



Оливър Тил, Джоел Джоузефсън и Пиедаде Ваз Ребело

Автомати за STEM

Стъпка по стъпка

Ръководство за учителя



AutoSTEM

AutoSTEM / 2018-1-PT01-KA201-047499

Проектът AutoSTEM е финансиран с подкрепата на Европейската комисия. Този документ отразява само възгледите на автора и Комисията не може да бъде отговорна за каквото и да било използване на съдържата се в него информация.

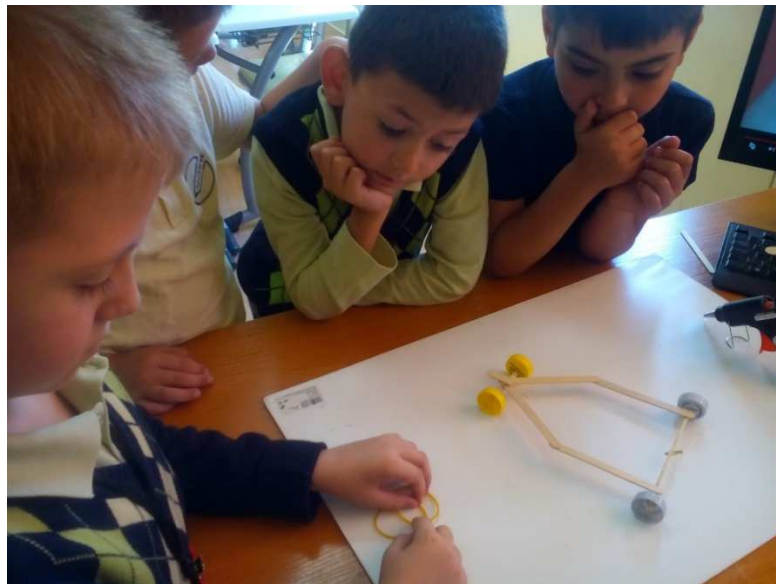
1 Въведение

Целта на проекта **AutoSTEM** е да проучи как автоматите могат да обогатят играта на малките деца, за да се насърчи по-доброто разбиране на науката, технологиите, инженерството и математиката (STEM).

Той има за цел да предостави на учителите в ранно детско образование и грижа (ECEC) и други заинтересовани страни от обучението на малки деца инструменти и материали за изграждане на дидактически път, който е прост, възпроизводим и ценен от гледна точка на

- 1) насърчаване на мотивация за STEM,
- 2) насърчаване на развитието на креативно мислене, способност за решаване на проблеми, способност за разбиране, и
- 3) културна осведоменост и трансверсни ценности като рециклиране.

В този документ първо ще обясним какво са автоматите и STEM (параграф 2 на страница 3). След това обясняваме нашата теоретична рамка (параграф 3 на страница 6) и педагогическа концепция (параграф 4 на страница 8). И накрая, представяме някои ключови концепции за изграждане на автомати (параграф 5 на страница 17)).



Фигура 1: Автоматите насърчават креативното мислене и решаването на проблеми

2 Автомати за STEM

2.1 Учене чрез Автомати

Автоматите са завладяващи механични играчки, малки кинетични скулптури. Автоматите могат да се разглеждат като обединение между инженерство, културно осъзнаване и художествена изява. Както и други ръчни артефакти, автоматите са проектирани като комуникационни устройства, ориентирани към детето и могат да бъдат определени като „механични предмети за разказване“. Автоматите са очаровали децата през вековете и днес има музеи само на автомати.

Поради комбинацията от повествователни и механични части, автоматите имат няколко възможности за използване в образованието. Освен че децата много им се радват, те лесно се създават в класната стая. Автоматите могат да бъдат създадени според възрастта на децата, с прости и сложни дизайни и движения.

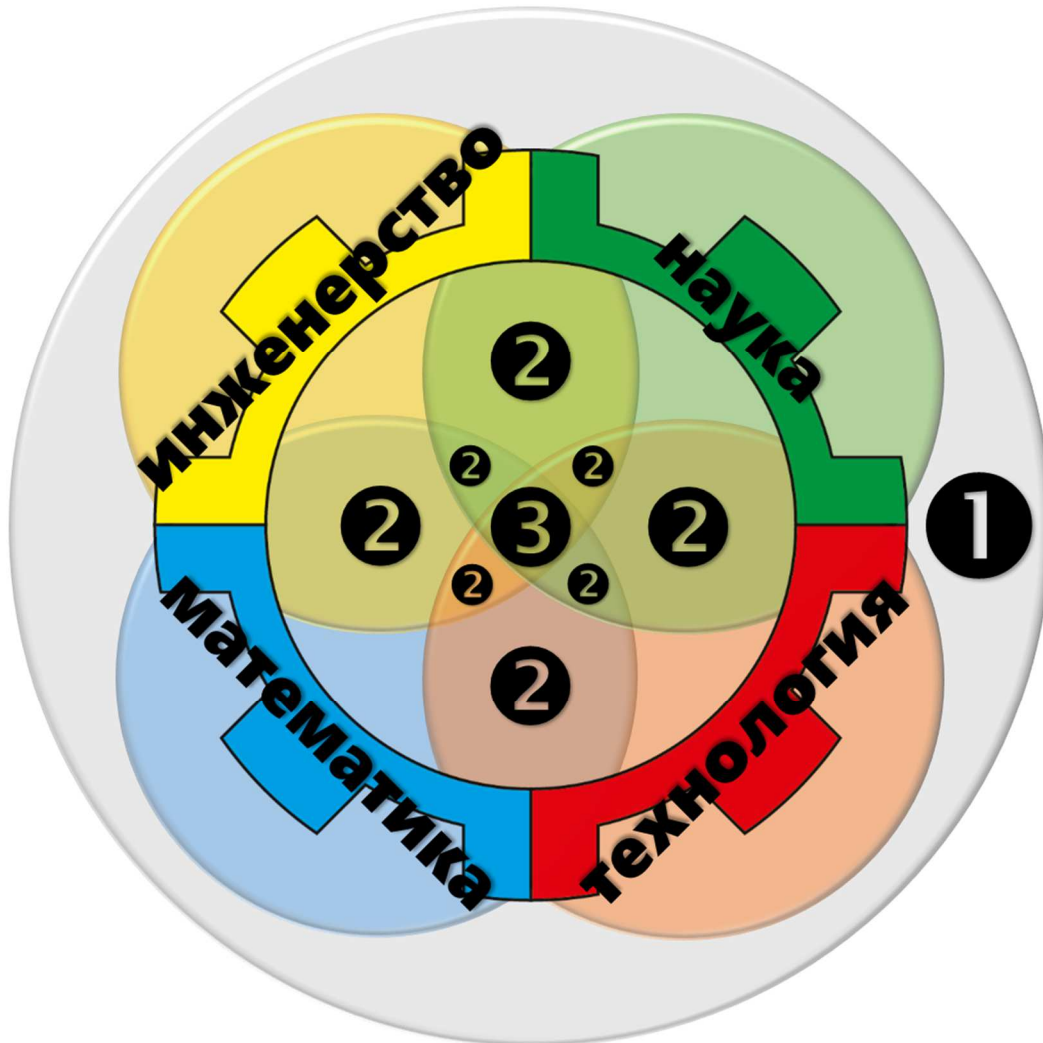
Когато планират и конструират автомати, децата могат да развият различни компетентности, включително решаване на проблеми, групова работа, творчество, както и изследване на STEM съдържание.

2.2 STEM

Националната научна фондация на САЩ предложи акронимът STEM през 90-те години на миналия век за концепциите за наука, технология, инженерство и математика (Sanders, 2009).

Има различни дефиниции на STEM (виж Фигура 2). В повечето национални и международни доклади STEM обикновено е взаимнозаменяем с „наука“. В този контекст науката се отнася до „всички физически науки, науките за живота, компютърните науки и технологиите и [...] включва математиката - предмети, които обикновено се преподават в начални и средни училища в повечето европейски страни“ (Европейска комисия, 2007, стр. 5). Това означава, че STEM може да се отнася до различни области на знанието, обхванати от съкращението (❶ на Фигура 2). От друга страна, можем да използваме STEM за описание на интердисциплинарни подходи, които правят връзки между някои от четирите дисциплини (❷ на Фигура 2). Понякога представя дори напълно интегриран поглед върху STEM образованието (❸ на Фигура 2, cf. Rosicka, 2016, стр. 4). Това продължава да е източник

на неяснота сред практикуващите, особено в областта на образованието.



Фигура 2: Различни определения за STEM

В проекта **AutoSTEM** предпочитаме интердисциплинарен подход. Това означава, че всеки автомат позволява на децата не само да изпитат една или повече области на STEM, но и да открият връзки между различните дисциплини. По този начин **AutoSTEM** се поставя на „пресечната точка“ на науката, технологиите, инженерството и математиката.

Когато STEM образованието е поставено на „пресечната точка“ на науката, технологиите, инженерството и математиката, неговото значение обикновено се разширява, за да се направи пробив в „традиционното“ преподаване. Интегразивното STEM образование обикновено предполага мултидисциплинарно

преподаване и е насочено към развиване у учениците на умения за формулиране и решаване на проблеми, както и способност да осмислят научните концепции, свързани със ситуации от реалния живот. В това разбиране STEM образованието не се дефинира като скъсване с традиционните предмети, а по-скоро с почивка от традиционното обучение, при което уроците са строго фокусирани върху предоставянето от учителя на специфично за предмета съдържание и придобиването на знания за съдържанието от учениците (European Schoolnet, 2018, стр. 6).

Финландия използва още по-цялостен подход към STEM. Учениците използват проучване и изследвания в своето обучение. Това им дава възможност да прилагат наученото по интегративен начин (Geller, Neumann, Boone, & Fischer, 2014). Този подход изисква учителите да бъдат специално обучени как да работят с групи за решаване на проблеми в STEM образованието (Schleicher, ed., 2012).

Учебният опит на малките деца оказва влияние върху по-късния академичен успех (например Campbell, Pungello, Miller-Johnson, Burchinal & Ramey, 2001; Hadzigeorgiou, 2002). Има много изследвания, които показват, че математическият опит в ранна детска възраст е силен предсказател за успех не само в бъдещата училищна математика, но и в други учебни предмети и в самия живот (Carmichael, MacDonald, & McFarland-Piazza, 2014; Duncan et al., 2007; Geary et al., 2013). Въпреки че има по-малко изследвания за други STEM дисциплини, това може да е вярно и за STEM като цяло. По този начин подходящият STEM опит в ранна детска възраст може да бъде отправна точка за подпомагане на непрекъснатите успехи на децата в STEM и други предмети в началното, основното и средното училище. Компетенциите на STEM имат все по-голямо значение в свят, в който темпът на промяна и необходимостта от технологичен напредък са станали критични за нашето оцеляване.

3 Теоретична рамка

3.1 Педагогика, базирана на играта

В проекта **AutoSTEM** използваме педагогика, базирана на релационни игри (Hedges & Cooper, 2018) и динамична концепция за учене (Broström, 2017). Според Фридрих Фрьобел (1887, стр. 57), изобретателят на детската градина, играта е „най-висшият израз на човешкото развитие в детството, защото само тя е свободното изразяване на това, което е в детската душа.“ Лев Виготски (1978 г., стр. 102) подкрепя това мнение, като заявява: „В играта детето винаги се държи над средната си възраст, над ежедневноното си поведение“ и „Играта винаги води до по-напреднало ниво на развитие.“ Това означава, че децата изследват своята, т.н. „Зона на проксимално развитие“ (ZPD) в игра, но това се случва само когато игралната среда предизвиква децата да преминат през ZPD (Van der Veer & Valsiner, 1991). Следователно, учителите в детската градина и началното училище играят важна роля. Тяхната задача е да предизвикат децата и да ги насърчат да създават нови значения и разбирания (Broström, 2017).

Този подход е ориентиран към детето, но не изцяло насочен към детето. Ориентираност към детето означава „подчертаване на значението на преподаването на академични концепции по ангажиращ и подходящ за развитието начин, разширяване на интересите на децата и използване на базирани на игра стратегии, които съответстват на детските способности“ (Pyle & Danniels, 2017, стр. 286). Педагогиката, базирана на игра, с нейния метод „направлявана игра“ е средно място между директно обучение и свободна игра. Тя „избягва изследването и детската автономия с най-добрите елементи от инструкциите, ръководени от учителя“ (Weisberg et al., 2016, p. 177). Доказано е, че направляваната игра помага на децата да разбират по-добре академичните понятия, отколкото директните инструкции (Han et al., 2010; Stipek et al., 1995) или самата самостоятелна игра (Chien et al., 2010; Honomichl & Chen, 2012).

3.2 Направлявана игра

Има две форми на направлявана игра (Weisberg et al., 2016). И двете могат да се използват по време на работа с автомати.

- 1) Едната форма започва със свободната игра на децата. Учителят наблюдава дейностите, насочени към децата и обогатява детската игра, като прави коментари, насърчава децата да разпитват или разширява детския интерес. Например, учителят може да представи Балона-кола, след като е видял, че децата обичат да играят с коли.
- 2) Във втората форма на направляваната игра учителят проектира обстановка, която е фокусирана върху учебна цел. За разлика от директното обучение, учителят осигурява на децата самостоятелност да изследват академичните понятия по свои собствени начини в дадената обстановка. Примери за този подход в **AutoSTEM** са сценарият „Машината, която винаги се връща назад“ и „Река Нил“.

Във всяка от двете форми учителите действат като „коментатори, съучастници, анкетъори или демонстратори на нови начини за взаимодействие с участващите материали“ (Pyle & Danniels, 2017, стр. 275), за да се подобри обучението на децата, докато „децата насочват собственото си обучение в установения контекст на играта“ (пак там). Това гарантира, че обучението на базата на игра е контекстуализирано обучение.



Фигура 3: Играта е най-високият израз на човешкото развитие в детството

4 Педагогическа концепция

4.1 Стъпки за внедряване на AutoSTEM

Проектът **AutoSTEM** обикновено има три общи фази.

- 1) Първо, учителят наблюдава децата, за да идентифицира какво привлича вниманието и интересите им. Учителят избира автомат, който задоволява любопитството на децата.
- 2) Във втората фаза учителят представя автомата на децата. Това може да стане по три различни начина;
 - a) Учителят представя автомат, който е пряко свързан със свободната игра на децата (напр. Еко-колата). Децата са вдъхновени да направят свои автомати. Докато те се занимават с практическа работа, учителят изгражда скелето и въвежда STEM концепции, необходими за изпълнение на задачата.
 - b) Учителят представя сценарий (например сценарий на река Нил), който включва един или повече автомати. Взаимодействайки със сценария, децата откриват автомат и това ги заинтригува да поискат да направят свой собствен. Докато те се занимават с практическата работа, учителят изгражда скелето и въвежда STEM концепции, които са свързани както с контекста на сценария, така и с изграждането на автомата.
 - c) Учителят представя автомат, който показва изненадващо движение, но има механизъм, който е скрит (например Машината, която винаги се връща назад). Това обикновено е автомат, който е прекалено сложен, за да могат децата да го изградят сами. Това кара децата незабавно да започнат с третата фаза.
- 3) В третата фаза децата играят с автомати по свой начин и изследват, откриват и изпитват STEM концепции, докато правят това. Някои деца ще бъдат вдъхновени да проектират свои собствени автомати, като адаптират и модифицират прототипа.

4.2 Дейности на децата

За да направят автомат, децата трябва да следват редица дейности, които включват придобиване на умения. Уменията са

(1) наблюдение и анализ, (2) формулиране, (3) преживяване и конструиране, (4) игра и (5) разсъждения.

4.2.1 Наблюдение и анализ на автомат

Отправната точка за работата с автомати в класната стая е наблюдението и анализа на автомат. Децата наблюдават движението на автомата и изследват механизмите, за да открият и разберат как работи.

4.2.2 Създаване на собствени автомати

Преди децата да конструират свои собствени автомати, те трябва да измислят автомата, който искат да построят. Това започва с определяне на материалите, цветовете и размера. Продължава с идентифицирането, търсенето и събирането на материалите (например рециклирани материали). И накрая, децата трябва да проектират механизмите и процеса на изграждане. Каква част от това може да се направи по изследователски и насочен към деца начин зависи от възрастта и зрелостта на децата.

4.2.3 Преживяване на STEM съдържанието по време на конструиране на автомати

Най-ангажиращата, мотивираща и интересна част от проекта е изграждането на автоматите. Докато конструират автоматите, децата имат много опит със STEM концепции и идеи. Учителят подкрепя това чрез изграждане на скеле и запознава децата със съдържанието на STEM.

4.2.4 Игра с автомати

Играта с автоматите е важна в много отношения. Мотивация за изграждането на автомата е желанието да се играе с него след това. Както бе споменато по-горе, играта е „най-висшият израз на човешкото развитие в детството“ (Fröbel, 1887, стр. 57) и „води до по-напреднало ниво на развитие“ (Vygotsky, 1978, р. 102). Докато играе с автомата, това става смислено за детето. Детето го поставя в контекст, изследва неговите свойства, движения и отношения към околната среда и историята. Контекстът може да бъде пряко свързан с даден сценарий и сюжет, или детето да мечтае свободно. Във всеки случай децата ще имат опит със STEM съдържание поради STEM контекста, с който автоматът е свързан и защото самото играене е една от шестте основни математически дейности (Bishop, 1988, стр. 183).

4.2.1 Размисъл върху извършената работа

Докато взаимодействат със средата, автоматите, сценария, историята, фантазията си, децата имат опит със STEM концепции и съдържание. Само опитът обаче не води до учене. Не е достатъчно просто да имате опит. Децата трябва да разсъждават върху своите преживявания, защото рефлексията насочва опита към учене и по-дълбоки прозрения. Според Джон Дюи (1933, с. 17), размисълът „ни освобождава от просто импулсивна и просто рутинна дейност [...] Тя превръща действието, което е просто апетитно, сляпо и импулсивно в интелигентно действие“ и „дава на индивида увеличена сила на контрола“ (пак там, стр. 21).

4.3 Роля на учителите

4.3.1 Определяне на зоната на проксимално развитие при децата

Както бе споменато по-рано (виж стъпка 1 в параграф 4.1), проектите в образованието в ранна детска възраст трябва винаги да започват с интересите и инициативата на децата. По този начин първата задача на учителя е да наблюдава децата, за да разбере какво привлича интереса им и какви са техните предишни знания в тази област. Това означава, че учителят трябва да идентифицира зоната на проксимално развитие на децата (ZPD).

4.3.2 Избор на учебни цели

Съществуват два различни подхода към образованието в ранна детска възраст (OECD, 2006). В скандинавските и редица централноевропейски страни намираме подход на социалната педагогика. Той е центриран към детето и е цялостен, като набляга на концепциите грижа, игра, взаимоотношения, активност и развитие и вижда децата като агенти на тяхното собствено обучение. В други страни откриваме подход за ранно образование, който се фокусира върху преподаването, обучението, учебната програма, съдържанието, методологията и възникващата грамотност (Broström, 2017). Учителите, които следват подхода за ранно образование, трябва да определят целите на обучението за всеки урок, който преподават. Учебните програми, които следват подхода на социалната педагогика, не посочват целите на обучението на децата. Те имат само цели за учителите, напр. Норвежките твърдения в учебната програма на ЕСЕК, „детските градини дават възможност на децата да [...]“

изграждат конструкции от различни материали и да проучват възможностите, предлагани от инструменти и технологии“ (Министерство на образованието и научните изследвания, 2017, стр. 52). Gunnestad (2019, с. 95-96) обаче показва, че тези цели косвено са свързани с целите на обучението на децата. По този начин, дори когато следва подход на социална педагогика, учителят трябва да избере учебна цел, когато планира дейност за децата. Например, целта „да се даде възможност на децата да строят конструкции“ е свързана със специфични за предмета умения, т.е. процедурни знания (Krauthwohl, 2002), например „детето е в състояние да изгради рамо на ножица“. Същата дейност обаче може да се използва и за развиване на концептуалните знания на децата, например „детето разбира понятията за свиване и разширяване“.

4.3.1 Планиране на дейността

Както е описано по-горе (вижте параграф 4.1), има различни възможности за това как да стартирате **AutoSTEM** дейност. Независимо кой подход е избран, дейността трябва да бъде планирана. Когато става въпрос за изграждането на автомат, учителят трябва да избере педагогически подход, който е подходящ за децата и да обслужва учебните цели. Двата основни подхода са обучение, базирано на задаване на въпроси и директно обучение.

При предприемане на подход, базиран на задаване на въпроси, учителят показва автомат на децата. Децата наблюдават неговото движение и формулират хипотези за това как е възможно движението. След това тестват своите хипотези, като изграждат свои собствени механизми, които в крайна сметка показват едно и също движение. Предпоставка за този подход е, че разбирането на механизма се крие в рамките на зоната на проксимално развитие (ZPD) на децата. Това означава, че децата се нуждаят от известни предишни знания и предишен опит с механиката.

За по-малките деца учителят вероятно ще избере директния инструктаж като най-подходящия подход. По този начин учителят започва с въвеждането на отделни предмети, които създават движението и след това насочва децата към сглобяването на автомата, според желаното движение. Въпреки, че учителят използва директни инструкции, за да напътства децата за

изграждането на автомати, децата ще изживеят STEM концепции и идеи по начин, базиран на запитване (вж. параграф 4.3.5).

4.3.1 Подпомагане изграждането на автомати

Независимо от избрания педагогически подход, учителят трябва да помага на децата по време на строителните работи - както физически, така и интелектуално. Различните автомати изискват различни фини двигателни умения. Колкото по-малки са децата, толкова повече се нуждаят от физическа помощ. Освен това, учителят трябва да помогне на децата да разсъждават и да мислят чрез свързаните STEM концепции, за да намерят полезен механизъм за движението, което те искат да реализират. Wood, Bruner и Ross (1976) наричат тази поддръжка „скеле“. Скелето „се отнася до стъпките, предприети за намаляване на степента на свобода при изпълнение на някаква задача, така че детето да може да се концентрира върху трудните умения, които е в процес на придобиване“ (Bruner, 1978, стр. 19).

Брунер е избрал термина „скеле“, за да подчертае, че това е само подкрепяща рамка. Това не решава проблема за детето. Скелето е структурирано взаимодействие между учителя и детето, което помага на детето да постигне конкретна цел почти самостоятелно. Целта е да се даде възможност на детето да постигне по-високи нива на развитие. Следователно скелето е тясно свързано със ZPD на Виготски.

4.3.2 Свързване процеса на изграждане със STEM съдържание или други предмети

Всички автомати, които представяме в проекта AutoSTEM, могат да бъдат използвани като инструмент за преподаване на STEM съдържание от учебни предмети, включително математика, физика и биология. Част от съдържанието е свързано с процеса на изграждане, някои с анализа на механизма, а някои се появяват, когато децата играят с готовия автомат. В допълнение, някои автомати могат да се използват и за работа по други теми, напр. литература или чужди езици.

4.3.3 Работа със сценарий или история

Както е въведено в стъпка 2б в параграф 4.1, автоматите могат да бъдат интегрирани в сценарий или история. Учителите, които искат да направят това, трябва да изберат сценарий или история, която да отговаря на интересите на децата и е свързана с избраното съдържание и автомати на STEM. Разликата между

сценарий и история е, че сценарият се представя от сценична инсталация, докато историята се представя само устно или с подкрепа на снимки. Сценарият може да бъде подготвен от учителя или да бъде разработен заедно с децата. В последния случай изграждането на сценария може да започне от история и трябва да се ръководи от учителя.

4.3.4 Събиране на обратна връзка

Текущата оценка е съществена част от всеки проект. През целия период на проекта учителят ще попита: „Къде сме?“, „Къде трябва да бъдем?“ И „Как можем да тръгнем отново?“ (Lewis, 2000, стр. 185). Оценяването дава възможност на учителя да следи напредъка на обучението на децата и да знае кога са постигнати учебните цели. За да получи тази обратна връзка, учителят може да използва неформално наблюдение и „Учебни истории“ за документация (Carr & Lee, 2012). По време на наблюдението учителят прави снимки и записва бележки. След това учителят създава история, чете я на детето и я споделя със семейството на детето. Ключови елементи от учебната история са тълкуването на учителя за ангажираността, намеренията, взаимоотношенията, компетенциите и уменията на детето като смелост, любознателност и постоянство. На децата трябва да се гледа като на „умели комуникатори, експерти в собствения им живот, носители на права и създатели на смисъла“, както и на „социални актьори, които са „същества“, а не „какво ще станат“ (Clark & Moss, 2011, стр. 6 и 8). Следователно, учебната история подчертава какво могат и какво правят децата, а не това, което не могат.

Материалите, които са предоставени от проекта **AutoSTEM**, включват ръководство за наблюдение, както и ръководство за групово интервю и въпросник. Те могат да се използват за събиране на обратна връзка. По време на пилотирането на проекта **AutoSTEM** ще се радваме, ако споделите с нас събраните си данни. Това би ни помогнало да доразвием и подобрим материалите по проекта.

4.4 Интердисциплинарен подход за усвояване на STEM чрез автомати

Работата с автомати позволява на децата да изследват концепции, идеи и теми от различни STEM области. В параграф 2.2 вече обяснихме, че насърчаваме интердисциплинарен





подход. Подробна информация за свързаното съдържание на STEM е предоставена в материала за всеки автомат и всеки сценарий. По-нататък даваме просто широк преглед на възможното съдържание. Този списък не е изчерпателен. Фигура 5 предоставя общ преглед.



4.4.1 Технология

Общоприетото определение на технологията идва от американския социолог Read Bain (1937, стр. 860), който пише: „Технологията включва всички инструменти, машини, прибори, средства, оборудване, корпус, облекло, устройства за комуникация и транспортиране и уменията, чрез които ние ги произвеждаме и използваме“. Тъй като автоматите са прости машини, те са определена технология. Работата с автомати учи децата на умения как да се произвеждат такива прости машини.

4.4.2 Математика

За да структурираме съдържанието на математиката, ние използваме шестте основни математически дейности на Бишоп - намиране, проектиране, преброяване, измерване, обясняване и игра (Bishop, 1988).




-  **Намиране:** Пространствени отношения (вляво, надясно, отпред, отзад, отгоре, отдолу, отпред, отзад, навън, навътре, през, нагоре, надолу, отвън, отвътре, ...) и пространствено въображение (за визуализиране как частите ще се поберат заедно)
-  **Проектиране:** Форми (кръг, триъгълник, правоъгълник, квадрат, ...) и техните свойства (кръгли, заострени, продълговати, симетрични, ъглови, странични, ...)
-  **Преброяване:** Пресмятане, използвайки обекти за записване, сравнение и подреждане на дискретни явления и използване на числови думи (пет дървени пръчки, четири върха на бутилки, три сламки, две шишчета)
-  **Измерване:** 'думи за измерване' (дълги, къси, високи, ниски, широки, тесни), сравнение и подреждане (по-дълги, по-къси, толкова дълги, колкото, два пъти по-дълги), използване части на тялото като мерни единици (широчина на пръста, педя, фут) и използване на стандартни измервателни уреди като линеали.

-  **Обясняване:** Намиране на начини да се обясни съществуването на научни явления (Защо колелата са кръгли? Как гумената лента може да захранва кола? Защо раменете на ножицата се разтягат?) Това, разбира се, е важно за цялата наука, не само за математиката.
-  **Игра:** Модели, правила, процедури, стратегии, хипотетични разсъждения и прогнози

4.4.3 Наука

Биология/зоология




Някои от автоматите са пряко свързани с животни и могат да се използват за преподаване на биология.

-  **Джелибърд:** Части на тялото на птиците, как летят птиците, форми на крилете, ята
-  **Говорещият слон:** Части на тялото на слоновете, физически характеристики (кожа, нос), движение, хранителни навици
-  **Рамене на ножицата:** Крокодили, динозаври, хипопотами

Устойчивостта и опазването на околната среда са други важни биологични теми.

Физика

Тъй като автоматите са механични играчки, работата с автомати предоставя опит с физически явления и понятия. Някои автомати (напр. Еко-колата, вятърната турбина и машината „винаги се връщам“) са проектирани със специален фокус върху конкретни физични концепции.

-  **Енергия:** еластична, потенциална, кинетична, топлинна енергия, работа, запазване на енергията
-  **Сила:** извършване на работа чрез прилагане на сила, триене, лостове
-  **Маса:** тегло, център на масата, баланс, гравитация

Геология

Различно геологично съдържание може да се интегрира, особено при използване на сценарий.

4.4.4 Инженерство

Думата инженерство произлиза от латинското съществително „ingenium“, което означава дар, талант, пригодност и

способност, или латинският глагол „ingenere“ или „ingenerare“, което означава да се влива, да внедрява и вдъхновява. Според Инженерния съвет за професионално развитие (1947 г.) инженерството е „творческото прилагане на научните принципи за проектиране или разработване на структури, машини, апарати или производствени процеси, или произведения, използващи ги поотделно или в комбинация; или да конструират или експлоатират същото с пълно познаване на своя проект; или да прогнозира поведението си при специфични експлоатационни условия; всички, като спазват предвидената функция, икономиката на експлоатация и безопасността на живота и имуществото. “Инженерството може да се разбира като приложение на науката и математиката с цел създаване на нова технология. Унгарско-американският математик, инженер и физик Теодор фон Карман веднъж каза: „Учените изучават света такъв, какъвто е, инженерите създават света, който никога не е бил“ (Американско дружество за инженерно образование, 1970, с. 467). По този начин инженерството осигурява практическа връзка между всички останали STEM теми и в допълнение към творческите изкуства (Bjerklie, 1998).

Когато става въпрос за автомати, **механиката**, **изкуството** и **дизайна** са най-важните теми.



Фигура 4: Свързани със STEM предмети и съдържание

5 Основни концепции за изграждане на автомати

При конструирането на автомати могат да се имат предвид различни механизми и източници на енергия. По-долу представяме някои примери за основните механични понятия.

5.1 Механизми

5.1.1 Лостове

Лостът е обикновена машина, може би най-простата машина. Може да се използва за преместване (често за повдигане) на обект (наречен товар), защото намалява силата (наречена усилието), която е необходима за това. Архимед веднъж каза: „Дайте ми достатъчно дълъг лост и опорна точка, върху която да го поставя, и аз ще преместя света“ (Handley, Coon & Marshall, 2013, стр. 76). Всеки лост се състои от твърдо тяло (например греда или пръчка), което се завърта на неподвижен панта (наречен опорна част), така че да може да се върти около тази неподвижна точка.

Въз основа на местоположението на опората, натоварването и усилията можем да различим три различни вида лостове.

Фигура 6 показва **ЛОСТ ТИП 1**. При него опората е между товара и усилието.

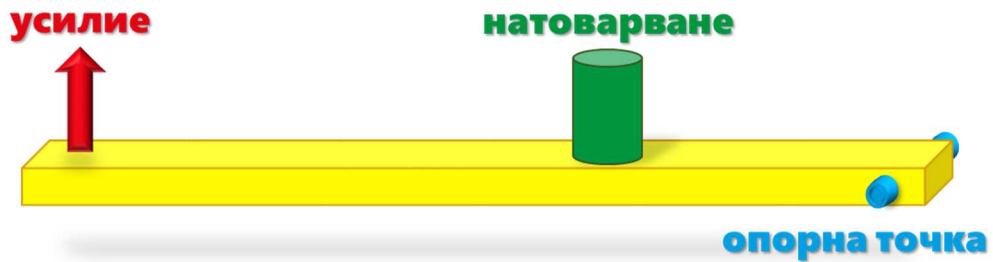


Фигура 5: Лост тип 1

Обикновено товарът е на по-късо разстояние до опорната точка, отколкото усилието. Това позволява да се движи тежък товар с малка сила. Примери за това са железен лост, гребло и ножици. Върху трион можем да регулираме разстоянието от двете страни на опорната точка, за да балансираме различни тегла. За класическата везна е от съществено значение разстоянието да е едно и също от двете страни, защото искаме усилието (стандартното тегло, което използваме за измерване) да е

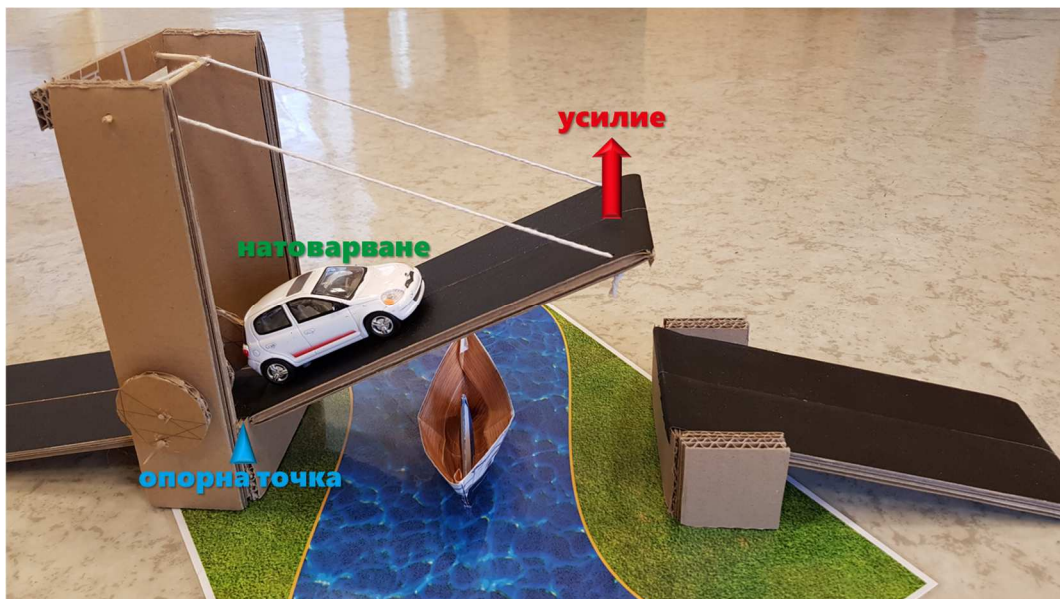
същото като товара (неизвестното тегло, което искаме да измерим).

Фигура 7 показва **лост тип 2**. При него товарът е между усилието и опорната точка.



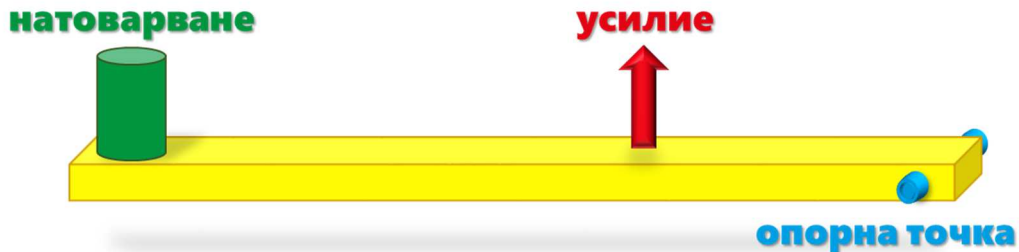
Фигура 6: Лост тип 2

Усилието има по-голямо разстояние до опорната точка от товара. Следователно силата, необходима за повдигане на товара, е по-малка от теглото на товара. Примери за това са количка, лешникотрошачка, отварачка за бутилки и нашия Подвижен мост, показан по-долу.



Фигура 7: Подвижен мост

Фигура 9 показва **лост тип 3**. Усилието е между товара и опорната точка.



Фигура 8: Лост тип 3

Тъй като разстоянието между товара и опората е по-голямо от разстоянието между усилието и опората, за преместването на товара е необходима по-голяма сила. По този начин целта на лоста тип 3 не е да намали силата, а да увеличи скоростта, скоростта на товара.

5.1.2 Връзки

Връзката е твърд елемент с панта от всеки край, за да го свържете с други елементи. Връзките се използват за свързване на различни елементи заедно и за прехвърляне на движение от едно място на друго. Има няколко различни типа връзки.

Фигура 10 показва **връзката на обратното движение**. Ако връзката има фиксирана точка на въртене в средата, единият край се движи в обратна посока от другия.



Фигура 9: Връзка за обратно движение

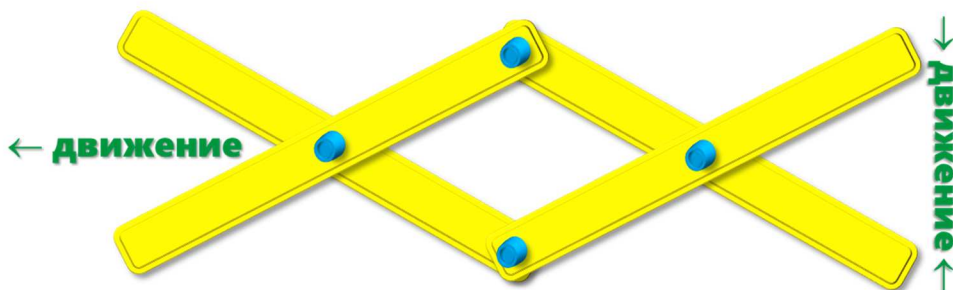
Фигура 11 показва **връзка на паралелното движение**. Ако всяка от двете връзки има фиксирана точка на въртене и са свързани с трета връзка, както е показано на фигурата, те винаги ще се

двигат успоредно една на друга. Движението на десния прът има същата посока като движението на левия прът.



Фигура 50: Връзка на паралелното движение

Фигура 12 показва **връзката на раменете на ножицата**, която използвахме за крокодила и динозавъра. Това е комбинация от обратното движение и паралелното свързване на движението, но няма фиксирани точки на въртене. Когато преместите краищата на двата пръта от едната страна една срещу друга, другата страна се отдалечава (рамото се изпъва), а краищата от другата страна също се движат един срещу друг (крокодилът ухапва).

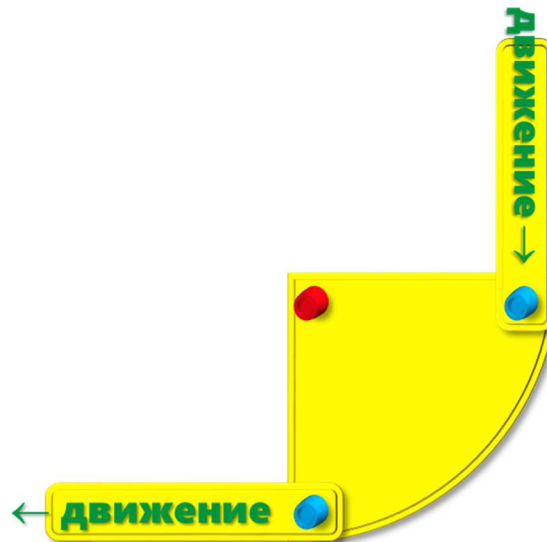


Фигура 11: Връзката на рамото на ножицата



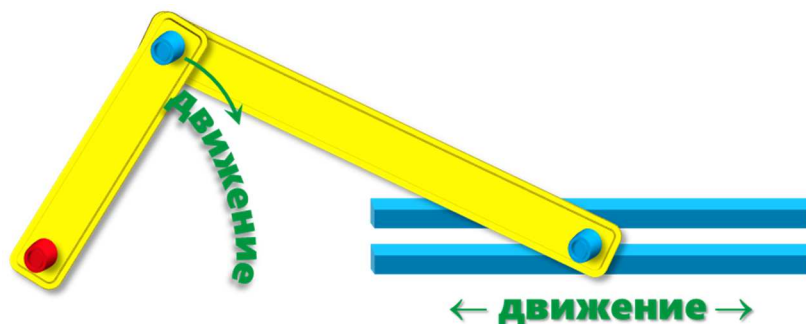
Фигура 12: Хипопотам с рамо на ножица

Фигура 6 показва **връзката колян лост**. Използва се за преобразуване на вертикалното движение в хоризонтално или обратно.



Фигура 6: Връзка колян лост

Фигура 14 показва **връзката на колян лост и плъзгача**. Обикновено се използва за преобразуване на въртеливо (ротационно) движение във възвратно (редуващо напред и назад) движение. На фигурата по-късият прът може да се върти само около фиксираната точка на въртене. По-дългият прът се движи напред и назад в плъзгач.



Фигура 7: Връзка колян лост-плъзгач

Фигура 15 показва ножичния повдигач, който използва връзката на плъзгача.

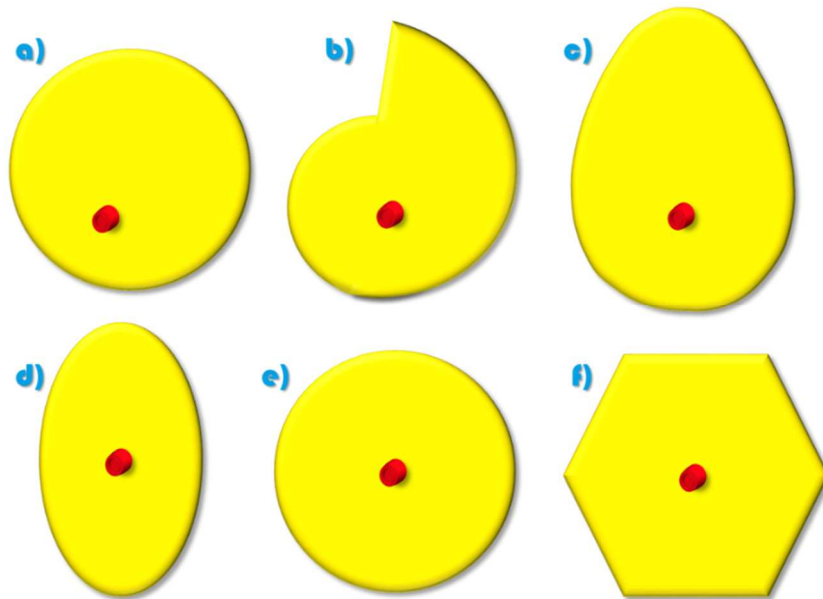


Фигура 8: Ножичният повдигач използва плъзгаща се връзка

5.1.3 Ексцентрик

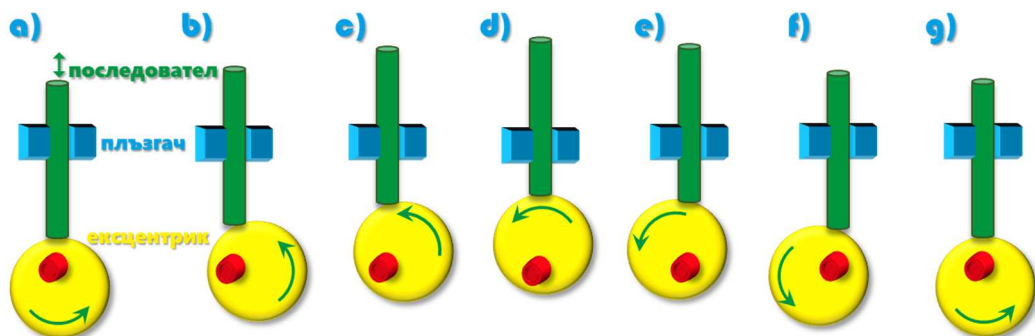
Ексцентриктът предоставя друга възможност за преобразуване на въртеливото движение във възвратно-постъпателно движение на последовател. Има две основни разлики между връзката колянов лост-плъзгач и ексцентрика.

- 1) Връзката на манивелата и плъзгача може да създаде възвратно-постъпателно движение във всяка посока (нагоре и надолу, надясно и наляво, назад и напред). Ексцентрик с последовател обикновено създава само движение нагоре и надолу, тъй като последователят трябва да бъде натиснат надолу върху ексцентрика с теглото си. Няма връзка между гърбицата (ексцентрика) и последователя.
- 2) Манивела и плъзгач могат да създадат хомогенно възвратно-постъпателно движение, защото дължината на въртящото се рамо е фиксирана. С помощта на гърбица можем да създаваме всякакви нехомогенни движения нагоре и надолу (например бавно нагоре и бързо надолу), като използваме ексцентрици с различна форма. Формата на гърбицата се нарича профил на гърбицата. Фигура 16 показва различни гърбични профили: а) ексцентричен, б) охлюв, в) яйцевиден, г) елиптичен, д) кръгъл и е) шестоъгълен.



Фигура 9: Различни гърбични профили

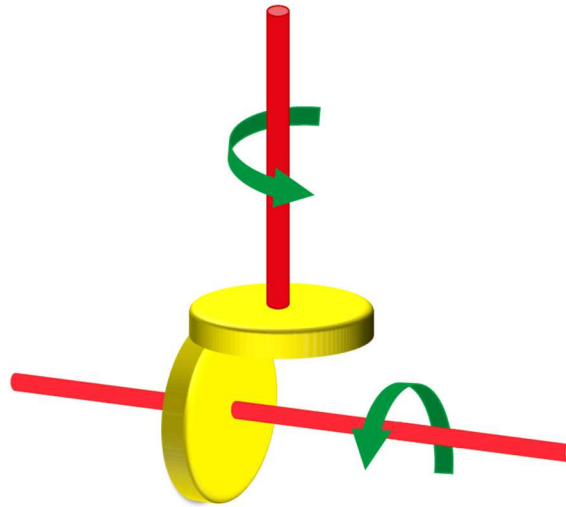
Фигура 17 показва движението на ексцентрик.



Фигура 10: Движение на есцентрик

5.1.4 Драйвери за триене

Кръглата, неексцентрична гърбица не предизвиква движение нагоре и надолу, но може да се използва като триещо задвижващо колело. Фигура 18 показва триещо задвижващо колело, което превръща въртеливото движение с хоризонтална ос във въртеливо движение с вертикална ос. Танцуващата кукла използва този механизъм (виж фигура 19).

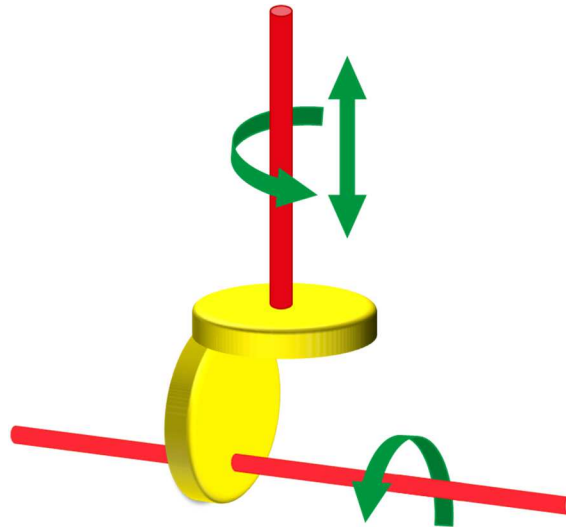


Фигура 11: Драйвер за триене



Фигура 12: Танцуващата кукла използва триещо задвижващо колело

Фигура 20 показва драйвер за триене с ексцентрична гърбица. Създава интересно движение: Последователят върви нагоре и надолу, докато се обръща.

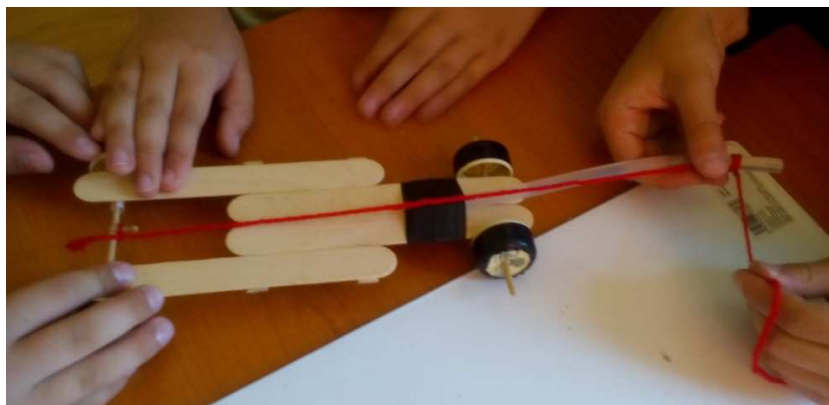


Фигура 13: Драйвер за триене с ексцентрична гърбица

5.2 Източници на енергия

Има няколко възможности за източници на енергия, които карат автоматите да се движат. Най-простото е, че децата сами осигуряват силата. Те могат да направят това с помощта на въртяща се дръжка (напр. Танцуващата кукла и Подвижният мост) или обикновена дръжка за лост (например, Щракащият крокодил (ножично рамо) и Говорещият слон).

Забавен източник на захранване е еластичната енергия, която може да се съхранява в гумена лента (напр. Еко-кола 1 и машината, която винаги се връща назад), пластмасова сламка (например Еко-кола 2) или пружина. Нашият Подвижен мост използва пружина, за да го сваля отново, защото гравитацията не е достатъчно силна. Можем също така да използваме силата на гравитацията, ако увеличим теглото.



Фигура 14: Еко-кола 2 използва силата на пластмасова сламка

Има много различни видове механизми, които използват **силата на гравитация**. При използване на лост товарът ще го натисне надолу веднага щом спрем да прилагаме усилията. Ако намотаем връв около ос и прикрепим маса към другия край, гравитацията ще изтегли масата надолу, причинявайки връвта да се развие, а оста да се обърне.

Водната мощност, която задвижва турбината, е друг вид сила на гравитацията, защото именно гравитацията прави водата да тече надолу. Турбина се използва и за **вятърна енергия**. Състезанието за вятърни турбини използва вятър, който е изкуствено създаден от сешоар.



Фигура 15: Състезание за вятърни турбини

Лодката с балона използва реактивен двигател, различен тип **въздушна мощност**.



Фигура 16: Лодката с балона използва въздушна мощност

6 Референции

- American Society for Engineering Education. (1970). *Engineering Education*. Washington, DC: American Society for Engineering Education.
- Bain, R. (1937). Technology and State Government. *American Sociological Review*, 2(6), 860-874. DOI:10.2307/2084365.
- Bjerklie, D. (1998). The Art of Renaissance Engineering. *Technology Review* 100(9), 54-59.
- Bishop, A. J. (1988). Mathematics education in its cultural context. *Educational Studies in Mathematics*, 19(2), 179-191.
- Broström, S. (2017). A dynamic learning concept in early years' education: a possible way to prevent schoolification. *International Journal of Early Years Education*, 25(1), 3-15. DOI:10.1080/09669760.2016.1270196.
- Bruner, J. S. (1978). The role of dialogue in language acquisition. In A. Sinclair, R., J. Jarvella, and W. J.M. Levelt (eds.) *The Child's Concept of Language*. New York: Springer-Verlag.
- Campbell, F. A., Pungello, E. P., Miller-Johnson, S., Burchinal, M. & Ramey, C. T. (2001). The development of cognitive and academic abilities: Growth curves from an early childhood educational experiment. *Developmental Psychology*, 37(2), 231-242. DOI:10.1037//012-1649.37.2.231.
- Carmichael, C., MacDonald, A., & McFarland-Piazza, L. (2014). Predictors of numeracy performance in national testing programs: Insights from the longitudinal study of Australian children. *British Educational Research Journal*, 40(4), 637-659.
- Carr, M. & Lee, W. (2012). *Learning stories: Constructing learner identities in early education*. Los Angeles: SAGE.
- Chien, N. C., Howes, C., Burchinal, M., Pianta, R. C., Ritchie, S., Bryant, D. M., Clifford, R. M., Early, D. E. & Barbarin, O. A. (2010). Children's classroom engagement and school readiness gains in prekindergarten. *Child Development*, 81(5), 1534-1549. DOI:10.1111/j.1467-8624.2010.01490.x.
- Clark, A. & Moss, P. (2011). *Listening to young children: The mosaics approach* (2nd ed.). London: National Children's Bureau.
- Dewey, J. (1933). *How we think: A restatement of the relation of reflective thinking to the educative process*. Lexington, MA: DC Heath.
- Duncan, G. J., Dowsett, C. J., Claessens, A., Magnuson, K., & Huston, A. C. (2007). School readiness and later achievement. *Developmental Psychology*, 43(6), 1428-1446.
- Engineers' Council for Professional Development. (1947). *Canons of ethics for engineers*. New York: Engineers' Council for Professional Development.
- European Commission. (2007). *EUR22845 – Science education now: A renewed pedagogy for the future of Europe*. Luxembourg: Office for Official Publications of the European Communities. Retrieved from <https://www.eesc.europa.eu/sites/default/files/resources/docs/rapportocardfinal.pdf>.

- European Schoolnet (2018). *Science, technology, engineering and mathematics education policies in Europe. Scientix Observatory report*. Brussels: European Schoolnet.
- Fröbel, F. W. (1887). *The Education of Man*. New York: Appleton.
- Geary, D. C., Hoard, M. K., Nugent, L., & Bailey, D. H. (2013). Adolescents' functional numeracy is predicted by their school entry number system knowledge. *PLOS ONE*, 8(1), e54651. Retrieved from: <http://journals.plos.org/plosone/article?id=10.1371/journal.pone.0054651>.
- Geller, C., Neumann, K., Boone, W. J., & Fischer, H. E. (2014). What makes the Finnish different in science? Assessing and comparing students' science learning in three countries. *International Journal of Science Education*, 36(18), 3042-3066.
- Gunnestad, A. (2019). *Didaktikk for barnehagelærere: en innføring* (2nd ed.). Oslo: Universitetsforlaget
- Hadzigeorgiou, Y. (2002). A study of the development of the concept of mechanical stability in preschool children. *Research in Science Education*, 32(3), 373-391.
- Han, M., Moore, N., Vukelich, C., & Buell, M. (2010). Does play make a difference? Effects of play intervention on at-risk preschoolers' vocabulary learning. *American Journal of Play*, 3(1), 82-105.
- Handley, B., Coon, C., & Marshall, D. M. (2013). *Principles of Engineering*. Delmar: Cengage Learning.
- Hedges, H. & Cooper, M. (2018). Relational play-based pedagogy: theorising a core practice in early childhood education. *Teachers and Teaching*, 24(4), 369-383.
- Honomichl, R. D. & Chen, Z. (2012). The role of guidance in children's discovery learning. *Wiley Interdisciplinary Reviews: Cognitive Science*, 3(6), 615-622. doi:10.1002/wcs.1199.
- Krathwohl, D. R. (2002). A Revision of Bloom's Taxonomy: An Overview. *Theory Into Practice* 41(4), 212-218.
- Lewis, J. P. (2000). *The Project Manager's Desk Reference: A Comprehensive Guide to Project Planning, Scheduling, Evaluation, and Systems*. Boston, MA: McGraw-Hill.
- Ministry of Education and Research (2017). *Framework plan for kindergartens content and tasks*. Oslo: Ministry of Education and Research. Retrieved from <https://www.udir.no/globalassets/filer/barnehage/rammeplan/framework-plan-for-kindergartens2-2017.pdf>.
- OECD (2006). *Starting Strong II. Early Childhood Education and Care*. Paris: OECD.
- Pyle, A. & Danniels, E. (2017). A Continuum of Play-Based Learning: The role of the teacher in play-based pedagogy and the fear of hijacking play. *Early Education and Development*, 28(3), 274-289.
- Rosicka, C. (2016). Translating STEM education research into practice. Camberwell, AU: Australian Council for Educational Research. Retrieved from https://research.acer.edu.au/cgi/viewcontent.cgi?article=1010&context=professional_dev.

- Sanders, M. (2009). STEM, STEM Education, STEMmania. *The Technology Teacher* 68(4), 20-26. Retrieved from <https://vtechworks.lib.vt.edu/bitstream/handle/10919/51616/STEMmania.pdf>.
- Schleicher, A. (ed.) (2012). *Preparing teachers and developing school leaders for the 21st century: Lessons from around the world*. International Summit on the Teaching Profession, OECD Publishing, Paris.
- Stipek, D., Feiler, R., Daniels, D. & Milburn, S. (1995). Effects of different instructional approaches on young children's achievement and motivation. *Child Development*, 66(1), 209-223. DOI:10.2307/1131201.
- Van der Veer, R. & Valsiner, J. (1991). *Understanding Vygotsky*. Oxford: Basil Blackwell.
- Vygotsky, L. S. (1978). *Mind in Society. The Development of Higher Psychological Processes*. Edited by M. Cole. Cambridge: Harvard University Press.
- Weisberg, D. S., Hirsh-Pasek, K., Golinkoff, R. M., Kittredge, A. K. & Klahr, D. (2016). Guided Play: Principles and Practices. *Current Directions in Psychological Science*, 25(3), 177-182. DOI: 10.1177/0963721416645512.
- Wood, D. J., Bruner, J. S., & Ross, G. (1976). The role of tutoring in problem solving. *Journal of Child Psychiatry and Psychology*, 17(2), 89-100.

7 Съдържание

1	Въведение.....	2
2	Автомати за STEM.....	3
2.1	Учене чрез Автомати.....	3
2.2	STEM.....	3
3	Теоретична рамка.....	6
3.1	Педагогика, базирана на играта.....	6
3.2	Направлявана игра.....	6
4	Педагогическа концепция.....	8
4.1	Стъпки за внедряване на AutoSTEM.....	8
4.2	Дейности на децата.....	8
4.2.1	Наблюдение и анализ на автомат.....	9
4.2.2	Създаване на собствени автомати.....	9
4.2.3	Преживяване на STEM съдържанието по време на конструиране на автомати.....	9
4.2.4	Игра с автомати.....	9
4.2.1	Размисъл върху извършената работа.....	10
4.3	Роля на учителите.....	10
4.3.1	Определяне на зоната на проксимално развитие при децата.....	10
4.3.2	Избор на учебни цели.....	10
4.3.1	Планиране на дейността.....	11
4.3.1	Подпомагане изграждането на автомати.....	12
4.3.2	Свързване процеса на изграждане със STEM съдържание или други предмети.....	12
4.3.3	Работа със сценарий или история.....	12
4.3.4	Събиране на обратна връзка.....	13
4.4	Интердисциплинарен подход за усвояване на STEM чрез автомати.....	13
4.4.1	Технология.....	14
4.4.2	Математика.....	14
4.4.3	Наука.....	15
4.4.4	Инженерство.....	15
5	Основни концепции за изграждане на автомати.....	17
5.1	Механизми.....	17
5.1.1	Лостове.....	17
5.1.2	Връзки.....	19
5.1.3	Ексцентрик.....	22
5.1.4	Драйвери за триене.....	23
5.2	Източници на енергия.....	25
6	Референции.....	27
7	Съдържание.....	30

Партньори по проекта



Асоциирани партньори

