Titel van de PBL-uitdaging:
Technische keuzevakken Chemische technologie

Naam van de verantwoordelijke docent

Mariola Saternus en Tomasz Merder

Universiteit / Departement / Opleiding

Silesian University of Technology / Department of Metallurgy and Recycling / Bachelor's Degree in Management and Production Engineering (Bacheloropleiding Management en Productietechniek)

Cursus / Vak waarin geïmplementeerd

4e jaar / Projects in Elective Technical Courses Chemical Engineering (Projecten in technische keuzevakken Chemische technologie)

Implementatieperiode (datums)

1 maart 2026 – 30 april 2026

Totale duur (weken/uren)

8 weken / 30 uur

Aantal betrokken studenten

15 studenten

Alle resultaten die binnen ENVIHEI zijn ontwikkeld, zijn beschikbaar onder Creative Commons Naamsvermelding-NietCommercieel-GelijkDelen 4.0 Internationaal.

Medegefinancierd door de Europese Unie. De geuite standpunten en meningen zijn echter uitsluitend die van de auteur(s) en weerspiegelen niet noodzakelijk die van de Europese Unie of van de Spaanse Dienst voor de Internationalisering van het Onderwijs (SEPIE). Noch de Europese Unie noch SEPIE kan hiervoor verantwoordelijk worden gesteld. [2024-1-ES01-KA220-HED-000246733]

1. Projectontwerp

1.1 Korte beschrijving van het project en de voorgestelde uitdaging

De cursus is opgezet als een ervaring met projectgestuurd onderwijs (PBL) voor studenten Management and Production Engineering (Management en Productietechniek). Het hoofddoel is een functioneel product te ontwerpen en te vervaardigen met afvalmaterialen, met toepassing van de principes van duurzame ontwikkeling en de circulaire economie.

Gedurende de cursus doorlopen de studenten het volledige productontwikkelingsproces, van het identificeren en analyseren van beschikbare afvalmaterialen en hulpbronnen, via het genereren en uitwerken van een productconcept, tot het vervaardigen van het eindproduct en het evalueren van de functionaliteit en prestaties ervan. Tegelijk beoordelen de studenten de milieu-impact van hun voorgestelde oplossingen, de efficiëntie van het gebruik van hulpbronnen en de mogelijkheden voor terugwinning en hergebruik van materialen en voor de toepassing van principes van de circulaire economie. Het project bevordert innovatief denken en de praktische toepassing van principes van duurzame productie in een reële engineeringcontext.

1.2 Verwachte leerresultaten (academische en transversale competenties)

Na het succesvol afronden van de cursus hebben de studenten de volgende competenties verworven:

Academische competenties

- De principes van duurzame ontwikkeling en circulaire economie toepassen bij het ontwerpen en vervaardigen van engineeringoplossingen.
- Het potentieel en de bruikbaarheid van afvalmaterialen voor hergebruik in productontwikkeling en engineeringtoepassingen identificeren, analyseren en beoordelen.
- Functionele producten ontwerpen, prototypen en vervaardigen met gerecycleerde, teruggewonnen of hergebruikte materialen.

- Fundamentele technieken voor engineering, productie en prototyping toepassen gedurende het hele proces van productontwikkeling en -implementatie.
- De milieu-impact, de efficiëntie in het gebruik van hulpbronnen en de algemene duurzaamheid van voorgestelde oplossingen beoordelen.
- Professionele technische documentatie opstellen en projectresultaten duidelijk presenteren.

Transversale competenties

- Doeltreffend en collaboratief werken in multidisciplinaire teams om gemeenschappelijke projectdoelen te bereiken.
- Kritisch denken en probleemoplossende vaardigheden toepassen om reële engineeringuitdagingen en projectsituaties aan te pakken.
- Projectactiviteiten, taken, middelen en deadlines doeltreffend plannen, organiseren en beheren.
- Technische concepten, ontwerpbeslissingen en projectresultaten mondeling en schriftelijk duidelijk en professioneel communiceren.
- Blijk geven van creativiteit, innovatie en initiatief bij de ontwikkeling van duurzame producten en oplossingen.
- Geïnformeerde en verantwoorde beslissingen nemen, rekening houdend met de ecologische, economische en sociale impact van voorgestelde oplossingen.

1.3 Beoogde duurzaamheidscompetenties

De cursus draagt bij aan de ontwikkeling van duurzaamheidsgerelateerde competenties en sluit aan bij verschillende duurzameontwikkelingsdoelen (SDG's) van de Verenigde Naties, waaronder:

- **SDG 4 – Kwaliteitsonderwijs**, door praktisch, interdisciplinair en probleemgericht leren te stimuleren via projectmatige activiteiten rond duurzaamheidsuitdagingen.
- **SDG 9 – Industrie, innovatie en infrastructuur**, door innovatief productontwerp en duurzame productiepraktijken te bevorderen.

- **SDG 11 – Duurzame steden en gemeenschappen**, door efficiënt gebruik van hulpbronnen en milieuverantwoorde productiebenaderingen aan te moedigen.
- **SDG 12 – Verantwoorde consumptie en productie**, via de toepassing van principes van de circulaire economie, waaronder afvalvermindering, hergebruik, recycling en terugwinning van materialen.
- **SDG 13 – Klimaatactie**, door het bewustzijn van de milieueffecten van productieactiviteiten te vergroten en de ontwikkeling van duurzame oplossingen met een lage impact te ondersteunen.

Via de cursusactiviteiten versterken de studenten hun competenties in:

- Duurzaam productontwerp en de implementatie van principes van de circulaire economie.
- Efficiënt en verantwoord beheer van hulpbronnen en afval.
- Beoordeling van de milieu-impact en evaluatie van duurzaamheid.
- Systeemdenken en empirisch onderbouwde besluitvorming voor duurzame ontwikkeling.
- Teamwork, communicatie en gezamenlijk probleemoplossen in op duurzaamheid gerichte projecten.
- Creativiteit, innovatie en ondernemerschap bij de ontwikkeling van milieuverantwoorde producten en oplossingen.

1.4 Duurzaamheidsbenadering en de manier waarop deze in het project is geïntegreerd

Duurzaamheid vormt een kerndimensie van de cursus en is in alle fasen van het project geïntegreerd. De leeractiviteiten zijn gebaseerd op de principes van duurzame ontwikkeling en de circulaire economie, met bijzondere aandacht voor het behoud van hulpbronnen, afvalvermindering, verantwoorde productie en het verlengen van de levenscyclus van materialen via innovatieve strategieën voor hergebruik.

De studenten moeten een functioneel product ontwerpen, ontwikkelen en vervaardigen met afval-, teruggewonnen of gerecycleerde materialen. Gedurende het project identificeren en analyseren zij de herkomst, de eigenschappen en de mogelijke

toepassingen van materialen die anders zouden worden weggegooid. Bij de keuze van materialen en productiemethoden wordt rekening gehouden met hun milieu-impact, de efficiëntie in het gebruik van hulpbronnen, de duurzaamheid en het potentieel voor toekomstig hergebruik of recycling.

Duurzaamheidsoverwegingen worden opgenomen in zowel de ontwerp- en besluitvormingsprocessen als de eindevaluatie van de projecten. De studenten beoordelen hun oplossingen niet alleen op technische prestaties, functionaliteit, esthetiek en gebruikswaarde, maar ook op ecologische verantwoordelijkheid, efficiëntie in materiaalgebruik, levensduur van het product en mogelijkheden voor toekomstig hergebruik, herstel of recycling.

Door reële duurzaamheidsuitdagingen aan te pakken, stelt het project studenten in staat vaardigheden in systeemdenken te ontwikkelen en praktijkervaring op te doen met het toepassen van principes van duurzame engineering. Het bevordert creativiteit, innovatie, teamwork en verantwoorde besluitvorming, en vergroot tegelijk het bewustzijn van verantwoorde consumptie- en productiepatronen en versterkt de principes van de circulaire economie en de duurzameontwikkelingsdoelen (SDG's) van de Verenigde Naties.

1.5 Gebruikte methodologieën en tools (PBL-structuur, facilitatietechnieken, enz.)

De cursus wordt gegeven volgens een methodologie van projectgestuurd onderwijs (PBL), waarbij studenten in teams samenwerken om een open, reële duurzaamheidsuitdaging aan te pakken. Het leren is georganiseerd rond een gestructureerd en iteratief productontwikkelingsproces dat probleemanalyse, creatief ontwerp, prototypeontwikkeling, testen, evaluatie en kritische reflectie integreert.

Werkstroom van het project

Het project doorloopt verschillende onderling verbonden en iteratieve fasen:

- Probleemdefinitie en beoordeling van hulpbronnen: studenten onderzoeken beschikbare afvalmaterialen, analyseren de herkomst en eigenschappen ervan

en identificeren mogelijke kansen voor doeltreffend hergebruik in productontwikkeling.

- Ideevorming en conceptontwikkeling: de teams genereren alternatieve oplossingen via brainstorm- en ontwerpactiviteiten, beoordelen verschillende opties en ontwikkelen voorlopige productconcepten.
- Ontwerp en prototyping: geselecteerde concepten worden uitgewerkt tot functionele prototypes met teruggewonnen of gerecycleerde materialen en passende engineering- en productietechnieken.
- Testen, evaluatie en iteratie: prototypes worden beoordeeld aan de hand van functionele, technische en duurzaamheidscriteria, en de resultaten worden gebruikt om de voorgestelde oplossingen te verfijnen en te optimaliseren.
- Eindpresentatie en reflectie: de teams presenteren hun eindproducten, leveren de bijbehorende technische documentatie, beoordelen de duurzaamheid en milieuprestaties van hun oplossingen en reflecteren op het projectproces en de resultaten.

Onderwijs- en facilitatieaanpak

De docent treedt in de eerste plaats op als facilitator en projectmentor in plaats van als traditionele lesgever, en biedt begeleiding en ondersteuning in de verschillende fasen van het project. Het leerproces wordt ondersteund door:

- Regelmatige projectconsultaties en reviews bij mijlpalen.
- Collaboratieve workshops gericht op ontwerp, duurzaamheid en probleemoplossing.
- Peer-learningactiviteiten, feedbacksessies en constructieve gezamenlijke kritiek.
- Coaching om technische, organisatorische en ontwerpgerelateerde uitdagingen aan te pakken;
- Reflectieve leeractiviteiten die continue verbetering en een kritische afweging van projectbeslissingen aanmoedigen.

Methoden en tools

De studenten passen een reeks methoden en tools toe die vaak worden gebruikt in duurzame productontwikkeling, waaronder:

- Mensgerichte benaderingen en design thinking, waaronder empathie tonen, definiëren, ideeën genereren, prototypen en testen.
- Basisprincipes van engineeringontwerp en technieken voor rapid prototyping.
- Kaders voor materiaalanalyse en -selectie om afval en gerecycleerde hulpbronnen te beoordelen op hun eigenschappen, geschiktheid en duurzaamheid.
- Visuele communicatietools, waaronder schetsen, technische tekeningen, diagrammen en waar nodig CAD of digitale modellering;
- Tools voor projectmanagement voor taakplanning, het opstellen van een tijdlijn, de toewijzing van rollen en verantwoordelijkheden in het team en het opvolgen van de projectvoortgang.
- Benaderingen voor duurzaamheidsbeoordeling op basis van levenscyclusdenken, circulariteitsprincipes en aandacht voor efficiënt gebruik van hulpbronnen.
- Rapportage- en presentatietools om de projectontwikkeling te documenteren, resultaten te communiceren en de eindoplossing te presenteren.

Over het geheel genomen bevordert deze methodologie actief leren, interdisciplinaire samenwerking, probleemoplossing en de praktische toepassing van duurzaamheidsprincipes, en biedt ze studenten tegelijk praktijkervaring in het ontwerpen en ontwikkelen van innovatieve producten uit teruggewonnen materialen.

1.6 Organisatie van het project (groepsvorming, tijdlijn, mijlpalen)

Het project is georganiseerd als een teamactiviteit binnen een kader van projectgestuurd onderwijs (PBL). Studenten werken in kleine interdisciplinaire groepen, waardoor zij uiteenlopende perspectieven en competenties op het vlak van engineering, ontwerp, duurzaamheid, projectmanagement en communicatie kunnen integreren.

Groepsvorming en rollen

- Studenten worden ingedeeld in teams van 3–5 leden.
- De teams worden zo samengesteld dat er een evenwichtige combinatie is van technische, creatieve, organisatorische en communicatieve vaardigheden.

- Bij de start van het project verdelen de teamleden de verantwoordelijkheden volgens hun sterke punten en interesses. Typische rollen zijn onder meer projectcoördinator, ontwerpspecialist, analist voor materialen en duurzaamheid, prototypeontwikkelaar en coördinator voor documentatie of communicatie.
- Van de teams wordt verwacht dat zij zichzelf organiseren, hun activiteiten coördineren en gedurende de hele levenscyclus van het project actief samenwerken.

Projectfasen

Het project loopt over de volledige duur van de cursus en volgt een gestructureerd maar flexibel gefaseerd ontwikkelingsproces, waarin geplande activiteiten in de klas worden gecombineerd met zelfstandig teamwerk. De belangrijkste fasen zijn:

- **Fase 1**: Projectopstart en materiaalanalyse – identificatie, verzameling en beoordeling van afval- of gerecycleerde materialen die geschikt zijn voor productontwikkeling.
- **Fase 2**: Conceptontwikkeling en -selectie – genereren, vergelijken en selecteren van alternatieve productconcepten en voorlopige ontwerpen.
- **Fase 3**: Gedetailleerd ontwerp en prototyping – ontwikkeling van technische ontwerpen en bouw van functionele prototypes met de geselecteerde materialen.
- **Fase 4**: Testen, iteratie en verbetering – beoordeling van functionaliteit, bruikbaarheid, technische prestaties en duurzaamheid, gevolgd door verfijning en optimalisatie van het ontwerp.
- **Fase 5**: Eindproductie en presentatie – afwerking van het eindproduct, voorbereiding van de ondersteunende technische documentatie en presentatie van de projectresultaten.

Mijlpalen en opvolging

De voortgang van het project wordt opgevolgd via een reeks vooraf vastgelegde mijlpalen die gelegenheid bieden voor feedback, evaluatie en bijsturing:

- **Mijlpaal 1**: Projectvoorstel en analyse van beschikbare materialen.

- **Mijlpaal 2**: Goedkeuring van het gekozen productconcept en het voorlopige ontwerp.
- **Mijlpaal 3**: Afwerking van het eerste prototype.
- **Mijlpaal 4**: Testresultaten en duurzaamheidsbeoordeling.
- **Mijlpaal 5**: Eindproduct, technische documentatie en projectpresentatie.

Regelmatige controle- en reviewmomenten met de docent ondersteunen een tijdige voortgang van het project, bieden constructieve feedback, volgen de prestaties van het team op en zorgen ervoor dat de duurzaamheidsdoelstellingen gedurende het hele ontwikkelingsproces geïntegreerd blijven. Deze gestructureerde aanpak bevordert verantwoordelijkheid, doeltreffend teamwork en continue verbetering, en blijft tegelijk afgestemd op de leerresultaten van de cursus.

1.7 Van studenten gevraagde opleveringen (type, formaat, deadlines)

Gedurende de cursus moeten de studententeams een reeks gestructureerde projectopleveringen maken en indienen. Deze opleveringen documenteren het ontwikkelingsproces, tonen aan dat de leerresultaten zijn behaald en bieden de mogelijkheid om de technische, functionele en duurzaamheidsprestaties van de voorgestelde oplossingen te beoordelen.

Oplevering 1: Projectvoorstel en conceptdefinitie

- **Type**: Teamrapport en korte presentatie
- **Formaat**: Pdf-rapport (ongeveer 2–3 pagina's), met een presentatie van 5 minuten
- **Inhoud**: Identificatie en analyse van de gekozen afval- of gerecycleerde materialen; voorgesteld productconcept en beoogde functionaliteit; voorlopige duurzaamheidsoverwegingen; en een schets van de geplande productieaanpak.
- **Indiening**: Einde van week 2

Oplevering 2: Ontwerpdocumentatie en review van de voortgang van het prototype

- **Type**: Technisch ontwerprapport en review van de voortgang van het prototype

- **Formaat**: Pdf-rapport (ongeveer 4–6 pagina's), ondersteund door schetsen, technische tekeningen, CAD-modellen indien van toepassing, foto's en een demonstratie van het prototype in de klas
- **Inhoud**: Uitwerking van het gekozen concept, inclusief productontwerpspecificaties, materiaalkeuze en verantwoording, productiemethoden, voortgang van de prototypeontwikkeling en een eerste beoordeling van de functionaliteit en technische haalbaarheid.
- **Indiening**: Einde van week 5

Oplevering 3: Eindproduct en duurzaamheidsbeoordeling

- **Type**: Functioneel prototype of product en eindrapport van het project
- **Formaat**: Fysiek product/prototype, vergezeld van een pdf-rapport (ongeveer 3–4 pagina's)
- **Inhoud**: Beschrijving van het eindproduct en van het ontwerp- en productieproces; evaluatie van de functionaliteit en technische prestaties; beoordeling van de milieu-impact en de efficiëntie in het gebruik van hulpbronnen; analyse van de principes van de circulaire economie en van het potentieel voor toekomstig hergebruik of recycling; en conclusies en geleerde lessen.
- **Indiening**: Einde van week 8

Oplevering 4: Eindpresentatie en demonstratie van het prototype

- **Type**: Mondelinge presentatie en live demonstratie
- **Formaat**: Presentatieslides (PowerPoint of PDF) en een presentatie van 10 minuten
- **Inhoud**: Overzicht van het project en de eindoplossing; belangrijke ontwerp-, engineering- en duurzaamheidsbeslissingen; presentatie en demonstratie van het eindproduct; bespreking van de resultaten en van de uitdagingen tijdens de ontwikkeling; en reflectie over mogelijke verbeteringen en toekomstige ontwikkelingen.
- **Indiening**: Laatste projectsessie (week 8)

Samen ondersteunen deze opleveringen een continue opvolging van het project, stimuleren zij reflectief leren en bieden zij gedurende de hele levenscyclus van het project meerdere kansen voor feedback en verbetering. Ze maken het ook mogelijk om zowel de technische kwaliteit van de ontwikkelde oplossingen als de integratie van principes van duurzaamheid en circulaire economie te beoordelen.

1.8 Betrokken externe partners (mentoren, bedrijven, experts…) en hun rol

Bij deze implementatie waren geen externe partners betrokken.

2. Projectevaluatie

2.1 Gebruikte beoordelingscriteria en -methoden

De prestaties van de studenten werden beoordeeld op basis van zowel hun betrokkenheid en voortgang gedurende het project als de kwaliteit van het eindproduct en de projectresultaten. De beoordeling legde de nadruk op de praktische toepassing van engineeringprincipes, creativiteit en innovatie, doeltreffend teamwork, projectplanning en -uitvoering, en de integratie van duurzaamheidsoverwegingen gedurende het hele ontwerp- en ontwikkelingsproces.

Tabel 1. Beoordelingsonderdelen, criteria, weging en methoden die werden gebruikt om de prestaties van de studenten tijdens de pilotimplementatie te beoordelen.

Onderdeel	**Criteria**	**Weging**	**Beoordelingsmethode**
Projectvoorstel en concept	duidelijkheid van de doelstellingen, originaliteit van het idee, haalbaarheid, identificatie van afvalmaterialen, duurzaamheidsoverwegingen	15%	beoordeling van het schriftelijke voorstel en de korte presentatie
Ontwerp en prototypeontwikkeling	kwaliteit van het ontwerpproces, technische documentatie, materiaalkeuze, engineeringaanpak, voortgang van het prototype	30%	review van de ontwerpdocumentatie, consultaties, inspectie van het prototype

Eindproduct / prototype	functionaliteit, duurzaamheid, innovatie, kwaliteit van de vervaardiging, doeltreffend gebruik van afvalmaterialen	30%	demonstratie en praktische evaluatie van het eindproduct
Duurzaamheidsbeoordeling	analyse van de milieu-impact, efficiëntie in het gebruik van hulpbronnen, integratie van de circulaire economie, potentieel voor hergebruik	15%	beoordeling van het eindrapport en de duurzaamheidsanalyse
Eindpresentatie en teamwork	communicatievaardigheden, duidelijkheid van de presentatie, vermogen om beslissingen te verantwoorden, samenwerking binnen het team	10%	mondelinge presentatie

Tijdens de cursus werden de volgende beoordelingsmethoden gebruikt:

- Beoordeling van schriftelijke technische rapporten en projectdocumentatie
- Observatie van de projectvoortgang tijdens workshops en consultaties
- Beoordeling van het fysieke prototype en de functionaliteit ervan
- Mondelinge presentaties en productdemonstraties
- Feedbacksessies met docenten en medestudenten

Het beoordelingsproces ondersteunde continue verbetering, stimuleerde innovatie en bevorderde duurzame engineeringpraktijken.

2.2 Bewijs van het leren van studenten (voorbeelden, output, resultaten)

De projectresultaten toonden aan dat studenten in staat waren methodologieën voor engineeringontwerp te integreren met principes van duurzaamheid en circulaire economie bij het aanpakken van praktische productie- en milieuvraagstukken. Gedurende het project evolueerden de studenten van het identificeren van kansen voor hergebruik van afval- of gerecycleerde materialen naar het ontwerpen, ontwikkelen en vervaardigen van functionele producten. In de afgewerkte oplossingen werd rekening gehouden met een efficiënt gebruik van hulpbronnen, terugwinning en hergebruik van materialen en milieuverantwoorde productiepraktijken.

De eindopleveringen leverden concreet bewijs van het behalen van de beoogde leerresultaten. De studenten gaven blijk van praktische probleemoplossende vaardigheden, duurzaam productontwerp, technische en creatieve ontwikkeling, het vervaardigen van prototypes, projectplanning, teamwork en professionele technische documentatie. De afgewerkte projecten toonden ook hun vermogen om engineeringkennis toe te passen in reële contexten, rekening houdend met zowel technische prestaties als milieuaspecten.

Voorbeelden van de producten die de studenten ontwikkelden:

- **Project 1**: Een klok gemaakt van een oude aluminium velg.
- **Project 2**: Een zitje gemaakt van een oude fiets.
- **Project 3**: Een lamp van plastic flessen in de vorm van een lotusbloem.
- **Project 4**: Een bank gelast uit teruggewonnen stalen elementen.
- **Project 5**: Een wijnrek gemaakt van gebruikte kettingen met behulp van lastechnieken.

3. Reflecties en aanbevelingen

3.1 Belangrijkste resultaten en sterke punten van het project

Het project combineerde de principes van duurzame ontwikkeling en circulaire economie met praktijkervaring in productontwerp en -vervaardiging met afval-, teruggewonnen en gerecycleerde materialen. Door deel te nemen aan het project doorliepen de studenten het volledige productontwikkelingsproces, van conceptvorming en ontwerp via de bouw van prototypes en het testen tot de eindevaluatie, en deden zij praktijkervaring op in de verschillende fasen van de productlevenscyclus.

Het project ondersteunde de ontwikkeling van een breed scala aan competenties, waaronder technische en engineeringvaardigheden, projectplanning en -management, organisatie en doeltreffend teamwork. Het stimuleerde ook creativiteit, kritisch denken en innovatie door studenten uit te dagen waardevolle toepassingen te vinden voor

secundaire grondstoffen en functionele, hulpbronnenefficiënte oplossingen te ontwikkelen.

Een belangrijk onderdeel van het project was de ontwikkeling van milieubewustzijn en een houding van verantwoorde productie. Door principes van de circulaire economie toe te passen en rekening te houden met de milieugevolgen van hun materiaal- en ontwerpkeuzes, versterkten de studenten hun inzicht in de rol van duurzaamheid in moderne engineering en productie.

Over het geheel genomen bood het project de studenten praktische kennis, vaardigheden en attitudes die relevant zijn voor hedendaagse industriële omgevingen, waarin duurzame ontwikkeling, efficiënt gebruik van hulpbronnen, innovatie en verantwoorde productiepraktijken een steeds belangrijkere rol spelen.

3.2 Ondervonden uitdagingen en hoe deze werden aangepakt

Tijdens het project deden zich verschillende uitdagingen voor. Een van de belangrijkste moeilijkheden was de variabiliteit en beperkte kwaliteit van de beschikbare afvalmaterialen, wat een zorgvuldige selectie, voorafgaande beoordeling, testen en aanpassing van de ontwerpoplossingen vereiste. Dit werd aangepakt via een vroege beoordeling van de materialen en een iteratief prototypingproces voordat de definitieve ontwerpbeslissingen werden genomen.

Een andere uitdaging was het vinden van een evenwicht tussen productfunctionaliteit en technische vereisten enerzijds en duurzaamheidsbeperkingen anderzijds. Dit werd opgevangen door principes van de circulaire economie toe te passen en voorrang te geven aan eenvoud in het ontwerp, materiaalefficiëntie en verantwoord gebruik van hulpbronnen.

De studenten ondervonden ook enkele moeilijkheden met teamwork, taakverdeling en coördinatie, vooral bij het afstemmen van verantwoordelijkheden en planningen. Deze uitdagingen werden beperkt door een duidelijke rolverdeling en het gebruik van eenvoudige tools voor projectmanagement. Beperkte eerdere ervaring met prototyping

werd aangepakt via begeleiding door de docent, praktische workshops en peer-learningactiviteiten.

Tot slot werden tijdsbeperkingen beheerd via gestructureerde projectmijlpalen en regelmatige voortgangsreviews, die de teams hielpen een gestage voortgang te behouden, mogelijke vertragingen te signaleren en gedurende het project tijdig bij te sturen.

3.3 Lessen voor toekomstige implementaties

De bevindingen van het project gaven aan dat een vroege analyse van materialen op basis van afval essentieel was om de haalbaarheid van het ontwerp te verbeteren en de nood aan latere iteraties te verminderen. Duidelijk omschreven mijlpalen en tussentijdse opleveringen ondersteunden ook een doeltreffender beheer van de werklast en hielpen de studenten een gestage voortgang te behouden gedurende de cursus.

De implementatie toonde aan dat het versterken van basisvaardigheden in prototyping via praktische workshops technische drempels kan verlagen en de kwaliteit van de eindproducten kan verbeteren. Gestructureerde ondersteuning van teamwork, met een duidelijke rolverdeling en passende coördinatietools, droeg ook bij aan een efficiëntere samenwerking.

Regelmatige feedbacksessies bleken bijzonder waardevol en moeten in toekomstige edities worden behouden of verder uitgebouwd. Tot slot zou het vroeger betrekken van externe partners de praktische relevantie en het innovatieve potentieel van de projecten verder kunnen versterken, doordat de band tussen de activiteiten in de klas en praktische industriële uitdagingen sterker wordt.

4. Ondersteunend materiaal

4.1 Materiaal van de docenten en projectdocumentatie

Het materiaal van de docenten en de projectdocumentatie zijn beschikbaar via de volgende link:

https://drive.google.com/drive/folders/1xi02l2nejwO6WKY98oE0fgrS4KO8A9qR?usp=drive_link

4.2 Door studenten geproduceerde opleveringen, eindpresentaties of pitchmateriaal

Een voorbeeld van door studenten geproduceerde opleveringen is beschikbaar via de volgende link:
https://drive.google.com/drive/folders/1U_FY5_izY1VyUkhGJjVpQmQC6aI3iOWE?usp=drive_link

De eindpresentaties van de studenten zijn beschikbaar via de volgende link:
https://drive.google.com/drive/folders/1vFrSOGir_zIpJJqmIcDUBDJVgljO9xE8?usp=drive_link

4.3 Afbeeldingen/video's (met toestemming)

Foto- en video-opnamen werden gemaakt met de uitdrukkelijke toestemming van de deelnemende studenten en zijn beschikbaar via de volgende link:
https://drive.google.com/drive/folders/1emQ-DKWTIOaZeWauajZ_ImAgByhJPnIJ?usp=drive_link

4.4 Overig relevant materiaal

Al het materiaal, inclusief dit rapport, is beschikbaar via de volgende link:
https://drive.google.com/drive/folders/1jZ9PkMWKJumrBjG-CvLINA4s5iuo0ncM?usp=drive_link