



# БИОДИВЕРЗИТЕТ, ЕКОСИСТЕМИ И АГРИВОЛТАИЦИ



МОДУЛ

**02**



## **ИМПРЕСУМ**

### **ИМЕ НА ПРИРАЧНИК:**

БИОДИВЕРЗИТЕТ, ЕКОСИСТЕМИ И АГРИВОЛТАИЦИ

### **ИЗДАВАЧ:**

Здружение на Граѓани ЕКО ЛОГИК

Ул. Митрополит Гологанов 72/1-2

1000, Скопје, Македонија

Веб страна: [www.ecologic.mk](http://www.ecologic.mk)

Фејсбук: [Еко - Logic](#)

Инстаграм: [eco\\_logic\\_mk](#)

Електронска пошта: [ecologic.mk@gmail.com](mailto:ecologic.mk@gmail.com)

### **ЗА ИЗДАВАЧОТ:**

Никола Нешкоски

### **АВТОР(И) НА КОНЦЕПТ И ИСТРАЖУВАЧКА ДЕЈНОСТ:**

Никола Нешкоски (ЕКО ЛОГИК)

Леа Насиф (АКУО)

### **АВТОР(И) НА ТЕКСТ:**

проф. д-р Снежана Ставрева-Веселиновска

проф. д-р Деспина Сивевска

### **ДИЗАЈН:**

Меги Велкова

### **ТЕХНИЧКА ПОДГОТОВКА:**

Меги Велкова

### **ЛЕКТУРА:**

Дарко Темелкоски

Оваа публикација е дел од проектот ЕДУ ЛАБ / EDU LAB спроведуван од страна на Здружението на Граѓани ЕКО ЛОГИК, во соработка со Универзитет Гоце Делчев Штип, Општина Штип, а поддржан од компанијата АКУО / АКУО.

Година на издавање: 2026



МОДУЛ

**02**

БИОДИВЕРЗИТЕТ, ЕКОСИСТЕМИ И АГРИВОЛТАИЦИ



## ФОРМУЛАР ЗА РАЗВОЈ НА НАСТАВЕН МОДУЛ

(за високо образование и пренос на знаење во основно образование)

### I. Општи информации за модулот

Наслов на модулот: БИОДИВЕРЗИТЕТ, ЕКОСИСТЕМИ И АГРИВОЛТАИЦИ

### II. Вовед во модулот

(Краток опис од 1-2 пасуса кој ја објаснува темата на модулот, нејзината релевантност во контекст на одржлив развој, улогата во развој на зелени компетенции кај студентите и можноста за примена во наставата со ученици од 6 до 12 години.)

#### Биодиверзитет, екосистеми и агриволтаици

##### 1. Тематска рамка и содржина на модулот

Модулот „Биодиверзитет, екосистеми и агриволтаици“ е конципиран како интердисциплинарна наставна целина која ги поврзува природните науки, одржливиот развој и современите зелени технологии. Модулот ги опфаќа основните поими и процеси поврзани со биодиверзитетот, структурата и функцијата на екосистемите, како и влијанието на човекот врз природата. Посебен акцент се става на агриволтаиците како иновативен пристап што овозможува истовремено користење на земјиштето за земјоделско производство и за добивање обновлива енергија, со минимално нарушување на екосистемите.

Преку анализирање на конкретни примери и модели, модулот ги прикажува придобивките од интегрирањето на соларните технологии во земјоделството, нивното влијание врз климатските промени, биолошката разновидност и одржливото управување со природните ресурси.

##### 2. Релевантност во контекст на националните и глобалните цели за одржлив развој

Релевантност на модулот „**Биодиверзитет, екосистеми и агриволтаици**“ во контекст на **Глобалните цели за одржлив развој (SDGs)** усвоени од Организацијата на Обединетите нации (ООН), во рамки на Агендата 2030 и Целите за одржлив развој (ЦОР)

Глобалните цели на модулот „**Биодиверзитет, екосистеми и агриволтаици**“ се темелат врз принципите на одржлив развој утврдени од Обединетите нации во рамки на Агендата 2030 и Целите за одржлив развој на Обединетите нации. Модулот има цел интегрирано разбирање на еколошките, енергетските и агроекономските аспекти на одржливото управување со природните ресурси, преку интердисциплинарен пристап кој ги поврзува биолошките науки, екологијата, обновливите извори на енергија и одржливото земјоделство.

Во контекст на заштитата и унапредувањето на биодиверзитетот, модулот придонесува кон остварување на целите поврзани со зачувување на копнените екосистеми, спречување на деградацијата на земјиштето и одржливо користење на природните ресурси. Посебен акцент се става на разбирањето за екосистемите, нивната економска и општествена вредност, како и за механизмите за нивна долгорочна заштита и обновување.



Во доменот на климатската акција и енергетската транзиција, модулот ги третира агри-волтаичните системи како иновативен модел за синергија помеѓу производство на храна и производство на обновлива енергија. Овој пристап придонесува кон намалување на емисиите на стакленички гасови, зголемување на енергетската ефикасност и подобрување на отпорноста на земјоделските системи на климатски промени. Интеграцијата на соларни технологии во земјоделските површини овозможува оптимално користење на просторот, намалување на притисокот врз природните живеалишта и поддршка на нискојаглеродна економија.

Дополнително, модулот се усогласува со целите за одржливо земјоделство и безбедност на храна, преку промовирање практики кои ја зголемуваат продуктивноста без нарушување на еколошката рамнотежа. Се поттикнува развој на системи што ќе обезбедуваат долгорочна економска одржливост на руралните заедници и истовремено ќе се обезбеди зачувување на природниот капитал.

Севкупно, глобалните цели на модулот се насочени кон интегрирање на биодиверзитетот, екосистемските процеси и обновливите извори на енергија во единствен концепт на одржлив развој, кој обезбедува балансиран однос помеѓу еколошката заштита, економскиот развој и социјалната благосостојба, во согласност со меѓународните развојни приоритети.

Преку воведување теми како што се биодиверзитет, екосистеми и агриволтаици во образовниот систем, модулот придонесува кон развој на свесни и информирани граѓани кои разбираат дека економскиот развој и заштитата на природата не се спротивставени, туку меѓусебно поврзани и заемно комплементарни процеси.

### 3. Улогата на модулот во развој на зелени компетенции

Модулот има клучна улога во развојот на зелени компетенции кај учениците и студентите, кои се неопходни за идниот пазар на труд и за активно учество во одржливото општество. Преку наставните содржини и активности се развиваат:

- еколошката писменост и разбирање за значењето на природните системи за кои човекот треба да се грижи;
- системско и критичко размислување за еколошките и општествените предизвици;
- способност за препознавање и анализа на одржливи решенија;
- одговорен однос кон природните ресурси и животната средина;
- интердисциплинарен пристап и соработка за подобра иднина на новите генерации.

Овие компетенции придонесуваат кон градење генерации кои се подготвени да учествуваат во зелената транзиција и да донесуваат правилни одлуки во личниот и професионалниот живот.

### 4. Примена на модулот во наставата со ученици од 6 до 12 години

Модулот е приспособлив за да се имплементира во основното образование преку соодветни наставни методи и активности за учениците од 6 до 12 години. Содржините што ќе се обработуваат ќе бидат реализирани преку набљудување и истражување на локалната природна средина и екосистемите, реализација на повеќе практични активности, примена на разновидни модели и едноставни експерименти поврзани со расте-





нијата, животните и сончева енергија; користење илустрации, приказни, игри и решавање проектни задачи; поврзување на темите со секојдневниот живот, вклучувајќи ја и локалната заедница.

На овој начин учениците постепено ќе можат да развијат и да се стекнат со основни знаења за биодиверзитетот, да разберат што се тоа екосистеми и на кој начин се воспоставени односите помеѓу живата и неживата природа внатре во екосистемот, како и да го разберат значењето за обновливите извори на енергија. Кога овие теми ќе се развиваат кај учениците уште од мала возраст, тоа ќе придонесе кон градење позитивни ставови, одговорно однесување и вграден траен интерес кај учениците за заштита на природата и одржливиот развој.

## 5. Образовна и општествена вредност

Вклучувањето на модулот „Биодиверзитет, екосистеми и агриволтаици“ во националната програма претставува значаен чекор кон модернизација на наставата и усогласување на образовниот систем со современите еколошки и технолошки предизвици. Модулот ја зајакнува врската меѓу образованието, науката и општествената одговорност, придонесувајќи кон долгорочна заштита на природното наследство и одржлив развој на државата.

## 6. Зелени професии во областите биодиверзитет, екосистеми и агриволтаици

Воведување на темата „зелени професии“

Во рамките на модулот „Биодиверзитет, екосистеми и агриволтаици“ се воведуваат тематски целини кои се посветени на зелените професии кои ќе ги стекнат студентите идни наставници и педагози, со цел идните едукатори да се запознаат со современите и идни професионални улоги со кои ќе се стекнат, а се поврзани со заштитата на природата, управувањето со екосистемите и примената на одржливи енергетски решенија во земјоделството.

Овие тематски целини имаат за цел да ги подготват студентите не само да ги разберат овие професии, туку и да се стекнат со знаења и вештини, за соодветно да можат да ги презентираат и да ги доближат до учениците од 6 до 12 години, на инспиративен, разбирлив и мотивациски начин.

## III. Цел на модулот

*(Јасно формулирана општа цел на модулот, усогласена со програмите за високо и основно образование)*

Општа цел на модулот „**Биодиверзитет, екосистеми, агриволтаици**“

Општата цел на модулот е да овозможи систематско стекнување на знаења, вештини и ставови поврзани со биодиверзитетот, функционирањето на екосистемите и примената на одржливи иновативни решенија како што се агриволтаиците, како и да поттикне развој на зелени компетенции и да развие свест за зелените професии кај студентите во високото образование и учениците во основно образование.

Модулот „Биодиверзитет, екосистеми, агриволтаици и зелени професии“ има централна улога во развојот на зелените компетенции и во градењето на свест за зелените професии, преку систематски пристап кој обезбедува континуитет помеѓу високото образование и основното образование.



На ниво на високото образование, модулот е насочен кон оспособување на студентите, идни наставници и педагози, да се стекнат со дополнителни и разработени знаења, подобро да ги разберат еколошките процеси, одржливите технологии и зелената економија, како и нивната образовна и општествена вредност. Преку интердисциплинарни содржини и активни методи на учење, студентите ги развиваат следните клучни зелени компетенции:

- Еколошка писменост и системско размислување преку изучување содржини кои се однесуваат со заемната поврзаноста меѓу биодиверзитетот, екосистемите, земјоделството и енергетските системи;
- Критичко и одговорно размислување со кое ќе се стекнат преку анализа на реални еколошки предизвици и одржливи решенија;
- Стекнување педагошки и методички компетенции за тоа како и на кој начин стекнатото знаење преку соодветни наставни содржини да го пренесат на учениците во основното образование кои ќе соодветствуваат на нивната развојна возраст;
- Комуникациски и кооперативни вештини, вклучувајќи групна работа, проектна настава и презентација на зелени теми;
- Развивање кариерна и професионална свест преку запознавање со зелените професии и нивната улога во современото општество.

На овој начин студентите не се само носители на знаење, туку тие стануваат активни промотори на одржливи вредности и посредници меѓу науката, технологијата и образованието. Модулот особено ја нагласува улогата на студентите кои како идни едукатори ќе работат со ученици од 6 до 12 години. Затоа, наставните активности се дизајнирани така што студентите ќе можат да ги применат преку игра, раскажување, визуелизација и проектни активности за да ги објаснат заемните односи помеѓу човекот од една страна и растителните и животинските организми од друга страна. Преку една ваква подготовка, во рамките на проектот, студентите ќе стекнат поголема самодоверба и компетентност да креираат наставна средина која ќе ги мотивира учениците да размислуваат за природата, технологијата и нивната улога во општеството.

### Долгорочно образовно и општествено влијание

Модулот „Биодиверзитет, екосистеми и агриволтаици“ има значајно долгорочно образовно и општествено влијание преку развивање еколошка писменост, одговорност и свесност за одржлив развој уште од рана возраст. Преку систематско воведување теми поврзани со заштита на биодиверзитетот, рационално користење на природните ресурси и обновливи извори на енергија, се создаваат основи за формирање генерации кои поседуваат знаења, вредности и ставови насочени кон одржливо однесување.

Со ваквиот пристап модулот создава вертикална поврзаност помеѓу високото и основното образование и обезбедува долгорочно влијание врз развојот на зелени компетенции и свест за зелените професии. Тој придонесува кон создавање идни генерации, едукатори и ученици, кои се информирани, мотивирани и подготвени активно да учествуваат во процесите на зелена транзиција и одржлив развој на општеството.

На образовно ниво модулот придонесува кон развој на критичко размислување, истражувачки дух и интердисциплинарно поврзување на знаењата. Учениците не само што ги усвојуваат основните концепти за екосистеми и одржливост туку и учат како нивните секојдневни активности влијаат врз животната средина. Ова овозможува постепено градење компетенции за активно учество во решавање еколошки предизвици. На општествено ниво, долгорочниот ефект се согледува во создавање култура на одржливост, каде што грижата за природата, енергетската ефикасност и одговорното



користење на ресурсите стануваат дел од колективната свест. Едукацијата за одржлив развој претставува клучен предуслов за постигнување на глобалните цели утврдени од Обединетите нации во рамки на Целите за одржлив развој на Обединетите нации, но и за унапредување на националните политики за зелена транзиција и климатска отпорност.

Оттука, модулот не претставува само наставна содржина, туку долгорочна инвестиција во човечки капитал, кој ќе придонесува кон еколошка стабилност, економска одржливост и подобрен квалитет на живот во заедницата.

### Придонес кон развој на зелени компетенции

Модулот придонесува кон развој на зелени компетенции преку систематско поврзување на знаењата за биодиверзитет, екосистеми и одржливи технологии со реални општествени и еколошки предизвици. Кај студентите идни едукатори се развива еколошка писменост, системско и критичко размислување, одговорност кон животната средина и способност за примена на одржливи решенија во образовен контекст.

Модулот ги оспособува студентите да трансформираат сложени еколошки и технолошки концепти применувајќи наставни содржини кои ќе бидат лесно разбирливи и соодветни за детската возраст, т.е. за учениците од 6 до 12 години. Преку активни и интерактивни методи, студентите стекнуваат педагошки компетенции за интеграција на зелените теми во основното образование и за поттикнување на еколошка свест кај учениците.

Модулот ја развива свеста за зелените професии како дел од кариерното образование прикажувајќи ја поврзаноста меѓу образованието, природата и идните професионални можности. Студентите се подготвуваат да ги запознаваат учениците со професии поврзани со биодиверзитет, екосистеми и агриволтаици на разбирлив и мотивациски начин.

Овој модул ја анализира темата на зелените професии не само како информативна содржина, туку како алатка за мотивација и ориентација. Преку активности од типот „запознај се со...“, студентите и учениците:

- ја согледуваат реалната примена на знаењата за биодиверзитет, екосистеми и агриволтаици;
- разбираат дека зелените професии придонесуваат за општото добро и одржлив развој;
- развиваат позитивни ставови кон учење, истражување и иновации.

За студентите идни едукатори ова претставува модел за тоа како да се интегрира кариерното образование во наставата уште од најрана возраст, во согласност со националните образовни приоритети.

Теоретската и практичната имплементација на овој модул во основното образование ќе придонесе кон постепен и континуиран развој на зелени компетенции кај учениците, приспособени на нивната возраст и развојни карактеристики. Преку конкретни активности („запознај се со...“, игра на улоги, истражување на локалната средина), учениците:

- Ќе развиваат основна еколошка свест за да имаат позитивен однос кон природата;
- Ќе учат да ги препознаваат врските меѓу човекот и природата;
- Ќе ги развиваат своите комуникациски и социјални вештини преку соработка и раскажување.



Овие компетенции претставуваат темел за понатамошно учење и одговорно однесување во повисоките образовни нивоа.

Примената на модулот „Биодиверзитет, екосистеми и агриволтаици“ во основното образование за ученици на возраст од 6 до 12 години се темели на постепено воведување содржини за природата, екосистемите, енергијата и одржливото однесување, на начин соодветен на нивната возраст и развојни карактеристики. Во оваа развојна фаза наставните содржини се насочени кон градење основна еколошка писменост, љубопитност и позитивен однос кон животната средина.

Кај учениците од пониските одделенија (6-9 години), фокусот се става на препознавање на растенијата, животните и нивната поврзаност во природата, разбирање на значењето на водата, почвата и сончевата светлина за животот, како и развивање навики за заштеда на вода и енергија. Активностите се реализираат преку интерактивни методи како набљудување, цртање, практични експерименти, училишни градини и едноставни демонстрации на користење на сончева енергија.

Кај учениците од повисоките одделенија (9-12 години), се воведуваат подлабоки содржини поврзани со екосистеми, биодиверзитет, климатски промени и обновливи извори на енергија. Концептот на агриволтаични системи се објаснува на поедноставен начин, како пример за тоа како можеме истовремено да произведуваме храна и електрична енергија користејќи ја сончевата светлина, без да ја нарушиме природата. Учениците можат да учествуваат во проектни активности, изработка на модели, групни истражувања и дискусии за одржлив начин на живот.

Примената на модулот поттикнува развој на критичко размислување, тимска работа и одговорност, а истовремено ја зајакнува врската помеѓу теоретското знаење и практичната примена. На овој начин уште во раната возраст се создаваат основи за формирање генерации кои ќе бидат свесни за значењето на заштитата на биодиверзитетот, рационалното користење на ресурсите и одржливиот развој на заедницата.

Усогласеност со националните приоритети во високото образование

Модулот „Биодиверзитет, екосистеми и агриволтаици“ е усогласен со националните приоритети за развој на високото образование во Република Северна Македонија, кои се насочени кон унапредување на квалитетот на наставно-научниот процес, јакнење на истражувачката компонента и развој на компетенции релевантни за одржлив развој и зелена транзиција. Во согласност со стратегиските документи за реформа и модернизација на високото образование, модулот придонесува кон интердисциплинарност, иновации и примена на научни знаења во функција на општествениот и економскиот развој.

Содржините на модулот овозможуваат интеграција на теоретски концепти и практични решенија во областа на биодиверзитетот, управувањето со екосистеми и примената на агриволтаични технологии. Преку ова, студентите развиваат напредни академски и професионални компетенции, вклучувајќи системско размислување, анализа на комплексни еколошки и енергетски системи, процена на влијанија врз животната средина и дизајнирање одржливи технолошки решенија.

Модулот, исто така, ги зајакнува истражувачката и иновативната димензија на високото образование преку поттикнување научно-базирани пристапи, користење современи методологии и развој на проекти насочени кон решавање реални национални и регионални предизвици поврзани со климатските промени, енергетската транзиција и одржливото земјоделство. На овој начин се обезбедува усогласеност со националните политики за развој на зелени вештини, дигитализација и трансфер на знаење кон стопанството и заедницата.





Оттука, модулот претставува релевантна академска компонента во рамки на современите студиски програми, која ги интегрира принципите на одржлив развој во наставниот и научно-истражувачкиот процес, подготвувајќи високообразовен кадар способен да придонесе кон еколошката, енергетската и економската трансформација на општеството.

Усогласеност со националните приоритети во основното образование

Модулот „Биодиверзитет, екосистеми и агриволтаици“ е усогласен со националните приоритети за развој на основното образование во Република Северна Македонија, кои се насочени кон развивање на еколошката свест, одговорното однесување кон природата и стекнување основни знаења за одржлив развој. Во согласност со современите наставни концепции, модулот придонесува кон интегрирање теми поврзани со животната средина, климатските промени, обновливите извори на енергија и одржливото користење на природните ресурси во наставниот процес.

Содржините на модулот се приспособени на возраста и когнитивниот развој на учениците овозможувајќи им да ги разберат основните поими за биодиверзитет, екосистеми, значењето на водата, почвата и енергијата, како и потребата од нивна заштита. Преку практични активности, истражувачки задачи и проектна работа, учениците развиваат критичко размислување, соработка и одговорност кон природната средина.

Дополнително, модулот ја поддржува интердисциплинарната настава преку поврзување на природните науки, општествените науки и техничкото образование. Темите поврзани со агриволтаични системи се обработуваат на едноставен и разбирлив начин, со цел учениците да ја согледаат поврзаноста помеѓу производството на храна, користењето на сончевата енергија и заштитата на природата.

Оттука, модулот придонесува кон развој на еколошката писменост и одржливите навики кај учениците подготвувајќи ги да станат активни и одговорни граѓани кои ќе придонесуваат кон зачувување на животната средина и одржлив развој на заедницата.

#### **IV. Очекувани резултати од учењето**

По завршување на модулот, студентите ќе бидат способни:

- да опишуваат и објаснуваат основни концепти на биодиверзитетот и функциите на екосистемите;
- да анализираат влијанија на човековите активности и климатските промени врз биодиверзитетот и екосистемските услуги;
- да спроведуваат и да толкуваат примарни теренски и лабораториски истражувања за мониторинг на флората и фауната;
- да оценуваат и квантитативно да ја проценуваат состојбата на екосистемите користејќи индикатори и методологии за мониторинг;
- да дизајнираат агроеколошки практики кои ги интегрираат принципите за зачувување на биодиверзитетот;
- да дизајнираат и да проценуваат агриволтаични системи (агриволтаици) со земање предвид на еколошки, енергетски и земјоделски фактори;
- да применуваат принципи на одржливо управување со земјиштето и природните ресурси во практични проекти;



- да развиваат и да предложат планови за конзервација, реставрација и управување со локални екосистеми;
- да идентификуваат и да анализираат регулативи, политики и економски мотиви поврзани со зелени технологии и зелени професии;
- да креираат бизнис/проектни концепти и планови за применливи зелени вештини и претприемништво во агросекторот;
- да фасилитираат мултидисциплинарна соработка меѓу научници, земјоделци, инженери и креатори на политики (да се создадат услови за **координирана и ефективна соработка** меѓу различни професионални групи со цел решавање комплексни предизвици [на пример, во земјоделство, климатски промени, одржлив развој, технологија]);
- да комуницираат јасно за научни наоди и препораки кон различни публики (локални заедници, донатори, креатори на политики);
- да употребуваат софтверски алати и методи за просторно планирање, моделирање екосистеми и процена на енергетски перформанси;
- да работат етички и одговорно промовирајќи инклузивен и одржлив развој во рамки на зелените професии.

## V. Целна група/намена

**Примарна целна група:** Студенти од групата за Одделенска насока и педагогија од III и IV година од Факултетот за образовни науки при Универзитетот „Гоце Делчев“ во Штип

**Секундарна целна група:** Наставници и ученици од основните училишта на територијата на Општина Штип.

## VI. Времетраење и организација

**Вкупно времетраење:** 5 часа

**Број на сесии/наставни единици:** 2

**Времетраење по сесија:** 2,5 часа

Сесија / лекција	Содржина	Времетраење
Сесија 1	Глобален еколошки колапс или нова феноменологија на образованието за одржлив развој?	2,5
Сесија 2	Ера на енергетска криза и глобално затоплување: како да донесуваме одржливи одлуки?	2,5

## VII. Потребни материјали и ресурси (подолу во прилог)

- Пауерпоинт-презентации
- Онлајн ресурси
- Едукативни видеа (YouTube)
- Печатени материјали (учебници, прирачници)
- Наставни програми од прво до трето одделение по предметот Природни науки





## VIII. Структура на модулот по наставни лекции

### Лекција 1

**Наслов на лекција:** ГЛОБАЛЕН ЕКОЛОШКИ КОЛАПС ИЛИ НОВА ФЕНОМЕНОЛОГИЈА НА ОБРАЗОВАНИЕТО ЗА ОДРЖЛИВ РАЗВОЈ?

**Времетраење:** 2,5 часа

**Краток опис на содржината/вовед:**

#### **Биодиверзитет, екосистеми и одржливи агротехнолошки системи**

Биодиверзитетот претставува разновидност на живи организми на Земјата, вклучувајќи ја генетската разновидност, разновидноста на видови и разновидноста на екосистеми. Тој е основа за функционирањето на екосистемите и за одржување на животната средина обезбедувајќи храна, вода, чист воздух, опрашување и регулирање на климата. Глобалните иницијативи како Конвенцијата за биолошка разновидност усвоена на Самитот за Земјата во Рио де Жанеиро во 1992 година ја нагласуваат важноста на зачувувањето на биодиверзитетот како предуслов за одржлив развој.

Екосистемите претставуваат динамични заедници на живи организми и нивната нежива средина кои функционираат како единствена целина. Природните екосистеми (шуми, пасишта, водни екосистеми) и агроекосистемите се тесно поврзани бидејќи земјоделството директно зависи од природните ресурси и екосистемските услуги. Нарушувањето на екосистемската рамнотежа преку интензивно земјоделство, прекумерна употреба на пестициди и деградација на почвата доведува до намалување на биодиверзитетот и долгорочно намалување на продуктивноста.

Одржливите агротехнолошки системи претставуваат современ пристап во земјоделството кој има за цел да обезбеди висока продуктивност, но истовремено да го зачува природниот баланс. Тие вклучуваат примена на агроеколошки принципи, интегрирана заштита на растенијата, органско производство, прецизно земјоделство и рационално управување со почвените и водните ресурси. Концептот на одржлив развој, дефиниран во извештајот на Обединети нации, ја нагласува потребата од задоволување на сегашните потреби без загрозување на можностите на идните генерации.

Оваа теоретска разработка има за цел да ја прикаже меѓусебната поврзаност помеѓу биодиверзитетот, екосистемите и агротехнолошките системи, како и значењето на нивната интеграција за постигнување еколошка стабилност, економска одржливост и социјална благосостојба. Особен акцент ќе биде ставен на современите предизвици како климатските промени, деградацијата на почвата и потребата од одржливо производство на храна. Темата ги интегрира основните концепти на биодиверзитетот и екосистемите со практични решенија за одржливо земјоделство и енергетика. Се истражуваат улогата на биодиверзитетот во зачувување на екосистемските услуги, влијанието на климатските промени и важноста на рационално користење на природните ресурси. Особено внимание се посветува на агриволтаичните системи како пример за иновативен пристап кој овозможува истовремено производство на храна и чиста енергија, придонесувајќи кон декарбонизација, адаптација на агроекосистемите и развој на зелени компетенции кај идните наставници и педагози.

#### **Клучни поими и концепти (дефиниции):**

**Биодиверзитет** – Разновидност на живите организми на Земјата, вклучувајќи генска разновидност, разновидност на видови и екосистемска разновидност. Клучен за стабилноста и функционирањето на екосистемите.



**Екосистем** – Заедница од живи организми и нивната физичка околина, поврзани со текови на енергија и материјали. Вклучува интеракции помеѓу биотските (живи) и абиотските (неживи) компоненти.

**Екосистемски услуги** – Придобивки што луѓето ги добиваат од природата како храна, вода, чист воздух, опрашување на растенијата, регулирање на климата и рекреација.

**Одржлив развој** – Развој кој ги задоволува потребите на сегашната генерација без да го загрози капацитетот на идните генерации да ги задоволат своите потреби.

**Одржливо земјоделство** – Практики на земјоделско производство кои обезбедуваат храна со минимално влијание врз животната средина и зачувување на природните ресурси.

**Агриволтаични системи** – Интегрирани системи кои овозможуваат истовремено производство на храна и електрична енергија од соларни панели, со минимално нарушување на екосистемите.

**Климатска адаптација** – Приспобување на екосистемите, земјоделските практики и општествените системи на ефектите од климатските промени за намалување на ризиците и загубите.

**Еколошка писменост** – Способност за разбирање на еколошките процеси, влијанието на човекот врз природата и примена на одржливи практики во секојдневниот живот.

**Зелени компетенции** – Вештини, знаења и ставови потребни за примена на одржливи практики и активно учество во решавање на еколошки и енергетски предизвици.

**Интегрирана наставна методика** – Наставен пристап кој поврзува различни предмети и дисциплини за постигнување комплексно разбирање и развој на практични компетенции кај учениците.

### **Методи на учење и подучување:**

За темата „Биодиверзитет, екосистеми и одржливи агротехнолошки системи“ се користат интерактивни предавања, дискусии и истражувачки проекти за разбирање на основните концепти и поврзаноста меѓу екосистемите и човечките активности. Студентите учествуваат во практични активности и теренски истражувања, набљудуваат локални екосистеми и разгледуваат примери на одржливо земјоделство. Работилници, демонстрации и употреба на дигитални алатки и симулации овозможуваат визуелизација на процесите и поттикнување на критичко размислување. Рефлексивните активности и групните дискусии ги поттикнуваат студентите да развиваат еколошка свест и практични компетенции за примена во наставата.

### **Содржина (теоретски дел):**

За темата „Биодиверзитет, екосистеми и одржливи агротехнолошки системи“ се користат интерактивни предавања, дискусии и истражувачки проекти за разбирање на основните концепти и поврзаноста меѓу екосистемите и човечките активности. Студентите учествуваат во практични активности и теренски истражувања, набљудуваат локални екосистеми и разгледуваат примери на одржливо земјоделство. Работилници, демонстрации и употреба на дигитални алатки и симулации овозможуваат визуелизација на процесите и поттикнување на критичко размислување. Рефлексивните активности и групните дискусии ги поттикнуваат студентите да развиваат еколошка свест и практични компетенции за примена во наставата.



## **Предлог-активности за студентите:**

Студентите ќе учествуваат во анализа на локални и глобални примери на екосистеми и биодиверзитет, со цел да ја разберат нивната структура, функциите и значењето за одржлив развој. Тие ќе креираат и реализираат проектни и истражувачки активности, како што се мапирање екосистеми, идентификување видови и предлози за одржливи агротехнолошки практики. Практичните активности и теренските истражувања ќе овозможат набљудување и анализа на реални примери од природата и земјоделството. Студентите ќе работат во групи на студии на случај, ќе презентираат резултати и ќе учествуваат во дискусии за предизвиците и решенијата за зачувување на биодиверзитетот и имплементација на одржливи практики. Дополнително, ќе користат дигитални алатки и симулации за визуелизација на процесите и развивање на критичко размислување и еколошка свест.

## **Начин на проверка на учење (доколку е применливо):**

Проверка на учењето ќе се врши преку неколку методи, кои ќе ги оценуваат теоретските знаења, практичните вештини и рефлексивните способности на студентите. Студентите ќе можат да подготват писмени и усни извештаи, рефлексивни дневници или групни презентации за реализираните проекти и теренски истражувања. Оценувањето, исто така, вклучува анализа на реализирани активности и примена на стекнатите знаења во наставни сценарија, како и активност во дискусии и критичко размислување за одржливи агротехнолошки системи и зачувување на биодиверзитетот.

## **Лекција 2**

**Наслов на лекција:** ЕРА НА ЕНЕРГЕТСКА КРИЗА И ГЛОБАЛНО ЗАТОПЛУВАЊЕ: КАКО ДА ДОНЕСУВАМЕ ОДРЖЛИВИ ОДЛУКИ?

**Времетраење:** 2,5

### **Краток опис на содржината/вовед:**

Агриволтаиците претставуваат иновативен пристап кој овозможува истовремено користење на земјиштето за земјоделско производство и производство на електрична енергија од сончева енергија. Овој модел се заснова на интеграција на фотоволтаични системи поставени над или меѓу земјоделските култури, со цел оптимално искористување на просторните и природните ресурси. Концептот првпат бил научно разработен од германскиот истражувач Adolf Goetzberger во 1981 година, кој ја истакнал можноста за двојна употреба на земјиштето како решение за зголемените енергетски и прехранбени потреби.

Во услови на климатски промени, порастот на побарувачката за храна и потребата од декарбонизација на енергетскиот сектор, агриволтаичните системи претставуваат стратегиско решение кое придонесува кон исполнување на целите на Европска унија за климатска неутралност и одржлив развој. Преку синергија не ефектот од засенчувањето од соларните панели доаѓа до намалување на испарувањето на водата од почвата и со тоа се намалува евапотранспирацијата, се задржува влагата во почвата и ги заштитува растенијата од екстремни температури, додека истовремено се произведува чиста енергија.

Теоретската рамка на агриволтаиците се темели на принципите на одржливо управување со ресурсите, циркуларна економија која има за цел да го минимизира отпадот и максимално да ги искористи ресурсите преку повторна употреба, рециклирање и обно-



вување на материјалите и производите и интегрирани агроеколошки системи. Наместо да има конкуренција помеѓу земјоделското и енергетското земјиште, се создава модел на комплементарност и зголемена ефикасност на земјоделската површина.

Овој модул ќе ги разработи основните концепти, типови агриволтаични системи (статични, подвижни, вертикални), нивните еколошки и економски придобивки, како и потенцијалните предизвици во имплементацијата. Особен акцент ќе биде ставен на улогата на агриволтаиците како инструмент за одржливо земјоделство, енергетска транзиција и зголемување на отпорноста на агроекосистемите во услови на глобални климатски промени.

Обновливите извори на енергија претставуваат основа за одржлива и еколошки прифатлива енергетска трансформација, а нивната интеграција со земјоделството овозможува иновативни модели на одржлив развој. Комбинирањето соларна, ветерна или биомасна енергија со земјоделските активности создава синергија помеѓу производство на храна и чиста енергија, со намалување на јаглеродниот отпечаток и подобрување на енергетската ефикасност. Овој пристап поддржува одржливо земјоделство, зачувување на природните ресурси и создавање економски и еколошки придобивки за заедницата.

## **Клучни поими и концепти (дефиниции):**

### **Агриволтаици**

Агриволтаиците претставуваат интегриран систем кој овозможува истовремено користење на земјиштето за земјоделско производство и производство на електрична енергија преку фотоволтаични панели. Овој концепт се заснова на принципот на двојна намена на земјишните ресурси, со што се зголемува нивната ефикасност и економска исплатливост. Агриволтаичните системи можат да бидат фиксни, подвижни или приспособливи во однос на агротехничките потреби на културите.

### **Обновливи извори на енергија**

Обновливите извори на енергија се природни извори кои континуирано се обновуваат, како што се сончевата, ветерната, хидроенергијата и биомасата. Тие претставуваат клучен фактор во процесот на декарбонизација и намалување на емисиите на стакленички гасови.

### **Одржливо земјоделство**

Одржливото земјоделство подразбира систем на производство кој обезбедува долгорочна продуктивност, без деградација на природните ресурси. Тоа вклучува рационално користење на почвата, водата и енергијата, како и зачувување на биодиверзитетот и екосистемските услуги.

### **Циркуларна економија**

Циркуларната економија претставува економски модел кој се заснова на минимизирање на отпадот и повторно вклучување на ресурсите во производниот циклус. Наместо линеарниот модел „екстракција – производство – потрошувачка – отпад“, циркуларниот пристап промовира повторна употреба, рециклирање и обновување на материјалите. Овој концепт е активно поддржан во стратегиите за одржлив развој на Европска Унија.

### **Агроекосистем**

Агроекосистемот претставува екосистем модифициран и управуван од човекот со цел производство на храна. Тој вклучува интеракција меѓу биотичките фактори (растенија, животни, микроорганизми) и абиотичките фактори (почва, вода, клима).



## Енергетска транзиција

Енергетската транзиција е процес на постепен премин од фосилни горива кон нискоја-глеродни и обновливи извори на енергија. Овој процес е суштински за постигнување климатска неутралност и одржлив економски развој.

## Ресурсна ефикасност

Ресурсната ефикасност подразбира оптимално користење на природните ресурси со цел максимална продуктивност и минимално влијание врз животната средина. Во агри-волтаичните системи тоа се постигнува преку комбинирање производство на храна и енергија на иста површина.

## Методи на учење и подучување:

Предвидени се активности што овозможуваат активно учење: студентите ќе истражуваат примери на агриволтаички системи и ќе анализираат како интеграцијата на обновливи извори влијае на продуктивноста на културите и ресурсната ефикасност. Тие ќе креираат студии на случај или кратки проекти за примена на обновливи извори на енергија во локален контекст разгледувајќи економски, еколошки и технолошки аспекти. Практичните активности вклучуваат дискусии, теренски набљудувања или симулации со дигитални алатки за визуелизација на синергијата помеѓу енергијата и земјоделството. Студентите ќе презентираат свои решенија и анализи, ќе учествуваат во групни дискусии и ќе рефлектираат за можностите и предизвиците на одржливата интеграција на обновливите извори и агротехнолошките практики. Методи на предавање вклучуваат интерактивни предавања, визуелни симулации, анализа на студии на случај, проект-ни активности и дискусии за интердисциплинарно учење.

## Содржина (теоретски дел):

Современите глобални предизвици – климатските промени, зголемената побарувачка за храна, деградацијата на почвата и потребата од енергетска транзиција – наметнуваат потреба од интегрирани и иновативни решенија кои ќе обезбедат одржлив развој. Во тој контекст, агриволтаиците се појавуваат како современ концепт што овозможува симбиоза помеѓу земјоделството и производството на обновлива енергија. Овој модел претставува практична примена на принципите на одржливо управување со ресурсите и циркуларна економија.

Концептот на агриволтаици (agrivoltaics или agrophotovoltaics) се однесува на истовремено користење на земјиштето за земјоделско производство и производство на електрична енергија преку фотоволтаични панели. Идејата првпат била научно формулирана од германскиот научник Adolf Goetzberger во 1981 година, кој укажал дека поставувањето соларни панели над земјоделски култури може да овозможи двојна искористеност на земјиштето без значително намалување на приносите. Денес овој концепт добива сè поголемо значење во рамки на стратегиите за декарбонизација и зелена транзиција.

Теоретската основа на агриволтаиците се темели на интеграцијата на два клучни системи: агроекосистемот и енергетскиот систем. Агроекосистемот претставува екосистем управуван од човекот, во кој се одвиваат сложени интеракции меѓу растенијата, почвата, водата, микроорганизмите и климатските фактори. Од друга страна, енергетскиот систем во агриволтаиците се заснова на фотоволтаична технологија, која ја претвора сончевата радијација во електрична енергија. Со нивно комбинирање се создава систем во кој земјоделството и енергетиката не се во конкуренција за земјиште, туку функционираат комплементарно.



Еден од најзначајните теоретски аспекти на агриволтаиците е нивното влијание врз микроклимата. Соларните панели создаваат делумно засенчување кое може да ја намали температурата на почвата и интензитетот на директната сончева радијација. Во услови на екстремни топлотни бранови и суши, ваквото засенчување може да доведе до намалена евапотранспирација, подобро задржување на влагата во почвата и зголемена отпорност на културите. Одредени земјоделски култури, особено оние чувствителни на високи температури, можат да имаат стабилни или дури и подобрени приноси во агриволтаични услови.

Од еколошки аспект, агриволтаиците придонесуваат кон намалување на емисиите на стакленички гасови преку производство на чиста електрична енергија. Тие се усогласени со политиките за климатска неутралност што ги промовира Европска Унија, каде што земјоделството и енергетиката се препознаени како клучни сектори за намалување на јаглеродниот отпечаток. Дополнително, ваквите системи можат да придонесат за зачувување на биодиверзитетот доколку се планираат соодветно и се избегнува прекумерна техничка интервенција во екосистемот.

Економската димензија на агриволтаиците е исто така значајна. Фармерите добиваат можност за диверзификација на приходите преку продажба на електрична енергија, што ја намалува нивната зависност од нестабилните пазари на земјоделски производи. Иако иницијалните инвестиции се релативно високи, долгорочната исплатливост може да биде значителна, особено во региони со висока сончева радијација. Дополнително, интеграцијата на локално производство на енергија придонесува за енергетска независност и рурален развој.

Сепак, имплементацијата на агриволтаични системи се соочува со одредени предизвици. Тие вклучуваат потреба од соодветна регулаторна рамка, усогласување со просторните планови, техничка експертиза и избор на соодветни култури кои можат да се адаптираат на засенчени услови. Понатаму, неопходни се дополнителни истражувања за долгорочните ефекти врз почвените својства и биолошката разновидност.

Во контекст на циркуларната економија, агриволтаиците претставуваат пример за оптимално искористување на ресурсите и минимизирање на отпадот. Наместо конкуренција меѓу производството на храна и енергија, се создава синергетски модел кој ја зголемува продуктивноста по единица површина. Овој пристап е во согласност со принципите на одржлив развој – задоволување на сегашните потреби без загрозување на идните генерации.

Заклучно, агриволтаиците претставуваат иновативен и перспективен модел кој ги поврзува земјоделството и обновливата енергија во единствен, интегриран систем. Нивната примена има потенцијал да придонесе кон енергетска транзиција, климатска стабилност и одржливо производство на храна. Со соодветна научна поддршка, институционална рамка и технолошки развој, агриволтаиците можат да станат важен столб на одржливото земјоделство во иднина.

### **Предлог-активности за студентите:**

Студентите ќе работат во групи на студии на случај, ќе презентираат резултати и ќе учествуваат во дискусии за предизвиците и решенијата за зачувување на биодиверзитетот и имплементација на одржливи практики. Дополнително, ќе користат дигитални алатки и симулации за визуелизација на процесите и развивање критичко размислување и еколошка свест.



## Начин на проверка на учење (доколку е применливо):

Проверка на учењето ќе се врши преку неколку методи, кои ќе ги оценуваат теоретските знаења, практичните вештини и рефлексивните способности на студентите. Студентите ќе можат да подготват писмени и усни извештаи, да развиваат акциски план за искористување на обновливите извори на енергија опишувајќи конкретни чекори и очекувани резултати, рефлексивни дневници или групни презентации за реализираните проекти и теренски истражувања. Оценувањето, исто така, вклучува анализа на реализирани активности и примена на стекнатите знаења во наставни сценарија, како и активност во дискусии и критичко размислување за одржливи агротехнолошки системи и зачувување на биодиверзитетот.

## IX. Поврзување со основно образование (пренос на знаење)

*(Краток опис како содржините од модулот се приспособуваат за ученици од 6 до 12 години и како се користат при изработка на сценарија за час)*

Современото образование има клучна улога во развивањето на еколошката свест кај децата. Стекнувањето знаења за биодиверзитетот и за одржливите енергетски решенија како агриволтаиците уште од најмала возраст придонесува за создавање одговорни и еколошки свесни генерации.

Раното воведување поими како биодиверзитет и агриволтаици овозможува децата постепено да развијат разбирање за природните процеси и значењето на обновливите извори на енергија, и истовремено се создава темел развој на одговорни, свесни и еколошки ориентирани генерации. Кога децата од најмала возраст учат за биодиверзитетот и современите одржливи решенија како агриволтаиците, тие не само што стекнуваат знаење туку развиваат вредности, ставови и навики што ќе придонесат за поздрава и поодржлива иднина.

Преку соодветни педагошко-дидактичко дизајнирани методи, приспособени на возраст на децата/ учениците овие теми можат успешно да се интегрираат во наставниот процес и да придонесат за градење одржливо општество.

Содржините од модулот се приспособуваат за ученици од 6 до 12 години со цел комплексните концепти од обновливи извори на енергија, агриволтаици, биодиверзитет и одржливост да станат разбирливи и привлечно презентирани. На учениците им се нудат едноставни, конкретни и визуелно поддржани објаснувања, примери од секојдневниот живот и интерактивни активности кои ја стимулираат нивната љубопитност и истражувачки дух. Во оваа возраст се користат методи како демонстрации, мини-експерименти, игри, модели и визуелни симулации кои ја илустрираат синергијата помеѓу енергијата и земјоделството, како и принципите на одржливост, без да се изгуби практичната и научната вредност на содржината.

Со новиот концепт за основното образование (Концепција за основно образование 2021) се уважува на потребата за промени кои се базираат на новите сознанија за развој на квалитетно образование, на светските и европските трендови за образование базирано на компетенции, на дигитализацијата на образованието, како и на сите наши досегашни искуства и стремежи да се унапреди квалитетот на наставата и учењето во нашите училишта кои треба да станат место за учење и развој на мотивирани ученици подготвени да се стекнат со очекуваните компетенции. Новиот концепт за основно образование нуди промени во повеќе сфери кои се однесуваат на **интегрирање на наставата и наставните предмети**, на избор на предмети од интерес на ученикот, на учење преку истражување и проекти, намалување на оптовареноста на наставните материјали со фактографски податоци, на приспособување на наставата кон потребите на сите ученици, на користење разновидни наставни материјали, на активно учество на учениците во животот на училиштето.



Запознавањето и изучувањето на животната средина е интегрирано во поголем дел од содржините што се изучуваат во рамките на повеќе предмети наведени во наставната програма (задолжителни и изборни), а особено акцентот е ставен во содржините што се изучуваат во рамките на предметот Природни науки.

Предметот Природни науки во наставната програма за основно образование, во нашиот образовен систем во првиот развоен период (прво-трето одделение), е задолжителен предмет со фонд на часови 2 часа неделно, 72 часа годишно. Во рамките на предметот учениците имаат можност да се воведат во содржините од живи суштества, нивно идентификување и класифицирање согласно нивната припадност, видови живеалишта, синџир на исхрана во живеалиштата, грижа за околината (пошумување, штедење вода, рециклирање, реупотреба, отпад), обновливи извори на енергија, електрична енергија (електрани, хидроцентрали, термоцентрали, ветерница, соларни панели, соларна централа).

**Табела 1: Теми/подрачја во наставната програма по Природни науки  
(Концепција за деветгодишно образование)**

Одделение	I (ПРВО)	II (ВТОРО)	III (ТРЕТО)
Тема	Човекот и човечкото тело Живи суштества Материјали Сили и движење Звук	Живите суштества и нивните живеалишта Растенија што цветаат Потекло, својства и примена на материјалите Земјата, Сонцето и Месечината Енергија	Скелет, мускули и внатрешни органи Унапредување на здравјето Сили и движења Промени на материјалите Вселена и небесни тела

Во рамките на модулот се разработени примери на наставни часови / сценарио за час од различни содржини од предметот Природни науки од првиот развоен период, преку кои може да се интегрираат содржини што произлегуваат од темите: биодиверзитет, екосистеми и агриволтаици. Анализирани се содржини преку кои учениците: стекнуваат знаења за живите суштества, нивните карактеристики, за важноста на храната и водата за опстанок на живите суштества (растенијата, животните и човекот), идентификуваат и објаснуваат на разлики меѓу живите суштества и неживите нешта (камен, лажица, стакло, вода, пенкало, вештачко цвеќе), опишуваат позитивни и негативни влијанија на човекот врз околината, наведуваат примери за материјали кои може да се рециклираат и реупотребуваат, препознаваат начини на грижа за непосредната околина и живеалиштата, видовите енергија (обновливи/необновливи извори на енергија), начините на нејзино добивање, како и развој на енергетска свест преку објаснување на значењето на електричната енергија во секојдневието и наведување на мерките за заштита и штедење.

Во секое сценарио за час се наведени и соодветните содржини и поими што треба да се усвојат од страна на учениците и стандарди за оценување наведени во самата наставна програма и кои треба да се постигнат преку активностите на часот.



## X. Сценарија за час (основно образование)

Број на сценарија: 5-10

Целна возраст: 6-12 години

*(Сценаријата се кокреирани со студенти и вклучуваат: цел, активности, времетраење, потребни материјали и очекувани резултати. Може да бидат приложени како посебен документ)*

Во прилог документи – пример Сценарио на час:

M2 – сценарио за час

## XI. Улога на студентите

*(Краток опис на активната улога на студентите како ко-креатори, фасилитатори и реализатори на практичната работа во училиштата.)*

Студентите имаат активна и клучна улога како кокреатори, фасилитатори и реализатори на практичната работа во училиштата во рамки на модулот „**Биодиверзитет, екосистеми и агриволтаици**“. Тие учествуваат во заедничко дизајнирање едукативни активности поврзани со заштита на биодиверзитетот, функционирање на екосистемите и примена на агриволтаични системи (комбинација на земјоделство и соларна енергија). Како фасилитатори, студентите го поттикнуваат истражувачкиот дух кај учениците преку интерактивни работилници, теренски активности и експериментални задачи. Како реализатори, тие спроведуваат практични демонстрации, мини-проекти и анализа на локални примери, овозможувајќи поврзување на теоријата со реални предизвици во одржливото управување со природните ресурси. Со ова, студентите придонесуваат за развој на еколошка свест, интердисциплинарно размислување и примена на иновативни решенија во образовниот процес.

Студентите ги користат овие приспособени содржини за креирање сценарија за час, при што внимателно планираат активности според возраста, предзнаењата и интересите на учениците. При изработка на сценаријата се комбинираат интерактивни предавања, практични активности, групни дискусии и проектни задачи кои поттикнуваат критичко размислување, решавање проблеми и развивање еколошка свест. Сценаријата се дизајнираат така што учениците активно учествуваат во процесот на учење – преку набљудување, експериментирање, споредување резултати и дискутирање за последиците од користење обновливи извори на енергија и одржливи земјоделски практики. На овој начин студентите се оспособуваат да пренесат комплексни научни концепти на разбирлив и интересен начин, поттикнувајќи активно, истражувачко и интердисциплинарно учење кај учениците од основното образование.

## XII. Евалуација и рефлексивна

*(Методи за евалуација на модулот, рефлексивна и повратна информација)*

Евалуацијата на модулот се врши преку писмени и усни извештаи, рефлексивни дневници и групни презентации. Студентите учествуваат во дискусии и самоевалуација за да ги идентификуваат предизвиците и можностите за подобрување на наставните пристапи и практичната работа.



## Рефлексija

Студентите реализираат рефлексija по извршените активности и практична работа во која ги анализираат своите наставни пристапи, применетите методи, постигнатите резултати и предизвиците со кои се соочиле. Рефлексijата може да се изрази преку писмен извештај, групна дискусија или водење рефлексивен дневник, со цел идентификување можности за понатамошно усовршување и развој на компетенциите за реализација на наставата.

## Повратна информација

Студентите добиваат повратна информација од наставникот и од своите колеги за реализираните активности, проекти и презентации. Повратната информација се фокусира на силните страни, предизвиците и можностите за подобрување на наставните пристапи, применетите методи и развиените компетенции, со цел континуирано унапредување на наставниот процес и практичната работа.

## XIII. Референции и извори

### 1. Онлајн ресурси – линкови до овие ресурси

- Azeredo, F. M. de A., Panizio, R. M., Luiz Junior, S. F., & Hüther, C. M. (2026). *Agrivoltaic systems: A bibliometric and topic modeling analysis* [Preprint]. Preprints.org. <https://doi.org/10.20944/preprints202601.1261.v1> (Preprints)
- Directorate-General for Environment (European Commission). (2020). *EU biodiversity strategy for 2030*. Publications Office of the European Union. <https://op.europa.eu/en/publication-detail/-/publication/c872a66c-9a96-11ea-9d2d-01aa75ed71a1> (Joint Research Centre)
- European Environment Agency. (2011). *EU 2020 Biodiversity Strategy*. European Commission. <http://eur-lex.europa.eu/legal-content/EN/TXT/?uri=CELEX:52011DC0244> (Joint Research Centre)
- Jain, S. (2023). *Agrivoltaics: The synergy between solar panels and agricultural production*. Darpan International Research Analysis. <https://doi.org/10.36676/dira.v12.i3.61> (dira.shodhsagar.com)
- Soto-Gómez, D. (2024). Integration of crops, livestock, and solar panels: A review of agrivoltaic systems. *Agronomy*, 14(8), 1824. <https://doi.org/10.3390/agronomy14081824> (MDPI)
- Vaverková, M. D., Kousal, M., Kosakiewicz, M., Krysińska, K., & Winkler, J. (2025). *Agrivoltaics for sustainable land use: A critical review of synergistic and antagonistic effects*. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 226, 116482. <https://doi.org/10.1016/j.rser.2025.116482> (ScienceDirect)
- (Author Unknown) (2026). *Agrivoltaics as a systems innovation: Multi-dimensional benefits from global studies across climate, agriculture, energy, and ecosystems*. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 230, 116721. <https://doi.org/10.1016/j.rser.2026.116721> (ScienceDirect)
- (Author Unknown) (2022). *A review of research on agrivoltaic systems*. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 161, 112351. <https://doi.org/10.1016/j.rser.2022.112351> (ScienceDirect)
- Directorate-General for Environment (European Commission). (2020). *EU biodiversity*



*strategy for 2030*. Publications Office of the European Union. <https://op.europa.eu/en/publication-detail/-/publication/c872a66c-9a96-11ea-9d2d-01aa75ed71a1> (PDF) (Publications Office of the EU)

- European Environment Agency. (2011). *EU 2020 Biodiversity Strategy* (Policy Document COM(2011) 244). European Commission. <http://eur-lex.europa.eu/legal-content/EN/TXT/?uri=CELEX:52011DC0244> (European Environment Agency)
- European Environment Agency. (2021). *EU Biodiversity Strategy for 2030*. European Commission. <https://www.eea.europa.eu/policy-documents/eu-biodiversity-strategy-for-2030-1> (Joint Research Centre)
- Mehta, K., Jain, R., & Zörner, W. (2025). *Agrivoltaics around the world: Potential, technology, crops and policies to address the energy–agriculture nexus for sustainable and climate-resilient land use*. *Energies*, 18(24), 6417. <https://doi.org/10.3390/en18246417> (MDPI)
- Njema, G. G., Rono, N., Mosonik, B. C., & Kibet, J. K. (2025). *A review on advances towards achieving net-zero carbon footprint through sustainable agrivoltaic technology*. *Bulletin of the National Research Centre*, 49, 38. <https://bnrc.springeropen.com/articles/10.1186/s42269-025-01331-5> (Springer)
- United Nations. (2015). *Transforming our world: the 2030 Agenda for Sustainable Development* (Resolution A/RES/70/1). United Nations. <https://sdgs.un.org/goals> (Sustainable Development Goals)
- United Nations. (2015). *Sustainable Development Goals (SDGs)*. United Nations. <https://www.un.org/sustainabledevelopment/> (United Nations)
- Sustainable Development Goal 7 – Affordable and clean energy. (n.d.). In *Wikipedia*. [https://en.wikipedia.org/wiki/Sustainable\\_Development\\_Goal\\_7](https://en.wikipedia.org/wiki/Sustainable_Development_Goal_7) (Wikipedia)
- Sustainable Development Goal 15 – Life on land. (n.d.). In *Wikipedia*. [https://en.wikipedia.org/wiki/Sustainable\\_Development\\_Goal\\_15](https://en.wikipedia.org/wiki/Sustainable_Development_Goal_15) (Wikipedia)
- *EU biodiversity strategy for 2030* – официјален документ на ЕУ со цели и активности за заштита на природата и зајакнување на екосистемите. (European Environment Agency)
- *EU 2020 Biodiversity Strategy* – претходна стратегија која поставува рамка за борба против губење на биодиверзитетот и за одржливо користење на природните ресурси. (European Environment Agency)
- Национални документи од Министерството за животна средина – податоци за состојбите и активности на национално ниво. ([moep.gov.mk](http://moep.gov.mk))
- *2030 Agenda* – глобален документ кој ги поврзува економските, социјалните и еколошките аспекти на одржлив развој (вкл. животна средина, енергија и земјоделство). (Sustainable Development Goals)

## 2. Едукативни видеа (YouTube)

[Презентации за деца на час за Биодиверзитет, екосистеми и агриволтаици](#)

- [What Is Biodiversity? | Ecology & Environment | Biology | FuseSchool](#)  
[What Is Biodiversity? | Ecology & Environment | Biology | FuseSchool - YouTube](#)
- [What is Biodiversity?](#)  
[What is Biodiversity?](#)



- Biodiversity | Science for Kids  
[Biodiversity | Science for Kids](#)
  - ECOSYSTEM - The Dr. Binocs Show | Best Learning Videos For Kids | Peekaboo Kidz  
[ECOSYSTEM - The Dr. Binocs Show | Best Learning Videos For Kids | Peekaboo Kidz](#)
  - What are ecosystems? Types of Ecosystems for Kids  
[What are ecosystems? Types of Ecosystems for Kids - YouTube](#)
  - Energy Flow in Ecosystems –  
[Energy Flow in Ecosystems –](#)
  - How to Take Care of the Environment - 10 Ways to Take Care of the Environment  
[How to Take Care of the Environment - 10 Ways to Take Care of the Environment](#)
  - What Is Biodiversity? - Definition, Types And Importance - Biological diversity - Learning Junction  
[What Is Biodiversity? - Definition, Types And Importance - Biological diversity - Learning Junction - YouTube](#)
3. **Печатени материјали (учебници, прирачници) - исто како претходниот коментар (официјални прирачници книги итн. - од вас, нас и други засегнати страни)**
- Altieri, M. A. (2018). *Agroecology: The science of sustainable agriculture* (2nd ed.). Boca Raton, FL: CRC Press.
  - Altieri, M. A., & Nicholls, C. I. (2020). Agroecology and the reconstruction of a post-COVID-19 agriculture. *Journal of Peasant Studies*, 47(5), 881–898.
  - Borrelli, P., Robinson, D. A., Fleischer, L. R., Lugato, E., Ballabio, C., Alewell, C., ... Panagos, P. (2017). An assessment of the global impact of soil erosion on crop production. *Nature Communications*, 8, 2013.
  - Buresh, R. J., & Tian, G. (1998). Soil improvement by trees in sub-Saharan Africa. *Agroforestry Systems*, 38(1–3), 51–76.
  - FAO. (2015). *Agroforestry*. Rome: Food and Agriculture Organization of the United Nations.
  - FAO. (2020). *Global forest resources assessment 2020*. Rome: Food and Agriculture Organization of the United Nations.
  - FAO. (2021). *The state of the world's forests 2021*. Rome: Food and Agriculture Organization of the United Nations.
  - FAO. (2022). *The state of food and agriculture 2022*. Rome: Food and Agriculture Organization of the United Nations.
  - Foley, J. A., Ramankutty, N., Brauman, K. A., Cassidy, E. S., Gerber, J. S., Johnston, M., ... Zaks, D. (2011). Solutions for a cultivated planet. *Nature*, 478(7369), 337–342.
  - Garrity, D. P. (2004). Agroforestry and the achievement of the Millennium Development Goals. *Agroforestry Systems*, 61, 5–17.
  - Gliessman, S. R. (2015). *Agroecology: The ecology of sustainable food systems* (3rd ed.). Boca Raton, FL: CRC Press.





- Gliessman, S. R. (2018). *Agroecology and sustainable food systems*. Boca Raton, FL: CRC Press.
- IPBES. (2019). *Global assessment report on biodiversity and ecosystem services*. Bonn: IPBES Secretariat.
- IPCC. (2021). *Climate change 2021: The physical science basis*. Cambridge: Cambridge University Press.
- IPCC. (2022). *Climate change 2022: Impacts, adaptation and vulnerability*. Cambridge: Cambridge University Press.
- Јанкуловска, З., Алексовски, А., (2024). *Одржлив развој*, Министерство за образование и наука на Република Северна Македонија
- Jose, S. (2009). Agroforestry for ecosystem services and environmental benefits. *Agroforestry Systems*, 76(1), 1–10.
- Jose, S., & Dollinger, J. (2019). Silvopasture: A sustainable livestock production system. *Agroforestry Systems*, 93, 1–9.
- Kumar, B. M., & Nair, P. K. R. (2021). *Agroforestry: The future of global land use*. Cham: Springer.
- Lal, R. (2010). Managing soils for a warming earth. *Journal of Soil and Water Conservation*, 65(6), 167–173.
- Lal, R. (2020). Soil organic matter and water retention. *Agronomy Journal*, 112(5), 3265–3277.
- Leakey, R. R. B. (2017). *Multifunctional agriculture: Achieving sustainable development in Africa*. London: Academic Press.
- Millennium Ecosystem Assessment. (2005). *Ecosystems and human well-being*. Washington, DC: Island Press.
- Montagnini, F., & Nair, P. K. R. (2004). Carbon sequestration: An underexploited environmental benefit of agroforestry systems. *Agroforestry Systems*, 61, 281–295.
- Nair, P. K. R. (1993). *An introduction to agroforestry*. Dordrecht: Kluwer Academic Publishers.
- Nair, P. K. R., Kumar, B. M., & Nair, V. D. (2009). Agroforestry as a strategy for carbon sequestration. *Journal of Plant Nutrition and Soil Science*, 172(1), 10–23.
- Nair, P. K. R., Kumar, B. M., & Nair, V. D. (2021). *An introduction to agroforestry: Four decades of scientific developments*. Cham: Springer.
- Ong, C. K., Black, C. R., & Wilson, J. (2015). *Tree–crop interactions: Agroforestry in a changing climate*. Wallingford: CABI.
- Palm, C. A., Gachengo, C. N., Delve, R. J., Cadisch, G., & Giller, K. E. (2001). Organic inputs for soil fertility management in tropical agroecosystems. *Agriculture, Ecosystems & Environment*, 83(1–2), 27–42.
- Perfecto, I., Vandermeer, J., & Wright, A. (2019). *Nature’s matrix: Linking agriculture, biodiversity conservation and food sovereignty*. London: Routledge.
- Pretty, J. (2008). Agricultural sustainability: Concepts, principles and evidence. *Philosophical Transactions of the Royal Society B*, 363(1491), 447–465.



- Schroth, G., & Sinclair, F. L. (2003). *Trees, crops and soil fertility: Concepts and research methods*. Wallingford: CABI.
  - Tilman, D., Balzer, C., Hill, J., & Befort, B. (2011). Global food demand and the sustainable intensification of agriculture. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 108(50), 20260–20264.
  - United Nations. (2015). *Transforming our world: The 2030 agenda for sustainable development*. New York: United Nations.
  - Vanlauwe, B., Bationo, A., Chianu, J., Giller, K. E., Merckx, R., Mkwunye, U., & Sanginga, N. (2010). Integrated soil fertility management. *Outlook on Agriculture*, 39(1), 17–24.
  - Wezel, A., Goette, J., Lagneaux, E., Passuello, G., Reisman, E., Rodier, C., & Turpin, G. (2020). Agroecological principles and elements and their implications for transitioning to sustainable food systems. *Agronomy for Sustainable Development*, 40(6).
  - World Agroforestry (ICRAF). (2018). *Agroforestry for sustainable development*. Nairobi: World Agroforestry Centre.
  - Zomer, R. J., Trabucco, A., Coe, R., & Place, F. (2014). Trees on farms: An update and reanalysis of agroforestry's global extent. *PLOS ONE*, 9(5).
  - Intergovernmental Science-Policy Platform on Biodiversity and Ecosystem Services (IPBES). (2019). *Global assessment report on biodiversity and ecosystem services*. Bonn, Germany: IPBES Secretariat.
  - Intergovernmental Panel on Climate Change (IPCC). (2022). *Climate change 2022: Impacts, adaptation and vulnerability*. Cambridge: Cambridge University Press.
  - Intergovernmental Panel on Climate Change (IPCC). (2021). *Climate change 2021: The physical science basis*. Cambridge: Cambridge University Press.
4. **Наставни програми од прво – трето одделение по предметот Природни науки**  
[https://bro.gov.mk/podkategorii/?idcat=50&customposttype=documents\\_category](https://bro.gov.mk/podkategorii/?idcat=50&customposttype=documents_category)  
Портал за електронски учебници, Министерството за образование и наука  
<https://www.e-ucebnici.mon.gov.mk/>

(Научна литература, стратегии и политики во РСМ, ЕУ документи, SDGs, прирачници на Еко Логик и сл.)



## Лекција 1: ГЛОБАЛЕН ЕКОЛОШКИ КОЛАПС ИЛИ НОВА ФЕНОМЕНОЛОГИЈА НА ОБРАЗОВАНИЕТО ЗА ОДРЖЛИВ РАЗВОЈ?

„Замислете свет во кој имаме доволно технологија за да произведуваме огромни количини храна и енергија, а сепак природните системи што го поддржуваат животот постепено се распаѓаат. Шумите исчезнуваат, растителни и животински видови изумираат, а екосистемите ја губат својата рамнотежа. Прашањето не е само како да произведеме повеќе, туку како да го направиме тоа без да ја загориме природата од која зависиме.“

„Дали решавањето на енергетската криза може истовремено да создаде нова криза за природата и биодиверзитетот?“

Ова прашање е директно поврзано со анализите на глобалните научни извештаи на Intergovernmental Science-Policy Platform on Biodiversity and Ecosystem Services и Intergovernmental Panel on Climate Change, кои нагласуваат дека климатската криза и кризата на биодиверзитетот се меѓусебно поврзани и не можат да се решаваат одделно.

„Денес човештвото се наоѓа во една од најкомплексните ситуации во својата историја. Од една страна, потребата за храна, енергија и економски развој постојано расте. Од друга страна, природните системи – шумите, почвата, водата и живиот свет – сè потешко ја одржуваат својата рамнотежа.“

Губењето на биодиверзитетот, деградацијата на екосистемите и климатските промени не се изолирани проблеми, туку делови од една поширока глобална криза. Затоа денес сè почесто се поставува прашањето: Како да обезбедиме храна и енергија без да ги уништиме природните системи од кои зависиме? Токму овие прашања се во центарот на современите научни анализи и извештаи на организации како Intergovernmental Science-Policy Platform on Biodiversity and Ecosystem Services и Intergovernmental Panel on Climate Change.

Во рамките на ова предавање ќе се обидеме да ги разбереме овие процеси и да размислиме за можните одржливи решенија, меѓу кои се и интегративните пристапи како агриволтаичните системи.

Прашањето како да се обезбедат доволно храна и енергија без да се уништат природните системи од кои зависи животот на Земјата претставува еден од најголемите предизвици на современiot развој. Во последните децении растот на населението и економската активност доведоа до значително зголемување на потребата за земјоделско производство и енергија, што често резултира со интензивно користење на земјиштето, уништување на природните живеалишта и намалување на биодиверзитетот. Традиционалните модели на развој, кои се темелат на експлоатација на природните ресурси без доволно внимание кон нивната обновливост, покажуваат дека не се долгорочно одржливи. Затоа, современите научни пристапи нагласуваат потреба од интегрирани решенија кои ќе овозможат истовремено производство на храна, енергија и зачувување на екосистемите. Еден таков пристап е развојот на одржливи земјоделски практики, како што се агроеколошките системи и органското земјоделство, кои ја зачувуваат плодноста на почвата и го поддржуваат биодиверзитетот. Дополнително, новите концепти како агриволтаичните системи овозможуваат комбинирање на земјоделското производство со производство на сончева енергија на исто земјиште, со што се намалува притисокот врз природните екосистеми. Овие пристапи покажуваат дека конфликтот меѓу „храна или енергија“ не мора да биде неизбежен, доколку се применуваат иновативни и системски решенија кои ја почитуваат природната рамнотежа. Ваквата перспектива е силно нагласена и во научните извештаи на Intergovernmental Panel on Climate Change и Intergovernmental Science-Policy Platform on Biodiversity and



Ecosystem Services, кои истакнуваат дека иднината на одржливиот развој зависи од способноста на човештвото да создаде модели на производство и потрошувачка што ќе бидат усогласени со границите на природните системи.

Климатските промени, енергетските системи и биодиверзитетот не се изолирани појави, туку делови од еден сложен и меѓусебно поврзан глобален систем. Начинот на кој човештвото произведува и користи енергија има директно влијание врз климата бидејќи согорувањето на фосилните горива доведува до зголемување на емисиите на стакленички гасови и до глобално затоплување. Овие климатски промени, пак, влијаат врз природните екосистеми предизвикувајќи промени во живеалиштата, нарушување на природните циклуси и постепено губење на биодиверзитетот.

Од друга страна, деградацијата на екосистемите и намалувањето на биодиверзитетот ја ослабуваат способноста на природата да ги регулира климатските процеси, на пример, преку апсорпција на јаглерод во шумите, почвата и океаните. На тој начин се создава замен круг на влијанија, во кој енергетските системи, климатските процеси и природните екосистеми постојано се условуваат меѓусебно. Токму затоа современите научни анализи нагласуваат дека овие предизвици не можат да се решаваат одделно, туку бараат интегрирани и одржливи пристапи што истовремено ги земаат предвид енергетската транзиција, заштитата на климата и зачувувањето на биодиверзитетот. Ваквата поврзаност е нагласена и во извештаите на Intergovernmental Panel on Climate Change и Intergovernmental Science-Policy Platform on Biodiversity and Ecosystem Services, кои укажуваат дека идните решенија мора да се засноваат на системско разбирање на односите меѓу човекот, енергијата и природните екосистеми.

## 1. ВОВЕД: КРИЗА ИЛИ ТРАНСФОРМАЦИЈА?

Човештвото се наоѓа во период што многу научници го дефинираат како антропоцен или геолошка епоха во која човечката активност станува доминантна сила што ја обликува планетата.

Клучното прашање е: Дали сме сведоци на глобалниот еколошки колапс или на трансформацијата која бара нова феноменологија на образованието?

Дваесет и првиот век се карактеризира со глобални предизвици како што се климатските промени, деградација на екосистемите, намалување на биодиверзитетот и зголеменото влијание на човекот врз природата. Се поставува прашањето: Дали овие предизвици претставуваат глобална криза или можност за трансформација кон одржливост?

Терминот „криза“ укажува на нарушување и опасност, додека „трансформација“ укажува на можност за промена и адаптација.

### Кризата од аспект на глобални и локални перспективи

Криза е состојба на нарушување, ризик и неизвесност. Од еколошка гледна точка, кризата значи деградација на почвата, водата и воздухот, исчезнување на видовите и нарушување на природните циклуси.



Глобалната криза ги опфаќа загадувањето на атмосферата и глобалното затоплување, дефорестацијата на тропските шуми, прекумерната експлоатација на риболов и мориња и урбанизацијата и губењето природни живеалишта.

Како последици од кризата се јавуваат намалување на екосистемските услуги, загадување на храната и водата, зголемување на природните катастрофи, социјални и економски ризици.

### **Трансформација или можност за одржлив развој**

Трансформацијата е процес на адаптација и позитивна промена за долгорочна стабилност. Во одржливиот контекст тоа значи интеграција на човекот со природата, користење обновливи ресурси и развој на еколошката писменост.

Примери на трансформација има многу, како што се: премин од индустриска кон зелена економија, обновување на шумите и природните живеалишта, развој на одржливи агро-екосистеми и образовни програми за одржлив развој.

Од педагошка перспектива, образованието за одржлив развој го учи детето да биде **еколошки одговорно**, наставникот помага учениците да разберат дека **човекот може да биде дел од решението, а не само дел од проблемот**

### **Криза или трансформација – парадигматска дилема**

#### **Што значи „криза“?**

Криза е состојба во која постојниот систем не може повеќе нормално да функционира бидејќи се појавуваат сериозни проблеми или нарушувања што бараат брза реакција и промени.

Или криза е момент кога некој систем (екосистем, општество, економија) се соочува со голем проблем што го загрозува неговото нормално функционирање и бара нови решенија.

#### **Пример од екологијата:**

Ако се уништуваат шумите, исчезнуваат животински видови и се нарушува природната рамнотежа. Тогаш зборуваме за криза на биодиверзитетот, што е тема која ја анализира и Intergovernmental Science-Policy Platform on Biodiversity and Ecosystem Services.

Кога емисиите на стакленички гасови доведуваат до значителни промени во климата, зборуваме за климатска криза, за која известува и Intergovernmental Panel on Climate Change.

Криза = нарушена рамнотежа + сериозни последици + потреба од итно решение.

Прашање за дискусија со студентите

- Кога еден проблем станува „криза“?
- Дали енергетската криза може да создаде нови еколошки кризи?

„Живееме во време кога човештвото има повеќе знаење и технологија од кога било, а сепак природните системи од кои зависиме се соочуваат со сериозни кризи.“



„Кризата на биодиверзитетот, климатските промени и енергетските предизвици покажуваат дека денешните проблеми не можат да се решаваат одделно – тие бараат интегрирани решенија што ги поврзуваат екосистемите, храната и енергијата.“

Губењето на биодиверзитетот и климатските промени се меѓусебно поврзани кризи.

Екосистемот претставува динамична природна целина составена од живи организми и нивната нежива околина, кои се меѓусебно поврзани преку сложени односи на енергија, материја и информации. Во рамките на еден екосистем, живите компоненти растенијата, животните, микроорганизмите и човекот меѓусебно постојано комуницираат со неживите фактори како што се почвата, водата, воздухот, светлината и температурата. Овие интеракции создаваат функционален систем во кој секој елемент има своја улога во одржувањето на рамнотежата и стабилноста на природната средина.

На пример, растенијата како примарни производители преку процесот на фотосинтезата ја претвораат сончевата енергија во органска материја, која потоа служи како извор на енергија за другите организми во екосистемот. Животните, пак, се вклучени во сложени синџири на исхрана, додека микроорганизмите играат клучна улога во разградувањето на органската материја и враќањето на хранливите материи во почвата. На тој начин во екосистемите се одвива континуиран кружен тек на материја и проток на енергија, што овозможува одржување на животот.

Екосистемите можат да бидат различни по големина и структура, од мали локални системи како езеро, шума или ливада, до глобални природни системи како океаните и целата биосфера. Нивната стабилност во голема мера зависи од богатството на видови и од нивните меѓусебни врски, односно од нивото на биодиверзитет. Кога овие врски се нарушуваат, на пример преку прекумерна експлоатација на природните ресурси, загадување или климатски промени, се нарушува рамнотежата на екосистемот и неговата способност да обезбедува важни екосистемски услуги, како што се прочистување на водата, регулирање на климата, опрашување на растенијата и обезбедување храна. Токму затоа современите научни истражувања нагласуваат дека разбирањето на функционирањето на екосистемите е клучно за одржливо управување со природните ресурси и за зачувување на биодиверзитетот на планетата.

Разбирањето на функционирањето на екосистемите е од суштинско значење за одржливо управување со природните ресурси и за зачувување на биодиверзитетот на планетата. Екосистемите претставуваат сложени природни системи во кои живите организми и нивната нежива средина се поврзани преку многубројни меѓузависни процеси, како што се протокот на енергија, циклусите на хранливи материи и трофичните односи меѓу организмите. Кога овие процеси функционираат во рамнотежа, екосистемите обезбедуваат низа витални придобивки за човекот и општеството, познати како екосистемски услуги, меѓу кои се производството на храна, прочистувањето на водата, регулирање на климата, плодноста на почвата и опрашувањето на растенијата.

Овие функции се тесно поврзани со богатството и разновидноста на живиот свет, односно со биодиверзитетот, бидејќи поголемиот број видови создаваат посложени и постабилни еколошки мрежи. Кога човечките активности како што се прекумерната експлоатација на природните ресурси, уништувањето на живеалишта, загадувањето или климатски промени ги нарушуваат овие природни процеси, се намалува способноста на екосистемите да ги обезбедуваат овие услуги и се зголемува ризикот од деградација на природната средина. Затоа современите концепти на одржлив развој нагласуваат дека управувањето со природните ресурси мора да се темели на системско разбирање на функционирањето на екосистемите и на почитувањето на нивните природни граници. Ваквиот пристап овозможува донесување одговорни одлуки кои истовремено ја поддржуваат економската и социјалната благосостојба, а притоа ја зачувуваат природната основа на животот на Земјата. Затоа долгорочната одржливост на човечките општества зависи од способноста да се зачуваат здрави и функционални екосистеми.





Екосистемите претставуваат сложени природни системи во кои живите организми се наоѓаат во постојана интеракција меѓу себе и со неживата средина што ги опкружува. Во рамките на еден екосистем, различни видови растенија, животни, габи и микроорганизми се поврзани преку мрежа на односи кои вклучуваат исхрана, конкуренција, симбиоза и меѓусебна зависност. Овие живи компоненти, познати како биотички фактори, функционираат заедно со абиотичките фактори, како што се почвата, водата, воздухот, сончевата светлина и температурата, создавајќи интегриран систем во кој се одвиваат основните процеси на животот.

Во екосистемите постои постојан проток на енергија и кружење на материјата: сончевата енергија се трансформира во органска материја преку процесот на фотосинтеза, кој го извршуваат растенијата и другите фотосинтетички организми. Оваа органска материја потоа служи како извор на енергија за различните групи потрошувачи, додека микроорганизмите и разградувачите ја разложуваат мртвата органска материја и ги враќаат хранливите материји назад во почвата и водата. На овој начин се создава динамична рамнотежа која овозможува одржување на животот и стабилност на природните системи.

Екосистемите можат да имаат различна големина и структура. Од мали локални системи како ливади, езера или шуми, до огромни глобални системи како океаните и биосферата. Нивната стабилност и отпорност во голема мера зависат од богатството на видови и од сложеноста на нивните меѓусебни врски, односно од нивото на биодиверзитет. Кога овие природни врски се нарушуваат поради човечки активности како прекумерна експлоатација на ресурси, уништување живеалишта или загадување, може да дојде до нарушување на функционирањето на екосистемот и намалување на неговата способност да ги одржува основните животни процеси. Затоа разбирањето на структурата и функционирањето на екосистемите претставува основа за современите пристапи во заштитата на природата и за одржливо управување со природните ресурси.

Или поедноставно и логично кажано... За да се заштити природата, прво мора да се разбере како таа функционира.

Екосистемите се сложени природни системи во кои сите организми – растенија, животни и микроорганизми – се меѓусебно поврзани и зависат од условите на животната средина како што се почвата, водата, воздухот и светлината. Кога ја разбираме структурата на екосистемот (кои организми живеат во него и какви се нивните улоги) и начинот на кој функционира (како се движи енергијата и како се разменуваат материите), можеме подобро да сфатиме што ќе се случи ако некој дел од системот се наруши. На пример, ако исчезне одреден вид, може да се наруши целиот синџир на исхрана и да се промени рамнотежата на екосистемот.

Токму затоа современите пристапи во заштитата на природата не се насочени само кон заштита на поединечни видови, туку кон заштита на цели екосистеми и нивните природни процеси. Разбирањето на овие врски е основа и за одржливо управување со природните ресурси бидејќи ни помага да користиме вода, почва, шуми и други ресурси на начин што нема да ја наруши природната рамнотежа и ќе им овозможи на идните генерации да ги користат истите ресурси.

Затоа современите научни истражувања и политики за заштита на природата, како оние анализирани од Intergovernmental Science-Policy Platform on Biodiversity and Ecosystem Services, нагласуваат дека зачувувањето на природата мора да се темели на разбирање на функционирањето на екосистемите како целина.



## Поврзаност со екосистемите

Поврзаноста со екосистемите се однесува на фактот дека сите живи организми, вклучувајќи го и човекот, се дел од сложена мрежа на односи кои се одвиваат во рамките на природните системи. Екосистемите функционираат како интегрирани целини во кои биотичките компоненти на растенијата, животните, габите и микроорганизмите постојано комуницираат со абиотичките фактори како што се почвата, водата, воздухот, светлината и климата. Оваа поврзаност се манифестира преку различни еколошки процеси, како што се синџирите на исхрана, протокот на енергија и кружното движење на хранливите материји во природата.

На пример, растенијата како примарни производители ја користат сончевата енергија за создавање органска материја преку процесот на фотосинтеза, која потоа служи како извор на енергија за тревојадните и месојадните животни. По нивната смрт, разградувачите ги разложуваат органските материји и ги враќаат хранливите елементи назад во почвата, овозможувајќи повторно користење од страна на растенијата. Овие процеси покажуваат дека секој организам има своја улога во функционирањето на екосистемот и дека промената или исчезнувањето на еден дел од системот може да влијае врз стабилноста на целата природна заедница.

Освен тоа, општеството е длабоко зависно од екосистемите бидејќи тие обезбедуваат многубројни придобивки, како што се производство на храна, чиста вода, регулирање на климата и плодност на почвата. Затоа разбирањето на поврзаноста меѓу живите организми и нивната средина претставува основа за одржливо управување со природните ресурси и за зачувување на природната рамнотежа на планетата.

Во рамките на екосистемот, многу значајно е да се објасни синџирот на исхрана, како и начинот на кој енергијата и храната се пренесуваат од еден организам на друг. Секој организам во природата мора да добие енергија за да живее, расте и се размножува, а таа енергија се движи низ екосистемот преку низа организми поврзани со исхраната.

Овој процес се нарекува синџир на исхрана (Food Chain) и претставува редослед во кој еден организам служи како извор на храна за друг.

Синџирот на исхрана (Food Chain) е редослед на организми во екосистемот преку кој се пренесуваат енергијата и хранливите материји, при што секој организам служи како храна за друг. Или со други зборови, тоа е процесот преку кој енергијата од храната се движи од едно живо суштество кон друго.

Во синџирот на исхрана едни организми произведуваат храна, други ја конзумираат, а трети ја разградуваат.

### Главни делови на синџирот на исхрана;

#### 1. Производители (Producers)

Организми што сами создаваат храна преку фотосинтеза.  
Пример: растенија, алги.

#### 2. Примарни потрошувачи (Primary consumers)

Тревојади што се хранат со растенија.  
Пример: зајак, инсекти, гасеници.

#### 3. Секундарни потрошувачи (Secondary consumers)

Животни што се хранат со тревојади.  
Пример: жаби, птици.

#### 4. Терцијарни потрошувачи (Tertiary consumers)

Предатори на врвот на синџирот.  
Пример: орел, волк.



## 5. Разградувачи (Decomposers)

Организми што ги разградуваат мртвите организми и ги враќаат хранливите материји во природата.

Пример: бактерии, габи.

### Или едноставен пример на синџир на исхрана:

**трева → зајак → лисица → орел**

Синџирот на исхрана обично започнува со производителите, односно растенијата и другите фотосинтетички организми, кои преку фотосинтеза ја претвораат сончевата енергија во органска материја. Оваа енергија потоа се пренесува на примарните потрошувачи, најчесто тревојадните животни кои се хранат со растенија. Следното ниво го сочинуваат секундарните потрошувачи, односно месојадните животни кои се хранат со тревојадните.

Во некои екосистеми постојат и терцијарни потрошувачи, кои се врвни предатори во синџирот на исхрана. На крајот од овој процес се наоѓаат разградувачите, како што се бактериите и габите, кои ја разложуваат мртвата органска материја и ги враќаат хранливите материји во почвата, со што повторно стануваат достапни за растенијата.

На овој начин синџирот на исхрана не претставува само едноставен редослед на исхрана, туку е дел од поширок процес на проток на енергија и кружно движење на материјата во екосистемот, што овозможува одржување на природната рамнотежа. Разбирањето на овие односи им помага на студентите да сфатат дека исчезнувањето или намалувањето на еден вид може да влијае врз целиот екосистем бидејќи сите организми се дел од една меѓусебно зависна мрежа на живот.

Енергијата во природата се движи во еден правец, додека материите постојано кружат. Главниот извор на енергија за повеќето екосистеми е Сонцето. Растенијата ја апсорбираат сончевата енергија и преку фотосинтеза ја претвораат во органска материја која служи како храна за другите организми.

Оваа енергија потоа се пренесува од растенијата на тревојадните животни, од нив на месојадните и понатаму низ различните нивоа на синџирот на исхрана. При секое пренесување, дел од енергијата се губи во форма на топлина, па затоа енергијата не кружи, туку постепено се намалува додека се движи низ екосистемот.

За разлика од енергијата, хранливите материји како јаглерод, азот, фосфор и други елементи постојано кружат во природата. Растенијата ги земаат овие материји од почвата, водата и воздухот и ги вградуваат во својата структура. Кога животните се хранат со растенијата или со други животни, тие материји се пренесуваат низ синџирот на исхрана. Кога организмите умираат или создаваат органски отпад, микроорганизмите и другите разградувачи ја разложуваат органската материја и ги враќаат хранливите материји назад во почвата и водата, каде што повторно стануваат достапни за растенијата. Овој процес е познат како биогеохемиски циклус и претставува основен механизам што овозможува природните системи да функционираат и да се обновуваат.

Најкратко кажано, *енергијата тече низ екосистемот, а материјата кружи во него.*

Еден од најдобрите начини студентите да го разберат протокот на енергија и кружното движење на хранливите материји е преку конкретен пример од природата, на пример, од шума или ливада.

Замислете еден шумски екосистем. Сè започнува со Сонцето, кое претставува главен извор на енергија за екосистемот. Растенијата и дрвјата ја апсорбираат сончевата светлина и преку процесот на фотосинтеза ја претвораат во органска материја, лисја,



плодови и други растителни ткива. Оваа органска материја претставува извор на храна за тревојадните животни, како што се инсектите, зајациите или елените.

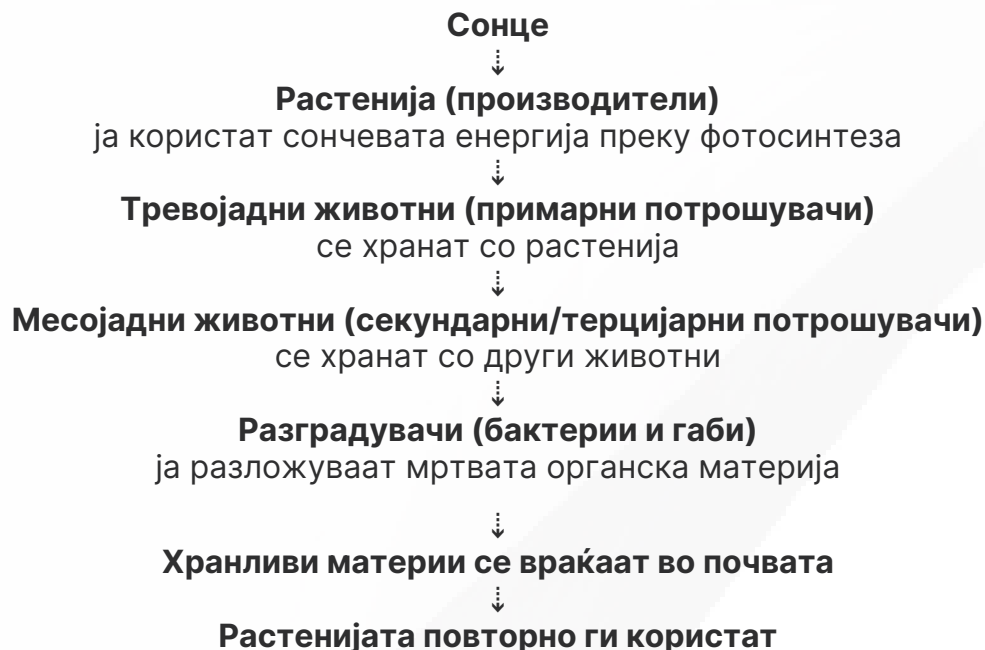
Потоа тревојадните животни стануваат храна за месојадните животни, на пример, лисици, волци или птици грабливки. На тој начин енергијата постепено се пренесува од еден организам на друг низ синџирот на исхрана. При секое пренесување, дел од енергијата се губи во форма на топлина, па затоа енергијата не се враќа назад, туку се движи во еден правец низ екосистемот.

Во исто време хранливите материји во природата функционираат поинаку. Кога растенијата, животните или нивните остатоци паѓаат на земјата и почнуваат да се распаѓаат, микроорганизмите, бактериите и габите ја разложуваат органската материја. При овој процес, хранливите елементи како јаглерод, азот и фосфор повторно се ослободуваат во почвата. Растенијата повторно ги апсорбираат овие материји преку своите корени, и циклусот започнува одново. Овој постојан процес на движење и повторна употреба на елементите се нарекува биогеохемиски циклус и овозможува екосистемот да се обновуваат и да останат функционални.

На студентите може исто така да им се потенцира едноставната разлика: Енергијата влегува во екосистемот од Сонцето и постепено се губи, а хранливите материји постојано кружат и повторно се користат во природата.

„Енергијата тече низ екосистемот, а материјата постојано кружи во него.“

### Шема: Проток на енергијата и движење на материите во екосистемот



### Како да им се објасни на студентите?

Во екосистемот постојат два важни процеси:

#### 1. Проток на енергија

Енергијата доаѓа од Сонцето и се пренесува низ организмите преку синџирот на исхрана. Дел од енергијата се губи при секое ниво, па затоа енергијата се движи во еден правец.

#### 2. Кружно движење на материји

Хранливите материји како јаглерод, азот и фосфор постојано се движат низ природа-



та преку процеси познати како биогеохемиски циклуси. Тие се враќаат во почвата и повторно ги користат растенијата.

### Објаснување на студентите за еколошка пирамида!

Еколошката пирамида претставува графички приказ кој покажува како се распределуваат енергијата, биомасата или бројот на организми во различните трофични нивоа на екосистемот. Таа има форма на пирамида затоа што најмногу енергија и организми се наоѓаат на дното, а бројот постепено се намалува кон врвот. Во екологијата овој концепт е познат како еколошка пирамида и е тесно поврзан со синџирите на исхрана и функционирањето на екосистемите.

## **Структура на еколошката пирамида**

### **1. Производители (основа на пирамидата)**

На дното се наоѓаат растенијата и другите фотосинтетички организми. Тие ја користат сончевата енергија и преку процесот фотосинтеза создаваат органска материја. Затоа тие претставуваат **основа на животот во екосистемот** бидејќи обезбедуваат енергија за сите други организми.

### **2. Примарни потрошувачи**

Ова се тревојадните животни што се хранат со растенија – на пример, инсекти, зајаци, елени или некои видови птици.

### **3. Секундарни потрошувачи**

Тука спаѓаат месојадните животни што се хранат со тревојадните – како лисици, змии или птици грабливки.

### **4. Терцијарни потрошувачи (врвни предатори)**

На врвот на пирамидата се наоѓаат врвните предатори, како што се волците или орлите, кои имаат мал број единки во екосистемот.

## **Зошто пирамидата се стеснува нагоре?**

При пренесувањето на енергијата од едно трофично ниво на друго, голем дел од енергијата се губи како топлина и за животните процеси (движење, раст, метаболизам). Поради тоа, само мал дел од енергијата преминува на следното ниво. Затоа секое повисоко ниво има помалку енергија и помал број организми.

Како да им го објасните на студентите во една реченица???

**„Колку се движиме повисоко во синџирот на исхрана, толку има помалку енергија и помалку организми.“**

Овој принцип е поврзан со концептот на синџир на исхрана (Food Chain) и е основа за разбирање на функционирањето и стабилноста на екосистемите.

## **Која е улогата на идните наставници**

Улогата на идните наставници во контекст на создавањето и поддршката на нови одржливи екосистеми е многу значајна бидејќи образованието претставува клучен механизам за развивање еколошка свест, одговорно однесување и критичко размислување кај младите генерации. Наставниците не се само пренесувачи на знаење, туку и воспитувачи и посредници помеѓу науката, општеството и природата, кои можат да им помогнат на учениците да разберат како функционираат природните системи и зошто е важно нивното зачувување. Преку наставниот процес, идните наставници можат да



ги запознаат учениците со концептите на биодиверзитет, екосистеми, одржливо користење на природните ресурси и современи решенија како агроеколошки практики, урбани зелени простори или обновување на деградирани екосистеми.

На тој начин тие придонесуваат учениците да развијат системско разбирање на односот човек – природа – развој, што е основа за одговорно донесување одлуки во иднина.

Дополнително, наставниците можат да поттикнат практични активности како училишни градини, пошумување, локални еколошки проекти и истражувачко учење, преку кои учениците директно ќе ја искусат важноста на природните системи и нивната улога во одржувањето на животната средина. Ваквата педагошка улога е во согласност со принципите на образованието за одржлив развој, кое има цел да ги подготви младите луѓе да се справуваат со современите еколошки предизвици и активно да придонесуваат за создавање поодржливи општества и екосистеми.

Идните наставници имаат важна улога во тоа да ги едуцираат учениците да ја разберат разликата помеѓу криза и трансформација, особено во контекст на еколошките и општествените промени. Во наставниот процес тие можат да им објаснат на учениците дека кризата претставува состојба на нарушена рамнотежа во природните или општествените системи, кога постојните начини на функционирање повеќе не се одржливи и се појавуваат сериозни последици како што се губење на биодиверзитетот, деградација на екосистемите или климатски промени.

Од друга страна, трансформацијата претставува процес на промена и приспособување на системите со цел да се создадат нови, поодржливи начини на функционирање. Наставниците можат да им помогнат на учениците да разберат дека кризата не мора секогаш да значи само негативна појава, туку може да биде и поттик за промени, иновации и развој на нови одржливи решенија, како што се обновување на екосистемите, развој на зелени технологии или одржливо управување со природните ресурси.

Преку ваквото објаснување учениците постепено развиваат способност за критичко и системско размислување, сфаќајќи дека современите глобални предизвици бараат не само препознавање на проблемите, туку и активно учество во процесите на трансформација кон поодржливо општество. Затоа слободно може да се каже дека образованието има клучна улога во подготовката на младите генерации за справување со еколошките кризи и за поддршка на одржливите трансформации.

## ПРАКТИЧНА ПРИМЕНА ЗА ОДДЕЛЕНСКА НАСТАВА

Концепт	Наставна активност	Цел
<b>Криза</b>	Игра: „Што се случува ако не се чува зеленилото?“	Деца учат за последиците од негативни антропогени активности
<b>Трансформација</b>	Проект: „Нашиот училиштен екосистем“	Деца учат како можат да создадат и да заштитат одржлива средина



- Криза и трансформација се две страни на истата реалност.
- Однесувањето на човекот определува дали екосистемите се нарушени или обновени.
- Студентите идни наставници треба да научат како да ги преточат овие концепти во практична едукација за деца.

## ГЛОБАЛЕН ЕКОЛОШКИ КОЛАПС: НАУЧНИ ИНДИКАТОРИ

### БИОДИВЕРЗИТЕТ И МАСОВНО ИЗУМИРАЊЕ

Биодиверзитетот претставува разновидност на животот на Земјата – разновидност на гени, видови и екосистеми – и е основа за стабилноста и функционирањето на природните системи. Тој обезбедува клучни екосистемски услуги како што се производство на храна, прочистување на водата и воздухот, опрашување на растенијата и регулирање на климата. Сепак, во последните децении научниците предупредуваат дека човештвото се соочува со сериозна глобална криза на биодиверзитетот, која се манифестира преку забрзано исчезнување на растителни и животински видови.

Овој процес често се опишува како шесто масовно изумирање, познато и како холоценско изумирање. Холоценско изумирање е тековно масовно изумирање на различни видови растенија и животни кое се случило во современиот геолошки период холоцен, главно како резултат на човечките активности.

Холоценот започнал пред околу 11 700 години, по завршувањето на последната ледена доба. Во овој период, особено во последните неколку века, се забележува нагло исчезнување на голем број видови, што многу научници го сметаат за шесто масовно изумирање во историјата на Земјата.

За разлика од претходните масовни изумирања во геолошката историја на Земјата, како што е Cretaceous–Paleogene extinction event, кое било предизвикано од природни катастрофи, **денешното изумирање во голема мера е резултат на човечките активности.**

Cretaceous–Paleogene (K–Pg) масовното изумирање претставува глобален биолошки настан на границата меѓу кредниот и палеогенскиот период пред околу 66 милиони години, при што исчезнале приближно три четвртини од видовите на Земјата, најверојатно како последица на удар на астероид и последователни глобални еколошки промени. Ова изумирање овозможило брза еволуција и ширење на цицачите, што подоцна довело и до појавата на човекот.

Главните причини се уништувањето на природните живеалишта, прекумерната експлоатација на природните ресурси, загадувањето, климатските промени и ширењето на инвазивни видови. Кога видовите исчезнуваат, се нарушуваат сложените односи во екосистемите, што може да доведе до намалување на нивната стабилност и отпорност. Загубата на биодиверзитет не значи само губење на поединечни видови, туку и слабеење на цели екосистеми од кои директно зависи човекот. Затоа, зачувувањето на биодиверзитетот не е само еколошко прашање, туку и прашање на одржлив развој, безбедност на храната и иднината на човештвото.

Биодиверзитетот претставува целокупна разновидност на живите организми на Земјата и ги опфаќа генетската разновидност, разновидноста на видовите и разновидноста на екосистемите. Тој претставува основен предуслов за стабилноста, отпорноста и функционалноста на природните системи бидејќи богатството на видови и нивните меѓусебни еколошки односи овозможуваат екосистемите да се приспособуваат на промени и нарушувања. Во рамките на современите научни истражувања, сè повеќе се укажува



дека човештвото се соочува со сериозна глобална криза на биодиверзитетот, која се манифестира преку драматично зголемување на стапката на исчезнување на видовите. Овој процес често се дефинира како холоценско изумирање или „шесто масовно изумирање“ бидејќи брзината на исчезнување на видовите е значително поголема од природната еволутивна стапка. За разлика од претходните масовни изумирања во геолошката историја, како што е Cretaceous–Paleogene extinction event, кое било предизвикано од природни катастрофални настани, современата криза на биодиверзитетот во голема мера е резултат на антропогени фактори. Најзначајните причини се уништувањето и фрагментацијата на природните живеалишта поради урбанизација и интензивна земјоделска експлоатација, прекумерната употреба на природните ресурси, загадувањето на воздухот, почвата и водата, климатските промени и ширењето инвазивни видови. Овие процеси доведуваат до нарушување на биолошките интеракции во екосистемите, слабеење на трофичните врски и намалување на екосистемската стабилност.

Загубата на биодиверзитет има длабоки еколошки, економски и социјални последици бидејќи многу екосистемски услуги како што се опрашувањето, регулирањето на климата, формирањето на почвата, прочистувањето на водата и обезбедувањето храна директно зависат од богатството и функционалната разновидност на живите организми. Поради тоа, зачувувањето на биодиверзитетот претставува клучен приоритет во рамките на глобалните политики за одржлив развој и е тесно поврзано со научните процени и препораки на организации како Intergovernmental Science–Policy Platform on Biodiversity and Ecosystem Services, кои укажуваат дека без системски промени во начинот на користење на природните ресурси постои сериозен ризик од понатамошна деградација на екосистемите и загрозување на долгорочната еколошка стабилност на планетата.

Биодиверзитетот е тесно поврзан со структурата и функционирањето на екосистемите бидејќи разновидноста на видовите претставува основа за воспоставување сложени еколошки односи помеѓу живите организми и нивната средина. Во рамките на секој екосистем, живите организми формираат биоценоза или заедница од различни видови растенија, животни, микроорганизми и габи кои меѓусебно се поврзани преку синџири на исхрана, конкуренција и симбиотски односи.

Оваа заедница постои и функционира во одредена физичка средина или биотоп, кој ги опфаќа сите неживи фактори како што се климата, водата, почвата, светлината и температурата. Заедно, биоценозата и биотопот го формираат екосистемот како динамичен и функционален природен систем во кој постојано се одвиваат процеси на проток на енергија и кружно движење на хранливите материји. Во таков систем секој вид има одредена еколошка улога, а разновидноста на видовите придонесува за стабилноста и отпорноста на екосистемот кон промени. Кога биодиверзитетот се намалува, се нарушуваат односите во биоценозата, што може да доведе до слабеење на еколошките функции и деградација на самиот биотоп. Оттука, загубата на видови не претставува само исчезнување на поединечни организми, туку и нарушување на рамнотежата во целокупниот екосистем. Затоа, зачувувањето на биодиверзитетот претставува клучен услов за одржување на стабилни и функционални екосистеми и е важна тема во современите научни анализи и проценки кои укажуваат дека деградацијата на екосистемите и губењето на биодиверзитетот се меѓусебно поврзани процеси што имаат сериозни последици за природата и за човечкото општество.

Разновидноста на видовите во рамките на биоценозата го претставува биодиверзитетот, кој е клучен за одржување на стабилноста, функционалноста и отпорноста на екосистемите. Меѓутоа, современите глобални промени доведуваат до сериозно нарушување на овие природни односи. Намалувањето на биодиверзитетот, предизвикано од уништување на живеалиштата, климатски промени, загадување и прекумерна експлоатација на природните ресурси, постепено ја нарушува рамнотежата помеѓу биотопот и биоценозата.



Овие процеси доведуваат до деградација на екосистемите и слабеење на нивната способност да ги извршуваат основните еколошки функции. Во научната литература ваквите тенденции се поврзуваат со глобалната криза на биодиверзитетот и со појавата на современо масовно изумирање на видовите. Поради тоа, проучувањето на односите помеѓу биотопот, биоценозата и биодиверзитетот претставува важна научна основа за разбирање на причините и последиците од деградацијата на екосистемите во современи услови.

Одржливи агротехнолошки системи се современи земјоделски системи во кои земјоделските практики и технологиите се користат на начин што овозможува производство на храна, а притоа се зачувуваат природните ресурси, биодиверзитетот и еколошката рамнотежа на долг рок

или, со други зборови, тоа се системи во кои технологијата, екологијата и земјоделството се поврзуваат за да се произведува доволно храна, но без да се уништуваат почвата, водата, климата и живиот свет.

## Основни карактеристики на одржливите агротехнолошки системи

### 1. Заштита на природните ресурси

Рационално користење на почвата, водата и енергијата, со цел тие да останат достапни и за идните генерации.

### 2. Зачувување на биодиверзитетот

Поддршка на разновидноста на растенија, животни и микроорганизми во агро-екосистемите.

### 3. Намалување на загадувањето

Ограничена употреба на пестициди, хербициди и синтетички ѓубрива.

### 4. Интеграција на нови технологии

Користење дигитални технологии, прецизно земјоделство, обновливи извори на енергија и паметни системи за наводнување.

### 5. Долгорочна продуктивност

Производството не е насочено само кон моментен принос, туку и кон одржување на плодноста на почвата и стабилноста на екосистемот.

## Како примери на одржливи агротехнолошки решенија можат да се наведат следите:

- агроекологија
- прецизно земјоделство
- органско производство
- агролесни системи (agroforestry) – агролесни системи се одржливи земјоделски системи во кои на иста површина заедно се одгледуваат дрвја, земјоделски култури и/или добиток. Целта е да се подобри продуктивноста на земјиштето, да се зачува биодиверзитетот и да се заштитат природните ресурси, особено почвата и водата.
- агриволтаици (комбинација на земјоделство и соларна енергија)

Одржливите агротехнолошки системи значат да произведуваме храна со помош на современа технологија, но на начин што ја штити природата и овозможува земјоделството да опстане и во иднина.



Одржливите агротехнолошки системи претставуваат интегриран пристап кон земјоделското производство во кој се комбинираат современи технологии, еколошки принципи и рационално управување со природните ресурси со цел да се обезбеди долгорочна продуктивност, еколошка стабилност и социоекономска одржливост.

## БИОДИВЕРЗИТЕТ

### Дефиниција

**Биодиверзитет** (биолошка разновидност) е *разновидноста на животот на Земјата на сите нивоа – од гени, видови, популации до екосистеми.*

Биодиверзитет ни покажува колку различни форми на живот постојат и како тие се меѓусебно поврзани.

### Нивоа на биодиверзитет

1. **Генетски биодиверзитет** – разновидност во рамките на еден вид (на пример, различни сорти јаболка).
2. **Биодиверзитет на видови** – број и разновидност на видови во еден екосистем (на пример, различни птици во шума).
3. **Биодиверзитет на екосистеми** – разновидност на екосистеми на глобално ниво (шуми, реки, степи, океани).

### Значење на биодиверзитетот

Биодиверзитетот се однесува на разновидноста на животот на Земјата и тоа вклучува различни видови растенија, животни, микроорганизми и екосистеми.

#### Зошто е важен? Затоа што:

1. **Обезбедува стабилност на природата** – повеќе видови значи дека природата е поотпорна на промени и катастрофи.
2. **Извор е на храна и лекови** – различни растенија и животни ни обезбедуваат храна, лекови и сировини.
3. **Има културна и естетска вредност** – природата нè инспирира, ни нуди рекреација и духовно богатство.

### Екосистемски услуги

Екосистемските услуги се придобивки што луѓето ги добиваат од природата. Тие се дел од значењето на биодиверзитетот. Се делат на четири главни групи:

1. **Проблемска (Provisioning) – обезбедување ресурси**
  - Храна (житарици, овошје, риба)
  - Вода
  - Лековити растенија и сировини
2. **Регулаторска (Regulating) – регулирање процеси**
  - Контрола на поплави и ерозија



- Пречистување на воздухот и водата
- Контрола на болести и штетници

### **3. Поддржувачка (Supporting) – поддршка за другите услуги**

- Опрашување на растенијата
- Одржување плодност на почвата
- Циклуси на хранливи материи

### **4. Културна (Cultural) – духовна и естетска вредност**

- Рекреација и туризам
- Едукација и истражување
- Културна и духовна инспирација

## **Стабилност на екосистемите**

**Стабилност на екосистемите** се однесува на способноста на еден екосистем да остане здрав, функционален и отпорен на промени, кризи или нарушувања (на пример, суша, поплави, болести или човечки влијанија).

### **Зошто е важна:**

- 1. Отпорност на промени** – екосистемите со голем биодиверзитет подобро се справуваат со климатски промени, болести и инвазивни видови.
- 2. Продолжување на екосистемските услуги** – стабилните екосистеми продолжуваат да нудат храна, чиста вода, чист воздух и други услуги што се важни за луѓето.
- 3. Заштита на видови** – здравите екосистеми обезбедуваат средина во која различни видови можат да преживуваат и да се размножуваат.

### **Пример:**

- Шумата со многу видови дрвја, животни и микроорганизми е стабилна затоа што ако еден вид исчезне друг може да ја замени неговата улога.
- Во споредба, монокултурното земјоделство (на пример, само пченка) е многу помалку стабилно – една болест може да уништи цела жетва.

## **Научна и естетска вредност на биодиверзитетот**

### **1. Научна вредност**

- Биодиверзитетот нуди можности за истражување и откривање нови видови, лекови, технологии и решенија за проблеми.
- Пример: откривање лекови од растенија или микроорганизми, истражување на адаптација на животни за климатски промени.

### **2. Естетска вредност**

- Природата нуди убавина и инспирација – пејзажи, животни, растенија, шумски или водни екосистеми.



- Пример: планинарење во шумата, набљудување птици, уживање во цвеќиња и природни паркови.

### Зошто е важно:

- Го збогатува човечкиот живот – нуди рекреација, духовна инспирација и емоционално здравје.
- Поттикнува заштита на природата – кога луѓето ја ценат убавината и значењето на природата, сè повеќе се трудат да ја зачуваат.

### Врска меѓу биодиверзитет и масовно изумирање

Биодиверзитет	Масовно изумирање
Обезбедува стабилност и отпорност на екосистемите	Ја нарушува стабилноста, предизвикува празнини во екосистемите
Поддржува човечка благосостојба	Загрозува човечки ресурси и екосистемски услуги
Поттикнува еколошка и научна свест	Поттикнува потреба за заштита и одржливост

### Педагошка перспектива – Како да им се објасни на ученици

- **Прост јазик:**
  - Биодиверзитет е „разновидноста на животот околу нас“
  - Масовно изумирање е кога многу животни и растенија исчезнуваат многу брзо
- **Примери за училиштен двор:**
  - Различни видови треви, инсекти, птици = биодиверзитет
  - Ако се уништи градината или се користи хемија → дел од видовите исчезнуваат → локално „масовно изумирање“
- **Активност за ученици:**
  - „Набљудувајте колку различни животни и растенија можете да најдете во училишниот двор.“
  - Дискусија: „Што би се случило ако исчезнат?“

### Врска со одржлив развој

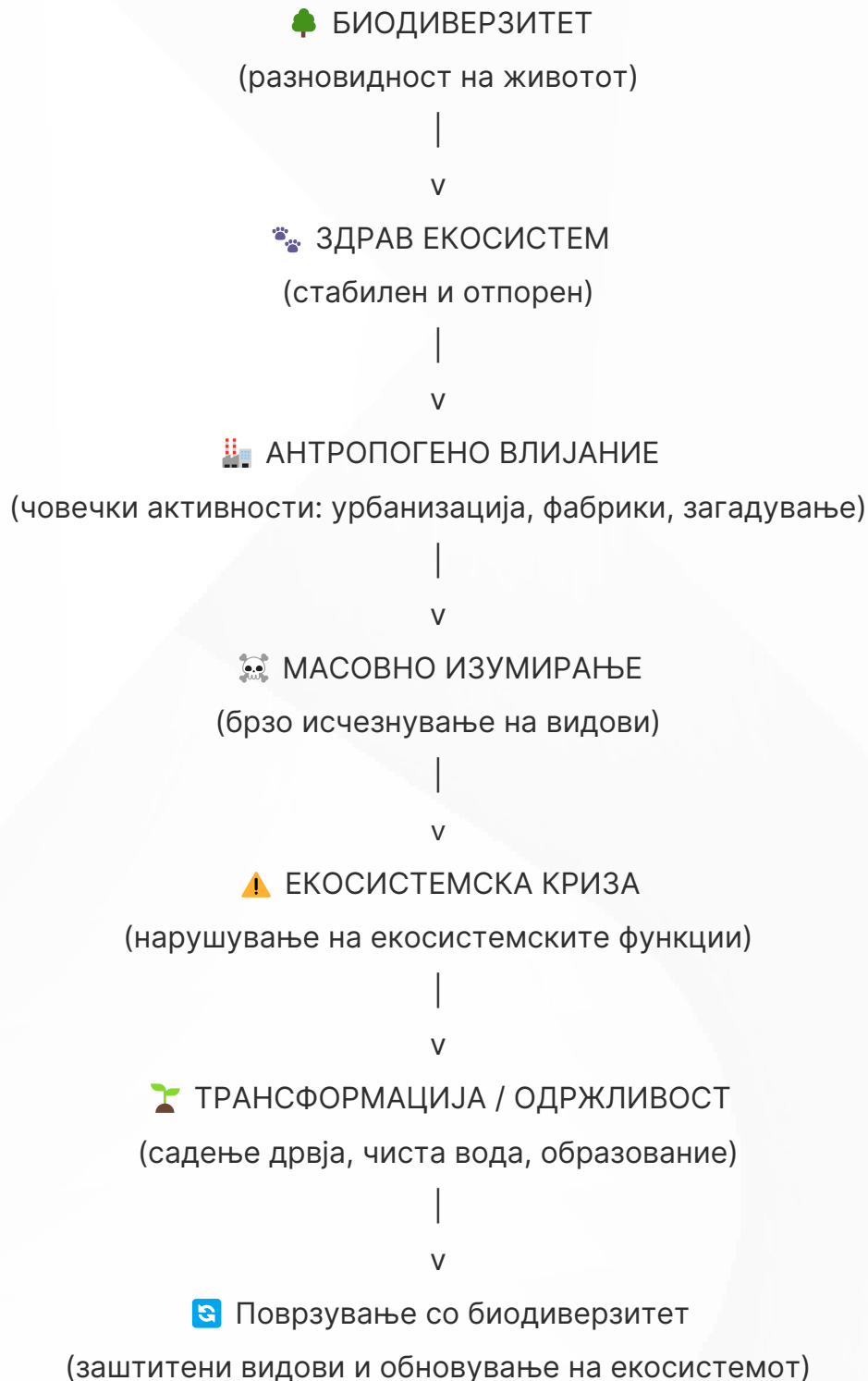
- Биодиверзитет + одржливост = екосистеми кои можат да ги поддржуваат луѓето долгорочно
- Масовното изумирање е сигнал дека човекот треба да ја промени својата интеракција со природата



- Наставниците можат да користат еколошки приказни, набљудувања и проекти за да ги развијат еколошката свест и одговорност кај децата

## ГРАФИЧКИ МОДЕЛ: БИОДИВЕРЗИТЕТ, АНТРОПОГЕНО ВЛИЈАНИЕ И МАСОВНО ИЗУМИРАЊЕ

Овој графички модел ја поврзува теоријата (биодиверзитет, масовно изумирање, антропогено влијание) со праксата на одделенска настава (набљудување, интерактивни активности, еколошка свест).





Во врска со графичкиот модел може да се дискутира за прашањето: „Што се случува ако изумираат видови? Како можеме да помогнеме?“

### Како да се користи моделот:

#### 1. За студентите (идни наставници):

- Моделот ја прикажува целата „патека“ од биодиверзитет до можна трансформација.
- Студентите учат како човечките активности можат да го нарушат или да го обноват екосистемот.

#### 2. За ученици од одделенска настава:

- Моделот се поедноставува:  
*„Многу видови животни и растенија живеат заедно, но ако човекот не ја чува природата многу од нив ќе исчезнат и со тоа екосистемот се нарушува! Затоа ние можеме да помогнеме со садење дрвја и чистење на училишните дворот.“*
- Може да се користи како табла, постер или цртеж во училница.

#### 3. Активност за интеракција со ученици:

- Нека секое дете ја претставува улогата на растение, животно, вода, почва.
- Покажете како човечките активности влијаат на целиот екосистем.

Овој графички модел ја поврзува теоријата (биодиверзитет, масовно изумирање, антропогено влијание) со практиката на одделенска настава (набљудување, интерактивни активности, еколошка свест).

### Значење во образование за одржлив развој

- Наставниците го учат детето да ја препознае вредноста на природата, другите луѓе и идните генерации.
- Промената на вредностите е критична за создавање еколошки свесни и одговорни личности.
- Наставата не е само предавање факти, туку формирање вредносни ориентации.

### Практична примена во одделенска настава

#### 1. Дискусии и игри за избор на вредности:

- „Што е поважно: да се исече дрво за игралиште или да се зачува за птиците?“
- Деца учат да размислуваат за последиците од изборите.

#### 2. Проекти за одржливост:

- Чистење локална река или градина → децата учат дека трудот има вредност и за природата и за заедницата.



### 3. Симулации на еколошки дилеми:

- Пример: урбанизација vs зачувување на зелените површини.
- Децата истражуваат и дискутираат, така што учат нов вредносен пристап.
- Промената на вредносниот систем има централна улога за новата феноменологија.
- Не се работи само за знаење, туку за одговорност, етика и активна грижа за животната средина.
- Наставниците се клучни затоа што тие го моделираат овој процес преку учење преку искуство, дискусии и практични активности.



## Лекција 2: ЕРА НА ЕНЕРГЕТСКА КРИЗА И ГЛОБАЛНО ЗАТОПЛУВАЊЕ: КАКО ДА ДОНЕСУВАМЕ ОДРЖЛИВИ ОДЛУКИ?

### ОД ПРОБЛЕМ ДО ОДГОВОРНОСТ И АКЦИЈА

И покрај тоа што енергетската криза и глобалното затоплување често се третираат одделно, тие всушност се длабоко и меѓусебно поврзани. Токму оваа поврзаност е суштинска за образованието за одржлив развој, кој инсистира на системско размислување, а не на изолирани факти.

Современото општество се наоѓа во парадоксална и истовремено критична епоха, обележана со две меѓусебно испреплетени кризи: енергетската криза и глобалното затоплување. Од една страна, порастот на побарувачка за енергија, нестабилноста на енергетските пазари и зависноста од фосилни горива создаваат сериозни економски и социјални притисоци. Од друга страна, научните докази недвосмислено укажуваат дека токму доминантните модели на производство и потрошувачка на енергија се меѓу главните двигатели на климатските промени и деградацијата на животната средина.

Во таков контекст, прашањето повеќе не е дали ни се потребни промени, туку како да донесуваме одлуки кои истовремено ќе одговорат на енергетските потреби на општеството и ќе ги заштитат климатскиот и еколошкиот баланс. Оваа дилема ја поставува одржливоста во центарот на политичките, економските и образовните дебати, при што образованието добива клучна улога во подготовката на граѓани способни за информирано, критичко и одговорно одлучување.

Од аспект на Образованието за одржлив развој, како што е промовирано од UNESCO, енергетската криза и глобалното затоплување не се третираат како изолирани теми, туку како комплексен систем на меѓусебно поврзани предизвици. Образованието за одржлив развој инсистира на развој на системско размислување, вредносна ориентација и акциска компетенција, со цел учениците и студентите да можат да ги разберат последиците од одлуките што ги носиме денес врз идните генерации.

Токму во оваа рамка, агриволтаиците претставуваат исклучително соодветен конкретен пример за анализа на одржливо одлучување. Како модел што интегрира производство на обновлива енергија со земјоделско производство, агриволтаиците се појавуваат како потенцијален одговор на енергетската криза, овозможувајќи зголемување на уделот на чиста енергија без дополнително заземање на земјиште. Истовремено тие отвораат нови прашања поврзани со влијанието врз екосистемите, биодиверзитетот и традиционалните земјоделски практики.

Овој двоен карактер на агриволтаиците, кој се нуди како можно решение, но и како потенцијален ризик, ги прави идеален педагошки пример за истражување на суштинското прашање на ова предавање: *Што значи да се донесе одржлива одлука во услови на конфликтни интереси и ограничени ресурси?* Анализата на агриволтаичните системи овозможува студентите да ги согледаат тензиите меѓу енергетската безбедност, климатската акција, заштитата на биодиверзитетот и социо-економските потреби на локалните заедници.

Понатаму, ваквиот пример директно се поврзува и со Целите за одржлив развој, особено со Цел 7 (Достапна и чиста енергија), Цел 13 (Климатска акција) и Цел 15 (Заштита на копнените екосистеми). Преку агриволтаиците, овие цели не се разгледуваат апстрактно, туку како дел од значајна одлука која има реални еколошки, економски и образовни импликации.

Во педагошки контекст, ваквото предавање има за цел да ги оспособи идните наставници и педагози да работат со реални, комплексни и контроверзни теми, да поттикнуваат



аргументирана дискусија и да ги развиваат зелените компетенции кај учениците. Наместо едноставни решенија, студентите се охрабруваат да препознаат дека одржливиот развој подразбира процес на постојано балансирање, во кој знаењето, вредностите и одговорноста се еднакво важни.

Оттука, предавањето „Ера на енергетска криза и глобално затоплување: како да донесуваме одржливи одлуки?“ го поставува агриволтаичниот модел како училиште за одржливо размислување, простор каде што се учи не само за енергијата и климата, туку и за начинот на кој образованието може да придонесе кон одржлива иднина.

## ЕРА НА ЕНЕРГЕТСКА КРИЗА И ГЛОБАЛНО ЗАТОПЛУВАЊЕ: КАКО ДА ДОНЕСУВАМЕ ОДРЖЛИВИ ОДЛУКИ?

*(Агриволтаици како студија на случај)*

Современиот свет се соочува со двоен предизвик – енергетска несигурност и интензивирање на климатските промени. Зголемената побарувачка за енергија, геополитичките нестабилности и зависноста од фосилни горива ја продлабочуваат енергетската криза, додека растечките концентрации на стакленички гасови го забрзуваат глобалното затоплување. Според процените на Intergovernmental Panel on Climate Change, без брзи и системски трансформации, климатските ризици ќе станат уште поинтензивни и поскапи за општествата.

Во ваков контекст, клучното прашање не е само како да произведеме повеќе енергија, туку **како да носиме одлуки што истовремено ќе обезбедат енергетска стабилност, економска одржливост и заштита на природата**. Одржливите одлуки подразбираат интегрирање на научните сознанија, долгорочната перспектива и одговорноста кон идните генерации.

Ерата на енергетска и климатска неизвесност бара премин од краткорочни решенија кон системски пристапи кои ги поврзуваат енергијата, храната, водата и биодиверзитетот во единствена стратегија за одржлив развој.

### Вовед во глобалниот контекст: двојната криза

Современото општество се наоѓа во услови на **двојна криза** – енергетска и климатска. Овие две кризи не се изолирани, туку меѓусебно поврзани и заемно засилувачки.

#### 1. Енергетската криза

Енергетската криза произлегува од:

- зависноста од фосилни горива
- нестабилноста на глобалните енергетски пазари
- геополитички конфликти
- зголемената побарувачка за енергија

Оваа зависност создава економска ранливост, ценовни шокови и социјална несигурност. Истовремено, фосилните горива остануваат главен извор на емисии на стакленички гасови.



## 2. Климатската криза

Климатската криза е резултат на долгогодишни високи емисии на јаглерод диоксид и други гасови, што доведува до:

- зголемување на глобалната температура
- почести топлотни бранови
- суши и поплави
- деградација на екосистеми

Според научните проценки на Intergovernmental Panel on Climate Change, влијанијата од климатските промени веќе се видливи и ќе се интензивираат без брза декарбонизација и адаптација.

## 3. Поврзаност на двете кризи

Двојната криза произлегува од ист извор: енергетскиот модел заснован на фосилни горива.

- Потребата за енергија ја поттикнува експлоатацијата на јаглен, нафта и гас.
- Оваа експлоатација ги зголемува емисиите и ја продлабочува климатската криза.
- Климатските промени, пак, ја зголемуваат нестабилноста на енергетските системи (оштетување инфраструктура, намалена хидроенергија при суши итн.)

Оттука, решавањето на едната криза не може да се одвои од решавањето на другата.

Во вакви услови, краткорочните енергетски решенија можат:

- да ја намалат моментната ценовна нестабилност, но
- да ја продлабочат климатската криза.

Затоа е потребен интегриран и системски пристап, кој ќе ги поврзе енергетската транзиција, климатската адаптација и заштитата на екосистемите.

## Енергетската криза како економски, социјален и еколошки проблем

Енергетската криза претставува сложен и повеќедимензионален феномен кој не може да се сведе исклучиво на недостиг или поскапување на енергијата. Таа истовремено е економски, социјален и еколошки проблем, чијшто ефект се чувствува на глобално, национално и локално ниво.

Од економски аспект, енергетската криза се манифестира преку зголемени трошоци за производство, транспорт и животен стандард. Флукуациите на цените на фосилните горива, зависноста од увоз и геополитичките тензии ја зголемуваат економската несигурност и ја намалуваат конкурентноста на економиите. Овие процеси особено ги погодуваат земјите во развој и ранливите економски сектори, меѓу кои и земјоделството.

Од социјален аспект, енергетската криза директно влијае врз квалитетот на животот на граѓаните. Појавата на енергетска сиромаштија, ограничениот пристап до сигурна и достапна енергија и зголемените трошоци за домаќинствата создаваат социјални нееднаквости и дополнителни притисоци врз образовниот, здравствениот и социјалниот систем. Во тој контекст, енергијата престанува да биде само техничко прашање и станува прашање на социјална правда.



Од еколошки аспект, доминантната зависност од фосилни горива претставува еден од клучните извори на загадување на воздухот, деградација на екосистемите и зголемување на емисиите на стакленички гасови. Енергетската криза, во оваа смисла, не е одвоена од еколошката криза, туку е нејзин составен дел. Непроменетите енергетски модели го забрзуваат исцрпувањето на природните ресурси и ја доведуваат во прашање долгорочната одржливост на човечките општества.

За образованието, ова значи дека енергетската криза мора да се третира како комплексен општествен проблем, кој бара системско размислување и интердисциплинарен пристап.

## **Агриволтаици – концепт и видови**

### **Поим и основна дефиниција**

Агриволтаиците (agrivoltaics/agrophotovoltaics) претставуваат иновативен модел на двојно користење на земјиштето, при што на иста површина истовремено се одвиваат земјоделско производство и производство на електрична енергија од сончева енергија. Наместо конкуренција меѓу земјоделството и обновливите извори на енергија, агриволтаичниот концепт настојува да воспостави синергија меѓу овие два сектора.

Агриволтаици претставуваат интегриран агроенергетски систем во кој на иста површина на земјиште се комбинираат земјоделско производство и производство на електрична енергија преку фотоволтаични технологии, со цел оптимизација на користењето на просторот, ресурсната ефикасност и еколошката одржливост. Овој пристап се заснова на принципот на мултифункционално управување со земјиштето, каде што производството на храна и обновлива енергија не се конкурентни, туку комплементарни активности.

Во научната литература агриволтаиците се разгледуваат како модел што овозможува:

- Зголемување на вкупната продуктивност по единица површина;
- Намалување на испарувањето и подобрување на микроклиматските услови;
- Зголемување на отпорноста на агроенекосистемите кон климатски екстреми;
- Диверзификација на приходите во руралните средини. Диверзификација значи да не се потпираме само на еден извор, туку да користиме повеќе различни извори.

Зголемување на вкупната продуктивност по единица површина значи дека од истата земјишна површина се добива повеќе вкупен принос, не само во квантитет на една култура, туку како комбиниран резултат од повеќе функции. Во агриволтаични системи, на пример, сенката од панелите може да го намали испарувањето на водата, одредени култури имаат подобра продуктивност во умерена сенка, паралелно се произведува обновлива енергија. Тоа значи дека вкупниот енергетско-економски биланс по хектар е поголем, иако поединечниот земјоделски принос можеби не е максимален. Зголемување на вкупната продуктивност по единица површина претставува оптимизација на земјишниот ресурс преку интегрирање повеќе комплементарни функции, со што се зголемува комбинираниот еколошки, економски и енергетски принос од истата просторна единица. „Наместо земјиштето да работи само една работа, му даваме да работи две или три истовремено.“ Овој концепт директно го адресира конфликтот со прашањето: Дали земјата да се користи за производство на храна или за енергија? Со зголемување на вкупната продуктивност не се избира едното на сметка на другото, и заедно се создава синергија.



Испарувањето од почвата и транспирацијата од растенијата (заедно евапотранспирација) се зголемуваат при високи температури, при директно и интензивно сончево зрачење, ниската влажност на воздухот и силниот ветер. Во агриволтаичните системи фотоволтаичните панели создаваат делумна сенка, што предизвикува неколку важни ефекти: панелите ја намалуваат количината на директна сончева енергија што стигнува до почвата. Тоа значи дека при пониска температура на површината има побавно сушење на почвата. Истражувањата покажуваат дека засенчените површини можат да имаат неколку степени пониска температура во споредба со незасенчените. Пониската температура ја намалува загубата на вода и го намалува стресот кај растенијата. Подобро задржување на влагата каде што почвата под панелите често задржува повеќе вода и бара помалку наводнување.

Агриволтаичните системи создаваат нов микроклиматски баланс преку регулација на температурата, намалување на екстремните дневни температури, побавно ноќно ладење и намалени температурни шокови. Ова е важно затоа што многу култури не страдаат од просечната температура, туку од екстремните.

Агриволтаиците придонесуваат за намалување на топлотниот стрес кај растенијата. При високи температури растенијата ги затвораат стомите, ја намалуваат фотосинтезата и го забавуваат растот. Додека со умерената сенка која ја создаваат агриволтаиците стомите остануваат подолго отворени, фотосинтезата може да биде поефикасна и се подобрува физиолошката стабилност.

На тој начин се добива синергија меѓу енергија и екосистем. Интересно е што панелите работат поефикасно на пониски температури и растенијата имаат корист од умерена сенка. На тој начин се создава еколошка симбиоза, наместо конкуренција. Овој пристап е во согласност со принципите на мултифункционални екосистеми, кои ги нагласува и Intergovernmental Science-Policy Platform on Biodiversity and Ecosystem Services, дека природните системи треба да се управуваат така што ќе обезбедуваат повеќе услуги истовремено.

Во однос на климатска криза во региони како Југоисточна Европа (вклучително и Македонија) се очекуваат почести топлотни бранови, продолжени сушни периоди и нестабилни врнежи. Намалувањето на испарувањето значи подобра водна ефикасност, помал притисок врз водните ресурси и поголема отпорност на агросистемите. Тоа претставува мерка на адаптација кон климатските промени, а не само техничка иновација.

Делумната засенченост во агриволтаичните системи доведува до намалување на евапотранспирацијата, стабилизација на температурните амплитуди и подобрување на микроклиматските услови, со што се зголемува водната ефикасност и отпорноста на земјоделските култури во услови на климатска варијабилност.

Овој концепт е во согласност со препораките на Меѓувладиниот панел за климатски промени (Intergovernmental Panel on Climate Change – IPCC) за интегрирање обновливи извори на енергија во земјоделските системи и со анализите на Меѓувладината платформа за биодиверзитет и екосистемски услуги (Intergovernmental Science-Policy Platform on Biodiversity and Ecosystem Services – IPBES), кои укажуваат на потребата од одржливо управување со земјиштето и биодиверзитетот.

Во образовен контекст, агриволтаиците претставуваат педагошки релевантен пример за интегрирана примена на одржливи технологии, преку кој учениците и идните наставници ги развиваат клучните компетенции за зелена транзиција, системско размислување и одговорно управување со природните ресурси.



## **Педагошка анализа на намалувањето на испарувањето и подобрувањето на микроклиматските услови во контекст на Образование за одржлив развој**

Намалувањето на испарувањето (евапотранспирацијата) и стабилизацијата на микроклиматските услови во агроекосистемите претставуваат значајни механизми на климатската адаптација во земјоделството. Делумната засенченост, како што се применува во агриволтаичните системи, доведува до намалување на температурните екстреми, подобрување на задржувањето на влагата во почвата и намалување на водниот стрес кај растенијата (Barron-Gafford et al., 2019). Намалувањето на испарувањето преку делумна засенченост покажува дека продуктивноста не се темели на максимизација на поединечен фактор, туку на оптимизација на меѓусебно зависни процеси. Токму оваа логика го отелотворува она што Sterling го дефинира како „sustainable education“, образование кое го реорганизира начинот на мислењето, а не само содржината.

Во поширок контекст, извештаите на Intergovernmental Panel on Climate Change укажуваат дека земјоделските системи се особено ранливи на пораст на температурите, суши и климатска варијабилност, при што адаптивните мерки што интегрираат повеќе функции (храна, вода, енергија) се клучни за зголемување на отпорноста (IPCC, 2022). Дополнително, Intergovernmental Science-Policy Platform on Biodiversity and Ecosystem Services нагласува дека управувањето со земјиштето треба да ја почитува мултифункционалноста на екосистемите и нивната способност истовремено да обезбедуваат повеќе екосистемски услуги (IPBES, 2019). Оттука, намалувањето на испарувањето не е само агротехничка придобивка, туку пример за системска интеграција на еколошки и технолошки решенија.

## **Педагошка интерпретација во рамките на Образованието за одржлив развој**

Во контекст на Образование за одржлив развој, ваквите примери имаат висока трансформативна вредност. Образование за одржлив развој не се сведува на пренос на еколошки информации, туку подразбира развој на системско, критичко и антиципативно размислување (UNESCO, 2017).

Преку анализа на микроклиматските ефекти од засенчувањето, студентите:

- ги согледуваат интеракциите меѓу водата, почвата, температурата и енергијата;
- разбираат дека продуктивноста не е линеарна функција на еден фактор (на пример, максимална светлина);
- развиваат способност за процена на комплексни, меѓусебно зависни процеси.

Ова е во согласност со концептот на системско размислување како клучна компетенција за одржливост (Wiek et al., 2011).

Интегрирањето на ваквите случаи во иницијалното образование на наставници придонесува за развој на:

- системска компетенција (идентификување причинско-последични врски);
- антиципативна компетенција (разбирање идни климатски сценарија);
- нормативна компетенција (преиспитување на моделот на максимизација);
- стратедиска компетенција (осмислување адаптивни решенија).

Особено во региони со зголемена климатска ранливост, ваквите педагошки пристапи придонесуваат кон формирање наставници кои не само што пренесуваат знаење туку развиваат еколошка одговорност и професионален идентитет ориентиран кон одржливост.



## Епистемолошка импликација

Анализата на намалувањето на испарувањето овозможува премин:

- од редуccionистичко кон холистичко знаење;
- од секторска продуктивност кон интегрирана вредност;
- од техничко решение кон еколошка синергија.

Во таа смисла, примерот функционира како дидактички модел за разбирање на одржливоста како динамична рамнотежа, а не како еднодимензионален технички одговор.

Основната идеја е соларните панели да се постават на начин што ќе овозможи продолжување на земјоделските активности под или меѓу нив, со минимално нарушување на почвата и екосистемите. На овој начин, агриволтаиците се промовираат како потенцијално одржливо решение во услови на ограничени земјишни ресурси, енергетска криза и климатски промени.

## Агриволтаиците во контекст на одржливиот развој

Во рамките на Целите за одржлив развој, агриволтаиците се поврзуваат со повеќе цели, особено со:

- Цел 7 – Достапна и чиста енергија,
- Цел 13 – Климатска акција,
- Цел 15 – Заштита на копнените екосистеми.

Сепак, нивната одржливост не е автоматска, туку зависи од дизајнот, локацијата, типот на земјоделската култура и управувањето со системот. Оттука, агриволтаиците претставуваат соодветен пример за анализа на одржливо одлучување во образовен контекст.

## Основни видови агриволтаични системи

*Високо поставени соларни панели (надземни агриволтаици)*

Кај овој тип, соларните панели се поставуваат на високи конструкции над земјоделските култури, што овозможува:

- слободно движење на механизација и луѓе,
- делумно засенчување на растенијата,
- подобрување на микроклиматските услови (намалена температура и испарување).

Овој систем е погоден за култури чувствителни на силна сончева радијација, но може да има влијание врз визуелниот пејзаж и локалниот биодиверзитет доколку не е внимателно планиран.





### *Агриволтаици со панели меѓу редови*

Во овој модел соларните панели се поставуваат меѓу редовите на културите, често под агол што овозможува оптимално изложување на сонце и минимално засенчување. Овој тип:

- овозможува комбинирање со традиционално земјоделство,
- бара прецизно планирање на распоредот,
- може да доведе до промени во распределбата на светлина и влага.

Овој систем е почест кај трајни насади и лозја.

### *Динамични и подвижни агриволтаични системи*

Овие системи користат подвижни или ротирачки панели кои се приспособуваат на положбата на сонцето и потребите на растенијата. Тие овозможуваат:

- оптимизација на светлината за фотосинтеза,
- поголема енергетска ефикасност,
- намалување на негативните влијанија врз културите.

Иако технолошки напредни, овие системи се поскапи и помалку достапни, што отвора прашања за нивната економска одржливост.

Разгледувањето на концептот и видовите агриволтаици им овозможува на студентите:

- да ја разберат поврзаноста меѓу енергетиката, земјоделството и екологијата,
- да анализираат различни модели на одржливо користење на земјиштето,
- да развиваат критичко и системско размислување во контекст на ООР.

Агриволтаиците не се универзално решение, туку модел чија одржливост зависи од внимателно планирање и информирано одлучување. Токму поради ова, тие претставуваат исклучително вредна тема за академска и педагошка анализа во рамки на образованието за одржлив развој.

**ТАБЕЛА 1: Вид на агриволтаици ↔ влијание врз биодиверзитет**

Вид на агриволтаичен систем	Потенцијални позитивни влијанија врз биодиверзитет	Потенцијални негативни влијанија врз биодиверзитет	Педагошки фокус
<p><b>Високо поставени соларни панели над култури</b></p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• создавање микроклима за одредени растителни видови</li> <li>• намалено испарување и подобрена влажност на почвата</li> <li>• можност за засолниште на инсекти и мали животни</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• фрагментација на живеалишта</li> <li>• промена на светлосниот режим</li> <li>• визуелно нарушување на пејзажот</li> </ul>	<p>Баланс меѓу продуктивност и еколошка заштита</p>
<p><b>Панели меѓу редови (лозја, овоштарници)</b></p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• задржување на традиционалната земјоделска структура</li> <li>• можност за зголемена флористичка разновидност под панелите</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• ограничување на светлина за некои видови</li> <li>• намалена активност на опрашувачи ако дизајнот е лош</li> </ul>	<p>Просторно планирање и селекција на култури</p>
<p><b>Динамични/ подвижни агриволтаични системи</b></p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• оптимизација на светлина за растенијата</li> <li>• помало долгорочно нарушување на екосистемите</li> <li>• можност за адаптација кон локален биодиверзитет</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• технолошка интервенција во природниот простор</li> <li>• зголемен материјален отпечаток</li> </ul>	<p>Технологија во служба на природата</p>
<p><b>Интегрирани агриволтаици со еколошко земјоделство</b></p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• зголемување на биодиверзитетот на растенија и инсекти</li> <li>• подобрување на почвената биологија</li> <li>• поддршка на опрашувачи</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• потреба од висок степен на знаење и мониторинг</li> </ul>	<p>Синергија меѓу одржливо земјоделство и енергија</p>





## Агриволтаици и биодиверзитет: влијанија и дилеми

Интеграцијата на агриволтаичните системи во земјоделските пејзажи отвора сложена дебата за нивното влијание врз биодиверзитетот. Од една страна, агриволтаиците се промовираат како иновативно решение што истовремено одговара на енергетската криза и климатските промени; од друга страна, тие претставуваат интервенција во природни и полуприродни екосистеми, што неминовно носи еколошки дилеми.

### Потенцијални позитивни влијанија врз биодиверзитетот

Агриволтаиците, кога се внимателно планирани и управувани, можат да придонесат за:

- Подобрување на микроклиматските услови – делумното засенчување може да го намали топлинскиот стрес кај растенијата и почвените организми.
- Зголемена разновидност на растителни и инсектни видови, особено во системи комбинирани со еколошко земјоделство.
- Создавање засолништа и коридори за мали животни и опрашувачи, што е особено важно во интензивно обработувани агропејзажи.
- Намалување на притисокот врз природните екосистеми преку рационална двојна употреба на земјиштето.

### Потенцијални негативни влијанија

Истовремено агриволтаиците можат да предизвикаат и ризици:

- Фрагментација и трансформација на живеалиштата, особено ако се поставуваат без еколошка процена.
- Промена на светлосниот режим, што може негативно да влијае врз одредени растителни видови и опрашувачи.
- Нарушување на локалниот пејзаж и екосистемската рамнотежа доколку приоритет има исклучиво енергетската добивка.
- Технолошки отпечаток (материјали, одржување, инфраструктура) што индиректно влијае врз природата.

Овие спротивставени ефекти ја отвораат централната дилема: *Дали агриволтаиците се закана или можност за биодиверзитетот?*

Одговорот не е универзален. Тој зависи од:

- типот на агриволтаичниот систем,
- локалниот екосистем,
- изборот на култури,
- начинот на управување и
- вклучувањето на еколошки критериуми во процесот на одлучување.



## Перспектива на одржливиот развој

Во рамки на Целите за одржлив развој, агриволтаиците се наоѓаат на пресекот меѓу:

- одржлива енергија,
- климатска акција и
- заштита на копнени екосистеми.

Токму затоа тие претставуваат одличен пример за одржливо (но и вредносно) одлучување, каде што технолошкиот напредок мора да биде усогласен со еколошката одговорност.

За студентите по педагогија и одделенска настава оваа тема нуди можност да се развиваат:

- системско и критичко размислување,
- еколошка чувствителност,
- разбирање на сложените односи човек – природа – технологија.

Агриволтаиците не се „добри“ или „лоши“ сами по себе. Начинот на нивна примена ја одредува нивната улога во зачувувањето или нарушувањето на биодиверзитетот.

## Трансформативна педагошка рамка: од еколошки феномен до образовна парадигма

### 1. Системска педагогија и парадигматска промена (Sterling)

Питер Стерлинг (Sterling, 2001; 2010) ја концептуализира одржливоста како парадигматска трансформација на образованието, а не како додатна содржина во курикулумот. Во таа перспектива, анализата на микроклиматските ефекти (намалување на испарувањето, регулација на температурни екстреми) претставува пример за:

- премин од механистичко кон еколошко размислување;
- разбирање на светот како меѓусебно поврзан систем;
- учење кое ја нагласува рационалната природа на знаењето.

Намалувањето на испарувањето преку делумна засенченост демонстрира дека продуктивноста не се темели на максимизација на поединечен фактор, туку на оптимизација на меѓусебно зависни процеси. Токму оваа логика го отелотворува она што Sterling го дефинира како „sustainable education“ или образование што го реорганизира начинот на мислењето, а не само содржината.

### 2. Трансформативно учење (Mezirow)

Според Џек Мезироу (Mezirow, 1997; 2000), трансформативното учење се случува кога индивидуата ги преиспитува сопствените претпоставки и „рамки на референција“. Во анализата на микроклиматските услови, студентите често започнуваат од имплицитна претпоставка:

„Повеќе сонце = поголем принос.“

Меѓутоа, преку научна анализа тие доаѓаат до сознание дека:

- прекумерната топлина создава физиолошки стрес;
- намалената евапотранспирација може да ја подобри водната ефикасност;





- умерената сенка може да ја стабилизира продуктивноста.

Оваа промена во размислувањето значи дека студентот почнува да гледа пошироко. Наместо линеарно и едноставно, почнува да ја разбира продуктивноста како дел од поврзан систем. Во таа смисла, примерот создава ситуација што го предизвикува неговото досегашно размислување и го поттикнува на подлабока, критичка анализа.

### 3. Критичка педагогија и еколошка свест (Freire)

Пауло Фреире (Freire, 1970) го нагласува значењето на критичката свест (conscientização) или способноста да се согледаат структурните услови што ја обликуваат реалноста. Во контекст на климатската криза, анализата на испарувањето и микроклимата отвора простор за критички прашања:

- Кој го дефинира моделот на „максимална продуктивност“?
- Дали економската логика на интензификација ја игнорира еколошката рамнотежа?
- Кој ги сноси последиците од климатската ранливост?

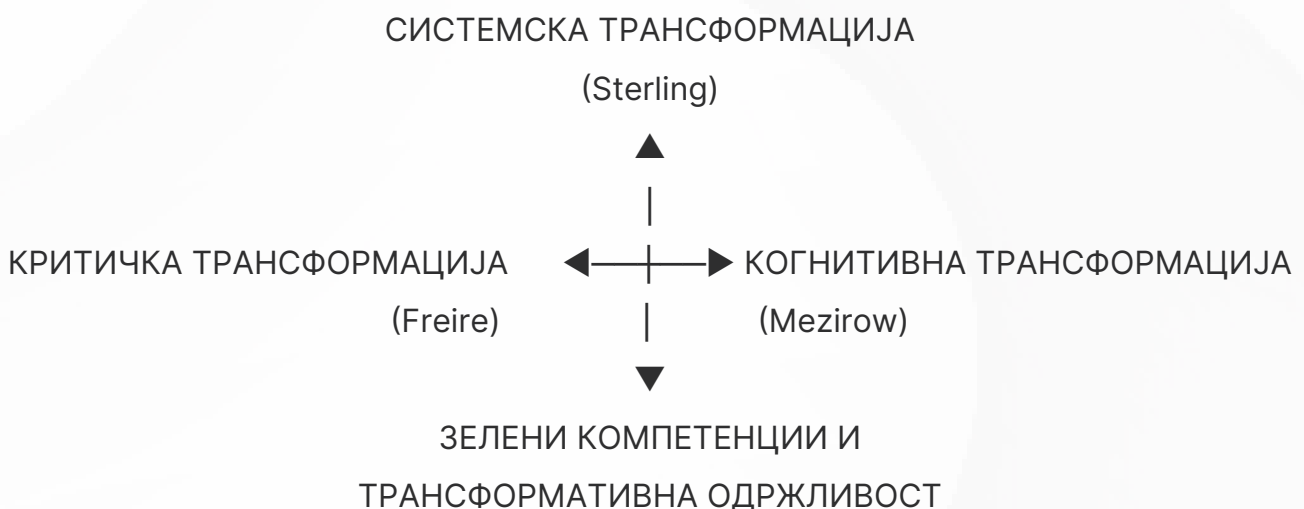
Преку вакви прашања, студентите не само што полесно ќе ги разбираат природни процеси туку ќе развиваат критичка еколошка писменост што ја поврзува науката со општествената одговорност.

### 4. Интегративна синтеза

Комбинирајќи ги овие теоретски пристапи:

- Sterling → системска и парадигматска трансформација
- Mezirow → когнитивна и рефлексивна трансформација
- Freire → критичка и општествена трансформација

Анализата на микроклиматските ефекти станува повеќе од научен пример. Таа станува педагошки медиум за развој на трансформативна одржливост.





Во согласност со научните процени на Intergovernmental Panel on Climate Change (2022) и Intergovernmental Science-Policy Platform on Biodiversity and Ecosystem Services (2019), кои нагласуваат дека климатската и биодиверзитетната криза бараат системски промени, образованието мора да ја надмине информативната улога и да стане трансформативен простор.

Агриволтаичните системи имаат потенцијал да придонесат кон зачувување, па дури и подобрување на локалниот биодиверзитет преку создавање микроживеалишта, намалување на климатскиот стрес и оптимизација на користењето на земјиштето. Ефектот врз животната средина зависи од дизајнот, начинот на управување и од тоа колку добро се вклопуваат во околниот простор. Агриволтаиците можат да бидат подобро решение за природата, затоа што овозможуваат земјиштето и понатаму да се користи за земјоделство, а истовремено создаваат поразновидна средина, но колку ќе бидат добри за природата зависи од тоа каде се поставени и како се управува со нив. Нивниот ефект врз природата не е ист насекаде, зависи од условите и од начинот на одржување.

### Конфликтот „храна или енергија“

Конфликтот „храна или енергија“ произлегува од фактот дека земјиштето е ограничен ресурс, а истовремено се зголемуваат и потребите за земјоделско производство и за производство на обновлива енергија. Оваа тензија станува особено видлива во услови на климатски промени, демографски раст и енергетска транзиција.

### Структурни причини за конфликтот

Зголемената урбанизација, деградацијата на почвите и климатските екстреми ја намалуваат површината погодна за производство на храна. Во исто време големи соларни и биоенергетски проекти бараат простор. Во насока на декарбонизација, согласно препораките на **IPCC**, државите интензивно инвестираат во соларни и биоенергетски капацитети. Дел од тие капацитети се поставуваат на земјоделско земјиште. Кога земјиштето се користи за производство на гориво наместо за храна, се поставуваат прашања за пораст на цените на храната, социјална нееднаквост и несигурност во снабдувањето. Според анализите на IPBES, деградацијата на земјиштето и губењето на биодиверзитетот дополнително го усложнуваат фактот што секоја промена во намената на земјиштето има еколошки последици. Од економска перспектива, производството на енергија може да носи повисок и постабилен приход во споредба со традиционалното земјоделство. Тоа создава притисок врз земјоделците да ја пренаменат земјата. Се поставува прашањето: Кој одлучува како ќе се користи земјиштето и во чиј интерес?

Иако обновливата енергија има ниски емисии на CO<sub>2</sub>, големите соларни паркови можат:

- да го нарушат пејзажот,
- да влијаат врз локалните екосистеми,
- да ја намалат аграрната продуктивност ако не се интегрирани правилно.

Од друга страна, интензивното земјоделство само по себе придонесува за емисии, ерозија и губење на биодиверзитетот. Така, конфликтот е дел од поширока системска криза на управување со ресурсите.

Конфликтот отвора и етички прашања:

- Дали е оправдано да се користи обработливо земјиште за енергија во услови на глобален глад?



- Дали енергијата е предуслов за модерно производство на храна?
- Дали постои праведна распределба на ресурсите?

Овие дилеми ја надминуваат техничката рамка и влегуваат во доменот на одговорност и правичност.

Во наставен контекст (особено во образование за одржлив развој), конфликтот „храна или енергија“ е пример за:

- сложена општествена дилема
- системска поврзаност на економија – екологија – политика
- потреба од критичко и интердисциплинарно размислување

Студентите учат дека одржливоста не е едноставно техничко решение, туку процес на балансирање на вредности, интереси и долгорочни последици.

### **Значењето на агриволтаиците во услови на енергетска криза**

Енергетската криза (пораст на цени, нестабилност во снабдувањето, геополитички ризици и потреба од декарбонизација) ја истакна ранливоста на централизираните и увозно зависни енергетски системи. Во таков контекст, агриволтаиците добиваат стратешко значење како интегриран одговор што истовремено ја зајакнува енергетската и прехранбената сигурност.

Агриволтаичните системи овозможуваат:

- производство на електрична енергија во рурални средини,
- намалување на зависноста од увоз на фосилни горива,
- зголемување на локалната енергетска автономија.

Во услови кога глобалните пазари се нестабилни, децентрализираното производство станува клучен елемент на енергетската безбедност, концепт нагласен и во извештаите на **IPCC**, кои повикуваат на забрзана интеграција на обновливи извори.

### **Педагошка анализа на намалувањето на испарувањето и подобрувањето на микроклиматските услови во контекст на Образование за одржлив развој**

#### **Теориска и научна рамка**

Намалувањето на испарувањето (евапотранспирацијата) и стабилизацијата на микроклиматските услови во агрокосистемите претставуваат значајни механизми на климатска адаптација во земјоделството. Делумната засенченост, како што се применува во агриволтаичните системи, доведува до намалување на температурните екстреми, подобрување на задржувањето на влагата во почвата и намалување на водниот стрес кај растенијата (Barron-Gafford et al., 2019). Намалувањето на испарувањето преку делумна засенченост демонстрира дека продуктивноста не се темели на максимизација на поединечен фактор, туку на оптимизација на меѓусебно зависни процеси. Токму оваа логика го отелотворува она што Sterling го дефинира како „sustainable education“, образование што го реорганизира начинот на мислење, а не само содржината.

Во поширок контекст, извештаите на Intergovernmental Panel on Climate Change укажуваат дека земјоделските системи се особено ранливи на пораст на температурите,



суши и климатска варијабилност, при што адаптивните мерки што интегрираат повеќе функции (храна, вода, енергија) се клучни за зголемување на отпорноста (IPCC, 2022). Дополнително, Intergovernmental Science-Policy Platform on Biodiversity and Ecosystem Services нагласува дека управувањето со земјиштето треба да ја почитува мултифункционалноста на екосистемите и нивната способност истовремено да обезбедуваат повеќе екосистемски услуги (IPBES, 2019). Оттука, намалувањето на испарувањето не е само агротехничка придобивка, туку пример за системска интеграција на еколошки и технолошки решенија.

### **Педагошка интерпретација во рамките на Образование за одржлив развој**

Во контекст на Образование за одржлив развој, ваквите примери имаат висока трансформативна вредност. Образованието за одржлив развој не се сведува на пренос на еколошки информации, туку подразбира развој на системско, критичко и антиципативно размислување (UNESCO, 2017).

Преку анализа на микроклиматските ефекти од засенчувањето, студентите:

- ги согледуваат интеракциите меѓу вода, почва, температура и енергија;
- разбираат дека продуктивноста не е линеарна функција на еден фактор (на пример, максимална светлина);
- развиваат способност за процена на комплексни, меѓусебно зависни процеси.

Ова е во согласност со концептот на системско размислување како клучна компетенција за одржливост (Wiek et al., 2011).

Интегрирањето на ваквите случаи во иницијалното образование на наставници придонесува за развој на:

- системска компетенција (идентификување на причинско-последични врски);
- антиципативна компетенција (разбирање на идни климатски сценарија);
- нормативна компетенција (преиспитување на моделот на максимизација);
- стратедиска компетенција (осмислување адаптивни решенија).

Особено во региони со зголемена климатска ранливост, ваквите педагошки пристапи придонесуваат кон формирање наставници кои не само што пренесуваат знаење, туку развиваат еколошка одговорност и професионален идентитет ориентиран кон одржливост.

### **Епистемолошка импликација**

Анализата на намалувањето на испарувањето овозможува премин:

- од редуccionистичко кон холистичко знаење;
- од секторска продуктивност кон интегрирана вредност;
- од техничко решение кон еколошка синергија.

Во таа смисла, примерот функционира како дидактички модел за разбирање на одржливоста како динамична рамнотежа, а не како еднодимензионален технички одговор.



## Улогата на образованието во развојот на одржливо одлучување

Образованието има клучна улога во развивањето на способноста за одржливо одлучување, особено преку Образованието за одржлив развој, како што е концептуализирано од UNESCO. Образованието за одржлив развој не се ограничува само на пренесување факти, туку има за цел да развие:

- критичко и системско размислување,
- свесност за меѓусебната поврзаност на глобалните предизвици,
- вредносна ориентација кон одговорност и солидарност,
- подготвеност за активно учество во општеството.

За идните наставници и педагози, ова значи дека тие не се само преносители на знаење, туку и модели на одржливо однесување и одлучување. Начинот на кој наставникот ги обработува контроверзните теми, ги води дискусиите и ги вклучува учениците во процесот на одлучување, има директно влијание врз развојот на зелените компетенции.

## Агриволтаиците како пример за одржливо (и нецелосно) одлучување

Агриволтаиците претставуваат илустративен пример за тоа како одржливото одлучување функционира во практика. Од една страна, тие нудат потенцијално решение за зголемување на производството на обновлива енергија и за рационално користење на земјиштето. Од друга страна, тие отвораат дилеми поврзани со влијанието врз биодиверзитетот, земјоделските практики и локалните заедници.

Токму оваа амбивалентност ги прави агриволтаиците вредна педагошка алатка: тие покажуваат дека одржливите одлуки ретко се „совршени“, туку се резултат на балансирање меѓу спротивставени интереси, информирани компромиси и постојана евалуација.

Одржливиот развој и одржливото одлучување не се апстрактни поими, туку практични ориентации кои треба да се вградат во образовните процеси. Преку анализа на реални примери, како агриволтаиците, студентите можат да научат дека одржливоста не значи отсуство на конфликти, туку способност одговорно да се управува со нив во интерес на сегашните и идните генерации.

## Агриволтаиците како пример за учење во рамки на Образованието за одржлив развој

Агриволтаиците претставуваат соодветен пример за примена на Образованието за одржлив развој бидејќи ги поврзуваат енергетиката, земјоделството, биодиверзитетот и локалниот развој. Анализата на вакви примери им овозможува на студентите да ја разберат комплексноста на одржливите одлуки и да развијат компетенции неопходни за справување со идните предизвици.

Образованието за одржлив развој и зелените компетенции претставуваат основа за подготовка на генерации кои не само што ќе ги разбираат глобалните проблеми туку и ќе бидат способни активно и одговорно да учествуваат во нивното решавање. Во таа смисла, Образованието за одржлив развој не е дополнување на наставните програми, туку нова образовна парадигма. Во таа смисла, теми како агриволтаици и биодиверзитет не се „додаток“ во наставата, туку срж на современото образование за одржлив развој.



## Од знаење кон одговорно дејствување

Современите глобални предизвици – енергетската криза, климатските промени и загабата на биодиверзитетот – јасно покажуваат дека знаењето само по себе не е доволно. Она што е клучно е способноста тоа знаење да се трансформира во одговорно, информирано и вредносно засновано дејствување. Токму тука се наоѓа суштината на Образованието за одржлив развој.

Преку анализата на агриволтаиците како пример на иновативна, но и контроверзна практика, станува јасно дека одржливите решенија не се апсолутни, туку зависат од контекстот, дизајнот, управувањето и одлуките што ги носиме како општество. Агриволтаиците ја отсликуваат комплексната врска меѓу човекот, технологијата и екосистемите и ја нагласуваат потребата од системско размислување и етичка процена.

Од педагошка перспектива, ваквите теми овозможуваат премин:

- од пасивно усвојување информации → кон активно истражување и дијалог,
- од едноставни одговори → кон критичко согледување на дилеми,
- од индивидуално знаење → кон колективна одговорност.

Идниот наставник има централна улога во овој процес. Тој не е само пренесувач на факти, туку фасилитатор на учење, модел на одговорно однесување и носител на вредностите на одржливиот развој. Преку внимателно осмислени активности – дебати, студии на случај, рефлексивност и самооценување – наставникот ги оспособува учениците да донесуваат одлуки што ги земаат предвид и сегашните и идните генерации.

Во таа смисла, образованието станува клучен простор за остварување на Целите за одржлив развој, не како апстрактна рамка, туку како жив процес на учење, преиспитување и дејствување.

**Одржливото образование не завршува со разбирање на проблемите – тоа започнува тогаш кога знаењето се претвора во одговорна акција.**

Движењето „од знаење кон одговорно дејствување“ претставува суштинска цел на ООР и темел на улогата на идниот наставник во градењето поодржливо и поправедно општество.

## СТУДИЈА НА СЛУЧАЈ (КАКО ПРИМЕР ЗА РАБОТА И РАЗМИСЛУВАЊЕ СО СТУДЕНТИТЕ)

Во понатамошниот текст ќе биде претставена кратка студија на случај (како пример за работа и размислување со студентите) на тема: „**Агриволтаици: одржлива одлука или компромис со природата?**“

Во рурална општина во Северна Македонија се предлага проект за поставување агриволтаичен систем или соларни панели поставени над земјоделско земјиште на кое традиционално се одгледуваат земјоделски култури. Проектот има за цел да придонесе кон зголемување на производството на обновлива енергија и намалување на емисиите на стакленички гасови, кои се во согласност со националните политики за климатската акција и Целите за одржливиот развој.

Истовремено дел од локалната заедница изразува загриженост поради можните последици врз биодиверзитетот, квалитетот на почвата и традиционалните земјоделски практики. Ќе се отвори јавна дебата: дали овој проект претставува пример за одржливо одлучување или ризичен компромис со природата?





Како засегнати страни се јавуваат локалните земјоделци, општинска администрација, енергетските инвеститори, еколошки здруженија и локални жители и идни генерации

### **Во овој случај како клучни прашања за анализа се јавуваат:**

1. Кои се потенцијалните придобивки од агриволтаичниот проект (економски, еколошки, социјални)?
2. Кои се можните ризици и негативни последици врз биодиверзитетот и екосистемите?
3. Како овој проект се поврзува со принципите на одржлив развој?
4. Дали проектот ги има земено предвид интересите на сите засегнати страни?
5. Какви алтернативи или модификации би можеле да ја зголемат неговата одржливост?

Студентите ќе имаат за задача да се поделат во мали групи кои ќе треба:

- да ја анализираат ситуацијата од перспектива на една засегната страна,
- да формулираат аргументи „за“ или „против“ проектот,
- да предложат одржлива одлука која ќе биде базирана на балансирање на интересите.

По презентацијата на групните ставови, следува заедничка дискусија која ќе биде фокусирана на:

- дали постои „совршено“ одржливо решение,
- како се носат одлуки во услови на неизвесност,
- каква е улогата на образованието во подготовката на учениците за вакви дилеми.

Преку еден ваков пример на студија на случај кај студентите се развиваат зелени компетенции, или преведено на едноставен јазик, студентите ќе развијат чувство за „зелен“ поглед кон природата, навика за критичко и системско размислување, еколошка свесност и одговорност, вредносно и етичко одлучување.

Студијата на случај не бара точен „одговор“, туку има за цел да го поттикне процесот на размислување, аргументирање и донесување одлуки во контекст на реални општествени и еколошки предизвици. Во современата педагошка парадигма, наставникот се позиционира како фасилитатор, а не како арбитер на знаењето. Како фасилитатор, тој го организира и поддржува процесот на учење, создава услови за дијалог, критичко размислување и активно учество, без да ја наметнува сопствената позиција како единствено валидна. Наспроти тоа, арбитерот има улога на пресудувач што ја задржува централната моќ на одлучување и ја затвора дискусијата со конечен суд. Во контекст на современото образование, особено Образованието за одржлив развој, улогата на фасилитатор е суштинска бидејќи сложените општествени и еколошки прашања бараат отвореност, аргументираност и реконструирање на знаењето, наместо авторитарна пресуда.

<p><b>Содржини (и поими)</b></p>	<p><b>Грижа за околината</b> (пошумување, штедење вода, рециклирање, реупотреба, отпад)</p>
<p><b>Стандарди за оценување</b></p>	<p>Опишува позитивни и негативни влијанија на човекот врз околината.</p>
<p><b>Часови и дата на реализација</b></p>	<p>1 <b>26.9.2024</b></p>
<p><b>Сценарио за часот</b></p>	<p><b>Воведна активност</b> На учениците им се презентира приказна во слики. Се води дискусија.</p> <p><b>Главна активност - искуствено учење</b> • Учениците преку визуелна презентација се запознаваат со различните влијанија на човекот врз живеалиштата и дискутираат за тоа кои влијанија се позитивни, а кои негативни (сечење на шумите - негативно влијание, пошумување - позитивно влијание, фрлање отпадоци/ѓубре - негативно влијание, селектирање и рециклирање на отпадоците - позитивно влијание, примери на неразумно трошење на водата - негативно влијание и штедење на водата - позитивно влијание).</p> <p><b>Завршна активност - извлекување заклучоци</b> • На еден работен лист со слики, на кој се прикажани позитивни и негативни влијанија на човекот врз животната средина, учениците ги воочуваат, штиклираат или поврзуваат сликите со позитивно и негативно влијание.</p> <p><b>Рефлексција</b> Се води дискусија Што правевме денес? Која активност ви беше најинтересна? Што научивте? Како може наученото да го користиме во секојдневниот живот?</p>
<p><b>Средства</b></p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Дигитални уреди</li> <li>- Три листа за означување</li> <li>- РЛ</li> </ul>
<p><b>Следење на напредокот</b></p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Усни одговори на прашања</li> <li>- Придонес во активности во парови</li> <li>- Придонес во изведување</li> <li>- Заклучоци</li> </ul>



<p><b>Содржини (и поими)</b></p>	<p><b>Грижа за околината</b> (пошумување, штедење вода, рециклирање, реупотреба, отпад)</p>
<p><b>Стандарди за оценување</b></p>	<p>Наведува примери и материјали кои можат да се рециклираат и реупотребуваат</p>
<p><b>Часови и дата на реализација</b></p>	
<p><b>Сценарио за часот</b></p>	<p><b>Воведна активност</b> – Учениците, поделени во мали групи, преку игра групираат предмети за селектирање отпад во соодветно обоена кутија (хартија во сина кутија, пластика во жолта кутија и стакло во зелена кутија). Дополнително, групираат и батерии кои ги ставаат во помала кутија што треба да се испразни на места посебно означени за тоа (на пример, во маркети, трговски центри).</p> <p><b>Главна активности – искуствено учење</b> Учениците преку визуелна презентација (видео) се запознаваат со различните материјали кои можат да се рециклираат (реупотребат). <a href="https://www.youtube.com/watch?v=GOJVx2Qp2jM">https://www.youtube.com/watch?v=GOJVx2Qp2jM</a></p> <p><b>Завршна активност – извлекување заклучоци</b> Краток квиз од Зелен пакет јуниор, Како се справуваме со отпадот.</p> <p><b>Рефлексија</b> Се води дискусија Што правевме денес? Која активност ви беше најинтересна? Што научивте? Како може наученото да го користиме во секојдневниот живот?</p>
<p><b>Средства</b></p>	<p>– Компјутер, проектор, дигитални уреди: цеде-уред - Плакати и нагледни средства</p>
<p><b>Следење на напредокот</b></p>	<p>– Усни одговори на прашања – Придонес во активности во парови – Придонес во изведување заклучоци</p>



