

МИНИСТАРСТВО ОДБРАНЕ  
УНИВЕРЗИТЕТ ОДБРАНЕ У БЕОГРАДУ  
ВОЈНОМЕДИЦИНСКА АКАДЕМИЈА  
МЕДИЦИНСКИ ФАКУЛТЕТ



ПРЕВАЛЕНЦИЈА *BORRELIA BURGDORFERI* У КРПЕЉА ВРСТЕ *IXODES*  
*RICINUS* И ПРОЦЕНА РИЗИКА ТРАНСМИСИЈЕ  
И ИНФЕКЦИЈЕ НА ЛОКАЛИТЕТИМА БЕОГРАДА

Докторска дисертација

*Асист. мр сц. мед. Милена Крстић*

Београд, 2015.год.

## Садржај

ПРЕВАЛЕНЦИЈА BORRELIA BURGDORFERI У КРПЕЉА ВРСТЕ IXODES RICINUS И ПРОЦЕНА РИЗИКА ТРАНСМИСИЈЕ .....	4
И ИНФЕКЦИЈЕ НА ЛОКАЛИТЕТИМА БЕОГРАДА .....	4
1. УВОД.....	1
1.1. Дефиниција и значај истраживања лајмске болести.....	1
1.2. Историјат лајмске болести .....	3
1.3. Епидемиолошке карактеристике лајмске болести .....	4
1.4. Етиологија и екологија Borrelia burgdorferi .....	7
1.5. Вектори, механизам и путеви преношења лајмске болести.....	10
1.6. Клиничке манифестације и и дијагноза лајмске болести.....	14
1.7. Лечење лајмске болести.....	18
1.8. Превенција лајмске болести.....	19
1.9. Фактори и параметри за процену ризика од лајмске болести.....	22
2. ПРОБЛЕМ.....	24
3. ХИПОТЕЗА.....	25
4. ЦИЉЕВИ ИСТРАЖИВАЊА .....	26
5. МАТЕРИЈАЛ И МЕТОДЕ.....	27
5.1. Карактеристике испитиваних станишта града Београда .....	27
5.2. Метода флаг-часа .....	32
5.3. Детерминација сакупљених крпеља и детекција B. burgdorferi.....	33
5.4. Индекси за процену ризика од трансмисије и инфекције .....	33
B. burgdorferi .....	33
5.5. Подаци о броју убода крпеља код људи на испитиваним стаништима .....	36
5.6. Статистичка обрада података.....	36
6. РЕЗУЛТАТИ.....	37
6.1. Присуство и бројност крпеља врсте I. ricinus на одабраним стаништима Београда .....	37
6.2. Преваљенција B.burgdorferi у крпељима врсте I. ricinus на испитиваним стаништима Београда.....	43
6.3. Поређење вредности ентомолошког индекса ризика (ЕИР) за инфекцију B. burgdorferi између еколошких категорија и по месецима .....	46
6.4. Процена и упоређивање вредности ПР и АР трансмисије шума, парк-шума и паркова .....	51
6.5. Повезаност између величине испитиваних станишта, бројности крпеља и преваљенције узрочника лајмске болести .....	62
6.6. Корелација вредности ЕИР и АР са бројем убода крпеља код људи на испитиваним стаништима .....	66
7. ДИСКУСИЈА .....	73
8. ЗАКЉУЧАК.....	86
9. ЛИТЕРАТУРА.....	88

## 1. УВОД

### 1.1. Дефиниција и значај истраживања лајмске болести

Лајмска болест (ЛБ) је мултисистемско обољење људи и неких врста животиња, које изазивају патогене врсте борелија из комплекса *Borrelia burgdorferi sensu lato*, а примарно се преноси убодом крпеља рода *Ixodes* (1, 2). У преношењу и одржавању узročника ЛБ, поред крпеља могу учествовати и неке врсте хематофагних инсеката и топлокрвне животиње, што отежава праћење циркулације *Borrelia burgdorferi* (*B. burgdorferi*) у природним условима (3, 4). Болест може захватити кожу, зглобове, нервни систем и срце, а испољава се кроз три стадијума, који се некада међусобно преклапају стварајући проблеме у постављању дијагнозе (5).

Иако је лајмска болест откривена још 1975. год, а као клинички ентитет описана 1977. год у САД-у, она се и данас интензивно истражује у свету (6,7). Досадашња сазнања о овој болести нису довољна да дефинишу врсте узročника, њихов еколошко-епидемиолошки статус, све клиничке манифестације, потпуну дијагностику и видове превенције укључујући и вакцине (8, 9, 10). Ова чињеница указује не само на сложеност узročника и његову циркулацију кроз различите средине и различите животињске врсте, већ и на његову променљивост и адаптивност (11). Да је то тако, показује тенденција пораста броја оболелих, по свим срединама где се болест региструје (12, 13, 14).

У нашој земљи, ЛБ је откривена 1987.год. (15). Досадашња истраживања по интензитету се не могу поредити са другим развијеним срединама. Међутим, мали је број средина у нас, у којима се не региструје оболевање од ове болести. У истраживачком погледу, деведесетих година двадесетог века је потврђен примарни вектор *Ixodes ricinus* (*I. ricinus*) и урађена је прва изолација *B. burgdorferi* из мишоликог глодара *Apodemus flavicollis* (16, 17). Слично истраживањима из других средина, која су се односила на

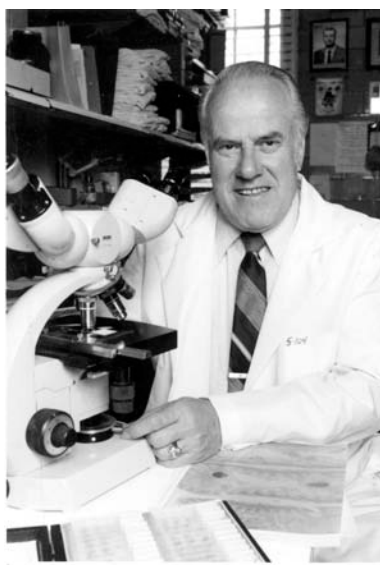
различите врсте патогених геноспециеса *Borrelia burgdorferi sensu lato*, у истраживањима на крпељима *I. ricinus* спроведеним у нас, доказана је циркулација три патогена геноспециеса борелије: *Borrelia afzelii*, *Borrelia garinii* и *Borelia sensu stricto*, мада је у свету откривено шест патогених, а укупно број познатих геноспециеса прелази осамнаест (18, 19).

Фактори који детерминишу ризик од лајмске болести могу се пратити у односу на тип станишта, што је било предмет истраживања многих аутора. Неки научници за процену ризика од инфекције *B. burgdorferi* код људи, примењују ентомолошки индекс ризика, док други аутори користе процену еколошког ризика, тј. потенцијалног (ПР) и актуелног ризика (АР) на стаништима вектора лајмске болести (20, 21, 22, 23). У нашој средини, на једном ограниченом броју станишта Београда, обављено је прелиминарно истраживање процене ризика од лајмске болести на основу одређивања ентомолошког индекса ризика. У истом истраживању, код професионално експонираних група људи (особа које одржавају зелене површине, шумских радника, радника на гробљима), откривена је серопозитивност на *B. burgdorferi* између 17,1 % и 32,3 % (24). Истраживање ризика оболевања од лајмске болести особа после убода одстрањеног крпеља за период 2000-2007.год, показало је да се болест јавила у 2,46 % особа код којих је крпељ био нестручно одстрањен, док у особа код којих је крпељ био стручно одстрањен болест се јавила у само 0,09 % (25). Обављена истраживања код нас су указала да у урбаним срединама постоји ризик од лајмске болести и да даља испитивања треба усмерити ка потпунијој процени ризика и разради мера превенције сходно средини и сезони активности иксодидних крпеља (26, 27, 24, 25, 28)

Ако уважимо фаунистичко-флористички састав средине, оптималне услове за појаву и одржавање иксодидних крпеља (у односу на влагу, домаћина, топографију), као и друге врсте кроз које *B. burgdorferi* вероватно циркулише, онда су досадашња истраживања недовољна. У досадашњим истраживањима која су рађена код нас, обрађиван је мањи број станишта која нису анализирана, ни међусобно упоређивана у склопу одговарајућих еколошких категорија (шуме, парк-шуме и паркови). Испитивање у оквиру еколошких категорија би било неопходно урадити, јер свака од ових категорија има своје одлике, које би могле условити евентуалне разлике у екологији и епидемиологији узрочника, а тиме утицати на ризик његове трансмисије.

## ***1.2. Историјат лајмске болести***

Неке кожне манифестације лајмске болести биле су познате европским дерматолозима још у 19.веку (29). Међутим, променама је дат назив *acrodermatitis chronica atrophica* (ACA) тек 1902.године, када су Herxheimer и Hartman уочили сличне манифестације (30). Кожну промену *erythema migrans* (EM) описао је и довео у везу са убодом крпеља Afzelius из Шведске је 1910.године (29, 30). У периоду до 1945.године настављена су истраживања везана за лајмску болест, описане су кожне и неуролошке манифестације и уочена њихова повезаност са убодом крпеља. У биоптату коже са EM откривене су спирохете 1948.године, а Thyresson је 1949.године успешно применио антибиотску терапију у лечењу ових промена (29).



**Слика 1.** Willy Burgdorfer ([www.flickr.com](http://www.flickr.com))

Све три кожне манифестације лајмске болести (EM, *lymphadenosis cutis benigna*, ACA), су 1965.године груписане од стране Hauer и потврђено је да су те промене настале као последица убода крпеља (29).

У САД-у је тек 1970. године започето истраживање ЛБ, када је Scrimenti запазио EM код једног пацијента (31, 32). Пет година касније, Steere и сарадници описали су епидемијску форму артритиса, запажену у граду Лајму у подручју око реке Конектикат.

Пратећи ток болести, уочили су да почетак болести карактерише мигрирајући еритем, са или без општих симптома инфекције, и да у даљем развоју могу да се јаве неуролошке, коштаноглобне и компликације на срцу (29).

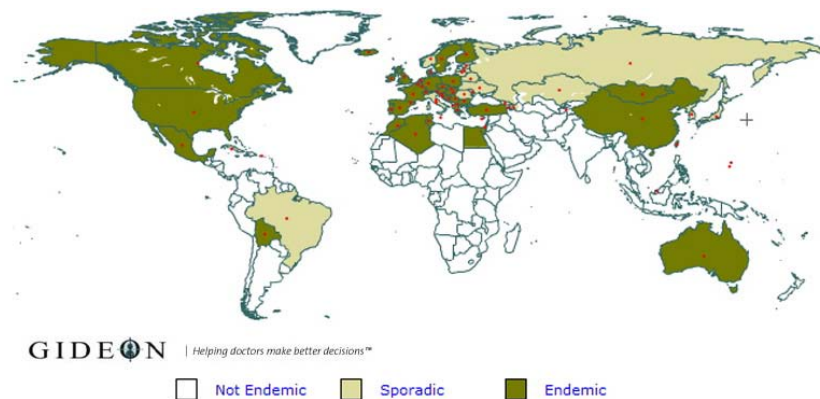
Етиологија претходно описиваних кожних промена које су довођене у везу са убодом крпеља коначно је расветљена 1981.године, када је ентомолог Willy Burgdorfer микроскопирањем у тамном пољу цревног садржаја крпеља врсте *Ixodes dammini* сакупљених на острву Шелтер (Њујорк), открио спирохету која узрокује ЛБ. Годину дана касније, изолована спирохета успешно је култивисана у BSK (Barbour-Stonner-Kelly) подлози од стране Burgdorfer-а и Barbour-а. Новоизолована спирохета откривена је и у лезијама ЕМ, у крви и ликвору пацијената са симптомима и знацима ЛБ (33, 34).

У Европи су 1982.године узрочника ЛБ изоловали швајцарски аутори из крпеља врсте *I. ricinus* сакупљених са терена. Ова спирохета је по структури била идентична спирохети која је претходно изолована у Америци (САД). Испитивањима морфологије, физиологије и DNA закључено је да ови изолати припадају новој врсти рода *Borrelia*. Такође, борелије су изоловане и из узорака пацијената оболелих од ЛБ у Европи (Weber).

У Србији се почетак истраживања ЛБ везује за 1987. годину. Узрочник *B. burgdorferi* изолован је 1991. године из крпеља врсте *I. ricinus*. Прва изолација узрочника ЛБ из резервоара, *Apodemus flavicollis*-а, у нашој средини урађена је 1992.године (35, 36, 16, 17).

### ***1.3. Епидемиолошке карактеристике лајмске болести***

ЛБ као типична природножаришна инфекција - зооантропоноза, представља растући здравствени проблем у многим земљама света, а као резултат комплекса интеракција између различитих фактора средине и социоекономских фактора (6). Региструје се претежно на северној хемисфери, у ендемским подручјима. Повећани број оболелих се везује за сезонску активност крпеља. Најчешће се региструју спорадични случајеви, али може доћи и до епидемије у случају изложености већег броја особа стаништима заражених крпеља (36).



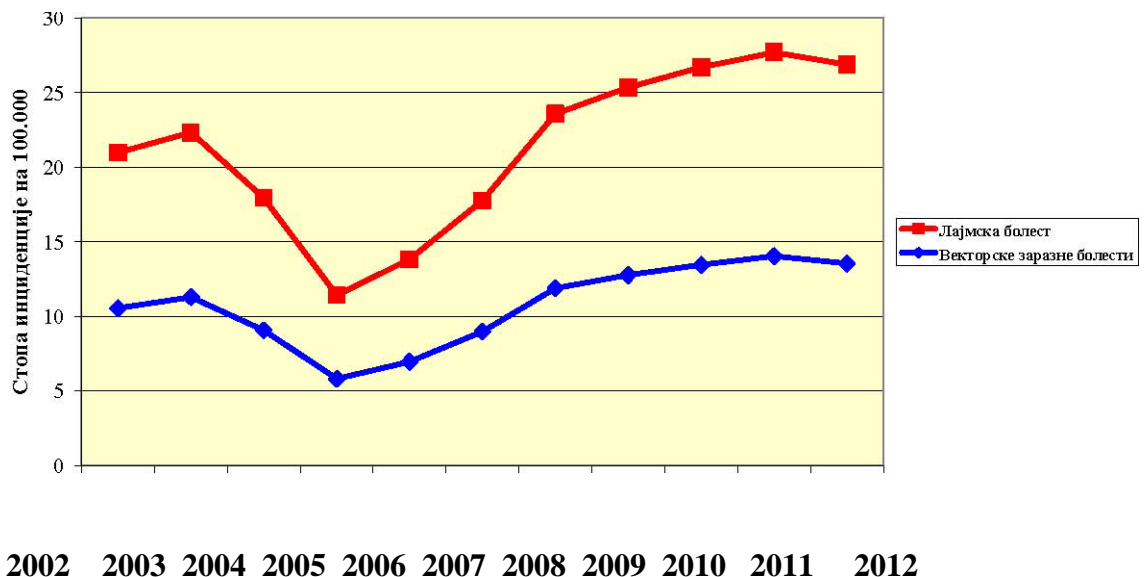
**Слика 2 .** Географска дистрибуција лајмске болести ([en.wikipedia.org](https://en.wikipedia.org))

Ризику су посебно експониране особе чије су професионалне делатности везане за станишта крпеља (шумски радници, радници на одржавању зелених површина, сточари, ловци, војници, ветеринари и др.), а такође и особе које рекреативно или током спортских активности бораве у природи (37). У Северној Америци скоро сви потврђени случајеви потичу из више од 40 земаља САД. Од 1991.год. када је уведена обавезна пријава ЛБ, регистровано је преко 325.000 случајева оболелих. Више од 96% случајева и 2009. пријављено је из 14 држава, са највишим инциденцијама у државама: Connecticut 78,2/100.000, Delaware 111,2/100.000, Maine 60,0/100.000, New Hampshire 75,2/100.000, Massachusetts 61,0/100.000. Инциденција се за ендемична подручја креће од 10-100/100.000, док у хиперендемичним регионима прелази 200/100.000 : Windhan County-Connecticut, Hunterdon County-New Jersey, Dukes County и Nantucket County у Massachusetts-у (38).

У Европи се болест региструје између 35° и 60° северне географске ширине и испод 1300 m надморске висине. Ниво антитела на присуство узрочника ЛБ највиши је код становника у северним и централним пределима. Постоје фокуси, тзв.“вруће тачке“, са инциденцијом више од 100/100.000 (делови Словеније, Немачка, Аустрија, Балтичка обала јужне Шведске, нека острва Естоније, Финска). Глобалне климатске промене условљавају више температуре ноћу и током зиме, ранији долазак пролећа, и вероватно имају утицаја на дистрибуцију, густину крпеља и ниво преживљавања. Крпељи опстају на вишим

надморским висинама и географским ширинама у многим европским земљама, а густина крпеља је условљена густином домаћина и структуром станишта (6). Инциденција у Европи 2005.године кретала се од најнижих вредности 0,1/100.000 у Португалији, 16/100.000 у Словачкој и 36/100.000 у Чешкој, до највиших у Аустрији 135/100.000 и Словенији 206/100.000 (38).

Од описивања првог случаја хумане ЛБ (1987.год.), у Србији је број пријављених случајева порасту (35). Према извештајима Института за јавно здравље Србије, у периоду 2002-2007.год. било регистровано 3.860 пацијената, са просечном годишњом инциденцијом 10.7/100.000. Између 2006-2008 год, у Србији је пријављено више од 200 случајева ЛБ. Већина оболелих откривена је у Београду. У периоду од 2000. до 2007.год., 3.126 особа са убодима крпеља се јавило Институту за епидемиологију, Војномедицинске академије у Београду, ради одстрањивања крпеља и прегледа на *B. burgdorferi* (25).



**Графикон 1.** Кретање стопе инциденције лајмске болести у периоду 2002-2012.године у Србији

На територији Републике Србије региструје се тренд пораста оболелих од ЛБ, која представља водећу болест у групи векторских болести. За посматрани десетогодишњи период, број оболелих у Србији се кретао у просеку око 698 годишње, са инциденцијом 9,5/100.000 становника (39, 40).



#### ***1.4. Етиологија и екологија Borrelia burgdorferi***

Узрочник ЛБ, спирохета *B. burgdorferi*, чини посебну врсту (специјес) која због структуралних и фенотипских сличности са лептоспиром и трепонемом припада роду *Borrelia*, реду *Spirochetales* и породици *Spirochetaceae* (41, 42). То су микроаерофилни организми који расту у комплексном медијуму (BSK-подлога). Они су високо специјализована група покретних, грам негативних бактерија спиралног облика, веома осетљивих у спољашњој средини (43, 42). Изолација *B. burgdorferi*, из клиничког материјала и њихово гајење је дуготрајан и захтеван поступак. Гајење траје од 9 до 12 недеља, што је много дуже него што је неопходно за раст већине осталих бактеријских патогена (45). У специјесу борелија, *B. burgdorferi* је најдужа (10-40  $\mu$ ) али је најмање увијена и најужа (0,2-0,3 $\mu$ m). Поседује спољашњу мембрану која окружује периплазматски простор, комплекс пептидогликан-цитоплазматска мембрана и протоплазматски цилиндар. У периплазматском простору се налази 7-11 флагела, субтерминално причвршћених на оба краја протоплазматског цилиндра, одговорних за кретање спирохете (46, 47).

*B. burgdorferi* синтетише протеине који јој омогућавају да преживи у домаћину и да изазове обољење. Детекцијом антитела која се стварају на те протеине, открива се присуство *B. burgdorferi* у организму. Преко 100 полипептида, колико је откривено код *B. burgdorferi* сврстано је у четири групе (48).

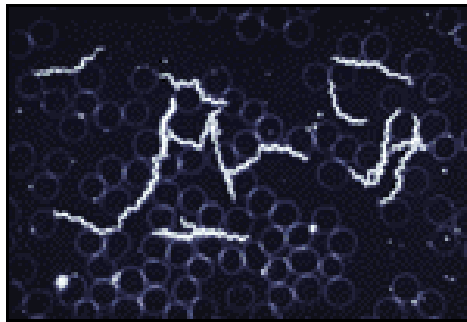
I У првој групи су протеини топлотног шока (66-73 kDa), који се синтетишу при неповољним условима (промена температуре, недостатак хранљивих материја и кисеоника). Њихова основна улога је да сачувају интраћелијске протеине (49, 50).

II Другој групи припадају протеини специфични за породицу-флагеларни протеин p 41 (41 kDa). Овај протеин улази у састав ендофлагела и снажан је имуноген (51).

III У трећу групу сврстани су протеини специфични за врсту: OspA (31-32 kDa), OspB (34-35 kDa), OspC (22-24 kDa), OspD (28 kDa), OspE (19kDa), OspF (26 kDa), p39, p100, и протеини на које се синтетишу антитела код оболелих од ЛБ, p43, p30 и p21. То су важни протеини *B. burgdorferi* и имају значај у имунодијагностици (52, 53).

IV Четвртој групи припадају протеини мале молекулске масе, испод 20 kDa. Антитела на протеин p14 се налазе код болесника од ЛБ. Протеин p17 има значаја у имунодијагностици имуноблотом (54, 55).

Геном *B. burgdorferi* се састоји од линеарног хромозома, суперуврјених циркуларних плазида и линеарних плазида. Гени који кодирају липопротеине спољашњег омотача борелије, локализовани су на циркуларним и линеарним плазмидима (56).



Слика 3. *B. burgdorferi* из културе у тамном пољу микроскопа  
([www.biology.arizona.edu](http://www.biology.arizona.edu))

У почетку је узрочник ЛБ био дефинисан као једна врста спирохета, *B. burgdorferi sensu lato*. Како су истраживања на пољу ове проблематике и даље актуелна, откривају се нови специеси и сматра се да их има преко осамнаест (7, 19). Врсте које изазивају хуману инфекцију су: *Borrelia burgdorferi sensu stricto*, *Borrelia afzelii* и *Borrelia garinii*. *Borrelia burgdorferi sensu stricto* се чешће везује за клиничке манифестације артритиса, *Borrelia garinii* за неуроборелиозе, а *Borrelia afzelii* за кожне манифестације. У нашој земљи је установљено присуство сва три специјеса, са доминацијом *Borrelia afzelii* (18). Изолација борелије из крпеља, људи, домаћих и дивљих животиња, дала је велики допринос разјашњавању биоценозе ове природножаришне инфекције (57). Дошло се до сазнања да *B. burgdorferi* циркулише између дивљих животиња, одређених артропода, домаћих животиња и птица у сложенем ензоотском циклусу, путем ланаца исхране.

Код више десетина врста животиња борелија се успешно одржава и размножава. Уколико се човек нађе у природи, он може бити случајна жртва инфекције *B. burgdorferi*, која циркулише у трансстадијално у популацији крпеља, преносећи се са стадијума на

следећи стадијум и трансваријално, са генерације на генерацију (58). Посебно је значајна и могућност природне инфекције неколико врста домаћих животиња (пас, крава, коњ) који живе у непосредној близини човека (59). Међутим, досадашња испитивања у ендемским жариштима нису открила да борелија изазива клиничке манифестације код дивљих животиња (57). Треба истаћи, да постоји велики број врста домаћих и дивљих животиња које представљају идеалне домаћине за исхрану крпеља, али се у њима борелија не одржава успешно. Интересантна је чињеница да је код гуштера *Sceloporus occidentalis* установљено да његова крв може да разори борелију у телу крпеља који се хране на њима (60, 61).

У ендемским подручјима САД као резервоар борелије доказан је белостопа миш (*Peromyscus leucopus*), код кога је борелија изолована из крви, бубрега, јетре, слезине, очију и других органа, док није било клиничких знакова болести. Допунским (споредним) резервоарима сматрају се пругаста веверица и пољска волухарица. На подручју Европе и Азије, улогу примарних резервоара имају врсте рода *Apodemus* и *Clethrionomys*. Као могући допунски резервоари истичу се јез и црвена лисица, али и неке друге дивље животиње. Што се тиче улоге птица, на којима се хране нижи развојни стадијума крпеља, још увек се поуздано не зна колико дуго борелија може да опстане у организму птица и шта се са њом дешава (62, 63). У сваком случају, птице помажу ширењу инфицираних крпеља у току својих миграторних летова (64).

У крпељима се борелија одржава и размножава не реметећи њихов метаболизам, сазревање и дужину живота, па се они сматрају добрим преносиоцима инфекције. Крпељи нису само вектори, већ и резервоари и извори инфекције. Поред борелије, они истовремено могу бити носиоци и неких других узрочника (ерлихиозе, бабезиозе, туларемија, менингоенцефалитис и др.), што се назива коинфекцијом (60).

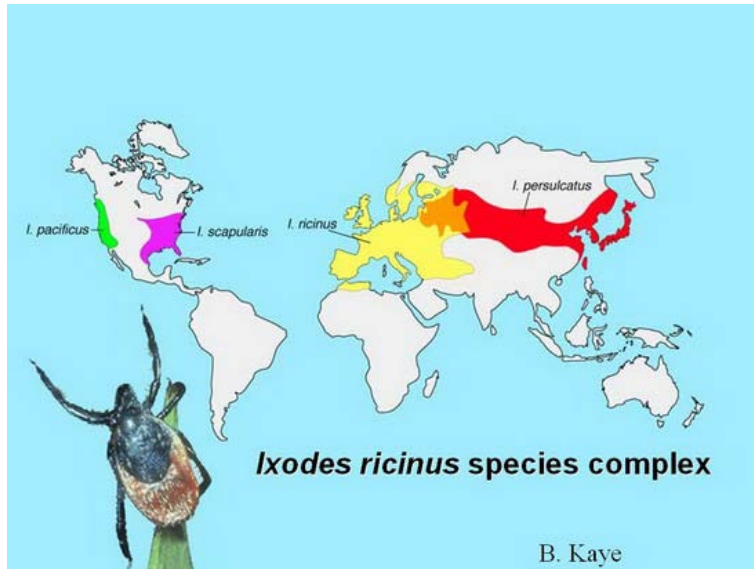


Слика 4. Крпељ врсте *Ixodes ricinus* (www.ronix.hu)

### ***1.5. Вектори, механизам и путеви преношења лајмске болести***

У оквиру рода *Ixodes*, истиче се неколико врста крпеља, који припадају примарним векторима ЛБ. У северном и североисточном делу САД распрострањен је *I. scapularis*; *I. pacificus* се затиче у западном делу САД; *I. persulcatus* је карактеристичан за Европу, Азију, Русију, Кину, Јапан; *I. ovatus* се открива у делу Јапана; *I. ricinus* је распрострањен у Европи и Евроазији. Као секундарне векторе ЛБ, неки аутори наводе неке друге родове крпеља: *Haemaphysalis*, *Hyalomma*, *Dermacentor*, *Amblyomma*, *I. hexagonus*. Борелије су нађене чак и код неких врста комараца и мушица, који се убрајају у споредне векторе ове инфекције (65, 66). Међутим, кратко време преживљавања борелије у овим инсектима, указује да ови вектори играју малу улогу у преношењу (64).

Крпељи су пауколики ектопаразити из класе *Arachnida*, поткласе *Acari*, реда *Ixodida*, фамилије *Ixodidae*, рода *Ixodes*. Величина одраслих крпеља варира од неколико mm до 2-3cm зависно од степена насисаности крвљу. Гладни крпељи имају спљоштено и овално тело, смеђе-тамно смеђе или црне боје. Насисане јединке се јако увећавају у обиму, око 500 пута у односу на гладне јединке и тело им постаје јајастог или округлог облика, оловно-сиве, светложуте или црвенкасте боје (43, 67).



**Слика 5.** Распрострањеност иксодидних крпеља и свету (EUCALB)



**Слика 6.** Женка крпеља одстрањена из коже после више од 7 дана

([www.theguardian.com](http://www.theguardian.com))

Тело крпеља се састоји од два дела: предњи, мањи главени - gnathosoma и задњи несегментирани - idiosoma. Предњи део је троугластог облика, а ивице тела су заобљене, што погодује кретању крпеља по кожном покривачу, вуни или перју домаћина. Крпељи најчешће бораве на врху високих трава, на жбуњу, деблима, где чекају пролазак животиње или човека. После идентификације домаћина помоћу вибрационих сензора (реагују на топлоту, угљен-диоксид, млечну киселину, амонијак, мирис, светлост) закаче се за њих помоћу посебних кука на предњим ногама (67, 68). Карактеристично је да нису избирљиви у односу на врсту домаћина у одсуству примарног домаћина. Тако, *I. ricinus* паразитира на

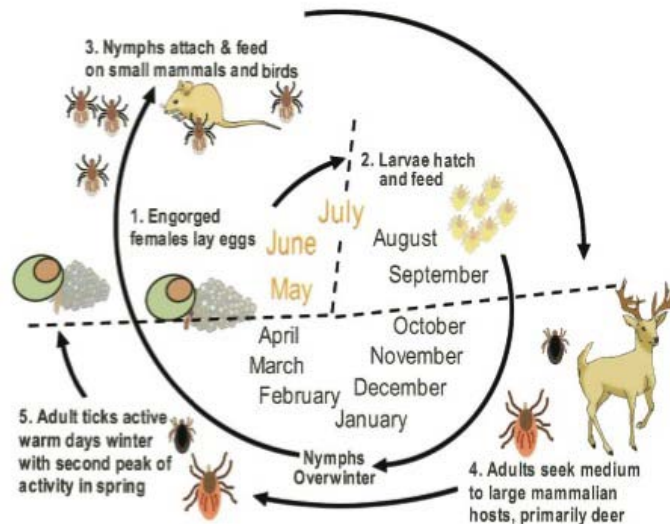
више од 320 животињских врста, *I. scapularis* на 242 а *I. pacificus* на 80 врста животиња (69). Присуство и бројност крпеља условљени су: климатско-еколошким факторима, врстом и бројношћу домаћина, типом станишта, сезоном и одсуством примене превентивних мера (70, 71).



**Слика 7.** Развојни стадијуми крпеља врсте *Ixodes ricinus* ([www.lymeneteurope.org](http://www.lymeneteurope.org))

Животни циклус иксодидних крпеља, у зависности од географског подручја и климатски фактора траје једну до пет година. Исхрана крпеља крвљу домаћина кључна је за њихов оспстанак и размножавање. Нижи развојни облици (ларве и лутке-нимфе), након исхране падају са домаћина и прелазе у следећи стадијум. Копулација одраслих јединки женке и мужјака одвија се на кожи крупне дивљачи (јелена). Затим, мужјак угине, а женка се храни крвљу домаћина и тиме омогућава формирање, сазревање и полагање јаја. Једна одрасла женка врсте *I. ricinus* може да положи и до 2000 јаја. Када положи јаја, она умире. У рано пролеће се из јаја излежу ларве, чиме је животни циклус једне генерације завршен. Ларве су покретне, али се од места пиљења не удаљавају више од 1m и тако остају на месту пиљења, где чекају домаћина. Оне имају три пара ногу, за разлику од лутака и одраслих, које мају четири пара ногу и веома су покретне (71). Ларве током лета паразитирају на ситним глодарима, птицама и човеку. Током јесени и зиме мирују, а наредног пролећа се из њих развијају лутке (нимфе), које представљају незрели облик крпеља, јер још увек немају функционални полни систем. Лутке се током лета и јесени налазе на ситним глодарима, домаћим животињама, птицама и човеку, где се хране крвљу.

У јесен се лутка пресвлади у одраслу јединку (адулт). За време сваког стадијума, крпељ се храни само једном (72). Зависно од развојног стадијума, крпељи у кожи домаћина проводе 2-3 дана (као ларве) при чему повећавају тежину 10-20 пута; 4-5 дана (као нимфе) повећавајући тежину преко 50 пута; и 7-11 дана (као одрасли крпељи) повећавајући тежину неколико стотина пута, конзумирајући и до 5ml крви домаћина (73).



Слика 8. Животни циклус крпеља врсте *Ixodes* ([pixgood.com /ixodes-tick-life-cycle.html](http://pixgood.com/ixodes-tick-life-cycle.html))

Врста крпеља *I. ricinus*, која је распрострањена у Европи и код нас, је космополит, обзиром да се затиче и у Западној Азији и Северној Африци. Активни су већ на +4 °C, Оптимална температура за његов опстанак је +10-20 °C, а влажност 60% и више. Могу се наћи на надморским висинама и до 1500 m (72). Имају подешен усни апарат-рилицу, којом се чврсто припајају за кожу домаћина и делом улазе у кожу током храњења, тако да при одстрањивању могу делови крпеља заостати у кожи уколико се не поступи правилно.

Људи се заражавају убодом инфицираног крпеља вирулентном *B. burgdorferi*. Пљувачка крпеља садржи материје анестетичког дејства, те је убод безболан и често се примети тек када се крпељ насиса крви. Крпељ при убоду, пошто се насиса крви, повраћа цревни садржај у коме се налазе борелије и инокулира га у кожу. На месту убода се може јавити црвенило услед инфламаторног и алергијског дејства пљувачке крпеља, које се

убрзо повлачи. Карактеристични еритем се јавља уколико је крпељ пренео инфекцију човеку, обично после 3-32 дана. Уколико крпељ борави у кожи мање од 24 h, мањи је ризик од преношења инфекције. Међутим, код нижих развојних стадијума, време преношења инфекције је краће, из разлога што они брже конзумирају и варе крв у односу на одрасле јединке. Осим тога, ларве и лутке су мање уочљиве и преваленција борелије креће се код њих од 10-30%, што иде у прилог повећаном ризику од оболевања људи од ЛБ. У литератури су описани случајеви оболевања, чак и када је крпељ боравио мање од 24 h у кожи. Уколико заражени крпељ проведе у кожи до 72 h доказано је заражавање 100% (74).

Убоди крпеља могу се регистровати на свим деловима тела пацијената, али су код одраслих најчешће на доњим екстремитетима 62,8%, а код деце на глави и врату 38,2% (75). Ризик од појаве ЛБ после убода крпеља зависи од ендемичности подручја, степена инфицираности крпеља, експозиције стаништима крпеља и може варирати од 0,5-5% (76, 25).

Инфекција узрочником ЛБ не може се пренети интерхумано. Једино је могуће преношење инфекције са инфициране мајке на плод - трансплацентарни пренос (57, 77).

## ***1.6. Клиничке манифестације и и дијагноза лајмске болести***

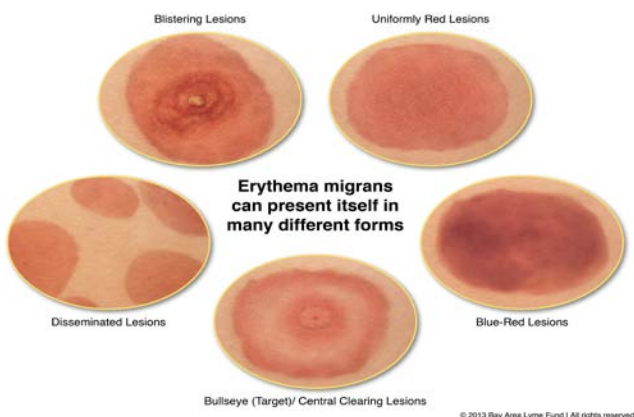
ЛБ је мултисистемско обољење изазвано *B. burgdorferi sensu lato*. Најчешћа клиничка манифестација је карактеристична промена на кожи, *erythema migrans* (ЕМ), која се спонтано повлачи чак и без антибиотика. Међутим, борелије се могу проширити и на друга ткива и органе, изазивајући тешке манифестације од стране нервног система, зглобова или срца. Лабораторијска потврда инфекције, углавном серологија, је од суштинског значаја за постављање дијагнозе, осим у случају типичних ЕМ (78, 79). ЛБ често ствара дијагностичке проблеме чак и најстручнијим и најбоље информисаним лекарима, због своје комплексности. Болест може имитирати друга хронична запаљенска или дегенеративна обољења, укључујући широк спектар ауто-имуних болести (80). Клинички ток има три стадијума, који се некада преклапају без јасне границе, са могућим ремисијама и егзацербацијама, стварајући велике дијагностичке дилеме: *први стадијум*



ране локализоване ЕМ; други стадијум ране дисеминације ЛБ; трећи стадијум хроничне перзистентне инфекције (5).

Код већине нелечених пацијената који су имали ЕМ јаве се и касне манифестације. У неких особа се могу јавити касне манифестације, без претходне појаве раних знакова, а у неким случајевима болест протиче без симптома и тада се случајно открива налазом специфичних антитела у серуму (5, 81). За дијагнозу ЛБ да се сматра важним податак да је пацијент био изложен ризику од убода крпеља (82). Међутим, често се дешава да убоди прођу незапажено, те овај критеријум није неопходан.

*Први стадијум ране локализоване ЕМ*, јавља се обично неколико дана до неколико недеља после убода инфицираног крпеља (инкубација може варирати од 3-32 дана). ЕМ је карактеристична промена на кожи, која се јавља у око 70-80% инфицираних особа. Примарни еритем је безболан, шири се центрифугално, регредира у центру и поприма прстенаст изглед, пречника изнад 5 цм, мада може бити и мањи. Уколико се не лечи, ЕМ може да траје и неколико недеља (58). У ређим случајевима могу се јавити и мултипле еритематозне промене (код 5 % особа). ЕМ може имати атипичан изглед и у том случају се тешко разликује од еритематозних лезија које јављају у року од неколико сати након убода крпеља и представљају реакције преосетљивости.



Слика 9. Различите форме ЕМ  
([practicalpurposebound.wordpress.com](http://practicalpurposebound.wordpress.com))

Слика 10 . Erythema migrans ([wesleykids.com](http://wesleykids.com))

У диференцијалној дијагнози, ЕМ треба разликовати од реакције на убод инсеката, уртикарије, контактнoг екцема, целулитиса, фоликулитиса, еризипела, алергијске реакције на лекове и др. ЕМ може бити праћена општим неспецифичним симптомима: умор, повишена температура, главобоља, укочен врат, благе артралгије, мијалгија, али такви симптоми не указују на ЛБ ако се јављају у одсуству ЕМ (80, 83).

У првом стадијуму се може јавити *борелијски лимфоцитом*, безболни плавкасто-црвени чворић, обично на кожи ушне шкољке, брадавице или скротуму, чешће код деце (посебно на уху), него код одраслих. У одсуству одговарајућег лечења може трајати месецима, а пацијенти су обично серопозитивни. (20).

*Acrodermatitis chronica atrophicans* (ACA), прогресивна фиброзирајућа лезија се јавља у мањег броја старијих људи, у виду плавичасто-црвене дисколорације на екстензорним странама лактова, колена, шака и стопала. Ова промена се карактерише постепеном епидермалном атрофијом коже, која постаје танка, сјајна, попут папира. То је дуготрајна, прогресивна манифестација ЛБ, праћена високим концентрацијама специфичних IgG антитела у серуму (84).



**Слика 11.** Борелијски лимфоцитом  
([sl.wikipedia.org](http://sl.wikipedia.org))



**Слика 12 .** *Acrodermatitis chronica atrophicans*  
([www.cdc.gov](http://www.cdc.gov))

*Lyme neuroborreliosis* је углавном акутна болест, која се обично развија у року од неколико недеља од инфекције. У одраслих се јављају болан менингоградикулонеуритис (Garin-Bujadoux-Vannwarth) и једнострана или билатерална парализа лица. Ове манифестације се могу јавити одвојено или заједно (78). Ређе, манифестације укључују

друге кранијалне неуропатије VI кранијалног живца, ређе IV или III, изоловани менингитис, мијелитис, енцефалитис, церебрални васкулитис и др. У детињству, најчешћи симптоми и знаци су главобоља због менингитиса и парализа лица (20). За поуздану дијагнозу *Lyme neuroborreliosis*, важан је налаз лимфоцитне плеоцитозе у цереброспиналној течности, као и IgM и / или IgG антитела на *B. burgdorferi*, која могу бити одсутна код неких пацијената у почетку, али специфична интратекална производња IgG треба да буде детектована у свих пацијената 6-8 недеља после појаве симптома (85). Касне неуролошке манифестације које се јављају у виду енцефалопатије, су ређе. Оне могу да доведу до губитка памћења, депресије, сензорне полинеуропатије или спастичне парализе (86).

*Lyme arthritis* - карактерише се захватањем великих зглобова (једног или неколико), синовитисом, отоком, понављаним нападима. Најчешће је захваћено колена. Уколико се не лечи, стање може трајати месецима или чак годинама (87).



**Слика 13.** Lyme arthritis колена ([boston.com](http://boston.com))

*Срчане манифестације* у ЛБ се ређе јављају. Обично се јаве убрзо после ЕМ, или упоредо са неуролошким симптомима или артритисом, у виду пролазног атриовентрикуларног блока различитог степена са поремећајем ритма, знацима миокардитиса или перикардитиса, а ређе са знацима срчане инсуфицијенције. Често се јављају симптоми као што су палпитације, нелагодност у грудима, недостатак даха, вртоглавица при напору и синкопе (89, 78). На Лајм кардитис треба посумњати у млађих особа са наведеним симптомима, у одсуству других фактора ризика, а ко њ имају

анамнестички податак о изложености или убоду крпеља (20). При дијагностиковању ЛБ, поред ових клиничких манифестација, узима се у обзир и позитиван налаз антитела на борелије у серуму пацијента.

Од осталих манифестација ЛБ треба истаћи: коњуктивитис, иридоциклитис, хориодитис, неуропатију очног нерва, хепатомегалију, хепатитис и ретко сув кашаљ и оток тестиса (90).

Дијагноза ЛБ поставља се у складу са критеријумима CDC (Centers for Disease Control and Prevention) : анамнестички податак о убоду крпеља или о могућој експозицији; симптоми и знаци ЛБ; позитиван налаз антитела на *B. burgdorferi*. У првих 4-6 недеља дијагноза се обично поставља на основу клиничких манифестација, а потом помоћу одговарајућих серолошких тестова. Актуелни стандард за тестирање је двостепени тест: иницијални ELISA, који (ако је позитиван или неодређен) мора да буде потврђен од стране Western blot теста (91, 92, 93). Постоје докази да се успешно може применити и једноставнији, јефтинији и поузданији низ од два ELISA теста који идентификују различите имуне одговоре (82). Серонегативност се може јавити у 5% оболелих али она не искључује ЛБ. Такође, могуће је изоловати *B. burgdorferi* из ликвора серонегативних пацијената (94, 95).

### ***1.7. Лечење лајмске болести***

У лечењу ЛБ примењује се антибиотска терапија, која се прилагођава симптомима и фази болести, узрасту пацијента, а треба водити рачуна и о евентуалној појави алергијске реакције на одређени антибиотик. Посебно треба бити обазрив приликом прописивања адекватне терапије деци и трудницама. Дужина терапије антибиотицима зависи од тежине клиничке слике, али третман обично траје 2 до 4 недеље (96, 97).

У лечењу ране локализоване ЕМ орално се примењују: код одраслих доксициклин а у лечењу деце користе се амоксицилин, еритромицин, пеницилин. Рани дисеминовани и хронични облици лече се интравенским апликовањем цефтриаксона, цефотаксима и Пеницилина G у одговарајућим терапијским дозама и код одраслих и код деце. За лечење *Lyme arthritis*-а обично се пропише третман оралним антибиотиком неколико недеља. Ако третман оралним антибиотиком не успе, антибиотик може да се даје интравенозно. За

парализу лица, уколико нема других манифестација од стране нервног система, антибиотик дат орално у трајању од неколико недеља је обично ефикасан. У случају промена на срцу, примењује се интравенозна антибиотска терапија, мада и орално дати антибиотици могу довести до побољшања за 21 до 30 дана, ако је реч о благим симптомима (96, 29).

Рана примена антибиотика може да излечи инфекцију и спречи будуће проблеме од стране срца, зглобова и нервног система. Међутим, симптоми не могу нестати одмах. Неки симптоми могу трајати неколико недеља након третмана. То не значи да антибиотици нису били успешни, нити да је потребна додатна терапија антибиотцима. (96, 98).

### ***1.8. Превенција лајмске болести***

За успешну реализацију мера превенције код ЛБ, неопходно је познавање хумане популације у срединама где се оне спроводе (обичаја, навика, нивоа образовања, социоекономског статуса), биологије и станишта вектора, екологије и структуре *B. burgdorferi*, врсте резервоара и њиховог понашања, као и тока болести. Уважавајући све ове чињенице, превенција се може усмерити у два правца: на заштиту људи од убода крпеља и спречавање заражавања после убода. Поред ових мера препоручују се и мере које се примењују на станишту, у смислу уређивања терена - механичке мере и примене инсектицидних препарата - хемијске мере (99, 100, 6).

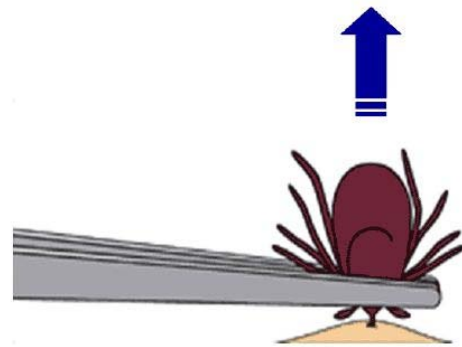
Када се истиче значај мера превенције ЛБ, на првом месту је свакако избегавање станишта заражених крпеља. Међутим, то је тешко изводљиво код људи који на тим подручјима живе или раде. У овим случајевима, препоручује се низ мера које могу у великој мери да редукују могућност убода крпеља и преношења инфекције. Саветује се ношење одеће светлих боја, дугих рукава и ногавица (увучених у чарапе), чизама и капе. Препоручује се употреба репелената на бази Н, Н-диетил-мета-толуамида (ДЕЕТ) који се могу наносити на кожу или на одећу, зависно од врсте формулације, као и употреба перметрина (импрегнација одеће). Поред синтетских, примењују се и биљни репеленти на бази лимуновог уља, еукалиптуса и др, али трајање заштите је код њих краће у односу на синтетске препарате. Након посете или рада у таквим областима, препоручује се туширање и детаљан преглед тела на присуство крпеља, укључујући и пажљив преглед врата,

подпазушног предела, и препона. Убоди крпеља се такође могу избећи инспекцијом и уклањањем крпеља са кућних љубимаца (100, 6).

Уколико до убода ипак дође, пожељно је да крпеља из коже стручно одстрани лекар што раније (до 24 h), јер се са дужином боравка у кожи повећава ризик од преношења инфекције. При одстрањивању крпеља, пинцетом треба ухватити рилицу крпеља што ближе кожи, применити благи притисак и повући навише чврсто и постојано. Подручје око убода дезинфиковати алкохолом. Крпељ се приликом одстрањивања не сме гњечити, кидати и чупати. Пре вађења крпеља, не треба стављати никаква хемијска ни топлотна средства (алкохол, бензин, ацетон, цигарета и др.), јер она могу изазвати повраћање цревног садржаја крпеља. (101, 102, 100, 6).



**Слика 14** . Крпељ причвршћен за кожу крпеља ([www.pbase.com](http://www.pbase.com))



**Слика 15** . Правилно одстрањивање крпеља ([www.cdc.gov](http://www.cdc.gov))

Најбољи начин да се избегне појава ЛБ је комбинација мера личне заштите од убода крпеља и имунизације. Тренутно не постоји хумана вакцина против ЛБ доступна на европском тржишту. Међутим, за заштиту паса доступна је вакцина добијена из културе инактивираних борелија, која се даје субкутано, већ са 12, а потом са 17 недеља живота и бустер дозом пред сезону крпеља сваке године (14). До сада, развој хумане вакцине против *B. burgdorferi sensu lato* инфекције био је базиран на високо имуногеним спољашњим липопротеинима овог патогена. Иако је 1998. год. лиценцирана вакцина заснована на липопротеину OspA, она је после четири године је повучена са тржишта из

економских разлога, али и због сумње у њену дугорочну ефикасност. Такође, имала је ограничену употребу: није се препоручивала деци млађој од 15 год. и старијима од 70 год., посебно ако болују од артритиса (100, 6, 79). Истраживања вакцина за хуману популацију се и даље настављају, са циљем стварања заштите од свих патогених геноспецијеса *B. burgdorferi sensu lato*. У Европи су истраживања усмерена ка вакцини базираној на OspC, и интензивно се обављају на анималном моделу (103). Фактори од кључне важности за развијање ефикасне и прихватљиве вакцине подразумевају: детаљно познавање циклуса домаћин-паразит на локалном, регионалном и европском нивоу; дистрибуцију и преваленцију геноспецијеса борелије; боље разумевање повезаности симптома инфекције са сваким геноспецијесом; стандардизоване серолошке тестове за потврду свих сумњивих случајева ЛБ, укључујући идентификацију геноспецијеса. Даље студије о улози површинских липопротеина *B. burgdorferi sensu lato* су такође хитно потребне (6). У једној студији објављеној у Америци, аутори су показали да вакцина у облику пелета која је била дистрибуирана белостопим мишевима, као најчешћим резервоарима ЛБ, има значаја у превенцији ове болести. Наиме, створена антитела код резервоара, уносе крпељи хранећи се крвљу мишева и на тај начин се код њих смањује присуство борелија, а тиме и степен заражености (104).

Поред наведених мера личне заштите од убода крпеља, на стаништима се примењују мере механичке и хемијске заштите. Под механичким мерама се подразумева уређивање станишта, кошења траве, спаљивања растиња, крчења шума и сл., са циљем ремећења повољних услова за развој и опстанак крпеља на станишту. Хемијска средства тј. инсектицидни препарати се користе у организованим акцијама сузбијања крпеља, чијом се применом популација крпеља редукује и своди на најмању могућу меру (99, 100, 6).

У борби против ЛБ, спроводи се и сузбијање крпеља код мишоликих глодара, аподразумева: редукацију бројности (дератизацијом); употребу импрегнираних памучних клупка перметрином; употребу клопки са инсектицидом (фипронилом). Такође, треба поменути и мере фокусиране на смањење броја јелена на станишту, као и примену тзв. самоапликатора натопљених акарицидом нпр. ивермектин, а који представљају хранилиште за јелене и срне (99).

## ***1.9. Фактори и параметри за процену ризика од лајмске болести***

Процена ризика од ЛБ била је циљ проучавања многих аутора широм света. При томе, праћени су многобројни фактори који овај ризик детерминишу и коришћене различите методе процене. Првенствено, за ризик оболевања од ЛБ значајна су четири критеријума: 1. бројност (густина) популације крпеља; 2. зараженост крпеља узрочником ЛБ; 3. сезона активности вектора; 4. дужина експозиције домаћина стаништима крпеља. Постојање великог броја геноспециеса и сложених интеракција између узрочника и различитих резервоара у природи отежавају одређивање стварног ризика за људе (21, 6). Глобалне климатске промене индукују више температуре ваздуха ноћу и током зиме, ранији долазак пролећа, те вероватно утичу и на локалну дистрибуцију и густину крпеља и њихових домаћина (70). Ове климатске промене условљавају појаву и опстанак крпеља на већим надморским висинама и географским ширинама у многим европским земљама (6, 105, 106). Такође, треба имати у виду понашање, навике људи, њихове активности, кретање, као и кретања животиња и робе. Треба истаћи и значај миграторних птица које имају улогу у трансмисији и одржавању узрочника, јер за кратко време (24-48 h) прелећу велике удаљености, што је довољно да приликом храњења крпеља на њима дође до трансмисије борелија (107, 108).

Неки научници за процену ризика од инфекције *B. burgdorferi* код људи, примењују ентомолошки индекс ризика (ЕИР). За свако станиште крпеља где постоји инфекција *B. burgdorferi* могуће је израчунати овај индекс, и то као производ броја лутака сакупљених по јединици времена и нивоа инфекције борелијом код њих (22, 108). Други аутори користе процену еколошког ризика, тј. потенцијалног (ПР) и актуелног ризика (АР) на стаништима вектора ЛБ. Ова метода узима у обзир важне еколошке параметре (приступачност и величину станишта, састав станишта у погледу вегетације, погодност средине), који се разликују од станишта до станишта, у зависности од тога којој еколошкој категорији припадају, као и бројност и инфицираност одраслих стадијума крпеља *I. ricinus* (23). За процену стварног ризика неопходно је обухватити и лутке и одрасле стадијуме крпеља, а такође и уважити услове средине који одређују густину вектора и резервоара *B. burgdorferi*. Са друге стране, не смеју се занемарити ни фактори везани за човека као



случајног домаћина крпеља. Информисаност становништва о могућностима инфекције у природи, начинима заштите, правилном одстрањивању крпеља, нема мањи значај од претходно наведених фактора. Само уколико се обухвате сви биотички и абиотички фактори укључени у сложену проблематику ЛБ, можемо говорити о процени стварног ризика од ове болести (109).

## ***2. ПРОБЛЕМ***

Иако се истраживања процене ризика од ЛБ последњих година интензивно спроводе у свету, она још увек нису пружила потпуну процену ризика од ове болести. Разлог томе је, што је обично примењивана само једна од метода, а то је недовољно за процену стварног ризика једног станишта.

Потпунија процена ризика може се извести једино уколико се комбинују методе одређивања ентомолошког ризика и одређивања еколошког ризика. Овакав приступ нам омогућава да свако станиште посматрамо као посебну целину, узимајући у обзир карактеристике еколошке категорије у коју се сврстава (шума, парк-шума или парк). Специфичности станишта односе се на: величину, положај, надморску висину, фаунистичко-флористички састав и комуникације са другим срединама. Резултати такве процене користиће се за разраду адекватнијих мера превенције у односу на тип станишта и врсту активности особа које их посећују. Ове превентивне мере посебно добијају на значају, када се зна да још увек не постоји одговарајућа вакцина, која би пружила сигурну заштиту од лајмске болести.

### **3. ХИПОТЕЗА**

1. Еколошка категорија станишта значајно утиче на бројност крпеља *I. ricinus*, преваленцију *B. burgdorferi* у њима и ризик од трансмисије и заражавања људи узрочником лајмске болести.
2. На испитиваним стаништима постоји корелација вредности ентомолошког и еколошког индекса ризика са убодима код људи.

#### **4. ЦИЉЕВИ ИСТРАЖИВАЊА**

Полазећи од наведене хипотезе, постављени су следећи циљеви истраживања:

1. Испитати присуство и бројност крпеља врсте *I. ricinus* на деветнаест станишта Београда, која припадају различитим еколошким категоријама (шуме, парк-шуме, паркови).
2. Одредити преваленцију *B. burgdorferi* у сакупљеним крпељима на испитиваним стаништима.
3. Одредити вредности ентомолошког индекса ризика за инфекцију *B. burgdorferi*.
4. Проценити вредности потенцијалног и актуелног ризика трансмисије *B. burgdorferi*.
5. Извршити поређење вредности ентомолошког индекса ризика, потенцијалног и актуелног ризика трансмисије *B. burgdorferi*, између еколошких категорија станишта.
6. Установити да ли постоји статистички значајна повезаност између величине испитиваних станишта и бројности *I. ricinus* и преваленције *B. burgdorferi* у крпељима.
7. Одредити корелације вредности ентомолошког индекса ризика и актуелног ризика са бројем убода крпеља код људи на испитиваним стаништима.
8. Утврдити која станишта Београда носе највећи ризик од трансмисије и инфекције *B. burgdorferi*.

## **5. МАТЕРИЈАЛ И МЕТОДЕ**

У току једне сезоне активности крпеља (март-октобар), једном месечно, сакупљани су крпељи на деветнаест станишта Београда, која су према одговарајућим критеријумима сврстана у три еколошке категорије: шуме (пет станишта), парк-шуме (пет станишта) и паркови (девет станишта).

### **5.1. Карактеристике испитиваних станишта града Београда**

Београд се простире на површини од 322.323 ha и налази се на ушћу река Саве и Дунава. Територија Београда је подељена на 17 општина, чија се површина креће од 3 km<sup>2</sup> (Врачар) до 447 km<sup>2</sup> (Палилула). Просечна надморска висина града је 116,75 m, са најнижом котом 70,15m (Ада Хуја) и највишом 303,1m (Торлак), а на ширем подручју Космај 628 m. Координате територије Београда су: 44°49'14" северне географске ширине и 20°27'44" источне географске дужине. Укупна површина шума износи 35.980 ha, па је степен шумовитости београдске регије 12%. Од дрвећа највише има јасена, цера, букве, јавора и багрема. На територији Београда постоји 19 парк-шума (732,5 ha).

Зелене површине Београда чине 64 паркова (358,5 ha), 54 скверова (8,15 ha), 90 уличних травњака (20,75 ha) и зелене површине 266 стамбених насеља (1086,8 ha).

Београд и околина одликују се умерено-континенталном климом, са средњом годишњом температуром од 11,7°C. Најхладни месец је фебруар са средњом температуром од 0,0°C, а најтоплији јули (средња температура 22,1°C). Просечна годишња количина падавина је 666,9 l/m<sup>2</sup>. Највише падавина бележи се у јуну 86,6 l/m<sup>2</sup>. Просечна годишња релативна влажност износи 69,5%. Јул је месец са најмање влаге и средњом релативном влажношћу 62,7%, док је децембар месец са највећом средњом релативном влажношћу, 81%.

Станишта која су обухваћена овим истраживањем могу се у еколошком погледу поделити на: шуме, парк-шуме и паркове. Свако од ових станишта има своје

специфичности у односу на: величину, положај, фаунистичко-флористички састав и комуникације са другим срединама.

У оквиру еколошке категорије шума, истраживање је рађено на пет шумских станишта: Липовачка шума, Бојчинска шума, Авала, Миљаковачка шума, Макиш.

*Липовачка шума* се налази између двеју општина Чукарице и Барајева. По површини Липовачка шума заузима 1253 ha. Надморска висина варира између 160 и 290 m. Од вегетације, Липовачка шума углавном обилује вишегодишњом дрвенастом: храст, цер, дрен, леска, буква, трн, зова, шипак, купина и незнатно зимзеленим растињем. Од једногодишњих врста су углавном траве. На једном већем простору присутно је растиње бршљана. Од животиња заступљене: срне, зечеви, јежеви, веверице, мишолики глодари а од птица: фазани, јаребице, жуне, детлићи, врапци, кос и др. Шума представља излетиште и ловиште. Унутар шуме не постоји велики број уређених стаза, али је по ободима велики број путева, угоститељских објеката и приватних кућа.

*Бојчинска шума* захвата површину од 692,44 ha. Овај комплекс се налази на ниској надморској висини, око 70 m. Преко 90% површине је под растињем: храст, цер, буква, црни јасен, липа, дрен, граб и леска. У шуми се налазе две трим стазе, путељци за експлоатацију шуме, објекти за узгој свиња, а по ободу угоститељски објекти. У шуми се затиче велики број животињских врста: птица, глодара и лисица.

*Авала* се простире на 489 ha површине и на 511 m надморске висине. На овој планини живи око 600 врста биљака, које покривају простор од преко 70%. Највећа површина Авале је покривена мешовитим шумама: храста цера, сладуна, медунца, китњака, црног јасена, сребрне липе, граба, букве, дрена, леске и других лишћара и зимзелених врста. Од птица се на овом станишту региструју: јастреб, кобац, кукавица, ћук, вуга и голуб, а од животиња: веверице, зечеви, мишолики глодари, кртица, лисица и дивља свиња. Авала је излетиште са великим бројем стаза, путева, споменика и угоститељских објеката.

*Миљаковачка шума* се простире на око 120 ha, 193 m . У односу на друге београдске шуме, сматра се младом. Шума је састављена од храста цера, китњака, црног јасена, липе, дрена, глога и зове. Мали део шуме чине четинари. По ободима угрожена дивљом градњом. У шуми постоје стазе за рекреативце. У Миљаковачкој шуми је регистровано присуство 50 различитих животињских врста.

*Макиш* је унутрашња шума по спецификацији и положају. Налази се између Аде Циганлије и насеља Чукаричке падине и Беле воде. Комплекси су подељени у два дела обреновачком магистралом. Ова шума је урбаним активностима редукона на око 50 ha. Надморска висина је 80 m. Од вегетације су заступљени: цер, храст, топола, липа, зова, дрен и леска и једногодишње траве, а од животиња: зечеви, веверице, срне, јежеви, мишолики глодари, више врста птица: фазана, јаребица, врабаца, сова, детелића, жуна. Ова шума у унутрашњости нема велики број стаза, по ивицама су саобраћајнице: стари обреновачки друм, обреновачка магистрала, саобраћајнице према Железнику и др.

У оквиру еколошке категорије парк-шума, истраживањем је обухваћено пет станишта парк-шума: Ада Циганлија, Звездарска шума, Бањичка шума, Кошутњак, СП Јајинци.

*Ада Циганлија* заузима 90 ha површине, 75 m. Ово је највеће излетиште Београђана. На Ади поред језера, постоје бројни спортски терени за кошарку, фудбал, голф, тенис, две трим стазе и језеро за спортски риболов. На Ади је изграђен велики број стаза за пешаке, бициклисте и возила. Сву ову инфраструктуру прати више угоститељских објеката. Ада Циганлија представља парк-шуму. Део Аде који се налази под шумом је састављен од: храста, ораха, липе, тополе, а од жбунастог растиња леска и зова. Зелене површине су углавном покривене једногодишњим травама, које се редовно косе.

*Звездарска шума* простире се на 137 ha, од којих је 21 ha уређен као парковска површина. Највећа надморска висина износи 248,6 m. У шуми је направљен велики број стаза за рекреативце. У фаунистичко-флористичком погледу ова шума представља право богатство. Од животиња овде се затичу: европски белогруди јеж, европска корњача, патуљаста слепи миш, велики детлић, зелена жуна, кос, велика сеница, плава сеница, славуј, ћук, кукавица, мишар, шумска сова. Од биљних врста на ојом станишту су присутни: бор, пољски брест, копривић, храст китњак, гледичија, дивљи кестен, бели јасен, кисело дрво, љубичица, мехурица.

*Бањичка шума* се простире на 65 ha, на 164 m надморске висине. Од високог дрвећа доминирају: јавор, храст лужњак, топола, јасен, липа, граб, орах, а од жбунастог: леска, зова и глог. Од једногодишњих биљака заступљени су: кукурек, папрат, граминеје и од пузавица бршљан. Површина је под вегетацијом 92%, а 8% заузимају стазе, путеви и

пратећи објекти. У непосредној близини налазе се спортски центар Бањица, тениски терени, фудбалски терени угоститељски објекти.

*Кошутњак* се простире на површини од 267 ha. Конфигурација Кошутњака је неуједначена и креће се до 130 m. Од дрвенастог дугогодишњег растиња заступљени су: храст лужњак лужњак, липа, цер, граб и дрен, а од жбунастог: зова, багрем и глог. На овом простору одржава се велики број животињских врста: птица, глодара (мишоликих, веверица, зечева), јежева, лисица и велики број врста артропода. Кошутњак као еколошка категорија припада парк-шуми, са уређеним ободима и платоом. На платоу налазе се спортски терени, стазе за трчање, велики број угоститељских објеката и Пионирски град са вртићем, хотелом, школом и стазама и спортским теренима. Кошутњак представља једно од већих излетишта београђана.

*СП Јајинци* се простире на око 100 ha и 235 m надморске висине. Парковске површине су уређене стазама, клупама и једногодишњим граминејама. Шумски комплекси су састављени од: храста, липе, леске, ораха и трна. Кроз шумске комплексе постоје стазе за рекреативце. Од животињских врста овде се затичу: велики број птица, веверице, јежеви, мишолики глодари и зечеви.

Од парковских површина Београда, у истраживање је укључено девет станишта: Хајд парк, Парк Беле воде, Ушће, Шумице, Калемегдан, Топчидер, Ташмајдан, Парк Баново брдо, Пионирски парк.

*Хајд парк* (надморска висина 140 m, површина 7,3 ha) - поред вишегодишњег растиња (платана, храста, леска, липа, трна, буква, цера, врба, форзиција), од вегетације је на овом станишту присутан велики број врста једногодишњих зељастих биљака. Парк је уређен за рекреацију (трим стазе, справе за вежбање). Окружен је саобраћајницама, а у оквиру парка постоје улице које га повезују како са насељем тако и са центром града. У парку су, осим биљних врста, регистроване и врсте мишоликих глодара, веверице и велики број птица. Такође, присутни су пси луталице, као и љубимци које суграђани изводе у шетњу.

*Парк Беле воде* (надморска висина 139 m, површина 8,0 ha) - једном улицом подељен је на два дела. Са горње стране парка је Ибарска магистрала. Део парка је запуштен, не одржава се, прекривен је жбунастим је растињем. Остали део парка је уређен за рекреацију (игралишта, дечји ограђени паркић са справама). Од растиња заступљене су



вишегодишње дрвенасте биљке: орах, багрем, кестен, бреза, а од жбунастог форзиција. Од једногодишњих биљака присутан је велики број врста трава из породице Граминеа. У парку је регистровано присуство мишоликих глодара, веверица и велики број птица.

*Парк Ушће* (надморска висина 89 m, са Парком пријатељства површина 150 ha). Преко 90% површине станишта је уређено. Ушће је повезано саобраћајницима са свим деловима града и објектима на води. На Ушћу постоји велики број стаза за рекреативце (посебно се издваја бицикличка стаза), велики број угоститељских, трговинских и културних објеката, а део површине се често користи за јавне наступе (концерте). Од вегетације најчешће су заступљени: топола, бор, жалосна врба, форзиција, бреза, трн и липа, као и једногодишње врсте, најчешће траве из породице Граминеа. На Ушћу су од животиња регистровани мишолики глодари, веверице, као и бројне врсте птица. Такође, дозвољено је, али временски ограничено, шетање кућних љубимаца. Ушће је фреквентни простор у односу на посете суграђана.

*Парк Шумице* (надморска висина 130 m, површина 1,0 ha)- је углавном под вишегодишњом вегетацијом (платан, јоргован, леска, храст, форзиција, шљива). Од једногодишњих врста углавном су присутне врсте из породице Граминеа, а од животиња: мишолики глодари, веверице, љубимци, пси луталице и велики број птица. Парк је окружен саобраћајницима. Унутар парка изграђене су стазе за рекреативце.

*Калемегдан* (57 ha), има добру повезаност са свим градским саобраћајницама. На једном делу је тврђава, а део је у функцији зоолошког врта. Надморска висина је 125,5 m. Од вегетације се затиче вишегодишња дрвенаста: буква, храст лужњак, мечја леска, велики број врста четинара и жбунасте вегетације, а од једногодишње бројне врсте граминеа. Поред бројних посетилаца који обилазе тврђаву, стално је присутан и један број спортиста (терени кошарке, тениса), рекреативаца и гостију (кафана, зооврт). Од животиња на Калемегдану је присутан велики број врста птица, веверица и паса луталица.

*Топчидер* се простире на 35 ha. Половину овог простора чине уређене парковске површине, а другу половину шуме. Од вишегодишње вегетације заступљени су: цер, смрча, јела, храст, платан, липа и чемпрес, а од грмастог растиња: леска, багрем и глог. У делу који представља парковску површину су једногодишње траве, жбунасто дрвеће и цвеће. На овом простору постоје стазе, постављене клупе и угоститељски објекти, па је

посећеност од стране суграђана добра. У парковском и шумском делу живи велики број птица, веверица, јежева, мишоликих глодара. Надморска висина Топчидера је око 71 m.

*Ташмајдан* заузима површину од 6 ha, 136 m. Од вегетације, заступљена је вишегодишња дрвенаста и жбунаста, као и једногодишње траве. Осим платана и храста лужњака, има и дивљег кестена. Овај простор је испреплетен пешачким стазама, на којима су постављене клупе за одмор, а по ободима парка угоститељске установе. Посећеност од стране суграђана у току године је висока.

*Парк Баново брдо* (надморска висина 97 m, површина 4,0 ha) испресецан је бројним стазама, а за рекреативце у парку је постављен велики број справа. Од вегетације у парку су заступљени: леска, бор, кестен, жалосна врба, форзиција и једногодишње траве. Од животиња су заступљени: мишолики глодари, веверице, пси луталице, кућни љубимци и велики број врста птица. Парк има добре комуникације са главном улицом и насељем. По ободу парка налази се велики број угоститељских објеката.

*Пионирски парк* налази се у најужем центру града, величине 3,6 ha простира се на 126 m надморске висине. На простору парка налазе се: велики број стабала храста лужњака, копривића, гинка, дивљег кестена, једногодишње траве и цвећа. Парк је уређен за одмор и рекреацију, са стазама, клупама и осветљењем.

## ***5.2 . Метода флаг-часа***

За испитивање присуства и одређивање бројности популације крпеља, коришћена је метода флаг-часа (110). Овом методом се бело фланелско платно, величине 1 x 1m<sup>2</sup>, оивичено дрвеним или металним оквиром, вуче по травнатом покривачу или жбунастој вегетацији у трајању од 1 h, а после сваких 25 m пређене површине платно окреће и пинцетама сакупљају и броје прикачени крпељи. Број сакупљених крпеља у току 1 h, представља вредност флаг-часа (ф/ч). Јединке крпеља транспортују се до лабораторије у посудима са комадићем газе навшене водом или зеленим листом из природе, ради обезбеђивања неопходне влаге.

### **5.3. Детерминација сакупљених крпеља и детекција *B. burgdorferi***

Да би се одредила преваленција *B. burgdorferi* у сакупљеним крпељима, неопходно је урадити њихову детерминацију до врсте, развојног стадијума и пола применом одговарајућих метода (111, 112).

Преглед микроскопирањем у тамном влажном пољу на присуство узрочника ЛБ је рађен применом методе по *Kovalevskij*-у (113). После завршене детерминације припреман је препарат за микроскопирање следећим поступком: на предметно стакло се кане кап физиолошког раствора и на њу положи крпељ са трбухом окренутим на горе. Крпељ се једном ланцетом причврсти у пределу кокси, а другом ланцетом направи се неколико резова у пределу опистостоме и полако истискује садржај средњег црева. Остаци крпеља се одстране, а физиолошки раствор са садржајем црева на стаклу се сједини помоћу ланцете и преко тога стави покровно стакалце. Препарат је тако спреман за микроскопирање у влажном тамном пољу под увећањем 400 пута. Прегледа се темељно цела површину стакалца, у трајању од најмање 15-20 минута.

### **5.4. Индекси за процену ризика од трансмисије и инфекције *B. burgdorferi***

*Ентомолошки индекс ризика (ЕИР)* одређиван је по методологији *Mathera* и сар. (22) тако што је представљао производ броја лутака сакупљених у једном минути и процента њихове инфицираности *B. burgdorferi* на испитиваном станишту.

У циљу процене *еколошког индекса ризика*, за свако изабрано станиште инфицираних крпеља *I. ricinus* одређиване су вредности *потенцијалног (ПР)* и *актуелног ризика (АР)* трансмисије *B. burgdorferi* (23). *Погодност станишта, величина станишта и приступачност станишту*, су параметри који се бодују по унапред припремљеној скали. Збир бодова ових еколошких параметара, представља вредност потенцијалног ризика за одређено станиште.

*Погодност станишта* подразумева састав биљне заједнице као места за опстанак крпеља. Са пет бодова бодује се станиште које је покривено са више од 75% мешовите вишегодишње листопадне шуме (тип 1 станишта). Уколико је станиште покривено жбуњем од 25-50%, оно припада типу 2 станишта и бодује се са четири бода. Три бода се додељују станишту које је мање од 25% прекривено жбуњем (тип 3 станишта). Типу 2 станишта припадају станишта са ливадама и обраслим пољима (додељују се два бода), док се под типом 5 станишта (један бод) подразумева станиште на коме се налазе пољопривредна поља, атлетске стазе, пропланци и сл.

*Величина станишта* се такође бодује по бодовној скали од један до пет бодова. Уколико је 80-100% величине локалитета погодно за одржавање крпеља врсте *I. ricinus*, станиште се оцењује највећим бројем бодова (пет бодова). Станиште које има 60-70% површине погодне за опстанак поменуте врсте крпеља добија четири бода, и даље са 40-59% три бода, са 20-39% два бода, а најмање бодова тј., један бод добија станиште са свега од 0-19% погодне површине за живот врсте *I. ricinus*.

*Пристапачност станишту* је трећи значајан параметар за процену еколошког индекса ризика трансмисије. Највећи број бодова (пет бодова) додељује се станишту које погодно и лако пристапачно људима, представљајући зону пешачења, пикника, рекреације, камповања, места становања, игралишта, школска дворишта. Уколико је станиште погодно за популацију крпеља и суседно лако пристапачним стаништима, бодује се са четири бода. Станишта која су погодна за опстанак крпеља, али тешко пристапачна због природних и људских баријера (цвеће, вегетација, вода, ограда,...) бодују се са три бода. Два бода се додељују погодним стаништима са лимитираном пристапачношћу-војни или приватни поседи. Погодна али непристапачна станишта бодују се са само једним бодом.

Збир бодова ових еколошких параметара, представља вредност *потенцијалног ризика трансмисије V. burgdorferi* за одређено станиште. Према укупном збиру бодова, станишта су класификована у три групе:

- I Станишта *високог ризика*, 11-15 бодова;
- II Станишта *умереног ризика*, 6-10 бодова;
- III Станишта *ниског ризика*, мање од 6 бодова.

За израчунавање актуелног ризика трансмисије *B. burgdorferi*, утврђивана су још два параметра: густина или бројност одраслих јединки *I. ricinus* сакупљених за 1 h, као и степен њихове инфицираности, који се бодују по истом принципу.

*Густина или бројност одраслих јединки I. ricinus* – ако је број крпеља сакупљених током 1 часа већи од 5 додељује се пет бодова; за број крпеља од 11-29 четири бода; ако је сакупљено од 6-10 јединки три бода; један бод за сакупљених од 1-5 јединки, а ако током 1 часа није сакупљен ни један крпељ, не додељују се бодови.

*Степен заражености (инфицираности) крпеља B. burgdorferi* процењује се одређивањем процента њихове заражености, а на основу чега се врши класификација и бодовање. Ако је проценат заражености крпеља већи од 40%, станиште се бодује са пет бодова. Уколико је инфицирано од 30-39% јединки, додељују се четири бода. Са три бода се бодује станиште на коме су сакупљени крпељи били инфицирани од 20-39%, два бода се додељују станишту ако је проценат инфицираних јединки био од 10-19%. У случају да се инфицираност креће од 0-9%, овај параметар се не бодује.

Сабирањем бодова свих пет параметара једног станишта, добија се кључна вредност *актуелног ризика трансмисије B. burgdorferi*. Према броју бодова, станишта се могу распоредити у пет група:

- I Станишта са *сигурним ризиком* од 21-25 бодова
- II Станишта са *могућим ризиком* од 16-20 бодова
- III Станишта са *ограниченим ризиком* од 11-15 бодова
- IV Станишта на којима *нема* ризика од 6-10 бодова
- V Станишта на којима нема ризика ни сада, а ни у будућности мање од 6 бодова.

### ***5.5. Подаци о броју убода крпеља код људи на испитиваним стаништима***

Као извор података о броју убода крпеља код људи на испитиваним стаништима, коришћен је Протокол пацијената са убодом крпеља Института за епидемиологију СПМ ВМА. У наведеном протоколу води се евиденција о убодима одстрањених крпеља са пацијената, који су се обратили Институту за епидемиологију ВМА, а зарадили су убоду крпеља на испитиваним стаништима Београда.

### ***5.6. Статистичка обрада података***

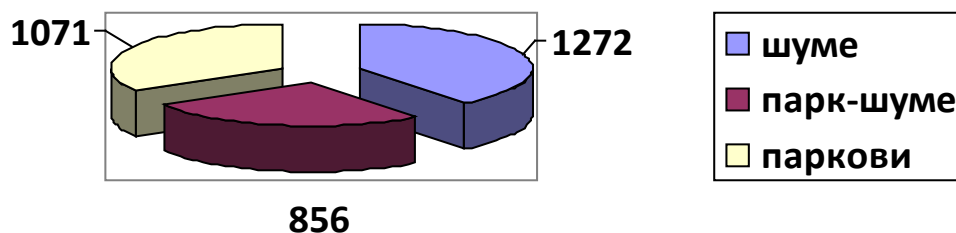
Резултати су приказани табеларно и графички. Анализа варијансе (ANOVA) коришћена је ради поређења средњих вредности броја крпеља, инфицираности крпеља, ентомолошког индекса ризика, потенцијалног и актуелног ризика између еколошких категорија станишта. За секундарну анализу коришћен је Tukey test. У случају високе варијабилности вредности, примењивани су тестови: Kruskal-Walis и Mann-Whitney. Корелације ентомолошког индекса ризика и актуелног ризика са бројем убода крпеља на испитиваним стаништима, као и корелације величине станишта са бројем и зараженошћу сакупљених крпеља, одређиване су помоћу Pearson-овог коефицијента. Установљена су три нивоа статистичке значајности:  $p < 0.05$ ;  $p < 0.01$ ;  $p < 0.001$ .

## 6. РЕЗУЛТАТИ

### 6.1. Присуство и бројност крпеља врсте *I. ricinus* на одабраним стаништима Београда

Током једне сезоне активности крпеља, у периоду од марта до октобра, методом флаг-часа, на испитиваних 19 станишта Београда укупно је сакупљено 3199 јединки крпеља *I. ricinus*, развојних стадијума лутке и одраслих. Скоро трећина крпеља, 989 (30,9%), припадала је развојном стадијуму лутке.

Највише крпеља сакупљено је на стаништима шума Београда, 1272 (39,8%), а најмање у испитиваним парковима, 856 (26,8%). Парк-шуме које су обухваћене истраживањем, по броју сакупљених јединки крпеља, 1071 (33,5%), налазиле су се између поменуте две категорије станишта (граф. 2).



Графикон 2. Укупан број сакупљених крпеља на стаништима Београда по еколошким категоријама

На табели 1 приказане су средња вредност и стандардна девијација броја сакупљених крпеља по еколошким категоријама и стадијумима крпеља (стадијум лутке и стадијум одрасле јединке).

**Табела 1. Средња вредност и стандардна девијација броја сакупљених крпеља по еколошким категоријама и стадијумима крпеља**

$\bar{X} \pm SD$			
Еколошка категорија	Укупан број крпеља	Број лутака	Број одраслих
Шуме	31,8 ± 9,58	10,65 ± 4,52	21,15 ± 6,89
Парк-шуме	21,4 ± 4,82	5,67 ± 1,24	15,72 ± 4,40
Паркови	14,9 ± 9,15	4,67 ± 1,83	11,06 ± 8,64

Највише крпеља *I. ricinus*, у просеку  $31.8 \pm 9.58$  за испитивани период, сакупљено је на испитиваних пет станишта шума Београда. Најмањи број јединки крпеља сакупљен је у парковима ( $14,9 \pm 9,15$ ). Еколошка категорија парк-шума се по броју сакупљених крпеља налазила између шума и паркова ( $21,4 \pm 4,82$ ). Посматрано у односу на развојни стадијум крпеља, највише лутака ( $10,65 \pm 4,52$ ) и одраслих јединки ( $21,15 \pm 6,89$ ) регистровано је такође у шумама, док је најмањи број како лутака ( $4,67 \pm 1,83$ ), тако и одраслих ( $11,06 \pm 8,64$ ) сакупљен на стаништима паркова.

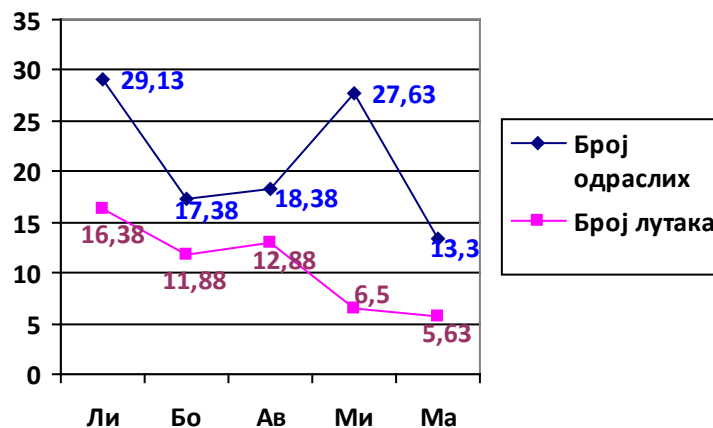
Бројност крпеља је могуће изразити и пратити путем вредности флаг-часа. На табели 2 приказан је укупан број крпеља сакупљених по стаништима еколошке категорије шума (Липовачка, Бојчинска, Авала, Миљаковачка, Макиш), где се уочава да је највише јединки сакупљено у Липовачкој (45,50 по флаг-часу), а најмање у шуми Макиш (18,88 по флаг-часу).



**Табела 2. Укупан број сакупљених крпеља по флаг-часу (ф/ч) у шумама**

Шуме	Број сакупљених крпеља(ф/ч)
Липовачка	45,50
Бојчинска	29,25
Авала	31,25
Миљаковачка	34,13
Макиш	18,88

У односу на развојни стадијум, запажа се да је на свим стаништима шума сакупљено знатно више одраслих јединки, тако да је на неким стаништима (Миљаковачка, Макиш) бројност одраслих била два и више пута већа (граф. 3).

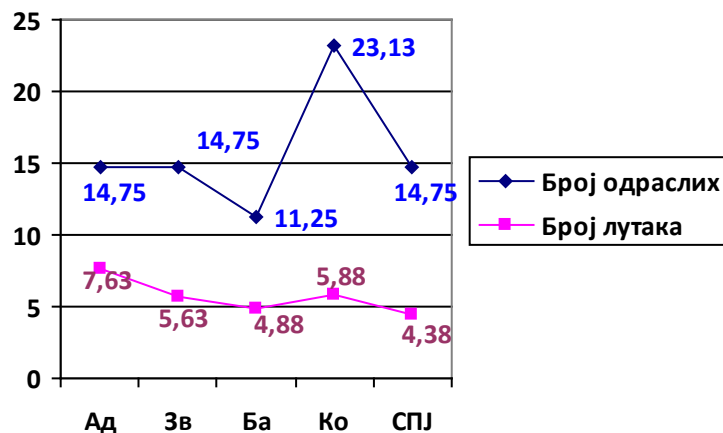


**Графикон 3. Број сакупљених крпеља одраслих јединки и лутака по флаг-часу на стаништима шума**

**Табела 3. Бројност крпеља по флаг-часу (ф/ч) на стаништима парк-шума**

Парк-шуме	Број сакупљених крпеља(ф/ч)
Ада Циганлија	22,38
Звездара	20,38
Бањица	16,13
Кошутњак	29,00
СП Јајинци	19,13

У парк-шумама, на станишту Кошутњак регистрована је највећа бројност крпеља (29,00 по флаг-часу), а најмање крпеља (19,13 по флаг-часу) сакупљено је у парк-шуми Бањица (таб. 3). Највише одраслих јединки сакупљено је на Кошутњаку, док је лутака било у највећем броју на Ади Циганлији. И у овој еколошкој категорији, број одраслих јединки знатно премашује број лутака два до четири пута (граф. 4).



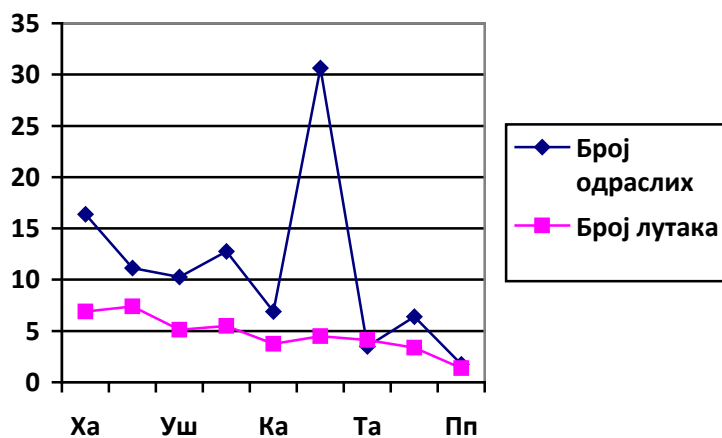
**Графикон 4. Број сакупљених крпеља одраслих јединки и лутака по флаг-часу на стаништима парк-шума**

Међу стаништима паркова, број крпеља сакупљених на Топчидеру (35,13 по флаг-часу) вишеструко премашује бројност крпеља на осталим стаништима ове еколошке категорије (таб.4). Најмање јединки крпеља регистровано је у парковима Пионирски парк (3,13 по флаг-часу), Баново брдо (9,75 по флаг-часу) и Ташмајдан (7,63 по флаг-часу).

**Табела 4. Бројност крпеља по флаг-часу (ф/ч) у парковима**

Паркови	Број сакупљених крпеља(ф/ч)
Хајд парк	15,50
Парк Беле воде	18,50
Ушће	15,38
Шумице	18,25
Калемегдан	10,63
Топчидер	35,13
Ташмајдан	7,63
Парк Баново брдо	9,75
Пионирски парк	3,13

На графикону 5 могу се пратити број сакупљених крпеља одраслих јединки и лутака по флаг-часу на стаништима испитиваних паркова Београда.



**Графикон 5. Број сакупљених крпеља одраслих јединки и лутака по флаг-часу на стаништима паркова**

У парку Топчидер сакупљено је највише одраслих јединки (30,63 по флаг-часу), док је број лутака био скоро седам пута мањи (4,5 по флаг-часу). На станишту Пионирски парк бројност и лутака (1,38 по флаг-часу) и одраслих (1,75 по флаг-часу) била је најмања. Број одраслих јединки био је приближно двоструко већи на више станишта паркова (Баново брдо, Калемегдан, Шумице, Ушће).

На табели 5 приказано је поређење средње годишње бројности сакупљених крпеља између еколошких категорија.

**Табела 5. Поређење средње годишње бројности сакупљених крпеља између еколошких категорија**

Параметри	ANOVA			Tukey-test
	F	df	p	
Број сакупљених крпеља	6,52	16	0,008	
Шуме : парк-шуме				ns
Шуме : паркови*				p<0,05
Парк-шуме : паркови				ns
Број сакупљених одраслих	3,07	16	0,075	ns
Број сакупљених лутака	8,36	16	0,003	
Шуме : парк-шуме*				p<0,05
Шуме : паркови*				p<0,05
Парк-шуме : паркови				ns

\*резултат статистички значајан; ns-нема статистичке значајности

Упоређивањем укупног броја сакупљених крпеља *I. ricinus* између испитиваних еколошких категорија (ANOVA/ Tukey-test), установљена је статистичка значајност разлике између станишта шума и станишта паркова (p<0,05). Бројност одраслих није се значајно разликовала на различитим еколошким категоријама. Бројност лутака била је статистички значајно већа у шумама у односу на парк-шуме (p<0,05) и паркове (p<0,05).

## 6.2. Преваленција *B.burgdorferi* у крпељима врсте *I. ricinus* на испитиваним стаништима Београда

У испитиваном периоду од марта до октобра, на свим испитиваним зеленим површинама, укупна инфицираност крпеља *I. ricinus B. burgdorferi* износила је 22,0% (таб. 6). На стаништима шума, *B. burgdorferi* је откривена у највећем проценту 23,7%. Преваленција *B. burgdorferi* била је нешто мања у парк-шумама (22,5%), док је у крпеља сакупљеним у парковима присуство узрочника ЛБ откривено у најмањем проценту (19,6%).

Табела 6. Приказ броја и инфицираности сакупљених крпеља по еколошким категоријама

Еколошка категорија	Број сакупљених крпеља	Број инфицираних крпеља <i>B. burgdorferi</i>
Шуме	1272	301 (23,7)
Парк-шуме	856	193 (22,5)
Паркови	1071	210 (19,6)
Укупно	3199	704 (22,0)

На стаништима шума Београда, инфицираност како лутака ( $3,30 \pm 1,19$ ), тако и одраслих јединки *I. ricinus* ( $4,22 \pm 1,09$ ) *B. burgdorferi* била је највећа у односу на друге две еколошке категорије станишта (таб.7). Инфицираност лутака у парковима и парк-шумама није битније варијирала, док је зараженост одраслих у парк-шумама ( $2,90 \pm 1,08$ ) била већа у поређењу са парковским површинама ( $1,62 \pm 1,50$ ).

**Табела 7. Средња вредност и стандардна девијација инфицираности крпеља еколошким категоријама и стадијумима крпеља**

$\bar{X} \pm SD$		
Еколошка категорија	Број заражених лутака (ф/ч)	Број заражених одраслих (ф/ч)
Шуме	3,30 ± 1,19	4,22 ± 1,09
Парк-шуме	1,92 ± 0,42	2,90 ± 1,08
Паркови	1,98 ± 0,58	1,62 ± 1,50

**Табела 8. Приказ броја и инфицираности сакупљених крпеља на стаништима шума**

Шуме	Укупан број сакупљених крпеља	Укупан број /процент инфицираних крпеља
Липовачка	364	77 (21,1%)
Бојчинска	234	59 (25,2%)
Авала	250	64 (25,6%)
Миљаковачка	273	66 (24,2%)
Макиш	151	35 (23,2%)
Укупно	1272	301 (23,7%)

Инфицираност крпеља по стаништима шума може се пратити на табели 8. Највише заражених крпеља регистровано је на Авали 64 (25,6%) и у Бојчинској шуми 59 (25,2%), где је установљена приближно иста зараженост *B. burgdorferi*. Инфицираност крпеља међу осталим стаништима у оквиру ове еколошке категорије није значајно варијала. Најмање заражених јединки крпеља откривено је у шуми Макиш 35 (23,2%).

У парк-шумама Београда, присуство узрочника ЛБ установљено је у највећем проценту на Бањици 36 (27,9%). Нешто мањи проценат инфицираних крпеља регистрован је на Звездари 40 (24,5%). Најнижа преваленција *B. burgdorferi* забележена је код крпеља на Ади Циганлији 33 (18,4%). Нешто већа зараженост крпеља установљена је у парк-шуми

СП Јајинци 31 (20,3%), док су крпељи на Кошутњаку по заражености *B. burgdorferi* били на трећем месту, иза Бањица и Звездаре (таб. 9).

**Табела 9. Број и инфицираност сакупљених крпеља на стаништима парк-шума**

Парк-шуме	Укупан број сакупљених крпеља	Укупан број/процент инфицираних крпеља
Ада Циганлија	179	33 (18,4%)
Звездара	163	40 (24,5%)
Бањица	129	36 (27,9%)
Кошутњак	232	53 (22,8%)
СП Јајинци	153	31 (20,3%)
Укупно	856	193 (22,5%)

На стаништима у оквиру еколошке категорије паркова, инфицираност крпеља варирала је зависно од станишта (таб. 10). По броју инфицираних крпеља *B. burgdorferi*, међу парковима, као и међу осталим стаништима шума и парк-шума, убедљиво предњачи Хајд парк 43 (34,7%). Најмање инфицираних крпеља откривено је у Шумицама 20 (13,7%), док је у парку Баново брдо регистровано нешто више крпеља са присуством узрочника ЛБ 11 (14,1%). Пионирски парк 4 (16,0%), Ташмајдан 10 (16,4%) и Топчидер 47 (16,7%), по заражености крпеља нису се значајно разликовали.

**Табела 10. Број и инфицираност сакупљених крпеља на стаништима паркова**

Паркови	Укупан број сакупљених крпеља	Укупан број/процент инфицираних крпеља
Хајд парк	124	43 (34,7%)
Парк Беле воде	148	36 (24,3%)
Ушће	123	21 (17,1%)
Шумице	146	20 (13,7%)
Калемегдан	85	18 (21,2%)
Топчидер	281	47 (16,7%)
Ташмајдан	61	10 (16,4%)
Парк Баново брдо	78	11 (14,1%)
Пионирски парк	25	4 (16,0%)
Укупно	1071	210 (19,6%)

Применом ANOVA/Tukey-test-а поређена је средња годишња инффицираност *B.burgdorferi* између еколошких категорија (табела 11). Крпељи стадијума лутке шумских станишта Београда били су статистички значајно више заражени узрочником ЛБ, у односу на еколошке категорије парк-шума ( $p<0,05$ ) и паркова ( $p<0,05$ ). Такође, установљена је статистички значајна разлика у заражености одраслих јединки на стаништима шума, у односу на станишта паркова ( $p<0,05$ ).

**Табела 11. Поређење средње годишње инффицираности *B.burgdorferi* између еколошких категорија**

Параметри	ANOVA			Tukey-test
	F	df	p	
Број заражених лутака	11,304	16	0,0008	
Шуме : парк-шуме*				p<0,05
Шуме : паркови*				p<0,05
Парк-шуме : паркови				ns
Број заражених одраслих	6,47	16	0,009	
Шуме : парк -шуме				ns
Шуме : паркови*				p<0,05
Парк-шуме : паркови				ns

\*резултат статистички значајан; ns-нема статистичке значајности

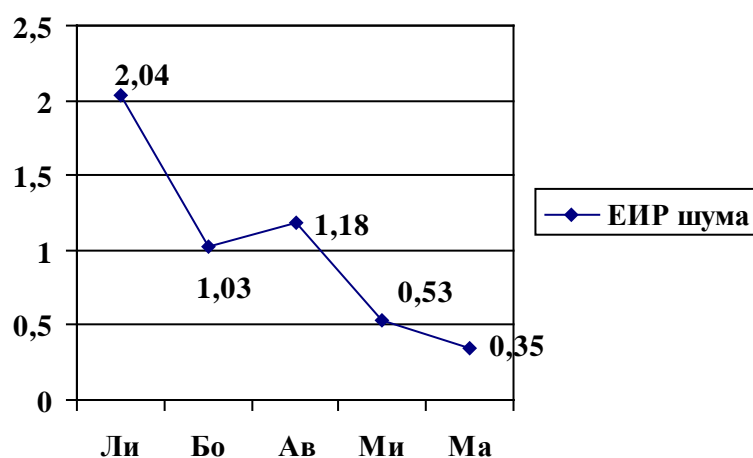
### **6.3. Поређење вредности ентомолошког индекса ризика (ЕИР) за инфекцију *B. burgdorferi* између еколошких категорија и по месецима**

Вредности ЕИР на испитиваним зеленим површинама Београда, варирале су у зависности од еколошке категорије станишта. Највиши ЕИР током периода истраживања, у просеку  $1,00 \pm 0,69$  карактерисао је шумске површине. У парк-шумама ЕИР је био три и по пута мањи ( $0,29 \pm 0,11$ ) а чак пет пута мањи ( $0,19 \pm 0,11$ ) у парковима Београда (таб. 12).



**Табела 12. Просечне вредности ЕИР на изабраним стаништима Београда**

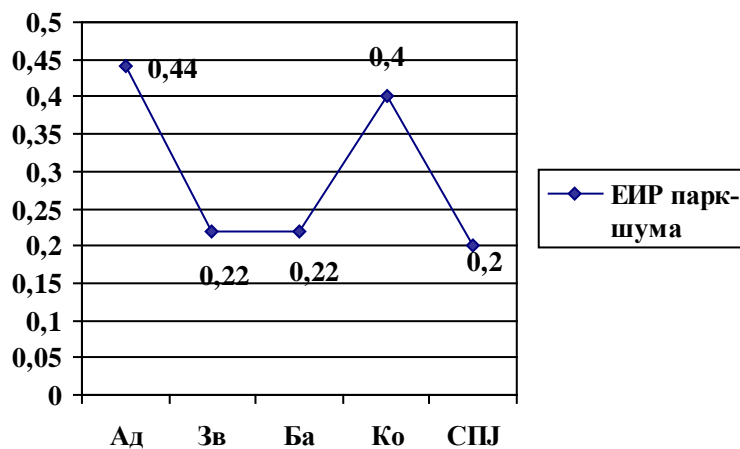
Еколошка категорија	$\bar{X} \pm SD$
Шуме	1,00 $\pm$ 0,69
Парк-шуме	0,29 $\pm$ 0,11
Паркови	0,19 $\pm$ 0,11



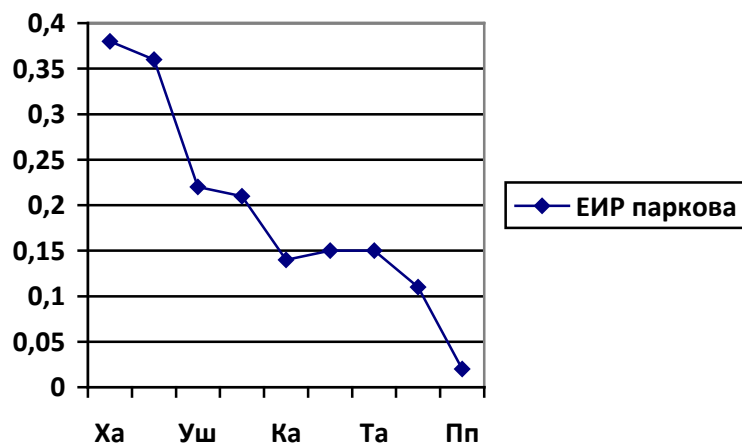
**Графикон 6. Просечан ЕИР шума по стаништима**

Вредности ЕИР на стаништима испитиваних шума, приказане су на графикону 6. На стаништима шума, ЕИР је достигао највишу вредност у Липовачкој шуми (2,04), док је у Бојчинској шуми и Авали имао двоструко нижу вредност и није се битно разликовао на ова два станишта (Бојчинска шума 1,03, Авала 1,18). У шуми Макиш ЕИР је имао најнижу вредност (0,35), а нешто виши био је у Миљаковачкој шуми (0,53).

Међу парк-шумама, ЕИР је достигао највише вредности на Ади Циганлији (0,44) и на Кошутњаку (0,40). У осталим парк-шумама ЕИР је био приближно једнак крећући се од 0,20 у СП Јајинци до 0,22 у парк-шумама Звездара и Бањица (граф.7).



Графикон 7. Просечан ЕИР парк-шума по стаништима



Графикон 8. Просечан ЕИР паркова по стаништима

ЕИР паркова мењао се зависно од станишта, са најнижом вредношћу у Пионирском парку (0,02), а највишим вредностима у Хајд парку, 0,38 и парку Беле воде, 0,36 (граф.8). На Ташмајдану и Топчидеру забележене су подједнаке вредности ЕИР (0,15), а још нижи ЕИР на Калемегдану, 0,14 и у парку Баново брдо (0,11).

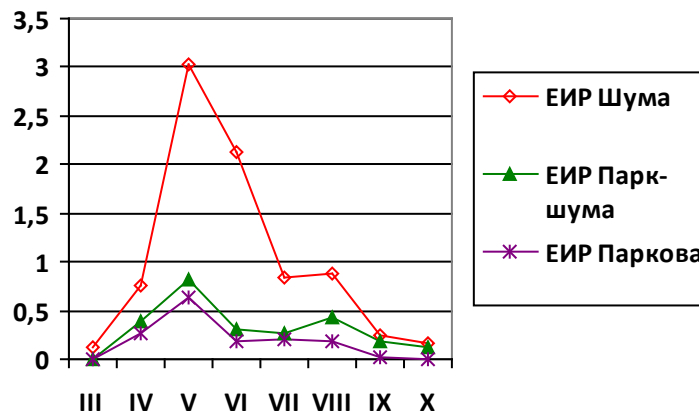
Применом Kruskal-Walis-овог теста, поређене су међусобно вредности ЕИР све три еколошке категорије (таб.13). Установљена је статистичка значајност разлике у вредности ЕИР шума и паркова ( $p < 0,01$ ).

**Табела 13. Поређење вредности ЕИР све три еколошке категорије**

Поређење еколошких категорија <i>Општа анализа</i>	Kruskal-Walis test		
	$\chi^2$	df	p
	7,94	2	0,02
Шуме : парк-шуме	3,60	1	ns (0,05)
Шуме : паркови*	7,78	1	p < 0.01 (0,005)
Парк-шуме : паркови	2,80	1	ns ( 0,09)

\*резултат статистички значајан; ns-нема статистичке значајности

Кретање вредности ЕИР по месецима и стаништима еколошких категорија шума, парк-шума и паркова, може се пратити на графикону 9. Уочава се пораст вредности ЕИР у пролећним месецима, са достизањем највиших вредности у мају, у све три еколошке категорије, на свим испитиваним стаништима. У летњим месецима, запажа се лагано опадање, са незнатним порастом у августу, а затим вредност ЕИР значајно опада у јесењим месецима.



**Графикон 9. ЕИР шума, парк-шума и паркова по стаништима и месецима**

Статистичком анализом (Kruskal-Walis тест), у месецу марту и јулу, добијена је статистичка значајност разлике у вредностима ЕИР између шума и парк-шума,  $p < 0,01$  и шума и паркова,  $p < 0,01$  (таб.14).

**Табела 14. Вредности ЕИР током месеца марта и јула**

Поређење еколошких категорија	Kruskal-Walis test		
	$\chi^2$	df	p
<i>Март (општа анализа)</i>	10.3	2	0,006
Шуме : парк-шуме*			$p < 0,01$
Шуме : паркови*			$p < 0,01$
Парк-шуме : паркови			ns
<i>Јул (општа анализа)</i>	9.34	2	0,009
Шуме : парк-шуме*			$p < 0,01$
Шуме : паркови *			$p < 0,01$
Парк-шуме : паркови			ns

\*резултат статистички значајан; ns-нема статистичке значајности

У мају месецу, на свим стаништима, у све три еколошке категорије, ЕИР достиже максимум (таб.15). Применом Mann-Whitney теста, доказана је статистичка значајност разлике вредности ЕИР у мају у односу на остале месеце испитивања на свим стаништима: шума ( $p < 0,05$ ), парк-шума ( $p < 0,01$ ) и паркова ( $p < 0,001$ ).

**Табела 15. Вредности ЕИР у месецу мају на испитиваним еколошким категоријама Београда**

Еколошка категорија	Mann-Whitney test	
	Z	p
Шуме*	2,40	$p < 0,05$
Парк-шуме*	2,61	$p < 0,01$
Паркови*	3,57	$p < 0,001$

\*резултат статистички значајан; ns-нема статистичке значајности

#### 6.4. Процена и упоређивање вредности ПР и АР трансмисије шума, парк-шума и паркова

Бодовањем одговарајућих параметара који се узимају у обзир приликом процене потенцијалног ризика трансмисије *B. burgdorferi*, у оквиру све три еколошке категорије установљен је висок ризик (таб. 16).

Табела 16. Потенцијални ризик на испитиваним стаништима

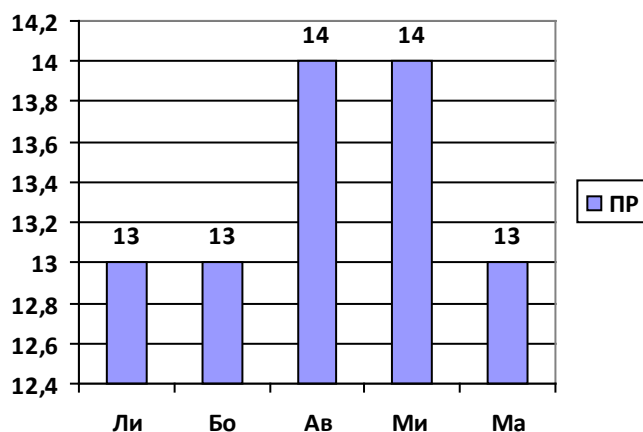
Еколошка категорија	$\bar{X} \pm SD$	Потенцијални ризик (ПР)
Шуме	13,40 ± 0,54	Висок
Парк-шуме	14,20 ± 0,83	Висок
Паркови	11,66 ± 1,32	Висок

АР трансмисије *B. burgdorferi* на стаништима шума и парк-шума, током периода истраживања процењен је као могући ризик, у складу са одговарајућим еколошким параметрима (таб.17). У парковима, актуелни ризик је сврстан у категорију ограниченог ризика трансмисије узрочника ЛБ.

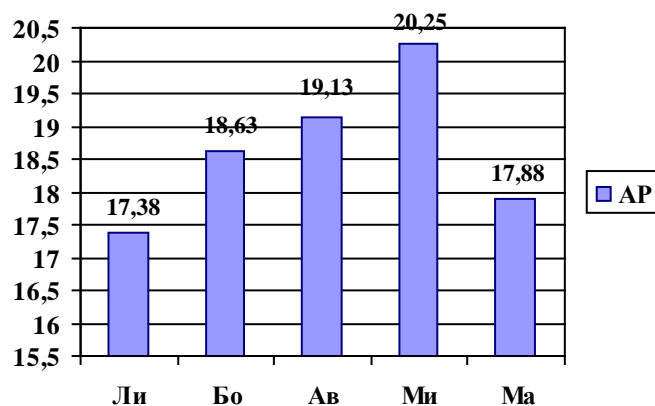
Табела 17. Актуелни ризик на испитиваним стаништима

Еколошка категорија	$\bar{X} \pm SD$	Актуелни ризик (АР)
Шуме	18,65 ± 1,11	Могући
Парк-шуме	18,80 ± 1,98	Могући
Паркови	14,83 ± 2,41	Ограничен

На графикону 10 приказано је кретање вредности ПР на испитиваним стаништима шума. Миљаковачка шума и Авала су процењене као станишта са високим ПР (14,00), док су остале шуме имале подједнаку, нешто нижу, вредност ПР (13,00), али су такође сврстане у станишта са високим ризиком трансмисије узрочника ЛБ.

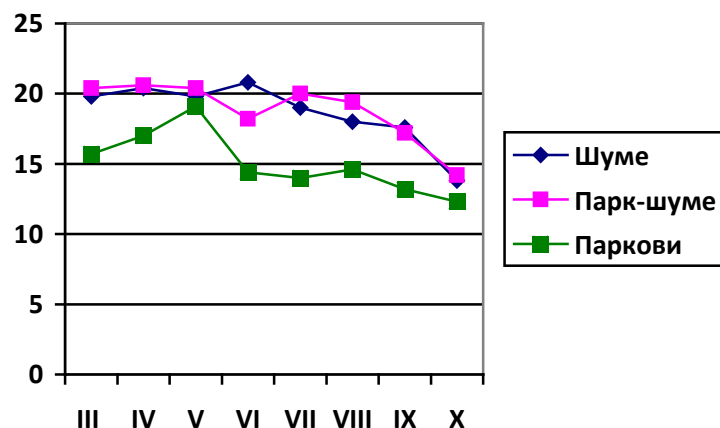


**Графикон 10. Просечна вредност ПР шума по испитиваним стаништима**



**Графикон 11. Просечна вредност AP шума по испитиваним стаништима**

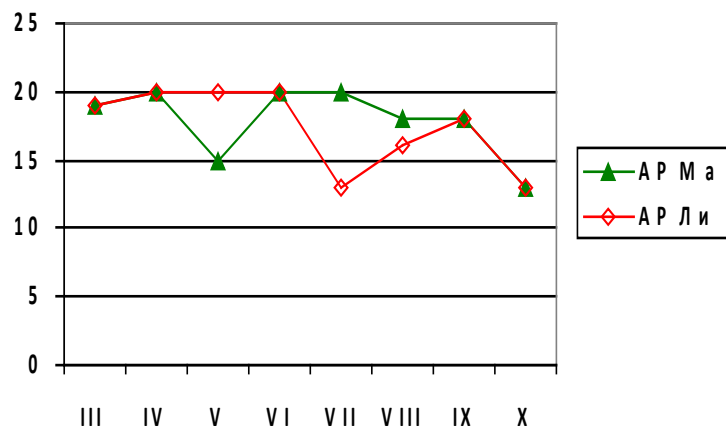
Вредности AP шума кретале су се од најнижих у Липовачкој шуми (17,38) и на Макишу (17,88), до највиших на Авали и у Миљаковачкој шуми (20,25). На основу одговарајуће скале категоризације ризика, ризик трансмисије *B. burgdorferi* у Миљаковачкој шуми оцењен је као сигуран, а на свим осталим испитиваним шумским стаништима као могућ (граф. 11).



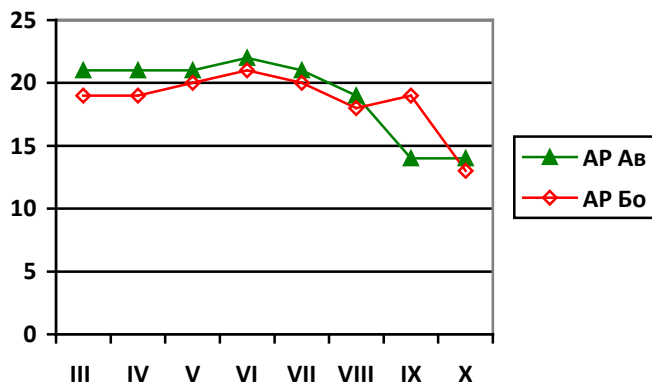
**Графикон 12. Кретање вредности AP по еколошким категоријама и месецима истраживања**

У еколошкој категорији шума, вредност AP одржава се на највишим вредностима током пролећних и летњих месеци, са максимумом у јуну (20,8), а затим лаганим опадањем ка јесењим месецима, са најнижом вредношћу (13,8) у октобру (граф. 12). AP парк-шума од марта до маја има приближно једнаке вредности, када благо опада и у јуну достиже вредност 18,2, а затим поново током јула и августа бележи нешто више вредности. У септембру и октобру AP има најниже вредности. На стаништима паркова, вредност AP почев од месеца марта расте и достиже највишу вредност (19,4) већ у априлу, са наглијим падом у мају, а затим не варира значајније све до најниже вредности у октобру (12,3).

На графиконима 13-15 може се пратити кретање вредности AP појединих станишта шума по месецима истраживања.

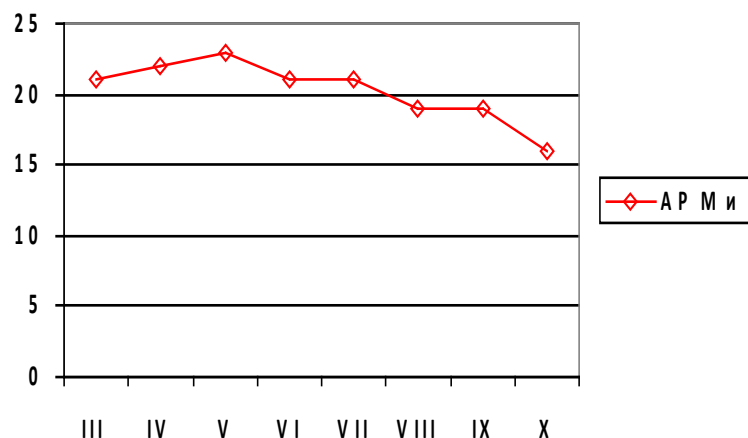


**Графикон 13. Кретање вредности AP у Липовачкој шуми и Макишу по месецима**



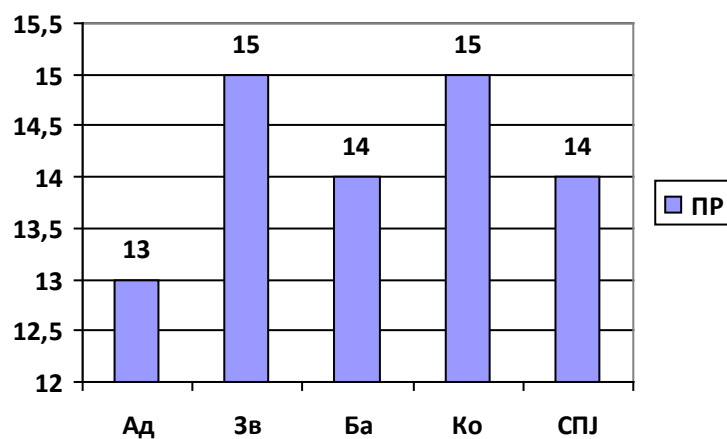
**Графикон 14. Кретање вредности AP у Бојчинској шуми и на Авали по месецима**





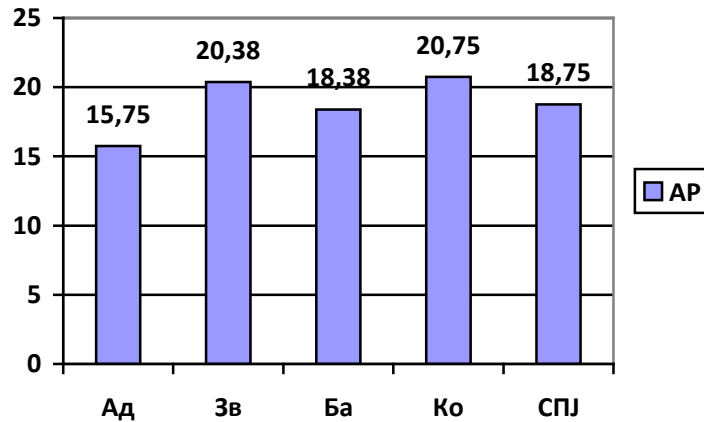
**Графикон 15. Кретање вредности АР у Миљаковачкој шуми по месецима**

Просечне вредности ПР у испитиваним парк-шумама Београда приказане су на графикону 16. На свим стаништима је ризик трансмисије узрочника ЛБ процењен као висок. Парк шуме Кошутњак и Звездара су оцењени као станишта са највишим ПР (15), а нешто мање бодова (14) додељено је Бањици и СП Јајинци. Најмање бодова (13) припало је парк-шуми Ада Циганлија.

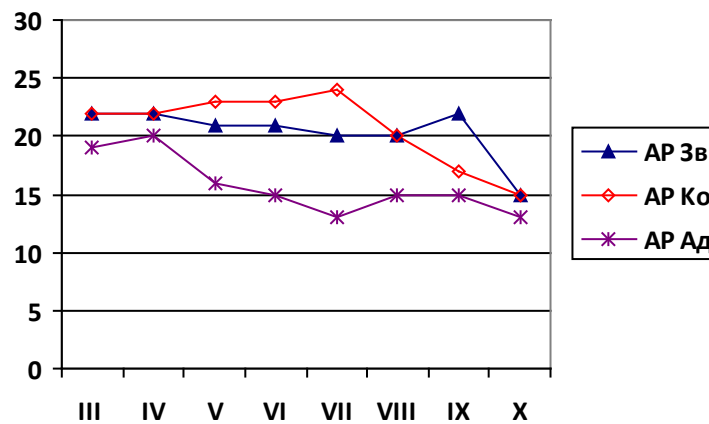


**Графикон 16. Просечна вредност ПР на стаништима парк-шума**

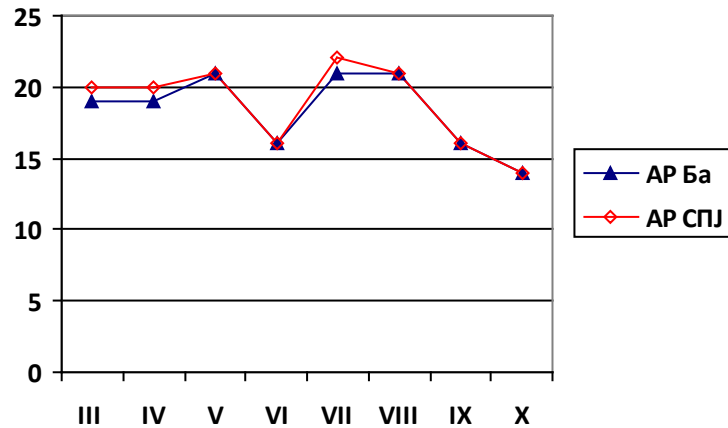
Ада Циганлија је и по вредности АР сврстана на на последње место међу испитиваним парк-шумама Београда (15,75). Бањица (18,38) и СП Јајинци (18,75) су имале скоро подједнаке вредности АР, док је на Звездари (20,38) и Кошутњаку (20,75) АР био највиши и скоро да се није разликовао (Граф. 17-19).



**Графикон 17. Просечна вредност АР парк-шума по испитиваним стаништима**

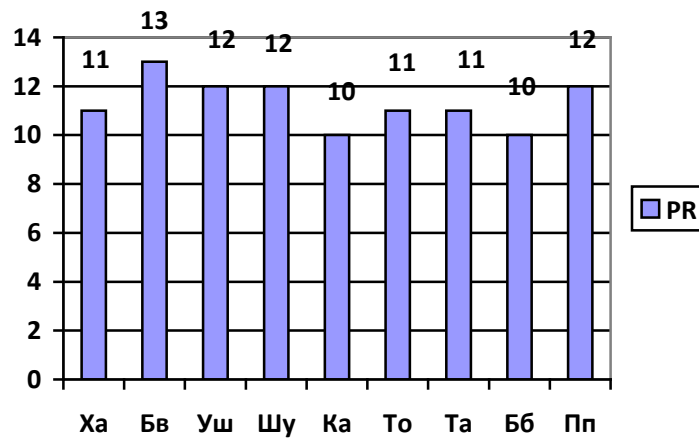


**Графикон 18. Кретање вредности АР у парк-шумама Ада Циганлија, Кошутњак и Звездара по месецима**



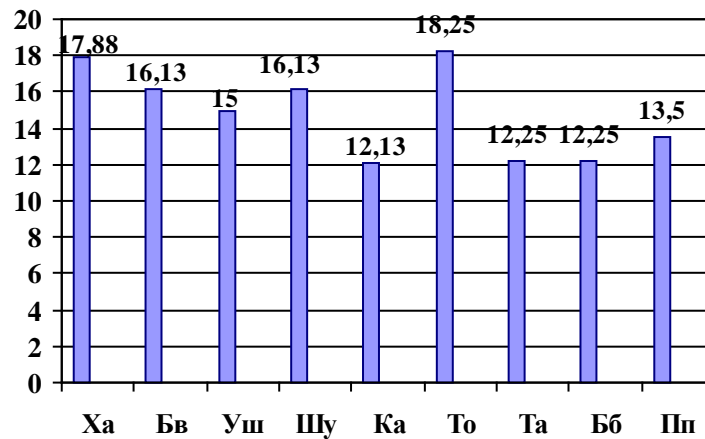
**Графикон 19. Кретање вредности AP у парк-шумама Бањица и СП Јајинци по месецима**

Просечна вредност ПР у испитиваним парковима кретала се у распону од 10 у парковима Калемегдан и Баново брдо, па до 13 у парку Беле воде. У Хајд парку, Топчидеру и Ташмајдану вредност ПР износила је 11, док су са једним бодом више оцењени Ушће и Шумице (Граф. 20)



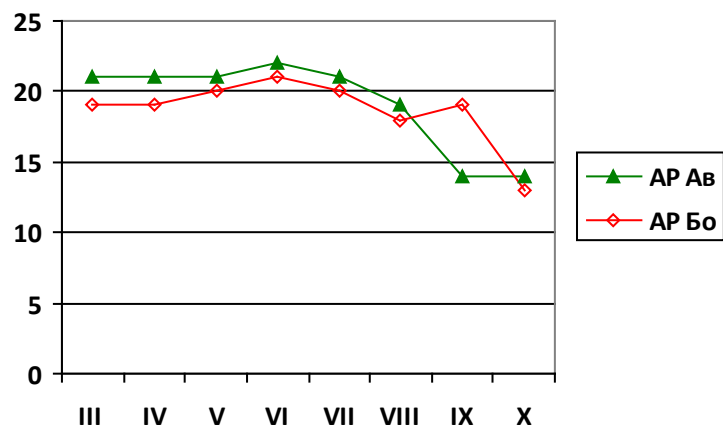
**Графикон 20. Просечна вредност ПР у испитиваним парковима**

Процењени АР у еколошкој категорији паркова био је најнижи на Калемегдану (12,13). На Ташмајдану и Бановом брду вредности АР (12,25) су биле једнаке и скоро да се нису разликовале у односу на претходно станиште (Граф. 21). Нешто виши АР установљен је у Пионирском парку (13,5). Парк Ушће оцењен је са 15, док је нешто више бодова (16,13), додељено парковима Беле воде и Шумице. Највећи ризик трансмисије узрочника ЛБ забележен је у Хајд парку (17,88) и на Топчидеру (18,25).

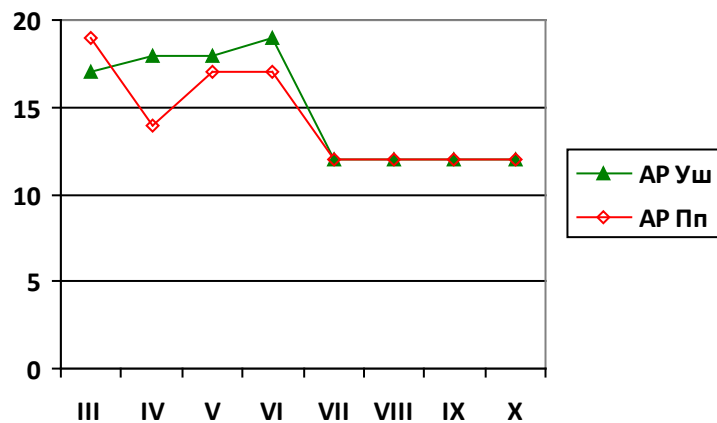


**Графикон 21. Просечна вредност АР паркова по испитиваним стаништима**

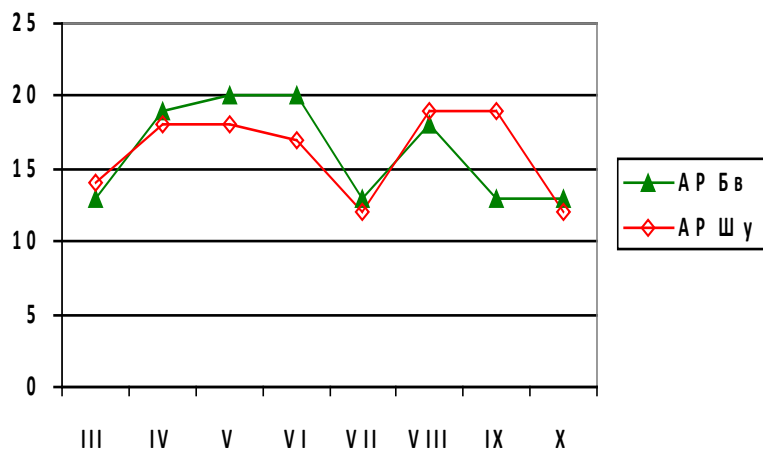
Кретање вредности АР у парковима Београда, по месецима, може се пратити на графиконима 22-25.



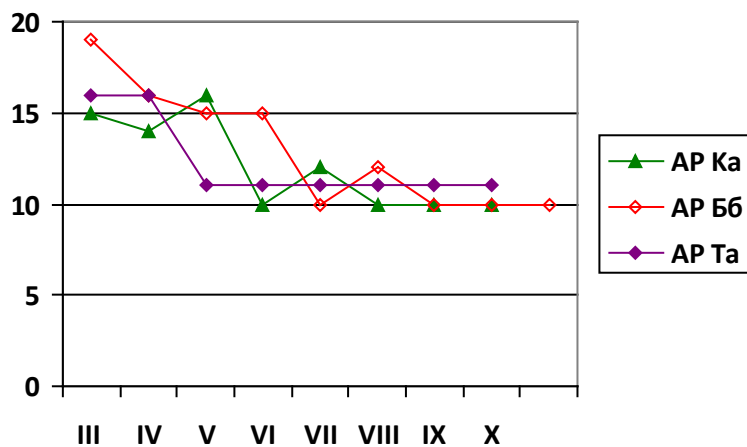
Графикон 22. Кретање вредности AP у Хајд парку и на Топчидеру по месецима



Графикон 23. Кретање вредности AP у парковима на Ушћу и Пионирском парку по месецима



**Графикон 24. Кретање вредности AR у парковима Беле воде и Шумице по месецима**



**Графикон 25. Приказ вредности AR у парковима Калемегдан, Ташмајдан, Баново брдо и Шумице по месецима**

Поређење вредности ПР и АР између еколошких категорија приказано је на табели 18. Код обе врсте ризика, установљена је статистички значајна разлика између еколошких категорија шума у односу на парк-шуме ( $p < 0,05$ ), као и парк-шума у односу на паркове ( $p < 0,05$ ).

**Табела 18. Поређење вредности ПР и АР између еколошких категорија**

Параметри	ANOVA		Tukey-test
	F	p	
<i>ПР (total)</i>	10,92	$p < 0,01$	
Шуме : парк-шуме			ns
Шуме : паркови*			$p < 0,05$
Парк-шуме : паркови*			$p < 0,05$
<i>АР (total)</i>	8,5	$p < 0,01$	
Шуме : парк-шуме			ns
Шуме : паркови*			$p < 0,05$
Парк-шуме : паркови*			$p < 0,05$

\*резултат статистички значајан; ns-нема статистичке значајности

Међусобном компарацијом вредности АР у оквиру сваке еколошке категорије, у групи шума није нађена статистички значајна разлика (таб. 19). У еколошкој категорији парк-шума, статистичка значајност разлике утврђена је између станишта : Ада Циганлија и Звездара ( $p < 0,05$ ); Ада Циганлија и Кошутњак ( $p < 0,05$ ).

Када су у питању станишта паркова, по вредностима АР статистички значајно су се разликовала станишта: Хајд парк и Ташмајдан ( $p < 0,05$ ); Хајд парк и Калемегдан ( $p < 0,05$ ); Хајд парк и Баново брдо ( $p < 0,05$ ); Топчидер и Ташмајдан ( $p < 0,05$ ); Топчидер и Калемегдан ( $p < 0,05$ ); Топчидер и Пионирски парк ( $p < 0,05$ ); Топчидер : Парк Баново брдо ( $p < 0,05$ ).

**Табела 19. Поређење вредности AP унутар еколошких категорија**

Параметри	ANOVA		Tukey-test
	F	p	
AP - шуме	1,34	ns (p= 0.27)	
AP - парк-шуме	4,11	p< 0,01	
Ада Циганлија: Звездара*			p< 0,05
Ада Циганлија: Кошутњак*			p< 0,05
AP - паркови	6,16	p< 0,001	
Хајд парк : Ташмајдан*			p< 0,05
Хајд парк : Калемегдан*			p< 0,05
Хајд парк: Пионирски парк*			p< 0,05
Хајд парк : Баново брдо*			p< 0,05
Топчидер : Ташмајдан*			p< 0,05
Топчидер : Калемегдан*			p< 0,05
Топчидер : Пионирски парк*			p< 0,05
Топчидер : Парк Баново брдо*			p< 0,05

\*резултат статистички значајан; ns-нема статистичке значајности

### **6.5. Повезаност између величине испитиваних станишта, бројности крпеља и преваленције узрочника лајмске болести**

На табели 20. приказане су величине испитиваних станишта по еколошким категоријама шума, парк-шума и шума, број сакупљених крпеља и број инфицираних крпеља по хектару њихове површине.

**Табела 20. Величина станишта (ha), број сакупљених и број инфицираних крпеља (по ha) по еколошким категоријама шума, парк-шума и паркова**

Еколошка категорија	$\bar{X} \pm SD$		
	Величина (ha)	Број сакупљених крпеља	Број инфицираних крпеља
Шуме	578,47 ± 431,19	0,77 ± 0,84	0,16 ± 0,13
Парк-шуме	130,80 ± 80,95	1,55 ± 0,53	0,24 ± 0,02
Паркови	30,03 ± 47,86	11,81 ± 8,33	0,20 ± 0,03



Величина станишта унутар еколошких категорија, као и број сакупљених и инфицираних крпеља по хектару површине, могу се пратити на табелама 21-23.

**Табела 21. Величина станишта (ha), број сакупљених крпеља (по ha) и број инфицираних крпеља (по ha) у еколошкој категорији шума**

Еколошка категорија: шуме	Величина станишта (ha)	Број сакупљених крпеља (по ha)	Број инфицираних крпеља (по ha)
Липовачка шума	1273,84	0,29	0,08
Бојчинска шума	629,44	0,37	0,09
Авала	489,10	0,51	0,13
Миљаковачка шума	120,00	2,27	0,39
Макиш	380,00	0,39	0,09

**Табела 22. Величина станишта (ha), број сакупљених крпеља (по ha) и број инфицираних крпеља (по ha) у еколошкој категорији парк-шума**

Еколошка категорија: парк-шуме	Величина станишта (ha)	Број сакупљених крпеља (по ha)	Број инфицираних крпеља (по ha)
Ада Циганлија	90,00	1,99	0,21
Звездара	137,00	1,19	0,25
Бањица	60,00	2,15	0,23
Кошутњак	267,00	0,87	0,26
СП Јајинци	100,00	1,53	0,27

**Табела 23. Величина станишта (ha), број сакупљених крпеља (по ha) и број заражених крпеља (по ha) у еколошкој категорији паркова**

Еколошка категорија: паркови	Величина станишта (ha)	Број сакупљених крпеља (по ha)	Број инфицираних крпеља (по ha)
Хајд парк	8,00	15,50	0,26
Беле воде	6,00	24,66	0,20
Ушће	150,00	0,82	0,21
Шумице	7,65	19,08	0,20
Калемегдан	50,00	1,70	0,21
Топчидер	35,00	8,03	0,21
Ташмајдан	6,00	10,17	0,15
Баново брдо	4,00	19,50	0,19
Пионирски парк	3,65	6,85	0,20

Применом Pearson-ове корелације, установљена је статистички значајна повезаност између величине станишта и броја сакупљених крпеља на свим локалитетима заједно ( $p < 0,05$ ). Унутар паркова и парк-шума статистички значајна повезаност утврђена је само између величине станишта и броја сакупљених крпеља на овим стаништима ( $p < 0,05$ ). Када се посматрају само шумска станишта, повезаност између величине станишта и сакупљених и инфицираних крпеља није била статистички значајна (таб. 24)

**Табела 24. Pearson-ова корелација између величине станишта (ha) и броја сакупљених крпеља (ha)**

Параметри	r	t	p
<i>Сви локалитети</i>			
Величина : број сакупљених крпеља*	0,4619	2,14	p< 0,05 (0,046)
Величина: број инфицираних крпеља*	-0,5881	2,99	p< 0,01 (0,008)
<i>Паркови</i>			
Величина : број сакупљених крпеља*	-0,6650	2,35	p< 0,05 (0,05)
Величина: број инфицираних крпеља*	0,1467	0,39	ns
<i>Парк-шуме</i>			
Величина : број сакупљених крпеља*	-0,8923	3,42	p< 0,05 (0,041)
Величина: број инфицираних крпеља*	0,4864	0,96	ns
<i>Шуме</i>			
Величина : број сакупљених крпеља*	-0,6476	1,47	ns
Величина: број инфицираних крпеља*	-0,6493	1,47	ns

\*резултат статистички значајан; ns-нема статистичке значајности

Помоћу Wilcoxon теста, нађена је статистички значајна повезаност ( $p < 0,001$ ) између броја сакупљених крпеља и броја инфицираних крпеља (по ha) на свим стаништима заједно. Када се свака еколошка категорија станишта посматра посебно, на стаништима паркова, статистичка значајност ове корелације била је  $p < 0,01$ , док је у парк-шумама и шумама износила подједнако  $p < 0,05$  (таб. 25).

**Табела 25. Поређење броја сакупљених и броја инфицираних крпеља (по ha) на испитиваним стаништима Београда (Wilcoxon test)**

Параметри	Z	p
<i>Сва станишта</i>		
сакупљени крпељи: инфицирани крпељи*	3,82	p<0.001 (0,0001)
<i>Паркови</i>		
сакупљени крпељи: инфицирани крпељи*	2,66	p<0.01 (0,007)
<i>Парк-шуме</i>		
сакупљени крпељи: инфицирани крпељи*	2,02	p< 0.05 (0,043)
<i>Шуме</i>		
сакупљени крпељи: инфицирани крпељи*	2,02	p< 0.05 (0,043)

\*резултат статистички значајан

### **6.6. Корелација вредности ЕИР и АР са бројем убода крпеља код људи на испитиваним стаништима**

Укупан број убода крпеља (одраслих и лутака) пацијената који су се у периоду од марта до октобра обратили Институту за епидемиологију ВМА, а крпеље су зарадили на испитиваним стаништима Београда, износио је 478 (259 одраслих и 219 лутака). Сви крпељи су прегледани на присуство узрочника ЛБ у тамном влажном пољу микроскопа и откривене су укупно 132 инфициране јединке, 65 одраслих и 67 лутака. Процент инфицираности крпеља износио је 27,61 %. Укупан број крпеља одстрањених са пацијената који су крпеље зарадили на парковским површинама био је 172, нешто мањи број потицао је са станишта шума 159, а најмање из парк-шума, 157 крпеља.

**Табела 26. Број убода крпеља, вредности ЕИР и АР на стаништима шума**

Еколошка категорија шума	Број убода крпеља			ЕИР	АР
	укупан број убода	одраслих/заражених	лутака/заражених		
	159	89/23	70/22		
Липовачка	40	19/5	21/7	2,04	17,38
Бојчинска	19	17/5	2/1	1,03	18,63
Авала	66	40/13	26/8	1,18	19,13
Миљаковачка	30	10/0	20/6	0,53	20,25
Макиш	4	3/0	1/0	0,35	17,88

У еколошкој категорији шума, највећи број убода пацијенти су задобили на Авали (40 одраслих јединки и 26 лутака), а на другом месту по броју убода налазила се Липовачка шума (19 одраслих и 21 лутка). Најмање убода регистровано је на Макишу, свега 4 (таб. 26). Одрасле јединке крпеља биле су скоро подједнако инфициране (23 јединке) као и лутке (22 јединке).

На испитиваних пет станишта шума није установљена статистички значајна повезаност вредности ЕИР и АР са убодима пацијената (таб.27-28).

**Табела 27. Pearson-ова корелација између вредности ЕИР и броја убода крпеља у шумама**

Параметри	r	t	p
ЕИР: укупан број убода	0,559347	1,168752	ns
ЕИР : број убода одраслих форми	0,519396	1,052760	ns
ЕИР : број убода инфицираних о.	0,512107	1,032685	ns
ЕИР : број убода лутака	0,499960	0,999892	ns
ЕИР : број убода инфицираних л.	0,578046	1,226960	ns

\*резултат статистички значајан; ns-нема статистичке значајности; о.-одрасли; л.-лутке

**Табела 28. Pearson-ова корелација између вредности актуелног ризика (АР) и броја убода крпеља у шумама**

Параметри	r	t	p
АР: укупан број убода	0,236715	0,421997	ns
АР: број убода одраслих	0,127942	0,223439	ns
АР: број убода инфицираних о.	0,014586	0,025266	ns
АР: број убода лутака	0,321420	0,587911	ns
АР : број убода инфицираних л.	0,272561	0,490667	ns

\*резултат статистички значајан; ns-нема статистичке значајности; о.-одрасли; л.-лутке

У парк-шумама, највише убода пацијенти су зарадили на Бањици (58), нешто мање (40) на Кошутњаку, а на Звездари два пута мање (25) у односу на Бањицу. Најмањи број убода региструје се на станишту Ада Циганлија (11). Највећи број инфицираних одраслих јединки потиче са Бањице (9), а такође и највише инфицираних лутака (7). Најмање инфицираних одраслих јединки пацијенти су зарадили на Ади Циганлији и СП Јајинци (по 1), а само 2 инфициране лутке на Ади Циганлији (таб. 29).

**Табела 29. Број убода крпеља на испитиваним стаништима парк-шума**

Еколошка категорија парк-шума	Број убода крпеља			ЕИР	АР
	укупан број убода	одраслих/заражених	лутака/заражених		
	147	81/22	66/18		
Ада Циганлија	11	6/1	5/2	0,44	15,75
Звездара	25	9/4	16/3	0,22	20,38
Бањица	58	34/9	24/7	0,22	18,38
Кошутњак	40	19/7	21/3	0,4	20,75
СП Јајинци	23	13/1	10/3	0,2	18,75

Статистичком анализом (Pearson-ов коефицијент) није доказана значајност корелације између вредности ЕИР и АР са бројем убода крпеља у парк-шумама (таб. 30-31).

**Табела 30. Pearson-ова корелација између ЕИР и броја убода крпеља у парк-шумама**

Параметри	r	t	p
ЕИР : укупан број убода	-0,336622	-0,61918	ns
ЕИР : број убода одраслих	-0,331860	-0,60933	ns
ЕИР : број убода инфицираних о.	-0,130840	-0,22859	ns
ЕИР : број убода лутака	-0,309839	-0,56443	ns
ЕИР : број убода инфицираних л.	-0,501456	-1,00389	ns

ns-нема статистичке значајности; о-одрасли; л-лутке

**Табела 31. Pearson-ова корелација између вредности актуелног ризика (АР) и броја убода крпеља у парк-шумама**

Параметри	r	t	p
ЕИР : укупан број убода	0,403288	0,763343	ns
ЕИР : број убода одраслих	0,202089	0,357403	ns
ЕИР : број убода инфицираних о.	0,457827	0,891949	ns
ЕИР : број убода лутака	0,649146	1,478121	ns
ЕИР : број убода инфицираних л.	0,086326	0,150082	ns

ns-нема статистичке значајности; о.-одрасли; л.-лутке

Број убода на испитиваним парковским површинама Београда био је највећи на Топчидеру (53), са највећим бројем одраслих (32). Највише лутака потицало је из Хајд парка (27), где је и број заражених лутака био је највећи (8). На другом месту по броју убода крпеља налазио се Хајд парк (44). Најмање убода регистровано је из Ташмајданског (4) и Пионирског парка (2), са подједнаким бројем убода одраслих и лутака (таб. 32).

**Табела 32. Број убода крпеља на испитиваним стаништима паркова**

Еколошка категорија паркова	Број убода крпеља			ЕИР	АР
	укупан број убода	одраслих/заражених	лутака/заражених		
	172	89/20	83/27		
Хајд парк	44	17/7	27/8	0,38	17,88
Беле воде	15	8/1	7/2	0,36	16,13
Ушће	31	16/3	15/6	0,22	15
Шумице	7	5/0	2/0	0,21	16,13
Калемегдан	7	3/0	4/2	0,14	12,13
Топчидер	53	32/6	21/7	0,15	18,25
Ташмајдан	4	2/1	2/1	0,15	12,25
Баново брдо	9	5/2	4/1	0,11	12,25
Пионирски парк	2	1/0	1/0	0,02	13,5

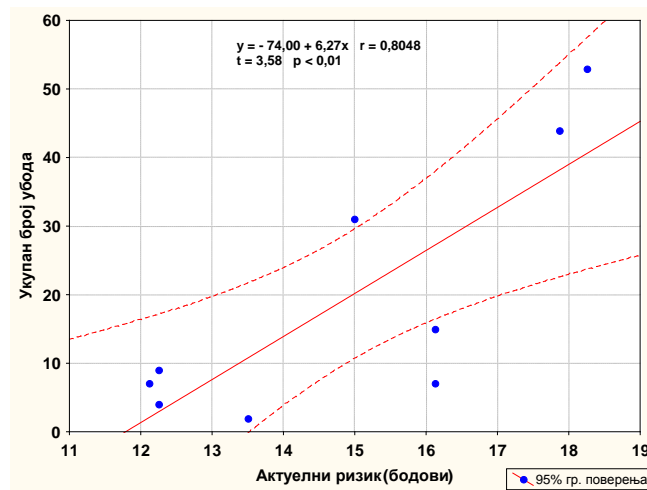
Анализом повезаности између вредности ЕИР и броја убода крпеља у парковима није нађена статистички значајност (таб.33).

**Табела 33. Pearson-ова корелација између вредности ЕИР и броја убода крпеља у парковима**

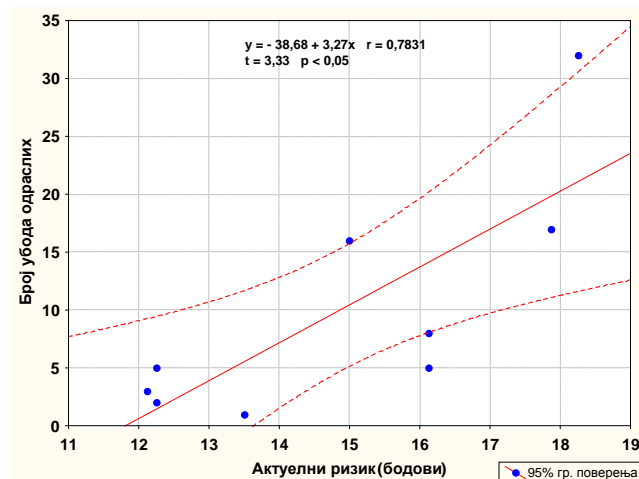
Параметри	r	t	p
ЕИР : укупан број убода	0,415347	1,208035	ns
ЕИР : број убода одраслих	0,270432	0,743187	ns
ЕИР : број убода инфицираних о.	0,421741	1,230619	ns
ЕИР: број убода лутака	0,537437	1,686136	ns
ЕИР : број убода инфицираних л.	0,478218	1,440657	ns

ns-нема статистичке значајности; о.-одрасли; л.-лутке

Применом Pearson-овог коефицијента корелације, утврђена је статистички значајна повезаност између укупног броја убода ( $p < 0,05$ ), броја убода одраслих ( $p < 0,05$ ), броја убода инфицираних одраслих ( $p < 0,05$ ), броја убода лутака ( $p < 0,05$ ), као и броја убода инфицираних лутака ( $p < 0,05$ ), са вредношћу АР (граф.26-30).

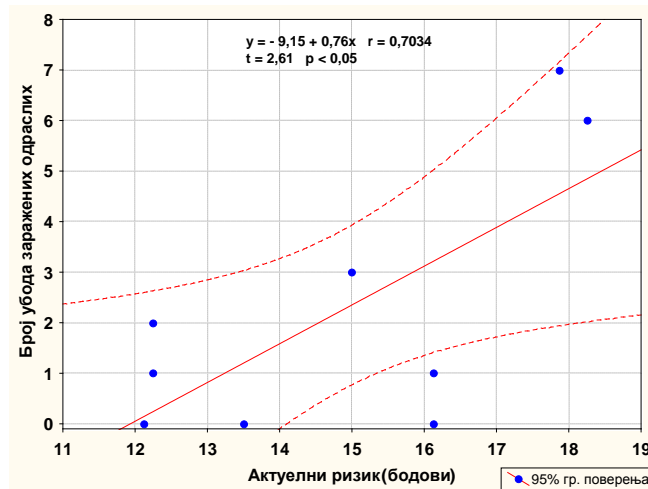


Графикон 26. Корелација укупног броја убода и АР у парковима

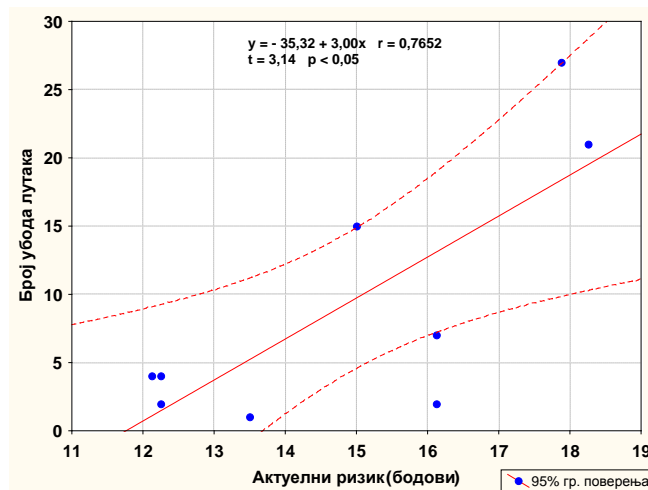


Графикон 27. Корелација броја убода одраслих јединки и АР у парковима

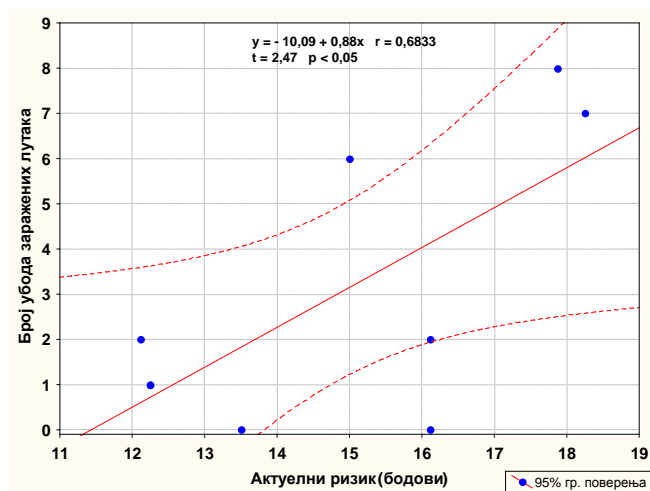




**Графикон 28. Корелација броја убода заражених одраслих јединки и АР у парковима**



**Графикон 29. Корелација броја убода лутака и АР у парковима**



**Графикон 30 . Корелација броја убода заражених лутака и АР у парковима**

## 7. ДИСКУСИЈА

Упркос великим напорима за успостављање надзора и контроле ЛБ, који се већ више деценија улажу у циљу што боље процене ризика и изналажења адекватних мера превенције, комплексна проблематика ове болести још увек није у потпуности разјашњена. ЛБ као типична зооантропоноза са 85.500 пацијената годишње у свету, а у Европи са приближно 65.500 пацијената годишње, представља водећу болест у групи природножаришних обољења (114, 6). У Србији је инциденција за петогодишњи период од 2008-2012. године износила у просеку 12,9 /100.000 са просечним бројем оболелих годишње 895 особа. И у нашој земљи, у групи болести које се преносе путем вектора, ЛБ заузима високо прво место (39, 40).

Треба имати у виду, да су хумане инфекције *B. burgdorferi* само крајњи производ комплексног ланца процеса у животној средини. Неки од најважнијих фактора за појаву ЛБ су они који утичу на бројност популација вектора-крпеља и резервоара-животиња: коришћење станишта од стране људи и промене на станишту које су узроковане њиховим активностима или деловањем природе; глобалне климатске промене са директним ефектима на преживљавање и густину крпеља, трансмисију борелија преко утицаја на састав биљних и животињских врста и дужину сезонске активности крпеља (71). Поред ових фактора, значајни су и фактори који имају утицај на могућност да се човек нађе у станишту крпеља и постане жртва убода: кретање, навике и врсте људских активности; спровођење и ефективност кампање информисања о ризицима од појаве ЛБ; коришћење заштитне опреме и репелената. Осим тога, утицај на оболевање од ЛБ имају и остали фактори као што су: друштвено-економски и технолошки ниво развоја одређене средине; постојање праћења и надзора од стране здравствених центара и мрежа; способност здравственог сектора у борби против смањења ризика од ЛБ; допринос друштва у

смањењу емисије гасова са ефектом стаклене баште - Green House gasses као једног од главних узрока актуелних климатских промена (115,116,117).

Бројни аутори у свету изучавали су проблематику процене ризика од трансмисије *B. burgdorferi* и оболевања од ЛБ. *Piesman* истиче да „Нема магичног решења за комплетну елиминацију ризика од лајмске болести“ (118). Истраживања и даље трају, при чему се примењују различите методе процене ризика (процена ЕИР; еколошког ризика: потенцијалног ПР и актуелног ризика АР; примена географског информационог система (119) који идентификује факторе спољашње средине значајне за ризик од ЛБ, коришћење мапа ризика у идентификовању региона где се очекују хумани случајеви обољења (120). Аутори који прибегавају израчунавању ЕИР обухватају само један развојни стадијум крпеља-лутке; неки аутори процењују еколошки индекс ризика (22, 23) на основу карактеристика станишта и бројности и инфизираности само одраслих јединки крпеља (процена АР). Станишта шума, парк-шума и паркова разликују се међусобно по еколошким карактеристикама, што свакако има утицаја на присуство, дистрибуцију, густину вектора и резервоара на станишту. Потпунија процена и добијање што боље представе о постојању и интензитету ризика, може се једино добити комбиновањем метода. Свака од ових метода има своје предности, оне се међусобно допуњују и могу помоћи у процени стварног ризика од трансмисије *B. burgdorferi* на станишту инфизираних крпеља. Сличан став о овој проблематици је заузела група истраживача из Италије и Словеније у Intereg III пројекту где се индекс ризика (ИР) тумачи бројем заражених лутака и одраслих јединки крпеља на 100 m<sup>2</sup>. На основу добијених података израдили су карту ризика од ЛБ (121).

Нашим истраживањем обухваћен је већи број станишта која припадају различитим еколошким категоријама и два развојна стадијума крпеља врсте *I. ricinus*: лутке и одрасле јединке. Примењена је комбинација обе методе, те су процењивани и ЕИР и еколошки индекс ризика (ПР и АР). Још реалнија слика ризика добијена је упоређивањем вредности оба поменута индекса међу стаништима - еколошким категоријама и поређењем са бројем убода крпеља код људи који су убодом задобили на испитиваним стаништима.

На испитиваних 19 станишта Београда, најмања вредност флаг-часа установљена је у Пионирском парку 3,13 а највиша у Липовачкој шуми 45,5. У зависности од еколошке категорије, средње вредности флаг- часа су се кретале од 14,9 у парковима, преко 21,4 у

парк-шумама, све до највиших у шумама, 31,8. Укупна бројност крпеља била је значајно већа у шумама ( $p < 0.05$ ) у односу на парк-шуме и паркове. Познато је да присуство и бројност крпеља могу варирати у зависности од географског положаја, дневне светлости, влаге, структуре станишта, карактеристика биљног света, присуства и концентрације домаћина на станишту: дивљих животиња, глодара, птица и паса луталица (122, 115). Еколошке карактеристике имају утицаја на густину крпеља, која није константна, већ је променљива у зависности од врсте станишта (парк, парк-шума, шума). Постоје аутори који су указали на повећану бројност крпеља на стаништима прекривеним бујнијом вегетацијом и на којима је утицај антропогених фактора мањи или сведен на минимум (парк-шуме и шуме). Високу бројност крпеља, 18,88 до 45,5 по флаг- часу, у пет одабраних шумских локалитета Београда добијених у нашем истраживању, можемо упоредити са резултатима добијених од стране више истраживача који су утврдили да је бројност крпеља највећа у шумама, по ободима шума, вегетацији цвећа и травнатим површинама. (123, 124, 125, 17, 24). На подручју Београда, Чеканац и сарадници су такође установили високу бројност крпеља 48,0 по флаг-часу код шумских локалитета (18). У истраживањима Хрклове и сарадника, у мешовитим шумама северне Словачке, вредност флаг-часа је варијала током сезоне активности крпеља. Тако, у пролећном пику мај-јуни, вредност флаг-часа се кретала између 84 и 128, а у јесењем пику активности крпеља-септембра, вредност флаг-часа износила је 24 (126). Истраживања спроведена на полигону Пасуљанске ливаде у Србији 2007.год., показала су да вредност флаг-часа варира са температуром. При температури између 2 и 7°C вредност флаг-часа је износила 11, а изнад 20°C 45 (127). Поред посебне структуре станишта и карактеристика биљног света, већој бројности крпеља на стаништима ове врсте, доприноси и већа густина и разноврсност резервоара (присуство крупне дивљачи, осим глодара, птица и других животиња).

У испитиваним парк-шумама, највише вредности флаг-часа биле су нешто ниже (Кошутњак 29,00 по флаг-часу) у поређењу са шумама, док су најниже вредности (парк-шума Бањица 19,13) биле приближне најнижим вредностима станишта шума. Средње вредности флаг-часа парк-шума су се ипак, статистички значајно разликовале од вредности флаг часа у шумама ( $p < 0.05$ ). Слично нашим резултатима, Чеканац и сарадници израчунали су у парк-шумама Београда вредности флаг -часа 19,7 и 33,4 (18).

Категорија паркова се издваја по својим еколошким карактеристикама у смислу мањег присуства вишегодишње вегетације у односу на једногодишњу вегетацију, ситне дивљачи (мишоликих глодра, веверица, јежева), паса луталица, мачака и кућних љубимаца које власници изводе у шетњу. На овим стаништима већи је утицај људског фактора у смислу боље сређености вегетације (кошења траве, одношење лишћа и сл.) што ствара неповољне услове за опстанак крпеља (смањује им влагу, повећава продор сунчеве светлости) а постојања бетонских стаза, спортских терена, угоститељских објеката редукује им величину станишта (128). Наши резултати се могу упоредити са резултатима сличних истраживања спроведеним у Чешкој Републици (123) и у Београду (17) где је вредност флаг часа била најмања у парковима (Чешка Република 1986 2,8-15,1, а у Београду 1993: 4,2-14,2). Осим бројних излетника, рекреативаца, сталног присуства птица, паркове редовно посећују пси луталице и и кућни љубимци, који представљају добре домаћине иксодидним крпељима. Људи, животиње и птице својим кретањем доприносе одношењу крпеља са станишта, што може бити један од разлога смањене бројности крпеља у парковима. У истраживању спроведеном на зеленим површинама Београда 2004. године, вредности флаг-часа у парковима биле су нешто ниже и варирале су од 1,6-23,4 са просечном вредношћу 9,2 (24) Током испитивања ризика од инфекције узрочником ЛБ код радника који одржавају зелене површине у Београду, просечна вредност флаг-часа на стаништима паркова била је у просеку 8.7, а кретала се између 8.2 и 9.2 (25).Током истраживања спроведеном 2010. године у парковима на подручју Београда, научници су добили више вредности флаг-часа, 17,9, док су се код аутора у Војводини 2012.године на испитиваним стаништима зелених површина у Војводини вредности флаг-часа кретале од 2,0 до 80.0 (17, 28). Тако су Поткоњак и сарадници израчунали вредност флаг-часа у Парку код железничке станице у Бачкој Паланци 3.0, а у Каменичком парку 15.0 (28). Овако добијене вредности флаг часа биле су приближне нашим резултатима на стаништима Ташмајдана 3,50 и Хајд парка 16,38 .

Бројност лутака била је статистички значајно већа у шумама у односу на парк-шуме ( $p < 0.05$ ) и паркове ( $p < 0.05$ ). У шумама је откривено просеку 10,65 лутака по флаг - часу, у парк-шумама скоро упола мање 5,87, а најмање у парковима 4,67 по флаг-часу. Бројност одраслих није значајно варирала на различитим еколошким категоријама. Густина одраслих јединки крпеља *I. ricinus* сакупљених у парковима била је два и по пута

већа ( $11,06 \pm 8,64$ ) у односу на лутке ( $4,67 \pm 1,83$ ). Просечна вредност флаг-часа износила је 11,07, а кретала се од најниже вредности у Пионирском парку 1,75 до највише у парку Топчидер 30,63. Аутори из Пољске (129) су у истраживању убода крпеља на пет локалитета провинције Лублин, установили вредности флаг-часа 18,5-26,0 које су варирале зависно од станишта и развојног стадијума. Слично нашим резултатима, густина одраслих јединки била је на већини станишта већа у односу на лутке, које су једино на локалитету Parczewskie Forests биле бројније. Високу бројност лутака по флаг-часу су открили Hübalek и сар. 2003.године на локалитетима Јужне Моравије (Република Чешка), која се кретала између 17,8 и 58,5 (130). У истраживањима на локалитетима Катовице (Пољска) установљене су вредности флаг-часа између 20 и 65, или густина између 2,8 и 12,3 крпеља на  $100 \text{ m}^2$ . (131).

Просечна инфицираност крпеља *B. burgdorferi* у току нашег истраживања на свим изабраним локалитетима износила је 22,0%, слично резултатима које смо добили у 2007. години (25). Преваленција *B. burgdorferi* у крпеља *I. ricinus* коју су у својим радовима добили неки инострани истраживачи (Junttila и сар. из Финске 32,0%, *Cinco* у Италији 40,0%, Rijpkema и сар. 45,2% у Хрватској) била је виша него у нашим истраживањима (125, 132, 133). Код других аутора, преваленција *B. burgdorferi* била је нижа: Hübalek 14%, Reye 9.4%, Jensen 6%. Baumgarten и сар. у Немачкој су установили преваленцију 21,8%, док је у пољским шумама у периоду од 1996-1998. године проценат инфекције крпеља био 22,9%, што је приближно нашим резултатима на шумским стаништима 23,7%. и стаништима парк-шума 22,5% (134, 135, 136, 137, 138). Просечна зараженост крпеља спирохетом *B. burgdorferi* по парковима Београда, у нашем истраживању износила је у просеку 19,0 %, а варирала је од станишта до станишта, крећући се од најниже вредности 13,8 % у парку Баново брдо, све до највише 33,2% у Хајд парку. У истраживању спроведеном 2004. године, зараженост крпеља у Хајд парку била је скоро двоструко мања (19,8%), а на Ташмајдану четвороструко већа 4,0% у односу на наше резултате (24). Овакви подаци указују на то да инфицираност крпеља није стална величина и да је подложна променама, у зависности од сезоне, присуства и разноврсности резервоара и других еколошких фактора на станишту. Током истраживања спроведеног 2007.године, крпељи у парковима Београда били су заражени у просеку 13,65%, а Поткоњак и сар. су на подручју Војводине објавили преваленцију код крпеља од 0-33,1%. Стајковић и сар. 1993.

су на зеленим површинама Београда код крпеља *I. ricinus* установили преваленцију 27,0-31,7% (28, 17). Аутори из Естоније код крпеља су регистровали ниже вредности преваленције *B. burgdorferi* (9.7%), а румунски истраживачи су на 183 локације регистровали зараженост крпеља од 0.75 до 18.8% (139,140).

Лутке се сматрају развојним стадијумом који има веома значајну улогу у трансмисији узрочника ЛБ, и то због своје бројности у природи (некада их има и више у поређењу са адултима), шансе да се њихово присуство открије су мање због њихове величине, а треба имати у виду да лутке брже конзумирају крв од адулата, па самим тим је и ризик од преношења инфекције домаћину при убоду већа (4, 100). Из тог разлога се бројност и инфицираност лутака користе као кључни параметри при процени ЕИР како у истраживањима иностраних аутора, тако и у нашој земљи. Зараженост лутака *I. ricinus* узрочником ЛБ се може кретати и у распону 0-66%, зависно од врсте локалитета на којима су испитивања рађена, а најчешће од 10-30% (35).

У нашем истраживању степен инфекције био је највећи у парк-шумама 34,1% (1.925 флаг-часа), а најмањи у парковима 26,8% (1.29 флаг-часа). Слично нашим резултатима Rijkema (1994) је открио зараженост лутака између 13 и 46% , а Nazzi више од 20,0%. Hubalek је 2003.година нашао мањи степен заражености крпеља борелијом 21,0% , а Zeman од 4,9 до 23,1% (141, 142, 143). У шумама Немачке, Stanczak и сар. открили су пет пута мању инфекцију лутака 6,9% (144). Степен инфекције лутака није значајно статистички варирао у посматраним еколошким категоријама нашег исраживања ( $F=3.72$ ;  $df=16$ ;  $p=0.05$ ) и кретао се од 21.1% у Липовачкој шуми до 25,6% на Авали. Ниже вредности преваленције добили су истраживачи на шумским стаништима Пољске 16,5% (145). Аутори из западне Европе (Луксембург) установили су још нижу, вредност преваленције *B. burgdorferi* код лутака 8,1% (146).

Одрасле јединке (адулти) крпеља *I. ricinus*, које паразитирају на преко 12 врста крупних сисара, а женке полажу велики број јајашаца (око 2000) из којих се у пролеће излегну ларве, имају не мање значајну улогу у трансмисији борелија у природи. Њихова бројност у природи променљива је и у вези са бројношћу и разноврсношћу доступних домаћина-резервоара, поготову крупне дивљачи на којој се одрасли стадијуми хране. У нашем истраживању, преваленција *B. burgdorferi* била је највиша у шумама Београда 29,9% (4,2 флаг/час), а најмања у парковима 19,3 % (1,6 флаг/час). Парк-шуме су се по



вредностима заражености адулата налазиле између наведених вредности за шуме и паркове: 22,8 % (2,9 флаг/час). Адулти крпеља који су у истраживању пољских аутора били скоро једнако инфицирани *B. burgdorferi* као и лутке, 16,6%, у поређењу са нашим резултатима на шумским стаништима те вредности су скоро двоструко ниже, а слично и инфицираност *B. burgdorferi* код адулата у Луксембургу, се кретала око 15,2% (145, 146).

Слично нашем истраживању спроведеном 2007. године на зеленим површинама Београда, вредност ЕИР варира је зависно од локалитета између 0,02 и 2,04, и била је виша 2-5 пута у односу на претходна истраживања. Ми смо установили статистички значајно вишу ( $p < 0.01$ ) ЕИР вредност у испитиваним шумама (1,00) него у парковима Београда (0,19). Вредности ЕИР су биле више у поређењу са резултатима добијених од стране Матхера и сар. 1996.год (22). Аутори из Војводине су израчунали највећи ЕИР у Бачкој Паланци 0.158, што је нешто ниже од вредности ЕИР у парковима наше студије (28). Током месеца марта и јула ЕИР на стаништима испитиваних шума Београда био је значајно већи у односу на парк-шуме ( $p < 0.01$ ) и паркове ( $p < 0.01$ ). Вегетација у шумама је богатија у односу на друге две еколошке категорије. У шумама живе бројне и различите врсте домаћина крпеља *I. ricinus*. Вредност ЕИР за месец мај била је статистички значајно виша за све три еколошке категорије, на свим испитиваним стаништима. Разлог томе је већа активност развојног стадијума лутке у овом периоду (134, 142). Наши резултати могу да се упореде са резултатима истраживача из Луксембурга, код којих је забележена највећа активност *I. ricinus* у мају, али за разлику од наших резултата, други пик активности регистрован је у септембру (146).

Попут запажања других истраживача, где је добијена корелација између вредности ЕИР и инциденције ЛБ или корелација између ЕИР и серопозитивности радника у природи, ми смо испитивали корелацију између вредности ЕИР и убода крпеља (22, 147). Упркос регистровању великог броја убода крпеља на испитиваним стаништима, ми ову корелацију нисмо доказали. Да би смо објаснили шта је разлог томе, морамо нагласити да могућност и фреквенцију убода крпеља условљава више фактора, као и да треба узети у обзир и факторе као што су понашање и навике особа које се крећу у природи (нпр. врста активности, дужина боравка, коришћење заштитне опреме и репелената).

Међу испитиваним стаништима парк-шума, Ада Циганлија и Кошутњак су локалитети које људи најчешће посећују. Велики број становника нашег града проводи

слободно време у овим парк-шумама шетајући или у рекреативним активностима. Вредности ЕИР на Ади Циганлији и Кошутњаку (0,44; 0,40) су биле више у односу на остале парк-шуме које смо испитивали. Међутим, број забележених убода крпеља био је највиши у парк-шуми Бањица (укупан број убода 58, а само лутака 21). Ова појава се објашњава тиме што велики број особа које се јављају лекару због убода крпеља живи или ради недалеко од парк-шуме Бањица, а близина Војномедицинске академије им омогућава да се чешће одлуче да посете лекара због убода крпеља. С друге стране, треба имати у виду да одређени број убода вероватно остаје нерегистрован, јер људи не открију крпеље на свом телу или се не јаве лекару уколико самостално одстране крпеља. Слично објашњење се може дати и за парк Топчидер (који се налази близу Војномедицинске академије), са највећом фреквенцијом убода крпеља оба развојна стадијума 59, у категорији паркова. Такође, треба истаћи да се у овом подручју налазе војни објекти и да је присутна професионална изложеност војних лица на овим стаништима.

Међу парковским површинама, Хајд парк је имао највећу вредност ЕИР 0,37 и највећи број убода лутака 7.

У категорији шума, највећи ЕИР 2.04 имала је Липовачка шума, а Авала је била на другом месту са ЕИР 1.17. Највише убода лутака било је на Авали 59, што објашњавамо чињеницом да је ово станиште највеће излетиште суграђана, са уређеним површинама за боравак и рекреацију људи, али и бројним, мада непотпуно одржаваним пешачким стазама где најчешће долази до напада од стране крпеља.

У истраживању аутора из Конектиката у 12 градских подручја утврђена је корелација између ЕИР и инциденције ЛБ (148). Међутим, слично нашим резултатима, у истраживању улоге ентомолошких фактора (густине крпеља и преваленције *B. burgdorferi*) у процени ризика од хумане ЛБ код становника ендемског подручја у South Kingstown (САД), утврђено је да лутке нису предиктор ризика од ове болести (107). Наиме, иако су вредности ЕИР имале тенденцију да буду више, није добијена статистички значајна разлика у ЕИР станишта око кућа где станују особе код којих је потврђена ЛБ и оних где живе особе код којих није потврђено обољење од стране лекара. Закључено је да је за процену ризика од ЛБ важно узети у обзир и понашање и навике људи, осим рачунања ЕИР, што значи да овај индекс сам по себи није довољан да се установи ризик од ЛБ (107,149). Истраживачи из САД (New Hampshire) су за разлику од многих аутора, у

процени овог индекса користили уместо лутака адулте крпеља, што је резултирало корелацијом ЕИР и оболевања од ЛБ. И у нашем истраживању, у процени ризика од ЛБ коришћени су и адулти крпеља, с тим што су адулти укључени у методу одређивања еколошког индекса ризика (150).

Метода процене еколошког ризика узима у обзир важне еколошке параметре (приступачност и величину станишта, састав станишта у погледу вегетације, погодност средине), који се разликују од станишта до станишта, у зависности од тога којој еколошкој категорији припадају, као и бројност и инфицираност одраслих стадијума крпеља *I. ricinus*. Процена ризика овом методом у Србији коришћена је у претходним истраживањима у Београду и Војводини. Одређивање еколошког ризика подразумева процену ПР и АР једног станишта. Бодовањем одговарајућих параметара који одређују ПР (погодност станишта, величина станишта и приступачност станишту) добили смо вредности ПР за сваки од испитиваних паркова. Обзиром да вредности ПР девет паркова Београда нису међусобно значајно варирале, на основу просечне вредности, ова станишта сврстана су у категорију високог ризика ( $11.66 \pm 1.32$ ). ПР се кретао од најниже вредности у парковима Калемегдан и Баново брдо (10) до највише у парку Беле воде (13). И у претходном истраживању (2004.год) је на већини станишта Београда, ПР процењен као висок, када је на 13 локација био висок, а на свега 3 умерен. Слично нашим резултатима, Поткоњак и сар. су 2012.год. у Војводини на осам од дванаест испитиваних станишта регистровани такође висок ПР трансмисије узрочника ЛБ.

Са циљем процене АР трансмисије *B. burgdorferi*, поред еколошких параметара (погодност станишта, величина станишта, приступачност станишту) бодовали смо још два параметра: бројност *I. ricinus* сакупљених за 1h и степен њихове инфицираности *B. burgdorferi*. Збир бодова по свим наведеним параметрима представљао је вредност АР одређеног станишта. На четири станишта паркова Београда (Хајд парк, парк Беле воде, Шумице, Топчидер) установили смо могући АР, а осталих пет (Ушће, Калемегдан, Ташмајдан, парк Баново брдо, Пионирски парк) процењено је као станишта са ограниченим АР трансмисије узрочника ЛБ. Како су еколошки параметри карактеристични за свако станиште, а бројност и инфицираност јединки крпеља параметри подложни варирању зависно од сезоне, климатских фактора, присуства, врсте и броја резервоара *B. burgdorferi*, вредности АР у нашем истраживању се разликују од станишта

до станишта, као и по месецима током сезоне активности крпеља. Просечна вредност АР на стаништима београдских паркова од почетка сезоне-марта месеца почиње да расте и у априлу има максималну вредност, а затим полако опада са благим варирањима све до октобра месеца. Паркови са највишим вредностима АР: Хајд парк 17.88 и Топчидер 18.25, статистички се значајно разликују ( $p < 0.05$ ) у односу на паркове Калемегдан (12.13), Ташмајдан (12.25), Баново брдо (12.25) и Пионирски парк (13.50), на којима је сакупљен најмањи број јединки *I. ricinus*. Аутори из Војводине су слично нашим резултатима установили ограничен АР код већине испитиваних станишта (шест од дванаест), с тим што су они проценили на три станишта сигуран АР трансмисије *B. burgdorferi*, за разлику од нашег истраживања, у коме нису откривена станишта са сигурним АР. У ранијем истраживању на подручју Београда, АР се у испитиваним парковима кретао од ограниченог до сигурног и варирао је зависно од месеца испитивања (24).

Број убода крпеља код пацијената са испитиваних станишта послужио нам је да проценимо значај одређивања АР по стаништима. Током сезоне активности крпеља, код пацијената је укупно регистровано 89 убода од стране одраслих јединки, са преваленцијом *B. burgdorferi*, 22.5%. Приближно исту зараженост код одстрањених крпеља на подручју Београда 2010.године установили су Младеновић и сар. (21.25%), а шпански аутори 23.52% код крпеља одстрањених са пацијената у два провинцијама Северне Шпаније (26, 151). Највише убода регистровано је на Топчидеру (32), где је и вредност АР била највиша. Зараженост одстрањених крпеља била је највећа код крпеља из Хајд парка (7) и Топчидера (6), који су се по вредности АР статистички значајно разликовали од осталих паркова. У циљу процене ризика од ЛБ, неки аутори су одређивали корелацију између густине и преваленције крпеља са серопозитивношћу или појавом симптома ЛБ, а неки корелацију ЕИР са инциденцијом ЛБ. Ми смо упоредили број убода одраслих јединки крпеља и број убода заражених одраслих јединки крпеља са вредностима АР на истим стаништима где су се убоди догодили. Корелација између убода крпеља и АР трансмисије *B. burgdorferi*, ( $p < 0.05$ ) у парковима Београда указује да је процена еколошког ризика користан метод у процени стварног ризика од ЛБ.

Поред приступачности станишта за људе и погодности средине, тј. састава биљне заједнице станишта, величина станишта на којој се одржава популација крпеља представља значајан чинилац у процени еколошког индекса ризика. Поређењем величине

станишта са бројем сакупљених и инфицираних крпеља на свим еколошким категоријама, установљена је статистички значајна повезаност ( $p < 0.05$ ). Анализирањем ових параметара међу стаништима унутар еколошких категорија, у категоријама парк-шуме и паркови, статистички значајна повезаност нађена је између величине станишта и броја сакупљених крпеља ( $p < 0.05$ ), али не и инфицираности крпеља ( $p < 0.05$ ). Када се посматрају само шумска станишта, повезаност између величине станишта и сакупљених и инфицираних крпеља није била статистички значајна. Амерички аутори који су истраживали екологију ЛБ на 67 станишта у Westchester County, New York, доказали су позитивну корелацију густине крпеља са величином станишта. Преваленција *B. burgdorferi* код лутака износила је 29.6% а код адулата 36% (152).

Помоћу Wilcoxon теста, нађена је статистички значајна повезаност ( $p < 0.001$ ) између броја сакупљених крпеља и преваленције *B. burgdorferi* у крпеља на свим стаништима заједно. На стаништима паркова, статистичка значајност ове корелације била је  $p < 0.01$ , док је у парк-шумама и шумама износила подједнако  $p < 0.05$ . И у истраживању у New Hampshire, установљена је корелација густине са преваленцијом крпеља која се кретала до 40%. Шведски аутори су анализирали географску дистрибуцију *I. ricinus* на 13 локалитета, са уважавањем вегетационих зона и климе и такође доказали повезаност ова два параметра (153). Међутим, у планинским областима североисточне Италије, истраживачи су добили другачије резултате током двогодишњег испитивања. Преваленција лутака се кретала у просеку нешто изнад 20% и није била у корелацији са густином лутака, као ни са инциденцијом ЛБ, док је густина била статистички значајно повезана са инциденцијом ове болести (142). Аутори из Француске утврдили су корелацију између густине инфицираних крпеља и оболевања од ЛБ (154). У Источној Пољској, нађена је повезаност активности крпеља са серопреваленцијом код особа професионално изложених убодима крпеља (155). Такође, у 2013. години на југозападу Пољске у шумским пределима установљена је позитивну корелацију између густине крпеља и инциденције ЛБ (156).

На основу добијених резултата нашег истраживања и познатих карактеристика станишта испитиваних категорија, могу се издвојити станишта са највећим ризиком трансмисије и инфекције узрочником ЛБ.

У категорији шума, Авала се истиче по укупном броју убода, како одраслих, тако и лутака, мада је највећи број крпеља сакупљен у Липовачкој шуми, док је Авала била на

трећем месту. Вредности ПР и АР су на Авали биле међу највишим, заједно са вредностима у. Миљаковачкој шуми. Највиша преваленција *B. burgdorferi* установљена је код крпеља сакупљених на Авали и Бојчинској шуми. Код крпеља одстрањених са пацијената, а који су потицали са Авале, такође је утврђено присуство *B. burgdorferi* у највећем проценту. С обзиром да је Авала веома популарно излетиште међу становништвом и често посећивано, фреквенција људи у овој шуми је велика, чиме се повећава ризик од убода крпеља (и одраслих и лутака). Најмањи број убода догодио се у Макишкој шуми, што одговара најмањем броју сакупљених јединки на овом станишту. Зараженост крпеља одстрањених са пацијената који су задобили убоду у овој шуми, била је такође најнижа, у поређењу са осталим испитиваним шумама. Све ове чињенице говоре у прилог томе да је у Макишкој шуми ризик од трансмисије узрочника ЛБ најнижи, у односу на остала испитивана шумска станишта.

Међу испитиваним парк-шумама, највише крпеља сакупљено је на Кошутњаку, познатом по великој посећености од стране суграђана. Поред парк-шуме Ада Циганлија, која је била на другом месту по броју сакупљених крпеља, највиша вредност ЕИР израчуната је и за Кошутњак. И по вредностима ПР и АР, Кошутњак је предњачио у групи испитиваних станишта парк-шума. По броју регистрованих убода крпеља оба стадијума, као и по броју заражених јединки одстрањених са пацијената, Кошутњак је био на другом месту, одмах иза Бањичке парк-шуме, за коју је претходно у дискусији већ изнето објашњење везано за највећи број убода. Најмање убода крпеља регистровано је на Ади Циганлији, где је и АР био најнижи, што је у супротности са највећим бројем сакупљених крпеља на овом станишту. Добијени резултат се може објаснити тиме што се на овом станишту налази језеро које за време пролећних, а посебно летњих месеци посећују суграђани у великом броју, али највише из разлога боравка на плажи, а мање на зеленим површинама, чиме се смањује ризик од убода крпеља.

У еколошкој категорији паркова, Хајд парк истиче се по броју забележених убода лутака, а такође и највећом вредношћу ЕИР, иако није доказана позитивна корелација убода и ЕИР у овој категорији станишта. Највише одстрањених одраслих јединки потицало је са Топчидера. Преваленција *B. burgdorferi* код јединки оба стадијума одстрањених са пацијената била је највећа у Хајд парку, што се поклапа са највећом зараженошћу сакупљених крпеља на истом станишту. По вредности АР, Хајд парк се врло

мало разликовао од вредности процењене на Топчидеру, где је утврђена највиша вредност. Добијени резултати позитивне корелације броја убода оба стадијума са вредностима АР у еколошкој категорији паркова, указују да су параметри који се узимају у обзир приликом одређивања АР од кључног значаја у процени ризика од трансмисије *B. burgdorferi*. Најмање убода крпеља потицало је из Пионирског парка, где су и број сакупљених крпеља и вредност ЕИР били најнижи.

## 8. ЗАКЉУЧАК

На основу добијених резултата може се закључити да је радна хипотеза делимично потврђена јер:

1. Присуство, бројност и преваленција *B. burgdorferi* код крпеља *I. ricinus* врсте значајно су већи у еколошкој категорији шума, у односу на парк-шуме и паркове.
2. Вредности ЕИР варирају од станишта до станишта и у зависности од месеца истраживања, али су значајно више у еколошкој категорији шума и парк-шума.
3. Вредности АР испитиваних шума и парк-шума сврстане у категорију могућег ризика, значајно су више у поређењу са вредностима АР паркова сврстаних у категорију ограниченог ризика.
4. У оквиру еколошких категорија паркова и парк-шума установљена је статистички значајна повезаност између величине станишта и броја сакупљених крпеља ( $p < 0.05$ ), али не и броја инфицираних јединки. Када се посматрају само шумска станишта, ова повезаност није била статистички значајна.
5. Поређењем броја сакупљених и броја инфицираних крпеља на свим испитиваним стаништима Београда нађена је статистички значајна повезаност, с тим што је у парковима и шумама утврђен виши ниво статистичке значајности ( $p < 0.01$ ), у односу на парк-шуме и паркове ( $p < 0.05$ ).



6. На стаништима шума, парк-шума и паркова, није установљена статистички значајна повезаност ЕИР са бројем убода крпеља, као ни корелација броја убода са вредношћу АР у шумама и парк-шумама. Међутим, у испитиваним парковима доказана је корелација вредности АР са бројем убода крпеља, како лутака, тако и одраслих јединки, као и са бројем заражених јединки.
  
7. Као станишта са највећим ризиком од трансмисије и инфекције узрочником ЛБ истичу се Хајд парк, Топчидер, Кошутњак и Авала.

## 9. ЛИТЕРАТУРА

1. *British Infection Association*. The epidemiology, prevention, investigation and treatment of Lyme borreliosis in United Kingdom patients: A position statement by British Infection Association. *J Infect* 2011; 62: 329-38.
2. *Ogden NH*. Lyme disease. *Can Fam Physician* 2008; 54(10): 1381-84.
3. *Bogacka ID, Kužna-Grydiel K, Jaborowska M*. Ticks and Mosquitoes as Vector of *Borrelia burgdorferi* s.l. in the Forested Areas of Szczean. *Folia Biolog* 2007; 55 (3-4): 143-47.
4. *Dubska L, Literak I, Kocianova E, Taragelova V, Sverakova V, Sychra O, Hromatko M*. Synantropic Birds Influence the Distribution of *Borrelia* species: Analysis of *Ixodes ricinus* Ticks Feeding on Passerine Birds. *Appl Environ Microbiol* 2011; 77 (3): 1115-17.
5. *Kurtenbach K, Peacey M, Rijpkema TGS, Hooldles NA, Nuttall AP, Randolph ES*. Differential Transmission of the Genospecies of *Borrelia burgdorferi* Sensu Lato by Game Birds and Small Rodents in England. *Appl Environ Microbiol* 1998; 64 (4): 1169-74.
6. *Rizzoli A, Hauffe HC, Capri G, Vour'ch G, Neteler M, Rosa R*. Lyme borreliosis in Europe. *Euro Surveill* 2011; 16 (27): 1-8.
7. *Stanek G, Fingerle V, Hunfeld KP, Jaulhac B, Kaiser R, Krause A et al*: Lyme borreliosis: clinical case definitions for diagnosis and menagment in Europe. *Clin Microbil Infect* 2011; 17: 69-79.
8. *Piesman J, Hazes EB*. How Can We Prevent Lyme Disease? *New Engl J Med* 2003; 248: 2424-30.

9. *Vazquez M, Muehlenbein C, Cartter M, Hayes BE, Ertel S, Shapiro DE.* Effectivnes of Personal Protective Measures to Prevent Lyme Disease. *Emerg Infect Dis* 2008; 14 (2): 210-16.
10. *Stricker BR, Johnson L.* Lyme disease:the next decade.*Infect Drug Resist* 2011; 4: 1-9.
11. *Scotarczak B.* Adaptation factors of *Borrelia* for host and vector. *Ann Agric Environ Med* 2009; 6: 1-8.
12. CDC. Reported Lyme disease cases by state or locality, 2004-2013. Avaliable at [http://www.cdc.gov/lyme/stats/chartstables/reportedcases\\_statelocality.html](http://www.cdc.gov/lyme/stats/chartstables/reportedcases_statelocality.html)
13. EUCALB. Epidemiology of European Lyme Borreliosis. Avaliable at <http://www.eucalb.com/>
14. *Paşcalău N, Domuţa M, Mariş C.* Lyme Disease-certainty and contradictions. *Analele Universităţii din Oradea. Fascucula: Ecotoxicologie, Zootehnie şi Tehnologii de Industrie Alimentară,* 2012; Avaliable et [http://protmed.uoradea.ro/facultate/anale/ecotox\\_zooteh\\_ind\\_alim/2012A/imapa/20.NIC\\_OLETA%20PASCALAU.pdf](http://protmed.uoradea.ro/facultate/anale/ecotox_zooteh_ind_alim/2012A/imapa/20.NIC_OLETA%20PASCALAU.pdf)
15. *Дмитровић Р, Дрндаревић Д, Крстић А, Лалошевић Ј, Лако Б, Лазаревић Н и сар.* Лајмска болест на подручју Београда. *Војносанит Прегл,* 1988; 45 (3): 179-82.
16. *Дрндаревић Д, Лако Б, Стојановић Р, Обрадовић М и сар.* *Ixodes ricinus* доказан вектор лајм борелиозе у Југославији. *Војносанит Прег* 1992; 49 (1): 8-12.
17. *Стајковић Н, Обрадовић М, Лако Б, Дрндаревић Д, Дмитровић Р, Ђерковић В и сар.* Прва изолација *Borrelia burgdorferi* у Југославији из *Arodemus flavicollis*-а. *Глас мед наука САНУ* 1993; р. 99-105.
18. *Ћеканас Р, Павловић Н, Гледовић З, Гргуровић А, Стајковић Н, Лепшановић З, Ристановић Е.* Prevalence of *Borrelia burgdorferi* in *Ixodes ricinus* ticks in Belgrade area. *Vector Borne Zoon Dis,* 2010; 10 (5): 447-52.
19. *Rudenko N, Golovchenko M, Grubhoffer L, Oliver JH Jr.* Updates on *Borrelia burgdorferi* sensu lato complex with respect to public health. *Ticks Tick Borne Dis* 2011; 2(3): 123-8.

20. *Stanek G, Reiter M.* The expanding Lyme *Borrelia* complex--clinical significance of genomic species? *Clin Microbiol Infect.* 2011; 17(4): 487-93.
21. *Fish D.* Environmental Risk and Prevention of Lyme Disease. *Am J Med* 1995; 98 (suppl 4A): 4A2S-4A-9S.
22. *Mather NT, Nicholson CM, Donnelly FE, Matyas TB.* Entomological Index for Human Risk of Lyme Disease. *Am J Epidemiol* 1996; 144 (1): 1066-9.
23. *Schulze LT, Taylor CR, Taylor CG, Bosler EM.* Lyme disease: A Proposed Ecological Index to Assess Areas of Risk in the Northeastern United States *Am J Publ Health* 1991; 81 (6): 714-8.
24. *Krstić M, Stajković N.* *Borrelia burgdorferi* tick infection in the work places of professional exposed groups of people. In: *Radonjić VB, Knežević DZ, Četković SS,* editors. *Urban environments 2004. Proceedings of the 7th Belgrade Conference on Vector Control in Urban Environments; 2004 Oct 4-8; Belgrade, Serbia.* Belgrade: Ministarstvo za nauku i ekologiju Republike Srbije 2004; p. 169-70.
25. *Krstić M, Stajković H.* Ризик од инфекције узрочником лајмске болести код радника који одржавају зелене површине у Београду. *Војносанит Прегл* 2007; 64 (5): 313-318.
26. *Mladenović J, Čekanac R, Stajković N, Krstić M.* Rizik of Lyme disease development after a tick bite. *Vojnosanit Pregl* 2010; 67 (5): 369-74.
27. *Milutinovic M, Radulovic Z, Tomanovic S.* Assessment of the risk of contracting Lyme disease in areas with significant human presence *Arq. Bras. Med. Vet. Zootec.* 2008; 60 (1): 121-9.
28. *Potkonjak A, Jurišić A, Petrović A, Nićin S, Rajković D, Lako B, Obrenović S.* Entomological and ecological index for risk of infection causing lyme disease in territory of Vojvodina, Serbia. *Vet. glasnik* 2013; 67 (1-2): 3-14.
29. *Weber K.* Aspects of Lyme Borreliosis in Europe. *Eur J Clin Microbiol Infect Dis* 2001; 20: 6-13.

30. *Herxheimer K, Hartman K.* Uber Acrodermatitis chronica atrophicans. Acta Dermatol 1902; 61: 57-76.
31. *Afzelius A.* Verhandlugen der dermatologischen Gesellschaft zu Stockholm. Arch Dermatol Syph 1910; 101-4.
32. *Scrimenti RJ.* Erythema chronicum migrans. Arh Derm 1970; 102: 104-5.
33. *Burgdorfer W, Barbour AG, Hayes SF, Bench JL, Grunwaldt E, Davis JP.* Lyme Disease- A Tick - Borne Spirochetosis? Science 1982; 216: 1317-19.
34. *Barbour AG, Burgdorfer W, Hayes SF, Peter O, Aeshliman A.* Isolation of a cultivable spirochete from *Ixodes ricinus* ticks of Switzerland. Curr Mikrobiol 1983; 8: 123-6.
35. *Đorđević D, Dmitrović R, Đerković V, Drndarević D, Lako B, Obradović M et al.* Lyme disease in Yugoslavia Vojnosanit pregl 1990; 47 (4): 249-53.
36. *Дрндаревић Д.* Лајмска болест: Војна епидемиологија. Београд: Војноиздавачки и новински центар; 1989; p. 367-72.
37. *Piacentino JD, Schwartz BS.* Occupational risk of Lyme Disease: an epidemiological review. Occupational and Enviromental medicine 2002; 59: 75-84.
38. *Halperin J J.* Lyme Disease: An Evidence Based Approach. II Series: Advances in molecular and cellular microbiology, 20. Avaliable et [http://books.google.rs/books/about/Lyme\\_Disease.html?id=W8OVDNOgEIUC&redir\\_esc=y](http://books.google.rs/books/about/Lyme_Disease.html?id=W8OVDNOgEIUC&redir_esc=y).
39. *Центар за превенцију и контролу заразних болести.* Заразне болести у Републици Србији у 2012.години. Институт за јавно здравље „Др Милан Јовановић Батут“, Београд 2013.
40. *Центар за превенцију и контролу заразних болести.* Заразне болести у Републици Србији у 2013.години. Институт за јавно здравље „Др Милан Јовановић Батут“, Београд 2014.

41. *Johnson RC, Schmid GP, Hyde FW, Steigerwalt AG, Brenner DJ. Borrelia burgdorferi* sp. nov.: etiological agent of Lyme disease. *Int J Syst Bact* 1984; 34: 496-7.
42. *Покорни Д, Лако Б.* Етиологија и патогенеза лајм борелиозе. У: Глас ССCLXX САНУ 1993; 43:123-32.
43. *Johnson SE, Klein GC, Schmid GP, Bowen GS, Feeley JC, Schultze J.* Lyme disease: a selective medium for isolation of the suspected etiological agent, a spirochete. *J Clin Microbiol* 1984; 19: 81-2.
44. *Бојућ И.* Европска борелиоза (Лајмска болест и друге болести чији се узрочници преносе убодом крпеља). ГП “Нови дани“ Београд 2000.
45. *Barbour AG.* Isolation and cultivation of Lyme disease spirochetes. *Yale J Biol Med* 1984; 57: 21-25.
46. *Veinović G, Filipić B, Stanković J.* Isolation, cultivation, and *in vitro* susceptibility testing of *Borrelia burgdorferi* sensu lato: a review. *Arch. Biol. Sci.* Belgrade 2013; 65 (2): 533-547.
47. *Barbour AG, Hayes SF.* Biology of *Borrelia* species. *Microbiol Rev* 1986; 50: 381-400.
48. *Randolf JD, Bourell KW, Akins DR, Brusca JS, Nirgard Mv.* Analysis of *Borrelia burgdorferi* membrane architecture by freeze-fracture electron microscopy. *J Bacteriol* 1994; 176: 21-31.
49. *Luft BJ, Jiang W, Munoz P, Dattwyler RJ, Gorevic PD.* Biochemical and immunological characterisation of the surface proteins of *Borrelia burgdorferi*. *Infect Immun* 1989; 57: 3637-45.
50. *Lindquist S.* The heat shock response. *Annu Rev Biochem* 1986; 5: 1191.
51. *Luft BJ, Gorevic PD, Jiang W, Munoz P, and Dattwyler RJ.* Immunologic and structural characterisation of the dominant 66 to 73-kDa antigens of *Borrelia burgdorferi*. *J Immunol* 1991; 146: 2776-82.

52. Craft JE, Fischer DK, Shimamoto GT, Steere AC. Antigens of *Borrelia burgdorferi* recognized during Lyme disease: appearance of new IgM response and expansion of the IgG response late in the illness. J Clin Invest 1986; 78: 934-39.
53. Coleman JL, Rogers RC, Benach JL. Selection of an escape variant of *Borrelia burgdorferi* by use bactericidal monoclonal antibodies of OspB. Infect Immun 1992; 60: 3098-104.
54. Moskophidis M, Luther B. Monoclonal antibodies with in vitro borreliacidal activities define the outer surface proteins A and B of *Borrelia burgdorferi*. Zbl Bakt 1993; 279: 201-13.
55. Goettner G, Schulte-Spechtel U, Hillermann R, Liegl G, Wilske B, Fingerle W. Improvement of Lyme Borreliosis Serodiagnosis by a Newly Developed Recombinant Immunoglobulin G (IgG) and IgM Line Immunoblot Assay and Addition of VlsE and DbpA Homologues. J Cl Microbiol 2005; 43 (8): 3602-9.
56. Eicken C, Sharma V, Klabunde T, Lawrenz MB, Hardham JM, Norris SJ, et al. Crystal Structure of Lyme Disease Variable Surface Antigen VlsE of *Borrelia burgdorferi*. J Biol Chem 2002; 277 (24): 21691-6.
57. Marconi RT, Cajens S, Munderloh UG, Samuels DS. Analysis of linear plasmid dimers in *Borrelia burgdorferi* sensu lato isolates: Implications concerning the potential mechanism of linear plasmid replication. J Bacteriol 1996; 178: 3357-61.
58. Дмитровић П. Лајмска болест у Југославији. Веларта, Београд, 1996.
59. Steere AC. Lyme disease. N Engl J Med 2001; 341 (2): 115-25.
60. Дрндаревић Д, Стојановић Р, Дмитровић Р, Лако Б, Обрадовић М, Ђорђевић Д. Улога крпеља у преношењу лајмске болести у Југославији. У: Лајмска болест, Наша искуства, Београд, Галеника 1990; р: 26-32.
61. Randolph SE, Gern L, Nuttal M. Co-feeding Ticks: Epidemiological significance for tick-borne pathogen transmission. Parasitol Today 1996; 12: 472-9.
62. Lane SR. Susceptibility of the western fence lizard (*Sceloporus occidentalis*) to the Lyme borreliosis spirochete (*Borrelia burgdorferi*). Am J Trop Med Hyg 1990; 42 (1): 75-82.

63. Leibish G, Weber FB, Leibisch A. The infection with *Borrelia burgdorferi* s.l. in the European hedgehog (*Erinaceus europaeus*) and ticks. *Parassitol* 1996; 38 (1-2): 385.
64. Anderson JF, Johnson RC, Magnarelli LA, Hyde FW. Involvement of birds in the epidemiology of the Lyme disease agent *Borrelia burgdorferi*. *Infect Immunol* 1996; 51: 394-6.
65. Stanek G. Reflectios on the Clinical and Epidemiological Studies Presented at the IX International Conference on Lyme Borreliosis and other Tick-Borne Diseases and Future Directions. *Vect Born Zoon Dis*, 2003; 3 (4): 229-47.
66. Kosik-Bogacka D, Kuzna-Grygiel W, Bukowska K. The prevalence of spirochete *Borrelia burgdorferi* sensu lato in ticks *Ixodes ricinus* and mosquitoes *Aedes* spp. within a selected recreational area in the city of Szczecin. *Ann Agric Environ Med* 2004; 11: 105-8.
67. Pfister HW, Wilske b, Weber K. Lyme borreliosis: basic science and clinical aspects. *Lancet* 1994; 343: 1013-6.
68. Чанковић М, Розман М. *Arachnoentomologia*, скрипта за студенте ветеринарског факултета, Сарајево 1986; p: 6-18.
69. Ročkiene A. Lyme disease in Lithuania. *Parassitologia* 1996; 38 (1-2): 398.
70. Anderson JF. Epizootiology of *Borrelia* in *Ixodes* tick vectors and reservoir hosts. *Rev Infect Dis* 1989; Suppl 6 (S1): 451-59.
71. Estrada-Peña AAyllón N, de la Fuente J. Impact of climate trends on tick-borne pathogen transmission. *Front Physiol.* 2012; 3 (64):1-12.
72. Greenfield B. P. J. Environmental parameters affecting tick (*Ixodes ricinus*) distribution during the summer season in Richmond Park, London. *Bioscience Horizons* 2011; Available at <http://biosorizons.oxfordjournals.org/>
73. Aeschliman A, Chamont E, Gigon F, et al. *B. burgdorferi* in Switzerland. *Zentralb Bacteriolo Mikrobiol Hyg* 1986; 163: 450-58.



74. *Gray J.* Risk Assessment in Lyme Borreliosis. Symposium on the Pathogenesis and Management of Tick-borne Diseases. Vienna 1998; Abstracts 8.
75. *Павловић Д, Дмитровић Р.* Лајмска неуроборелиоза. Elit-Medica Београд 1997.
76. *Grist N.* Editorial, Ticks are tropical. *J Infect* 1992; p.117-21.
77. *Benenson AS.* Приручник за спречавање и сузбијање заразних болести, 16. издање; 1999. p. 300-1.
78. *Strle F, Stanek G.* Clinical manifestations and diagnosis of Lyme borreliosis. *Curr Probl Dermatol* 2009; 37: 51–110.
79. *Stanek G, Gary P Wormser, Jeremy Gray, Franc Strle.* Lyme borreliosis. *The Lancet* 2012; 379 (9814): 461 – 73.
80. *Perronne C.* Lyme and associated tick-borne diseases: global challenges in the context of a public health threat. *Front Cell Infect Microbiol.* 2014; 4: 74.
81. *Бојућ И.* Лајмска болест. Београд: Нови дани;1995.
82. *Nadelman RB, Wormser GP.* Lyme borreliosis. *Lancet* 1998; 352: 557-64.
83. *Hamann-Brand A, Breitner S, Schultze J, Brade V.* Laboratory diagnosis of Lyme disease. *Biotest Bulletin* 1995; 5: 127-42.
84. *Lesniak OM.* Izolirovannaia limfadenopatija kak proivalenie rannei stadii Laim-borrelioza. *Klin Med* 1995; 73: 38-9.
85. *Mu'legger RR, Glatz M.* Skin manifestations of Lyme borreliosis: diagnosis and management. *Am J Clin Dermatol* 2008; 9: 355–68.
86. *Hansen K, Lebech AM.* Lyme neuroborreliosis: a new sensitive diagnostic assay for intrathecal synthesis of *Borrelia burgdorferi*-specific immunoglobulin G, A, and M. *Ann Neurol* 1991; 30: 197–205.

87. *Logigian EL, Kaplan RF, Steere AC.* Chronic neurologic manifestations of Lyme disease. *N Engl Med* 1990; 323: 1438-44.
88. *Stanek G, O'Connell S, Cimmino M et al.* European Union Concerted Action on Risk Assessment in Lyme Borreliosis: clinical case definitions for Lyme borreliosis. *Wien Klin Wochenschr* 1996; 108: 741-47.
89. *Lelovas P, Dontas I, Bassiakou E, Xanthos T.* Cardiac implications of Lyme disease, diagnosis and therapeutic approach. *Int J Cardiol* 2008; 129: 15-21.
90. *Ohlenbusch A, Matuschka F-R, Richter D, Christen H-J, Thomssen R, Spielman A et al.* Etiology of the acrodermatitis chronica atrophicans lesion in Lyme disease. *J Infect Dis* 1996; 174: 421-3.
91. *Centers for Disease Control and Prevention.* Lyme Disease Diagnosis and Testing. Available at <http://www.cdc.gov/lyme/diagnosis/testing/index.html>
92. *Starr-Hope Ertel, Randall S. Nelson, and Matthew L. Cartter.* Effect of Surveillance Method on Reported Characteristics of Lyme Disease, Connecticut, 1996-2007. *Emerging Infectious Diseases* 2012; 18 (2). Available at [www.cdc.gov/eid](http://www.cdc.gov/eid).
93. *Centers for Disease Control and Prevention.* Two - step Laboratory Testing Process. Available at: <http://www.cdc.gov/lyme/diagnosis/testing/LabTest/TwoStep/index.html>.
94. *Banyas GT.* Difficulties with Lyme serology. *J Am Optom Assoc* 1992;63:135-39.
95. *Issakainen J, Gnehm HE, Lucchini GM, Zbinden R.* Value of clinical symptoms intrathecal specific antibody production and PCR in CSF in the diagnosis of childhood Lyme neuroborreliosis. *Klin Pediatr* 1996; 208: 106-9.
96. *Eppes SC.* Diagnosis, Treatment, and Prevention of Lyme Disease in Children. *Pediatr Drugs* 2003; 5 (6): 363-72.
97. *Weinstein A.* Lyme disease. In ET Bope et al, eds., *Conn's Current Therapy*, Philadelphia: Elsevier Saunders 2012; p. 138-41.

98. Steere AC. *Borrelia burgdorferi* (Lyme Disease, Lyme Borreliosis). In GL Mandell et al., eds., Principles and Practices of Infectious Diseases, 7th ed. Philadelphia: Elsevier Churchill Livingstone 2010; chap. 239, pp. 3071–81.
99. EUCALB. Prevention: Tick control. Available at: [http://meduni09.edis.at/eucalb/cms\\_15/](http://meduni09.edis.at/eucalb/cms_15/)
100. Advisory Committee on Immunization practices (ACIP). Recommendations for the Use of Lyme Disease Vaccine. Recommendations of the Advisory Committee on Immunization practices (ACIP). Morb Mortal Wkly Rep 1999; 48 (RR07): 1-17.
101. Pauldine FE. Lyme disease. Nursing 2003; 33 (4): 49-52.
102. Hayes EB, Piesman J. How Can We Prevent Lyme Disease ? N Engl J Med 2003; 348 (24): 2424-30.
103. Gilmore RD, Bacon RM, Carpio AM, Piesman J, Dolan MC, Mbow ML. Inability of outer-surface protein C (OspC)-primed mice to elicit a protective anamnestic immune response to a tick-transmitted challenge of *Borrelia burgdorferi*. J Med Microbiol 2003; 52: 551-56.
104. Süß J, PhD, Klaus C, Gerstengarbe FW, Werner PC. What Makes Ticks Tick? Climate Change, Ticks. Tick-Borne Diseases. Journal of Travel Medicine 2008; 15(1)39–45.
105. Jaenson TGT, Jaenson DGE, Eisen L, Petersson E, Lindgren E. Changes in the geographical distribution and abundance of the tick *Ixodes ricinus* during the past 30 years in Sweden Parasites & Vectors 2012; 5 : 8.
106. Vorou RM, R.M. Papavassiliou VG, Tsiodras S. Emerging zoonoses and vector-borne infections affecting humans in Europe. Epidemiol Infect 2007; 135: 1231–47.
107. Connally NP, Ginsberg HS, Mather TN. Assessing peridomestic entomological factors as predictors for Lyme disease. Journal of Vector Ecology 2006; 31 (2): 364-70.
108. Tadiri, C., Ainsworth, N., De Bono, N., Gavin, S., Li, J., Milbers, K., Sardinas, L. Schwartz, N : Assessment of Human Health risk for Lyme Disease in a peri-urban park in southern Quebec, McGill Science Undergraduate Research Journal 2011; 6: 1,p. 56-61.

109. *Finch C, Al-Damluji MS, Al-Damluji MS, Krause PJ, Niccolai L, Steeves T, O'Keefe CF, Diuk-Wasser MA.* Integrated Assessment of Behavioral and Environmental Risk Factors for Lyme Disease Infection on Block Island, Rhode Island. PLoS One. 2014; 9(1): e84758.
110. *Pangráčová L, Derdákova M, Pekárik L, Hviščová I, Víchová B, Stanko M, et al.* *Ixodes ricinus* abundance and its infection with the tick-borne pathogens in urban and suburban areas of Eastern Slovakia. Parasites & Vectors 2013; 6: 238.
111. *Pomerancev BN.* Ixodovye klešči. In Fauna SSSR: Paukoobrazovanie. Tom IV, Leningrad: Academia nauk SSSR 1950; p. 37-92.
112. *Furman PD, Catts EP.* Manuel of medical entomology. London: Cambridge University Press; 1982.
113. *Kovalevskij Ju V, Korenberg EI, Daujotas SV.* Ocenka različnih sposobov prigotovenija vitalnih preparatov dlja vyjavlenia borrelia u iksodovyh klešči. Med Parazitol 1990; 1: 33-5.(Russian)
114. *Hubálek Z.* Epidemiology of lyme borreliosis. Curr Probl Dermatol\_2009;37:31-50.
115. *Lindgren E, Jaenson TGT.* Lyme borreliosis in Europe: influences of climate and climate change, epidemiology, ecology and adaptation measures. World Health Organization Regional Office for Europe 2006; p. 25.
116. *Schwarz A, Václav Hönig V, Vavruková Z, Libor Grubhoffer L, Balczun C, Albring A, Schaub GA.* Abundance of *Ixodes ricinus* and prevalence of *Borrelia burgdorferi* s.l. in the nature reserve Siebengebirge, Germany, in comparison to three former studies from 1978 onwards. Parasites & Vectors 2012; 5: 268.
117. *Pearson S.* Recognising and understanding Lyme disease. Nurs Stand. 2014; 29 (1):37-43.
118. *Piesman J.* Strategies for reducing the risk of Lyme borreliosis in North America. Int J Med Microbiol 2006 Suppl. 40: 17-22.

119. *Glass GE, Schwartz BS, Morgan III J M, Johnson D T, Noy P M, Israel E.* Environmental risk factors for Lyme disease identified with geographic information systems. *American Journal of Public Health* July 1995; 85 (7): 944-8.
120. *Diuk-Wasser MA, Hoen AG, Cislo P, Brinkerhoff R, Hamer SA, Rowland M, et al.* Human Risk of Infection with *Borrelia burgdorferi*, the Lyme Disease Agent, in Eastern United States. *Am. J. Trop. Med. Hyg.* 2012; 86(2): pp. 320–7.
121. *Cinco M.* The risk of infection due to Lyme Borreliosis and the other tick-borne diseases, creation of risk maps. Interreg III project, Venecia 2006; pp.2.
122. *Poland GA.* Prevention of Lyme Disease: A Review of the Evidence. *Mayo Clin Proc.* 2001; 76: 713-24.
123. *Daniel M, Černi V.* Rasprostranenie i čislenost *Ixodes ricinus* (L) v usloviah Pragi. *Med Parazitol* 1986; 2: 39-42.
124. *Mannelli A, Cerri D, Buffrini L, Rossi S, Arata T et al.* Low risk of Lyme borreliosis in a protected area on the Tyrrhenian coast, in Central Italy. *Eur J Epidemiol* 1999; 15 (4):371-7.
125. *Junttila J, Peltoma M, Soini H, Marjamaki M, Viljanen MK.* Prevalence of *Borrelia burgdorferi* in *Ixodes ticks* in urban recreational areas of Helsinki. *J Clin Microbiol*,1999; 37 (5): 1361-5.
126. *Hrkľová, G., Nováková, M., ChytrÁ, M., Kost'ová, C., Peľko, B.* Monitoring the distribution and abundance of *Ixodes ricinus* Ticks in relevance of climate change and prevalence of *Borrelia burgdorferi* in Northern Slovakia. *Folia Vet*, 2008; 52 (2): 62-3.
127. *Јовановић Н.* Процена ризика трансмисије узрочником лајмске болести на интервидовском војном полигону „Пасуљанске ливаде“. Магистарски рад, Факултет ветеринарске медицине, Београд, 2014; p.102.
128. *Стајковић Н, Радуловић Ш, Чеканац Р.* Неки аспекти превенције лајмске болести. V конференција о контроли штетних организама у урбаној средини Београд, Зборник радова 2002; 71-77.

129. *Bartosik K, Sitarz M, Szymańska J, Alicja Buczek A.* Tick bites on humans in the agricultural and recreational areas in south-eastern Poland. *Ann Agric Environ Med* 2011; 18:151–7.
130. *Hubalek Z, Halouska J, Juricova Z.* Investigation of haemotophagus arthropods for borrelia summarized data, 1988-1996. *Folia Parasitol*, 1998; 45: 67-72.
131. *Pet'ko B, Siuda K, Stanko M, Tresova B, Karbowski G, Fričova J.* *Borrelia burgdorferi* sensu lato in *Ixodes ricinus* in Southern Poland. *Ann Agric Environ Med*, 1997; 4: 263-69.
132. *Cinco M, Padovan D, Murgia R Poldini L, Frusteri L, van de Pol I, Verbeek-De, Kruif N, Rijpkema S, Maroli M.* Rate of infection of *Ixodes ricinus* ticks with *Borrelia burgdorferi* sensu stricto, *Borrelia garinii*, *Borrelia afzelii* and group VS116 in an endemic focus of Lyme disease in Italy. *Eur J Clin Microbiol Infect Dis* 1998;17(2) :90-4.
133. *Rijpkema S, Golubic D, Molkenboer M, Verbeek-De Kruif N, Schellekens J.* Identification of four genomic groups of *Borrelia burgdorferi* sensu lato in *Ixodes ricinus* ticks collected in a Lyme borreliosis endemic region of northern Croatia. *Exp Appl Acarol* 1996; 20 (1): 23-30.
134. *Hubalek Z, Stunzner D, Halouzka J, Sixl W, Wendelin I, Juricova Z, Sanogo YO* Prevalence of borreliae in ixodid ticks from a floodplain forest ecosystem. *Wien Klin Wochenschr* 2003; 115 (3-4): 121-4.
135. *Reye AL, Stegny V, Mishaeva NP, Velhin S, Hübschen JM, Ignatyev G, et al.* Prevalence of tick-borne pathogens in *Ixodes ricinus* and *Dermacentor reticulatus* ticks from different geographical locations in Belarus. *PLoS One*. 2013; 8(1): e54476.
136. *Jensen PM, Hansen H, Frandsen F.* Spatial risk assessment for Lyme borreliosis in Denmark *Scand J Infect Dis* 2000; 32 (5): 545-50.
137. *Baumgarten BU, Röllinghoff M, Bogdan C.* Prevalence of *Borrelia burgdorferi* and granulocytic and monocytic *ehrlichiae* in *Ixodes ricinus* Ticks from southern Germany *J Clin Microbiol* 1999; 37(11): 3448-51.
138. *Stanczak J, Kubica-Biernat B, Racewicz M, Kruminis-Lozowska W, Kur J.* Detection of three genospecies of *Borrelia burgdorferi* sensu lato in *Ixodes ricinus* ticks collected in different regions of Poland. *Int J Med Microbiol*, 2000; 290 (6): 559-66.

139. Geller J, Nazarova L, Katargina O, Golovljov I. *Borrelia burgdorferi* sensu lato prevalence in tick populations in Estonia. *Parasites & Vectors* 2013; 6: 202.
140. Kalmár Z, Mihalca AD, Dumitrache MO, Gherman CM, Magdaş C, Mircean V, et al. Geographical distribution and prevalence of *Borrelia burgdorferi* genospecies in questing *Ixodes ricinus* from Romania: a countrywide study. *Ticks Tick Borne Dis.* 2013; 4(5): 403-8.
141. Rijpkema S, Nieuwenhuijs J, Franssen FFJ, Jongejan F. Infection rates of *Borrelia burgdorferi* in different instars of *Ixodes ricinus* ticks from the Dutch North Sea Island of Ameland. *Exp App Acarol* 1994; 18(9): 531-42.
142. Nazzi F, Martinelli E, Del Fabbro S, Bernardinelli I, Milani N, Iob A, Pischiutti P, Campello C, D'Agaro P. Ticks and Lyme borreliosis in an alpine area in northeast Italy. *Med Vet Entomol* 2010; 24 (3): 220-6.
143. Zeman P. *Borrelia*-infection rates in tick and insect vectors accompanying human risk of acquiring Lyme borreliosis in a highly endemic region in Central Europe. *Folia Parasitologica* 1998; 45: 319-25.
144. Stanczak J, Okroy-Rysop G, Racewitz M, Kubica-Biernat B, Kruminis-Lozowska W. Prevalence of *Borrelia burgdorferi* sensu lato in the selected *Ixodes ricinus* (Acari: Ixodidae) population in Weilburg forests, Hesse, Germany. *Int J Med Microbiol* 2002; 291 Suppl 33: 206-9.
145. Kosic-Bogacka DI, Kuzna-Grigel W, Jaborowska M. Ticks and Mosquitoes as Vectors of *Borrelia burgdorferi* s. l. in the Forested Areas of Szczecin. *Folia biologica (Kraków)* 2007; 55 (3-4): 143-6.
146. Reye AL, Hübschen JM, Sausy A, Muller CP. Prevalence and Seasonality of Tick-Borne Pathogens in Questing *Ixodes ricinus* Ticks from Luxembourg. *Appl Environ Microbiol* 2010; 76 (9): 2923-31.
147. Stepanova-Tresova G, Petko B, Stefanickova A, Nadzamova D. Occurrence of *Borrelia burgdorferi* sensu stricto, *Borrelia garinii*, and *Borrelia afzelii* in the *Ixodes ricinus* ticks from Eastern Slovakia. *Eur J Epidemiol* 2000; 16 (2): 105-9.

148. Kirby C. Stafford, III, Matthew L. Cartter, Louis A. Magnarelli, et al. Temporal Correlations between Tick Abundance and Prevalence of Ticks Infected with *Borrelia burgdorferi* and Increasing Incidence of Lyme Disease. *J Clin Microbiol.* 1998; 36(5): 1240-4.
149. Pardanani N, Mather TN. Lack of spatial autocorrelation in fine-scale distributions of *Ixodes scapularis* (Acari: Ixodidae). *J Med Entomol* 2004, 41: 861-4.
150. Walk ST, Xu G, Stull JW, Rich SM. Correlation between Tick Density and Pathogen Endemicity, New Hampshire. *Emerging Infectious Diseases* 2009; 15(4): 585-7.
151. Lledó L, Gegúndez MI, Giménez-Pardo C, Álamo R, Fernández-Soto P, Nuncio MS, Saz JV. A seventeen-year epidemiological surveillance study of *Borrelia burgdorferi* infections in two provinces of northern Spain. *Int J Environ Res Public Health.* 2014; 11(2):1661-72.
152. Maupin GO, Fish D, Zultowsky J, Campos EG, Piesman J. Landscape ecology of Lyme Disease in a residential area of Westchester County, New York. *Am J of Epidemiology* 1991; 133 (11): 1105-13.
153. Jaenson TGT, Eisen L, Comstedt P, Mejlom HA, Lindgren E, Bergdström S, Olsen B. Risk indicators for the tick *Ixodes ricinus* and *Borrelia burgdorferi* sensu lato in Sweden. *Medical and Veterinary Entomology* 2009; 23(3):226-37.
154. Beytout J, George JC, Malaval J, Garnier M, Beytout M, Baranton G, et al. Lyme borreliosis incidence in two French departments: correlation with infection of *Ixodes ricinus* ticks by *Borrelia burgdorferi* sensu lato. *Vector Borne Zoonotic Dis.* 2007; 7(4): 507-17.
155. Cisak E, Wójcik-Fatla A, Zajac V, Sroka J, Dutkiewicz J. Risk of Lyme disease at various sites and workplaces of forestry workers in eastern Poland. *Ann Agric Environ Med* 2012; 19 (3): 465-8.
156. Kiewra D, Zalesny G. Relationship between temporal abundance of ticks and incidence of Lyme borreliosis in Lower Silesia regions of Poland 2013. *Journal of Vector Ecology* 38 (2): 345-52.