

Интегрална заштита шума

Мара Табаковић-Тошић

Сажетак. У шумарској науци и струци, континуирано се чине напори да се заштита шума, најсавршенијих, најефикаснијих и најкомплекснијих динамичних система узајамно и нераскидиво повезаних дијелова живе и неживе природе, од свих штетних абиотичких и биотичких фактора, проводи интегрално и организовано. Интегрална заштита шума подразумијева свестрану, максималну и непрестану примјену заштитних мјера у циљу осигурања несметаног раста и прирашћивања стабала, те стварања што квалитетније дрвне запремине. Опасности које пријете зрелом шумском дрвећу су многобројне. Одржавање виталности шумских врста биљака, од садница до стабала различитих класа старости, јесте дуготрајан процес у току којег оне могу бити изложене, дуже или краће вријеме, утицајима штетних биотичких или абиотичких фактора, који понекад бивају узрочници дуготрајних патолошких процеса, са несагледивим еколошким и економским посљедицама. Њихови извори леже, с једне стране, у самом екосистему, а с друге, у активностима човјека, који их свјесно или несвјесно стимулише. Свака интервенција у природним шумама мора да води рачуна о томе да су то регулисане заједнице живих бића и да се законитости њиховог одржавања и обнове морају поштовати уколико се не желе пореметити њихови регулациони механизми. Интегрална заштита шума, као и њен најважнији дио, који се односи на интегрално управљање штеточинама (*Integral pest management, IPM*),

Цитирање: Табаковић-Тошић М (2023) Интегрална заштита шума. У: Говедар З, Матаруга М, Пржуљ Н (уредници) Одрживи развој и управљање шумским екосистемима. Академија наука и умјетности Републике Српске, Бања Лука, Монографија LI:171–193

Cite as: Tabaković-Tošić M (2023) Integrate forests protection. In: Govedar Z, Mataruga M, Pržulj N (eds) Sustainable development and management of forest ecosystems. Academy of Sciences and Arts of the Republic of Srpska, Banja Luka, Monograph LI:171–193

захтијева концептуални приступ познавању сложености шумских екосистема и улоге човјека у одржавању њиховог доброг здравственог стања и виталности. Интегрална заштита мора се користити у широком контексту, као скуп свих расположивих активности које спречавају економске штете, уз што мање поремећаје биоценотичке равнотеже, што мање загађивање животне средине и што ниже трошкове, односно што већу економичност. То подразумева обједињавање бројних активности усмјерених ка уклањању узрока штете и очувању њихове стабилности, и то кроз стратегију заштите од свих неповољних фактора, а не само тренутно најагресивнијег. Превенција у ИРМ-у захтијева еколошки приступ проблемима у шумарском пословању. Заштита природних и антропогених састојина првенствено треба да се заснива на превентивним мјерама. Превенција у ИРМ-у представља еколошки приступ проблемима у шумарском пословању. За доношење одлуке о неопходности примјене репресивних мјера, неопходно је претходно утврђивање, за сваку врсту и подручје, специфичних прагова штетности, као и процјена ризика, која обично укључује карактеризацију средстава за биолошку борбу, дефинисање могућег еколошког и здравственог ризика и ефикасност. Примјена пестицида у шумама увијек је била предмет понекад врло жестоке расправе научне и стручне јавности. Главна полемика водила се око тога да ли су природни непријатељи довољно моћни да одређену врсту штетног организма држе у природној бројности, односно испод прага штетности. Управљање пестицидима и њихово коришћење у борби против економски најзначајнијих штетних шумских организама подразумева и детаљну анализу предности и ризика овог метода ИРМ-а. Пестициди се користе само када је то једино рјешење, како би се спријечио настанак апсолутно неприхватљивих штета. Употреба пестицида не може бити оправдана ако су трошкови сузбијања или потенцијална штета за животну средину већи од процијењеног губитка дрвне масе. Због овога, мониторинг, чији је задатак откривање штетних организама и процјена инфестације шумских екосистема, треба да буде дио укупног плана управљања шумама. Дугорочно праћење појединих врста и предузимање одговарајућих мјера гајења шума смањују или анулирају потребу примјене репресивних мјера сузбијања пестицидима.

Кључне ријечи: Абиотички и биотички узрочници штета, интегрална заштита, интегрално управљање штеточинама

6.1. Увод

Појам шуме, у зависности од еколошких, социолошких, економских, административних и других детерминанти, дефинисан је на различите начине (Lund 2008), а свима је заједничка чињеница да се ради о најсавршенијем, најефикаснијем и најкомплекснијем динамичном систему узајамно повезаних дијелова живе и неживе природе. Шуме, као природни, самообновљив, бесплатан извор кисеоника, представљају најсложенији екосистем на копну и уједно, послије пустиња, најзаступљенији копнени екосистем на Земљи, који покрива четири милијарде хектара, односно 30,7% површине (FAO and UNEP 2020), па због тога имају велики значај за цјелокупан живи свијет. У зависности од друштвено-економских прилика, однос човјека према шумама мијењао се током времена. Захтјеви друштва за њиховим рационалним коришћењем бивали су све израженији, што је изискивало посебно дефинисање циљева и начина управљања шумама.

Три категорије функција шума: производна (привредна), заштитно-регулаторна и социокултурна, имају трајан, увијек актуелан значај за људско друштво. Опште опредјељење, у свијету и код нас, јесте да се шумским ресурсима газдује на одржив начин, који је економски исплатив, еколошки прихватљив и социјално праведан, а кроз усавршавање метода рада и развијање појединачне и опште одговорности. Одрживо газдовање шумама (*Sustainable Forest Management, SFM*) постало је препознатљив и широко распрострањен концепт заштите различитих вриједности и услуга које шума пружа заједници (Howard et al. 2009; Tabaković-Tošić i sar. 2006; Tabaković-Tošić and Tošić 2011). То је систем управљања којим се доводе у равнотежу друштвене потребе, економски аспекти и еколошке вриједности шумских екосистема. Стални одбор за шумарство Европске уније, кроз Стратегију шумарства (1998) и Акциони план, дао је основне смјернице одрживог газдовања шумама, које су обавезујуће за сваку чланицу (McDonald and Lane 2004; Edwards and Kleinschmit 2013; Schall and Ammer 2013; Levers et al. 2014). Почетком XXI вијека, о концепту одрживог газдовања шумама у приватном и јавном сектору интензивно се дискутовало, а промовисани су и његови поједини инструменти, као што је сертификација шума (Bartley 2003; Durst et al. 2006). У свијету егзистирају многобројна вијећа, програми и шеме, али два имају доминантну улогу: Вијеће за надзор шума (*Forest Stewardship Council, FSC*) и Програм потврђивања сертификације шума (*Programme for the Endorsement of Forest Certification, PEFC*) (Табаковић-Тошић 2019). FSC је прописао 10 принципа и 56 критеријума, а њих пет (6.3, 6.6, 10.4, 10.7. и 10.8) директно третира проблематику заштите шума (Forest Stewardship Council A.C. 2004):

- 6.3. Еколошке функције и вриједности морају остати нетакнуте, бити побољшане или поновно успостављене.
- 6.6. Системи газдовања морају промовисати развој и примјену еколошки прихватљивих нехемијских метода за борбу против штеточина и тежити избјегавању коришћења хемијских пестицида.
- 10.4. Избор врста врши се на бази опште повољности за поједини положај и мора одговарати циљевима управљања. Како би се појачала заштита биолошке разноврсности, код оснивања плантажа и обнове деградираних екосистема потребно је дати предност аутохтоним, пред страним врстама.
- 10.7. Потребно је вршити активности у циљу спречавања и појаве у најмањој мјери навале инсеката, болести, пожара и развоја инвазивних биљних врста.
- 10.8. Један од основних елемената плана управљања јесте и план цјеловите борбе против штетних биотичких фактора, који се више базира на превенцији и биолошким контролним методама, а мање на хемијским пестицидима и ђубривима. Управа плантажа треба да подузме све напоре како би се одустало од коришћења хемијских пестицида и ђубрива.

Јавно предузеће шумарства „Шуме Републике Српске“ 2018. године добило је престижни сертификат о газдовању шумама који подразумева и стриктно поштовање FSC политике у примјени пестицида (*Forestry Stewardship Council Pesticides Policy*, FSC™), а којим се, на међународном нивоу, потврђује да је оно у складу са строгим еколошким критеријумима, што уједно представља и својеврсно признање шумарској струци.

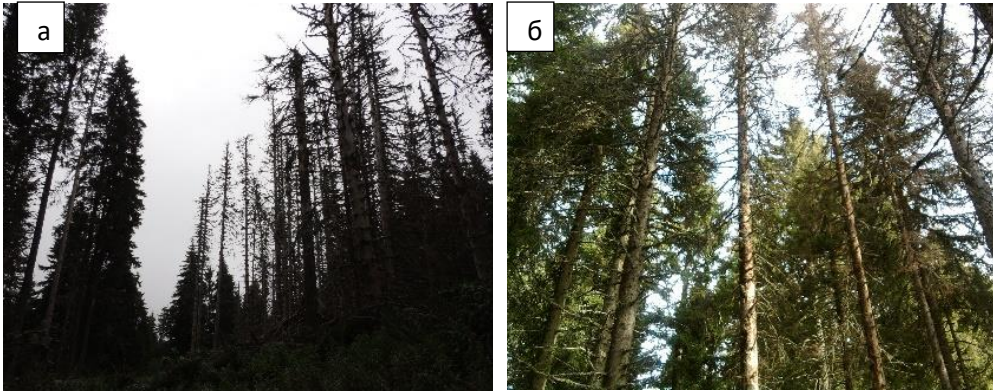
Приступање процесу сертификације има сложену динамику јер се током времена мијењало, па су се ограничења кретала од забране примјене појединих активних материја, до могућности њиховог коришћења, уз претходно урађену стратегију утицаја на животну средину. Шуме, којима по међународној дефиницији припадају шикаре и шибљаци, 2015. године заузиле су просјечно 44,8% површине у 28 земаља чланица Европске уније. Шумовитост се кретала од 15,0% у Холандији до 72,3% у Финској (Eurostat 2018). Шумовитост Босне и Херцеговине је 63% и заузима четврто мјесто на европској лествици (иза Финске – 72,3%, Шведске – 69,8% и Словеније – 63,7%), а Републике Српске 51,7%, што је изнад просјека ЕУ, а најближа је Португалу, гдје је шумовитост 52,8%. Националном инвентуром шума Републике Српске установљено је преко 100 врста дрвећа, при чему у укупној дрвној запремини доминирају лишћари (буква 45%, храст 8%, остали лишћари 7% и племенити лишћари 3%).

6.2. Абиотички и биотички узрочници дестабилизације и пропадања шума

Шуме, по својој структури, као и везама и односима међу појединим својим члановима, припадају категорији најсложенијих екосистема на Земљи. Упоредо са улагањима у подизање шумских засада, долазили су до изражаја и повећани захтјеви у вези са сигурношћу производње. Одржавање виталности шумских врста биљака, од садница до стабала различитих класа старости, дуготрајан је процес. За разлику од пољопривредних култура, углавном једногодишњих биљних врста, гдје се приноси остварују у току једног вегетационог периода, у шумарству се они реализују минимално за 10, па до преко 150 година.

Стабилност шумских екосистема условљавају многи абиотички и биотички еколошки фактори глобалне и локалне природе, који се међусобно узрочно повезују, допуњавају и измјењују. Измјењивост фактора средине у природним условима тече спонтано, али се они могу директним или индиректним дјеловањем човјека промијенити у толикој мјери да се коначан резултат не може предвидјети. На локалном нивоу, то су биотички узрочници биљних болести, економски штетни животињски организми, климатски фактори (неповољне температуре ваздуха, падавине, вјетрови), локална загађења животне средине (аерозагађења, присуство штетних полутаната и тешких метала изнад критичних концентрација у земљишту и вегетативним дијеловима биљака, оштећења од пестицида и др.).

Промјене на глобалном нивоу углавном се односе на климатске промјене у смислу глобалног отопљавања, због смањења дебљине озонског омотача и превелике концентрације гасова који изазивају ефекте „стаклене баште“. Такође, медитерански плувиометријски режим падавина, који је због прољетног и јесењег максимума неповољан за шуму, управо је идеалан за развој паразитских гљива, па су могућности за појаву гљивичних обољења у шумама велике и из године у годину ће се увећавати (Tabaković-Tošić et al. 2006, 2010, 2016). Клима се оцјењује као главни еколошки фактор абиотичке природе, који условљава постојање појединих екосистема, па самим тим има јасно одређен значај у њиховом развоју и стабилности (Tabaković-Tošić and Tošić 2011). Климатски параметри утичу на плодност земљишта, виталност биљака, агресивност и патогеност гљива које насељавају поједина ткива и органе биљке домаћина, те популациону динамику тзв. корисних и штетних шумских инсеката. Многи негативни утицаји промјене климе на шумске екосистеме могу утицати и на појаву штеточина и њима изазваних акутних облика сушења (Сл. 6.1).



Сл. 6.1. Акутно сушење смрче у НП Кopaоник, иницирано промијењеним климатским факторима (а) и пренамножењем поткорњака (б)
Fig. 6.1. Acute spruce dieback in the NP Kopaonik (a), initiated the changed climatic factors and bark beetle outbreak (b)

Код промјене климе углавном се мисли на отопљавање климата и тиме узроковане промјене у количини, временском и просторном распореду падавина, и о томе је у домаћој и страној литератури доста написано (Willmott and Legates 1991; Bradley et al. 1987; Medarević 2005; Tabaković-Tošić et al. 2010, 2016; Golubović-Ćurguz et al. 2010). Суша током развоја пупова умањује раст избојака и сљедеће године. Учесталија појава сушних периода смањује висински прираст код свих врста дрвећа, а посебно хидрофилних врста, али и мезофилних, као што је буква. Епидемијско сушење четинарских шума, највјероватније иницирано климатским промјенама, а као савремени феномен, присутно је у већини земаља Југоисточне Европе, гдје је у периоду од 2011. до 2014. године дошло до повећања површина угрожених шумских подручја, са кулминацијом 2013. године. Најизраженије је у шумским састојинама гдје доминирају смрча и јела. Промијењени климатски услови идентификовани су као један од главних могућих узрочника (Tabaković-Tošić and Milosavljević 2016).

Међу бројним хипотезама о угрожениости и пропадању шумских екосистема, посљедњих деценија, све видније мјесто заузимају оне о загађењу ваздуха као узроку. Истраживањима утицаја полутаната на шумске екосистеме досад није придавана одговарајућа пажња, а како постоје многобројни докази да поклапање периода суше и високих температура, уз присуство полутаната, доводи до умањења виталности стабала, што ствара оптималне услове за развој многих патогених организама, и овом проблему ће се у наредном периоду морати посветити велика пажња.

У односу на антропогене факторе и њихове утицаје на формирање, стабилност и здравствено стање шумских заједница, разликује се неколико типова шумских екосистема. Прашуме, на које човјек није имао и нема никаквог директног утицаја, карактеришу до крајње мјере изражени природни ауторегулациони процеси. У њима се све одвија у непрекидном природном процесу, гдје свака индивидуа има своје мјесто и важност. Ту влада један динамични принцип по којем се живот одвија кроз непрестано кретање, успоне и падове, самостално регулисање цјелине и њеног даљег развоја (Tabaković-Tošić 2006).

У антропогеним и природним (привредним) шумама, које су другачије структуре од прашуме, антропогени фактори долазе до пуног изражаја. Човјек својим активностима у мијењању облика и структуре састојина, избору врста при њиховом оснивању, начину његе и газдовања, директно утиче и на промјену састава и бројности животињских ценоза у оквиру тих екосистема. У њима редовно нема животињског свијета који је чест становник прашума истог подручја. Прашума пружа свом животињском свијету богату и разноврсну исхрану, која у осиромашеним привредним шумама не постоји, или је квалитативно једнолична. Обиље једнообразне хране може, уз одређене еколошке услове, довести до пренамножења неких од чланова зооценозе којима она одговара (Tabaković-Tošić 2006).

Шумски екосистеми спадају у категорију најосјетљивијих и најугроженијих. Међу биолозима и екологима укоријенило се мишљење да уређивање шума, по дефиницији, може бити у супротности са очувањем стабилности шумских екосистема и њиховог биодиверзитета, а из њега је произашао став да је „уређивање“ природних, а посебно климатогених шума, или, још драстичније, прашумских резервата, крајње дискутабилна и дубиозна дјелатност (Stevanović i Vasić 1995). У исту групу спада и мишљење да понекад, по престанку санитарних мјера, долази до експлозије популација тзв. штеточина, али и тада шума сама брзо успоставља своју биолошку одбрану. Такође је утврђено да се случајеви ширења заразе јављају само у шумама „у невољи“, по правилу оним са поремећеним водним режимом, као и у састојинама неприродних, неаутохтоних варијетета шумског дрвећа.

Проблем остављених, неуређених шума у заштићеним природним подручјима, као потенцијалним жариштима инвазија штеточина (Сл. 6.2) и узрочника биљних болести на друге шуме, предмет је многих студија, па и експеримената у свијету, што индиректно потврђује да су претходно наведени ставови еколога доведени у питање (Табаковић-Тошић 2006). Такође, важно је истаћи да су досадашњи екстензивни развој, као и глобални процеси загађивања животне средине, довели до угрожавања природних подручја, а посебно до погоршања квалитета станишта.



Сл. 6.2. Тотална дефолијација састојине као последица исхране гусјеница губара у кулминационој фази градације

Fig. 6.2. Total defoliation of the stand, as a consequence of the gypsy moth caterpillars feeding in the culmination phase of outbreak

Континуирано умањивање броја одређених врста дивље флоре и фауне довело је до губитка прве линије природног отпора против пошаста и болести, па тврдња да шумски екосистеми могу сами, без ичије помоћи, опстати, у садашњем времену ипак се доводи у питање.

Газдовање шумама, уколико се не води рачуна о мјерама које заштита препоручује, може да доведе до поремећаја које је накнадно тешко регулисати. За достизање одрживог развоја, неопходна је интеграција политике заштите животне средине са секторским политикама, као и са одлукама које се доносе у области економије, односно интегрални приступ заштити и унапређењу животне средине кроз развој. Конференција Уједињених нација о животној средини и развоју (UNCED, Рио де Жанеиро, 1992) у потпуности је прихватила и антиципирала овакав приступ.

Многи живи организми представљају саставне компоненте здравих екосистема, а њихов утицај на виталност и раст дрвећа може бити и користан. Микоризне гљиве свом биљном симбионту осигуравају неупоредиво виши ниво снабдијевања минералним материјама и водом, те утичу на умањење токсичности тешких метала. Такође, оне штите свог биљног симбионта од патогена, а за њега производе и додатне количине хормона раста (Galli et al. 1993; Ahonen-Jonnarth et al. 2000; Ahonen-Jonnarth and Finlay 2001; Rudawska et al. 2000; Dahm 2005; Fomina et al. 2006; Girlanda et al. 2007; Das and Varma 2009).

Повремено, активности малог броја врста могу проузроковати умањење раста, деформацију и умирање дрвећа, па тиме ометати реализацију постављених циљева газдовања шумама, и тада ове организме сматрамо штеточинама. Историјски гледано, најзначајнији проблеми са шумским штеточинама јављали су се у зрелим састојинама обичне смрче, борова и тврдих лишћара (дефолијатори и ксилофаги инсекти, гљиве узрочници болести и трулежи коријена). Интензивни развој међународног саобраћаја, трговине и туризма допринио је уношењу и ширењу инвазивних шумских врста које могу бити изузетно еколошки и економски деструктивне (*Forest Invasive Species Network for Europe and Central Asia*, REUFIS). Инвазивне врсте су било које врсте чије увођење или ширење узрокује или може узроковати неприхватљиве здравствене, социокултурне, економске и еколошке штете (FAO 2020). Интегрална заштита шума, по дефиницији, подразумејева скуп свих метода и средстава који се могу користити у заштити шумских објеката (природних шума, антропогених засада и расадника). Ово не значи да се све познате методе заштите морају примијенити при сузбијању неког штетног фактора. Такође, интегрална заштита не представља једноставан збир разних мјера борбе које се примјењују истовремено или сукцесивно. Овај појам, прије свега, представља схватање односа човјека према шуми, разумијевање сложености шумских екосистема и интеракцијског дјеловања свих фактора, при чему уклањање једног штетног агенса може да узрокује друге негативне појаве. С обзиром на то да су појаве у природи међусобно повезане, интегрална заштита шума подразумејева познавање комплексности шумских екосистема, а за њихову стабилност и улогу човјека у одржавању доброг здравственог стања није значајна ниједна појединачна мјера, без обзира на то колико она била ефикасна у неком времену, колико је значајан концепцијски приступ овом задатку. Ради се, дакле, о интеграцији многих активности, укључујући и биолошке, у покушају да се умање, односно сведу на прихватљив ниво сва штетна дјеловања и сачува стабилност шумских екосистема.

6.3. Интегрално управљање штеточинама

Интегрално управљање штеточинама, односно интегрални избор и спровођење акција сузбијања, које осигуравају повољне економске, еколошке и социолошке посљедице, представља најважнији сегмент опште интегралне заштите шума. На развоју и примјени различитих концепата IPM, са мањим осцилацијама, ради се већ један вијек, односно од времена када је екологија препозната као темељ на науци засноване заштите биља (Ehi-Eromosele et al. 2019). Првобитно, кориштен је појам „интегрално сузбијање

штеточина“ (*Integrated pest control, IPC*) (Bartlett 1956; Stern et al. 1959; Van den Bosch and Stern 1962). Додатне информације о развоју концепта IPM-а могу се наћи у радовима: Stark and Gittin (1973); Apple and Smith (1976); Waters and Covling (1976); Stark (1977); Waters and Stark (1980); Coulson (1981); Coulson and Witter (1984); Berriman (1986); Malena (1994); Levis et al. (1997); Alastair (2003); Ehi-Eromosele et al. (2019) и др.

Организација УН-а за храну и пољопривреду (*Food and Agriculture Organization, FAO*), детерминише флексибилни, холистички систем IPM-а као пажљиво разматрање и интеграцију свих доступних мјера и техника сузбијања које спречавају развој популација штеточина, рационализују употребу пестицида и других мјера сузбијања на нивоима који су економски оправдани, еколошки повољни и за здравље људи безопасни. Циљ је да се препознају обрасци и спријечи инфестација или напад штеточине, а када се она појави, да се интервенише, ако је то могуће, репресивним мјерама које не подразумевају употребу пестицида. IPM тежи минимизирању штета, а не потпуној елиминацији узрочника. С тим у вези, она подразумева (Tabaković-Tošić i sar. 2006, 2011):

- минимизирање употребе пестицида у случајевима када је њихова примјена неопходна да редукује популације штетних агенаса на толерантан ниво;
- гајење биљних врста и њихових варијетета или форми отпорних на најважније биотичке и абиотичке изазиваче штета;
- примјену биолошких мјера у свим случајевима гдје је то могуће;
- коришћење биотехничких препарата и биљних екстраката;
- примјену генетичког инжењеринга;
- модификацију узгојно-техничких мјера у пракси, као и друге мјере које доприносе стабилизацији шумских екосистема.

Интегрално управљање штеточинама подразумева да они који одлучују треба детаљно, свјесно и савјесно да размотре низ важних питања, дају одговоре на њих, те одаберу економски и еколошки најповољнији метод сузбијања актуелног, економски штетног шумског организма.

Потребно је тачно идентификовати, детерминисати врсту штеточине; процијенити инфестацију у конкретном подручју и утврдити потенцијалну економску штету; истражити све доступне методе сузбијања; процијенити предности и ризике појединачних или комбинованих метода; испитати да ли у подручју које се штити егзистирају осјетљиве заштићене или угрожене врсте, или се конкретни шумски екосистеми налазе под неким од режима заштите природе; одабрати ефикасне методе које ће најмање штетити људима и животној средини; и, на крају, придржавати се свих важећих

локалних, државних и међународних прописа (Willoughby et al. 2004; Tabaković-Tošić 2019). Посебна пажња мора се посветити методама сузбијања штеточина, и притом нехемијске методе, ако се докаже да су практичне и да нису превише скупе, увијек имају предност над хемијским методама, које се примјењују тек након негативних резултата анализе свих других опција. IPM је филозофија која се базира на управљању штеточинама, природним механизмима за одржавање њихове бројности на подношљивом нивоу, а не на њиховом искорјењивању, а тиме ограничавају употребу пестицида и примјену других интервенција до нивоа који су економски оправдани и безбједни по здравље људи и животну средину. Употреба IPM подразумева да су програми сузбијања штеточина дизајнирани као саставни дио управљања шумама, укључујући и превенцију и стратегије сузбијања. Акцент се ставља на разумијевање основних узрока епидемије, надгледање штеточина, селекцију и узгој отпорних стабала и одржавање, или постепено побољшавање виталности и здравственог стања шума (Сл. 6.3).



Сл. 6.3. Општи концептуални модел система интегралног управљања шумским штеточинама

Fig. 6.3. General conceptual model of integrated forest pest management system

Стратегије интегралног управљања штеточинама могу бити дугорочне (превентивне) или краткорочне (репресивне). Дугорочне стратегије базирају се на гајењу шума, односно циљаном управљању шумским састојинама у смислу умањења њихове осјетљивости на штетне биотичке факторе односно штеточине. То се постиже селективним уклањањем високоризичних састојина

или модификовањем услова станишта (нпр. промјенама микроклиматских услова) у правцу стварања таквих услова који отежавају развој најважнијих биотичких и абиотичких изазивача штета, као и мјерама гајења отпорних и толерантних биљних врста и њихових варијетета или форми, потпомагањем повећања бројности и просторног распореда природних непријатеља патогена, предатора и паразитоида (Barlett 1956). У случајевима када те мјере нису биле изводљиве или су дале незадовољавајуће резултате, а утицај штеточина на постављене еколошке и/или економске циљеве газдовања је неприхватљив, примјењују се краткорочне, репресивне стратегије директног сузбијања пестицидима или другим производима са истом намјеном. Шуме, такође, захтијевају стални, редовни надзор (мониторинг) над свим штеточинама и њиховим активностима, да би се избјегла изненађења и да би се могло благовремено, на малим површинама, интервенисати средствима која нам данас стоје на располагању. Перманентно контролисање тенденције кретања популационих нивоа, односно откривање почетних фаза градација штетних инсеката, или епифитоција биљних болести, елиминише потребу интервенције на великим површинама те штеди радну снагу и средства. Класичне методе прикупљања података о појави, интензитету штетног утицаја и величини угрожених површина шума често су непрецизне и имају низ недостатака:

- субјективност визуелног прикупљања квалитативних података;
- недостатак довољног броја стручњака и времена за квалитетан преглед великих површина под шумама;
- немогућност прецизног сагледавања стања врхова круна стабала осматрањем са земље;
- изостављање неприступачних терена из процеса праћења;
- немогућност откривања неке штетне појаве у иницијалној фази, а управо тада је предузимање мјера сузбијања и санације најлакше и најјефтиније.

Наведени проблеми и недостаци знатно су умањени примјеном савремених технологија прикупљања података из ваздуха, употребом беспилотних летјелица, мултиспектралних камера, сензора и одговарајућих софтвера за обраду прикупљених података (Šurjanac et al. 2019). Уз помоћ беспилотне летјелице (Сл. 6.4) на којој је апликована мултиспектрална камера, може се доћи до података о здравственом стању биљака. Утврђивање здравственог стања и виталности шума и појединачних стабала у њима врши се даљинском детекцијом, примјеном сателитских снимака и снимака мултиспектралних камера монтираних на дронове, али се поређења резултата врше са подацима прикупљеним на традиционални начин терестичког снимања.



Сл. 6.4. Беспилотна летјелица опремљена мултиспектралном камером
Fig. 6.4. Unmanned aerial vehicle equipped with a multispectral camera

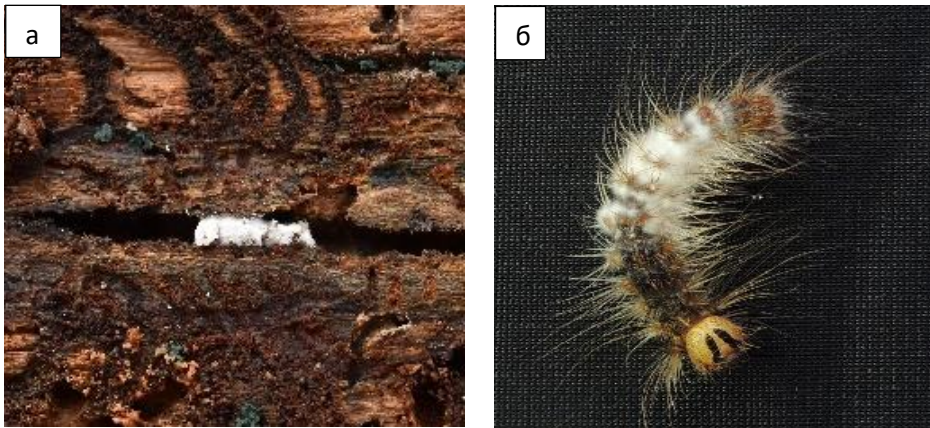
Овај тип беспилотних летјелица и мултиспектралних камера пружа могућност превентивног установљавања погоршања здравственог стања дрвећа, прије настанка видљивих симптома. Након успјешно обављеног мониторинга, слиједи рад на прогнозирању епидемија и градација, а који је, када су у питању шумске штеточине, готово немогућ, па се своди на процјену даљег кретања бројности, када је пренамножење већ почело и има тренд епидемије или градације (Сл. 6.5).



Сл. 6.5. Јајна легла губара у кулминационој фази градације
Fig. 6.5. Gypsy moth egg masses in the culmination phase of gradation

За доношење одлуке о примјени репресивних мјера неопходно је утврђивање, за сваку потенцијалну штеточину и конкретно подручје, специфичних прагова штетности (неприхватљиви популациони ниво узрочника обољења или оштећења), као и процјена ризика, која обично укључује карактеризацију средстава за биолошку борбу, дефинисање могућег еколошког и здравственог ризика и ефикасност.

Примјена пестицида у шумским екосистемима увијек је била предмет понекад врло жестоке расправе научне и стручне јавности. Главна полемика водила се око тога да ли су природни непријатељи (вируси, рикеције микоплазме, микроорганизми, инсекти предатори и паразитоиди, нематоде) довољно моћни да одређену врсту штетног организма држе у природној бројности, односно испод прага штетности. Досадашња истраживања показала су да је мали број врста које имају способност да знатно повећање бројности појединих штетних организама врате на нормалну, природну бројност. *Lymantria dispar multicapsid nuclear polyhedrosis virus (LdMNPV)* и *Entomophaga maimaiga* Humber, Shimazu & Soper могу да прекину градацију губара *Lymantria dispar* (L.), а *E. aulicae* (Reichardt in Bail) Humber може прекинути градацију жутогубе *Euproctis chrysorrhoea* (L.) (Evans 1986; McCoy et al. 1988; Tabaković-Tošić 2012, 2015, 2016; Tabaković-Tošić i Milosavljević 2015). У сврху сузбијања неких инсеката могу се користити ентомопатогене гљиве, као нпр. *Beauveria bassiana* (Bals.-Criv.) Vuill. (Сл. 6.6).



Сл. 6.6. Ентомопатогена гљива *Beauveria bassiana* (Bals.-Criv.) Vuill. на одраслој јединки осмозубог смрчиног поткорњака (а) и ларви губара (б)
Fig. 6.6. Entomopathogenic fungus *Beauveria bassiana* (Bals.-Criv.) Vuill. on an adult eight-toothed spruce bark beetle (a) and gypsy moth larvae (b)

Одговорно управљање пестицидима и њихово коришћење у борби против економски најзначајнијих штетних шумских организама подразумијева и детаљну анализу предности и ризика овог метода интегралног управљања штеточинама. Данас се пестициди користе само када је то нужност и једино рјешење, како би се спријечио настанак свеобухватних, апсолутно неприхватљивих штета. Употреба пестицида не може бити оправдана ако су трошкови сузбијања или потенцијална штета за животну средину већи од процијењене штете или губитка дрвне запремине. Управо због овога, мониторинг, чији је задатак откривање штетних организама и процјена инфестације шумских екосистема, треба да буде дио укупног плана управљања шумама. Благовремено откриће *Entomophaga maimaiga*, узрочника угинућа ларви губара (Сл. 6.7) има велики значај за укупну заштиту шума (Milotić et al. 2013).

У многим случајевима, дугорочно праћење појединих врста и предузимање одговарајућих мјера гајења шума смањују или анулирају потребу примјене репресивних мјера сузбијања пестицидима.



Сл. 6.7. *Entomophaga maimaiga* – узрочник угинућа ларви губара
Fig. 6.7. *Entomophaga maimaiga* is the cause of death of gypsy moth larvae

У Директиви 2009/128/ЕС Европског парламента и савјета (21. 10 2009. године) о успостављању оквира за дјеловање заједнице за све чланице Европске уније, у циљу постизања одрживе употребе пестицида, разрађено је осам принципа IPM-а који су од 2014. године постали обавезујући (Сл. 6.8).



Сл. 6.8. Директива 2009/128/ЕС, обавезујући принципи IPM-а
Fig. 6.8. Directive 2009/128 / EC, binding principles of IPM

Законска регулатива Европске уније забрањује авиоапликацију пестицида у шумама (Directive 2009/128/EC). Имајући у виду структуру шумских екосистема, морфометријске карактеристике шумских врста дрвећа, карактеристике простора, разуђеност рељефа, пренамножење биолошких штетних агенаса, на једној страни, и забрану једино могућег начина апликације одговарајућих пестицида на другој страни, долази се до закључка да су креатори прописа из области заштите шума од дјеловања штетних биотичких фактора, на релативно скривен начин, законски регулисали немогућност примјене репресивних мјера сузбијања одговарајућим пестицидима, без обзира на то да ли су они екотоксиколошки безбједни, тзв. биолошки препарати (Табакović-Tošić 2019). Са екотоксиколошког аспекта, примјена хемикалија у сузбијању штеточина у шумским комплексима све је неоправданија. Успјешна замјена класичних отровних супстанци биопрепаратима представља значајно побољшање у интегралном управљању штеточинама, посебно када се оне појављују у високој бројности и на великим површинама.

Ова метода не изазива загађење околине нити уништавање бројних природних непријатеља циљаних врста. Интензивна примјена хемијских инсектицида довела је до поремећаја биоценотске равнотеже, масовне репродукције неких раније мање опасних штеточина и паразита и до стварања отпорних сојева. У сваком случају, механичке и биолошке мјере у интегралној заштити шума и интегралном управљању штеточинама имају приоритет (Табаковић-Тошић 2012). Евалуација, или оцјена ефикасности и безбједности предузете интервенције, врло је важан сегмент IPM-а, будући да ће она, евентуално, указати на потребу понављања третмана, а може допринијети и побољшању стратегија које се доносе за наредни период.

6.4. Закључак

Савремени принципи интегралне заштите и њеног најважнијег дијела, интегралног сузбијања штеточина (IPM), схватају шуму као сложен екосистем, и активности у само једном дијелу тог екосистема битно утичу на његове друге сегменте. Проузроковачи болести и штеточине под трајним су утицајем газдовања шумама, што значи да оно утиче и на интензитет појаве биотичких узрочника штета.

Превенција у интегралној заштити шумских објеката захтијева еколошки приступ проблемима у шумарском пословању. Пошто је, према неким сазнањима, преко 60% послова у шумарству у директној или индиректној вези са заштитом шума, систем интегралне заштите све више се прихвата као скуп свих расположивих метода које спречавају економске штете, уз што мање поремећаје биоценотичке равнотеже, што мање загађивање животне средине и што ниже трошкове, односно што већу економичност. Концепт интегралне заштите подразумијева тимски рад специјалиста из различитих области (геолога, педолога, ботаничара, дендролога, фитоценолога, типолога, климатолога, генетичара, селекционара, физиолога, узгајивача, уређивача, расадничара, па и стручњака за коришћење шума).

Свака дјелатност у шумским објектима, без обзира на то колико је савјесно извођена, представља опасност за измјену квалитета екосистема, са могућим негативним посљедицама. Такође, неке мјере заштите шума, које су саставни дио општег концепта, често су веома далеко од дјелатности које у ужем смислу ријечи припадају шумарству, јер су многе мјере из система интегралне заштите у организацији државе, правног система и привредне политике.

Литература

- Ahonen-Jonnarth U, Finlay RD (2001) Effects of elevated nickel and cadmium concentrations on growth and nutrient uptake of mycorrhizal and non-mycorrhizal *Pinus sylvestris* seedlings. *Plant Soil* 236:129–138
- Ahonen-Jonnarth U, Vanhees PAK, Lundstrom US, Finlay RD (2000) Organic acids produced by mycorrhizal *Pinus sylvestris* exposed to elevated aluminium and heavy metal concentrations. *New Phytol* 146:557–567
- Alastair O (2003) Integrated Pest Management for Resource-Poor African Farmers: Is the Emperor Naked? *World Development* 31(5):831–845
- Apple JD, Smith RF (eds) (1976) *Integrated Pest Management*. Plenum Press, New York
- Bartley T (2003) Certifying forests and factories: States, social movements, and the rise of private regulation in the apparel and forest products fields. *Politics and Society* 31:433–464
- Barlett BR (1956) Natural predators. Can selective insecticides help to preserve biotic control. *Agric Chem* 11:42–44
- Berryman AA (1986) *Forest Insects: Principles and Practice of Population Management*. Plenum Press, New York
- Bradley RS, Diaz HF, Eischeid JK, Jones PD, Kelley PM, Goodess CM (1987) Precipitation fluctuations over Northern Hemisphere land areas since mid 19th century. *Science* 237:171–175
- Waters WE, Cowling EB (1976) Integrated forest pest management: A silvicultural necessity. In: Apple JL, Smith RF (eds) *Integrated Pest Management*. Plenum Press, New York
- Waters WE, Stark RW (1980) Forest pest management: Concept and reality. *Ann Rev Entomol* 25:479–509
- Willmott CJ, Legates DR (1991) Rising estimates of terrestrial and global precipitation. *Climate Research* 1:179–186
- Willoughby I, Evans H, Gibbs J, Pepper H, Gregory S, Dewar J, Nisbet T, Pratt J, McKay H, Siddons R, Mayle B, Heritage S, Ferris R, Trout R (2004) *Reducing pesticide use in forestry*. Edinburg: HMSO, Licensing Division
- Galli U, Meier M, Brunold C (1993) Effects of cadmium on non-mycorrhizal and mycorrhizal Norway spruce seedlings [*Picea abies* (L.) Karst.] and its ectomycorrhizal fungus *Laccaria laccata* (Seop, ex Fr) Bk & Br: Sulphate reduction, thiols and distribution of the heavy metal. *New Phytol* 125:837–843
- Girlanda M, Perotto S, Bonfante P (2007) Mycorrhizal Fungi: Their Habitats and Nutritional Strategies. In: Kubicek CP, Druzhinina IS (eds) *Environmental and Microbial Relationships*, Springer-Verlag Berlin Heidelberg, pp 229–256
- Golubović-Ćurguz V, Tabaković-Tošić M, Rajković S (2010) Climate change effects on pathogens and harmful insects. In Rakonjac Lj (ed.) *Plenary Lectures/ International Scientific Conference Forest Ecosystem and Climate Changes*, Belgrade, March 9–10th, Institute of Forestry, Belgrade, pp 179–190

- Dahm H (2005) Role of Mycorrhizae in Forestry. In: Rai MK (Ed.) Handbook of microbial damaged spruce trees. Eur J For Path 18:112–120
- Das A, Varma A (2009). Symbiosis: The Art of Living. In: U Varma A and Kharkwal AC (eds) Symbiotic Fungi, Principles and Practice. Springer-Verlag, Berlin Heidelberg, pp 1–46
- Durst P, Mckenzie P, Brown C, Appanah S (2006) Challenges facing certification and ecolabelling of forest products in developing countries. International Forestry Review 8 (2):193–200
- Edwards P, Kleinschmit D (2013) Towards a European forest policy – Conflicting courses. Forest Policy and Economics 33:87–93
- Ehi-Eromosele CO, Nwinyi OC, Ajani OO (2019) Integrated Pest Management, Weed and Pest Control – Conventional and New Challenges, Soloneski S, Larramendy M, IntechOpen, doi. 10.5772/54476.
<https://www.intechopen.com/books/weed-and-pest-control-conventional-and-new-challenges>
- European Parliament and the Council of the European Union, Directive 2009/128/EC, establishing a framework for Community action to achieve the sustainable use of pesticides. Official Journal of the European Union (2009), L 309/71
- EU Standing Forestry Committee (1988) EU Forest Strategy. www.ecolex.org/details/legislation
- Eurstat 2018 Forests, forestry and logging
<https://ec.europa.eu/eurostat/web/national-accounts/data>
- Evans H (1986) Ecology and epizootiology of Baculoviruses. In: The Biology of Baculoviruses, Vol. II – Practical Application for Insect Control, Boca Raton, Florida: CRC Press, pp 89–132
- FAO (2020) Invasive species: impacts on forests and forestry.
<http://www.fao.org/forestry/aliens/en/>
- Levers C, Verkerk P, Müller D, Verburg P, Butsic V, Leitão P, Lindner M, Kuemmerle T (2014) Drivers of forest harvesting intensity patterns in Europe. Forest ecology and management 315:160–172
- Lewis WJ, van Lenteren JC, Phatak S, Tumlinson JH (1997) Proc Natl Acad Sci USA 94:12243–12248
- Lund HG (2008) Definitions of Forest, Deforestation, Afforestation, and Reforestation. [Online] Gainesville, VA: Forest Information Services.
www.home.comcast.net/~gyde/DEFpaper.htm. Misc. pagination
- Malena C (1994) Gender issues in IPM in African agriculture. Socio-economic series no. 5. Chatham: Natural Resources Institute
- McCoy CW, Samson RA, Boucias DG (1988) Entomogenous fungi. In: Handbook of Natural Pesticides, Vol. V – Microbial Insecticides, Part A: Entomogenous Protozoa and Fungi, Boca Raton, Florida: CRC Press, pp 151–236
- McDonald GT, Lane MB (2004) Converging global indicators for sustainable forest management. Forest Policy and Economics 6:63–70
- Medarević M (2005) Šume Tare. Šumarski fakultet Univerziteta u Beogradu, Ministarstvo nauke i zaštite životne sredine, JP Nacionalni park Tara, str 137

- Milotić M, Mujezinović O, Dautbašić M, Treštić T, Pilarska D, Diminić D (2015) Prvi nalaz entomopatogene gljive *Entomophaga maimaiga* Humber, Shimazu & R.S. Soper na gubaru u Bosni i Hercegovini. Šumarski list 139 (1–2):59–66
- Official Journal of the European Union (2009) 52, pp 71–86 <http://eur-lex.europa.eu/legal-content/EN/TXT/?uri=OJ:L:2009:309:TOC>
- Rudawska M, Kieliszewska-Rokicka B, Leski T (2000) Effect of aluminium on *Pinus sylvestris* seedlings mycorrhizal with aluminium-tolerant and aluminium-sensitive strains of *Suillus luteus*. Dendrobiology 45:89–96
- Schall P, Ammer C (2013) How to quantify forest management intensity in Central European forests. Eur J For Res 132:379–396
- Stark RW (1977) Integrated pest management in forest practice. J For 75:251–254
- Stark RW, Gittins AR (1973) Pest Management in the 21st Century. Idaho Research Foundation, Inc. Natural Resource Series, No. 2. Moscow
- Stern VM, Smith RF, Van der Bosch R, Hagen KS (1959) The integration of chemical and biological control of the spotted alfalfa aphid: The Integrated control concept. Hilgardia 29:81–101
- Stevanović V, Vasić V (1995) Pregled antropogenih faktora koji ugrožavaju biodiverzitet Jugoslavije. U: Biodiverzitet Jugoslavije sa pregledom vrsta od međunarodnog značaja, Biološki fakultet Univerziteta u Beogradu, monografsko izdanje, str 19–35
- Tabaković-Tošić M (2006) Mogućnost suzbijanja prenamnoženja gubara u šumskim ekosistemima zaštićenih prirodnih dobara. U: Maunaga Z (ed) Zbornik radova Međunarodne naučne konferencije „Gazdovanje šumskim ekosistemima nacionalnih parkova i drugih zaštićenih područja“, Šumarski fakultet Univerziteta u Banjoj Luci, str 373–379
- Tabaković-Tošić M (2012) Gypsy moth, *Lymantria dispar* (L.), and its natural enemies in the forests of central Serbia. Sustainable Forestry 65–66:133–148
- Tabaković-Tošić M (2015a) Entomopathogenic fungus *Entomophaga maimaiga* and integrated pest management in Serbia. In: Proceedings of the 67th International Symposium on Crop Protection, Belgium: Ghent University, pp 153–161
- Tabaković-Tošić M (2015b) *Lymantria dispar multicapsid nuclear polyhedrosis virus* and *Entomophaga maimaiga* – significant biological agents of the gypsy moth control in the forests of central Serbia in the period 2010–2014. In: Proceedings of the 7th Congress on Plant Protection: „Integrated Plant Protection – Knowledge-Based Step Towards Sustainable Agriculture, Forestry and Landscape Architecture“, Zlatibor, Serbia, pp 237–241
- Tabaković-Tošić M (2016) *Entomophaga maimaiga* caused the crash of the gypsy moth outbreak in the forests of Central Serbia in the (2014) New Challenges for Biological Control – 15th Meeting of the IOBC/WPRS WG „Microbial and Nematode Control of Invertebrate Pests“, Riga, 7–10 June 2015, IOBC-WPRS Bulletin, 113:57–60

- Tabaković-Tošić M (2019) Primena pesticida u šumarstvu. U: Škorić D i Anđelković M (Eds.) Korišćenje pesticida u biljnoj proizvodnji i zaštita životne sredine, SANU – Odeljenje hemijskih i bioloških nauka, knjiga 16, str 85–97
- Tabaković-Tošić M, Lazarev V, Rajković S (2006) O integralnoj zaštiti šuma. Zbornik radova Instituta za šumarstvo Beograd, 54–55, str 57–76
- Tabaković-Tošić M, Golubović-Ćurguz V, Rajković S (2010) The climate change and its impact on the vitality of forest ecosystems. In Rakonjac Lj (ed) Plenary Lectures / International Scientific Conference Forest Ecosystem and Climate Changes, Belgrade, March 9–10th, Institute of Forestry, Belgrade, pp 161–168
- Tabaković-Tošić M, Tošić D (2011) Concept of Sustainable Development: from Idea to Paradigm. Journal of Balkan Ekology 14(1):25–34
- Tabaković-Tošić M, Golubović-Ćurguz V, Tošić D (2011) New technological methods in the integrated forest protection in the Republic of Serbia. In: Proceedings of the International Scientific Conference „Integrated Plant Protection: Strategy and Tactics“, Minsk, Belarus, 2011, pp 49–55
- Tabaković-Tošić M, Milosavljević M (2015) Pojava entomopatogene gljive *Entomophaga aulicae* u populacijama žutotrbe u šumama jugozapadne Srbije. In: Zbornik apstrakta XIII savetovanja o zaštiti bilja, Zlatibor, Srbija, str 62
- Tabaković-Tošić M, Milenković I, Radulović Z (2016) The coniferous anthropogenic and natural forests decline in Serbia driven by different abiotic and biotic factors. Sustainable forestry 73–74:49–57
- Tabaković-Tošić M, Milosavljević M (2016) The correlation between the changes in climate, the intensity of spruce decline and the abundance of spruce bark beetles in Golija Nature Park. Sustainable Forestry 73–74:59–69
- Union E (2009) Directive 2009/128/EC of the European parliament and of the council of 21 October 2009 establishing a framework for community action to achieve the sustainable use of pesticides. Official Journal of the European Union, 52:71–86
- FAO and UNEP (2020) The State of the World's Forests (2020) Forests, biodiversity and people. Rome. <https://doi.org/10.4060/ca8642en>
- Fomina M, Charnock JM, Hillier S, Alexander IJ, Gadd GM (2006) Zinc phosphate transformations by the *Paxillus involutus*/pine ectomycorrhizal association. Microb Ecol 52:322–333
- Forest Stewardship Council AC (2004) FSC Principles and Criteria for Forest Stewardship. FSC International Standard, FSC reference code: FSC-STD-01-001
- Coulson RN (1981) Evolution of concepts of integrated pest management in forests. J Georgia Entomol Soc 16:301–316
- Coulson RN, Witter JA (1984) Forest Entomology: Ecology and Management. Wiley, New York. Doane CE and McManus ML (eds)
- Šurjanac N, Tabaković-Tošić M, Milosavljević M, Jovanović F (2019) Application of multispectral sensor and small unmanned aerial systems for early detection of stress in forest stands of western Serbia. X International Scientific Agriculture Symposium, AGROSYM 2019, Jahorina, Bosnia and Herzegovina, October 03–06; E-Book of Proceedings, pp 1923–1929

Integrated forest protection

Mara Tabaković-Tošić

Summary

In forestry science and profession, continuous efforts are being made to implement forest protection, the most perfect, most efficient and most complex dynamic systems of interconnected and inextricably linked parts of living and non-living nature, against all harmful abiotic and biotic factors, integrally and in an organized manner. Integral forest protection implies versatile and maximum, continuous, application of protective measures in order to ensure unhindered growth and growth of trees, and the creation of the highest quality wood volume. The dangers that threaten mature forest trees are numerous. Maintaining the vitality of forest plant species, from seedlings to trees of different age classes, is a long-term process during which they can be exposed for a longer or shorter time, to harmful biotic or abiotic factors, which sometimes cause long-term pathological processes, with unforeseeable environmental and economic consequences. Their sources lie, on the one hand, in the ecosystem itself, and on the other, in the activities of man, who consciously or unconsciously stimulates them. Any intervention in natural forests must take into account that they are regulated communities of the living beings and that the laws of its maintenance and renewal must be respected, if its regulatory mechanisms are not to be disrupted. Integral forest protection, as well as its most important part related to integrated pest management (IPM), requires a conceptual approach to knowing the complexity of forest ecosystems and the role of man in maintaining their good health and vitality. Integral protection must be used in a broad context, as a set of all available activities that prevent economic damage, with as little disturbance of biocenotic balance, as little environmental pollution and as low costs as possible, that is, as much economy as possible. This implies the unification of numerous activities, aimed at eliminating the causes of damage and preserving their stability, and through a strategy of protection against all adverse factors, not just the currently most aggressive. Prevention in IPM, requires an ecological approach to problems in the forestry business. The protection of natural and anthropogenic stands should be based primarily on preventive measures. Prevention in IPM is an ecological approach to problems in the forestry business. In order to decide on the necessity of applying repressive measures, it is necessary to determine, for each species and area, specific harmfulness thresholds, as well as risk assessment, which usually includes characterization of biological control means, definition of

possible ecological and health risk and efficiency. The application of pesticides in forests has always been the subject of, sometimes very heated, discussion by the scientific and professional public. The main controversy was over whether natural enemies are powerful enough to keep a certain type of harmful organism in natural numbers, that is, below the threshold of harmfulness. Management of pesticides and their use in the fight against the most economically important forest pests, includes a detailed analysis of the benefits and risks of this method of IPM. Pesticides are used only when this is the only solution, to prevent the occurrence of absolutely unacceptable damage. The use of pesticides cannot be justified if the costs of control, or potential damage to the environment, are greater than the estimated loss of wood mass. Therefore, monitoring, whose task is to detect harmful organisms and assess the infestation of forest ecosystems, should be part of the overall forest management plan. Long-term monitoring of individual species and taking appropriate forestry measures reduce or eliminate the need for repressive pesticide control measures.

Keywords: Abiotic and biotic agents of damage, integral protection, integrated pest management

