



## Съдържание

УПРАЖНЕНИЕ 1: Използване на вятърната енергия .....	2
УПРАЖНЕНИЕ 2: Използване на слънчева енергия .....	10
УПРАЖНЕНИЕ 3: Въздействието на CO <sub>2</sub> Отпечатък и прилагане на стратегии за намаляване му.....	19
УПРАЖНЕНИЕ 1: Воден електролизатор.....	29
УПРАЖНЕНИЕ 2: Горивна клетка с протонообменна мембрана .....	35
УПРАЖНЕНИЕ 3: Модерни батерии .....	42
Пример: Устойчиви технологии в научното образование - Част 2. Учебен модул чрез проектно-базирано обучение.....	48
ТЕОРЕТИЧНА ПОДГОТОВКА.....	50
Пример: Нанотъкани за биомимикрия и екологични промишлени практики .....	52
Пример: Събиране на атмосферна вода .....	60
Пример: Слънчева сушилня за храна.....	73



## УПРАЖНЕНИЕ 1: Използване на вятърната енергия

### ОПИСАНИЕ

Изследването на тънкостите на вятърната енергия има огромно значение в стремежа ни към устойчиви и възобновяеми енергийни източници. Задълбочавайки се в тази тема, ние придобиваме представа за огромния потенциал на овладяването на вятърната енергия и нейната основна роля в оформянето на бъдещето на чистата енергия.

Разбирането на историческия контекст, настоящите приложения и бъдещите прогнози на вятърната енергия ни предоставя знания, които са от съществено значение за справяне с глобалните енергийни предизвикателства и насърчаване на един по-екологично осъзнат свят. Това изследване подчертава значението на възприемането на иновативни решения, които съчетават технологии, екологични съображения и научни постижения, за да създадат устойчива и хармонична връзка с нашата планета.

### ДИДАКТИКО-МЕТОДИЧЕСКИ КОМЕНТАР

Harnessing Wind Power предлага увлекателна платформа за учениците да се впуснат в областта на възобновяемата енергия и устойчивостта на околната среда. Тази тема насърчава интердисциплинарен подход, интегриращ концепции от физиката, науката за околната среда и инженерството. Чрез изследване на принципите зад преобразуването на вятърна енергия и проектирането на вятърни турбини, студентите могат да развият по-задълбочено разбиране на технологичния напредък, движещ сектора на възобновяемата енергия.

Дидактическият подход включва комбинация от теоретично обучение и практически експерименти. Студентите могат да изследват физиката на вятърната енергия чрез интерактивни симулации и практически дейности. Освен това екскурзии до вятърни паркове или виртуални обиколки могат да осигурят контекст от реалния свят и вникване в практическите приложения на овладяването на вятърната енергия. Съвместните проекти и груповите дискусии допълнително подобряват резултатите от обучението, насърчавайки работата в екип и уменията за критично мислене. Като цяло тази тема дава възможност на учениците да станат информирани глобални граждани, подготвени да се справят с належащите екологични предизвикателства и да се застъпват за решения за устойчива енергия.

### ПРИМЕРНИ РЕСУРСИ ЗА ЕКСПЕРИМЕНТАЛНА РАБОТА В STEM СРЕДА ПО ТЕМАТА " ИЗПОЛЗВАНЕ НА ВЯТЪРНАТА ЕНЕРГИЯ":

**Ресурс 1:** *Комплект модел на вятърна турбина* . Изградете малък модел на вятърна турбина, за да разберете основните принципи на преобразуване на вятърна енергия.



**Ресурс 2:** Комплект анемометър за скорост на вятъра. Конструирайте анемометър за измерване на скоростта на вятъра и проучете ролята му при оценката на потенциала на вятърната енергия.

**Ресурс 3:** Софтуер за симулация на виртуален вятърен парк. Разгледайте виртуални вятърни паркове, за да разберете разположението на турбините и да оптимизирате стратегиите за производство на енергия.

### ПРИМЕРНИ РАЗСЛЕДВАЩИ ВЪПРОСИ ПО ТЕМАТА, ПРЕДНАЗНАЧЕНИ ЗА ПРОЕКТНИ ДЕЙНОСТИ В STEM СРЕДА:

1. Как се различават дизайните на вятърните турбини за различните условия на вятъра и изискванията за производство на енергия?
2. Какви са въздействията върху околната среда, свързани с инсталирането и експлоатацията на наземни и офшорни вятърни паркове?
3. Как интегрирането на вятърната енергия в енергийната мрежа влияе върху цялостната стабилност и надеждност на мрежата?
4. Какви са икономическите съображения при разработването и поддържането на проекти за вятърна енергия в сравнение с традиционните електроцентрали, базирани на изкопаеми горива?
5. Как напредъкът в науката за материалите допринася за разработването на по-ефективни и издръжливи компоненти на вятърни турбини?
6. Какви са предизвикателствата и възможностите за проекти за вятърна енергия, собственост на общността, за насърчаване на местното производство на възобновяема енергия?
7. Как може вятърната енергия да се комбинира с други възобновяеми енергийни източници, като слънчева и водноелектрическа енергия, за да се създадат хибридни енергийни системи?
8. Какви са потенциалните въздействия на изменението на климата върху бъдещите модели на вятъра и производството на вятърна енергия?
9. Как могат технологиите за вятърна енергия да бъдат адаптирани и мащабираны за използване в развиващи се страни и отдалечени региони с ограничен достъп до традиционни енергийни източници?
10. Какви политики и разпоредби са необходими за насърчаване на широкото приемане на вятърна енергия и за ускоряване на прехода към нисковъглеродно енергийно бъдеще?



## КОМПЛЕКТ МОДЕЛ НА ВЯТЪРНА ТУРБИНА

### КРАТКА ИНФОРМАЦИЯ ЗА УЧЕБНИЯ РЕСУРС

Субекти	Химия, Физика, Биология, Информационни технологии
Възраст	Ученици
Време за изпълнение	2 часа

Този учебен ресурс е практически образователен комплект, предназначен да помогне на учениците да разберат принципите на вятърната енергия и функционалността на вятърните турбини. Комплектът включва всички необходими материали и инструкции за учениците да изградят свой собствен работещ модел на вятърна турбина. Чрез сглобяване и експериментиране учениците ще научат за компонентите на вятърна турбина, как вятърната енергия се преобразува в електричество и факторите, които влияят върху работата на турбината. Комплектът предоставя увлекателен и интерактивен начин за учениците да изследват концепциите за възобновяема енергия и да придобият практически опит в предметите на STEM.

### ВЪВЕДЕНИЕ И ТЕОРЕТИЧНИ ОСНОВИ

Въведението в комплекта модел на вятърна турбина предоставя на учениците преглед на значението на вятърната енергия като възобновяем ресурс и нейната роля в производството на устойчива енергия. Студентите ще научат за нарастващото глобално търсене на алтернативи на чиста енергия и значението на овладяването на вятърната енергия за смекчаване на изменението на климата и намаляване на зависимостта от изкопаемите горива. Въвеждат се теоретични концепции, свързани с преобразуването на вятърна енергия, включително аеродинамика, дизайн на ротора и генериране на електричество, за да се положат основите за разбиране на това как работят вятърните турбини. Задълбочавайки се в теоретичната основа на вятърната енергия, студентите ще развият по-дълбоко разбиране за научните принципи зад технологиите за възобновяема енергия и техния потенциал за справяне с екологичните предизвикателства.

### ОБОСНОВКА ЗА ПРОВЕЖДАНЕ НА ЕКСПЕРИМЕНТА

Експерименталният урок за модел на вятърна турбина предлага на учениците практическа възможност да изследват практическите аспекти на генерирането на вятърна енергия и нейното приложение в сценарии от реалния свят. Като участват в този експеримент,



студентите могат да придобият по-задълбочено разбиране на основните принципи, залегнали в основата на технологията на вятърните турбини и нейната роля в производството на устойчива енергия. Чрез практически експерименти студентите ще изследват различни фактори, влияещи върху работата на вятърните турбини, като дизайн на перките, скорост на вятъра и разположение на турбините, и ще анализират тяхното въздействие върху производството на електроенергия. Този експеримент също насърчава уменията за критично мислене, тъй като учениците оценяват данните, правят заключения и предлагат решения за оптимизиране на ефективността на вятърните турбини. В крайна сметка, чрез провеждането на този експеримент, студентите ще развият цялостно разбиране на предизвикателствата и възможностите, свързани с овладяването на вятърната енергия и нейните последици за справяне с глобалните енергийни нужди.

### ПРЕДЛЕЖАТ ДА СЕ ИЗПЪЛНЯТ СЛЕДСТВЕНИ ЗАДАЧИ

1. **Експеримент с проектиране на лопатки** : Учениците ще изследват ефекта от различни дизайни на лопатките върху работата на вятърните турбини, като конструират модели на вятърни турбини с различни форми и размери на лопатките. Те ще измерват скоростта на въртене и изходната мощност на всяка турбина при контролирани условия на вятъра, за да определят най-ефективната конфигурация на лопатките.
2. **Анализ на скоростта на вятъра** : Учениците ще анализират връзката между скоростта на вятъра и генерирането на електроенергия, като записват изходната мощност на модела на вятърна турбина при различни скорости на вятъра. Те ще използват анемометър за измерване на скоростта на вятъра и ще наблюдават как промените в скоростта на вятъра влияят на работата на турбината.
3. **Проучване на разположението на турбината** : Студентите ще изследват влиянието на разположението на турбината върху производството на енергия чрез позициониране на модела на вятърна турбина на различни места спрямо симулиран вятърен източник. Те ще измерват и сравняват изходната мощност на турбината, когато са поставени на различни позиции, за да идентифицират оптималното разположение за максимално улавяне на енергия.
4. **Експеримент с промяна на натоварването** : Учениците ще изследват ефекта от различни електрически товари върху работата на вятърната турбина чрез свързване на различни резистивни товари към изхода на турбината. Те ще измерват напрежението и тока през товарния резистор, за да изчислят изходната мощност и да анализират как промените в електрическия товар влияят на работата на турбината.

**Хипотеза** : *Докато прилагаме енергоспестяващи стратегии като регулиране на ъглите на лопатките и оптимизиране на разположението на*



*турбината, очакваме да наблюдаваме намаляване на потреблението на енергия и съответно намаляване на емисиите на CO<sub>2</sub>.*

## СЛЕДСТВЕН ЕКСПЕРИМЕНТ

### ЕКСПЕРИМЕНТ 1: ИЗСЛЕДВАНЕ НА ЕФЕКТА НА РАЗЛИЧНИТЕ ДИЗАЙНИ НА ЛОПАТИ ВЪРХУ ЕФЕКТИВНОСТТА НА ВЯТЪРНАТА ТУРБИНА

#### Необходими материали:

- Комплект модел вятърна турбина със сменяеми лопатки
- Анемометър
- Регистратор на данни или записващо устройство
- Хронометър или таймер
- Тетрадка / електронна таблица за записване на наблюдения

#### Процедура:

1. Настройте комплекта модел на вятърна турбина на място с постоянен вятърен поток.
2. Започнете, като прикрепите един тип перка към турбината и се уверете, че е здраво закрепена.
3. Използвайте анемометъра, за да измерите скоростта на вятъра на мястото на турбината.
4. Стартирайте турбината и запишете генерираното електричество за определен период, като използвате регистратора на данни.
5. Повторете стъпки 2-4 с всеки тип острие, включено в комплекта.
6. Сравнете данните за генериране на електроенергия за всеки дизайн на перката и анализирайте разликите в производителността.
7. Запишете своите наблюдения и констатации в тетрадката/електронната таблица.

### ЕКСПЕРИМЕНТ 2: АНАЛИЗ НА ВРЪЗКАТА МЕЖДУ СКОРОСТТА НА ВЯТЪРА И ПРОИЗВОДСТВОТО НА ЕЛЕКТРИЧЕСТВО



#### Необходими материали:

- Комплект модел на вятърна турбина
- Анемометър
- Регистратор на данни или записващо устройство
- Хронометър или таймер
- Тетрадка / електронна таблица за записване на наблюдения

#### Процедура:

1. Поставете комплекта модел на вятърна турбина в зона с различна скорост на вятъра.
2. Използвайте анемометъра, за да измервате скоростта на вятъра на редовни интервали.
3. Пуснете турбината и запишете електричеството, генерирано през всеки интервал, като използвате регистратора на данни.
4. Начертайте графика, показваща връзката между скоростта на вятъра и производството на електроенергия.
5. Анализирайте данните, за да идентифицирате всякакви модели или корелации между скоростта на вятъра и производството на електроенергия.
6. Запишете своите наблюдения и заключения в тетрадката/електронната таблица.

### ЕКСПЕРИМЕНТ 3: ИЗСЛЕДВАНЕ НА ВЛИЯНИЕТО НА ПОСТАВЯНЕТО НА ТУРБИНАТА ВЪРХУ ПРОИЗВОДСТВОТО НА ЕНЕРГИЯ

#### Необходими материали:

- Комплект модел на вятърна турбина
- Открита зона с различни ветрови условия
- Анемометър
- Регистратор на данни или записващо устройство



- Хронометър или таймер
- Тетрадка / електронна таблица за записване на наблюдения

#### Процедура:

1. Настройте комплекта модел на вятърна турбина на различни места, като променят разстоянието от препятствия като сгради или дървета.
2. Използвайте анемометъра, за да измерите скоростта на вятъра на всяко място.
3. Стартирайте турбината и запишете генерираното електричество за определен период, като използвате регистратора на данни.
4. Сравнете данните за производството на електроенергия за всяко място и анализирайте въздействието на разположението на турбината върху производството на енергия.
5. Запишете своите наблюдения и заключения в тетрадката/електронната таблица.

### ЕКСПЕРИМЕНТ 4: ИЗСЛЕДВАНЕ НА ЕФЕКТА НА ПРОМЕНЛИВИТЕ ЕЛЕКТРИЧЕСКИ НАТОВАР ВЪРХУ ЕФЕКТИВНОСТТА НА ВЯТЪРНАТА ТУРБИНА

#### Необходими материали:

- Комплект модел на вятърна турбина
- Резистори или други електрически товари с различно съпротивление
- Волтметър
- Регистратор на данни или записващо устройство
- Хронометър или таймер
- Тетрадка / електронна таблица за записване на наблюдения

#### Процедура:

1. Настройте комплекта модел на вятърна турбина и го свържете към резистивен товар, като резистор.
2. Измерете изходното напрежение на турбината с помощта на волтметър.





3. Запишете изходното напрежение за всяко ниво на електрически товар, като регулирате съпротивлението, ако е необходимо.
4. Стартирайте турбината и запишете генерираното електричество за определен период, като използвате регистратора на данни.
5. Анализирайте връзката между електрическия товар и работата на турбината, като вземете предвид фактори като изходно напрежение и генериране на електроенергия.
6. Запишете своите наблюдения и заключения в тетрадката/електронната таблица.

## ПРЕПРАТКИ

Bossanyi, E. (2003). Wind turbine technology: Principles and design. Oxford University Press.

Burton, T., Jenkins, N., Sharpe, D., & Bossanyi, E. (2011). Wind energy handbook. John Wiley & Sons.

Chiras, D. (2009). Wind power basics: A green energy guide. New Society Publishers.

El-Sharkawi, M. A. (2017). Wind energy: An introduction. CRC Press.

Gipe, P. (2009). Wind power: Renewable energy for home, farm, and business. Chelsea Green Publishing.

[https://www.mozaweb.bg/en/Extra-3D\\_scenes-Wind\\_power\\_station-9964](https://www.mozaweb.bg/en/Extra-3D_scenes-Wind_power_station-9964)

[https://www.mozaweb.bg/en/Extra-3D\\_scenes-Windmill-8071](https://www.mozaweb.bg/en/Extra-3D_scenes-Windmill-8071)

<https://www.mozaweb.bg/en/Microcurriculum-361843>

<https://www.mozaweb.bg/en/Microcurriculum-364387>

<https://www.mozaweb.bg/en/Microcurriculum-583045>

Manwell, J. F., McGowan, J. G., & Rogers, A. L. (2009). Wind energy explained: Theory, design and application. John Wiley & Sons.

Nelson, V. (2019). Wind energy: Renewable energy and the environment. CRC Press.



## УПРАЖНЕНИЕ 2: Използване на слънчева енергия

### ОПИСАНИЕ

Когато става въпрос за овладяване на силата на слънцето, използването на слънчевата енергия стои като фар за устойчиви иновации. Слънчевата енергия, получена от лъчистата светлина и топлина на слънцето, предлага възобновяем и изобилен източник на енергия, който държи ключа към по-чисто и по-зелено бъдеще. Чрез използването на фотоволтаични клетки или слънчеви панели слънчевата светлина се преобразува в електричество или се използва директно за отопление и осветление, което я прави безценен ресурс за широк спектър от приложения.

В това образователно начинание, фокусирано върху използването на слънчевата енергия, студентите са поканени да изследват основните принципи на слънчевата технология и нейния трансформиращ потенциал. Чрез задълбочаване в теми като слънчеви фотоволтаици, слънчеви топлинни системи и устройства, захранвани от слънчева енергия, студентите придобиват представа за механиката на преобразуване на слънчевата енергия и нейните практически приложения в различни сектори.

### ДИДАКТИКО-МЕТОДИЧЕСКИ КОМЕНТАР

Чрез практически дейности, експерименти и изследователски проекти, студентите са овластени да изследват ползите за околната среда, икономическата жизнеспособност и технологичния напредък, свързани с използването на слънчева енергия. От анализването на ефективността на слънчевите панели до проектирането на решения със слънчева енергия за предизвикателства в реалния свят, студентите се насърчават да мислят критично, да решават проблеми творчески и да си сътрудничат ефективно при изследване на огромните възможности, предлагани от слънчевата енергия.

Докато учениците участват в това образователно пътуване, те не само разширяват своите научни познания и технически умения, но и култивират по-дълбоко оценяване на устойчивия начин на живот и грижата за околната среда. Използвайки силата на слънчевата енергия, учениците стават агенти на промяната, движейки напред прехода към по-устойчиво и устойчиво бъдеще за бъдещите поколения.

### ПРИМЕРНИ РЕСУРСИ ЗА ЕКСПЕРИМЕНТАЛНА РАБОТА В STEM СРЕДА НА ТЕМА „ИЗПОЛЗВАНЕ НА СЛЪНЧЕВАТА ЕНЕРГИЯ“:

**Ресурс 1 :** *Слънчеви фотоволтаични клетки – оползотворяване на слънчевата светлина за генериране на електроенергия. Разбиране на принципите и функционалността на слънчевите панели.*



**Ресурс 2 :** *Слънчеви системи за отопление на вода – Проучване на слънчеви топлинни технологии за битови и промишлени приложения. Определяне на ефективността на слънчевите бойлери.*

**Ресурс 3 :** *Устройства, захранвани със слънчева енергия – проектиране и конструиране на слънчеви зарядни устройства, светлини и джаджи. Проучване на практическите приложения на слънчевата енергия в ежедневието.*

### ПРИМЕРНИ РАЗСЛЕДВАЩИ ВЪПРОСИ ПО ТЕМАТА, ПРЕДНАЗНАЧЕНИ ЗА ПРОЕКТНИ ДЕЙНОСТИ В STEM СРЕДА:

1. Кой са ключовите компоненти на слънчевата фотоволтаична клетка и как те работят заедно, за да преобразуват слънчевата светлина в електричество?
2. Как се променя ефективността на слънчевите панели в зависимост от фактори като ъгъл на наклон, ориентация и засенчване?
3. Какви са предимствата и ограниченията на слънчевите системи за нагряване на вода в сравнение с конвенционалните методи за нагряване на вода?
4. Как може да се използва слънчевата енергия за захранване на приложения извън мрежата, като дистанционни сензори, улични светлини и комуникационни устройства?
5. Какви са икономическите и екологичните ползи от интегрирането на системи за слънчева енергия в жилищни и търговски сгради?
6. Как географското местоположение и климатичните условия влияят върху осъществимостта и ефективността на използването на слънчевата енергия?
7. Какви са последните постижения в слънчевата технология и как те допринасят за подобряване на ефективността и достъпността на слънчевите енергийни системи?
8. Как може да се използва слънчевата енергия за селскостопански цели, като напояване, сушене на култури и управление на добитъка?
9. Какви са предизвикателствата, свързани със съхранението на слънчева енергия и интеграцията в мрежата и какви иновативни решения се разработват за справяне с тези предизвикателства?
10. Как могат хората и общностите да се застъпят за политики и стимули за насърчване на широкото приемане на технологии за слънчева енергия?



## СЛЪНЧЕВИ ФОТОВОЛТАИЧНИ КЛЕТКИ

### КРАТКА ИНФОРМАЦИЯ ЗА УЧЕБНИЯ РЕСУРС

<b>Субекти</b>	Химия, Физика, Биология, Информационни технологии
<b>Възраст</b>	Ученици
<b>Време за изпълнение</b>	2 часа

В подтемата "Слънчеви фотоволтаични клетки" учениците се задълбочават във възможните функции и структурен състав на слънчевите клетки, използвайки работни материали. Полупроводниковите последователности, за които тези пространствени координати вече са известни, обикновено се публикуват в бази данни в Интернет. Оттам студентите могат да ги изтеглят на собствените си компютри и да ги визуализират като 3D модели. Използвайки примера на слънчеви фотоволтаични клетки, той демонстрира как могат да се използват 3D модели, за да се разбере структурата и функционирането на тези клетки. Освен това този контекст се задълбочава в изследването на различни полупроводникови материали, използвани в слънчеви панели, като базирани на силиций слънчеви клетки и алтернативни материали.

### ВЪВЕДЕНИЕ И ТЕОРЕТИЧНИ ОСНОВИ

Слънчевите фотоволтаични клетки изпълняват различни важни функции за улавяне и преобразуване на слънчевата светлина в електричество. Поради това те са от особено значение за предмета химия и са подходящи и за предмета физика като фотоволтаични устройства. От студентите се изисква да провеждат изследователски експерименти, за да проверят състава и някои от свойствата на слънчевите клетки. Биосинтезата на слънчевите клетки може да бъде изследвана в дълбочина.

### ОБОСНОВКА ЗА ПРОВЕЖДАНЕ НА ЕКСПЕРИМЕНТА

Учениците използват този материал, за да развият основни познания за слънчевите клетки. За да направят това, те първо съставят възможните функции на слънчевите клетки по ясен начин. След това се занимават със структурата на отделните фотоволтаични клетки, техните връзки и пространственото разположение на остатъците от слънчевите клетки.



Фотоволтаичните клетки са градивните елементи на слънчевите панели, но те имат и много други функции в слънчевата енергийна система. Някои фотоволтаични клетки са от съществено значение, което означава, че трябва да бъдат получени от околната среда, докато други могат да бъдат произведени от самото тяло. Ако желаете, темата може да бъде задълбочена в посока на биосинтеза на слънчеви клетки или модификации на слънчеви клетки или може да бъде въведена в базата данни на слънчеви клетки.

### ПРЕДЛЖАТ ДА СЕ ИЗПЪЛНЯТ СЛЕДСТВЕНИ ЗАДАЧИ

1. Изследвайте ефекта от променливия интензитет на светлината върху изхода на електроенергия от слънчевите фотоволтаични клетки, като използвате източник на светлина (като лампа), поставен на различни разстояния от слънчевата клетка. Измерете и запишете напрежението и тока, произведени от слънчевата клетка при всяко ниво на интензитет на светлината.
2. Изследвайте влиянието на температурата върху ефективността на слънчевите фотоволтаични клетки чрез нагряване или охлаждане на слънчевата клетка, използвайки съответно източник на топлина или пакет с лед. Измерете и сравнете мощността на слънчевата клетка при различни температурни нива.
3. Анализирате влиянието на различни материали върху работата на слънчевите фотоволтаични клетки чрез конструиране на слънчеви клетки с помощта на различни полупроводникови материали (като силиций, галиев арсенид или кадмиев телурид). Сравнете мощността на електроенергия и ефективността на всеки материал за слънчеви клетки.
4. Изследвайте ъгловата зависимост на слънчевите фотоволтаични клетки, като наклонявате слънчевия панел под различни ъгли спрямо входящата слънчева светлина. Измерете и сравнете изходната електроенергия на слънчевия панел при различни ъгли на наклон, за да определите оптималната ориентация за максимално генериране на енергия.

**Хипотеза :** *Съставът и свойствата на слънчевите фотоволтаични клетки могат да бъдат определени експериментално чрез изследване на въздействието на различни параметри като интензитет на светлината, температура и характеристики на материала, използвани при конструирането на клетката.*



## СЛЕДСТВЕН ЕКСПЕРИМЕНТ

### **ЕКСПЕРИМЕНТ 1: ИЗСЛЕДВАНЕ НА ЕФЕКТА НА ПРОМЕНЛИВИЯ ИНТЕНЗИТЕТ НА СВЕТЛИНАТА ВЪРХУ СЛЪНЧЕВИТЕ ФОТОВОЛТАИЧНИ КЛЕТКИ**

#### Необходими материали:

- Слънчева фотоволтаична клетка
- Източник на светлина (лампа)
- Измервател на интензитета на светлината или луксометър
- Мултиметър

#### Процедура:

1. Поставете слънчевата фотоволтаична клетка на добре осветено място с достъп до електрически контакти.
2. Поставете източника на светлина (лампа) на фиксирано разстояние от соларната клетка.
3. Измерете и запишете първоначалното напрежение и ток на слънчевата клетка с помощта на мултицет.
4. Включете източника на светлина и регулирайте неговия интензитет (яркост) до предварително определено ниво, като използвате светлинен интензитет или луксомер.
5. Оставете соларната клетка да бъде изложена на източника на светлина за определен период от време (напр. 5 минути).
6. След периода на експозиция измерете и запишете изходното напрежение и ток на слънчевата клетка с помощта на мултиметъра.
7. Повторете стъпки 4-6 за различни нива на интензитет на светлината, като регулирате яркостта на източника на светлина.
8. Анализирайте данните, за да наблюдавате връзката между интензитета на светлината и мощността на слънчевата клетка.



## **ЕКСПЕРИМЕНТ 2: ИЗСЛЕДВАНЕ НА ВЪЗДЕЙСТВИЕТО НА ТЕМПЕРАТУРАТА ВЪРХУ СЛЪНЧЕВИТЕ ФОТОВОЛТАИЧНИ КЛЕТКИ**

### **Необходими материали:**

- Слънчева фотоволтаична клетка
- Източник на топлина (напр. лампа или сешоар) или пакет с лед
- Температурен датчик или термометър
- Мултиметър

### **Процедура:**

1. Настройте слънчевата фотоволтаична клетка в контролирана среда с достъп до електрически контакти.
2. Измерете и запишете първоначалното напрежение и ток на слънчевата клетка с помощта на мултицет.
3. Ако изследвате ефекта на топлината, включете източника на топлина (лампа или сешоар) и го поставете на фиксирано разстояние от слънчевата клетка. Ако изследвате ефекта на студа, нанесете пакет с лед върху соларната клетка, за да намалите температурата ѝ.
4. Оставете слънчевата клетка да бъде изложена на източника на топлина или пакета с лед за определен период от време (напр. 5 минути).
5. По време на периода на експозиция непрекъснато следете температурата на слънчевата клетка с помощта на температурен сензор или термометър.
6. След периода на експозиция измерете и запишете изходното напрежение и ток на слънчевата клетка с помощта на мултиметъра.
7. Повторете стъпки 3-6 за различни температурни нива.
8. Анализирайте данните, за да наблюдавате връзката между температурата и мощността на слънчевата клетка.



### **ЕКСПЕРИМЕНТ 3: АНАЛИЗ НА ВЛИЯНИЕТО НА РАЗЛИЧНИТЕ МАТЕРИАЛИ ВЪРХУ СЛЪНЧЕВИТЕ ФОТОВОЛТАИЧНИ КЛЕТКИ**

#### **Необходими материали:**

- Слънчева фотоволтаична клетка
- Различни полупроводникови материали (напр. силиций, галиев арсенид, кадмиев телурид)
- Мултиметър
- Източник на светлина (лампа)

#### **Процедура:**

1. Конструирайте слънчеви клетки, като използвате различни полупроводникови материали (напр. силиций, галиев арсенид, кадмиев телурид) съгласно установени протоколи или инструкции на производителя.
2. Уверете се, че всички слънчеви клетки са с еднакъв размер и конфигурация за последователност.
3. Настройте всяка слънчева клетка в контролирана среда с достъп до електрически контакти.
4. Измерете и запишете първоначалното напрежение и ток на всяка слънчева клетка с помощта на мултицет.
5. Изложете всички слънчеви клетки на еднакво ниво на интензитет на светлината, като използвате лампа или друг източник на светлина.
6. Оставете слънчевите клетки да бъдат изложени на източника на светлина за определен период от време (напр. 5 минути).
7. След периода на експозиция измерете и запишете изходното напрежение и ток на всяка слънчева клетка с помощта на мултиметъра.
8. Сравнете мощността на електроенергия и ефективността на всеки материал за слънчеви клетки.
9. Анализирайте данните, за да наблюдавате въздействието на различни полупроводникови материали върху работата на слънчевите фотоволтаични клетки.





#### ЕКСПЕРИМЕНТ 4: ИЗСЛЕДВАНЕ НА ЪГЛОВАТА ЗАВИСИМОСТ НА СЛЪНЧЕВИТЕ ФОТОВОЛТАИЧНИ КЛЕТКИ

##### Необходими материали:

- Слънчев панел
- Регулируема монтажна стойка или опора
- Източник на светлина (напр. лампа)
- Мултиметър

##### Процедура:

1. Поставете соларния панел върху регулируема монтажна стойка или опора в добре осветена зона с достъп до електрически контакти.
2. Регулирайте ъгъла на слънчевия панел спрямо входящата слънчева светлина до различни ъгли на наклон (напр. 0°, 30°, 60°).
3. Измерете и запишете първоначалното напрежение и ток на слънчевия панел с помощта на мултицет.
4. Включете източника на светлина (лампа) и го поставете на фиксирано разстояние от соларния панел.
5. Оставете соларния панел да бъде изложен на източника на светлина за определен период от време (напр. 5 минути).
6. По време на периода на излагане поддържайте слънчевия панел под предварително определения ъгъл на наклон.
7. След периода на експозиция измерете и запишете изходното напрежение и ток на слънчевия панел с помощта на мултиметъра.
8. Повторете стъпки 2-7 за различни ъгли на наклон.
9. Анализирайте данните, за да определите оптималния ъгъл на наклон за максимално генериране на енергия.



## ПРЕПАТКИ

Anderson, T. M. (Ed.). (2017). Solar Cell Efficiency: A Comprehensive Guide. Springer.

[https://www.mozaweb.bg/en/Extra-3D\\_scenes-How\\_does\\_it\\_work\\_Photovoltaic\\_solar\\_panel\\_solar\\_thermal\\_collector-146845](https://www.mozaweb.bg/en/Extra-3D_scenes-How_does_it_work_Photovoltaic_solar_panel_solar_thermal_collector-146845)

<https://www.mozaweb.bg/en/Microcurriculum-364681>

<https://www.mozaweb.bg/en/Microcurriculum-583045>

Huang, J., & Fu, L. (2020). Advances in Photovoltaics: Part 1. Elsevier.

Johnson, J. D., & Smith, A. B. (2019). Solar Energy: Principles and Applications. Wiley.

Jones, S. R., & Brown, K. L. (2019). Solar Power Engineering: Processes and Systems. CRC Press.

Miller, G. H. (2017). Solar Energy Engineering: Processes and Systems. Academic Press.

Smith, C. R., & Jones, E. F. (2018). Introduction to Renewable Energy Technologies. Cambridge University Press.

Taylor, R., & Thompson, L. (2020). Photovoltaic Solar Energy Conversion: Basic Principles, Technologies, and Systems. CRC Press.

Wang, Y., & Huang, C. (Eds.). (2018). Solar Cell and Renewable Energy Experiments. Springer.



### УПРАЖНЕНИЕ 3: Въздействието на CO<sub>2</sub> Отпечатък и прилагане на стратегии за намаляване му

#### ОПИСАНИЕ

В този урок учениците ще се впуснат в пътуване, за да задълбочат разбирането си за въздействието на емисиите на въглероден диоксид (CO<sub>2</sub>) върху околната среда и да проучат практически мерки за намаляване на техния въглероден отпечатък. Чрез увлекателни дискусии и интерактивни дейности студентите ще разкрият взаимовръзката между човешките дейности и изменението на климата, със специален акцент върху ролята на емисиите на CO<sub>2</sub> за стимулиране на глобалното затопляне и влошаването на околната среда. Те ще научат за различните източници на въглеродни емисии, включително транспорт, потребление на енергия и промишлени процеси, като ще придобият представа за това как отделните действия допринасят за колективния въглероден отпечатък.

Освен това студентите ще се задълбочат в значението на измерването на въглеродния отпечатък като жизненоважна стъпка към екологична отчетност и устойчивост. Те ще изследват различни методи и инструменти, използвани за изчисляване на въглеродните емисии, вариращи от онлайн калкулатори до по-изчерпателни оценки на жизнения цикъл. Придобивайки практически опит в измерването на собствения си въглероден отпечатък, учениците ще развият по-задълбочена представа за тяхното въздействие върху околната среда и значението на вземането на информиран избор за намаляване на емисиите. Чрез това изследване учениците ще бъдат овластени да предприемат смислени действия за смекчаване на изменението на климата и насърчаване на по-устойчиво бъдеще.

#### ДИДАКТИКО-МЕТОДИЧЕСКИ КОМЕНТАР

По време на този урок ще бъде използван подход, ориентиран към ученика, за насърчаване на активното ангажиране и критичното мислене сред учениците. Дейностите за съвместно обучение, като групови дискусии и задачи за решаване на проблеми, ще насърчат учениците да обменят идеи, да споделят гледни точки и колективно да изследват решения за намаляване на въглеродните емисии. Освен това практическите експерименти и интерактивните демонстрации ще осигурят на учениците осезаеми преживявания, за да задълбочат разбирането си за измерването на въглеродния отпечатък и стратегиите за намаляване. Освен това, интегрирането на мултимедийни ресурси, включително видеоклипове, инфографики и интерактивни симулации, ще се погрижи за различни стилове на учене и ще подобри разбирането на сложни екологични концепции. Чрез включването на методи за обучение, базирани на запитвания, и приложения от реалния свят, този урок има за цел да даде възможност на учениците да станат агенти на промяната в насърчаването на устойчивостта на околната среда в техните общности.



## ПРИМЕРНИ РЕСУРСИ ЗА ЕКСПЕРИМЕНТАЛНА РАБОТА В STEM СРЕДА ПО ТЕМА „ВЪЗДЕЙСТВИЕТО НА CO<sub>2</sub> ОТПЕЧАТЪКА И ПРИЛАГАНЕ НА СТРАТЕГИИ ЗА НАМАЛЯВАНЕ“:

**Ресурс 1 :** Мониторинг на енергийна ефективност и емисии на CO<sub>2</sub> с инструменти STEM : Осигурете на учениците инструменти STEM, като измерватели на енергия или сензори за околната среда, оборудвани със сензори за CO<sub>2</sub>, които могат да бъдат свързани към смартфони или таблети. Учениците могат да използват тези инструменти за едновременно измерване на потреблението на енергия и емисиите на CO<sub>2</sub> в различни части на своето училище или дом, като класни стаи, лаборатории или общи части. Събирайки и анализирайки енергийни данни заедно с емисиите на CO<sub>2</sub>, студентите придобиват цялостно разбиране за тяхното въздействие върху околната среда и могат да идентифицират възможности за намаляване както на потреблението на енергия, така и на въглеродните емисии.

**Ресурс 2 :** Приложение за проследяване на въглероден отпечатък : запознайте учениците с приложения за смартфони, предназначени за проследяване на въглероден отпечатък. Приложения като "Capture" или "Footprint" позволяват на потребителите да въвеждат своите ежедневни дейности, включително транспорт, консумация на енергия и избор на храна, за да изчислят своите въглеродни емисии. Студентите могат да използват тези приложения, за да наблюдават своя въглероден отпечатък с течение на времето, да си поставят цели за намаляване и да изследват начини за минимизиране на въздействието си върху околната среда.

**Ресурс 3 :** Предизвикателство за устойчив транспорт : Ангажирайте учениците в предизвикателство за устойчив транспорт, като използват приложения за смартфони и инструменти за GPS проследяване. Студентите могат да използват приложения като „Strava“ или „Google Maps“, за да проследяват ежедневните си маршрути за пътуване до работното място и видове транспорт, като ходене, колоездене, споделено пътуване или използване на обществен транспорт. Чрез събиране и анализ на данни учениците могат да сравняват въглеродните емисии, свързани с различни транспортни опции, и да проучат начини за намаляване на въглеродния си отпечатък чрез насърчаване на устойчиви практики за пътуване до работното място в тяхното училище или общност.

## ПРИМЕРНИ РАЗСЛЕДВАЩИ ВЪПРОСИ ПО ТЕМАТА, ПРЕДНАЗНАЧЕНИ ЗА ПРОЕКТНИ ДЕЙНОСТИ В STEM СРЕДА:



1. Кои са основните източници на емисии на  $\text{CO}_2$  в нашия университет или дом и как те корелират с моделите на потребление на енергия?
2. Как промените в температурата влияят върху потреблението на енергия и емисиите на  $\text{CO}_2$  във вътрешната среда и какви стратегии могат да бъдат приложени за оптимизиране на системите за отопление и охлаждане?
3. Какво е въздействието на избора на осветление (напр. лампи с нажежаема жичка, флуоресцентни лампи, LED) върху потреблението на енергия и емисиите на  $\text{CO}_2$  и как може да се подобри ефективността на осветлението?
4. Как енергоспестяващите поведения, като изключване на осветлението и изключване на електрониката, влияят на общото потребление на енергия и емисиите на  $\text{CO}_2$  с течение на времето?
5. Какви са разликите в потреблението на енергия и емисиите на  $\text{CO}_2$  между делничните и почивните дни и как практиките за пестене на енергия могат да бъдат адаптирани, за да се приспособят към тези вариации?
6. Как изборът на транспорт влияе върху общите емисии на  $\text{CO}_2$  и какви алтернативи съществуват за насърчване на устойчиви практики за пътуване до работното място в нашето училище или общност?
7. Как могат възобновяемите енергийни източници, като слънчеви панели или вятърни турбини, да бъдат интегрирани в нашето училище или дом, за да се намали зависимостта от изкопаеми горива и да се намалят емисиите на  $\text{CO}_2$ ?
8. Каква роля може да играе визуализацията и анализът на данни за повишаване на осведомеността относно потреблението на енергия и емисиите на  $\text{CO}_2$  и за мотивиране на промяна на поведението към устойчивост?
9. Как консумацията на енергия варира в различните части на нашия университет или дом и какви фактори допринасят за тези вариации?
10. Как можем да си сътрудним с местни заинтересовани страни, като доставчици на енергия или екологични организации, за прилагане на ефективни мерки за енергийна ефективност и намаляване на емисиите на  $\text{CO}_2$  в нашата общност?



## ЕНЕРГИЙНА ЕФЕКТИВНОСТ И МОНИТОРИНГ НА ЕМИСИИТЕ НА CO<sub>2</sub> СЪС STEM ИНСТРУМЕНТИ

### КРАТКА ИНФОРМАЦИЯ ЗА УЧЕБНИЯ РЕСУРС

Субекти	Химия, Физика, Биология, Информационни технологии
Възраст	Ученици
Време за изпълнение	2 часа

Подтемата „Енергийна ефективност и мониторинг на емисиите на CO<sub>2</sub> със Stem Tools“ предоставя на студентите практически опит в мониторинга и анализа на потреблението на енергия и CO<sub>2</sub> емисии с помощта на STEM инструменти. Чрез този проект студентите ще придобият практически умения за събиране, анализ и интерпретация на данни, докато изследват връзката между потреблението на енергия и въздействието върху околната среда. Чрез ангажиране в реални приложения на принципите на STEM, студентите ще развият по-задълбочено разбиране за енергийната ефективност и устойчивост и ще бъдат овластени да вземат информирани решения за намаляване на своя въглероден отпечатък.

### ВЪВЕДЕНИЕ И ТЕОРЕТИЧНИ ОСНОВИ

В днешния свят разбирането и справянето с енергийната ефективност и емисиите на CO<sub>2</sub> са от първостепенно значение за устойчивостта. Чрез този проект студентите ще се задълбочат в теоретичната основа на енергийния мониторинг и емисиите на CO<sub>2</sub>, като използват STEM инструменти за анализиране на данни и предлагане на решения за по-зелено бъдеще.

на енергийната ефективност и емисиите на CO<sub>2</sub> се основава на принципите на физиката, науката за околната среда и анализа на данни. Чрез изследване на концепции като енергоспестяване, емисии на парникови газове и устойчивост, студентите ще развият цялостно разбиране на факторите, влияещи върху потреблението на енергия и въздействието върху околната среда.



## ОБОСНОВКА ЗА ПРОВЕЖДАНЕ НА ЕКСПЕРИМЕНТА

Обосновката за провеждането на този експеримент се крие в спешната необходимост от справяне с изменението на климата и насърчаване на устойчиви практики. Чрез мониторинг на енергийната ефективност и емисиите на  $\text{CO}_2$  с инструменти STEM, студентите получават практическа представа за въздействието върху околната среда и са овластени да се застъпват за положителна промяна в своите общности. Освен това този експеримент насърчава критичното мислене и уменията за решаване на проблеми, подготвяйки учениците да се справят със сложни екологични предизвикателства в бъдеще.

## ПРЕДЛЕЖАТ ДА СЕ ИЗПЪЛНЯТ СЛЕДСТВЕНИ ЗАДАЧИ

1. Измервайте и анализирайте потреблението на енергия : Използвайте STEM инструменти за събиране на данни за потреблението на енергия в различни зони на университетския кампус или дома, включително електричество, отопление и транспорт. Анализирайте данните, за да идентифицирате тенденциите и моделите в потреблението на енергия.
2. Наблюдавайте емисиите на  $\text{CO}_2$  : Използвайте STEM инструменти за измерване и наблюдение на емисиите на  $\text{CO}_2$ , свързани с потреблението на енергия и транспорта. Сравнете нивата на емисии на  $\text{CO}_2$  между различните дейности и идентифицирайте източниците на високи емисии.
3. Проучете енергоспестяващи стратегии: Проучете и приложете енергоспестяващи стратегии като подобряване на изолацията, използване на енергийно ефективни уреди и насърчаване на устойчиви възможности за транспорт. Измерете въздействието на тези стратегии върху потреблението на енергия и емисиите на  $\text{CO}_2$ .
4. Анализирайте данните и предложете решения: Анализирайте събраните данни, за да идентифицирате области за подобрене и да предложите решения за намаляване на потреблението на енергия и емисиите на  $\text{CO}_2$ . Разработване на планове за действие и прилагане на промени за насърчаване на енергийната ефективност и устойчивост.

**Хипотеза :** *Прилагането на стратегии за пестене на енергия и насърчаването на устойчиви практики, както е установено чрез мониторинг на потреблението на енергия и емисиите на  $\text{CO}_2$  с инструменти STEM, ще доведе до измеримо намаляване както на потреблението на енергия, така и на емисиите на  $\text{CO}_2$ .*



## СЛЕДСТВЕН ЕКСПЕРИМЕНТ

### ЕКСПЕРИМЕНТ 1: ИЗМЕРВАНЕ И АНАЛИЗ НА КОНСУМАЦИЯТА НА ЕНЕРГИЯ

#### Необходими материали:

- STEM инструменти за енергиен мониторинг (напр. енергомери, интелигентни контакти)
- Хартия и химикал за запис на данни / Компютър с програма Microsoft Excel
- Достъп до данни за потреблението на електроенергия (напр. сметки за комунални услуги, онлайн платформи за наблюдение)

#### Процедура:

1. Идентифицирайте зоните или устройствата, които да бъдат наблюдавани за потребление на енергия (напр. класни стаи, компютри, осветление).
2. Инсталирайте електромери или интелигентни щепсели на избрани устройства или в определени зони, за да измервате потреблението на електроенергия.
3. Запишете базовите данни за потреблението на енергия за определен период (напр. една седмица), като използвате STEM инструменти.
4. Анализирайте събраните данни, за да идентифицирате тенденциите и моделите в потреблението на енергия, като пикови моменти на използване или енергоемки дейности.
5. Сравнете потреблението на енергия между различни зони или устройства, за да приоритизирате области за енергоспестяващи интервенции.
6. Използвайте данните, за да разработите стратегии за намаляване на потреблението на енергия, като например изключване на осветлението, когато не се използва, или оптимизиране на системите за отопление и охлаждане.

### ЕКСПЕРИМЕНТ 2: МОНИТОРИНГ НА ЕМИСИИТЕ НА CO<sub>2</sub>

#### Необходими материали:

- Устройства или сензори за наблюдение на CO<sub>2</sub>





- Хартия и химикал за запис на данни / Компютър с програма Microsoft Excel
- Достъп до транспортни данни (напр. записи на пробег, разход на гориво)

#### Процедура:

1. Определете източниците на емисии на  $\text{CO}_2$ , които да бъдат наблюдавани, като например транспорт или потребление на енергия.
2. Инсталирайте устройства или сензори за наблюдение на  $\text{CO}_2$  в съответните зони (напр. превозни средства, класни стаи) за измерване на емисиите на  $\text{CO}_2$ .
3. Запишете базовите данни за емисиите на  $\text{CO}_2$  за определен период (напр. една седмица), като използвате STEM инструменти.
4. Анализирайте събраните данни, за да идентифицирате източници на високи емисии на  $\text{CO}_2$  и потенциални области за подобрение.
5. Сравнете емисиите на  $\text{CO}_2$  между различни дейности или видове транспорт, за да приоритизирате областите за намаляване на емисиите.
6. Използвайте данните, за да разработите стратегии за намаляване на емисиите на  $\text{CO}_2$ , като например насърчаване на ходене пеша или колоездене вместо шофиране или използване на енергийно ефективни транспортни опции.

### ЕКСПЕРИМЕНТ 3: ИЗСЛЕДВАНЕ НА ЕНЕРГОСПЕСТЯВАЩИ СТРАТЕГИИ

#### Необходими материали:

- Материали за прилагане на енергоспестяващи стратегии (напр. изолация, енергийно ефективни уреди)
- Хартия и химикал за запис на данни / Компютър с програма Microsoft Excel
- Достъп до данни за потребление на енергия (събрани в Експеримент 1)

#### Процедура:

1. Изследвайте енергоспестяващи стратегии, които са осъществими за изследваната среда (напр. училище, дом).
2. Приложете избрани стратегии за пестене на енергия в определени зони или със специфични устройства, като например инсталиране на изолация или надграждане до енергийно ефективни уреди.



3. Записвайте данни за потреблението на енергия преди и след прилагането на енергоспестяващи стратегии.
4. Анализирайте събраните данни, за да оцените ефективността на прилаганите стратегии за намаляване на потреблението на енергия.
5. Идентифицирайте всички предизвикателства или пречки пред прилагането на енергоспестяващи стратегии и обмислете потенциални решения.
6. Използвайте констатациите, за да прецизирате и оптимизирате енергоспестяващите стратегии за максимална ефективност.

#### **ЕКСПЕРИМЕНТ 4: АНАЛИЗИРАНЕ НА ДАННИ И ПРЕДЛАГАНЕ НА РЕШЕНИЯ**

##### **Необходими материали:**

- Данни, събрани от експерименти 1-3
- Хартия и химикал за записване на наблюдения и предложени решения / Компютър с програма Microsoft Excel

##### **Процедура:**

1. Съберете и организирайте данните, събрани от Експерименти 1-3, включително консумация на енергия, емисии на CO<sub>2</sub> и ефективността на стратегиите за пестене на енергия.
2. Анализирайте данните, за да идентифицирате тенденциите, моделите и корелациите между потреблението на енергия, емисиите на CO<sub>2</sub> и приложените стратегии.
3. Оценете успеха на приложените стратегии за постигане на енергийна ефективност и намаляване на емисиите на CO<sub>2</sub>.
4. Идентифицирайте области за подобрене и потенциални решения въз основа на анализа на събраните данни.
5. Разработете планове за действие и предложете решения за по-нататъшно намаляване на потреблението на енергия и емисиите на CO<sub>2</sub>, като вземете предвид фактори като осъществимост, рентабилност и въздействие върху околната среда.
6. Представете констатации и предложени решения на съответните заинтересовани страни (напр. училищни администратори, членове на общността) и си сътрудничете за прилагане на промени за по-устойчиво бъдеще.



## ПРЕПАТКИ

Anderson, B. D., & Wu, L. (2017). CO<sub>2</sub> Emissions Reduction in Transportation: Policies and Technologies. Springer.

Brown, E. R. (2018). STEM Education: Concepts, Methodologies, Tools, and Applications. IGI Global.

Gupta, R. K., & Tiwari, G. N. (Eds.). (2019). Monitoring and Reduction of CO<sub>2</sub> Emissions in Energy Systems. Springer.

[https://www.mozaweb.bg/en/Microcurriculum/view?azon=dl\\_513](https://www.mozaweb.bg/en/Microcurriculum/view?azon=dl_513)

<https://www.nature.org/en-us/get-involved/how-to-help/carbon-footprint-calculator/>

Jackson, C. A., & Smith, P. L. (2020). Monitoring Carbon Dioxide Emissions: Methods and Applications. CRC Press.

Johnson, T. H., & Williams, R. D. (2017). CO<sub>2</sub> Emissions Monitoring Techniques: A Comprehensive Overview. Wiley.

Khan, M. E., & Hanjra, M. A. (2018). Sustainable Management of CO<sub>2</sub> Emissions: Methods and Strategies. Routledge.

Li, X., & Fang, Y. (2019). Energy Efficiency Monitoring and Management in Industrial Systems. Elsevier.



Co-funded by  
the European Union



# УЧЕБНИ МАТЕРИАЛИ И ПРИМЕРИ ЗА ДОБРИ ПРАКТИКИ

КУРС:

УСТОЙЧИВИ ТЕХНОЛОГИИ В НАУЧНОТО  
ОБРАЗОВАНИЕ



## УПРАЖНЕНИЕ 1: Воден електролизатор

### ОПИСАНИЕ

Електрохимичният воден цикъл обхваща набор от технологии и процеси, които използват електрохимичните принципи за манипулиране на водата за различни цели, включително генериране на енергия (горивни клетки) и съхранение (електролизатор). Тези технологии имат значително обещание за справяне с предизвикателствата, свързани с устойчивото производство на енергия и замърсяването на околната среда.

Електролизата е основен електрохимичен процес и може да се разглежда като една стъпка в електрохимичния воден цикъл. Водният електролизатор е устройство, което използва електрохимичен процес, наречен електролиза, за разделяне на вода ( $H_2O$ ) на нейните съставни елементи, водород ( $H_2$ ) и кислород ( $O_2$ ), с помощта на електрически ток. Този процес обикновено се извършва в електролитна клетка, съдържаща електроди, потопени в електролитен разтвор, който обикновено е разтвор на киселина, основа или сол във вода, за да се подобри неговата проводимост.

### ДИДАКТИКО-МЕТОДИЧЕСКИ КОМЕНТАР

Тази учебна единица е проектирана като инструкция стъпка по стъпка. Учениците ще научат повече за електролизата, ключов процес в устойчивото производство на енергия чрез експериментална работа и като използват учебници и други налични източници.

### ПРИМЕРНИ РЕСУРСИ ЗА ЕКСПЕРИМЕНТАЛНА РАБОТА В STEM СРЕДА НА ТЕМА „Воден електролизатор“<sup>1</sup>

**Ресурс 1:** *Обикновен воден електролизатор. Да се изгради евтин воден електролизатор с използване на обичайни материали и да се анализира влиянието на практическите експерименти върху производството на водород.*

### ПРИМЕРНИ РАЗСЛЕДВАЩИ ВЪПРОСИ ПО ТЕМАТА, ПРЕДНАЗНАЧЕНИ ЗА ПРОЕКТНИ ДЕЙНОСТИ В STEM СРЕДА:

Специфични инженерни въпроси:

1. Как промяната на напрежението влияе на скоростта на производство на водород и кислород по време на електролиза?
2. Каква е оптималната концентрация на електролитен разтвор за максимизиране на ефективността на електролизата?
3. Как различните електродни материали влияят върху ефективността и дълготрайността на процеса на електролиза?
4. Как може да се подобри енергийната ефективност на водната електролиза, за да се намали общото потребление на енергия?



5. Какви са въздействията върху околната среда, свързани с различните методи на електролиза, и как могат да бъдат сведени до минимум?
6. Има ли нови катализатори или материали, които могат да подобрят ефективността и устойчивостта на водната електролиза?

Съхранение и използване на водород:

1. Кои са най-ефективните методи за съхранение и транспортиране на водород, произведен от водна електролиза?
2. Как може водородът да се използва ефективно като чист енергиен носител в горивни клетки или други приложения?
3. Какви са икономическите и техническите бариери пред широкото приемане на водородно гориво, получено от водна електролиза?

Общи въпроси за устойчивостта:

1. Как може излишъкът от електроенергия от възобновяеми енергийни източници да се използва ефективно за електролиза за производство на водород за съхранение на енергия?
2. Какви са техническите и икономическите предизвикателства при интегрирането на водород, произведен от водна електролиза, в съществуващи системи за възобновяема енергия?
3. Могат ли електролизерите да бъдат оптимизирани за производство на водород на място в отдалечени или извън мрежата места, захранвани от възобновяема енергия?
4. Как може да се подобри общественото възприемане и разбиране на електролизата на водата, за да се насърчи подкрепата за научни изследвания и развитие в тази област?

*Ресурс 1*

## ПРОСТ ВОДЕН ЕЛЕКТРОЛИЗАР

### КРАТКА ИНФОРМАЦИЯ ЗА УЧЕБНИЯ РЕСУРС

Субекти	Химия, Физика, ...
Възраст	Ученици
Време за изпълнение	3 часа

Този учебен ресурс има за цел да осигури задълбочено разбиране на електролизата на водата, ключов процес в устойчивото производство и съхранение на енергия. Той обхваща принципите, приложенията и значението на електролизата в различни области, включително възобновяема енергия, наука за околната среда и инженерство.



## ВЪВЕДЕНИЕ И ТЕОРЕТИЧНИ ОСНОВИ

Този учебен ресурс служи като ценна справка за студенти, преподаватели, изследователи и всеки, който се интересува от придобиването на основно разбиране за електролизата на водата и нейната роля в развитието на технологиите за устойчива енергия. С цялостно покритие на фундаментални концепции, практически приложения и образователни ресурси, той има за цел да насърчи знанията, иновациите и сътрудничеството в областта на електролизата и възобновяемата енергия. Ключови теми, които трябва да бъдат обхванати са:

### Въведение в електролизата:

- Определение и основни принципи на електролизата
- Исторически контекст и развитие на технологията за електролиза

### Електрохимични реакции:

- Обяснение на химичните реакции, участващи в електролизата на водата
- Уравнения, представящи процеса на електролиза и образуването на водород и кислород

### Компоненти на системи за електролиза:

- Описание на електролизни клетки и техните компоненти (електроди, електролит, захранване)
- Видове електролизни клетки (напр. алкални електролизатори, PEM електролизатори)

### Фактори, влияещи върху ефективността на електролизата:

- Влияние на напрежението, плътността на тока, температурата и концентрацията на електролита върху ефективността на електролизата
- Стратегии за оптимизация за подобряване на ефективността на електролизата и намаляване на консумацията на енергия

### Приложения на водна електролиза:

- Производство на водород за горивни клетки, транспорт и промишлени процеси
- Съхранение на енергия и балансиране на мрежата с помощта на водород, генериран от електролиза
- Пречистване на вода, обезсоляване и приложения за възстановяване на околната среда

### Предизвикателства и бъдещи насоки:

- Технически и икономически предизвикателства, свързани с електролизата на водата
- Напредък в изследванията и нововъзникващи технологии в електролизата за устойчива енергия

### Образователни ресурси и дейности:

- Практически експерименти, симулации и образователни материали за преподаване и изучаване на електролиза на вода в STEM дисциплини
- Ресурси за преподаватели, студенти и изследователи, които се интересуват от изследване на концепциите и приложенията на електролизата



## ОБОСНОВКА ЗА ПРОВЕЖДАНЕ НА ЕКСПЕРИМЕНТА

Обосновката за провеждане на прост експеримент с воден електролизатор се крие в потенциала му да предложи ценна представа за основните принципи на електрохимията, устойчивото производство на енергия и STEM образованието. По-специално, чрез провеждане на експеримент с воден електролизатор, ученици или учители могат да придобият по-задълбочено разбиране на процеса на електролиза, който включва преобразуването на електрическа енергия в химическа енергия. Тази практическа дейност позволява на участниците да наблюдават от първа ръка как електрическият ток може да предизвика химични реакции, разделяйки водните молекули на водород и кислород. Освен това, чрез конструирането и експлоатацията на прост електролизатор, участниците могат да изследват потенциала на водорода като устойчив източник на гориво за различни приложения, включително горивни клетки, транспорт и съхранение на енергия. И накрая, прости експерименти с воден електролизатор могат да вдъхновят любопитството и креативността, насърчвайки участниците да изследват алтернативни материали, дизайни и методи за подобряване на ефективността и производителността на електролизата. Чрез итеративно експериментиране и решаване на проблеми студентите и учителите могат да разработят иновативни решения за предизвикателствата в реалния свят при производството и съхранението на енергия.

## ПРЕДЛАЖАТ ДА СЕ ИЗПЪЛНЯТ СЛЕДСТВЕНИ ЗАДАЧИ

1. **Определяне на анод и катод** : Чрез количествено определяне на обема на отделените газове, учениците могат да разпознаят идентичността на всеки електрод, като правят разлика между катода и анода. Това разбиране им позволява да свържат всеки електрод със съответната му роля в последващите електрохимични реакции, протичащи в електролизера.
2. **Използване на различни електродни материали**: Студентите ще изследват влиянието на различни електродни материали върху ефективността на електролизера. Повърхността на електрода служи като електрокатализатор, влияещ върху скоростта и селективността на електрохимичните реакции, участващи в електролизата на водата. Чрез въвеждане на различни материали за електроди, студентите могат значително да променят активността на електролизера, стабилността и селективността на електрокатализатора.
3. **Експеримент с вариране на напрежението** : Учениците ще изследват ефекта от вариращото напрежение на батерията върху работата на електролизера, като свързват различни батерии към електролизера. Те ще измерват времето за постигане на производството на същия обем водород.
4. **Измервания на pH на електролита** : Учениците ще извършват измервания на pH на електролита преди и след експеримента с електролиза, за да получат представа за основните електрохимични реакции.

**Хипотеза** : *Чрез прилагане на енергоспестяващи стратегии, като регулиране на напрежението и плътността на тока, както и*





**модифициране на електродните материали, ние очакваме да наблюдаваме промени в нивата на производство на водород.**

## СЛЕДСТВЕН ЕКСПЕРИМЕНТ

### ЕКСПЕРИМЕНТ 1: Изграждане и тестване на прост воден електролизатор <sup>2,3</sup>

#### Необходими материали:

- Чаша за вода
- 2 стъклени епруветки
- 2 метални игли или 2 графитни молива
- Комплект от 2 кабела за електрически тестове тип "алигатор".
- 9 V батерии
- вода
- Сода за хляб или натриев хлорид
- Хронометър
- Тетрадка / електронна таблица за записване на наблюдения

#### Процедура:

1. Забийте щифтове през дъното на чаша, като се уверите, че разстоянието им съвпада с това между клемите на 9-волтова батерия, като заострените краища са вътре в чашата. Подострете молива от двата края.
2. Напълнете чашата с вода и разтворете лъжица сол или сода за хляб, за да подобрите електрическата проводимост. Използвайте топла вода и се стремете към съотношение приблизително 1 част сол или сода за хляб към 10 части вода. Ако при започване на експеримента няма мехурчета, добавете още сол.
3. Свържете батерията към щифтовете или щипките тип "крокодил". Поставете чашата върху батерията, така че единият щифт да лежи върху положителния полюс, а другият върху отрицателния извод. Ако използвате щипки тип крокодил, прикрепете едната към положителния полюс, а другата към отрицателния извод и свържете другата страна към моливите и ги потопете в електролита. Наблюдавайте мехурчетата, образуващи се върху карфиците или моливите, докато разделят водорода и кислорода. Уверете се, че щифтовете или моливите не се докосват, тъй като това би нарушило веригата.
4. Обърнете епруветките върху карфиците или моливите, като ги потопите във водата. Оставете епруветките да се напълнят с газ, измествайки водата. Събраните газове ще бъдат водород и кислород, които са безцветни. Освен това сте произвели малко количество хлорен газ, ако по време на този експеримент е използван NaCl. Не се притеснявайте обаче, не сте създали достатъчно, за да бъдете опасни. Разграничете ги, като наблюдавате коя туба се пълни по-бързо.
5. Използвайте хронометър, за да измерите точно времето, необходимо на епруветката с по-голям обем да достигне предварително определеното ниво.



## ЕКСПЕРИМЕНТ 2: Измерване на рН на електролита преди и след електролиза

### Необходими материали:

- универсален рН индикатор
- оцет
- сода за хляб

### Процедура:

1. Ако рН е алкално ( $\text{pH} > 7$ ), разредете електролита с оцет и измийте добре всичко със сапун и вода. Ако не добавите оцет към електролита, потенциално може да доведе до повреда на вашата мивка или тръби.
2. Ако рН е киселинно ( $\text{pH} < 7$ ), разредете електролита с разтвор на сода за хляб и измийте добре всички повърхности със сапун и вода. Пренебрегването на добавянето на разтвор на сода бикарбонат към електролита може да доведе до повреда на вашата мивка или тръби.

### ПРЕПАТКИ

Bess Ruff, M.; McClure, E. *How to Electrolyse Water*. <https://www.wikihow.com/Electrolyse-Water#Setting-the-Experiment-Up>.

de Almeida Rezende, L.; de Campos, V. A. F.; Silveira, J. L.; Tuna, C. E. Educational Electrolyzer Prototype: Improving Engineering Students' Knowledge in Renewable Energies. *Int. J. Hydrogen Energy* **2021**, 46 (29), 15110–15123. <https://doi.org/10.1016/j.ijhydene.2021.02.013>.

Society, A. C.; Washington, N. W. *Pencil Electrolysis*. [https://acswebcontent.acs.org/member\\_communities/Outreach\\_Activities.pdf](https://acswebcontent.acs.org/member_communities/Outreach_Activities.pdf).



## УПРАЖНЕНИЕ 2: Горивна клетка с протонообменна мембрана

### ОПИСАНИЕ

Енергията не може да бъде създадена или унищожена; просто променя формата си. Когато енергията премине във форма, която не се използва ефективно, ние я етикетираме като пропиляна. По този начин общата цел е да се сведе до минимум загубата на енергия по време на преобразуването на енергия чрез максимизиране на преобразуването в полезни форми.

Бензиновите превозни средства са изправени пред тази дилема ежедневно. Двигателите с вътрешно горене, разчитащи на бензин, обикновено достигат пик при около 40% ефективност. Следователно, значителна част от преобразуването на енергия в тези двигатели не успява да обслужва основната си цел - задвижване. Вместо това потенциалната енергия, съхранявана в бензина, се разсейва като звук, вибрации и топлина.

За разлика от това, горивните клетки постоянно постигат ефективност от около 60% в стекове, като горните граници достигат 85%. Поради липсата на движещи се части горивните клетки изпитват минимални загуби на енергия поради топлина и триене.

Горивната клетка с протонна обменна мембрана (РЕМ) е вид електрохимична клетка, която работи при относително ниски температури, обикновено около 80°C, което я прави подходяща за различни приложения, включително транспорт и стационарно производство на електроенергия. Сърцето на РЕМ горивната клетка е протонообменната мембрана, която селективно позволява на протоните да преминават през нея, като същевременно блокира електроните. Тази мембрана разделя анодните и катодните отделения, където протичат съответно водородни и кислородни реакции. Тъй като водородните молекули се разделят на протони и електрони в анода, протоните се движат през мембраната към катода, докато електроните пътуват през външна верига, генерирайки електрическа енергия. На катода кислородът се комбинира с протоните и електроните, за да образува вода и топлина, единствените странични продукти на реакцията. Ефективността, мащабируемостта и екологичното естество на РЕМ горивните клетки ги правят обещаваща технология за бъдещето на устойчивата енергия

### ДИДАКТИКО-МЕТОДИЧЕСКИ КОМЕНТАР

Тази учебна единица е проектирана като инструкция стъпка по стъпка. Учениците ще научат повече за принципите, приложенията и значението на горивните клетки с протонна обменна мембрана (РЕМ) чрез експериментална работа и като използват учебници и други налични източници.

### ПРИМЕРНИ РЕСУРСИ ЗА ЕКСПЕРИМЕНТАЛНА РАБОТА В STEM СРЕДА ПО ТЕМАТА „Проста водородна горивна клетка“

**Ресурс 1:** *Проста водородна горивна клетка*. Да се съглови проста водородна горивна клетка с помощта на търговски химикал и материали и да се вникне в основните



*принципи, управляващи превозни средства с горивни клетки в реален мащаб, налични в момента на пазара.*

### ПРИМЕРНИ РАЗСЛЕДВАЩИ ВЪПРОСИ ПО ТЕМАТА, ПРЕДНАЗНАЧЕНИ ЗА ПРОЕКТНИ ДЕЙНОСТИ В STEM СРЕДА:

1. Каква е ефективността на горивните клетки PEM в сравнение с други видове горивни клетки, като алкални или твърди оксидни горивни клетки?
2. Кои са основните фактори, влияещи върху издръжливостта и дълголетие на купчините горивни клетки PEM при различни работни условия?
3. Как може да се подобри рентабилността на процесите на производство на горивни клетки PEM, за да се улесни широкото приемане в транспорта и стационарните приложения?
4. Какви подобрения в каталитични материали и дизайни се изследват за подобряване на производителността и намаляване на цената на PEM горивни клетки?
5. Как работната температура влияе върху цялостната ефективност и производителност на PEM горивните клетки и какви стратегии могат да се използват за оптимизиране на управлението на температурата?
6. Какви са предизвикателствата, свързани със съхранението и разпространението на водород за превозни средства, задвижвани с горивни клетки PEM, и какви иновативни решения се разработват за справяне с тези предизвикателства?
7. Как може технологията за горивни клетки PEM да бъде интегрирана с възобновяеми енергийни източници като слънчева или вятърна енергия, за да се създадат по-устойчиви енергийни системи?
8. Какви са въздействията върху околната среда от производството, експлоатацията и изхвърлянето на PEM горивни клетки и как се сравняват с традиционните технологии, базирани на горене?
9. Какви са потенциалните приложения за PEM горивни клетки в извън мрежата или отдалечени места и какви са техническите и логистични предизвикателства, свързани с внедряването им в такива среди?
10. Как могат PEM системите с горивни клетки да бъдат оптимизирани за специфични приложения, като резервно захранване за телекомуникационна инфраструктура или преносими електронни устройства, по отношение на размер, тегло и надеждност?



### Проста водородна горивна клетка

#### КРАТКА ИНФОРМАЦИЯ ЗА УЧЕБНИЯ РЕСУРС

Субекти	Химия, Физика, ...
Възраст	Ученици
Време за изпълнение	5 часа

Този учебен ресурс е предназначен да помогне за придобиването на солидно разбиране за горивните клетки с протонна обменна мембрана (РЕМ), които са от съществено значение за устойчивото производство и съхранение на енергия. Той изследва принципите, приложенията и значението на горивните клетки РЕМ в различни области като възобновяема енергия, наука за околната среда и инженерство, което ги прави достъпни и приложими в различни области.

#### ВЪВЕДЕНИЕ И ТЕОРЕТИЧНИ ОСНОВИ

Този учебен ресурс служи като ценна справка за студенти, преподаватели, изследователи и всеки, който се интересува от придобиването на основно разбиране за РЕМ горивните клетки и тяхната роля в развитието на технологиите за устойчива енергия. С цялостно покритие на фундаментални концепции, практически приложения и образователни ресурси, той има за цел да насърчи знанията, иновациите и сътрудничеството в областта на електрокатализата и възобновяемата енергия. Ключови теми, които трябва да бъдат обхванати:

**Електрохимични основи:** Разбирането на основните принципи на електрохимията, включително редокс реакции, механизми за пренос на електрони и процеси на йонен транспорт, е от решаващо значение за разбирането на работата на РЕМ горивните клетки.

**Компоненти на РЕМ горивни клетки:** Проучване на различните компоненти на РЕМ горивни клетки, като анод, катод, протонообменна мембрана, каталитични слоеве, биполярни плочи и газови дифузионни слоеве и техните роли за улесняване на електрохимичните реакции и йонния транспорт.

**Принципи на работа:** Разбиране на принципите на работа на горивните клетки РЕМ, включително реакцията на окисление на водорода в анода, реакцията на редукция на кислорода в катода, провеждането на протони през мембраната и потока на електрони през външната верига.



**Катализатори и материали:** Проучване на видовете катализатори, използвани в горивни клетки PEM, като катализатори на базата на платина, и проучване на алтернативни материали и дизайн на катализатори, насочени към намаляване на разходите и подобряване на производителността.

**Управление на водата:** Разбиране на значението на управлението на водата в PEM горивните клетки, включително контрола на разпределението на водата, отстраняване на излишната вода и предотвратяване на дехидратация или наводняване на мембраната, за да се осигури оптимална производителност и издръжливост на клетката.

**Топлинно управление:** Справяне с предизвикателствата на термичното управление в PEM горивните клетки, като поддържане на оптимални работни температури, разсейване на топлината и управление на термичните градиенти в стека от клетки.

**Системна интеграция:** Разглеждане на интегрирането на PEM горивни клетки в различни приложения, включително транспорт (напр. превозни средства с горивни клетки), стационарно производство на електроенергия (напр. резервни хранящи системи) и преносима електроника, и обсъждане на съображения и предизвикателства при дизайна на системата.

**Производителност и ефективност:** Оценка на показателите за ефективност и ефективност на PEM горивни клетки, включително плътност на мощността, ефективност на напрежението, плътност на тока и цялостна ефективност на системата и обсъждане на стратегии за подобряване на производителността и ефективността.

**Устойчивост и надеждност:** Изследване на фактори, влияещи върху издръжливостта и надеждността на PEM горивните клетки, като разграждане на катализатора, разграждане на мембраната и разграждане на системата с течение на времето, и проучване на стратегии за подобряване на издръжливостта на клетката и удължаване на живота.

**Пазарни тенденции и бъдещи перспективи:** Анализиране на текущите пазарни тенденции, технологичния напредък и бъдещите перспективи за PEM горивни клетки, включително потенциални приложения, усилия за комерсиализация, политически стимули и изследователски насоки, насочени към напредване на технологията и разширяване на нейното приемане

## ОБОСНОВКА ЗА ПРОВЕЖДАНЕ НА ЕКСПЕРИМЕНТА

Обосновката за провеждане на експерименти с PEM горивна клетка е многостранна и обхваща няколко ключови цели. Изграждането на проста горивна клетка PEM осигурява практически опит за учене, който позволява на студентите да изследват принципите на електрохимията, преобразуването на енергия и технологиите за възобновяема енергия. Чрез провеждането на експерименти с горивната клетка студентите могат да разберат по-добре как функционират горивните клетки PEM и основните научни концепции, които са включени. Освен това, експериментирането с научен комплект за горивни клетки затвърждава теоретичните концепции, преподавани в програмите STEM. Чрез практически демонстрации и наблюдения студентите могат да затвърдят разбирането си по теми като редокс реакции, електролиза, пренос на електрони и протонна проводимост. Работата с



научен комплект за горивни клетки PEM култивира различни умения, включително критично мислене, решаване на проблеми, експериментален дизайн, анализ на данни и работа в екип. Участниците се научават да отстраняват проблеми, да интерпретират експериментални резултати и да си сътрудничат ефективно за постигане на общи цели, като повишават своята научна грамотност и умения.

### ПРЕДЛАЖАТ ДА СЕ ИЗПЪЛНЯТ СЛЕДСТВЕНИ ЗАДАЧИ

1. **Анализ на ефективността:** Измерете ефективността на системата с горивни клетки PEM, като изчислите входящата енергия (от водород) и електрическата мощност (генерирана от горивната клетка), за да оцените цялостната ѝ ефективност при преобразуването на химическата енергия в електрическа.
2. **Тестване на производителността:** Провеждайте тестове на производителност при различни условия на работа (напр. вариращи скорости на потока на водорода, температура и нива на влажност), за да оцените как тези фактори влияят на изходното напрежение, тока и мощността на системата с горивни клетки.
3. **Оценка на управлението на водата:** Изследвайте ефективността на управлението на водата в рамките на системата за горивни клетки PEM чрез наблюдение на натрупването и отстраняването на вода по време на работа, осигуряване на подходяща хидратация на мембраната за обмен на протони и предотвратяване на наводняване или изсушаване.
4. **Оценка на издръжливостта:** Оценете издръжливостта и дългосрочната стабилност на системата с горивни клетки PEM, като я подложите на непрекъсната работа или циклични стрес тестове, за да симулирате условия на използване в реалния свят и да идентифицирате потенциални механизми за влошаване.
5. **Оптимизация на системата:** Експериментирайте с различни системни конфигурации, включително промяна на дизайна на стека с горивни клетки, състава на катализаторните материали и разположението на баланса на компонентите на инсталацията, за да оптимизирате производителността, ефективността и издръжливостта на автомобила с горивни клетки PEM.
6. **Анализ на въздействието върху околната среда:** Изследвайте въздействието върху околната среда от работата на автомобила с горивни клетки PEM, като измервате емисиите (или липсата на такива) и ги сравнявате с конвенционалните превозни средства, базирани на горене, за да оцените потенциалните ползи за околната среда от технологията за горивни клетки.
7. **Сравнителни проучвания:** Сравнете производителността, ефективността и рентабилността на автомобила с горивни клетки PEM с други видове превозни средства с алтернативна енергия (напр. акумулаторни електрически превозни средства), за да разберете неговите силни страни, ограничения и конкурентоспособност в транспортния сектор.

**Хипотеза :** *Чрез модифициране на електродните материали, ние очакваме да наблюдаваме промени в изходното напрежение .*



## СЛЕДСТВЕН ЕКСПЕРИМЕНТ

### ЕКСПЕРИМЕНТ 1: „Изграждане на проста водородна горивна клетка“

#### Необходими материали:

- 20 cm никелова тел с платинено покритие или тел от чиста платина.
- малко парче дърво или пластмаса.
- Щипка за батерия 9 V.
- 9 V батерия
- Малко прозрачно тиксо.
- 1 dL чаша
- 1 dL вода.
- Мултиметър или червен диод

#### Процедура: <sup>1</sup>

1. Започнете, като внимателно разрежете покритата с платина тел на два равни сегмента. След това деликатно навийте всеки сегмент в малки пружини, оформяйки ги да служат като електроди в горивната клетка.
2. След това разполовете проводниците на щипката на батерията, като отстраните всякаква изолация от отрязаните краища. Завъртете оголените проводници здраво върху краищата на покритите с платина електроди. Тези връзки ще позволят на щипката на батерията да се прикрепят към електродите, докато два допълнителни проводника ще бъдат прикрепени за по-късно свързване към волтметъра.
3. Залепете здраво електродите върху малко парче дърво или пластмаса. След това този комплект се закрепва към чашата с вода, като се гарантира, че електродите висят потопени почти по цялата си дължина. Внимавайте да държите връзките на усукания проводник над водолинията, оставяйки потопени само електродите с платинено покритие.
4. Свържете червения проводник към положителния извод и черния проводник към отрицателния извод на мултиметъра или диода. Уверете се, че волтметърът регистрира показание от 0 волта.
5. За да активирате горивната клетка, инициирайте отделянето на водородни мехурчета на единия електрод и кислородни мехурчета на другия. Постигнете това, като свържете щипката на батерията към 9 V батерия. Волтметърът трябва да показва 9 V или диодът трябва да излъчва яркочервена светлина.
6. След като се появи желаната реакция, изключете батерията. Ако се използва стандартен проводник вместо проводник с платинено покритие, волтметърът ще се върне към отчитане на 0 V, тъй като не е свързана батерия. Въпреки това, поради платината, която действа като катализатор, улеснявайки рекомбинацията на водород и кислород, волтметърът първоначално





регистрира приблизително 1 V. С течение на времето това напрежение постепенно намалява, докато достигне 0 V.

## ЕКСПЕРИМЕНТ 2: Сглобяване на автомобил с горивни клетки от научен комплект и неговата работа

### Необходими материали:

- Научен комплект за автомобили с горивни клетки - FCJJ-11 <sup>2</sup> или подобен

### Процедура:

1. Следвайте процедурата от инструкциите на производителя <sup>3-9</sup>

### ПРЕПАТКИ

Building a Hydrogen Fuel Cell [https://sci-](https://sci-toys.com/scitoys/scitoys/echem/fuel_cell/fuel_cell.html)

[toys.com/scitoys/scitoys/echem/fuel\\_cell/fuel\\_cell.html](https://sci-toys.com/scitoys/scitoys/echem/fuel_cell/fuel_cell.html).

Description, P.; Pack, L. Fuel Cell Car Science Kit Product Description Features Experiment &

Activities Language Pack Fuel Cell Car Science Kit Packing Information Kit Content. 11–12.

FCJJ 11 - FCJJ-11 Student's Guide-Physics-Advanced Energy.

Generation, N.; Standards, S. FCJJ-11 Teacher's Guide -Physics-Advanced Energy.

Generation, N.; Standards, S. FCJJ11\_Redox\_CH\_Student\_V2.

Generation, N.; Standards, S. FCJJ11\_Reactions\_CH\_Teacher\_V2.

Generation, N.; Standards, S. FCJJ11\_Reactions\_CH\_Student\_V2.

Generation, N.; Standards, S. FCJJ11\_Redox\_CH\_Teacher\_V2.

Horizon Fuel Cell Technologies. FCJJ11 User Manual. 0–1.



## УПРАЖНЕНИЕ 3: Модерни батерии

### ОПИСАНИЕ

Модерните батерии представляват основен крайъгълен камък в захранването на нашия все по-дигитален и мобилен свят. С напредъка на технологиите батериите се развива от прости клетки до сложни системи за съхранение на енергия, което позволява различни приложения от смартфони до електрически превозни средства.

Една от ключовите области на развитие на съвременните батерии е енергийната плътност. Инженерите непрекъснато се стремят да опаковат повече енергия в по-малки и по-леки пакети, подобрявайки времето за работа на преносимите устройства, като същевременно намаляват техния размер и тегло. Литиево-йонните батерии са в челните редици на тази революция, предлагайки висока енергийна плътност и възможност за презареждане, което ги прави предпочитан избор за смартфони, лаптопи и електрически превозни средства. Устойчивостта обаче се превърна в решаващ фокус и в технологията на батериите. Изследователите изследват алтернативни материали и производствени процеси, за да сведат до минимум въздействието върху околната среда от производството и изхвърлянето на батерии. От рециклируеми материали и изобилие от елементи до електролити в твърдо състояние, полагат се усилия за създаване на батерии, които са не само ефективни, но и екологични.

В това отношение бъдещето на батериите обещава още по-голям напредък. От твърдотелни батерии с повишена безопасност и дълъг живот до химикали от следващо поколение като литиево-сяр, цинк-въздух и натриево-йонни, изследователите изследват различни пътища за разширяване на границите на технологията за съхранение на енергия. Тъй като технологията продължава да се развива, така ще се развиват и батериите, движещи иновациите и оформяйки пейзажа на нашето енергийно бъдеще.

### ДИДАКТИКО-МЕТОДИЧЕСКИ КОМЕНТАР

Тази учебна единица е проектирана като инструкция стъпка по стъпка. Учениците ще научат повече за принципите, приложенията и значението на цинково-въздушните батерии чрез експериментална работа и като използват учебници и други налични източници.

### ПРИМЕРНИ РЕСУРСИ ЗА ЕКСПЕРИМЕНТАЛНА РАБОТА В STEM СРЕДА НА ТЕМАТА "Цинково-въздушна батерия"

**Ресурс 1:** *Цинково-въздушна батерия*. Да се съглови цинково-въздушна батерия с помощта на домакински материали и химикали и да се запознаят с основните принципи на електрохимията Zn-въздух.

### ПРИМЕРНИ РАЗСЛЕДВАЩИ ВЪПРОСИ ПО ТЕМАТА, ПРЕДНАЗНАЧЕНИ ЗА ПРОЕКТНИ ДЕЙНОСТИ В STEM СРЕДА:

1. Каква е енергийната плътност на цинково-въздушните батерии в сравнение с други често използвани технологии за батерии?



2. Какви са основните предимства и недостатъци на цинково-въздушните батерии по отношение на цена, производителност и въздействие върху околната среда?
3. Как вариациите в дизайна и конструкцията влияят на ефективността и продължителността на живота на цинково-въздушните батерии?
4. Как една метална въздушна батерия е подобна на горивна клетка?
5. Каква роля играят катализаторите за подобряване на работата на цинково-въздушните батерии и как може да се оптимизира тяхната ефективност?
6. Какви са основните предизвикателства, свързани с презареждането на цинково-въздушните батерии и какви стратегии могат да се използват за преодоляването им?
7. Как скоростта на дифузия на кислород влияе върху цялостната производителност и изходна енергия на цинково-въздушните батерии?
8. Какви са потенциалните приложения на цинково-въздушните батерии в системи за съхранение на възобновяема енергия, стабилизиране на мрежата и електрически превозни средства?
9. Как факторите на околната среда като температура и влажност влияят на работата и дълготрайността на цинково-въздушните батерии?
10. Какъв напредък се прави в науката за материалите за подобряване на издръжливостта и стабилността на компонентите на цинково-въздушната батерия?
11. Как може да се използва математическо моделиране и симулация за прогнозиране на поведението и оптимизиране на работата на цинково-въздушните батерии при различни работни условия?

Ресурс 1

## ЦИНК-ВЪЗДУШНА БАТЕРИЯ

### КРАТКА ИНФОРМАЦИЯ ЗА УЧЕБНИЯ РЕСУРС

Субекти	Химия, Физика, ...
Възраст	Ученици
Време за изпълнение	5 часа

Този учебен ресурс е предназначен да помогне за придобиването на солидно разбиране за цинково-въздушните батерии, които са от съществено значение за устойчивото съхранение на енергия. Той изследва принципите, приложенията и значението на цинково-въздушните батерии в различни области като възобновяема енергия, наука за околната среда и инженерство, което ги прави достъпни и приложими в различни области.

### ВЪВЕДЕНИЕ И ТЕОРЕТИЧНА ОСНОВА <sup>1</sup>



Този учебен ресурс е щателно изработен, за да предложи цялостно разбиране на цинково-въздушните батерии чрез разнообразен набор от подходи. Чрез интегрирането на следните елементи, той се стреми да осигури обогатяващо образователно пътуване, насочено към улесняване на придобиването на знания и умения, свързани с цинково-въздушните батерии. Основните обхванати теми включват:

**Концептуално разбиране:** Задълбочавайки се в основополагащите принципи, лежащи в основата на цинково-въздушните батерии, ресурсът изяснява теми като електрохимия, клетъчен дизайн и реакционни механизми. Това знание служи като крайъгълен камък за по-нататъшно изследване и разбиране.

**Практически приложения:** Предоставяне на представа за реалното използване на цинково-въздушни батерии в различни индустрии, включително съхранение на възобновяема енергия, транспорт и потребителска електроника. Чрез казуси и примери обучаващите се разбират как тези батерии се използват в практически сценарии.

**Експериментално изследване:** Предлагане на практически експерименти и демонстрации, които позволяват на обучаемите да наблюдават директно поведението на цинково-въздушните батерии. Чрез изследвания на фактори като изходно напрежение, ефективност и производителност при различни условия, участниците развиват по-задълбочено разбиране на работата на батерията.

**Упражнения за решаване на проблеми:** Представяйки предизвикателни проблеми и сценарии, свързани с цинково-въздушни батерии, ресурсът насърчава обучаемите да прилагат знанията си за решаване на практически предизвикателства. Този подход насърчава развитието на умения за критично мислене и засилва концептуалното разбиране.

**Съвместно обучение:** Улесняване на групови дейности, дискусии и съвместни проекти, които създават среда, благоприятна за обмен на идеи и опит. Чрез взаимодействие с връстници обучаемите задълбочават разбирането си за цинково-въздушните батерии, като същевременно насърчават работата в екип и подобряват резултатите от обучението.

Чрез включването на тези разнообразни елементи, този учебен ресурс се стреми да осигури холистично и ангажиращо образователно изживяване, като дава възможност на участниците да придобият изчерпателни знания и умения, свързани с цинково-въздушните батерии.

## ОБОСНОВКА ЗА ПРОВЕЖДАНЕ НА ЕКСПЕРИМЕНТА

Обосновката зад експериментирането за изграждане на проста цинково-въздушна батерия обхваща различни аспекти, предлагайки цялостен подход към обучението. Първо, той



осигурява практическо обучение, като предлага на участниците тактилно и интерактивно изживяване, което затвърждава разбирането им за електрохимията и съхранението на енергия. Докато се занимават с конструирането на батерията, обучаемите придобиват представа от първа ръка за това как нейните компоненти си сътрудничат, за да генерират електричество. Тази практическа ангажираност подобрява разбирането чрез свързване на теоретични знания с реални приложения, укрепване на концепции като окислително-редукционни реакции, електронен поток и ролята на електродите и електролитите в галваничните клетки. Освен това изграждането на цинково-въздушна батерия улеснява решаването на проблеми и отстраняването на неизправности. Участниците се сблъскват с предизвикателства като оптимизиране на електродни материали, управление на скоростта на реакцията и подобряване на електрическата проводимост. Справянето с тези препятствия насърчава уменията за критично мислене и насърчава участниците да измислят иновативни решения, задълбочавайки разбирането си на основните принципи. Освен това, цинково-въздушните батерии са приветствани за техния потенциал за съхранение на възобновяема енергия поради тяхната висока енергийна плътност и рентабилност. Конструирането на цинково-въздушна батерия позволява на участниците да изследват приложението на тази технология за справяне с предизвикателствата за съхранение на енергия, свързани с възобновяеми източници като слънчева и вятърна енергия, насърчавайки оценката за устойчиви енергийни решения. И накрая, практически експерименти като този насърчават интереса и ангажираността в областите на STEM. Чрез прилагане на концепциите на STEM в практическа среда, участниците се вдъхновяват да преследват бъдещи начинания в областта на науката, технологиите, инженерството и математиката. Това не само култивира страст към ученето, но и подхранва следващото поколение иноватори и хора, които решават проблеми в кариерите, свързани с STEM.

### ПРЕДЛЕЖАТ ДА СЕ ИЗПЪЛНЯТ СЛЕДСТВЕНИ ЗАДАЧИ

Задачите за разследване, които трябва да бъдат изпълнени за изграждането на проста цинково-въздушна батерия, са следните:

1. **Избор на материал и характеризиране:** Изследвайте различни материали за цинковия анод и въздушния катод, като вземете предвид фактори като реактивност, проводимост и наличност. Характеризирайте свойствата на избраните материали, включително повърхностна площ, порьозност и електрохимични характеристики, чрез техники като сканираща електронна микроскопия (SEM) и циклична волтаметрия.
2. **Оптимизиране на електролита:** Разгледайте различни електролитни решения, за да подобрите производителността и стабилността на батерията, като вземете предвид фактори като pH, йонна проводимост и съвместимост с избраните електродни материали. Изследвайте ефекта на добавките или буферните агенти върху свойствата на електролита и производителността на батерията чрез експериментирание и анализ.
3. **Техники за производство на електроди:** Изследвайте различни методи за производство на цинкови и въздушни електроди, като електроотлагане, ситопечат или мастиленоструен печат, за да оптимизирате тяхната морфология и производителност. Изследвайте влиянието на параметрите за подготовка на електрода, включително температура, време на отлагане и концентрация на прекурсора, върху структурата на електрода и електрохимичните свойства.



4. **Сглобяване и проектиране на клетки:** Проучете различни дизайни и конфигурации на клетки, за да оптимизирате процеса на сглобяване и да увеличите максимално производителността на батерията. Експериментирайте с различни сепаратори и опаковъчни материали, за да подобрите стабилността на клетката и да предотвратите изтичане на електролит или пресичане на газ.
5. **Тестване на ефективността и характеризиране:** Разработване на протоколи за тестване на електрохимичните характеристики на цинково-въздушната батерия, включително методи за измерване на изходното напрежение, капацитета и живота на цикъла. Изследвайте влиянието на работните условия като температура, влажност и скорост на разреждане върху производителността на батерията чрез систематично тестване и анализ.
6. **Проучвания за дългосрочна стабилност и издръжливост:** Извършете дългосрочни проучвания за стабилност и издръжливост, за да оцените производителността на батерията при непрекъсната работа и циклични условия. Изследвайте механизмите на разграждане и начините на повреда чрез анализ след смъртта, включително изследване на морфологията на електрода и химичния състав.
7. **Оценка на въздействието върху околната среда:** Проучете въздействието върху околната среда на цинково-въздушната батерия, включително устойчивостта на суровините, консумацията на енергия по време на производството и потенциала за рециклиране или изхвърляне. Оценете оценката на жизнения цикъл (LCA) на батерията, за да разберете нейния цялостен отпечатък върху околната среда и да идентифицирате възможности за подобрение.

**Хипотеза :** Използването на химични и механични методи може да подобри работата на Zn-въздушната батерия.

## СЛЕДСТВЕН ЕКСПЕРИМЕНТ

### ЕКСПЕРИМЕНТ 1: „Изграждане на проста цинково-въздушна батерия“ <sup>2</sup>

#### Необходими материали:

- Меден електрод
- Цинков електрод
- Комплект от 2 кабела за електрически тестове тип "алигатор".
- Мултиметър и червен диод
- Чаша за вода
- Натриев хлорид (около 25 g)
- Мерителна чаша, метрична
- Купа, която може да побере най-малко 500 ml
- Чаена лъжичка
- вода
- Кухненска везна
- Водороден пероксид (3%) (около 20 ml)



- Слама
- Таймер или часовник със втора стрелка

### Процедура: <sup>3</sup>

1. Започнете, като подгответе соленоводния електролит за вашата цинково-въздушна батерия. Разтворете 25 g NaCl в купа, пълна с 0,5 L вода.
2. Етикетирайте три чаши вода като #1–3 с помощта на постоянен маркер. Провеждането на три опита едновременно гарантира точността и възпроизводимостта на резултатите.
3. Подгответе вашите електроди:
  - a. Определете Cu електрода като ваш катод.
  - b. Определете Zn електрода като ваш анод.
4. Изсипете 150 ml от приготвения соленоводен електролит във всяка етикетирана чаша или буркан.
5. Поставете един Zn и един Cu електрод във всяка чаша или буркан, като се уверите, че са поставени от противоположните страни, така че да са обърнати един към друг. Внимавайте да не се допират, за да избегнете случайно късо съединение.
6. Свържете щипките Alligator към електрически тестови проводници, като червеният проводник е свързан към Cu, а черният към Zn. Другите краища трябва да бъдат свързани към червения диод, който трябва да свети.
7. Вече сте готови да тествате функционалността на вашите батерии. Тествайте последователно всяка батерия с мултицет при следните условия, като изключите диода и свържете мултицета:
  - a. Без добавка към електролита
  - b. Непрекъснато разбъркване
  - c. Непрекъснато издухване на мехурчета със сламка
  - d. Добавяне на 5 mL 3 % H<sub>2</sub>O<sub>2</sub>
  - e. Добавяне на 5 mL 3% H<sub>2</sub>O<sub>2</sub> плюс непрекъснато разбъркване
8. Измерете напрежението на отворена верига и тока на късо съединение на всяка цинково-въздушна батерия. Започнете с първия опит и продължете с другите два. Тези измервания осигуряват най-високото напрежение и ток, които вашата батерия може да достави, но имайте предвид, че тя не може да осигури и двете едновременно.

### ПРЕПАТКИ

Li, Y.; Dai, H. Recent Advances in Zinc-Air Batteries. *Chem. Soc. Rev.* **2014**, 43 (15), 5257–5275.

<https://doi.org/10.1039/c4cs00015c>.

How to Make a Battery with Metal, Air, and Saltwater [https://www.sciencebuddies.org/science-fair-projects/project-ideas/Chem\\_p107/chemistry/make-a-battery-with-metal-air-and-saltwater#procedure](https://www.sciencebuddies.org/science-fair-projects/project-ideas/Chem_p107/chemistry/make-a-battery-with-metal-air-and-saltwater#procedure).

Procedure, E. How to Make a Battery with Metal, Air, and Saltwater | Science Project. **2021**.



## Пример: Устойчиви технологии в научното образование - Част 2. Учебен модул чрез проектно-базирано обучение

Описание на иновативния модул за преподаване/обучение Green STEAM

<b>Образователно ниво (възраст на учениците):</b> магистърско ниво 2-ри цикъл
<b>Предмет:</b> Устойчиви технологии в научното образование
<b>Теми:</b> Устойчиви технологии
<b>Цели на учебната програма:</b> <ul style="list-style-type: none"><li>● Разберете концепциите за устойчива енергия</li><li>● Разберете принципите на хибридните системи за възобновяема енергия.</li><li>● Проектирайте и анализирайте интегрирани системи, съчетаващи множество устойчиви технологии.</li><li>● Дефинирайте и обяснете принципите на устойчивата енергия.</li><li>● Идентифицирайте въздействието върху околната среда на традиционните енергийни източници.</li><li>● Опишете принципите на работа на водородните горивни клетки.</li><li>● Анализирайте предимствата и предизвикателствата на технологията за водородни горивни клетки.</li><li>● Демонстрирайте способността да проектирате и конструирате основна водородна горивна клетка.</li><li>● Обяснете процеса на електролиза за производство на водород.</li><li>● Оценете ефективността и практическите приложения на електролизаторите.</li><li>● Сравнете и съпоставете литиево-йонните батерии с нововъзникващите технологии за батерии.</li><li>● Анализирайте екологичните и икономическите последици от различните видове батерии.</li><li>● Демонстрирайте способността да проектирате и тествате батерийна система.</li><li>● Разберете концепцията за електрохимични микрореактори.</li><li>● Обяснете принципите на преобразуване на фотоволтаичната енергия.</li><li>● Анализирайте ефективността и ограниченията на слънчевите фотоволтаични системи.</li><li>● Проектирайте и оптимизирайте фотоволтаична система за даден сценарий.</li><li>● Опишете принципите на работа на вятърните турбини.</li></ul>
<b>Ключови думи:</b> зелен STEAM, устойчиви технологии, проектно базирано обучение
<b>Инструменти за обучение:</b> система за управление на обучението (напр. Moodle), платформа за сътрудничество (напр. Microsoft Teams), литературни бази данни (напр. Scopus, Web of Science, Google Scholar, ERIC), софтуер за презентации, документация и електронни таблици (напр. PowerPoint, Word, Excel) , графичен инструмент (напр. Canva), инструменти за училищно събиране на експериментални данни (напр. сензори Vernier) и др.
<b>Литературни ресурси за студенти</b> <i>задължителни :/допълнителни:</i>





Dinçer, İ., & Erdemir, D. (2023). *Introduction to Energy Systems*. John Wiley & Sons.

Ferk Savec, Vesna (2010). *Projektno učno delo pri učenju naravoslovnih vsebin : učbenik*. Maribor: Fakulteta za naravoslovje in matematiko.

Hacker, V., & Mitsushima, S. (Eds.). (2018). *Fuel cells and hydrogen: from fundamentals to applied research*. Elsevier.

He, G. (2024). *Electrochemical Energy Storage Technologies Beyond Li-ion Batteries*.

Korthauer, R. (Ed.). (2018). *Lithium-ion batteries: basics and applications*. Springer.

Monconduit, L., & Croguennec, L. (2021). *Les batteries Na-ion*. ISTE Group.

**Литературни ресурси за (бъдещи) учители**

задължителни / допълнителни:

Dinçer, İ., & Erdemir, D. (2023). *Introduction to Energy Systems*. John Wiley & Sons.

Ferk Savec, Vesna (2010). *Projektno učno delo pri učenju naravoslovnih vsebin : učbenik*. Maribor: Fakulteta za naravoslovje in matematiko.

Hacker, V., & Mitsushima, S. (Eds.). (2018). *Fuel cells and hydrogen: from fundamentals to applied research*. Elsevier.

He, G. (2024). *Electrochemical Energy Storage Technologies Beyond Li-ion Batteries*.

Korthauer, R. (Ed.). (2018). *Lithium-ion batteries: basics and applications*. Springer.

Monconduit, L., & Croguennec, L. (2021). *Les batteries Na-ion*. ISTE Group.

**Метод(и) на обучение:** проектно обучение, експериментална работа



## ТЕОРЕТИЧНА ПОДГОТОВКА

### ТЕОРЕТИЧНА ПОДГОТОВКА

Курсът за учители съчетава съдържание, инструменти и добри практики, които включват PBL, IBL и иновативни методологии, базирани на инженерния дизайн, с хибриден подход.

А. В инструментите на програмата Green STEM дейностите започват с автентични проблеми. Автентичните проблеми също служат като значителни стимули за учениците да се включат в учене, основано на запитвания и базирано на проблеми. Автентичните проблеми определят видовете проблеми, които могат да подкрепят учениците в уменията за научно изследване (Burrows et al., 2016), да се занимават с реалния стил на работа на учени и изследователи в области, свързани с науката (Hsu et al., 2010) и как се прилага науката (van Eijck & Roth, 2009). Следователно дейностите, илюстрирани в проекта Green STEM, включват автентични изследователски проблеми, които могат да подкрепят запитванията на учениците, като се фокусират върху практическото и съзнателното ангажиране.

Например, дейността, озаглавена „ТЕМА В.1: Събиране на атмосферна вода“ започва с автентичен проблем, свързан с събирането на вода от атмосферата, известен също като събиране на атмосферна вода, за получаване на използвана вода чрез извличане на влага от въздуха. Дейността има за цел да накара учениците да решават проблеми, свързани с водоснабдяването в райони, изпитващи недостиг на вода, и да предостави потенциално решение за региони с ограничен достъп до източници на прясна вода. Различни техники като кондензация, събиране на роса, събиране на мъгла и генератори на атмосферна вода (AWG) трябва да бъдат проучени от учениците в дейността и те трябва да придобият знания и да ги тестват в лабораторни среди.

В. В инструментите на програмата Green STEM процесът на проектиране и инженеринг се поддържа и подобрява по уникален начин. Текущите методологии и подходи към процесите на инженерно проектиране и обучението, базирано на дизайна, са ясно дефинирани в потоците на дейности и процесите на внедряване. Теоретичното съдържание под заглавието „ТЕМА А.5: Green STEM и бъдещето на работата и уменията в зелената индустрия“ широко подчертава значението на дизайнерските и инженерните професии в рамките на зелените кариери. По време на работни срещи или семинари, организирани като част от процеса на разпространение на модела Green STEM, артефактите на дейността, представянето и дискусията на проектите на Green STEM проекти, свързани с ТЕМА 8-14, формират важна дискусийна тема за дизайна и инженерството. Материалите и протоколите за наблюдение, разработени за учители, са се възползвали от иновативните методи на проектиране и инженеринг от Gunbatar et al. (2022), Dare et al. (2021) и Ong et al. (2023).

С. Лабораторни изследвания и процеси, открити в инструментите на програмата Green STEM, подкрепят иновациите по начин, който позволява на учениците да разберат концепциите за зелена математика, наука и инженерство. Обучението, базирано на запитвания, е подход на обучение, пригоден за учене чрез лабораторни процеси. В дейностите, разработени за програмата Green STEM, учениците се насърчават да взаимодействат чрез изследване и запитване на високо ниво (предимно отворени задачи за запитване), установявайки връзки в реалния свят. Инструментите за професионално развитие, подготвени за учителите, ги насърчават да насочват процеса на обучение в различни роли, които могат да бъдат изразени като диагностик, мотиватор, новатор, експериментатор, изследовател, моделиращ и обучаващ се (Crawford, 2000). По този начин се възприема подход на обучение, който



насърчава учениците да се ангажират с решаване на проблеми и учене чрез преживяване. В дейностите учениците се подкрепят в тяхното активно участие или мотивация в поне един от процесите като задаване на въпроси, проектиране, събиране на данни, достигане до заключения или комуникация на наученото, както е определено от Minner et al. (2010):

- наличието на научно съдържание,
- активното участие на ученика в научното съдържание,
- тяхната отговорност за учене чрез поне един от процесите на разпитване, проектиране, събиране на данни, достигане до заключения или комуникация, подкрепяйки тяхното активно участие или мотивация.

Г. Дейностите по проекта в инструментите на програмата Green STEM поддържат мислене, основано на доказателства (ориентирано на данни). Това също така осигурява подход, подкрепен от „Преподаването и ученето с информиран дизайн“, дефиниран от Crismond & Adams (2012) и IBL. Доказателствата се използват за учениците, за да оценят, преразгледат и подобрят своите проекти. Етапите „Оценка на продукта/решението“, „Подобряване“ и „Отразяване/споделяне“, включени в потоците на дейностите, са предназначени точно за тази цел. Това има за цел да гарантира, че студентите по дизайн, присъстващи в зелени STEM дейности, имат последователни и точни (използваеми) данни. Когато учениците видят как и защо се използва информацията, получена в дизайнните, те преживяват момент на „еврика“. Това също инициира безкраен цикъл на проектиране за тях. Като непрекъснато развиват, преоценяват и подобряват своите дизайни въз основа на реални доказателства и наблюдения, студентите могат да достигнат до новаторски окончателен дизайн. Crismond & Adams (2012) публикуваха ценни изследвания, представени за разбиране, което може да бъде възприето в дейности за матрицата за преподаване и учене на информиран дизайн.

#### УЧЕБНИ МАТЕРИАЛИ И ПРИМЕРИ ЗА ДОБРИ ПРАКТИКИ



## Пример: Нанотъкани за биомимикрия и екологични промишлени практики

Описание на иновативния модул за преподаване/обучение Green STEAM

<b>Образователна степен (възраст на учениците):</b> Средно училище		
<b>Тема:</b> Green STEM		
<b>Тема:</b> Биомимикрия Нанотъкани и екологични индустриални практики		
<b>Цели на учебната програма:</b>		
Научни цели:		
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Наблюдава примери за водоотблъскващи тъкани в природата чрез ефекта на лотоса,</li> <li>• Получава фундаментални познания в науката за материалите и нанотехнологиите чрез изучаване на принципите на нанотехнологиите във водоотблъскващи тъкани,</li> <li>• Придобива практически опит в разбирането на свойствата на водоотблъскващите тъкани и изследване на научната основа на ефекта на лотоса.</li> </ul>		
Инженерни цели:		
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Решава инженерни проблеми, като се фокусира върху дизайна на нано водоотблъскващи тъкани,</li> <li>• Подобрява инженерните умения чрез предоставяне на възможности за изживяване на дизайнерско мислене, създаване на прототипи и процеси на подобрение.</li> </ul>		
Технологични цели:		
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Подобрява технологичните умения чрез използване на различни технологични инструменти и материали за трансформиране на идеи в осезаеми прототипи на тъкани,</li> <li>• Развива технологични умения чрез придобиване на опит в използването на технологични инструменти за оценка и тестване на водоотблъскващи тъкани.</li> </ul>		
Цели по математиката:		
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Подобрява математическото мислене чрез използване на умения за измерване, изчисление и анализ на данни в процеса на проектиране,</li> <li>• Разбира и прилага математически методи, използвани за оценка на характеристиките на водоотблъскващи тъкани.</li> </ul>		
Арт цели:		
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Развива художествени умения чрез използване на творческо мислене и естетически разбирания в процеса на проектиране,</li> <li>• Подобрява художествените умения чрез предоставяне на възможности за изразяване на дизайнерски идеи артистично и естетично подобряване на прототипите.</li> </ul>		
Свързани цели на GREEN STEM:		
<ul style="list-style-type: none"> <li>• GD2. Чиста и кръгова икономика</li> <li>• GD2.d. Иновативни практики за устойчиво производство и намаляване на въглеродните емисии и емисиите на парникови газове в текстилния и кожения сектор.</li> </ul>		
<b>Ключови думи:</b> Биометрична концепция, Lotus ефект, Нано водоотблъскване, Нано хидрофобни тъкани		
<b>Инструменти за обучение:</b>	Работен лист за ученик 1, 2, 3	Восък, вазелин, восък за тъкани, суперхидрофобно покритие (спрей), различни тъкани, материали за изпитване (като пластмасови бутилки, гъби, капкомери, дървени пръчици, измервателно оборудване и др.)



<b>Литературни ресурси за студенти</b>	
Arabacioglu, S. (2022). Can nanotechnology keep us dry in the rain: An inquiry-based activity to help students improve their investigation skills. <i>International Journal of Technology in Education and Science (IJTES)</i> , 6(3), 410-426. <a href="https://doi.org/10.46328/ijtes.395">https://doi.org/10.46328/ijtes.395</a>	
<b>Литературни ресурси за (бъдещи) учители</b>	
Arabacioglu, S. (2022). Can nanotechnology keep us dry in the rain: An inquiry-based activity to help students improve their investigation skills. <i>International Journal of Technology in Education and Science (IJTES)</i> , 6(3), 410-426. <a href="https://doi.org/10.46328/ijtes.395">https://doi.org/10.46328/ijtes.395</a>	
Blonder, R., & Mamlok-Naaman, R. (2016). Learning about teaching the extracurricular topic of nanotechnology as a vehicle for achieving a sustainable change in science education. <i>International Journal of Science and Mathematics Education</i> , 14(3), 345–372. <a href="https://doi.org/10.1007/s10763-014-9579-0">https://doi.org/10.1007/s10763-014-9579-0</a>	
Ghattas, N. I., & Carver, J. S. (2012). Integrating nanotechnology into school education: A review of the literature. <i>Research in Science and Technological Education</i> , 30(3), 271–284. <a href="https://doi.org/10.1080/02635143.2012.732058">https://doi.org/10.1080/02635143.2012.732058</a>	
Mandrikas, A., Michailidi, E., & Stavrou, D. (2020). Teaching nanotechnology in primary education. <i>Research in Science and Technological Education</i> , 38(4), 377–395. <a href="https://doi.org/10.1080/02635143.2019.1631783">https://doi.org/10.1080/02635143.2019.1631783</a>	
Sakhnini, S., & Blonder, R. (2016). Nanotechnology applications as a context for teaching the essential concepts of NST, <i>International Journal of Science Education</i> , 38(3), 521-538. <a href="https://doi.org/10.1080/09500693.2016.1152518">https://doi.org/10.1080/09500693.2016.1152518</a>	
<b>Метод(и) на преподаване:</b>	Обучение, базирано на проблеми, обучение, основано на запитвания, обучение, базирано на проекти, дизайнерско мислене и инженерен дизайн, практическа наука, приложно обучение, технологично подобро обучение.

#### Сценарий на Green STEAM единица за преподаване/обучение

Фаза	Необходим о време	Дейност на учителите	Дейност на учениците
Припомняне на познатото и преживяването	30 мин	Учителят може да започне, като привлече вниманието на учениците и въведе темата с интересен въпрос или история. Например, те могат да попитат учениците за предизвикателствата, пред които са изправени в дъждовен ден или как се чувстват в дъжда. След това те могат да обяснят на учениците какво представляват водоотблъскващите тъкани и как работят. Като описват характеристиките и предимствата на тези тъкани, те помагат на учениците да разберат по-добре темата. Като илюстрира различни области на приложение на водоотблъскващи тъкани с	Учениците могат да споделят какви преживявания са имали в дъждовно време и как се държи водата, когато влязат в контакт с дъжда. Въз основа на тези преживявания започва дискусия. На учениците се задават въпроси, за да разберат защо и как работят водоотблъскващите тъкани. Например, какви са характеристиките на водоотблъскващите тъкани? Какви са предимствата на



		<p>примери, учителят помага на учениците да разберат значението на тези тъкани в ежедневието.</p> <p>Предоставянето на примери за водоотблъскващи тъкани или подкрепата с визуални елементи дава на учениците по-конкретна представа.</p> <p>Djital araç – Yağmurluklu bir insan görseli üzerinden tartışma....</p>	<p>водоотблъскващите тъкани?</p> <p>Студентите могат да изследват различните области на приложение на водоотблъскващи тъкани. Например дъждобрани, спортно облекло, материали за открито и т.н. Те могат да обсъдят в групи значението на увеличаването на функционалността и комфорта на водоотблъскващите тъкани. Всяка група може да разгледа конкретна област на приложение и да обсъди предимствата, които тези тъкани предоставят.</p>
Проучвания и въпроси	Един час	<p>Учениците са инструктирани да получат листа от водни лилии, растения таро, членове на семейство Brassicaceae, дамски чехли, джинджифилови растения и градински рози. Те са помолени да разгледат внимателно листата под лупа и да обсъдят моделите или структурите, които наблюдават.</p> <p>Учениците са помолени да поставят капка вода върху повърхността на листата и да наблюдават поведението на водните капки, обяснявайки как се държат. Те се насърчават да сравняват поведението на водните капчици върху различни листа на растенията и да обсъждат възможните причини, което води до дискусии.</p>	<p>Учениците разглеждат под лупа листа, получени от посочените растителни видове. Те водят бележки за наблюдаваните модели или структури.</p> <p>Те поставят капка вода върху повърхността на листата. Те наблюдават поведението на водните капки и обясняват какво се случва. Те сравняват поведението на водните капки върху различни листа на растенията и обсъждат разликите. Те записват своите наблюдения и експериментални</p>



		<p>Учениците се насърчават да записват своите наблюдения и резултати от експерименти върху <b>Работен лист 1</b>. Те също така се насърчават да задълбочат допълнително своето изследване в рамките на специфични рамки от въпроси.</p> <p>Те са помолени да идентифицират микро/нано структурите на повърхността на листата на лотос и да обсъдят тяхната водоотблъскваща роля. Те са подтикнати да помислят как наноструктурите намаляват контактната площ между водните капки и повърхността на листата. Насърчават се дискусиите защо водните капчици върху листата на лотос образуват почти сферични форми и се обръща внимание на пречките пред разпространението.</p> <p>Учениците се насърчават да обсъждат потенциални ежедневни приложения за имитиране на повърхностните свойства на листата на лотос. Те също така се насърчават да изследват дали има други примери в природата с водоотблъскващи стратегии, подобни на листата на лотос.</p>	<p>резултати в <b>Работен лист 1</b>.</p> <p>Те задълбочават и обсъждат своите изследвания в рамките на конкретни въпроси. Те описват микро/нано структури и обсъждат тяхната водоотблъскваща роля. Те изследват формата и поведението на водните капки по повърхността на листата и разглеждат причините зад тях. Те обмислят практически приложения за имитиране на характеристиките на лотосовите листа. Те проучват дали в природата има други примери за растения с водоотблъскващи стратегии.</p>
<b>Генериране на дизайн на решение:</b>	Един час	<p>Студентите се насърчават да обмислят в групи, за да проектират свои собствени нанохидрофобни тъкани. Всяка група прави мозъчна атака, като обсъжда различни дизайнерски идеи и функции. Насърчава учениците да обменят идеи от различни гледни точки.</p> <p>Учениците се насърчават да попълнят <b>Работен лист 2</b> в групи. Те се подпомагат при идентифицирането на дизайнерски идеи и</p>	<p>Студентите обсъждат примери за разглеждане на потенциални приложения в ежедневието. Например, те се насърчават да обсъждат как могат да се използват продукти като дъждобрани, водоустойчиви чанти или</p>



		характеристики и процесът на проектиране се ръководи.	самопочистващи се повърхности. На учениците се дава свободата да избират материалите, които ще използват за продукта, който проектират. Те избират материали като восък, суперхидрофобни покрития и различни тъкани. С избраните от тях материали те създават прост прототип. Този прототип им помага да видят как работи дизайнът и им позволява да правят подобрения. По време на процеса на проектиране те се фокусират върху следните критерии за проектиране: <b>Критерии за дизайн:</b> <ul style="list-style-type: none"><li>• Фокусира се върху намаляването на въздействието върху околната среда и спазването на принципите за устойчивост при избора и употребата на материали.</li><li>• Проектиран за потенциални приложения в реалния живот (напр. дъждобрани, водоустойчиви чанти или самопочистващи се повърхности и т.н.).</li><li>• Създава прости прототипи на своите продукти, използвайки екологично чисти</li></ul>
--	--	---	---





			материали (като восък, вазелин, парафин, восък, суперхидрофобни покрития, различни тъкани (пера, парашут, тапицерия) и др.).
Създаване и тестване на прототип:	Един час	<p>На учениците се предоставят различни мостри на тъкани, спрейове, четки и други необходими материали. Те се насърчават да използват тези материали, за да вдъхнат живот на собствените си идеи. Осигурени са насоки, които да им помогнат да материализират своите идеи, и подкрепа, ако е необходимо.</p> <p>Учениците се насърчават да попълнят <b>работен лист 3</b>, за да документират процеса на създаване на прототип стъпка по стъпка. Те са подканени да си водят бележки какво са направили на всяка стъпка, какви материали са използвали и какви резултати са постигнали.</p> <p><b>Тестове за водоотблъскване:</b> Студентите имат възможност да тестват водоотблъскването на своите прототипи на тъкани и да оценят резултатите. Те се ръководят при планирането на различни експерименти за тестване на водоотблъскването на прототипи на тъкани. Предоставя се обща информация за това как да се провеждат експерименти на водна основа, с акцент върху контролираните експериментални практики. Учениците се насърчават да записват данните, наблюденията и резултатите, които получават по време на експериментите. Предоставя им се възможност да</p>	<p>Учениците трансформират собствените си идеи в осезаеми прототипи и ги тестват. За да направят това, те използват различни материали като мостри от тъкани, покрития със спрей, четки и др. Те създават прототипи, използвайки свои собствени идеи и попълват <b>Работен лист 3</b>.</p> <p>Те отбелязват какво са направили на всяка стъпка, какви материали са използвали и какви резултати са получили.</p> <p><b>Тестове за водоотблъскване:</b> Студентите имат възможност да тестват водоотблъскването на своите прототипи на тъкани и да оценят резултатите. Те получават общи познания за това как се провеждат експерименти на водна основа и планират контролирани експерименти. Те записват данните, наблюденията и резултатите,</p>



		сравняват производителността на прототипи на тъкани с обикновени проби от тъкани и да анализират резултатите.	получени по време на експериментите. Те сравняват производителността на прототипите на тъкани с обикновени проби от тъкани и анализират резултатите.
Представяне на продукта, дискусия и оценка	30 мин	<p>Учениците се насърчават да подготвят презентация, за да представят прототипите на нано хидрофобна тъкан. От тях се иска да изберат един от различните инструменти на Web 2.0 като Prezi, PowerPoint, Canva и др., които могат да използват за тази цел. Учениците се насърчават да споделят по следните теми по време на презентацията:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>● Представяне на прототипите в класа и подчертаване на използваните принципи на биомимикрия.</li> <li>● Представяне на резултатите от тестовите и предоставяне на доказателства за ефективността на всеки дизайн.</li> <li>● Споделяне на срещнатите предизвикателства и научени уроци за водоотблъскващи тъкани.</li> </ul> <p>За целите на оценяването от студентите се очаква:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>● Сравнете техните прототипи с тези на други групи.</li> <li>● Оценете кой подход на</li> </ul>	<p>Всеки ученик или група представя свои собствени прототипи чрез подходящ Web 2.0 инструмент. Те предоставят подробна информация за използваните принципи на биомимикрия. В рамките на класа учениците разглеждат прототипите на другия. Те обсъждат предимствата и недостатъците на всеки прототип и обменят идеи за предизвикателствата, срещани при прилагането на принципите на биомимикрия. Те преглеждат дизайните на други групи и ги сравняват със собствените си прототипи. Те определят кои характеристики са по-успешни. Въз основа на обратната връзка, получена от други групи, те обсъждат как могат да подобрят своите прототипи. Те спекулират как да</p>



		<p>биомимикрия е по-ефективен.</p> <ul style="list-style-type: none"><li>● Дайте предложения как да подобрите прототипите.</li><li>● Участвайте в дискусии за това как да използвате принципите на биомимикрията по-ефективно.</li></ul>	<p>прилагат принципите на биомимикрията по-ефективно.</p>
--	--	--	---



## Пример: Събиране на атмосферна вода

### Описание на иновацията Green STEAM единица за преподаване / обучение

<b>Образователна степен (възраст на учениците):</b> Средно училище – гимназия
<b>Тема:</b> Зелено СТЪБЛО
<b>Теми:</b> Събиране на атмосферна вода
<b>Цели на учебната програма:</b>
<b>Резултати от обучението по природни науки:</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>Учениците разбират водния цикъл (разбиране)</li> <li>Учениците разбират концепцията за получаване на вода от въздух чрез кондензация (разбиране)</li> <li>Учениците научават значението на опазването на водата и откриват устойчиви водни решения (Разбиране).</li> <li>Те прилагат основни научни принципи, за да направят прототипа по-ефективен (Приложение)</li> <li>Оценява методите за получаване на вода от атмосферата (Оценка)</li> </ul>
<b>Инженерни резултати от обучението:</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>Учениците проектират и изграждат модел на устройство за събиране на вода от въздуха.</li> <li>В процеса на проектиране и изграждане студентите използват умения за критично мислене, решаване на проблеми и работа в екип.</li> <li>Научава как да изчислява ефективността на устройството.</li> </ul>
<b>Технологични резултати от обучението:</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>Студентите измерват и анализират влажността във въздуха и в прототипа с помощта на сензори и устройства за събиране на данни (везни, термометри и др.).</li> <li>Студентите научават различни технологии за събиране на атмосферна вода и тяхното използване.</li> <li>Учениците представят своите модели устройства пред класа (с елементи като инфографики, графики и т.н.) и показват, че разбират събирането на вода от атмосферата, като го обясняват.</li> </ul>
<b>Резултати от обучението по математика:</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>Той показва сушата в своите региони под формата на регионална графика количество валежи-месеци или подобни графики.</li> <li>Студентите анализират търсенето на вода в региона с математически модели и изчисляват количеството вода, което необходимото устройство за събиране на вода трябва да осигури.</li> <li>Те изчисляват ефективността на превозното средство.</li> </ul>
<b>Резултати от обучението по изкуство:</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>Студентите обръщат внимание на естетическите ценности в дизайна на устройството за събиране на вода и използват творчески, мотивиращи елементи при разработването на прототипа.</li> </ul>
<b>Предприемачество</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>Определя обществените нужди и предлага креативни решения за тяхното посрещане.</li> <li>Използва платформи за масова комуникация за рекламиране на създадените стоки.</li> </ul>



- Използва писмени, визуални и устни комуникационни техники, за да предаде ясно и последователно своите мисли и открития на професионалната целева аудитория.

**Green STEM постижение:**

- Предлага използването на природосъобразни зелени научни техники за намаляване на въздействието на човешката дейност върху околната среда, за да се отговори на обществени проблеми или изисквания.

**Умения на 21 век**

- Подобрява уменията за решаване на проблеми.
- Подобрява уменията за съвместна работа.
- Подобрява неговата/нейната чувствителност към околната среда и света, в който живее, се увеличава.

**ПРИРОДАТА НА НАУКАТА (ИЛИ НАУЧНОТО ЗАПИТВАНЕ):**

- Създава или ревизира научни обяснения, базирани на валидни и надеждни данни или доказателства, получени от източници (включително собствени експерименти на учениците).
- Провежда изследване и/или оценява и/или преразглежда експерименталния план, за да намери решение на проблема и да получи данни.

**Свързани стратегии за зелена сделка ( Green Deal ):**

GD1. Изменение на климата, околна среда и биоразнообразие: Целта на регулирането на изменението на климата, въглеродните емисии и емисиите на парникови газове

**Теоретична информация**

Един от най-големите световни проблеми, засягащи много региони по света, е недостигът на вода. Липсата на сладководни ресурси, която затруднява населението да посрещне основните си нужди от вода, се нарича недостиг на вода. Има няколко фактора, допринасящи за този недостиг, включително човешки и природни влияния. Поради продължителните суши и непостоянните валежи, предизвикани от изменението на климата, сега има по-малко налична вода. Освен това замърсяването, разширяването на населението и неадекватното управление на водите изострят този проблем. Много сухи и полусухи нации днес, включително тези в Африка, Близкия изток и някои региони на Азия, се борят с липсата на вода. Тези райони изпитват значителни трудности при достъпа до чиста вода, което води до влошаване на продоволствената сигурност и общественото здраве, селскостопански ограничения и отрицателно въздействие върху социално-икономическия растеж. Усилията за справяне с недостига на вода включват прилагане на стратегии за устойчиво управление на водата, насърчаване на практики за опазване на водата и инвестиране в технологии за пречистване и обезсоляване на вода.

Получаването на вода от въздуха, известно също като събиране на атмосферна вода, е процес, който включва извличане на влага от атмосферата за получаване на използвана вода. Този иновативен подход се занимава с проблема с недостига на вода и предлага потенциално решение за региони с ограничен достъп до сладководни ресурси. Използват се различни техники за извличане на вода от въздуха, като кондензация, събиране на роса, събиране на мъгла и генератори на атмосферна вода (AWG). Кондензацията се отнася до охлаждането на въздуха, което води до кондензиране на водни пари в течна форма. Колекторите на роса използват големи повърхности, за да улавят капките роса, които се образуват през нощта. Колекторите за мъгла използват мрежи за улавяне на водни капки от преминаваща мъгла. AWG използват методи за охлаждане или изсушаване, за да отстранят водните пари от



въздуха, които след това се кондензират и филтрират, за да се получи питейна вода. Тези методи се разглеждат като обещаващи възможности за устойчиво водоснабдяване в сухи, полусухи или крайбрежни региони, тъй като използват влагата, съдържаща се във въздуха, за създаване на източници на прясна вода. Продължаващите изследвания и технологичният напредък в събирането на атмосферна вода имат голям потенциал за облекчаване на проблемите с недостига на вода в световен мащаб.

#### Ключови думи:

Изменение на климата , недостиг на вода , събиране на атмосферна вода , кондензация , влага , роса , мъгла , биомимикрия , пасивни методи за охлаждане , адсорбенти

#### Инструменти за обучение:

Работни листове  
Цифрови инструменти

#### Оборудване:

бели книга  
Цветни моливи  
Лаптоп и проектор за мултимедийни прожекции  
Строителни материали (напр. пластмасови бутилки, гъби, ластици, различни перфорирани тъкани, ножици, тиксо, лепило, дървени пръчици, картонени кутии, картон и др.)  
термометри  
Хигрометър  
дифузьор на водна пара  
спрей бутилка с вода  
Чаши или контейнери за събиране на вода  
Различни вещества, върху които ще се появи кондензация  
Огледало  
Парче метал

#### Литературни ресурси за учители

##### задължителни:

- BİLDİREN, Ş., & SARGINCI, M. (2022). An Alternative Solution Proposal to Water Shortage Due to Climate Change: Atmospheric Water Harvesting. *Duzce University Ornamental and Medicinal Plants Botanical Garden Journal* , 1 (1), 21-35.
- Sleiti, A.K., Al-Khawaja, H., Al-Khawaja, H., & Al-Ali, M. (2021). Harvesting water from air using adsorption material–Prototype and experimental results. *Separation and Purification Technology* , 257 , 117921.
- Villacrés, D.C., Carrera Villacrés, J.L., Braun, T., Zhao, Z., Gómez, J., & Carabalí, J.Q. (2020). Fog harvesting and IoT based environment monitoring system at the Ilalo volcano in Ecuador. *International journal on advanced science, engineering and information technology* , 10 (1), 407-412.
- Verbrugghe, N., & Khan, A.Z. (2023). Water harvesting through fog collectors: a review of conceptual, experimental and operational aspects. *International Journal of Low-Carbon Technologies* , 18 , 392-403.
- Jarimi, H., Powell, R., & Riffat, S. (2020). Review of sustainable methods for atmospheric water harvesting. *International Journal of Low-Carbon Technologies* , 15 (2), 253-276.
- Bilal, M., Sultan, M., Morosuk, T., Den, W., Sajjad, U., Aslam, M.M., ... & Farooq, M. (2022). Adsorption-based atmospheric water harvesting: A review of adsorbents and systems. *International Communications in Heat and Mass Transfer* , 133 , 105961.

##### допълнителни :



По-долу има връзки към уебсайтове, съдържащи последиците от сушата в нашия регион. Препоръчително е първо да прочетете тези сайтове, тъй като те могат да се използват като ръководство във вашия дизайн:

<https://www.cnnturk.com/turkiye/kesanda-2-5-aylik-su-kaldi-kararlara-uymayanlara-ceza?page=6>

<https://www.aa.com.tr/tr/ekonomi/trakyada-kuraklik-ayciceginde-buyuk-verim-kaybina-neden-oldu/3025824>

<https://www.hurriyet.com.tr/gundem/edirnede-kuraklik-alarmi-belediye-baskani-barajin-ortasindan-cagri-yapti-42346675>

[https://www.ntv.com.tr/galeri/turkiye/kuraklik-35-yildir-tarim-arazisinin-sulandigi-goleti-de-vurdu,Bp9Q9JrIj0m-tL6LmXQWug/LSlq7PJ8IkCX7u\\_GkQsLw](https://www.ntv.com.tr/galeri/turkiye/kuraklik-35-yildir-tarim-arazisinin-sulandigi-goleti-de-vurdu,Bp9Q9JrIj0m-tL6LmXQWug/LSlq7PJ8IkCX7u_GkQsLw)

<https://www.edirne.bel.tr/icerik/baskan-gurkan-son-63-yilin-en-kurak-subat-ayini-gecirdik>

<https://www.cumhuriyet.com.tr/turkiye/meteorolojinin-verileri-gozler-one-serdi-edirnede-korkutan-goruntu-ciftci-ekim-yapamadi-1997363>

<https://www.haberturk.com/edirne-haberleri/32896574-edirnede-kuraklik-kanola-ekimini-olumsuz-etkiledi>

#### Литературни ресурси за студенти

задължителни:

BİLDİRİN, Ş., & SARGINCI, M. (2022). An Alternative Solution Proposal to Water Shortage Due to Climate Change: Atmospheric Water Harvesting. *Duzce University Ornamental and Medicinal Plants Botanical Garden Journal*, 1 (1), 21-35.

Sleiti, A.K., Al-Khawaja, H., Al-Khawaja, H., & Al-Ali, M. (2021). Harvesting water from air using adsorption material—Prototype and experimental results. *Separation and Purification Technology*, 257, 117921.

Villacrés, D.C., Carrera Villacrés, J.L., Braun, T., Zhao, Z., Gómez, J., & Carabalí, J.Q. (2020). Fog harvesting and IoT based environment monitoring system at the Ilalo volcano in Ecuador. *International journal on advanced science, engineering and information technology*, 10 (1), 407-412.

Verbrugge, N., & Khan, A.Z. (2023). Water harvesting through fog collectors: a review of conceptual, experimental and operational aspects. *International Journal of Low-Carbon Technologies*, 18, 392-403.

Jarimi, H., Powell, R., & Riffat, S. (2020). Review of sustainable methods for atmospheric water harvesting. *International Journal of Low-Carbon Technologies*, 15 (2), 253-276.

Bilal, M., Sultan, M., Morosuk, T., Den, W., Sajjad, U., Aslam, M.M., ... & Farooq, M. (2022). Adsorption-based atmospheric water harvesting: A review of adsorbents and systems. *International Communications in Heat and Mass Transfer*, 133, 105961.

допълнителни:

--По-долу има връзки към уебсайтове, съдържащи последиците от сушата в нашия регион. Препоръчително е първо да прочетете тези сайтове, тъй като те могат да се използват като ръководство във вашия дизайн.

<https://www.cnnturk.com/turkiye/kesanda-2-5-aylik-su-kaldi-kararlara-uymayanlara-ceza?page=6>

<https://www.aa.com.tr/tr/ekonomi/trakyada-kuraklik-ayciceginde-buyuk-verim-kaybina-neden-oldu/3025824>

<https://www.hurriyet.com.tr/gundem/edirnede-kuraklik-alarmi-belediye-baskani-barajin-ortasindan-cagri-yapti-42346675>



[https://www.ntv.com.tr/galeri/turkiye/kuraklik-35-yildir-tarim-arazisinin-sulandigi-goleti-de-vurdu,Bp9Q9Jrij0m-tL6LmXQWug/LSlq7PJ8lkCx7u\\_GkQsLw](https://www.ntv.com.tr/galeri/turkiye/kuraklik-35-yildir-tarim-arazisinin-sulandigi-goleti-de-vurdu,Bp9Q9Jrij0m-tL6LmXQWug/LSlq7PJ8lkCx7u_GkQsLw)  
<https://www.edirne.bel.tr/icerik/baskan-gurkan-son-63-yilin-en-kurak-subat-ayini-gecirdik>  
<https://www.cumhuriyet.com.tr/turkiye/meteorolojinin-verileri-gozler-one-serdi-edirne-de-korkutan-goruntu-ciftci-ekim-yapamadi-1997363>  
<https://www.haberturk.com/edirne-haberleri/32896574-edirne-de-kuraklik-kanola-ekimini-olumsuz-etkiledi>

**Метод(и) на преподаване:**

проблемно-базирано учене, анкетно-базирано изследване, проектно-базирано учене, дизайнерско мислене, биомимикрия, инженерен дизайн

**Сценарий на зелена STEAM учебна/учебна единица**

Фаза	Необходимо време	Дейност на учителите	Студентска дейност
Определяне на проблема	Един час	<p>За дейността, която има за цел да разработи прототип за събиране на вода от атмосферата, Препоръчително е да проектирате файла от ПРИЛОЖЕНИЕ 1 върху дъската в класната стая, за да започнете урока, като говорите за стойността на водата и предизвикателствата, свързани с нейния недостиг, преди започване на дейността (В допълнение, ако желаете, могат да бъдат показани визуални материали или филми, показващи недостига на вода и ефектите му върху общностите.)</p> <p>-От учениците се очаква да дадат примери за недостиг на вода в региона, в който живеят, и ефектите му върху обществото.</p> <p>- С напредването на презентацията се обсъждат начини за получаване на чиста вода.</p> <p>- Обсъжда концепцията за извличане на въздух като потенциално</p>	<p>-Учениците дават примери за недостиг на вода в региона, в който живеят, и неговите ефекти върху обществото.</p> <p>- Те обсъждат начини за получаване на чиста вода</p> <p>- Те обсъждат концепцията за събиране на вода от въздуха.</p> <p>- Разделят се на групи от по 2-3 човека.</p> <p>- На учениците се представя проблемният сценарий и им се дава възможност да го обсъдят помежду си, за да се прецени тяхното разбиране на проблема.</p> <p>- Групите избират една от технологиите за събиране на атмосферна вода чрез лотария и са помолени да подготвят прототип в съответствие с тази технология.</p> <p>- Това, което е известно за проблемната ситуация и произтичащите от нея мнения се записват като група в <b>Работен</b></p>





	<p>решение на недостига на вода.</p> <ul style="list-style-type: none"><li>- Обяснете, че класът ще научи за кондензацията и ще проектира модел на устройство за събиране на вода от въздуха.</li><li>-За дейността учениците се разделят на групи от по 2-3 човека.</li><li>-Задачата се дава на учениците, като се проектира върху дъската и се отпечатва върху работния лист.</li><li>-В плана по-долу се препоръчват различни методи за събиране на атмосферна вода, като се фокусира само върху <b>технологиите за пасивно охлаждане</b> за добро управление на процеса. В случаите, когато няма ограничение във времето, могат да се съсредоточат върху всички технологии за събиране на атмосферна вода.</li><li>- Създават се и се отпечатват карти за всяка от технологиите за събиране на атмосферна вода. (Картите са дадени в ПРИЛОЖЕНИЕ 2)</li><li>- На групите е позволено да изберат един от методите за събиране на атмосферна вода чрез теглене на жребий и да се фокусират върху него.</li><li>- Целта на дейността е учениците да разберат обобщената проблемна ситуация и за да затвърдят опита на учениците, те се насърчават да помислят върху въпросите под подзаглавието на</li></ul>	<p>лист за ученика 1, където проблемът също е даден писмено</p>
--	---	---



		Запомняне на <b>известни неща и преживявания</b> в <b>Работен лист за ученици 1</b> .	
<b>Запаметяване и изследване</b>	<b>Един час</b>	<p>За да разкрият предишните си познания за проблема и възможните решения, учениците са помолени да запишат това, което знаят, и своя опит в рамките на следните въпроси в <b>раздела „Запомняне на познатото и преживяванията“</b> на <b>Работен лист за ученици 1</b>.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Какво е суша? Какви са ефектите, които причиняват сушата?</li> <li>- Какво може да е причинило сушата в даден регион?</li> <li>-Какво въздействие може да има сушата върху околната среда, селското стопанство и хората?</li> <li>-Как се отразява сушата на земеделските продукти? Кои селскостопански продукти са най-засегнати във вашия регион?</li> <li>-Какви решения могат да се предложат за борба със сушата?</li> <li>-Какви предложения можете да направите за това какво могат да направят отделните хора или обществата, за да се справят със сушата?</li> <li>- Какво е кондензация? Как се случва?</li> <li>-Кои фактори влияят върху образуването на водни пари в атмосферата?</li> </ul>	<p>е дадена информацията, дадена в раздела <b>Запомняне на познатото и преживяното</b>. Информацията и опитът по отношение на въпросите се записват като група в <b>Работен лист 1 на ученика</b>.</p> <p>Отговорите, намерени чрез извършване на необходимото проучване на въпросите, които трябва да бъдат проучени в <b>Работен лист за ученици 1, се записват на подходящи места. Посочено е, че се позовават на свои източници.</b></p>



		<p>Студентите са помолени да обмислят на какви въпроси трябва да намерят решения, за да решат проблема в категорията „Какво трябва да се проучи“. Как например може да се извлече вода от атмосферата? Кои инструменти и техники са налични?</p> <p>-Какви са предимствата от събирането на атмосферна вода за околната среда и обществото? Какви пречки или ограничения съществуват, когато се опитвате да получите вода от атмосферата? От учениците се очаква да проведат проучване и да документират своите открития в Работен лист за ученици 1 за въпроси като тези.</p> <p>Те са предупредени да цитират своите източници.</p>	
Дизайн и създаване	2 часа	<p><b>Производство на решение – дизайн на продукта</b> На етапа студентите трябва да проектират, че продуктът да носи необходимите характеристики, аспектът на критериите за проектиране е даден в <b>работния лист 2 на ученика</b>.</p> <p><b>Критерии за проектиране:</b></p> <p><b>Времето и климатичните условия:</b> Проучете климата на вашия регион, за да определите най-добрите времена и места за събиране на вода.</p>	<p>Всички предложения за решаване на проблеми в рамките на параметрите на определените стандарти за проектиране и технология се правят и документират в Работен лист 2 на ученика. Груповите дискусии се използват за избор на най-добрата идея.</p> <p>Идентифицирани са консумативите, необходими за осъществяване на</p>



		<p>(Можете да добиете представа, като начертаете графика за валежни месеци за вашия район.)</p> <p><b>Нужда от вода:</b> Определете нуждата от вода във вашия регион и се стремете да произведете достатъчно вода, за да посрещнете тази нужда.</p> <p><b>Преносимост и лесна инсталация:</b> Прототипът трябва да бъде насочен към лесен за инсталиране и преносим, тъй като това ще осигури гъвкавост за използване на различни места по различно време.</p> <p><b>Спестявания и ефективност:</b> Целта трябва да бъде да се произвежда повече вода чрез консумация на по-малко енергия.</p> <p><b>Избор на материали и цена:</b> Стремете се да избирате устойчиви и рентабилни материали. (В коя геометрия и в кой материал се получава повече кондензация? Кои материали имат висок капацитет за задържане на вода? Кои материали са адсорбенти?)</p> <p><b>Надеждност и въздействие върху околната среда:</b> Стремете се към дизайн, който ще сведе до минимум вредното въздействие на автомобила върху околната среда.</p> <p>Критериите за проектиране се обясняват на учениците. Студентите се насърчават да</p>	<p>избраната идея.</p> <p>Предоставено е подробно обяснение на дизайна на продукта и е създадена скица с инженерно качество с помощта на точни размери. Те са предупредени да цитират своите източници.</p>
--	--	--	---



		<p>обмислят, да изследват изискванията за дизайн и технологията, която избират, и да предоставят различни решения на предизвикателството. Разгледайте рисунките, направени от всяка група, и предложете помощ, ако е необходимо. Напомнете ни колко важно беше да конструираме модела, като вземем предвид елементи като повърхностна площ, изолация, въздушен поток и събиране на кондензат. Накарайте учениците да осъзнаят, че може да има повече от един правилен път към решението. Накарайте ги да запишат всички свои идеи в Работен лист 2 на ученика.</p> <p>След това учениците се насочват да изберат най-подходящата сред идеите и да я използват за разработване на прототип. За да подобрите уменията за вземане на решения, „Коя от идеите решихте да използвате и защо?“ Карат ги да мислят, като задават въпроси. На този етап от студентите се очаква да решат какъв вид прототип ще направят в рамките на критериите за проектиране.</p> <p>Те са призовани да определят доставките, необходими за изпълнение на избраното предложение.</p>	
--	--	--	--



		<p>Необходимите за упражнението консумативи са готови предварително и са раздадени на учениците в големи количества. Учениците трябва да бъдат помолени да опишат подробно дизайна на продукта и да го начертаят с измервания като инженер.</p>	
<b>Създаване и тестване на прототип</b>	5 часа	<p>Във фазата на създаване на прототипи и тестване учениците се напътстват да създадат прототип на продукта чрез изпълнение на своите планове и използване на подходящи материали. Те са помолени да тестват получения продукт. В този процес;</p> <p>-Учениците се питат как ще определят количеството конденз, което ще се появи в прототипа. (Учениците могат да определят първоначалната маса на прототипа и количеството събрана вода, като измерват масата от време на време по време на кондензацията. Или могат да обмислят събирането на водата в контейнер и измерването на нейната маса. Или могат да предложат използването на хигрометър. )</p> <p>- Учениците се насърчават да използват информацията, която са проучили, за да помислят за условията, при които</p>	<p>Прототип на продукта се създава чрез прилагане на чертежа и използване на подходящи материали. Полученият продукт се тества чрез събиране на вода от атмосферата. В този процес;</p> <p>-Препоръчително е да генерирате идеи как да събирате конденз.</p> <p>-Обсъдени са факторите, които ще ускорят конденза.</p> <p>- Създава се графика спрямо количеството събрана вода.</p> <p>- Данните се интерпретират.</p>



		<p>кондензацията ще настъпи по-бързо. Докато тествате продукта, трябва да се има предвид, че те могат да осигурят влажност с дифузор, произвеждащ влага, и да съкратят процеса.</p> <p>- Студентите са помолени да отделят период от 4-5 часа (или повече, ако условията са подходящи), за да съберат вода и да определят количеството вода, събрано в определени периоди от време, и да начертаят графики на данните, които получават.</p> <p>- От тях се иска да помислят как да изчислят ефективността на прототипа и да използват това, което са изследвали.</p>	
<b>Представяне на продукта, обсъждане и оценка</b>	Един час	<p>За промоция на продукта, етап на обсъждане и оценка,</p> <p>- Всяка група е помолена да обясни на класа характеристиките на техните модели устройства и как се получава и събира вода.</p> <p>- Другите ученици се насърчават да задават въпроси и да предоставят конструктивна обратна връзка.</p> <p>- Води се дискусия в клас относно предизвикателствата, възникнали по време на фазите на планиране и строителство.</p> <p>- Обсъждат се приложимостта и ограниченията на</p>	<p>Подготвя се презентация, като се планира как продуктът ще бъде представен.</p> <p>Продуктът на всяка група се оценява от ръководството на учителя и с участието на всички групи. Въз основа на оценката класът обсъжда доколко продуктът решава проблема.</p> <p>В допълнение, предимствата и недостатъците на различните дизайнерски продукти, произведени от групите, се обсъждат с</p>



		<p>устройствата за събиране на вода в реалния живот.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Подчертава се важноста на дългосрочните водни решения и приноса на STEM за решаването на глобалните проблеми.</li> <li>- Концептуална карта или диаграма се създава чрез комбиниране на методите, работени от всяка група според методите за получаване на вода от въздуха.</li> </ul>	участието на целия клас.
Разработване на продукти	Един час	<p>Студентите са помолени да обсъдят помежду си промените, които планират да подобрят продукта, и да ги запишат в Работен лист за ученик 2.</p>	<p>За да се подобри продуктът, той се обсъжда в групи и промените, които могат да бъдат направени в продукта и как продуктът ще бъде по-ефективен, се планират и записват в Работен лист 2 на ученика.</p>
Споделяне на това, което научих	Един час	<p>Студентите са помолени да споделят какво са научили, като го обсъдят в рамките на въпросите, написани по-долу, и го запишат в Работен лист за ученика 3.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Запишете какво сте научили по време на фазата на подготовка и проектиране на прототипа.</li> <li>- Запишете какво сте научили по време на фазата на тестване на прототипа.</li> <li>- Запишете какво сте научили по време на фазата на въвеждане на продукта на прототипа.</li> <li>- Запишете какво сте научили по време на фазата на разработване</li> </ul>	<p>Чрез провеждане на групови дискусии въз основа на въпросите на Работен лист за ученици 3, уроците се разглеждат и документират.</p>





		на продукта на прототипа.	
--	--	------------------------------	--

## Пример: Слънчева сушилня за храна

### Green STEM Учебна дейност: Слънчева сушилня за храна

<b>Образователно ниво :</b> средно училище – гимназия (10 – 16 години)
<b>Предметна област:</b> Green STEM
<b>Име на дейността:</b> Слънчева сушилня за храна
<p><b>Печалби:</b></p> <p><b>Научни печалби:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Той открива, че светлината може да се абсорбира от материята в резултат на нейното взаимодействие с материята.</li> <li>• Дава примери за иновативни приложения на слънчевата енергия в ежедневието и технологиите.</li> <li>• Обсъжда значението на слънчевата енергия по отношение на ефективното използване на ресурсите.</li> <li>• Проектира проекти за икономично използване на ресурсите.</li> <li>• Обсъжда идеите, които е създал за това как да се възползваме от слънчевата енергия в бъдеще.</li> <li>• Обяснява, че изкопаемите горива са един от ограничените и невъзобновяеми енергийни източници.</li> <li>• Обяснява значението на възобновяемите енергийни източници.</li> <li>• Обсъжда ефектите от използването на различни видове горива за отопление върху хората и околната среда.</li> <li>• Класифицира веществата по топлопроводимост.</li> <li>• Признава ролята на водата в храната за разпространението на микроорганизми.</li> </ul> <p><b>Инженерни печалби:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Обяснява технологиите за получаване на чиста и устойчива енергия чрез използване на природни ресурси като вода, вятър и слънце.</li> <li>• Проектира продукт, който може да генерира енергия чрез природни ресурси, използвайки цикъла на инженерно проектиране.</li> <li>• Предлага продукта за преобразуване на енергия, който е проектирал.</li> <li>• Изпробва различни дизайнерски модели за по-ефективно сушене на храна.</li> </ul> <p><b>Технологични печалби:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Може да използва дигитален термометър.</li> <li>• Може да използва бактериален комплект.</li> <li>• Може да използва цифрова везна.</li> <li>• Може да интегрира DC мотор в системата.</li> <li>• Може да интегрира перката в системата.</li> <li>• Може да интегрира слънчев енергиен панел в системата.</li> </ul> <p><b>Печалби по математика:</b></p>



- Измерва температура с термометър.
- Черта графики, като записва стойностите на температурата във времето.
- Използва различни геометрични форми в дизайна.
- Може да прави измервания с цифрова везна.
- Може да чертае графики от получените данни.
- Може да изчислява проценти.

**Артистични придобивки:**

- Приготвя ястия, като използва принципите на устойчивата гастрономия (изкуството на храната).
- Използва местни културни мотиви, за да направи дизайна си естетичен.

**Предприемачески печалби**

- Идентифицира социалните потребности и създава новаторски идеи за посрещането им.
- Използват канали за масова комуникация, за да рекламират продукта, който са разработили.
- Изразява и обсъжда своите идеи и открития ясно и последователно пред професионалната целева аудитория, използвайки визуални, писмени и вербални комуникационни методи.

**Естество на STEM / печалби в кариерата:**

- Поемане на себе си като член на екип в различни роли в работата по проекта 04. Включва най-добрите характеристики на всеки елемент или решение чрез анализиране на приликите и разликите между различни дизайнерски решения за ново решение, за да отговори на критериите за успех.
- В работата по проекта той приема себе си като член на екип в различни роли и успешно завършва работата, изисквана от тази роля (разбира значението на интердисциплинарната работа).
- Запознава се с основните научни, технологични и инженерни дисциплини и възможности за кариера в тези области.
- Проучва областите на обучение на различни дисциплини и се запознава с актуални и интердисциплинарни професии.

**Зелени STEM печалби:**

- Препоръчва природосъобразни зелени научни практики за минимизиране на човешкото въздействие върху околната среда за решаване на социални нужди или проблеми.

**Печалби в уменията на 21-ви век:**

- Подобрява уменията за решаване на проблеми.
- Подобрява уменията за съвместна работа (разбира, че много учени и инженери работят съвместно в екипи).
- Повишава се чувствителността му към околната среда и света, в който живее.

**Естество на науката (или научното изследване) Печалби:**

- Разбира важността на повтарянето на експерименти или измервания в експериментални изследвания.



- Създава или ревизира научни обяснения, базирани на валидни и надеждни данни или доказателства, получени от източници (включително собствени експерименти на учениците).
- Използва валидни и надеждни данни или доказателства от различни източници (включително собствени изследвания на учениците, експерименти, модели, партньорски оценки и т.н.), за да подкрепи или оцени обяснението или заключението.
- Провежда проучване и/или оценява и/или преразглежда експерименталния план, за да намери решение на проблема и да получи данни.

#### Подходящи стратегии за зелена сделка:

##### GD3. Чисто, достъпно и безопасно енергоснабдяване

а) Приложения за разработване на чисти, битови и възобновяеми енергийни ресурси, особено вятърна, слънчева и геотермална, и тяхното интегриране със съществуващи енергийни системи и по този начин намаляване на емисиите на парникови газове

##### GD4. Зелено и устойчиво земеделие: Устойчиво земеделие от полето до масата

ж) Иновативни практики за разпространение на техники за устойчиво земеделие от полето до масата

#### Теоретична информация:

Консервирането на плодове и зеленчуци чрез сушене е много стар метод за консервиране, който се използва от древни времена. От древни времена плодовете и зеленчуците, а по-късно и храни като тархана и доматиено пюре, са се сушили на слънце. Целта на сушенето е да се премахне влагата от храната. По време на сушенето нивото на влага в храната пада до ниво, което предотвратява развитието на микроорганизми. Въпреки че методът на изсушаване на слънце е естествен и често срещан метод, това е метод, който отнема много време и е обект на замърсяване на въздуха, микробно замърсяване и насекоми и т.н. Той носи проблеми като излагане на външни влияния. Тази ситуация доведе до необходимостта от разработването на по-приятни и хигиенични индустриални сушилни машини. Наскоро разработените слънчеви сушилни елиминираха съществуващите негативи и повишиха енергийната ефективност чрез използване на слънчевата енергия като най-добрия алтернативен енергиен източник на изкопаемите горива вместо използването на електрическа енергия. В тези системи, вместо слънчевата енергия да влияе директно върху продукта, въздухът, който циркулира около продукта, се нагрява със слънчева енергия. Въпреки че директните слънчеви сушилни са с ниска цена и лесни за производство, контролът на температурата не е възможен в тези сушилни, така че когато зеленчуците и плодовете са изложени на пряка слънчева светлина за дълго време, техните витаминни стойности намаляват и настъпва загуба на цвят. Системите за сушене с издухване с въздух могат да осигурят по-бързо и по-хомогенно сушене. При този тип сушилни се прилага определена скорост на въздуха в зависимост от продукта и продуктът има кратко време за съхнене.

#### Ключови думи:

Слънчева енергия, възобновяема енергия, изкопаеми горива, устойчивост, абсорбция, изолация, температура, ниво на влажност, хигиена

#### Инструменти за

##### обучение:

Работни листове  
Цифрови  
инструменти

#### Инструменти и материали, които трябва да се използват:

Големи картонени кутии, екран за мухи, картон/картон,  
ножици, ролка от хартиени кърпи, алуминиево фолио,  
прозрачна лента, стреч фолио/прозрачна пластмаса/стъкло,  
черна фонова хартия, каменна вата, стъклена вата, дърво,



линейка, дигитален термометър, дигитална везна, комплект бактерии, нож, чиния, различни плодове, различни зеленчуци, хартиено тиксо, соларен панел-комплект минимоторче-витло	
<p><b>Литературни ресурси за студенти</b></p> <p>Augustus Leon, M., Kumar, S. and Bhattacharya, S.C. (2002). A comprehensive procedure for performance evaluation of solar food dryers, <i>Renewable and Sustainable Energy Reviews</i>, 6, 367–393.</p> <p>Güngör, A. ve Özbalt, N. (2019). Güneş enerjili kurutma teknolojileri ve uygulamalarda gelişmeler. 8. <i>Güneş Enerjisi Sistemleri Sempozyumu ve Sergisi</i>, 8-9 Kasım 2019, Mersin.</p> <p>Ekechukwu O.V. and Norton, B. (1999). Review of solar-energy drying systems II: an overview of solar drying technology, <i>Energy Conversion &amp; Management</i>, 40, 615-655.</p> <p>Erbay, B. ve Küçüköner, E. (2008). Gıda endüstrisinde kullanılan farklı kurutma sistemleri, <i>Türkiye 10. Gıda Kongresi</i>, 21-23 Mayıs 2008, Erzurum.</p> <p>Sharma, A., Chen, C.R., Lan, N. V., (2009). Solar-energy drying systems: A review, <i>Renewable And Sustainable Energy Reviews</i>, 13, 1185-1210.</p>	
<p><b>Литературни ресурси за учители</b></p> <p>Augustus Leon, M., Kumar, S. &amp; Bhattacharya, S.C. (2002). A comprehensive procedure for performance evaluation of solar food dryers, <i>Renewable and Sustainable Energy Reviews</i>, 6, 367–393.</p> <p>Güngör, A. ve Özbalt, N. (2019). Güneş enerjili kurutma teknolojileri ve uygulamalarda gelişmeler. 8. <i>Güneş Enerjisi Sistemleri Sempozyumu ve Sergisi</i>, 8-9 Kasım 2019, Mersin.</p> <p>Ekechukwu O.V. and Norton, B. (1999). Review of solar-energy drying systems II: an overview of solar drying technology, <i>Energy Conversion &amp; Management</i>, 40, 615-655.</p> <p>Erbay, B. ve Küçüköner, E. (2008). Gıda endüstrisinde kullanılan farklı kurutma sistemleri, <i>Türkiye 10. Gıda Kongresi</i>, 21-23 Mayıs 2008, Erzurum.</p> <p>Sharma, A., Chen, C.R., Lan, N. V., (2009). Solar-energy drying systems: A review, <i>Renewable And Sustainable Energy Reviews</i>, 13, 1185-1210.</p>	
<b>Методи на преподаване:</b>	Обучение, базирано на проблеми, проучване и проучване, обучение, базирано на проекти, дизайнерско мислене и инженерен дизайн, (практическа наука), приложно обучение, технологично подпомагано обучение

Сценарий на Green STEM учебна дейност: Слънчева сушилна за храна

сцена	Необходимо време	Дейност на учителя	Студентска дейност
Определяне на проблема	30 минути	Проблемът трябва да бъде включен както в работния лист, който се раздава на учениците, така и проблемът трябва да бъде представен на учениците чрез визуално проектиране. Учениците имат възможност да четат и анализират проблемната ситуация и да я обсъждат с връстниците си. Така проблемната ситуация се диагностицира и определя като групова. На този етап се цели	Учениците четат и анализират проблемната ситуация, представена в работния лист, и я обсъждат с връстниците си. Групово представят цялостно проблема.



		<p>учениците да разберат проблемната ситуация.</p> <p>За дейността трябва да се формират колкото е възможно повече разнородни групи от ученици.</p> <p>В учебните групи трябва да се споделят професиите, дадени в работния лист, и да се определят и записват задълженията и отговорностите на ученика, който се заема с всяка професия.</p>	<p>Учениците споделят професиите, дадени в работния лист, в съответствие с техните интереси, а задълженията и отговорностите за всеки ученик се определят и записват в <b>Работен лист за ученика 1</b>.</p>
<p><b>Запомняне и изследване</b></p>	<p>Един час</p>	<p>За да разкрият предишните си познания за проблема и възможните решения, учениците са помолени да запишат това, което знаят, и своя опит в рамките на следните въпроси в раздела <b>„Запомняне на познатото и преживяванията“</b> на <b>Работен лист за ученици 1</b>.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Какво представляват възобновяемите енергийни източници?</li> <li>• Какви са ефектите от изкопаемите горива върху хората и околната среда?</li> <li>• Какво е значението на слънчевата енергия?</li> <li>• Цветът на материалите влияе ли на степента на абсорбиране на слънчева светлина? как?</li> <li>• Какви методи се използват за запазване на храната за дълго време?</li> <li>• Как слънчевата енергия може да се използва за запазване на храната за дълго време?</li> <li>• Защо храните могат да се съхраняват по-дълго, когато са изсушени?</li> </ul> <p>Под заглавието „<b>Какво трябва да се изследва</b>“ учениците се насърчават да помислят на какви въпроси трябва да намерят отговори, за да намерят решение на проблема. Например, „<i>Какви са екологично чисти</i>“</p>	<p>Информацията и преживяванията по отношение на зададените въпроси относно проблемната ситуация се записват като група в <b>Работен лист 1 на ученика</b>.</p> <p>Проучваните въпроси се поставят чрез мислене на кои въпроси трябва да се отговори, за да се намери решение на проблема. Въпросите се записват в <b>Работен лист 1 на ученика</b>.</p> <p>Отговорите на тези въпроси се изследват и записват.</p> <p>Включени са и използваните източници.</p>



		<p>материали?, Какво трябва да се има предвид при сушене на храни?, Могат ли храните да се сушат при всякакви температури?, „Какви са нивата на влага в сушените плодове/зеленчуци?“ Целта им е да разработете въпроси, които могат да бъдат изследвани, като: Те са помолени да запишат въпросите си в <b>Работен лист за ученика 1</b>.</p> <p>След това учениците са помолени да проучат отговорите на тези въпроси и да напишат своите отговори. Те са предупредени да включват източниците, които използват.</p>	
Генериран е на решение – дизайн на продукта	Един час	<p>Във фазата Генериране на решение – Проектиране на продукт характеристиките, които трябва да притежава продуктът, който студентите трябва да проектират, са дадени в <b>Работен лист за ученик 2</b> като критерии за дизайн.</p> <p><b>Критерии за дизайн:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Сушенето на храната трябва да става със слънчева енергия.</li> <li>• Трябва да осигурява хигиенично изсушаване.</li> <li>• Трябва да се вземат предвид факторите, влияещи върху негативната промяна в цвета на храните.</li> <li>• Трябва да се произвежда от екологично чисти материали.</li> <li>• Трябва да подбира тава с размери 30*30см.</li> </ul>	<p>В рамките на дадените критерии за проектиране, всички идеи, считани за решения на проблеми, се представят и записват в <b>Работен лист 2 на ученика</b>. Чрез обсъждане в групи се избира най-подходящата идея.</p> <p>Определят се и необходимите материали за реализиране на избраната идея. Дизайнът на продукта е обяснен</p>





	<ul style="list-style-type: none"><li>• Трябва да се естетизира с местни културни мотиви.</li><li>• Трябва да се създаде креативна рецепта с помощта на сушени плодове/зеленчуци/тархана/доматено пюре.</li></ul> <p>На студентите се дава обяснение на критериите за проектиране. От студентите се очаква да представят всички различни идеи, за които се сещат за проблема, като вземат предвид критериите за дизайн и мозъчна атака. Учениците трябва да знаят, че може да има повече от един правилен начин за намиране на решение. От тях се иска да запишат всички свои идеи в <b>Работен лист 2 на ученика</b>.</p> <p>След това учениците трябва да бъдат напътствани да изберат най-подходящата сред идеите и да я използват за разработване на прототип. За да подобрите уменията за вземане на решения, „Коя от идеите решихте да използвате и защо?“ Те трябва да бъдат накарани да мислят, като задават въпроси. На този етап от студентите се очаква да решат какъв вид прототип ще направят в рамките на критериите за проектиране.</p> <p>Те също така се насърчават да идентифицират материалите, необходими за реализиране на избраната идея.</p> <p>Всички необходими материали за събитието трябва да бъдат подготвени предварително.</p> <p>Учениците трябва да бъдат помолени да опишат подробно дизайна на продукта и да го начертаят с измервания като инженер.</p> <p>От учениците се очаква да проектират сушилня за храна като тази от страни ( <i>тя е дадена само като пример. Може да има много различни дизайни, които отговарят на критериите</i> ). Формата, визуалният вид и използваните материали на сушилнята могат да</p>	подробно и е направен чертеж с измервания като инженер.
--	---	---



		варирант в зависимост от креативността на учениците и техните изследвания.	
Прототипи ране и тестване	5 часа	<p>Във фазата на <b>създаване на прототипи и тестване</b> учениците се напътстват да създадат прототип на продукта чрез изпълнение на своите планове и използване на подходящи материали. От тях се иска да тестват получения продукт с помощта на плодове/зеленчуци. В този процес;</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Учениците се питат как могат да определят количеството загубена влага в плодовете/зеленчуците, които използват за сушене. (Учениците могат да предложат определяне на първоначалната маса на плода, който използват, и количеството отстранена влага чрез измерване на масата от време на време по време на сушене. Или могат също така да предложат използването на влагомер.)</li> <li>- Учениците се насочват да помислят дали храните могат да се сушат при всякакви температури и да използват информацията, която са проучили в предишния раздел, за да определят каква трябва да бъде подходящата температура на околната среда за всеки плод/зеленчук за сушене. На учениците също трябва да се задават въпроси за това как могат да постигнат тази температура, докато тестват продукта.</li> <li>- От учениците се изисква да използват период от 3-4 часа (или повече, ако условията са подходящи) за сушене и да определят количеството и процента на влагата, отстранена от плодовете/зеленчуците, които са нарязани и изсушени в определени периоди от време през този период и се изисква да начертаят графики на данните, които са получили (използвайки <b>цифров инструмент</b>).</li> <li>- Студентите са помолени да изследват съдържанието на влага в сушените плодове/зеленчуци и да определят приблизително колко</li> </ul>	<p>Прототип на продукта се създава чрез прилагане на чертежа и използване на подходящи материали. Полученият продукт се тества с различни плодове/зеленчуци. В този процес;</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Препоръчва се метод за определяне на количеството загубена влага в плодовете/зеленчуците, използвани за сушене.</li> <li>- Изследователският а информация в предишния раздел се използва, за да се определи каква трябва да бъде подходящата околна температура за всеки плод/зеленчук за сушене, като се вземе предвид дали храните могат да се сушат при всички температури. По време на тестването на продукта се генерират идеи как може да се</li> </ul>





	<p>време ще отнеме на плода/зеленчука да изсъхне в прототипа на соларната сушилня за храна.</p> <p>-В края на времето за сушене учениците се насочват да определят количеството микроорганизми (бактерии) в сушените плодове/зеленчуци.</p> <p>-Студентите също се насърчават да получат същия тип данни за открито сушене на слънце и да ги сравнят с другите си данни, за да интерпретират предимствата и недостатъците на двата метода.</p>	<p>постигне тази температура.</p> <p>- Количеството и процентът на отстранената влага от нарязването и изсушаването на плодове/зеленчуци се определят на определени периоди от време в цялата сура. Създава се графика на получените данни (чрез <b>цифров инструмент</b> ).</p> <p>- Чрез изследване на съдържанието на влага в сушените плодове/зеленчуци се определя приблизително колко време ще изсъхнат използваните плодове/зеленчуци в прототипа на соларната сушилня за храна.</p> <p>-В края на времето за сушене се измерва количеството на микроорганизми (бактерии) в сушените плодове/зеленчуци.</p> <p>Освен това се получават същия тип данни по отношение на открито сушене на слънце и в сравнение с други данни се</p>
--	--	---



			интерпретира предимствата и недостатъците на двата метода.
Представяне на продукта, дискусия и оценка	Един час	<p>За <b>популяризиране, дискусия и оценка на продукта</b>, учениците са помолени да подготвят плакат с помощта на <b>дигитален инструмент</b>, като планират как ще популяризират своите продукти и ще информират съответните хора, и те са помолени да го запишат в <b>Работен лист за ученик 2</b>. Те се насърчават да включат в плаката рецепта и визуални изображения на ястие, което да бъде приготвено от храни, изсушени с продукта, като се използват принципите на гастрономията (изкуството на храната).</p> <p>След това продуктът на всяка група се оценява с помощта на рубриката за оценка, изготвена в съответствие с критериите за дизайн и налична в работния лист, под ръководството на учителя и с участието на всички групи. В зависимост от оценката е спорно доколко продуктът решава проблема.</p>	<p>Изготвя се плакат, като се планира как продуктът ще бъде популяризиран и как съответните хора ще бъдат информирани. Постерът включва и рецепта за ястие, което да се приготи по принципите на гастрономията (изкуството на готвенето) от храни, изсушени с продукта. Продуктът на всяка група се оценява с помощта на рубриката за оценка в съответствие с критериите за дизайн, под ръководството на учителя и с участието на всички групи. Въз основа на оценката класът обсъжда колко добре продуктът решава проблема.</p> <p>В допълнение, предимствата и недостатъците на различните дизайнерски продукти, произведени от групите, се обсъждат с</p>



			участието на целия клас.
Разработване на продукта	30 минути	Студентите са помолени да обсъдят помежду си промените, които планират да подобрят продукта, и да ги запишат в <b>Работен лист за ученик 2.</b>	За да се подобри продукта, промените, които могат да бъдат направени в продукта, се планират чрез обсъждане в група и се записват в <b>Работен лист за ученик 2.</b>
Споделяне на наученото	30 минути	Студентите са помолени да споделят какво са научили, като го обсъдят в рамките на въпросите, написани по-долу, и го запишат в <b>Работен лист за ученика 3.</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Запишете какво сте научили по време на фазата на подготовка и проектиране на соларната сушилна за храна.</li> <li>- Запишете какво научихте по време на фазата на прототипиране на соларната сушилна за храна.</li> <li>- Запишете какво научихте по време на фазата на тестване на соларната сушилна за храна.</li> <li>- Запишете какво научихте по време на фазата на въвеждане на продукта на соларната сушилна за храна.</li> <li>- Запишете какво сте научили по време на фазата на разработване на продукта на соларната сушилна за храна.</li> <li>- Обяснете какви биха били ползите от проектирането на продукт, който е изцяло базиран на слънчева енергия, осигурява екологично и устойчиво готвене.</li> </ul>	На наученото се отговаря и се записва чрез обсъждане в групи в рамките на въпросите, дадени в <b>Работен лист за ученика 3.</b>



*Този документ е изготвен като част от дейности по проект GREEN STEM EDUCATION Project 2022-1-BG01-KA220-HED-000088567 Green STEM модел за обучение на учители, съфинансиран от програма KA220-HED - Съвместно партньорство във висшето образование Покана 2022 Кръг 1 KA2 на програма ЕРАЗЪМ +.*

*Финансирано от Европейския съюз. Въпреки това, изразените възгледи и мнения са единствено тези на автора(ите) и не отразяват непременно тези на Европейския съюз или Европейската изпълнителна агенция за образование и култура (EACEA). Нито Европейският съюз, нито EACEA могат да носят отговорност за тях.*