



Polymeeriteknologian opinto- jakson toteutus etätyökalujen avulla

Vilma Ruismäki

OPINNÄYTETYÖ
Helmikuu 2024

Biotuotetekniikka

TIIVISTELMÄ

Tampereen ammattikorkeakoulu
Biotuotetekniikan tutkinto-ohjelma

RUISMÄKI, VILMA:
Polymeeritekniikan opintojakson toteutus etätyökalujen avulla

Opinnäytetyö 25 sivua
Helmikuu 2024

Opinnäytetyön tarkoituksena oli suunnitella sisältö polymeerien ja komposiittien valmistusta käsittelevälle opintojaksolle, jonka laajuus on viisi opintopistettä. Kurssin on tarkoitus perehdyttää opiskelija polymeerien ja biopolymeerien määrittelyyn, luokitteluun, kemiallisiin ominaisuuksiin, työstömenetelmiin sekä niiden sovelluksiin ja käyttöön komposiittimateriaaleissa. Sen lisäksi opiskelijan on tarkoitus oppia tuntemaan eri materiaalien ja rakenteiden rajoitteita ja mahdollisuuksia sekä arvioimaan niiden kehitystä ja tulevaisuutta.

Kurssi on suunnattu sekä biotuotetekniikan että laboratoriotekniikan kolmannen vuoden opiskelijoille, ja sille odotetaan poikkeuksellisen suurta osallistujamäärää. Opinnäytetyön keskeinen tavoite oli suunnitella edellä mainitun kurssin toteutus siten, että se soveltuu eri tutkintojen opiskelijoille heidän lähtötasonsa huomioon ottaen, ja ettei kurssi suuresta osallistujamäärästään huolimatta aiheuta liikaa kuormitusta sen opettajille. Kyseisestä syystä kurssi toteutetaan lähinnä etäopetuksena.

Kurssin oppimisympäristönä toimii Moodle, joka tarjoaa alustan oppimateriaalien ja aineistojen jakamiseen sekä työkalut tenttien ja oppimisen aktiviteettien suunnitteluun. Kurssin luennot toteutuvat ensisijaisesti Microsoft Teamsin videopuheluiden välityksellä, mutta opetukseen tullaan sisällyttämään myös lähitapaamisia. Opiskelijoilta odotetaan paljon omatoimisuutta niin itsenäisessä oppimisessä kuin ryhmätöissä, mitä kurssia suunniteltaessa pyritään tukemaan Moodlen ominaisuuksien avulla.

Asiasanat: polymeeritekniologia, Moodle, opintojakso, etäopiskelu, ammattikorkeakoulu

ABSTRACT

Tampereen ammattikorkeakoulu
Tampere University of Applied Sciences
Degree Programme in Bioproduct Engineering

RUISMÄKI, VILMA:
Implementation of Polymer Technology Course with Distance Learning Tools

Bachelor's thesis 25 pages
February 2024

The purpose of this thesis was to plan out the contents and implementation of a course concerning the basics of polymer technology and composites, the size of which corresponded to five credits. The aim of the course was to introduce the student to the definition, classification, chemical and physical properties, refinery methods, and application of polymers and biopolymers, as well as their usage in composite materials. Furthermore, the student was expected to learn to recognize the limitations and possibilities of various materials and structures, and to examine their future and development.

The course was aimed at the third semester students of bioproduct technology and laboratory technology, and it was thus expected to receive a high number of participants. The primary challenge of this theses was to plan the implementation of the forementioned course so that it accounted for the starting level of students of either degree, and would not create disproportionate workload for its teacher. As such, the course would be carried out mainly as distance learning.

This course would be carried out primarily on a Moodle platform, offering a space for sharing literature and learning resources, and tools for designing tests and educational activities. The lectures of the course would be held through Microsoft Teams video calls, but teaching methods would also include at school meetings. The students would be expected to work independently a lot, which the course design takes into account with the aid of Moodle features.

Key words: polymer technology, Moodle, online studying, university of applied sciences

SISÄLLYS

1	JOHDANTO	7
2	POLYMEERIKEMIAN TEORIAA	7
	2.1 Polymeerien määritelmä ja kemiallinen rakenne	7
	2.2 Polymeerien työstömenetelmät	8
	2.3 Biopolymeerit	9
	2.2 Kiertotalous	12
3	KURSSIN SISÄLLÖN SUUNNITTELU	14
	3.1 Kurssin sisällön määrittäminen	14
	3.2 Moodle yleisesti	14
	3.2 Moodlen ominaisuuksien hyödyntäminen	16
4	KÄYTÄNNÖN TOTEUTUS	20
	4.1 Suurikokoisen ryhmän ohjaamisen haasteet	20
	4.2 Englanninkielisten materiaalien hyödyntäminen	21
	4.3 Ryhmätyöskentely opetuksen tukena	22
5	POHDINTA	24
	LÄHTEET	25

ERITYISSANASTO

Polymeeri	Suurikokoinen molekyyli, joka koostuu toisiinsa liittyneistä pienemmistä molekyyleistä, monomeereistä. Muovimateriaalien keskeinen rakenneosa.
Komposiitti	Kahdesta fyysisesti ja kemiallisesti erilaisesta, toisiinsa sekoittumattomista aineesta muodostettu materiaali.
Biomuovi	Muovimateriaali, joka on joko valmistettu biopohjaisesta raaka-aineesta tai joka hajoaa luonnossa.
Fossiilinen	Uusiutumattomasta kivettyneestä biomassasta, kuten kivihielestä tai raakaöljystä valmistettu polttoaineaine tai materiaali.
Biopohjainen	Uusiutuvasta eloperäisestä aineesta valmistettu materiaali.
Biohajoava	Tietyissä luonnon olosuhteissa, riittävän lyhyessä ajassa hajoava materiaali.
PCL	Polykaprolaktoni, fossiilinen biohajoava polymeeri
PBAT	Polybuteeni-adipaatti-tereftalaatti, fossiilinen biohajoava polymeeri
PHA	Polyhydroksialkaonaatti, biopohjainen biohajoava polymeeri
Bio-PET	Osittain biopohjaisista raaka-aineista valmistettu polyeteenitereftalaattia muistuttava polymeeri

Bio-PE	Osittain biopohjaisista raaka-aineista valmistettu polyeteeniä muistuttava polymeeri
Kiertotalous	Talousmalli, jossa olemassa olevat tuotteet ja raaka-aineet pyritään pitämään käytössä mahdollisimman pitkään, vähentäen jätteen määrää.
H5P	Avoimeen lähdekoodiin perustuva työkalu, jolla voidaan luoda verkko-oppimisen tehtäviä.
Breakout room	Videopuhelusovellusten, kuten Microsoft Teamsin ja Zoomin ominaisuus, jolla osallistujat voidaan jakaa erillisiin huoneisiin puhelun aikana.

1 JOHDANTO

Polymeerikemian ja komposiittien perusteiden opintojakso on osa Tampereen ammattikorkeakoulun biotuote- ja laboriotekniikan koulutusohjelmien oppimäärää. Sen on tarkoitus tutustuttaa opiskelija polymeerien, biopolymeerien ja komposiittien rakenteeseen, ominaisuuksiin, luokitteluun, valmistukseen sekä sovelluksiin, ja siten ymmärtämään niiden roolia materiaalitekniikassa. Samaa aihealuetta käsitteleviä kursseja on järjestetty aiemmin niin suomeksi kuin englanniksi, mutta muutokset opetussuunnitelmassa ovat nostaneet tarpeen uudelle lähestymistavalle.

Koska kurssille liittyy opiskelijoita kahdesta eri koulutuksesta, sille odotetaan hyvin suurta osallistujamäärää, mahdollisesti noin kahdeksaakymmentä henkeä. Opettajan kannalta niin monen oppilaan kurssin ohjaaminen saattaa aiheuttaa kohtuuttoman paljon työmäärää. Tästä syystä kurssia laatiessa on painotettava oppilaiden itsenäistä työskentelyä. Kurssisuunnittelussa tullaan ennen kaikkea hyödyntämään ryhmätyöskentelyä ja opiskelijoiden omatoimisuutta, mikä tekee varsinkin suuremman osallistujamäärän opettamisesta sujuvampaa.

Kurssin pääasiallisena alustana toimii virtuaalinen oppimisympäristö Moodle, jolle luodulle kurssisivulle on mahdollista koota oppimateriaaleja, tehtäviä, tenttejä ja muita oppimista tukevia aktiviteettejä. Alustan on tarkoitus olla sekä opettajan että opiskelijan kannalta vaivatonta käyttää, ja sovelluttava tarvittaessa suurellekin opetusryhmälle. Moodlen työkalujen avulla on mahdollista suunnitella tehtäviä, jotka haastavat opiskelijaa seuraamaan taitotasoaan, mutta eivät aiheuta kurssin vetäjälle liikaa kuormitusta.

2 POLYMEERIKEMIAN TEORIAA

2.1 Polymeerien määritelmä ja kemiallinen rakenne

Muovi on rakennemateriaali, jonka keskeisenä osana toimii suurimolekyylinen polymeeri ja jonka tuoterakenne on muovattavissa virtaavassa tilassa. Polymeerimolekyylit koostuu pienemmistä toisiinsa liittyneistä molekyyleistä, monomeereistä, jotka muodostavat yhdessä ketjun tai verkostomaisen rakenteen. (Muoviteollisuus ry 2023). Polymeerejä esiintyy luonnossa esimerkiksi selluloosassa, tai ne voivat olla synteettisiä (Toukoniitty, Åkerman 2020. 9). Muovi voi sisältää useita eri polymeerilajeja, joiden fysikaalinen ja kemiallinen rakenne määrittää muovin ominaisuudet (Muoviteollisuus ry 2023).

Polymeerit voidaan luokitella alkuperän, koostumuksen ja ominaisuuksien mukaan esim. kesto- ja kertamuoveihin ja elasteihin. Kestomuoveja, kuten polyeteeniä, voidaan muokata uudelleen sulatuksen avulla, kun taas kertamuovia ei voi sulattaa ilman sen rakenteen hajoamista. Polymeeri voi muodostua yhden-tyyppisistä monomeereistä, jolloin puhutaan homopolymeeristä, tai kahdesta tai useammasta monomeeristä, jotka muodostavat kopolymeerin (Toukoniitty, Åkerman 2020. 12–14, 19-20).

Prosessia, jossa monomeerit liittyvät yhteen kutsutaan polymeroitumiseksi. Monomeerien määrä ja niiden kokonaismolekyyliaino määrittää polymeerin moolimassan, mikä vaikuttaa sen mekaanisiin ominaisuuksiin ja on verrannollinen sen sulamispisteeseen ja työstettävyyteen (Weiström 2016 11, 41–42). Polymeeriketju voi olla lineaarinen tai haaroittunut. Kestomuovien rakenne on tyypillisesti silloittunut, jossa pidemmät ketjut ovat yhdistyneet toisiinsa lyhyempien ketjujen avulla (Toukoniitty, Åkerman 2020. 19). Polymeereilla on tietty kiteisyysaste, jonka perusteella ne voidaan luokitella osittain kiteisiin ja amorfisiin muoveihin. Kiteisyys vaikuttaa ennen kaikkea polymeerin sulattamiseen. Amorfisilla muoveilla ei ole tarkkaa sulamispistettä toisin kuin kiteisillä muoveilla (Weiström 2016.14).

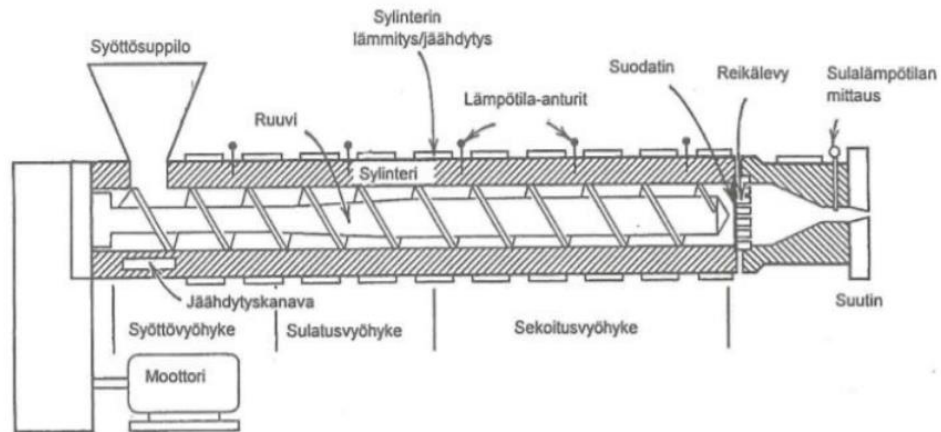
Muoveissa käytetään usein lisäaineita, jotka parantavat materiaalin ominaisuuksia. Toisaalta ne voivat myös hankaloittaa muovin uusiokäyttöä. Yleisiä lisäaineita ovat esimerkiksi stabilisaattorit, jotka parantavat polymeerin kestävyyttä, käsittelyä helpottavat pehmitteet ja liukuaineet, väriaineet, sekä sähköistymistä ja palamista torjuvat aineet. Muoveihin voidaan myös lisätä täyteaineita käytännöllisistä, kuten myös taloudellisista syistä (Toukoniitty, Åkerman 2020. 27–28).

Polymeerejä käytetään paljon komposiittien rakennusaineina. Komposiitti muodostuu kahdesta toisiinsa sekoittumattomasta materiaalista, jotka parantavat toistensa ominaisuuksia. Tyypillinen muovikomposiitti eli lujitemuovi koostuu polymeerisestä matriisista ja siihen lisätyistä lujitteista. Komposiitin rakenteeseen lasketaan myös siihen kuuluvat täyte- ja lisäaineet (Muoviteollisuus ry 2023).

2.1.1 Polymeerien työstömenetelmät

Muovimateriaaleja työstetään monilla eri menetelmillä. Niistä yleisimpiä ovat ekstruusio ja puhalluskalvoekstruusio, kalanterointi, puhallusmuovaus, tyhjiö- tai lämpömuovaus sekä rotaatio- ja ruiskuvalu (Toukoniitty, Åkerman 2020. 40). Muovikomposiiteille on puolestaan omat työstömenetelmänsä (Muoviteollisuus ry 2023).

Ekstruusiossa sula muovimassa työnnetään läpi suulakkeesta, jonka malli antaa tuotteelle halutun muodon. Se sopii esimerkiksi erilaisten profiilien, putkien ja muovipinnoitteiden valmistamiseen. Puhalluskalvoekstruusiossa suulakkeesta saapuva muovi puhalletaan ilmavirran avulla ohueksi kalvoksi, jota on helppo jatkokäsitellä. Näin muotoillaan esimerkiksi muovipussit (Muoviteollisuus ry 2023).



KUVA 1. Esimerkki ekstruuderin rakenteesta (Seppälä, Jukka 2001)

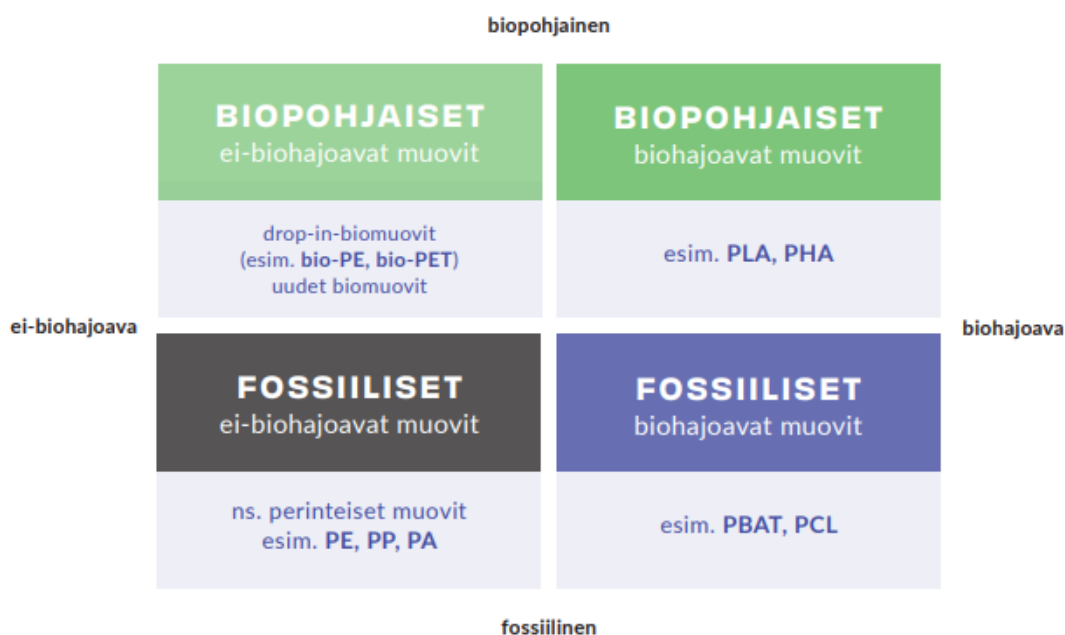
Kalanteroinnissa muovimassa puristetaan levyksi kahden telan välissä. Se soveltuu mm. paneelien ja päällysteiden valmistamiseen. Sisältä ontot tuotteet, kuten muovipullot on usein valmistettu puhallusmuovauksen avulla, jossa muovimassa puhalletaan suljetun muotin reunoille. Tyhjiömuovauksessa lämmitetty muovilevy imetään alipaineen avulla muottia vasten, jolloin saadaan ohut, tarkasti muotoiltu pinta. Rotaatiovalussa käytetään pyörivää muottia, joka valaa muovimassan suureksi ontoksi kappaleeksi. Ruiskuvalussa sulamuovi ruiskutetaan suljettuun muottiin, ja sillä voidaan valmistaa monia erimuotoisia kappaleita (Muoviteollisuus ry 2023).

3D-tulostus on viime vuosikymmenten aikana yleistynyt tapa työstää muovi- ja komposiittimateriaaleja. Yksinkertaisimmillaan se toimii syöttämällä tulostimeen polymeerijauhetta tai rakeita, jotka lämmitetään ja pursotetaan haluttuun muotoon, usein tietokoneella suunnitellun kappaleen mukaan. 3D-tulostimia hyödynnetään niin teollisuuteen kuin harrastekäyttöön. Sen avulla voidaan tuottaa suurempiakin kappaleita, kuten huonekaluja tai autojen ja rakennusten osia (Savonia 2023).

2.1.2 Biopolymeerit

Biomuovit ovat laaja käsite, jolla voidaan viitata kaikkiin paitsi perinteisiin, fossiiliin luonnossa hajoamattomiin muoveihin. Biomuoveihin lukeutuu biopohjaiset, mutta ei-biohajoavat muovit, sekä biopohjaiset ja fossiiliset biohajoavat muovit.

Kaikki biomuovit eivät siis hajoa luonnossa, tai ole valmistettu uusiutuvista raaka-aineista vastoin helposti syntyviä mielikuvia (Muovipoli 2020. 9).



KUVIO 1. Muovien nelikenttäjaottelu (Muovipoli 2020. 9)

Biopohjaiset muovit on nimensä mukaisesti valmistettu eloperäisistä, uusiutuvista raaka-aineista, kuten viljasta, sellusta, tärkkelyksestä, rasvoista tai öljyistä (Muoviteollisuus ry 2023). Biopohjaisen sisällön osuus biomuoviksi luokitellussa materiaalissa saattaa vaihdella. Yksi tapa varmistaa muovin biopohjaisuus on jäljitellä sen sisältämän biopohjaisen hiilen määrä. Muoveista, jotka koostuvat suurimmaksi osaksi fossiilisista raaka-aineista ja niihin lisätystä biopohjaisista aineista voidaan käyttää termiä massatasebiomuovi. Niiden avulla on mahdollista vähentää uusiutumattomien luonnonvarojen kulutusta (Muovipoli 2020. 14–15).

Jotta muovi voidaan luokitella biohajoavaksi, sen täytyy pystyä hajoamaan luonnon olosuhteissa hiilidioksidiksi tai metaaniksi ja vedeksi tai biomassaksi kohtuullisen ajan kuluessa. Tietyissä materiaaleissa, kuten elintarvikepakkauksissa biohajoavuus ei välttämättä ole tavoiteltua. Koska biohajoamiseen vaikuttavat tekijät ovat riippuvaisia vallitsevista olosuhteista, useimmat biohajoavat muovit vaativat tietynlaisen ympäristön hajotukseen, esimerkiksi sopivan maaperän, merivesiympäristön tai vesistön. Biohajoavuudella ei ole määritelmänä mitään tekemistä

muovin raaka-aineiden kanssa, joten se voi viitata myös öljypohjaiseen materiaaliin kunhan sen kaikki raaka-aineet hajoavat luonnossa (Muovipoli 2020. 17–18).

Kuten perinteisillä muoveilla, biomuoveja on monia eri laatuja, jotka soveltuvat eri käyttökohteisiin niiden raaka-aineiden ja loppukäsittelyn perusteella. Bio-PET luokituu biopohjaisiin, mutta ei-biohajoaviin muoveihin. Se on valmistettu suurimaksi osaksi polystyreenistä, mutta sisältää jonkin määrän eloperäistä, usein sokeripohjaista raaka-ainetta. Materiaalina se soveltuu elintarvikepakkauksiin, kuten vihannesrasioihin ja virvoitusjuomapulloihin. Toinen esimerkki samaan luokkaan kuuluvista biomuoveista on bio-PE, jota valmistetaan useimmiten sokeriruokopohjaisesta bio-etanolista, ja käytetään useissa eri pakkausmateriaaleissa ja pienesineissä (Muovipoli 2020. 27). Polylaktidi eli PLA on tunnettu esimerkki biopohjaisesta ja biohajoavasta muovista. Sen raaka-aineena käytetään fermentoitua maitohappoa. Se muistuttaa ominaisuuksiltaan polystyreeniä ja soveltuu lukuisiin eri käyttökohteisiin. Esimerkkejä biohajoavista, fossiilisista muoveista ovat PCL ja PBAT. Niitä sekoitetaan usein joustavan rakenteensa vuoksi biopohjaisiin muoveihin parantamaan materiaalin ominaisuuksia (Syväne 2020).

2.2 Kiertotalous

Muovien käyttöön liittyvät haittapuolet ovat nousseet yhä enemmän yleiseen tietoisuuteen viime vuosien kuluessa. Uusiutumattomien luonnonvarojen käyttämiseen muoviteollisuudessa sekä niiden loppukäsittelyyn liittyy lukuisia ympäristöhaittoja esimerkiksi mikromuovien päätyessä ekosysteemeihin ja vesistöihin. Näin ollen muoviteollisuutta kehitetään jatkuvasti kiertotalouden ja ympäristövahinkojen minimoinnin nimissä (Toukoniitty, Åkerman 2020. 42–43).

Muoveja voidaan uusiokäyttää monella eri tavalla. Monet muovit on mahdollista prosessoida uudelleen ja hyödyntää toisessa materiaalissa tai tuotteessa. Kierätystuotteista valmistettuja muovimateriaaleja kutsutaan uusiomuoveiksi. Jos muovia ei voida käyttää uudelleen, se voidaan silti hyötykäyttää polttamalla sen

korkean energia-arvon ansiosta. Yleisesti käytetyillä muoveilla on oma materiaa-
limerkintä, jonka avulla kierrätystä varten kerätyt muovit voidaan lajitella (Muovi-
teollisuus ry 2023).

Biopohjaiset muovit voidaan yleisesti ottaen kierrättää kuten niiden fossiiliset vas-
tineet. Niin kutsutut drop-in-biomuovit, jotka vastaavat kemiallisilta ominaisuuksil-
taan fossiilisia muoveja, kierrätetään usein niiden kanssa. Biohajoavaa muovia
voidaan käsitellä biojätteenä ja kompostoida. Etenkin biohajoavista muovikas-
seista on myös apua muun kompostoituvan jätteen keräämisessä. Kaikki bioha-
joavat muovit eivät kuitenkaan maadu samalla aikavälillä kuin muu biojäte, jolloin
ne saatetaan seuloa erilleen jätteen seasta kierrätyslaitoksilla (Muovipoli 2020.
36).

3 KURSSIN SISÄLLÖN SUUNNITTELU

3.1 Kurssin sisällön määrittäminen

Kurssin yleinen aihealue on määritelty sen oppimistavoitteissa, mutta sen jäsentely ja painottuminen vaati tarkempaa rajaamista. Polymeerikemiasta on Tampereen ammattikorkeakoulussa järjestetty useita aiempia opintojaksoja niin suomeksi kuin englanniksi, ja niiden sisältö soveltui pohjaksi myös uudelle kurssille. Poikkeuksena sen aiempiin vastineisiin, uudella kurssilla tullaan syventymään biopolymeerien ominaisuuksiin ja tulevaisuuteen entistä tarkemmin. Kurssiin ei suunnitellusti sisälly laboratoriotöitä, eikä sillä siksi käydä läpi polymeerien testausmenetelmiä. Muuta oleellista huomioitavaa aihealueen suunnittelussa oli opiskelijoiden lähtötason arvioiminen, sekä mahdollinen suuri osallistujamäärä.

Lopulta kurssin sisältö koitui parhaaksi jakaa seuraaviin osa-alueisiin: polymeerikemian peruskäsitteet, polymeerien molekyyli rakenne, muovien työstömenetelmät, biopohjaiset polymeerit, komposiittimateriaalit ja polymeerien kiertotalous. Tällainen jako mukaillee aikaisempia polymeerikemian opintojaksoja, mutta lisää biopolymeerien osuutta uuden opetussuunnitelman mukaan. Osioista ensimmäisen on määrä tutustuttaa opiskelija polymeerin määritelmään, luokitteluun ja yleisiin käyttökohteisiin, tarjoten yleiskuvan polymeerien roolista materiaalitekniikassa. Seuraavassa osiossa taas syvennyttään tarkemmin polymeerien kemiallisiin ominaisuuksiin, kuten syntyprosessiin, rakenteeseen ja kiteisyyteen, kattaen valtaosan kurssin laskutehtävistä. Kolmas osio puolestaan käsittelee polymeerien tärkeimmät työstömenetelmät, ekstruusio, lämpömuovaus, rotaatio- ja ruiskuvalu, sekä tulevaisuudessa yhä yleistyvän 3D-tulostuksen.

Biopolymeerien osuutta opintojaksossa on laajennettu sen aiempiin versioihin nähden. Kyseisen osa-alueen teoria rakentuu pitkälti Muovipolin julkaisemaan Biomuoviopas-verkkomateriaaliin. Opiskelija on tarkoitus oppia tuntemaan biopohjaisten ja biohajoavien muovien käsitteet, niiden yleisimmät tyypit, sekä tarkastelemaan biomuovien tulevaisuutta.

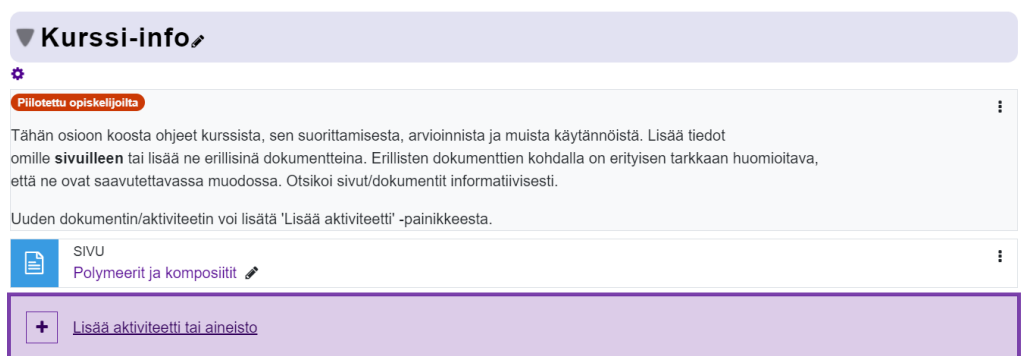
Polymeerikomposiiteille on varattu oma osionsa, jossa tutustutaan komposiittien rakenteeseen, ominaisuuksiin ja käyttökohteisiin. Myös komposiittien valmistusprosessit, kuten laminointi ja kuitukelaus käydään läpi. Viimeisenä kurssilla tullaan käsittelemään kiertotaloutta, keskittyen polymeerien elinkaareen ja uusiokäyttöön, muovijätteen ja sen ympäristövaikutuksiin, sekä muovituotteiden kehittämiseen.

3.2 Moodle yleisesti

Moodle on virtuaalinen alusta, joka pyrkii tarjoamaan kouluille ja opiskelijoille helposti muokattavan ja kaikenkattavan digitaalisen oppimisympäristön. Moodlea käytetään maailmanlaajuisesti ja sillä on satoja miljoonia käyttäjiä niin akateemisissa yhteisöissä kuin yritysmaailmassa. Se on suunniteltu erityisesti verkkokurssien järjestämistä varten ja tarjoaa työkaluja digitaalisen aineiston jakamiseen ja julkaisemiseen sekä aktiviteettien luomiseen (Moodle 2024).

Moodle on rakenteeltaan modulaarinen. Alustan käyttäjä voi luoda siihen erillisiä kurssitiloja, joille opiskelijat pääsevät liittymään joko vapaasti tai avainkoodin avulla. Kurssin luoja ja muut, joille on annettu siihen oikeudet pääsevät muokkaamaan sen sisältöä. Sen ulkoasu noudattaa yleensä kunkin kouluyhteisön käyttämää teemaa.

Tyypillinen Moodle-kurssi rakentuu useasta, kukin tiettyä aihetta käsittelevästä osiosta, joihin lisätään niitä koskevat aineistot ja aktiviteetit. Kurssille on esimerkiksi mahdollista lisätä videoita, oppimateriaaleja ja linkkejä. Kuviossa 2 näkyy esimerkki Moodle-kurssin osiosta muokkaustilassa. Jokainen osio on mahdollista sulkea ja avata tarpeen mukaan. Osioon voi esimerkiksi lisätä tekstikenttiä, sivuja, aineistoja, harjoituksia, automaattisesti tarkastettavia tenttejä tai palautuskansioita. Sen sisältöä on myös mahdollista rajoittaa opiskelijoilta, vain kurssitilan hallitsijoiden nähtäväksi.



Kurssi-info

Piilotettu opiskelijoilta

Tähän osioon koosta ohjeet kurssista, sen suorittamisesta, arvioinnista ja muista käytännöistä. Lisää tiedot omille sivuilleen tai lisää ne erillisinä dokumentteina. Erillisten dokumenttien kohdalla on erityisen tarkkaan huomioitava, että ne ovat saavutettavassa muodossa. Otsikoi sivut/dokumentit informatiivisesti.

Uuden dokumentin/aktiviteetin voi lisätä 'Lisää aktiviteetti' -painikkeesta.

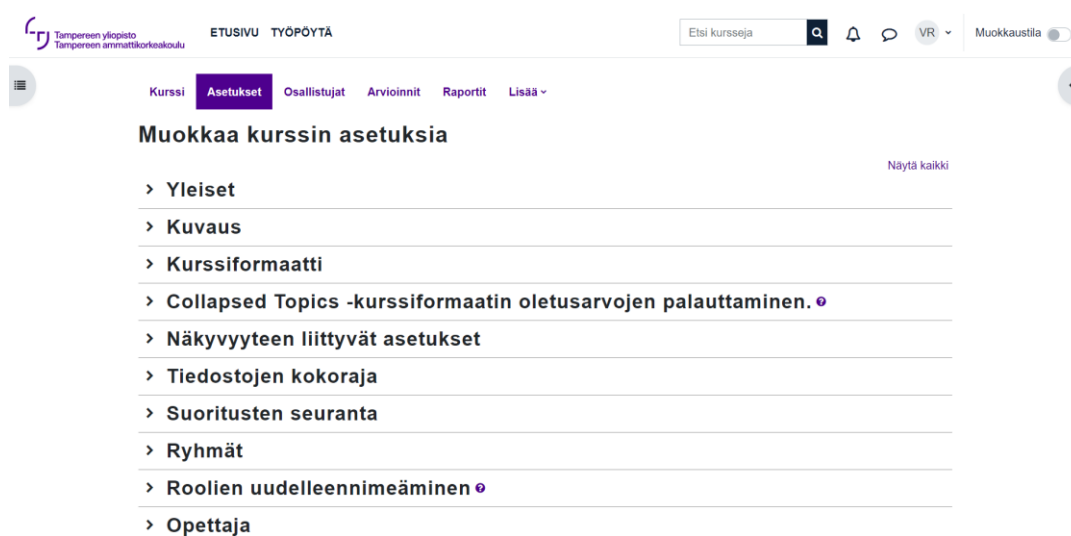
SIVU
Polymeerit ja komposiitit

+ Lisää aktiviteetti tai aineisto

KUVIO 2. Moodle-kurssin osio muokkaustilassa

Kurssin asetuksissa käyttäjä pääsee editoimaan kurssialueen ominaisuuksia, kuten kuviossa 3 on esitelty. Yleisissä asetuksissa voidaan muokata kurssin nimeä, tunnisteita, näkyvyyttä sekä alkamis- ja päättymispäivämäärää. Kurssialueesta voidaan kirjoittaa kuvaus, joka näkyy kurssin etusivulla. Sen ohelle voidaan myös lisätä kuvituskuva.

Kurssin rakennetta ja ulkoasua voidaan muokata kurssiformaattiosiossa. Siinä määritetään esimerkiksi kurssin alaosioiden määrä ja asettelu. Niihin lisättävien tiedostojen maksimikoko on myös määritettävissä. Kurssin opettajat ja osallistujat löytyvät rooleineen ja mahdollisine yhteystietoineen aakkostetusta luettelosta Osallistujat-välilehdeltä. Opettaja pääsee halutessaan seuraamaan opiskelijoiden suorituksia arvioinnit-välilehdeltä, jolle on listattu kunkin opiskelijan suorittamien aktiviteettien pisteytykset.



Tampereen yliopisto
Tampereen ammattikorkeakoulu

ETUSIVU TYÖPÖYTÄ

Etsi kursseja

Muokkautila

Kurssi **Asetukset** Osallistujat Arvioinnit Raportit Lisää

Muokkaa kurssin asetuksia

Näytä kaikki

- > Yleiset
- > Kuvaus
- > Kurssiformaatti
- > Collapsed Topics -kurssiformaatin oletusarvojen palauttaminen.
- > Näkyvyyteen liittyvät asetukset
- > Tiedostojen kokoraja
- > Suoritusten seuranta
- > Ryhmät
- > Roolien uudelleennimeäminen
- > Opettaja

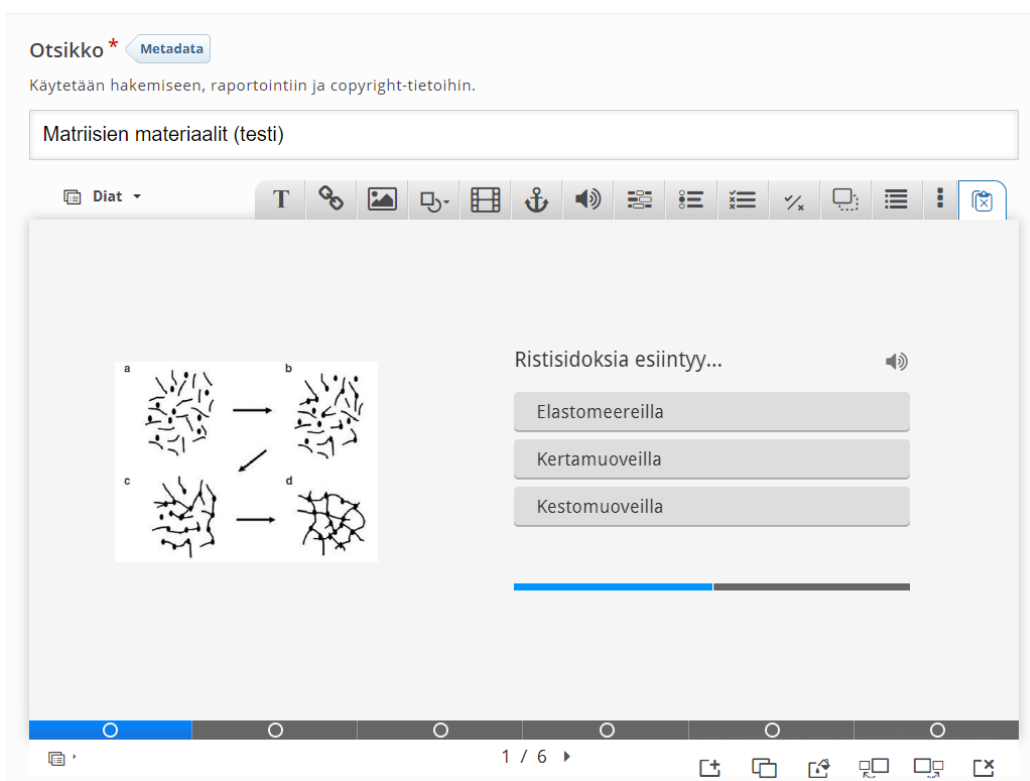
KUVIO 3. Moodle-kurssin asetukset

3.3 Moodlen ominaisuuksien hyödyntäminen

Opinnäytetyötä varten luotiin kokeellinen Moodle-kurssi, jossa kurssien hallintaan ja ominaisuuksiin pääsi tutustumaan käytännössä. Kurssialue toimi samalla alustana opinnäytetyöhön liittyville aineistoille. Alustaan tutustuminen tapahtui ensisijaisesti lukemalla Moodlen omia käyttöohjeita sekä luomalla kurssialueelle kokeellisia aktiviteetteja. Kurssin kokeellisia aktiviteetteja luodessa hyödynnettiin paljon sitä edeltäneen englanninkielisen Polymers and Composites -opintojakson tehtäviä, kopioimalla ja kääntämällä niiden sisältöä suomeksi.

Esimerkki Moodle-kurssille luotavista aktiviteeteista on H5P-tehtävät. Kukin H5P-tehtävä muodostuu dioista, joista jokainen esittelee yhden tai useamman kysymyksen. Kysymykset voivat olla formaatiltaan esimerkiksi monivalintatehtäviä, täydennystehtäviä, tai oikein vai väärin -tehtäviä. Diat ovat modulaarisia, ja niiden sisältöä pääsee vapaasti liikuttamaan ja organisoimaan. Niihin on myös mahdollista tuoda kysymykseen liittyviä kuvia.

Kuviossa 4 on annettu esimerkki yhdestä H5P-tehtävän diasta, joka näyttää monivalintatehtävän ja siihen liittyvän polymeerien ristisidoksia esittävän kuvan. H5P-tehtävä tarkistaa opiskelijan suorituksen automaattisesti, ja paljastaa tälle kysymyksen oikean ratkaisun vastauksen jälkeen. H5P-tehtäviä ei näin ollen ole tarkoitettu tenteiksi, vaan ne vastaavat lähinnä interaktiivisia tuntitehtäviä. Ne antavat sekä opiskelijalle että opettajalle mahdollisuuden seurata kurssilla käsiteltävän tiedon sisäistämistä ja rajaamaan luennon avainkohdat.



KUVIO 4. Esimerkki H5P-tehtävästä

Moodle-alusta antaa monipuoliset työkalut tenttien luomiseen. Uuden tentin luomiseen kuuluu sen asetusten määrittäminen sekä kysymysten suunnitteleminen. Opiskelijan suorittaessa tenttiä kysymykset arvotaan ennalta määritetystä kysymyspankista, jolloin eri opiskelijoiden saamat tehtävät ja niiden järjestys eroavat jossain määrin toisistaan. Tentin asetuksissa voidaan määrittää tentin ajankohta ja suoritukseen annettu aika, kysymysten asettelu, sekä tentin pisteytys, läpäisyraja ja sallitut suorituskerrat.

Kun tentin perusasetukset on määritetty, siihen voidaan lisätä kysymyksiä, joko luomalla uusia tai valitsemalla aiemmin luotuja kysymyksiä kysymyspankista. H5P-tehtävien tavoin tenttikysymysten formaatteja on monenlaisia. Ne voivat olla esimerkiksi monivalintatehtäviä, yhdistämistehtäviä, laskutehtäviä, lyhyen vastauksen tehtäviä, tai vaikka esseemuotoisia. Toisaalta tentin luoja on otettava huomioon tentin automaattisen tarkistuksen aukot pitkämuotoisten tenttivastauksen kohdalla. Kysymyksiin voi myös lisätä kuvia ja ohjetekstejä. Kuvioissa 5, 6 ja 7 on esitelty mahdollisista tenttikysymyksistä. Kysymyksen pisteytys näkyy sen vasemmassa laidassa, ja tentin jäljellä oleva aika sen oikeassa ylänurkassa. Kuvioiden kysymykset on luotu esimerkkiä varten, eikä niitä esiinny lopullisen kurssin tenteissä.

Aikaa jäljellä 0:59:28

Kysymys 1

Ei vielä vastattu

Kokonaispisteistä 7,00

Merkitse kysymys

Muokkaa kysymystä

Tunnista, ovatko seuraavat muovilaadut biopohjaisia tai biohajoavia.

PCL	Valitse...
PLA	Valitse... Biohajoava, ei-biopohjainen Biopohjainen, ei-biohajoava Biopohjainen ja biohajoava
PBAT	
Bio-PET	Valitse...
PEF	Valitse...
PHA	Valitse...
Bio-PA	Valitse...

Lopeta tentti

KUVIO 5. Esimerkki yhdistämistehtävästä

Kysymys 2

Ei vielä vastattu

Kokonaispisteistä 1,00

Merkitse kysymys

Muokkaa kysymystä

Biopohjaista muovia voidaan valmistaa tärkkelyksestä.

Valitse yksi:

Tosi

Epätosi

Edellinen sivu
Seuraava sivu

KUVIO 6. Esimerkki tosi/epätosi -tehtävästä.

Kysymys 3

Ei vielä vastattu

Kokonaispisteistä 1,00

Merkitse kysymys

Muokkaa kysymystä

Biomuovien osuus muovipakkauksien materiaaleissa on noin...

a. 14%

b. 8%

c. 53%

d. 75%

e. 42%

Edellinen sivu
Lopeta tentti

KUVIO 7. Esimerkki monivalintatehtävästä.

4 KÄYTÄNNÖN TOTEUTUS

4.1 Suurikokoisen ryhmän ohjaamisen haasteet

Koska polymeeritekniikan kurssi on suunnattu kahdelle eri opintosuunnalle, sille odotetaan suurta osallistujamäärää, mahdollisesti noin kahdeksankymmentä opiskelijaa. Suuren ryhmän ohjaaminen asettaa kurssin opettajalle monia haasteita ja saattaa koitua tarpeettoman kuormittavaksi. Samalla on otettava huomioon, etteivät kurssilla käytettävät opetusmenetelmät käy opiskelijan edun vastaisiksi. Kurssin materiaalien ja aktiviteettien on oltava riittävän kattavia itsenäisen oppimisen tukemiseksi, ja opiskelijan on saatava niihin tarvittaessa apua.

Tenttien laatiminen on oleellinen osa kurssin suunnittelua, mihin Moodle tarjoaa monia työkaluja. Se pystyy tarkastamaan tentit automaattisesti, vähentäen opettajan työtä. Kyseisen ominaisuuden hyödyntäminen asettaa toisaalta tiettyjä kriteereitä tenttikysymysten muodolle. Muun muassa esseetehtävät ja muut pitkät kirjoitustehtävät joudutaan sulkemaan pois. Parhaiksi tehtävämuodoiksi jäävät täten monivalinta-, sanantäydennys- ja yhdistämistehtävät, sekä laskutehtävät ja mahdollisesti lyhyet, yhden tai muutaman sanan vastaustehtävät.

Arvioidun osallistujamäärän kurssin luennot on todennäköisesti järjestettävä etäopetuksena. Auditorioita lukuun ottamatta Tampereen ammattikorkeakoulun luokatilat ovat riittämättömiä kurssin tarpeisiin, eikä suuresta ryhmästä aiheutuva hälinä tarjoa parasta oppimisympäristöä. Kurssin luentojen alustaksi valikoituu todennäköisesti Microsoft Teams. Teams-ryhmän keskustelualue mahdollistaa linkkien jakamisen. Luentoihin on näin mahdollista sisällyttää aineistoja ja tehtäviä Moodlesta, tehden oppimisesta interaktiivista. Teamsilla järjestettävä video-puhelu on myös jaettavissa erillisiin huoneisiin breakout room -työkalun avulla, jolloin muutaman hengen opiskelijaryhmät pystyvät keskustelemaan vapaasti tai ratkaisemaan tehtäviä yhdessä.

Vaikka kurssi toteutettaisiin ensisijaisesti etänä, mahdollisia lähitapaamisia ei tule poissulkea. Erityisesti kurssin ohjelmaan kuuluvien keskimääräisiä molekyyli-

noja koskevien laskutehtävien kohdalla voi olla opiskelijan edun mukaista järjestää tunteja myös koululla. Mahdollinen ratkaisu lähitapaamisten toteuttamiseen on jakaa kurssin osallistujat pienempiin ryhmiin, jotka kokoontuvat vuorollaan määrättyssä luokkatilassa.

4.2 Englanninkielisten materiaalien hyödyntäminen

Uuden kurssin aineistot ja luentomateriaalit perustuvat suunnitellusti enimmäkseen Esa Toukoniityn ja Marja-Leena Åkermanin luomaan materiaaliin, sekä Muovipolin julkaisemaan Biomuovioppaaseen. Ei kuitenkaan ole syytä unohtaa, että polymeerikemian kurssista on Tampereen ammattikorkeakoulussa järjestetty useita aiempia versioita niin suomen kuin englannin kielellä. Niin ollen kurssin suunnittelussa voidaan hyödyntää myös aiempien opintojaksojen aineistoja.

Laatiessa dioja uusiin luentomateriaaleihin, suurin osa kurssin englanninkielisen kurssin "Polymers and Composites" aineistosta on käytettävissä sellaisenaan suomeksi käännettynä. Kurssin materiaaleista löytyy myös Excel-muotoisia laskutehtäviä polymeerien keskimääräisen molekyylipainon laskemisesta, jotka voivat olla hyödyksi myös tulevaisuudessa. Esimerkki tehtävistä on esitetty kuviossa 8.

	A	B	C	D	E	F
1	Calculate Number-average molecular weight:					
2						
3	Molecular wt. Range	Mean M(i)	n(i)	n(i)M(i)		
4						
5	8000-16000	12000	0,05			
6	16000-24000	20000	0,16			
7	24000-32000	28000	0,24			
8	32000-40000	36000	0,28			
9	40000-48000	44000	0,2			
10	48000-56000	52000	0,07			
11			1			
12	Number-average molecular weight				g/mol	

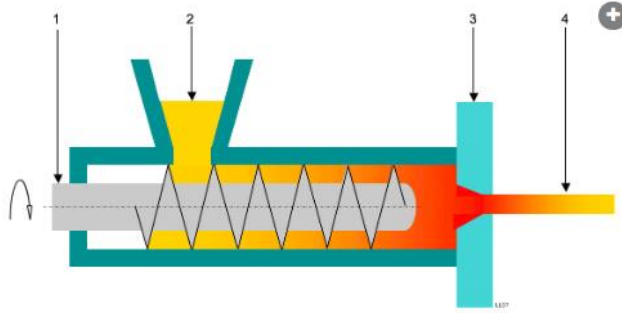
KUVIO 8. Excel-tehtävä keskimääräisen molekyylipainon laskemisesta

4.3 Ryhmätyöskentely oppimisen tukena

Opiskelijoiden ryhmätyöskentely voi olla yksi tapa helpottaa opettajan työmäärää. Etenkin polymeerien prosessointimenetelmiä käsittelevä osuus tarjoaa otollisen tilaisuuden ryhmätöille, koska se on helpoimmin jaettavissa erillisiin aiheisiin. Yksi kurssin suunnitelluista aktiviteeteista on opiskelijoiden luoma esitelmä yhdestä polymeerien työstömenetelmästä, kuten ekstruusiosta tai 3D-tulostuksesta.

Koska aiheita on lopulta rajallinen määrä, eivätkä suuret yksittäiset ryhmät vastaa opiskelijoiden etua, mahdollinen menettelytapa on jakaa opiskelijat rinnakkaisryhmiin, joilla saattaa olla sama aihe. Ryhmätöiden esittely voidaan tällöin myös jakaa useaan eri luentoan, joissa kokoontuvat kerrallaan vain tietyt ryhmät. Opettajan kuormaa saattaa keventää myös opiskelijoiden suorittama vertaisarviointi muiden ryhmien töistä.

Tekstiä tuottavan tekoälyn käyttäminen vilpin keinona on valitettavasti yleistynyt kouluissa mm. keskustelurobottien kehityksen myötä. Jotta esitelmien arvioiminen on reilua, opettajan on pystyttävä rajaamaan pois uhka tekoälyn hyödyntämisestä tekstin tuottamisessa. Ratkaisuna ongelmaan ryhmille voidaan antaa tehtäväksi luoda esitelmän aiheeseen liittyvä tehtävä muille ryhmille. Mikäli tehtävät kerätään talteen, opettaja voi hyödyntää opiskelijoiden panosta kurssin aktiviteettien kehittämisessä. Tehtävien suunnittelussa voidaan hyödyntää esimerkiksi H5P-työkalua, kuten kuviossa 9 on esitelty. Tällöin ryhmätöitä varten voidaan luoda oma, erillinen Moodle-sivunsa, jonne kukin ryhmä luo oman tehtävänsä.



Tunnista ekstruusiolaitteen osat.

1.

2.

3.

4.

Tarkista

KUVIO 9. Esimerkki opiskelijaryhmän luomasta H5P-muotoisesta tehtävästä.

5 POHDINTA

Kurssin laatiminen arvioidusti suurelle osallistujamäärälle vaatii sekä opettajan resurssien että opiskelijoiden tarpeiden huomioon ottamista. Moodlen työkaluista oli tässä tapauksessa korvaamaton apu. Opiskelijoiden omatoimista oppimista voidaan tukea H5P-tehtävien avulla, joilla opiskelija pystyy seuraamaan omaa taitotasoaan ja tuntemustaan luentojen keskeisistä aiheista. Samoin automaattisesti tarkastettavien tenttien kautta opettajan työmäärää saadaan kevennettyä.

Microsoft Teams tarjoaa sopivan alustan verkkoluentojen järjestämiseen, mutta lähiopetuksen merkitystä opiskelijoille ei ole syytä unohtaa. Pienryhmille järjestettävät luennot koululla saattavat olla korvaamattomia varsinkin kurssin laskutehtäviä käsittelevässä osassa. Teamsin breakout room -työkalu mahdollistaa oppilaiden välisen keskustelun ja yhteistyön luennon aikana.

Ryhmätyötehtävät ovat mahdollinen ratkaisu opiskelijoiden omatoimisen oppimisen lisäämiseen. Sisällöltään polymeerien työstömenetelmiä käsittelevä osio katsottiin sopivimmaksi aiheeksi ryhmätöihin. Opiskelijoiden järjestämien esitelmien sekä tuntiaktiiviteettien avulla oppimisesta saadaan interaktiivista, minkä lisäksi se voi edesauttaa kurssin myöhempää kehitystä. Sisällyttämällä ryhmätöihin luovuutta vaativaa sisältöä, kuten opiskelijoiden luomia tehtäviä, pystytään myös ehkäisemään plagioinnin tai tekstiä tuottavien tekoälyjen käytön uhkaa.

LÄHTEET

MoodleDocs. 2024. About Moodle. Luettu 15.1.2024

[https://docs.moodle.org/403/en/About Moodle#All-in-one learning platform](https://docs.moodle.org/403/en/About_Moodle#All-in-one_learning_platform)

Muovipoli. 2020. Biomuoviopas. PDF-tiedosto. Luettu 12.1.2024 [Biomuoviopas.pdf \(muovipoli.fi\)](#)

Muoviteollisuus ry. 2023. Muovitietoa. Luettu 10.1.2024 [Muovitietoa | Muoviteollisuus ry \(plastics.fi\)](#)

Savonia. 2023. Tietopankki 3D-tulostuksesta. Luettu 18.1.2024 <https://3dtulostus.savonia.fi/fi/tietopankki>

Syvänne, Jenni. Muoviyhdistys. 2023. Biopohjaiset ja biohajoavat muovit. Luettu 12.1.2024 <https://www.muoviyhdistys.fi/2020/03/03/biopohjaiset-ja-biohajoavat-muovit/>

Toukoniitty, E. & Åkerman, M.L. 2020. Muovit, polymeerit ja komposiitit – johdatus materiaaleihin ja teollisuuteen. PDF-tiedosto. Metropolia Ammattikorkeakoulu. Luettu 12.1.2024 [Muovit, polymeerit ja komposiitit – johdatus materiaaleihin ja teollisuuteen - Avointen oppimateriaalien kirjasto \(aoe.fi\)](#)

Weiström, Sanna. 2016. Muovimateriaalit. Prosessiteknikan Polymeerikemia. PDF-tiedosto. Luettu 12.1.2024 https://moodle.tuni.fi/pluginfile.php/590576/mod_resource/content/3/1%20Peruskäsitteet%20ja%20niemeäminen.pdf

