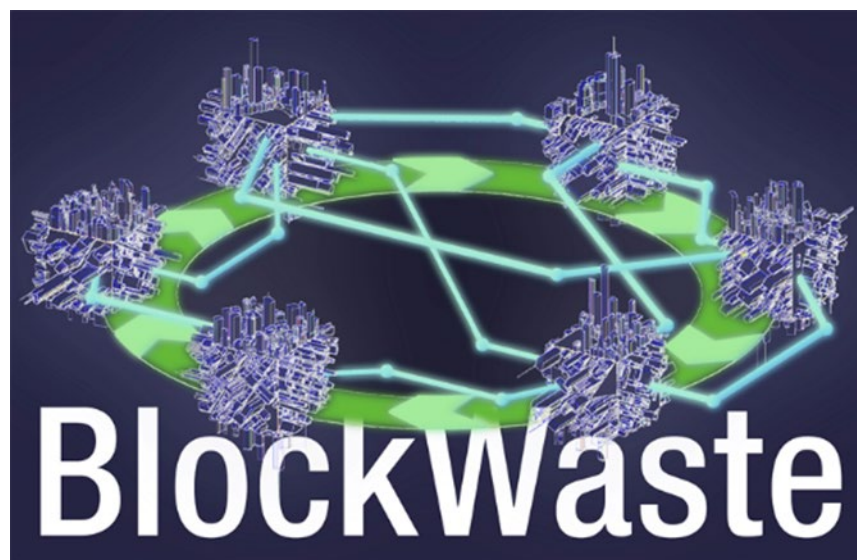


## O2.A1.2 Tahkete olmejäätmete õppekavade võrdlev uuring Eesti, Saksamaa, Kreeka, Hollandi ja Hispaania kõrgharidussüsteemides



### [Disclaimer](#)

This project has been funded with support from the European Commission. This publication reflects the views only of the authors, and the Commission cannot be held responsible for any use which may be made of the information contained therein.



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

## Väljundi teabeleht:

<b>Rahastamisprogramm</b>	Euroopa Liidu programm Erasmus+
<b>Rahastamine NA</b>	EL01 Kreeka riigi stipendiumifond (IKY)
<b>Projekti täispealkiri</b>	Jäätmekäitluses rakendatav uudne Blockchaini tehnoloogial põhinev koolitus – BLOCKWASTE
<b>Väli</b>	KA2 - Koostöö innovatsiooni ja heade tavade vahetamise nimel KA203 – Kõrghariduse strateegilised partnerlused
<b>Projekti number</b>	2020-1-EL01-KA203-079154
<b>Projekti kestus</b>	24 kuud
<b>Projekti alguskuupäev</b>	10.01.2020
<b>Projekti lõppkuupäev:</b>	30-09-2022

## Väljundi üksikasjad:

**Väljundi pealkiri:** O2: Euroopa ühine õppekava MSW kohta, mis rakendab plokiahela tehnoloogiaid ringmajanduse strateegiates

**Ülesande nimetus:** A1.2 - Osalevate riikide olmejäätmete käitlemise õppekavade võrdlev uuring

**Väljundi juht:** FH Bielefeld

**Ülesandajuht:** NTUA

**Autor(id):** Athanassios Mavrikos, Ateena riiklik tehnikaülikool, mavrikos@metal.ntua.gr, Kreeka, Viktoria Voronova, Tallinn University of Technology, viktor.voronova@taltech.ee, Estonia, Bernd Kleinheyder, Bielefeld UAS, bernd.kleinheyder@fh-bielefeld.de, Germany, Christa Barkel, Saxion UAS, c.barkel@saxion.nl, Netherlands, David Caparros Perez, Centro Tecnológico del Mármol, Piedra y Materiales, david.caparros@ctmarmol.es, Spain

**Arvustanud:** Maria Menegaki, Ateena riiklik tehnikaülikool, menegaki@metal.ntua.gr, Kreeka, Marija Klõga, Tallinn University of Technology, marija.kloga@taltech.ee, Estonia

## Dokumendikontroll

Dokumendi versioon	Versioon	Muudatus
V0.1	31/03/2021	Lõplik versioon – 30/06/2021

## Sisu

Kokkuvõte .....	iii
1 Sissejuhatus .....	1
1.1 Projekti lühikirjeldus .....	1
1.2 Eesmärgid ja metodoloogiline lähenemine .....	1
1.3 Jäätmed .....	2
1.3.1 Jäätmetekkimine .....	3
1.3.2 Olmejäätmed .....	3
1.3.3 Jäätmekäitlus ja -käitlus .....	4
1.3.4 Olmejäätmete käitlemine ringmajanduses .....	5
1.3.5 Olmejäätmete käitlemisel kasutatavad IT-lahendused .....	6
1.4 Kõrgharidus ja tahked olmejäätmed/ringmajandus .....	7
2 Olmejäätmete käitlemise õppekavad .....	9
2.1 Eesti .....	9
2.2 Saksamaa .....	10
2.3 Kreeka .....	14
2.4 Holland .....	14
2.5 Hispaania .....	16
3 Kõrgharidussüsteemide sõelumine olmejäätmete käitlemise õppekavadele .....	20
3.1 Eesti .....	20
3.2 Saksamaa .....	21
3.3 Kreeka .....	23
3.4 Holland .....	24
3.5 Hispaania .....	25
4 Parimad tavad .....	27
5 Järeldused .....	31
Viited .....	33

## Tabelite loend

Tabel 1: Ülikool ja kolmanda missiooni tegevused .....	7
--	---

## Figuuride loend

Joonis 1: Jäätmehierarhia. Allikas: Euroopa Komisjon – Keskkond. ....	2
Joonis 2: Jäätmetekkimine tegevusalade ja kodumajapidamiste lõikes, EL-27, 2018 (% osakaal kogujäätmetest). Allikas: Eurostat. ....	3
Joonis 3: Olmejäätmete teke EL-27, 2005–2019. Allikas: Eurostat. ....	4
Joonis 4: Olmejäätmete teke EL-27, 2005–2019. Allikas: Eurostat. ....	5
Joonis 5: Olmejäätmete teke EL-27, 2005–2019. Allikas: EEA. ....	6
Joonis 6: See diagramm näitab klassikalisi valikuid ja konkreetseid hariduslikke variatsioone, mis viivad jäätmekäitluse tööturule (allikas: R. Lenz ja B. Kleinheyer). ....	11
Joonis 7: Wageningeni teadusülikool arvudes (allikas: <a href="https://www.wur.nl">https://www.wur.nl</a> ). ....	29

## Lühendite loetelu

Lühend	Definitsioon
CE	Ringmajandus
EAP	Euroopa ainepunktide ülekandesüsteem
EL-27	27 riigi Euroopa Liit
HEI	Kõrgkool
IT	Infotehnoloogia
IoT	Asjade Internet
MSW	Tahked olmejäätmed
VKE	Väikesed ja keskmised ettevõtted

## Kokkuvõte

Tegevuse O2 „Euroopa ühisõppekava MSW rakendamisel plokiahela tehnoloogiate rakendamisel ringmajanduse strateegiates“ ja eelkõige ülesande O2/A1.2 „Osalevate riikide tahkete olmejäätmete käitlemise õppekavade võrdlev uuring“ tulemused on ära toodud järgmine dokument.

Selle võrdleva uuringu eesmärk on välja selgitada õppejuhised, mida haridusasutused praegu osalevates riikides linnajäätmete käitlemise alase koolituse ja koolituse kohta pakuvad. Lisaks on võrdleva uuringu eesmärk tuua esile parimad tavad ning tuvastada lüngad ja nõrkused. Eelkõige pööratakse tähelepanu sellele, kuidas need hariduskavad lähenevad jäätmekäitlusele ringmajanduse vaatenurgast ja nende arengule tehnoloogilises keskkonnas (IoT ja Blockchain tehnoloogia), mis viivad nutikate linnadeni. Võrdlemise hõlbustamiseks töötati välja punktisüsteem, mis koosneb kolmest kriteeriumist: õppetöö, teadustöö ja publikatsioonid.

Peamised leiud näitavad, et kuigi MSW juhtimise ja CE kohta on palju kursusi/mooduleid, pole enamikul juhtudel eksklusiivseid MSW/CE kraade. Üldreeglina leidub MSW/CE kursusi insenerikoolide õppekavades, näiteks ehitus- ja keskkonnainseneriteadustes. Paljudel juhtudel, nii bakalaureuse- kui ka magistriõppes, hõlmavad kursused oma õppe-eesmärkides mingil määral taaskasutuse, säästva arengu ja ringmajanduse põhimõtteid. Enamasti ei ole uuritud kursuste keskmise ringmajanduse mõtteviisi. Lisaks puuduvad peaaegu tööstus 4.0 elemendid, nagu suurandmed, nutikad tehnoloogiad, asjade internet ja plokiahel. Seetõttu peaks ringmajanduse kõrghariduse ümberkujundatud või täiustatud õppekava, mis keskendub plokiahela tehnoloogia rakendamisele olmejäätmete käitlemises, olema teatud interdistsiplinaarsus. Näiteks võib IT-tudeng olla plokiahela spetsialist, kuid ta peaks õppima tundma ka jäätmekäitluse keskkonnaaspekte, juriidilisi aspekte, äri, muudatuste juhtimist jne. Samamoodi võib keskkonnateaduskonna üliõpilane olla keskkonnaaspektide ekspert, kuid peaks õppima ka mõned põhitõed protsesside kavandamise, äritegevuse, asjade Interneti, plokiahela, jäätmeseadusandluse jms kohta. Lisaks peaks ainekava keskenduma ringmajandusele ja jätkusuutlikkuse eesmärkidele. Vaja on paradigma muutust, et rõhk nihutada jäätmete töötlemiselt ja kõrvaldamiselt jäätmete vähendamisele, materjalide taaskasutamisele/taaskasutamisele ja ringlussevõtule.

Aruande ülesehitus on järgmine: Esiteks tutvustatakse praegust olukorda seoses jäätmetekke ja jäätmekäitlusega ELis. Teine osa koosneb viie osaleva riigi (Kreeka, Eesti, Saksamaa, Hollandi ja Hispaania) riiklikest aruannetest olmejäätmete käitlemise kohta nende ülikoolide õppekavades. Kolmas osa käsitleb nende ülikoolide õppekavade sõelumis- ja punktisüsteemi. Dokumendi lõpetab parimate juhtumite analüüs ja peamised järeldused. Viimane toidab tegevust O1/A3. "Ringmajanduse strateegiate käsiraamatud, mida rakendatakse olmejäätmete käitlemisel plokiahela tehnoloogiate abil".

# 1 Sissejuhatus

## 1.1 Projekti lühikirjeldus

Projekti BlockWASTE eesmärk on käsitleda jäätmekäitluse ja plokiahela tehnoloogia koostalitlusvõimet ning edendada selle nõuetekohast käitlemist läbi koolituse, et kogutud andmeid jagataks turvalises keskkonnas, kus kõigi asjaosaliste vahel ei ole kohta ebakindlusel ja umbusaldamisel. Selleks on BlockWASTE projekti eesmärgid järgmised:

- Viia läbi uuring linnades tekkivate tahkete jäätmete ja nende käitlemise kohta, et seda saaks kasutada heade tavade teabebaasi loomiseks, et tuua jäätmed uuesti väärtusahelasse, edendades intelligentsete ringlinnade ideed.
- Plokiahela tehnoloogia eeliste tuvastamiseks olmejäätmete käitlemise protsessis.
- Koostada õppekava, mis võimaldab koolitada valdkonna organisatsioonide ja ettevõtete õpetajaid ja spetsialiste jäätmekäitluse, ringmajanduse ja plokiahela tehnoloogia valdkonnas.
- plokiahela tehnoloogial põhinev interaktiivne tööriist, mis võimaldab praktikas rakendada linnajäätmetest saadud andmete haldamist, visualiseerides seeläbi andmete realiseerumise viisi plokiahelas ning oskab hinnata erinevaid vorme juhtimisest

BlockWASTE soovib välja töötada uusi õppesisu, mille eesmärk on koolitada õpilasi ja anda neile vajalikud põhioskused, mis võimaldavad neil koolitada tulevasi töötajaid selles sektoris, lisades ettevõtetele vajalikke digipädevusi käimasoleva digimuutuse pinnal. Selles suunas on projekt suunatud :

- Ettevõtted ja VKEd, IT-spetsialistid, urbanistika ja jäätmekäitluse spetsialistid.
- Ülikoolid (professorid, üliõpilased ja teadlased).
- Avalik-õiguslikud asutused

Projekt sisaldab nelja intellektuaalset väljundit:

- O1. Interdistsiplinaarse Blockchain -MSW õppematerjalid
- O2. Euroopa ühtne MSW õppekava, mis rakendab plokiahela tehnoloogiaid ringmajanduse strateegiates
- O3. Blockchainil põhinev e-õppe tööriist - MSW keskendus ringmajandusele
- O4. BlockWASTE avatud õpperessurs (OER)

## 1.2 Eesmärgid ja metodoloogiline lähenemine

Käesolevas dokumendis esitatakse tegevuse O2 „Euroopa ühisõppekava MSW kohta, kus kasutatakse plokiahela tehnoloogiaid ringmajanduse strateegiates“ ja eelkõige ülesande O2/A1.2 „Osalevate riikide olmejäätmete käitlemise õppekavade võrdlev uuring“ tulemusi. . Võrdleva uuringu aruande eesmärk on koostada erinevad õppejuhised, mida haridusasutused pakuvad osalevate riikide linnajäätmete käitlemise alase koolituse ja koolituse kohta. Peale selle, pärast vastavate riiklike aruannete analüüsimist, on võrdleva uuringu eesmärk tuua esile parimad tavad ning tuvastada lüngad ja nõrkused. Erilist rõhku pannakse sellele, kuidas need hariduskavad lähenevad jäätmekäitlusele ringmajanduse vaatenurgast ning nende arengule tehnoloogilises keskkonnas (IoT ja Blockchain tehnoloogia), mis viivad nutikate linnadeni. Metodoloogilise lähenemise osas otsis ja analüüsis BlockWASTE andmeid osalevate riikide ülikoolide ametlikelt veebisaitidelt. Analüüsi vastavate kursuste õppekavasid, mooduleid ja

sisu ning koostati iga osaleva riigi riiklikud aruanded. Teises etapis koondab see integreeritud aruanne need järeldused. Teatud võrreldavuse saavutamiseks ja paremusjärjestuse tagamiseks töötati välja punktisüsteem, mis koosneb kolmest kriteeriumist: õppetöö, teadustöö ja publikatsioonid. Aruande lõpus esitatakse võrdleva uuringu peamised järeldused, mis on aluseks tegevusele O1/A3. "Ringmajanduse strateegiate käsiraamatud, mida rakendatakse olmejäätmete käitlemisel plokahela tehnoloogiate abil".

### 1.3 Jäätmed

Jäätmetekkimine on viimastel aastatel olnud paratamatu ja enamasti ka soovimatu kõrvalsaadus, mis on olnud seotud peamiselt majandustegevuse ja ühiskonna arenguga. Kaasaegne tehnoloogia ja hoolikas juhtimine on aga aidanud seda tsüklilist seost murda. Selle olukorra läbivaatamiseks mõeldud töötlemis- ja juhtimistavad on ELi keskkonnapoliitika põhielemendid. Jäätmeid püütakse käidelda keskkonnasäästlikult ja kasutada nendes sisalduvaid sekundaarseid materjale. Jäätmete raamdirektiiv 2008/98/EÜ, mis on ELi jäätmete käitlemise ja käitlemise õiguslik raamistik, määratleb jäätmetena mis tahes aineid või esemeid, mille valdaja kasutuselt kõrvaldab, kavatseb ära visata või on kohustatud seda tegema. Direktiivi 2008/98/EÜ peamine reguleerimisala on kehtestada meetmed keskkonna ja inimeste tervise kaitseks, vältides või vähendades jäätmetekke ja jäätmete käitlemise kahjulikke mõjusid ning vähendades ressursside kasutamise üldist mõju ja parandades selliste jäätmete tõhusust. kasutada. Direktiiv 2008/98/EÜ kehtestab jäätmekäitluse eelisjärjekorra, mida nimetatakse jäätmehierarhiaks, mida tuleks kohaldada prioriteetse järjekorrana jäätmetekke vältimise ja käitlemise õigusaktides ja poliitikas ning mis hõlmab ennetamist, korduskasutamist, ettevalmistamist, ringlussevõttu ja muud taaskasutamist. ja kõrvaldamine (joonis 1).



Figure 1: Jäätmehierarhia. Allikas: Euroopa Komisjon – Keskkond.

Ülaltoodud jäätmehierarhia skeemi rakendamine peaks edendama lahendusi, mille tulemuseks on parim üldine keskkonnatava jäätmetekke ja jäätmete käitlemisel. Esmalt tuleb



seada haldushierarhiat järgides seada prioriteediks ennetustegevused, mis on samuti osa toote-jäätmete käitlemise tsüklist.

### 1.3.1 Jäätmete tekitamine

2018. aastal tekkis EL-27-s kõigis tegevusalades ja majapidamistes jäätmeid kokku 2317 miljonit tonni . EL-27s moodustas ehitus 2018. aastal 36,0% kogumahust ning järgnesid kaevandamine (26,2%), töötlev tööstus (10,6%), jäätme- ja veemajandus (9,9%) ning kodumajapidamised (8,2%); ülejäänud 9,1% moodustasid muust majandustegevusest, peamiselt teenustest (4,2%) ja energeetikast (3,5%) tekkinud jäätmed (joonis 2).

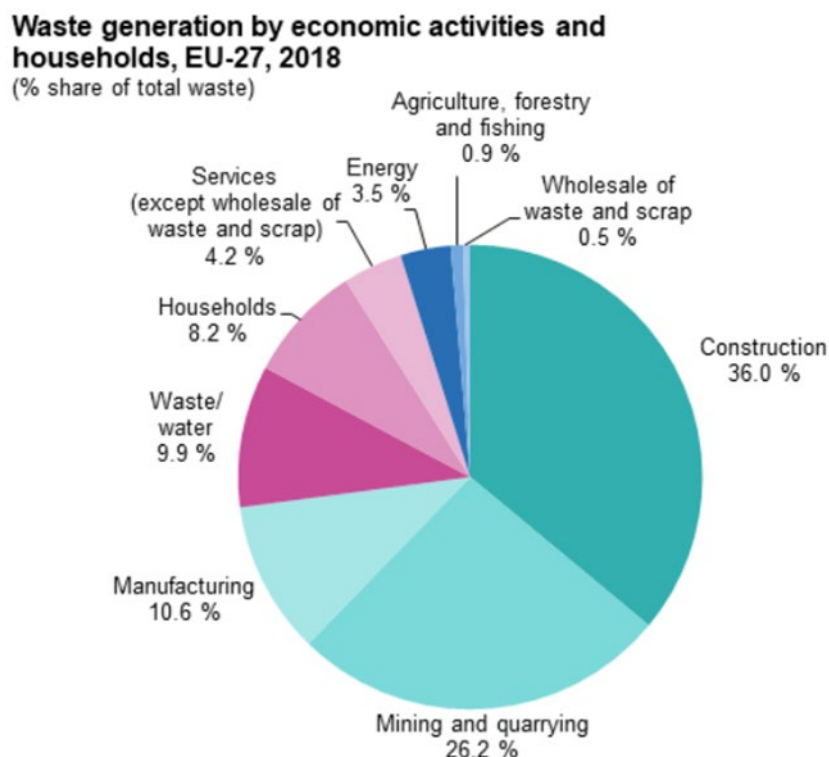


Figure 2: Jäätmete ke majandustegevuse ja kodumajapidamiste lõikes, EL-27, 2018 (% osakaal kogujäätmetest). Allikas: Eurostat.

### 1.3.2 Olmejäätmed

Erinevates riikides kasutatav olmejäätmete määratlus on erinev, peegeldades erinevaid jäätmekäitlustavasid. Eurostati andmetel tekivad olmejäätmed peamiselt kodumajapidamistes, kuigi siia kuuluvad ka sarnased jäätmed, mis on pärit sellistest allikatest nagu kaubandus, kontorid ja riigiasutused. Tekkivate olmejäätmete kogus koosneb vallaasutuste poolt või nende nimel kogutud ja jäätmekäitlussüsteemi kaudu kõrvaldatud jäätmetest. Olmejäätmed moodustavad vähem kui 10% kogu ELis tekkivatest jäätmetest, kuid need näivad olevat üks saastavamaid jäätmeliike. Siiski tuleb märkida, et EL-27-s kasutatavate olmejäätmete määratluse ja kogumise viiside erinevused (nt olmejäätmed kogutakse koos kaubandus-, kaubandus- ja haldusjäätmetega) tähendavad, et selliseid võrdlusi tehakse ettevaatusega. Erinevused peegeldavad erinevusi tarbimisharjumustes ja majanduslikus



jõukuses, kuid sõltuvad ka sellest, kuidas olmejäätmeid kogutakse ja käideldakse. Joonisel 3 on olmejäätmete teke riigiti väljendatud kilogrammides elaniku kohta.

### Municipal waste generated, 2005 and 2019 (kg per capita)

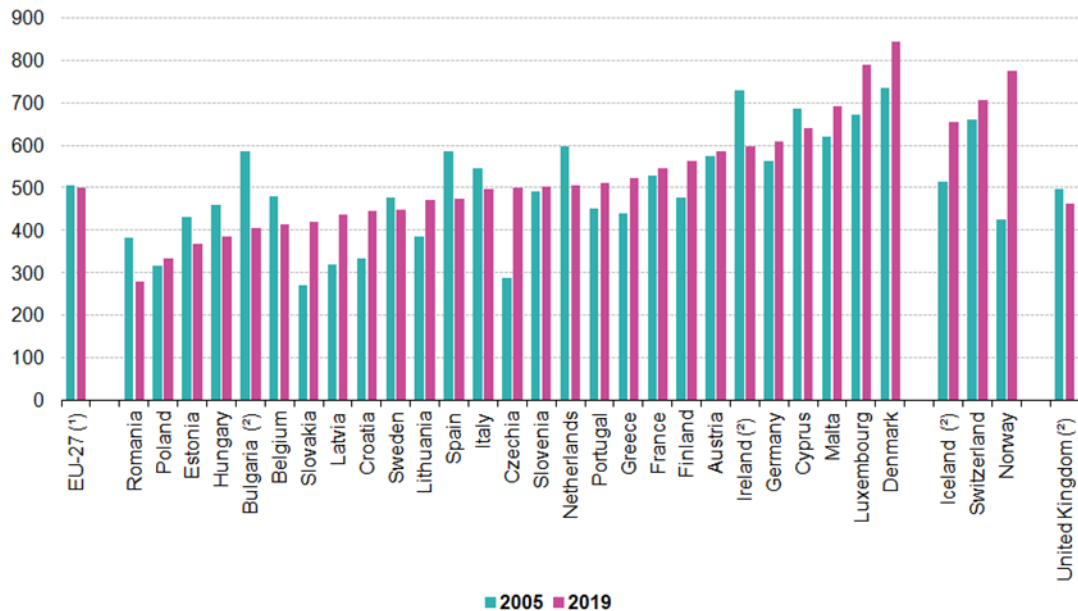


Figure 3: Olmejäätmete teke EL-27, 2005–2019. Allikas: Eurostat.

tekkis ELis ligikaudu 225 miljonit tonni olmejäätmeid. See näitaja vastab 502 kg inimese kohta. EL-i liikmesriikidest tekitas 2019. aastal kõige rohkem olmejäätmeid inimese kohta Taanis (844 kg), järgnesid Luksemburg (791 kg), Malta (694 kg), Küpros (642 kg) ja Saksamaa (609 kg). Kõige vähem olmejäätmeid inimese kohta tekitas Rumeenias (280 kg), järgnesid Poola (336 kg), Eesti (369 kg) ja Ungari (387 kg). Üldiselt toodavad kõrgema sisemajanduse koguproduktiga (SKT) ELi liikmesriigid elaniku kohta oluliselt rohkem jäätmeid kui need, mille SKT on madalam.

### 1.3.3 Jäätmekäitluse ja -käitluse praktika

Euroopas saab olmejäätmete käitlemist teostada erinevate mudelite kaudu, olenevalt sellest, kas jäätmekäitluse vastutus on avalik, era või jagatud. Levinuim on mudel, kus olmejäätmete käitlemise eest vastutab avalik teenistus. Täpsemalt on omavalitsustel kohustus luua ja säilitada tõhus süsteem oma jäätmete käitlemiseks, sealhulgas kogumiseks, veoks, töötlemiseks ja kõrvaldamiseks, mida saab teostada kas ise või erasektoriga sõlmitud lepingute kaudu. Olmejäätmete käitlemine Euroopas on aga liikmesriigiti väga erinev (Euroopa Keskkonnaagentuur, 2019), mis puudutab elemente, mis on seotud jäätmetekke, kogumismudelite ja käitlemismeetoditega, aga ka jäätmetega seotud Euroopa direktiivide rakendamisega, mistõttu on raske selget ülevaadet saada. võrdlus väärtuslike järelustega. Joonisel 4 on kujutatud EL-i tasemel tekkivate jäätmete kogus ja jäätmekogused käitluskategooriate kaupa prügila, põletamine, materjali ringlussevõtt, kompostimine jm.

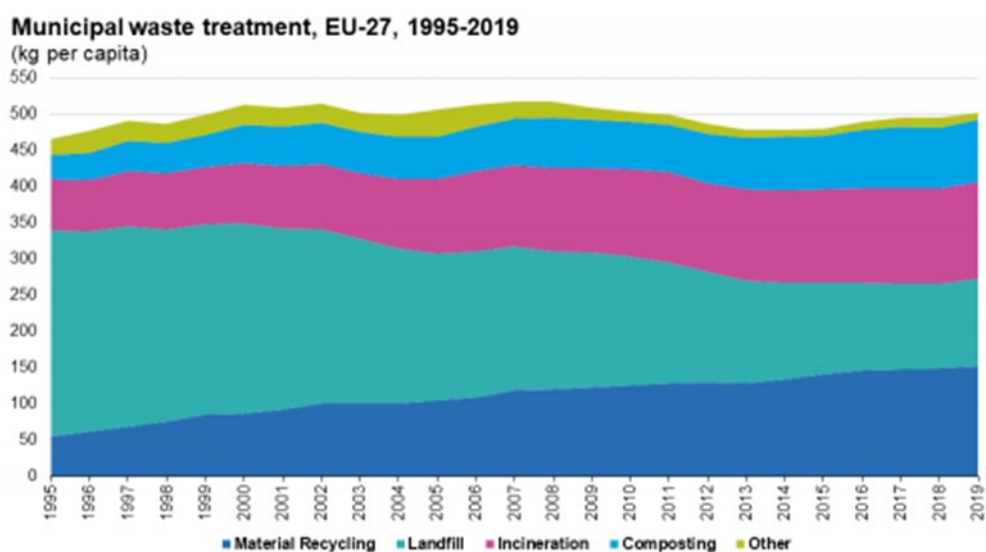


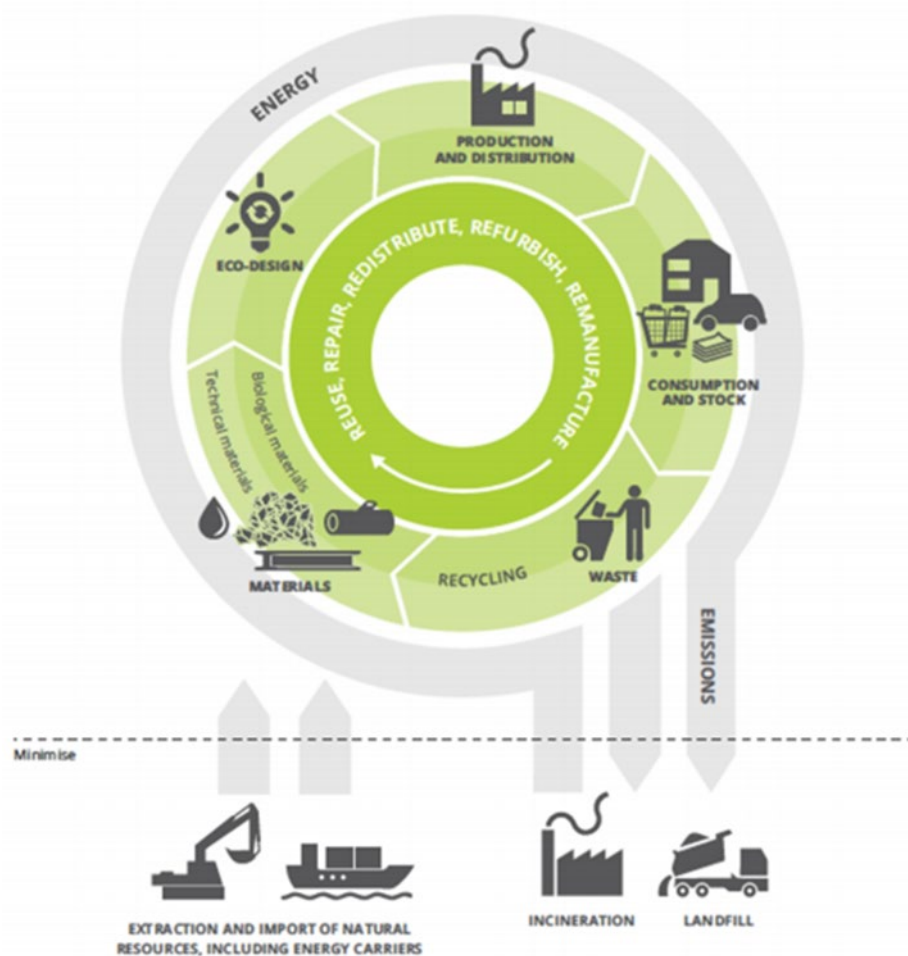
Figure 4: Olmejäätmete teke EL-27, 2005–2019. Allikas: Eurostat.

Seoses tekkinud olmejäätmete käitlemisega vähenes ELis prügilasse ladestatud olmejäätmete koguhulk 67 miljoni tonni võrra, 286 kg-lt elaniku kohta 1995. aastal 54 miljonile tonnile (120 kg elaniku kohta) 2019. aastal, mis vastab aasta keskmisele langusele 3,3%. Prügilasse ladestamise määr langes 61 protsendilt 1995. aastal 23 protsendile 2019. aastal, mis on osaliselt tingitud Euroopa õigusaktide rakendamisest. Ringlussevõetud jäätmete (materjalide ringlussevõtt ja kompostimine) kogus kasvas 87 kg-lt elaniku kohta 1995. aastal 239 kg-ni elaniku kohta 2019. aastal keskmiselt 4,3% aastas. Üldine ringlussevõetud olmejäätmete osakaal tõusis 19%-lt 48%-le. Euroopa Komisjon võttis vastu ambitsioonika ringmajanduse paketi, mis sisaldab läbivaadatud jäätmeid käsitlevaid seadusandlikke ettepanekuid, millel on kõrgem ühine eesmärk olme- ja pakendijäätmete ringlussevõtuks ning madalam olmejäätmete prügilasse ladestamise piirmäär. Muudatava direktiivi (EL) 2018/851 kohaselt tuleb 2025. aastaks olmejäätmetest ringlusse võtta vähemalt 55 massiprotsenti. See eesmärk tõuseb 2030. aastaks 60%-ni ja 2035. aastaks 65%-ni. Jäätmete põletamine on samuti vaatlusperioodil pidevalt kasvanud, kuigi mitte nii palju kui ringlussevõtt ja kompostimine. Alates 1995. aastast on EL-is põletatud olmejäätmete kogus tõusnud 70 kg-lt elaniku kohta 2019. aastal 134 kg-ni elaniku kohta.

#### 1.3.4 Olmejäätmete käitlemine ringmajanduses

Olmejäätmete käitlemine on praegu Euroopa riikides oluline ringmajanduse rakendamise valdkond. EK soovitas liikmesriikidel töötada välja planeerimisdokumendid CE rakendamiseks erinevates tegevusvaldkondades, pöörates erilist tähelepanu olmejäätmetele, sest see probleem esineb kõigis riikides (Smol et al., 2020). Ringmajanduse kontseptsioonis on kesksel kohal arusaam, et materjalide ja toodete väärtust hoitakse võimalikult kõrgel nii kaua kui võimalik, muutes võimalusel jäätmed ressursiks. See aitab minimeerida vajadust uute materjalide ja energia järele, vähendades seeläbi toodete olulusringiga seotud keskkonnasurvet alates ressurside kaevandamisest kuni tootmise ja kasutamiseni kuni eluea lõpuni. Ringmajandusele ülemineku osaks on taaskasutuse suurendamine. Ringmajanduses

muutub tooraine, toodete ja jäätmete eristamine üha ebaselgemaks. Joonisel 6 on sellise ringmajanduse lihtsustatud joonis.



Source: EEA, 2015

Figure 5: Olmejäätmete teke EL-27, 2005–2019. Allikas: EEA.

### 1.3.5 Olmejäätmekäitluses kasutatavad IT-lahendused

Tehnoloogia levik ühiskonna kõigis aspektides on suures osas tingitud riist- ja tarkvara jätkuvast arengust ning kulude vähenemisest. Digitaalset transformatsiooni iseloomustab Euroopa Komisjon (EK) kui "täiretasemeliste tehnoloogiate ning füüsiliste ja digitaalsete süsteemide integratsiooni, uuenduslike ärimudelite ja uute protsesside domineerimist ning nutikate toodete ja teenuste loomist" (Going Digital GD) Horisontaalne projekt, 2017; Euroopa Komisjon, 2020). Jäätmekäitluse puhul eeldatakse, et digitehnoloogia muudab jäätmekäitlusviisi teistsuguseks. Mõned näited digitehnoloogiatest, mida praegu kasutatakse, kuid millel on ka tulevikus suur mõju, on robotika, asjade internet, pilvandmetöötlus, tehisintellekt, andmeanalüütika ja hajutatud pearaamatutehnoloogia (Euroopa Keskkonnaagentuur, 2020a, b). Jäätmekäitluse kontekstis kasutatakse roboteid laialdaselt pneumaatilises sortimises, mis toodab kindlaksmääratud kõrge puhtusastmega jäätmevooge, kuid neid kasutatakse ka taaskasutatavate ja kriitiliste materjalide tuvastamiseks ja

sortimiseks pildituvastuse/IR-skaneerimise/AI-nägemissüsteemide kaudu. Samuti kasutatakse klassifitseerimiseks ja mustrite tuvastamiseks täiustatud masinõppe valdkonda kuuluvaid algoritme, mis parandavad sortimise tõhusust. Jäätme- ja ringlussevõtutööstuse jaoks on asjade Interneti võimalused eeskätt anduritoega konteinerites, dokumentide lihtsas ja elektroonilises töötlemises ning sõidukite võrgustamisel logistika parandamiseks, samas kui andmeanalüütika ja pilvepõhised tarkvaralahendused teevad selle lihtsaks. töödelda ja analüüsida andmeid, et tuvastada mustreid ja suundumusi, eraldada väärtuslikku teavet, optimeerida töövooge sisemiste protseduuride standardimise ja optimeerimise, reaajas tellimuste haldamise, marsruudi planeerimise ja optimeerimise kaudu. Lõpuks pakub hajutatud pearaamatutehnoloogia (Blockchain Technology) lahendusi jäätmekäitluse täiustamiseks ja ringmajandusele üleminekuks, kuna materjalivoogude ja jäätmete jälgimist saab hõlpsasti salvestada ja jälgida, säilitades need hajutatud pearaamatus ning teades toote ajalugu ja elutsükli.

#### 1.4 Kõrgharidus ja tahked olmejäätmed/ringmajandus

Meie ühiskonnad on alati jäätmeid tootnud ja toodavad seda ka tulevikus. Erinevused jäätmevoogude koostises või inimühiskonna toodetavate koguste kõikumised peegeldavad muutusi tehnoloogias, tootmismeetodites, majanduslikus seisundis, kultuuris jne. Üldiselt on vajadus tegelda jäätmetega tõhusalt. püsiv ning samuti allub muutustele ja kohandustele. Maailm liigub järk-järgult ringmajanduse kontseptsiooni poole, kus toorme ja energia tarbimist vähendatakse jäätmete taaskasutamise ja tootmistsükli viimise, jäätmetest energia tootmise ja taaskasutamise määra suurendamise teel. See üleminek nõuab reformi kõrghariduse õppekavades, mis neid aineid käsitlevad. Lisaks peavad ülikoolid ise organisatsioonidena olema jätkusuutlikud. Neil peaks olema täpselt määratletud jätkusuutlikkuse strateegia koos mõõdetavate jätkusuutlikkuse näitajatega, mis on usaldusväärse ja vastutuse huvides avalikult kättesaadavad.

Traditsiooniliselt on ülikoolidel kolm põhifunktsiooni: õpetamine, teadusuuringud ning teadmiste ja tehnosiire. Viimane viitab akadeemiliste teadmiste sihipärasele kasutamisele ja edasiandmisele, et aidata lahendada erinevaid ühiskondlikke väljakutseid, ning on käesoleva uurimuse aluseks. Ülikoolid toimivad ühiskonna muutuste tõukejõuna, et stimuleerida teadmiste edasiandmist piirkondlikku majandusse, avalikku haldusse ja kodanikuühiskonna organisatsioonidesse. Seda ülikooli funktsiooni või missiooni illustreerivad Piirainen jt (2016) tabelis 1.

Table 1: Ülikooli ja kolmanda missiooni tegevused

Kategooria	Väljundid	Näited tegevustest ja teenustest
<b>Teadus-, arendus- ja innovatsioon (TAI, Tehnosiire)</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Lepingud tööstusega</li> <li>-Lepingud riigiasutustega</li> <li>-Intellektuaalne omand</li> <li>- Spin-offid</li> <li>- Levitamine</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Üliõpilaste koolitus</li> <li>- Litsentsi väljastamine</li> <li>- Nõustamine ja nõustamine</li> <li>- Tellitud uuringud</li> <li>- Koostööuuringud</li> </ul>

<b>Täiendõpe ( <i>Outreach</i> )</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>-Inimressursid</li> <li>- Juurdepääs teadmistele ja ressurssidele</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Tööstuslikud doktoriõppe programmid</li> <li>- MBA programmid</li> <li>-Avatud juurdepääsuga õppematerjalid</li> <li>-Juurdepääs teaduslikule infrastruktuurile, raamatukogudele, laboritele</li> </ul>
<b>Sotsiaalne kaasatus ja dialoog ( <i>Engagement</i> )</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Osalemine poliitika kujundamises</li> <li>-Kaasamine ühiskonna- ja kultuuriellu</li> <li>- Üldsuse arusaamine teadusest</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Ülikoolilinnakute külastused, lahtiste uste päevad</li> <li>-Teaduslaagrid ja messid</li> <li>- Muuseumid</li> <li>-Õpilaste ja töötajate kaasamine kultuuriellu</li> </ul>

Seetõttu püüame selle uuringu ja praeguste ülikoolide MSW juhtimise ja CE-alaste õppekavade analüüsi kaudu kirjeldada ja pakkuda välja integreeritud õppekava, mis mitte ainult ei tegele tänapäevaste vajadustega, vaid hõlmab ka kõiki uusimaid tehnoloogilisi edusamme ja uuenduslikke tööriistu IT valdkonnast. ja plokiahel .

## 2 Olmejäätmete käitlemise õppekavad

### 2.1 Eesti

Eesti kõrgharidussüsteem toetub neljale sambale (Haridus- ja Teadusministeerium, 2021):

1. Avalik-õiguslikud ülikoolid (6): Eesti Kunstiakadeemia, Eesti Muusika- ja Teatriakadeemia, Eesti Maaülikool, Tallinna Ülikool, Tallinna Tehnikaülikool, Tartu Ülikool
2. Eraülikoolid (1): Estonian Business School
3. Eralikud rakenduskõrgkoolid (5): Eesti Evangeelse Luterliku Kiriku Usuteaduse Instituut, Eesti Metodisti Usuteaduslik Seminar, Euroakadeemia, Eesti Ettevõtluskõrgkool, Tartu Usuteaduslik Seminar
4. Riiklikud rakenduskõrgkoolid (8): Eesti Lennuakadeemia, Riigikaitse Kõrgkool, Lääne-Viru Kolledž, Eesti Turvateaduste Akadeemia, TTK Rakenduskõrgkool, Tallinna Tervishoiu Kõrgkool, Kõrgkool Pallas, Tartu Tervishoiu Kõrgkool

Need asutused pakuvad laia valikut õppeprogramme : alates sotsiaalsest ja teoloogilisest kuni tehnilise ja IT-ni. Samuti on nende kõrgkoolide pakutavas laias õppevalikus käsitletud ettevõtluse, turvalisuse, meditsiini ja tervishoiu, lennunduse, veterinaaria ja loodusteaduste ning rakendustehnika teemasid.

Järgnevas analüüsis oleme keskendunud neljale Eesti suurimale avalik-õiguslikule ülikoolile: Tallinna Tehnikaülikool (TalTech), Tallinna Ülikool (TLÜ), Tartu Ülikool (TÜ) ja Eesti Maaülikool (EMÜ). Nende ülikoolide valikul lähtuti nende tehnika- ja loodusteaduste taustast, mistõttu eeldati, et need võivad pakkuda kõige rohkem õppekavasid, mis on seotud MSW juhtimise või ringmajanduse teemadega. Ühtlasi on need üliõpilaste koguarvult Eesti suurimad ülikoolid. Eesti Statistikaameti andmetel moodustas nende nelja ülikooli üliõpilaste koguarv 2019. aastal 74% bakalaureuse-, magistri-, integreeritud bakalaureuse- ja magistri-, doktori- või rakenduskõrgharidusõppesse kaasatud üliõpilaste koguarvust (33 464 vs 45 178 üliõpilast kokku) (Eesti Statistika, 2021).

Jäätmekäitluse või ringmajanduse teemasid käsitleti suuremal või väiksemal määral kõigis neljas sõelutud ülikooli õppekavas:

- Tallinna Tehnikaülikoolis leidis MSW ehk ringmajanduse teemasid peamiselt tehnikakõrgkooli õppeainetes ja osaliselt ka teaduskoolis. Ainult Eesti Mereakadeemias selleteemalisi aineid ei leitud.
- Üldiselt olid jätkusuutlikkuse teemad (sh jäätmekäitus) Tallinna Ülikooli õppekavades väga hästi välja toodud. Enim MSW või ringmajandusega seotud suurema või väiksema ulatusega aineid leidis loodus- ja tervishoiukõrgkoolis ning vähem digitehnoloogiate kooli õppekavades.
- Tartu Ülikooli tahkejäätmete käitlemisega seotud kursused toimusid peamiselt loodus- ja tehnoloogiateaduskonna keskkonnatehnoloogiaga seotud õppekavadel (bakalaureuse- ja magistritasemel). Väiksemal määral lõimiti ringmajandust osade õppeainetega bioloogia ja elurikkuse säilitamise ja majanduse õppekavadest. Üks tasuta veebikursus "Jäätmekäitluse auditeerimine" on kõigile huvilistele tasuta.
- Eesti Maaülikoolis olid tahkejäätmete käitlemise ja ringmajandusega seotud kohustuslikud kursused põhiliselt keskkonnakaitsele suunatud õppekavades nii



bakalaureuse- kui ka magistriõppes. Magistriõppekavadel “Keskkonnajuhtimine ja kliimamuutustega kohanemine” on eraldi plokk, mis on pühendatud jäätmekäitlusele ja ringmajandusele. Mitmed bakalaureuse- ja magistritaseme ained, mis hõlmavad vähemal määral MSW-d ja ringmajandust, keskenduvad peamiselt keskkonnakorraldusele ja -kaitsele ning säästvatele biomajandusele .

## 2.2 Saksamaa

### Saksamaa kõrg- ja kolmanda taseme õppeasutused

Saksamaa kolmanda taseme hariduse süsteem tugineb kolmele (või neljale, olenevalt perspektiivist) sambale:

1. **Avalik-õiguslikud täissuuruses ülikoolid** , kus õppetöö, teadustöö ja ülekanne on tasakaalustatud
2. **Avalik-õiguslikud rakenduskõrgkoolid** (esinevad erinevate nimetuste all), millel on sageli väga spetsiifiline õpetamissuund ja rakendusuuringute profiil, mis rõhutab ülekandmist äri- ja ühiskonda laiemale
3. **Eraülikoolid** (sageli rakendusteadused), mis pakuvad enamasti spetsiifilisi õpetamis- ja mõnikord ka uurimistöö profiile, peamiselt massivaldkondades, nagu äri, IT, sotsiaalteadused ja kommunikatsioon. Selles sektoris ei ole teadaolevaid jäätme- ega ringmajanduse kraadide pakkumisi.
4. Kolmanda taseme hariduse lisasambaks on **kutseharidus** alternatiivina ülikoolitaseme õppele. Kutseharidus pakub laias valikus pikaajalisi koolitusi, mis viivad kõrgelt spetsialiseerunud ja sertifitseeritud ametiprofiilideni, mis võimaldavad lõpetajatel täita professionaalselt tehnilisi, sotsiaalseid ja haldusülesandeid. Sertifitseeritud kutseõppe programmid ühendavad töökohapõhise koolituse teoreetilise kolledžiõppega ning nendega kaasneb eraõiguslik tööleping. Sertifitseeritud ametid on nt
  - Tarne-, ringlussevõtu- ja materjalivoo tehnik ( *Fachkraft für Kreislauf - und Abfallwirtschaft* ( FachKrW 2021)
  - käsitöömeister ( *Meister in Kreislauf - und Abfallwirtschaft* ) ( MeiKrW 2021) Kutsehariduse eripäraks (2-3-aastane tööõpe kutsekõrgkoolis, eraõiguslik tööleping) on kombineerimine akadeemilisega kraadi (joon. 7). Praeguse seisuga on see valik väga ihaldatud klassikaliste äri- ja inseneriteaduste erialade üliõpilaste seas, kuid seda pole veel jäätmekäitlusele laiendatud . Tõenäoliselt saavutab see kahe vooga programm tohutu populaarsuse, kui ülikoolid pakuvad spetsiifilisemaid ringmajanduse või jäätmekäitluse või säästva ettevõtluse kraade .



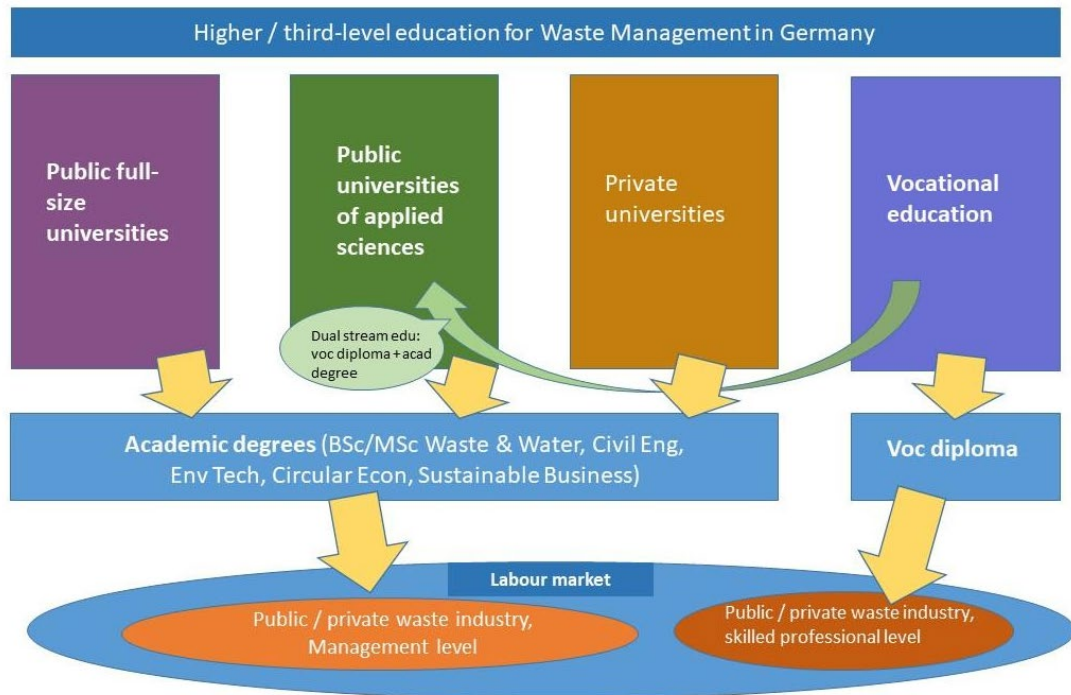


Figure 6: See diagramm näitab klassikalisi valikuid ja konkreetseid haridusvariante, mis viivad jäätmekäitluse tööturule (allikas: R. Lenz ja B. Kleinheyer).

Käesolevas uuringus käsitletakse seda sammast ühena neljast haridusvõimalusest, kuna kutseõppekavad näitavad jäätmetega seotud õppeainete, oskuste ja ametiprofiilide kõige põhjalikumad ja üksikasjalikumad repertuaari, isegi kui nende taksonoomiline eesmärk on akadeemilisest tasemest madalam.

### Jäätmekäitlus ja ringmajandus ülikoolide õppekavades

Jäätmekäitluse ja ringmajandusega seotud õppe- ja koolitusprofiile võib leida 1., 2. ja 4. sambast enamasti osana laiematest kraadidest ning need esinevad sageli ringmajanduse uuringute, jätkusuutlikkuse uuringute või jäätmemajanduse nime all. Nii nagu teisteski riikides, on kontseptsiooni nihe jäätmekäitlusest ringmajandusele jõudnud Saksamaal ülikoolide õppekavade kujundamiseni, vähemalt sõnastuse osas.

Jäätmekäitluse ja/või ringmajanduse õpinguid võib leida osana seda tüüpi kraadidest (ilma munitsipaal- ja erasektori jäätmekäitluse erinevusteta):

Kraadiprofiilid			
Jäätmekäitlus / ringmajandus klassikalistes inseneriõppes (peamiselt tsiviilehitus)	Jäätmekäitlus / ringmajanduse õpingud osana keskkonnatehnoloogiate ja keskkonnainformaatika kraadidest	Jäätmekäitluse / Ringmajanduse õpingud ettevõtluse ja majanduse osana uuringud	Olmejäätmete käitlemine insenerikursuste moodulina

(allikas: Rainer Lenz ja Bernd Kleinheyer)

- **Klassikalised inseneriõpingud Jäätmekäitluse/** ringmajanduse õppe läbitungimise taseme mõistmiseks on vaadeldud nii laiemaid, üldisemaid inseneriõppekavasid kui ka konkreetseid jäätmekäitluse kraade ning analüüsitud nende sisu konkreetsetes jäätmekäitluse/ringmajanduse moodulites.

#### Jäätmekäitluse õpingud ehitusinseneri kraadide osana

Jäätmekäitlust ja -tehnoloogiaid pakutakse enamikul juhtudel ühena mitmest teemast, moodulist või valikainetest inseneriõppe programmides 12 teaduskonnas (bakalaureuse- ja magistriõppe tase). Enamikul neist kraadidest oleks ehitusinseneri profiil ja need pakuvad tavapäraseid vundamendimoduleid, nagu ehitusfüüsika, konstruktsioonianalüüs, purunemismehaanika ja terviklikkus, lõplikud elemendid jne ning spetsialiseerumist nagu avalikud tööd, vee-, kommunaal- ja varustussüsteemid ning ka jäätmed, sageli ühenduses Veega. Ringmajandus ilmub tavaliselt teisejärgulise kõrvaltegevusena, kui üldse. Pole üllatav, et digitaliseerimist ei leita tavaliselt läbiva teemana, rääkimata plokiahelast või konkreetsetest infotehnoloogiatest.

#### Jäätmekäitluse õpe täismahus kraadidena

Jäätmekäitluse ja/või ringmajanduse uuringute täispikkade kraadide arv on väga piiratud. Tundub, et vähesed ülikoolid on võtnud riski, et pakuvad ringmajanduses jäätmetele keskenduvald kõrgelt spetsialiseerunud kraade. Üheks võimalikuks põhjuseks võib olla asjaolu, et operatiivtasandil ja kaupluse tasandil on kõrgelt spetsialiseerunud kutseprofiilid (vt ülaltoodud sammu 4) olnud tööturul vähemalt 20 aastat, samas kui spetsiifilisi juhtimisoskusi nõudvad ametikohad näivad olevat täidetud keskkonnatehnoloogiate valdajatega. või ehitusinseneri kraadid, st laiemad kvalifikatsioonid, mis sisaldavad valdavalt põhiülevaadet jäätmekäitlustehnoloogiatest. On ebaselge, kas jäätmetööstuses on vähe nõudlust sügavamate ja spetsiifilisemate jäätmeoskuste järele või on neid oskusi nii raske leida, et üldisemaid insenerioskusi peetakse lähimaks ekvivalendiks.

Need vähesed ülikoolid, mis pakuvad jäätmekäitlusele keskenduvat **eraldiseisvat kraadi**

- [Berliini Tehnikaülikool](#),
- [Clausthali tehnikaülikool](#)
- [Dresdeni tehnikaülikool](#)
- [Stuttgardi ülikool](#),

ja ainsa rakenduskõrgkoolina edetabeli tipus

- [Magdeburg - Stendali rakenduskõrgkool](#)

Enamiku neist on õppekavas spetsiaalsed ringmajanduse moodulid.

- **Jäätmekäitlusõpingud keskkonnatehnoloogiate ja keskkonnainformaatika kraadide osana** Tüüpilised keskkonnatehnoloogia kraadid hõlmavad laia valikut sektorispetsiifilisi tehnoloogiaid: energia, tootmine, mobiilsus, heitmed, veepuhastus, ehitusmaterjalid ja ka jäätmekäitlus / ringmajandus. Nad pakuvad ka läbivaid mooduliteemasid, nagu jätkusuutlikkuse raamatupidamine ja juhtimine, kommunikatsioon ja muud, ning näivad olevat suunatud inseneriteadusega taotlejatele, kes soovivad saada mitmekülgset ja mõnevõrra terviklikku kraadi, ilma et oleksite pühendunud sektoripõhisele profiilile. Jäätmed on siiski teisejärguline teema, mis ilmub tavaliselt ühes või kahes moodulis, kui üldse. Arvestades nende kraadide valdkondadevahelist olemust, näivad need pakkuvat potentsiaali digitehnoloogia integreerimiseks oma õppekavadesse seda enam, et nad keskenduvad ka juhtimis- ja protsessijuhtimisoskustele. Mis puutub keskkonnainformaatika kraadidesse, siis nende tüüpiline profiil on pigem juhtimistugi, statistika, mõõtmistehnikad ja andmeteadus, ilma et oleks võimalik

kogu jäätmeahela protsesside digitaliseerimise lähedale jõuda. Arvestades IT-põhist juhtimise tugifunktsiooni, võiksid need kraadid tulevikus kasutusele võtta digitaalsete protsesside tehnoloogiad (nt suurandmete analüüs ja tehisintellekt) oma õppekavadesse, võimaldades seeläbi ringmajanduse süsteemide juhtidel digitaliseerimisest väärtust ammutada.

- **Jäätmekäitluse õpingud äri- ja majandusõpingute** osana pakuvad Saksamaa ülikoolid erinevate nimetuste all väikest, kuid kasvavat hulka säästva juhtimise erialal kraade. Need on suunatud õpilastele, kes soovivad ühitada äri ja juhtimist keskkonna- ja ühiskonnateadlikkuse ja -vastutusega. Arvestades laia valikut sektoreid, mis ootavad jätkusuutlikkuse pööret, on jäätme- ja ringmajandus vaid üks paljudest käsitletavatest sektoritest. Need kraadid keskenduvad tavaliselt mittetehnilisele juhtimisele ja ärianalüüsile jätkusuutlikkuse vaatenurgast. Arvestades andmepõhise otsustamise ja digitaliseeritud haldustehnikate kiiresti kasvavat mõju, hõlmavad need varem või hiljem nt suurandmete analüüsi ja hajutatud andmetöötlust nagu Blockchain, eeldusel, et nende planeerijad on valmis pühendama IT-oskustele palju rohkem moodulite mahtu. See võimaldab lõpetajatel võtta vastu kohustusi muutuvast jäätmetööstuses, omandamata konkreetset sektoriga seotud profiile.
- **Olmejäätmete käitlemine** omaette mooduliteemana jäätmeringidega seotud insenerioskusi andvate kraadide hulgas käsitletakse avaliku sektori jäätmeteenuste spetsiifikat kui sellist harva. Ainus aste, mis avaliku sektori keskkondi möödaminnes mainib, on Technische Hochschule OWL keskkonnatehnika BSc. Käesoleva projekti puhul jäetakse seega Saksamaal jäätmekäitluse uuringute ja õppekavade leviku määramisel ülikooliõppesse avaliku või erasektori valitsemise küsimus tähelepanuta. Seega ei tehta vahet jäätmekäitluse ja olmejäätmete käitlemise ning vastavate õppekavade vahel. Siiski oleks eksitav sellest järeldada, et õiguslik staatus ja (avalik/era)juhtimine on ebaolulised küsimused, mida ei tasu jäätmetega seotud kraadide teemadena esitada. Eelnevalt tuleb meenutada, et enamik siin analüüsitud õppekavasid on inseneritüüpi ja annavad, kui üldse, vaid juriidilised ja ärilised põhioskused. Seetõttu võib eeldada, et juhtimisaspektidele ja vastavatele õppekavadele hakatakse rohkem tähelepanu pöörama siis, kui jäätmesektor on nii kasutajate kui ka käitajate seisukohalt teinud täieliku ülemineku lineaarselt kõrvaldamiselt ringmajanduse tõejuule.

Kõiki asjakohaseid kraade arvesse võttes võib öelda, et:

- ... jäätmed ja ringmajandus on valdavalt valdkondlike (enamasti tsiviil) inseneri kraadide õppeainetena
- ... oma laia iseloomuga populaarsed keskkonnatehnoloogia kraadid pakuvad praeguse seisuga vaid väheseid jäätmesektorile omaseid oskusi, kuid vastutasuks loovad need sageli „ringikujulise mõtteviisi”, mis julgustab jätkusuutlikkust ja ressursitõhusust.
- ... valdavas enamuses käsitletakse jäätmeid ja ringmajandust kui ühte mitmest keskkonnasektorist või -distsipliinist, mida juhivad konkreetset põhimõtted ja mis on esitatud nende põhiomadustes
- ... jäätmed ja/või ringmajandus on muutunud konkreetsete kraadide määravaks teemaks ainult neljal kuni viiel juhul, mis viitab sellele, et nõudlus konkreetsete jäätme- või ringmajanduse oskustega lõpetajate järele on endiselt piiratud.

## 2.3 Kreeka

### Kõrgharidus Kreekas

Kõrgharidus on Kreeka ametliku haridussüsteemi viimane etapp. Kreeka põhiseaduse (artikkel 16) kohaselt on kõrgharidus avalik ja seda annavad ainult avalik-õiguslikud asutused, kõrgharidusasutused (kõrgkoolid; Ανώτατα Εκπαιδευτικά Ιδρύματα).

Kõrgkoolide koguarv on 25, neist 141 kooli ja 431 osakonda/osakonda.

### Jäätmekäitlus ja ringmajandus ülikoolide õppekavades

Pärast kogu Kreeka kõrgharidussektori läbivaatamist tahkete olmejäätmete ja ringmajanduse kursuste, moodulite või tervete kraadide osas võib teha järgmised järeldused :

- Kokku leiti 25 bakalaureuse- ja 7 aspirantuuri.
- Samuti leiti 2 kraadiõppe programmi ja 1 lühiprogramm (e-õpe):
  - Thessaly Ülikool: MSc "Keskkonnamuutuste ja ringmajanduse säästev juhtimine"
  - Kreeka avatud ülikool: MSc "Jäätmemajandus" ja lühiprogramm "Sissejuhatus jäätmekäitlusse"
- Üldreeglina kuuluvad kursused insenerikoolide õppekavadesse. Tavaliselt ehitus-, keemia- ja keskkonnatehnika osakonnad.
- Kursuste ainekava fookuses on jäätmed üldiselt ja käitlustehnoloogiad. Mõned kursused keskenduvad spetsiaalselt MSW-le. Enamiku jaoks on MSW osa kursuse õppematerjalist.
- Teine populaarne õppematerjal sisaldub aine on taaskasutus, taaskasutamine ja materjalide taaskasutamine. Ringmajanduse põhimõtteid mainitakse väga vähestel juhtudel.
- Ükski kursus ei paku IT/nutikate tehnoloogiate/ plokiahela õpetamist MSW-s.

## 2.4 Madalmaad

Madalmaades ei ole jäätmekäitluse ega tahkete jäätmete käitlemise kohta täielikke programme. Siiski on mitmeid programme, mis keskenduvad ringmajandusele ja on suunatud linnadele. Oleme üle vaadanud Hollandi ülikoolide ja rakenduskõrgkoolide pakkumised ning valinud välja need programmid, mis pühendavad osa õppetööst või teadustööst jäätmekäitlusele. Sageli on see piiratud osa kogu programmist. Hollandi ülikoolid, mis pakuvad linnajäätmete käitlemist õppekava osana väiksemates või suuremates osades, on:

### Wageningen ülikool ja teadusuuringud (WUR),

- Linnakeskkonna juhtimine, täielik magistriprogramm.

MSc programm Urban Environmental Management on rahvusvaheline ja interaktiivne programm, mis pakub tasakaalustatud õppekava teooriat, tööriistu ja rakendusi. Selle eesmärk on koolitada õpilasi suunama tulevikku säästva linnastumise teel. Jäätmekäitlus on osa programmist.

-Living Lab – suurlinnade analüüs, disain ja inseneritöö.

Eluslaboris töötavad suurlinnade analüüsi, disaini ja inseneriteaduse magistriõppe üliõpilased Amsterdami linna reaalsete juhtumite kallal. Jäätmekäitlus on osa paljudest uuritavatest küsimustest.

Erasmuse Ülikool Rotterdam – Erasmuse sotsiaal- ja käitumisteaduste kool

Linnakorraldus ja -arendus, täielik magistriprogramm .

Infrastruktuuri ja roheliste linnade spetsialiseerumise M.Sc. in Urban Management and Development käsitleb linna infrastruktuuri planeerimist, haldamist ja rahastamist, kasutades nutikat ja rohelist infrastruktuuri objektiivi. Rada keskendub sellistele teemadele nagu ühistransport, joogivesi, kanalisatsioon ja jäätmekäitlus, (taastuv)energia ja digitaalne infrastruktuur, sealhulgas „targa linna“ lahendustega seotud tehnoloogiad.

Amsterdami Ülikool, Track Environmental Management, osa magistriõppe maateadustest

Keskkonnajuhtimine on programm, mis ühendab teadmisi loodusteaduste erialadelt, nagu (füüsiline) geograafia, maastikuökoloogia, keskkonnakeemia, jätkusuutlikkus ja üleminekujuhtimine. Jäätmekäitlus on üks sellel rajal käsitletavatest teemadest. Amsterdumis tehakse ka uuringuid linnajätmete käitlemise kohta

Twente ülikool, keskkonna- ja energijuhtimine

Selle üheaastase inglise keeles õpetatava programmi tuum koosneb kolmest omavahel seotud jätkusuutlikkuse valdkonnast: keskkond, energia ja vesi.

Programm õpetab nende kolme üliolulise valdkonna omavahel seotud juhtimist ja juhtimist, pidades silmas kliimamuutuste leevendamist ja nendega kohanemist, vastupidavust, energia üleminekut, ring- ja sotsiaalset ettevõtlust ning (seotud) säästva arengu eesmärkide saavutamist. Jäätmekäitlus on üks selle programmi teemadest .

*Professionaalsed koolitused*

Mitmetele MSW sektori valdkonna kontaktisikutele tehtud päringutest selgub, et paljud praktikale või lõputööde tegema tulevad üliõpilased on ehitusinseneri taustaga ja neil on endal tekkinud huvi MSW valdkonna vastu. Sektor koolitab neid inimesi ise või korraldab valdkonna professionaalsemaks muutmiseks ja uute töötajate koolitamiseks täienduskursusi ja koolitusi . Näited on järgmised:

- Jäätme- ja ressursimajanduse koolitus, Studiecentrum voor Bedrijf et Overheid , 5-päevane programm , <https://www.sbo.nl/milieu-ro/opleiding-afvalmanagement/>
- Koolitusjuhtimine ringmajanduses, Studiecentrum voor Bedrijf et Overheid , 5-päevane programm , <https://www.sbo.nl/milieu-ro/opleiding-regie-circulaire-economie/>
- Jäätmekäitlusõiguse algkursus, Berghauser Pont Academy, 1-päevane kursus, <https://www.berghauserpontacademy.nl/aanbod/cl171/basiscursus-afvalstoffenrecht/>

## 2.5 Hispaania

Hispaania ülikoolisüsteem koosneb kokku 82 ülikoolist, millel on järgmised omadused: 50 avalik-õiguslikku ülikooli (47 ülikoolilinnakus, 1 väljaspool ülikooli ja 2 eriülikooli – UIMP ja UNIA-) ning 32 eraülikooli (28 ülikoolilinnakut) ja 4 väljaspool ülikooli).

Hispaania ülikoolide süsteemis (SUE) 2019–2020 õppeaastal registreerunud üliõpilaste koguarv on 1 633 358. Bakalaureuse- ja bakalaureuseõppe üliõpilased moodustavad 80,2% üliõpilastest, magistriõppe üliõpilased 14,3% ja doktorandid 5,5%. 80,5% üliõpilastest õpib avalik-õiguslikes ülikoolides. Mitte-näost silma ülikoolide üliõpilased moodustavad 16,2% koguarvust.

Ülikooliõppe on vabatahtlikku laadi ametlikud kõrghariduskursused, mis koolitavad üliõpilasi kutsetegevuseks.

EHEA raames ülikooliõppe õppekavade ülesehituse mõõtühikuks on ECTS ainepunktid (European Credit Transfer System). Iga ainepunkt sisaldab 25–30 tundi üliõpilaste tegevust, sealhulgas klassiruumis õppimise tunde, õppetunde, õpetusi, ülesandeid jne. Üldiselt võrdub 60 EAP-d ühe õppeaastaga.

Ülikoolikraad sisaldavad kolme tüüpi aineid:

- Põhiained: need on kohustuslikud ja seotud erinevate teadmisteharudega, millesse kraadiõpped on korraldatud. Igas kraadis tuleb läbida vähemalt 60 ainepunkti põhiainetest, mida tunnustatakse, kui üliõpilane liigub seotud kraadide vahel.
- Kohustuslikud ained: kraadile omase sisuga ained, mida peavad läbima kõik üliõpilased.
- Õppekava pakutavate hulgest oma akadeemiliste või ametialaste huvide alusel. Neid saab rühmitada radadeks.

Lisaks sellele kulmineerub ülikoolikraadi õppekava tingimata lõpudiplomi projekti (TFG) ettevalmistamisega ning see võib hõlmata ka välispraktikaid ja muid koolitustegevusi, nagu näiteks seminarid.

Kursused, kraadid, magistri- ja doktorikraadid, millel on a priori suurem seos jäätmeäitluse ja ringmajandusega, on järgmised:

### **Spetsialiseerumine jäätmeäitlusele ja -äitlusele (UNIVERSIDAD DEL PAÍS VASCO / EUSKAL HERRIKO UNIBERTSITATEA)**

<https://www.ehu.eus/es/web/master/master-ingenieria-ambiental/programa>

Euroopa keskkonnadirektiivide järkjärguline inkorporeerimine õigusaktidesse, sotsiaalne tundlikkuse kasv, ettevõtete tsiviil- ja kriminaalvastutus keskkonnale tekitatud kahju eest, õhusaaste probleemid ning jäätmete, eriti mürgiste ja ohtlike jäätmete järkjärguline suurenemine. teised on sundinud ettevõtteid ja haldusasutusi välja töötama ja kasutusele võtma tõhusaid keskkonnajuhtimisvahendeid, mis nõuavad tõhusa keskkonnapoliitika rakendamist, et saavutada keskkonna pidev paranemine.

Sellest reaalsusest teadlikuna on meie asutus pakkunud ootuspäraselt erikoolitust, mis võimaldab tõhusalt ohutult ja tõhusalt sekkuda keskkonnajuhtimisse.

### **Ringmajanduse ekspert (Universidad de Cádiz)**

[https://formacion.fueca.es/?curso=oeu201122\\_i-experto-en-economia-circular](https://formacion.fueca.es/?curso=oeu201122_i-experto-en-economia-circular)



Piisavate teoreetiliste ja praktiliste teadmiste omandamine, et edukalt astuda vastu üleminekule lineaarselt majanduselt ringmajandusele.

Suurendage teadlikkust ja koolitage õpilasi elutsükli põhise lähenemisviisi ja selliste tööriistade osas nagu ökodisain, keskkonna-, vee- ja süsiniku jalajälg, olemusringi analüüs ja jäätmekäitlus.

Tõsta teadlikkust ja koolitada professionaalseid ringmajanduse eksperte, et tulla toime tulevaste äriprobleemidega, et täita ÜRO säästva arengu tegevuskavas 2030 ning Euroopa Liidu poolt avaldatud uues ringmajanduse direktiivide paketi seas seatud eesmärgid.

### **Magistrikraad orgaaniliste jäätmete käitlemise, töötlemise ja väärtustamise alal**

**(Universidad Miguel Hernández de Elche)**

<http://masterresiduos.edu.umh.es/>

Magistrikraad pakub võimalust spetsialiseeruda orgaaniliste jäätmete käitlemisele, käitlemisele ja taaskasutamisele ning alustada doktoriõppe kaudu teadlaskarjääri.

### **Olmejäätmete käitlemise kursus (IUSC)**

<https://www.iusc.es/ambientales/item/gestion-de-residuos-municipales-pres>

Euroopa keskkonnadirektiivide järkjärguline inkorporeerimine Hispaania siseriiklikku õigussüsteemi, tegevuste ebaõige juhtimisega kaasnevad kohustused ja kasvav sotsiaalne teadlikkus on sundinud ettevõtteid ja riigiasutusi välja töötama tõhusaid jäätmekäitlussüsteeme ja -plaane. Tänapäeval on töös või ehitamisel palju jäätmekäitluskohti, rajatisi, mida peavad haldama eriala väljaõppe saanud professionaalid.

Sellest tegelikkusest teadlikuna pakub meie asutus selle kursusega spetsiaalset koolitust, mis on spetsiaalselt loodud tõhusa jäätmekäitluse alase koolituse saavutamiseks.

### **Magistrikraad linnajäätmete käitlemisel (ESNECA)**

[https://www.mastermania.com/master-en-gestion-de-residuos-urbanos-online-296764\\_q08.html](https://www.mastermania.com/master-en-gestion-de-residuos-urbanos-online-296764_q08.html)

Asulajäätmete käitlemise magistrikraad on mõeldud äriinimestele, ettevõtjatele või jäätmevaldkonna töötajatele. See annab teadmisi asula- või olmejäätmete kogumisest ja veost, olmejäätmete käitlemisest ja püsijäätmete käitlemisest.

### **Magistrikraad jäätmekäitluses, -käitluses ja -kasutuses. (Universidad de Valencia)**

[https://postgrado.adeituv.es/es/cursos/area\\_de\\_seguridad\\_salud\\_y\\_medio\\_ambiente-6/tratamiento-aprovechamiento-residuos/datos\\_generales.htm](https://postgrado.adeituv.es/es/cursos/area_de_seguridad_salud_y_medio_ambiente-6/tratamiento-aprovechamiento-residuos/datos_generales.htm)

Jäätmeid käsitlevate Euroopa direktiivide ja ettevõtete tsiviil- ja kriminaalvastutuse järkjärguline ülevõtmine õigusaktidesse keskkonnale tekitatud kahju, saaste, suurenenud jäätmete eest on sundinud nii ettevõtteid kui ka riigiasutusi probleemi kõrvaldamiseks ja minimeerimiseks välja töötama ja kaasama keskkonnajuhtimisvahendeid. Seetõttu pakub jäätmete käitlemise, töötlemise ja kasutamise magister selles osas võimalusi.

Jäätmete kõrvaldamine, vähendamine ja ringlussevõtt, olemasolevate ressursside maksimeerimine ning nende elementide maksimaalne kasutamine, mille teket ei saa vältida, on kiireloomulised teemad, millega tuleb tegeleda. Sellest teadlik on Universitat de València spetsialiseeritud koolitus tõhusaks koolituseks, et ohutult ja tõhusalt keskkonnahaldusse sekkuda.



**Ringmajanduse ja innovatsiooni kursus. ( Escuela de Empresa )**

<https://escueladeempresa.com/cursos-universitarios-6-meses/economia-y-financiera/curso-en-economia-circular-e-innovacion/>

Pakkuda osalejatele ringmajanduse ja innovatsiooni valdkonna teadmisi ja tööriistu, mida saab kasutada territooriumide, organisatsioonide ja ettevõtete väärtuse tõstmiseks.

**Magistrikraad ringmajanduses ja säästvas arengus (Universidad Internacional de Valencia)**

<https://www.universidadviu.com/es/master-economia-circular-desarrollo-sostenible>

Annab õpilastele teoreetilised ja praktilised teadmised, et saada globaalne ja läbiv nägemus kõigist ringmajanduse ja säästva arengu olulisematest rakendusvaldkondadest ja sektoritest. Lõpetajad saavad kavandada strateegiaid, mis võimaldavad nii era- kui ka avalik-õiguslikel ettevõtetel oma praeguse tootmismudeli ümber suunata meile vajalikule ringmudelile, edendades samal ajal ettevõtlust ja innovatsiooni kui rikkuse ja tööhõive loomise viise.

**Magistrikraad ringmajanduses (Universidad de Burgos)**

<https://www.ubu.es/master-universitario-en-economia-circular-semipresencial>

Linearmajanduselt ringmajandusele ülemineku eeldab erinevate tehniliste ja strateegiliste meetmete kombineerimist, teadmiste omandamist olulusringi analüüsist, ökodisainist, tõhusast energiajuhtimisest, ressursside kasutamise ja jäätmekäitluse tõhususest ja tasuvusest, keskkonnakulude arvestamisest hindades, tarbimise asendamisest. kasutamiseks, tootmissüsteemide täiustamiseks, säästlikuks tootmiseks, ringmajanduse toodete ja ettevõtete juhtimiseks, uuteks ärimudeliteks jne.

**Ringmajanduse magistrikraad (Universidad de Navarra)**

<http://www.unavarra.es/sites/masteres/economia-y-empresa/economia-circular/presentacion.html>

Omandada multidistsiplinaarne koolitus alates teaduslik-tehnilistest kuni majandus-juriidiliste aspektideni, mis on vajalik ringmajanduse põhimõtete rakendamiseks ettevõtetes ning avalikes ja eraasutustes. Olge valmis osalema säästvale arengule suunatud tuleviku kujundamises.

**Magistrikraad rohelises ja ringmajanduses (INESEM Business School)**

<https://www.inesem.es/Master-Economia-Verde-Circular>

ÜRO 2030. aasta eesmärkide hulgas on kliimameetmed ning vastutustundlik tootmine ja tarbimine, mida on võimalik saavutada ainult uute majandus- ja tootmismudelite abil, mis viivad parema sotsiaalse ja keskkonnaarenguni. Seda silmas pidades on tekkimas uus tulevikuga ja muutuste vajadusest teadlik tööturg : rohe- ja ringmajanduse magister on võimalus ja instrument nende eesmärkide saavutamiseks.

**Magistrikraad ringmajanduses, spetsialiseerunud mineraalidele ja ehitustoodetele. (Universidad Politécnica de Madrid)**

[https://www.upm.es/Estudiantes/Estudios\\_Titulaciones/Estudios\\_Master/Programas?id=13.7&fmt=detail](https://www.upm.es/Estudiantes/Estudios_Titulaciones/Estudios_Master/Programas?id=13.7&fmt=detail)

Ülikooli ringmajanduse magistrikraad on uus Intercenter kraadiõppe programm, millel on ühine koolitusplokk ja kaks diferentseeritud marsruuti: looduskapitali tarbimine ja juhtimine

ning mineraalid ja ehitustooted, mida koordineerib vastavalt Metsandus-, Metsa- ja Looduskeskkonna Insenerikool. ETSIMFMN) ja Madridi polütehnilise ülikooli (UPM) põllumajandus-, toidu- ja biosüsteemide insenerikool (ETSIAAB).

### **Ülikooli ringmajanduse ja inseneriteaduse ekspert (Universidad Católica de Murcia)**

<https://www.ucam.edu/estudios/postgrados/economia-e-ingenieria-circular>

Ringmajandus ja tehnika (CEE) kerkib esile alternatiivina traditsioonilisele tootmisele, mis on ajas jätkusuutlik, mis rõhutab materjali-, energia- ja veeressursside haldamist ning negatiivsete välismõjude, nagu CO2 emissioon ja jäätmed, vähendamist. Ettevõtete, institutsioonide ja kodanike vastutus eeldab tegutsemist praeguse mudeli muutmiseks jätkusuutlikuma mudeli suunas, nagu ringmajandus ja ringtehnoloogia.

See UCAM-i rahvusvahelise sotsiaalse vastutuse õppetooli korraldatud programm püüab lahendada kõiki neid dilemmasid ja küsimusi 500-tunnise kombineeritud ja veebipõhise koolituse kaudu.

### **Ringmajanduse kursus. Uus tootmise ja tarbimise majandusmudel. ( Instituto superior del keskpärane ambiente )**

<https://www.ismedioambiente.com/programas-formativos/economia-circular/>

Ringmajanduse kursusel näeme, kuidas ringmajanduse kaudu: ettevõtted saavad tooteid taaskasutades ja ümbertöötledes väärtust luua; ja disainerid saavad välja mõelda nutikaid lahendusi, millega saab panustada ringmajanduse põhimõtetele.

### **Ringmajanduse ja jäätmevaba töötuba (AEC)**

<https://www.aec.es/formacion/catalogo-cursos/taller-de-economia-circular-y-residuo-cero-en-directo/>

Analüüsida jäätmekäitluse põhirolli jätkusuutliku kasvu ärimudelil selle muutumisel ringmajandusele.

Esitada jäätmekäitlusega seoses avanevaid võimalusi: väärtustada ja rahastada kõrvalsaadusi ja jäätmeid; ja säästa halduskulusid.

Uurida olemasolevaid viise nulljäätmete käitlemise süsteemi rakendamiseks. Edulood ja näited.

### 3 Kõrgharidussüsteemide sõelumine olmejäätmete käitlemise õppekavadele

Kuna projekti üks eesmärgi on koostada Euroopa ühine õppekava, mis sisaldab:

- Plokiahela toimimise olulised põhipunktid tehnoloogia, analüüsi ja uuriti alaülesandes O2/A1.1.
- analüüsitud ja uuritud tahkete olmejäätmete käitlemise olulisi põhipunkte .
- Mõlemat teemat siduv uuenduslik koolitusmaterjal, mis võimaldab arendada põhioskusi, pädevusi ja teoreetilisi teadmisi plokiahela rakendamiseks tahkete asulajäätmete käitlemisel.

Tulemuste seas paremusjärjestuse andmiseks on tõhusam ja produktiivsem kasutada punktmeetodit. Igas riiklikus aruandes rakendati iga oma punktisüsteemi ja vastavaid kriteeriume. Tulemused esitati kolmevärvilise koodiga, nimelt "roheline" juhtivate juhtumite puhul, "kollane" keskmiste tulemustega ja "punane" nende juhtumite puhul, mis ei vasta kohaldatud kriteeriumidele.

#### 3.1 Eesti

Võrreldavuse saavutamiseks kasutati 4 erineva ülikooli WM/ CircEconiga katvuse võrdlemiseks järgmist "valgusfooride" järjestusmeetodit:

Õpetamine	R&D	Sündmused
Vähemalt 5 WM/ CircEconiga seotud põhiainet	Vähemalt 2 WM-is töötavat projekti VÕI minimaalselt 10 WM-i väljaannet	Min 3 viimase 2 aasta jooksul
Vähemalt 3 põhiainet, mis on seotud WM/ CircEconiga	Vähemalt 1 töötav projekt WM-is VÕI Min 5 WM-i väljaannet	Min 1 viimase 2 aasta jooksul
CircEconiga seotud teemasid pole	WM-is ei tööta ühtegi projekti VÕI vähem kui 3 WM-i väljaannet	Mitte ühtegi

#### Tulemused

Koh t	Ülikool	Õpetamine	R&D	Sündmused
2	Tallinna Tehnikaülikool	Vähemalt 5 põhiainet + 8 kõrvalainet	2020. aastal vähemalt 3 projekti + vähemalt 9 publikatsiooni	Vähemalt 2 nutikate linnadega seotud üritust

				(perioodil 2019-2020)
4	Tallinna Ülikool	Vähemalt 3 põhiainet + 8 kõrvalainet	2020. aastal vähemalt 2 projekti + vähemalt 1 väljaanne	0 (perioodil 2019-2020)
3	Tartu Ülikool	Vähemalt 6 põhiainet + 6 kõrvalainet	Vähemalt 4 rohemajanduse, reoveepuhastusega seotud projekti 2020 + 0 publikatsiooni	0 (perioodil 2019-2020)
1	Eesti Maaülikool	Vähemalt 6 põhiainet + 6 kõrvalainet	Vähemalt 3 ringmajandusega seotud projekti aastal 2020 + mitu publikatsiooni tahkete jäätmekäitluse ja ringmajanduse valdkonnas	Aastatel 2020-2021 korraldatud vähemalt 4 rohemajanduse, jätkusuutlikkuse, toidujäätmetega seotud üritust

### 3.2 Saksamaa

Selleks, et projekti õppekavade koostamise jõupingutustest kasu oleks, peab Saksamaal kasutatavate õppekavade analüüs ulatuma kaugemale kui ülevaade õpetamispakkumiste spektrist. Seetõttu leiti lihtsa punktisüsteemiga toetatud asutuste ja kraadiõppekavade pingerida, mis annab kõige asjakohasema ülevaate nendest kraadidest, mis võiksid toimida hea tava mudelina. Tulemustabel koosnes kolmest kriteeriumist:

- ühe või mitme konkreetse jäätmekäitluse või ringmajanduse kraadi olemasolu (kõikide akadeemiliste tsüklite lõikes); alternatiivselt samadel teemadel pakutavate moodulite (või suvekoolide) arv laiematel kraadidel
- Nende teemade ümber korraldatud ülikooliürituste arv
- Jäätmekäitlusele ja/või ringmajandusele keskenduvate uurimisprojektide ja publikatsioonide arv

Selle aluseks olev loogika on see, et õpetamist ei saa käsitleda selle uuringu peamise fookusena, kui ei vaadelda asutuse/teaduskonna uurimisprofiili ankrut aines. See uurimistöo fookus selle avalikus sõnastuses sündmustel (üks oluline ülekandmise aspekt) on kolmas muutuja, mida tuli õppekava elujõulisuse määramisel arvesse võtta .

Pole üllatav, et esikohale tulid suuremad tehnikaülikoolid oma võimsate uurimis- ja ülekandestruktuuridega, mis täiendavad nende suhteliselt püsivat õpetamispakkumist.

**Edetabel**

Mõnevõrra võrreldavuse huvides rakendati õppepakkumistele, mis on kõige lähemal jäätmekäitluse ja ringmajanduse kraadide, valikainete või moodulite täielikule rakendamisele, järgnevat pingerida.

Valitud kriteeriumid on seotud valdkonnas leitud teemade leviku seisuga.

Õpetamine	R&D	Sündmused
min 2 konkreetset moodulit, suvekoolid jne WM/ CircEconis	Vähemalt 2 projekti WM-i kohta VÕI minimaalselt 10 WM-i väljaannet	Min 3 viimase 5 aasta jooksul
WM-is vähemalt 1 konkreetne moodul, suvekool jne	Vähemalt 1 projekt WM-i kohta VÕI Min 5 WM-i väljaannet	Min 1 viimase 5 aasta jooksul
Pole moodulit ega suvekooli WM-is	Ühtegi projekti WM-i kohta pole VÕI Vähem kui 3 WM-i väljaannet	Mitte ühtegi

Scoreboard: penetration of Waste Management and Circular Economy studies in German higher education  
 Note: *Water and Biomass/Biogas* were disregarded as subjects

Koht	Ülikool	Õpetamine	R&D	Sündmused
1	<b>U-Stuttgart</b>	1 kraad, 5+ moodulit	10+ väljaannet (2019)	4+ (2019)
2	<b>Dresdeni TÜ</b>	1 kraad, 3+ moodulit	4+ väljaannet (2019)	2+ (2019)
3	<b>Berliini TÜ</b>	2+ moodulit, 1 suvekool	6 väljaannet (2019)	5+ (2019)
4	<b>Aacheni TÜ</b>	2 moodulit	6 projekti (2019), 23 publikatsiooni (2019)	1 (2019)
5	<b>Magdeburg - Stendal UAS</b>	2 moodulit	1 projekt (2019)	0

Aacheni, Dresdeni ja Stuttgarti puhul võib teaduskonna ja instituudi tasandil märgata veega seotud uuringute tugevat domineerimist (siin ei võeta arvesse). Tahkejäätmete käitlemine on teisejärguline uurimisvaldkond.

### 3.3 Kreeka

Kuna projekti eesmärk on koostada näidisõppekava MSW/ringmajanduse valdkonnas, ei piisa Kreekas pakutavate ülikoolide õppekavade kokkuvõttest koos vastava kirjeldusega. Tulemuste seas paremusjärjestuse andmiseks oleks tõhusam ja kasulikum rakendada teist protsessi taset, kasutades punktimeetodit. Hinded määrati kolme kriteeriumi alusel:

- ühe või mitme konkreetse jäätmekäitluse või ringmajanduse kraadi olemasolu (kõikide akadeemiliste tsüklite lõikes); alternatiivina laiematel kraadidel pakutavate moodulite või kursuste või samateemaliste suvekoolide arv.
- Ülikooli teaduspublikatsioonide arv eelretsenseeritavates ajakirjades nendel teemadel.
- Jäätmekäitlusele ja/või ringmajandusele keskenduvate uurimisprojektide arv (peamiselt ELi rahastatud projektid seitsmenda raamprogrammi ja Horisont 2020 programmide raames).

#### Edetabel

Järgmist pingerida rakendati nendele õppepakumistele, mis on kõige lähemal jäätmekäitluse ja ringmajanduse kraadide, moodulite või kursuste täielikule rakendamisele.

Õpetamine	Uurimine	Väljaanded
CircEconis vähemalt 2 konkreetset kursust, moodulit jne	3 projekti WM/ CircEconis	Viimase 5 aasta jooksul vähemalt 10
WM-is min 1 konkreetne kursus, moodul jne	Min 1 projekt WM/ CircEconil	Min 5 viimase 5 aasta jooksul
CircEconil pole kursust, moodulit jne	WM/ CircEconis projekti pole	Viimase 5 aasta jooksul vähem kui 5

Koht	Ülikool	Õpetamine	Uurimisprojektid	Väljaanded
1	Ateena Riiklik Tehnikaülikool	4 kursust (3 bakalaureuse- ja 1 kraadiõppe)	>5	>10
2	Thessaloniki Aristotelese ülikool	5 kursust (4 bakalaureuse- ja 1 kraadiõppe)	>5	>10

3	Patrase ülikool	3 kursust (bakalaureus)	>3	>10
4	Kreeta tehnikaülikool	2 kursust (1 bakalaureuse- ja 1 kraadiõppe)	>1	>10
5	Traakia Demokrituse Ülikool	7 kursust (4 bakalaureuse- ja 3 kraadiõppe)	>1	>10
6	Thessaalia Ülikool	2 kursust (1 bakalaureuse- ja 1 kraadiõppe)	1	>5
7	Lääne-Makedoonia Ülikool	3 kursust (bakalaureus)	>1	1
8	Harokopio ülikool	3 kursust (2 bakalaureuse- ja 1 kraadiõppe)	0	3
9	Rahvusvaheline Kreeka ülikool	2 kursust (bakalaureus)	0	3
10	Kreeka avatud ülikool	2 kraadiõppe programmi (1 MSc kraad ja 1 lühiprogramm)	0	3
11	Egeuse mere ülikool	1 kursus (bakalaureus)	0	3
12	Lääne-Atika ülikool	1 kursus (bakalaureus)	0	0

### 3.4 Madalmaad

Võrreldavuse saavutamiseks kasutati 4 erineva ülikooli WM/ CircEcon'i katvuse võrdlemiseks järgmist "valgusfooride" järjestusmeetodit:

Õpetamine	R&D	Sündmused
Vähemalt 5 WM/ CircEconiga seotud põhiainet	WM-is VÕI töötab vähemalt 2 projekti Vähemalt 10 publikatsiooni WM-i kohta	Min 3 üle viimased 2 aastat
Vähemalt 3 põhiainet, mis on seotud WM/ CircEconiga	Vähemalt 1 töötav projekt WM-is VÕI Min 5 WM-i väljaannet	Min 1 üle viimased 2 aastat
CircEconiga seotud teemasid pole	WM-is VÕI projekti ei tööta vähem kui 3 väljaannet WM-is	Mitte ühtegi

### Tulemused



Koht	Ülikool	Õpetamine	R&D	Sündmused
1	Wageningeni ülikool ja teadusuuringud (WUR)	Vähemalt 5 põhiainet	2020. aastal vähemalt 2 projekti + >10 publikatsiooni	Vähemalt 3 linnakeskkonna juhtimisega seotud üritust (perioodil 2019-2020)
2	Rotterdami Erasmuse ülikool	Vähemalt 8 põhiainet	2020. aastal vähemalt 2 projekti + >10 publikatsiooni	1 (perioodil 2019–2020)
3	Amsterdami ülikool	Vähemalt 3 põhiainet	Vähemalt 1 olmejäätmete projekt Amsterdams + 10 publikatsiooni 2020. aastal	1 (perioodil 2019–2020)
4	Twente ülikool	Vähemalt 1 kõrvalaine	0 projekti + 1 publikatsiooni (lõputöö) 2020. aastal	0 (perioodil 2019–2020)

### 3.5 Hispaania

Et uuringuvalim oleks esinduslik, valiti sellesse uuringusse 10 avalik-õiguslikku ülikooli, kus on Hispaanias kõige rohkem üliõpilasi, ja 3 eraülikooli, mis vastavad samale nõudele. Valitud valim hõlmab kokku 767 740 üliõpilast, mis moodustab 47% kõigis Hispaania ülikoolides registreerunud üliõpilaste koguarvust.

uuritud ülikoolide jäätmekäitluse ja ringmajandusega seotud seoste klassifitseerimiseks kasutatud järgmist "valgusfoori" hindamissüsteemi .

Õpetamine	R&D	Väljaanded
WM/ringmajanduses vähemalt 2 konkreetset moodulit, suvekoolid jne	Vähemalt 3 projekti WM/ringmajanduse kohta	Vähemalt 10 publikatsiooni WM/ringmajanduse kohta viimase 5 aasta jooksul
Min 1 konkreetne moodul, suvekool jne WM/ringmajanduses	Min 1 projekt WM/ringmajanduse kohta	Vähemalt 5 publikatsiooni WM/ringmajanduse

		kohta viimase 5 aasta jooksul
Pole moodulit ega suvekooli WM/ringmajanduse teemal	WM/ringmajanduse projekti pole	Viimase 5 aasta jooksul on avaldatud vähem kui kolm väljaannet WM/ringmajanduse kohta

Ülikool	Õpetamine	R&D	Väljaanded
Distanti rahvuslik haridusülikool _	4	1	2
Sevilla ülikool	6	4	>10
Madridi Complutense ülikool	0	0	>10
Granada ülikool	4	3	8
Valencia ülikool	4	3	>10
Barcelona ülikool	3	5	>10
Universidad del País Vasco	3	4	>10
Rey Juan Carlose ülikool	2	3	>10
Madridi poliitiline ülikool	3	3	>10
Málaga ülikool	2	2	>10
Universitat Oberta de Catalunya	0	0	>10
La Rioja rahvusvaheline ülikool	0	0	4
Ramón Lluli ülikool	0	0	1

## 4 Parimad tavad

### Parimad praktikad Eestis

nelja suurima ülikooli tahkete olmejäätmete ja/või ringmajanduse kursuste, moodulite või tervete kraadide sõelumisprotsess on tuvastanud, et:

1. vähemalt 20 kursusel käsitleti suuremal määral MSW või ringmajanduse teemat
2. vähemalt 28 kursusel käsitleti MSW või ringmajanduse teemat mingil (väiksemal) määral

Üldiselt olid jäätme- ja/või ringmajanduse teemad suuremal või väiksemal määral kõigi 4 sõelutud ülikooli õppekavades väga hästi välja toodud. Käimasolevate projektide ja publikatsioonide sisu analüüsi põhjal on Tallinna Tehnikaülikoolil ( TalTech ) kõige tugevam tahkejäätmete käitlemise alane uurimustöö. Eesti Maaülikoolis on omakorda kõige tugevam ringmajanduse teemaline teadustöö. Samuti on selles ülikoolis üsna põhjalik nimekiri viimastel aastatel korraldatud üritustest, mis on seotud rohemajanduse, jätkusuutlikkuse, toidujäätmete jms teemadega.

Kõige tugevamad teadusuuringud ja õppekavad üldiste jätkusuutlikkuse teemade osas on Tallinna Ülikoolis ja Eesti Maaülikoolis. Neil kahel ülikoolil on ka tiitel «roheline ülikool». Tallinna Tehnikaülikool on omakorda hiljuti liitunud algatusega Roheline Tiiger – koostööplatvorm, mis on loodud keskkonnateadlikkuse tõstmiseks ja rohemajandusele aluse loomiseks (<https://rohetiiger.ee/et/>). Arvatakse , et TalTech katsetab erinevaid säästva ja kliimaneutraalse majanduse praktikaid, mis potentsiaalselt suurendaks ringmajanduse teemade valdkondadevahelist disaini ja üldist käsitlemist.

### Parimad praktikad Saksamaal

Konkreetsete kraadide läbivaatamise eesmärk oli tuvastada õppekavad, mis vastavad järgmistele edasijõudnutele:

- valdkondadevaheline projekteerimine (tsivil/mehaanika/keemia) inseneriteadus, juhtimine, majandus, geoteadused, sotsiaalteadused, IT)
- Ringmajandus ja kliimateadlik lähenemine ja mõtteviis, sh õigusküsimused
- andmepõhise analüüsi ja juhtimisoskused
- innovatsioonile kalduv ja uuenduslik, õpilasekeskne õppedisain ('metoodika')

viidi läbi peatükis 3.2 paremusjärjestuse jaoks valitud kraadide mikrotasandi ülevaade . Parim kombinatsioon leiti RWTH Aacheni keskkonnatehnoloogia magistriõppes ( Aachen\_MSc\_EnvEng )

	Nõuete vastavus	Lüngad, ebakõlad
Ristdistsiplinaarsus	Enamasti; väga multidistsiplinaarne ( aditiivses mõttes?), tugev keskendumine veele	Teisesed tahked jäätmed

<b>Ringmajandus (CE) sh õigusküsimused</b>	osaliselt	CE integreerimine läbiva põhimõttena?
<b>Andmepõhised lähenemisviisid</b>	madal	Kõrvalteema
<b>Innovatsioon õpiobjektide ja õppedisaini vallas</b>	madal	Suur rõhk õppejõudude väljundil; lai valik erialasid, projektiruumid, mis võimaldavad individuaalset profiili ja üliõpilaste omaalgatust

### Parimad tavad Kreekas

Kogu Kreeka kõrgharidussektori sõelumisprotsess tahkete olmejäätmete ja/või ringmajanduse kursuste, moodulite või tervete kraadide osas andis järgmised tulemused:

- Kokku leiti 25 bakalaureuse- ja 7 aspirantuuri.
- Samuti leiti 2 kraadiõppe programmi ja 1 lühiprogramm (e-õpe):
  - Thessaly University: MSc "Keskkonna säästev juhtimine Muutused ja ringmajandus"
  - Kreeka avatud ülikool: MSc "Jäätmemajandus" ja lühiprogramm "Sissejuhatus jäätmekäitlusse"

Pärast hindamismetoodika rakendamist reastati ülikoolid nende tulemuslikkuse alusel kasutatud kriteeriumide osas, milleks olid pakutavate kursuste, moodulite või kraadide arv, nende osalemine ELi rahastatavates uurimisprogrammides ja teaduspublikatsioonide arv. eelretsenseeritud ajakirjad.

Lõpliku pingerea järgi on 5 asutust: Ateena riiklik tehnikaülikool (NTUA), Thessaloniki Aristotelese ülikool (AUTH), Patrase ülikool (UPatras), Kreeta tehnikaülikool (TUC) ja Traakia Demokrituse ülikool. (DUTH) näib olevat kõige aktiivsem tahkete olmejäätmete ja ringmajanduse valdkonnas. Need viis ülikooli pakuvad nendes valdkondades kursusi nii bakalaureuse- kui ka magistriõppe tasemel. Lisaks on nad väga aktiivsed teadusuuringute ja publikatsioonide vallas, kuna nad on viimase 10 aasta jooksul osalenud paljudes ELi rahastatud uurimisprogrammides ning viimase viie aasta jooksul on nad avaldanud suure hulga artikleid eelretsenseeritavates ajakirjades. Eelkõige NTUA-d ja AUTH-i võib pidada parimate tavade näideteks, kuna lisaks on neil üks vanimaid ülikoole, neil on märkimisväärne infrastruktuur ja need on maailma ülikoolide Webometrics Ranking of World Universities (2020) järgi kõrgeimal kohal.

### Parimad tavad Hollandis

WUR on juhtiv rahvusvaheline ülikool (joonis 8). WURi edetabelis on QS World University Rankings 2020. aastal keskkonnateaduste edetabelis 8 üle maailma. Wageningeni ülikool ja teadusuuringud on Wageningeni ülikooli ja Wageningeni Teadusfondi koostööraamistik, mis hõlmab üheksat sõltumatut uurimisinstituuti. Nad töötavad koos viies teadusrühmas. Üks ülikooli osakond on organisatsiooniliselt integreeritud igasse teadusgruppi koos ühe või mitme uurimisinstituudiga. See jõudude kombinatsioon võimaldab haridusel ja teadustööl olla partneriks keskendunud ja kvaliteetsetes projektides.

Aastal 2019/2020 õppis 12 337 üliõpilast, välja arvatud doktorandid, kokku 102 erinevast rahvusest. Tausta mitmekesisus, erinevate uurimisteede tugevdav olemus ning tihed koostöö tööstuse ja valitsustega, nii riiklikul kui rahvusvahelisel tasandil, muudavad haridus- ja teadusprogrammi ainulaadseks. Linnajäätmete käitlemine on keskkonnateaduste ja WURi 20 õppetoolirühma teema.

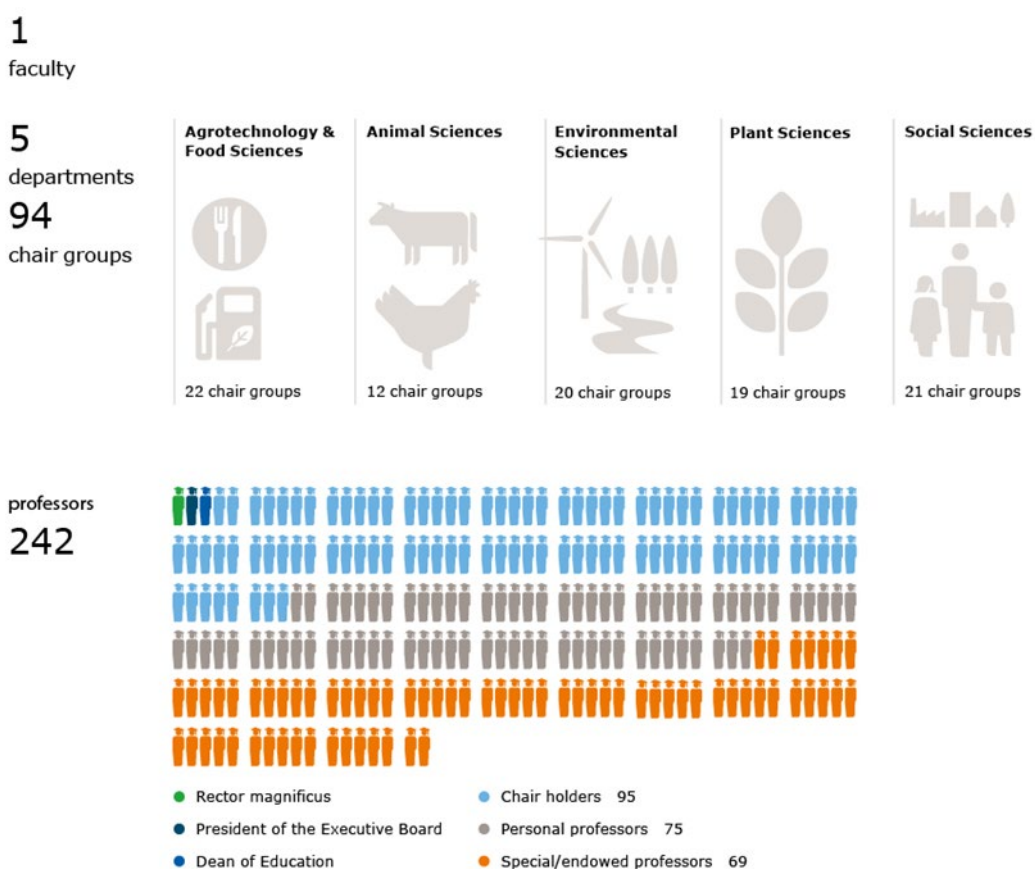


Figure 7: Wageningeni teadusülikool numbrites (allikas: <https://www.wur.nl>).

### Parimad tavad Hispaanias

Pärast selle uuringu läbiviimist võime täheldada, et avalik-õiguslikel ülikoolidel on suurem jäätmekäitluse ja ringmajandusega seotud tegevus kui eraülikoolidel Hispaanias.

Kümnest avalik-õiguslikust ülikoolist 9 pakub jäätmekäitluse ja/või ringmajandusega seotud õpet, neist 7 on kõrge teadustegevusega ja 2 keskmise aktiivsusega. Lõpuks on kõigil ülikoolidel jäätmekäitluse või ringmajandusega seotud väljaandeid, mis näitavad, et kuigi nad

ei ole kohal ainete, kursuste ega magistriõppena, on need olemas lõpuõppeprojektide, publikatsioonide jms kujul.

Seevastu eraülikoolid ei paku jäätmekäitluse ega ringmajanduse või teadustegevuse alast koolitust. Ainus tegevus, mida nad esitavad, on väljaannete vormis, mis paljudel juhtudel koosnevad nende üliõpilaste bakalaureuse- või magistriõppe lõputöödest. Enamasti on pakutav akadeemiline õppekava seotud keskkonnateaduste, keskkonnatehnika või ehitusinseneri bakalaureuseõppega.

Käesolevas aruandes hõlmatud ülikoolidest on Sevilla ülikool jäätmekäitluse ja ringmajanduse vallas suurim akadeemiline pakkumine, mis võiks olla hea tava näide, nagu ka magistrikraadiga Valencia ülikool. ringmajanduses, kus on kaks spetsialiseerumist : mineraalid ja ehitustooted või looduskapitali säästev tarbimine ja majandamine, ning Barcelona ülikool uurimisprojektidega nagu RES URBIS, mis toodab linnaorgaanilistest jäätmetest bioplasti.

Mis puutub ülikooli enda tegevusse, siis Barcelona ülikool paistab silma koos Malaga ülikooli, Madridi polütehnilise ülikooli, Baskimaa ülikooli ja riikliku kaugõppeülikooliga, kuna need kajastavad selgelt ülikoolide üksikasjalikke aruandeid. üksuse tegevust nende vastavatel veebisaitidel.

## 5 Järeldused

Esimene samm enne selle aruande peamiste järelduste tegemist on kirjeldada praegust olukorda, teisisõnu MSW ja CE ülikoolide õppekavade praegust olukorda viies riigis, nagu on märgitud esitatud aruannetes. Püüame leida nii pakutavate ülikooli õppekavade sarnasusi ja ühiseid elemente kui ka olemasolevate kursuste nõrkusi. Lisaks otsime seoseid tööstusega ja koostöö taset jäätmekäitluse sidusrühmadega. Peamised leiud on järgmised:

- Kuigi MSW juhtimise ja CE kohta on palju kursusi/mooduleid, pole enamikul juhtudel eksklusiivseid MSW/CE kraadi. Välja arvatud Hispaania, kus leiame mõned kraadiõppe kraadid, mis pakuvad CE-le spetsialiseerumist.
- Üldreeglina leidub MSW/CE kursusi insenerikoolide õppekavades, näiteks ehitus- ja keskkonnainseneriteadustes. Need kursused/moodulid võivad olla põhikursused või valikkursused, mis on eriala viimane osa.
- Nende kursuste sisu hõlmab erinevaid aineid: jäätmete iseloomustus, jäätmeliigid, keskkonnareostus, jäätmekäitlusmeetodid, jäätmete kõrvaldamine, sanitaarprügila projekteerimine, põletamine jne. Paljudel juhtudel on reovesi ja veereostus õppekava oluline osa .
- Paljud kursused, nii bakalaureuse- kui ka magistriõppes, sisaldavad oma õpieesmärkides teatud määral taaskasutuse, säästva arengu ja ringmajanduse põhimõtteid.
- Enamasti ei ole uuritud kursuste keskmes ringmajanduse mõtteviisi.
- Samuti puuduvad peaaegu tööstus 4.0 elemendid, nagu suurandmed, nutikad tehnoloogiad, asjade internet ja plokiahel .

Siinkohal tuleks rõhutada, et jäätmekäitlus ja ringmajandus on üldiselt läbivad teemad ning nende õppesisu tuleks kujundada interdistsiplinaarselt. Lisaks inseneri- ja keskkonnaaspektidele on siin ka elemente äriõppes, majandusõppes, seadusandlusest jne. Seetõttu eesmärgiga arendada või ümber kujundada ringmajanduse kõrghariduse edasijõudnute õppekava, keskendudes plokiahela tehnoloogia rakendamisele munitsipaalõppes. Jäätmekäitlus, saame esile tuua mõned sellise ideaalse õppekava üldised omadused/nõuded/põhimõtted:

- Õppekava peaks olema teatud määral interdistsiplinaarsus : näiteks IT-tudeng võib olla plokiahela spetsialist, kuid ta peaks õppima tundma ka jäätmekäitluse keskkonnaaspekte, juriidilisi aspekte, äri, muudatuste juhtimist jne. õppejõud võivad olla keskkonnaaspektide ekspert, kuid peaksid õppima ka mõned põhitõed protsesside kavandamise, äritegevuse, asjade Interneti , plokiahela , jäätmealaste õigusaktide jms kohta.
- Ainekava peaks keskenduma ringmajanduse ja jätkusuutlikkuse eesmärkidele. Vaja on paradigma muutust, et rõhk nihutada jäätmete töötlemiselt ja kõrvaldamiselt jäätmete vähendamisele, materjalide taaskasutamisele/taaskasutamisele ja ringlussevõtule. Lisaks uued tehnoloogiad, nagu suurandmed, asjade internet ja plokiahel tuleks kasutusele võtta .

tuleks kaaluda järgmisi ümberkujundamise ja ümberstruktureerimise jõupingutusi :

- Vastavate insenerioskuste (tsiviil-, keskkonna-, protsessi- ) ühendamine.
- Insenerioskuste sidumine ringmajanduse teadlikkuse, oskuste ja mõtteviisiga.



- Andmepõhiste lähenemisviiside (analüütika, tootmine, juhtimine) käsitlemine läbiva distsipliinina.
- Avatud innovatsiooni ja disainmõtlemise defineerimine arendustegevuse tõekehjõuna õppeprotsessis.
- Interaktiivse õpidisaini paigaldamine avatud õppekavadega ning ruumi õpilaste uurimistöõks, innovatsiooniks ja ettevõtluseks.
- Õppekava sidumine jäätmekäitluse huvigruppidega (omavalitsused, jäätmekäitlusvaldkond jne).
- Uuenduslik didaktiline, konstruktivistlik lähenemine. See konkreetne õppimisviis julgustab õpilasi üles ehitama oma rolli ja õpiteed projektides suures osas omal vastutusel.

Lõpetuseks ei tohiks unustada, et ülikoolid kui sellise õppekava pakkujad peaksid olema organisatsioonina jätkusuutlikud. Selleks peaks neil olema selgelt määratletud jätkusuutlikkuse strateegia, selged eesmärgid ja nad peaksid avaldama iga-aastased aruanded oma tegevuse kohta selles valdkonnas.

## Viited

Aufsichts - und Dienstleistungsdirektion des Landes Rheinland - Pfalz.  
<https://add.rlp.de/de/themen/aus-fort-berufs-und-weiterbildung-vormerkstelle/fortbildung/gepruefter-meisterin-fuer-kreislauf-und-abfallwirtschaft> (MeiKrW 2021).

Bundesministerium für Wirtschaft und Energie .  
<https://www.bmwi.de/Redaktion/DE/Artikel/Berufsbilder/fachkraft-fuer-kreislauf-und-abfallwirtschaft.html> ( FachKrW 2021).

Euroopa Parlamendi ja nõukogu direktiiv (EL) 2018/851, 30. mai 2018, millega muudetakse jäätmedirektiivi 2008/98/EÜ; Euroopa Komisjon: Brüssel, Belgia, 2018.

Direktiiv, EÜ (2008). Euroopa Parlamendi ja nõukogu direktiiv 2008/98/EÜ, 19. november 2008, jäätmete ja teatavate direktiivide kehtetuks tunnistamise kohta. Euroopa Liidu Teataja L, 312 (3). <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/EN/TXT/?uri=CELEX:32008L0098>

Euroopa Komisjon, 2020. Euroopa digitaalse tuleviku kujundamine.  
[https://ec.europa.eu/info/sites/info/files/communication-shaping-europes-digital-futurefeb2020\\_en\\_4.pdf](https://ec.europa.eu/info/sites/info/files/communication-shaping-europes-digital-futurefeb2020_en_4.pdf)

Euroopa Keskkonnaagentuur, 2019. The European Environment - State and Outlook 2020. Euroopa Komisjon.

Euroopa Keskkonnaagentuur, 2020a. Digitaalsed tehnoloogiad muudavad Euroopa jäätmekäitluse tõhusamaks <http://www.eea.europa.eu/themes/waste/waste-management/digital-technologies-will-deliver-more>

Euroopa Keskkonnaagentuur 2020b, digitaalne jäätmekäitlus, Eioneti aruanne – ETC/WMGE 2020/4

Eesti Statistika, 2020. Eesti keskmine brutopalk . Külastatud [6.02.2021]:  
<https://www.stat.ee/et/avasta-statistikat/valdkonnad/toelu/palk-ja-toojoukulu/keskmise-brutokuupalk>

Eesti Statistika, 2021. Üliõpilaste koguarv kõrgkoolides Eestis. Külastatud [13.02.2021]:  
<https://www.stat.ee/et/avasta-statistikat/valdkonnad/haridus/korgharidus>

ETIS, 2021. Eesti Teadusinfosüsteem. Avatud [1.02.2021]:  
<https://www.etis.ee/Portal/News/Index/?IsLandingPage=true&lang=EST>

Going Digital (GD) Horizontal Project, 2017. Muutmise toimimine majanduskasvu ja heaolu nimel.

Haridus- ja Teadusministeerium, 2021. Sisepääs [10.02.2021]:  
<https://www.hm.ee/et/tegevused/korgharidus>

Piirainen , KA, Andersen, AD, & Andersen, PD (2016). Ettenägelikkus ja ülikoolide kolmas missioon: innovatsioonisüsteemi ettenägelikkuse juhtum.

Smol , M.; Duda , J.; Czaplicka-Kotas , A.; Szoldrowska , D. Ümberkujundamine ringmajanduse (CE) suunas olmejäätmete käitlemise süsteemis: mudellahendused Poola jaoks. Jätkusuutlikkus 2020, 12, 4561. <https://doi.org/10.3390/su12114561>

TalTech , 2019a. Majandusaasta aruanne 2019, 70 lk (eesti keeles).

TalTech , 2019b. Õppetegevused Aastaruanne 2019, 43 lk (eesti keeles).

TalTech , 2019c. Teadus- ja arendustegevus, Aastaruanne 2019, 162 lk.

TLÜ, 2019. Majandusaasta aruanne 2019, 79 lk (eesti keeles).

Times Higher Education, World University Ranking 2020.  
[https://www.timeshighereducation.com/world-university-rankings/2020/world-ranking#!/page/0/length/25/sort\\_by/rank/sort\\_order/asc/cols/statistika](https://www.timeshighereducation.com/world-university-rankings/2020/world-ranking#!/page/0/length/25/sort_by/rank/sort_order/asc/cols/statistika)