

ЕКОЛОШКЕ И БИОГЕОГРАФСКЕ ПОСЛЕДИЦЕ ПРОЦЕСА ФРАГМЕНТАЦИЈЕ

СНЕЖАНА ЂУРЂИЋ^{1*}

Универзитет у Београду - Географски факултет, Студентски трг 3, Београд, Србија

Сажетак: Овим радом биће анализирани каузалност и еколошке и биогеографске последице процеса фрагментације станишта и екосистема. Процес фрагментације аутохтоних станишта који неминовно води и ка прекиду њиховог континуитета, просторно је изражен у свим пределима који су под антропогеним утицајима, али и природним хазардима. Просторна и функционална изолованост као последице фрагментације, могу бити превазиђене уз помоћ формирања еколошких мрежа и коридора чија ће динамика управљања бити усаглашена са динамиком промена у стаништима насталим као последица фрагментације.

Кључне речи: предеона екологија, конзервациона биогеографија, еколошки коридори, еколошке мреже, заштита природе.

Уводна разматрања

У бројним еколошким и биогеографским теоријским приступима, најчешће је присутан симплификован приказ просторних јединица проучавања, као условно хомогених просторно-функционалних ентитета. Њихова унутрашња равнотежа се постиже упркос постојању комплексних еколошких варијација које се одражавају и на биотичку композицију станишта.

Међутим, реалном животном окружењу сваке врсте је својствена хетерогеност. Просторна хетерогеност је иманентан израз комплексности и варијабилности абиотичких и биотичких услова. Она је по многим ауторима и услов повећања разноврсности броја врста (Tilman D., *et al.*, 1994; Whittaker R.J., 1998; Perry G.L.W., 2002).

Сам процес фрагментације са становишта предеоне екологије, дефинишемо као „процес којим се природни предели распарчавају у мање предеоне елементе природних екосистема који су међусобом изоловани предеоном матрицом насталом на основу доминантне антропогене активности” (Hunter M., 2002). Полазећи од истог становишта, станишта се традиционално проучавају као структурни делови хетерогеног предела (предеони елементи и матрице), кроз чије се трансформације прате промене у просторним и функционалним аутоеколошким, али и комплексним еколошким захтевима на нивоу биоценоза.

* E-mail: snezana@gef.bg.ac.rs

Рад представља резултат истраживања на пројекту 176008 који финансира Министарство просвете и науке Републике Србије.

Упоредо са развојем процеса фрагментације, наступа низ сукцесивних промена у абиотичким и биотичким условима заступљеним унутар екосистема. Физичкогеографски параметри код којих су промене најизразитије, доминантно припадају микроклиматским условима (промене у степену осветљености, температурном режиму, режиму влажности ваздуха, изложености ветру и сл.), али се одржавају и на све остале сегменте физичких услова на станишту. Након њиховог испољавања, неизоставно се појављују одговори биотичке средине који се у различитим магнитудама преносе на све учеснике трофичког ланца.

Бројна су проучавања сукцесивних еколошких и биогеографских промена које се међу различитим групама организама одвијају током и након дејства процеса фрагментације станишта, односно целокупног екосистема (Young T.P., 1994; Wiens J.A., 1994; Whittaker R.J., 1998; Lomolino M.V., Perault D.R., 2000; Báldi A., 2008; Prugh L.R. *et al.*, 2008). Својствено неким резултатима ових проучавања, за очекивати је да ће се временом новонастали фрагменти прилагодити новим физичким, а потом и биотичким условима и да ће са протоком времена настали фрагменти постајати еколошки све уравнотеженији.

Циљ рада је сагледавање доминантних узорка процеса фрагментације станишта, као и еколошких и биогеографских последица тог процеса. Значај овог приступа је посебно истакнут у контексту примењених биогеографских истраживања, посебно из области конзервационе биогеографије. Импликације које овај процес оставља на својеврсне фрагменте као што су заштићена природна добра у односу на окружујућу природну средину препуштену искључиво аутохтоним маханизмима управљања, су потенцијално велике и иреверзибилне.

Узроци процеса фрагментације

Без обзира на различите полазне основе приступа проучавања процеса фрагментације предела, станишта или екосистема, незаобилазни међу њима су традиционални постулати острвске биогеографије (MacArthur R., Wilson E.O., 1967), метапопулационе динамике (Hanski I., 1998), али и предеоне екологије и макроекологије.

Фрагментација као одраз величине и просторне композиције предеоних елемената, никако не сме бити поистовећена само са антропогеним узроцима настајања (нпр. пољопривреда, шумарство, формирање насеља...). Како истичу Ewers R.M. и Didham R.K. (2006), антропогено условљена фрагментација станишта је релативно савремен феномен посебно у контексту еволуције живог света, те из тог разлога још увек имамо недовољно показатеља о њеним дугорочним импликацијама. Према истим ауторима, процес фрагментације се у потпуности испољава само онда када смањење величине станишта достигне ону вредност која се одражава на функционалну стабилност заједница настањених на простору изложеном поремећајима.

Бројни су природни узроци испољавања овог процеса, условљени променама у морфологији, структури и поремећајима равнотежне динамике процеса који се одвијају у физичкогеографској средини, тј. абиотичким условима. Између осталих, последице тектонских процеса, климатске промене, пожари, односно последице које не само у предеоној слици већ и у функционисању екосистема остављају сви природни хазарди, могу представљати узроке који доводе до фрагментације, односно промене величине, структуре и компактности станишта.

Иначе, под поремећајем подразумевамо релативно дискретне догађаје у времену који нарушавају равнотежу екосистема, демографски осиромашују одређену популацију или заједницу и мењају квалитет ресурса, њихову расположивост или

физичкогеографске атрибуте животне средине. Сваком поремећају су својствени атрибути који се доводе у везу са његовом генезом, величином простора на којој је заступљен, обликом, интензитетом тј. физичком снагом поремећаја, ефектима насталим његовим деловањем, временском димензијом деловања, размештајем у простору итд.

За разлику од акватичних, терестричних екосистема представљају сукцесивне мозаике предеоних елемената различитих величина чији су развој и стабилност условљени унутрашњом динамиком и флексибилношћу реакција на поремећаје који могу довести и до њихове фрагментације. Промене у просторној конфигурацији јединки, популација и заједница, воде и ка променама у њима својственим демографским процесима (наталитет, фертилитет, морталитет, конкуренција и предаторство) који одликују све биотичке чланове екосистема. Са наступањем поремећаја, чак ни сви чланови популације исте врсте, а посебно различити таксони биоценозе, неће испољавати исти модел одговора. Већа способност за мобилношћу без сумње је предност која омогућава лакшу адаптацију таксона. Специфичности еколошке валенце, посебно еуривалентност таксона, али и њихова сукцесивна дуговечност могу имати пресудан значај за опстанак у измењеним условима станишта.

Процес фрагментације станишта и самим тим повећања хетерогености екосистема, неминовно води ка испољавању његове функционалне нестабилности. Стабилан предеони систем, који се истовремено налази и у стању равнотеже, је у основи затворен, има одређену унутрашњу динамику и ослобођен је поремећаја и осталих стохастичких структурних процеса и догађаја (Perry G.L.W., 2002).

Ефекти испољавања процеса фрагментације

Процес фрагментације предела, несумњиво изазива ефекте и на фрагментацију станишта. Фрагментација станишта укључује два јасно изражена, али међусобом повезана процеса. Са једне стране, укупан број аутохтоних станишта у пределу је смањен, док су са друге стране преостала станишта подељена у фрагменте различите величине и степена изолације. Препознавање ефеката ова два процеса на биодиверзитет представља изазов зато што се они узајамно преплићу и мењају (Laurance W.F., 2008).

Просторно одвојене делове некада компактних станишта или фрагменте, можемо посматрати као својеврсна „острва” у окружењу другачијих екосистемских одлика у односу на аутохтоно стање. У таквим условима се отежава процес дисперзије таксона између појединих фрагмената, њихова физичка и функционална комуникација и стварају се повољни услови за интензивирање процеса инсуларизације тј. изолованости. Фрагментација станишта изазива општи поремећај у просторном обухвату еколошких и екосистемских процеса, поремећаје композиције врста и структуре заједница, као и у популационој динамици, понашању, навикама при размножавању и наравно индивидуалној кондицији врста (Ђурђић С., 2009; Ђурђић С., 2010).

Разматрањем релација успостављених између процеса фрагментације станишта и способности популација да опстану без опасности од ишчезавања 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 (Ђурђић С., 2009).

Извесно је да се код ових процеса повећава вероватноћа ишчезавања ретких и угрожених врста, што је од несумњивог значаја за њихову заштиту.

Уколико последице фрагментације станишта посматрамо уважавајући постулате острвске биогеографије, лако долазимо до везе која се доминантно ограничава на диверзитет и бројност врста. За очекивати је смањење диверзитета аутохтоних врста, али и повећање броја алохтоних, често и инвазивних врста. Наравно, еколошки ефекти су знатно шири јер се испољавају на целокупност екосистема, односно и на његову функционалност. Тако се примера рада, уколико је фрагментација присутна у шумским екосистемима, уочавају поремећаји у фитоклиматским параметрима, функционисању циклуса кружења нутријената, режимима пожара, динамици фитоценозе... Из тих разлога, негативним последицама фрагментације, посебно су изложени шумски екосистеми код којих је прекинута сукцесивна еколошка динамика, односно они код којих нису заступљени сви стадијуми развоја фитоценозе (стадијуми младости, раста, зрелости и климакса). На основу претходног, извесно је да се еколошка виталност и стабилност фрагмената могу лакше постићи ако је њихова величина довољно велика да се може реализовати композиција предеоних елемената на различитим нивоима животних циклуса.

Међутим, изолација станишта не мора увек испољавати 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, испољава 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 трансмисије патогеног агенса. Извесно је да се са фрагментацијом предела повећава хетерогеност и мозаичност предеоних елемената и станишта. Неки аутори сматрају да не постоји једнозначан одговор на питање да ли се са повећањем хетерогености предела убрзава или успорава ширење патогених узрочника (Channell R., Lomolino, M.V., 2000). Познато је да је у неким ситуацијама изолација оболеле популације једино решење за спречавање рапидног распрострањења патогеног узрочника, преко окружујуће матрице до другог предеоног елемента.

Изузетно важно питање које се неминовно везује уз разматрање свих ефеката чијем је испољавању узрок процес фрагментације предела и станишта у њима, јесте временска динамика испољавања његових последица, јер последице у облику екстинкције популација могу наступити и генерацијама након извршене фрагментације (Tilman D., *et al.*, 1994; Lomolino M.V., 2001; Fahrig L., 2001). Резултати истраживања спроведених на фрагментима шумских екосистема на сз. САД, показали су да су ефекти антропогених промена у структури екосистема значајни и дуготрајни, и да спонтана обнова вегетације на таквим стаништима наступа тек после више вековног протока времена (под условом да за то време нема драстичних промена у климатским или другим утицајима), али се одговори група организама који учествују у саставу зооценоза могу регистровати већ након неколико деценија (Lomolino M.V., Perault D.R., 2000).

Могућности превазилажења последица процеса фрагментације

Дисконтинуитет станишта, односно њихова просторна неповезаност која неминовно води и ка функционалној изолацији, извесне су последице процеса фрагментације. Захваљујући све већој заступљености ефекта ивица, за очекивати је да јединке превазиђу просторне границе станишта и да потраже животни простор у окружујућој матрици чије се еколошке особине разликују од оптималних. У контексту примене на заштиту природе, намеће се закључак да је повећање квалитета

околујеће матрице неопходан процес који може умањити негативне ефекте испољене након фрагментације (Ricketts T.H., 2001; Carroll C., *et al.*, 2004; Donald P.F., *et al.*, 2006). Између осталих мера управљања, у концепције заштите природе, потребно је имплементирати поступке који повећавају вероватноћу и дужину опстанка диспергованих јединки кроз окружујућу матрицу. Холистичким приступом који не умањује значај окружујуће матрице на станишта и биотичке односе који се одвијају у њима, могуће је умањити функционални дисконтинуитет настао фрагментацијом.

Ипак, основни приоритет у заштити и даље остаје повећање квалитета станишта насталих фрагментацијом. Између осталог, многе теоријске и емпиријске студије указују да је формирање еколошких коридора приступ који води ка превазилажењу еколошких недостатака фрагментираних станишта (Semlitsch R.D., Bodie J.R., 1998; Harrison S., Bruna E., 1999; Baum K.A. *et al.*, 2004). Познато је да коридори фаворизују кретање врста, обезбеђују додатне изворе исхране, склоништа врстама након испољавања поремећаја различитог типа, али и да повећавају естетску привлачност предела. На неким просторима они садрже значајне остатке примарне вегетације која је опстала након фрагментације (Saunders D.A., *et al.*, 1991). Коридори повећавају хетерогеност станишта и разноврсност животних услова, што води ка њиховој мозаичности. Коридори представљају ефикасан просторни и функционални елемент којим се постиже ублажавање негативних ефеката насталих процесом фрагментације (Haila Y., 2002). Значај коридора јесте и у томе што и њих можемо посматрати као својеврсне линеарне фрагменте који представљају специфична станишта и на тај начин значајно утичу на повећање бројности и разноврсности врста.

Неодвојиву повезаност са формирањем еколошких коридора има и процес умрежавања заштићених простора. Коридори се у овом контексту препознају као просторне везе између чворишта еколошких мрежа. Формирањем просторних и функционалних структура заштићених простора кроз систем еколошких мрежа и коридора, омогућило би се умањење негативних ефеката процеса фрагментације и заштите максималног броја врста. Умрежавање станишта, а примењено на заштиту природе, заштићених природних добара, требало би да обухвати што већи број фрагмената који се налазе унутар миграторног ранга врста, распоређених на оптималној просторној удаљености. Истовремено, адекватно одабраним активностима управљања требало би обезбедити да се унутар заштићеног природног добра одржи мозаик станишта на различитим сукцесивним нивоима. Јер, ни фрагменти ни резервати нису острва; они су под снажним утицајима осталих станишта у предеоном мозаику (Wiens J.A., 1994).

Закључна разматрања

Како се по својој суштини процес фрагментације недвосмислено испољава у просторној димензији, проучавања утицаја геометријских промена форме и структуре новонасталих станишта (величина, облик, удаљеност и др.) на функционисање екосистема, сасвим су логична полазишта за сагледавање комплексних последица овог процеса. Ефекти фрагментације станишта често се примарно доводе у везу са кључним узроцима угрожавања популација, посебно ретких и ендемичних врста. Универзална последица фрагментације је дисконтинуитет станишта. Све остале последице се испољавају као резултанта међусобних утицаја и веза између новонасталих станишта и окружујуће средине, али и бројних абиотичких и биотичких односа који се формирају и преклапају унутар разноврсних станишта.

Значај теоријских, посебно на квантитативним параметрима заснованих проучавања процеса и последица фрагментације има велики допринос за заштиту

биодиверзитета. Међу приступима заштити природе који проистичу на основу њих, издваја се формирање еколошких мрежа и коридора. Њиховим присуством у простору, посебно уз адекватне мере управљања и постојањем динамичке функционалности, могуће је обезбедити еколошке и биогеографске услове који умањују негативне ефекте настале испољавањем дисконтинуитета станишта и екосистема.

Литература

- Báldi, A. (2008). Habitat heterogeneity overrides the species-area relationship. *Journal of Biogeography*, 35, 675-681.
- Baum, K.A., Haynes, K.J., Dilleuth, F.P., Cronin, J.T. (2004). The matrix enhances the effectiveness of corridors and stepping stones. *Ecology*, 85 (10), 2671-2676.
- Carroll, C., Noss, R.E., Paquet, P.C., Schumaker, N.H.. (2004). Extinction debt of protected areas in developing landscapes. *Conservation Biology*, 18 (4), 1110-1120.
- Channell, R., Lomolino, M.V. (2000). Trajectories to extinctions: spatial dynamics of the contraction of geographical ranges. *Journal of Biogeography*, 27, 169-179.
- Donald, P.F., Evans, A.D. (2006). Habitat connectivity and matrix restoration: the wider implications of agri-environment schemes. *Journal of Applied Ecology*, 43, 209-218.
- Ђурђић, С. (2009). Конзервациона биогеографија – савремени научни допринос биогеографије унапређењу заштите природе. *Гласник Српског географског друштва*, 89 (4), 311-320.
- Ђурђић, С. (2010). Биогеографска утемељеност формирања мрежа заштићених простора. *Гласник Српског географског друштва*, 90 (4), 147-152.
- Ewers, R.M., Didham, R.K. (2006). Confounding factors in the detection of species responses to habitat fragmentation. *Biological Reviews*, 81, 117-142.
- Fahrig, L. (2001). How much habitat is enough? *Biological Conservation*, 100, 65-74.
- Haila, Y. (2002). A conceptual genealogy of fragmentation research: from island biogeography to landscape ecology. *Ecological Applications*, 12(2), 321-334.
- Hanski, I. (1998). Metapopulation dynamics. *Nature*, 396, 41-49.
- Harrison, S., Bruna, E. (1999). Habitat fragmentation and large-scale conservation: what do we know for sure? *Ecography*, 22, 225-232.
- Hunter, M. (2002). *Fundamentals of Conservation Biology*. Blackwell Science, 1-547.
- Laurance, W.F. (2008). Theory meets reality: How habitat fragmentation research has transcended island biogeographic theory. *Biological Conservation*, 141, 1731-1744.
- Lomolino, M.V., Perault, D.R. (2000). Assembly and disassembly of mammal communities in a fragmented temperate rain forest. *Ecology*, 81 (6), 1517-1532.
- Lomolino, M.V. (2001). The species-area relationship. New challenges for an old pattern. *Progress in Physical Geography*, 25 (1), 1-21.
- MacArthur R., Willson, E.O. (1967). *The theory of island biogeography*. Princeton University Press, Princeton, New Jersey, 1-270.
- Perry, G.L.W. (2002). Landscapes, space and equilibrium: shifting viewpoints. *Progress in Physical Geography*, 26 (3), 339-359.
- Prugh, L.R., Hodges, K.E., Sinclair, A.R.E., Brashares, J.S. (2008). Effect of habitat area and isolation on fragmented animal population. *Proceedings of National Academy of Sciences USA*, 105 (52), 20770-20775.
- Ricketts, T.H. (2001). The matrix matters: effective isolation in fragmented landscapes. *The American Naturalist*, 158 (1), 87-99.
- Saunders, D.A., Hobbs, R.J., Margules, C.R. (1991). Biological consequences of ecosystem fragmentation: a review. *Conservation Biology*, 5 (1), 18-32.
- Semlitsch, R.D., Bodie, J.R. (1998). Are small, isolated wetlands expendable? *Conservation Biology*, 12 (5), 1129-1133.
- Tilman, D., May, R.M., Lehman, C.L., Nowak, M.A. (1994). Habitat destruction and the extinction debt. *Nature*, 37 (Sept.), 65-66.
- Whittaker, R.J. (1998). *Island Biogeography*. Oxford University Press, Oxford, New York, Tokyo, 1-285.
- Wiens, J.A. (1994). Habitat fragmentation: island v landscape perspectives on bird conservation. *Ibis*, 137, s97-s104.
- Young, T.P. (1994). Natural die-offs of large mammals: implications for conservation. *Conservation Biology*, 8, 410-418.

ECOLOGICAL AND BIOGEOGRAPHICAL CONSEQUENCES OF THE FRAGMENTATION PROCESS

SNEŽANA ĐURĐIĆ¹

¹ *University of Belgrade - Faculty of Geography, Studentski trg 3/3, belgrade, Serbia*

Abstract: This paper will analyze the cause of, and ecological and biogeographical consequences of fragmentation process of habitats and ecosystems. Fragmentation process of the autochthonous habitats that without doubt leads also towards the break in their continuity shows by placement in all areas that are under the anthropogenic influence, and as well under the influence of the natural hazards. Spatial and functional isolation as the consequences of fragmentation can be overcome with the help of the formation of the ecological networks and corridors whose dynamic of management will be in accordance with the dynamic of change in habitats formed as the consequence of the fragmentation.

Key words: landscape ecology, conservation biogeography, ecological corridors, ecological networks, protection of nature.

Introductory considerations

Simplified representation of spatial units of study as causally homogenous spatial-functional entities is most often found in many ecological and biogeographical theoretical treatises. Their inner balance is possible in spite of the existence of complex ecological variations that reflect also on biotic composition of habitats.

However, real life surroundings of any species are heterogenic. A spatial heterogeneity is the significant expression of complexity and variation of abiotic and biotic conditions. According to many authors it is also a condition for the growth of the diversity of species (Tilman D., *et al.*, 1994; Whittaker R.J., 1998; Perry G.L.W., 2002).

The process of fragmentation itself from the point of view of landscape ecology is defined as "the process according to which the natural landscapes are broken down in smaller patches of natural ecosystems that are amongst each other isolated by the patch matrix, that came to be because of the dominant anthropogenic activity" (Hunter M., 2002). Starting from the same viewpoint, habitats are traditionally studied as structural parts of heterogenic landscape (patches and matrixes), through whose transformations we follow changes in the spatial and functional autoecological, but also complex ecological needs, on the biocoenosis level.

Along with the development of the fragmentation process there is a string of successive changes in abiotic and biotic conditions existing within an ecosystem. Physical-geographical parameters with the most obvious changes, mostly belong to the microclimate conditions (changes in the degree of light, temperature, air humidity, exposure to wind, and similar) and are also being reflected upon all the other physical conditions of a habitat. Following their expression, we see without question response of the biotic environment which is in different magnitudes transferred to all the parts in the trophic chain.

There are many studies of successive ecological and biogeographic changes happening within various groups of organisms during and after fragmentation process, or the complete ecosystem (Young T.P., 1994; Wiens J.A., 1994; Whittaker R.J., 1998; Lomolino M.V., Perault D.R., 2000; Báldi A., 2008; Prugh L.R. *et al.*, 2008). According to some results of these studies, it is expected that the new fragments will adapt to new physical, and then also biotic conditions in time and that in the time lapse new created fragments will grow to be more and more ecologically balanced.

The goal of this work is the understanding of the dominant samples of the fragmentation process, and the ecological and biological consequences of the same. The importance of this approach is especially emphasized in the context of applied biogeographical research, especially in the area of the conservation biogeography. The implications of this process upon the particular fragments, as for example protected natural habitats in relation to the surrounding natural environment left to the autochthonous mechanisms of management are potentially great and irreversible.

The causes of the fragmentation process

Regardless of different starting points in the research of the fragmentation process of landscapes, habitats, or ecosystems, the traditional postulates of the island biogeography (MacArthur R., Wilson E.O., 1967), metapopulation dynamic (Hanski I., 1998), as well as landscape ecology and macroecology are not to be missed.

Fragmentation as the reflection of the size and spatial composition of the landscape elements must not be equated only with anthropogenic causes (e.g. agriculture, forestry, or urban sprawl). According to Ewers R.M. and Didham R.K. (2006), anthropogenic habitat fragmentation is a relatively recent phenomenon in evolutionary terms, and we still have little real understanding of its long-term implications. According to the same authors, fragmentation process is demonstrated in its entirety only when the reduction of the habitat reaches a particular value that reflects on the functional stability of the units habituating in the space under the influence of disruptions.

There are many natural causes of this process. They are caused by changes in morphology, structure and the disruptions of balance in the dynamic of the processes unfolding in physical-geographical environment, or in abiotic conditions. Amongst others, the consequences of the tectonic processes, climatic changes, wild fires, or those left by the natural hazards not only in the landscape but also in the function of ecosystems, might represent the causes for fragmentation, or changes in size, structure, and compactness of habitats.

"Disruptions", as spoken of in this paper, are the relatively discreet events in time that undermine the ecosystem balance, demographically deprive the particular population or coenosis, and change the quality of resources, their availability, and physical-geographical attributes of the living environment. Every disruption has attributes connected with its genesis, the size of its space, shape, intensity, or physical force of the disruption, the effects and the time factor of its activity, arrangement in space, etc.

As different from aquatic, terrestrial ecosystems are successive mosaics of landscape elements of various sizes. Their development and stability are influenced by the inner dynamic and flexibility of reactions to disruptions that can cause their fragmentation. The changes in spatial configuration of taxa, populations and coenosis, lead also to changes of their demographic processes (birth rate, fertility, mortality rate, competition, and predatory characteristics) that belong to all biotic parts of the ecosystem. With the beginning of the disruption, all members of the same population, and especially different taxa of biocoenosis, are not going to show the same response. The greater ability for mobility is without doubt an advantage that enables an easier adaptation of taxa. Specific quality of ecological amplitude, especially eurycious of taxa, and their successive long-lived quality can have decisive significance for survival in the changed conditions of the habitats.

The fragmentation process of the habitats, and therefore the increase of the heterogenic quality of the ecosystems, indisputably leads towards its functional imbalance. A stable landscape system, which is at the same time balanced, is in essence a closed one. It has a particular inner dynamic and is free of disruptions and other stochastic structural processes and events (Perry G.L.W., 2002).

The effects of the fragmentation process

The process of the landscape fragmentation has its influence also on the habitat fragmentation. Habitat fragmentation involves two distinct but interrelated processes. First, the total amount of original habitat in the landscape is reduced. Second, the remaining habitat is chopped up into fragments of various sizes and degrees of isolation. Distinguishing the impacts of these two processes on biodiversity is challenging because they generally co-vary (Laurance W.F., 2008).

Spatially separated parts or fragments of previously compact habitats can be viewed as the "islands" surrounded with different characterizations of ecosystems in comparison to autochthonous state. These conditions make the process of the dispersion of taxa between different fragments, as well as their physical and functional communication, difficult. Thus the favorable conditions for the increase of the process of insularisation or isolation are being created. The habitat fragmentation creates overall disruption in the whole of ecological and ecosystem processes, disruptions in the composition of a species and structure of coenosis, as well as in the population dynamic, behavior,

reproduction habits, and of course in the physical condition of individual species (Đurđić S., 2009; Đurđić S., 2010).

As we scrutinize the relationship between the habitat fragmentation processes and the capability of the populations to survive without the danger of extinction in such insulated habitats, it is important to notice distinction between their spatial and functional isolation. Regardless of their size, if the populations are characterized with pronounced inability to keep connections with other populations of the same species, they will most likely tend to disappear from the habitat fragments, the possibility increasing with the decrease of the size of a fragment (Đurđić S., 2009). It is likely that there is an increase of the possibility of the extinction of the rare and endangered species during these processes, which is of the great importance for their protection.

If we use the postulates of the island biogeography to observe the consequences of the habitat fragmentation, it is easy to notice the dominant connection limited to diversity and the number of species. It is expected to find that there is a decrease in the diversity of the autochthonous species, and the increase in the number of allochthonous, often invasive species. Ecological effects are of course comparatively more spread as they appear in the wholeness of the ecosystem's functionality. For example, if there is fragmentation in the forest ecosystems, we can notice disruptions in the phytoclimatic parameters, in the function of the nutrient cycle, wild fires, and phytocenotic dynamic. For these reasons, the forest ecosystems with the break in the successive ecological dynamic are the ones experiencing the negative influence of the fragmentation. These are the systems without all the stages of the phytocenotic development (beginning, growth, maturity, and climax). According to this, it is sure that the ecological vitality and stability of the fragments can be easier to achieve if their size is large enough to bring about the composition of the landscape elements at different stages of the life cycle.

However, habitat isolation doesn't always have to be demonstrated in a negative context. The habitat isolation is at times the only way for the species to survive. In this case, the landscape fragmentation with the habitat within is an advantage. In the cases when there are pathogenic causes and epidemic disruptions that can put in danger stability and survival of most often the carnivorous species, the isolation can have a protective, or sanitary role to stop the transmission of the pathogenic agent. It is certain that the landscape fragmentation increases heterogenic and mosaic qualities of landscape elements and habitats. Some authors think that there is not one answer to the question of the increase in the heterogenic qualities of landscape and their connection to increase or decrease of spreading of pathogenic agents (Channell R., Lomolino, M.V., 2000). It is known that in some cases the isolation of the diseased population is the only solution to stopping the rapid spreading of the pathogenic agent across the surrounding matrix to the next landscape.

An especially important question connected with the discussion of all results caused by the fragmentation processes and habitats within, is the time dynamic of appearance of its consequences. The consequences taking shape in the extinction of populations can appear generations after the beginning fragmentation (Tilman D., *et al.*, 1994; Lomolino M.V., 2001; Fahrig L., 2001). The results of the research done on the fragments of the forest ecosystems on the NW of U.S.A. have shown that the effects of the anthropogenic changes in the structure of the ecosystems are significant and long lived. The spontaneous restore of the vegetation in those habitats happens only after many centuries (if during this time there are no drastic climatic changes or other influences), but the responses of the groups of organisms which take part in the zoocenosis composition can be registered already after several decades (Lomolino M.V., Perault D.R., 2000).

The possibilities of overcoming the consequences of the fragmentation process

Discontinuation of habitats or their spatial disconnect that without doubt leads to their functional isolation, is the sure consequence of the fragmentation process. Thanks to the larger disposition of the edge effect, it is to be expected that the individuals will overcome spatial habitat borders and will be looking for the living space in the surrounding matrix whose ecological characteristics differ from the optimal. In the context of the application of nature conservancy, we can conclude that the increase in quality of the surrounding matrix is the necessary process which can decrease negative effects of the fragmentation (Ricketts T.H., 2001; Caroll C., *et al.*, 2004; Donald P.F., *et al.*, 2006). Amongst other ways of management it is necessary to implement in the concept of the nature conservancy steps that increase possibility and length of survival of disparaged individuals that surround the matrix. It is possible to diminish the functional discontinuity created by

fragmentation with the holistic approach that doesn't diminish the importance of the surrounding matrix to habitats and biotic relationships happening in them.

The basic priority in the conservancy is still to increase the quality of habitats caused by fragmentation. Many theoretical and empirical studies show that the formation of the ecological corridors is an approach that leads to overcoming the ecological flaws in the fragmented habitats (Semlitsch R.D., Bodie J.R., 1998; Harrison S., Bruna E., 1999; Baum K.A. *et al.*, 2004). It is known that the corridors tend to favor the movement of species, provide additional sources of food, give shelter to the species after disruptions of different types, and also increase aesthetics of landscapes. Corridors in certain area contain significant remnants of the primary vegetation that had survived after the fragmentation (Saunders D.A., *et al.*, 1991). Corridors increase heterogenic quality of habitats and variety of living conditions, which leads to their mosaic quality. Corridors represent an effective spatial and functional element that helps to diminish the negative effects of the fragmentation process (Haila Y., 2002). The significance of the corridors can also be seen in their quality as a particular linear fragments that represent specific habitats and thus significantly influence the increase in numbers and variety of species.

The formation of the ecological corridors is also inseparably connected with the process of creating protected landscapes networks. In this context, corridors are recognized as spatial connections between nodes of the ecological networks. The formation of spatial and functional structures of the protected areas through the system of the ecological networks and corridors will enable a decrease of negative effects of the fragmentation process and the protection of the maximal number of species. Networks of habitats and protected natural areas, as applied to nature conservancy, should include large number of fragments that are part of the migration range of species, and are distributed in optimum spatial distance. At the same time, adequately chosen activities of management should provide a mosaic of successive habitat levels within a protected natural resource. Neither fragments nor reserves are islands; they are under the strong influence of other habitats in the mosaic of a landscape (Wiens J.A., 1994).

Concluding statements

The study of the influence of geometrical changes of form and structure of newly formed habitats (size, shape, distance, etc.) upon the functioning of an ecosystem, is a logical starting point for seeing complex consequences of the fragmentation process which in its essence appears in the spatial dimension. The effects of habitat fragmentation are often primarily connected with the key causes for endangering populations, especially of rare and endemic species. The universal consequence of fragmentation is discontinuity of habitats. All other consequences are shown as results of mutual influences and connections between new formed habitats and surrounding environment, and of many abiotic and biotic relationships forming and overlapping within various habitats.

The importance of theoretic, especially with quantitative parameters studies of the process and consequences of fragmentation has greatly benefited protection of biodiversity. Amongst the approaches emerging from the above studies relating to nature conservancy, we can discriminate the formation of ecological networks and corridors. Their existence in landscapes, especially with adequate ways of management and dynamic functionality, makes it possible to provide ecological and biogeographical conditions that can decrease negative effects of discontinuation of habitats and ecosystems.

References

See references on page 166