



Co-funded by
the European Union

Globaalne kliimamuutus



BIOS4YOU
AR 2.0

BIO-INSPIRED STEM TOPICS FOR ENGAGING YOUNG GENERATIONS
THANKS TO THE USE OF AUGMENTED REALITY

Project Number: KA220-BW-23-30-126516

"Funded by the European Union. Views and opinions expressed are however those of the author(s) only and do not necessarily reflect those of the European Union or the European Education and Culture Executive Agency (EACEA). Neither the European Union nor EACEA can be held responsible for them."





Sisukord

1. Kliimamuutuste tõendid	4
2. Mis on kliimamuutuste põhjused?	6
Inimtegevus ja selle tähtsus	9
Päikese kiirgus	9
3. Kliimamuutuste mõjud	10
Tulevased tagajärjed	11
4. Kliimamuutuste lahendused	12
6. Kestliku arengu eesmärkide ONU	15
7. Liitreaalsuse (AR) integratsioon	17
8. Kokkuvõte: liitreaalsuse tulevik nägemisteaduses	18
9. Viited	19







Õppetee üldine teema	
Õppeüksuse täpne nimetus	Globaalne kliimamuutus
Sihtrühma vanus	14–18-aastased
Õppijale esitatavad nõuded	Teaduse põhiteadmised Juurdepääs AR-ühilduvatele seadmetele (nutitelefonid, tahvelarvutid või AR-prillid)
Õppeüksuse kirjeldus	See üksus tutvustab õpetajatele ja õpilastele kliimamuutusi ja globaalseid väljakutseid, millega Euroopa peab järgmistel aastatel silmitsi seisma, kaasates samal ajal liitreaalsust (AR) kaasahaaravama ja interaktiivsema kogemuse saamiseks.
Teema: Asjaosalised	Teadus, keemia
Märksõnad	Kliimamuutused, kasvuhoonegaasid, CO ₂ heitkogused, taastuvenergia, leevendusstrateegiad, jätkusuutlikkus, biomimikri, säästva arengu eesmärgid, kohanemine, globaalne soojenemine, liitreaalsus, keskkonnamõju, kliimavõrdsus.
Peamised omandatavad kvalifikatsioonid, oskused ja teadmised	• Teaduslik kirjaoskus: kliimamuutuste põhjuste ja tagajärgede mõistmine süsinikuringluse, kasvuhooneefekti ja inimtegevuse kaudu. • Kriitiline mõtlemine: erinevate kliimalahenduste ning nende teostatavuse, tõhususe ja eetiliste tagajärgede hindamine. • Digitaalne pädevus: liitreaalsuse tööriistade kasutamine andmete visualiseerimiseks, keskkondade simuleerimiseks ja interaktiivsete mudelite loomiseks. • Koostöö ja suhtlemine: meeskondades töötamine lahenduste väljatöötamiseks ja argumentide või strateegiate esitamiseks





	multimeedia ja AR-täiustatud visuaalide abil. • Süsteemne mõtlemine: kliimateemade seostamine ÜRO säästva arengu eesmärkidega, tunnistades nende vastastikust seotust. • Innovatsioon: Bioloogiliselt inspireeritud ja tehnoloogiliste strateegiate (nt biomimikri) rakendamine reaalse kliimaprobleemide loominguliseks lahendamiseks.
Kasutatud ressursid ja didaktilised abivahendid	• Digitaalsed tööriistad: liitreaalsuse rakendused • Kliimasimulaatorid ja juhtpaneelid (nt NASA Climate, Global Carbon Atlas) • Multimeedia sisu: õppevideod • Infograafikud säästva arengu eesmärkide ja süsinikdioksiidi heitkoguste suundumuste kohta • Prinditavad materjalid: Kiilude töölehed kliimamuutuste leevendamise strateegiate jaoks • Peegelduspäevikud või disainiülesanded • Füüsilised abivahendid: Mängulauad süsinikkiilu valimiseks • 3D-prinditud mudelid (valikuline, kui on olemas)
Hindamiskriteeriumid ja hindamine	• Õpilane selgitab selgelt kliimamuutuste põhjuseid, mõjusid ja tagajärgi, näidates üles täpset teaduslikku arusaama. • Liitreaalsuse tööriistade rakendamine Õpilane kasutab liitreaalsust tõhusalt kliimasüsteemide, biomimeetiliste mudelite või jätkusuutlike lahenduste uurimiseks, illustreerimiseks või manipuleerimiseks. • Seos säästva arengu eesmärkidega Õpilane seob kliimaküsimused ÜRO säästva arengu eesmärkidega (eelkõige säästva arengu eesmärgiga nr 13), näidates üles süsteemset mõtlemist. • Loovus ja innovatsioon. Õpilane kavandab originaalse või kohandatud kliimalahenduse (nt bioinspireeritud tehnoloogia), selgitades selgelt teaduslikku ja disainilist põhjendust. • Koostöö ja suhtlemine Õpilane osaleb aktiivselt rühmatöös, esitab ideid selgelt ja kasutab esitluses selgitamise ja kaasatuse parandamiseks liitreaalsust. • Kriitiline mõtlemine Õpilane hindab kriitiliselt erinevate strateegiate





	teostatavust ja mõju, tuvastades kompromisse ja sidusrühmade seisukohti. • Refleksiooniline mõtlemine Õpilane mõtiskleb oma õppeprotsessi, kliimamuutuste vastase võitluse väljakutsete ja pakutud lahenduse tagajärgede üle.
--	--





1. Kliimamuutuste tõendid

Inimtegevuse mõju globaalsele kliimale on ilmne ja üha suurenev, kusjuures mõjusid on täheldatud kõigil mandritel ja ookeanides.



Joonis 1 - Inimtegevus Maal

Mitmed alates 1950. aastatest täheldatud nihked on aastakümnete ja aastatuhandete jooksul enneolematud.

IPCC (Valitsustevaheline kliimamuutuste paneel) on 95% kindel, et inimkond on nüüd hiljutise globaalse kliimamuutuse peamine põhjus. Tegelikult, mida rohkem tööstustegevus kliimat häirib, seda suurem on äärmuslike, püsivate ja vältimatute mõjude tõenäosus inimestele ja keskkonnale ning pikaajalised muutused kogu kliimasüsteemis.¹

Teadlased on suutnud näha suurt pilti tänu Maa orbiidil tiirlevatele satelliitidele ja muudele tehnilistele edusammudele, mis on võimaldanud neil koguda laia valikut andmeid meie maailma ja selle keskkonna kohta globaalsel tasandil. Muutuva keskkonna märgid ilmnevad selles tõendite kogumis, mis on kogunenud mitme aasta jooksul.

¹ IPCC viies hindamisaruanne [Kokkuvõtte poliitikakujundajatele](#)

B. D. Santer jt., „[Inimese mõju atmosfääri termilisele struktuurile](#)”, Nature, kd 382, 4. juuli 1996, lk 39–46

Gabriele C. Hegerl, „[Kasvuhoonegaaside põhjustatud kliimamuutuste tuvastamine optimaalse sõrmejäljemeetodi abil](#)”, Journal of Climate, kd 9, oktoober 1996, lk 2281–2306

V. Ramaswamy jt., „[Antropogeensed ja looduslikud mõjud alumise stratosfääri jahenemise evolutsioonis](#)”, Science 311 (24. veebruar 2006), 1138–1141

B. D. Santer jt., „[Antropogeensete ja looduslike tegurite panus hiljutistesse tropopausi kõrguse muutustesse](#)”, Teadus, kd 301 (25. juuli 2003), 479–483.





Joonis 2 Jää sulamine põhjapoolusel

Alates 19. sajandi lõpust on planeedi keskmine pinnatemperatuur tõusnud umbes 1,18 kraadi Celsiuse järgi (2,12 kraadi Fahrenheiti järgi), mis on peamiselt tingitud atmosfääri suurenenud süsinikdioksiidi saastatusest ja muust inimtegevusest.² Viimased 40 aastat on olnud kõige soojemad, kusjuures viimased seitse aastat on olnud kõige soojemad. 2016 ja 2020 on jagatult kõigi aegade kõige soojemad aastad.³ Süsinikdioksiidi ja teiste gaaside võime soojust neelata näidati 19. sajandi keskel.⁴ Paljud NASA instrumendid põhinevad oma võimel kontrollida infrapunaenergia voogu atmosfääris. Pole kahtlustki, et kasvuhoonegaaside tase põhjustaks Maa põlemise.

Gröönimaa, Antarktika ja troopiliste mägede liustikud on samuti tootnud jääsüdamikke, mis näitavad, kuidas Maa atmosfäär reageerib kasvuhoonegaaside taseme tõusule. Puurõngad, ookeani setted, korallriffid ja settekivimite kihid pakuvad kõik iidseid tõendeid.

² <https://www.ncdc.noaa.gov/monitoring-references/faq/indicators.php>
<https://crudata.uea.ac.uk/cru/data/temperature/>
<http://data.giss.nasa.gov/gistemp>

³ <https://www.giss.nasa.gov/research/news/20170118/>

⁴ 1824. aastal tegi Joseph Fourier kindlaks, et meie kaugusel Päikesest peab Maa-suurune planeet olema väga külm. Ta oletas, et miski atmosfääris toimib isolaatorina. Eunice Foote avastas selle kihi 1856. aastal, näidates, et atmosfääri süsinikdioksiid ja veeaur püüavad kinni põgeneva infrapunakiirguse (soojuskiirguse). Füüsik John Tyndall tunnistas Maa loomuliku kasvuhooneefekti 1860. aastatel ja pakkus välja, et väikesed erinevused atmosfääri keemias võivad põhjustada kliimamuutusi. Rootsi teadlane Svante Arrhenius ennustas 1896. aastal avaldatud maamärgiks olevas artiklis, et ümbritseva õhu süsinikdioksiidi taseme tõus võib kasvuhooneefekti kaudu pinnatemperatuuri oluliselt muuta. Guy Callendar omistas atmosfääri süsinikdioksiidi taseme tõusu 1938. aastal globaalsele soojenemisele. Milutin Milankovic tuvastas 1941. aastal seose jääaegade ja Maa orbiidi omaduste vahel. 1956. aastal pakkus Gilbert Plass välja kliimamuutuste süsinikdioksiidi teooria.





See iidne tõend, mida tuntakse paleokliima nime all, näitab, et hiljutine soojenemine on umbes kümme korda kiirem kui varem. Viimase jääaja jooksul suurenes inimtegevusest tingitud süsinikdioksiidi hulk enam kui 250 korda rohkem kui looduslike põhjuste tõttu.⁵

Kiiret kliimamuutust toetavad veenvad tõendid:

- Temperatuuri tõus
- Soojemad ookeanid
- Liustike taandumine
- Kahanevad jääkatted
- Meretaseme tõus
- Vähenenud lumekate
- Äärmuslikud ilmastikuolud
- Arktika merejää sulamine
- Ookeanide hapestumine

2. Mis on kliimamuutuste põhjused?

"Kasvuhooneefekt"⁶ – soojenemine, mis toimub siis, kui atmosfäär püüab kinni Maalt kosmosesse kiirguvat soojust – on teaduse kohaselt inimtegevuse tõttu laienenud alates 20. sajandi keskpaigast.

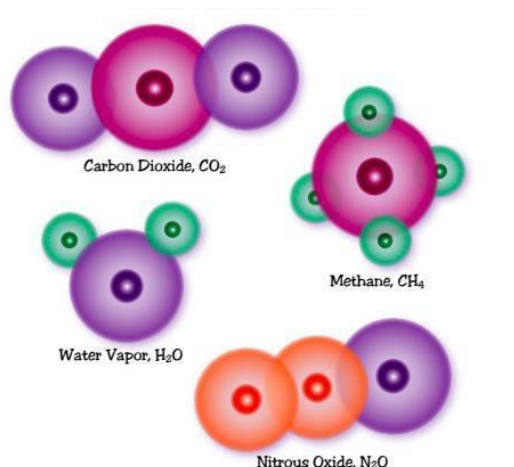
Selliste gaaside olemasolu atmosfääris takistab soojuse väljumist. Pikealisi gaase, mis püsivad atmosfääris poolpüsivalt ega reageeri temperatuurimuutustele füüsikaliselt ega keemiliselt, nimetatakse kliimamuutuste "sundimiseks". "Tagasisidel" nimetatakse gaase, näiteks veeaur, mis reageerivad temperatuurimuutustele füüsikaliselt või keemiliselt.

Kasvuhooneefekti soodustavad järgmised gaasid:

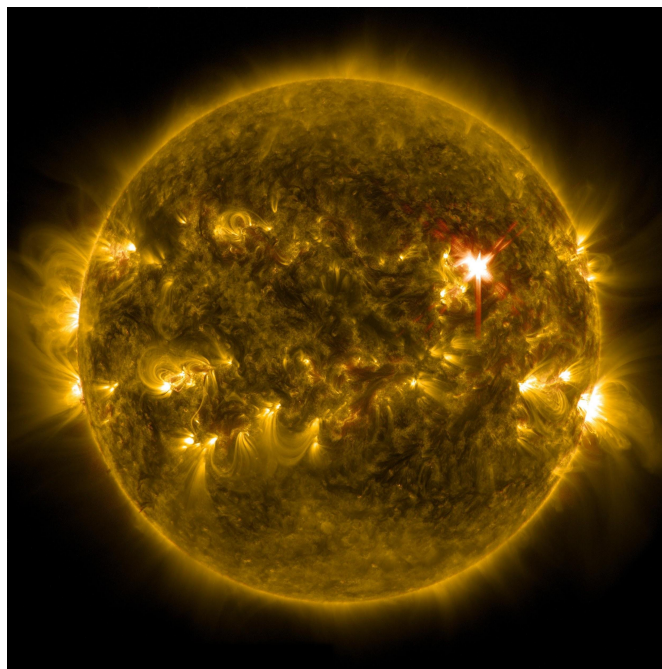
- Aurustunud vesi. See on kõige levinum kasvuhoonegaas, kuid toimib ka kliima tagasisidemehhanismina. Maa atmosfääri soojenedes tõuseb veeauru tase, kuid suureneb ka pilvede ja lume tekkimise tõenäosus, mistõttu on need kaks tagasisidesüsteemi kasvuhooneefekti seisukohalt üliolulised.

⁵ Vostoki jäätuuma andmed; NOAA Mauna Loa CO₂ rekord
Gaffney, O.; Steffen, W. (2017). "[Antropotseeni võrrand](#)", "Antropotseer

⁶ [IPCC viies hindamisaruanne, 2014](#)
[Ameerika Ühendriikide globaalsete muutuste uurimisprogramm, "Glob Cambridge University Press, 2009](#)
[Naomi Oreskes, "Teaduslik konsensus kliimamuutuste küsimuses" Tead 10.1126/science.1103618](#)



- Süsinikdioksiid (CO₂). See on atmosfääri väike, kuid oluline osa, mida paiskavad õhku loodusnähtused, nagu hingamine ja vulkaanipursked, aga ka inimtegevus, näiteks metsade hävitamine, maakasutuse muutmine ja fossiilkütuste põletamine. Alates tööstusrevolutsiooni algusest on inimesed tõstnud CO₂ taset keskkonnas 47%. Kõige olulisem pikaajaline kliimamuutuste "sundimine" on see.
- Metaan. Süsivesinikgaas, mis tekib nii looduslike kui ka inimtegurite, näiteks prügimägede lagunemise, põllumajanduse ja eriti riisikasvatuse, aga ka mäletsejaliste seedimise ja koduloomade sõnniku käitlemise tagajärjel. Metaan on molekulilt molekulile palju tugevam kasvuhoonegaas kui süsinikdioksiid, kuid atmosfääris on seda siiski palju vähem.
- Dilaammastikoksiid on kemikaal. Mullaharimine, eriti kaubanduslike ja orgaaniliste väetiste kasutamine, fossiilkütuste põletamine, lämmastikhappe tootmine ja biomassi põletamine, tekitavad kõik märkimisväärse koguse seda võimsat kasvuhoonegaasi.
- Klorfluorosüsinikud (CFC-d) on fluorosüsivesinike CFC-de vorm. Need on täielikult tööstusliku päritoluga sünteetilised kemikaalid, mida kasutatakse mitmesugustel eesmärkidel, kuid tänu rahvusvahelisele lepingule on nende tootmine ja keskkonda viimine peamiselt piiratud, kuna need võivad osoonikihti kahjustada. Lisaks on need kasvuhoonegaasid.



Joonis 4 – Maa soojus

Inimtegevus Maal muudab olemasolevaid kasvuhooneid. Fossiilkütuste, näiteks kivisöe ja nafta põletamine on viimase sajandi jooksul suurendanud atmosfääri süsinikdioksiidi hulka. Selle põhjuseks on asjaolu, et kivisöe või nafta põletamisel tekib süsiniku ja hapniku ühinemisel CO₂. Maa puhastamine





põllumajanduse, tööstuse ja muu inimtegevuse jaoks on suurendanud kasvuhoonegaaside heitkoguseid vähemal määral.

Loodusliku atmosfääri kasvuhoonegaaside tulemuste muutusi on raske ette näha, kuid järgmised tulemused tunduvad tõenäolised:

- Tavaliselt Maa temperatuur tõuseks. Mõnes piirkonnas on soojem temperatuur teretulnud, kuid teistes mitte.
- Soojem ilm võib tõenäoliselt kaasa tuua suurema aurustumise ja üldiselt rohkem sademeid, kuid mõnes piirkonnas võivad tulemused olla erinevad. Mõned neist võivad muutuda märjemaks ja teised kuivemaks.
- Suurem kasvuhooneefekt soojendaks ookeani ning põhjustaks liustike ja jääkilpide osalist sulamist, mis tõstaks merevee taset. Kui ookean soojeneb, siis vesi paisub, mis omakorda suurendab merevee taset.
- Kõrgem atmosfääri süsinikdioksiidi (CO₂) tase võib avaldada nii positiivset kui ka negatiivset mõju saagikusele väljaspool kasvuhoonet. Mõnede laboriuuringute kohaselt võib suurenenud CO₂ tase soodustada taimede arengut.

Põud, üleujutused ja äärmuslikud temperatuurid on näited kliimaaärmustest, mis võivad põhjustada saagikadu ning ohustada põllumajandustootjate elatist ja kogukondade toiduga kindlustatust kogu maailmas. Umbrohud, kahjurid ja seened võivad soojemate temperatuuride, niiskemate talvede ja kõrgema CO₂ taseme korral vahada. Sõltuvalt põllukultuurist ja ökosüsteemist süvendab kliimamuutus tõenäoliselt umbrohu ja kahjurite levikut.

Lõpuks, kuna suurenenud CO₂ stimuleerib taimede kasvu, on uuringud juba näidanud, et see vähendab enamiku põllukultuuride toiteväärtust, vähendades valgu ja oluliste toitainete kontsentratsiooni enamikus taimeliikides.⁷

Inimtegevus ja selle tähtsus

Viimase 150 aasta jooksul on meie tänapäeva kultuuri aluseks olevad tööstusprotsessid suurendanud atmosfääri süsinikdioksiidi taset 280 miljondikosast 414 miljondikosani.

Paneel väitis ka, et inimtekkelised kasvuhoonegaasid, nagu süsinikdioksiid, metaan ja diämmastikoksiid, on tõenäoliselt suure osa Maa temperatuuri tõusu põhjuseks viimase 50 aasta jooksul.

Päikese kiirgus

Kuna Päike on meie kliimasüsteemi peamine energiaallikas, on kohane eeldada, et muutused Päikese energiatoodangus põhjustavad kliima muutusi.

Päikese aktiivsuse muutlikkusel on varasemates katsetes olnud oma roll kliimamuutustes. Näiteks arvatakse, et ajavahemikus umbes 1650–1850 aitas päikese aktiivsuse vähenemine koos vulkaanilise

⁷https://19.snapshot.epa.gov/climate-impacts/climate-impacts-agriculture-and-food-supply_.html





aktiivsuse suurenemisega kaasa väikese jääaja algusele, mil Gröönimaa jahtus aastatel 1410–1720 ja Alpide liustikud liikusid edasi.

Siiski näitavad mõned tõendid, et praegune globaalne soojenemine ei ole seotud päikeseenergia muutustega:

Päikese poolt kiiratava energia keskmine hulk on alates 1750. aastast püsinud konstantsena või veidi tõusnud.

Kui soojenemise põhjustaks aktiivsem Päike, oleks atmosfääri kõikides kihtides oodata soojemat temperatuuri. Selle asemel on nad märganud jahtumist atmosfääri ülemises osas ning soojenemist pinnal ja atmosfääri alumises osas, kuna kasvuhoonegaasid püüavad soojust atmosfääri alumises osas kinni.

Päikesekiirguse muutusi arvestavad kliimamudelid ei suuda viimase sajandi või pikema aja jooksul täheldatud temperatuuritrendi korrata ilma kasvuhoonegaaside heitkoguste suurenemist arvesse võtmata.

3. Kliimamuutuste mõjud



Joonis 5 – Sagedasemad metsatulekahjud, pikemad põua perioodid mõnes piirkonnas ning troopiliste tormide arvu, raskusastme ja intensiivsuse suurenemine on kõik globaalse kliimamuutuse võimalikud tulevased mõjud.





Globaalne kliimamuutus on keskkonda juba mõjutanud. Liustikud on kahanenud, jõgede ja järvede jää on varem lagunenud, taime- ja loomariigid on muutunud ning puud on hakanud varem õitsema.

Merejää kadu kiirendas merepinna tõusu ning pikemad ja tugevamad kuumalained on kõik tagajärjed, mida teadlased eeldasid minevikus toimunud globaalse kliimamuutuse tagajärjel.

Teadlased on kindlad, et globaalne temperatuur tõuseb veel aastakümneid, mis on suuresti tingitud inimtegevusest tingitud kasvuhoonegaaside heitkogustest. Valitsustevaheline kliimamuutuste paneel (IPCC), kuhu kuulub üle 1300 teadlase Ameerika Ühendriikidest ja teistest riikidest, ennustab järgmise sajandi jooksul temperatuuri tõusu 2,5–10 kraadi Fahrenheiti järgi.

IPCC andmetel varieerub kliimamuutuste mõju ulatus üksikutele piirkondadele ajas ja sõltuvalt erinevate kultuuriliste ja keskkonnasüsteemide võimest muutusi leevendada või nendega kohaneda.

IPCC andmetel avaldaks globaalse keskmise temperatuuri tõus vähem kui 1,8–5,4 Fahrenheiti kraadi (1–3 kraadi Celsiuse järgi) võrreldes 1990. aasta tasemega mõnes piirkonnas kasulikku ja teistes kahjulikku mõju. Maailma temperatuuri tõustes suurenevad ka iga-aastased netokulud.⁸

Tulevased tagajärjed

Kolmanda ja neljanda riikliku kliimamuutuste hindamise aruande kohaselt on mõned globaalse kliimamuutuse pikaajalised tagajärjed Ameerika Ühendriikides järgmised:

- Muutused püsivad kogu selle sajandi ja ka järgmise sajandi jooksul
- Temperatuuri tõusu on oodata jätkuvat
- Kül mavaba periood (kasvuperiood) on pikem
- Sademete mustrid on muutunud
- Põud ja kuumalained muutuvad üha tavalisemaks
- Orkaanid muutuvad võimsamaks ja karmimaks
- 2100. aastaks oleks merepind tõusnud 30–240 cm (1–8 jalga).
- Arktika muutub lähitulevikus tõenäoliselt jäävabaks

⁸ IPCC 2007, kokkuvõtte poliitikakujundajatele, allikas *Kliimamuutused 2007: mõjud, kohanemine ja haavatavus. II töörühma panus valitsustevahelise kliimamuutuste paneeli neljandasse hindamisaruandesse*. Cambridge University Press, Cambridge, Ühendkuningriik, lk 17.

IPCC, 2013: Kokkuvõtte poliitikakujundajatele. Väljaandes: *Kliimamuutused 2013: füüsikateaduste alus. I töörühma panus valitsustevahelise kliimamuutuste paneeli viiendasse hindamisaruandesse* [Stocker, T.F., D. Qin, G.-K. Plattner, M. Tignor, S.K. Allen, J. Boschung, A. Nauels, Y. Xia, V. Bex ja P.M. Midgley (toim.)]. Cambridge University Press, Cambridge, Ühendkuningriik ja New York, NY, USA.





Joonis 6 - Saastunud maakera



4. Kliimamuutuste lahendused

Milline on kliimamuutuste ulatus? Selle määrab see, kui kaua me jätkame kasvuhoonegaaside õhkupaiskamist ja kuidas meie kliimasüsteem neile reageerib. Vaatamata kasvavale teadlikkusele kliimamuutustest jätkavad meie kasvuhoonegaaside heitkogused murettekitava kiirusega kasvamist. Esmakordselt inimkonna ajaloos ületas atmosfääri süsinikdioksiidi päevane tase 400 miljondikosa 2013. aastal. Viimati oli tase nii kõrge pliotseeni ajastul, umbes kolm kuni viis miljonit aastat tagasi. Kuna me oleme nüüd mingil määral kliimamuutustega seotud, peame selle vastu võitlemiseks võtma kaheosalise lähenemisviisi:

- Juba käimasolevate kliimamuutustega kohanemine („kohanemine”);
- Kliimamuutuste leevendamine heitkoguste vähendamise ja atmosfääris soojust siduvate kasvuhoonegaaside taseme stabiliseerimise kaudu („leevendamine”).



Joonis 7 – Aktivistide plakat

Kohanemine ja leevendamine

Muutuvas keskkonnas eluga kohanemine eeldab kohanemist praeguse ja eeldatava tulevase kliimaga. Eesmärk on vähendada meie haavatavust kliimamuutuste negatiivsete tagajärgede suhtes (näiteks merepinna tõus, intensiivsemad äärmuslikud ilmastikunähtused või toiduga kindlustamatus). See hõlmab





ka kõigi potentsiaalselt kasulike kliimamuutustega seotud võimaluste maksimaalset ärakasutamist (näiteks pikemad kasvuperioodid või suurem saagikus mõnes piirkonnas).

Inimesed ja kultuurid on läbi ajaloo erineva eduga kliimamuutustele ja äärmustele reageerinud ning nendega toime tulnud.

Kliimamuutused (ja eriti põud) on mänginud rolli tsivilisatsioonide tõusus ja languses. Viimase 12 000 aasta jooksul on Maa kliima olnud suhteliselt stabiilne, mis on olnud kasulik meie tänapäevase tsivilisatsiooni ja meile teadaoleva elu püsijäämiseks. Stabiilne kliima, millega oleme harjunud, on kujundanud tänapäeva elu. Peame õppima kliimamuutustega kohanema. Mida kiiremini kliima muutub, seda raskemaks see võib muutuda. Kuigi kliimamuutus on globaalne probleem, on sellel ka kohalik mõju. Seetõttu on linnad ja riigid kohanemise esirinnas.

Kuna puudub riiklik või rahvusvaheline kliimapoliitika suund, on linnad ja kohalikud omavalitsused üle kogu riigi keskendunud oma kliimaprobleemide lahendamisele. Nad töötavad üleujutuste kaitseks, valmistuvad kuumalaineteks ja soojemateks temperatuurideks ning paigaldavad vett läbilaskvaid kõnniteid, et paremini üleujutuste ja sademeveega toime tulla.

ÜRO valitsustevahelise kliimamuutuste paneeli 2014. aasta aruande „Kliimamuutuste mõjud, kohanemine ja haavatavus“ (lk 8) kohaselt parandavad valitsused igal tasandil oma kohanemisoskusi.

Kliimamuutusi hakatakse integreerima paljudesse arengukavadesse koos sellega, kuidas toime tulla üha äärmuslikumate katastroofidega, mida me näeme, ja nende põhjustatud riskidega, kuidas kaitsta rannikuid ja tegeleda merepinna sissetungimisega, kuidas paremini majandada nii maad kui ka metsi, kuidas toime tulla veepuudusega ja seda planeerida, kuidas kasvatada vastupidavaid põllukultuuride sorte ning kuidas säilitada energia- ja avalikku infrastruktuuri.

5. Tegevuskava 2030

Kuigi planeet Maa on ainult üks, tarbib see planeet ressursse nii, nagu oleks neid 2050. aastaks kolm. Järgmise 40 aasta jooksul eeldatakse, et biomassi, fossiilkütuste, metallide ja mineraalide tarbimine maailmas kahekordistub, samas kui aastane jäätmete peaks 2050. aastaks suurenema 70%.

Kuna ressursside tootmine ja töötlemine moodustavad poole kogu kasvuhoonegaaside heitkogustest ning üle 90% bioloogilise mitmekesisuse vähenemisest ja veestressist, töötati Euroopa rohelises kokkuleppes välja üksikasjalik vastus kliimanetraalse, ressursitõhusa ja jätkusuutliku majanduse saavutamiseks.

Ringmajanduse laiendamine varajastelt kasutuselevõtjatelt tavapäraste majandustegelasteni aitaks oluliselt kaasa kliimanetraalsuse saavutamisele 2050. aastaks ja majandusarengu lahutamisele ressursitarbimisest, säilitades samal ajal ELi pikaajalise konkurentsivõime ja tagades, et keegi ei jääks maha. Selle eesmärgi saavutamiseks peab EL kiirendama üleminekut regeneratiivsele majanduskasvu paradigmale, mis annab Maale tagasi rohkem kui see võtab, tegema edusamme ressursikasutuse hoidmisel globaalsete piiride raames ning seadma eesmärgiks vähendada oma tarbimisjalajälge ja kahekordistada oma ringmaterjalide kasutamise taset järgmise kümnendi jooksul.

Koostöö ringlussevõetud kaupade struktuuri loomiseks avaks uusi võimalusi ettevõtetele nii ELis kui ka väljaspool seda.

Uus ELi tööstuspoliitika peab hõlmama seda järkjärgulist, kuid püsivat üleminekut jätkusuutlikule majanduskeskkonnale. Hiljutise aruande kohaselt on ringmajanduse kontseptsioonide integreerimisel



kogu ELi majandusse potentsiaal suurendada SKPd 2030. aastaks 0,5 protsenti, mille tulemuseks on 700 000 uue töökoha loomine.



Joonis 8 – Tegevuskava 2030

Suletud ahela mudelid saavad maksimeerida kasumlikkust, kaitstes samal ajal ettevõtteid ressursside hinnakõikumiste eest, mis on üksikute ettevõtete jaoks lihtne äriplaneerimine. Eli tootmisettevõtteid kulutavad kaupadele keskmiselt umbes 40% oma ajast, seega saavad suletud ahela mudelid parandada kasumlikkust, kaitstes samal ajal ettevõtteid ressursside hinnakõikumiste eest.

Ringmajandus tugevdab ELi tootmisbaasi ning edendab VKEde ettevõtlusbaasi ja ettevõtlust, kasutades ära ühtset turgu ja digitehnoloogia võimsust. Innovatiivsed mudelid, mis keskenduvad tugevamale suhtlusele tarbijatega, massilisele kohandamisele, jagamis- ja koostöomajandusele ning mida juhivad sellised uued tehnoloogiad nagu asjade internet, suurandmed, plokiahel ja tehisintellekt, mitte ainult ei süvenda ringmajandust, vaid ka meie majanduse dematerialiseerumist, vähendades Euroopa sõltuvust esmastest materjalidest.

Ringmajandus pakuks inimestele kvaliteetseid, praktilisi ja jätkusuutlikke kaupu, mis on usaldusväärsed, odavad ning loodud korduvkasutamiseks, parandamiseks ja kvaliteetseks ringlussevõtuks. Uued jätkusuutlikud teenused, toote-teenusena mudelid ja tekkivad lahendused tooksid kaasa elukvaliteedi paranemise, uued töövõimalused ning paremad teadmised ja oskused.

Koostöös majandusjuhtide, tarbijate, üksikisikute ja kodanikuühiskonna organisatsioonidega pakub see ringmajanduse tegevuskava tulevikku suunatud tegevuskava puhtama ja jätkusuutlikuma Euroopa loomiseks.

Selle eesmärk on kiirendada Euroopa rohelise kokkuleppega nõutavat transformatsioonilist muutust, tuginedes samal ajal 2015. aastast kehtinud ringmajanduse algatustele. See strateegia tagaks regulatiivse süsteemi lihtsustamise ja ettevalmistamise jõukaks tulevikuks, transformatsioonist tulenevate potentsiaalsete võimaluste maksimeerimise ning üksikisikute ja ettevõtete võimalikult väikese koormuse.





Strateegias esitatakse rida omavahel seotud poliitikaid, mille eesmärk on luua selge ja järjepidev tootepoliitika struktuur, mis muudab taastuvad kaubad, teenused ja ärimudelid standardiks ning muudab tarbimisharjumusi nii, et jäätmeid ei tekiks üldse.

Seda tootepoliitika struktuuri rakendatakse järk-järgult, kusjuures esmatähtsat tähelepanu pööratakse peamistele tooteväärtusahelatele. Lisameetmeid võetakse reostuse minimeerimiseks ja ELi sisemise nõudluse tagamiseks kvaliteetsete teiseste toorainete järele. Samuti suurendatakse ELi valmisolekut võtta vastutus oma reostuse eest. Üksi tegutsedes ei suudaks Euroopa läbi viia muutusi.

Globaalsel tasandil jätkab EL ringmajanduse suunas liikumise eestvedajaks olemist, kasutades oma autoriteeti, kogemusi ja finantsvahendeid, et aidata riikidel saavutada 2030. aasta säästva arengu eesmäärke.

Selle poliitika eesmärk on tagada, et ringmajandus toetaks üksikisikuid, riike ja kogukondi, aitaks täielikult kaasa kliimaneutraalsusele ning kasutaks täielikult ära teaduse, loovuse ja digitaliseerimise potentsiaali. See näeb ette usaldusväärse seiresüsteemi jätkuvat rakendamist, mis aitab mõõta heaolu muul viisil kui SKP abil.

6. Kestliku arengu eesmärkide ONU

2015. aastal avalikustati säästva arengu tegevuskava aastani 2030 eesmärgiga kaotada vaesus ning suunata maailm stabiilsuse, majanduskasvu ja kõigile inimestele võimaluste rajale turvalisel planeedil. 17 säästva arengu eesmärki (SDG) nõuavad meie majandust kontrollivate finants-, majandus- ja poliitiliste struktuuride täielikku ümberkorraldamist, et tagada kõigi inimõiguste kaitse. Need nõuavad kõigi sidusrühmade tohutut poliitilist tahet ja julget tegutsemist. Nagu liikmesriigid aga septembris toimunud säästva arengu tippkohtumisel tunnistasid, ei ole olemasolevad ülemaailmsed algatused suutnud vajalikku üleminekut saavutada, mis seab ohtu tegevuskava kohustused praeguste ja tulevaste põlvkondade ees.

Enne COVID-19 pandeemiat oli majanduskasv ebaühtlane ja 2020. aasta säästva arengu eesmärkide uuringu kohaselt ei olnud me 2030. aastaks eesmärkide saavutamise sihipärase paigas. Oli mõningaid nähtavaid edusamme: koolist väljas olevate laste ja noorte arv oli vähenenud; teatud nakkushaiguste levimus oli vähenenud; puhta joogivee kättesaadavus oli paranenud; ja naiste osalemine juhtivatel kohtadel oli suurenenud. Samal ajal suurenes toidupuuduse all kannatavate inimeste arv, keskkonnaökosüsteem halvenes enneolematu kiirusega ja kõigis piirkondades jätkus drastiline puudus.

Muutused ei toimunud ka sobiva kiiruse ega ulatusega. Nüüd, COVID-19 tagajärjel, ohustab jätkuv tervise-, majandus- ja sotsiaalkriis elusid ja elatusvahendeid, muutes eesmärkide saavutamise palju raskemaks. Juuni alguseks oli surmajuhtumite arv ulatunud 400 000 inimeseni ja see kasvas endiselt, peaaegu ükski riik polnud puutumata. Paljude riikide tervishoiuteenused on lagunemise äärel. Poole maailma elanikkonna elatusvahendid on tõsiselt mõjutatud. Enam kui 1,6 miljardit õpilast ei käi koolis ja kümned miljonid inimesed on sunnitud tagasi kroonilisse vaesusesse ja alatoitumusse, mis pöörab hiljutised edusammud tagasi.





Uudne koroonaviirus mõjutab kõiki ja iga kultuuri ning on toonud esile ja võimendanud olemasolevat ebavõrdsust ja ebaõiglust. Tärkava majandusega riikides on haavatavate elanikkonnarühmade suremus olnud kõrgeim. Arenenud riikide kõige ebasoodsamas olukorras olevad elanikkonnarühmad, näiteks mitteametlikus majanduses töötavad inimesed, eakad, teismelised, puuetega inimesed, põlisrahvad, migrandid ja pagulased, on veelgi raskemas ohus.

Noored on üle maailma äärmiselt mõjutatud, eriti töökohal.

Naised ja tüdrukud seisavad silmitsi uute väljakutsete ja riskidega, alates ähvardavast väärkohtlemise pandeemiast kuni tasustamata hooldustöö lisakoormuseni. COVID-19 algpõhjused ja ebavõrdne mõju ei sea kahtluse alla kestliku arengu eesmärkide saavutamist, vaid rõhutavad pigem kestliku arengu tegevuskava 2030, Pariisi kliimakokkuleppe ja Addis Abeba tegevuskava olulisust ning nende rakendamise kiirust. Seetõttu on korduvalt kutsutud üles kooskõlastatud ja süstemaatilisele rahvusvahelisele reageerimis- ja taastumispüüdlustele, mis juhivad kestliku arengu eesmärkidest ning keskenduvad usaldusväärsetele tõenditele ja uuringutele.



SUSTAINABLE DEVELOPMENT GOALS

17 GOALS TO TRANSFORM OUR WORLD



Joonis 9 – Kestliku arengu eesmärgid

Kõige suurema riskiga riikides tuleb tervishoiuteenuseid kiiresti parandada, laiendades jälgimise, jälgimise ja hoolduse potentsiaali. Kui ravimid ja vaktsiinid muutuvad taskukohaseks, on universaalne kättesaadavus kriitilise tähtsusega. Selleks, et arenenud riikidel oleksid oma leibkondade ja ettevõtete kaitsmiseks vajalikud vahendid, on vaja ulatuslikku mitmepoolset reageerimist. Taastumispaketid edendaksid võrdset juurdepääsu kvaliteetsetele avalikele teenustele, hõlbustades samal ajal üleminekut vähese süsinikuheitega ja kliimamuutustele vastupidavale majandusele. Samuti on vaja juhtimist ja suuniseid, et tagada statistikaorganisatsioonidele õigeaegsete ja arukate otsuste tegemiseks vajalikud vahendid ja teenused.





ÜRO süsteem on organiseerunud kõigil tasanditel, et suunata ja julgustada neid tegevusi, kaasates ÜRO arengusüsteemi hiljutisi muudatusi. Me kõik nõuame selle tegevuskümnendi alguses suuremat otsusekindlust, mobiliseerimist, juhtimist ja kooskõlastatud tegevust, et saavutada kestliku arengu eesmärgid, mitte ainult COVID-19 alistamiseks, vaid ka parimal võimalikul viisil ja ühiselt taastuda – võites võitluse kliimamuutuste vastu, tegeledes otsustavalt vaesuse ja ebaõiglusega, andes tõelise mõjuvõimu kõigile naistele ja tüdrukutele ning luues kõikjal jätkusuutlikumaid ja egalitaarsemaid kogukondi.

Allpool on 17 säästva arengu eesmärki:

1. Lõpetage vaesus kõigis selle vormides kõikjal
2. Kaotada nälg, saavutada toiduga kindlustatus ja parem toitumine ning edendada säästvat põllumajandust
3. Tagada tervislik elu ja edendada heaolu kõigile igas vanuses
4. Tagada kaasav ja võrdne kvaliteetne haridus ning edendada elukestva õppe võimalusi kõigile
5. Saavutada sooline võrdõiguslikkus ja anda kõigile naistele ja tüdrukutele võimalus tegutseda
6. Tagada kõigile vee ja kanalisatsiooni kättesaadavus ja säästev majandamine
7. Tagada kõigile juurdepääs taskukohasele, usaldusväärsele, säästvale ja kaasaegsele energiale
8. Edendada jätkusuutlikku, kaasavat ja jätkusuutlikku majanduskasvu, täielikku ja produktiivset tööhõivet ning inimväärset tööd kõigile
9. Ehitage vastupidav taristu, edendage kaasavat ja jätkusuutlikku industrialiseerimist ning innovatsiooni
10. Vähendada ebavõrdsust riikide sees ja riikide vahel
11. Muuta linnad ja inimasustus kaasavaks, turvaliseks, vastupidavaks ja jätkusuutlikuks
12. Tagada säästvad tarbimis- ja tootmismustrid
13. Võtke kiiresti meetmeid kliimamuutuste ja nende mõjude vastu võitlemiseks
14. Kaitsta ja kasutada ookeane, merd ja mereressursse säästvalt säästva arengu nimel
15. Kaitsta, taastada ja edendada maismaaökosüsteemide säästvat kasutamist, majandada metsi säästvalt, võidelda kõrbestumisega ning peatada ja tagasi pöörata maa degradeerumine ja peatada bioloogilise mitmekesisuse kadu
16. Edendada rahumeelseid ja kaasavaid ühiskondi säästva arengu nimel, tagada kõigile juurdepääs õigusemõistmisele ning luua kõigil tasanditel tõhusad, vastutustundlikud ja kaasavad institutsioonid.
17. Tugevdada rakendusvahendeid ja taaselistada säästva arengu globaalne partnerlus

ELis ja mujal peaks üleminek ringmajandusele olema struktuurne, intensiivne ja transformatiivne. Kõik sidusrühmad igal tasandil – ELi, ülemaailmsel, piirkondlikul ja kohalikul, aga ka rahvusvahelisel – peavad oma tegevust ühtlustama ja koostööd tegema.

Seetõttu kutsub komisjon ELi asutusi ja organisatsioone üles toetama käesoleva tegevuskava vastuvõtmist ja selles tõhusalt osalema ning liikmesriike üles rakendama või muutma oma riiklikke ringmajanduse poliitikaid, plaane ja algatusi selle ambitsioonide valguses.

Lisaks teeb komisjon ettepaneku lisada ringmajandus Euroopa tulevikku käsitlevate aruteluteemade hulka ning kodanike dialoogide regulaarseks teemaks.





7. Liitreaalsuse (AR) integratsioon

Globaalne kliimamuutus on meie aja üks tõsisemaid väljakutseid, millel on omavahel seotud põhjused, tagajärjed ja lahendused, mis nõuavad ühist tegutsemist ülemaailmsel tasandil. Kliimamuutuste peamised põhjused on seotud kasvuhoonegaaside (nt CO₂, metaani ja diämmastikoksiidi) heitkoguste suurenemisega, mida tekitavad peamiselt fossiilkütuste põletamine, metsade hävitamine, intensiivne põllumajandus ja tööstustegevus. Tänu liitreaalsusele saavad õpilased visualiseerida süsinikuringlust 3D-s või jälgida kasvuhooneefekti interaktiivseid mudeleid, et mõista, kuidas need gaasid atmosfääris soojust püüavad. Kliimamuutuste mõjude hulka kuuluvad merevee taseme tõus, äärmuslikud ilmastikunähtused, bioloogilise mitmekesisuse vähenemine, põud ja keskkonnaränne. Liitreaalsuse abil on võimalik tulevikustsenaariume oma kohalikule keskkonnale peale kanda (nt milline näeb välja teie linna rannajoon aastal 2050), muutes mõjud käegakatsutavamaks ja isiklikumaks. Lahenduste hulka kuuluvad üleminek taastuvenergiale, energiatõhusus, metsa uuendamine, säästev liikuvus ja tarbimise muutused. Liitreaalsuse abil saavad õpilased virtuaalselt ehitada säästvaid linnu, uurida päikese- või tuuleelektrijaamade mudeleid või simuleerida teatud valikutega välditud heitkoguseid. Kliimamuutused on otseselt seotud säästva arengu eesmärgiga nr 13 (kliimameetmed), kuid need mõjutavad ka paljusid teisi säästva arengu eesmärgi (näiteks näljahäda kaotamine, hea tervis, puhas vesi ja säästvad linnad). Liitreaalsuse abil saab luua interaktiivseid kaarte, mis seovad erinevaid säästva arengu eesmärgi, näidates reaalses maailmas, kuidas igal kliimameetmel on läbiv mõju ülemaailmsele heaolule. Liitreaalsuse integreerimine nendesse teemadesse muudab õppimise kogemuslikuks: õpilased ei loe andmeid mitte ainult, vaid näevad ja manipuleerivad nendega reaalses ruumis. See stimuleerib kriitilist mõistmist, koostööd ja suuremat teadlikkust nende mõjust planeedile.

8. Kokkuvõte: liitreaalsuse tulevik nägemisteaduses

Liitreaalsuse (AR) integreerimine bioinspireeritud nägemisuuringutesse muudab seda, kuidas õpilased õpivad, katsetavad ja uuendavad. Kaasahaaravate 3D-simulatsioonide, interaktiivse visuaalse kaardistamise ja tehisintellektil põhineva analüütika abil ületab AR lõhe bioloogilise nägemisteaduse ja konstrueeritud optiliste süsteemide vahel.

Praktilise AR-võimendusega õppe kaudu on järgmine teadlaste ja inseneride põlvkond paremini varustatud täiustatud bioonilise nägemise tehnoloogiate, tehisintellektil põhinevate robotsensorite ja täiustatud optiliste liideste arendamiseks, kujundades bioinspireeritud innovatsiooni tulevikku.

Faas	Kirjeldus
Avasta	Visualiseeri kasvuhooneefekti 3D-s ja jälgi gaaside taset ajas. Koge kohalikke stsenaariume oma linnale projitseerituna (nt merepinna tõus 2050. aastal). Liitreaalsuse abil saad ajaloolisi andmeid ja tulevikuproгноose reaalsele maailmale kanda, stimuleerides arusaamist ja kriitilist mõtlemist.





Käivita	Tundide ajal kujundavad õpilasrühmad kliimamuutuste vastu võitlemiseks liitreaalsuse prototüüpe: • Päikesepaneelide linnainstallatsioon, mis on inspireeritud isepuhastuvatest lootoselehtedest. • „Metsalinn“, mis ühendab rohelust ja loomulikku ventilatsiooni (biomimikri). Reaalajas võrdlevad nad välditud heitkoguseid, kulusid ja mõjusid liitreaalsuse visualiseeringute abil ning saavad tagasisidet klassikaaslastelt ja õpetajatelt.
Täiustama	• Kõrge täpsusega simulatsioonid: kaasahaarav uurimine (nt ookeanihoovused, virtuaalsed vihmametsad). • Annotatsioon ja manipuleerimine õpilased muudavad energiaparametreid, testivad mõjusid ja lisavad AR-struktuuridele silte. • Mängustamine Nad teenivad punkte interaktiivsete põhjuseid, tagajärgi ja lahendusi sobitavate viktoriinide lahendamise, disainitasemete edenemise ja koostööülesannete täitmise eest. • AR-hinnangud interaktiivsed viktoriinid, täiustatud 3D-mudelitega esitlused ja juhtpaneelid, mis jälgivad kaasatust ja arusaamist reaalajas.

9. Viited

Princeton University Carbon Mitigation Initiative: <http://cmi.princeton.edu/>

Changing Climates at Colorado State University: <http://changingclimates.colostate.edu/>

IPCC Working Group III Report "Mitigation of Climate Change", Chapters 4, 5 & 6
http://www.ipcc.ch/publications_and_data/publications_ipcc_fourth_assessment_report_wg3_report_mitigation_of_climate_change.htm

IPCC Special Report on Carbon dioxide Capture and Storage, SPM
http://www.ipcc.ch/pdf/specialreports/srccs/srccs_summaryforpolicymakers.pdf

U.S. Environmental Protection Agency: Electricity from Natural Gas
<http://www.epa.gov/RDEE/energy-and-you/affect/natural-gas.html>

IPCC Working Group III Report "Mitigation of Climate Change", Chapter 4 - Energy Supply
<http://www.ipcc.ch/pdf/assessment-report/ar4/wg3/ar4-wg3-chapter4.pdf>

U.S. DOE, Energy Efficiency & Renewable Energy <http://www.eere.energy.gov/>

IPCC Working Group III Report "Mitigation of Climate Change", Chapters 8 & 9
http://www.ipcc.ch/publications_and_data/publications_ipcc_fourth_assessment_report





[wg3_report_mitigation_of_climate_change.htm](#)

<https://www.energuide.be/en/questions-answers/what-exactly-is-a-tonne-of-co2/2141/>

[2020 climate & energy package | Climate Action](#)

https://sustainabledevelopment.un.org/content/documents/24797GSDR_report_2019.pdf

[Climate change | EU Science Hub](#)

[Climate change: what the EU is doing - Consilium](#)

<https://www.climatechangepost.com/europe/coastal-floods/>

https://ec.europa.eu/clima/policies/strategies/2020_en#tab-0-2

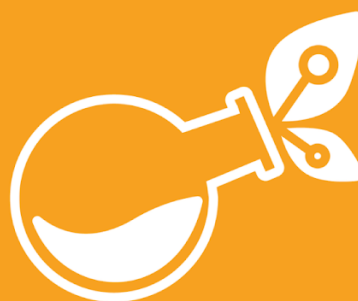
<https://www.iea.org/reports/nuclear-power>







Co-funded by
the European Union



BIOS4YOU AR 2.0

BIO-INSPIRED STEM TOPICS FOR ENGAGING YOUNG GENERATIONS
THANKS TO THE USE OF AUGMENTED REALITY



Project Number: KA220-BW-23-30-126516

Funded by the European Union. Views and opinions expressed are however those of the author(s) only and do not necessarily reflect those of the European Union or the European Education and Culture Executive Agency (EACEA). Neither the European Union nor EACEA can be held responsible for them.