of whether it is in a central or peripheral place in respect to the core of range. It has been concluded in theory, and backed by practice, that the inclusion of peripheral areas in conservation measures provides new possibilities for using these areas for reintroduction, but also for the research of undiscovered populations of endangered species (Channell, R., and Lomolino, M., 2000a, 2000b).

Along with the spatial connection, it is vital to constantly consider the time dimension in conservation biogeographic research. The chronological conditionality of biogeographic processes means we must consider the time when doing conservation work. The goal of conservation is of course the long-term stability of areas and biotic entities and communities. Only by considering the dynamics of change within protected areas can the goals and actions of conservation be fully achieved.

The justification of affirming conservation biogeography as a new biogeographic scientific discipline, but also as a branch of physical geography, in conservation processes, can be illustrated by the view of Zimmerer (Zimmerer, K.S., 2000) which states that the contribution of geographers to conservation can be achieved through at least four elements in every process of protecting areas. It is essential to have an area due to be protected, single out its zones, draw-up its borders and establish the multiple connections of the biotic and abiotic elements of the environment and the opposite processes of conservation and habitat degradation. The most basic drawback of this approach is that it considers an area and the processes within it, as static and relatively homogenous categories.

Conclusion

Traditional biogeographic scientific achievements, in the events of current developments, and with more diverse pressures on all life forms and their habitats, obtain a new, more applicative dimension.

The ranges of populations are susceptible to the processes of contraction and spreading. We strive to explain their causality and presence in space and time with various factors. With numerous examples it has been shown that in certain marginal, peripheral areas of a range, exist the only remaining habitats that can support a population, in some cases the last populations of a species.⁴ Conservation biogeography must direct its research

⁴ Research done by Lomolino and Channel (Lomolino, M., and Channell, R., 1998) show that endangered species such as the californian condor (*Gymnogyps californianus*), guam rail (*Gallirallus*

towards the current positions of a species within its range, with constant monitoring of its dynamics and the causes of any changes. Even though the principles of island biogeography are tightly woven into the basics of conservation biogeography, which are neutral towards specific species needs, the practical aspect of biodiversity protection must include all the autecological, but also the synecological aspects of species and their communities in a specific area that is to be protected. It has been shown that by applying the theories of biogeography we cannot obtain a solution to all the aspects of distribution within fragmented ranges, which is one of the fundamental problems facing the practice of conservation. Providing complex answers to this question is surely one of the biggest challenges in respect to the problems of conservation biogeography research. Finding a solution in overcoming the problem of functional isolation, which over time leads to extinction, is one further unavoidable task that this science emphasizes in its research.

References

See References on page 319