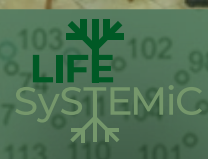


# Layman's REPORT



LIFE18ENV/IT/000124

Close-to-nature foreSt SusTainable Management under Climate Changes

## SADRŽAJ PROJEKTA

Godine 2018. LIFE program, financijski instrument EU za okoliš i klimatske akcije, ponudio je priliku za predstavljanje projekata koji dodatno razvijaju i produbljuju temu praćenja šuma pružanjem svih relevantnih podataka koje mogu generirati za postojeće ili buduće europske informacijske sustave o šumama. Osim toga, pozvao je na učinkovitu primjenu alata, metodologija, tehnika, tehnologija i opreme za provedbu održivog gospodarenja šumama i sličnih uzgojnih alternativa intenzivnijem gospodarenju šumama i/ili pristupima gospodarenja temeljenima na jednodobnim i čistim sastojinama. Utjecaj klimatskih promjena na šumske sustave prepoznat je diljem svijeta, a njegovi učinci postaju sve vidljiviji u europskim šumama. Nigdje to nije očitije nego u mediteranskoj regiji, gdje rastuće temperature i sve veća učestalost ekstremnih događaja poput oluja, toplinskih valova i dugotrajnih suša predstavljaju značajnu prijetnju šumskim ekosustavima. Ovi negativni učinci novih izazova za održivo gospodarenje šumama (SFM) zahtijevali su inovativne pristupe za zaštitu i očuvanje šuma kao vitalnih prirodnih resursa. Genetska raznolikost populacija šumskog drveća ima ključnu ulogu u sposobnosti šuma da se suoče s klimatskim promjenama i drugim prijetnjama. Genetska raznolikost služi kao temelj dugoročnih evolucijskih procesa koji omogućuju šumama da zadrže svoj adaptivni potencijal suočene s promjenama u okolišu. U tom kontekstu, projekt LIFE SySTEMiC (Održivo gospodarenje šumama u okviru klimatskih promjena) pruža važne informacije i strategije za učinkovitiju zaštitu genetske raznolikosti populacija drveća u šumama.

## CILJEVI PROJEKTA

Glavni cilj LIFE SySTEMiC projekta je koristiti „alat“ genetske raznolikosti kako bi se pomoglo našim šumama u vremenu klimatskih promjena. Osnovna ideja je relativno jednostavna: što je veća genetska raznolikost drveća u šumama, to je vjerojatnije da će neka stabla imati genetske karakteristike koje ih čine prilagodljivijima na brze klimatske promjene, čime se povećava otpornost šumskih ekosustava.

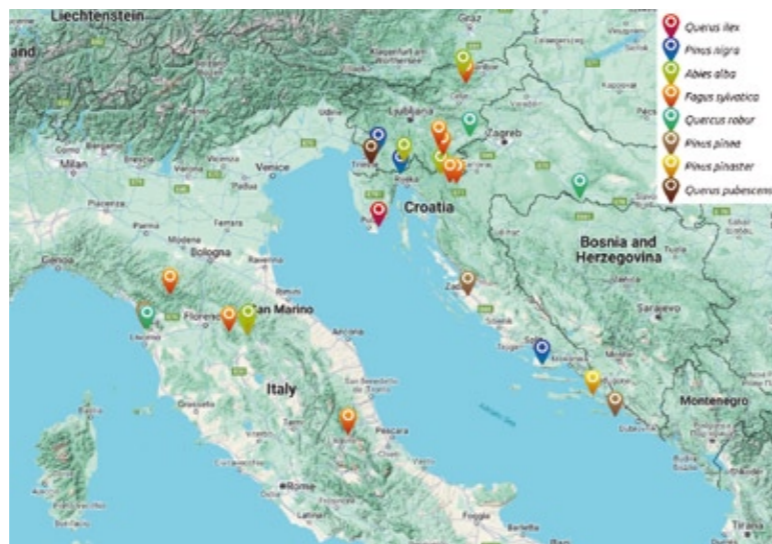
Na temelju ovih premisa, glavni ciljevi projekta bili su:

Istražiti odnose između načina gospodarenja šumama i genetske raznolikosti za osam vrsta šumskog drveća u tri europske zemlje (Hrvatska, Italija, Slovenija) kako bi se identificirali uzgojni sustavi koji održavaju visoku razinu genetske raznolikosti.

1. Razviti inovativni model genetske bioraznolikosti i šumsko-uzgojni model (GenBioSilvi) temeljen na kombinaciji napredne krasjobrazne genomike, primijenjene genetike i šumsko-uzgojnih modela za podršku održivom gospodarenju šumama (SFM).
2. Širiti znanje o metodi diljem Europe i prenijeti njenu primjenu u šumarsku praksu uključivanjem različitih vrsta dionika.
3. Vlasnici šuma, šumari, nacionalna, regionalna i lokalna poduzeća koja gospodare šumama, akademske i istraživačke institucije, sheme certificiranja šuma te sve institucije i organizacije uključene u gospodarenje šumama, zaštitu i očuvanje bioraznolikosti glavni su korisnici alata GenBioSilvi.

## PROJEKTNJA PODRUČJA

Analize su provedene na 31 odabranoj demonstracijskoj plohi, uključujući postojeće šumske površine za očuvanje genetskog materijala (DCU) iz EUFGIS-a (Europski informacijski sustav o genetskim resursima šuma, [www.eufgis.org](http://www.eufgis.org)), šumske rezervate i različite kategorije gospodarenih šuma u Italiji, Hrvatskoj i Sloveniji. Odabir područja proveden je za osam vrsta šumskog drveća: običnu jelu (*Abies alba* Mill.), običnu bukvu (*Fagus sylvatica* L.), crni bor (*Pinus nigra* J.F. Arnold), piniju (*Pinus pinea* L.), primorski bor (*Pinus pinaster* Aiton), hrast lužnjak (*Quercus robur* L.), hrast medunac (*Quercus pubescens* Willd.) i crniku (*Quercus ilex* L.). Odabir demonstracijskih ploha uzimao je u obzir različite europske šumske tipove, gospodarene različitim intenzitetima ili negospodarene (šumski rezervati), kako bi se procijenio utjecaj gospodarenja šuma na strukturu šuma i njezinu bioraznolikost iznad i ispod zemlje te kako bi se omogućila priprema GenBioSilvi modela.



U Tablici 1 prikazan je pregled odabranih šumskih lokacija.

Tablica 1. Pregled Life SySTEMiC demonstracijskih lokacija, prikazanih po nazivu lokacije, zemlji, analiziranim vrstama drveća, europskom tipu šume, strukturi sastojine i uzgojnom obliku.

Id	Demonstracijska ploha	Zemlja	Vrsta	EFT*	Struktura sastojine	Uzgojni oblik
01	Pian degli Ontani	Italy	<i>F. sylvatica</i>	7.3	Even-aged	Uniform shelterwood
02	Baldo's forest	Italy	<i>F. sylvatica</i>	7.3	Uneven-aged	Individual tree selection system
03	Pian dei Ciliengi	Italy	<i>F. sylvatica</i>	7.3	Even-aged	Uniform shelterwood
04	Caselle 1	Italy	<i>F. sylvatica</i>	7.3	Even-aged	Uniform shelterwood
05	Caselle 2	Italy	<i>F. sylvatica</i>	7.3	Even-aged	Uniform shelterwood
06	Faltelli	Italy	<i>A. alba</i>	10.6	Even-aged	Uniform shelterwood
07	Tre Termini	Italy	<i>A. alba</i>	7.3	Unven-aged	Individual tree selection system
08	Terminaccio	Italy	<i>P. pinea</i>	10.1	Even-aged	Clear-cutting and planting
09	Fossacci	Italy	<i>P. pinea</i>	10.1	Even-aged	Clear-cutting and planting
10	Culatta	Italy	<i>Q. robur</i>	5.1	Uneven-aged/Unmanaged	Unmanaged
11	Fonte Novello	Italy	<i>F. sylvatica</i>	7.3	Uneven-aged/Old-growth	Unmanaged
12	Venacquaro	Italy	<i>F. sylvatica</i>	7.3	Even-aged	Uniform shelterwood
13	Nova Gradiška	Croatia	<i>Q. robur</i>	5.1	Even-aged	Uniform shelterwood
14	Ogulin	Croatia	<i>F. sylvatica</i>	7.2	Even-aged	Uniform shelterwood
15	Zadar	Croatia	<i>P. pinea</i>	10.1	Even-aged	Clear-cutting and planting
16	Gorski kotar, Skrad	Croatia	<i>A. alba</i>	3.2	Uneven-aged	Individual tree selection system
17	Klana	Croatia	<i>P. nigra</i>	3.3	Even-aged	Uniform shelterwood
18	Brač	Croatia	<i>P. nigra</i>	10.2	Even-aged	Irregular shelterwood
19	Pelješac	Croatia	<i>P. pinaster</i>	10.1	Even-aged	Irregular shelterwood
20	Pula	Croatia	<i>Q. ilex</i>	9.1	Even-aged	Uniform shelterwood
21	Črni kal	Slovenia	<i>Q. pubescens</i>	8.1	Even-aged	Irregular shelterwood
22	Blake	Slovenia	<i>P. nigra</i>	14.1	Even-aged	Uniform shelterwood
23	Osankarica	Slovenia	<i>F. sylvatica</i>	7.2	Even-aged	Irregular shelterwood
24	Pri Studencu	Slovenia	<i>F. sylvatica</i>	6.6	Even-aged	Irregular shelterwood
25	Rajhenavski Rog	Slovenia	<i>F. sylvatica</i>	7.4	Uneven-aged/Old-growth	Unmanaged
26	Smolarjevo	Slovenia	<i>A. alba</i>	3.2	Uneven-aged	Individual tree selection system
27	Leskova dolina	Slovenia	<i>A. alba</i>	7.4	Even-aged	Irregular shelterwood
28A	Krakovo (Managed)	Slovenia	<i>Q. robur</i>	5.1	Even-aged	Uniform shelterwood
28B	Krakovo (Reserve)	Slovenia	<i>Q. robur</i>	5.1	Uneven-aged/Unmanaged	Unmanaged
29	Gorski kotar, Vrbovsko	Croatia	<i>F. sylvatica</i>	7.2	Uneven-aged	Individual tree selection system
30	La Verna	Italy	<i>A. alba</i>	10.6	Uneven-aged/Old-growth	Unmanaged
31	Mljet	Croatia	<i>P. pinea</i>	10.1	Even-aged	Uniform shelterwood

\*EFT = Europski tip šume: 3.2 Subalpska i planinska šuma smreke te planinska mješovita šuma smreke i obične jele; 3.3 Alpska šuma običnog bora i crnog bora; 5.1 Šuma hrasta lužnjaka i običnog graba; 6.6 Ilirska predplaninska bukova šuma; 7.2 Srednjoeuropska planinska bukova šuma; 7.3 Apeninsko-korzijska planinska bukova šuma; 7.4 Ilirska planinska bukova šuma; 8.1 Šuma hrasta medunca; 9.1 Mediteranska zimzelena hrastova šuma; 10.1 Mediteranska borova šuma; 10.2 Mediteranska i anatolijska šuma crnog bora; 10.6 Mediteranska i anatolijska šuma jele; 14.1 Plantaže autohtonih vrsta.



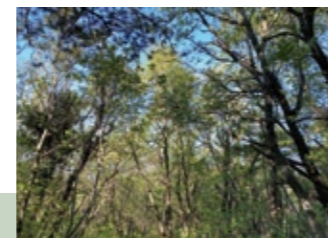
Abies alba, Photo R. Damjanić



Fagus sylvatica, - Photo K. Sever



Pinus nigra, Photo M. Lanščak



Quercus pubescens, Photo K. Sever



Pinus pinea, Photo D. Travaglini



Pinus pinaster, Photo D. Travaglini



Quercus robur, Photo D. Travaglini



Quercus ilex, Photo M. Lanščak

Više informacija o demonstracijskim ploham dostupno je na web stranici Projekta LIFE SySTEMiC HYPERLINK "http://www.lifesystemic.eu"

### AKTIVNOSTI I POSTIGNUĆA PROJEKTA

Najvažnije aktivnosti i rezultati sažeti su u ovom poglavlju. Kategorizirani su prema vrstama, ali detaljni rezultati nalaze se u projektnim materijalima, poput Priručnika za održivo gospodarenje šumama, Smjernica za održivo gospodarenje šumama za sve istraživane vrste drveća i drugih dokumenata koji su dostupni na web stranici projekta (<https://www.lifesystemic.eu/>).

Struktura šuma i krajobrazna genomika analizirane su za svaku od osam odabranih vrsta. Bioraznolikost tla i utjecaj divljači proučavani su u sastojinama bukve i obične jele. Također smo testirali GenBioSilvi model za svih osam vrsta i proveli sječu na odabranim sastojinama kako bismo testirali utjecaj modela gospodarenja šumama na genetsku raznolikost šumskih sastojina. Kao rezultat projekta, pripremljene su preporuke za gospodarenje šumama za svaku od osam vrsta. U nastavku predstavljamo kratke rezultate za svaku vrstu šumskog drveća.

**\*Divljač:** Utjecaj ispaše divljači na različite vrste i faze rasta šumskog drveća značajno varira. Mlade šume, posebno u ranim fazama rasta, često su pod velikim pritiskom ispaše, što ozbiljno utječe na preživljavanje i stopu rasta pomlatka. Vrste poput hrasta i bukve, otpornije na ispašu, mogu bolje podnijeti ovaj pritisak u usporedbi s jelom i borom, koje su osjetljivije.

**\*\*Preporuke za gospodarenje šumama:** Znanje o genetskoj varijabilnosti iz perspektive prilagodbe može poboljšati odluke o gospodarenju šumama i predvidjeti napore u asistiranju migraciji. To je ključno za očuvanje genetskih resursa šuma (FGR) i obogaćivanje sastojina povoljnim genotipovima, osiguravajući otpornost šuma i genetsku raznolikost.

#### Obična jela - - Abies alba Mill.

##### Struktura šuma, mrtvo drvo i mikro-staništa povezana s drvećem

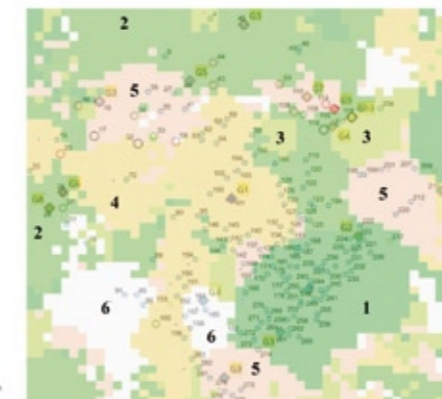
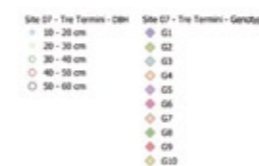
Obična jela bila je prevladavajuća vrsta drveća na demonstracijskim ploham u Skradu (Hrvatska) i Leskovoju dolini (Slovenija). Na ostalim ploham, obična jela je najčešće bila miješana s bukvom, javorom, smrekom i drugim sekundarnim vrstama drveća. Raznolikost strukture šuma bila je velika u zrelim sastojinama, a slijedile su ih raznodobne i jednodobne sastojine. Ukupni volumen mrtvog drva varirao je između 14 m<sup>3</sup>/ha i 426 m<sup>3</sup>/ha. Najveća količina mrtvog drva zabilježena je u zreloj šumi (426 m<sup>3</sup>/ha).

##### Krajobrazna genomika

Kako bismo identificirali znakove lokalne prilagodbe, proveli smo analize povezanosti genotipa i okoliša (GEA). Rezultati analize pokazali su da se genotip obične jele prilagođen osnovnim uvjetima može

Demonstracijska ploha 30 - La Verna, zrela sastojina

proširiti u srednjoeuropskom području. Analizirajući obrazac distribucije genetske raznolikosti, uočili smo da sastojine obične jele kojima se gospodari preborno imaju složenu i heterogenu prostornu genetsku strukturu. Zanimljiv je rezultat broj alelnih varijanti povezanih s bioklimatskim pokazateljima koji karakteriziraju lokalno okruženje, pronađenih na demonstracijskoj plohi 07 - Tre Termini.



Rezultati LFMM analize i karta raspodjele genotipova za demonstracijsku plohu 07 - Tre Termini

##### Ispaša

Unatoč primjetnim učincima ispaše divljači na strukturu i sastav prirodne obnove, nisu otkriveni značajni genetski učinci. Genetska raznolikost nije se značajno razlikovala između odraslih stabala obične jele i njihovog pomlatka, bilo na ograđenim ili neograđenim površinama.

##### GenBioSilvi model

Kako bismo istražili bioraznolikost u šumskim ekosustavima, analizirali smo pokazatelje poput genetske raznolikosti, strukture šuma, mrtvog drva i uvjeta mikro-staništa povezanih s drvećem. U sastojinama obične jele, uočili smo da se u negospodarenim ili zrelim šumama bioraznolikost očuvala, a ponekad i povećala. U šumama gdje se gospodari preborno, bioraznolikost se očuvala oponašanjem uvjeta zrelih šuma i promicanjem prirodne obnove, čime se povećava genetska raznolikost i poboljšava prilagodba na klimatske promjene.

##### Preporuka za održivo gospodarenje šumama

Znanje o modelima i oblicima gospodarenja šumama na genetsku varijabilnost vrsta drveća može poboljšati odluke u gospodarenju šuma i predvidjeti napore u asistiranju migraciji. Za sastojine obične jele preporučuje se preborno gospodarenje, koje je povezano s populacijama koje imaju visoku vjerojatnost prilagodbe.

#### Obična bukva - Fagus sylvatica L.

##### Struktura šuma, mrtvo drvo i mikro-staništa povezana s drvećem

Bukva je bila prevladavajuća vrsta drveća na većini demonstracijskih ploha (01, 02, 03, 05, 11, 12, 14, 23, 24); na preostalim ploham bukva je najčešće bila miješana s običnom jelom, javorom i drugim sekundarnim vrstama drveća. Raznolikost strukture šuma bila je visoka u zrelim sastojinama, a slijedile su ih raznodobne i jednodobne sastojine. Ukupni volumen mrtvog drva kretao se od 5 m<sup>3</sup>/ha do 420 m<sup>3</sup>/ha. Najveća količina mrtvog drva zabilježena je u zrelim sastojinama (plohe 11, 25) s prosječnom vrijednošću od 329 m<sup>3</sup>/ha. Učestalost mikro-staništa povezanih s drvećem značajno je varirala među istraživanim ploham.

##### Krajobrazna genomika

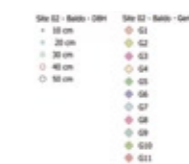
Kako bismo identificirali potpis lokalne adaptacije, proveli smo analize povezanosti genotipa i okoliša (GEA). Općenito, otkrili smo velik broj specifičnih alelnih varijanti u sastojinama u kojima se ne gospodari i u prašumama. Otvaranje sklopa šumskih sastojina i složenost strukture koja karakterizira ove sastojine mogla bi biti povezana s većom vjerojatnošću rekombinacije gena između genotipova koji pripadaju različitim familijским klasterima. Ovi obrasci su slični onima pronađenima u prašumama i u sastojinama kojima se ne gospodari. Modeli gospodarenja manjeg intenziteta, kao što je preborno gospodarenje, također pokazuju populaciju s velikim brojem alelnih varijanti povezanih s bioklimatskim pokazateljima. Slični rezultati zapaženi su u sastojinama kojima se ne gospodari i prašumama.



Mjerenje visine pomlatka (lijevo), procjena oštećenja od divljači (sredina) i demonstracija inventarizacije (desno)



Mrtvo drvo i mikro-staništa povezana sa stablima na demonstracijskoj plohi 11 - Fonte Novello, zrela sastojina.



Rezultati LFMM analize i karta raspodjele genotipova za demonstracijsku plohu 02 - Baldo's forest

### **Bioraznolikost tla**

Kratkoročni učinci uklanjanja pojedinačnih stabala uključivali su smanjenje bogatstva vrsta i manju raznolikost ekto-mikoriznih gljiva na korijenju preostalih stabala. Međutim, ukupno bogatstvo i raznolikost zajednice gljiva ostali su nepromijenjeni.



Ektomikorizne gljive na korijenju obične bukve

otkrila je da prašume i plohe kojima se gospodari preborno imaju složene prostorne genetske strukture, za razliku od pomlađivanja pod zastorom krošanja i oplodnih sječa na malim površinama.

### **Preporuka za održivo gospodarenje šumama**

Rezultati projekta pokazuju da znanje o utjecaju šumarskih praksi na genetsku varijabilnost bukve može poboljšati odluke o gospodarenju šumama i predvidjeti napore u prilagodbi klimatskim promjenama, poput asistiranе migracije populacija bukve unutar njenog raspona. Asistirana migracija uključuje premještanje vrsta drveća na nova područja gdje su klimatski i okolišni uvjeti pogodniji za njihov rast i preživljavanje, obično zbog klimatskih promjena koje utječu na njihova prirodna staništa. Ovo je ključno za očuvanje genetskih resursa bukovih šuma i obogaćivanje sastojina povoljnim genotipovima, osiguravajući otpornost šuma i genetsku raznolikost. U bukovim sastojinama preporučuje se preborno gospodarenje, koje je povezano s populacijama koje imaju veliki broj alelnih varijanti kao odgovor na bioklimatske pokazatelje. Slični rezultati uočeni su u šumama kojima se ne gospodari i prašumama.



Mrtvo drvo na demonstracijskoj plohi 9A - Fossacci.

### **Pinus spp (crni bor - *Pinus nigra* J.F. Arnold., piniya - *Pinus pinea* L., primorski bor - *Pinus pinaster* Aiton)**

#### **Struktura šuma, mrtvo drvo i mikro-staništa povezana s drvećem**

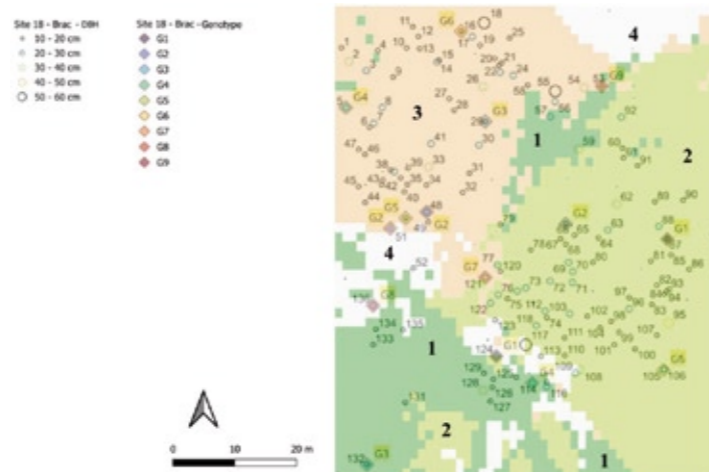
Istraživane sastojine pinije i crnog bora bile su jednodobne, dok je gospodarenje sastojinama primorskog bora bilo oplodnim sječama na malim površinama. U sastojinama pinije, ukupni volumen mrtvog drva kretao se između 6 m<sup>3</sup>/ha i 20 m<sup>3</sup>/ha. Sastojine crnog bora imale su prosječni volumen mrtvog drva od 21 m<sup>3</sup>/ha, dok je u sastojini primorskog bora volumen mrtvog drva iznosio 42 m<sup>3</sup>/ha. Mrtvo drvo bilo je najčešći oblik mikro-staništa povezanog s drvećem u sastojinama pinije. U sastojinama crnog bora mrtvo drvo, epifiti, ozljede i rane bili su uobičajeni. U sastojinama primorskog bora šupljine, ozljede, rane i drugi oblici mikro-staništa bili su gotovo jednako zastupljeni.

#### **Krajobrazna genomika**

Kako bismo identificirali znakove lokalne prilagodbe, proveli smo analize povezanosti genotipa i okoliša (GEA). Globalna analiza omogućila nam je identificiranje mogućih obrazaca prilagodbe na bioklimatske uvjete koji karakteriziraju raspon populacija borova. Rezultati analize pokazali su postojanje tri različita klastera za piniju i četiri klastera za crni bor.

#### **GenBioSilvi model**

Kako bismo istražili bioraznolikost u šumskim ekosustavima, analizirali smo pokazatelje poput genetske raznolikosti, strukture šuma, mrtvog drva i mikro-staništa povezanih s drvećem. Na temelju podataka mikrosatelita (nSSR), sva su mjesta pokazala pojednostavljene prostorne genetske strukture. Međutim, uočili smo visoku genetsku raznolikost povezanu s genima koji su uključeni u odgovore na abiotički stres.



Rezultati LFMM analize i karta raspodjele genotipova za demonstracijsku plohu 18 - Brač

#### **Preporuka za održivo gospodarenje šumama**

Za vrste borova koje su istraživane unutar projekta, a koje obično pokazuju nisku razinu bioraznolikosti, osim crnog bora, preporučuju se modeli gospodarenja šumama koji povećavaju složenost sastojina s višeslojnim vertikalnim strukturama. Diverzifikacija šumarskih pristupa i promicanje dobne strukture sastojina olakšavaju širenje peluda, promiču genetsku raznolikost i povećavaju nove alelne varijante, što je važno za prilagodbu na klimatske promjene.

#### **Quercus spp (hrast lužnjak - *Quercus robur* L., hrast medunac - *Quercus pubescens* Willd., hrast crnika - *Quercus ilex* L.)**

#### **Struktura šuma, mrtvo drvo i mikro-staništa povezana s drvećem**

Unutar projekta LIFE SySTEMiC proučavane su tri vrste hrasta. Hrast lužnjak je bio prevladavajuća vrsta drveća na demonstracijskoj plohi 28A, gdje se miješao s običnim grabom. Na ostalim plohama hrast lužnjak je bio najčešće pomiješan sa poljskim jasenom, običnim grabom i drugim sekundarnim vrstama drveća. Hrast medunac je bio dominantna vrsta na plohi 21 - Črni kal, gdje se miješao sa crnim jasenom i drugim sekundarnim vrstama. Hrast crnika je bio najzastupljenija vrsta na plohi 20 - Pula, gdje se miješao s hrastom meduncem i lovorom. Ukupni volumen mrtvog drva u sastojinama hrasta lužnjaka kretao se između 13 m<sup>3</sup>/ha i 490 m<sup>3</sup>/ha. Najveća količina mrtvog drva zabilježena je u negospodarenim sastojinama (plohe 10 - Culatta, 28B - Krakovo (Reserve)), predstavljena oborenim mrtvim stablima, panjevima i drugim ležećim komadima mrtvog drva. Ukupna količina mrtvog drva u sastojinama hrasta medunca i hrasta crnike iznosila je 7 m<sup>3</sup>/ha i 16 m<sup>3</sup>/ha, redom. Na plohama s hrastom otkriveni su gotovo svi oblici mikro-staništa (šupljine, ozljede i rane; kora; mrtvo drvo; deformacije/oblici rasta, epifiti, gnijezda).



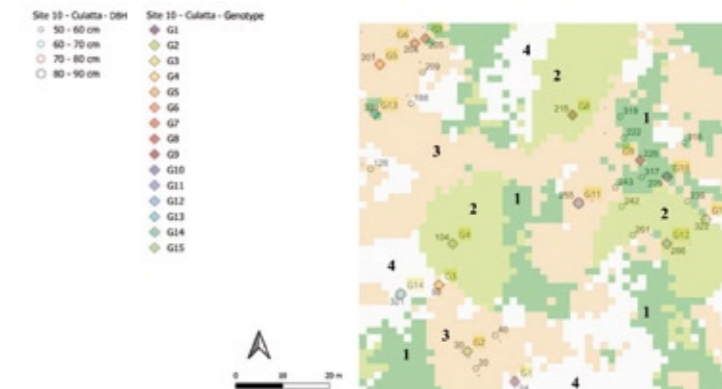
Mikro-staništa povezana sa stablima na demonstracijskoj plohi 10 - Culatta

#### **Krajobrazna genomika**

Kako bismo identificirali znakove lokalne prilagodbe u sastojinama hrasta, proveli smo analize povezanosti genotipa i okoliša (GEA). Rezultati analize pokazali su postojanje četiri različita genotipa prisutna u Italiji, Hrvatskoj i Sloveniji. Čini se da gospodarenje hrastovim sastojinama rezultira pojednostavljenom prostornom genetskom strukturom u odnosu na onu opaženu u sastojinama u kojima se ne gospodari i u zrelim šumama.

#### **Hrastova pepelnica**

Kao dio projekta LIFE SySTEMiC testirani su različiti načini suzbijanja hrastove pepelnice na jednoj od naših demonstracijskih ploha u šumi Krakovo (Slovenija).



Rezultati LFMM analize i karta raspodjele genotipova za demonstracijsku plohu 10 - Culatta

#### **GenBioSilvi model**

Na temelju dobivenih rezultata možemo pretpostaviti da postoji visoka genetska raznolikost na svim plohama, ali ne možemo zaključiti da postoji značajna razlika u genetskoj raznolikosti između ploha, iako se razlikuju po tipovima gospodarenja.

#### **Preporuka za održivo gospodarenje šumama**

Šumsko-uzgojni oblici koji su najprikladniji za šume hrasta lužnjaka su oplodne sječe na malim površinama s većim otvorima ili pod zastorom krošanja, koji zadovoljava potrebe hrasta za svjetlom. Za vrste hrasta koje pokazuju slične karakteristike kao one uključene u naša istraživanja, preporučujemo primjenu gospodarenja koje povećava složenost šumskih sastojina s višeslojnim vertikalnim strukturama, što pozitivno utječe na očuvanje genetske raznolikosti i povećava nove alelne varijante, koje su ključne za prilagodbu na klimatske promjene. Sustav obnove šuma u sastojinama hrasta treba prilagoditi sve češćim prirodnim katastrofama, uglavnom diverzifikacijom veličine područja za obnovu, što osigurava mozaičnu strukturu budućih sastojina i povećava njihovu otpornost.



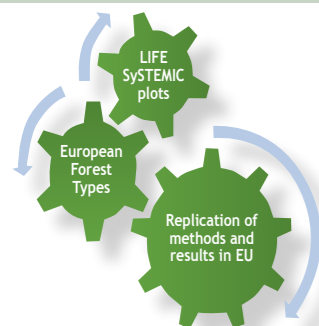
## SMJERNICE ZA AKTIVNOSTI GOSPODARENJA U PODRUČJIMA OČUVANJA ŠUMA U UVJETIMA KLIMATSKIH PROMJENA ZA SVAKU OD 4 CILJANE VRSTE



Naše provedbene akcije dovele su do bolje prilagođenih smjernica za održivo gospodarenje šumama, podržavajući šumarske prakse i zakonsku regulativu. Projekt LIFE SySTEMiC uzimao je u obzir ne samo prijašnje načine gospodarenja temeljem podataka iz Nacionalne šumske inventure, već i prediktivni model GenBioSilvi razvijen unutar projekta koji pomaže s budućim scenarijima i prilagodljivošću šumskog drveća i šumskih ekosustava. Trenutne uzgojne tehnike implementirane u Europi ne uzimaju u obzir indikatore ili smjernice koje imaju za cilj poboljšanje genetske raznolikosti. Stoga su podaci prikupljeni u vezi s genetikom, šumama i bioraznolikošću implementirani u razvijeni GenBioSilvi model za održivo gospodarenje šumama (SFM) i korišteni za davanje smjernica primjenjivih u EU za vrste obuhvaćene projektom. LIFE SySTEMiC je pridonio harmonizaciji informacija iz podataka prikupljenih u šumama EU prisutnih u različitim europskim tipovima šuma u tri zemlje EU i podvrgnutih različitim gospodarenju, pružajući specifične smjernice za održivo gospodarenje šumama kako bi se održala bioraznolikost šumskih ekosustava, genetski resursi šuma i produktivnost šuma tijekom vremena, održavajući adaptiv-

ni potencijal šuma. Preporuke navedene u smjernicama korisne su za održavanje bioraznolikosti šumskih ekosustava u skladu s ciljevima 1, 3 i 6 Strategije EU za bioraznolikost 2020. [COM(2011) 244] i nadležnim tijelima država članica.

### PONOVLJIVOST I PRENOŠIVOST



Multidisciplinarni pristup u nekoliko zaštićenih i gospodarskih šuma u različitim europskim šumskim tipovima proizveo je standardizirane protokole kako bi se omogućila ponovljivost rezultata. Organizirani su sastanci dionika na razini EU te su identificirane potencijalne lokacije za prijenos izvan zemalja obuhvaćenih projektom (Italija, Hrvatska i Slovenija) tijekom prvog sastanka dionika, čime je osigurano njihovo zanimanje za metode i alate projekta. Projekt LIFE SySTEMiC izradio je plan za iskorištavanje ponovljivost i prenosivosti, kako bi se rezultati projekta mogli koristiti i izvan regija obuhvaćenih projektom, te ih primijeniti u drugim kontekstima.

Ovaj plan sastoji se od: 1) identifikacije lokacija za ponovljivost i prijenos; 2) protokola za optimizaciju i ponovljivost rezultata; i 3) proračunskih zahtjeva po razini.

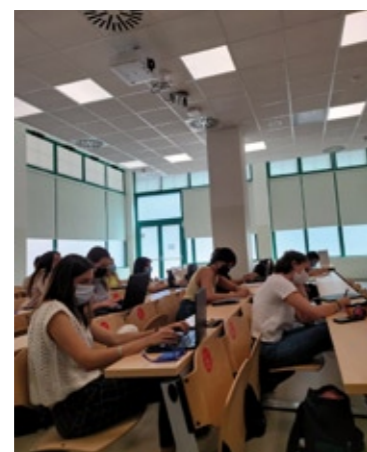
Dionik LIFE SySTEMiC projekta, Nacionalni park Sila (Italija), replicirao je metodu na novo uspostavljenoj lokaciji crnog bora tijekom trajanja projekta. Koordinator LIFE SySTEMiC projekta

također su potpisali pisma namjere za suradnju u zajedničkom projektu s koordinatorom tekućeg projekta Horizon Europe »Održivi modeli upravljanja i lanci vrijednosti za male šume« (SMURF) i s koordinatorom projektnog prijedloga »Upravljanje ekosustavima kako bi se šume usmjerile prema optimalnoj otpornosti za osiguranje održive budućnosti« (MEDFOREST) koji je prijavljen u okviru poziva programa Interreg NEXT MED.

### DISEMINACIJSKE I KOMUNIKACIJE AKTIVNOSTI

Provedene su različite aktivnosti kako bi se rezultati projekta širili. Dio tih aktivnosti obuhvaćao je izradu web stranice i drugih društvenih mreža, organizaciju seminara i sudjelovanje u drugim inicijativama (umrežavanje). Ciljana publika bile su javne institucije i privatne organizacije/ vlasnici aktivni u praćenju okoliša, gospodarenju šumama i politici, kao i šira javnost zainteresirana za zaštitu okoliša. Ključni događaji i aktivnosti širenja uključivali su: tiskovne konferencije, pojavljivanja na TV-u i radiju, videozapise s lokacija, objave na društvenim mrežama (Facebook, Twitter, Instagram, YouTube), radionice, edukativne posjete, umrežavanje s drugim projektima i konferencije.

Rezultati projekta LIFE SySTEMiC predstavljeni su na završnoj konferenciji organizacijama specijaliziranim za praćenje i očuvanje prirode, kao i javnim i privatnim institucijama uključenim u očuvanje prirode, zaštitu šuma i održivo upravljanje šumama (npr. sheme certificiranja šuma).



## SOCIOEKONOMSKI UTJECAJ PROJEKTA

### Društveni utjecaj

Projekt je prvenstveno uključivao stručnjake iz šumarskog sektora na različitim razinama (od studenata do istraživača, vlasnika i upravitelja šuma te kreatora šumarskih politika). Jedan od važnih ishoda projekta su znanstvene publikacije i sudjelovanje na konferencijama (ukupno 15 radova u nacionalnim ili međunarodnim časopisima ili sažetaka na međunarodnim konferencijama, a do kraja projekta predana su oko 4 znanstvena rada). Unatoč tome, uloženi su znatni naponi kako bi se uključila šira publika: prisutnost u tradicionalnim medijima (televizija i radio) i novim medijima (web stranice); prisutnost na društvenim mrežama (Facebook, Twitter, Instagram) i organizacija javnih događaja (posjete lokacijama, dani otvorenih vrata, edukativni dan za učenike i nastavnike, terenski izlet za učenike) koji su organizirani u sklopu projekta LIFE SySTEMiC. Također su distribuirani upitnici (prikupljeno je >700 odgovora) kako bi se ljudi više uključili i kako bi se procijenilo njihovo znanje i svijest o održivom gospodarenju šumama, zaštiti bioraznolikosti i genetskim resursima šuma. Općenito, zabilježena je visoka razina svijesti o globalnim promjenama i mreži Natura 2000, uz posebnu pažnju na zaštitu bioraznolikosti (npr. očuvanje starih stabala, izbjegavanje sječe tijekom sezone gniježdenja ptica) te je utvrđeno da je nužno poboljšati održivo gospodarenje šumama s obzirom na utjecaj klimatskih promjena.

### Ekonomski utjecaj

Klimatske promjene, mijenjajući ekološke uvjete koji utječu na šumske vrste, znatno će utjecati na održivo gospodarenje šumama (SFM). Modeli distribucije vrsta razvijeni u projektu LIFE SySTEMiC procjenjuju, primjerice, da će u Italiji, Hrvatskoj i Sloveniji područja s visoko pogodnim uvjetima za bukvu biti znatno smanjena (za otprilike 86% prema srednje rizičnim scenarijima, RCP 4.5). U jednoj šumi, poput šume »Pratomagno« (Arezzo, Italija), koja također uključuje demonstracijsku plohu 03 - Pian dei Ciliegi, područje koje zauzima bukva, a koje trenutno iznosi oko 1.100 hektara (uglavnom s visoko ili srednje pogodnim uvjetima), smanjit će se na 750 hektara (uglavnom s nisko ili srednje pogodnim uvjetima) čak i prema scenarijima niskog rizika (RCP 2.5). U ovim scenarijima očuvanje genetskih resursa šuma i povećanje genetske raznolikosti od vitalnog su značaja. Pokušali smo procijeniti kratkoročni i srednjoročni ekonomski utjecaj održivog gospodarenja bukovim šumama (SFM), kako je predloženo smjernicama projekta, uspoređujući šumsko-uzgojne radove provedene na demonstracijskoj plohi Pian dei Ciliegi, koja ima za cilj preobraziti strukturu šume iz čiste u mješovitu sastojinu, s »tradicionalnim prorjeđivanjem« koje se obično provodi u čistim sastojinama u istom području. Volumen posječenog drva je prilično sličan (44,4 m<sup>3</sup>/ha na demonstracijskim plohama u sklopu projekta LIFE SySTEMiC, oko 42 m<sup>3</sup>/ha u tradicionalnom prorjeđivanju), kao i vrijednost posječenog drva (uglavnom ogrjevno drvo, približno 2300 €/ha na demonstracijskim plohama LIFE SySTEMiC projekta i 2100 €/ha u tradicionalnom prorjeđivanju), dok su ukupni troškovi niži u na plohama u projektu LIFE SySTEMiC (oko 7300 €/ha) nego u tradicionalnom prorjeđivanju (oko 9200 €/ha). Što se tiče dugoročnog ekonomskog utjecaja, primjerice, procijenili smo demonstracijsku plohu 02 - Baldo's forest. Ovom šumom desetljećima gospodari obitelj Baldo kao raznodobnom bukovom šumom. Približno 30-50 stabala se siječe godišnje (na ukupnoj površini od 10 ha), generirajući otprilike 1200 €/ha godišnje. Na demonstracijskoj plohi projekta LIFE SySTEMiC 02 - Baldo's forest, volumen posječenog drva je prilično velik (63,3 m<sup>3</sup>/ha). Ova vrsta šumsko-uzgojnih radova također osigurava visokokvalitetno drvo: trupci se obično prodaju industriji namještaja za furnir, dok se grane i manji materijali prodaju kao ogrjevno drvo. Na sličan način, usporedili smo tradicionalno gospodarenje šumama alepskog bora (čista sječa i sadnja) s gospodarenjem na demonstracijskim plohama projekta LIFE SySTEMiC (gospodarenje pod zastorom krošanja i na malim površinama, oba načina usmjerena na postizanje prirodne obnove) u Parco Regionale San Rossore Migliarino Massaciuccoli (Pisa, Italija) (plohe 8, 9A, 9B). Volumen posječenog drva veći je u sustavu čistih sječa (oko 65 t/ha) i pod zastorom krošanja (20 t/ha) u usporedbi sa gospodarenjem na malim površinama (11 t/ha). Sukladno tome, ukupni prihod je veći za čiste sječe (5300 €/ha) i sječe pod zastorom krošanja (1700 €/ha) u usporedbi sa gospodarenjem na malim površinama (900 €/ha). Trošak sječe iznosi 2900 €/ha za čiste sječe, 1900 €/ha za sječe pod zastorom krošanja i 1400 €/ha za sječe na malim površinama. Međutim, gospodarenje pod zastorom krošanja i na malim površinama izbjegava dodatne troškove pošumljavanja (oko 3600 €/ha), ograđivanja (8400 €/ha), ili zaklona (4800 €/ha), koji su nužni za obnovu šume alepskog bora nakon čiste sječe. Ipak, važno je napomenuti da prilikom gospodarenja šumama, osim ukupne ekonomske vrijednosti šuma, treba uzeti u obzir, ne samo opskrbu drvom, već i druge važne usluge ekosustava koje nisu bile obuhvaćene našim istraživanjima.

### NASTAVAK PROJEKTA I ZAKONODAVNI OKVIR PROJEKTA

Nakon završetka projekta neke aktivnosti će se nastaviti kako bi se širili rezultati projekta i implementiralo stečeno znanje u područjima obuhvaćenim istraživanjem.

- Praćenje i evaluacija učinka sječe obavljene tijekom projekta na plohama 02 - Baldo's forest, 03 - Pian dei Ciliegi, 06 - Faltelli, 07 - Tre Termini, 08 - Terminaccio i 09 - Fossacci.
- Evaluacija štete od divljači u ograđenim i neograđenim područjima uspostavljenim tijekom projekta na plohama 03 - Pian dei Ciliegi, 05 - Caselle 2, 06 - Faltelli, 07 - Tre Termini, 08 - Terminaccio, 09 - Fossacci i 10 - Culatta.
- Institucionalni komunikacijski alati bit će korišteni za izvještavanje o relevantnim aktivnostima provedenim u sklopu projekta (institucionalne web stranice, interna glasila, sajmovi itd.).
- Širenje komunikacijskih materijala projekta nastavit će se na relevantnim sajmovima ili izložbama na kojima će partneri biti prisutni.

Stečeno znanje i iskustvo poslužit će kao osnova za izradu regionalnih zakona ili smjernica za održivo gospodarenje šumama. Nadalje, korisnici koji imaju specifičnu ulogu u održivom gospodarenju šumama (SFM) i praćenju bioraznolikosti mogu izravno primijeniti alate razvijene u projektu (MRSM, SFS, UCCAS). LIFE SySTEMiC projekt potiče razvoj znanstveno utemeljenih

strategija, metoda i preporuka također za donositelje legislative i upravitelje na pan-europskoj razini. Projekt je aktivno sudjelovao u inicijativi usmjerenoj na šumarske politike u okviru osam LIFE projekata fokusiranih na šume u mediteranskom području koji su se međusobno koordinirali kako bi uskladili svoje rezultate s ciljevima EU u području klime i bioraznolikosti u okviru Europske šumarske strategije. Koautori smo dokumenta »Korak naprijed u šumarskoj politici EU: mediteranska perspektiva« te smo sudjelovali na okruglom stolu o šumarskoj politici u svibnju 2022. u Bruxellesu kako bismo pridonijeli oblikovanju politika EU vezanih uz održivost i održivo gospodarjenje. Završni rezultati projekta značajno će doprinijeti mogućnostima za preporuke zakonskih okvira donositeljima odluka u EU putem međunarodnih i nacionalnih događanja (kongres IUFRO, radionice u Bruxellesu, lokalne radionice s dionicima u zemljama korisnicama) i publikacija. Provedba zakonskog okvira u svakoj zemlji ovisi o specifičnim uvjetima i društvenim mogućnostima temeljenim na postojećim nacionalnim/lokalnim institucijama, politikama i zakonima.

Hrvatska - podrška prilagodbi šumarskih politika u suradnji s Ministarstvom poljoprivrede, sektorom šumarstva i nacionalnom šumarskom tvrtkom Hrvatske šume d.o.o., posebno u radnoj skupini za planiranje upravljanja šumama, pripremu zajedničkih planova upravljanja za šumske sjemenske objekte (ŠSO), te pripremu smjernica za odabir ŠSO/plus stabala u Hrvatskoj.

Slovenija - rezultati aktivnosti projekta korišteni su za obnovu nacionalnog pristupa obnovi šuma i strategija za očuvanje bioraznolikosti unutar regionalnih planova gospodarjenja šumama za razdoblje 2021. - 2030., prilagodbu operativnih politika i zakonodavstva o šumskom reproduktivnom materijalu te za razvoj šumarskih usluga u okviru programa EU Next Generation EU.

Italija - podrška provedbi Nacionalne šumarske strategije (objavljena 2022.), posebice u području očuvanja genetskih resursa šuma (Specifična akcija 3 - Genetski resursi i biljni materijal, te podakcije 3.1 Šumski rasadnici, genetski resursi i biljni materijal; i 3.2 Usmjereno gospodarjenje šumama i asistirana migracija) - pružanje novih znanstveno utemeljenih informacija i praktičnih iskustava za podršku odlukama kreatora šumarskih politike na regionalnoj razini (npr. u regiji Toskana) te korištenje istih od strane dionika i odgovornih za gospodarjenje šumama u zaštićenim područjima (Nacionalni park Foreste Casentinesi, Nacionalni park Sila, Biogenetski rezervat prirode "Pian degli Ontani").

Razvoj smjernica, praktičnog priručnika i modela GenBioSilvi dodatno će olakšati suradnju između šumara, konzervatora, lovaca i drugih krajnjih korisnika na implementaciji očuvanja genetskih resursa šuma u SFM.





### Projektni partneri

Department of Agriculture, Food, Environment and Forestry (DAGRI), University of Florence (UNIFI), Italy (Coordinator)  
Croatian Forest Research Institute (CFRI), Croatia  
D.R.E.A.M., Italy  
Ente Parco Regionale Migliarino San Rossore Massaciuccoli (MSRM), Italy  
Slovenian Forestry Institute (SFI), Slovenia  
Slovenia Forest Service (SFS), Slovenia  
Unione dei Comuni Montani del Casentino (UCCAS), Italy

### Autori

DAGRI-UNIFI: Cristina Vettori (IBBR-CNR), Roberta Ferrante, Cesare Garosi, Francesco Parisi, Patrizia Rossi, Davide Travaglini, Donatella Paffetti  
CFRI: Sanja Bogunović, Mladen Ivanković, Anđelina Gavranović Markić, Barbara Škiljan, Zvonimir Vujnović, Miran Lanšćak  
D.R.E.A.M.: Guglielmo Londi  
MSRM: Francesca Logli, Francesco Anecchini, Barbara Cecconi  
SFI: Marko Bajc, Rok Damjanič, Natalija Dovč, Tine Grebenc, Tijana Martinović, Tanja Mrak, Tina Unuk Nahberger, Boris Rantaša, Nataša Šibanc, Katja Kavčič Sonnenschein, Marjana Westergren, Hojka Kraigher  
SFS: Andrej Breznikar, Kristina Sever  
UCCAS: Fabio Ciabatti, Beatrice Brezzi, Antonella Mugnai, Donatella Bargellini, Fiorenza Bianchi, Lucia Cresci, Lucio Lasagni, Ivana Fantoni, Alberto Tizzi, Fulvio Cherubini, Lorenzo Lupini, Silvano Rossi, i svi šumari zaposleni u instituciji

### Trajanje projekta

01/09/2019 - 31/08/2024

### Vrijednost projekta i EU financiranje

Total project budget: 2,976,245 €  
LIFE Funding: 1,635,709 € (55% of total eligible budget)

### Kontakt

*Koordinator i znanstveno odgovorna osoba projekta*  
Donatella Paffetti - DAGRI-UNIFI  
Via Maragliano, 77  
50144 Firenze  
Italy  
donatella.paffetti@unifi.it

### Projektni manager

Cristina Vettori - IBBR-CNR  
Via Madonna del Piano, 10  
50019 Sesto Fiorentino (FI)  
Italy  
cristina.vettori@cnr.it

### Komunikacijski manager

Davide Travaglini - DAGRI-UNIFI  
Via San Bonaventura, 13  
50145 Firenze  
Italy  
davide.travaglini@unifi.it

### Spletna stran

<https://www.lifesystemic.eu>



UNIVERSITÀ  
DEGLI STUDI  
FIRENZE  
DAGRI  
DIPARTIMENTO DI AGRICOLTURA,  
ALIMENTAZIONE E FORESTALITÀ



Zavod za gozdove Slovenije  
Slovenia Forest Service



CASENTINO  
UNIONE DEI COMUNI MONTANI



The LIFE SySTEMiC - LIFE18ENV/IT/000124 project has received funding from the LIFE program of the European Union.

### Details on how to cite the content

The contents of book is under the Licensed Rights bound by the terms and conditions of the Creative Commons Attribution-Non-Commercial-ShareAlike 4.0 International Public License ("Public License") (for details see <https://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/4.0/legalcode>).

### Text, photos, images, illustrations

You are allowed to use the text, photos, images, and illustrations reported within the Laymans' report, but acknowledgements to LIFE SySTEMiC project must be provided reporting the link to website of the project in the case of presentation/publications, and cited as Layman's Report page 12 ([www.lifesystemic.eu](http://www.lifesystemic.eu)).



See details

