STEM LABYRINTH

MEETOD TEADMISTE TASEME TÕSTMISEKS PROBLEEMIDE LAHENDAMISE KAUDU

Juhendmaterjal

STEM õpetajaile
STEM Labyrinth metoodikast

Kaasrahastas
Euroopa Liidu programm
„Erasmus+"

Projekti finantseering Erasmus+ KA2: 2020-1-PT01-KA201-078645

Juhendmaterjal STEM õpetajatele

STEM Labyrinth metoodika kasutuselevõtmiseks

Sisukord

Sissejuhatus 4

1.1 STEM Labürint-projekti eesmärk ja ülesanded 5

1.2 STEM Labürindi projekti tulemused 6

1.3 Juhendmaterjali eesmärk 9

1.4 Juhendmaterjali lühisisu 10

Kokkuvõte 12

2.1 Kolmanda intellektuaalse tulemi/väljundi kokkuvõte 13

2.2 Sihtgrupid ja eeldatav mõju 13

2.3 Juhendmaterjali ja probleemülesannete loojad 14

Probleemülesannete kirjeldused 15

STEM Labyrinth äpi metoodika 21

3.1 Mis on rakenduse eesmärk? Millised on mobiilirakenduse põhieesmärgid? 22

3.2 Millised on sihtrühmad ja nende vajadused 22

3.3 Kuidas läheneda probleemi disainile 23

Kuidas STEM Labyrinth Äppi kasutada? 24

4.1 Äpi sisu ja kuidas seda kasutada 25

4.2. Kuidas kasutada STEM Labürindi meetodit ja selle mobiilirakendust õpetamis- ja õpiprotsessis? 37

4.3. Ideed rakenduse sisu leidmiseks/kasutamiseks/ kohandamiseks/ laiendamiseks vastavalt õpilaste ja õpetajate vajadustele teema käsitlemisel 44

4.4. Kuidas õpetaja saab luua oma probleemstsenaariume STEM labürindi meetodi ja muude vahendite põhjal vastavalt oma ja õpilaste vajadustele. 47

4.5. Tunnikavade loomine konkreetse teema jaoks kasutades neis mobiilirakendust 53

4.6.Mobiilirakenduse probleemide kategooriate analüüs 81

Mobiili rakenduse piloottestimine 88

5.1. STEM labürindi probleemide hindamisvorm 88

5.2. Õpilastega läbi viidud pilootkatsete hindamisvorm **92**

5.3. Partnerkoolides mobiilirakenduse katsetamise tulemuste aruanne **94**

Õpilaste teadmiste ja oskuste hindamine mobiilirakenduse abil **97**

6.1 Õpilaste õppimise hindamine interdistsiplinaarses STEM-õppes **98**

6.2 Mobiiliäpid: mobiiltelefoni abil läbiviidav kujundav hindamine **99**

Kuidas õpetaja saab motiveerida ja innustada õpilasi olema probleemilahendajad ja loovad mõtlejad? **102**

7.1 Sissejuhatus **102**

7.2 Motivatsioon **103**

7.3 Õpilaste osalemine õppeprotsessis **104**

7.4 Mobiilirakendused STEM-õppes suurendamaks õpilaste kaasamist õppimisprotsessi **105**

STEM-õpetajate väljakujunemine uutes STEM-koolides **106**

8.1 Mis on STEM kool? **106**

8.2 Kes on STEM õpetaja ja kuidas saada selles heaks? **107**

8.3 Kuidas STEM haridus aitab õpilasi? **108**

Koolijuhid ja hariduskogukond STEM-hariduse tegevuskava kohandamise protsessis **111**

Riiklikud haridusasutused saavad luua toetava riikliku tegevusraamistiku, mis on eduka STEM-hariduse ümberkujundamise peamine alus. **115**

Koolide, kogukonna ja poliitikakujundajate vaheliste sidemete arendamine **118**

Kasutatud kirjandus ***121***

1.Sissejuhatus

1.1 STEM Labürint-projekti eesmärk ja ülesanded

Tänases kiirelt muutuvas maailmas ei piisa õpilastel enam koolis omandatud teadmistest ja oskustest edaspidise elu jaoks. 21. sajandi oskused: digioskused, kriitiline mõtlemine, koostöö, probleemide lahendamine, uuenduslik ja analüütiline mõtlemine on tänapäeva inimesele eluliselt vajalikud. Tehnoloogia areng on nii kiire, et juba õpilaste jaoks on üha olulisemaks saamas võime kohaneda pidevate tehnoloogiliste uuendustega. Individuaalsed pädevused STEM-ainetes (loodusteadused, tehnoloogia, inseneriteadused ja matemaatika) muutuvad üha tähtsamateks tuleviku kõrgtehnoloogial põhinevate ametite jaoks. Seetõttu on õppetöö läbiviimiseks üha rohkem vaja uuenduslikke lähenemisviise.

Õpetajad peavad olema kursis ümbritseva maailma muutustega ja tänapäeva õpilaste vajadustega. On märgata, et praeguse aja õpilastel on tähelepanuvõime väiksem just seetõttu, et nad on sündinud tehnoloogia kiirel arenguperioodil. Nad on harjunud, et saavad vajaliku teabe kätte ühe klikiga telefonides, tahvlites ning arvutites. Seega traditsioonilised õpetamismeetodid õpikute järgi ei ole enam praegusel ajal tõhusad. Vastavalt õpimustritele ja õpilaste vajadustele oli käesoleva projekti eesmärk töötada välja interaktiivsed õppematerjalid, mis aitaksid õpilastel arendada endas probleemide lahendamise oskust, st võimet mõista probleeme, mis asuvad uudses ja õppekavavälises keskkonnas, leida asjakohast teavet, kasutada võimalikke alternatiive või lahendusteid, töötada välja lahendusstrateegiaid ning lahendada probleeme ja kommunikeerida lahendusi.

Projekti põhieesmärgiks kujunes õpilastes nn "STEM-oskuste" (Science, Technology, Engineering and Math) arendamine ning seetõttu oli see ka käesoleva projekti põhitähelepanu all. Nagu näitavad viimased PISA testid, peetakse neid oskusi õpilaste seas väga keerulisteks ja väheatraktiivseteks. Kõik projekti partnerkoolid on mõistnud vajadust parandada loodusteaduste, matemaatika ja tehnoloogia alase hariduse kvaliteeti ning seepärast on osalenud koostööprojektis, mille üheks eesmärgiks oli välja töötada ühine õppematerjal toetamaks õpilaste STEM-ainete õppetööd.

Üks olulisematest projekti prioriteetidest oli innovaatiliste praktikate kasutamine digitaalajastul, vastavalt projekti eesmärkidele. Selles strateegilises koostöös sai edendatud uuenduslikke õppemeetodeid, et suurendada õpilastes õpimotivatsiooni. Nutirakendus ja STEMi tööriistakomplekti materjalid pakuvad koolidele välja innovaatilisi võimalusi mitteformaalse õppimise jaoks. Need põhinevad reaalsetel elulistel probleemidel, toetavad IKT-põhist õpetamist, toetavad õpetajaid IKT kasutamisel õppetöös ning pakuvad esmajoones välja õppetööks nutitelefoni vabarakenduse.

Eelkõige oli projekt suunatud Erasmus+ peamisele ülesandele - õpilaste toetamine põhioskuste ja võtmepädevuste omandamisel ja arendamisel, edendades multidistsiplinaarset ja interdistsiplinaarset lähenemisviisi, kaasates erinevaid erialasid (füüsika, informaatika, matemaatika, loodusteadused, disain), edendades õppimist, mis põhineb tegelikel probleemidel, praktilisel õppimisel ja uuenduslikel lähenemisviisidel aktiivse õpetamise kontekstis, pöörates erilist tähelepanu kõrgtehnoloogilistele füüsilistele keskkondadele. Projektis edendati kriitilist mõtlemist, eelkõige probleemide lahendamise kaudu keskkonnaalases kontekstis.

Traditsioonilistes õppetöö tingimustes keskendutakse õpitulemuste puhul sellele, kui palju vastuseid õpilane teab. Projektis osalejate sooviks oli, et õpilased õpiksid, kuidas arendada oma õppetöös aktiivset hoiakut: uurides, toimetades, paindlikult mõeldes ja probleemide lahendamisest õppides. Intelligentse inimese oluline omadus ei ole mitte ainult teabe omamine, vaid ka oskus seda kasutada ning teadmine, kuidas seda kõige paremini teha.

Projektiga edendatakse lisaks ka õpetaja enda isiksuse arenemist, oskust toime tulla keerulise tänapäevase klassiruumi tegelikkusega ning ärgitatakse uute meetodite ja vahendite kasutuselevõttu, mis aitavad kaasa nii õpilaste kui ka õpetajate uute oskuste ja pädevuste omandamisele. Kavandatavad tegevused toetavad ka valdkonnaüleste oskustega toimetulekut, nagu digitaalsed oskused ja mitmekeelsus: mitte ainult kaasatud õpilastel, vaid ka kõigil isikutel, kes on otseselt seotud projekti ellu viimisega. Lisaks info- ja kommunikatsioonitehnoloogia kasutamisele ja integreerimisele õppetöösse aitab uuendusliku pedagoogilise lähenemise kasutamine õppijatel arendada oma valdkonnaüleseid oskusi.

Projekti tähtsaim eesmärk on kindlasti parandada STEM-hariduse kvaliteeti ning aidata õpilastel arendada ja rakendada oma kontseptuaalset arusaama loodusteadustest, tehnoloogiast, inseneriteadusest ja matemaatikast. On oluline, et igas vanuses õpilased tegeleksid kõrgema taseme mõtlemisega, et olla ühel hetkel valmis tegema otsuseid oma tulevase hariduse ja karjääri valikuks. Interaktiivset õppimist võimaldades võib rakendus tekitada õpilastes varakult huvi STEM-iga seotud elukutsete vastu.

1.2 STEM Labürindi projekti tulemused

Projekti aluseks sai võetud küsimus: Kui hästi on noored valmis lahendama probleeme, millega puututakse kokku pärast kooli lõppu, et täita oma tööalaseid ülesandeid, ühiskonnaalaseid ja edasise õppimisega seotud eesmärke? Osade eluliste probleemide lahendamisel peavad nad toetuma õppekavas omandatud teadmistele ja oskustele - näiteks matemaatikaga seotud probleemide märkamiseks ja lahendamiseks. Paljud tegeliku elu probleemid on aga väiksemal määral ilmselt seotud kooliteadmistega vaid ühes konkreetses õppeaines ja eeldavad sageli, et õpilased tuleks toime ka tundmatutes olukordades, mõeldes paindlikult ja loovalt.

Käesolev projekt hõlmab teist, üldisemat liiki probleemide lahendamist. Projektiga tutvustatakse uut ja uuenduslikku lähenemist, mida õpetajad saavad STEM-õppes järgida ja kasutada täiendava õppematerjalina. Välja sai töötatud uuenduslik STEM-labürindi meetod ja kujundatud mobiilirakendus, et luua õpilastele transformatiivne hariduskogemus. Reaalsete probleemstsenaariumide lahendamisel kasutatakse mobiilirakendust, mis annab õpilastele võimaluse arendada kõrgema taseme mõtlemist. Õpilased saavad reaalselt hakata õpitut tegeliku eluga seostama ja saavad inspiratsiooni, et viia oma õpingud klassiruumist välja. Mobiilsete seadmete kasutamisel on suur potentsiaal muuta õpilaste õppimist, muutes traditsioonilise klassiruumi interaktiivsemaks ja kaasahaaravamaks. STEM-õpe seisneb suures osas loominguliste lahenduste väljatöötamises reaalsete probleemide lahendamiseks. Kui õpilased õpivad autentse, probleemipõhise STEM-disaini kontekstis, näevad nad selgemini oma õppimise tegelikku mõju.

Kiirelt areneva tehnoloogia ajastu tuleb tuua klassiruumi ja rohkem õpetajaid peavad olema teadlikud õpimustritest, mida nende õpilased vajavad, et püüda nende tähelepanu köita ja panna nad omandama uusi oskusi ja pädevusi. Kriitilist mõtlemist ja loovust tuleb õpilastel õppida selleks, et nad oleksid valmis toime tulema ühiskonna erinevate väljakutsetega. STEM Labürindi projekt keskendubki uute tehnoloogiate õppimisele, õpetamisele ja kasutamisele ning digipädevuste kasutamisele. Tehnoloogia mängib olulist rolli selles, kuidas õppekavasid arendatakse ja rakendatakse. See kajastub paljudes riikides toimuvas suures liikumises STEM-õppekavade (teaduse, tehnoloogia, inseneriteaduse ja matemaatika) loomiseks, et valmistada õpilasi ette elukestvaks õppeks ja tuleviku nõudmisteks.

Projekti konkreetsed tulemused kui intellektuaalsed väljundid viitavad mitmete käegakatsutavate tulemuste väljatöötamisele, mida saavad kasutada STEM-õpetajad, õpetajakoolitajad, koolijuhid ja peamiselt õpilased. Need on järgmised:

1. STEM-haridust toetav tööriistakomplekt

See sisaldab olulisi materjale ja kommunikatsioonistrateegiaid, mis aitavad koolidel ja hariduspoliitika kujundajatel ületada takistusi ja saavutada kindel toetus STEM-hariduse algatustele. See tööriistakomplekt sisaldab mitmesuguseid tegevusi, alates STEM-hariduse poliitika ja STEM-õpetajate praktikate analüüsi läbiviimisest partnerriikides kuni strateegiate leidmiseni, mis toetavad vajaduste hindamist omaenda STEM-programmide väljatöötamisel. Samuti on seal kasutamiseks nõuandeid, kuidas valida õppevara, koostada ja kohandada interaktiivseid tunnikavasid - sealhulgas juba projektis osalejate poolt ettevalmistatud tunnikavasid. See tööriistakomplekt on tasuta kättesaadav kõigile: õpilastele, õpetajatele- tervele hariduskogukonnale. STEM-tegevused eeldavad, et mentorid kutsuvad klassid praktilistesse töötubadesse, et õpilased saaksid tutvuda erinevate konkreetsete kasutusvõimalustega teemades, millega nad tegelevad, selgitades neile väljavaateid tulevase ülikooli- ja tööalase karjääri valimiseks.

2. Mobiilirakendus STEM Labürint

Mobiilirakendus kujutab endast eluliste probleemide virtuaalset simulaatorit, milles palutakse õppijatel lahendada reaalseid elulisi probleeme ja selle kaudu omandada teadmisi probleemide lahendamisoskusest.

Paljud igapäevased olukorrad ja probleemid vajavad lahendamiseks mitte ainult loodusteaduslikke ja matemaatilisi alusteadmisi, vaid ka probleemide lahendamise oskust, kõrgtasemelisi mõtlemisstrateegiaid ja loovust. Sellepärast asetab STEM Labürindi rakendus õpilased reaalse olukorra keskmesse ja kutsub neid üles alustama probleemi lahendamist ning lõpuks jõudma lahenduseni. Erinevatel etappidel abi pakkudes tõstab rakendus õpilaste motivatsiooni ja arusaamist probleemist.

Õpilased saavad ülesande lahendamise käigus täiendavaid vihjeid piltide, animatsioonide, videote jms kujul, mis võimaldavad neil "labürindis" edasi liikuda ja sealt väljuda peale probleemi lahenduseni jõudmist.

Rakendus STEM Labürint koosneb reaalsetest elulistest probleemidest - igapäevastest olukordadest, mida saab lahendada matemaatika ja loodusteaduste alaste teadmiste ja oskuste baasil, kasutades tehnoloogia abi. STEM Labürindi meetod hõlmab vihjeid, peidetud valemeid, definitsioone ja jooniseid, kuid mitte vastuseid. Rakenduse eesmärk ei ole anda õpilastele ette vastuseid, vaid panna neid samal ajal nii mõtlema kui ka õppima. Selle keskmes on kõige tavalisemate matemaatiliste tehete ja seoste õppimine ning nende kasutamine igapäevaelus. Rakendus annab vihjeid ja võimalusi probleemide lahendamiseks ning samm-sammult lähenemist, mis köidab õpilaste tähelepanu ja innustab neid STEM-i vastu huvi tundma. Kui kasutaja on rakenduse alla laadinud, saab ta valida erinevate kategooriate vahel: keskkonnaprobleemid, tervis ja meditsiin, linna infrastruktuur, säästlik päikeseenergia, juurdepääs puhtale veele jne.

3. Juhendmaterjal STEM Labürindi rakendamise metoodika kohta

Mobiilirakenduse kasutamise juhend on mõeldud õpetajatele/pedagoogidele/STEMi administraatoritele, kes kasutavad seda konkreetset õpetamismeetodit oma klassiruumis õppekava või õppekavavälise tegevusena. Selles on esitatud mobiilirakenduse eesmärgid ja ülesanded, STEM-labürindi metoodika, mille abil jõutakse reaalsete probleemide lahendamiseni, tunnikavad ning mõned kasulikud lingid, vahendid ja selgitused erinevate IKT- ja OER-vahendite kasutamise kohta. Suunistes on välja töötatud kõik vajalikud põhielemendid probleemide lahendamise metoodika sõnastamiseks ning nende eesmärk on luua sild teooria ja praktika vahel. Selle peamine eesmärk on kirjeldada mobiilirakenduses kasutatavat STEM-labürindi metoodikat ja peamisi samme, mida tuleb teha, et koostada koolituskursusi ja tegevusi, mis on kooskõlas koolide õppeprotsesside ja STEM-hariduse nõuetega, lisaks veel seda, kuidas rakendada metoodikat koolide, kogukonna ja hariduspoliitika kujundajate vahelisi sidemeid arendavates tegevustes.

4. STEM labürindi meetodi koolituskursus

Koolituskursus on üles ehitatud 3-5 päevase koolitusena. See on suunatud õpetajatele, õpetajakoolitajatele ja koolijuhtidele.
Peamised õpiväljundid on järgmised:

- Metoodika mõistmine
- ÄPi toimimise mõistmine ja selle kasutamise juhised

- Õppimine, kuidas muuta sellised õppeained nagu matemaatika, keemia, füüsika ja bioloogia STEM labürindi meetodi abil õpilastele arusaadavamaks ja huvitavamaks ning kuidas motiveerida õpilasi probleeme lahendama ja loovalt mõtlema.
- Õppekavade (reaalsete probleemstsenaariumide) väljatöötamine kooliõpilastele.

STEM Labürindi projekti eesmärgid:

- anda noortele ja õpilastele võimalus olla probleemide lahendajad ja innovaatilised mõtlejad teaduse ja tehnoloogia abil
- võimaldada ja motiveerida õpilasi õppima STEM-teemasid interaktiivsetesse rakendustesse süvenedes
- rakendada uusi õpetamismeetodeid ja -materjale, mis soodustavad STEM-õpetust
- viia läbi järkjärguline õppekavaarendus
- pakkuda õpetajatele koolitust, et parandada materjalide õpetamist
- töötada välja kursuseplaane ja õpetajate koolituskursusi STEMi valdkonnas.

1.3 Juhendmaterjali eesmärk

Juhendi peamine eesmärk on pakkuda paremat ülevaadet STEM-labürindi metoodikast, mida kasutatakse mobiilirakenduses ning soovitada tegevusi, mis on kooskõlas koolide haridusprotsesside ja STEM-õppele esitatavate nõuetega. Lisaks käsitletakse seda, kuidas kasutada metoodikat koolide, kogukonna ja poliitikakujundajate vahelisi sidemeid arendavates tegevustes.

Selle metoodika uuenduslikuks elemendiks on selle seos eelnevate õppimisstrateegiatega ning selles rõhutatakse selle abil arendatavaid oskusi ja pädevusi.

Tulemusena tuuakse innovaatilise STEM-labürindi metoodika lähemale õpetajatele, STEM-õpetajatele ja asjaomastele institutsioonidele. Kõik see aitab igal õpetajal (mitte tingimata STEM-taustaga õpetajatel) kasutada mobiilirakendust parimal võimalikul viisil õpilaste ja enda hüvanguks.

Juhendmaterjal sisaldab alljärgnevaid soovitusi:

(1) kuidas STEM labürindi meetodit ja mobiilirakendust saab kasutada õppetöös.

(2) kuidas õpetaja saab STEM Labürindi meetodil ja muudel ressurssidel põhinevaid tunnikavasid koostada vastavalt oma ja õpilaste vajadustele.

(3) kuidas õpetaja saab motiveerida ja innustada õpilasi olema probleemilahendajad ja loovad mõtlejad.

(4) koolide direktoritele ja hariduspoliitikutele STEM-hariduse tegevuskavade kohandamiseks.

(5) riiklikele haridusasutustele selleks, et luua toetav riiklik tegevusraamistik kui eduka STEM-hariduse ümberkujundamise peamine alus.

1.4 Juhendmaterjali lühisisu

Käesolev juhendmaterjal on jaotatud erinevateks peatükkideks STEM-õpetajatele, kes on huvitatud innovaatiliste lähenemisviiside kasutamisest tehnoloogia abil õpetamisel.

Peatükid on järgmised:

1. Sissejuhatus
2. Tegevuskokkuvõte
3. STEM Labürindi Äpi metoodika
4. Kuidas kasutada STEM Labürint Äppi?

4.1. Milline on mobiilirakenduse sisu ja kuidas sellele ligi pääseda?

4.2. Kuidas saab STEM Labürindi meetodit ja mobiilirakendust kasutada õpetamis- ja õppimisprotsessis?

4.3. Ideed rakenduse sisu leidmiseks/ ärakasutamiseks/ kohandamiseks/ laiendamiseks vastavalt õpilaste ja õpetajate vajadustele teema käsitlemisel?

4.4. Kuidas õpetaja saab STEM labürindi meetodil ja muudel ressurssidel põhinevaid probleemstsenaariume luua vastavalt oma ja õpilaste vajadustele?

4.5. Õppekavade väljatöötamine konkreetsete teemade jaoks, kasutades ära mobiilirakendust?

4.6. Erinevate probleemikategooriate analüüs mobiilirakenduses, järgides "samm-sammult" mõnede näidete kirjeldust/lähenemist mobiilirakendusest.

5. Mobiilirakenduse katsetamine

5.1. STEM-labürindi probleemide hindamisvorm

5.2. Õpilastega tehtud piloottestimise hindamisvorm

5.3. Aruanne partnerkoolides korraldatud mobiilirakenduse katsetamise kohta

6.Õpilaste teadmiste ja oskuste hindamine probleemide lahendamise strateegiate ja mobiilirakenduse abil

7.Kuidas õpetaja saab motiveerida ja innustada õpilasi olema probleemilahendajad ja loovad mõtlejad?

8. STEM-õpetajate loovisiksuse arendamine STEM-koolides

9. Koolijuhid ja hariduskogukond STEM-hariduse tegevuskava kohandamise protsessis

10.Kuidas riiklikud hariduspoliikud saavad luua toetava tegevusraamistiku, mis on eduka STEM-hariduse ümberkujundamise peamiseks aluseks.

11. Koolide, kogukonna ja poliitikakujundajate vaheliste sidemete arendamine

2. Kokkuvõte

2.1 Kolmanda intellektuaalse tulemi/väljundi kokkuvõte

Tänapäeval õppimist läbiviivad õpetajad/juhendajad peavad olema teadlikud muutustest ja tänapäeva õpilaste vajadustest. On üldteada, et praeguste noorte põlvkond suhtub õppimisse teisiti ja puutub igapäevaselt kokku paljude tehnoloogiatega. Seda arvesse võttes töötati käesoleva projekti raames välja mobiilirakendus, mis toob õppimisprotsessi lähemale nende harjumustele teadmisi omandamisprotsessis ja peaks aitama õpilastel mõista teemat, mida nad peavad õppimise juures kõige keerulisemaks.

Käesolev käsiraamat on mõeldud põhi- ja keskkoolide õpetajatele ja STEM-j ringide juhendajatele, kes soovivad oma õpetamist elavdada. Loodud mobiilirakendust saab kasutada STEM-klassis või koolivälises tegevuses, sõltuvalt sellest, millises koolis seda rakendatakse, õpetajate eelistustest või õpilaste ajast ja tahtmisest. Juhendis selgitatakse üksikasjalikult, mida STEM-labürindi metoodika endast kujutab, mis on selle tuum, kuidas läheneda reaalsetele probleemidele valmis tunnikavade, kasulike linkide, ressursside ja selgituste kaudu. Käesolevas käsiraamatus on välja töötatud kõik vajalikud põhielemendid probleemide lahendamise metoodika sõnastamiseks ning nende eesmärk on hõlbustada õpetaja tööd

Käesolev käsiraamat on seotud mobiilirakendusega ning toob välja oskused ja pädevused, mida selle äpi kasutamisel tuleb õpetajatel ja õppijatel arendada. Nii tuuakse uuendusliku STEM-labürindi metoodika lähemale õpetajatele ja teistele asjaomastele isikutele ja organisatsioonidele.

2.2 Sihtgrupid ja eeldatav mõju

Sellest väljundist saavad kasu õpetajad, õpilased, STEM-õpetajad, STEM-ühendused, koolid, kõrghariduse kogukond, riigi haridusametid ja haridusasutused ning poliitikakujundajad, kes saavad kasutada seda materjali iseseisvalt, täiendades olemasolevaid haridusprogramme kvaliteetsete STEM-õppega kõigile õpilastele ja edendades nii riigi kui ka selle piirkondade hariduslikku ja majanduslikku tervist.

Sellest juhendmaterjalist saavad otsest kasu õpetajad, kes kasutavad seda, et aidata oma õpilastel eesmärke saavutada arendades samaegselt neis kriitilist mõtlemist ja tuues oma tundidesse uuenenud õppimise õhkkonda. Selle käsiraamatu abil on neil võimalus areneda professionaalselt ja rakendada uuenduslikke tavasid hariduses, stimuleerida õpilastes huvi probleemide lahendamiseks kasutades selleks ära reaalsed elulised sündmused; arendada enesejuhtimise oskusi ja õpetada õpilasi usaldama ennast, näitama üles algatusvõimet, paindlikkust ja vaimset võimekust, valmisolekut muutusteks; tõsta õpilaste ja personali teadlikkust STEM-haridusest. Õpilased saavad kasu praktilistest, reaalsetest õppetundidest, samuti kokkupuutest STEM-iga seotud ametitega. Koolid saavad toetust õppekava uuendamiseks, valdkondadevaheliseks meeskonnatööks ja kogukonna kaasamiseks.

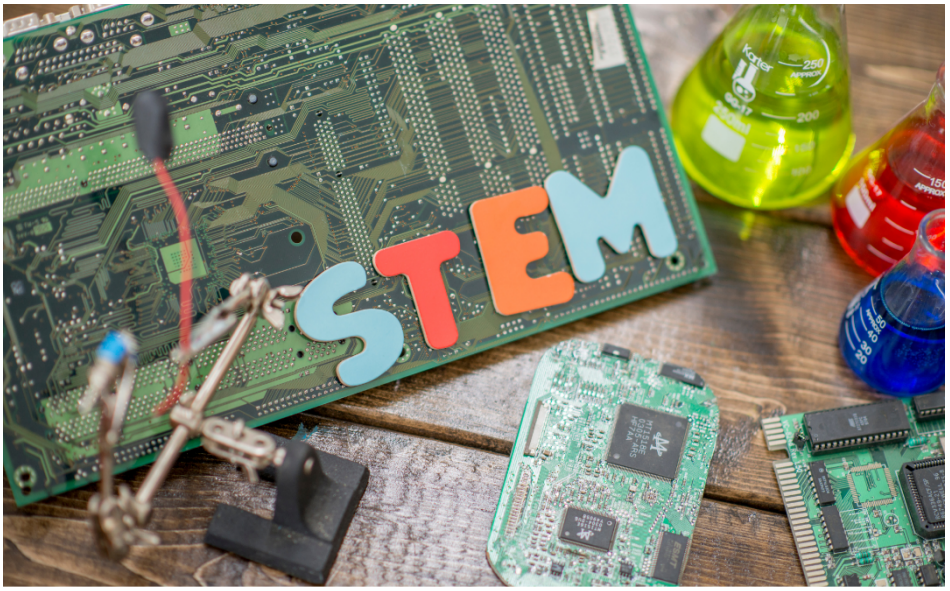
Eelnevale lisaks võib loota, et ka kogukonnad saavad kasu peamiste huvigruppide vahel loodud partnerlussuhetest. Ehk kõige olulisem tagajärg oleks, kui õpilased töötavad reaalsete probleemide

kallal, on see, et nad hakkavad arendama empaatiat, tunnet, et on midagi, millele tasub pühenduda väljaspool neid endid. Ühiskonnas on vaja kasvatada teadlikku ja eetilist tööjõudu, et lahendada esilekerkivaid probleeme.

2.3 Juhendmaterjali ja probleemülesannete loojad

Selle intellektuaalse väljundi eest vastutas ühing AMETA, kelle peamine ülesanne oli koordineerida tegevust, luua side ja delegeerida ülesandeid teistele kaasatud organisatsioonidele. Samuti koostasid nad hindamisvormid, et määrata kindlaks, mil määral väljund on realiseerunud, ja teha kindlaks puudused, et saaks teha parandusi. Käesoleva juhendi koostasid suurel määral õpetajad/teadlased, kes aitasid kaasa STEM Labürindi rakenduse sisu või probleemülesannete loomisel.

Kõik partnerid olid kaasatud juhendmaterjali materjalide väljatöötamisse. Konkreetsed ülesanded delegeeriti vastavalt partnerite pädevusele. Learnmera vastutas kujundamise eest, koolivälised partnerid vastutasid metoodika ja õppekava väljatöötamise eest ning toetava riikliku poliitikaraamistiku loomise eest, mis on eduka STEM-hariduse ümberkujundamise peamine alus. Partnerkoolid esitasid materjalid selle kohta, kuidas STEM-labürindi meetodit ja mobiilirakendust saab kasutada õppeprotsessis ning kuidas õpetaja saab luua oma tunde - STEM-labürindi meetodil põhinevaid tunnikavu ja muid ressursse vastavalt oma vajadustele ja õpilaste vajadustele, kirjeldades "samm-sammult" mõned näited mobiilirakendusest.



2.4 Probleemülesannete kirjeldused

ANNEX 1 *Doukas School* List of Problems

#	Level	Subjects, Sub-subjects, Ages, Level of Difficulty	Title	No of quest.
D01	easy	Information Technology#Algorithms#Programming#14-15	Let's discover algorithms and programming languages	12
D02	easy	Math#Geometry#Algebra#Environment#Algorithms#14-15#16-17	From Brussels Airport to Brussels Square and vice versa	14
D03	medium	Math#Geometry#Algebra#Environment#Algorithms#14-15#16-17	Traveling to five European cities	7
D04	medium	Math#InformationTechnology#Geometry#Algebra#Environment#14-15#16-17	The A4 paper in our everyday life	11
D05	medium	Math#Geometry#Algebra#Environment#Algorithms#14-15#16-17	Circles and hexagons on digital and real surfaces	14
D06	medium	Math#Geometry#Algebra#Environment#Algorithms#14-15#16-17	Distribution of spectators in a concert hall following safe social distancing rule	11
D07	medium	Physics#Motion#Newtonlaws#Mechanics#16-17#18+	The motion of a cyclist	9
D08	easy	Physics#Motion#Newtonlaws#Astronomy#16-17	The scale of the astronaut	9
D09	medium	Physics#Motion#Newtonlaws#Astronomy#16-17	The fall of the parachutist's	7
D10	easy	Physics#Motion#Algebra#Environment#14-15	Cheetahs - sprinters vs Antelopes - runners	7
D11	medium	Science#Math#Geometry#Algebra#Environment#14-15	Eratosthenes' method for the Earth's circumference	8
D12	easy	Science# Math#Geometry#Algebra#Environment#Astronomy#14-15	From the ancient "rope around the Earth" to the modern "orbit of the ISS"!	8
D13	medium	Science#Physics#Math#Geometry#Environment#Astronomy#14-15#16-17	Can we determine the 12 main planetary data for the Earth?	12
D14	easy	Information Technology#Algorithms#Programming#Motion#14-15	Exploring the code of a robot game	10
D15	easy	Math#Algebra#Proportions#Probability#Sustainability#14-15#16-17	The mean, the median and the mode of the salaries of two companies	10
D16	medium	Physics#Motion#Newtonlaws#Astronomy#16-17	Newton's cannonball	10
D17	medium	Physics#Motion#Newtonlaws#Astronomy#16-17#18+	The Tesla Roadster and its space passengers	8
D18	easy	Science#Physics#Geometry#Motion#Astronomy#14-15#16-17	How does the light travel? What are its properties?	9
D19	easy	Math#Geometry#Algebra#Trigonometry#14-15#16-17	Which shape has the largest area?	9
D20	medium	Science#Biology#Environment#Genetics#14-15#16-17#18+	What are some key facts about the human evolution?	8

ANNEX 2 *Agios Georgios Lyceum* List of Problems

#	Level	Subjects, Sub-subjects, Ages, Level of Difficulty	Title	No of quest.
G01	Hard	Math#NewtonLaws#Functions#16-17	The Determination of the Time of Murder	6
G02	Medium	Math#Geometry#14-15	How to Measure the Height of a Tree	7
G03	Easy	Math#Trigonometry#14-15	The Stage Lighting on the Actor's Face	6
G04	Hard	Math#Algebra#16-17	Using logarithms to measure the Richter scale	7
G05	Medium	Math#Algebra#16-17	Arithmetic Sequence to Figure out how to Build a Retaining wall	5
G06	Easy	Physics#Motion#14-15	Rate of Travel	6
G07	Medium	Physics#Newton laws#16-17	Weight In An Elevator	5
G08	Easy	Math#Algebra#16-17	Geometric Sequence in calculating virus cases of COVID-19	5
G09	Hard	Math#Geometry#Functions#16-17	Bridge design	7
G10	Hard	Physics#Newton laws#16-17	The gravity of a planet	7
G11	Hard	Physics#Motion#Newton laws#18+	Riding the Ferris Wheel	7
G12	Easy	Math#Proportions#14-15	Medical Math	6
G13	Easy	Math#Trigonometry#14-15	The Cruises	5
G14	Medium	Math#Algebra#14-15	Flower garden	7
G15	Medium	Physics#Mechanics#14-15	The physics of volleyball	5
G16	Medium	Math#Geometry#14-15	Oil Film Experiment	6
G17	Medium	Physics#Motion#16-17	Motion of a Motorboat	5
G18	Medium	Math#Geometry#16-17	Nuclear cooling tower	5
G19	Hard	Math#Geometry#16-17	Whispering Galleries	7
G20	Easy	Math#Functions#14-15	Sound Intensity	6

ANNEX 3 *Martna Pohikool* List of Problems

#	Level	Subjects, Sub-subjects, Ages, Level of Difficulty	Title	No of quest.
M01	easy	Physics#Motion#14-15	Knocking on radiators	5
M02	medium	Physics#Math#Mechanics#14-15	Swimming in the sea	5
M03	easy	Physics#Astronomy#14-15	Which are light sources	7
M04	medium	Physics#Math#Mechanics#14-15	Electric bike versus car	6
M05	medium	Physics#Geometry#14-15	Choosing glasses	7
M06	medium	Math#Geometry#14-15	Choosing suitcases	11
M07	hard	Math#Functions#16-17	Arch Bridge in Tartu	12
M08	medium	Math#Physics#Mechanics#14-15	The lawnmower	10
M09	easy	Math#Geometry#14-15	Ventilation pipe	6
M10	easy	Math#Physics#Mechanics#14-15	Driving along the river Danube	8
M11	medium	Chemistry#Organic compounds#16-17	Mercury in our food	8
M12	medium	Biology#Genetics#16-17	Adopted child	8
M13	medium	Chemistry#pH#16-17	Is it acidic, alkaline or neutral?	12
M14	easy	Science#Functions#14-15	Friend from another time zone	10
M15	hard	Biology#Organic compounds#18+	The secrets of enzymatic browning	8
M16	easy	Biology#Viruses#16-17	Biology of viruses: are viruses alive or dead?	14
M17	medium	Chemistry#Organic compounds#16-17	Iron in our body	12
M18	medium	Chemistry#Organic compounds#16-17	Science behind ice cream	12
M19	hard	Chemistry#Organic compounds#16-17	The secrets of caffeine	11
M20	medium	Science#Climate change#14-15	Arctic and Antarctic - Comparisons & Similarities	11

ANNEX 4 *AMETA* List of problems

#	Level	Subjects, Sub-subjects, Ages, Level of Difficulty	Title	No of quest.
A01	easy	Math#Algebra#14-15	Changing the salinity of seawater	8
A02	medium	Math#Algebra#14-15	The execution of a large research project	9
A03	hard	Math#Algebra#Functions#16-17	The window in the loft	11
A04	medium	Science#Climate change#Global warming#16-17	Red Alert: Climate Melt Down	9
A05	medium	Science#Environment#16-17	Rust Never Sleeps	10
A06	easy	Science#Renewable energy#18+	NET-ZERO BUSES	7
A07	easy	Math#Algebra#14-15	Sample Calculations for Dietary Analysis	14
A08	medium	Math#Geometry#Renewable energy#16-17	SOLAR PANELLING A HOUSE	10
A09	medium	Math#Trigonometry#16-17	Trigonometry in action	8
A10	hard	Math#Geometry#16-17	The Geometry That Honey Bees Are Using	12
A11	medium	Science#Renewable energy#16-17	Renewable energy	12
A12	easy	Math#Algebra#14-15	Saving for a new car	9
A13	medium	Math#Algebra#16-17	Personal finance plan	7
A14	easy	Physics#Motion#16-17	Calculate the distance	9
A15	hard	Physics#Kinetics#18+	Where should you trim the weight?	10
A16	medium	Physics#Kinetics#16-17	Wind power	13
A17	easy	Math#Environment#14-15	Cutting energy bills with energy efficiency	10
A18	medium	Math#Functions#16-17	Minimizing material usage	8
A19	easy	Math#Probability#18+	Find the probability	10
A20	medium	Biology#Bacterial transformation#16-17	Bacterial Transformation	7

ANNEX 5 *Enjoy Italy* List of problems

#	Level	Subjects, Sub-subjects, Ages, Level of Difficulty	Title	No of quest.
E01	medium	Science#Environment#Climate change#16-17	Sustainable Development Goal 13: Gas emissions	6
E02	easy	Science#Environment#14-15	How are icebergs formed? What is their dynamic?	7
E03	easy	Phyisics#Mechanics#Motion#14-15	Car acceleration from a standstill	4
E04	medium	Physics#Mechanics#Motion#Newton laws#16-17	Ball up	6
E05	medium	Physics#Mechanics#Newton laws#16-17	Bungee Jumping	5
E06	easy	Math#Geometry#14-15	Volume of a solid formed by cube and cylinder1	10
E07	easy	Physics#Motion#Newton laws#16-17	Francesco Totti “spoon” penalty	5
E08	easy	Physics#Environment#16-17	A skier on a frozen lake	7
E09	medium	Physics#Mechanics#Motion#Kinetics#Newton laws#16-17	Car collision	6
E10	easy	Math#Algebra#Probability#14-15	Probability with sets	6
E11	easy	Math#Geometry#14-15	Distance of the Horizon	7
E12	easy	Physics#Astronomy#Newton laws#16-17	The Hubble Space Telescope	11
E13	easy	Chemistry#Oxidation#16-17	Wine turning into vinegar	5
E14	easy	Physics#Motion#14-15	Hang time of a basketball player when jumping	12
E15	easy	Math#Probability#16-17	Probability to select a specific card from a deck of cards and of being dealt a royal flush in poker	7

ANNEX 6 *ATLME* List of problems

#	Level	Subjects, Sub-subjects, Ages, Level of Difficulty	Title	No of quest.
AT1	easy	Information Technology#Passwords#14-15	How to make a good password?	11
AT2	medium	Math#Algebra#Functions#16-17	Packaging optimization	7
AT3	easy	Chemistry#Atom#14-15	Constitution and mass of atom	7
AT4	medium	Physics#Newton laws#16-17	Effect of forces on speed	7
AT5	medium	Math#Algebra#Functions#16-17	Pavilion construction	6
AT6	easy	Physics#Sustainability#16-17	How electricity works	10
AT7	medium	Biology#Reproduction#Genetics#18+	Infertility	13
AT8	medium	Science#Climate change#16-17	Chemical transformations	8
AT9	easy	Information Technology#Programming#HTML#14-15	Do know HTML?	13
AT10	medium	Math#Geometry#14-15	Bom Jesus elevator	8
AT11	medium	Math#Algebra#Functions#16-17	Production and Cost Optimization	6
AT12	easy	Chemistry#Organic compounds#16-17	Training and identification of organic compounds in daily life	7
AT13	hard	Physics#Astronomy#Newton laws#16-17	How the force of gravity works on Earth and other planets.	8

3.STEM Labyrinth äpi metoodika

3.1 Mis on rakenduse eesmärk? Millised on mobiilirakenduse põhieesmärgid?

STEM-õpe on suures osas loominguliste lahenduste välja mõtlemine reaalsete probleemide jaoks. Kui õpilased õpivad autentse, probleemipõhise STEM disaini kontekstis, näevad nad selgemini oma õppimise tegelikku tagajärge. Selline autentsus suurendab õpilaste kaasatust, viies nad "Millal mul seda tarvis on?" virisemisest tõelise seoseni oskuste ja rakenduste vahel. Nii töötatigi välja mobiilirakendus, mis kujutab endast reaalse elu probleemide virtuaalset simulaatorit, milles palutakse õppijatel lahendada reaalne probleem ja seda tehes omandada teadmisi.

Paljud igapäevased olukorrad ja probleemid nõuavad probleemide lahendamise oskusi, kõrgetasemelisi mõtlemisstrateegiaid ja loovust. Seega asetab STEM Labürindi rakendus õppijad reaalsesse olukorda ning julgustab neid probleeme lahendama ja jõudma lahenduseni. Mitmes etapis abi andmisega annab rakendus võimaluse suurendada õpilaste motivatsiooni ja arusaamist probleemist. Erinevatel etappidel saavad õpilased täiendavaid vihjeid piltide, linkide, valemite, animatsioonide, videote jne kujul, mis võimaldavad neil "Labürindis" edasi liikuda ja sealt lahendatud probleemiga välja tulla. Rakendus STEM Labürint koosneb reaalsetest probleemidest - igapäevastest olukordadest, mida saab lahendada asjakohaste matemaatika ja loodusteaduste alaste teadmiste ja oskuste abil, kasutades tehnoloogiat. Meetod STEM Labürint hõlmab vihjeid, peidetud valemeid, definitsioone ja jooniseid, kuid mitte vastuseid. Rakenduse eesmärk ei ole anda neile vastuseid, vaid panna neid samal ajal mõtlema ja õppima. See kõik on seotud probleemide lahendamise, otsuste tegemise ja põhjusliku seose mõistmisega. Äpp võimaldab praktilist, interaktiivset õppimist, soodustab teaduslikku mõtlemist, asetades õpilased olukorda, kus nad peavad kujundama, katsetama ja revideerima strateegiaid - täpsemalt strateegiaid, mida nad arendavad mängureeglite õppimiseks ja omandamiseks.

3.2 Millised on sihtrühmad ja nende vajadused

STEM Labürindi mobiilirakendusel on eeldatavasti mõju laiale sihtrühmale, eriti noortele, kes peavad arendama 21. sajandi oskusi, nagu digitaalsed oskused, kriitiline mõtlemine, probleemide lahendamine, uuenduslik ja analüütiline mõtlemine, et teha karjääri ja orienteeruda kiiresti arenevas maailmas. Mobiilirakenduse kasutamisest saaksid kasu mitte ainult õpetajad ja õpilased, vaid ka koolilõpetajad, üliõpilased ja kõik huvitatud isikud mis tahes haridusvaldkonnas. See soodustab uudishimu ja enesekindlust, ühendab klassis saadud kogemused reaalsete mõistetega ning valmistab tänaseid õpilasi ette tuleviku elukutseteks. Samuti aitab mobiilirakendus õpilastel arendada ja rakendada kontseptuaalset arusaamist loodusteadusest, tehnoloogiast, inseneriteadusest ja matemaatikast, lahendades reaalseid probleeme ja kavandades lahendusi uudsetele probleemidele.

3.3 Kuidas läheneda probleemi disainile

STEM Labürindi rakendus loob õpilastele transformatiivse hariduskogemuse, muutes traditsioonilise klassiruumi interaktiivsemaks, kaasahaaravamaks ja motiveerivamaks. Labürindisse paigutatud õpilased, kes järgivad antud vihjeid ja esitatud küsimusi, arendavad ja demonstreerivad teadmisi, oskusi, loovust, mõtlemisstrateegiaid ja konstruktiivsust. STEM Labürindi rakendus koosneb reaalsetest probleemidest, mis järgivad partnerite poolt määratletud ja välja töötatud malli vastavalt rakenduse nõuetele.

STEM-probleemid on liigitatud raskusastmetesse (lihtne, keskmine ja raske).

STEM Labürindi probleemide kriteeriumid:

- ✔ Käsitleb tegelikku probleemi
- ✔ Aitab õpilastel rakendada matemaatikat ja loodusteadusi autentse, projektipõhise või praktilise õppimise kaudu.
- ✔ Hõlmab tehnoloogia kasutamist (või loomist).
- ✔ Kaasab õpilasi insener-tehnilise projekteerimise protsessi.
- ✔ Kaasab õpilasi töötama koostööl põhinevates meeskondades
- ✔ Tugevdab asjakohaseid matemaatika ja loodusteaduste standardeid
- ✔ Võimaldab arendada õpilaste digioskusi, probleemide lahendamise oskusi, kriitilist ja analüütilist mõtlemist ning innovaatilisi strateegiaid.

4.Kuidas STEM Labyrinth Äppi kasutada?

4.1 Äpi sisu ja kuidas seda kasutada

STEM LABYRINTH

APP
USER GUIDE

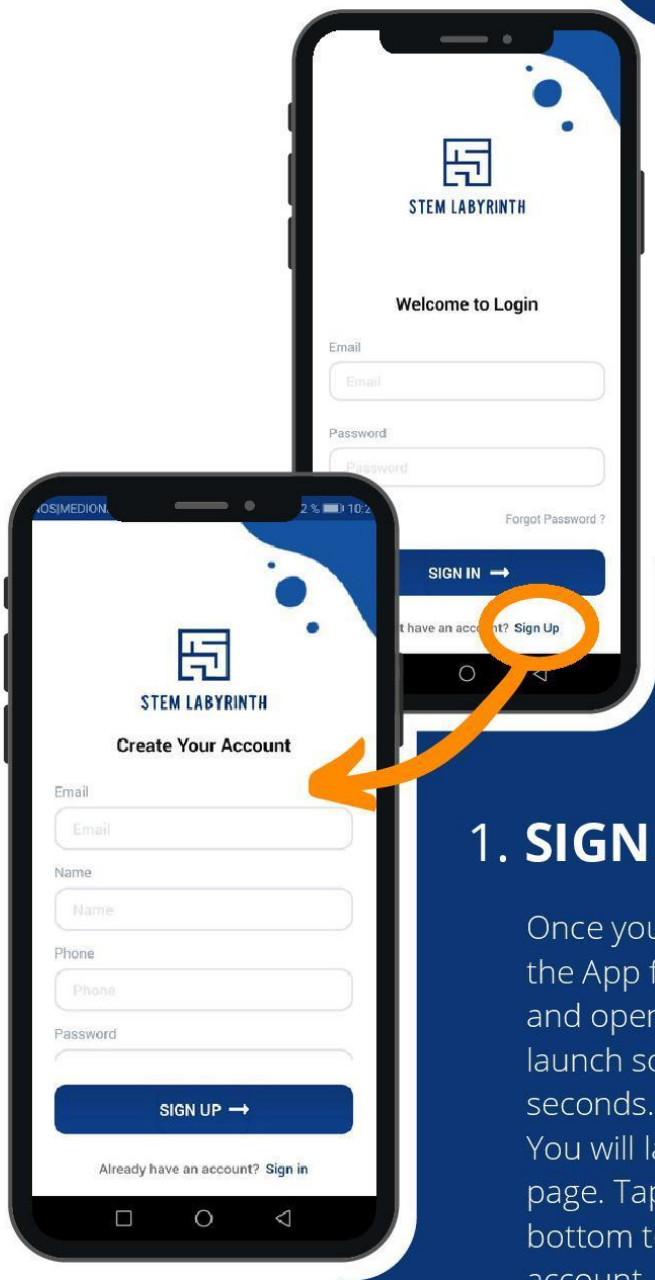
Welcome to the User Guide of the 'StemLabyrinth' App!

This App is a virtual simulator of real-life problems helping Students to gain knowledge through problem solving.
It will challenge them with the goal of them gaining problem solving skills for their future lives.
Through providing clues at certain stages, as well as a step-to-step approach, the app intends to increase motivation and the students' understanding of the problem.

Co-funded by the Erasmus+ Programme of the European Union

STEM LABYRINTH

APP
USER GUIDE



1. **SIGN UP** & LOG IN

Once you have downloaded the App from your App Store and opened it, you will see the launch screen for a couple of seconds.
You will land on the Login page. Tap on 'Sign up' on the bottom to create your own account.

Co-funded by the Erasmus+ Programme of the European Union

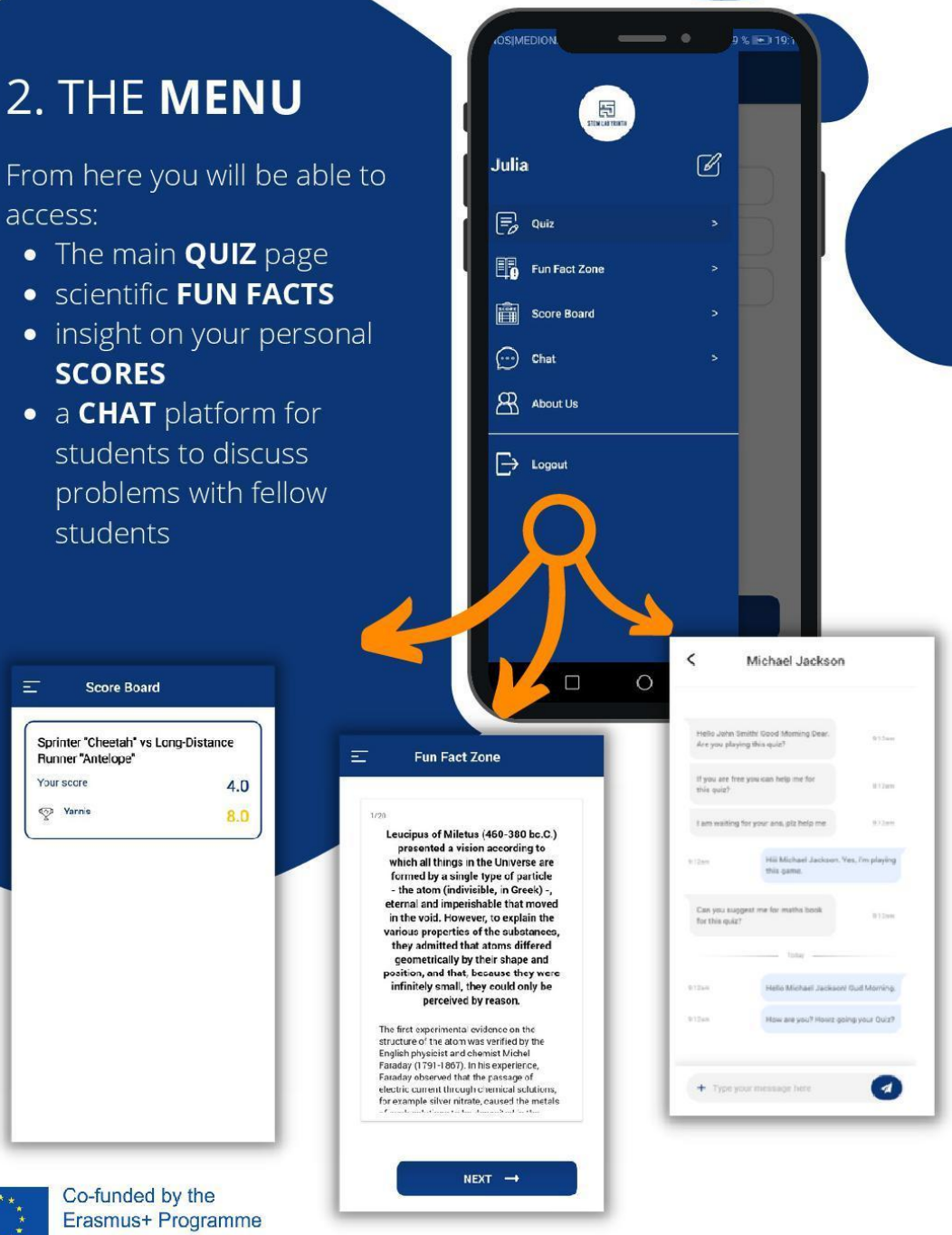
STEM LABYRINTH

APP USER GUIDE

2. THE **MENU**

From here you will be able to access:

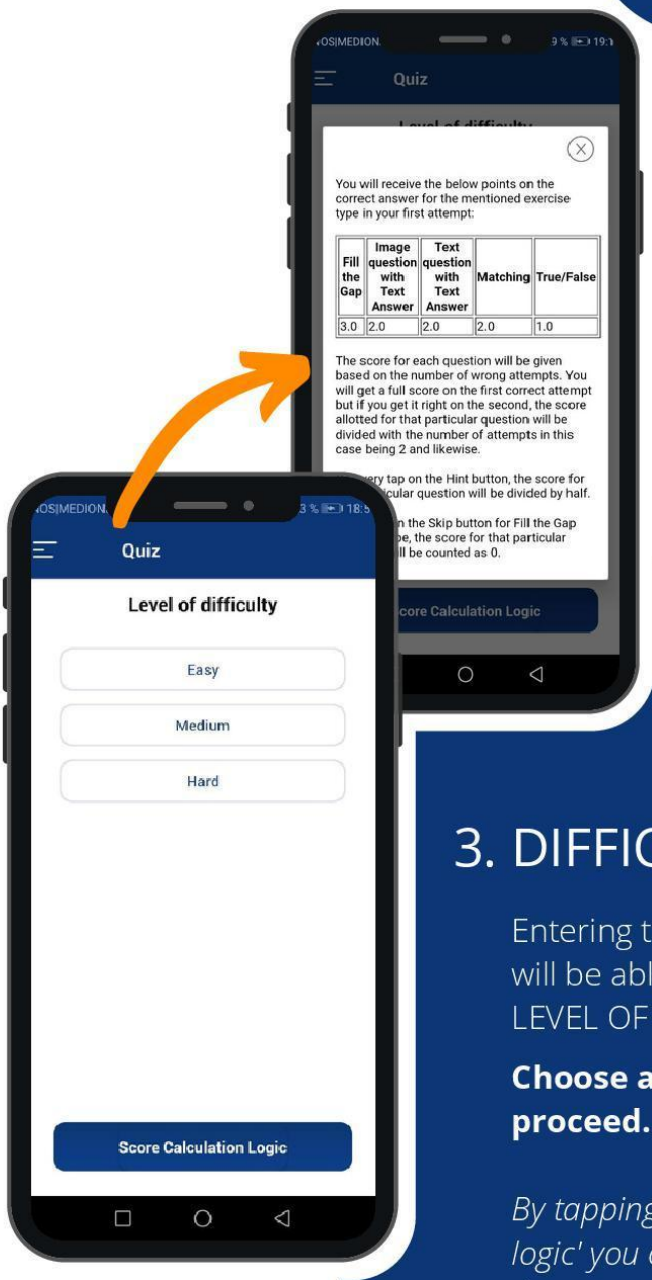
- The main **QUIZ** page
- scientific **FUN FACTS**
- insight on your personal **SCORES**
- a **CHAT** platform for students to discuss problems with fellow students



Co-funded by the Erasmus+ Programme of the European Union

STEM LABYRINTH

APP
USER GUIDE



3. DIFFICULTY LEVELS

Entering the Quiz Mode, you will be able to choose your LEVEL OF DIFFICULTY.

Choose and press NEXT to proceed.

By tapping 'score calculation logic' you can get insight on how the scoring algorythm is set up.

Co-funded by the Erasmus+ Programme of the European Union

STEM LABYRINTH

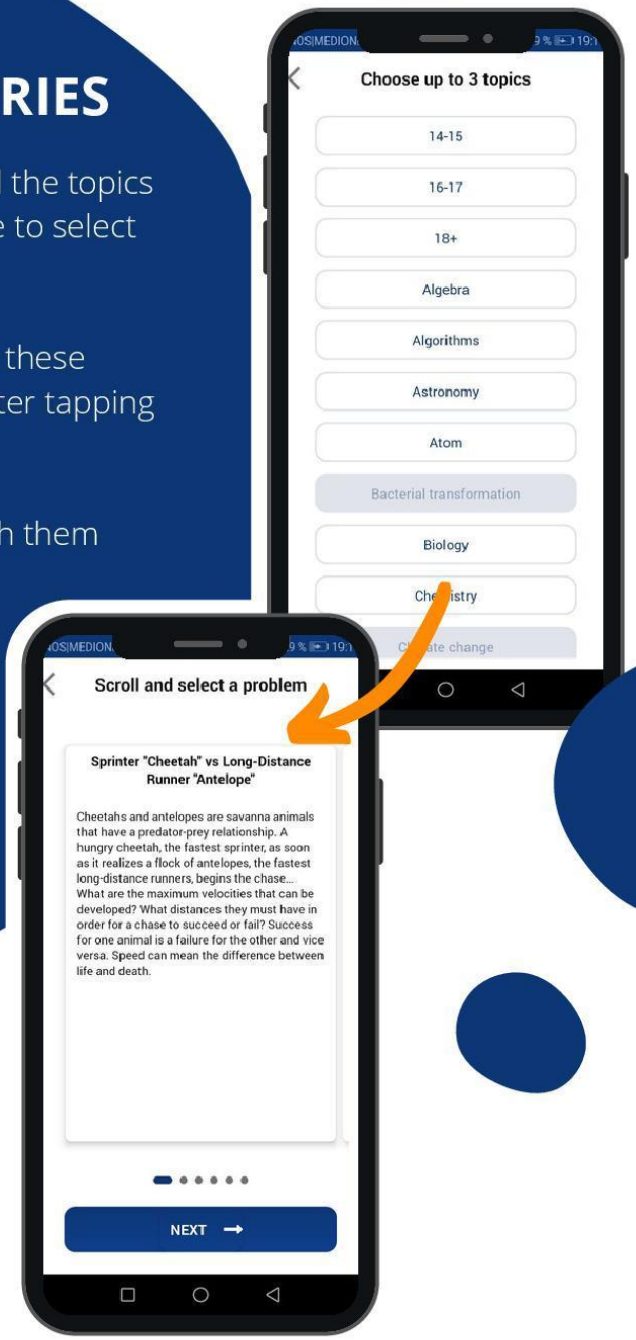
APP USER GUIDE

4. THE **CATEGORIES**

You will see a list of all the topics available. You are able to select up to 3 topics.

The quizzes matching these keywords will show after tapping NEXT.

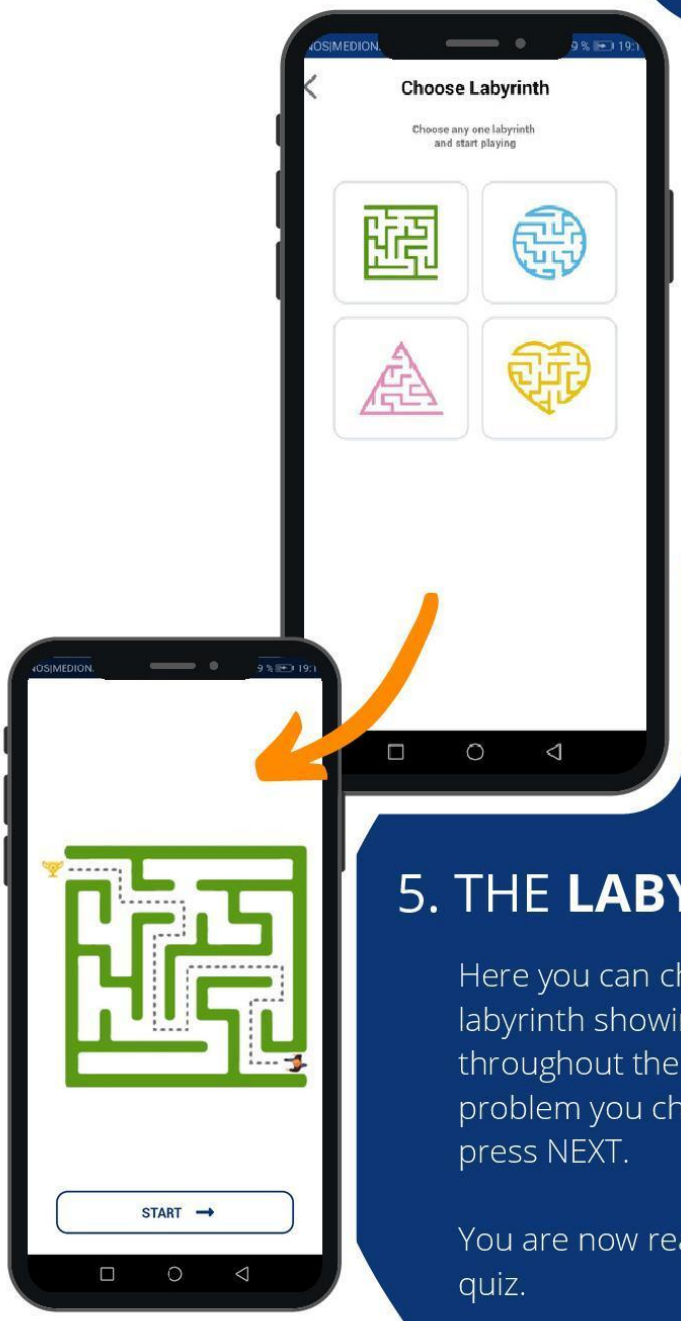
You can swipe through them and read a short introduction to each of its topics. Select the quiz you want to take and press NEXT.



Co-funded by the Erasmus+ Programme of the European Union

STEM LABYRINTH

APP
USER GUIDE



5. THE **LABYRINTH**

Here you can choose the layout of the labyrinth showing your progress throughout the process of solving the problem you chose. To continue press NEXT.

You are now ready to START your quiz.

Co-funded by the Erasmus+ Programme of the European Union

STEM LABYRINTH

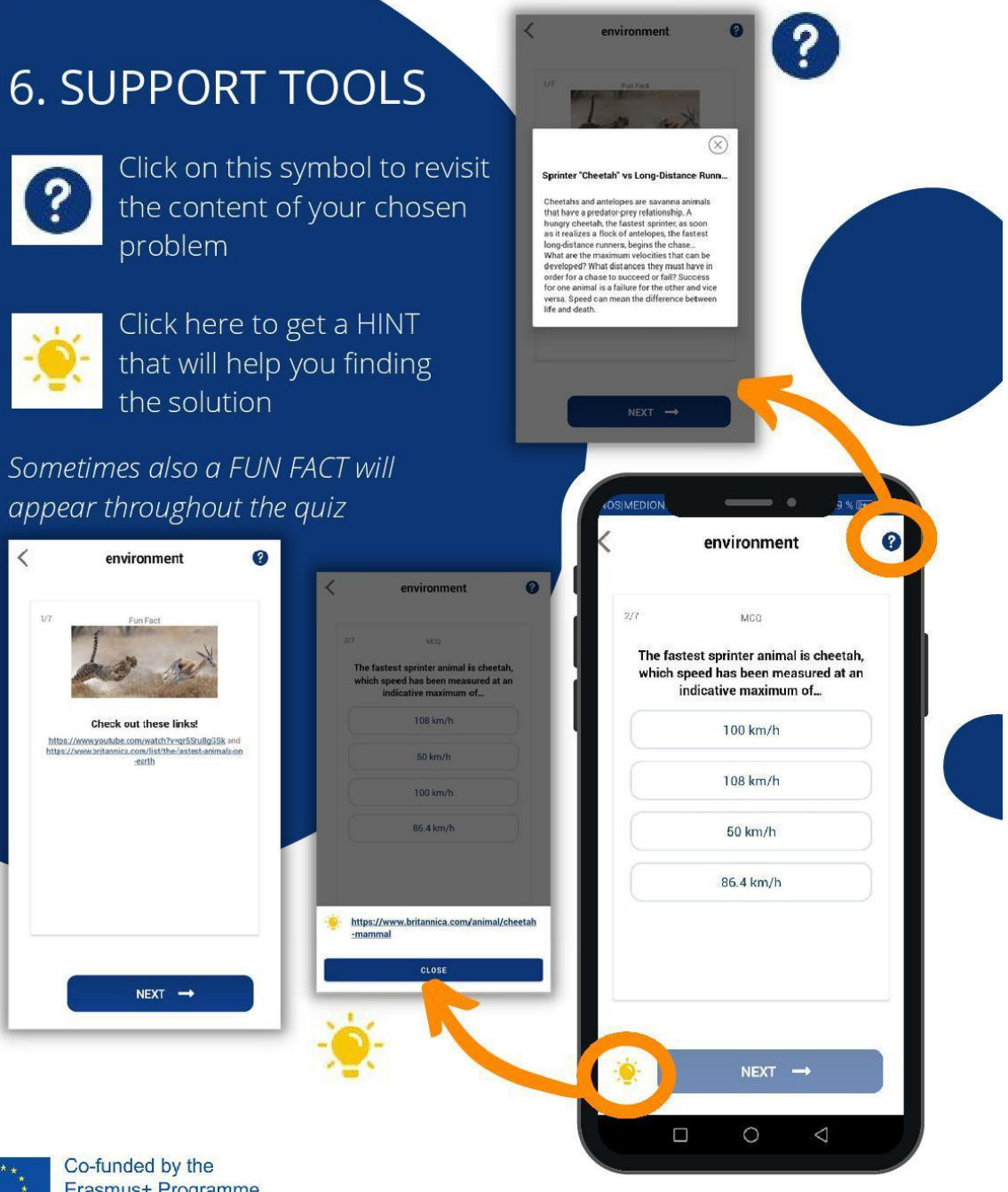
APP
USER GUIDE

6. SUPPORT TOOLS

Click on this symbol to revisit the content of your chosen problem

Click here to get a HINT that will help you finding the solution

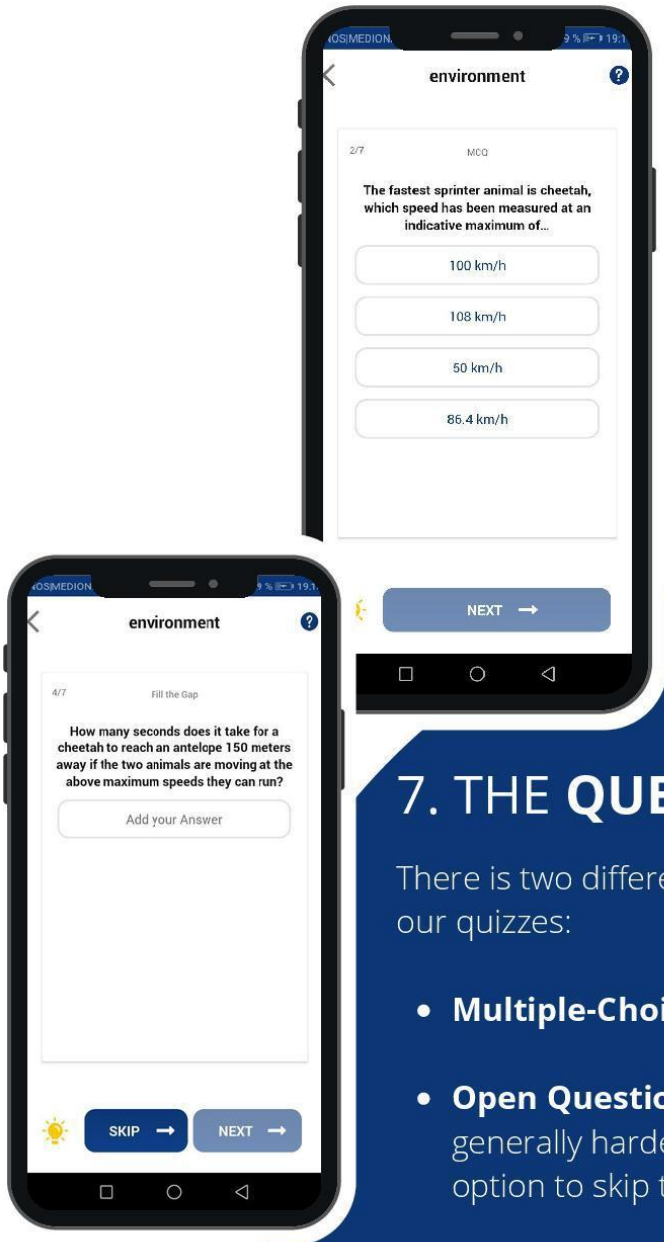
Sometimes also a FUN FACT will appear throughout the quiz



Co-funded by the Erasmus+ Programme of the European Union

STEM LABYRINTH

APP
USER GUIDE



7. THE **QUESTIONS**

There is two different types of questions in our quizzes:

- **Multiple-Choice-Questions**
- **Open Questions** - as these are generally harder to answer, there is the option to skip them.

TIP: *Have a notebook at hand to keep track of your solutions, as sometimes you need them for further questions.*

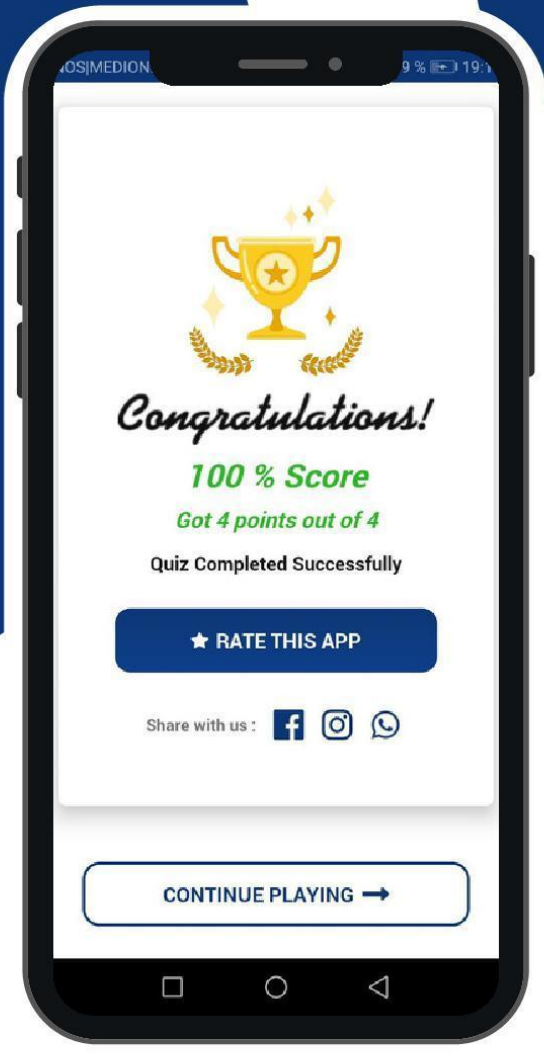
Co-funded by the Erasmus+ Programme of the European Union

STEM LABYRINTH

APP
USER GUIDE

8. FINAL STEPS

Once you have finished the quiz, you can view your score and students will also be able to share it with former students via social media.



Co-funded by the Erasmus+ Programme of the European Union

STEM LABYRINTH

APP
USER GUIDE

HAPPY **LEARNING!**

more info about the project:

@STEMlabyrinth

https://stemlabyrinth.com/

The project is financed by Erasmus+ KA2:
2020-1-PT01-KA201-078645

Co-funded by the
Erasmus+ Programme
of the European Union

4.2. Kuidas kasutada STEM Labürindi meetodit ja selle mobiilirakendust õpetamis- ja õpiprotsessis?

Kaasaegset infoühiskonda iseloomustab pidev ja tohutu informatsiooni hulk, milles orienteerumine muutub järjest keerulisemaks. Informatsiooniküllus toob aga kaasa teadmiste fragmentariseerumise. Seetõttu muutub oluliseks tervikliku teadmiskäsituse loomine. Teadmiste lõiming on tähtis küsimus nii teadmiste spetsialiseerumise ja plahvatusliku kasvu kui ka kiiresti areneva tehnoloogia sotsiaalse mõju seisukohast (Taba, 1962:189). Spetsialiseeritud teaduslikud teadmised, mis lõpevad ametis, aines või distsipliinides, on hariduse seisukohalt indiviidi orienteerumiseks maailma keerukuses ebapiisavad (Gustavsson, 2000:80). Tänapäeval ei piisa enam teatud asjade lihtsast ära õppimisest, vaid üha enam muutub vajalikuks oskus näha arenguid ja nende alternatiive, oskus tajuda ja lahendada probleeme, oskus teha valikuid ja langetada otsuseid.

20. sajandi ühe progressivismi rajaja J. Dewey arvates seisneb tõeline õppimine eluprobleemide lahendamise oskuses (Krull, 2001:379). Teadmiste otstarve on näidata teed praktilisele tegevusele. Teadmiste ja hariduse eelduseks peetakse inimese aktiivsust või teisiti öeldes – teadmised on oma olemuselt aktiivsed (Gustavsson, 2000:18). J. Dewey jaoks oli õppimine kollektiivne protsess, sest kogu inimlik kogemus on sotsiaalne, eeldades suhtlemist ja arutelu (Hytönen, 1999:19). Õpilane on õppeprotsessis aktiivne osaleja, kes võtab võimetekohaselt osa oma õppimise eesmärgistamisest, õpib iseseisvalt ja koos kaaslastega, õpib oma kaaslasi ja ennast hindama ning oma õppimist analüüsima ja juhtima. Õpet kavandades ja ellu viies kasutatakse muuhulgas teadmisi ja oskusi reaalses olukorras, tehakse uurimistööd ja seostatakse erinevates valdkondades õpitavat koolivälise eluga, luuakse võimalusi õppimiseks ja toimetulemiseks erinevates sotsiaalsetes suhetes, kasutatakse aktiivõppemeetodeid.

Noorte õppijate tähelepanu võitmine traditsiooniliste õppemeetoditega on praegusel ajal üha keerulisem. Sotsiaalmeedia ja mängud oma vaheldusrikka sisu ning kiire tagasiside tõttu on palju kaasahaaravamad kui traditsiooniline õppimine.

Ühena võimalustest, kuidas õppijaid tänapäeval aktiivsemalt kaasa haarata, võib kasutada mängupõhist õppemeetodit. Sellega annab suurendada õpilase huvi aine sisu ja õppetegevuse vastu, tõsta iga õpilase õpimotivatsiooni ning pakkuda kiiret tagasisidet.

Mängupõhine õppetöö on vaheldusrikas ja pakub valikuvabadust nii õpetajale kui ka õpilasele, toetab mängijate sisemist motivatsiooni, esitab väljakutseid, on kaasahaarava visuaalse kujundusega, kokkusobiva ja tervikliku sisuga.

STEM Labürindi meetod and mobiiliäpp pakuvad välja õpilasele ja õpetajale võimaluse viia kokku teadmised ja oskused lahendades probleemülesandeid läbi reaalses elus ettetulevate erinevate olukordade. Õpilastel tuleb ülesannete lahendamisel seostada oma õppetöös omandatud teoreetilised teadmised elus vajaminevate oskustega. Lisaks kõigele on äpi kasutamine mängupõhine personaliseeritud õppimisvõimalus, mida võib vaadelda kui lähenemisviisi, mille puhul on oluline iga õppija. Õppimisvõimalused on kõigile võrdsed, sõltumata õpioskustest või õpimotivatsioonist. Õpilasel on võimalik teha valik erinevate õppeainete probleemülesannete vahel raskusastme põhiselt: kerge, keskmine, raske.

STEM Labürindi meetod ja mobiiliäpi kasutamist aktiivses õppeprotsessis võib iseloomustada järgmiselt:

- **Arendab eluliste probleemide lahendamisoskust.**

Igapäevaelus tuleb inimestel lahendada probleeme erinevas vormis, need võivad olla kas lihtsamad või keerulisemad, aimatavamad või ootamatumad. Kõik probleemid vajavad lahendust ja lahenemise protsessi. Probleemide lahendamise võime on tegelikult otsustamise oskus.

Näited äpis lahendamist vajavatest probleemidest:

[1]Mike has recently visited an optometrist. He was strongly recommended to start using glasses because his ability to see further objects had reduced. Inability to see further is also called short-sightedness or myopia.

[2]Kate and Laura are planning a trip to England. They know that it rains quite often in England and thereby must take an umbrella. Kate's umbrella is 70 cm long, Laura's 75 cm. Umbrellas cannot be closed. The girls are in the store to buy suitable suitcases, but they don't have their umbrellas with them in the store. They have a choice between three suitcases: A) black which dimensions are 55 cm x 40 cm x 20 cm; B) red which dimensions are 67 cm x 46 cm x 25 cm; C) blue which dimensions are 53 cm x 36 cm x 20 cm.

[3]Sarah is baking an apple pie and because of that she sliced some apples. After a while the slices turned brown. Sarah knows that this process is called enzymatic browning and it happens because of oxygen, an enzyme called polyphenol oxidase (PPO), which is found in apple cells in chloroplasts and polyphenols found in apples. Normally, the PPO and polyphenols in an apple never touch each other. That's why freshly cut apples aren't brown. But when you cut the apple you cause cell damage. And cell damage is what brings PPO and polyphenols together. Cutting or biting also exposes an apple's cells to air, which triggers the oxidation reaction that causes enzymatic browning.

[4]Helen lives in London UK, and her best friend Sarah lives in Toronto, Canada. Because of that, communicating between them is complicated. Why is it so? Both are speaking English and they mostly communicate via the Internet.

[5]The Arctic is the Earth region that lies between 66.5°N and the North Pole. The majority of the Arctic is composed of the Arctic Ocean along with straits and bays, and a drifting ice pack. The Arctic region's climate is very cold and harsh for most of the year due to the Earth's axial tilt. In the winter, the Arctic region has 24 hours of darkness, by contrast in the summer, the region receives 24 hours of sunlight because the Earth is tilted toward the sun. Because the Arctic is covered with snow and ice for much of the year, it also has high albedo or reflectivity and thus reflects solar radiation back into space. Antarctica is a cold and enchanting continent at the South Pole of the globe, which is covered in ice. This ice makes up 70% of the world's freshwater resources. It is the highest continent in the world.

- Äpis leiduvates probleemülesannetes on tunnis õpitud materjali põhjal võimalik lahendada/ seostada erinevate olukordadega.

Näiteid ülesannetest, mida on võimalik leida äpist:

[6]It was a night. Stars could be seen. Tom, Mike, and their friends stood outside and observed the celestial bodies in the sky. They had a telescope and smartphones in their pockets. They found out that both the Moon and the smartphone give light. Where do they get the light from?

[7]The boys got a task to mow the lawn of a football pitch before the game starting at 19.00. Will they get the task done on time if they begin at 17.00?

[8]Many biologists say that viruses are not alive, because they don`t have all seven characteristics of life. In modern biology viruses are often considered to be in the gray area between living and dead. Think about viruses and characteristics of life and decide. Do you agree with biologists?

[9]Caffeine is a stimulant and the most commonly used drug in the world. Caffeine is found in coffee beans, tea leaves and even in cocoa. The average lethal dose of caffeine for a grown up person is considered to be about 0.2 g per kilogram body weight. The average cup of coffee contains about 100 mg of caffeine.

- Äpi ülesannetes on lõimitud erinevaid õppeaineid.

Matemaatika on üks olulisemaid õppeaineid, mis annab eelteadmisi teiste ainete õppimiseks. Matemaatikas eelnevalt omandatud teadmisi läheb vaja nii keemia, füüsika, bioloogia, kui ka geograafia ülesannete lahendamisel. Näiteks keemia kasutab arvutusülesannetes peamiselt protsentarvutust ja arvutusi võrdelise sõltuvuse põhjal (arvutused reaktsioonivõrrandite järgi), samuti andmete esitamist graafikutel ja diagrammidel, mida matemaatikas on eelnevalt juba käsitletud.

Füüsikas kasutatakse järgmisi matemaatika alaseid oskusi: protsentarvutus, muutuja avaldamine, võrrandisüsteemid, vektorid, tehted astmetega, tehted murdudega jne.

Siinkohal on võimalik tutvuda näidetega äpis olevatest ülesannetest:

[10]***Mathematics, geography, and physics*** *- The students are on a school trip to the Hungarian capital Budapest. On the last day they decide to take a boat trip along the river Danube to the town Visegrad, which is 50 km away. The average speed of the boat is 35 km/h, not considering the flow of the river. Note that the river is flowing at a speed of 6 km/h and Visegrad is the first stop after Budapest. Will the students be back at 5pm if they start their journey at 11am, visit a fortress, have a meal and spend a total of 3 hours in Visegrad? The boat will return at 15.50.*

[11]***Biology, chemistry*** *- Anemia occurs when you have decreased level of hemoglobin in your red blood cells. Hemoglobin is the protein, which is responsible for carrying oxygen to tissues. The most common type of anemia is iron deficiency anemia. It is caused by low iron levels in the body. To treat iron deficiency anemia, it is necessary to take food supplements, which contain iron salts.*

- Äpis on erinevate raskusastmetega ülesanded.

  Iga õpilane saab valida võimetekohase ülesande või ennast proovile panna keerukama raskusastme probleemülesande lahendamisel.

  Näiteks:

[12]***easy*** *- Tom and his friend Mike were swimming in the sea. They looked at the boat nearby and were curious how it could stay on the water.*

[13]***medium*** *- The most common cause of mercury (Hg) poisoning is from consuming too much Hg, which is linked to eating seafood. For example tuna fillet contains 0.39 milligrams mercury per kilogram. For an average human it is safe to consume 1.30 micrograms Hg per one kilogram of body weight. An average person weighs 72 kg.*

[14]***hard****- Marcus had a walk on the arch bridge in the city of Tartu. He admired the bridge and was curious how tall were the highest and the shortest posts of the bridge. He found out on the Internet that the highest point of the bridge is 8 meters and the width of the river Emajõgi is approximately 90 meters. He also found out that there are 12 posts. Help Marcus find out how many times the highest post is higher than the shortest post.*

- äppi saab kasutada mitmel pool ning mitmel eesmärgil:

  * koolis ja kodus;

  * õppimiseks ja vabaaja kasulikuks sisustamiseks;

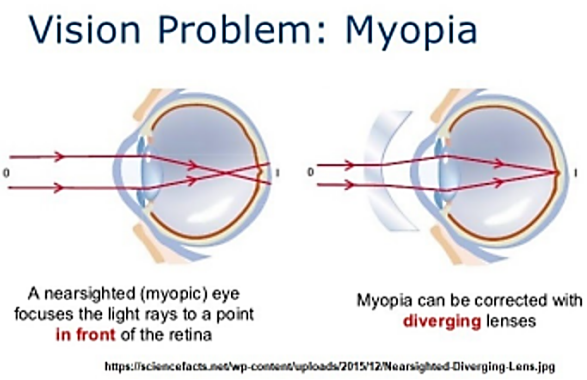
* erinevate õpitud teemade kordamiseks/kinnistamiseks.

- äpp on üles ehitatud mängu põhimõttel.

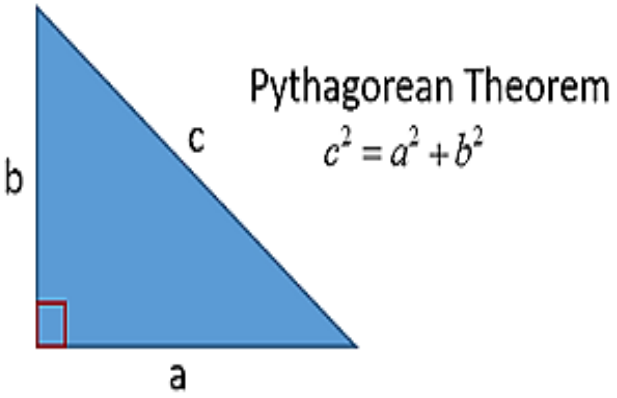
  Äpi avamisel saab valida probleemi lahendamise raskusastme ning vanuseastme. Võtmesõna alusel on võimalik leida probleemid valdkondade järgi. Ülesannete lahendamisel kasutatakse liikumiseks ühelt küsimuselt teisele mängulist labürinti. Hätta jäämise korral on võimalik kasutada vihjet. Ülesannetes leidub ka lõbusaid fakte, mis avardavad õpilase silmaringi.

  Näiteks:

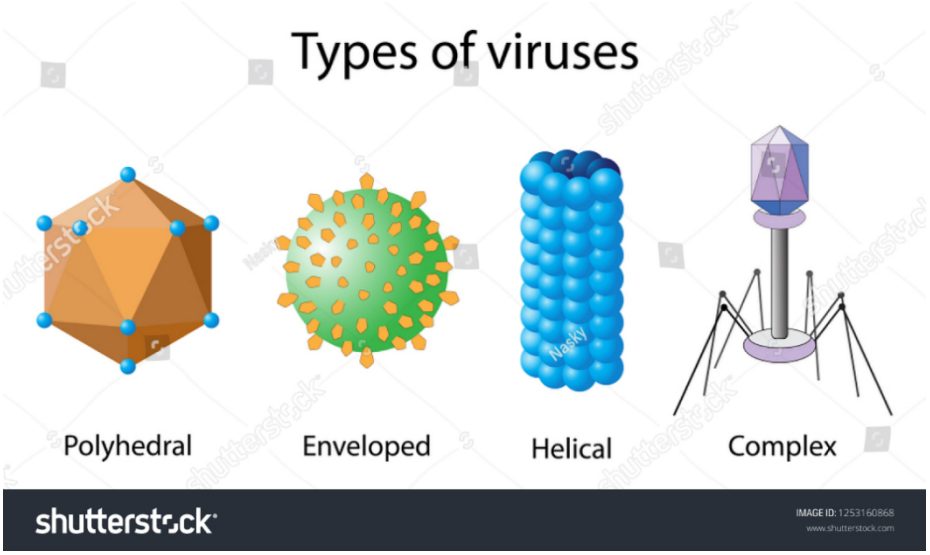
15



16



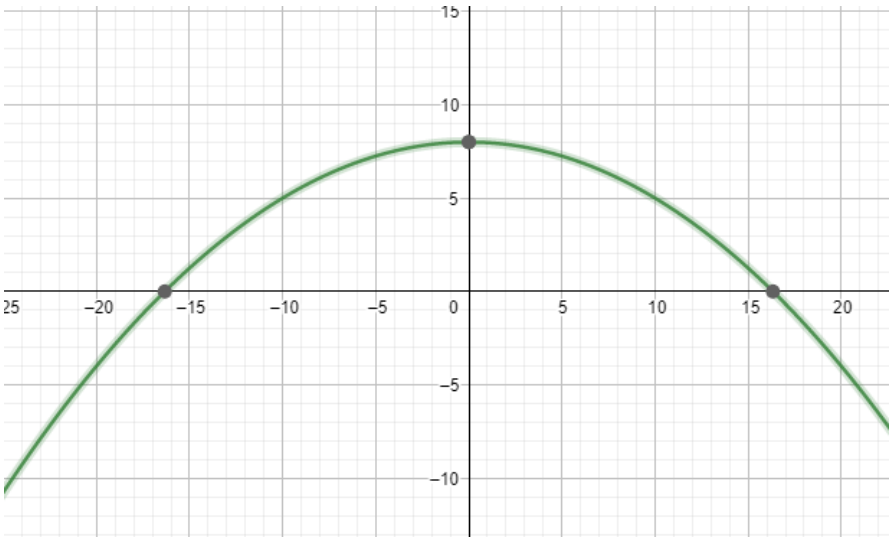
17



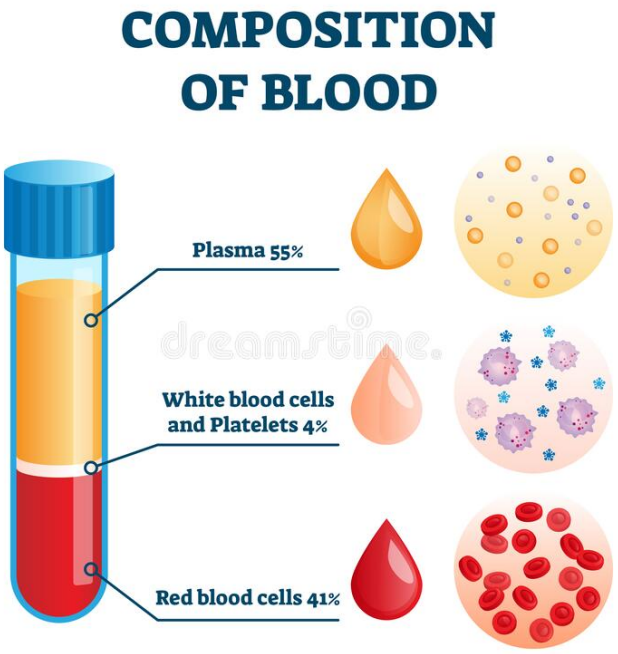
- Ülesannetes on kasutatud näitlikustamiseks erinevaid skeeme, jooniseid, mis aitavad materjali selgitada. Lisatud on videosid vaatamiseks.

  Näiteks:

18



19



20

	Group A	Group B	Group AB	Group O
Red blood cell type	A	B	AB	O
Antibodies in plasma	Anti-B	Anti-A	None	Anti-A and Anti-B
Antigens in red blood cell	A antigen	B antigen	A and B antigens	None

* https://www.youtube.com/watch?v=rWkNvlUthBI

- Ülesande lahendamise lõpus saab õpilane ja õpetaja kiire tagasiside õigete vastuste protsendi näol.

Samuti on apis võimalik kolmel korral valesti vastamise korral liikuda tagasi algusesse või korrata õpitav/kinnistatav materjal üle ning juba siis alustada ülesande uuesti lahendamist.

Õppimine sellisel viisil peaks olema õpilasele igati huvitav, väljakutseid pakkuv, päriseluprobleemidele keskenduv ning turvatunnet pakkuv, et ei juhtuks midagi hullu ka siis, kui ei jõuta õige vastuseni – sel juhul tuleks lihtsalt analüüsida vigu ja reflekteerida õpitut ning uuesti ülesanne lahendada. On ju eksimine üks parimaid õppemeetodeid, see aitab läbi oma vigade analüüsi sügavuti arusaamisega õppida. Õppimine ongi julgus eksida, see omakorda toetab loovust, annab kogemusi ja julgust eluliste probleemide lahendamiseks ning oskust leida vajalikku informatsiooni ja hinnata selle õigsust.

4.3. Ideed rakenduse sisu leidmiseks/kasutamiseks/ kohandamiseks/ laiendamiseks vastavalt õpilaste ja õpetajate vajadustele teema käsitlemisel

1. Sobiva ülesande leidmine

Rakenduse ülesanded on jaotatud järgmiselt. Esiteks raskusastme järgi: Lihtne, keskmine, raske. Vanuse järgi on ülesanded jaotatud kolme gruppi: 14-15, 16-17, 18. Ülesannete leidmiseks tuleb valida endale meelepärane/vajalik teema järgmistest: bioloogia, keemia, infotehnoloogia, matemaatika, loodusteadused, füüsika. Ainete piires on lisatud ka alamkategooriad. Näiteks Pythagorase teoreemi ülesande leidmiseks tuleb teha järgmised valikud: *Easy/medium/hard*, 14-15, *Math, Geometry.* Või kui soovite lahendada ülesandeid Covid-19 kohta, tuleb pärast raskusastme ja vanuse määramist otsida märksõnu *Biology - Viruses.* Enamik probleemülesannetest on erinevate ainete vahel lõimitud. Näiteks: probleem pealkirjaga *"Swimming in the Sea"* sisaldab nii füüsika kui ka matemaatika sisu.

Kõik võimalikud märksõnad, mida saate kasutada, on kogutud järgnevasse tabelisse:

SUBJECT	**CATEGORY**	**AGE**
Math	Geometry; Equations; Functions; Trigonometry; Proportions; Logarithms	14-15 16-17 18+
Science	Climate change; Global warming; Renewable energy; Environment; Sustainability	
Chemistry	pH; Atom; Organic compounds	
Physics	Mechanics; Kinetics; Motion; Newton laws; Astronomy	
Biology	Reproduction; Genetics	
Information Technology	Programming; HTML; Passwords; Algorithms	

2. Sisu kasutamine

Rakenduse ülesandeid saab kasutada koolitundides õpitu kinnistamiseks (vt punkt 4.5), et näidata, et teoorias õpitu on kasulik ka reaalsetes olukordades.

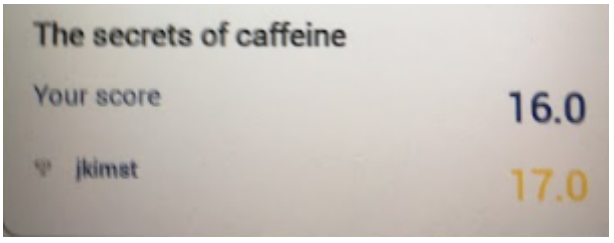
Näiteks: Füüsikatundides õpivad 8. klassi õpilased ujuvust. Pärast teooriat ja erinevaid katseid on hea anda õpilastele tahvlid ja lasta neil lahendada järgmine ülesanne: *Tom and his friend Mike were swimming in the sea (Physics, Math, Mechanics, 14-15). They looked at the boat nearby and were curious how it could stay on the water.* Esimesed küsimused: *Mike had heard that there is a certain force which keeps some bodies at the surface. What is it called?* ja *What is density?* aitavad meelde jätta teooria ja järgmised: T*om cannot float on the water. He thinks that he is too heavy. What is the weight in kg that ensures that he stays on the water surface?*

He weighs 70 kg, the average density of the human body is 1100 kg/ m^3, the density of seawater is 1020 kg/ m^3. and there *was one person In the boat that boys saw. What is the maximum amount of people that the boat could carry? The volume of the boat is 2 m^3, the weight of the empty boat is 500 kg and the density of seawater is 1020kg/ m^3. Assume that each person weighs 75 kg,* lasevad õpilastel arendada arvutamisoskust.

Rakenduses on võimalik anda õpilastele ka ülesandeid kodutööde tegemiseks. Kuna kõik ülesanded sisaldavad ka vajalikke vihjeid ja huvitavaid fakte, siis miks mitte anda neid ülesandeid iseseisvaks õppimiseks enne uue teema õppimist.

Näiteks, probleem pealkirjaga *Choosing suitcases* (Medium, Math, Geometry, 14-15)algab Youtube videoga Pythagorase teoreemi kohta https://youtu.be/gRf780Pce7o. Pärast video vaatamist on lihtne aru saada, mis seos on täisnurkses kolmnurgas kaatetite ja hüpotenuusi vahel ja leida vastused kõigile selles probleemis olevatele küsimustele nagu: *How long is the longest possible diagonal of a face in millimeters?* või *How long is the diagonal of the suitcase in centimeters?*

Rakendus on üles ehitatud mängu põhimõttel, õpilane kogub lahendatud ülesannete eest punkte, seega on võimalik läbi viia klassisisest või klassidevahelist võistlust. Tulemused antakse ülesannete kaupa. Iga õpilane näeb oma tulemust võrreldes teiste kasutajate tulemustega. Vt allpool olevalt pildilt:



3. Sisu kohandamine

Kõik rakenduses olevad ülesanded on vabalt kasutatavad ja muudetavad, nii et kõik rakenduse kasutajad saavad ülesandeid kopeerida. Kõik siin rakenduses esitatud ülesanded on vabalt välja printimiseks või kasutamiseks esitlustes, raamatutes jne.

Kopeeritud ülesannete sisusse on võimalik teha parandusi: lisada või eemaldada küsimusi, asendada eemaldatud küsimused enda loodud küsimustega, muuta küsimuste tüüpe, näiteks asendada õige/vale vastuse kirjutamisega selle asemel. Samuti saate teha muudatusi küsimuste vastustes, muuta nende valikuid, lisada või eemaldada neid.

Probleemülesanne *Biology of viruses: are viruses alive or dead? Many biologists say that viruses are not alive, because they don`t have all seven characteristics of life. In modern biology viruses are often considered to be in the gray area between living and dead. Think about viruses and characteristics of life and decide what you think. Do you agree with biologists?* algab järgmise huvitava faktiga: *The word is from the Latin neuter vīrus referring to poison and other noxious liquids.* Te kõik võite vabalt luua selle põhjal oma probleemi, kopeerides seda ja lisades sellele veel huvitavaid fakte.

4. Sisu edasiarendamine

Praegu on rakenduses üle 100 erineva probleemi, enamik neist matemaatika ja füüsika valdkonnas. Sisu edasiarendamiseks tuleks pidada registrit olemasolevatest ülesannetest, et saada ülevaade sellest, milliseid ülesandeid oleks STEMi valdkonnas kõige rohkem vaja. Üks võimalus sisu edasiarendamiseks oleks kõigi ülesannete tõlkimine erinevatesse keeltesse.

STEM-õpetajate kursus on hea võimalus, et lisada rakendusse rohkem ülesandeid.

4.4. Kuidas õpetaja saab luua oma probleemstsenaariume STEM labürindi meetodi ja muude vahendite põhjal vastavalt oma ja õpilaste vajadustele.

Meie igapäevaelu sõnavara sisaldab palju mõisteid: aeg, pikkus, kõrgus, pindala, kiirus, kiirendus, kaal, jõud, võimsus, temperatuur, aine, valgus jpt. Oma suhtlemises kasutame neid sõnu lugedes, rääkides, vaadates, kuulates, kirjutades. Me kasutame neid sõnu väga sageli. Igapäevaelus on neil tihti erinevad tähendused. Teaduses on neil oma konkreetne tähendus. Enamik projektipartnerite poolt välja töötatud 100-st STEM Labürindi metoodikat kasutavast probleemist sisaldab neid mõisteid. Need on seotud nii igapäevaeluga kui ka STEM-käsitlustega ning need on probleemide lahendamise juures olulised.

Ülaltoodud oskussõnadest saab moodustada kaks põhirühma, mis moodustavad STEM lähenemisviiside kognitiivse baasi. Allpool olevates tabelites on võrreldud sõnade tähendust igapäevaelus ja nende teaduslikust vastavusest, nii on lihtne jälgida sarnasusi, erinevusi ja vastasseise.

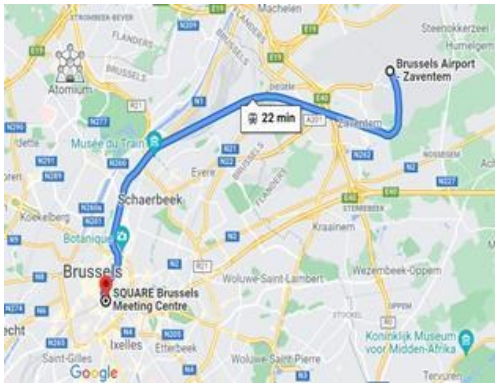
Esimene grupp on seotud ruumiliste mõistete või suurustega: ***pikkus, laius, kõrgus, sügavus, vahemaa, nihe, ümbermõõt, pindala, ruumala.***

Need mõisted domineerivad inimeste igapäevaelus paljudes vormides. Nagu näiteks auto pikkus, mäe kõrgus, järve sügavus, ekraani pikkus ja laius, kaugus kilomeetrites, planeedi kaugus, ringi ümbermõõt, ruumi või järve pindala või pudeli maht (meetrites, ruutmeetrites ja liitrites või kuupsentimeetrites). Kiirus ja kiirendus tuletatakse pikkusest ja ajast (neid me siinkohal ei maini, vaid järgmise osa ülesannetes). Eespool nimetatud suuruste tähendused on esitatud järgmises tabelis. (definitsioonid www.dictionary.com & scienceworld.wolfram.com/physics).

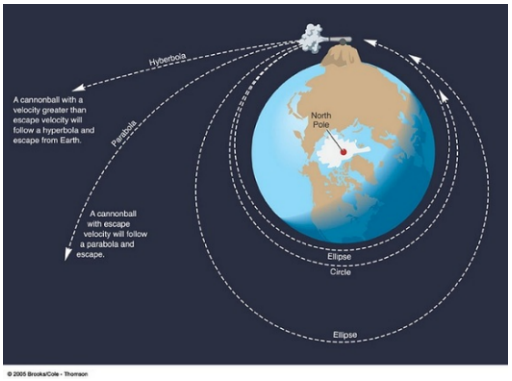
Sõna	Tähendus igapäevases elus	Teaduslik tähendus
pikkus	- millegi pikim ulatus mõõdetuna ühest otspunktist teise otspunktini - tasapinnalise või ruumilise joonise suurim mõõde	- kaht punkti ühendav sirglõik
laius	- külgedevaheline kaugus - mingi tüki laius, nt kanga laius	- horisontaalne kaugus küljelt küljele
kõrgus	- kaugus antud tasemest ülespoole fikseeritud punktini - suur kõrgus, nt mäe kõrgus	- objekti vertikaalne pikkus ülalt alla
sügavus	- mõõde, mis läbib objekti või keha, tavaliselt ülemiselt pinnalt allapoole, väliselt pinnalt horisontaalselt sissepoole.	- ulatus, mõõtmine või mõõde allapoole, tahapoole või sissepoole suunatud
teepikkus	- kahe punkti vaheline kaugus - ruumi ulatus	- ulatus, mõõtmine või mõõde allapoole, tahapoole või sissepoole suunatud

nihe	- ümberpaigutamine - ümberpaigutamise mõõde	- vektor või vektori suurus, mis osutab algsest asendist hilisemasse asendisse (füüsika))
ümbermõõt	- kahemõõtmelise kujundi piir või välispiir. - sellise piiri pikkus	- hulknurga külgi moodustavate lõikude pikkuste summa või mis tahes suletud kõvera kogupikkus.
ringjoone pikkus	- ringikujulise ala välispiir - selle pikkus	- ringi piirjoon - joonise, ala või objekti piirjoon
pindala	- mistahes konkreetse ala või ruumi pind - geograafiline piirkond	- pinna suuruse mõõt (ruutühikutes)
ruumala	- ruumala, mida mingi ese või aine hõivab kuupmeetrites mõõdetuna. - millegi mass või kogus	- ruumimaht, mille kolmemõõtmeline objekt või ruumiline piirkond hõivab (kuupühikutes).

On selgelt näha, et ei ole olulisi vastuolusid teadusliku tähenduse ja igapäevaelu tähenduse vahel. Kindlasti on teaduslikud mõisted selgemini määratletud.



www.google.com/maps/place/Bruxelles



isaacnewtonresearchanaloira.weebly.com/inventions.html

Teine rühm on seotud mõistetega ***mass, kaal, jõud, energia ja võimsus***, mis on elus väga suure tähendusega ja mõjuga, eriti tänapäeval.

Massi mõistet aetakse segamini inimese või toidu kaaluga. Energia mõiste, millel on eriti tänapäeval mitu ja mitmekesist tähendust, esineb ka iga hetk meie elus, nt kõikidel toiduainete pakenditel on "Toitumisalase märgistuse" puhul kohustuslik viidata kaloritele). Energia ja võimsus on seotud ka iga tarbimis- või tootmisvormiga, kodumasinate, autode, mobiiltelefonide, saatja kiirguse mõõtmisega (nt telejaam, millel on võimsusülekanne) jne. Võimsus iseloomustab ka inimest!

Sõna	Tähndus igapäevases elus	teaduslik tähendus
mass	- a body of coherent matter, usually of indefinite shape and often of considerable size - a collection of incoherent particles, parts, or objects regarded as forming one body - tavaliselt ebamäärase kujuga ja sageli märkimisväärse suurusega aine kogus. - sidusate osakeste, osade või objektide kogum, mida peetakse üheks kehaks.	- füüsilises kehas sisalduva või selle moodustava aine koguse mõõt. Klassikalises mehaanikas on objekti mass seotud selle kiirendamiseks vajaliku jõuga.
kaal	- raskuse või massi hulk või kogus; summa, kui palju asii kaalub - raskuse või massi väljendamiseks kasutatav ühikute süsteem:	- jõud, millega Maa või mõne muu taevakeha lähedal asuvat objekti tõmbab gravitatsioon keha keskpunkti suunas.
jõud	- elusolendi füüsiline jõud või tugevus - objektile rakendatav jõud või võim; füüsiline sund; vägivald	- mitmesugused tegurid, mis panevad keha muutma oma kiirust, suunda või kuju (jõud on vektorsuurus, millel on nii suurus kui ka suund)
energia	- võimekus jõuliseks tegevuseks; olemasolev võimsus - võime jõuliselt tegutseda, teisi juhtida, mõjutada jne.	- võime või võimsus teha tööd, näiteks võime jõudu rakendades liigutada (teatava massiga) objekti (eksisteerib mitmel kujul, nt elektriline, termiline, mehaaniline jne, ja seda saab muuta ühest vormist teise.)
võimsus	- võime midagi teha või korda saata - poliitiline või riiklik tugevus	- masina või muu süsteemi käitamiseks kasutatav energiaallikas - kiirus, millega tehakse tööd või kulutatakse energiat ajaühiku kohta.

On näha, et massi, kaalu ja energia, võimsuse igapäevased tähendused on vastuolus teaduslike tähendustega (nt jõud on füüsiline jõud, samas kui võimsus on võime tegutseda jõuliselt!).

Eespool esitatud algsete ideede, käesoleva juhendmaterjali eelmise ja järgmiste peatükkide, kõigi projekti käigus koostatud materjalide ja kirjanduses tehtud otsingute põhjal võime tuvastada palju

huvitavaid probleeme, mis on seotud meie igapäevaeluga. Neid probleeme saab lisada kooli õppekavasse ja esitada STEM-probleemidena, kasutades eelmistes peatükkides kirjeldatud metoodikat. Peamiselt saab iga probleemi jagada alamprobleemideks, esitades eri tüüpi küsimusi, mängulise lähenemise abil.

Kolm partnerkooli (Martna Põhikool, Agios Georgiose ja Doukase kool) töötasid välja 60 probleemi, mis sisaldavad umbes 500 küsimust ja "lõbusat fakti" kõigi STEM-ainete ja nende kombinatsioonide kohta (vt LISA 1). Koos teiste partnerite panusega on kokku 100 probleemi. Järgnevas tabelis on esitatud soovituslik loetelu sellistest reaalsetest või hüpoteetilistest probleemidest (nt mõtteeksperimendid), mida õpetajad ja teadlased loovalt välja töötasid. Need probleemid leiab meie poolt loodud STEM-rakendusest vastava taseme, õppeaine, alateema ja vanuseastme järgi.

30 näidisprobleemi 100-st STEM Labyrinth äpis

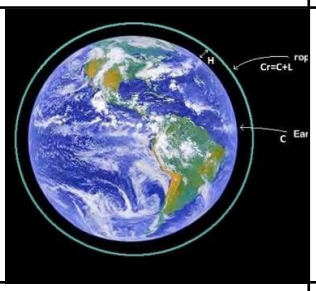
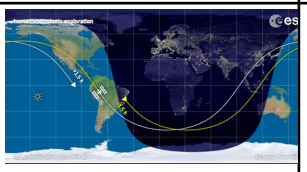
#	Level	Subjects, Sub-subjects, Ages	Title	No of Quest.
D14	easy	Algorithms#Programming, 14-15	Exploring the code of a robot game	10
M12	medium	Biology#Genetics, 16-17	Adopted chilld	8
M16	easy	Biology#Viruses, 16-17	Biology of viruses: are viruses alive or dead?	14
M19	hard	Chemistry#Organic compounds, 16-17	The secrets of caffeine	11
M11	medium	Chemistry#Organic compounds, 16-17	Mercury in our food	8
M13	medium	Chemistry#pH, 16-17	Is it acidic, alkaline or neutral?	12
D15	easy	Math#Algebra#Proportions, 14-15#16-17	The mean, the median and the mode of the salaries of two companies	10
G08	easy	Math#Algebra, 16-17	Geometric Sequence in calculating virus cases of COVID-19	5
G20	easy	Math#Functions, 14-15	Sound Intensity	6
D03	medium	Math#Geometry#Algebra, 14-15#16-17	Traveling to five European cities	7
D06	medium	Math#Geometry#Algebra, 14-15#16-17	Distribution of spectators in a concert hall following safe social distancing rule	11
G02	medium	Math#Geometry, 14-15	How to Measure the Height of a Tree	7
G16	medium	Math#Geometry, 14-15	Oil Film Experiment	6
G19	hard	Math#Geometry, 16-17	Whispering Galleries	7

G12	easy	Math#Proportions, 14-15	Medical Math	6
G13	easy	Math#Trigonometry, 14-15	The Cruises	5
D10	easy	Physics#Algebra#Environment, 14-15	Cheetahs - sprinters vs Antelopes - runners	7
M03	easy	Physics#Astronomy, 14-15	Which are light sourses	7
M05	medium	Physics#Geometry, 14-15	Choosing glasses	7
M04	medium	Physics#Math#Mechanics, 14-15	Electric bike versus car	6
G15	medium	Physics#Mechanics, 14-15	The physics of volleyball	5
G06	easy	Physics#Motion, 14-15	Rate of Travel	6
D08	easy	Physics#Motion, 16-17	The scale of the astronaut	9
D16	medium	Physics#Motion, 16-17	Newton's cannonball	10
D07	medium	Physics#Motion, 16-17#18+	The motion of a cyclist	9
D17	medium	Physics#Motion, 16-17#18+	The Tesla Roadster and its space passengers	8
G10	hard	Physics#Newton laws, 16-17	The gravity of a planet	7
D11	medium	Science#Geometry#Algebra, 14-15	Eratosthenes' method for the Earth's circumference	8
M20	medium	Science#Climate change, 14-15	Arctic and Antarctic - Comparisons & Similarities	11
M14	easy	Science#Functions, 14-15	Friend from another time zone	10

Probleemi näide on esitatud järgmisel leheküljel. Need probleemidkoos küsimustega on liigitatud erinevatesse kategooriatesse. Neid kategooriaid kirjeldatakse järgmises osas.

STEM Labyrinth probleemi näide

Probleemi Pealkiri	Iidsest "köiest ümber Maa" tänapäevase "ISS-i orbiidini"!
Raskusaste, Teema, Vanus	Kerge, Loodusteadus, Matemaatika, Geomeetria, Algebra, Astronoomia, 14-15
Probleemi kirjeldus	On kaks erinevat probleemi, üks iidne ja teine kaasaegne, millel on ühised mõisted. Me otsime suurusi, mis on seotud ringjate orbiitidega ümber Maa, olenemata sellest, kas need on sellele väga lähedal, nt meetri kaugusel (nagu "köis ümber Maa") või kaugel, nt 400 kilomeetri kaugusel (nagu ISS-i orbiit)!

Küsimuse üüp	**Küsimus** (Alamprobleem)	**Vihje** (abi)	**Vastus(ed)s)** (esimene on õige)
Huvitav fakt	Lugege üksikasju iidse probleemi "köis ümber Maa" kohta, mis esmakordselt ilmus W. Whistoni 1702. aasta teoses "Eukleidese elemendid", mille Eukleidese esitas 2300 aastat tagasi! https://mathimages.swarthmore.edu/index.php/Rope_around_the_Earth Uurige probleemi "Conundrum 17": https://www.abc.net.au/science/surfingscientist/pdf/conundrum17.pdf		
Õige/ Vale	Ringi ümbermõõt on 2πR	R on ringi raadius	Õige
Mitmik valik	Oletame, et köis on pingul ümber Maa ekvaatori. Selle pikkus oleks sama suur kui Maa ümbermõõt (C=40,075 km). Kui palju tuleks köit pikendada, et see hõljumisel oleks igas punktis ümber Maa maapinnast ühe meetri kõrgusel (H=1 m)? Mitu meetrit on see pikem (L) köie esialgsest pikkusest (Cr=C+L)? 	*Maa ümbermõõt:* C=2*π*R (R: Maa raadius) *Köie pikkus:* Cr=C+L=2*π*(R+H) =2*π*R+2*π*H =C+2*π*H, *sellest:* C+L=C+2*π*H => L=…	• 6.28 m • 6.28 km • 40,078 m • 40,076 km
Täida lünk	Oletame, et superdroon liigub ilma peatumata mööda ekvaatorit , mis on 40,075 km, konstantse kiirusega 150 km/h. Ligikaudselt mitu päeva selleks kulub, et jõuda algpunkti tagasi ? Vastus ümardage lähima täisarvuni	*Ümbermõõt jagatakse kiirusega, et leida kogutunnid, ja tunnid teisendatakse päevadeks.*	11
Huvitav fakt	Mis on rahvusvaheline kosmosejaam (ISS)? See on suur kosmoseaparaat Maa ümber tiirlevas orbiidis. See on ainulaadne teaduslabor, kus elavad astronautide ja kosmonautide meeskonnad. Kosmosejaama ehitamiseks ja kasutamiseks tegid koostööd mitmed riigid. https://www.nasa.gov/audience/forstudents/5-8/features/nasa-knows/what-is-the-iss-58.html		
Täida lünk	ISS tiirleb Maa ümber keskmiselt umbes 250 miili (A = ~ 400 km) kõrgusel. Mitu kilomeetrit läbib ISS-i tehes ühe tiiru ümber ekvaatori, kui ekvaatori raadius on 6378 km?Vastus ümardage lähima täisarvuni.	Ringjoone ümbermõõt: 2*π*Ra Ra: Maa raadius s + A (400) km	42566
Täida lünk	Kui ISS liigub kiirusega 28 800 km/h, siis kui kaua kulub kaaluta laboratooriumil aega, et teha täielik ring ümber Maa, arvestamata Maa pöörlemist? Vastus andke täisarvuna minutites.	42,566 km jagatud 28,800 km/h . Teisenda tunnid minutiteks	89
Huvitav fakt	"Kus on rahvusvaheline kosmosejaam?" ISS-is töötavad ja elavad astronaudid kogevad iga päev 16 päikesetõusu ja -loojangut. ESA poolt välja töötatud jälgimisseade näitab, kus kosmosejaam asub. https://www.esa.int/Science_Exploration/Human_and_Robotic_Exploration/International_Space_Station/Where_is_the_International_Space_Station		

4.5. Tunnikavade loomine konkreetse teema jaoks kasutades neis mobiilirakendust

Iga STEM Labyrinth tunnikava (TK) koosneb seitsmest jaotisest:

1. **STEM õppeaine ja teema** (vanuse ja raskusastme põhjal)
2. **Eesmärgid** (seotud pädevuste/oskuste ja teemade mõistetega)
3. **Metoodika** (seotud materjalid ja vahendid)
4. **Tegevused & STEM Labyrinth probleemid** (konkreetsete tegevuste kirjeldused)
5. **Tagasiside & Assessment**
6. **Elulised ülesanded**
7. **Ülesanded**

Kõige olulisem tegevus tunnikava koostamisel, kasutades STEM labürindi probleeme mobiilirakendusest, on omavahel tõhusalt siduda

- **STEM-ainetega** seotud eesmärgid, **STEM-õppekava** ja **õpilase vanus**
- olemasolevate **probleemidega**, mis on üles laaditud **mobiilirakendusse.**

Loomulikult on võimalik STEM-labürindi metoodika abil välja töötada ka tunnikava, luues uue probleemi, mis põhineb reaalelulistel probleemidel, kasutades erinevaid probleemikategooriaid ja erinevaid küsimuste kategooriaid (vt järgmine punkt). Sellisel juhul on kaks võimalust oma probleemide kujundamiseks - loomiseks/üleslaadimiseks -levitamiseks:

- kasutades projektipartnerite poolt loodud **STEM Labyrinth mobiilirakendust** või
- mõnd teist **mängullst testide loomise veebikeskkonda** (nt. Quizizz, Kahoot, Mentimeter).

"**Tegevused**" jaotis, koos tegevuste süstemaatilise kirjeldusega, on õppetöö tuum ja tegevuste järjestuse loomiseks on kolm peamist lähenemist.

1. võimalus . Õpetaja valib mobiiliäpist spetsiaalse probleemi. Näiteks järgmiste eesmärkide saavutamiseks

- kasutada liikumisega seotud teadmisi erinevais olukordades;
- kasutada 2 peamist suurust pikkus-aeg ja 4 seotud suurust kaugus/ringjoone pikkus/ümbermeeter-kiirus-kiirendus;
- kasutada füüsikalisi ja matemaatilisi valemeid eelmiste suuruste mõõtmiseks.

Kolm reaalse eluga seotud probleemi ja üks hüpoteetiline (katsele põhinev) on:

1-2: Ümber Maa ringirataste mõõtmine, olenemata sellest, kas need on sellele väga lähedal ("köis" 1 meetri kõrgusel) või kaugel (näiteks ISS-i orbiit),

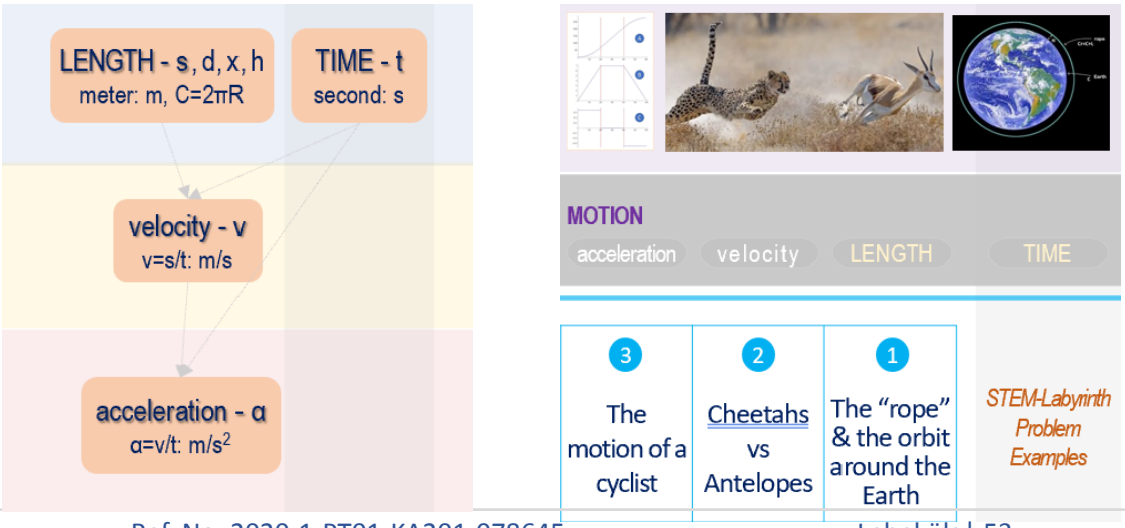
3: eksperiment "kiireima sprinteri" gepardiga, kes üritab jõuda kiireima "pikamaajooksja" antiloobi juurde,

4: jalgratta liikumine, mis alustab kiirendamist, liigub konstantse kiirusega ja lõpuks aeglustub kuni peatumiseni..

Sellisel juhul 8 peamist tegevust , "***Moving on the surface or around the Earth***" tunnikava jaoks on:

1. Arutelu: Millised on ülaltoodud videos ühised ja erinevad mõisted liikumise kohta ? Millised on vahemaa ja asendi, hetke, minuti ja aja erinevused?
2. ***Mängi äpiga: D12-Probleem "lidsest "köiest ümber Maa tänapäevase "ISS-i orbiidini"*** (doc file)
3. Arutelu: Kui kiiresti võib meie asukoht muutuda? Me võime jagada kauguse ajaga, aga me võime ka aja jagada kaugusega? Mis vahe on? Mida me otsustasime?
4. ***Mängi äpiga: D10-Probleem "Gepardid vs Antiloobid"*** (doc file)
5. Arutelu: Millised vahemaad peavad neil olema, et tagaajamine õnnestuks või ebaõnnestuks? Edu ühele loomale on ebaõnnestumine teisele loomale ja vastupidi. Kiirus võib tähendada vahet elu ja surma vahel.
6. Esitlus: What are the safety reminders to keep cyclists safe?
7. ***Mängi äpiga: D07-Probleem "Jalgratturi kiirus"*** (doc file)
8. Arutelu: Milline on jalgrataste suurim lubatud kiirus? Millised on satelliitide kiirused? Kui kiiresti võib kiirus muutuda? Mida see tähendab? Milline on satelliitide kiirendus?

Tegevused 2, 4 ja 7 on mobiilirakenduse kolm probleemi. Vastavalt järgmisele diagrammile on olemas järjestus, mis põhineb STEMi mõistete järkjärgulisel kaasamisel (tee ühelt mõistelt/mahult teisele, mille raskusaste suureneb).



Teise lähenemisviisi puhul palub õpetaja oma õpilastel otsida, leida ja valida sobivad probleemid mobiilirakendusest. Näide eksperimendi kohta Pythagorase teoreemi kohta järgmiste eesmärkidega:

- rakendada uuriva õppimise meetodeid probleemi lahendamiseks,
- kasutada Pythagorase teoreemi reaalsetes olukordades lahenduse leidmiseks.

5+ põhitegevust **Pythagorase teoreemi** tunnikava jaoks

1. Õpetaja jaotab õpilased paaridesse.
2. Õpetaja tutvustab õppetegevust ja STEM Labyrinth äpi tööpõhimõtteid.
3. Õpetaja kirjutab tahvlile või projietseerib seinale Pythagorase teoreemi abil lahenduvaid probleeme.
4. Õpilased:

- saavad STEM Labyrinth äpiga tuttavaks

- leiavad Pythagorase teoreemiga seonduvaid probleem, kaks erinevat paari kohta

- lahendavad ülesnded eraldi

- võrdlevad saadud tulemusi kaaslasega

- paarid tutvustavad oma lahendusi klassikaaslastele.

5. Õpetaja koostab STEM Labyrinth äpi põhjal edetabeli kolme parima tulemusega

*** Kiirematele paaridele annab õpetaja lisaülesandeid IXL-Geometry äpist.

Kolmanda lähenemisviisi puhul rakendab õpetaja STEM labürindi metoodikat ilma mobiilirakenduse konkreetse probleemita. Näiteks uurivad õpilased, kuidas minimeerida aega, mis kulub päästepaadil basseini äärest mingist konkreetsest punktist basseini teatud punkti jõudmiseks. Tegevuste eesmärkideks on:

- rakendada õpilaste teadmisi ühtlasest sirgjoonelisest liikumisest uudses olukorras
- õppida, kuidas leida optimaalne lahendus probleemi väiksemaiks osaprobleemideks jagades

Sellisel juhul on tunnikavas “Päästepoi päästab vajadusel elusid” 6 põhitegevust:

Ettevalmistavad tegevused (ettevalmistus praktiliseks tegevuseks):

1. Õpilased jagatakse rühmadesse ja neil palutakse sõnastada mõtted ja argumendid paigutusplaani koostamiseks.
2. Teevad vajalikud arvutused
3. Otsustavad, milline tegevus viib nad otsitava optimaalse lahenduseni (näiteks eksperimenteerimine).

Praktilised tegevused (juhendatud katsed -> vabad katsed):

4. Õpilased viivad oma plaani ellu
5. Õpetajab juhendab tegevusi
6. Õpilased teevad järeldusi, vajadusel kasutavad õpikuid.

Kokkuvõtlikult kõige olulisemad materjalid ja ressursid, mida on vaja hästi dokumenteeritud tunnikava elluviimiseks STEM Labürindi rakenduse abil, on järgmised:

- hea interneti ühendus
- valge tahvel ja/või interaktiivne tahvel ja/või seinatahvel
- tahvelarvutid STEM Labyrinth äpiga (üks Android tahvelarvuti kahe või kolme õpilase kohta)
- IO3 käsiraamat (käesolev dokument)
- IO4 õppemoodulid

Kolm projektis osalenud kooli(Martna Põhikool, AgiosGeorgios and Doukas School) töötasid välja 6 **tunnikava** kõikide STEM õppeainete ja nende kombinatsioonide kohta. Selleks kasutasid nad mõnda STEM LabYrinth äpis olevat probleemi.(vaata ANNEX 2). Järgmiseks tuuakse ära tunnikavade põhjad ja tabel “6 STEM Labyrinth tunnikava lühikirjeldused”.

6 STEM Labyrinth tunnikava lühikirjeldused

Probleem 1	**Kehade ujuvus**
Sisuvaldkond	Füüsika, matemaatika, tehnoloogia
Tunni kestvus	2x 45 min
Klass, vanus	8 klass, 14-15
Tunni lühikirjeldus	Selles tunnis: 1. Tutvutakse mõistedega ujumine, hõljumine, uppumine. 2. Viiakse paaristööna simulatsiooni abil läbi eksperimente gravitatsiooni ja ujuvuse kohta.. 3. Lahendatakse kehade ujumisega seotud probleemülesandeid STEM Labyrinth meetodiga kasutades selleks äppi..
Üldised eesmärgid	- rakendada teaduslikku meetodit probleemi lahendamiseks - arendada teadustekstide lugemise ja mõistmise oskust - saada ülevaade füüsika seostest tehnoloogiaga - arendada loodusteaduste ja tehnoloogiaga seotud kirjaoskust, loovust ja süstemaatilist mõtlemist
Konkreetsed eesmärgid	- teada järgmisi mõisteid: raskusjõud, ujuvus, tihedus, ujumine, hõljumine, uppumine. - teada ujuvuse ja raskusjõu arvutamise valemeid. - teha katseid simulaatori abil - mõõta, koguda ja analüüsida andmeid

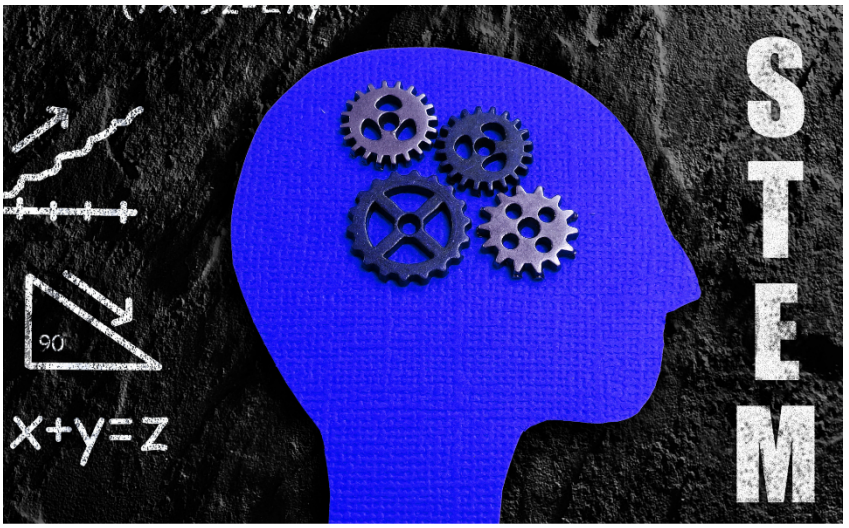
Probleem 2	**Pythagorase teoreem**
Sisuvaldkond	Geomeetria
Tunni kestvus	45 min
Klass, vanus	9.klass, 15-16
Tunni lühikirjeldus	Tunnis: 1. Vaadatakse lühianimatisiooni Pythagorase teoreemi kohta. 2. Lahendatakse ülesandeid Pythagorase teoreemi kohta kasutades STEM Labyrinth meetodit ja vastavat äppi.
Üldised eesmärgid	- rakendada uuriva õppe meetodeid probleemi lahendamiseks; - kasutada Pythagorase teoreemi reaalsetes olukordades lahenduse leidmiseks..
Konkreetsed eesmärgid	- teada täisnurkses kolmnurgas kaatetite ja hüpotenuusi vahelist seost - teada, kuidas arvutada kaatetite ja hüpotenuusi pikkust

Probleem 3	**Päästepoi päästab elusid**
Sisuvaldkond	Füüsika, matemaatika, tehnoloogia
Tunni kestvus	90´
Klass, vanus	16-17
Tunni lühikirjeldus	Me uurime, kuidas minimeerida aega, mis kulub päästepaagil, et jõuda basseini ühest konkreetsest punktist teise konkreetsesse punkti..
Üldised eesmärgid	- rakendada õpilaste teadmisi ühtlasest sirgjoonelisest liikumisest uudses olukorras - õppida, kuidas leida optimaalne lahendus probleemi väiksemaiks osaprobleemideks jagades
Konkreetsed eesmärgid	- koolitada õpilasi kasutama interaktiivseid äppe probleemülesannete lahendamiseks.

Probleem 4	Molekuli suuruse hindamine õlikihi abil
Sisuvaldkond	Keemia, Füüsika, Matemaatika
Tunni kestvus	90´
Klass, vanus	14-15
Tunni lühikirjeldus	Uurime eksperimendi abil, kuidas õli seguneb veega ja kuidas tekib õlireostus ning mõõdame õlimolekuli suurust. Tegevus on tihedalt seotud merereostusega.
Üldised eesmärgid	- õlimolekuli suuruse mõõtmine lihtsate materjalidega: oliiviõli, vesi, väike mahuti, pipett, joonlaud, peen pulber/lükopoodiumipulber (kuivatatud õietolm), suur kuivtaldrik, kalkulaator.
Konkreetsed eesmärgid	- sünteesida teadmisi ja oskusi mitmest valdkonnast: füüsika, keemia, matemaatika ja keskkonnauuringud, et uurida realistlikku probleemi (naftareostus).

Problem 5	Liikumine maapinnal või ümber Maa
Sisuvaldkond	Füüsika, matemaatika, mehaanika, keskkond
Tunni kestvus	2 * 45 min
Klass, vanus	9.- 10.klass, 15-16
Tunni lühikirjeldus	Uurime kolm reaalset näidet ja ühte hüpoteetilist näidet vahemaade, kiiruste, kiirenduste, ohutuse ja selle kohta, kuidas kiirus võib tähendada vahet elu ja surma vahel. 1. Orbiidid ümber Maa, olenemata sellest, kas nad on sellele väga lähedal ("köis" 1 meetri kaugusel) või kaugel (näiteks ISS-i orbiit), 2. eksperiment "kiireima sprinteri" gepardi vs. kiireima "pikamaajooksja" antiloobi vahel, 3. jalgratta liikumine.
Üldised eesmärgid	- interaktiivsete rakenduste ja mängulisuse kasutamine probleemide lahendamiseks - liikumisalaste teadmiste rakendamine erinevates olukordades
Konkreetsed eesmärgid	- kasutades 2 peamist suurust pikkus-aeg ja 4 seotud suurust kaugus-pikkus-ringjoone pikkus-kiirus-kiirendus. - füüsikaliste ja matemaatiliste valemite rakendamine eelmiste suuruste mõõtmiseks.

Problem 6	**Satellite vabalangemine orbiidini**
Sisuvaldkond	Füüsika, matemaatika, tehnoloogia
Tunni kestvus	2 * 45 min
Klass, vanus	10. -11. klass,16-17+
Tunni lühikirjeldus	Avastame gravitatsiooni põhijooned kahe reaalse ja ühe hüpoteetilise näite abil, esitades küsimusi kiiruste, vahemaade, masside, jõudude ja orbiitide kohta: 1. uurime langevarjuri kukkumist, 2. eksperimenteerime Newtoni kahurikuuliga, 3. Tesla Roadsteri käivitamine Maa gravitatsiooni haardest väljumiseks.
Üldised eesmärgid	- interaktiivsete rakenduste ja mängulisuse kasutamine probleemide lahendamiseks - rakendada teadmisi liikumise ja jõu kohta
Konkreetsed eesmärgid	- kasutada 3 peamist suurust pikkus - aeg - mass ja 4 seotud suurust kiirus - kiirendus - kaal - jõud. - rakendada füüsikalisi ja matemaatilisi valemeid eelmiste suuruste mõõtmiseks.



ANNEX 7 **STEM Labyrinth**

LESSON PLAN 1

1. OVERVIEW	
Lesson Topic	Swimming of bodies
Content Areas	Pressure of bodies
Duration of the Lesson	2x 45 min
Target grades / Age	8 grade/ 14-15
Brief description of the lesson	In the lesson: 1. Conditions of swimming, floating and sinking are introduced. 2. Experiments about gravity and buoyancy are conducted in pairs using a simulator. 3. Problems about swimming bodies are solved by applying a labyrinth method using an app.
0. LEARNING OBJECTIVES	
General objectives	Students: • can apply a scientific method to solve a problem. • has an overview of terms in physics and can use them; • develops a skill of reading and understanding scientific texts; • gets an insight into physics connections with technology. • develops literacy related to science and technology, creativity and systematic thinking.
Particular objectives	Students: • knows the following terms: gravity, buoyancy, density, swimming, floating, sinking; • knows the formulas for calculating buoyancy and gravity; • conducts experiments using a simulator; • measures, collects and analyses data; • solves problems.
21st century skills gained	• critical thinking and problem solving; • creativity; • communication and cooperation; • management and use of information; • using ICT.
0. METHODOLOGY	
Teaching methods	• slideshow • video • cooperative learning;
Teaching techniques	• discussion • problem solving, • conducting experiments.
Prerequisites	Student • knows units of mass, gravity, buoyancy, density and the constant of gravity; • can conduct experiments using a simulator; • can calculate a mass of a body, values of buoyancy and gravity; • can read instructions and follow them;

	• solves problems using the labyrinth method.
Materials	• video; • simulator; https://phet.colorado.edu/sims/html/density/latest/density_en.html • computer with internet connection, projector; • worksheet on paper or online; • computers for students; • MobileApp Stem Labyrinth; • writing implements.

Resources used by the teacher	• Google Docs • GoogleSlides • Youtube • Transum • simulator; https://phet.colorado.edu/sims/html/density/latest/density_en.html
Resources for the students	• Google Docs • simulator of experiments in physics; https://phet.colorado.edu/sims/html/density/latest/density_en.html • MobileApp

0. IMPLEMENTATION (organization of the lesson)

Introduction/ Motivation (20 min)

- Greetings, introduction of the content and aims of the lesson.
- Introductory video;
- Discussion on the video watched. Students find examples of swimming bodies from the real world.
- The teacher draws a map onto a blackboard or a screen.

Main Activity (50 min)

1. The teacher divides students into pairs using Transum;
2. The teacher introduces the steps of the activity and gives each pair a worksheet.
3. Students:
    - Familiarize themselves with the worksheet, the teacher explains what to do.
    - do the first three exercises about theory. The teacher helps if needed.
    - open the simulator on the internet.
    - conduct experiments, fill the tables with data, perform calculations.The teacher helps if needed.
    - introduce the results of experiments they conducted and results of discussions.
    - solve example exercises on worksheets.

0. Teacher concludes the topic shortly.

Reflection/Closing Activity (20 min)

- Students solve the task about swimming of bodies in the app made using the labyrinth method.
- The teacher concludes the lesson and introduces homework.

0. EVALUATION / ASSESSMENT

Assessment Type: (what is measuring, assessing)	• real world problem solving skill; • cooperation and communication; • critical thinking; • creativity.

0. Real-world application	
Students find examples of swimming bodies from the real world. They take photos of these and use them to illustrate exercises which they make themselves.	
0. Assignment	
Homework: Students make an exercise about swimming bodies using Google Docs. It should consist of two parts: a sheet with a problem and a sheet with an answer including a full solution.	
8. Extension	

Author: **Järvi Kimst**

Annex 7.1 Worksheet

Name: ..... **Date: .....**

Swimming, floating, sinking

1) Name swimming conditions:

Body swims if …

1).....

2).....

3).....

2) Fill in the gaps.

	Swimming	Floating	Sinking
The body is in liquid…	....	....	....
Compare densities of the body and the liquid (> = <)	ρ_b ..... ρ_l	ρ_b ..... ρ_l	ρ_b .....ρ_l
Compare the buoyancy and the gravity of the body	F_b ..... F_g	F_b ..... F_g	F_b .....F_g

(> = <)

3) Compare swimming and floating.
Similarities: ……
Differences: ……

4) Open the website https://phet.colorado.edu/sims/html/density/latest/density_en.html

Task 1

Turn on intro. Select the two-block model from the right corner. Then choose wood and brick as materials. Set the weight of both bodies to 4kg.

Mark in table:
- How much gravity applies to a wooden block on the ground? Calculate.
- Place the wooden block in the water. What do you notice?
- What is the buoyancy of the wooden block in the water? Calculate.
- Mark in the table whether the body is swimming, floating or sinking.
- How much gravity applies to a brick on the ground? Calculate.
- Put the brick in the water, what do you notice?
- How much buoyancy applies to the brick in the water? Calculate.
- Mark in the table whether the body is swimming, floating or sinking.

wood:	Volume	Gravity	Buoyancy	Does the body swim, float or sink?
on the ground				
in the water				

brick:	Volume	Gravity	Buoyancy	Does the body swim, float or sink?
on the ground				
in the water				

Discuss why a wooden block has a bigger buoyancy in the water than a brick.
……
……

Task 2

Now set the same bodies to equal volume.

Mark in table:
- the mass of both bodies on the ground.
- gravity applying to both bodies.
- place the bodies in the water. What do you notice?
- ……
- buoyancy applying to both bodies.

- find out how much the body masses seem lighter in the water.

	Mass	Gravity	Buoyancy	The body mass in the water
wood				
brick				

Discuss why bodies seem to be lighter in water? When justifying, use the terms gravity and buoyancy.

……
……
……

5) Mark in the formula of buoyancy the following symbols and their units.

$F_b = \rho_l g V$

	Name of the symbol	Symbol of the unit	Name of the unit
F_b			
ρ_l			
g			
V			

How much of the buoyancy force is applied to a wooden block with a volume of 10 m3 when sinked completely in water? The density of water is 1000 kg / m3.

Granite stone with a volume of 500 cm3 is placed entirely in the water. How much extra force must be applied to it so that it does not sin. The density of water is 1000 kg / m3, the density of granite is 2600 kg / m3.

Used materials:

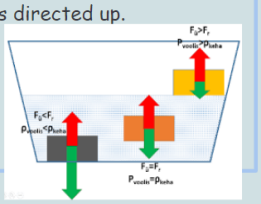
- http://opiq.ee
- Pixabay.com

Annex 7.2 Presentation

Conditions of swimming body

2022

The bodies in the water are affected by two forces - the gravity affecting the body, which is directed down, and the buoyancy of the fluid that is directed up.



FLOAT SWIM SINK

Buoyancy is equal to gravity

Buoyancy is less than gravity

Characteristics of swimming:

1. The body is partially fluid. (Output fluid mass = body mass)
2. If the gravity is less than the buoyancy, **Fg < Fb**, the body will rise to the surface. The body rises out of the water so that buoyancy and gravity affecting the part of the body underneath water become equal, as a result the body swims. **Fg = Fb**
3. The average density of the body is less than the density of the liquid.

$\rho_b < \rho_l$

Characteristics of floating:

1. The body is fully in the liquid.
2. The body's buoyant force is equal to the body's gravitational force. **Fb = Fg**
3. The average density of the body is equal to the density of the liquid. $\rho_b = \rho_l$

Characteristics of sinking:

1. The body is fully in the liquid.
2. The body's buoyant force is less than the body's gravitational force. **Fg > Fb**
3. The average density of the body is higher than the density of fluid.

$\rho_b > \rho_l$

Whether the body sinks, swims or floats depends on the density of the body and the liquid.

- According to the Archimedes principle, the buoyancy depends on the density of the liquid and the volume of the body:

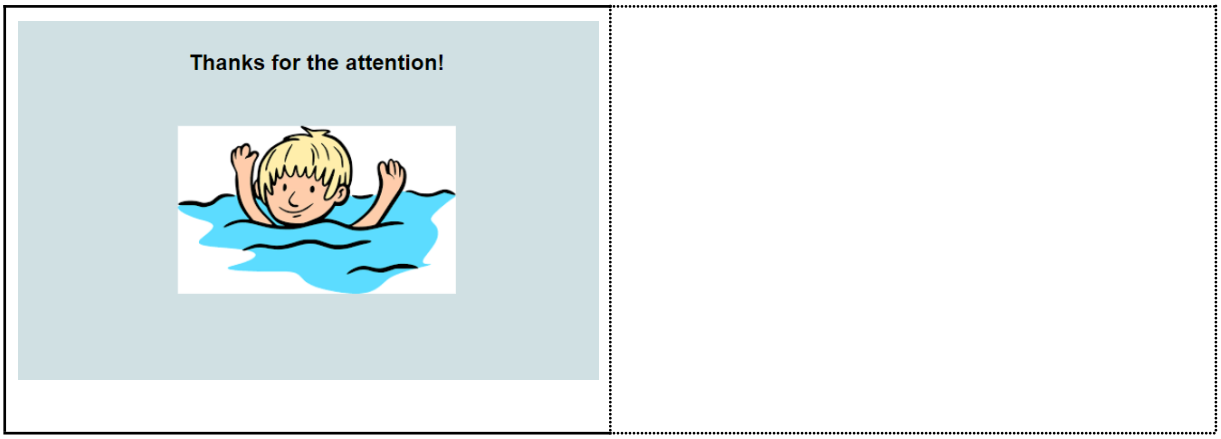
$$F_b = \rho_l g V.$$

- We can analogously express the gravitational force of the body $F_g = m_b g$ through its density ρ_b and volume **V** using the formula

$$F_g = \rho_b g V.$$

Used literature and photographs

- Pärtel, E., Loide R-K. (2018). Physics Form 8. Tallinn: Koolibri
- Pixabay. com



ANNEX 8 **STEM Labyrinth**

LESSON PLAN 2

1. OVERVIEW	
Lesson Topic	Pythagorean Theorem
Content Areas	Geometry
Duration of Lesson	45 min
Target grades/ Age	9th grade/ 15-16
Brief description of the lesson	In the lesson: 1. The short animation about Pythagorean theorem is watched 2. Exercises about Pythagorean theorem are solved by applying a labyrinth method using an app.
0. LEARNING OBJECTIVES	
General objectives	Student: • can apply investigative learning methods to solve a problem; • uses Pythagorean theorem in real life situations to find solution.
Particular objectives	Student • knows about relations between legs and hypotenuse in a right triangle: • knows the formula for calculating measurement of legs and hypotenuse of the right triangle • solves problems.
21st century skills gained	• critical thinking and problem solving; • managing and using information; • using ICT.
0. METHODOLOGY	
Teaching methods	• cooperative learning; • peer teaching.
Teaching techniques	• discussion; • problem solving,
Prerequisites	Student • knows units of distance;

	• can calculate squares and square roots; • can find dimensions of legs and hypotenuse in a right triangle; • can read and follow given instructions.
Materials	• a video - https://www.youtube.com/watch?v=elr2w5jrFbQ; • a computer with internet connection, a projector; • tablets for students
Resources used by the teacher	• Google Classroom • Youtube • Classroomscreen. com •
Resources for the students	• Google Classroom • STEM Labyrinth app
0. IMPLEMENTATION (organization of the lesson)	
Introduction/ Motivation (10 min)	
• Greeting, introduction of the topic and the aims of the lesson. • Introductory video. • Discussion based on the watched video. Students find examples from their daily lives.	
Main Activity (30 min)	
1. The teacher pairs up the students by using Classroomscreen. 2. The teacher introduces the activity and the work principle of the STEM Labyrinth app. 3. The teacher writes on a blackboard or shows with the projector all possible problems related to the Pythagorean theorem. 4. Students: * familiarize themselves with the STEM Labyrinth App * find suitable problems for Pythagorean Theorem . Two different problems per pair *solve the problems separately *compare with peer the results they have got *pairs introduce their results to the classmates. 0. Teacher makes a leaderboard of the three best results by using the STEM Labyrinth App *** For the faster pairs teacher gives extra exercises from https://www.ixl.com/math/geometry/pythagorean-theorem	
Reflection/Closing Activity (5 min)	
• The students give feedback of the learning process with the STEM Labyrinth App • The teacher concludes the lesson.	
0. EVALUATION / ASSESSMENT	
Assessment Type: (what is measuring, assessing)	• Problem solving skill • Cooperation and interaction • Critical thinking skill
Evaluation tools (instruments)	• Grading model
1. Real-world application	

The students solve real-world problems
0. Assignment
Oral feedback
8. Extras

Author: **Kairi Mustjatse**

ANNEX 9 **STEM Labyrinth**

LESSON PLAN 3

1. OVERVIEW	
Lesson Topic	**Lifebuoy saves lives when needed**
Content Areas	Physics, Mathematics, IT
Duration of Lesson	90´
Target grades/ Age	16-17
Brief description of the lesson	We will investigate how to minimize the time needed for a lifebuoy starting from a specific point on the perimeter of a pool to reach a particular point in the pool.
2. LEARNING OBJECTIVES	
General objectives	To enable students to apply their knowledge of uniform linear motion in a novel situation. To learn how to find an optimal solution by solving a minimization problem.
Particular objectives	To train the students in the use of interactive applets, for computational approaches to the problem.
21st century skills gained	Computational methods as an integral mathematical tool and the use of interactive applets to facilitate computation. 21st century skills: • Critical thinking • Collaboration • Curiosity and inquiry • Problem-solving • Imagination

3. METHODOLOGY	
Teaching methods	• Teacher 1 (EC1): Teacher of Physics - Teaching of uniform linear motion and/or uniformly accelerated motion – Classroom • Teacher 2 (EC2): Teacher of Mathematics - Teaching optimization problems – Classroom • Teacher 3 (EC3): Teacher of Mathematics or IT teacher - Teaching how to transform a problem to an interactive applet and how to approach the solution with computational methods – IT Lab The coordinator may be the Teacher of Mathematics Teaching methods: • The Discussion Method • Cooperative learning • Student-centred Approach to Learning
Teaching techniques	Discussion, problem solving, experimentation, mathematical and computational calculations
Prerequisites	Students are taught the calculation of distance and time in uniform linear motion
Materials	Whiteboard/interactive board/flipchart, STEM Labyrinth Mobile App, student handout(s), calculator
Resources used by the teacher	Whiteboard/interactive board/flipchart, computer with suitable software, videos, handouts, laboratory, STEM Labyrinth Mobile App
Resources for the students	Physics/Chemistry/Mathematics teachers, handouts, graph paper, calculator, STEM Labyrinth Mobile App
4. IMPLEMENTATION (organization of the lesson)	
Introduction/ Motivation (10 min)	
Activities of the teacher(s)and students (creation of interest, reference to real value issues, relation to background experiences etc.) - Discussion of issue (minimizing time of intervention to save lives) - Discussion of background knowledge - Discussion of main activity.	
Main Activity (30 min)	
Development activities (preparation for practice) - Students are divided into groups and asked to formulate thoughts and arguments to make - a layout plan - Carry out appropriate calculations - Decide the procedure that will lead them to the optimal solution sought (for example experimentation) Practicing activities (guided practice ->free practice) - Students carry out their plan - Teacher supervises activity - Students work on handout(s) and draw conclusion(s)	
Reflection/Closing Activity (5 min)	
Activities of the teacher(s)and students - Students submit results to the teacher - Teacher summarizes results and guides students to draw final conclusion	

5. EVALUATION / ASSESSMENT	
Assessment Type: (what is measuring, assessing)	- Teacher assesses design skills and group-work skills during activity - Teacher assesses critical thinking and mathematical and computational skills through handout - Teacher assesses the students' knowledge through the Stem Labyrinth Application *Pre-Activity, Activity-Embedded, Post-Activity Assessment
Evaluation tools (instruments)	Activity handout(s) (formative assessment), *STEM Labyrinth* Mobile App after concluding the activity after concluding the activity
6. Real-world application	
- where it can be applied - design questions to put the students in real – life situations (the Least Action Principle in Physics can be discussed as a generalization) - invite guest speakers - real world research	
7. Assignment	
Study behavior of light as an extension Ask students to consider other cases of minimization/maximization Report back to the class	

Author: **Agios Georgios Lyceum**

ANNEX 10 **STEM Labyrinth**

LESSON PLAN 4

1. OVERVIEW	
Lesson Topic	**Estimating the size of a molecule using an oil film**
Content Areas	Chemistry, Physics, Mathematics
Duration of Lesson	90΄
Target grades/ Age	14-15
Brief description of the lesson	We will investigate through an experiment how oil mixes with water and how an oil spill develops and to measure the size of an oil molecule. The activity is closely related to the pollution of the sea.
2. LEARNING OBJECTIVES	
General objectives	The purpose of the activity is to measure the size of the oil molecule with simple materials: olive oil, water, small volumetric container, eyedropper, ruler, fine powder/lycopodium powder (dried pollen), large dry tray, calculator.
Particular objectives	The activity enables students to synthesize knowledge and skills from many fields: physics, chemistry, mathematics, and environmental studies to study a realistic problem (pollution from oil spills).
21st century skills gained	The atomic and/or molecular structure of matter (otherwise kinetic theory of matter) is one of the basic concepts of science at all levels. Knowledge of the size of atoms/molecules is important and necessary for a better understanding of the importance of atomic theory. 21st century skills: ● Creativity and Critical thinking

	• Collaboration • Curiosity and inquiry • Problem-solving • Perseverance
3. METHODOLOGY	
Teaching methods	• Teacher 1 (EC1): Teacher of Physics - Teaching of the Atomic Theory of Matter - Classroom Teacher 2 (EC2): Teacher of Chemistry - Teaching oil-water interaction - Shape of oil molecule Teacher 3 (EC3): Teacher of Mathematics - Teaching geometric volumes - processing of algebraic formulas - proportions. The coordinator may be the Teacher of Physics. Teaching methods: • Cooperative learning • Student-centred Approach
Teaching techniques	Discussion, problem solving, experimentation, mathematical and computational calculations
Prerequisites	Kinetic/atomic theory of matter, basic behavior of oil on water, shape of oil molecule, simple algebraic manipulation
Materials	Whiteboard/interactive board/flipchart, STEM Labyrinth Mobile App, student handout(s), laboratory with suitable equipment (large shallow tray, clean water, olive oil, fine powder/lycopodium powder, dropper, ruler, means of disposing used water)

Resources used by the teacher	Whiteboard/interactive board/flipchart, computer with suitable software, videos, handouts, laboratory, STEM Labyrinth Mobile App
Resources for the students	Physics/Chemistry/Mathematics teachers, handouts, laboratory, STEM Labyrinth Mobile App

4. IMPLEMENTATION (organization of the lesson)

Introduction/ Motivation (10 min)

Activities of the teacher(s)and students (creation of interest, reference to real value issues, relation to background experiences etc.)

- Discussion of issue (oil spillages / sea pollution)
- Discussion of background knowledge
- Discussion of main activity.

Main Activity (30 min)

Development activities (preparation for practice)

- Demonstration of equipment and discussion of procedure
- Safety precautions
- Discussion of mathematical procedures

Practicing activities (guided practice ->free practice)

- Students carry out their plan
- Teacher supervises activity
- Students work on handout(s) and draw conclusion(s)

Reflection/Closing Activity (5 min)

Activities of the teacher(s)and students

- Students submit results to the teacher
- Teacher summarizes results and guides students to draw final conclusion

5. EVALUATION / ASSESSMENT

Assessment Type: (what is measuring, assessing)	- Teacher assesses design skills and group-work skills during activity - Teacher assesses critical thinking and mathematical skills through handout - Teacher assesses the students' knowledge through the Stem Labyrinth Application *Pre-Activity, Activity-Embedded, Post-Activity Assessment
Evaluation tools (instruments)	Activity handout(s) (formative assessment), *STEM Labyrinth* Mobile App after concluding the activity after concluding the activity

6. Real-world application

- where it can be applied
- design questions to put the students in real – life situations
- invite guest speakers
- real world research

7. Assignment

Study a specific oil spillage in the sea near Cyprus, and how the authorities dealt with it. Report the results of the study to the class.

Author: **Agios Georgios Lyceum**

ANNEX 11 **STEM Labyrinth**
LESSON PLAN 5

1. OVERVIEW	
Lesson Topic	**Moving on the surface or around the Earth**
Content Areas	Physics, Mathematics, Mechanics, Environment
Duration of Lesson	2 * 45 min
Target grades/ Age	9th - 10th grade, ages: 15-16
Brief description of the lesson	We discover the main features of motion, the distance, the velocity, the acceleration and the time with three real-world examples and one hypothetical: 1. study of the sizes related to circular orbits around the circumference of the Earth, whether they are very close to it (a “rope” at 1 meter) or they are far (such as the orbit of the ISS), 2. experiment with the "fastest sprinter" Cheetah trying to reach the fastest "long-distance runner" Antelopes, 3. observation of the movement of a bicycle that starts moving, accelerates, moves at a constant velocity and finally decelerates to stop. The questions for these real journeys on the surface and around the Earth are about distances velocities, accelerations and safety. Speed can mean the difference between life and death.
2. LEARNING OBJECTIVES	
General objectives	• using of interactive applets and gamification for problem solving • applying knowledge about motion in different situations
Particular objectives	• using the 2 main quantities length-time and the 4 related quantities *distance-perimeter-velocity-acceleration* • applying physical & mathematical formulas for the measurement of the previous quantities
21st century skills gained	• using and processing information • critical thinking and problem solving • curiosity and inquiry • collaboration
3. METHODOLOGY	
Teaching methods	• collaborative learning • gamification
Teaching techniques	• brainstorming • experimentation • problem solving
Prerequisites	• can read and follow given instructions • can calculate powers and roots • can use the basic formulas of: *distance-perimeter-velocity-acceleration*
Materials	• good internet connection • whiteboard and/or interactive board and/or flipchart • tablets (one tablet per two students) • STEM Labyrinth App installed in the tablets
Resources used by the teacher	• IO3 Guidelines • IO4 Learning Modules • STEM Labyrinth App • Doukas School Problems 12, 10 and 07 *(given at the Implementation Section)*

Resources for the students	• YouTube and relates links • STEM Labyrinth App • Web-based Apps *(links are given at the Implementation Section)*

4. IMPLEMENTATION (organization of the lesson)

Introduction/ Motivation (15 min)

- Introduction of the topic and the aims of the lesson

Two introductory videos:

- Springboks Antelopes vs Cheetahs - Wild Africa
- Where is the International Space Station?

Main Activity (2*30 min)

1. Discussion: What are the common and the different concepts about motion in the above videos? What are the differences between distance and position, about moment, minute and time?
2. ***Play with the App: D12-Problem "From the "rope around the Earth" to the "orbit of the ISS"*** (doc file)
3. Discussion: How quickly our position can change? We can divide distance by time, but we can also divide time by distance? What's the difference? What we decided?
4. ***Play with the App: D10-Problem "Cheetahs vs Antelopes"*** (doc file)
5. Discussion: What distances they must have in order for a chase to succeed or fail? Success for one animal is a failure for the other and vice versa. Speed can mean the difference between life and death.
6. Presentation: What are the safety reminders to keep cyclists safe?
7. ***Play with the App: D07-Problem "The motion of a cyclist"*** (doc file)
8. Discussion: What are the maximum permitted speed for bicycles? What are the speed of satellites? How fast can the speed change? What does this mean? What is the acceleration of satellites?
   Note: All the needed physical & mathematical formulas for the measurement of the quantities are given to the ANNEX 11.1

Reflection/Closing Activity (15 min)

- The students submit results from the apps to the teacher
- The students give feedback of the learning process with the STEM Labyrinth App
- The teacher or the students summarizes results and the teacher guides students to draw final conclusions

5. EVALUATION / ASSESSMENT

Assessment Type: (what is measuring, assessing)	• Score assessment from the STEM Labyrinth App (indicative) • Qualitative assessment of students' participation in the discussion and answering of teacher's questions • Qualitative assessment of students' collaboration during the activities
Evaluation tools (instruments)	• Scoring measurement of the *STEM Labyrinth* App (optional)

6. Real-world application

- design questions to put the students in similar or other real-life situations (the questions can also be asked by the students)

- real world research of similar cases

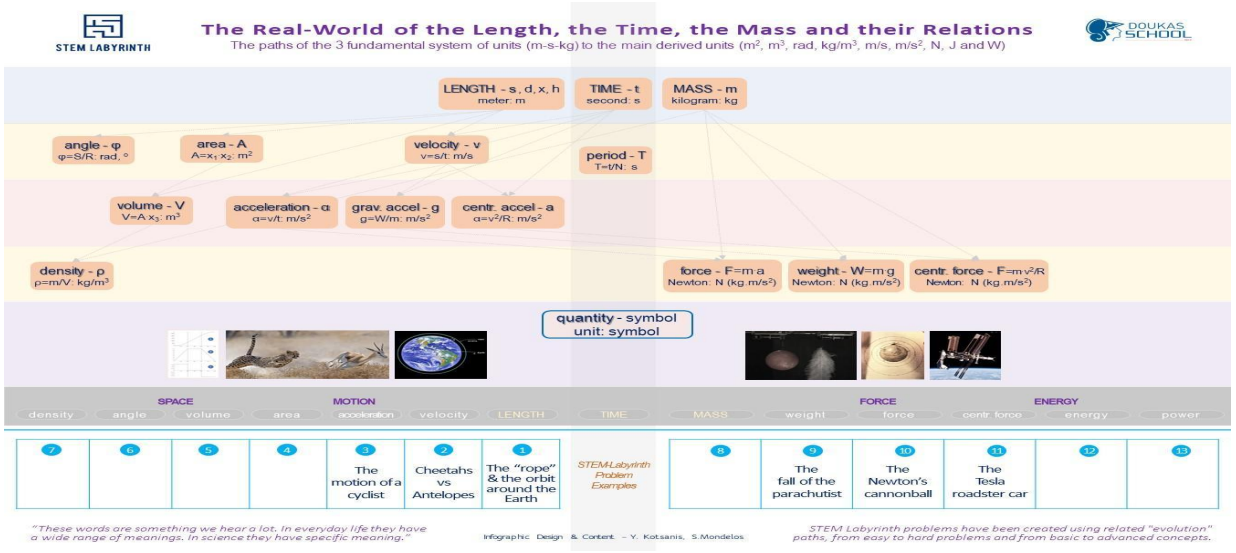
7. Assignment

- experimentation with the links of the "Fun Facts" of the 3 problems:

The ancient problem of “rope around the Earth”
https://mathimages.swarthmore.edu/index.php/Rope_around_the_Earth,
https://www.abc.net.au/science/surfingscientist/pdf/conundrum17.pdf
Cheetahs and antelopes are savanna animals that have a predator-prey relationship
https://www.britannica.com/list/the-fastest-animals-on-earth, Springboks Antelopes vs Cheetahs | Wild Africa | BBC Earth, https://www.britannica.com/animal/cheetah-mammal,
https://www.britannica.com/animal/pronghorn
European laws and safety about the bicycle
https://en.wikipedia.org/wiki/Electric_bicycle_laws,
https://caask.ca/about-caa/advocacy-safety/bike-safety
The story and the STEAM behind my bike,
https://drive.google.com/file/d/1tyXJiyDt_oRywHeM3F96_WbTl43w4_fQ
What is the International Space Station?
https://www.nasa.gov/audience/forstudents/5-8/features/nasa-knows/what-is-the-iss-58.html. Where is the International Space Station?
https://www.esa.int/Science_Exploration/Human_and_Robotic_Exploration/International_Space_Station/Where_is_the_International_Space_Station

Author: **Yannis Kotsanis, Spyros Mondelos**

ANNEX 11.1 *The Infographic of* "The Real-World of the Length, the Time, the Mass and their Relations" (Google Drive Link)



ANNEX 12 **STEM Labyrinth**
LESSON PLAN 6

1. OVERVIEW

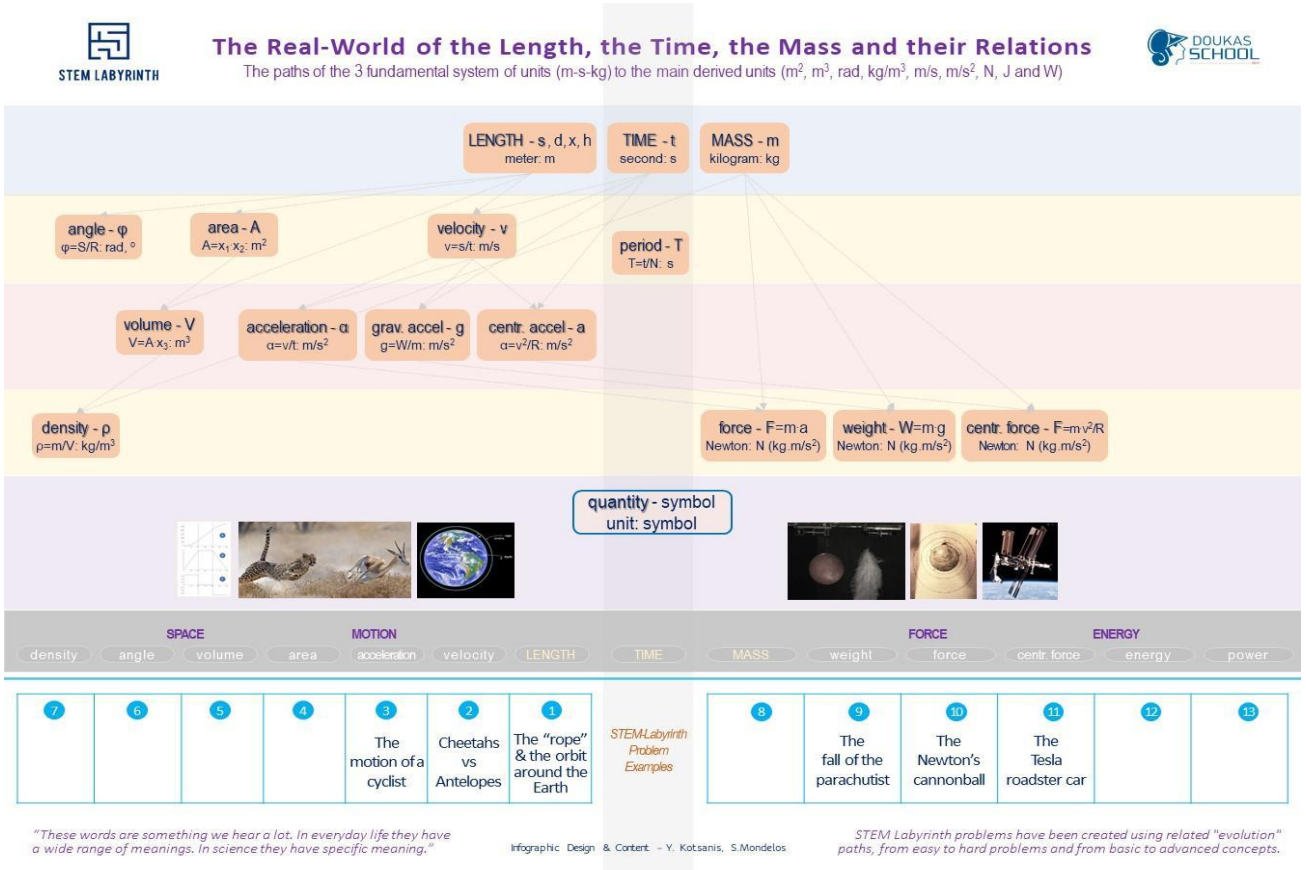
Lesson Topic	**From the free fall to the orbit of the satellites**
Content Areas	Physics, Mathematics, Technology
Duration of Lesson	2 * 45 min
Target grades/ Age	10th - 11th grade, ages: 16-17+
Brief description of the lesson	We discover the main features of the gravity with two real-world examples and one hypothetical: 1. study the fall of a parachutist (parachute jumper) with or without air resistance, with or without the use of a parachute, 2. experiment with the Newton's cannonball 3. launch of the Tesla Roadster for escaping out of Earth's gravitational grip. The main questions for these real journeys are about velocities, distances, masses, forces and the orbits.
2. LEARNING OBJECTIVES	
General objectives	• using interactive applets and gamification for problem solving • applying knowledge about motion and force
Particular objectives	• using the 32 main quantities *length-time-mass* and the 4 related quantities *velocity-acceleration-weight-force* • applying physical & mathematical formulas for the measurement of the previous quantities
21st century skills gained	• using and processing information • critical thinking and problem solving • curiosity and inquiry • collaboration
3. METHODOLOGY	
Teaching methods	• collaborative learning • gamification
Teaching techniques	• brainstorming • experimentation • problem solving
Prerequisites	• can read and follow given instructions • can calculate powers and roots • can use the basic formulas of: *velocity-acceleration-weight-force*
Materials	• good internet connection • whiteboard and/or interactive board and/or flipchart • tablets (one tablet per two students) • STEM Labyrinth App installed in the tablets
Resources used by the teacher	• IO3 Guidelines • IO4 Learning Modules • *STEM Labyrinth* App • Doukas School Problems 09, 16 and 17 *(given at the Implementation Section)*
Resources for the students	• YouTube and relates links • *STEM Labyrinth* App • Web-based Apps *(links are given at the Implementation Section)*

4. IMPLEMENTATION (organization of the lesson)	
Introduction/ Motivation (15 min)	
- Introduction of the topic and the aims of the lesson *Two introductory experiments*: - Classroom experiment and discussion: Throwing two different paper sheets - Watching "The astronaut's experiment with a hammer and a feather" https://www.youtube.com/watch?v=ZVfhztmK9zI	
Main Activity (2*30 min)	
1. Discussion: What can cause the fall and delay or accelerate the fall? 2. Watching the video: "Bowling ball and feathers falling in vacuum" (NASA world's biggest vacuum chamber) https://www.youtube.com/watch?v=E43-CfukEgs 3. ***Play with the App: D09-Problem "The fall of the parachutist"*** (doc file) 4. Discussion: The free fall and the horizontal shot 5. ***Play with the App: D16-Problem "The Newton's cannonball"*** (doc file) 6. Discussion: From free fall to the law of universal gravitation 7. ***Play with the App: D17-Problem "The Tesla roadster car"*** (doc file) 8. Discussion: The speed of satellites. Depends on what? 9. *Note: All the needed physical & mathematical formulas for the measurement of the quantities are given to the ANNEX 12.1*	
Reflection/Closing Activity (15 min)	
● The students submit results from the apps to the teacher ● The students give feedback of the learning process with the *STEM Labyrinth* App ● The teacher or the students summarizes results and the teacher guides students to draw final conclusions	
5. EVALUATION / ASSESSMENT	
Assessment Type: (what is measuring, assessing)	● Score assessment from the STEM Labyrinth App (indicative) ● Qualitative assessment of students' participation in the discussion and answering of teacher's questions ● Qualitative assessment of students' collaboration during the activities
Evaluation tools (instruments)	● Scoring measurement of the *STEM Labyrinth* App (optional)
6. Real-world application	
● design questions to put the students in similar or other real-life situations (the questions can also be asked by the students) ● real world research of similar cases	
7. Assignment	
● experimentation with the links of the "Fun Facts" of the 3 problems:	

- The experiment of Newton's cannonball: https://en.wikipedia.org/wiki/Newtons_cannonball
- Play with the interactive simulation “Newton’s Cannon” https://physics.weber.edu/schroeder/software/NewtonsCannon.html
- Useful information about the orbital velocity of satellites and planets: https://en.wikipedia.org/wiki/Orbital_speed and the escape speed from Earth's surface: https://en.wikipedia.org/wiki/Escape_velocity and how to calculate orbital velocity: https://enochko.com/blog/newtons-cannonball-and-orbital-velocity
- The story of lauching the the Tesla Roadster https://where-is-tesla-roadster.space and where is now live... https://where-is-tesla-roadster.space/live

Author: **Yannis Kotsanis, Spyros Mondelos**

ANNEX 12.1 *The Infographic of* "The Real-World of the Length, the Time, the Mass and their Relations" (Google Drive Link)



4.6.Mobiilirakenduse probleemide kategooriate analüüs

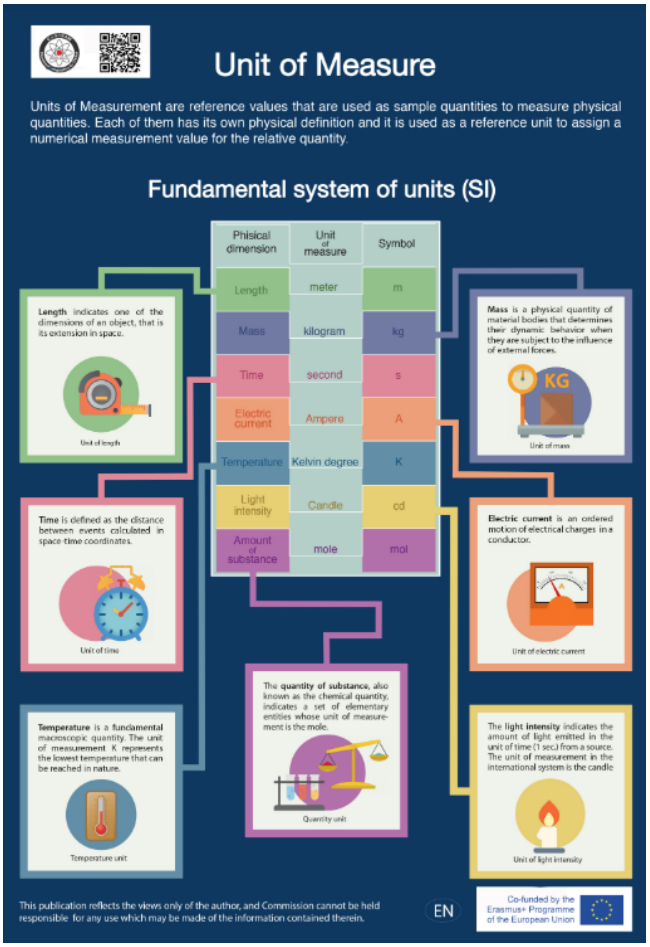
Probleemide üldkategooriad, nagu ainevaldkond (ained ja teemad), sihtrühm, vanus ja raskusaste ning kuus küsimuste liiki, on esitatud eelnevates juhendmaterjali osades. Alljärgnevalt on tutvustatud kõiki kategooriaid, nii üldiseid kui ka spetsiifilisi kahes tabelis. Esimeses käsitletakse probleeme ja teises küsimusi.

Probleemi kategooria	
Raskusaste	kerge, keskmine, raske
Õppeained	matemaatika, loodusteadused, keemia, füüsika, bioloogia, infotehnoloogia
Teemad ja alateemad	Geomeetria, algebra, funktsioonid, trigonomeetria, proportsioonid, tõenäosus, kliimamuutused, globaalne soojenemine, taastuvenergia, keskkond, jätkusuutlikkus, pH, aatom, orgaanilised ühendid, oksüdatsioon, mehaanika, kineetika, liikumine, Newtoni seadused, astronoomia, paljunemine, geneetika, bakterite muundumine, viirused, programmeerimine, HTML, paroolid, algoritmid.
Vanus	14-15, 16-17, 18+
S/T/E/M	
Tüüp	reaalne elu, katsetamine(eksperiment) lihtne, keeruline, kombineeritud, kaootiline (D. Snowden) kehvasti defineeritud, hästi defineeritud
Suurused(ühikud)	pikkus (meeter), mass (kilogramm), aeg (sekund), elektrivool (amper), termodünaamiline temperatuur (kelvin), aine kogus (mol), valgustugevus (kandela), pindala, maht, nurk, kiirus, kiirendus, tihedus, jõud, kaal, energia, võimsus

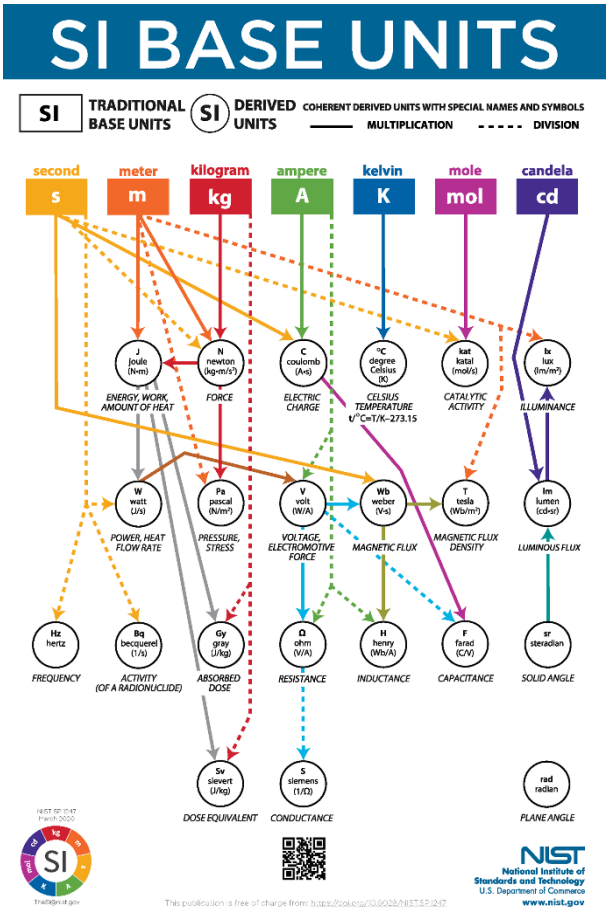
Probleemi tüüpide kohta on palju uuringuid ja viiteid. Näiteks on 4 probleemitüüpi: lihtne, keeruline, kombineeritud, kaootiline (Snowdeni pakutud). Meie eesmärgiks on keskenduda ainult teaduslikele probleemidele, mis võivad olla kas reaalelulised või mõtestatud probleemid/katsed. Üks lähenemisviis seda liiki probleemide käsitlemiseks, mis on seotud STEM-õppekavaga, on alustada probleemi peamiste mõistete või suuruste (ja nende ühikute) määratlemisega. Maailma seitse fundamentaalühikut ja nende tuletised on esitatud järgmistel piltidel:

SI Base Units			
Base quantity		**Base unit**	
Name	**Typical symbol**	**Name**	**Symbol**
time	*t*	second	s
length	*l*, *x*, *r*, etc.	meter	m
mass	*m*	kilogram	kg
electric current	*I*, *i*	ampere	A
thermodynamic temperature	*T*	kelvin	K
amount of substance	*n*	mole	mol
luminous intensity	I_v	candela	cd

Source: NIST Special Publication 330:2019, Table 2.



Allikas: https://steam-edu.eu/infographics

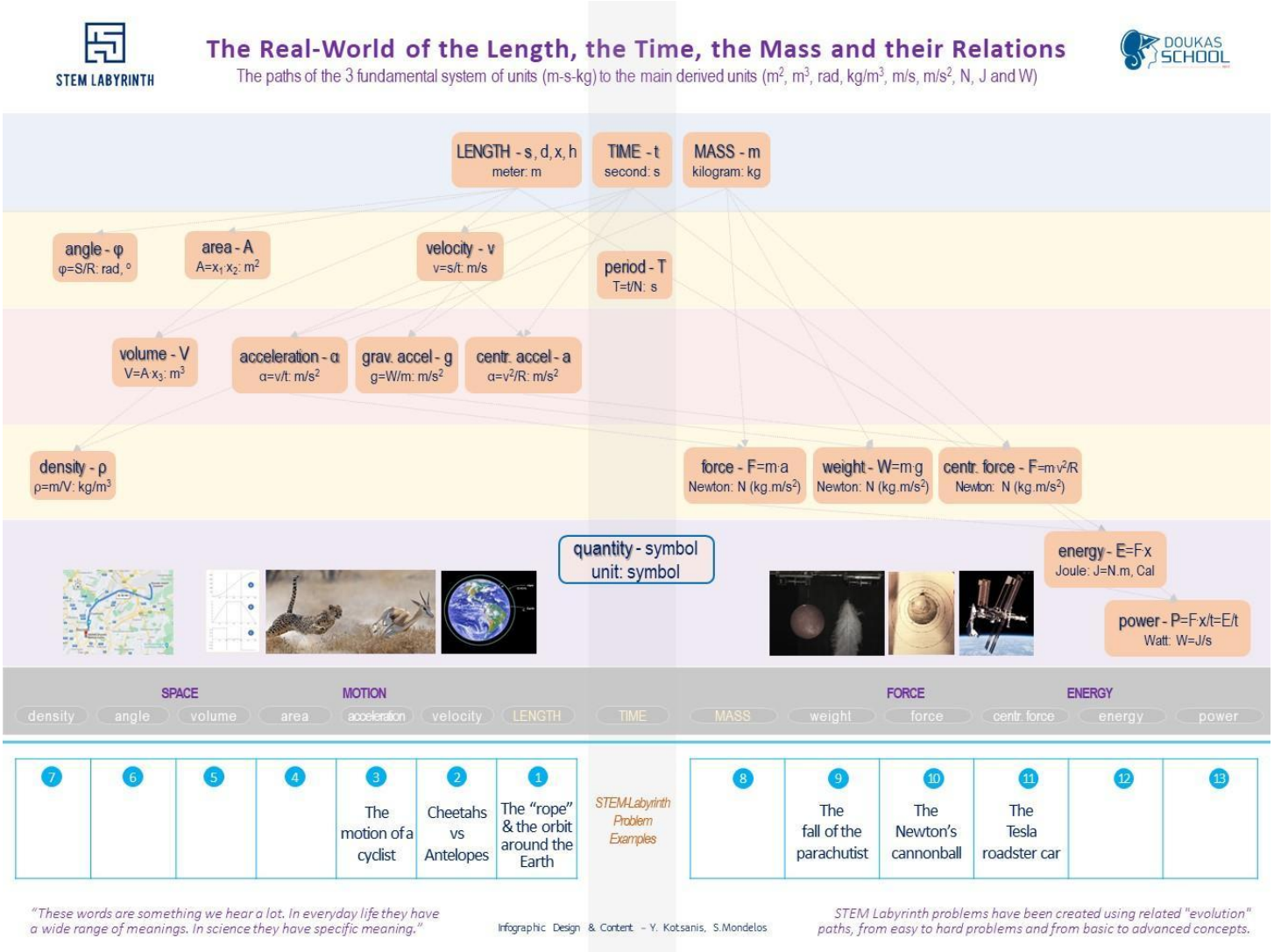


Allikas: https://www.nist.gov/pml/owm/metric-si/si-units

Üsna suur osa STEM-labürindi 100 probleemist on seotud 7 fundamentaalühikuga: aja, pikkuse ja massi ning paljude nende tuletistega. Koostatud infograafika:

"Pikkuse, aja, massi ja nende seoste reaalmaailm", mis sisaldab kolme fundamentaalse ühikusüsteemi (m-s-kg) ja nende peamiste tuletatud ühikute (m2, m3, rad, m/s, m/s2, kg/m3, N, J ja W) teekondi. Sellel infograafilisel joonisel on kaks peamist eesmärki:

1. näidata kõiki seoseid ja valemeid aja, pikkuse ja massi ning nende tähtsamate tuletiste vahel.
2. aidata jälgida eluliste probleemide lahenduste kavandamist ja lahendusteede valimist.



Esitasime näite tunnikava "Liikumine Maa pinnal või ümber Maa" (punkt 4.5 ja LISA 11/12.1)kohta, mis põhineb kolmel järgneval probleemil:

D12: "Köiest ümber Maa" kuni "ISS-i orbiidile" (doc-fail),
D10: "Gepardid vs. antiloobid" (doc-fail),
D07: "Jalgratturi liikumine" (doc file).

Sarnane näide on esitatud 2. lisas "Vabast langusest satelliitide orbiidile", mis põhineb kolmel järgneval probleemil:

D09: Ülesanne "Langevarjuri kukkumine" (doc-fail),
D16: Ülesanne "Newtoni kahurikuulist" (doc-fail),
D17: "Tesla roadster auto" (doc-fail).

Küsimuste kategooriad	
Tüüp	1. Valikvastus 2. ÕIGE/VALE 3. Pildiküsimus valikvastusega 4. Ühendamine 5. Lünga täitmine 6. Lõbus fakt
Küsimuse sisu	1. diagrammi analüüsimine 2. meetodil põhinev 3. teoorial põhinev 4. reeglitel põhinev 5. arvutusvalemid 6. ühikute teisendamine 7. juhtumi analüüs 8. tulemuste kontroll 9. õige valemi valimine 10. koodi kirjutamine- programmeerimine 11. õigete valemite kombineerimine 12. dokumendi, tabeli, diagrammi jms koostamine 13. dokumendi, pildi jms uurimine 14. algoritmi järgimine 15. avatud küsimus 16. mängimine 17. alamprobleemi lahendamine

	18. andmete, viidete jms uurimine 19. katsete tegemine 20. simulatsioonide vaatamine 21. videode vaatamine
Valemid/funktsioonid	loogika, statistika, majandus, trigonomeetria, inseneriteadus

Rakenduses STEM Labyrinth on kasutusel kuus erinevat tüüpi küsimust.

Küsimusi saab kategoriseerida ka nende sisu järgi. Järgnevas tabelis on esitatud soovituslikud näited küsimuste ja 100 probleemi juurde kuuluvate "lõbusate faktide" kohta:

Küsimuste sisukategooriad kui alamprobleemid

diagrammide analüüs	Kas suudate leida, milline graafik A, B ja C on seotud vahemaa, kiiruse, kiirenduse/ aeglustuse ja ajaga?
reeglite kasutamine	A4 trüki- ja kontoripaberil on kõrgus - laius (mm/toll) ja kõrguse - laiuse suhe (mõõdetakse joonlauaga paberi kahe külje kõrgus ja laius cm või tollides).
teoreemi kasutamine	Valgus on nähtus, mida võib kirjeldada kas... osakese/laine või kiir/laine või kiir/osakese või soojus/laine
arvutusvalem	Kui jalgratturi mass koos jalgrattaga on m = 60 kg, siis milline on tema kiirendamiseks rakendatav resultantjõud (Newton) (kasutage jalgratta kiirendust eelmisest küsimusest)?
valemitega arvutamine	Rahvusvaheline kosmosejaam tiirleb Maa ümber keskmiselt umbes 250 miili (A=~400 km) kõrgusel. Mitu kilomeetrit on kosmosejaama orbiidi ümbermõõt ümber ekvaatori ümbermõõdu, kui ekvaatori raadius on 6378 km?
Arvutused ühikutega	Kahe looma vahemaa on 150 meetrit, tundub, et antiloobil on võimalik põgeneda! Mitu meetrit suudab gepard lõpuks nende esimeste 20 sekundi jooksul maksimaalse kiirusega talle läheneda, mille järel ta peatub?
Tulemuste kontrollimine	Tabelis on esitatud kahe ettevõtte viis erinevat töötajate kategooriat (peadirektor, juhid, spetsialistid, tehnikud ja teenindajad), sama töötajate arv (100) ja nende palkade jaotus. Kui suur on kahe ettevõtte kuupalkade summa? Sama või erinev või ei ole vastuse jaoks selgeid andmeid.

Õige valemi valimine	Milline järgnevatest valemitest oli esimesena Maa "kaalu" arvutamiseks?
koodi kirjutamine-programmeerimine	Kui robot saab sõnumi "Start game" (see on sündmusepõhine struktuur), käivitub “forever” tsükkel, mis kontrollib, kas hiirega vajutatakse mängu nuppu. Seejärel..
koodi kirjutamine-programmeerimine	Kas oskate kirjutada programmi, mis arvutab kõik ülaltoodud arvud mis tahes ristküliku A * B jaoks?
õppematerjali loomine	Koosta (paberkandjal või digitaalselt) tabel-tööleht lennuliinide (lennu)vahemaade kohta nende viie linna kõigi paaride kohta (kasutades nt Google Sheetsi või MS Exceli, nt veebilehelt https://www.distance.to). Tabel võiks olla nagu pilt (kuid lennuliinide vahemaadena).
objekti uurimine	Praegu asub Tesla enam kui 360 km kaugusel Maast ja 280 miljoni km kaugusel Marsist, liikudes ligikaudu kiirusega 6-7 km/s (sama ligikaudne kiirus kui "Cannonball" probleem). LIVE ORBIT: https://where-is-tesla-roadster.space/live
objekti uurimine	Infograafik: Minu jalgratta lugu ja STEAM https://drive.google.com/file/d/1tyXJiyDt_oRywHeM3F96_WbTl43w4_fQ/view?usp=sharing
algoritmide järgimine	Algoritmid on samm-sammulised juhised, mida kasutatakse probleemi lahendamiseks. Mida kujutab skeem?
avatud küsimus	Kas te suudate välja mõelda ja selgitada, kuidas te vastuse leidsite? Kas suudate oma lahenduse genereerida? Kas oskate leida aritmeetilise väljendi selle ülesande arvutamiseks?
mängu mängimine	Mängi mängu "Chat noire". Kas sa suudad hoida kassi mänguväljalt ära jooksmas? Mängi mängu 10 korda. Aseta takistused kassi kõrvale. Mitu korda sa võitsid? Tõenäoliselt võitsid sa väga vähe kordi! www.gamedesign.jp/sp/cat (kui link ei tööta, võid kasutada teist brauserit, nt Google Chrome'i, või muuta oma brauseri turvaseadeid).
alamprobleemi lahendamine	Viis erinevat meeskonda töötavad koos erinevates Euroopa linnades. Nad tahavad reisida teistesse linnadesse. Need linnad on järgmised: Pariis, Amsterdam, Viin, Budapest ja Bukarest. Mitu paari naaberriike on meil?

alamprobleemi lahendamine	Kaks sama raskusega langevarjurit langevad samal ajal ja täpselt samalt kõrgelt ning avavad oma langevarjud samal ajal, kusjuures esimene langeb liikumatust helikopterist ja teine langeb liikuvast lennukist. Kumb maandub esimesena?
viite/lingi uurimine	https://www.britannica.com/list/the-fastest-animals-on-earth and Springboks Antelopes vs Cheetahs | Wild Africa | BBC Earth
simulatsiooni uurimine	Katseta interaktiivset simulatsiooni "Newtoni kahur" (see põhineb mõtteeksperimendil ja illustratsioonil Isaac Newtoni raamatust): https://physics.weber.edu/schroeder/software/NewtonsCannon.html
Video vaatamine	Bowlingkuuli ja sulgede kukkumine vaakumis (NASA maailma suurim vaakumkamber) https://www.youtube.com/watch?v=E43-CfukEgs

5. Mobiili rakenduse piloottestimine

5.1. STEM labürindi probleemide hindamisvorm

ANNEX 13 PEER EVALUATION FORM FOR STEM LABYRINTH PROBLEMS

Organisation: _____

Code: _____

Problem Title: _____

I Underline the answer:

- **Technical specifications:**

Contains Keywords: *yes / no*

Given the Difficulty Level: *yes / no*

Is it difficulty level appropriate? *yes / no*

What age is the problem appropriate for: 14, 15, 16, 17, 18

Involves only questions type provided by template: *yes / no*

Question answers are clearly given according to the template: *yes / no*

Hints are given as only a text or an image: *yes / no*

II Tick the box of the extent to which you agree about the following statements:

- **Usefulness:**

1. It has a clear purpose and aims

☐ ***strongly agree*** ☐ ***agree*** ☐ ***neutral*** ☐ ***disagree*** ☐ ***strongly disagree***

2. It contains reliable data.

☐ ***strongly agree*** ☐ ***agree*** ☐ ***neutral*** ☐ ***disagree*** ☐ ***strongly disagree***

3. Allows the development of problem-solving skills, digital skills, creativity, critical or analytical thinking strategies and constructiveness.

☐ ***strongly agree*** ☐ ***agree*** ☐ ***neutral*** ☐ ***disagree*** ☐ ***strongly disagree***

4. Helps students apply math and science through authentic, project based or hands-on learning

☐ ***strongly agree*** ☐ ***agree*** ☐ ***neutral*** ☐ ***disagree*** ☐ ***strongly disagree***

5. It can be used in the school environment (during classes or as an extracurricular activity)

☐ ***strongly agree*** ☐ ***agree*** ☐ ***neutral*** ☐ ***disagree*** ☐ ***strongly disagree***

- **Legibility and Design of the problem:**

6. It has a clear readability and it is easy to follow the hints

☐ ***strongly agree*** ☐ ***agree*** ☐ ***neutral*** ☐ ***disagree*** ☐ ***strongly disagree***

7. The type of questions are chosen appropriately

☐ ***strongly agree*** ☐ ***agree*** ☐ ***neutral*** ☐ ***disagree*** ☐ ***strongly disagree***

8. There is good hierarchy/organization of questions and relevant hints

☐ ***strongly agree*** ☐ ***agree*** ☐ ***neutral*** ☐ ***disagree*** ☐ ***strongly disagree***

9. Graphics-images are good quality, not distracting and consistent.

☐ ***strongly agree*** ☐ ***agree*** ☐ ***neutral*** ☐ ***disagree*** ☐ ***strongly disagree***

10. Includes the use of (or creation of) technology.

☐ ***strongly agree*** ☐ ***agree*** ☐ ***neutral*** ☐ ***disagree*** ☐ ***strongly disagree***

11. Involves students in using an engineering design process

☐ ***strongly agree*** ☐ ***agree*** ☐ ***neutral*** ☐ ***disagree*** ☐ ***strongly disagree***

12. Engages students in working in collaborative teams

☐ ***strongly agree*** ☐ ***agree*** ☐ ***neutral*** ☐ ***disagree*** ☐ ***strongly disagree***

- **Content:**

13. The content of the problem addresses a real-life problem

☐ ***strongly agree*** ☐ ***agree*** ☐ ***neutral*** ☐ ***disagree*** ☐ ***strongly disagree***

14. The problem depicts a **creative approach** of explaining the idea suggested by the title

☐ ***strongly agree*** ☐ ***agree*** ☐ ***neutral*** ☐ ***disagree*** ☐ ***strongly disagree***

15. The problem depicts an **innovative approach** of explaining the idea suggested by the title

☐ ***strongly agree*** ☐ ***agree*** ☐ ***neutral*** ☐ ***disagree*** ☐ ***strongly disagree***

16. The problem provides a framework for developing and enhancing skills and competencies in the context of STEAM, that is skills and competencies for understanding, organizing, communicating, exploiting in real life, problem solving and reasoning and assessing and investigating relevant concepts and processes.

☐ ***strongly agree*** ☐ ***agree*** ☐ ***neutral*** ☐ ***disagree*** ☐ ***strongly disagree***

17. Reinforces relevant math and science standards

☐ ***strongly agree*** ☐ ***agree*** ☐ ***neutral*** ☐ ***disagree*** ☐ ***strongly disagree***

- **Overall evaluation**

Is the problem appropriate to the description given by the project output? yes / *no*

Provide notes about what you noticed and like/don't like about the STEM Labyrinth problem and recommendation for improvement

_____

_____

Evaluator: _____

Organization: _____

Eelmist vormi kasutas iga projektis osalev organisatsioon äpi eluliste probleemide vastastikuseks hindamiseks, enne kui disainerid olid valmis neid mobiilirakendusse üles laadima. Hindamine toimus projektitsükli 13. kuul ja selle eesmärk oli hinnata kavandatud probleemide kvaliteeti ning parandada võimalikke vigu, kui vastastikused hindajad neid leidsid.

5.2. Õpilastega läbi viidud pilootkatsete hindamisvorm

Järgnev küsimustik oli suunatud partnerriikide kooliõpilastele (14-18-aastased). Selle eesmärk oli hinnata mobiilirakenduse BETA-versiooni. Küsimustikule vastati rakenduse katsetamise ajal ja see andis olulist teavet mobiilirakenduse täiustamise kohta.

ANNEX 14 **PART A: STUDENTS' QUESTIONNAIRE**

Total number of participants on Pilot Testing of Mobile App:

1. Organization

2. Age of the students:

Legibility of Content

3. The font choice, size and color used are legible:

4. The color scheme does not hinder the ability to read

5. Spacing and layout used are legible:

Design and Aesthetics

6. Appropriate use contrast and color:
7. Graphics are good quality, not distracting and consistent:
8. The app is easy to follow, and the overall design facilitates the understanding:
9. It is easy to navigate through the mobile app and you are aesthetically pleased while doing so:

Content

10. The content of the problems depicts a creative approach of explaining the idea suggested by the title:
11. The content of the problems depicts an innovative approach of explaining the idea suggested by the title:

12. The problems provide a framework for developing and enhancing skills and competencies in the context of STEAM, which is skills and competencies for understanding, organizing, communicating, exploiting real life, problem solving, decision making, and understanding causation.
13. The App can help me to achieve my STEM learning goals:

Usability

14. It is a user friendly:
15. Mobile app's features are easy to be used:
16. It is easy for first-time users to complete basic tasks.
17. Users can personalize their journeys (App gives the user a sense of freedom and transparency.)

Overall evaluation

18. Provide notes about what you noticed and like/don't like about the Mobile App, and what can we do to improve the app?
19. How satisfied are you after using the design was?
20. How would you rate your overall satisfaction with our Mobile App?
21. Would you recommend this app to your friend or colleague?

PART B: REMARKS AND COMMENTS FROM TEACHERS/RESEARCHERS

22. Explain briefly and clearly in which problem from the Mobile there was issues and describe it. (This will be allocated to the Mobile App developers for further update and improvement of the Mobile App)

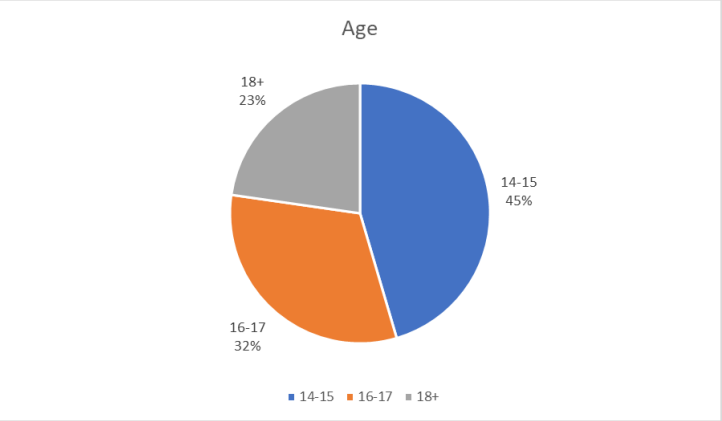
23. Any other comments and suggestions from teachers – piloting the Mobile App

5.3. Partnerkoolides mobiilirakenduse katsetamise tulemuste aruanne

Käesolev aruanne põhineb Erasmus+ programmi raames rahastatud projekti "STEM Labyrinth kui meetod teadmiste taseme tõstmiseks probleemide lahendamise kaudu" (viitenumber 2020-1-PT01-KA201-078645) partnerriikides läbiviidud mobiilirakenduse "STEM Labyrinth" piloottestimise hindamiseks koostatud küsimustike tulemustel.

Iga partner korraldas mobiilirakenduse beetaversiooni piloottestimise õpilastega. See osa sisaldab kõigi partnerite aruannete kokkuvõtet ning õpetajate/uurijate järeldusi ja soovitusi. Piloottestimine võimaldas õpetajatel/ülesannete koostajatel hinnata probleemide kujundust rakenduses, toimivust, funktsionaalsust ja üldist rahulolu selle kasutamisega.

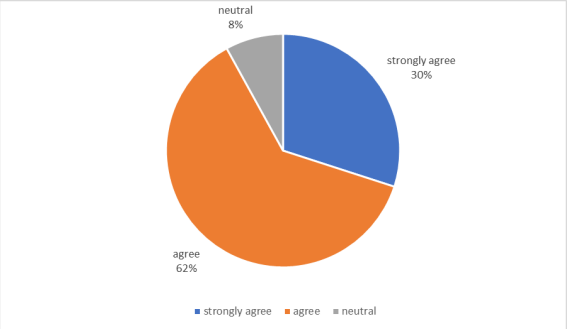
Mobiilirakenduse beetaversiooni katsetamises osales kokku 150 õpilast (vanuses 14-18) partnerriikidest.



- Kasutatud kirjastiili valik, suurus ja värv on loetavad: täiesti nõus (35%), nõus (55%), neutraalne (10%).
- Värviskeem ei takista lugemisvõimet: täiesti nõus (37%), nõus (48%), neutraalne (15%).
- Kasutatud vahekaugus ja paigutus on loetavad: täiesti nõus (28%), nõus (48%), neutraalne (24%).
- Kontrasti ja värvide asjakohane kasutamine: täiesti nõus (27%), nõus (50%), neutraalne (23%).
- Graafika on hea kvaliteediga, ei häiri ja on järjepidev: täiesti nõus (26%), nõus (45%), neutraalne (29%).
- Rakendust on lihtne jälgida ja üldine kujundus hõlbustab arusaamist: täiesti nõus (27%), nõus (50%), neutraalne (23%).

- Mobiilirakenduses on lihtne navigeerida ja seda tehes on esteetiliselt meeldiv: täiesti nõus (25%), nõus (70%), neutraalne (5%)
- Probleemide sisu kujutab pealkirjaga soovitatud idee selgitamisel loomingulist lähenemist: täiesti nõus (26%), nõus (65%), neutraalne (9%)

- Probleemide sisu kujutab pealkirjas pakutud idee selgitamisel uuenduslikku lähenemist: täiesti nõus (25%), nõus (60%), neutraalne (15%).
- Probleemid annavad struktuuri oskuste ja pädevuste arendamiseks ja suurendamiseks STEAMi kontekstis, milleks on oskused ja pädevused mõistmiseks, organiseerimiseks, suhtlemiseks, tegeliku elu ärakasutamiseks, probleemide lahendamiseks, otsuste tegemiseks ja põhjusliku seose mõistmiseks. täiesti nõus (30%), nõus (61%), neutraalne (9%)
- Rakendus aitab mul saavutada oma STEM-õppe eesmärke.
-



- See on kasutajasõbralik: täiesti nõus (38%), nõus (58%), neutraalne (4%).
- Mobiilirakenduse funktsioone on lihtne kasutada: täiesti nõus (31%), nõus (64%), neutraalne (5%)
- Esmakasutajatel on lihtne täita põhiülesandeid: täiesti nõus (24%), nõus (55%), neutraalne (21%)
- Kasutajad saavad oma teekonda isikupärastada (rakendus annab kasutajale vabaduse ja läbipaistvuse tunde.) täiesti nõus (23%), nõus (61%), neutraalne (16%)
- Tehke märkmeid selle kohta, mida märkasite ja mis teile mobiilirakenduse juures meeldib/ei meeldi ning mida saaksime rakenduse parandamiseks teha?
- Näiteid mõnedest vastustest:

  -See oli tõesti kasutajasõbralik ja mulle meeldis, et sa said valida oma taseme.

  -Väga hea rakendus ja lihtne kasutada.

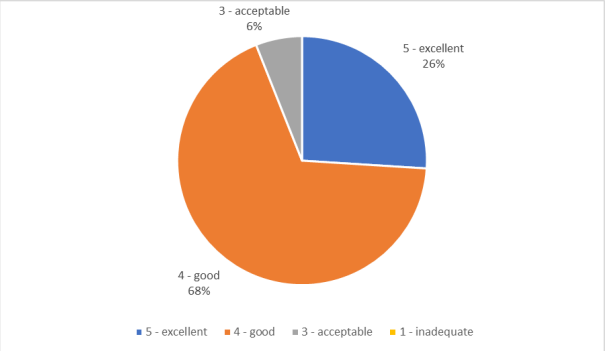
  -See annab sulle rohkem võimalusi, isegi kui sa eksid, nii saad õppida.

  -Hea rakendus, kasutan kooli tarbeks.

  -See on kasutajasõbralik ja annab võimaluse valida raskusastet ja kategooriaid.

-Esitatud lingid on suurepärased ja labürindi läbimine on tore idee

- Kui rahul olete pärast kujunduse kasutamist? täiesti nõus (31%), nõus (62%), neutraalne (7%)
- Kuidas hindate oma üldist rahulolu meie mobiilirakendusega?
-



- Kas te soovitaksite seda rakendust oma sõbrale või kolleegile? Jah (75%), Ei (0%), Võib-olla (25%)
- Õpetajad selgitasid lühidalt ja selgelt, kus probleemid tekkisid ja kirjeldasid neid. Probleemid suunati arendajatele mobiilirakenduse edasiseks uuendamiseks ja täiustamiseks ja kõik küsimused said lahendatud.

6. Õpilaste teadmiste ja oskuste hindamine mobiilirakenduse abil

STEM-õppe peamiseks eesmärgiks on suurendada õpilaste teadmisi ja oskusi, et koolitada noori, kes suudavad edukalt toime tulla 21. sajandi ühiskonna ees seisvate väljakutsetega. Eesmärk on võimaldada õpilastel suurendada oma võimet lahendada probleeme läbi integreeritud ja interdistsiplinaarse kogemusliku õppetöö.

Probleemide lahendamise oskus on üks olulisemaid aspekte loodusteaduste ja matemaatika õppimisel. Probleemide lahendamise oskus on väga oluline ja seda tuleb arendada loodusteaduste ja matemaatika õppimisel, sest probleemide lahendamine on kognitiivse protsessina väga keeruline. Lisaks sellele parandavad ja süvendavad õpilased probleemide lahendamise kaudu oma kontseptuaalsete teadmiste mõistmist.

Kuigi probleemide lahendamise oskus on oluline ja on üks STEM-õppe peamistest eesmärkidest, näitavad mitmed uuringud, et õpilaste võime probleeme lahendada on endiselt madal. Enamik õpilasi ei kasuta strateegilist lähenemist, vaid kasutavad hoopis mehaanilist lahendamist, ilma et see oleks nende endi probleem. Asjakohasest kirjandusest nähtub eelkõige, et haridussüsteem ei suuda pakkuda õpilastele sobivat õpikeskkonda ja eriti sobivaid hindamismeetodeid: õppekava ja selle hindamine on igav, julgustab õpetama liiga kitsa ja madala tasemega, kasutama faktipõhiseid teste, ei soodusta loovust ja lülitab enamiku õppijatest aktiivsest õppeprotsessist välja. Uuringud on korduvalt näidanud, et õppijad ja õpetajad võivad innustuda loodusteaduslikust ja matemaatilisest tegevusest, kui see hõlmab loovust, probleemide lahendamist, modelleerimist ja huvipõhiseid projekte. Igasugune tulevikus kavandatava reformi visioon peab leidma võimalusi selliste tegevuste rakendamiseks kogu õppekavas.

Peamine ja keskne strateegia on kaasata või taaskaasata lapsed ja noored loodusteadustesse ja matemaatikasse viisil, mis on autentne, huvitav ning oluline eelkõige õpilase enda jaoks. Autentset hindamist nimetatakse hindamiseks, mis hindab nii sisulisi teadmisi kui ka muid oskusi, nagu loovus, koostöö, probleemide lahendamine ja uuenduslikkus, realistlikus situatsioonis. Süsteemne reform nõuab tähelepanu mitmel pool, alustades hindamisest. Pedagoogika ja õpilaste kaasamise märkimisväärne parandamine peab nihutama rõhu kujundavale hindamisele (vt mobiilirakendused) klassiruumis endas ning eemalduma hindamispõhisest, eksamipõhisest kokkuvõtvast hindamisest. See on vajalik eelkõige kõrgema taseme õpitulemuste, näiteks sügava kontseptuaalse mõistmise ja probleemide lahendamise strateegiate puhul, kuid see on ka võti selleks, et julgustada õppijaid oma õppimist juhtima ja "reguleerima". See võib ka võimaldada õppekava ja õpetamist arendada vastavalt õppija enda huvidele, nagu on STEMi lähenemisviisi eesmärk. Mõne jaoks, kes vajavad taas kaasamist, võivad olla teed kunsti- või sotsiaalseid projekte, mis hõlmavad STEMi, nagu näiteks STE(A)M ja muud integreeritud või interdistsiplinaarsed projektid.

Kooli õppekava ja selle hindamine sõltub lõppkokkuvõttes hariduspoliitikast, kuid igasugune reform nõuab omakorda õpetajate kaasamist hindamisse. See protsess on pikaajaline, tõenäoliselt võtab see aega ligikaudu 20 aastat. Sellegipoolest tuleb see ülesanne lahendada kiiresti.

6.1 Õpilaste õppimise hindamine interdistsiplinaarses STEM-õppes

STEM-haridusele on viimastel aastatel õigustatult üha enam tähelepanu hakatud pöörama. Üks STEM-hariduse olulisi tunnusjooni on interdistsiplinaarsus. Erinevate valdkondade vahelised teadmised on olulised reaalsete probleemide lahendamise juures. STEM-haridus on ajendatud tänapäeva keerulistest poliitilistest ning majanduslikest, sotsiaalsetest ja keskkonnaprobleemidest, mis nõuavad lahendusi ning on oma olemuselt integreeritud ja interdistsiplinaarsed. Lihtsamalt öeldes on see vahend õpilaste õppimise sidumiseks erinevate STEM-õppeainete vahel.

Siiski on STEMi valdkonna interdistsiplinaarse õppe kehtiva ja usaldusväärse hindamissüsteemi väljatöötamine olnud keeruline ülesanne. Arvestades, et haridussüsteemis domineerib endiselt traditsiooniline ainealane lähenemisviis, on see, kuidas tuleks hinnata interdistsiplinaarset STEM-õpet, tekitanud palju probleeme. Näiteks teadmiste ja oskuste integreerimine õpetamisse ja õppimisse kui mõõdetav tulemus, tekitab märkimisväärseid probleeme. Kuigi enamiku STEM-programmide eesmärk on parandada õpilaste ainete vahelist arusaamist või oskusi, ei ole nende hindamine seda eesmärki peaaegu üldse käsitlenud. Seega on STEM-hariduse hindamise juures mitmeid keerulisi küsimusi, millega tuleb tegeleda, et suunata edasisi arenguid õiges suunas.

Probleemiks on ka see, et interdistsiplinaarsust on STEM-hariduses peetud enesestmõistetavaks. Tegelikkuses ei ole seda selgesõnaliselt teoretiseeritud ega hästi sõnastatud. STEM-integratsioon ei tähenda lihtsalt distsipliinide koondamist ühte kogumisse - see peab olema "tahtlik" ja "konkreetne", võttes arvesse eri distsipliinide vahelisi seoseid õppekavas. Lihtsalt inseneriteaduse lisamine õppekavasse ei pruugi toetada õpilaste paremat õppimist. Õpilaste positiivsete tulemuste saavutamiseks on oluline õpetada kvaliteetsete õppekavade järgi, mis ühendavad teaduslikke mõisteid ja inseneriteaduse praktikat eesmärgipäraselt ja mõtestatult. See on ka vajalik samm autentsete probleemide lahendamise oskuste saavutamise teel.

Kui õppekavas ja õppetöös on valdkondade vahelised seosed selgeks tehtud, tuleb neid seoseid ideaalis hinnata, et mõõta õpilaste interdistsiplinaarset õppimist. Ainult seetõttu, et õppekavas võidakse rõhutada interdistsiplinaarseid seoseid, ei ole tagatud, et õpilased neid ise tuvastavad või seoseid loovad. Kahjuks hindavad praeguses arenguetapis vaid vähesed STEM-programmid selgesõnaliselt valdkondadevahelisi seoseid.

Sellegipoolest on interdistsiplinaarse õppe hindamisel tehtud palju edusamme. Prioriteediks peaks saama edaspidi praktiliste hindamisvahendite ja suuniste väljatöötamine klassiruumis kasutamiseks. Kuigi STEM-õpe on jõudnud paljudesse klassidesse, ei ole enamik õpetajaid saanud nõuetekohast koolitust selle eesmärgi saavutamiseks. Vaja on arendada praktilisi hindamisvahendeid ja suuniseid õppetöös kasutatamiseks. Praktikute jaoks oleks järgmiseks vajalikuks sammuks võrgustiku või ressursside süsteemi loomine tegevõpetajatele.

6.2 Mobiiliäpid: mobiiltelefoni abil läbiviidav kujundav hindamine

STEM-hariduse üheks eesmärgiks on õpilaste motivatsiooni kui õppimise olulise aluse edendamine. Kujundavat hindamist peetakse õpilaste motivatsiooni ja seega ka nende õppimise toetamise oluliseks komponendiks.

Kujundav hindamine ehk hindamine õppimise eesmärgil on määratletud kui hindamine, mille kavandamisel ja läbiviimisel on esmatähtis, et see teeniks õpilaste õppimise edendamise eesmärki. Kujundav hindamine nihutab hindamise eesmärgi mõõtmise asemel õppimisele.

Sellega seoses peetakse paljusid mobiilirakendusi ja mobiilitehnoloogiaid potentsiaalseteks õpetamis- ja õppimisvahenditeks nii klassiruumis kui ka väljaspool seda. Rakendusi saab seega kasutada ka STEM-hariduse toetamiseks ja selle pikaajaliste eesmärkide saavutamiseks.

Mobiilse tehnoloogia arenguga (kooliealiste noorte seas on laialt levinud nutitelefonid, tahvelarvutid jne) suureneb selle kasutuselevõtt ka haridustegevuses. Mobiilse tehnoloogia integreerimine

õppetöösse on näidanud, et see mõjutab oluliselt õpilaste motivatsiooni. Eriti kasulik võib olla mobiilitehnoloogia kasutamine kujundava hindamise juures, kui seda võrrelda traditsiooniliste paberkandjal põhinevate vahenditega. Mobiilsete tehnoloogiate omadused, nagu nende laialdane kättesaadavus, isikupärastamine ja kohandatavus, interaktiivsus ja vahetu tagasiside andmine, hõlbustavad hindamise integreerimist õpetamisse ja õppimisse ning seega on neil potentsiaali muuta kujundav hindamine integreeritumaks ja läbivamaks õppemeetodiks.

Rakenduste abil toimuv mobiilne õppimine loodusteaduslikus keskhariduses on paljudes riikides veel lapsekingades. Kuigi on tõendeid mobiilipõhise hindamise motiveeriva mõju kohta õppimisele, ei ole veel palju teadmisi, mis aitaksid paremini suunata mobiilipõhise hindamise arendamist. See on arenguvaldkond, mis eeldatavasti võimaldab loodusteaduste ja tehnoloogiahariduse edasist arengut.

7. Kuidas õpetaja saab motiveerida ja innustada õpilasi olema probleemilahendajad ja loovad mõtlejad?

7.1 Sissejuhatus

Loominguline eluliste probleemide lahendamine võib aidata edendada klassis interaktiivsema õpikeskkonna loomist, mis võib innustada õpilasi saavutama suurepäraseid tulemusi. Lisaks loomingulise probleemilahenduse kasutamisele õppetöös võivad reaalsed kogemused olla võimsaks vahendiks, mis aitab õpilastel õppida ja areneda. Selline lähenemisviis julgustab õpilasi muutuma uurivaks, kogeda uusi asju ja mõelda nende üle kriitiliselt. Aktiivne õppimine võib olla õpetajate jaoks võimas vahend, kuid seda tuleb rakendada õpilaste jaoks kaasahaaravalt ja põnevalt. Oluline küsimus on aga see, mis lisaks õpilaste motiveerimisele aktiivse õppimise protsessis, neid ka köidab.

Muidugi ei saa noorte õppijate tähelepanu köita traditsiooniliste õppemeetoditega. Traditsiooniline õpe ei suuda õpilasi innovatsiooni ja loovuse poole juhtida, sest traditsiooniline õpe ei suuda motiveerida õpilasi uusi asju õppima. Pealegi teadmised, mida õpilased

traditsioonilistest õpetamismeetodite abil omandavad, ununevad kergesti (Hug & Friesen, 2007). Mängupõhist õppemeetodit saab aga tänapäeval kasutada ühe võimalusena õppijate tõhusamaks kaasamiseks. See suurendab õpilaste huvi aine sisu ja õppetegevuse vastu, suurendab iga õpilase õpimotivatsiooni ja annab kiiret tagasisidet.

Mobiilse tehnoloogia integreerimine õppimise konteksti langeb kokku hariduspoliitika eesmärkidega, milleks on õppimisvõimaluste laiendamine, õpilaste õppetöö tulemuslikkuse parandamine, õppimise tõhustamine erinevate vajaduste, eesmärkide ja stiilide puhul ning õppijate autentsete õpikäsitluste pakkumine, kui alternatiivne juurdepääs asjaomastele materjalidele on raskendatud (Kukulska-Hulme, 2009). Mobiilne õppimine hõlbustab personaliseeritud õppimist, võttes arvesse individuaalset õppija profiili ja pakkudes õpikogemusi seal, kus õppija seda soovib. Toetab asukohapõhist õppimist kontekstitundliku ja vahetu õppimise kaudu, pakub ehtsat õppimist, mis põhineb reaalsetel probleemidel ja projektidel ja on seotud õppija huvidega, võimaldab spontaanset refleksiooni ja enesehindamist. Õpilastel võimaldab see seega kasutada vähem aega ja ruumi, teha koostööd teiste õpilastega ja saada rohkem õpetaja toetust (Traxler, 2007).

Paljutõotavaks haridusmudeliks tänapäeva digiajastul on STEM-õpe (Science, Technology, Engineering and Mathematics).

7.2 Motivatsioon

Mõned teadlased usuvad, et õpilase sisemine motivatsioon õppimiseks on peamine tegur, mis mõjutab tema õppimist. Välised stiimulid, nagu auhinnad ja õpetaja toetus, võivad aga samuti avaldada õpilasele positiivset mõju.

Õpetaja roll motiveerimisel hõlmab muu hulgas õppimist soodustava keskkonna loomist: õpetaja toetus õpilaste iseseisvusele, õppematerjali olulisus ja seostatus. Lisaks on õpilaste pädevus, huvi õpetatava aine vastu ja enesetõhususe tajumine olulised tegurid, mis mõjutavad õpilaste õpimotivatsiooni (Schuitema et al., 2016- Zhang, Solmon, & Gu, 2012). Uuringud, mis viidi läbi õpilaste tajutud õpetajate sotsiaalse ja iseseisva toetuse ning isereguleeritud õppimise ja saavutuste

vahelise seose olemuse kohta, näitasid olulist korrelatsiooni õpilaste tajutud õpetajate iseseisva toetuse ja isereguleeritud õppimise vahel (Schuitema et al., 2016).

Lisaks motiveerivad õpetajad oma õpilasi õppima, andes neile positiivset tagasisidet, et kujundada ainealaseid oskusi. Tagasiside andmine võimaldab õpilastel saada tagasisidet oma õppimise kohta ja toetada usku oma võimetesse (Bain, 2004).

Teine tegur, mis mõjutab õpilaste õpimotivatsiooni, on õpetajate huvi oma õpetamistegevuse vastu. Õpetajad, kes on energilised ja entusiastlikud, suhtuvad üldiselt paremini positiivsetesse emotsioonidesse ja tähtsustavad seda, kuidas nad õpetavad (Zhang, 2014). Õpilased jälgivad, mida nende õpetajad tunnis teevad ja kuidas käituvad. Õpetaja, kes näitab välja huvi ja positiivseid tundeid oma aine vastu ning peegeldab neid tundeid ka õpilastele, suurendab sellega nende motivatsiooni aine õppimiseks (Theobald, 2006).

Treffinger (2008) on samuti väitnud, et loov probleemide lahendamine (CPS) on tõhus õpetamisstrateegia, mis võib aidata muuta klassiruumi kliimat positiivsemaks, suurendades ühtlasi õpilaste kaasatust ja entusiasmi õppimise suhtes. Seega, kuna STEM Labürindi rakendus kujutab endast tegeliku elu probleemide lahendamise virtuaalset simulaatorit, võib paluda õppijatel lahendada äpis reaalseid probleeme ja selle kaudu omandada uusi teadmisi. Niiviisi saab kasutada seda meetodit õpilaste innustamiseks ja kaasamiseks õppeprotsessi.

Üldiselt on väidetud, et integreeritud STEM-õpe, mida viiakse läbi teema-, probleemi-, uurimis- ja disainipõhise pedagoogika kaudu, suurendab õpilaste saavutusi, kujundab STEM-spetsialistide põlvkonda, motiveerib õpilasi, on põnev ja huvitav, valmistab õpilasi paremi ette tööeluks ning tõstab õpilaste õppimise kvaliteeti(Heil, Pearson, & Burger, 2013).

7.3 Õpilaste osalemine õppeprotsessis

Robinsoni ja Hullingeri (2008) sõnul on õpilaste aktiivne kaasamine õppeprotsessi oluline tegur, mis mõjutab õpilaste hariduse üldisemat kvaliteeti koolis. Mida rohkem õpilased on tunnis kaasatud, seda tõenäolisemalt osalevad nad aktiivselt õppimises ja toetavad edukat õpikeskkonda. Peale selle suureneb õpilaste motivatsioon ja osalemine õppeprotsessis lähtuvalt sellest, kui põnevaks ja oluliseks nad seda peavad. Selle tulemusena võib õpilaste osalemist õppetöös ja nende rahulolu sellega pidada vastastikku kasulikuks. Uuringute kohaselt on õpilaste rahulolu seotud sellistesse tegevustesse kaasamisega, mis äratavad nende huvi, vastavad nende eesmärkidele ja vajadustele ning suurendavad usaldust nende suutlikkuse suhtes, et nad suudavad õppetöös midagi saavutada (Goldberg & Ingram, 2011). Seetõttu on oluline lisada õppekavasse aktiivõppe strateegiad, et hoida õpilaste huvi ja pühendumist (Goldberg & Ingram, 2011).

Uuringute kohaselt, mis uurivad õpilaste kaasatuse mõistet:

1) aktiivseid õppetegevusi sisaldav õpetamispraktika on positiivselt seotud kaasatuse tasemega;

2) õpikeskkonnad ja -praktikad mõjutavad õpilaste motivatsiooni ja kaasatust;

3)nende uuringute tulemuste kohaselt mõjutavad õpilaste motivatsiooni ja kaasatust õppekeskkonnad ja -praktikad.

Õpilaste suurem huvi ülesande vastu soodustab sügavamat mõtlemist. Tegevused, mis hõlmavad ühiseid uurimisi ja sisaldavad selliseid tegevusi nagu vaatlemine, juhitud uurimine, sotsialiseerimine ja suhtlemine, suurendavad õpilaste kaasatust. Õpilaste suurem huvi ülesande vastu soodustab mõtlemise sügavamat taset (Dixson, 2010- Goldberg & Ingram, 2011). Neid peamisi järeldusi toetavad ka "Seitse hea tava põhimõtet bakalaureuseõppes". Need hõlmavad suuremat suhtlemist õpetaja ja üliõpilase vahel, üliõpilaste koostöövõimalusi, aktiivsete õpistrateegiate kasutamist, õigeaegset tagasisidet üliõpilastele, nõuet, et üliõpilased kulutaksid aega akadeemiliste ülesannete lahendamisele, akadeemilise töö kõrgetele standarditele ning erinevaid õpistiile tunnustavat õpetamist.

Seetõttu on oluline, et õpetajad kasutaksid aktiivõppe meetodeid oma tundides, kui nad tahavad õpilasi korralikult õppimisprotsessi kaasa haarata. Nagu Dixson (2010) on näidanud, võib õpetajate ja õpilaste vahelise suhtluse ja kontakti meetodite arvu ja mitmekesisuse suurendamine olla seotud õpilaste suurema osalemisega õppeprotsessis. Motivatsioon õppimiseks, mille üks põhielemente on isejuhtiv õppimine, on õpilaste kaasamise seisukohalt uute oskuste omandamise juures väga suure tähtsusega. Probleemikeskse õppemeetodi oluline komponent on õpilaste võimalus osaleda ise oma teadmiste omandamisel. Iseseisev õpe sisaldab elemente, mis on vajalikud õpilaste motiveerimiseks ja kaasamiseks õppeprotsessi.

7.4 Mobiilirakendused STEM-õppes suurendamaks õpilaste kaasamist õppimisprotsessi

Õppimine mobiilirakenduste abil mõjutab paljulubavalt õpetamist ja õppimist (Kukulska-Hulme, 2009), ent sellisel õppimisel on ka potentsiaali vastata STEM-hariduse ainulaadsetele vajadustele ja nõudmistele (Krishnamurthi & Richter, 2013).

STEM-õppes ja mobiilses õppes on sarnane metoodika: probleemipõhine õpe, autentsus, õpilaste juhitud õpe ja koostöine õpe. Lisaks õpetatakse STEM-programmide kaudu õpilasi pannes rõhku innovatsioonile, probleemide lahendamisele, kriitilisele mõtlemisele ja loovusele (Johnson, 2012).

Kokkuvõttes pakuvad STEM-labürindi meetod ja mobiilirakendus õpilasele ja õpetajale võimalust ühendada teadmised ja oskused probleemide lahendamiseks erinevate reaalsete olukordade kaudu.

8. STEM-õpetajate väljakujunemine uutes STEM-koolides

8.1 Mis on STEM kool?

Haridus on aastate jooksul drastiliselt muutunud, sest klassiruumis on kasutusele võetud uued tehnoloogiad ja õppekavades on toimunud märkimisväärsed muutused. Traditsioonilised klassiruumid, kus on raamatud ja tahvel, ei ole enam normiks. Tänapäeva klassiruumides on levinud interaktiivsed nutitahvlid, samuti tehnoloogilised projektid, mis varustavad õpilasi elektroonilise seadmega, näiteks sülearvuti või tahvelarvutiga (nt iPad, Chromebook jne). Tehnoloogia ei ole siiski ainus hariduse aspekt, mis on muutunud. Kõigi haridusvaldkondade õppekavad on aja jooksul oluliselt muutunud, alates traditsioonilistest õppekavadest kuni Common Core'i ja viimasel ajal ka STEMi (Science, Technology, Engineering and Mathematics) õppekavadeni. Mille poolest erineb STEM-haridus tavalisest kooliharidusest?

Traditsiooniliselt on hariduses oldud keskendunud teadmistele ja meeldejätmisele ehk teisisõnu keskendutakse rohkem sellele, mida mäletatakse, kui sellele, mida rakendatakse. Näiteks viktoriinid ja testid keskendusid varem mälule. Õppimine tähendas püüdlust meelde jätta uuritavaid fakte. Teadmiste meeldejätmine on STEMi valdkonnas väga oluline; kuid sama oluline on ka see, kuidas õpilased neid teadmisi rakendavad. STEM-õpe ei keskendu mitte ainult õpilase harimisele mingi teema kohta, vaid ka selle näitamisele, kuidas seda teemat reaalses elus rakendada ja kuidas nad suudavad seda tulevikus kasutada. Näiteks tavaline matemaatikakursus võib õpetada õpilasele võrrandi, kuid õpilane ei pruugi teada, kuidas seda reaalsetes olukordades kasutada. STEM-õppekava õpetab õpilasele matemaatika võrrandit ja seda, kuidas neid erinevates valdkondades, näiteks loodusteadustes ja inseneriteadustes, kasutada.

STEM-õpetus on tuntud selle poolest, et see äratab lastes entusiasmi teaduse, tehnoloogia, matemaatika ja inseneriteaduste vastu, kaasates neid pigem tegemisse kui lihtsalt õppimisse. Traditsiooniline haridus pakub laia teemaderingi, ilma et keskenduks või süveneks mõnda neist põhjalikumalt. Tüüpiline loeng erineb samuti suuresti STEM-programmi kursusest. Tulles tagasi arutelu "õppimine vs. tegemine" juurde, tähendab tavaline õppekava loeng seda, et õpetaja peab klassiruumis loengut, õpilased teevad märkmeid ja seejärel rakendavad õpitut testis või eksamil. Traditsiooniline klassiruumi formaat ja loengud võivad olla teatavate õpilaste jaoks tüütud, mistõttu nad kaotavad kiiresti huvi. STEM-programm kaasab õpilasi tegevusse, mida saab vahetult kohaldada antud teema jaoks, see äratab neis huvi ja vähendab liigset päheõppimist.

Lisaks sellele on traditsiooniline haridus rohkem reguleeritud, seal on kehtestatud suunised, kuidas kursusi tuleks õpetada. STEM murrab seda vormi, piirates kordavate tundide arvu. Hiljutise Times of India artikli kohaselt on "traditsiooniline haridus keskendunud õige hüpoteesi kordamisele, samas kui STEM-mooduli üks olulisemaid tugisambaid on loovuse arendamine". STEM keskendub aju stimuleerimisele ja sellele, et see saaks luua, mitte lihtsalt korrata juba teadaolevat.

8.2 Kes on STEM õpetaja ja kuidas saada selles heaks?

STEM-õpetajad (loodusteaduste, tehnoloogia, inseneriteaduste ja matemaatika) on pedagoogid, kes õpetavad neid aineid. Enamik STEM-õpetajaid, eriti kesk- ja kõrghariduse tasemel, on spetsialiseerunud ühele ainevaldkonnale, näiteks algebrale või keemiale. Põhikooliõpetajad seevastu annavad sageli üldisi STEM-tunde. Nende põhiülesannete hulka kuulub laste õpetamine loodusteaduste, matemaatika ja tehnoloogia kohta ning nende motiveerimine, et nad huvituksid STEM-ainetest. Õppekava koostamine, tundide läbiviimine, õpilaste hindamine ja koostöö teiste õpetajatega on kõik osa nende tööülesannetest. Kuna STEM-valdkond laieneb pidevalt, tuleb pidevalt osaleda täiendkoolitustes ja ennast arendada, et tagada oma valdkonnas ajakohasus. Lisaks ainealastele teadmistele on teil vaja suurepäraseid avaliku esinemise oskusi, et innustada õpilasi keerulist materjali õppima.

Õpetajal on õpilaste õppimisel väga oluline roll. Selleks, et õpilane huvituks STEM-õppeainetest ja säilitaks selle huvi, on vaja, et õpetaja soodustaks sellist õpikeskkonda, kus õpilane saab aru mõisteist ja suudab neid reaalsetes olukordades rakendada.
Üks tõhus viis õpilaste huvi suurendamiseks STEMi vastu on korraldada mitmeid õppekäike. Kuna STEM on rakenduspõhine õppekava, kohaldatakse siin õpetatavaid põhimõtteid paljudes teadusvaldkondades ja suurtes tööstusharudes üle kogu maailma.

- garanteerida kogu vajaliku materjali olemasolu klassiruumis.
- toimida informeeritud juhendajana, kui õpilane ei ole kindel, kuidas mingi probleemi või ülesande lahendamisel edasi minna.

Õpetaja roll on:

- Valmistada ette kogu klassiruumis kasutatavad materjalid.
- Toimida teadmiste vahendajana õpilase ja õpetatavate mõistete vahel.
- toimida informeeritud juhendajana, kui õpilane ei ole kindel, kuidas mingi probleemi või ülesande lahendamisel edasi minna.

Seetõttu on äärmiselt oluline, et haridustöötajad oleksid pidevalt kursis praeguste suundumuste ja edusammudega STEM-õppe valdkonnas..

8.3 Kuidas STEM haridus aitab õpilasi?

STEM-haridus on muutunud maailma jaoks üha olulisemaks, kuna see pakub hulgaliselt eeliseid paljudes valdkondades. Kuna enamik sektoreid sõltub STEM-valdkondadest, siis mängib see kaudselt olulist rolli majanduse õitsengul. Lähiaastatel peaks STEM-sektor olema üks suurimaid tööandjaid maailmas. Me näeme iga päev uusi ja uuenduslikke tehnoloogiaid ning see arv peaks lähiaastatel ainult suurenema.

Tänu märkimisväärsetele edusammudele igas STEMi valdkonnas avanevad uued karjäärivõimalused väga kiiresti. Viimastel aastatel on mitmel pool maailmas olnud puudus hästi koolitatud STEM-tööjõust. Kuigi nõudlus koolitatud üliõpilaste järele kasvab iga päevaga, väheneb murettekitavalt nende üliõpilaste arv, kes on huvitatud karjääri tegemisest STEMi valdkonnas.

Näiteks ainuüksi Ühendkuningriigis on vaja, et igal aastal lõpetaks ülikooli vähemalt 120 000 STEM-eriala üliõpilast, et rahuldada nõudlust. Kuigi STEM-suvekoolide programmid on Ühendkuningriigis traditsiooniliselt olnud hästi koostatud, on nendele registreerinud õpilaste arv viimasel ajal vähenenud. See on nõudnud haridussüsteemi põhjalikku ümberkujundamist, et innustada õpilasi STEM-õppeaineid valima ja nendega silma paistma. STEM-haridust võib vaadelda kahest erinevast aspektist: ühelt poolt kooliõpilaste ja selles sisalduvate õpetamismeetodite seisukohast ning teiselt poolt üldsuse, sealhulgas vanemate ja õpetajate seisukohast, kes võivad kaudselt aidata õpilasi programmi valimisel.

Õpilased ja pedagoogid peavad tegema koostööd, et aineid esitataks ja mõistetaks nii, et neid saaks praktiseerida reaalses elus. Parem arusaamine STEM-programmist ei aita meil mitte ainult saada selget pilti sellest, mida kõike see sisaldab, vaid annab meile ka platvormi, et saada teadlikumaks STEM-ist kui õppevahendist.

- **See pakub hulgaliselt töövõimalusi**

Haridus on suurepärase karjääri ehitamise oluline osa. Kui tegemist on STEM-ga, pakuvad lugematud töökohad suuri võimalusi ja head palka. Võrreldes teiste töökohtadega, mille keskmine palk on 12-17 $ tunnis, on 2018. aastal STEM-tööde keskmine palk umbes 20-30 $ tunnis. Veelgi enam, kuna teaduse, tehnoloogia, inseneriteaduse ja matemaatika valdkonnas on andekate inimeste nappus, otsustavad üha enam ettevõtteid maksta äärmuslikke palku kandidaatidele, kes sobivad sellesse kategooriasse hästi. See toob meid järgmise küsimuse juurde, miks on STEM-erialal nii palju vabu töökohti. Kõik töökohad, mis kuuluvad STEMi alla, laienevad aastate jooksul pidevalt. Nõudlus töökohtade järele suureneb järk-järgult. Lisaks sellele on viimasel ajal märkimisväärset tähelepanu pälvinud ka uuemad võimalused tehisintellekti ja masinõppe näol. Praegusel ajal on STEM-valdkonnad palju suuremad ja mängivad silmapaistvat rolli.

- **Innovatsioon on arengu alus**

Kui tegemist on teaduse, tehnoloogia, inseneriteaduse ja matemaatikaga, on innovatsioon selle teine nimi. Kuna see valdkond on pidevalt dünaamiline, pakub see õpilastele võimaluse uuendusi teha ja oma teadmisi proovile panna. See on üks peamisi põhjusi, miks nõudlus STEM-tööde järele kasvab, põhjustades seeläbi nõudluse hüppelist kasvu. Pealegi antakse siinkohal lastele võimalus töötada töökohtadel, mis on teistsugused ja millest vaevalt unistatakse. Igas mõttes garanteerib STEM valdkonnas töötamine huvitava tuleviku. Olenemata sellest, kas teguriteks on raha või töö sisu, STEM pakub panoraamvaateid tulevikku. See pakub õpilastele suurepärast platvormi, tulevikku, mis on täis innovatsiooni, futuristlikku õppimist ja palju oskuste uurimist.

- **STEM-i tutvustamine varajases eas**

Sageli tutvustatakse lastele lugemist ja sporti juba varases eas. Selle ettekäändeks on sisendada neis uudishimu ja äratada nende huvi. Sellest saab aja jooksul nende elustiili ja neil tekib huvi edasi uurida ja areneda. Sama tehnika sobib hästi ka täiskasvanutele. Kui me vaatame tagasi oma huvidele, siis on märgata seost valdkondadega, milles me lapsepõlves teistest eristusime või mida hästi oskasime. Seega kui lastele tutvusta STEM-i juba nende varajastel õppeaastatel, siis on võimalik neis arendada edasist uudishimu ja isegi võimekust.

Õpilastel ja noortel on uudishimu, nad otsivad pidevalt tegevusi, et end proovile panna. Selle uudishimu äratamine aitab neil maksimeerida oma võimeid. Teaduslaagrid aitavad õpilastel teha järeldusi, leida eoseid, uurida sügavamat tähendust ja arusaamist neid huvitavatest valdkondadest.

- **Käed külge õpe STEM-s**

Paljud organisatsioonid on tuntud teaduslaagrite ja STEM-suvekoolide poolest, mida nad korraldavad entusiastlikele noortele õpilastele. Need organisatsioonid tegutsevad mittetulunduslikul alusel ning neil on sidemed paljude tuntud tööstusharudega ja tipptasemel teadusasutustega. Nad võimaldavad õpilastel külastada neid kohti, et saada praktilisi kogemusi praeguste teadusuuringute kohta.
Samuti saavad õpilased suhelda teadlaste ja tööstusspetsialistidega, kes töötavad erinevates STEM-valdkondades. Nad saavad uurida mitmeid neist valdkondadest, suheldes samal ajal ka teiste õpilastega üle kogu maailma, kellel on sarnased huvid.

Lõpetuseks, rääkides sellest, kuidas ja kuhu edasi minna? Kuna maailm kiirustab uue tuleviku poole, haarake STEM-õppe võimalustest kinni nii hästi kui võimalik. Laste ja noorte jaoks, kellel on uudishimu karjääri teha, ei ole võimalustest puudust. Pealegi, kuna STEM-töökohti on palju ja selle

mõju on tunda peaaegu igas sektoris, on see suurepärane valdkond tuleviku jaoks. Saate osaleda kursustel ja üritustel, et oma teadmisi täiendada. Meie eesmärk peaks olema tuua kokku teaduslikult meelestatud inimesed, et varustada neid vajalike teadmiste, oskuste ja sidemetega, et vaadata maailma laiemalt ja luua paljutõotavat tulevikku.

STEM-õpe on tuleviku tee. Kuna inimesed sõltuvad üha enam tehnoloogiast, on vaja teha olulisi tehnoloogilisi arendusi, et rahuldada nõudlust. Seda saab jätkusuutlikult teha ainult STEM-õppe abil. STEM-õpe osutub paremaks kui traditsiooniline matemaatika- ja suveprogramm, sest see on lõimitud õpikeskkond ja õpilastele saab näidata, kuidas teaduslikku meetodit saab rakendada igapäevaelus. See õpetab õpilasi loogiliselt mõtlema ja keskenduma probleemide lahendamisele reaalsetes olukordades.

9. Koolijuhid ja hariduskogukond STEM-hariduse tegevuskava kohandamise protsessis

Kui hästi on noored õpilased valmis lahendama probleeme, millega nad puutuvad kokku elus pärast kooli, et täita oma eesmärke tööl, kodanikuna ja edasises õppimises?

Mõnede eluliste probleemide lahendamiseks peavad nad kasutama õppekava teatud osades õpitud teadmisi ja oskusi - näiteks matemaatika probleemidest aru saamine ja nende lahendamine. Teised probleemid on vähem ilmselgelt seotud kooliteadmistega ja nõuavad sageli, et õpilased lahendaksid tundmatuid olukordi paindlikult ja loovalt mõeldes.

Tänapäeval on maailm kiiresti muutunud ning omandatud teadmised ja oskused ei ole meie õpilaste eluks ettevalmistamisel piisavad. Rõhutatakse, et 21. sajandi oskused, nagu digioskused, kriitiline mõtlemine, koostöö, probleemide lahendamine, uuenduslik ja analüütiline mõtlemine, on rohkem kui vajalikud.

Lisaks valmistab STEM-õpe (loodusteadused, tehnoloogia, inseneriteadused ja matemaatika) kõiki õpilasi ette 21. sajandi majanduse väljakutseteks ja võimalusteks.

Olukord STEM-ga seotud tööturul näitab, et STEM-ga seotud oskustööliste tööhõive määr on majanduskriisist hoolimata tõusuteel ja eeldatavasti kasvab nõudluse suurenemise tõttu veelgi. Samal ajal läheneb suur hulk STEM-erialade spetsialiste pensionieale. Aastani 2025 on oodata umbes 7 miljonit vaba töökohta. Nõudlus STEM-oskuste järele nõuab eriväljaõpet nii kesk- kui ka kõrghariduses.

STEM-õpe seisneb suures osas loominguliste lahenduste kavandamises reaalsete probleemide lahendamiseks. Kui õpilased õpivad autentse, probleemipõhise STEM-alase disaini kontekstis, näevad nad selgemini oma õppimise tegelikku mõju. Tõepoolest, individuaalsed pädevused STEM-ainetes muutuvad üha olulisemaks tuleviku ametite jaoks, mis põhinevad kõrgtehnoloogial.

Kiirelt areneva tehnoloogia ajastu tuleb tuua klassiruumi ja rohkem õpetajaid peab teadma, milliseid mustreid peavad nad järgima, et püüda õpilaste tähelepanu ja panna nad omandama oskusi ja pädevusi.

Siiski peetakse STEM-õppeaineid ja -oskusi väga keeruliseks ja õpilaste jaoks ebahuvitavaks, mida näitavad ka viimased PISA (Programme for International Student Assessment) testid, mis näitavad selgelt, et õpilased vajavad teistsuguseid õpetamis- ja õppemudeleid.

2019. aastal avaldatud 2018. aasta Pisa-testi tulemused ei näidanud, et ELi õpilaste tulemused matemaatikas ja loodusteadustes oleksid paranenud (Euroopa Komisjon, 2019). Aastatel 2000-2015 ei ole STEM (Science, Technology, Engineering and Mathematics) hariduse areng olnud väga paljulubav. Täpsemalt, kuigi eesmärk on 15%, näitavad 2015. aasta tulemused, et 22, 2% Euroopa õpilastest matemaatikas ja 20, 6 õpilast loodusteadustes ei pääsenud Pisa testi kolmandale tasemele. Seega ei saavutatud ÜRO säästva arengu eesmärgi 4 (SDG4) eesmärki kvaliteetse hariduse ja säästva arengu osas.

Seega koolieelsete õpilaste kindla ja asjakohase teadusliku arusaama arendamine ning nende ettevalmistamine kasvava tehnilise maailma väljakutseteks eeldab kokkupuudet konkreetsete õpetamispraktikate, uskumuste ja hoiakutega. Õpetajad on võtmetegijad, seega peaksid nad edendama kõrget enesetõhusust ja õpitulemuste ootust, tegelema väljakutseid esitavate, kuid ka mõju avaldavate praktikatega, olles kursis 21. sajandi oskuste ja tulevaste karjäärivõimalustega selles valdkonnas.

Seetõttu peame valmistama kõiki õpilasi ette edu saavutamiseks pärast keskkooli, sõltumata sellest, kas nad spetsialiseeruvad STEM-valdkondadele või mitte.

Lõpuks on hariduses vaja uuenduslikke lähenemisviise ja ka uuenduslikke õpetajaid. Olge üks neist! Alustage nüüd ise uuendustegevust! Kasutage meie STEM-labürindi rakendust!

Meie tööriistakomplektist (saadaval siin: Toolkit - STEM Labyrinth) leiate juba STEM-kogukonna kaardi (tegevus A1.3, lk. 20-39), kus on mitmeid häid tavasid igast partnerriigist: kutsume teid üles neid kõiki avastama!

Lisaks leiate samast dokumendist veel kuus kasulikku tunniplaani stsenaariumi (Tegevus 1.6, lk 47-82).

10. Riiklikud haridusasutused saavad luua toetava riikliku tegevusraamistiku, mis on eduka STEM-hariduse ümberkujundamise peamine alus.

STEM-haridusest on saanud üks peamisi prioriteete Euroopa tasandil, mis on tihedalt seotud riikide konkurentsivõime globaalse tulemusega. Maailma konkurentsivõime aruandest 2015-2016, mis annab ülevaate 140 riigi konkurentsivõimest, selgub, et haridusreform peab olema valitsuste ja poliitikute tegevuskavas põhirõhk, et suurendada tänase majanduse konkurentsivõimet, mis põhineb innovatsioonil, tehnoloogial ja ettevõtlusel.

Seetõttu võtame omaks järgmised viis meedet, et edendada tõhusat STEM-haridust, nagu on märgitud Scientixi vaatluskeskuse 2018. aasta detsembri aruandes Euroopa STEM-hariduse praktikate kohta:

- Toetada uuenduslikke STEM-õpetustavasid ja võrgustikke, mis põhinevad uurimuslikul teadusharidusel ja muudel õpilaskesksetel pedagoogikatel: STEM-õpetajatel puudub ikka veel kindlustunne uuenduslike pedagoogikate suhtes, et läheneda uuenduslikumatele pedagoogikatele;

- pakkuda asjakohaseid erialaseid arenguvõimalusi STEM-õpetajatele ja tugevdada koolide ja tööstuse koostööd: on suur vajadus toetada asjakohaste STEM-koolitusprogrammide väljatöötamist ja levitamist, mis julgustavad õpetajaid suurendama oma ainealaseid ja pedagoogilisi teadmisi ning usaldust uute tehnoloogiate kasutamisel klassiruumis;

- Uuendada STEM-õppe õppekava ja hindamist: oluline tegur on see, kuidas õppekava koostatakse ning kuidas eeldatakse, et seda õpetatakse. Vaja on hindamispoliitikat, mis annab piisavalt kaalu kujundavatele hindamismeetoditele, et mitte takistada uuenduslike pedagoogikate kasutamist hariduse viimaste aastate jooksul;

- kogu koolile suunatud STEM-strateegiate väljatöötamise ja rakendamise toetamine: selge STEM-strateegia väljatöötamine kooli tasandil, et edendada ja toetada uuenduslikku STEM-õpetust, võib mängida olulist rolli STEM-õpetuse kvaliteedi parandamiseks tehtavate jõupingutuste koordineerimisel ja selle tagamisel, et STEM-õpetajad saavad nõuetekohast toetust oma praktika arendamiseks;

- Valdkondadevahelise koostöö tugevdamine, et soodustada integreeriva STEM-õpetuse kasutuselevõttu: kaaluda õpetajate koostöö tugevdamist ja heade tavade vahetamise soodustamist eri valdkondade vahel, et tagada tingimused sisukaks integreerivaks STEM-õppeks klassiruumides.

Me suudame uuendusi teha - me peame seda tegema. Me võime olla edukad - me peame parema oleviku ja meie uute põlvkondade helgema tuleviku nimel. Veelgi enam, meie kõigi jaoks! Kasutage meie STEM labürindi rakendust!

11. Koolide, kogukonna ja poliitikakujundaja te vaheliste sidemete arendamine

Kogu maailmas on teaduse, tehnoloogia, inseneri- ja matemaatikahariduse (STEM) tugevdamine tunnustatud kui lahendus paljudele ühiskondlikele probleemidele nagu loodusvarade ammendumine ja kliimamuutustega seotud küsimused. Teadus- ja tehnoloogiahariduse tunnustamine majanduse tõukejõuna on ajendanud STEM-hariduse algatamist nii arenenud riikides kui ka arengumaades. See põhineb mõtteviisil, et tõhus STEM-haridus on vahend, mis võimaldab arendada õpilastes soovitud 21. sajandi pädevusi.

Isegi nende õpilaste puhul, kes ei kavatse ennast STEM- erialadega siduda, on vastutustundlik nõuda STEM-hariduse omandamist, sest edaspidi on nende elu samuti seotud STEM-ga, olgu see siis tervishoid, keskkonnahoiu, praeguse geopoliitika mõistmine või globaalsete võimalustest ja kriisidest arusaamine.

Muutused algavad meie kogukondadest. Meie STEM-labürindi rakenduse ja meetodi kasutamine soodustab ka tugevamate sidemete tekkimist koolide, nende õpilaste ja koolide ning kohalike kogukondade vahel. Kuid ilmselgelt ei ole see lihtne protsess ega ka automaatne.

Kogukondadel on ainulaadne ja oluline roll õiglase ja jätkusuutliku innovatsiooni arendamisel. Kogukonna ja selle liikmete kaasamine annab viljaka pinnase uutele ideedele ning võimaluse võtta vastu ideid ja kavasid omaks. Peamised kogukonna alustalad ei ole alati riigiametnikud, äriliidrid või isegi mitte kogukonna juhid. Kui kujundusprotsessi toetamiseks ja selles osalemiseks määratakse kindlaks mitmekesine valim, on kogukonnal suurem tõenäosus, et ta jõuab mõjusamate ja jätkusuutlikumate uuenduste teele.

STEM Community Engagement protsess töötab välja pikaajalise plaani STEM-hariduse parandamiseks, tuues kokku mitmekesise rühma kogukonna liikmeid, et kavandada, kujundada ja luua uuenduslikke muudatusi selles, kuidas me õpetame ja õpime. Protsessi etappide, tegevuste ja vahe-eesmärkide väljatöötamisel on kasutatud riiklikke uuringuid, parimaid haridustavasid, inseneriprojekteerimise protsesse ja muid kogukonna kaasamise protokolle. Kõiki sidusrühmi ühendab töö juhtimiseks 5 kujunduspõhimõtet:

- Õiglane: Teha STEM-alane kirjaoskus ja majanduslikud võimalused kättesaadavaks KÕIKIDELE õpilastele.

- Skaleeritav ja jätkusuutlik: Haridusuuenduste ja majanduse kooskõlastatud ja metoodiline ühtlustamine.

- Uuenduslik: Anda kogukondadele vahendid, mis on vajalikud STEM-hariduse ümberkujundamiseks.

- STEM-keskne: Võimaldada ja toetada kultuuri, mis kasvatab ja toetab innovaatilisi STEM-spetsialiste ning toob ettevõtted, koolid, mittetulundusühingud ja muud kogukonna institutsioonid kokku, et valmistada õpilasi ja kogukondi ette 21. sajandi töökohtadeks.

- Koostöine: Arendada üleriigiline võrgustik STEMi tipptaseme saavutamiseks kohalike ja riiklike võrgustike ning tõenduspõhiste uuringute kaudu.

Näiteks pakub huviharidus noortele ja õpetajatele ainulaadseid võimalusi maailma avastamiseks ja uurimiseks autentsete uurimiskogemuste kaudu, mis on vajalikud tugeva STEM-õppe jaoks. Ja ka selles raamistikus võib meie STEM-labürindi rakendus ja meetod olla õppimise jaoks sobiv kaaslane.

Kooliväline keskkond on oluline osa STEM-õppe süsteemist. Koolivälisel ajal toimuvatel tegevustel on suur potentsiaal pakkuda STEM-kogemusi, mis on huvipakkuvad, tundlikud ja loovad seoseid. Uuringud näitavad, et autentsete teaduskogemustega tegelemine on vajalik selleks, et arendada STEMi sujuvust - me peame teadust tegema, et õppida teadust (2). Kuid noortel on piiratud võimalused osaleda sellistes süvenevates, õpilaskesksetes kogemustes STEM-teemadega. Veelgi haruldasemad on võimalused siduda autentne teadustegevus õpilaste enda elu, huvide ja õpikontekstidega. Pedagoogid ja noored otsivad üha enam võimalusi töötada reaalsete andmete ja teaduslike probleemidega, eriti sellistega, mis on seotud nende kohaliku kogukonna ja keskkonnaga (3). Huviharidus kaasab noored ja õpetajad otseselt tegelikku teadustegevusse, kus iganes nad ka ei viibiks ja mis iganes nende huvid ka ei oleks. Huvihariduse kaudu osalevad noored aktiivsetes uuringutes, mis on seotud teadusega, millel on tähtsus laiemas maailmas. Huviharidus viib noored teadustegevusele lähemale ja annab sellele tähenduse seal, kus nad elavad, õpivad ja mängivad. Huviharidus pakub konteksti, kus noorte juhendajad saavad aidata õppijatel arendada selliseid STEM-oskusi nagu vaatlemine, tehnoloogia kasutamine ja andmetöötlus ning neid oskusi omavahel siduda, et rakendada neid vahetult neile olulistele probleemidele. Sellisel viisil saab huviharidus ainulaadselt käsitleda jõulisi STEM-õppe eesmärke õppimise kaudu, mis on seotud nii isikliku huvi ja identiteediga kui ka sisu ja mõistetega.

Kasutatud kirjandus

(1) Parno, Estianinur and Eny Latifah, The Increase of Problem Solving Skills of Students through STEM Integrated Experiential Learning with Formative Assessment, *The 2nd Science and Mathematics International Conference (SMIC 2020), AIP Conf. Proc.*

(2) Gao et al, Reviewing assessment of student learning in interdisciplinary STEM education, *International Journal of STEM Education (2020 ,7:24)*

(3) Howes et al, Re-envisioning STEM education: curriculum, assessment and integrated, interdisciplinary studies, *Royal Society Report (August 2013)*

(4) Papadopoulou et al, Revisiting evaluation and assessment in STEM education: A multidimensional model of student active engagement, *Proceedings of EDULEARN 17 Conference (Barcelona ,Spain, 2017)*

(5) Nikou & Economides, A Framework for Mobile-Assisted Formative Assessment to Promote Students' Self-determination, *Future Internet 2021, 13, 116*

(6) Nikou & Economides, Mobile-Based micro-Learning and Assessment: Impact on learning performance and motivation of high school students, *Journal of Computer Assisted Learning, Volume 34, Number 3, June 2018*

(7) Kousloglou, Mobile Learning in Science: A Study in Secondary Education in Greece, *Creative Education, 2019, 10 (1271 – 1284)*

(8) A. Popovici, O. Istrate, C. Mironov (2019). *Teachers' Perspective on the Premises and Priorities of STEM Education*, European Schoolnet

(9) AfterSchoolSTEM-170510.pdf (citizenscience.org)

(10) Akua Carraway, Karl Rectanus, Mark Ezzell (2012). The Do-It-Yourself Guide to STEM Community Engagement. How to Build Sustainable Education Innovation in YourCommunity, diy-guide.pdf (indianaafterschool.org)

(11) Nistor, A., Gras-Velazquez, A., Billon, N. & Mihai, G. (2018). *Science, Technology, Engineering and Mathematics Education Practices in Europe. Scientix Observatory report - December 2018*, European Schoolnet

(12) Roungos G., Kalloniatis C., Matsinos Y. (2020). *STEM Education in Europe & the PISA Test,* Scientific Educational Journal "educ@tional circle"

(13) Schwab, K. (2015). *The Global Competitiveness Report 2015-2016*, World Economic Forum

(14) Vongai Mpofu (2019). A Theoretical Framework for Implementing STEM Education, A Theoretical Framework for Implementing STEM Education | IntechOpen

(15) Bain, K. (2004). What the best college teachers do. Harvard University Press.

(16) Dixson, M. D. (2010). Creating effective student engagement in online courses: What do students find engaging? Journal of the Scholarship of Teaching and Learning, 10(2) 1-13.

(17) Goldberg, N. A., & Ingram, K. W. (2011). Improving student engagement in a lower-division botany course. Journal of the Scholarship of Teaching and Learning, 11(2), 76-90.

(18) Heil, D. R., & Pearson, G., & Burger, S. E. (2013), Understanding Integrated STEM Education: Report on a National Study Paper, ASEE Annual Conference & Exposition, Atlanta, Georgia, June 23. Georgia: ASEE.

(19) Hug, T., & Friesen, N. (2007). Outline of a microlearning agenda. Didactics of Microlearning. Concepts, Discourses and Examples, 15-31.

(20) Johnson, C. C. (2012). Implementation of STEM education policy: Challenges, progress, and lessons learned. School Science and Mathematics, 112(1), 45–55.

(21) Krishnamurthi, M., & Richter, S. (2013). Promoting STEM education through mobile teaching and learning. International Association for Development of the Information Society. Retrieved, March 20, 2017,

(22) Kukulska-Hulme, Agnes (2009). Conclusions: Future Directions in Researching Mobile Learning. In: Vavoula, Giasemi; Pachler, Norbert and Kukulska-Hulme, Agnes eds.

Researching Mobile Learning: Frameworks, tools and research designs. Oxford, UK: Peter Lang Verlag, pp. 353–365.

(23) Robinson, C., & Hullinger, H. (2008). New benchmarks in higher education: Student engagement in online learning. Journal of Education for Business.

(24) Schuitema, J., Peetsma, T., & van der Veen, I. (2016). Longitudinal relations between perceived autonomy and social support from teachers, and students' self-regulated learning and achievement. Learning and Individual Differences, 49, 32-45.

(25) Traxler, J. (2007). Defining, discussing and evaluating mobile learning: The moving finger writes and having writ. The International Review of Research in Open and Distributed Learning, 8(2), 1–8.

(26) Treffinger, D. J., Selby, E. C., & Isaken, S. G. (2008). Understanding individual problem-solving style: A key to learning and applying
creative problem-solving. Learning and Individual Differences, 18, 390- 401. http://dx.doi.org/10.1016/j.lindif.2007.11.007

(27) Theobald, M. A. (2006). Increasing student motivation: Strategies for middle and high school teachers. Thousand Oaks, CA: Corwin Press.

(28) Zhang, Q. (2014, February 14). Assessing the effects of the instructor enthusiasm on classroom engagement, learning goal orientation, and academic self-efficacy. Communication Teacher, 28(1), 44-56.

(29) Zhang, T., Solmon, M. A., & Gu, X. (2012). The role of teachers' support in predicting students' motivation and achievement outcomes in physical education, Journal of Teaching in Physical Education, 31(4), 329-343.

(30) Green, M. (2019, May 12). STEM Teacher: What Is It? and How to Become One?

(31) Ziprecruiter. ZipRecruiter. Retrieved May 2, 2022, from https://www.ziprecruiter.com/Career/STEM-Teacher/What-Is-How-to-Become

(32) Myhill, R. (2022, April 21). What Is Stem Education? A Beginner's Guide. LIYSF. Retrieved May 2, 2022, from https://www.liysf.org.uk/blog/what-is-stem-education

Autorid

- **Association of European Movements (ATLME), Portugal** (Diogo Mota)
- **Learnmera Oy, Finland** (Julia Heubuch)
- **Association for European education and mobility (AMETA), North Macedonia** (Mariche Koleva, Hristina Leova)
- **Doukas School , Greece** (Yiannis Kotsanis, Spiridon Mondelos, Emmanouil Mogios)
- **MARTNA PÕHIKOOL, Estonia** (Järvi Kimst, Kairi Mustjatse)
- **Saint George Lyceum, Cyprus** (Giorgos Chimonides, Elena Hadjigeorgiou)
- **Enjoy Italy** (Alessandro Gariano)

STEM LABYRINTH

Külasta meid:

@STEMlabyrinth

www.stemlabyrinth.com

Projekti on rahaliselt toetanud Euroopa Komisjon. Antud dokumendi sisu peegeldab autori seisukohti ja Euroopa Komisjon ei ole vastutav selles sisalduva informatsiooni kasutamise eest.

Kaasrahastas
Euroopa Liidu programm
„Erasmus+"

Projekti finantseering Erasmus+ KA2: 2020-1-PT01-KA201-078645