



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



Project nr. 2020-1-IT01-KA202-008555

"Innovation Garage of Garages"

IO1 - Intellectuele uitgang 1

**Train-the-trainer-programma voor de ontwikkeling van de
Innovatiegarage op de werkplek als gesitueerde leeromgeving**

Type output: Methodologieën/richtlijnen - Niet-formele leermethoden

OER - Open Educational Resource

Voorwaarden voor hergebruik:
Creative Commons Share Alike 4.0



Train-the-Trainer Programma: hoe VET-leerlingen op te leiden over EV/BEV/HEV/PhEV-voertuigen

Taal: Nederlandse

Auteur:

“Innovation Garage of Garages” Partnership

Coördinator: Cisisa Parma scarl, Italië



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



Inhoudsopgave

1. Ontwikkeling van groene mobiliteitsvaardigheden op beroepsopleidingsniveau in de automobielsector	4
2. Panorama van de groene vaardigheden en functieprofielen binnen de automobielsector	10
Deel A - Analyse van de huidige EU-kaders voor vaardigheden en functieprofielen	10
Sectie B - Analyse van het huidige aanbod van beroepsopleiding op het gebied van automobiel en e- mobiliteit in de IG2-partnerlanden	17
Italië	18
Nederland	50
Litouwen	70
Zweden	79
3. Co-ontwerp van de innovatiegarage van garages	82
4. De innovatiegarage van de garages realiseren	94
Conclusie: voor wie is dit document bedoeld?	101
Bijlage	102



1. Ontwikkeling van groene mobiliteitsvaardigheden op beroepsopleidingsniveau in de automobielsector

De sector vervoer en mobiliteit is een strategische troef voor het concurrentievermogen van de EU, zowel voor de werkgelegenheid als voor de dienstverlening aan de burger, maar er zijn dringend maatregelen nodig om de emissies te verminderen en het gebruik van alternatieve brandstoffen voor voertuigen te verhogen.

Het belangrijkste programmatische document voor de EU-strategie voor duurzaamheid is de **Europese Green Deal**, die in 2019 voor het eerst door de EC werd gepubliceerd en waarin de volgende doelstellingen worden geschetst:

- Leidt de derde industriële revolutie door verbetering van gebouwen en infrastructuur, door massaal gebruik van elektrificatie en groene alternatieve hernieuwbare energie;
- vervoer duurzamer maken, met ten minste 30 miljoen emissievrije auto's op de Europese wegen tegen 2030;
- Het produceren van emissievrije grote vliegtuigen tegen 2035;
- uitstoot van particuliere, openbare en commerciële voertuigen tegen 2050 in de hele EU tot 90% terugbrengen.

Volgens de "[strategie voor duurzame en slimme mobiliteit](#)" en het [actieplan](#) voor 2020 berust de EU-visie op **groene mobiliteit** op verschillende, elkaar aanvullende pijlers, namelijk **duurzaamheid**, door de verspreiding van hernieuwbare en fossielvrije brandstoffen, en **digitalisering**, door het gebruik van energie-efficiënte, onderling verbonden en multimodale mobiliteitsmiddelen, dankzij het potentieel van IT en communicatietechnologie.

Onlangs kreeg de Europese Green Deal-strategie ook een verdere impuls doordat het Europees Parlement in 2023 met een meerderheid besloot om [de productie en verkoop van voertuigen met een endothermische motor](#) vanaf [2035 stop te zetten](#).

Informatiefocus: De Europese Green Deal

In dit gedeelte vindt de docent/trainer directe links naar informatieve en educatieve bronnen over de Europese Green Deal-tekst, bijlagen en commentaarmateriaal:

[EU Green Deal Paper](#) (Engels)

[EU Green Deal informatiepagina](#) van de Europese Commissie (Engels)

[Bijlage bij de Green Deal-mededeling van de EU](#) (Engels)



Een korte maar samenvattende video van de EC over de EU Green Deal is ook beschikbaar:



[De Europese Green Deal - Een engagement voor toekomstige generaties](#)



Educatieve video's over de belangrijkste mobiliteitsgerelateerde onderwerpen binnen de EU Green Deal:

[Transport](#)

[EU-regeling voor de handel in emissierechten](#)

[Energie](#)

[Auto-emissies](#)

De "Fit for 55" is een reeks voorstellen om de EU-wetgeving te herzien en te actualiseren en nieuwe initiatieven te nemen om ervoor te zorgen dat het EU-beleid strookt met de door de Raad en het Europees Parlement overeengekomen klimaatdoelstellingen.

Fit for 55 verwijst naar de doelstelling van de EU om de netto-uitstoot van broeikasgassen tegen 2030 met minstens 55% te verminderen. Het voorgestelde pakket moet de EU-wetgeving in overeenstemming brengen met de doelstelling voor 2030.



[Evaluatie van het EU ETS "Fit for 55-pakket".](#)

Na de COVID19-pandemie heeft de EC ook het EU-initiatief "[Volgende generatie](#)" gelanceerd, dat veel meer is dan een herstelplan: het is een visie en strategie ter waarde van meer dan 806 miljard euro om de EU-economie om te vormen tot een groenere, meer digitale en meer inclusieve samenleving.

Van de belangrijkste elementen van het pakket zijn die welke het meest relevant zijn voor het verwachte effect op de mobiliteitssector:

- bestrijding van klimaatverandering, met 30% van de EU-middelen, het hoogste aandeel ooit in de Europese begroting
- eerlijke klimaat- en digitale transitie, via het Fonds voor billijke transitie en het programma Digitaal Europa



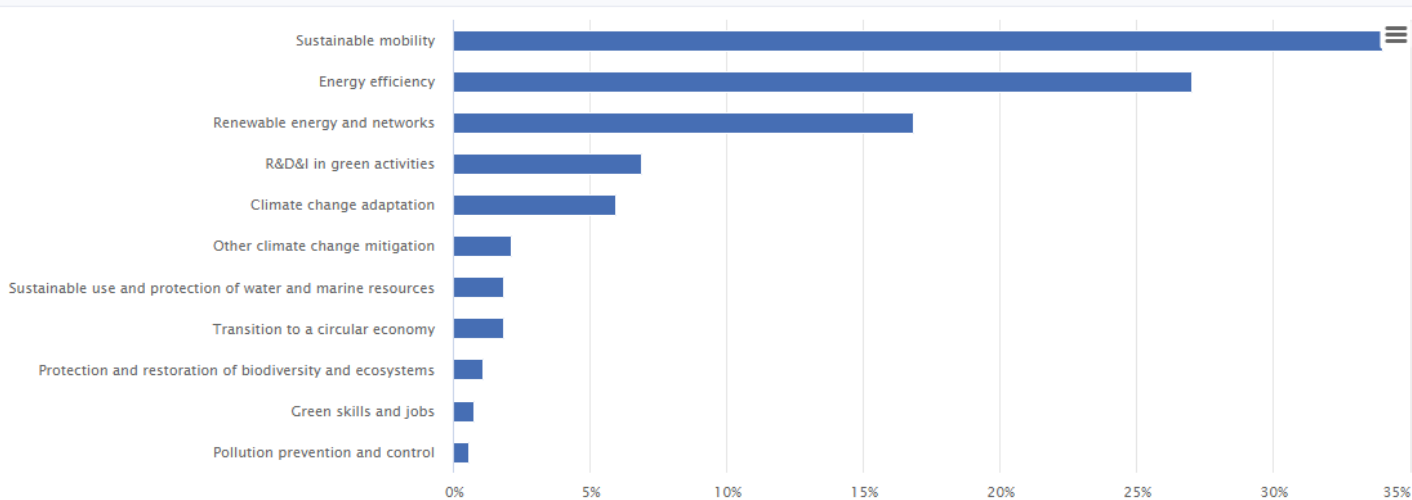
Co-funded by the
Erasmus+ Programme
of the European Union



De EC geeft ook scoreborddocumentatie vrij om te volgen en te meten hoe heel Europa en de afzonderlijke landen het doen in termen van inspanningen en investeringen om de doelstellingen van zowel het herstelplan als de Green Deal te bereiken.

De [pijler "Groene transitie"](#) bevat enkele grafieken waaruit blijkt dat duurzame mobiliteit het grootste aandeel heeft in de uitgaven voor klimaatdoelstellingen en groene transitie in de hele EU:

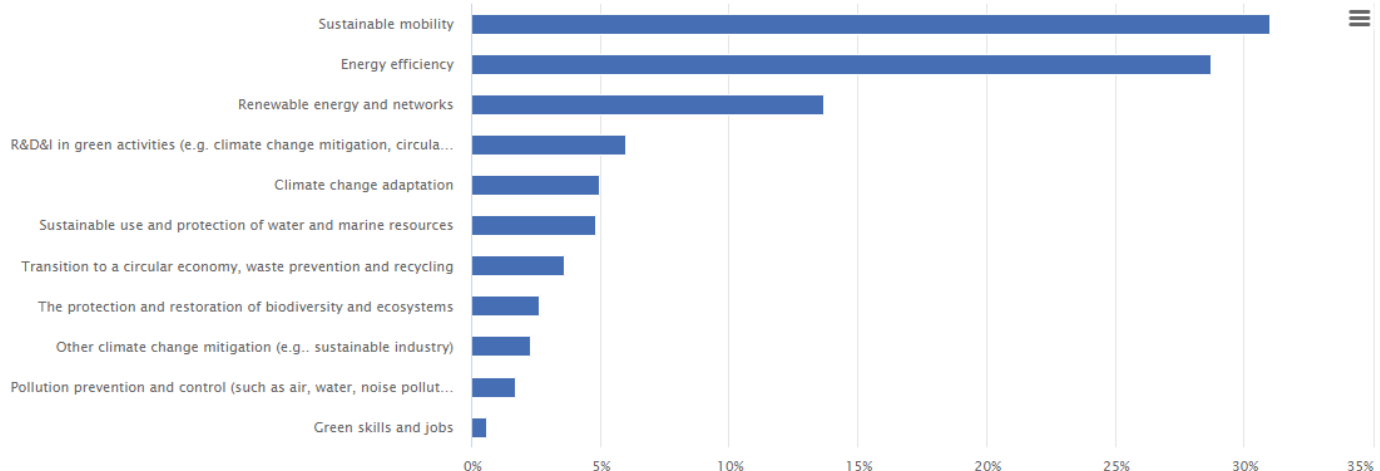
Climate tracking: Breakdown of expenditure towards climate objectives per policy area



Each recovery and resilience plan has to dedicate at least 37% of the plan's total allocation to climate objectives. To this end, the plans had to specify and justify to what extent each measure contributes fully (100%), partly (40%) or has no impact (0%) on climate objectives, using Annex VI of the RRF Regulation. Combining the coefficients with the cost estimates of each measure allows assessing to what degree the plan contributes to climate objectives and whether it meets the 37% target. [Click here for more information.](#)

Beeldbron: EU-scorebord voor herstel en veerkracht

Green transition pillar: Breakdown of expenditure supporting the green transition per policy area



This chart shows a breakdown of the estimated contribution to the policy pillar according to a list of policy areas established by the European Commission. The percentage relates to the overall share of the plan tagged under this policy pillar.

Beeldbron: EU-scorebord voor herstel en veerkracht



Voorts wordt in het [verslag over de thematische analyse inzake duurzame mobiliteit](#) uiteengezet dat de lidstaten werken aan meer beleid en meer geld voor investeringen ter verbetering van de infrastructuur voor alternatieve en hernieuwbare brandstoffen en ter bevordering van **emissievrije of -arme mobiliteit** door ondersteuning van **elektrische en hybride voertuigen** (zowel voor particuliere als commerciële doeleinden). In dit scenario zal het netwerk van elektrische oplaadpunten in de hele EU met 7,6 miljard euro worden uitgebreid.

Dit is waar onderwijs, en met name beroepsonderwijs en -opleiding op alle niveaus, van I-BOO tot H-BOO tot C-BOO, een rol speelt. Beroepsonderwijs en -opleiding zijn een waardevolle troef voor de ontwikkeling van industriegerelateerde en werkgerelateerde vaardigheden, met name om de kloof te overbruggen tussen het aanbod, vertegenwoordigd door de wereld van onderwijs en opleiding op alle niveaus, en de vraag, vertegenwoordigd door de sectorspecifieke arbeidsmarkt.

De sector beroepsonderwijs en -opleiding kan veel bijdragen aan de ontwikkeling van groene vaardigheden voor de automobielsector, dankzij de sterke banden met de bedrijven en belanghebbenden en de mogelijkheid om opleidingsprogramma's mede te ontwerpen door middel van werkgebaseerd leren in een echte werkomgeving of virtuele simulatie.

Voorts wordt 2023 uitgeroepen tot het [Europees Jaar van de vaardigheden](#), dat erop gericht is zowel individuen als bedrijven, met name kmo's, in staat te stellen bij te dragen tot de groene en digitale transitie, en daarbij innovatie en concurrentievermogen te ondersteunen. Het doel is het tekort aan vaardigheden in strategische industriesectoren in de hele EU aan te pakken, het concurrentievermogen van de lidstaten te stimuleren door middel van initiële opleiding, bijscholing en/of omscholing van werknemers, en zo sociale uitsluiting te bestrijden en maatschappelijke betrokkenheid en sociale cohesie te bevorderen, om mislukking in het onderwijs, werkloosheid en uiteindelijk radicalisering te voorkomen. Meer dan driekwart van de bedrijven in de EU zegt moeite te hebben om werknemers met de nodige vaardigheden te vinden, terwijl slechts 37% van de volwassenen regelmatig een opleiding volgt.

Anderzijds brengt een dergelijk initiatief juist de doelstellingen van de [Europese agenda voor vaardigheden](#) in praktijk, waarbij wordt ingezet op het potentieel en de urgentie van groene en digitale vaardigheden om Europa na de Covid19-pandemie weerbaarder te maken, zowel door onderwijs- en opleidingscapaciteit op te bouwen ter ondersteuning van de invoering van nieuwe vaardigheden, als door mensen aan te moedigen hooggekwalificeerde beroepsopleidingstrajecten te volgen.

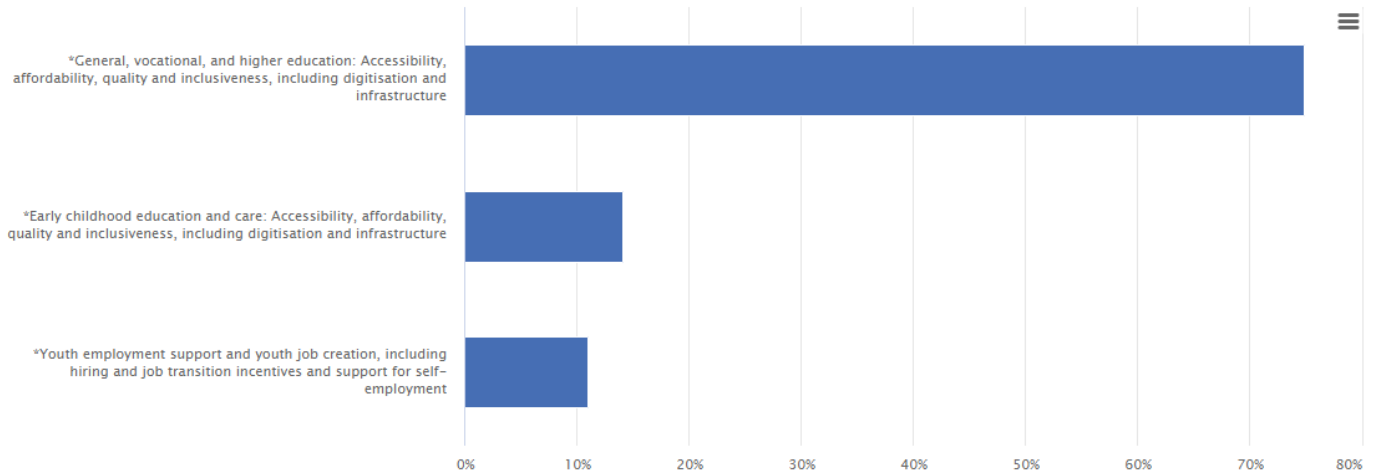
Het [scorebord voor herstel en veerkracht](#) geeft een overzicht van de pijler "Beleid voor de volgende generatie, kinderen en jongeren, zoals onderwijs en vaardigheden", waarbij duidelijk is dat prioriteit wordt gegeven aan kwaliteitsonderwijs op alle niveaus, inclusief de digitalisering van de infrastructuur, en aan het scheppen van hoogwaardige werkgelegenheid, met name voor jongeren die de arbeidsmarkt betreden.

Binnen de kaarten van het scorebord voor herstel en veerkracht illustreert de [thematische analyse inzake onderwijs](#) maatregelen in de gehele EU om het gehele onderwijsstelsel te ondersteunen, onderwijsuitval te bestrijden en beroepsonderwijs en tertiair onderwijs te stimuleren, met de nadruk op vaardigheden op het gebied van wetenschap, technologie, engineering en wiskunde en de participatie van vrouwen. Aanvullende



maatregelen omvatten een hervorming van het onderwijsbegeleidingssysteem, meer mentoractiviteiten om de overgang van school naar arbeidsmarkt te vergemakkelijken, inzetbaarheid van jongeren en sociale cohesie met bijzondere aandacht voor de groene en digitale overgang.

Breakdown of expenditure supporting policies for the next generation per policy area



This chart shows a breakdown of the estimated contribution to the policy pillar according to a list of policy areas established by the European Commission. The percentage relates to the overall share of the plan tagged under this policy pillar. The methodology for reporting social expenditure, as defined in [Delegated Regulation \(EU\) 2021/2105](#), is fully aligned and integrated into the methodology for reporting expenditure under the six pillars. Under this pillar, the policy areas marked with an asterisk (*) are used for the social expenditure methodology.

Beeldbron: EU-scorebord voor herstel en veerkracht

Op soortgelijke wijze blijkt uit de [thematische analyse inzake werkgelegenheid](#) een gezamenlijke inspanning van alle lidstaten om het scheppen van banen en de modernisering van de arbeidsmarkt te ondersteunen, door de toegankelijkheid van kwaliteitsbanen te verbeteren, met name voor kansarme of kwetsbare groepen, zoals jongeren, vrouwen en oudere werknemers, door maatregelen vast te stellen om mensen toe te rusten met groene en digitale vaardigheden die hen in staat stellen bij te dragen tot het concurrentievermogen van het gehele nationale en EU-economische systeem.

Dit algemene politieke, economische en sociale post-pandemische scenario in de hele EU vertegenwoordigt de algemene context waarin de automobielsector gezamenlijk grote inspanningen levert om te herstellen van de gedwongen lockdown tijdens de eerste fase van Covid19, en om het hoofd te bieden aan de bedreigingen voor de wereldwijde toeleveringsketen van de automobielsector door de recente doorbraak van het conflict in Oost-Europa.¹

¹ Andere nuttige bronnen over het beleid, de strategieën of de beste praktijken van de EU inzake groene vaardigheden en werkend leren zijn te vinden in de volgende documentatie:

[EU-competentiekader voor groene vaardigheden \(initiatiefadvies\)](#);

[Studie van de ETF European Training Foundation over werkend leren](#) en de ETF-gids en toolkitpublicatie (2018) genaamd [Werkend leren: een handboek voor beleidsmakers en sociale partners in ETF-landen](#);



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



Gebruikmakend van het potentieel van groene, lage of nulmissie motoren en brandstoffen, en van de digitale connectiviteit van wagenparken, steunt het project Innovatiegarage van garages op de strategische waarde van de gezamenlijke samenwerking tussen het stelsel van beroepsonderwijs en -opleiding en de productiebedrijven om innovatieve gesitueerde leeromgevingen te ontwerpen, die de reële lay-out van de werkplek, de uitrusting en de organisatorische rollen reproduceren en/of virtueel nabootsen, om op doeltreffende wijze I-VET, H-VET of C-VET-vaardigheden over hybride/elektrische motoren en avionicasystemen voor verbonden voertuigen op te leiden.



2. Panorama van de groene vaardigheden en functieprofielen binnen de automobielsector

Deel A - Analyse van de huidige vaardigheden en functieprofielen EU-kaders

De verscheidenheid van het VET-aanbod op automobielniveau in de EU verschilt nogal van land tot land, aangezien het de nationale voorschriften van de ministeries van Onderwijs en de eisen van de lokale arbeidsmarkt weerspiegelt, maar het heeft convergerende kenmerken als het gaat om opleidingsprogramma's ter ontwikkeling van vaardigheden op het gebied van mechanische bewerkingen en technisch onderhoud van motoren met inwendige verbranding (ICE-motoren).

Maar nu de 21e eeuw in de groene en digitale overgang duikt, is het moeilijker voor te stellen welk soort kennis en vaardigheden I-VET-leerlingen moeten verwerven, of welk bijscholings- of omscholingstraject werknemers moeten doorlopen om up-to-date te blijven in hun levenslange professionele ontwikkeling.

Volgens de Europese Green Deal moeten alternatieve brandstoffen en voertuigen met lage/nul-emissie tegen 2050 ten minste 90% van alle wegvoertuigen uitmaken. De toepassing van dergelijke richtsnoeren vereist dat het onderwijs- en opleidingssysteem van de EU werkgerelateerde vaardigheden ontwikkelt over hybride - elektrische voertuigen en over elektronische circuits die ondersteund en veilig rijden mogelijk maken, dankzij GPS-systemen en een digitale interface voor het beheer van onderling verbonden wagenparken en mens/machine-interactie.

Een geschikt uitgangspunt voor een beroepsopleider die een opleidingsprogramma wil ontwerpen om e-mobiliteitsvaardigheden bij lerenden te ontwikkelen, is het bekijken van drie kaders die de functieprofielen en kwalificaties beschrijven die momenteel op EU-niveau bestaan:

- De ESCO-classificatie
- De Erasmus+ alliantie voor sectorale vaardigheden [DRIVES](#) 591988-EPP-1-2017-1-CZ-EPPKA2-SSA-B (Ontwikkeling en onderzoek naar innovatieve vaardigheden in het beroepsonderwijs in de automobielsector).
- The Sector Skills Alliance [ALBATTIS](#) 612675-EPP-1-2019-1-SE-EPPKA2-SSA-B (Alliance for battery technology, training and skills for the e-mobility and battery sector)

ESCO is de meertalige classificatie van Europese vaardigheden, competenties en beroepen. De ESCO-classificatie identificeert en categoriseert vaardigheden, competenties en beroepen die relevant zijn voor de EU-arbeidsmarkt en onderwijs en opleiding. Via een filteronderzoek selecteerde het IG2-partnerschap een twintigtal functieprofielen die voldoen aan de combinatie van de volgende trefwoorden:

- Automotive
- Voertuigen
- Batterij
- Elektriciteit
- Avionica



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



1. De [ESCO-classificatie](#)
 - 1.1. After-sales service technicus
 - 1.2. Auto-accutechnicus
 - 1.3. Auto-elektricien
 - 1.4. Tekenaar autotechniek
 - 1.5. Automobieltestrijder
 - 1.6. Avionica technicus
 - 1.7. Batterij monteur
 - 1.8. Batterij test technicus
 - 1.9. Assemblage van elektrische kabels
 - 1.10. Monteur elektrische apparatuur
 - 1.11. Elektromonteur
 - 1.12. Elektrische toezichhouders
 - 1.13. Assembleur van elektronische apparatuur
 - 1.14. Bestuurder van een brandweervoertuig
 - 1.15. Mechatronica monteur
 - 1.16. Technicus micro-elektronica
 - 1.17. Assembleur van motorvoertuigen
 - 1.18. Automonteurs en -reparateurs
 - 1.19. Installateur van voertuigelektronica

Voor nuttig referentiegebruik heeft het IG2-partnerschap de functiebeschrijving voor elke bovengenoemde rol verzameld in de [IG2-map met les- en leermateriaal](#), beschikbaar voor open en permanente toegang in een gedeelde repository.

2. De functieclassificatie van het DRIVES-project

De Drives Project Sector Skills Alliance, geleid door de Technische Universiteit van Ostrava (Tsjechië), heeft standaard referentieresultaten opgeleverd met een dubbel doel: enerzijds een analyse van de sectorale inlichtingenbehoeften en een classificatie van vaardigheden en beroepskwalificaties waarnaar momenteel en in de toekomst veel vraag is in de automobielsector; anderzijds een open e-learning platform (registratie van de gebruiker is vereist) voor het verwerven van micro-credentials in alle kennis- en vaardigheidsdomeinen die in de sectorale inlichtingenfase zijn geïdentificeerd.

Nuttig referentiemateriaal van de algemene resultaten van het DRIVES-project, gratis te downloaden van de pagina [Resultaten](#) van het DRIVES-project en van het [les- en leermateriaal](#) van het IG2-project [IO1](#):

- 2.1. Lijst van toekomstige functies in de automobielsector
- 2.2. Gebruik van het Drives Project Framework Platform: <https://drives-compass.eu/home>
- 2.3. Selectie van studiehandleidingen die passen bij het toepassingsgebied van het IG2-project:
 - 2.3.1. Drives Project Insights van de Automotive Sector, 2019



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



- 2.3.2. Vaardigheidsbehoeften en -tekorten - aanbodresultaten
- 2.3.3. Vaardigheidsbehoeften en -tekorten - verschillen tussen "vraag" en "aanbod"

Met het oog op het ontwikkelen en testen van beroepsopleidingsprogramma's voor de ontwikkeling van groene vaardigheden voor de automobielsector, namelijk e-mobiliteit en avionica, selecteerden de IG2-partners uit de lijst van toekomstige beroepen de meest relevante voor het project:

- ADAS/ADF Test & Validatie Ingenieur
- Sensor Fusion Expert
- Connected Vehicles Technician
- Automotive Cybersecurity Tester
- Rubber Technoloog
- Functioneel Veiligheidstechnicus
- Hoog geautomatiseerde aandrijving
- Automotive Mechatronica Expert
- Duurzaamheidsexpert
- Robotic Technician
- Technicus voorspellend onderhoud

Opmerking over EQF-niveaus. Zoals de lezer gemakkelijk kan opmerken, gaan een aantal van de hierboven vermelde functieprofielen over ingenieursfuncties, die overeenkomen met EQF 6 universitair afgestudeerd niveau. Aangezien het IG2-project zich richt op EQF 3 - 4 - 5 niveaus, moeten opleiders in beroepsonderwijs en -opleiding rekening houden met het basisniveau en het meest operationele of technisch toezichthoudende vaardigheidsniveau van elke ingenieursfunctie om opleidingstrajecten te ontwerpen die geschikt zijn voor lagere kwalificatieniveaus.

3. Het ALBATTIS-project Analyse van de behoeften aan vaardigheden in de batterijsector

Aangezien de Europese beroepsbevolking sterk wordt beïnvloed door de veranderingen die de overgang naar elektromobiliteit teweegbrengt, zal er een toenemende behoefte zijn aan nieuwe opleidings-/herscholingsprogramma's, die zijn afgestemd op de nieuwe behoeften aan banen, naarmate we verder toewerken naar de EU-doelstelling van de Green Deal voor 2050, namelijk dat 90% van de voertuigen in de EU emissievrij is.



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



De Alliance for Batteries Technology, Training and Skills (ALBATTs) wil een belangrijke bijdrage leveren aan de groene mobiliteit in Europa. Terwijl de Europese waardeketen voor batterijen wordt ontwikkeld, worden organisaties van de vraag- en aanbodzijde van vaardigheden/competenties samengebracht om een blauwdruk op te stellen voor de voorbereiding van toekomstige vaardigheden in heel Europa.

Het ALBATTs-project heeft een zeer ambitieus doel, namelijk het in kaart brengen van alle mogelijke toepassingsgebieden van de batterijsector, gaande van mobiele tot industriële toepassingen, en van wegvoertuigen tot vliegtuigen en maritieme vervoermiddelen.

In dit document worden alleen de EV- en HEV-wegvoertuigen (auto's of vrachtwagens) behandeld, aangezien dit de specifieke focus van het IG2-project is.

Nuttig referentiemateriaal van de algemene resultaten van het ALBATTs-project:

3.1 **Vaardighedenkaart** om de vereiste competenties en kennis om in de batterijsector te werken in kaart te brengen: <https://www.project-albatts.eu/en/skillscards>

3.2 Selectie van studiehandleidingen die passen bij het toepassingsgebied van het IG2-project:

3.2.1 Verslag over de stand van zaken met betrekking tot functies en opleiding in de sector

3.2.2 Sectorale kennis van vaardigheden en strategie voor de Europese batterijsector 2019-2023

3.3.3 Analyse van toekomstige behoeften 2019-2023

De Skills Card set biedt een compleet overzicht van de beroepsprofielen - en bijbehorende competenties, in het kader van batterijproductie, e-mobiliteit en stationaire batterijopslag.

ALBATTs richt zich zowel tot bedrijven als tot aanbieders van opleidingen op basis van de behoeften inzake de ontwikkeling van I-VET- en C-VET-vaardigheden, aangezien het in kaart brengen van competenties binnen functieprofielen nuttig kan zijn om:

- opleidingsmogelijkheden creëren [VET]
- bestaande curricula of opleidingsprogramma's te verbeteren [aanbieders van beroepsonderwijs en -opleiding].
- aanpassing/verbetering van de selectie en aanwerving van werknemers [bedrijven]
- werknemers opleiden volgens de laatste behoeften van de sector [bedrijven]

Hoewel de vaardigheidskaart betrekking heeft op alle verschillende toepassingsgebieden en -niveaus van batterijen, is het voor het IG2-project verstandig zich te beperken tot beroepskwalificaties op beroepsopleidingsniveau die betrekking hebben op de automobielsector:

- Automotive Repair and Inspection Personnel
- Batterij Productie Technicus
- Batterij Module Assemblage Technicus



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



- Batterij Recycling Technicus
- Kwaliteitstechnicus

Bijlage I (E-mobility Automotive Skills Classification & Glossary) in dit document bevat een lijst van functies uit het ESCO-kader, het DRIVES- en het ALBATTs-project, met een beschrijving van de functieprofielen en vaardigheden die relevant zijn voor de automobielsector op het niveau van beroepsonderwijs en -opleiding.

Hieronder volgt een synoptisch vergelijkend overzicht van de drie kwalificatieprofielen voor de automobielsector, als specifieke interpretatie van het IG2-partnerschap.

Assembleur van motorvoertuigen		EV auto reparatie en inspectie personeel
Automonteur		
Monteur elektrische kabels		
Monteur elektrische apparatuur		
Inspecteur elektrische apparatuur		
Elektromonteur		
Electrical Supervisor		Batterij Productie Technicus
Auto-accutechnicus		
Batterij Assemblage		Technicus assemblage batterijmodule



Batterij Test Technicus		Kwaliteitstechnicus batterij
		Technicus batterijrecycling
Avionica Technicus	ADAS /ADF test- en validatietechnicus	
	Sensor Fusie Expert	
	Technicus verbonden voertuigen	
	Automotive Cybersecurity Tester	
	Ingenieur hooggeautomatiseerde aandrijving	
Assembleur van elektronische apparatuur	Automotive Mechatronica Expert	
Inspecteur elektronische apparatuur		
Assemblage van voertuigelektronica	Robottechnicus	
	Technicus voorspellend onderhoud	
Technicus micro-elektronica	Functionele veiligheid [ingenieur/technicus]	
	Duurzaamheidsmanager	
Tekenaar autotechniek		
Automobieltestrijder		
Brandweervoertuig Operator		
	Rubbertecnoloog	
After Sales Service Technicus		

4. Verder studiemateriaal is beschikbaar in de [map](#) IG2 [Leer- en onderwijsmateriaal](#):



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



- HV-regelgeving: EN 50110-1 Norm en relevante nationale voorschriften over elektrische werkzaamheden
- ISO/IEC 15504 Informatietechnologie - Procesbeoordeling, ook wel Software Process Improvement and Capability Determination (SPICE) genoemd, en de toepassing ervan op de automobielsector.



Deel B. Analyse van het huidige beroepsopleidingsaanbod op het gebied van automobiel en e-mobiliteit in de IG2-partnerlanden

De eerste stap voor een docent in beroepsonderwijs en -opleiding die een onderwijstraject ontwerpt om e-mobiliteitsvaardigheden te ontwikkelen, hetzij op I-VET-, hetzij op H-VET-niveau, is uitgaan van de leerresultaten die momenteel in het onderwijsaanbod zijn opgenomen. Op die manier is het mogelijk om Automotive Job Roles & Skills te koppelen aan het actuele landspecifieke beroepsopleidingsstelsel in de automobielsector.

Het onderwijsscenario op VET-niveau in de automobielsector verschilt nogal van land tot land: terwijl Noord-Europese landen of landen met een gevestigde praktijk van duaal leren e-mobiliteit vaak opnemen in de VET-mechanicaopleidingen op alle niveaus, voorzien landen met een recenter of minder gestructureerd beleid van werkend leren of leerlingwezen e-mobiliteit eigenlijk alleen in EQF 5 (postsecundaire opleidingen) of EQF 6 (ingenieursopleidingen of polytechnische opleidingen) universitaire opleidingen.

Toch is het mogelijk om vanaf nul een cursus of modulaire opleidingseenheden over e-mobiliteit op te zetten, gericht op relevante onderwerpen (zoals veiligheidsregels voor HEV/EV-beheer), zelfs als de lokale ministeries van Onderwijs geen specifieke leerdoelstellingen hebben opgenomen in de programma's van scholen/opleidingscentra.

Bijvoorbeeld, zelfs als er geen cursussen over HEV's/EV's in het opleidingsaanbod zijn opgenomen, bevatten de automobielloopleidingen in heel Europa altijd kennis of praktische vaardigheden over elektrische mechanica en elektronica, of elektrische schema's binnen de voertuigcircuits. In de volgende punten wordt getracht de modulaire eenheden, kennis en inhoud te belichten die overeenkomen met de in de vorige hoofdstukken geschetste beroepen en vaardigheden op het gebied van e-mobiliteit en die als uitgangspunt kunnen dienen voor opleidingen op het gebied van e-mobiliteit.

Waar mogelijk en relevant wordt in dit document een mogelijke match voorgesteld met de e-mobiliteitsfuncties die in het ESCO-kader en de Sector Skills Alliances DRIVES & ALBATTs zijn vastgesteld. Dit zal het belangrijkste zijn voor de opleidingen die reeds e-mobiliteitsvaardigheden in hun curriculum opnemen. Voor opleidingen die HEV's/EV's en/of luchtvaartelektronica nog niet in hun opleidingstraject hebben opgenomen, zullen deze aanbevelingen nuttig zijn om hun leerprogramma bij te werken en de didactische methodologie en de werkomgeving te innoveren.

ITALIË

Als voorbeeld voor het Italiaanse beroepsopleidingsaanbod op automobielsector omvat het IG2-project twee instellingen uit de regio Emilia-Romagna, die ook bekend staat als de "Motor Valley" dankzij de vestiging van topbedrijven uit de automobielsector, zoals [Ferrari](#) & [Maserati](#) in de regio Modena, [Ducati](#) en [Lamborghini](#) in de regio Bologna, en [Dallara](#) in de regio Parma.

Het IG2-partnerschap omvat een instelling voor hoger secundair beroepsonderwijs, [IIS A. Ferrari](#), gevestigd in Maranello, die cursussen met EQF 3- en EQF 4-certificaten aanbiedt, en een instelling voor hoger beroepsonderwijs, [Fondazione ITS Maker Academy](#), gevestigd in Bologna, die cursussen met EQF 5-certificaten aanbiedt.

Dit hoofdstuk biedt een overzicht van de opleidingsonderdelen, de belangrijkste inhoud, kennis en vaardigheden van de volgende cursussen, die zijn geselecteerd als de meest relevante om de ontwikkeling van e-mobiliteitsopleidingen te starten of te verbeteren.

- Onderhoud en technische bijstand (EQF 4)
- Technicus voor de bouw van vervoermiddelen - wegvoertuigen (EQF 4)
- Hogere Technicus in Hybride, Elektrische en Endothermische Motoren (EQF 5)
- Hogere technicus in elektrische en aangesloten auto's en ondersteund rijden (EQF 5)

EQF 4-niveau - Diploma beroepsonderwijs en -opleiding secundair onderwijs

Cursus titel (1)	Beroepsopleiding "Onderhoud en technische bijstand".
Duur (jaren)	5
Leeftijd van betrokken studenten	14-19 jaar
EQF-niveau	4
Uren van frontale lessen	Ongeveer 400 uur per jaar aan beroepsgerichte vakken, waarvan 40% in praktische laboratoria.
Uren of praktische training (lab)	



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



Uren of weken stage in bedrijven	Ten minste 3 weken bedrijfsstageprogramma voor elk schooljaar
Maakt het deel uit van een duaal leer- of stageprogramma?	Geen

Binnen een dergelijke cursus zijn de volgende inhoud en leerresultaten het meest geschikte uitgangspunt om een specifieke opleiding over e-mobiliteit te beginnen:

- Elektrische, mechanische en hydraulische componenten.
- Methoden voor probleemoplossing.
- Bedieningsprocedures voor demontage, vervanging en hermontage van apparatuur en installaties.
- Industrie diagnostische software.
- Soorten storingen en hoe deze te melden, te zoeken en te diagnosticeren;
- sensoren en opnemers van mechanische procesvariabelen;
- Werkingsprincipes en structuur van elektrische generatoren en aandrijfmachines in gelijk- en wisselstroom;
- Elektrische beveiligingen, individueel en collectief;
- Levenscyclus van een elektromechanisch, elektronisch apparaat/installatie;
- Technieken en procedures voor de assemblage en installatie van mechanische, elektrische en elektronische apparatuur of toestellen;
- Technieken en procedures voor het monteren van elektrische apparatuur en beveiligingssystemen;
- Storingsdiagnose en interventieprocedures;
- Probleemoplossing en diagnostische methoden;

Dergelijke onderwerpen kunnen worden gerelateerd aan de meest elementaire en operationele beroepsniveaus zoals geschetst in het ESCO-indelingskader:

- Assembleur van motorvoertuigen
- Automonteur
- Monteur elektrische kabels
- Monteur elektrische apparatuur
- Elektromonteur



Hoofdmodules / Opleidingseenheden	Inhoud van het onderwijs/de opleiding	Leerresultaten; Te verwerven theoretische kennis	Leerresultaten: Te verwerven praktische vaardigheden (werkgerelateerde vaardigheden)
Technologische workshops en oefeningen	Logische en functionele schema's van apparatuur en systemen. Gebruikseigenschappen van elektrische, mechanische en vloeibare componenten. Technieken voor het zoeken, raadplegen en archiveren van technische documentatie. Functionaliteit van apparatuur, apparaten en onderdelen van belang. Werkingsprincipes van basisinstrumentatie. Soorten en kenmerken van meetinstrumenten.	Door kennis en toepassing van veiligheidsvoorschriften specifieke gereedschappen en technologieën gebruiken; Systeemdiagrammen begrijpen, interpreteren en analyseren; De technische documentatie gebruiken die volgens de voorschriften vereist is om de correcte werking te garanderen van de apparatuur, installaties en technische systemen waarvoor hij verantwoordelijk is voor het onderhoud; De onderdelen waaruit het systeem bestaat en de verschillende gebruikte materialen identificeren, teneinde in te grijpen bij de montage, vervanging	Het maken en interpreteren van tekeningen en schema's van apparaten en installaties van uiteenlopende aard. Interpretatie van de in schema's en tekeningen aangegeven bedrijfsomstandigheden van installaties. Pneumatische, hydraulische en elektrische componenten assembleren door schema's en tekeningen te lezen. Ophalen, bijwerken en archiveren van interessante technische documentatie. De gegevens in de documentatie relateren aan het beschreven apparaat. Informatie over ingrepen halen uit de documentatie bij de machine/installatie. Gebruik van basismetinstrumenten en -methoden.



	Methoden voor probleemoplossing. Bedieningsprocedures voor demontage, vervanging en hermontage van apparatuur en installaties. Preventie- en beschermingscriteria met betrekking tot het beheer van werkzaamheden aan apparatuur en systemen van belang. Industrie diagnostische software. Elementen van technische documentatie. Materiaallijst fabriek/machine	van onderdelen en componenten, volgens vastgestelde methoden en procedures; Correct gebruik van meet-, controle- en diagnose-instrumenten, afstellen van systemen en installaties; Aandacht voor veiligheid in de leef- en werkomgeving, bescherming van het individu, het milieu en het grondgebied.	Het gebruik, ook met computerhulpmiddelen, van methoden en instrumenten voor de diagnose van onderhoudswerkzaamheden in de sector. Fouten opsporen door zoekmethoden toe te passen. Demontage, vervanging en hermontage van onderdelen en technologische apparatuur met toepassing van veiligheidsprocedures. Opstellen van technische documentatie. Opstellen van de stuklijst voor de elementen en uitrusting waaruit het systeem bestaat.
Mechanische technologieën en toepassingen	pneumatische en hydraulische systemen; Technische documentatie van elektromechanische instrumenten;	Door kennis en toepassing van veiligheidsvoorschriften specifieke gereedschappen en technologieën gebruiken;	Identificeren en beschrijven van de belangrijkste onderdelen van pneumatische en hydraulische circuits van werktuigmachines, systemen en mechanische apparaten;



	Nationale, EU- en internationale wet- en regelgeving inzake veiligheid, gezondheid en ongevallenpreventie; Storingen en uitvallen van machines en installaties als oorzaken van ongevallen; Individuele en collectieve beschermingsmiddelen; Gedragsregels ter bescherming van de persoonlijke veiligheid en het milieu in woon- en werkruimten; van hydraulische en pneumatische circuits; structuur en werking van werktuigmachines, systemen en mechanische apparaten; Levenscyclus van een systeem, apparaat, plant; Soorten storingen en hoe deze te melden, te zoeken en te diagnosticeren; sensoren en opnemers van mechanische procesvariabelen;	De technische documentatie gebruiken die volgens de voorschriften vereist is om de correcte werking te garanderen van de apparatuur, installaties en technische systemen waarvoor hij verantwoordelijk is voor het onderhoud; De onderdelen waaruit het systeem bestaat en de verschillende gebruikte materialen identificeren, teneinde in te grijpen bij de montage, vervanging van onderdelen en componenten, volgens vastgestelde methoden en procedures; Correct gebruik van meet-, controle- en diagnose-instrumenten, afstellen van systemen en installaties; De behoeften van de klant beheren, de technische en technologische middelen vinden om diensten aan te bieden die doeltreffend en economisch in	Het interpreteren van gegevensbladen van componenten; Toepassing van nationale en EU-regelgeving en -wetgeving op het gebied van gezondheid en veiligheid; Identificeren van gevaren en beoordelen van risico's in verschillende leef- en werkomgevingen; Gebruik, in een operationele context, van methoden en instrumenten voor controle en regeling van mechanische onderhoudsactiviteiten; Analyseren van installaties om storingen vast te stellen; Beoordeling van betrouwbaarheid, beschikbaarheid, onderhoudbaarheid en veiligheid van een systeem op verschillende momenten in de levenscyclus; Toepassing van milieubeschermingsvoorschriften; Identificeren van de structuur van fabrieks- en machinedocumenten, versiebeheer en evolutionaire updates in hun levenscyclus.
--	---	---	--



		Technieken voor het verzamelen en analyseren van bedrijfsgegevens; verhouding staan tot de behoeften; Analyse van de waarde, de grenzen en de risico's van verschillende technische oplossingen voor het sociale en culturele leven, met bijzondere aandacht voor de veiligheid op de woon- en werkplek, de bescherming van het individu, het milieu en het grondgebied.	
Elektrische en elektronische technologieën en toepassingen	Normen voor de grafische weergave van elektrische netwerken en installaties; Logische en functionele schema's van apparatuur, systemen en installaties; Werkingsprincipes en structuur van elektrische generatoren en aandrijfmachines in gelijk- en wisselstroom; structuur en componenten van elektrische installaties; Technische kenmerken van elektrische componenten en apparaten;	Door kennis en toepassing van veiligheidsvoorschriften specifieke gereedschappen en technologieën gebruiken; De technische documentatie gebruiken die volgens de voorschriften vereist is om de correcte werking te garanderen van de apparatuur, installaties en technische systemen waarvoor hij verantwoordelijk is voor het onderhoud; De onderdelen waaruit het systeem bestaat en	Interpreteren en uitvoeren van tekeningen en schema's van elektrische installaties; Het identificeren van de elementen voor de bescherming van de elektrische uitrusting van machines en installaties; Identificatie van de voedingsmodi en de bijbehorende beveiligingen; De elektrische kenmerken van elektrische machines, installaties en apparaten identificeren; Gebruik, in een operationele context, van methoden en meetinstrumenten die specifiek zijn voor elektrische en elektronische onderhoudswerkzaamheden; In een operationele context controle- en regelmethode en -instrumenten gebruiken die specifiek zijn voor



	Elektrische beveiligingen, individueel en collectief; Gedragsregels in de leef- en werkomgeving, in normale omstandigheden en in noodsituaties; Levenscyclus van een elektromechanisch, elektronisch apparaat/installatie; Soorten storingen en hoe deze te melden, te zoeken en te diagnosticeren; sensoren en transducers van procesvariabelen; Analoge en digitale signalen, congruente systemen; Signaalanalyse; Technieken voor het verzamelen en analyseren van bedrijfsgegevens; Voorschriften en technieken voor ontmanteling, recycling en verwijdering van apparatuur en verwerkingsresiduen;	de verschillende gebruikte materialen identificeren, teneinde in te grijpen bij de montage, vervanging van onderdelen en componenten, volgens vastgestelde methoden en procedures; Correct gebruik van meet-, controle- en diagnose-instrumenten, afstellen van systemen en installaties; De behoeften van de klant beheren, de technische en technologische middelen vinden om diensten aan te bieden die doeltreffend en economisch in verhouding staan tot de vereisten; Analyse van de waarde, de grenzen en de risico's van verschillende technische oplossingen voor het sociale en culturele leven, met bijzondere aandacht voor de veiligheid op de woon- en werkplek, de bescherming van het individu, het milieu en het grondgebied.	elektrische en elektronische onderhoudswerkzaamheden; Beschrijving van de structuur en functionele organisatie van apparaten en installaties die aan onderhoudswerkzaamheden worden onderworpen; Analyseren van installaties om storingen vast te stellen.
--	--	--	---



Installatie- en onderhoudstechnologieën en technieken	Technieken en procedures voor de assemblage en installatie van mechanische, elektrische elektronische apparatuur of toestellen; technieken en procedures voor het installeren van hydraulische en pneumatische circuits; Technieken en procedures voor het monteren van elektrische apparatuur en beveiligingssystemen; Veiligheids- en milieubeschermingsvoorschriften; Onderhoudsniveaus; Classificatie van onderhoudswerkzaamheden; Werkingskarakteristiek en specificaties van mechanische, thermische, elektrische en elektronische machines en systemen; Storingsdiagnose en interventieprocedures;	Door kennis en toepassing van veiligheidsvoorschriften specifieke gereedschappen en technologieën gebruiken; De technische documentatie gebruiken die volgens de voorschriften vereist is om de correcte werking te garanderen van de apparatuur, installaties en technische systemen waarvoor hij verantwoordelijk is voor het onderhoud; De onderdelen waaruit het systeem bestaat en de verschillende gebruikte materialen identificeren, teneinde in te grijpen bij de montage, vervanging van onderdelen en componenten, volgens vastgestelde methoden en procedures; Verzekeren en certificeren dat systemen en machines op een vakkundige manier worden opgesteld, meewerken	Interpretatie van gegevens en technische kenmerken van apparatuur en installatieonderdelen; Assemblage en installatie van systemen, apparaten en uitrusting; Naleving van gezondheids- en milieubeschermingsvoorschriften tijdens het testen, het gebruik en het onderhoud; Toepassing van de preventie- en beschermingsvoorzieningen die worden voorgeschreven door de voorschriften voor de veiligheid in de werkomgeving; Het vaststellen van de criteria voor het uitvoeren van apparaattests; Het uitvoeren van onderhoudswerkzaamheden en testen; Zoeken en opsporen van fouten; Planning en controle van onderhoudswerkzaamheden.
---	--	---	--



	Probleemoplossing en diagnostische methoden; Bedieningsprocedures voor demontage, vervanging en hermontage van apparatuur en installaties; Betrouwbaarheid, beschikbaarheid, onderhoudbaarheid en veiligheidsanalyse; Richtlijnen voor onderhoudsprojecten; Technieken voor het programmeren van onderhoudsprojecten.	aan de test- en installatiefase; De behoeften van de klant beheren, de technische en technologische middelen vinden om diensten aan te bieden die doeltreffend en economisch in verhouding staan tot de behoeften; Analyse van de waarde, de grenzen en de risico's van verschillende technische oplossingen voor het sociale en culturele leven, met bijzondere aandacht voor de veiligheid op de woon- en werkplek, de persoonlijke bescherming, het milieu en het grondgebied.
--	---	--

Titel van de cursus (2)	Technische cursus "Bouw van vervoermiddelen - wegvoertuigen"
Duur (jaren)	5
Leeftijd van betrokken studenten	14-19 jaar



EQF-niveau	4
Uren van frontale lessen	Ongeveer 400 uur per jaar aan beroepsgerichte vakken, waarvan 40% in praktische laboratoria.
Uren of praktijktraining (lab)	
Uren of weken stage in bedrijven	Ten minste 3 weken bedrijfsstageprogramma voor elk schooljaar
Maakt het deel uit van een duaal leer- of stageprogramma?	Geen

Binnen een dergelijke cursus zijn de volgende inhoud en leerresultaten het meest geschikte uitgangspunt om een specifieke opleiding over e-mobiliteit te beginnen:

- Diagnostiek van elektronische boordapparatuur;
- Elektrische en elektronische systemen aan boord, hun automatische besturing en onderhoud;
- Principes van automatiserings- en besturingstechnieken voor apparatuur, systemen en processen aan boord.
- Constructie, montage, demontage en afstelling van structurele elementen, systemen en verbindingselementen, volgens industriële normen;
- Materialen voor de bouw en het onderhoud van het voertuig.

Dergelijke onderwerpen kunnen worden gerelateerd aan de technische en toezichthoudende beroepsniveaus zoals geschetst in het ESCO-indelingskader:

- Automonteur
- Monteur elektrische apparatuur
- Inspecteur elektrische apparatuur
- Electrical Supervisor
- Assembleur van elektronische apparatuur
- Inspecteur elektronische apparatuur
- Assemblage van voertuigelektronica



Hoofdmodules / Opleidingseenheden	Inhoud van het onderwijs/de opleiding	Leerresultaten; Te verwerven theoretische kennis	Leerresultaten: Te verwerven praktische vaardigheden (werkgerelateerde vaardigheden)
Elektronica, elektrotechniek en automatisering	Diagnostiek van elektronische boordapparatuur; Beheersystemen met behulp van software; Procesautomatisering en controle van de voertuigen; Elektrische en elektronische systemen aan boord, hun automatische besturing en onderhoud; Internationale verdragen en EU- en nationale voorschriften betreffende de veiligheid van het werk, de bedieners, de uitrusting en het milieu; Principes van automatiserings- en besturingstechnieken voor apparatuur, systemen en processen aan boord. assemblageprocedures voor constructies;	De exploitatie van een bepaald vervoermiddel beheren en ingrijpen in het ontwerp, de bouw en het onderhoud van de verschillende onderdelen ervan; Onderhoud van de vervoermiddelen en bijbehorende voorzieningen; Beheer van reparaties aan de verschillende uitrustingen van het voertuig door de controle en afstelling ervan te plannen; Activiteiten beheren volgens de procedures van het kwaliteitssysteem, met inachtneming van de veiligheidsvoorschrift en;	hardware en software gebruiken om apparatuur en installaties te automatiseren. De parameters van het geïntegreerde navigatiesysteem interpreteren. Machines, instrumenten en specifieke elektrische of elektronische apparatuur gebruiken en de desbetreffende procedures toepassen. Programmeren van automatiseringssystemen. Het herkennen van de verschillende soorten procescontroles die met automatiseringssystemen worden toegepast. Planning van het onderhoud van elektromechanische apparaten. Controle van de werking en de kenmerken van



	Conformatie en schema's van technische installaties en hun bedrijfsparameters; Pompkarakteristieken en bedrijfsschema's. Berekening van drukverliezen in installaties en dimensionering van kanalen.	Opstellen van technische verslagen en documenteren van individuele en groepsactiviteiten in verband met beroepssituaties.	mechanische onderdelen aan boord.
Structuur, constructie, systemen en installaties van het voertuig - wegvoertuig	Mechanische, technologische en functionele karakterisering van technische materialen, componenten en onderdelen; Structurele testen, testen en acceptatie; Procedures voor machinale bewerking, constructie, montage, demontage en afstelling van structurele elementen, systemen en verbindingselementen, volgens industriële normen; Werkplaatsuitrusting; Onderhoudsprogramma's - certificerings- en herinbedrijfstellingsprocedures - onderhoudsinspectie/kwaliteitscontrole/verzekering - interface met de exploitatie van het voertuig - software voor analyse en simulatie;	Identificeren, beschrijven en vergelijken van types en functies van verschillende vervoermiddelen en -systemen; De exploitatie van een bepaald transportvoertuig beheren en ingrijpen in het ontwerp, de constructie en het onderhoud van de verschillende onderdelen ervan; Onderhoud van de vervoermiddelen en bijbehorende voorzieningen; Systemen, instrumenten en apparatuur voor het laden en lossen van passagiers en goederen bedienen	Analyse van systemen voor energieproductie en -omzetting in verband met vervoermiddelen. De verschillende soorten inspectie en controle bij voertuigonderhoud identificeren en beschrijven. Vaststelling en toepassing van specifieke technische voorschriften voor het vervoermiddel. Identificeren en toepassen van technologieën die geschikt zijn voor de constructie- en onderhoudsbehoeften van componenten of eenvoudige systemen. Toepassing van de technieken van productie, verwerking, materiaalbehandeling en oppervlaktebekleding van voertuigen en vervoersystemen.



	Basisbegrippen inzake veiligheid, lezen van risicoanalyses, preventie- en beschermingssystemen, toepassingsprocedures;	en onderhouden, ook in noodsituaties; De reparatie van de verschillende uitrustingen van het voertuig beheren door hun controle en afstelling te plannen; Beoordeling van de milieu-effecten voor een juist gebruik van hulpbronnen en technologieën; Activiteiten beheren volgens de procedures van het kwaliteitssysteem, met inachtneming van de veiligheidsvoorschrift en.	Het begrijpen en toepassen van procedures voor het onderhoud van het voertuig volgens het handboek, zelfs als dit in het Engels is geschreven. Het monteren en demonteren van onderdelen of samenstellen van het vervoermiddel. De specifieke terminologie van het voertuig gebruiken door deze te associëren met elk van zijn onderdelen en functies. Het kiezen van apparatuur, gereedschap en verschillende instrumenten en systemen in relatie tot het gebruik. Het uitvoeren van eenvoudige tests en inspecties op constructies, materialen en onderdelen die bestemd zijn voor vervoermiddelen.
Mechanica, machines en aandrijfsystemen	Structurele elementen van het voertuig: types, functie en fysieke kenmerken van vloeistoffen. Dimensionering en ontwerp van organen en apparaten. Materialen voor de bouw en het onderhoud van het voertuig.	Identificeren, beschrijven en vergelijken van types en functies van verschillende vervoermiddelen en -systemen; De exploitatie van een bepaald vervoermiddel	De beginselen van de mechanica toepassen op vervoermiddelen. Het maken van keuzes inzake ontwerp, constructie en transformatie met betrekking tot de bij de bouw van het vervoermiddel gebruikte materialen.



	Mechanische verwerking, transformatie en coatingbehandelingen. afstellen van gereedschapsmachines en bijbehorende handleidingen. Normen en technologieën ter vermindering van het milieueffect van vervoermiddelen.	beheren en ingrijpen in het ontwerp, de bouw en het onderhoud van de verschillende onderdelen ervan; Onderhoud van de vervoermiddelen en bijbehorende voorzieningen; De reparatie van de verschillende uitrustingen van het voertuig beheren door de controle en afstelling te plannen; De activiteiten beheren volgens de procedures van het kwaliteitssysteem, met inachtneming van de veiligheidsvoorschrift en; Identificeren en toepassen van projectmanagement methoden en -technieken.	Analyse van systemen voor energieproductie en -omzetting in verband met vervoermiddelen. Het begrijpen en toepassen van de gestandaardiseerde onderhoudsprocedures in de handleidingen van de voertuigen, ook in het Engels.
--	--	--	--



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



EQF 5 niveau - Hoger Technicus Diploma

Beide cursussen, momenteel verzorgd door de [ITS MAKER Academy](#) in Bologna, Italië, bieden kennis en vaardigheden over de hybride en elektrische motoren en over de avionica en geassisteerde/autonome aandrijfsystemen.

Cursus titel (3)	Hogere Technicus in Hybride, Elektrische en Endothermische Motoren
Duur (jaren)	2
Leeftijd van betrokken studenten	19-21 jaar of ouder
EQF-niveau	5
Uren van frontale lessen	898
Uren of praktische training (lab)	302
Uren of weken stage in bedrijven	800
Maakt het deel uit van een duaal leer- of stageprogramma?	Geen



Hoofdmodules / Opleidingseenheden	Inhoud van het onderwijs/de opleiding	Leerresultaten: Te verwerven theoretische kennis	Leerresultaten: Te verwerven praktische vaardigheden (werkgerelateerde vaardigheden)
Mechanica toegepast op tractie	Snelheid, versnelling, krachten, koppels en kinematica toegepast op tractie (ophanging, plunjers, besturing).	Kennis van de krachtoverbrenging van motor naar weg/veld	De student moet aantonen dat hij de beginselen van de op tractie toegepaste mechanica kent.
Machinebouw & FEM	Spanningen en vervormingen in motororganen, vermoeiing en sterkte, tijdsafhankelijke belastingen met behulp van FEM-methodologie.	Eindige elementenanalyse van het structurele ontwerp van een motor.	De student moet aantonen dat hij het structurele ontwerp van een motor kan analyseren met behulp van eindige elementen.



Systeem en constructie van de voertuigen	Structurele berekening en massaverdeling; motor, systemen, verpakking in klassieke en elektrische systemen; Technische constructiekenmerken van endothermische motoronderdelen: demontagewerkzaamheden, analyse en verificatie van mogelijke slijtage; Analyse en oplossing van mechanische oorzaken van motorstoringen. Hermontage en mechanische en elektrische fasering.	Ontwikkeling van het voertuigstelsel door componenten en integratiearchitectuur	De student moet aantonen dat hij in staat is de ontwikkeling van het voertuigstelsel naar componenten en integratiearchitectuur te configureren.
Dynamische simulatie van het voertuig (geavanceerde 3D-systemen)	Dynamisch, richtings- en stabiliteitsgedrag; verdeling van belastingen en krachten van het rijdende voertuig.	3D CAD-simulatie en validatiesystemen van virtuele prototypes van complete voertuigen en subsystemen.	De student moet aantonen dat hij in staat is virtuele prototypes van complete voertuigen en subsystemen op 3D CAD te simuleren en te valideren.
Elektronica, elektromagnetisme en elektrotechniek	Elektrische en magnetische velden en schakelingen; opwekking, opslag en omzetting van elektrische energie; vermogenselektronica.	De werking van de belangrijkste elektrische onderdelen van het voertuig	De leerling moet aantonen dat hij de werking van de belangrijkste elektrische onderdelen van het voertuig kan onderscheiden.



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



Controle-eenheden en sensoren	Elektrische aandrijvingsregeling; endotherme injectie en verbrandingsbeheer; hybridiseringsbeheer voor volledige, minimale en range extender configuraties.	Componenten voor elektronisch motormanagement in verschillende systemen.	De student moet aantonen dat hij kennis heeft van elektronisch motormanagement.
Grondbeginselen van ICE-motoren	Otto- en dieselcycli, efficiëntie en indeling, drukvulling	Onderdelen, werking en rendement van een verbrandingsmotor.	De student moet aantonen dat hij de onderdelen, de werking en het rendement van een verbrandingsmotor kan analyseren.



Elektrische motoren	De wetten van elektromagnetisme; Motoronderdelen: stator en rotor; Gelijkstroommotoren; Asynchrone inductiemotoren - reluctantiemotoren Synchrone permanente magneetmotoren: axiale flux; radiale flux; kenmerken en beperkingen van elektromotoren; Functionele grenzen, prestaties, bedrijfskaarten en efficiëntie Mechanische integratie: Directe aandrijving; versnellingsbak. Omkeerbaarheid bij remmen en energieopwekking door terugwinning van kinetische energie.	Technische basiskkenmerken van elektromotoren in het voertuigstelsel; De verschillende soorten elektrische tractiemachines; De fundamentele parameters en kenmerken, nuttig voor de dimensionering van de elektromotor.	De student moet aantonen dat hij de technische basisconnotatie van elektromotoren in het voertuigstelsel kan analyseren.
Efficiëntietechnologieën voor elektromotoren	Injectietechnologieën (direct, water), HCCI-ontsteking, inlaat- en uitlaatvloeiodynamica, turbolading; Nieuwe materialen en coatings voor motoronderdelen;	Emissiereductietechnologieën en optimalisering van de motorprestaties.	De student moet aantonen dat hij in staat is technologieën voor het rendement van thermische motoren toe te passen.



Wetgeving over motoren en emissies	Motorregelgeving inzake verontreinigende emissies: op weg naar de Euro 7-wetgevingsstap. Combinatie van motorbesturingsstrategieën en emissiebeperkingssystemen na de verbranding (deeltjesfilter, AdBlue, katalysator).	Europese en internationale voorschriften inzake uitlaatemissiecontrole toepassen.	De student moet aantonen dat hij op de hoogte is van de wetgeving inzake uitlaatemissiebeheersing.
Elektrische aandrijving	Configuratie van het tractiesysteem; controle en dimensionering van de onderdelen; opladen, autonomie en prestaties	Ontwerp en onderhoud van elektrische tractiesystemen.	De student zal moeten bewijzen dat hij/zij weet hoe elektrische tractiesystemen moeten worden ontworpen en onderhouden.
Hybride systemen	Typen hybridisatie (mild, mini, full, plug-in), configuraties, controles en prestaties; diagnose van Start&Stop en hybride systemen.	Ontwerp en onderhoud van hybride tractiesystemen; toepassing van de juiste diagnosemethodiek van het Start & Stop-systeem en de intelligente laadmodus van de dynamo.	De student zal moeten bewijzen dat hij of zij weet hoe hybride aandrijfsystemen moeten worden ontworpen en onderhouden.
Automatische besturingstechnologieën en boordelektronica	Boordsystemen voor automatische besturing: telecommunicatie, datatransmissie, sensoren en cyberbeveiliging.	Diagnose op afstand van het gedrag van de motor.	De cursist moet aantonen dat hij in staat is een diagnose op afstand te stellen van het gedrag van de motor.



Accumulatoren, opslagsystemen en batterijen	Elektrochemische opslagsystemen en endothermische motoren; accu's en batterijen voor tractietypen. Innovatieve materialen (grafeen); Brandstofcellen. Controle en beheer van opslagsystemen; Thermische controle van batterijen en temperatuur timing.	Kennis van de voornaamste constructie- en prestatiebeheeroplossingen voor opslagsystemen in verschillende voertuigen.	De student moet aantonen dat hij weet hoe de prestaties van opslagsystemen in verschillende voertuigen moeten worden beheerd.
Regeneratieve terugwinning van energie (KERS - HERS)	Kinetische energierugwinningssystemen (KERS) en warmterugwinningssystemen (HERS).	Configuratie en onderhoud van regeneratiesystemen voor gedissipeerde energie.	De student moet aantonen dat hij/zij weet hoe regeneratiesystemen voor gedissipeerde energie moeten worden opgezet en onderhouden.
Systeemcontrole en diagnose	Controleparameters en prestatiediagnose van motoren en hybride systemen en de mogelijkheden tot herconfiguratie daarvan.	Prestaties van endotherme motoren, elektromotoren en hybride systemen.	De student moet aantonen dat hij/zij de prestaties van endothermische motoren, elektromotoren en hybride systemen kan analyseren om hun efficiëntie te verbeteren.



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



Motorkalibratie en aandrijving	Configuratie van de motorbesturingsparameters in overeenstemming met het vereiste grondkoppeffect.	Kennis van motorkalibratieprocedures om de motorprestaties te optimaliseren.	De leerling zal moeten aantonen dat hij of zij weet hoe de motor moet worden gekalibreerd om de prestaties ervan te optimaliseren.
---------------------------------------	--	--	--



Titel van de cursus (2)	Hogere technicus in elektrische en aangesloten auto's en begeleid rijden
Duur (jaren)	2
Leeftijd van betrokken studenten	19-21 jaar of ouder
EQF-niveau	5
Uren van frontale lessen	662
Uren of praktische training (lab)	438
Uren of weken stage in bedrijven	800
Maakt het deel uit van een duaal leer- of stageprogramma?	Geen

Hoofdmodules / Opleidingseenheden	Inhoud van het onderwijs/de opleiding	Leerresultaten; Te verwerven theoretische kennis	Leerresultaten: Te verwerven praktische vaardigheden (werkgerelateerde vaardigheden)
-----------------------------------	---------------------------------------	---	---



Lezen en interpreteren van elektrische schema's	Onderdelen en assemblages: lezen van mechanische tekeningen en elektrische en elektronische schema's, ook met betrekking tot machinale bewerking en montage/installatiecycli.	Kennis van bewerkings- en assemblagecycli op basis van tekeningen/technische gegevens.	De student moet aantonen dat hij een mechanische technische tekening en een elektrisch/elektronisch schema kan lezen en interpreteren.
Elektronica, elektromagnetisme en elektrotechniek	Elektrische en magnetische velden en schakelingen; opwekking, opslag en omzetting van elektrische energie; vermogenselektronica	De werking van de belangrijkste elektrische componenten van het voertuig.	De leerling moet aantonen dat hij de werking van de belangrijkste elektrische onderdelen van het voertuig kan onderscheiden.



Elektrische motoren	De wetten van elektromagnetisme; Motoronderdelen: stator en rotor; Gelijkstroommotoren; asynchrone inductiemotoren - reluctantiemotoren; Synchrone permanente-magneetmotoren: axiale flux; radiale flux; kenmerken en beperkingen van elektromotoren; Functionele grenzen, opbrengsten, werkingskaarten en efficiëntie Mechanische integratie: Directe aandrijving; versnellingsbak. Omkeerbaarheid tijdens het remmen en energieopwekking door terugwinning van kinetische energie.	Technische basiskennmerken van elektromotoren in het voertuigstelsel; De verschillende soorten elektrische tractiemachines; De fundamentele parameters en kenmerken, nuttig voor de dimensionering van de elektromotor;	De student moet aantonen dat hij de technische basisconnotatie van elektromotoren in het voertuigstelsel kan analyseren.
Controle-eenheden en sensoren	Elektrische aandrijvingsregeling; endotherme injectie en verbrandingsbeheer; hybridiseringsbeheer voor volledige, minimale en range extender configuraties.	Componenten voor elektronisch motormanagement in verschillende systemen;	De student moet aantonen dat hij kennis heeft van elektronisch motormanagement.



Systeem en architectuur van voertuigen	Structurele elementen en systemen van verschillende voertuigtypes; Structurele berekening en massaverdeling; vermogenseenheden, systemen, voertuigverpakking in hybride en elektrische systemen; Technische constructiekenmerken van voertuigsystemen en onderdelen daarvan	Kennis van het voertuigstelsel in zijn subsystemen en componenten, met inzicht in de integratiearchitectuur.	De student moet aantonen dat hij in staat is de structuur van het voertuig te analyseren en te begrijpen aan de hand van de onderdelen en de integratiearchitectuur.
Voertuigbouw	Studie van de algemene problemen in verband met de architectuur en de onderdelen van een elektrische/hybride auto als machine, met verwijzing naar de voornaamste criteria voor de dimensionering van de organen (vermoeidheid, weerstand, belastingen, enz.) en hun betrekkingen en interacties als systeem.	Eindige elementenanalyse van het structurele ontwerp van een hybride/elektrisch voertuig	De student moet aantonen dat hij het structurele ontwerp van een elektrisch/hybride voertuig kan analyseren met behulp van eindige elementen.



CAD 3D-systemen en dynamische simulatie van voertuigen	Dynamisch, richtings- en stabiliteitsgedrag; verdeling van belastingen en krachten van het rijdende voertuig	3D CAD-simulatie en validatiesystemen van virtuele prototypes van complete voertuigen en subsystemen.	De student moet aantonen dat hij in staat is virtuele prototypes van complete voertuigen en subsystemen op 3D CAD te simuleren en te valideren.
Grondbeginselen van ICE-motoren	Otto- en dieselsycli, efficiëntie en indeling, drukvulling.	Onderdelen, werking en rendement van een verbrandingsmotor.	De student moet aantonen dat hij de onderdelen, de werking en het rendement van een verbrandingsmotor kan analyseren.
Aandrijflijn-tractiesystemen	Structuur, kenmerken, prestaties van elektrische en hybride aandrijfsystemen; snelheid, versnelling, krachten, koppels en kinematica toegepast op tractie.	Krachtoverbrenging van de aandrijflijn naar de weg/het veld.	De cursist moet aantonen dat hij de dynamiek van elektrische en hybride aandrijflijnen begrijpt, toegepast op tractieproblemen.



Infotainment aan boord	Boordcomputers, infotainmentsystemen en -componenten, besturingssystemen en sw, integratie met externe besturingssystemen (smartphones en mobiele apparaten). HMI: Mens-machine-interface; Body Pc en vehicle control units en hun integratie in Body Electronics en haar systemen en componenten; Infotainmentsystemen; integratie met mobiele systemen en smartphones (Apple, Android); Bluetooth-verbindingen en voertuigfunctiebediening via app; Satellietsystemen, GPS, lokalisatie en veiligheid	De belangrijkste functies van de infotelematica aan boord, met bijzondere aandacht voor verwante systemen.	De student moet aantonen dat hij in staat is om infotainment- en connectiviteitssystemen van voertuigen te configureren en te onderhouden.
--------------------------------------	---	---	---



CAN-netwerken en communicatie tussen voertuigsystemen	KWP2000, LIN, CAN-netwerken, CAN FD, Flex Ray, secure gateway, OTA: basisbeginselen, evolutie, interfacingstrategieën en architecturen; CAN-netwerken: HW en SW architectuur, communicatieprotocollen; CAN-netwerken met lage en hoge snelheid; Instrumentatie en meting SW; CAN-netwerken instrumentatie en meting SW: gebruik van instrumentatie en interfacing van voertuigen; metingen en signaalinterpretatie, probleemoplossing, elektrische basismetingen.	Evolutie in datacommunicatie tussen voertuigknooppunten ; Belangrijkste communicatieprotocollen (CAN focus); Praktisch gebruik van CAN-netwerkanalysatoren op de markt, registratie, analyse, foutensimulatie.	De student moet blijken van kennis van protocollen voor gegevensverwerking, instrumentatie en technieken en SW-configuraties voor analyse.
Wetgeving over motoren en emissies	Motorvoorschriften inzake verontreinigende emissies: op weg naar de Euro 7-wetgevingsstap; Combinatie van motorbesturingsstrategieën en emissiebeperkingssystemen na de verbranding (deeltjesfilter, AdBlue, katalysator).	Europese en internationale voorschriften inzake uitlaatemissiecontrole toepassen.	De student moet aantonen dat hij op de hoogte is van de wetgeving inzake uitlaatemissiebeheersing.



Elektrische aandrijving	Configuratie van het tractiesysteem; controle en dimensionering van de componenten; opladen, autonomie en prestaties.	Ontwerp en onderhoud van elektrische tractiesystemen.	De student zal moeten bewijzen dat hij/zij weet hoe elektrische tractiesystemen moeten worden ontworpen en onderhouden.
Hybride systemen	Typen hybridisatie (mild, mini, full, plug-in), configuraties, controles en prestaties; diagnose van Start&Stop en hybride systemen.	Ontwerp en onderhoud van hybride tractiesystemen; toepassing van de juiste diagnosemethodiek van het Start & Stop-systeem en de intelligente laadmodus van de dynamo.	De student moet aantonen dat hij in staat is hybride aandrijfsystemen te ontwerpen en te onderhouden.
Accumulatoren, opslagsystemen en batterijen	Elektrochemische opslagsystemen en endotherme motoren; accu's en batterijen voor tractietypen. Innovatieve materialen (grafeen). Brandstofcellen. Controle en beheer van opslagsystemen. Thermische controle van batterijen en temperatuur timing.	Kennis van de belangrijkste constructie- en prestatiebeheeroplossingen voor opslagsystemen in verschillende voertuigen	De student moet aantonen dat hij weet hoe de prestaties van opslagsystemen in verschillende voertuigen moeten worden beheerd.



Regeneratieve terugwinning van energie (KERS - HERS)	Kinetische energieterugwinningssystemen (KERS) en warmteterugwinningssystemen (HERS)	Configuratie en onderhoud van regeneratiesystemen voor gedissipeerde energie	De student moet aantonen dat hij/zij weet hoe regeneratiesystemen voor gedissipeerde energie moeten worden opgezet en onderhouden.
ADAS-systemen	Rijhulpsystemen: HW, SW, functionaliteit, integratie, redundantie; Voornaamste technologieën: ABS/ESP, Radar, Camera's, Airbar, parkeersensoren, Lidar - fusie, servo-elektrisch; Veiligheids-, comfort- en rijhulpfuncties: snelheidscontrole, parkeren en veranderen van rijstrook, noodremmen, rijstrookdetectie en lijnassistentie, adaptieve verlichting en nachtzicht; Functionele veiligheid en aanverwante regelgeving. Diagnose, probleemoplossing, analyse van verkregen gegevens en gebruik van technische documentatie.	Basiskennmerken en functionaliteit van sensoren, actuatoren en voertuigknooppunten . Verwerven van theoretische en praktische kennis, posities en assemblagespecificaties van de belangrijkste componenten. Beheer van technische documentatie en verworven gegevens voor diagnose- en controleactiviteiten.	De student moet kennis aantonen van ADAS, autonoom rijden en praktische procedures uitvoeren voor diagnose/foutopsporing en kalibratie.



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



Systeemdiagnostiek	Controleparameters en prestatiediagnose van motoren en hybride systemen en de mogelijkheden tot herconfiguratie daarvan.	Prestaties van endotherme motoren, elektromotoren en hybride systemen.	De student moet aantonen dat hij in staat is de prestaties van endothermische motoren, elektromotoren en hybride systemen te analyseren om ze efficiënter te maken.
---------------------------	--	--	---



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



NEDERLAND

Alle onderstaande cursussen, momenteel gezamenlijk verzorgd door het [ROC MIDDEN NEDERLAND - Automotive College](#), Utrecht, en [INNOVAM](#) Nieuwegein, Nederland, bieden kennis en vaardigheden over de hybride en elektrische motoren, alsmede over de avionica en ondersteunde / autonome aandrijfsystemen.

De volgende opleidingen bieden voortgezet onderwijs op automotive niveau:

Eerste autotechnicus (EQF 3)

Eerste vrachtwagenchauffeur (EQF 3)

Technisch specialist autotechniek (EQF 4)

Technisch specialist vrachtwagentechnologie (EQF 4)

Cursus titel (1)	Eerste autotechnicus
	Eerste vrachtwagen technicus
Duur (jaren)	3 jaar.
Leeftijd van betrokken studenten	16+ jaar
EQF-niveau	Niveau 3
Uren theoretische studie	4 uur per week
Uren of praktijktraining (lab)	4 uur per week
Uren of weken stage in bedrijven	2x 8 uur per week
Maakt het deel uit van een duaal leer- of stageprogramma?	Ja



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



Hoofdmodules / Opleidingseenheden	Inhoud van het onderwijs/de opleiding	Leerresultaten; Te verwerven theoretische kennis	Leerresultaten: Te verwerven praktische vaardigheden (werkgerelateerde vaardigheden)
--------------------------------------	--	--	--



Hybride en elektrische aandrijflijn	Inleiding tot hybride en elektrische aandrijving	Energiestromen in hybride voertuigen.	De leerlingen kunnen de verschillende onderdelen van hybride en EV-voertuigen herkennen.
	Energiestromen in hybride voertuigen	Werken aan hybride voertuigen	
	Elektrische aandrijving	Werken aan EV	Studenten kunnen op een veilige manier een hybride en EV spanningsvrij maken
	Continu Variabele Transmissie	Theorie van het waarborgen van een spanningsvrije situatie	
	Enkele planetaire tandwieltrain		
	Transmissieverhoudingen		
	Hybride voertuigen met planetaire aandrijving		Studenten kunnen een batterijbeheersysteem evalueren en analyseren
	Slepen van hybride voertuigen met planetaire tandwieltrain		
	Verschillende soorten aandrijving herkennen	De leerlingen kunnen berekeningen omzetten in echte metingen en deze interpreteren.	
	Casus: hybride en elektrische aandrijvingen.		



NEN9140 (VOP)	Werken met spanning Werken aan hybride en elektrische voertuigen HV-voertuigen in de werkplaats Personen (wie mag wat doen op (H)EV-voertuigen) Verschillende werkprocedures HV-voertuigen (VOP) Omschakeling van HV-systeem naar spanningsvrij (NEN) Bescherming en verantwoordelijkheden NEN9140 Casus: schriftelijke instructie NEN9140	Veilig werken met en aan EV. Theorie om het spanningsvrij te maken. De studenten kunnen het laadniveau berekenen op basis van de theorie en het evalueren aan de hand van de werkplaatsgegevens	Leerlingen leren werken met verschillende soorten elektromotoren. De leerlingen kunnen de verschillende aandrijfliijnen identificeren en benoemen en de belangrijke verschillen herkennen en benoemen.
Laadsysteem	HV batterij Oplaadstekker Laadkabel Opladen Praktijkvoorbeeld: oplaadsysteem	Structuur van een HV-batterij en oplaadmechanismen	De laadprocedures van een HV-batterij veilig uitvoeren.



Elektrische motoren	Rotatieveld Synchrone draaistroommotor met permanente magneet Resolver Kortsluiting ankermotor Case study: Elektrische motoren.	Structuur van een elektromotor	De leerlingen kunnen de verschillende onderdelen van een elektromotor herkennen en benoemen en de fasen van het werkingsmechanisme identificeren.
Batterijbeheer omvormer/omvormer	DC/DC-omvormer Batterijbeheersysteem Batterijen balanceren Temperatuurregeling HV-batterij	Structuur van een HV-batterij	De leerlingen kunnen de verschillende onderdelen van een HV-batterij herkennen en benoemen en de fasen van het werkingsmechanisme identificeren.



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



Titel van de cursus (2)	Technisch specialist autotechniek
	Technisch specialist vrachtwagentechnologie
Duur (jaren)	4 jaar.
Leeftijd van betrokken studenten	16+ jaar
EQF-niveau	Niveau 4
Uren theoretische studie	4 uur per week
Uren of praktijktraining (lab)	4 uur per week
Uren of weken stage in bedrijven	2x 8 uur per week
Maakt het deel uit van een duaal leer- of stageprogramma?	Ja



Hoofdmodules / Opleidingseenheden	Inhoud van het onderwijs/de opleiding	Leerresultaten: Te verwerven theoretische kennis	Leerresultaten: Te verwerven praktische vaardigheden (werkgerelateerde vaardigheden)
Hybride en elektrische aandrijving	Energiestromen in hybride voertuigen Elektrische aandrijving Hybride voertuigen met planetaire versnellingsbak.	Energiestromen in hybride voertuigen. Werken aan hybride voertuigen Werktheorie van het spanningsvrij maken van EV De studenten kunnen het laadniveau berekenen op basis van de theorie en dit evalueren aan de hand van de gegevens uit de werkplaats.	Leerlingen kunnen de verschillende aandrijflijnen identificeren en de belangrijkste verschillen herkennen en benoemen. De leerlingen kunnen op een veilige manier een hybride en EV-stroomloos maken Studenten kunnen batterijbeheersystemen evalueren en analyseren



Hybride en elektrische aandrijving	Inleidende workshop over H(EV)-voertuigen Persoon (wie mag wat doen op (H)EV-voertuigen) Protocollen Bescherming en verantwoordelijkheden Werken met spanning Werken aan hybride voertuigen Aandrijflijnen herkennen Spanningsvrij schakelen van HV-systeem Casus: NEN 9140 in de werkplaats	Veilig werken met hands on EV. Theorie van het spanningsvrij maken. De studenten kunnen het laadniveau berekenen op basis van de theorie en het evalueren aan de hand van de werkplaatsgegevens.	Leerlingen leren werken met verschillende soorten elektromotoren. De leerlingen kunnen de verschillende aandrijflijnen identificeren en benoemen en de belangrijkste verschillen herkennen en benoemen.
Laadsysteem	HV batterij Statische controle van digitale sensoren Oplaadstekker Laadkabel Oplaadprotocol Casestudy: oplaadsysteem.	Structuur van een HV-batterij en oplaadmechanismen	De laadprocedures van een HV-batterij veilig uitvoeren.



Elektrische motoren	Rotatieveld Synchrone draaistroommotor met permanente magneet Resolver Kortsluiting ankermotor Casestudie: Elektromotoren	Structuur van een elektromotor	De leerlingen kunnen de verschillende onderdelen van een elektromotor herkennen en benoemen en de fasen van het werkingsmechanisme identificeren.
Omvormer/omvormer batterijbeheer	DC/DC-omvormer Omvormer Batterijbeheersysteem Staat van lading Balanceren van de batterij Temperatuurregeling van HV-batterij Programma van temperatuurregeling van HV-batterij Casus: omvormer/converter en batterijbeheer.	Structuur van een HV-batterij	De leerlingen kunnen de verschillende onderdelen van een HV-batterij herkennen en benoemen en de fasen van het werkingsmechanisme identificeren.

Korte modulaire cursussen over e-voertuigen, die ook geschikt zijn voor I-VET- en C-VET-opleidingen, worden ook aangeboden door de Nederlandse partners, en worden meestal gevolgd door werknemers die momenteel in de autowerkplaatsen en -bedrijven in het hele land werkzaam zijn:

Cursus titel (1)	Grondbeginselen voor veilig werken aan e-voertuigen
Duur	1 dag (8 uur)
Leeftijd van de betrokken deelnemers	18+
EQF-niveau	2
Uren theoretische studie	2 (online cursus)
Uren of praktijktraining (lab)	6
Uren of weken stage in bedrijven	geen
Maakt het deel uit van een duaal leer- of stageprogramma?	Dubbel (online en face to face)



Hoofdmodules / Opleidingseenheden	Inhoud van het onderwijs/de opleiding	Leerresultaten: Te verwerven theoretische kennis	Leerresultaten: Te verwerven praktische vaardigheden (werkgerelateerde vaardigheden)
Online module	Veiligheidsrisico's Veiligheidsmaatregelen Persoonlijke bescherming Elektrische componenten Ontkoppel HV-systeem	Kennis hebben van veiligheidsprocedures voor het werken aan HV-systemen	
Persoonlijke module	Veiligheidsrisico's Veiligheidsmaatregelen Persoonlijke bescherming Elektrische componenten Ontkoppel HV-systeem		In staat om veiligheidsprocedures te volgen voor het werken aan HV-systemen. In staat om de verschillende HV-componenten te herkennen.

Titel van de cursus (2)	Veilig werken aan e-voertuigen gevorderd
Duur	1 dag (8 uur)
Leeftijd van de betrokken deelnemers	18+



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



EQF-niveau	3
Uren theoretische studie	2 (online cursus)
Uren of praktijktraining (lab)	6
Uren of weken stage in bedrijven	geen
Maakt het deel uit van een duaal leer- of stageprogramma?	Dubbel (online en face to face)

Hoofdmodules / Opleidingseenheden	Inhoud van het onderwijs/de opleiding	Leerresultaten: Te verwerven theoretische kennis	Leerresultaten: Te verwerven praktische vaardigheden (werkgerelateerde vaardigheden)
Online module	Werking van elektrische componenten Procedures om los te koppelen HV-systeem volgens fabrikanten Hybride systemen E-rem systemen Basisdiagnose van HV-systemen	Hoe HV-componenten werken Kennis van verschillende procedures om HV-systemen los te koppelen Kennis van de werking van regeneratief remmen	In staat om veiligheidsprocedures te volgen voor het werken aan HV-systemen. In staat om basisdiagnostiek uit te voeren op HV-systemen.



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



Persoonlijke module	Werking van elektrische componenten Procedures voor het loskoppelen van het HV-systeem volgens de fabrikant Hybride systemen E-rem systemen Basisdiagnose van HV-systemen		
---------------------	--	--	--

Cursus titel (3)	Onderhoud en reparatie van e-voertuigen (batterij)
Duur	1 dag (8 uur)
Leeftijd van de betrokken deelnemers	18+
EQF-niveau	3
Uren theoretische studie	2 (online cursus)
Uren of praktijktraining (lab)	6
Uren of weken stage in bedrijven	geen
Maakt het deel uit van een duaal leer- of stageprogramma?	Dubbel (online en face to face)



Hoofdmodules / Opleidingseenheden	Inhoud van het onderwijs/de opleiding	Leerresultaten; Te verwerven theoretische kennis	Leerresultaten: Te verwerven praktische vaardigheden (werkgerelateerde vaardigheden)
Online module	HV-batterij opbouw Batterijcellen (Ni-Mh, Li-ion) HV-relais, schakelaars Beheer van de temperatuur Batterij opladen Oplaadstrategieën Veiligheidsprocedures voor werkzaamheden aan HV-batterijen	Mogelijkheid om verschillende HV-batterijen te herkennen Kennis van de verschillende onderdelen waaruit een HV-batterijpak bestaat. Kennis van de veiligheidsprocedures	Het vermogen om veiligheidsprocedures te volgen voor het werken aan HV-batterijen. Bekwaamheid om onderhoud en basisreparaties aan HV-batterijen uit te voeren.
Persoonlijke module	HV-batterij opbouw Batterijcellen (Ni-Mh, Li-ion) HV-relais, schakelaars Beheer van de temperatuur Batterij opladen Oplaadstrategieën		



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



	Veiligheidsprocedures voor werkzaamheden aan HV-batterijen		
--	--	--	--

Titel van de cursus (4)	Diagnose over e-voertuigen (batterij)
Duur	1 dag (8 uur)
Leeftijd van de betrokken deelnemers	18+
EQF-niveau	4
Uren theoretische studie	2 (online cursus)
Uren of praktijktraining (lab)	6
Uren of weken stage in bedrijven	geen
Maakt het deel uit van een duaal leer- of stageprogramma?	Dubbel (online en face to face)



Hoofdmodules / Opleidingseenheden	Inhoud van het onderwijs/de opleiding	Leerresultaten; Te verwerven theoretische kennis	Leerresultaten: Te verwerven praktische vaardigheden (werkgerelateerde vaardigheden)
Online module	Hoe diagnose te stellen bij HV-batterijsystemen Een diagnoseplan opstellen Batterijbeheersystemen Laadsystemen	Mogelijkheid om verschillende HV-batterijen te herkennen Kennis van de verschillende onderdelen waaruit een HV-batterijpak bestaat.	Het vermogen om een diagnose te stellen van HV-batterijbeheersystemen. Het vermogen om een diagnose te stellen van laadsystemen.
Persoonlijke module	Uitvoeren van diagnose op HV-batterijsystemen Een diagnoseplan opstellen Diagnose accumanagementsysteem Diagnose van oplaadsystemen	Kennis van de veiligheidsprocedures	



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



Titel van de cursus (5)	Onderhoud en reparatie van e-voertuigen (aandrijving)
Duur	1 dag (8 uur)
Leeftijd van de betrokken deelnemers	18+
EQF-niveau	3
Uren theoretische studie	2 (online cursus)
Uren of praktische training (lab)	6
Uren of weken stage in bedrijven	geen
Maakt het deel uit van een duaal leer- of stageprogramma?	Dubbel (online en face to face)



Hoofdmodules / Opleidingseenheden	Inhoud van het onderwijs/de opleiding	Leerresultaten: Te verwerven theoretische kennis	Leerresultaten: Te verwerven praktische vaardigheden (werkgerelateerde vaardigheden)
Online module	Elektrische motoren (AC, DC, Borstelloos) Motorbediening Regeneratief remmen 2-wielaandrijving, 4-wielaandrijving Veiligheidsprocedures	Het vermogen om verschillende soorten elektromotoren te herkennen De verschillende onderdelen van elektrische aandrijfsystemen kennen Weet hoe regeneratief remmen werkt.	Het vermogen om alle soorten elektromotoren te herkennen Het vermogen om gegevens van de motormanagement module te begrijpen. In staat om basisreparaties aan e-drive systemen uit te voeren
Persoonlijke module	Elektrische motoren (AC, DC, Borstelloos) Motorbediening Regeneratief remmen 2-wielaandrijving, 4-wielaandrijving Veiligheidsprocedures		



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



Cursus titel (6)	Diagnose van e-voertuigen (aandrijflijn)
Duur	1 dag (8 uur)
Leeftijd van de betrokken deelnemers	18+
EQF-niveau	4
Uren theoretische studie	2 (online cursus)
Uren of praktijktraining (lab)	6
Uren of weken stage in bedrijven	geen
Maakt het deel uit van een duaal leer- of stageprogramma?	Dubbel (online en face to face)



Hoofdmodules / Opleidingseenheden	Inhoud van het onderwijs/de opleiding	Leerresultaten: Te verwerven theoretische kennis	Leerresultaten: Te verwerven praktische vaardigheden (werkgerelateerde vaardigheden)
Online module	Hoe diagnose stellen bij elektromotoren Hoe diagnose stellen op HV-aandrijfsystemen Een diagnoseplan opstellen Hoe herken je storingen in de aandrijflijn Veiligheidsprocedures	Vermogen om verschillende soorten storingen in elektromotoren en aandrijflijnen te herkennen Mogelijkheid om een diagnoseplan op te stellen	Het vermogen om diagnose te stellen aan elektromotoren en aandrijflijnen Vermogen om met een diagnoseplan te werken Het vermogen om storingen in de aandrijflijn te diagnosticeren
Persoonlijke module	Diagnose stellen aan elektromotoren Diagnose stellen aan HV-aandrijfsystemen Een diagnoseplan opstellen Diagnose van aandrijflijnfouten Veiligheidsprocedures		

LITOUWEN

Om een beeld te geven van de **Litouwse** context van het middelbaar beroepsonderwijs op automobielniveau, wordt in dit document verslag gedaan van twee opleidingen die momenteel worden aangeboden aan de middelbare school voor automonteurs in de hoofdstad Vilnius. Bij [VAVM - Vilniaus Automechanikos ir Verslo Mokykla](#) zijn er twee hoofdspecialisaties:

- Automonteur (EQF 4)
- Reparateur van elektrisch materieel voor auto's (EQF 4)

De cursussen voorzien momenteel niet in een specialisatie in HEV's/EV's of avionica-circuits, maar de werkopleiding omvat ook onderhouds- en diagnosewerkzaamheden aan hybride of elektrische voertuigen. De opleidingsmodules omvatten inhoud, kennis en vaardigheden die geschikt zijn als uitgangspunt waarop verdere opleidingen op het gebied van e-mobiliteit kunnen worden gebaseerd. Dergelijke onderwerpen omvatten de volgende modules:

- Motoren technisch onderhoud
- Transmissie technisch onderhoud
- Reparatie van elektrische autoapparatuur
- Motoren elektrische apparatuur
- Transmissie elektrische apparatuur
- Automobiel comfort en veiligheid elektrische apparatuur

Dergelijke onderwerpen kunnen worden gerelateerd aan de meest operationele beroepsniveaus zoals geschetst in het ESCO-indelingskader:

- Assembleur van motorvoertuigen
- Automonteur
- Monteur elektrische kabels
- Monteur elektrische apparatuur
- Elektromonteur

Cursus titel (1)	Automonteur
Duur (jaren)	3



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



Leeftijd van betrokken studenten	17<
EQF-niveau	4
Uren theoretische studie	Ongeveer 40% van alle tijd
Uren of praktijktraining (lab)	Ongeveer 60% van alle tijd
Uren of weken stage in bedrijven	11 weken korte stages en één lange stage van 600 uur aan het eind van het programma.
Maakt het deel uit van een duaal leer- of stageprogramma?	Duaal leerprogramma, met de mogelijkheid om stage te lopen.

Hoofdmodules / Opleidingseenheden	Inhoud van het onderwijs/de opleiding	Leerresultaten: Te verwerven theoretische kennis	Leerresultaten: Te verwerven praktische vaardigheden (werkgerelateerde vaardigheden)
Inleiding tot het beroep	Veiligheid op het werk; Introductie in het bedrijfsleven;	Zakelijke basiskennis, professionele verantwoordelijkheid.	Vermogen om met mensen om te gaan, technologische apparatuur te gebruiken en te onderhouden, begrip van professionele verantwoordelijkheid.



Metaaltechnologische werken	voor metaalbewerking; Materialen; Technologische uitrusting.	Technologie van metaalbewerking	Technische metingen, tekeningen, metaal lassen, solderen snijden
Motoren technisch onderhoud	Motoronderdelen; Aanpassingen; Reparatie technieken; Ecologische kwesties.	Motoronderdelen, werkingsprincipes, reparatietechnieken.	Vermogen om materialen te kiezen voor onderhoud, reparatietechnieken, technisch onderhoud, reparatie, diagnose van defecte onderdelen, aanpassing en regeling van onderdelen.
Technisch onderhoud van Otto-motoren	Otto-motoronderdelen; Aanpassingen; Sensoren; controle-eenheden; controlebeginselen; reparatietechnieken; ecologische kwesties.	Onderdelen van ontstekings- en brandstofsysteem, werkingsprincipes, sensoren, controle-eenheden, controleprincipes, reparatietechnieken.	Reparatietechnieken, technisch onderhoud, reparatie, diagnose van defecte onderdelen, aanpassing en regeling van onderdelen.



Dieselmotoren technisch onderhoud	onderdelen van dieselmotoren; Aanpassingen; Controleprincipes; Reparatie technieken; Ecologische kwesties.	Onderdelen van dieselinjectiesysteme n, werkingsprincipes, controleprincipes, reparatietechnieken.	Reparatietechnieken, technisch onderhoud, reparatie, diagnose van defecte onderdelen, aanpassing en regeling van onderdelen.
Technisch onderhoud van de transmissie	Transmissie onderdelen; Aanpassingen; reparatietechnieken;	Transmissie, versnellingsbakonder delen, reparatietechnieken.	Reparatietechnieken, technisch onderhoud, reparatie, diagnose van defecte onderdelen, aanpassing en regeling van onderdelen.
Chassis technisch onderhoud	Chassisonderdelen; Aanpassingen; Reparatie technieken;	Chassis en remsysteemonderdel en, werkingsprincipes, reparatietechnieken.	Reparatietechnieken, technisch onderhoud, reparatie, diagnose van defecte onderdelen, aanpassing en regeling van onderdelen.
Reparatie van elektrische autoapparatuur	Basiskennis elektronica; Elektronica principes; Elektronische componenten; Reparatie van elektronische apparaten.	Basiskennis elektronica, natuurkundige basiswetten, elektrische inductie, wet van Ohms, elektronische componenten en werkingsprincipes, elektrische bedrading en de bijbehorende schema's.	Vermogen om elektrische bedrading aan te sluiten, elektronische storingen te diagnosticeren, elektronische componenten te vervangen, componenten te repareren.



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



Extra modules: Rijden; Carrosseriediagnose en -reparatie.	Het besturen van motorvoertuigen; Verkeersveiligheid; Schadeherstel technologie; Onderhoud van het lichaam; reparatiematerialen.	Verkeersregels; Eerste hulp bij ongevallen; Lichaamscomponenten; Lichaamsonderhoudstechnologie; Reparatie technologie.	Het besturen van motorvoertuigen, Het kiezen van de juiste materialen voor lichaamsonderhoud; Het kiezen van de juiste materialen voor carrosserieherstel; Carrosserie reparatie.
--	--	--	--

Titel van de cursus (2)	Reparateur auto-elektrische apparatuur
Duur (jaren)	3
Leeftijd van betrokken studenten	17<
EQF-niveau	4
Uren theoretische studie	Ongeveer 40% van alle tijd
Uren of praktijktraining (lab)	Ongeveer 60% van alle tijd
Uren of weken stage in bedrijven	11 weken korte stages en één lange stage van 600 uur aan het eind van het programma.
Maakt het deel uit van een duaal leer- of stageprogramma?	Duaal leerprogramma, met de mogelijkheid om stage te lopen.



Hoofdmodules / Opleidingseenheden	Inhoud van het onderwijs/de opleiding	Leerresultaten; Te verwerven theoretische kennis	Leerresultaten: Te verwerven praktische vaardigheden (werkgerelateerde vaardigheden)
Inleiding tot het beroep	Veiligheid op het werk; Introductie in het bedrijfsleven.	Zakelijke basiskennis, professionele verantwoordelijkheid.	Vermogen om met mensen om te gaan, technologische apparatuur te gebruiken en te onderhouden, begrip van professionele verantwoordelijkheid.
Metaaltechnologisch e werken	voor metaalbewerking; Materialen; Technologische uitrusting.	Technologie van metaalbewerking	Technische metingen, tekeningen, metaal lassen, solderen snijden
Motoren elektrische uitrusting	motoronderdelen; sensoren; Controle-eenheden; Controleprincipes; Reparatie technieken; Ecologische kwesties.	Motoronderdelen, werkingsprincipes, sensoren, regeleenheden, controleprincipes, reparatietechnieken.	Vermogen om materialen te kiezen voor onderhoud, reparatietechnieken, technisch onderhoud, reparatie, diagnose van defecte onderdelen, aanpassing en regeling van onderdelen.



Otto-motoren elektrische uitrusting	Otto- motoronderdelen; sensoren; Controle-eenheden; Controleprincipes; Reparatie technieken; Ecologische kwesties.	Onderdelen van ontstekings- en brandstofsysteem, werkingsprincipes, sensoren, controle- eenheden, controleprincipes, reparatietechnieken.	Reparatietechnieken, technisch onderhoud, reparatie, diagnose van defecte onderdelen, aanpassing en regeling van onderdelen.
Dieselmotoren elektrische uitrusting	onderdelen van dieselmotoren; sensoren; Controle-eenheden; Controleprincipes; Reparatie technieken; Ecologische kwesties.	Onderdelen van dieselinjectiesysteme n, werkingsprincipes, sensoren, regeleenheden, controleprincipes, reparatietechnieken.	Reparatietechnieken, technisch onderhoud, reparatie, diagnose van defecte onderdelen, aanpassing en regeling van onderdelen.
Elektrische transmissieapparatu ur	Transmissie onderdelen; Sensoren; Controle-eenheden; Controleprincipes; Reparatie technieken;	Transmissie, versnellingsbakonder delen, werkingsprincipes, sensoren, regeleenheden, controleprincipes, reparatietechnieken.	Reparatietechnieken, technisch onderhoud, reparatie, diagnose van defecte onderdelen, aanpassing en regeling van onderdelen.



Chassis elektrische uitrusting	Chassisonderdelen; sensoren; Controle-eenheden; Controleprincipes; Reparatie technieken;	Chassis- en remsysteemonderdelen, werkingsprincipes, sensoren, regeleenheden, besturingsprincipes, reparatietechnieken.	Reparatietechnieken, technisch onderhoud, reparatie, diagnose van defecte onderdelen, aanpassing en regeling van onderdelen.
Reparatie van elektrische autoapparatuur	Basiskennis elektronica; Elektronica principes; Elektronische componenten; Reparatie van elektronische apparaten.	Basiskennis elektronica, natuurkundige basiswetten, elektrische inductie, wet van Ohms, elektronische componenten en werkingsprincipes, elektrische bedrading en schema's daarvan.	Vermogen om elektrische bedrading aan te sluiten, elektronische storingen te diagnosticeren, elektronische componenten te vervangen, componenten te repareren.
Elektrische uitrusting voor comfort en veiligheid van auto's	Comfort- en veiligheidscomponenten; Sensoren; Controle-eenheden; Controleprincipes; Reparatie technieken;	Componenten van comfort- en veiligheidssystemen, werkingsprincipes, sensoren, controle-eenheden, besturingsprincipes, reparatietechnieken.	Reparatietechnieken, technisch onderhoud, reparatie, diagnose van defecte onderdelen, aanpassing en regeling van onderdelen.



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



Extra modules: Rijden; Carrosseriediagnose en -reparatie.	Het besturen van motorvoertuigen; Verkeersveiligheid; Schadeherstel technologie; Onderhoud van het lichaam; reparatiematerialen.	Verkeersregels; Eerste hulp bij ongevallen; Lichaamscomponenten; Lichaamsonderhouds technologie; Reparatie technologie.	Het besturen van motorvoertuigen, Het kiezen van de juiste materialen voor lichaamsonderhoud; Het kiezen van de juiste materialen voor carrosserieherstel; Carrosserie reparatie.
---	---	--	---



ZWEDEN

Om de Zweedse context van het middelbaar beroepsonderwijs in de automobielsector weer te geven, wordt in dit document de publiek-private samenwerkingsformule toegelicht die wordt vertegenwoordigd door [het Göteborgs Tekniska College, Göteborg](#), dat samen met Volvo Trucks partner is van het IG2-project.

De Technische Hogeschool van Göteborg is een onderwijs- en opleidingsinstituut dat gezamenlijk eigendom is van Volvo Group, Volvo Cars en de stad Göteborg.

De instelling biedt industriële technische opleidingen aan die aangepast zijn aan de behoeften van de markt en biedt hoger secundair onderwijs (EQF 4), hogere beroepsopleidingen in toegepaste wetenschappen (EQF 5) en bedrijfsopleidingen (C-VET). De leercentra zijn centraal gelegen in Göteborg in de bruisende stadswijk Lindholmen en midden in het zakendistrict bij Volvo Torslanda.

Aangezien de Volvo Groep van e-mobiliteit een strategische troef maakte, via de productie en commercialisering van e-trucks door Volvo Lastvagnar AB, ontwikkelden de docenten van het GTC een leerpakket over e-mobiliteit, ontworpen en onderwezen door trainers met directe ervaring uit de productie- en bedrijfsmarkt.

De E-mobility training suite is samengesteld uit de volgende modules, die op hun beurt zijn opgenomen in de kwalificatie- of marktcursussen die bij GTC worden aangeboden:

Module Titel	Duur	Inhoud
EV-bewustzijn	4 uur (theorie)	• Milieuproblemen en -beperkingen • Marktontwikkeling • Totale eigendomskosten • Betrokken technologie
Overzicht batterijsysteem	8 uur (theorie en praktijk)	• Batterijtechnologie • Elektrische veiligheid • Batterijbeheer • Gebruik • Duurzaamheid
Lithium-Ion batterij systeem	16 uur (theorie en praktijk)	• Celformaten • Fysische Chemie • Toeleveringsketen • Systeemontwerp • Productie
EV-opladen en stroomvoorziening	12 uur (theorie en praktijk)	• Modi • Gedrag • Infrastructuur • Bedrijfsmodel



		• Vermogenscomponenten
Elektrische machines en transmissie	16 uur (theorie en praktijk)	• Overzicht aandrijvingen • Typologieën hybride aandrijflijnen • Circuit theorie

Als onderdeel van de bovenbouw biedt GTC een inspringing van het Technisch Programma plus een inspringing van het Industrieel Programma, die beide de kernmodules van de e-mobility suite omvatten en uitbreiden:

Onderhoudstechnicus - Automatisering (EQF 4)	Onderhoudstechnicus - Elektromechanica (EQF 4)
Robotica Elektrische energie technologie Toegepaste Automatiseringstechnologie Industriële Automatiseringstechnologie	Productie-uitrusting Elektrische motorbesturing Herstelwerkzaamheden

GTC biedt ook [levenslange opleidingen over E-mobiliteit](#) voor werknemers en bedrijven (C-VET) op meer gebieden:

Gebied van "Elektrische voertuigen en batterijtechnologie".

Gebied "Elektrische veiligheid"

De cursussen duren 4 tot 50 uur en worden deels ter plaatse en deels online gegeven. Ze hebben allemaal een modulaire structuur die kan worden uitgebreid met andere korte cursussen uit de catalogus. De belangrijkste modules zijn:

- Batterijsysteem Lithium-Ion
- Overzicht batterijsysteem
- Aansluiting en controle van het batterijbeheer
- Batterijbeheersystemen
- Batterij Technicus
- Batterij testen
- Digitale Technologie Voertuigen
- E-voertuigen: ontwerp en functie
- Elektrische machines en transmissie
- Veiligheid van elektrische voertuigen
- Duurzame vervoerssystemen



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



GTC heeft ook een [open digitale referentiebibliotheek voor elektromobiliteit](#) opgezet, bedoeld als een steeds groeiend archief over elektrische voertuigen, stroomvoorziening, opladen, stroomopslag, duurzame energiesystemen en milieukwesties, dat vandaag meer dan 7000 bronnen telt.



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



3. Co-ontwerp van de innovatiegarage van garages

Allereerst is het belangrijk om uit te leggen wat we bedoelen met de term "Innovatiegarage".

In de context van dit specifieke project verstaan wij onder "innovatiegarage" het proces waarbij **aanbieders van beroepsonderwijs en -opleiding en bedrijven** uit de **automobielsector** (hier "garage" genoemd) **samenkomen** om zowel de **opleidingswerkplek** als het **leertraject** voor de ontwikkeling van **groene mobiliteitsvaardigheden** op verschillende niveaus van **beroepsonderwijs en -opleiding**, van I-BOL tot H-BOL tot C-BOL, **gezamenlijk te ontwerpen**.

Aangezien dit een strategisch samenwerkingsverband is, gaat het bij het IG2-project niet om technologische innovatie op automobielsector, maar om **het innoveren van de opleidingsmethodologie** en het ontwerp van de **leeromgeving**.

Waar komt het vandaan? Wij ontleen de term aan de [IBM Garage Field Guide](#), waar hij staat voor een participatief en coöperatief kader om innovatie en kennisbeheer uit te nodigen, te vergemakkelijken en te stimuleren vanuit een bottom-up perspectief.

Door het samenbrengen van belanghebbenden in de automobielsector, zowel op het niveau van beroepsonderwijs en -opleiding, leraren/opleiders, studenten en bedrijven, streeft het IG2-project naar samenwerking om leertrajecten voor de groene mobiliteitsrevolutie te co-creëren. Co-creatie gaat niet alleen over opleidingsprogramma's en vaardigheden/kwalificatiekaders, maar ook over de inrichting van de werkplek. De opleidingssetting is bedoeld als een gesitueerde omgeving waar leerlingen in het beroepsonderwijs en stellers uit het bedrijfsleven samen operaties uitvoeren en organisatorische rollen spelen die vergelijkbaar zijn met de echte werkplek.

In de automobielsector heeft de [Thyssenkrupp](#) Groep de Innovation Garage-aanpak overgenomen, als een manier om een hoger niveau van innovatie binnen de mobiliteitssector te bereiken. In de bedrijfsmentaliteit kan innovatie niet alleen worden gecreëerd door de O&O-afdeling en top-down worden gedeeld, maar kunnen ook kleine start-ups onder technici, managers, klanten en investeerders worden opgezet om nieuwe productprototypes en -processen te co-designen & co-creëren.

2-Studiemateriaal

In de collectie onderwijs- en leermateriaal die door het IG2-project is samengesteld, hebben de partners bijdragen opgenomen om opleiders in beroepsonderwijs en -opleiding en managers van werkplaatsen te begeleiden bij de veranderingen in de mechanische garages en hun evolutie van de jaren 2020 tot de jaren 2040 of 2050, de uiteindelijke horizon van het Europese Green Deal-scenario dat de Europese Unie een emissievrije en koolstofneutrale zone wil worden. De volgende documenten en presentaties, die gratis kunnen worden gedownload en geraadpleegd onder de Creative Common 4.0 Share Alike licentie, hebben ook betrekking op de ontwikkeling van de vaardigheden van toekomstige werknemers in de automobielsector voor een soepele overgang naar de arbeidsmarkt, evenals op de analyse van de behoeften



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



van de automobielsector met betrekking tot de huidige lacunes als gevolg van de snelle evolutie van EV's (elektrische voertuigen), HEV's (hybride elektrische voertuigen), van de digitale software voor het beheer van de autonome en ondersteunde aandrijfsystemen (ADAS) en het voorspellend onderhoud op afstand of in de cloud (OTA - over the air assistance).

Hieronder vindt u de lijst van documenten met scenario's, reeksen kennis en vaardigheden en instructies over de inrichting van een effectieve opleidingswerkplek voor de ontwikkeling van e-mobiliteitsvaardigheden op beroepsopleidingsniveau:

- De werkplaats van de toekomst - door Innovam (voor het eerst gepubliceerd in 2018)
- E-mobiliteit en onderwijs - behoefteanalyse door Innovam
- E-mobiliteit en onderwijs - Analyse van de behoeften door Zener Italia
- E-mobiliteit en onderwijs - behoefteanalyse door Moller Auto, Litouwen

Volgens de analyse van Innovam zijn er enkele drijvende krachten voor verandering die de automobielsector in de EU en wereldwijd beïnvloeden:

- de wetgeving op nationaal en internationaal niveau, alsmede de voorschriften van de plaatselijke ministeries van Vervoer
- de opkomst van de technologie voor elektrische voertuigen (EV)
- de opkomst van digitaal onderhoud en onderhoud op afstand (OTA - over the air assistance)
- de opkomst van autonome en ondersteunde aandrijfsystemen (ADAS), dankzij de digitale en softwaretechnologie

Toch staan deze vier drijvende krachten achter verandering niet op zichzelf, maar hangt hun impact nauw samen met de mate waarin de consument zal reageren op dergelijke veranderingen op de markt. Wanneer de wetgeving niet aanzet tot elektrificatie, en de klanten weinig interesse hebben om voor connected auto's te kiezen of er over het algemeen minder nieuwkomers op de markt zijn, zal er tegen 2040 een beperkt aantal bestuurders zijn die real-time gegevens vrijgeven voor onderhoud op afstand, en zal zowel de markt voor EV als die voor autonome aandrijving krimpen. Aangezien nieuwe technologieën de sector niet enorm beïnvloeden, zullen ICE-voertuigen (met verbrandingsmotor) ongeveer 70% uitmaken en zullen traditionele monteurs nog steeds de overhand hebben in werkplaatsen, met slechts een daling van -15%/-20% ten opzichte van 2020. Poolauto's zijn niet wijdverspreid, maar komen alleen in grotere steden voor en MaaS (mobility as a service) is geen grote trend.

Aangezien het Europees Parlement eind 2022 heeft bepaald dat tegen 2035 in de hele EU geen ICE-voertuigen meer mogen worden geproduceerd en verkocht, lijkt een dergelijk conservatief scenario echter niet haalbaar, aangezien consumenten gedwongen zullen worden om ofwel een hybride of elektrische auto te bezitten, ofwel gebruik te maken van carpooldiensten.

Deze recente evolutie, die plaatsvond na de eerste publicatie van "De werkplaats van de toekomst" (2018), brengt een alternatief, meer progressief totaalbeeld dichterbij, waarbij EV's landelijk verspreid zijn over 70%



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



van het totale aantal voertuigen, connected cars en poolauto's op grote schaal gebruikt worden door de meerderheid van de burgers als dagelijks vervoermiddel binnen het MaaS-scenario, en OTA (over the air) onderhoud regelmatig wordt uitgevoerd door een enorm aantal aanbieders. Aangezien deze hypothese werkelijkheid wordt, zullen de organisatie van werkplaatsen/garages en de traditionele rol van ICE-monteurs sterk worden aangetast: naar schatting is -40% werkplaatspersoneel nodig en zijn traditionele monteurs steeds minder betrokken bij de onderhoudswerkzaamheden, die veeleer zullen bestaan uit het op afstand bijwerken van software.

Hoe zullen deze veranderingen vooral de opleiding en de vaardigheden van het personeel in de autowerkplaats beïnvloeden?

Volgens Moller Auto - Litouwen, officieel dealer van Volkswagen en Audi, is het, nu HEV's en EV's steeds gewoner worden, van vitaal belang dat alle werknemers in de werkplaatsen worden opgeleid tot EiP - elektrisch geïnstrueerde personen, zelfs tijdens het uitvoeren van basisonderhouds- of reparatiewerkzaamheden. Bovendien moet een kleiner aantal personeelsleden HVT's zijn - hoogspanningstechnici, verantwoordelijk voor het spanningsloos maken van de HV-batterijen en het algemeen opstarten van een HEV of EV. Slechts een beperkt aantal mensen, volledig gekwalificeerd als HVE - hoogspanningsdeskundige, mag hoogspanningsbatterijen beheren en hoogspanningssystemen op alle mogelijke manieren activeren of deactiveren.

EiP basis training module

- **Inside and outside:** how to recognize an electric vehicle immediately with just one glance
- Electrical voltage, current, Ohm's law
- **High voltage system and components:** task and functions of each element:
 - ✓ Power electronics
 - ✓ Electric drive motor
 - ✓ HV heating
 - ✓ HV air conditioner compressor
 - ✓ HV battery
 - ✓ Battery charger
- **Driving modes, charging process and connector principles (AC, DC)**
 - Hazards from electric current
 - First aid in the event of electric accidents

*©Afbeelding is eigendom van Moller Auto Volkswagen
Dealer, Vilnius, Litouwen*

De inrichting en uitrusting van een autowerkplaats waar HEV's en EV's worden onderhouden, moet altijd voorzien zijn van waarschuwings- en gevaarstekens voor hoogspanningscircuits overal:



Workplace: how to identify high-voltage components?



There are various high-voltage marking around a high-voltage vehicle. These markers indicate that hazards due to electric current can be expected on this vehicle:

- Yellow and black barricade tape
- Warning signs and prohibition signs around and on the vehicle
- Warning signs and prohibition signs on components in the vehicle
- Orange wires and components

© Afbeelding is eigendom van Moller Auto Volkswagen Dealer, Vilnius, Litouwen

Speciaal gereedschap en aanbevolen accessoires die in de autowerkplaats te vinden zijn voor het onderhoud van HEV/HV-voertuigen, en ook nuttig gereedschap voor de opleidingswerkplaats van leerlingen in het beroepsonderwijs:



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



High-voltage diagnosis box VAS 5581

Using the high-voltage diagnosis box VAS 5581, you can check the high-voltage traction batteries of hybrid, plug-in hybrid and electric vehicles of the Volkswagen Group quickly and easily.

In doing so, the diagnosis box is connected directly to the control unit of the high-voltage battery using the adapter cable, either in the vehicle or once removed, to read off the measured values, e.g. the voltage of the individual modules. To connect with the diagnosis unit that reads out the measured values, the diagnosis interface VAS 6154 is connected directly to the diagnosis box. A defective module can, thus, be found quickly and the repair can take place. The diagnosis box is supplied with voltage via a power pack or a separate accumulator.

Scope of delivery

1× high-voltage diagnosis box

1× adapter cable

1× power pack

Recommended accessories

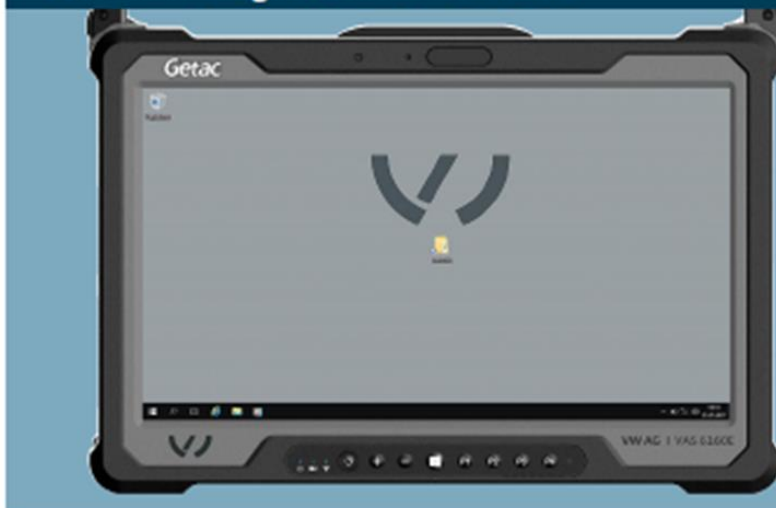
+ Different adapter cables
VAS 5581/XX (various ASE numbers)

+ Accumulator VAS 5581/10
(ASE 109 051 00 000)



©Afbeelding is eigendom van Moller Auto Volkswagen Dealer, Vilnius, Litouwen

"Premium" diagnosis unit VAS 6160E



The "Premium" diagnosis unit VAS 6160E with touchscreen embodies the latest generation of diagnosis units. With the special Windows 10 version IoT Enterprise LTSE as its basis, it offers maximum operating comfort and the highest possible operator safety.

©Afbeelding is eigendom van Moller Auto Volkswagen Dealer, Vilnius, Litouwen



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



Isolator box, 198-pin VAS 6606

The isolator box VAS 6606 is used for the diagnosis on control devices with 198-pin connections that are being used in the Group since 2010. It has a modular design and is equipped with 66 connections per module. Adapter cables already present from the V.A.G 1598 series can be used with these modules, with an adapter in some cases. The adapter cables are available as an accessory. The isolator box is voltage safe up to 60 V to ensure that systems from the high-voltage range are sufficiently protected.

Scope of delivery

- 1 × isolator box module 1 (coding A+B)
with connecting bridges and templates
- 1 × isolator box module 2 (coding C+D)
with connecting bridges and templates
- 1 × isolator box module 3 (coding E+F)
with connecting bridges and templates
- 2 × test adapters
- 1 × earth cable
- 1 × transport box

Recommended accessories

- + Test adapter VAS 6606/XX
(various ASE numbers)



©Afbeelding is eigendom van Moller Auto Volkswagen Dealer, Vilnius, Litouwen

Scissor-type assembly platform VAS 6131B



With the scissor-type assembly platform VAS 6131B, engines and gearboxes of the modern power unit generation can be installed and removed as a unit quickly and without additional tools. This power unit assembly has a weight of approx. 800 kg, which means that the standard engine and gearbox jack cannot be used. Operating comfort and simple manoeuvrability set benchmarks and make the product indispensable.

©Afbeelding is eigendom van Moller Auto Volkswagen Dealer, Vilnius, Litouwen



High-voltage tool set VAS 6762

Comprehensive tool set with insulated tools for high-voltage experts.

Scope of delivery

10× screwdrivers

15× hexagon socket sets

3× screwdriver bits

1× reversible ratchet $\frac{3}{8}$ "

2× extensions $\frac{3}{8}$ " (74 mm/126 mm)

4× pliers (universal, flat, nose and combination pliers)

1× side cutter

1× wire cutter

1× cutting knife with insulation

1× voltage tester

2× set each with 5 end caps 1000 V
(Ø 30 mm and Ø 40 mm)

2× warning signs ("Dangerous electric voltage" and "Switching prohibited")

1× film barrier tape

1× tool case

1× insulation mat in bag

1× release tool T40258

Recommended accessories

+ Hexagon socket, 10 mm
VAS 6762/46 (ASE 447 115 00 000)

+ End caps VAS 6762/47
(ASE 317 003 00 000)

+ End caps VAS 6762/48
(ASE 317 004 00 000)



©Afbeelding is eigendom van Moller Auto Volkswagen Dealer, Vilnius, Litouwen

Naast de configuratie en inrichting van de opleidingswerkplek en de uitrusting en instrumenten, is het van strategisch belang na te denken over welke kennis en vaardigheden de toekomstige werknemers in de automobielsector sinds hun beroepsopleiding moeten ontwikkelen om de duurzaamheid en de digitale transitie van de hele sector naar de Green Deal-doelstellingen van de EU te ondersteunen.

Volgens de kloofanalyse van [Zener Italia](#) Company, gevestigd in Turijn, Italië, moet de discussie over de evolutie van de opleidingsinhoud, de methodologie en de behoeften aan vaardigheden gebaseerd zijn op de volgende onderwerpen en vragen:

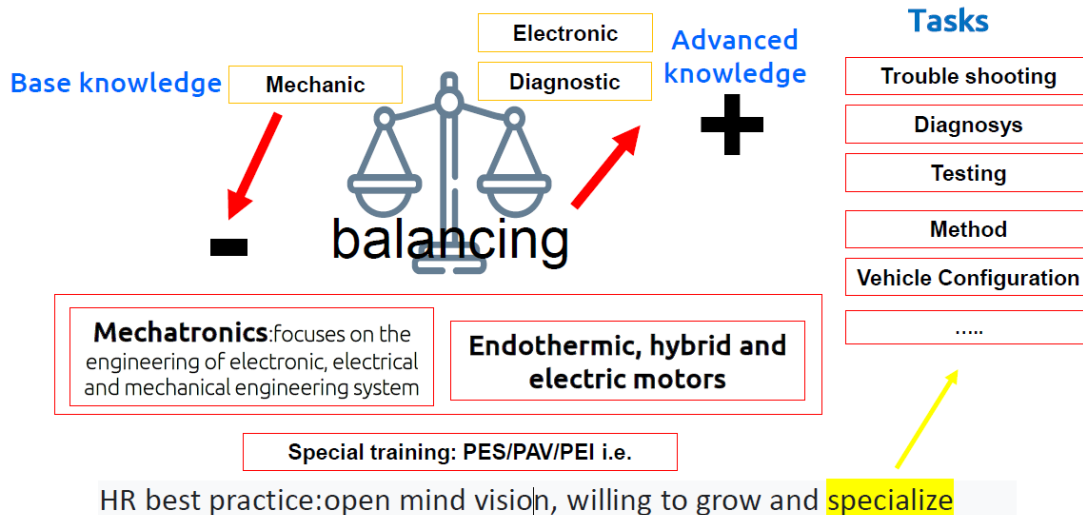
- Diepgaande analyse van de werkelijke bedrijfsbehoeften om effectieve school/bedrijfsonderwijsprogramma's op te zetten;
- Naar welke vaardigheden is het bedrijf nu en in de toekomst op zoek, gelet op de EQF 3/4/5-niveaus?
- De evolutie van de boordelektronica van voertuigen: wat is er veranderd sinds de verspreiding van EV en connected vehicles, en welke transversale vaardigheden moeten worden verworven/evalueerd?
- Vermogen/mentaliteit om te meten, te ontwikkelen en te evalueren alvorens de cursisten te vragen de EV-onderdelen in handen te nemen: beschikbaarheid van informatie/tools en weten hoe die te verwerken.



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



Garages needs today



©De afbeelding is eigendom van Zener Italia.

Zoals reeds voorspeld in de studie "De werkplaats van de toekomst" van Innovam, zal er, naarmate e-mobiliteit zich verder verspreidt, minder vraag zijn naar basiskennis over algemene mechanica, met een tendens tot verschuiving naar het beheer van de mechatronische engineeringssystemen. Anderzijds is er reeds een toename van de vraag naar geavanceerde vergelijkende kennis tussen endothermische (ICE), hybride en elektrische motoren, met specifieke vaardigheden in verband met probleemoplossing, diagnose, testen en voertuigconfiguratie. Volgens die opvatting moeten leerlingen in het beroepsonderwijs vertrouwd raken met:

Elektrische bedradingsschema's en schema's

Diagnostische instrumenten zoals oscilloscoop en multimeter

De relatie tussen component > systeem > voertuig DTC (diagnostische foutcode) en diagnostische strategieën beheersen.

Simuleren van storingen in het elektronische systeem van een HEV of EV-auto

Beheer van de ECU, kalibratie en parameterinstellingen

Kennis van het OEM/fabrikantenassistentieportaal om procedures, configuratieparameters en foutcodes te begrijpen

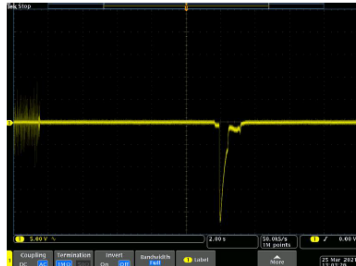


Co-funded by the
Erasmus+ Programme
of the European Union



Equipment & Tools to be used

Oscilloscope



Diagnosys (DTC)

Details:
400a810f [C 006A - 81 - b00001111]: MultiaxisAccelerationSensor_InvalidSerialDataReceived
Symptom MultiaxisAccelerationSensor_InvalidSerialDataReceived
warningLamp off; TestCompleted yes; TestsinceLastClear completed; Fault Present
SnapshotRecordNumber 1 :
SnapshotRecordNumberOfIdentifiers 55
ECU time stamp = 66213 min
ECU time stamps from Key On = 15 sec
Key On counter = 60
DTC failure type byte = 0x81
Odometer = 50033 km
Vehicle speed = 0 km/h
Battery voltage = 13.50 v
unknown RDI FE13

DTC Table: symptom,condition,validation,healing time, recovery...

[DTC code] Component / Function	[Fault symptom] Symptom	Detection conditions	Possible causes	Fault detection mode	Validation time	Healing Time	MIL Lamp	Effect of recovery
P0220 Accelerator pedal sensor 2	[0001] sc Vbatt/5V or oc of sensor Gnd	Po, Cr, Er, Vr	Voltage above upper limit	ENABLING CONDITION: The check is enabled if no failure of the sensor supply 2 is present ERROR RECOGNITION: The sensor raw signal (voltage) is above APPCD_uAPP2_SRCMax_C (3000.978 mV).	APPCD_DebSRCHighDef_C (240 ms)	APPCD_DebSRCHighOK_C (200 ms)	ON1	R1+R10+R37+ R38+R39

©De afbeelding is eigendom van Zener Italia.

Naast een beschrijving van de toekomstige trends die van invloed zijn op de autowerkplaats van 2020 tot 2040, wijst Innovam ook op de meest relevante kennis en vaardigheden gezien de diepgaande veranderingen in de indeling en organisatie van de garage:

3 Changes in the future workshop



- The rise in software and connected car applications will produce a large volume of vehicle information and user data.
- Cars will have (extensive) self-diagnostic systems. A technical help desk will support the technician remotely.
- The diagnostic equipment will be universal. You'll take out a subscription, which will give you access through third parties to the requisite factory data, including software updates.
- For the purposes of resolving the diagnosed problem, the technicians will use augmented reality, such as the earlier Google Glass or HoloLens, with mechanics simply following the visual instructions.

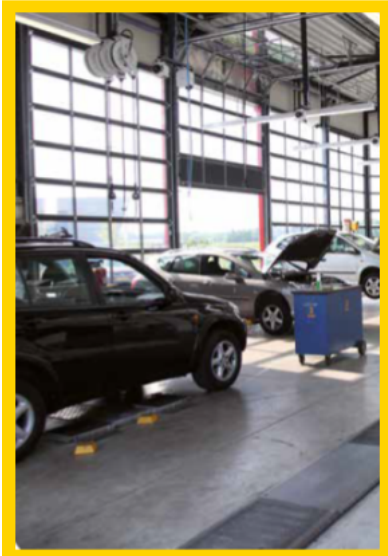
©Afbbeelding is eigendom van Innovam Group, Nederland



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



4 Electrotechnical versus mechanical work



- The increase in electrotechnical work will call for mechanics with specific knowledge and experience.
- Cameras, radars and suchlike will be adjusted automatically using smart (AI) equipment.
- Modules and sub-assemblies will be more likely to be replaced than repaired.
- Increased quality will reduce the maintenance needs of Hybrids, ICE cars and PHEVs by 20%.
- The maintenance needs of Full Electric Vehicles will drop by 50 to 75%. The remaining maintenance will be straightforward, limited to wear and tear parts such as replacing brakes, tires and fluids. Oil changes will no longer be needed.
- Repair work will be rare, as replacements will be cheaper.
- Knowledge of ICT will be required for both electrotechnical and mechanical work.

© Afbeelding is eigendom van Innovam Group, Nederland

5 Workshop setup and staff



- The workshop will be divided in mechanical and electrotechnical areas, respectively.
- High-voltage work will require special tools, personal protection equipment and safety procedures.
- Knowledge of ICT will be needed for reading data, for diagnostics and resolution both for electrotechnical and mechanical work.
- Staff will need to be certified on diagnostics with the various software packages.
- The advent of augmented reality tools and self diagnostic systems will bring about changes in terms of required competencies. Staff with a lower level of education who are capable of following instructions for the purposes of replacing parts. And staff with higher level education capable of solving problems running diagnostic procedures.

© Afbeelding is eigendom van Innovam Group, Nederland



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



6 Impact on education



Mechanical

- EQF level 2: Maintenance
- EQF level 3: Maintenance and repair
- EQF level 4: Diagnosis

Electrics/ Electronics

- EQF level 3: Reading data, perform resets and calibrations
- EQF level 4: Diagnosis and repairs
- EQF level 5: Complex diagnosis, flying doctor

HV-systems

- EQF level 2: Only maintenance work on dead HV components. Power source disconnected. EV Instructed Person.
- EQF level 3: Measurements and repairs on HV components. Make sure HV-system is dead (disconnected). EV Skilled Person.
- EQF level 4/5: EV specialist, may work on live systems after specific training only. (Complex) HV diagnosis.

©Afbbeelding is eigendom van Innovam Group, Nederland

7 Important competencies



General

- Knows how systems work
- Recognizes components and know their function
- Able to read and understand data from ECU's
- Able to find the right procedure in manuals
- Able to understand the procedures
- Able to accurately follow the procedures

HV-systems

- Knows the safety rules
- Follows the safety rules
- Able to check personal protection
- Able to check HV measurement tools
- Understands and follows the 0-voltage procedure of the vehicle

©Afbbeelding is eigendom van Innovam Group, Nederland

Verdere hulpmiddelen voor Virtual / Augmented Reality Training:



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



Innovam EV Trainer AR App, een mobiele applicatie om elke leerling te helpen bij het trainen over elektrische voertuigen in een gesimuleerde virtuele omgeving.

De applicatie is te downloaden op smartphones en tablets via Google Play
<https://play.google.com/store/apps/details?id=com.Innovam.EVTrainer&hl=it&gl=US>

De demovideo is beschikbaar op het "[Innovation Garage Erasmus+ Project](#)" YouTube Kanaal.



4. De innovatiegarage van de garages realiseren

De laatste fase van het proces omvat het gezamenlijk ontwerpen, alsmede de gezamenlijke beoordeling en evaluatie van de e-mobiliteitsopleidingen.

Dit document is bedoeld als leidraad voor de huidige opleiders in beroepsonderwijs en -opleiding, zowel op I-VET- als op C-VET-niveau, waarbij de resultaten van de proeffase van het IG2-project terugkomen. Het legt ook de basis voor de planning, aflevering en beoordeling van de volgende vaardigheidsspecifieke opleidingsprogramma's met betrekking tot relevante onderwerpen binnen de HEV's/EV's en avionica/autonome aandrijfsystemen.

De gezamenlijke levering van e-mobiliteitsopleidingsprogramma's door aanbieders van beroepsonderwijs en -opleiding en autofabrikanten, dealers of bedrijfseigenaren bestaat uit drie hoofdfasen:

Fase 1: Ontwerp

Fase 2: Probleemoplossing en testen

Fase 3: Beoordeling

Bovendien kan na afloop van de beoordeling een verdere validerings-/vrijmakingsfase worden overwogen om plannen te maken voor mogelijke verbeteringen, herontwerp of onderzoek naar alternatieve oplossingen die de didactische methodologie positief beïnvloeden.

Fase 1: Ontwerp

Ontwerpen is het plannen van het opleidingsprogramma in al zijn mogelijke implicaties. Het beste uitgangspunt is meestal dat wordt gekeken naar de doelgroepen van de onderwijsactiviteiten en hun behoeften inzake de ontwikkeling van groene vaardigheden voor de automobielsector.

Deze aanpak helpt opleiders/docenten of bedrijfstechnici bij het bepalen van de vaardigheidskloof die de opleidingsactiviteit moet kunnen dichten, en vervolgens van de relevante leerdoelen van de experimenten.

Gezien de toegepaste kennis over e-mobiliteit die de cursisten moeten verwerven, en gezien de praktische aard van de vaardigheden die toekomstige werknemers in de automobielsector moeten ontwikkelen, moet de kerninhoud van het opleidingsprogramma bestaan uit een probleem of uitdaging op het gebied van HEV's/EV's of avionicasystemen, die door de docenten/opleiders in beroepsonderwijs en -opleiding en/of bedrijfstechnici naar behoren is voorbereid of gesimuleerd, en die aan de cursisten wordt voorgelegd met het oog op een coöperatieve probleemoplossing.



Bij het ontwerpen van het opleidingsprogramma voor de ontwikkeling van groene mobiliteitsvaardigheden moeten aanbieders van beroepsonderwijs en -opleiding en/of bedrijfsleiders of technici rekening houden met de volgende punten:

Issue	Opmerkingen
Keuze van de leerlingen voor beroepsonderwijs en -opleiding	Te overwegen opties: • I-VET voor jongeren tijdens het secundair onderwijs • I-VET voor volwassen lerenden die zich willen bij- of omscholen • H-VET voor lerenden in cursussen op EQF 5-niveau die een postsecundair certificaat behalen • C-VET voor werknemers in de automobielsector die hun vaardigheden moeten bijwerken • EQF-niveaus: EQF 3 - EQF 4 - EQF 5 betrokken bij het opleidingsprogramma Kansarme leerlingen: • I-VET-leerlingen met een migrantenachtergrond of een lage sociaal-economische achtergrond • I-VET-leerlingen met lage prestaties die het risico lopen op uitval of mislukking in het onderwijs • I-VET of H-VET lerenden met fysieke of cognitieve handicaps • C-VET-leerlingen die momenteel in automobielbedrijven werken en die hun baan dreigen te verliezen wegens lage kwalificaties of verouderde vaardigheden
De leerdoelen kiezen	Definitie van leerdoelstelling (Cedefop, 2014) (a) "verklaringen over wat een lerende weet, begrijpt en kan doen na de voltooiing van een leerproces, die worden gedefinieerd in termen van kennis, vaardigheden en competentie". (b) "een geheel van kennis, vaardigheden en/of competenties die een persoon heeft verworven en/of kan aantonen na de voltooiing van een formeel, niet-formeel of informeel leerproces". De leerdoelstellingen moeten aansluiten bij de behoeften aan kennis/vaardigheden van de doelgroepen, met het potentieel om hen op te heffen.



Kiezen van het probleem of de uitdaging voor probleemoplossing	Het moet gaan om een praktische uitdaging of probleemoplossingssituatie die de cursisten dankzij hun eerdere vaardigheden kunnen aanpakken, met ruimte voor het verwerven van verdere vaardigheden onder toezicht van een opleider/docent. Het oplossen van problemen moet een specifieke werksituatie nabootsen of simuleren waarin cursisten HEVs/EVs of avionica-specifieke vaardigheden kunnen oefenen. Deze fase moet volledig "immersief" zijn, waarbij de opleiders volledig gericht zijn op de procedure van het praktische werk dat zij doen.
Kennis en vaardigheden op instapniveau vaststellen	Op basis van de leerdoelen en de uitdagingen voor het oplossen van problemen moeten leraren/opleiders in beroepsonderwijs en -opleiding het optimale instapniveau van de opleiders bepalen: -De minimumvereisten voor de lerenden om het programma te benutten en nieuwe vaardigheden te ontwikkelen -Het hoogste vaardigheidsniveau waarboven het programma "te gemakkelijk" is voor de leerlingen → in dit geval wordt het niveau van de opleiding moeilijker of worden de leerlingen in een meer gevorderde groep geplaatst.
Keuze van de omgeving: persoonlijke uitrusting, technologische hulpmiddelen, machines	De instelling moet zich houden aan de veiligheidsvoorschriften inzake elektrische werkzaamheden en de individuele bescherming van de deelnemers. Alle stagiairs moeten ten minste een cursus arbeidsveiligheid volgen, overeenkomstig de nationale wetgeving, voordat zij tot het experiment worden toegelaten. Indien cursisten omgaan met hoogspanningsbatterijen, moet vooraf een specifieke verplichte opleiding worden gevolgd. De instrumenten en machines moeten door de docenten/opleiders in het beroepsonderwijs worden gekozen op basis van: -de probleemoplossing uitdaging -de leerdoelen de toegangsvaardigheden van leerlingen in beroepsonderwijs en -opleiding
De werkprocedure vaststellen	De werkprocedure is afhankelijk van: -de probleemoplossing uitdaging -de te ontwikkelen vaardigheden -de werkomgeving, inclusief gereedschap en uitrusting Het is slechts de tijdsvolgorde en de logische/consequentiële procedure die de leerlingen moeten volgen voor een



	coöperatieve probleemoplossing van de probleemoplossing.
Toezichthoudende en ondersteunende rollen vaststellen	De opleidingsomgeving moet de interpersoonlijke relaties in de autogarage nabootsen. De werkplek moet ook steigerrollen en toezichthoudende rollen bieden, zodat de leerlingen zowel de juiste werkprocedures als de organisatorische/hiërarchische structuur van een werkplaats of productiebedrijf leren kennen.
Leerresultaten: gewenste harde en zachte vaardigheden	Dit moeten de verwachte resultaten van het experiment zijn, in termen van door de deelnemers ontwikkelde technische vaardigheden - in overeenstemming met de bovengenoemde leerdoelstellingen, en van gedrags- / interpersoonlijke vaardigheden van de cursisten die in teams werken voor de resultaten van coöperatief leren.

Fase 2: Probleemoplossing en testen

Deze fase is de concretisering van alles wat in fase 1 - Ontwerp - was gepland. De tests worden uitgevoerd op HEV's/EV's en/of op avionica/elektronica/autonome aandrijving zoals ontworpen in fase 1.

Op basis van de leerdoelstellingen en de in fase 1 vastgestelde uitdagingen voor het oplossen van problemen moeten opleiders/docenten in beroepsonderwijs en -opleiding in fase 2 een besluit nemen:

- of de tests één keer of meerdere keren moeten worden uitgevoerd tot bevredigende resultaten zijn bereikt;
- uit hoeveel reeksen moet de probleemoplossing bestaan;
- de totale duur van de test (hoeveel uur);
- hoeveel deelnemers tegelijkertijd volgens de veiligheidsvoorschriften en de capaciteit van de werkplaats/het laboratorium/de garage;
- of de stagiairs al dan niet moeten worden opgesplitst in kleinere teams, waarbij zij worden belast met specifieke rollen of activiteiten op de werkplek.

Het oplossen van problemen moet zo "immersief" mogelijk zijn voor zowel lerenden als opleiders, waarbij zij allen volledig gericht zijn op de e-mobiliteitsproblemen die in teamverband moeten worden opgelost, op de taken en procedures die moeten worden uitgevoerd, en op het vervullen van hun respectieve rollen.

Docenten/opleiders in beroepsonderwijs en -opleiding moeten in deze fase niet evalueren, maar alleen toezien op het effectieve en veilige verloop van het experiment:

- controle van de naleving van de veiligheidsvoorschriften inzake elektrische werkzaamheden en het gebruik van alle individuele beschermingsmiddelen door de betrokkenen
- controle van de mate waarin leerlingen zelfstandig kunnen werken op de werkplek



- de moeilijkheidsgraad van de tests verlagen/verhogen naargelang de prestaties van de leerlingen in real time worden gevolgd;
- in de werkprocedure stappen wanneer leerlingen begeleiding of hulp nodig hebben omdat zij vastlopen in het werk of niet de juiste procedure uitvoeren;
- toezicht houden op de organisatorische verhoudingen tussen de lerenden op de werkplek en zo nodig toezicht houden.

Fase 3: Beoordeling van de resultaten van de probleemoplossing

Na het testen van de werkplek is de volgende fase van het proces de evaluatie. Terwijl het testen de immersieve fase van het leerproces vertegenwoordigt, vertegenwoordigt de evaluatie de reflectie op de actie: "Was het oplossen van problemen in fase 2 effectief om de in fase 1 gestelde doelen te bereiken?".

Aangezien de innovatiegaragemethode inhoudt dat zowel het leertraject als de leeromgeving mede worden ontworpen vanuit een meervoudig bottom-up perspectief, moet de feedback over dit onderwerp worden verzameld door de verschillende actoren die aan de experimenten deelnemen:

- Docenten en opleiders in beroepsonderwijs en -opleiding
- Bedrijfstechnici
- Leerlingen in beroepsonderwijs en -opleiding

Docenten en opleiders in beroepsonderwijs en -opleiding zijn degenen die moeten beoordelen of de leerdoelen van de experimenten zijn bereikt en of de verwachte resultaten al dan niet overeenkomen met het oorspronkelijke programma in termen van ontwikkeling van kennis en vaardigheden. Hun verslagen of dossiers, na afloop van de proeven, moeten het volgende bijhouden:

- A. Prestaties en gedrag van de leerlingen
- B. Verwezenlijking van de leerdoelen
- C. Geschiktheid van kennis en vaardigheden op instapniveau
- D. Daadwerkelijke ontwikkeling van nieuwe kennis en vaardigheden
- E. Doeltreffendheid van de strategie inzake toezicht en begeleiding
- F. Doeltreffendheid van de werkplekinrichting en van de praktische hulpmiddelen en uitrusting

Door zich te concentreren op de prestaties en het gedrag van de leerlingen kan worden nagegaan hoe het onderwijsprogramma aansluit bij de feitelijke profielen van de betrokken leerlingen en of zij in staat zijn het potentieel van de opleiding zelf te benutten. Bij een dergelijke evaluatie moeten leerkrachten en opleiders ook nagaan of de leerlingen al dan niet geëngageerd, geïnteresseerd en participatief waren, of zij al dan niet in staat waren autonoom maar toch in teamverband te werken, of zij al dan niet in staat waren de hun opgedragen taken uit te voeren, of zij al dan niet in staat waren de juiste gereedschappen en machines te gebruiken en de veiligheidsvoorschriften voor elektrisch werk toe te passen.



Het beoordelingsformulier van de docenten zou gewoon een reeks open vragen kunnen zijn over de mate waarin elk onderdeel tijdens de toetsing met succes werd uitgevoerd, maar het zou ook moeten worden gecombineerd met verdere opmerkingen over wat ontbrak, niet werd bereikt of slecht werd uitgevoerd. Verdere vragen zouden een minimumnorm voor de mate van complexiteit van de experimenten kunnen bepalen, gelet op de relevante leerdoelen, alsmede opmerkingen over hoe de toetsing gemakkelijker of moeilijker kan worden gemaakt volgens het profiel van de lerenden en/of het EQF-niveau.

Anderzijds zal de feedback van de bedrijfstechnici - hetzij van autoproductiebedrijven, garages/werkplaatsen of dealers - zeer nuttig zijn om te beoordelen of de kennis en vaardigheden die studenten tijdens de tests hebben ontwikkeld al dan niet overdraagbaar zijn naar de arbeidsmarkt en/of dat er nog vaardigheden ontbreken of "leuk om te hebben" in termen van operationele vaardigheden. Bovendien zijn bedrijfstechnici degenen die ook de vaardigheidstekorten van opleiders in beroepsonderwijs en -opleiding zouden kunnen beoordelen, wat inzicht geeft in het perspectief voor verdere ontwikkeling van de onderwijsrol binnen de automobielsector. Is er nog een specifiek thema of onderwerp dat de vaardigheden set zou kunnen aanvullen? Moeten leraren/opleiders verdere digitale of technische vaardigheden ontwikkelen of diagnosetools beter beheersen om deze vaardigheden aan hun studenten over te dragen? Aangezien beroepsonderwijs en -opleiding het trefpunt vormen tussen het onderwijsaanbod en de vraag van het bedrijfsleven, hoe kunnen leraren doeltreffender zijn in het overbruggen van de kloof tussen onderwijs/opleiding en de arbeidsmarkt?

Last but not least moet ook feedback van stagiairs in beroepsonderwijs en -opleiding worden verzameld, na elke test of probleemoplossing waarbij zij betrokken zijn. Het is effectiever als dit enigszins anoniem gebeurt, zodat elke deelnemer zich vrij en bevoegd voelt om echte en eerlijke meningen te geven over alles wat wordt gevraagd. Het is belangrijk dat de vragen worden gerangschikt in een uitgebreide vragenlijst die in een digitaal formaat onder de cursisten wordt verspreid, wat gemakkelijker te verwerken is nadat alle antwoorden zijn ingevuld en die kan worden omgezet in verklaarbare grafieken of diagrammen. Daarom moeten de vragen worden aangeleverd in de vorm van stellingen waar de cursisten op een schaal van 1 (helemaal mee oneens) tot 5 (helemaal mee eens) moeten aangeven in hoeverre zij het ermee eens zijn. Indien relevant kan het ook nuttig zijn korte alinea's op te nemen met ruimte voor expliciete opmerkingen of commentaar over het onderwerp. De vragen moeten zo specifiek mogelijk zijn en moeten worden omgezet in bruikbare feedback voor de opleiders, zodat zij het experiment voor de volgende beurt kunnen verbeteren.

Voorbeeld van in de feedbackvragenlijsten op te nemen vragen:

- effectiviteit van de toetsing voor de ontwikkeling van specifieke kennis en vaardigheden (in verband met elektromobiliteit);
- effectiviteit van de begeleidende of toezichthoudende rol van de leraren/opleiders ter ondersteuning van het leerproces;
- bruikbaarheid van de leeromgeving op de werkplek en van de technische instrumenten/apparatuur die ter beschikking worden gesteld om de tests uit te voeren;



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



-in welke mate de eerdere kennis en vaardigheden de leerlingen in staat stelden de test met succes af te ronden;

-in hoeverre de cursist zich na de e-mobiliteitswerkplekervaring klaar voelt voor de arbeidsmarkt

Opmerking over een mogelijke fase 4: vrijgave

Het laatste onderdeel van de beoordelings- en evaluatiefase is de definitieve vrijgave van de resultaten. Gezien het probleem of de uitdaging inzake e-mobiliteit die specifiek aan de leerlingen in het beroepsonderwijs is toegewezen, moeten de resultaten van de tests een werkprocedure of een reeks praktische taken/handelingen omvatten die op de werkplek moeten worden uitgevoerd. De resultaten zouden de volgende uitkomsten kunnen sorteren:

-of de procedure voor probleemoplossing wordt aanvaard en de volgorde van de praktische taken wordt gevalideerd

-of de werkprocedure kan niet de verwachte resultaten opleveren en wordt afgewezen.

Wanneer de werkprocedure voor het oplossen van problemen niet nuttig is om het verwachte resultaat te bereiken (bv. hoe een HV-batterij van een HEV/EV spanningsloos te maken) of de leerdoelen (structuur van een HV-batterij en HV-batterijbeheer) moeten worden verworpen.

Indien de procedure wordt verworpen, moet de feedback van de VET-opleiders en van de automonteurs worden benut om een alternatieve probleemoplossing te ontwerpen en te testen.



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



Conclusie: voor wie is dit document bedoeld?

Dit document is het resultaat van Intellectual Output 1 van het Erasmus+-project "Innovation Garage of Garages", dat gericht is op de ontwikkeling van groene vaardigheden voor de automobielsector op het niveau van beroepsonderwijs en -opleiding.

Het specifieke doel van een dergelijk document is richtsnoeren te geven voor leraren en opleiders in beroepsonderwijs en -opleiding die e-mobiliteit willen invoeren als een modulair of geïntegreerd traject binnen mechanica- of automobiellopleidingen.

Het bijzondere aan dit project is dat meerdere actoren de inhoud van de opleiding, de inrichting van de werkplek en de instrumenten, alsook de organisatorische details van de didactische methodologie (rol van de opleiders, begeleiders, evaluatie- en beoordelingscriteria) gezamenlijk ontwerpen. Aangezien "Innovation Garage" een wereldwijde methodologie is om bottom-up innovatie met meerdere belanghebbenden op de werkplek te introduceren, beoogt dit project een vernieuwing van de manier waarop "workshops" of "garage"-trainingen gewoonlijk worden uitgevoerd.

Dit is dus slechts een lege doos die moet worden gevuld met autospecifieke inhoud of een proefmodel dat moet worden afgestemd op de reguliere opleidingen binnen een beroepsopleidingsorganisatie.

Dit Train-the-Trainer-document is zowel geschikt voor leraren en opleiders op I-VET-niveau (scholen, opleidingscentra voor jongeren of volwassenen) van EQF-niveau 3-4, als voor H-VET op EQF-niveau 5 (tertiair onderwijs anders dan op universitair niveau). Niettemin kunnen managers, technici of opleiders op bedrijfsniveau - bij productiebedrijven, reparatiewerkplaatsen of dealers - betrokken zijn wanneer werknemers hun vaardigheden inzake het beheer en het onderhoud van HV-batterijen, HEV/EV-voertuigen en avionica/ondersteunde/autonome aandrijfsystemen moeten ontwikkelen of verbeteren.



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



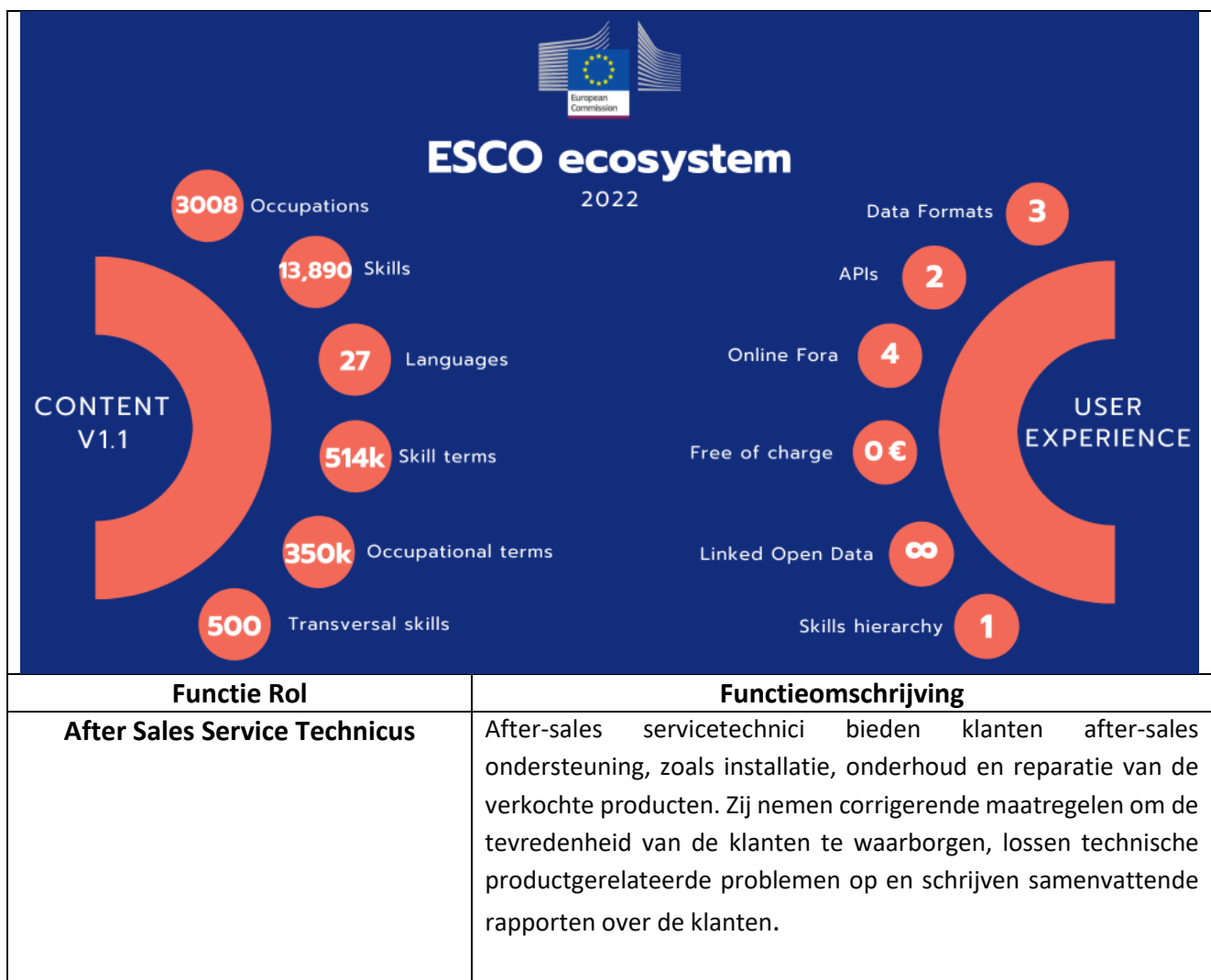
Bijlage

Nieuwe functies in de automobielsector Nieuwe vaardigheden voor e-mobiliteit, BEV/HEV, avionica en onderhoud

Voor uw referentie, zie de Automotive Job Roles in de volgende grafieken.

U vindt er een lijst van functies in de automobielsector, geselecteerd volgens de EU ESCO-classificatie van gecodeerde functies in de automobielsector (EU Skills, Competencies, Qualifications & Occupations), en van de Sector Skills Alliance for the Automotive Sector "[Drives](#)" 591988-EPP-1-2017-1-CZ-EPPKA2-SSA-B, gericht op het identificeren en trainen van nieuwe vaardigheden voor de auto- en voertuigproductiesector, van de Sector Skills Alliance for the Battery Sector "[Albatts](#)" 612675-EPP-1-2019-1-SE-EPPKA2-SSA-B.

Waar het niveau Engineering (EQF 6) wordt vermeld, gebeurt dit voor de volledigheid en uit respect voor de oorspronkelijke bron, maar er werd niet verwezen naar de vaardigheidsprofielen op beroepsopleidingsniveau van het partnerschap binnen het "[Innovatiegarage van garages-project](#)" (EQF 3-4-5).





Auto-accutechnicus	Monteren, installeren, inspecteren, onderhouden en repareren van accu's in motorvoertuigen. Gebruik van elektrische testapparatuur om de goede werking na de installatie te bevestigen. Evalueren van batterijen om de aard van stroomproblemen te bepalen. Oude batterijen klaarmaken voor verwijdering.
Automonteur	Installeren, onderhouden en repareren van elektrische of elektronische systemen in motorvoertuigen zoals: aircosystemen, lampen, radio's, verwarmingssystemen, accu's, elektrische bedrading en dynamo's. Diagnostische testapparatuur gebruiken om voertuigen te inspecteren en fouten op te sporen.
Tekenaar autotechniek	Het omzetten van de ontwerpen van de auto-ingenieurs in technische tekeningen met behulp van software. Detailafmetingen, bevestigings- en assemblagemethoden en andere specificaties die worden gebruikt bij de vervaardiging van auto-onderdelen, auto's, bussen, vrachtwagens en andere motorvoertuigen.
Automobieltestrijder	Rijden met prototypes en preproductievoertuigen en beoordeling van hun prestaties, veiligheid en comfort. Modellen testen in verschillende rijsituaties Rapporten opstellen om ingenieurs te helpen hun ontwerpen te verbeteren en problemen op te sporen
Avionica Technicus	Installeren, testen, inspecteren en afstellen van elektrische en elektronische apparatuur zoals navigatie-, communicatie- en cruisecontrolesystemen in voertuigen. Onderhouds- en reparatiewerkzaamheden uitvoeren. Functionele tests uitvoeren, problemen vaststellen en corrigerende maatregelen nemen.
Batterij Assemblage	Het lassen en assembleren van de batterijcomponenten zoals elektronica-onderdelen, bedrading en behuizing rond de cellen.
Batterij Test Technicus	Met positieve en negatieve bedrade stekkers de weerstandscapaciteit van de batterij testen. Het testen van afgekeurde batterijen om hun gebreken vast te stellen.
Monteur elektrische kabels	Het manipuleren van kabels en draden van staal, koper of aluminium zodat ze kunnen worden gebruikt om elektriciteit te geleiden in allerlei apparaten.
Monteur elektrische apparatuur	Montage van elektrische apparatuur. Assemblage van productonderdelen en bedrading volgens de blauwdrukken.
Inspecteur elektrische apparatuur	Het controleren van afgewerkte elektrische producten op fysieke gebreken en defecte elektrische verbindingen.



	Registratie van inspectieresultaten Foutieve assemblages terugsturen naar de productie.
Elektrisch monteur	Installeren, repareren & onderhouden van mechanische / elektrische componenten van machines, gereedschappen en apparatuur. Testen van elektrische onderdelen om de efficiëntie te waarborgen en dienovereenkomstig verbeteringen aan te brengen.
Electrical Supervisor	Toezicht op de installatie en het onderhoud van elektriciteitskabels en andere elektrische infrastructuur.
Assembleur van elektronische apparatuur	Assemblage van elektronische apparatuur en systemen. Assemblage van elektronische componenten en bedrading volgens blauwdrukken en assemblagetekeningen. Assisteren bij kwaliteitsinspectie en onderhoud van apparatuur.
Inspecteur elektronische apparatuur	Het controleren van elektronische apparatuur op defecten en storingen. Ervoor zorgen dat de apparatuur correct wordt gemonteerd volgens de specificaties en de nationale en internationale voorschriften.
Brandweervoertuig Operator	Besturen en bedienen van brandweervoertuigen zoals brandweerwagens. Emergency driving en assistentie bij brandbestrijding. Ervoor zorgen dat al het materiaal op het voertuig goed wordt opgeborgen, vervoerd en klaar is voor gebruik.
Technicus micro-elektronica	Ontwikkeling van kleine elektronische apparaten en componenten zoals microprocessoren, geheugenchips en geïntegreerde schakelingen voor machine- en motorbesturing. Het bouwen, testen en onderhouden van de micro-elektronische systemen en apparaten.
Assembleur van motorvoertuigen	Assembleurs van motorvoertuigen installeren en monteren geprefabriceerde onderdelen en componenten van motorvoertuigen. Zij inspecteren de motorvoertuigen op gebreken en testen het geassembleerde materiaal op goede prestaties en conformiteit met de kwaliteitsnormen.
Assemblage van voertuigelektronica	Installeren van apparatuur en accessoires in motorvoertuigen zoals CD-spelers en GPS. Elektrische boren en routers gebruiken om defecte elektronische systemen te installeren en te onderzoeken.



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





Bron: <https://www.project-drives.eu/en/driveslearningplatform>

Functie Rol	Functieomschrijving
ADAS /ADF test- en validatietechnicus	Het doel van de functie is om in het algemeen een overzicht te hebben van connected en geautomatiseerd rijden. De ADAS Testing and Validation Engineer kent de ontwikkelingsstappen: simulatie, laboratorium, proving ground en openbare weg testen en ook de homologatie, die nog niet volledig gestandaardiseerd is. De ADAS/ADF-test- en valideringsingenieur heeft een gemeenschappelijk overzicht voor het ontwikkelen, onderhouden, uitvoeren, volgen en rapporteren van de test- en valideringsprocessen voor ADAS-functies. Gezien het belang van de verkeersveiligheid vereist de effectieve ontwikkeling standaardisatie.
Sensor Fusie Expert	De expert gebruikt sensoren en datafusie om de productie van autonome intelligente voertuigen te ondersteunen; Anticiperen op storingen, storingen opsporen en ervoor zorgen dat geautomatiseerde voertuigen veilig kunnen rijden.
Technicus verbonden voertuigen	Inzicht in het ontwerp en de structuur van apparaten en toepassingen die voertuigen met elkaar verbinden en gegevens uitwisselen.
Automotive Cybersecurity Tester	-Automotive cybersecurity normen -Cyberbeveiligingstestplan en testsuite, waarmee aanvallen kunnen worden gesimuleerd.
Rubbertechnoloog	Begrip van rubbermateriaal, verwerkingsmethoden, gedragsverschijnselen en compoundingmethodologie.
Functionele Veiligheid [Ingenieur]	Elektronische en softwarefouten kunnen leiden tot storingen in auto's die gevaarlijk kunnen zijn, zoals bv. niet sturen, blokkeren van de stuurinrichting, geen rem, beslissingen van zelfrijdende auto's enz. De gevaren- en risicoanalyse, de veiligheidsdoelstellingen, de veiligheidsconcepten volgens specifieke ontwerpmethoden en het bereiken van testdekking met toepassing van veiligheidsrelevante testontwerptechnieken moeten worden uitgevoerd.
Ingenieur hooggeautomatiseerde aandrijving	Ontwerpen en testen van complexe voertuigcontrolesystemen; kennis over voertuigdynamica en modellering; vertrouwdheid met voertuigsensoren en signaalverwerking, en de besluitvormingsmethoden die de beweging van het voertuig controleren
Automotive Mechatronica Expert	Door de toenemende elektrificatie en digitalisering van autosystemen speelt een effectieve integratie van de domeinen mechanica, elektriciteit en informatietechnologie een belangrijke rol in het ontwikkelingsproces van de auto. Naast technische expertise in elk van de domeinen hebben autofabrikanten en -leveranciers steeds meer behoefte aan personeel voor het beheer, de ontwikkeling en het beheer van mechatronicasystemen in de hele waardeketen. Dit omvat ontwerp, ontwerp, simulatie, productietechniek en productie, logistiek, onderhoud en kwaliteitsbeheer van mechatronicasystemen, die zijn samengesteld uit modules en componenten van de drie genoemde gebieden.



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



Duurzaamheidsmanager	Interne auditing, analyse van duurzaamheidskwesties binnen het bedrijf en invoering van praktijken voor afval en afvalminimalisering; Het volgen van ontwikkelingen op het gebied van wetgeving, milieutechnologieën en afvalvermindering.
Robottechnicus	Storingen aan een robotsysteem diagnosticeren en herstellen, robots programmeren en robotprocessen begrijpen. Geautomatiseerde productiesystemen, onderhoud van robots en software-implementatie/technieken.
Technicus voorspellend onderhoud	Toepassing van methoden voor gegevensanalyse met behulp van de door de sensoren verzamelde gegevens.



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



Erasmus+



Bron: <https://www.project-albatts.eu/en/skillscards>

Automobielreparatie- en inspectiepersoneel	Reparatie- en onderhoudspersoneel van elektrische voertuigen (EV) is verantwoordelijk voor de reparatie en het onderhoud van elektrische voertuigen.
Batterij Productie Technicus	Een fabricagetechnicus voor batterijen is verantwoordelijk voor de productie van batterijen in een fabriek.
Technicus assemblage batterijmodule	Een assemblagetechnicus voor batterijmodules is verantwoordelijk voor het assembleren van batterijmodules in een fabriek.
Technicus batterijrecycling	Een technicus voor batterijrecycling is verantwoordelijk voor de inzameling, het vervoer en de verwerking van gebruikte batterijen in een recyclingbedrijf.
Kwaliteitstechnicus	Een kwaliteitstechnicus voor batterijen is verantwoordelijk voor het waarborgen van de kwaliteit van batterijen en batterijsystemen tijdens de ontwikkelings- en productiefase.



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



Project nr. 2020-1-IT01-KA202-008555

"Innovation Garage of Garages"

IO2 – Intellectual Output 2

Opleidingsprogramma over de eerste assemblage en installatie van nieuwe technologieën voor de elektrificatie van voertuigen, gebaseerd op de methode van gesitueerd leren in de innovatiegarage.

Output Type: Open / online / digital education

OER – Open Educational Resource

Voorwaarden voor hergebruik:
Creative Commons Share Alike 4.0





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



Opleidingsprogramma voor HEV/EV-installatie en -assemblage

Taal: Nederlandse

Auteur:

Innovation Garage of Garages Partnership

Coördinator: Cisisa Parma scarl, Italië



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



Inhoudsopgave

Intro: het leermodel	4
1. Verwijzing van Output 2 e-mobiliteitsvaardigheden naar de huidige beroepskwalificatiekaders	7
2. Het ontwerpen, testen en evalueren van de resultaten van opleidingsprogramma's over de assemblage van EV/HV-motoren.	9
3. Verzamelen van feedback van leerlingen in beroepsonderwijs en -opleiding	38
Conclusie: voor wie is dit document bedoeld?	42



Intro: het leermodel

Aangezien aanbieders van beroepsonderwijs en -opleiding nauw samenwerken met de industriële sectoren, met name in de automobielsector, is opleiding op de werkplek de meest waardevolle troef waarover onderwijsinstellingen beschikken om werkgerelateerde vaardigheden te ontwikkelen en de overgang van lerenden naar de arbeidsmarkt te vergemakkelijken.

In deze visie heeft het project "Innovatiegarage van garages" (hieronder "IG2" genoemd) tot doel aanbieders van beroepsonderwijs en -opleiding en automobielbedrijven (bouwbedrijven, OEM-fabrikanten, dealers, autoreparatiewerkplaatsen) samen te brengen om opleidingstrajecten en leeromgevingen te ontwerpen die geschikt zijn voor de ontwikkeling van groene mobiliteitsvaardigheden, in termen van:

a-leerdoelen & inhoud;

b-indeling van de opleidingswerkplek;

c-gereedschap, machines en uitrusting.

Volgens het panorama van de groene vaardigheden en functieprofielen binnen de automobielsector, dat in het IO1-document is vastgesteld, zijn de vijf belangrijkste werkprocessen waarmee het IG2-project zich bezighoudt:

IO2: Installatie en montage van EV/HEV-motoren

IO3: Onderhoud van EV/HEV-motoren

IO4: Configuratie en kalibratie van avionicasystemen in e-voertuigen

IO5: Onderhoud van avionicasystemen in e-voertuigen

IO6: Assistance na verkoop en veiligheidskwesties in verband met EV's/HEV's

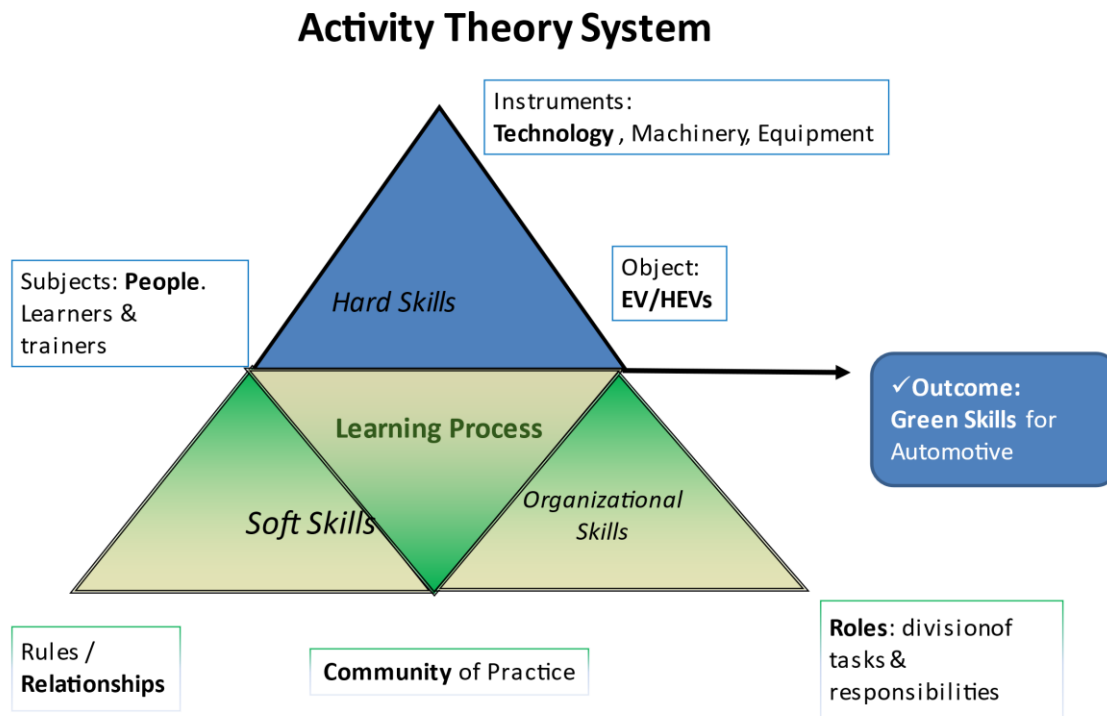
De opleidingsomgeving moet praktisch leren toegankelijk en inclusief maken, en studenten moeten leren van werkprocessen en organisatiestructuur, en technologische middelen gebruiken die de lay-out van de echte werkplek zo dicht mogelijk benaderen.

Dit is wat het IG2-partnerschap "gesitueerd leren" is gaan noemen, waarbij de dynamiek van een met technologische hulpmiddelen uitgeruste opleidingsomgeving wordt geïdentificeerd, waar de leerlingen worden ondergedompeld in een productief proces dat wordt geleid door supervisors die een begeleidende en leidende rol spelen, gericht op de vervaardiging van een bepaald product.

Het leermodel dat ten grondslag ligt aan de projectmethodologie is het "Activity Theory"-kader van Yrjö Engeström (1987/2015), dat de derde generatie academische onderzoekers vertegenwoordigt die dit



onderwerp bestuderen, na de bijdragen van de cultuurhistorische psychologie van de Rus Vygotsky tot Leontyev.¹



Volgens dit model bestaat het totale leerproces uit twee belangrijke dimensies: de immersieve ervaring van het daadwerkelijk uitvoeren van een bepaalde activiteit of het produceren van een echt product binnen een bepaalde omgeving, zoals het schoollaboratorium of de opleidingsfaciliteit, of de werkplek zelf. Dit is de dimensie waarin de harde e-mobiliteitsvaardigheden worden ontwikkeld, dankzij de interactie van 3 belangrijke elementen: mensen (lerenden & opleiders) als *onderwerp* van het proces; instrumenten (zoals technologie, uitrusting en machines) als *instrumenten* die het leerproces verwezenlijken; het *elektrische/hybride voertuig* of een of meer onderdelen daarvan, als het *object* van het leerproces zelf. Het resultaat van de interactie van deze 3 elementen is het verwachte leerdoel zelf voor de desbetreffende test, of, meer in het algemeen, de groene vaardigheden voor de automobielsector.

Onder de bovenste driehoek plaatst de activiteitentheorie het verborgen of immateriële deel van het leerproces, dat verband houdt met de ontwikkeling van alle zachte vaardigheden die gepaard gaan met

¹ Zie voor een zeer inleidende documentatie over het "Activity Theory"-systeem:

- Andy Blunden "[Engeström activiteitentheorie en sociaal systeem](#)", 2015
- Oliver Ding, "[Yrjö Engeström: het activiteitensysteemmodel](#)", 2021



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



interactie binnen een complexe organisatie van mensen. Dit is wat er gebeurt met werknemers in een bedrijf, maar werkplek leren of werkplek simulatie weerspiegelt eigenlijk dezelfde dynamiek. Op een autoproduktielocatie of in een reparatiewerkplaats, bijvoorbeeld, krijgen werknemers verschillende rollen, verantwoordelijkheden en taken toegewezen die de interpersoonlijke relaties daar in feite vormgeven. Leerlingen in beroepsonderwijs en -opleiding, hetzij tijdens hun initiële opleiding op school, hetzij tijdens hun levenslange en voortgezette opleiding op het werk, worden ondergedompeld in een praktijkgemeenschap, waar kennis, vaardigheden en gedragingen worden gedeeld, bevorderd, beloond of zelfs verworpen.

Het IG2-project, dat aanbieders van beroepsonderwijs en -opleiding en bedrijven samenbrengt, beoogt leerervaringen voor de ontwikkeling van e-mobiliteitsvaardigheden mede te ontwerpen, rekening houdend met een dergelijk gedrags- en organisatorisch leermodel.

1. Verwijzing van Output 2 e-mobiliteitsvaardigheden naar de huidige beroepskwalificatiekaders

Output 2 van het IG2-project is gericht op de ontwikkeling van vaardigheden in verband met de eerste **assemblage** en/of installatie van **EV/HEV-motoren** of van relevante **subcomponenten**.

Volgens de IG2-partners kunnen dergelijke taken variëren van eenvoudige en elementaire taken, die haalbaar zijn voor EQF 3-operatoren of zelfs lager, bijvoorbeeld C-VET-operatoren die EQF 2-beroepskwalificaties behalen, tot technische of toezichthoudende functies (EQF 4 - EQF 5).

Output 1, die het train-de-trainersprogramma schetst voor docenten in beroepsonderwijs en -opleiding die e-mobiliteit in hun didactische cursussen willen introduceren, verzamelt de beroepskwalificaties in de automobielsector volgens het ESCO-kader en op basis van de functieprofielen en de vaardighedenkaart die door de Erasmus+ Sector Skills Alliances [DRIVES](#) 591988-EPP-1-2017-1-CZ-EPPKA2-SSA-B (voor de algemene automobielsector) & [ALBATTIS](#) 612675-EPP-1-2019-1-SE-EPPKA2-SSA-B (specifiek voor de batterijsector) zijn ingedeeld.

Volgens deze classificaties heeft Output 2 betrekking op de volgende functies bij de assemblage van EV/HEV-motoren:

		
Assembleur van motorvoertuigen		EV auto reparatie en inspectie personeel
Automonteur		
Monteur elektrische kabels		
Monteur elektrische apparatuur		



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



Inspecteur elektrische apparatuur		
Elektromonteur		
Electrical Supervisor		
Auto-accutechnicus		
Batterij Test Technicus		Kwaliteitstechnicus batterij
Inspecteur elektronische apparatuur	Robottechnicus	
Assemblage van voertuigelektronica		

Van alle aan e-mobiliteit gerelateerde beroepskwalificaties die ESCO, DRIVES en ALBATTs hebben samengesteld, zijn de hierboven opgesomde kwalificaties ten minste gedeeltelijk te relateren aan de opleidingsprogramma's die zijn ontworpen en getest door het consortium van aanbieders van beroepsonderwijs en -opleiding IG2, en die in de volgende hoofdstukken zullen worden beschreven.



2. Ontwerpen, testen en evalueren van de resultaten van opleidingsprogramma's over de assemblage van EV/HV-motoren

Tijdens de proeffase van het IG2-project (output 1) zijn de partners overeengekomen dat de basisstructuur van elk themaspecifiek programma over e-mobiliteit moet beginnen met een gezamenlijke ontwerpfase tussen bedrijfsleven en beroepsopleiding, met inbegrip van:

- het identificeren van leerdoelen,
- vaststelling van kennis- of vaardigheidsvereisten voor leerlingen in beroepsonderwijs en -opleiding,
- het vaststellen van de uit te voeren werkprocedures,
- de inrichting van de opleidingswerkplek en de benodigde gereedschappen/apparatuur,
- het bepalen van de verwachte resultaten van de probleemoplossing,
- vaststelling van toezichthoudende en begeleidende rollen

Aanbieders van beroepsonderwijs en -opleiding kregen geen prescriptieve regels over welk relevant onderwerp moet worden gekozen voor een opleidingsprogramma over de assemblage of installatie van EV/HEV-motoren. Meerdere redenen beïnvloeden gewoonlijk de keuze van het specifieke onderwerp waarop men zich wil concentreren, en de volgende criteria moeten in aanmerking worden genomen bij de evaluatie van de mogelijke opties:

- a) of de aanbieder van beroepsonderwijs en -opleiding al dan niet specifieke opleidingsmodules of inhoud over EV's/HEV's in het institutionele aanbod opneemt;
- b) het EQF-niveau van de opleiding waar e-mobiliteit voor het eerst moet worden onderwezen of geïntroduceerd;
- c) het algemene niveau van de technische kennis & vaardigheden van de beoogde lerenden, alsmede hun gedrags- / communicatievaardigheden en/of hun potentieel minder kansenprofiel

Wat punt a) betreft, is dit absoluut het belangrijkste en belangrijkste criterium dat de keuze van de opleiders voor beroepsonderwijs en -opleiding moet bepalen: zijn de leerlingen al opgeleid in veiligheidsmaatregelen rond HV-batterijen en elektrische of hybride motoren? Kunnen de leerlingen de elektrische schema's van de auto al lezen? Zijn ze al vertrouwd met de structuur en de onderdelen van verbrandingsmotoren?

Als dit het geval is, is het waarschijnlijk een goede keuze om zich te verdiepen in specifieke onderwerpen voor EV/HEV-motoren, zoals de controle van elektrische isolatie of HV-batterijmodules, of het onderhoud



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



van aggregaten. Aan de andere kant mogen leerlingen die niet getraind zijn in elektrische risico's nooit hands-on werken met HV-batterijen. Dit gebeurt bij cursussen in het hoger secundair onderwijs op EQF 3- of EQF 4-niveau, waar leerlingen alleen werken aan het mechanische gedeelte van motoren. In dit geval moeten leerlingen in de eerste plaats verplichte cursussen over elektrische veiligheid volgen, en demolessen over HV-batterijen waarbij opleiders de juiste procedures voor batterijbeheer tonen zonder dat de leerlingen erbij betrokken zijn, of het gebruik van elektronische panelen die het motormechanisme of de schakelaars van sensoren die de circuits van de auto regelen simuleren, zijn goede voorbeelden van inleidende activiteiten.

Voorts moeten opleiders in beroepsonderwijs en -opleiding rekening houden met het algemene profiel van de betrokken doelgroepleerlingen:

- EQF-niveau van de opleiding en eerder verworven kennis en vaardigheden van de studenten
- de leeftijd van de lerenden: gaat het om jongeren in het initiële onderwijs of om werknemers die zich bijscholen of omscholen binnen C-VET-opleidingstrajecten?
- de algemene levenslange achtergrond van de betrokken leerlingen: is er enige vorm van potentiële achterstand in de leergroep vertegenwoordigd?

Dit kan variëren van fysieke of cognitieve handicaps tot belemmeringen door een migrantenachtergrond of taalbarrières waardoor studenten de leermogelijkheden niet ten volle kunnen benutten, of zelfs leeftijdsbarrières, in het geval van ondergekwalficeerde werknemers van boven de 50 die hun vaardigheden moeten verbeteren om te voorkomen dat zij hun baan verliezen. In elk van deze gevallen moeten de opleiders speciale regelingen treffen om een zo inclusief en drempelvrij mogelijke opleidingsomgeving te kiezen. Indien een leerling een lichamelijke handicap heeft, moet de werkplek zodanig zijn ontworpen dat de leerling tijdens de gehele test veilig is en toch de werkprocedures kan zien of sommige ervan kan bedienen volgens de procedures voor arbeidsveiligheid en volgens wat de medische toestand toelaat. Indien de leerling een lichte cognitieve handicap heeft, moeten opleiders voor beroepsonderwijs en -opleiding het experiment zo ontwerpen dat de taken worden toegewezen aan kleine teams van leerlingen met een aangewezen leider die de taken verdeelt, zodat iedereen bij het experiment betrokken kan worden met verschillende moeilijkheidsgraden of verantwoordelijkheden.

Teamwerk en praktisch leren zijn vooral aanbevolen en doeltreffend in het geval van migrantenleerlingen met weinig kennis van de plaatselijke taal, aangezien grafische of synthetische werkprocedures helpen om onderwerpen of taken sneller te begrijpen dan een theoretische frontale les.

Evaluatie. Als onderdeel van de resultaten van het O1 train-de-trainer programma hebben de IG2 projectpartners een protocol opgesteld voor de evaluatie van de werkplektoetsing, om te beoordelen in hoeverre het programma zelf succesvol was voor leerlingen in het beroepsonderwijs om e-mobiliteitsvaardigheden te ontwikkelen. Een dergelijke beoordeling bestaat uit een eenvoudig formulier met vragen die zowel aan leraren of opleiders in beroepsonderwijs en -opleiding als aan bedrijfstechnici zijn gericht, aangezien de opleiding op de werkplek voor beide onderdelen mede moet worden ontworpen.

Leraren of opleiders moeten beoordelen:



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



- of de leerdoelen al dan niet zijn bereikt,
- of de tests op het werk al dan niet de verwachte resultaten hebben opgeleverd,
- in hoeverre de verwachte kennis en vaardigheden al dan niet door de leerlingen zijn verworven,
- of de diagnose-instrumenten al dan niet naar behoren zijn gebruikt,
- of het toezicht en de begeleiding al dan niet toereikend waren om de lerenden de begeleiding te geven die zij nodig hadden.

Indien relevant kunnen de leerkrachten ook aanvullende informatie verstrekken over de belangrijkste moeilijkheden die werden overwonnen, welke taken ontbraken of niet correct werden uitgevoerd tijdens het experiment, en suggesties doen over hoe het experiment gemakkelijker of moeilijker kan worden gemaakt volgens het profiel van de leerlingen.

Anderzijds moeten bedrijfstechnici beoordelen in hoeverre de kennis en vaardigheden die studenten dankzij een dergelijke opleidingservaring hebben ontwikkeld, inderdaad nuttig en overdraagbaar zijn op de arbeidsmarkt. Voorts zouden de bedrijfstechnici verdere voorbeelden kunnen geven van probleemoplossing en diagnose-experimenten over soortgelijke onderwerpen, die volgens hen leerlingen kunnen helpen ontbrekende vaardigheden te ontwikkelen over het werken aan EV's/HEV's op verschillende EQF-niveaus.

Laten we voorbeelden zien van de opleidingsprogramma's die elk landenteam dat deelneemt aan het IG2-project heeft ontworpen en getest.

Optie 1 - Veiligheidsprotocollen voor EV/HEV

Het trainingsprogramma is ontworpen & getest door [ROC Midden Nederland](#) (aanbieder van beroepsonderwijs en -opleiding) en [Innovam](#) (bedrijf), en is gericht op leerlingen van beroepsonderwijs en -opleiding die de volgende opleidingen volgen:

- Eerste autotechnicus (EQF 3)
- Eerste vrachtwagenchauffeur (EQF 3)
- Technisch specialist autotechniek (EQF 4)
- Technisch specialist vrachtwagentechnologie (EQF 4)

Al deze bedrijven hebben in de reguliere opleidingstrajecten al lesinhoud opgenomen over de volgende eenheden:

- Hybride en elektrische aandrijflijn
- Elektrische motoren
- NEN9140 (EU-verordening over elektrische werken)
- Laadsystemen
- Batterijbeheer omvormer/omvormer



Niettemin kan het programma zelfs voor opleiders zonder eerdere praktische of theoretische lessen over EV/HEV-motoren worden gebruikt als een inleidende eenheid over elektrische veiligheid toegepast op elektrische of hybride voertuigen. ROC Midden Nederland en Innovam hebben dergelijke onderwerpen opgenomen in een korte eendaagse modulaire cursus voor studenten en werknemers genaamd "Veilig werken aan e-voertuigen basis" (zie Output 1).

DESIGN FORM	
Taak	<i>Veilig werken aan een e-voertuig</i>
Leerdoelen	Het HV-systeem kunnen loskoppelen van de HV-batterij. Ervoor zorgen dat het systeem spanningsloos is en veilig om aan te werken.
Kennis op instapniveau (theoretisch)	EQF niveau 2 De leerlingen moeten alle verschillende HV-componenten en hun doel kunnen herkennen.
Betrokken harde vaardigheden	Een diagnoseapparaat kunnen bedienen. Een tweepolige spanningsmeter kunnen gebruiken. Weten hoe persoonlijke beschermingsmiddelen te gebruiken
Betrokken zachte vaardigheden	procedures in werkplaatshandboeken en diagnose-instrumenten kunnen lezen en begrijpen
Te gebruiken uitrusting en gereedschap	Persoonlijke beschermingsmiddelen Diagnose-instrument Tweepolige spanningsmeter
Andere betrokken professionele rollen	Een EV-verantwoordelijke medewerker (EV-benoemde persoon) moet aanwezig zijn tijdens de uitvoering van de taken door studenten



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



Toezicht en begeleiding	De docent moet een door EV aangewezen persoon zijn die de leerlingen door alle stappen leidt om het HV-systeem los te koppelen.
Verwachte resultaten / Oplossing	Het voertuig is veilig om aan te werken nadat is geverifieerd dat het HV-systeem met succes is losgekoppeld (HV-systeem is dood).

Het testen met relevante werkprocedures wordt in beeld gebracht in de [instructievideo](#) die beschikbaar is op [het officiële YouTube-kanaal van het IG2-project](#) @innovationgarageerasmuspro1264:



IO2 Safety Protocols on HV vehicles @ Innovam & ROC Midden Nederland



Innovation Garage Erasmus Project
13 iscritti

Analytics

Modifica video

0



Condividi

Scarica

Clip

Salva



Procedure:

- Inspecteren of het voertuig veilig is om mee te werken: loop rond de auto en zoek naar mogelijke schade
- Het controleren van HV bedrading op schade onder de motorkap
- Dashboard van de auto controleren op fouten
- Laptop aansluiten en batterijbeheersysteem controleren op fouten



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



Beveiligen en blokkeren van de auto, markeren van de auto met HV-borden, zodat iedereen in de garage weet dat er HV-werkzaamheden plaatsvinden.

-Bewaking van de contactsleutel van de auto op minstens vijf meter afstand om onbedoelde activering te voorkomen.

-Het loskoppelen van de HV-accu van het HV-systeem: verwijderen van de negatieve 12V-accukabel van de 12V-accuklem

-Het controleren en dragen van rubberen isolatiehandschoenen (klasse 0)

-Bedrijfsstekker uit HV-accu trekken om deze los te koppelen van HV-systeem

-Wachten op 10 minuten ontladen.

-Na 10 minuten de bescherming van de HV-accupolen verwijderen en met een multimeter controleren of er geen spanning meer is.

ASSESSMENT FORM

Docenten en opleiders in beroepsonderwijs en -opleiding

Leerresultaten Hoe de procedure te vergemakkelijken Hoe maak je de procedure moeilijker	Bereikt Het opsplitsen in afzonderlijke delen De leerlingen zelf de procedures voor bescherming laten vinden
Verwachte resultaten	Bereikt
Instapkennis en -vaardigheden van de studenten Vorbereiding	Voldoende niveau om het experiment aan te gaan. Vooraf werd een training, deels online, deels ter plaatse, gegeven over veilig werken aan HV-systemen.
Uitrusting en gereedschap	Goed gebruikt



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



Supervisie & begeleiding	Effectief
Vorbereiding	Ervoor zorgen dat alle informatie over veilig werken wordt verstrekt en door de leerlingen duidelijk wordt begrepen.
Bedrijfstechnici	
Mate van overdraagbaarheid van de ontwikkelde vaardigheden op de arbeidsmarkt	Volledig
Suggestie voor verdere ontwikkeling	Een afgestudeerde of werknemer die de arbeidsmarkt betreedt, moet worden uitgerust met de juiste persoonlijke beschermingsmiddelen (PBM).



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



Optie 2 - Opladen van een HV-batterij in een hybride auto

Dit programma werd ontworpen en getest door het Litouwse team, samengesteld door de VET-aanbieder [VAVM - Vilniaus Automechanikos ir Verslo Mokykla](#) en [Moller Auto Lietuva](#), nationale Volkswagen & Audi-dealer, beide gevestigd in Vilnius.

Bij [VAVM - Vilniaus Automechanikos ir Verslo Mokykla](#) lopen twee hoofdspecialisaties:

- Automonteur (EQF 4)
- Reparateur van elektrisch materieel voor auto's (EQF 4)

De cursussen voorzien momenteel niet in een specialisatie in HEV's/EV's of avionica-circuits, maar de werkopleiding omvat ook onderhouds- en diagnosewerkzaamheden aan hybride of elektrische voertuigen. De opleidingsmodules omvatten inhoud, kennis en vaardigheden die geschikt zijn als uitgangspunt waarop verdere opleidingen op het gebied van e-mobiliteit kunnen worden gebaseerd. Dergelijke onderwerpen omvatten de volgende modules:

- Motoren technisch onderhoud
- Transmissie technisch onderhoud
- Reparatie van elektrische autoapparatuur
- Motoren elektrische apparatuur
- Transmissie elektrische apparatuur
- Automobiel comfort en veiligheid elektrische apparatuur

DESIGN FORM	
Taak	<i>Veiligheidsmaatregelen rond BEV/HEV</i> <i>Opladen van een HV-batterij</i>
Leerdoelen	Veilig omgaan met hoogspanningsenergiebronnen in HEV/BEV.



	Veilig laden van HV-batterijen.
Kennis op instapniveau (theoretisch)	Basiskennis van mechanica en elektronica
Betrokken harde vaardigheden	Correct gebruik van mechanisch en veiligheidsgereedschap (multimeter, hoogspanningsbestendige handschoenen en ander specifiek gereedschap)
Betrokken zachte vaardigheden	Engelse taal
Activiteiten en procedure vereist op EQF-niveau (prognose)	EQF 3 niveau
Te gebruiken uitrusting en gereedschap	Multimeter, hoogspanningsbestendige handschoenen en tapijt, veiligheidsbril, veiligheidsbord, veiligheidsomheining
Andere betrokken professionele rollen	BEV/HEV Specialist/supervisor
Toezicht en studiebegeleiding	Overzicht van processen tijdens theoretische lessen

Het opleidingsprogramma omvat een complete reeks handelingen die de leerling door een veilige voorbereiding van de werkplek leiden om met een EV/HEV te werken, de laadstatus van een HV-batterij te meten en vervolgens een volledige lading te geven. Daarom is het programma gericht op leerlingen met eerdere kennis en vaardigheden over de elektrische uitrusting en veiligheidsregels over motoren en transmissie.

Het testen met relevante werkprocedures wordt in beeld gebracht in de [instructievideo](#) die beschikbaar is op [het officiële YouTube-kanaal van het IG2-project](#) @innovationgarageerasmuspro1264:



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



HOW TO FIX ELECTRIC CAR (BEV HEV)



IO2 HEV/BEV Fixing at VAVM, Vilnius



Innovation Garage Erasmus Project
13 iscritti

Analytics

Modifica video

2



Condividi



Scarica



Clip



Salva



De video illustreert een aantal verschillende stappen:

1-Voorbereiding van een veilige werkplek en het dragen van individuele veiligheidsmiddelen voor het werken aan een EV/HEV

-Een veiligheidszone instellen

-Plaatsen van een isolerende bumperbescherming op de achterkant van de auto, dicht bij de HV-accu

-Plaatsen van veiligheidsborden met de naam van de bestuurder die aan de auto werkt

-Dragen van rubber luchtdichte handschoenen en veiligheidsbril

2-HV batterijlading

-Het verwijderen van de stroomonderbreker

Controle van de stroom in de HV-accu met de multimeter: bij 0,0 V is de auto veilig om te gaan werken.

-Lading meten (geen busvermenigvuldigers gebruiken): de indicator laat een foutcode horen en vervolgens is het lampje uit.

-Meten van lading met een accubrekendoos (met een HV accu stekkers verlaagd naar 10:1 voor een veilige training). Het meten wordt herhaald met met HV accu 10:1 stekkers - lader DC 10:1 stekkers - lader AC 10:1 stekkers - omvormer/omvormer 10:1 stekkers. Lading is 0 V.

-Herplaatsen van de stroomonderbreker



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



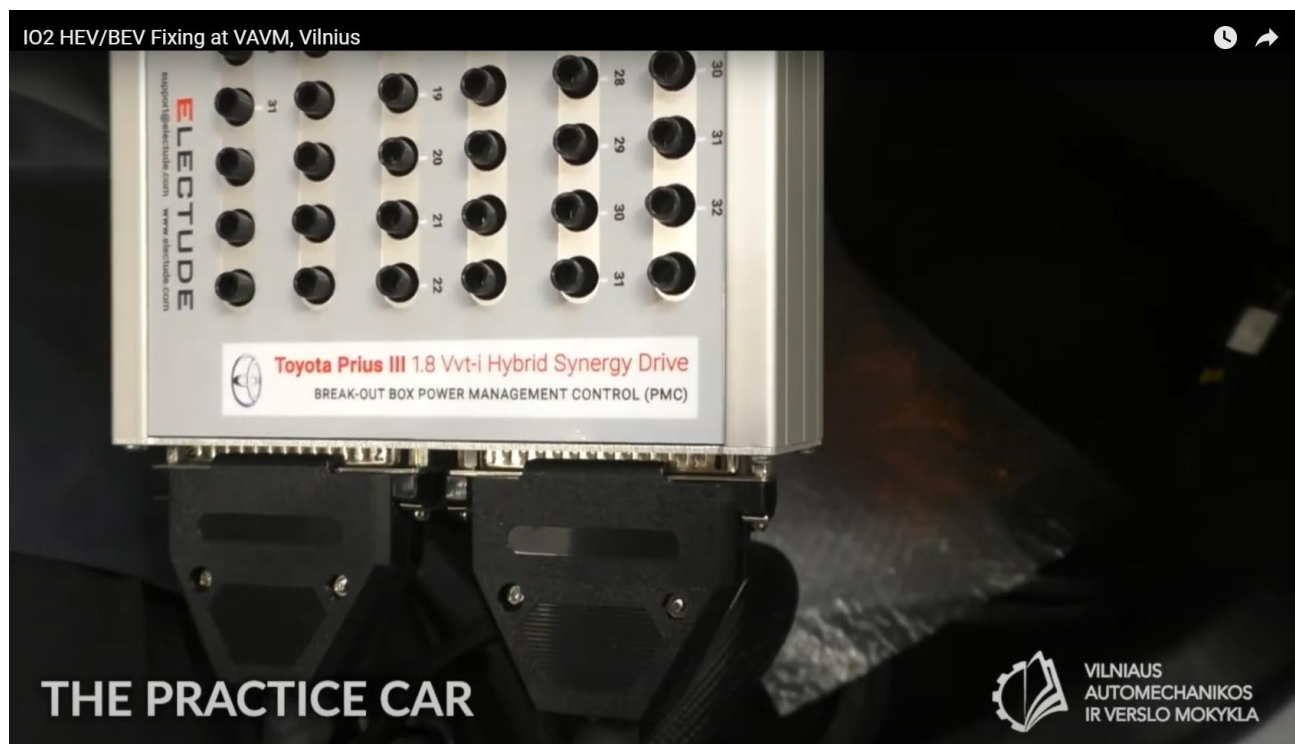
-Stopcontact in de lader

-De indicator geeft aan dat het opladen weer werkt

-Meten van lading opnieuw met de DC 10:1 batterij breakout box: lading is 20,9 V*

De lading is eindelijk op

*VAVM maakt gebruik van de Electude Toyota Prius III 1.8 Vvt-i hybride synergy drive - break out box power management control, verder voorzien van een aparte schakelkast. De break out box is ook uitgerust met een batterijcel + /- unit en een batterijmodule + /- unit.



De video toont ook de belangrijkste onderwerpen over elektrische transmissie die tijdens de theoretische lessen als voorbereidende activiteit worden onderwezen. De eerste is een overzicht van de componenten van het batterijsysteem.



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



IO2 HEV/BEV Fixing at VAVM, Vilnius

Premi Esc per uscire dalla modalità a schermo intero

48V Hybrid System Component Overview

48V electric motor

- › Belt starter generator (BSG, 7-15 kW)
- › Integrated starter generator (ISG)

DC/DC converter links 12V and 48V systems

0.5 kWh Li-Ion Battery

Features:

- › Energy recuperation
- › Engine-off coasting (sailing)
- › Torque assist and electric driving
- › Power 48V devices (electric turbo)

**Fewer simple components
control costs**

Continental

Driving Innovation. Redefining
Washington, DC

September 13, 2016
Dr. Brian Mullins, R-Continental AG

THEORETHICAL CLASS



VILNIAUS
AUTOMECHANIKOS
IR VERSLO MOKYKLA

De tweede is systeemconfiguratie:

IO2 HEV/BEV Fixing at VAVM, Vilnius

48V System Configurations Mild Hybrid System Roadmap

P0 configuration

- › Low cost integration
- › Belt Starter generator
- › Torque limited

P1 Configuration

- › Crankshaft mounted
- › High torque

P2 configuration

- › Side attached BSG or ISG
- › Higher cost
- › More recuperation
- › Additional hybrid functions

P3 & P4 Configurations

- › P3: eMotor torque on transmission
- › P4: eMotor torque directly on axle drive
- › Highest energy recuperation potential

Continental

Driving Innovation. Redefining
Washington, DC

September 13, 2016
Dr. Brian Mullins, R-Continental AG

THEORETHICAL CLASS



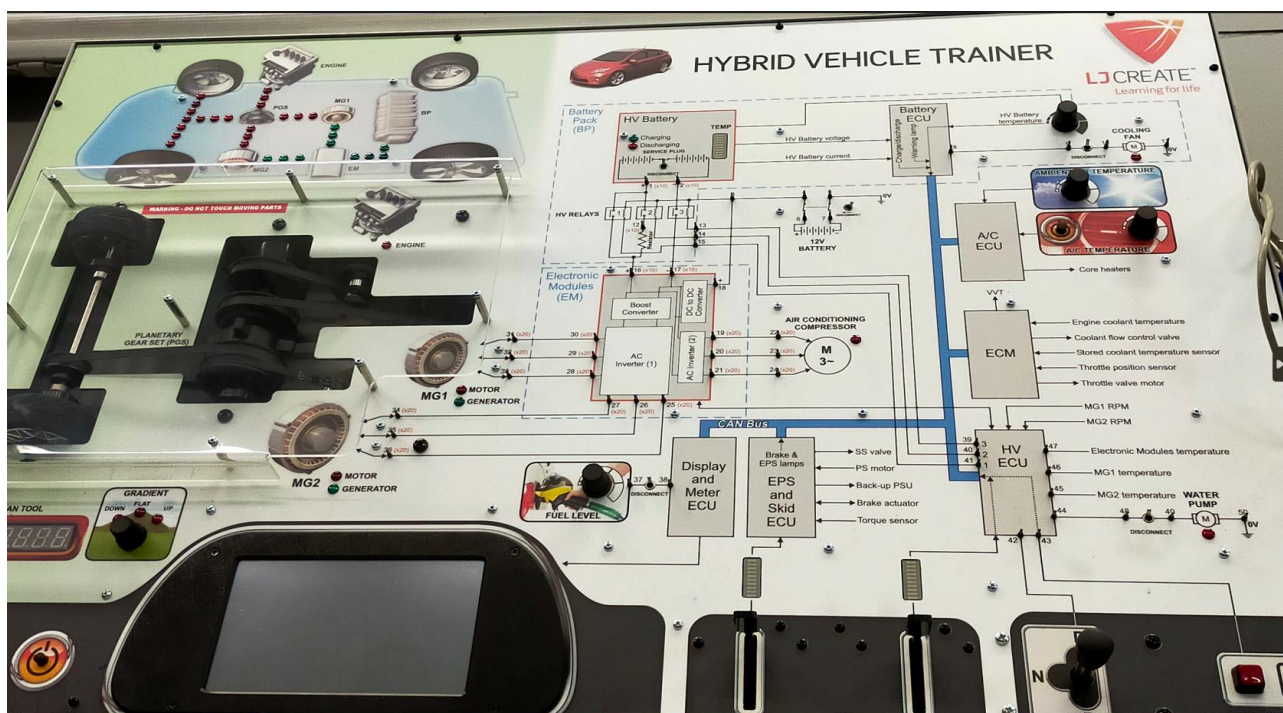
VILNIAUS
AUTOMECHANIKOS
IR VERSLO MOKYKLA



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



Opleidingsactiviteiten kunnen ook profiteren van een EV-simulatiestand met een elektronisch paneel met schakelaars en sensoren die alle onderdelen van een hybride voertuig simuleren, en van software om de simulatie te volgen.



ASSESSMENT FORM

Docenten en opleiders in beroepsonderwijs en -opleiding

Leerresultaten

Hoe de procedure te vergemakkelijken

Hoe maak je de procedure moeilijker

Bereikt

Docenten bereiden de werkplek en alle benodigde instrumenten/gereedschap vooraf voor

De leerlingen zelf alle nodige instrumenten/gereedschap laten vinden volgens de taakvereisten

Verwachte resultaten

Bereikt



Instapkennis en -vaardigheden van de studenten	Deels voldoende niveau om het experiment aan te gaan.
Wat ontbreekt er?	Kennis van diagnostische software van meerdere merken
Uitrusting en gereedschap	Goed gebruikt
Supervisie & begeleiding	Effectief
Mogelijke verbeteringen	Vermindering van het aantal leerlingen in groepen
Bedrijfstechnici	
Mate van overdraagbaarheid van de ontwikkelde vaardigheden op de arbeidsmarkt	Volledig
Suggestie voor verdere ontwikkeling	Een diepere kennis van merkdiagnosesoftware is nuttig
Verdere voorbeelden van probleemoplossing in verband met het onderwerp	
EQF niveau 3	Laden/ontladen HV-systeem
EQF niveau 4	Lekken van HV-batterijen controleren
EQF niveau 5	Controle van de HV-batterijregelaars in de HV-batterij



Optie 3 - Werking van de vermogenseenheid in een hybride auto

Een dergelijk programma werd uitgevoerd door de opleidingen van niveau EQF 5 binnen de [Fondazione ITS Maker](#), gevestigd in Bologna, die Hogere Technici opleidt op het gebied van geavanceerde technologie, mechatronica en automobiel.

Binnen de uitvoering van het IG2-project zijn er namelijk twee cursussen met e-mobiliteitsgerelateerde inhoud:

- Hogere Technicus in Hybride, Elektrische en Endothermische Motoren (EQF 5)
- Hogere technicus in elektrische en aangesloten auto's en ondersteund rijden (EQF 5)

Aangezien beide profielen hoge specialisatienormen beogen, die haalbaar zijn met een tertiaire opleiding na het algemeen hoger secundair certificaat (EQF 4), richt het huidige IO2-programma zich alleen op leerlingen in het beroepsonderwijs met voorkennis en vaardigheden over:

- Elektrische schema's van voertuigcircuits
- Elektrische en elektronische technologieën en toepassingen
- Installatie- en onderhoudstechnologieën en -technieken

De IO2-opdracht van de Fondazione ITS Maker course in hybride, elektrische en endothermische motoren ging over diagnose en vervanging van de uitgangsbeveiliging van de hulpaccu.

Technische kenmerken: watergekoelde Toyota power unit met interlock veiligheidsbussen. Als de kabels per ongeluk worden losgekoppeld, worden de accu's automatisch ontkoppeld.

DESIGN FORM	
Taak	<i>Onderhoud van het aggregaat: diagnose-interventie en vervanging van de zekering van de uitgang naar de accu van het hulpparaat</i>



Leerdoelen	Kennis van de belangrijkste onderdelen van hybride en elektrische voertuigen om reparatiewerkzaamheden uit te voeren.
Kennis op instapniveau (theoretisch)	Principe van elektriciteit en elektrisch vermogen
Betrokken harde vaardigheden	In het bezit zijn van een diploma middelbaar onderwijs of een certificaat, minimale ervaring in de autoreparatiesector
Betrokken zachte vaardigheden	Waakzaam zijn op de werkplek, een verantwoordelijke houding hebben bij het uitvoeren van een taak
Activiteiten en procedures vereist op EQF-niveau (prognose)	Analyse van onderdelen en reparatie van beschadigde onderdelen
Te gebruiken uitrusting en gereedschap	Diagnose-instrumenten voor voertuigen, multimeter meetinstrumenten, diëlektrische apparatuur
Andere betrokken professionele rollen	Technici en slopers van voertuigen
Supervisie en begeleiding	Correct gebruik van individuele beschermingsmiddelen en correcte uitvoering van de stappen zoals voorgeschreven in de technische informatiebladen.
Verwachte resultaten / Oplossing	Correct gebruik van beschermingsmiddelen en meetinstrumenten en het verwerven van een zekere mate van bekwaamheid in het uitvoeren van reparatiewerkzaamheden.

De tests werden uitgevoerd volgens de technische procedure die wordt uitgebeeld in de volgende [video](#) die beschikbaar is op het [officiële YouTube-kanaal van IG2](#) @innovationgarageerasmuspro1264:



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



Cerca



Procedure:

1. Controle van het vermogen

-met behulp van de multimeter worden voorafgaande controles uitgevoerd om de status en de eventuele restspanning te beoordelen

2. Demontage van het deksel

-met een dopsleutel alle 10 schroeven die de behuizing gesloten houden, demonteren en verwijderen.

-Verwarm de rand van het deksel met een straal hete lucht om het losmaken te vergemakkelijken.

-Gebruik een schroevendraaier om het deksel te verwijderen.

3. Diagnose

-gebruik de voltmeter om te controleren welke component mogelijk beschadigd is

-de afwezigheid van continuïteit van stroom toont aan dat de beveiligingszekering is uitgevallen

4. Vervanging van onderdelen

-met een dopsleutel de twee schroeven losdraaien die het defecte onderdeel blokkeren en het verwijderen.



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



- de functionaliteit van de nieuwe component wordt gecontroleerd met de multimeter,
- Ga verder met het plaatsen en vastzetten van het nieuwe onderdeel...

5. Sluiten van het deksel

- voordat de afdekking wordt geplaatst, wordt kit op de rand van de afdekking aangebracht.
- schroeven en de 10 bevestigingsschroeven aandraaien

ASSESSMENT FORM	
Docenten en opleiders in beroepsonderwijs en -opleiding	
Leerresultaten Hoe de procedure te vergemakkelijken Hoe maak je de procedure moeilijker	Bereikt Docenten bereiden de werkplek en alle benodigde instrumenten/gereedschap vooraf voor We hoeven het niet moeilijker te maken, want de operatie is al behoorlijk ingewikkeld...
Verwachte resultaten	Bereikt
Instapkennis en -vaardigheden van de studenten Wat ontbreekt er?	Voldoende niveau om het experiment aan te gaan. Diagnostische vaardigheden op voertuigen
Uitrusting en gereedschap	Goed gebruikt
Supervisie & begeleiding Mogelijke verbeteringen	Effectief



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



	Nog nauwkeuriger gebruik van veiligheidsbeschermingsmiddelen bij het werken met hoogspanningsapparatuur.
Bedrijfstechnici	
Mate van overdraagbaarheid van de ontwikkelde vaardigheden op de arbeidsmarkt	Volledig
Suggestie voor verdere ontwikkeling	Meer kennis en vaardigheden op het gebied van reparatie en onderhoud
Verdere voorbeelden van probleemoplossing in verband met het onderwerp	
EQF niveau 3	Montage/demontage van accumulatoren
EQF niveau 4	
EQF niveau 5	



Optie 4 - Elektrische isolatie uitvoeren

Een dergelijk programma identificeert een voorbereidende handeling die moet worden uitgevoerd wanneer een operator een elektrische taak uitvoert. Hoewel het een voorbereidende taak is, mag deze alleen worden uitgevoerd door geïnstrueerde personen omdat er elektrische isolatie bij komt kijken.

Om deze redenen moeten aan [het Göteborgs Tekniska College](#) elektrische isolatiemetingen worden uitgevoerd door leerlingen die de e-mobiliteitsopleiding volgen:

Module Titel	Duur	Inhoud
EV-bewustzijn	4 uur (theorie)	Milieu problemen en -beperkingen Marktontwikkeling Totale eigendomskosten Betrokken technologie
Overzicht batterijsysteem	8 uur (theorie en praktijk)	Batterijtechnologie Elektrische veiligheid Batterijbeheer Gebruik Duurzaamheid
Lithium-Ion batterij systeem	16 uur (theorie en praktijk)	Celformaten Fysische chemie Toeleveringsketen Systeemontwerp Productie
EV-opladen en stroomvoorziening	12 uur (theorie en praktijk)	Modi Gedrag Infrastructuur Bedrijfsmodel Vermogenscomponenten
Elektrische machines en transmissie	16 uur (theorie en praktijk)	Overzicht van aandrijvingen Hybride aandrijflijnen Schakeltheorie



Taak: uitvoeren van elektrische isolatiemetingen op een HV-circuit

Allereerst moet de multimeter worden getest om er zeker van te zijn dat de meetgegevens in orde zijn, voordat wordt overgegaan tot het meten van het HV-systeem. De video toont de juiste procedure om ervoor te zorgen dat de elektrische isolatie op de juiste manier wordt gemeten.

DESIGN FORM	
Taak	<i>Elektrische isolatiemetingen</i>
Leerdoelen	Kennis van het gebruik van meetapparatuur voor HV Kennis van elektrische HV-circuits Kennis van isolatiemetingen
Kennis op instapniveau (theoretisch)	EQF niveau 3
Betrokken harde vaardigheden	Het elektrische systeem DC Voltage Bediening van de apparatuur voor het meten Veilig aansluiten en loskoppelen Spanning aflezen
Betrokken zachte vaardigheden	Communiceren met teamleden Handleidingen begrijpen
Te gebruiken uitrusting en gereedschap	Elektrische testapparatuur (DVM) HV-connectoren



Andere betrokken professionele rollen	EV verantwoordelijke medewerker
Toezicht en studiebegeleiding	De EV die verantwoordelijk is voor het toezicht op en de begeleiding van de werknemer bij de stappen van de opleidingsactiviteit
Verwachte resultaten / Oplossing	De isolatiemetingen zijn voltooid zonder foutieve signalen en/of resultaten

De tests werden uitgevoerd volgens de technische procedure die wordt uitgebeeld in de volgende [video](#) die beschikbaar is op het [officiële YouTube-kanaal van IG2](#) @innovationgarageerasmuspro1264:

VOLVO

Performing electric insulation measurements, Meggning

Insulation measurement is always done between electrical circuit and chassis or ground.

Always test the measuring equipment before measuring operations.

- How to test the measuring equipment? Note the metrics below.
a) _____ b) _____
- Set the test voltage 500V (the test voltage button).
Connect the DVM to another measuring instrument set to $\overline{V}$ (DC voltage)
Make an isolation measurement (press yellow button) and read and note the voltage. _____





ASSESSMENT FORM

Docenten en opleiders in beroepsonderwijs en -opleiding

Leerresultaten Hoe de procedure te vergemakkelijken Hoe maak je de procedure moeilijker	Bereikt Scheiding van de meettaken in verschillende secties/gebieden afhankelijk van het opleidingsniveau De oefening met metingen gebruiken in één volledige stroom met meer autonoom werk
Verwachte resultaten	Bereikt
Instapkennis en -vaardigheden van de studenten Wat kan verbeterd worden?	Voldoende niveau om het experiment aan te gaan. Afhankelijk van het niveau van de voorafgaande cursussen van de studenten, elektrische veiligheid en voorschriften (EQF 3-4) met betrekking tot de eigenlijke taken
Uitrusting en gereedschap	Goed gebruikt
Supervisie & begeleiding Mogelijke verbeteringen	Effectief Zoals altijd is de communicatie tussen studenten en tutor over HV-veiligheid in alle bovengenoemde gevallen van toepassing en is er een voortdurend streven naar verbetering (5s en Lean).
Bedrijfstechnici	
Mate van overdraagbaarheid van de ontwikkelde vaardigheden op de arbeidsmarkt	Volledig



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



Suggestie voor verdere ontwikkeling

Afhankelijk van het opleidingsniveau (EQF 3 of 4) gelden
meer HV-veiligheids cursussen



Optie 5 - Elektrische diagnose uitvoeren op simulatiepanelen van voertuigen

Dergelijke taken werden uitgevoerd door studenten die de technische en beroepsopleidingen (EQF 4) volgden aan het [IIS "A. Ferrari"](#) in Maranello (Modena, Italië).

Op basis van de leerdoelstellingen van het project - studenten vertrouwd maken met elektrische en hybride voertuigen, batterijen en motoren - werden de volgende studierichtingen het meest geschikt bevonden om de experimenten van het IG2-project uit te voeren:

Onderhoud en technische bijstand (EQF 4)

- Technicus voor de bouw van vervoermiddelen - wegvoertuigen (EQF 4)

Op een dergelijk niveau volgen studenten verplichte werkveiligheids cursussen - zowel algemene veiligheidsaanbevelingen op het werk als specifieke mechanica- en elektrische risicotrainingen, maar gezien hun jonge leeftijd worden zij meestal niet opgeleid tot EiP (electrically instructed person) en kunnen zij niet werken met hoogspanningsbatterijen of -circuits. Vanwege die beperkingen is het niet mogelijk om studenten te laten werken aan stroomcircuits, elektrische isolatie van EV/HEV, aan HV-batterijen of aan het opladen of ontladen van e-voertuigen.

Anderzijds kunnen [elektrische simulatiepanelen](#) voor specifieke didactische of opleidingsdoeleinden worden gebruikt om besturingseenheden in auto's te beheren via een systeem van sensoren en schakelaars.

IO2-taak: beheer van de motorregeling in auto's met traditionele ICE-motoren via elektrische simulatiepanelen

Als inleidende activiteit tot elektrische schakelingen in auto's zullen simulatiepanelen de leerlingen helpen de centrale besturingseenheid te beheren die is uitgerust met sensoren die verschillende functies van het voertuig regelen.

DESIGN FORM	
Taak	<i>Beheer van besturingseenheden in voertuigen</i>



Leerdoelen	Correcte interpretatie van de normale werking van een verbrandingsmotor voor auto's
Kennis op instapniveau (theoretisch)	Basiskennis van statische en kinematische fysica en van mechanische beginselen
Betrokken harde vaardigheden	Kennis van de onderdelen van een automotor
Betrokken zachte vaardigheden	Autonomie, flexibiliteit, aanpassingsvermogen
Vereiste activiteiten en procedure	Diagnostische basisactiviteiten
Te gebruiken uitrusting en gereedschap	Elektrische simulatiepanelen
Andere betrokken professionele rollen	EV verantwoordelijke medewerker
Supervisie en begeleiding	Leraar mechanica
Verwachte resultaten / Oplossing	Correcte interpretatie van signalen van de standaardwerking van een ICE-motor voor auto's

Aangezien er op dit niveau geen praktische opleiding over HV-batterijen of EV/HEV-circuits wordt gegeven, kan theoretische kennis over elektrische aandrijfliijnen, FMEA (Failure Modes and Effects Analysis) en boorddiagnose worden ingevoerd als uitbreiding van het lesprogramma.

Aanvullende aantekeningen bij de colleges zijn beschikbaar in de [map Documentatie van de opleiding](#) in het digitale archief van het IG2-project.

De tests werden uitgevoerd volgens de technische procedure die wordt uitgebeeld in de volgende [video](#) die beschikbaar is op het [officiële YouTube-kanaal van IG2](#) @innovationgarageerasmuspro1264:



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



02 Electrical Diagnosis @ IPSIA A Ferrari



Innovation Garage Erasmus Project
13 iscritti

Analytics

Modifica video

1

Condividi

Scarica

Clip

Salva

...

Onderwerpen:

1. ABS-systeem met vier kanalen. ABS is een remsysteem. Met twee sensoren kunnen we het hele remsysteem simuleren:

- het regelen van wielsnelheid en remdruk
- het bedienen van de verschillende hydraulische kleppen
- het simuleren van een lage batterij lading
- simuleren van een ABS vloeistof lek
- het uitvoeren van een ABS auto-diagnose
- het meten van het remvloeistofpeil

2. Klassieke viertaktmotor

De auto wordt bestuurd door de elektronische regeleenheid die de brandstofinjector en het injectietijdstip regelt, evenals diverse sensoren zoals:

- luchtmassasensor;
- luchttemperatuursensor;
- twee lambdasondes, één stroomopwaarts en één stroomafwaarts, die de temperatuur van de uitlaatgassen controleren. Als er iets mis is, past de regeleenheid alle andere sensoren aan om het hele proces te repareren.



ASSESSMENT FORM

Docenten en opleiders in beroepsonderwijs en -opleiding

Leerresultaten Hoe de procedure te vergemakkelijken Hoe maak je de procedure moeilijker	Bereikt Meer tijd voor praktische oefeningen om vertrouwd te raken met de diagnose-instrumenten /
Verwachte resultaten	Bereikt
Instapkennis en -vaardigheden van de studenten Wat ontbreekt er?	Voldoende niveau om het experiment aan te gaan. Basiskennis van mechanica
Uitrusting en gereedschap	Goed gebruikt
Supervisie & begeleiding Mogelijke verbeteringen	Effectief Peer to peer didactische methoden kunnen worden voorgesteld. Verminder het aantal studenten in groepen
Bedrijfstechnici	
Mate van overdraagbaarheid van de ontwikkelde vaardigheden op de arbeidsmarkt	Volledig



Suggestie voor verdere ontwikkeling	Een diepere kennis van merkspecifieke diagnostische software
Verdere voorbeelden van probleemoplossing in verband met het onderwerp	
EQF niveau 3	Laden/ontladen van HV-systeem (theoretische kennis)
EQF niveau 4	Lekken van HV-batterijen controleren (theoretische kennis)
EQF niveau 5	Controle van de controle-eenheden in de HV-batterij (theoretische kennis)



3. Verzamelen van feedback van leerlingen in beroepsonderwijs en -opleiding

Zoals vermeld in de IO1-paper over het ontwerp van een proefprogramma voor Train-de-Trainers over e-mobiliteit, berust een relevant onderdeel van het programma zelf op het verzamelen van feedback van de cursisten over zowel hun waardering als hun zelfevaluatie over de opleidingservaring.

De vragen kunnen variëren naar gelang van de leerdoelstellingen van het experiment en het EQF-niveau van de aanbieder van beroepsonderwijs en -opleiding, maar in het algemeen moet aan de volgende criteria worden voldaan om feedbackvragenlijsten te kunnen afnemen om het effect van de opleidingsactiviteiten te meten:

- formulieren moeten anoniem worden verzameld, zodat de respondenten vrij zijn om hun oprechte en eerlijke feedback over het opleidingsprogramma te geven, op papier of digitaal;
- vragen kunnen meerkeuzevragen zijn of op een schaal, maar in ieder geval moet er enige ruimte zijn voor verdere op- of aanmerkingen;
- de mate waarin de opleidingswerkplek studenten heeft geholpen bij het ontwikkelen van e-mobiliteitsvaardigheden moet worden beoordeeld;
- de doeltreffendheid van het mentorschap of het toezicht moet worden beoordeeld;
- de mate waarin eerdere kennis en vaardigheden de lerenden in staat stelden het maximale uit het opleidingsprogramma te halen, moet worden beoordeeld;
- de perceptie, aan de kant van de lerenden, van de feitelijke ontwikkeling van e-mobiliteitsvaardigheden moet worden beoordeeld;
- de mate waarin lerenden denken goed voorbereid te zijn op de overgang naar de arbeidsmarkt.

Voorbeelden van de verzamelde feedback zijn te vinden in de onderstaande grafieken, die genderloze geaggregeerde gegevens van alle betrokken landen en EQF-niveaus bevatten.

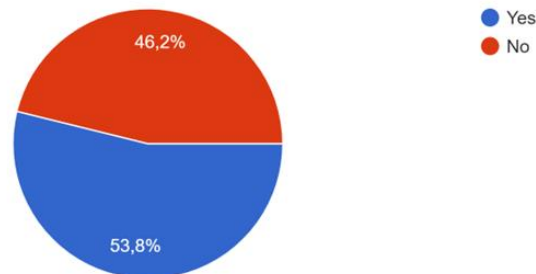
Antwoorden met een schaal van 1 tot 5 betekenen dat de respondenten werd gevraagd de zin in de vragen te beoordelen met een score van 1 (absoluut niet) tot 5 (absoluut wel).



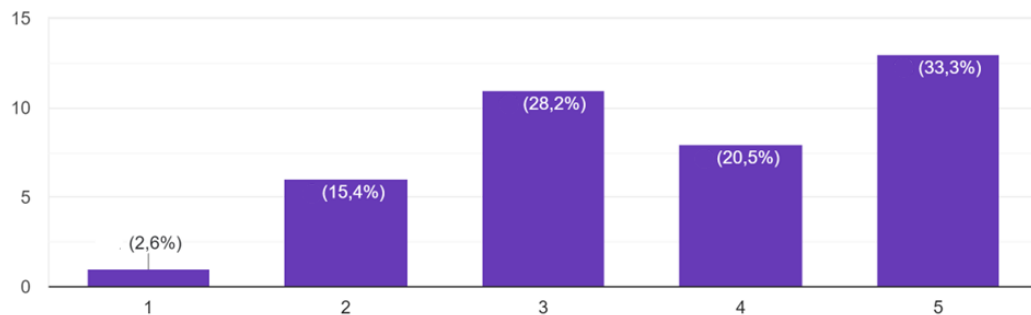
Co-funded by the
Erasmus+ Programme
of the European Union



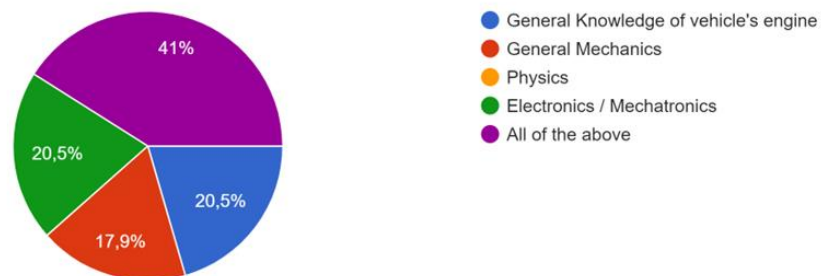
I already took classes in electro-mobility or HEV/BEV before participating in the project



I think my previous knowledge & skills level was enough for me to take part in HEV/BEV testing

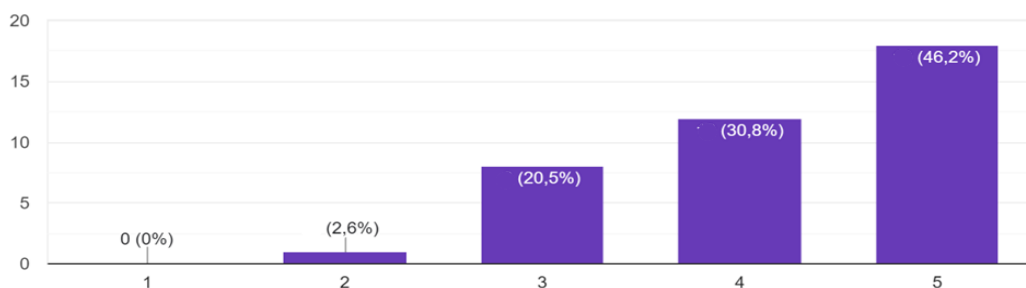


Which of the following was most helpful for you to make the most out of the HEV/BEV testing?

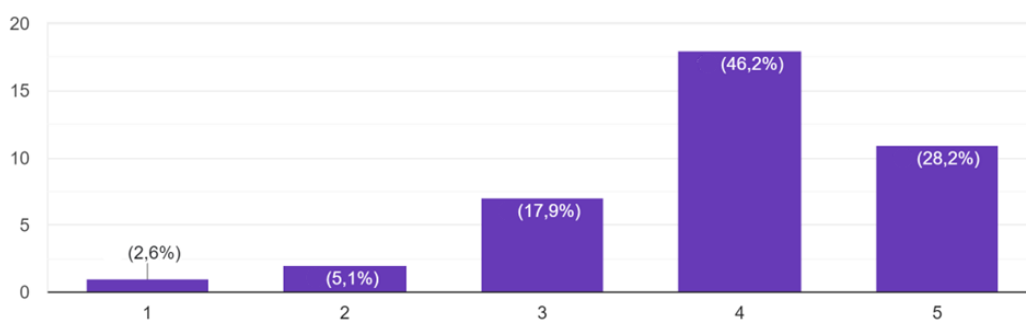




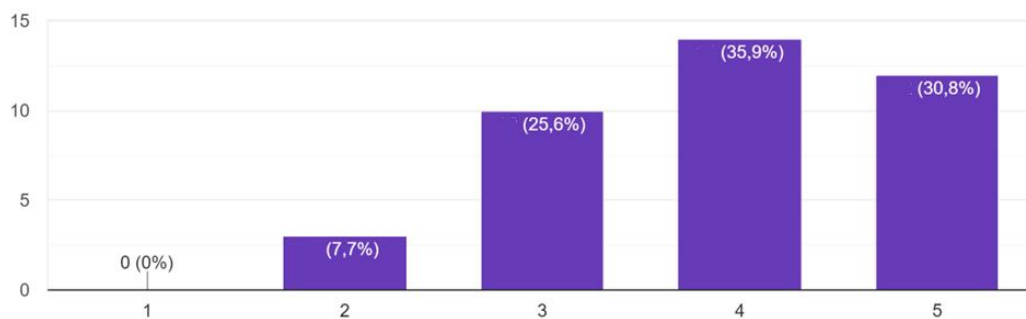
After the testing, I think I developed knowledge and skills about how a to work safely on an HEV/BEV vehicle



After the testing, I think I developed knowledge and skills about how to perform electrical insulation in a HEV/BEV vehicle

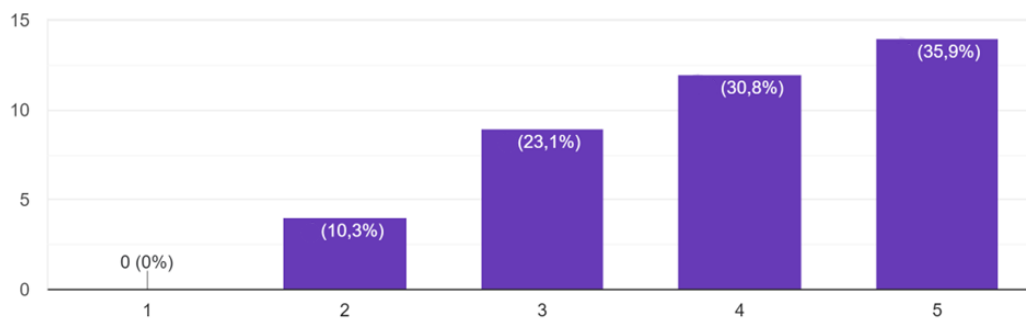


I think I am able to repeat by myself the procedures and work sequences I learned during the testing

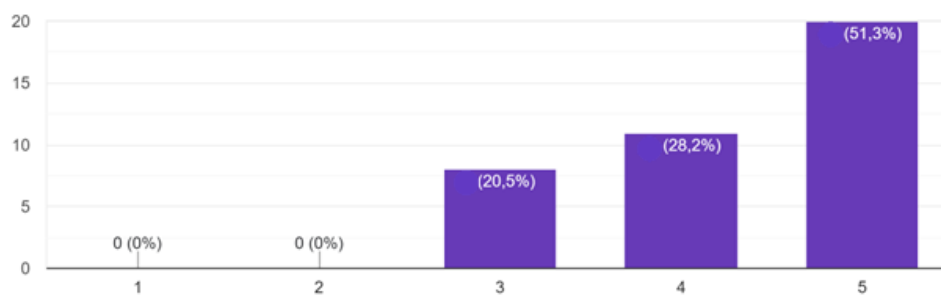




I think I was properly trained and supervised during the testing



Thanks to the work-based learning or workplace testing, I think I am better prepared for the automotive job market





Conclusie: voor wie is dit document bedoeld?

Dit document is het resultaat van Intellectual Output 2 van het Erasmus+ project "Innovation Garage of Garages", gericht op de ontwikkeling van groene vaardigheden voor de automobielsector op het niveau van beroepsonderwijs en -opleiding.

Het specifieke doel van een dergelijk document is richtsnoeren te geven voor leraren en opleiders in beroepsonderwijs en -opleiding die hybride of elektrische motoren, hoogspanning en de onderdelen daarvan willen introduceren als een modulair of geïntegreerd traject binnen de cursussen mechanica of automobiel.

Het bijzondere aan het project is dat meerdere actoren de inhoud van de opleiding, de inrichting van de werkplek en de instrumenten, alsook de organisatorische details van de didactische methodologie (rol van de opleiders, begeleiders, evaluatie- en beoordelingscriteria) gezamenlijk ontwerpen. Aangezien "Innovation Garage" een wereldwijde methodologie is om bottom-up innovatie met meerdere belanghebbenden op de werkplek te introduceren, beoogt dit project een vernieuwing van de manier waarop "workshops" of "garage"-trainingen gewoonlijk worden uitgevoerd.

Dit is dus slechts een voorstel dat moet worden aangepast met specifieke inhoud volgens de beoogde lerenden en de reguliere opleidingen binnen een beroepsopleidingsorganisatie.

Het IO2-document is zowel geschikt voor leraren en opleiders op I-VET-niveau (scholen, opleidingscentra voor jongeren of volwassenen) van EQF-niveau 3-4, als zelfs voor H-VET op EQF-niveau 5 (tertiair onderwijs anders dan op universitair niveau). Niettemin kunnen managers, technici of opleiders op bedrijfsniveau - in productiebedrijven, reparatiewerkplaatsen of dealers - bij de opleiding in e-mobiliteit worden betrokken wanneer werknemers hun vaardigheden inzake het beheer en het onderhoud van HV-batterijen, HEV/EV-voertuigen en de onderdelen daarvan moeten ontwikkelen of verbeteren.



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



Projectnr. 2020-1-IT01-KA202-008555

"Innovation Garage of Garages"

IO3 – Intellectual Output 3

Opleidingsprogramma over het onderhoud en de reparatie van nieuwe technologieën voor de elektrificatie van voertuigen, op basis van gesitueerd leren in de innovatiegarage.

Output Type: Open / online / digital education

OER – Open Educational Resource

Voorwaarden voor hergebruik:
Creative Commons Share Alike 4.0





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



Opleidingsprogramma over HEV/EV-onderhoud

Taal: Nederlandse

Auteur:

Innovation Garage of Garages Partnership

Coördinator: Cisisa Parma scrl, Italië



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



Inhoudsopgave

Intro: het leermodel	4
1. Referentie van Output 3 e-mobiliteitsvaardigheden aan de huidige beroepskwalificatiekaders	7
2. Het ontwerpen, testen en evalueren van de resultaten van opleidingsprogramma's over het onderhoud van EV/HV-motoren.	9
3. Verzamelen van feedback van leerlingen in beroepsonderwijs en -opleiding	48
Conclusie: voor wie is dit document bedoeld?	54



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



Intro: het leermodel

Aangezien aanbieders van beroepsonderwijs en -opleiding nauw samenwerken met de industriële sectoren, met name in de automobielsector, is opleiding op de werkplek de meest waardevolle troef waarover onderwijsinstellingen beschikken om werkgerelateerde vaardigheden te ontwikkelen en de overgang van lerenden naar de arbeidsmarkt te vergemakkelijken.

In deze visie heeft het project "Innovatiegarage van garages" (hieronder "IG2" genoemd) tot doel aanbieders van beroepsonderwijs en -opleiding en automobielbedrijven (bouwbedrijven, OEM-fabrikanten, dealers, autoreparatiewerkplaatsen) samen te brengen om opleidingstrajecten en leeromgevingen te ontwerpen die geschikt zijn voor de ontwikkeling van groene mobiliteitsvaardigheden, in termen van:

a-leerdoelen & inhoud;

b-indeling van de opleidingswerkplek;

c-gereedschap, machines en uitrusting.

Volgens het panorama van de groene vaardigheden en functieprofielen binnen de automobielsector, dat in het IO1-document is vastgesteld, zijn de 5 belangrijkste werkprocessen waarmee het IG2-project zich bezighoudt:

IO2: Installatie en montage van EV/HEV-motoren

IO3: Onderhoud en reparatie van EV/HEV-motoren

IO4: Configuratie en kalibratie van avionicasystemen in e-voertuigen

IO5: Onderhoud van avionicasystemen in e-voertuigen

IO6: Assistance na verkoop en veiligheidskwesties in verband met EV's/HEV's

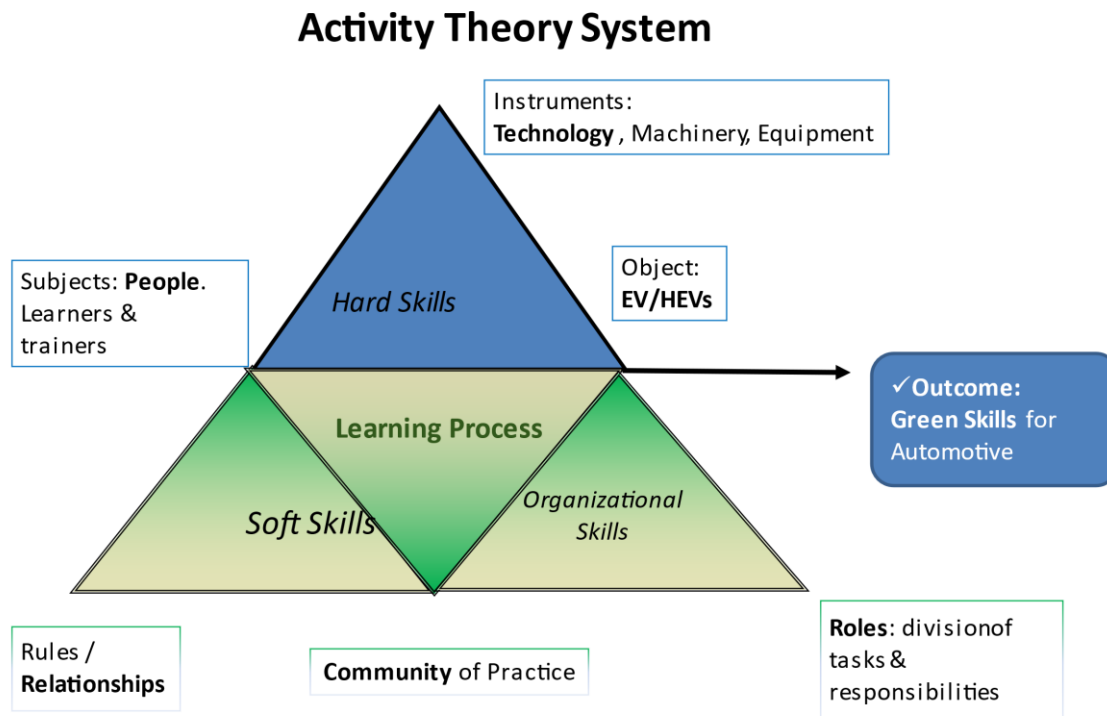
De opleidingsomgeving moet praktisch leren toegankelijk en inclusief maken, en studenten moeten leren van werkprocessen en organisatiestructuur, en technologische middelen gebruiken die lay-out van de echte werkplek zo dicht mogelijk benaderen.

Dit is wat het IG2-partnerschap "gesitueerd leren" is gaan noemen, waarbij de dynamiek van een met technologische hulpmiddelen uitgeruste opleidingsomgeving wordt geïdentificeerd, waar de leerlingen worden ondergedompeld in een productief proces dat wordt geleid door supervisors die een begeleidende en leidende rol spelen, gericht op de vervaardiging van een bepaald product.

Het leermodel dat ten grondslag ligt aan de projectmethodologie is het "Activity Theory"-kader van Yrjö Engeström (1987/2015), dat de derde generatie academische onderzoekers vertegenwoordigt die dit



onderwerp bestuderen, na de bijdragen van de cultuurhistorische psychologie van de Rus Vygotsky tot Leontyev.¹



Volgens een dergelijk model bestaat het totale leerproces uit twee belangrijke dimensies: de immersieve ervaring van het daadwerkelijk uitvoeren van een bepaalde activiteit of het produceren van een echt product binnen een bepaalde omgeving, zoals het schoollaboratorium of de opleidingsfaciliteit, of de werkplek zelf. Dit is de dimensie waarin de harde e-mobiliteitsvaardigheden worden ontwikkeld, dankzij de interactie van 3 belangrijke elementen: mensen (lerenden & opleiders) als *onderwerp* van het proces; instrumenten (zoals technologie, uitrusting en machines) als *instrumenten* die het leerproces verwezenlijken; het *elektrische/hybride voertuig* of een of meer onderdelen daarvan, als het *object* van het leerproces zelf. Het resultaat van de interactie van deze 3 elementen is het verwachte leerdoel zelf voor de desbetreffende test, of, meer in het algemeen, de groene vaardigheden voor de automobielsector.

¹ Zie voor een zeer inleidende documentatie over het "Activity Theory"-systeem:

- Andy Blunden "[Engeström activiteitstheorie en sociaal systeem](#)", 2015
- Oliver Ding, [Yrjö Engeström: het activiteitensysteemmodel](#), 2021



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



Onder de bovenste driehoek plaatst de activiteitentheorie het verborgen of immateriële deel van het leerproces, dat verband houdt met de ontwikkeling van alle zachte vaardigheden die gepaard gaan met interactie binnen een complexe organisatie van mensen. Dit is wat er gebeurt met werknemers in een bedrijf, maar werkplek leren of werkplek simulatie weerspiegelt eigenlijk dezelfde dynamiek. In een autofabriek of een reparatiewerkplaats bijvoorbeeld krijgen werknemers verschillende rollen, verantwoordelijkheden en taken toegewezen die de intermenselijke relaties daar in feite vormgeven. Leerlingen in beroepsonderwijs en -opleiding, hetzij tijdens hun initiële opleiding op school, hetzij tijdens hun levenslange en voortgezette opleiding op het werk, worden ondergedompeld in een praktijkgemeenschap, waar kennis, vaardigheden en gedragingen worden gedeeld, bevorderd, beloond of zelfs verworpen.

Het IG2-project, dat aanbieders van beroepsonderwijs en -opleiding en bedrijven samenbrengt, beoogt leerervaringen voor de ontwikkeling van e-mobiliteitsvaardigheden mede te ontwerpen, rekening houdend met een dergelijk gedrags- en organisatorisch leermodel.



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



1. Verwijzing van Output 3 e-mobiliteitsvaardigheden naar de huidige beroepskwalificatiekaders

Output 3 van het IG2-project is gericht op de ontwikkeling van vaardigheden in verband met het onderhoud en/of de reparatie van **EV/HEV-motoren** of van relevante **subcomponenten**.

Volgens de IG2-partners kunnen dergelijke taken variëren van eenvoudige en elementaire taken, die haalbaar zijn voor EQF 3-operatoren of zelfs lager, bijvoorbeeld C-VET-operatoren die EQF 2-beroepskwalificaties behalen, tot technische of toezichthoudende functies (EQF 4 - EQF 5).

Output 1, die het train-de-trainersprogramma schetst voor docenten in beroepsonderwijs en -opleiding die e-mobiliteit in hun didactische cursussen willen introduceren, verzamelt de beroepskwalificaties in de automobielsector volgens het ESCO-kader en op basis van de functieprofielen en de vaardighedenkaart die door de Erasmus+ Sector Skills Alliances [DRIVES](#) 591988-EPP-1-2017-1-CZ-EPPKA2-SSA-B (voor de algemene automobielsector) & [ALBATTIS](#) 612675-EPP-1-2019-1-SE-EPPKA2-SSA-B (specifiek voor de batterijsector) zijn ingedeeld.

Volgens deze classificaties verwijst output 3 naar de volgende functies die passen bij het onderhoud of de reparatie van EV/HEV:

Assembleur van motorvoertuigen		EV auto reparatie en inspectie personeel
Automonteur		
Monteur elektrische kabels		



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



Monteur elektrische apparatuur		
Inspecteur elektrische apparatuur		
Elektromonteur		
Electrical Supervisor		
Auto-accutechnicus		Batterij Productie Technicus
Batterij Assemblage		Technicus assemblage batterijmodule
Batterij Test Technicus		Kwaliteitstechnicus batterij
Assembleur van elektronische apparatuur	Automotive Mechatronica Expert	
Inspecteur elektronische apparatuur		
Assemblage van voertuigelektronica		

Van alle aan e-mobiliteit gerelateerde beroepskwalificaties die ESCO, DRIVES en ALBATS hebben samengesteld, zijn de hierboven opgesomde kwalificaties ten minste gedeeltelijk te relateren aan de opleidingsprogramma's die zijn ontworpen en getest door het consortium van aanbieders van beroepsonderwijs en -opleiding IG2, en die in de volgende hoofdstukken zullen worden beschreven.



2. Het ontwerpen, testen en evalueren van de resultaten van opleidingsprogramma's over het onderhoud van EV/HV-motoren.

Tijdens de proeffase van het IG2-project (output 1) waren de partners het erover eens dat de basisstructuur van elk themaspecifiek programma over e-mobiliteit moet beginnen met een gezamenlijke ontwerpfase tussen bedrijfsleven en beroepsopleiding, met inbegrip van:

- het identificeren van leerdoelen,
- vaststelling van kennis- of vaardigheidsvereisten voor leerlingen in beroepsonderwijs en -opleiding,
- het vaststellen van de uit te voeren werkprocedures,
- de inrichting van de opleidingswerkplek en de benodigde gereedschappen/apparatuur,
- het bepalen van de verwachte resultaten van de probleemoplossing,
- vaststelling van toezichthoudende en begeleidende rollen

Aanbieders van beroepsonderwijs en -opleiding kregen geen prescriptieve regels over welk relevant onderwerp moet worden gekozen voor een opleidingsprogramma over onderhoud of reparatie van EV/HEV-motoren. Meerdere redenen beïnvloeden gewoonlijk de keuze van het specifieke onderwerp waarop men zich wil concentreren, en de volgende criteria moeten in aanmerking worden genomen bij de evaluatie van de mogelijke opties:

- a) of de aanbieder van beroepsonderwijs en -opleiding al dan niet specifieke opleidingsmodules of inhoud over EV's/HEV's in het institutionele aanbod opneemt;
- b) het EQF-niveau van de opleiding waar e-mobiliteit voor het eerst moet worden onderwezen of geïntroduceerd;
- c) het algemene niveau van de technische kennis & vaardigheden van de beoogde lerenden, alsmede hun gedrags- / communicatievaardigheden en/of hun potentieel minder kansenprofiel

Wat punt a) betreft, is dit absoluut het belangrijkste en belangrijkste criterium dat de keuze van de opleiders voor beroepsonderwijs en -opleiding moet bepalen: zijn de leerlingen al opgeleid in veiligheidsmaatregelen rond HV-batterijen en elektrische of hybride motoren? Kunnen de leerlingen de elektrische schema's van de auto al lezen? Zijn ze al vertrouwd met de structuur en de onderdelen van verbrandingsmotoren?

Als dit het geval is, is het waarschijnlijk een goede keuze om zich te verdiepen in specifieke onderwerpen voor EV/HEV-motoren, zoals de controle van elektrische isolatie of HV-batterijmodules, of het onderhoud van aggregaten. Aan de andere kant mogen leerlingen die niet getraind zijn in elektrische risico's nooit hands-



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



on werken met HV-batterijen. Dit gebeurt bij cursussen in het hoger secundair onderwijs op EQF 3- of EQF 4-niveau, waar leerlingen alleen werken aan het mechanische gedeelte van motoren. In dit geval moeten leerlingen in de eerste plaats verplichte cursussen over elektrische veiligheid volgen, en demolessen over HV-batterijen waarbij opleiders de juiste procedures voor batterijbeheer tonen zonder dat de leerlingen erbij betrokken zijn, of het gebruik van elektronische panelen die het motormechanisme of de schakelaars van sensoren die de circuits van de auto regelen simuleren, zijn goede voorbeelden van inleidende activiteiten.

Voorts moeten opleiders in beroepsonderwijs en -opleiding rekening houden met het algemene profiel van de betrokken doelgroepleerlingen:

- EQF-niveau van de opleiding en eerder verworven kennis en vaardigheden van de studenten
- de leeftijd van de lerenden: gaat het om jongeren in het initiële onderwijs of om werknemers die zich bijscholen of omscholen binnen C-VET-opleidingstrajecten?
- de algemene levenslange achtergrond van de betrokken leerlingen: is er enige vorm van potentiële achterstand in de leergroep vertegenwoordigd?

Dit kan variëren van fysieke of cognitieve handicaps, tot belemmeringen door een migrantenachtergrond of taalbarrières waardoor studenten de leermogelijkheden niet ten volle kunnen benutten, of zelfs leeftijdsbarrières, in het geval van ondergekwalficeerde werknemers van boven de 50 die hun vaardigheden moeten verbeteren om te voorkomen dat zij hun baan verliezen. In elk van deze gevallen moeten de opleiders speciale regelingen treffen om een zo inclusief en drempelvrij mogelijke opleidingsomgeving te kiezen. Indien een leerling een lichamelijke handicap heeft, moet de werkplek zodanig zijn ontworpen dat de leerling tijdens de gehele test veilig is en toch de werkprocedures kan zien of sommige ervan kan bedienen volgens de procedures voor arbeidsveiligheid en volgens wat de medische toestand toelaat. Indien de leerling een lichte cognitieve handicap heeft, moeten opleiders voor beroepsonderwijs en -opleiding het experiment zo ontwerpen dat de taken worden toegewezen aan kleine teams van leerlingen met een aangewezen leider die de taken verdeelt, zodat iedereen bij het experiment betrokken kan worden met verschillende moeilijkheidsgraden of verantwoordelijkheden.

Teamwerk en praktisch leren zijn vooral aanbevolen en doeltreffend in het geval van migrantenleerlingen met weinig kennis van de plaatselijke taal, aangezien grafische of synthetische werkprocedures helpen om onderwerpen of taken sneller te begrijpen dan een theoretische frontale les.

Evaluatie. Als onderdeel van de resultaten van het O1 train-de-trainer programma hebben de IG2 projectpartners een protocol opgesteld voor de evaluatie van de werkplektoetsing, om te beoordelen in hoeverre het programma zelf succesvol was voor leerlingen in het beroepsonderwijs om e-mobiliteitsvaardigheden te ontwikkelen. Een dergelijke beoordeling bestaat uit een eenvoudig formulier met vragen die zowel aan leraren of opleiders in beroepsonderwijs en -opleiding als aan bedrijfstechnici zijn gericht, aangezien de opleiding op de werkplek voor beide onderdelen mede moet worden ontworpen.

Leraren of opleiders moeten beoordelen:



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



- of de leerdoelen al dan niet zijn bereikt,
- of de tests op het werk al dan niet de verwachte resultaten hebben opgeleverd,
- in hoeverre de verwachte kennis en vaardigheden al dan niet door de leerlingen zijn verworven,
- of de diagnose-instrumenten al dan niet naar behoren zijn gebruikt,
- of het toezicht en de begeleiding al dan niet toereikend waren om de lerenden de begeleiding te geven die zij nodig hadden.

Indien relevant kunnen de leerkrachten ook aanvullende informatie verstrekken over de belangrijkste moeilijkheden die werden overwonnen, welke taken ontbraken of niet correct werden uitgevoerd tijdens het experiment, en suggesties doen over hoe het experiment gemakkelijker of moeilijker kan worden gemaakt volgens het profiel van de leerlingen.

Anderzijds moeten bedrijfstechnici beoordelen in hoeverre de kennis en vaardigheden die studenten dankzij een dergelijke opleidingservaring hebben ontwikkeld, inderdaad nuttig en overdraagbaar zijn op de arbeidsmarkt. Voorts zouden de bedrijfstechnici verdere voorbeelden kunnen geven van probleemoplossing en diagnose-experimenten over soortgelijke onderwerpen, die volgens hen leerlingen kunnen helpen ontbrekende vaardigheden te ontwikkelen over het werken aan EV's/HEV's op verschillende EQF-niveaus.

Laten we voorbeelden zien van de opleidingsprogramma's die elk landenteam dat deelneemt aan het IG2-project heeft ontworpen en getest.

Optie 1 - Diagnose van het HV-systeem van een hybride voertuig

Het trainingsprogramma is ontworpen & getest door [ROC Midden Nederland](#) (aanbieder van beroepsonderwijs en -opleiding) en [Innovam](#) (bedrijf), en is gericht op leerlingen van beroepsonderwijs en -opleiding die de volgende opleidingen volgen:

- Eerste autotechnicus (EQF 3)
- Eerste vrachtwagenchauffeur (EQF 3)
- Technisch specialist autotechniek (EQF 4)
- Technisch specialist vrachtwagentechnologie (EQF 4)

Al deze bedrijven hebben in de reguliere opleidingstrajecten al lesinhoud opgenomen over de volgende eenheden:

- Hybride en elektrische aandrijflijn
- Elektrische motoren
- NEN9140 (EU-verordening over elektrische werken)
- Laadsystemen



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



- Batterijbeheer omvormer/omvormer

Niettemin kan het programma zelfs voor opleiders zonder eerdere praktische of theoretische lessen over EV/HEV-motoren worden gebruikt als een inleidende eenheid over elektrische veiligheid toegepast op elektrische of hybride voertuigen. ROC Midden Nederland en Innovam hebben dergelijke onderwerpen opgenomen in een korte eendaagse modulaire cursus voor studenten en werknemers genaamd "Veilig werken aan e-voertuigen basis" (zie Output 1).

Huidige IO3-taak: diagnose van het HV-systeem van een hybride voertuig

ONTWERPVORM	
Taak	<i>Probleemoplossing en reparatie van een HV-systeem</i>
Leerdoelen	Een probleem in het HV-systeem kunnen vaststellen met een diagnose-instrument. Het probleem kunnen oplossen met het juiste gereedschap. De fout kunnen herstellen.
Kennis op instapniveau (theoretisch)	EQF niveau 3 De studenten moeten elektrische circuits kunnen opsporen met een diagnose-instrument en HV-meetapparatuur.
Betrokken harde vaardigheden	Een diagnoseapparaat kunnen bedienen. Een tweepolige spanningsmeter kunnen gebruiken. Een HV-isolatie tester kunnen gebruiken. Persoonlijke beschermingsmiddelen kunnen gebruiken HV-componenten kunnen controleren en repareren.



	In staat zijn om elektrische gevaren te herkennen en deze te vermijden.
Betrokken zachte vaardigheden	Autonomie Procedures in werkplaatshandboeken en diagnose-instrumenten kunnen lezen en begrijpen.
Te gebruiken uitrusting en gereedschap	Persoonlijke beschermingsmiddelen Diagnostisch gereedschap Tweepolige spanningsmeter HV-isolatie tester
Andere betrokken professionele rollen	Een EV-verantwoordelijke medewerker (EV-benoemde persoon) moet aanwezig zijn tijdens de uitvoering van de taken die door studenten worden uitgevoerd
Toezicht en begeleiding	De docent moet een door EV aangewezen persoon zijn die de leerlingen door alle stappen leidt om het HV-systeem los te koppelen.
Verwachte resultaten / Oplossing	Het HV-probleem is geïdentificeerd. Het verhelpen van storingen gebeurt correct en veilig volgens de procedures in het werkplaatshandboek. De storing is correct hersteld. Na reparatie werkt het voertuig correct, geen foutcodes meer in het HV management systeem.

Het testen met relevante werkprocedures wordt in beeld gebracht in de [instructievideo](#) die beschikbaar is op [het officiële YouTube-kanaal van het IG2-project](#) @innovationgarageerasmuspro1264:



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



IO3 Hybrid Car Diagnosis @ Innovam & Roc Midden NL

Diagnosis on the HV-system of an Hybrid Vehicle

Powered by



Procedure:

Storingen aan het voertuig en andere meldingen controleren (Volkswagen GTE hybride auto)

Markeer de werkplek en het voertuig, maak duidelijk dat er HV-werkzaamheden worden uitgevoerd.

Raadpleeg de werkplaatsdocumentatie voor de HV-uitschakelprocedure. Open de bedrijfsschakelaar en blokkeer tegen onbedoeld inschakelen.

Leg de contactsleutel op 5 meter afstand van het voertuig om starten met de afstandsbediening te voorkomen.

Controleer de elektrische isolatiehandschoenen zorgvuldig (klasse 0). Verwijder elk versleten of gebroken stukje bescherming.

Ga naar het meetpunt voor het uitvoeren van de "0-spanningscontrole" om te controleren of het HV-systeem dood is.

Controleer of de tweepolige spanningsindicator ten minste klasse 3 van toepassing is op de accuspanning.

Voer de 0 volt controle uit met de multimeter: het gereedschap meet 0 volt, dus we kunnen de handschoenen uitdoen.

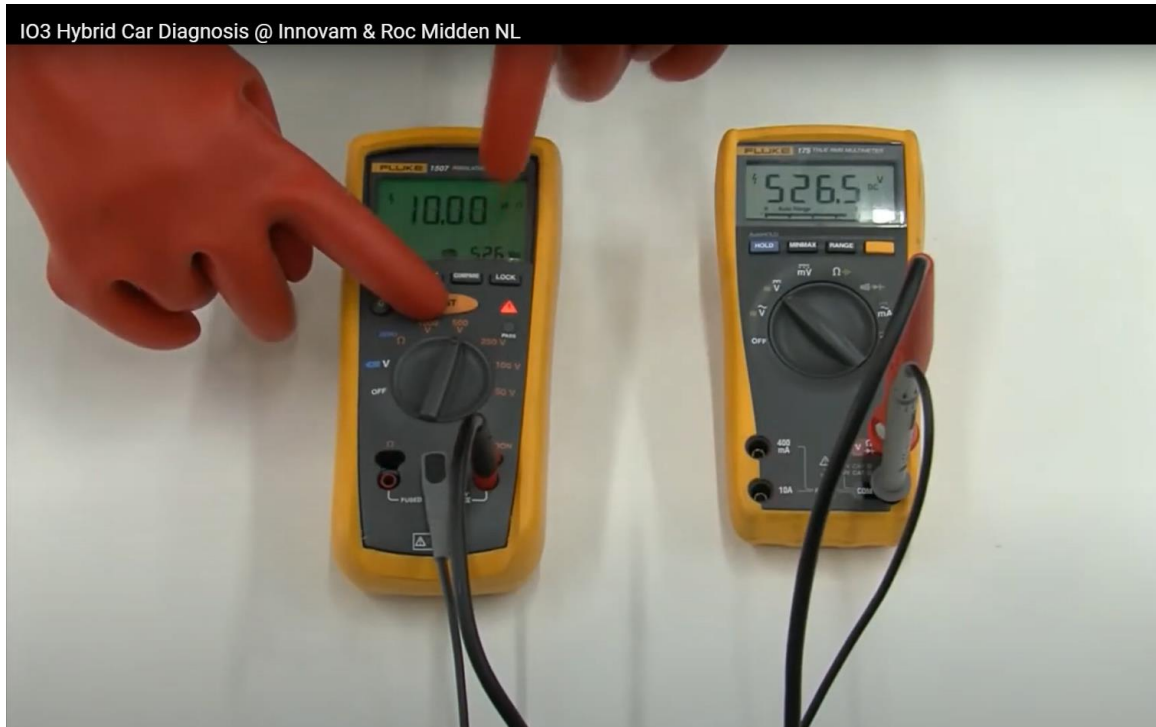
Koppel het vermoedelijk defecte onderdeel los voor diagnose



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



Controleer de Mega Ohm Meter (ook bekend als "Megger"): let op! Draag isolerende handschoenen van klasse 0.



Op deze afbeelding voert de VET-trainer een [isolatieweerstandstest](#) uit: eerst gebruiken we een Fluke isolatietester (links, ook bekend als "Mega Ohm Meter" of "Megger") en vervolgens voeren we een testmonster in (rechts). Dit is een digitale multimeter en we gaan het feit dat zijn [ingangsimpedantie](#)² 10 mega ohm is, gebruiken als testmonster.

We zetten het testniveau op de Megger op 500 Volt en zijn klaar om onze test uit te voeren.

Als de testknop van de Megger wordt ingedrukt, geeft hij 10,0 mega-ohm aan op een schaal van 526 1052 volt.

Houd er rekening mee dat de waarden van de isolatieweerstand variëren met de temperatuur en de vochtigheid. Volgens deze meting is de isolatietest geldig.

Test na de isolatiemeting de HV-motorcomponent volgens de werkplaatsdocumentatie: bij 500 volt moet de isolatieweerstand meer dan 550 Mega Ohm bedragen.

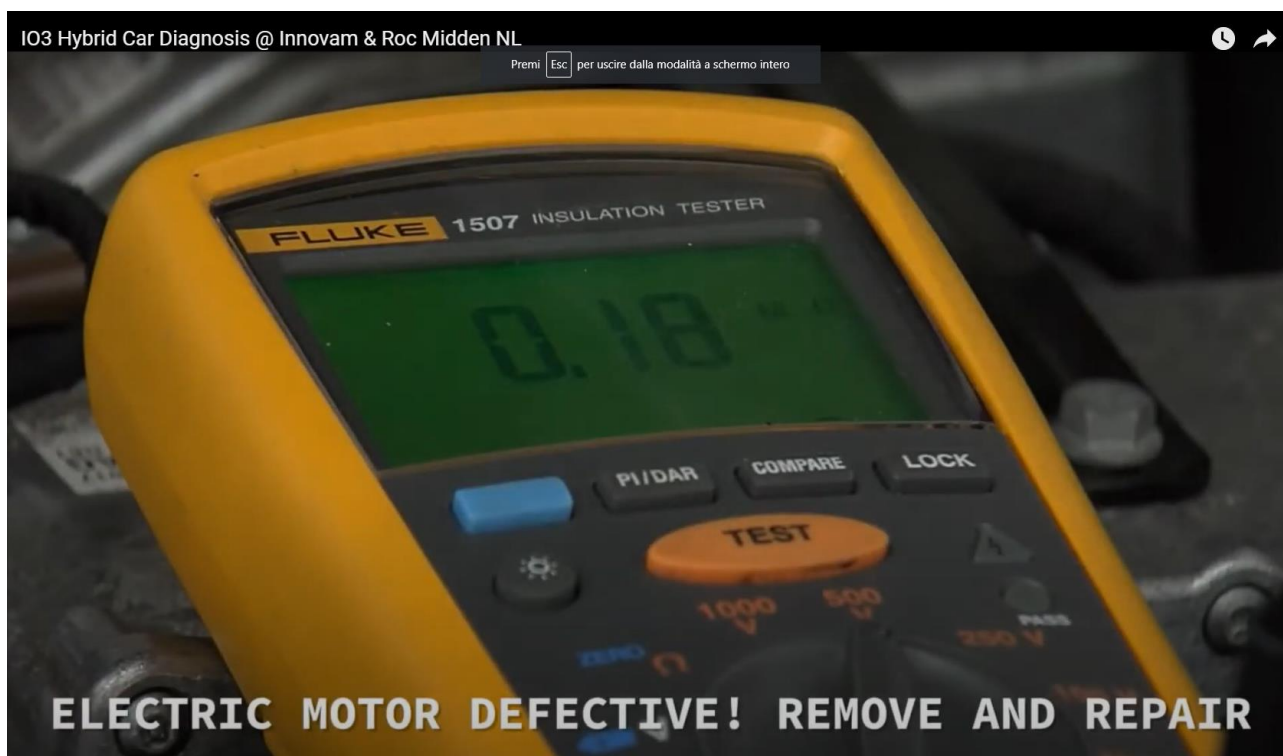
² Impedantie, weergegeven door het symbool Z, is een maat voor de weerstand tegen elektrische stroom. Ze wordt gemeten in ohm.



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



Elektromotor is defect omdat er geen weerstand is (rond 0 Mega Ohm)! Verwijderen en repareren.



Controleer de gerepareerde elektromotor. De weerstand moet meer dan 550 Mega Ohm zijn.



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



Bouw de e-motor weer in elkaar.

Schakel het HV-systeem weer in en steek de servicestekker er weer in.

Controleer de reparatie: schakelt het HV-systeem over op "gereed"?

Wis alle digitale foutcodes van de OBD (on-board diagnostics) software interface.

Maak een proefrit en lever de auto terug aan de klant als er geen storingen worden geconstateerd.

EVALUATIEFORMULIER

Docenten en opleiders in beroepsonderwijs en -opleiding

Leerresultaten

Wat ontbrak er?

Hoe de procedure te vergemakkelijken

Bereikt

Geen elektrisch defecte transmissie beschikbaar

Alleen een 12-Volts storing voorbereiden



Hoe maak je de procedure moeilijker	Fouten in de interne batterij voorbereiden
Verwachte resultaten	Bereikt
Wat was er mis?	Verkeerde afstemming van de opleidingsschema's op de vaardigheidsprofielen van de studenten en de voorbereide voertuigen
Instapkennis en -vaardigheden van de studenten	Voldoende niveau om het experiment aan te gaan.
Wat moet worden versterkt of verbeterd?	Standaard veiligheidsprocedures en kennis van diagnostische instrumenten
Uitrusting en gereedschap	Goed gebruikt
Supervisie & begeleiding	Effectief
Vorbereiding	Ervoor zorgen dat alle informatie over veilig werken wordt verstrekt en door de leerlingen duidelijk wordt begrepen.
Bedrijfstechnici	
Mate van overdraagbaarheid van de ontwikkelde vaardigheden op de arbeidsmarkt	Volledig
Suggestie voor verdere ontwikkeling	Een afgestudeerde of werknemer die de arbeidsmarkt betreedt, moet worden uitgerust met de juiste persoonlijke beschermingsmiddelen (PBM).



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



Optie 2 - Veilige verwijdering en diagnose van de HV-batterij

Dit programma werd ontworpen en getest door het Litouwse team, samengesteld door de VET-aanbieder [VAVM - Vilniaus Automechanikos ir Verslo Mokykla](#) en [Moller Auto Lietuva](#), nationale Volkswagen & Audi-dealer, beide gevestigd in Vilnius.

Bij [VAVM - Vilniaus Automechanikos ir Verslo Mokykla](#) lopen twee hoofdspecialisaties:

- Automonteur (EQF 4)
- Reparateur van elektrisch materieel voor auto's (EQF 4)

De cursussen voorzien momenteel niet in een specialisatie in HEV's/EV's of avionica-circuits, maar de werkopleiding omvat ook onderhouds- en diagnosewerkzaamheden aan hybride of elektrische voertuigen. De opleidingsmodules omvatten inhoud, kennis en vaardigheden die geschikt zijn als uitgangspunt waarop verdere opleidingen op het gebied van e-mobiliteit kunnen worden gebaseerd. Dergelijke onderwerpen omvatten de volgende modules:

- Motoren technisch onderhoud
- Transmissie technisch onderhoud
- Reparatie van elektrische autoapparatuur
- Motoren elektrische apparatuur
- Transmissie elektrische apparatuur
- Automobiel comfort en veiligheid elektrische apparatuur

Opdracht: veilige procedures voor verwijdering van de HV-accu en diagnose in een Volkswagen E-Golf auto.

ONTWERPVORM	
Taak	<i>Verwijdering en diagnose van de veiligheidsbatterij</i>
Leerdoelen	Verwijdering, installatie, lektest, afdichting en anticorrosiecoating van hoogspanningsbatterij in HEV/BEV



Kennis op instapniveau (theoretisch)	gevorderde kennis van mechanica, elektronica en software-interfaces
Betrokken harde vaardigheden	Correct gebruik van mechanisch en veiligheidsgereedschap (Multimeter, hoogspanningsbestendige handschoenen, lekzoeker en andere specifieke instrumenten) Gevaarlijke materialen (dichtingsproduct, anticorrosiewas, verdunner)
Betrokken zachte vaardigheden	Engelse taal voor technische termen
Activiteiten en procedure vereist op EQF-niveau (prognose)	EQF 3 niveau
Te gebruiken uitrusting en gereedschap	Multimeter, hoogspanningsbestendige handschoenen en tapijt, veiligheidsbril, veiligheidsbord, veiligheidshek, autolifter, acculifter, moersleutelset, lekzoeker, dealerssoftware, borstels.
Andere betrokken professionele rollen	BEV/HEV Specialist/supervisor
Toezicht en begeleiding	Overzicht van processen tijdens theoretische lessen
Verwachte resultaten / oplossing	De studenten weten hoe ze batterijen van BEV/HEV moeten voorbereiden, verwijderen, installeren, lektesten, verzegelen en veilig hanteren.



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



Het opleidingsprogramma omvat een complete reeks handelingen die de cursist leiden door een veilige voorbereiding van de werkplek om met een EV/HEV te werken, de (ont)ladingstoestand van een HV-batterij te meten en vervolgens de batterij te verwijderen en een nieuwe te installeren en vast te zetten. Daarom richt het programma zich op leerlingen met voorkennis en vaardigheden over elektrische apparatuur en veiligheidsregels over motoren en transmissie.

Het testen met relevante werkprocedures wordt in beeld gebracht in de [instructievideo](#) die beschikbaar is op [het officiële YouTube-kanaal van het IG2-project](#) @innovationgarageerasmuspro1264:



Afbeeldingsonderschrift: Accudiagnose in een Volkswagen E-Golf auto

De video illustreert een aantal verschillende stappen:

1- Korte samenvatting over hoe een veilige werkplek voor te bereiden met individuele veiligheidsmiddelen om aan een EV/HEV te werken.

-Een veiligheidszone instellen

-Plaatsen van een isolerende bumperbescherming op de achterkant van de auto, dicht bij de HV-accu

-Plaatsen van veiligheidsborden met de naam van de bestuurder die aan de auto werkt

-Dragen van rubber luchtdichte handschoenen en veiligheidsbril

-Het verwijderen en vergrendelen van de service plug

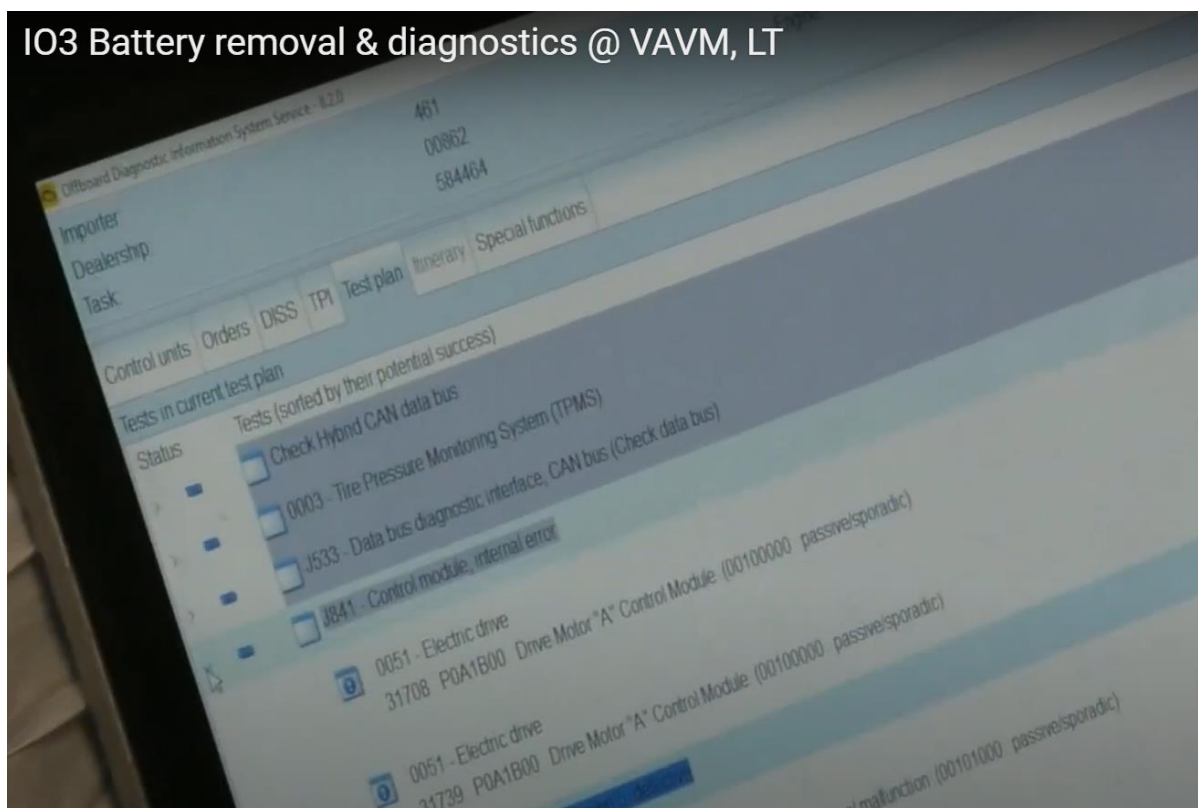


Co-funded by the
Erasmus+ Programme
of the European Union



Voor een volledig overzicht van de veiligheidsprocedure kunt u de VAVM Output 2 video over [het repareren van een EV/BEV bekijken](#).

2 - Het opsporen van een interne fout via de OBD (Onboard Diagnostic Tool van het bouwhuis van het voertuig): er wordt een fout in de elektrische aandrijving ontdekt.



3 - Volg de procedures in de documentatie van het constructiehuis van het voertuig. Bereid de voor- en achterbevestigingen voor op de verwijdering van de HV-batterij zoals voorgeschreven.

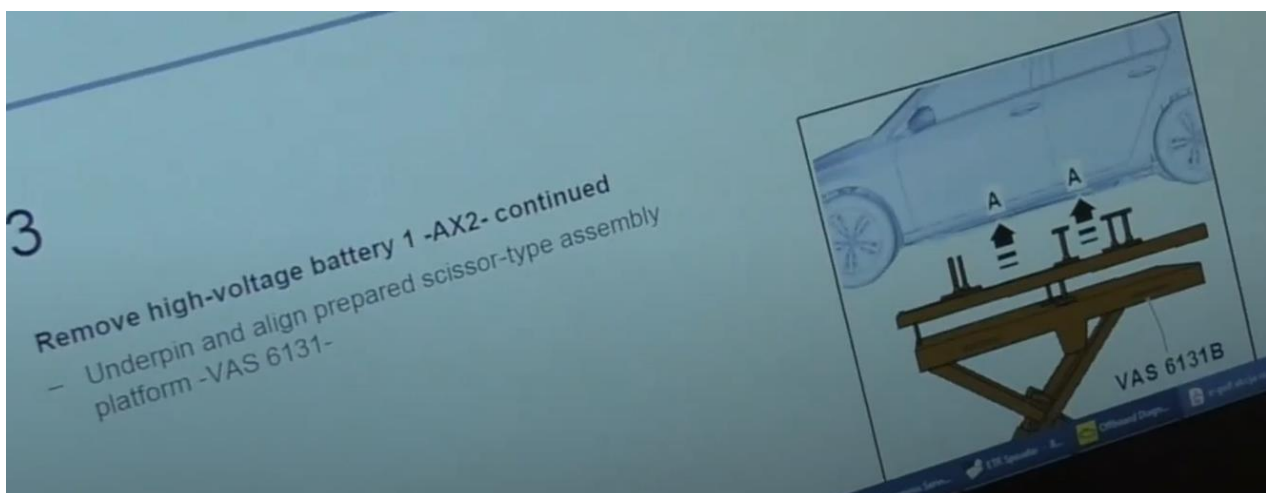
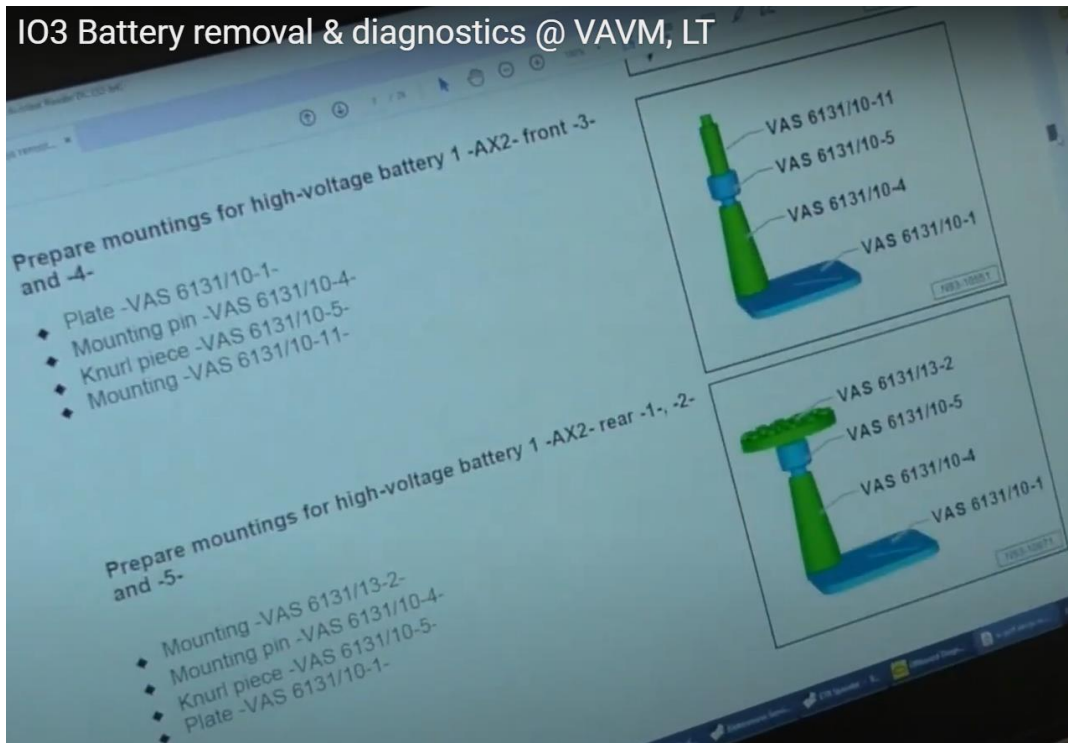
Gebruik eerst een autolift om het voertuig op te tillen, maak de HV-bedrading los en gebruik dan een schaar om de batterij te verwijderen.



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



IO3 Battery removal & diagnostics @ VAVM, LT



4- Test nu de accu. In de documentatie van het bouwhuis wordt een boordspanning van meer dan 12V aanbevolen. Dit is om schade aan het HV-systeem door te lage lading te voorkomen en om de levensduur te verkorten.



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



Om dit uit te voeren, sluit u na verwijdering van de HV-accu de elektrische meetklemmen aan op de accuaansluitingen en sluit u een multimeter aan om de totale spanning te controleren. De totale boordspanning is nu 24 V.



Nadat u de interne spanning heeft gemeten, brengt u isolatieschuim aan op de zijkanten van de batterij en zet u de externe batterijhouder in de was. Volg tenslotte de hierboven beschreven omgekeerde procedure om de HV-batterij weer in de auto te monteren.

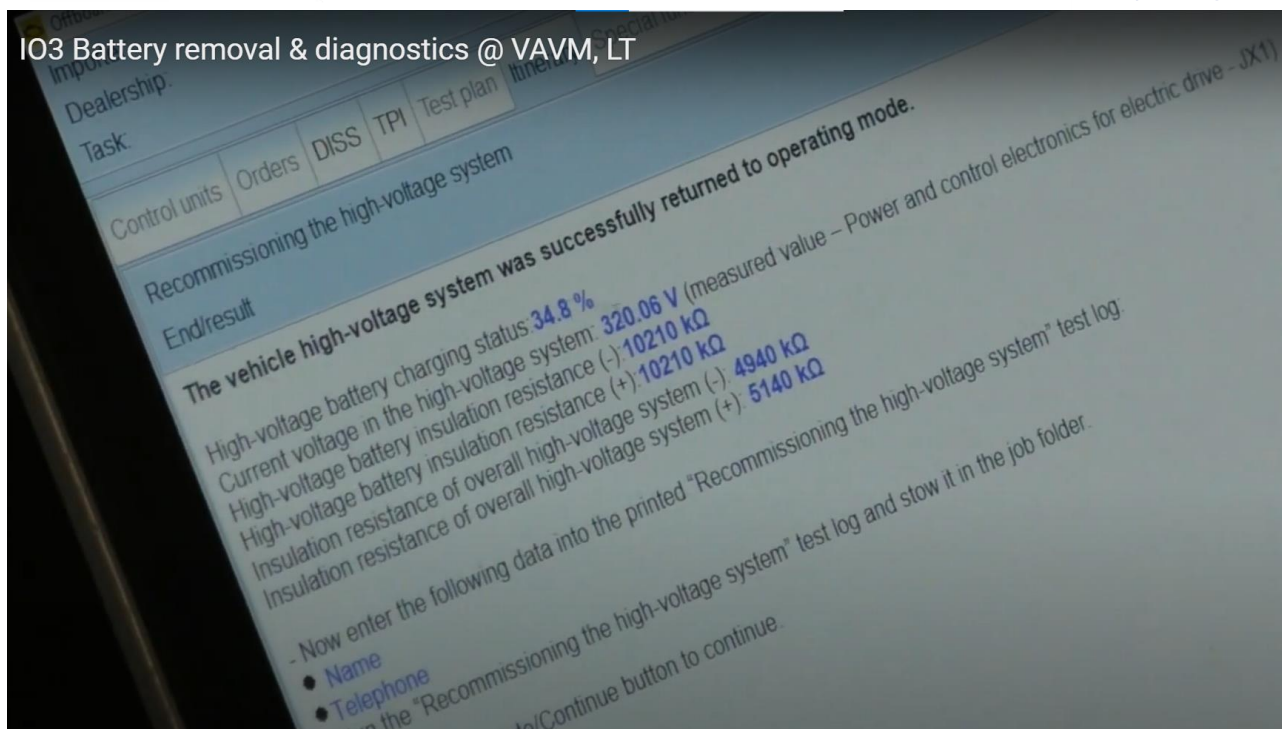
Controleer aan het eind de OBD-interface (Onboard Diagnostic Tool) om na te gaan of alle fouten zijn gewist en of de status van de hoogspanningsaccu in orde is.



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



IO3 Battery removal & diagnostics @ VAVM, LT



EVALUATIEFORMULIER

Docenten en opleiders in beroepsonderwijs en -opleiding

Leerresultaten	Bereikt
Hoe de procedure te vergemakkelijken	Leren door de video gids alvorens de echte test uit te voeren.
Hoe maak je de procedure moeilijker	Leerlingen laten controleren op eventuele spanningslekken met alleen technische documentatie als leidraad, zonder de procedures aan de hand van voorbeelden te laten zien.
Verwachte resultaten	Bereikt
Mogelijke verbeteringen	Het is mogelijk om meerdere "dummy's" voor HV-batterijen te hebben. Op die manier kunnen meer studenten leren HV-accu's te openen/sluiten/controleren.



Instapkennis en -vaardigheden van de studenten	Deels voldoende niveau om het experiment aan te gaan.
Wat ontbreekt er?	Kennis van diagnostische software van meerdere merken
Uitrusting en gereedschap	Goed gebruikt
Supervisie en begeleiding	Effectief
Mogelijke verbeteringen	Vermindering van het aantal leerlingen in groepen
Bedrijfstechnici	
Mate van overdraagbaarheid van de ontwikkelde vaardigheden op de arbeidsmarkt	Volledig
Suggestie voor verdere ontwikkeling	Een diepere kennis van merkdiagnosesoftware is nuttig
Verdere voorbeelden van probleemoplossing in verband met het onderwerp	
EQF niveau 3	Laden/ontladen HV-systeem
EQF niveau 4	Lekken van de HV-batterij controleren
EQF niveau 5	Controle van de HV-batterijregelaars in de HV-batterij



Optie 3 - Werking van de AC/DC-omvormer op een hybride auto

Een dergelijk programma werd uitgevoerd door de opleidingen van niveau EQF 5 binnen de [Fondazione ITS Maker](#), gevestigd in Bologna, die Hogere Technici opleidt op het gebied van geavanceerde technologie, mechatronica en automobiel.

Binnen de uitvoering van het IG2-project zijn er namelijk twee cursussen met e-mobiliteitsgerelateerde inhoud:

- Hogere Technicus in Hybride, Elektrische en Endothermische Motoren (EQF 5)
- Hogere technicus in elektrische en aangesloten auto's en ondersteund rijden (EQF 5)

Aangezien beide profielen hoge specialisatienormen beogen, die kunnen worden bereikt met een tertiaire opleiding na het algemeen hoger secundair certificaat (EQF 4), richt het huidige IO2-programma zich alleen op leerlingen in het beroepsonderwijs met voorkennis en vaardigheden over:

- Elektrische schema's van voertuigcircuits
- Elektrische en elektronische technologieën en toepassingen
- Installatie- en onderhoudstechnologieën en -technieken

De vorige opdracht van de cursus hybride, elektrische en endothermische motoren van Fondazione ITS Maker (zie vorig IO2) betrof de diagnose en vervanging van de uitgangsbeveiliging van de hulpaccu.

Huidige IO3-taak: demontage en montage van AC/DC-omvormerbord

Technische kenmerken: Technische kenmerken: AC/DC-inverterunit geïnstalleerd op vloeistofgekoeld DS-voertuig. De functie ervan is het opladen van de HV-accu via de externe stroomvoorziening.



ONTWERPVORM

Taak

Demontage en montage van AC/DC-omvormerbord

Leerdoelen

Kennis van de belangrijkste onderdelen van hybride en elektrische voertuigen om onderhoudswerkzaamheden uit te voeren.

Kennis op instapniveau (theoretisch)

Beginselen van elektronica, elektrotechniek, chemie en IT

Betrokken harde vaardigheden

In het bezit zijn van een diploma van middelbaar onderwijs of een certificaat in de sector elektronica/elektrotechniek

Betrokken zachte vaardigheden

waakzaam zijn op de werkplek, een verantwoordelijke houding hebben bij het uitvoeren van een taak

Activiteiten en procedures vereist op EQF-niveau (prognose)

Nauwkeurige assemblage van elektrische en elektronische componenten

Te gebruiken uitrusting en gereedschap

Elektrische meetapparatuur en traditioneel gereedschap zoals sleutels en schroevendraaiers

Andere betrokken professionele rollen

EiP-leraar (elektrisch geïnstrueerde persoon)

Toezicht en begeleiding

Correct gebruik van individuele beschermingsmiddelen en correcte uitvoering van de stappen zoals voorgeschreven in de technische informatiebladen.

Verwachte resultaten / Oplossing

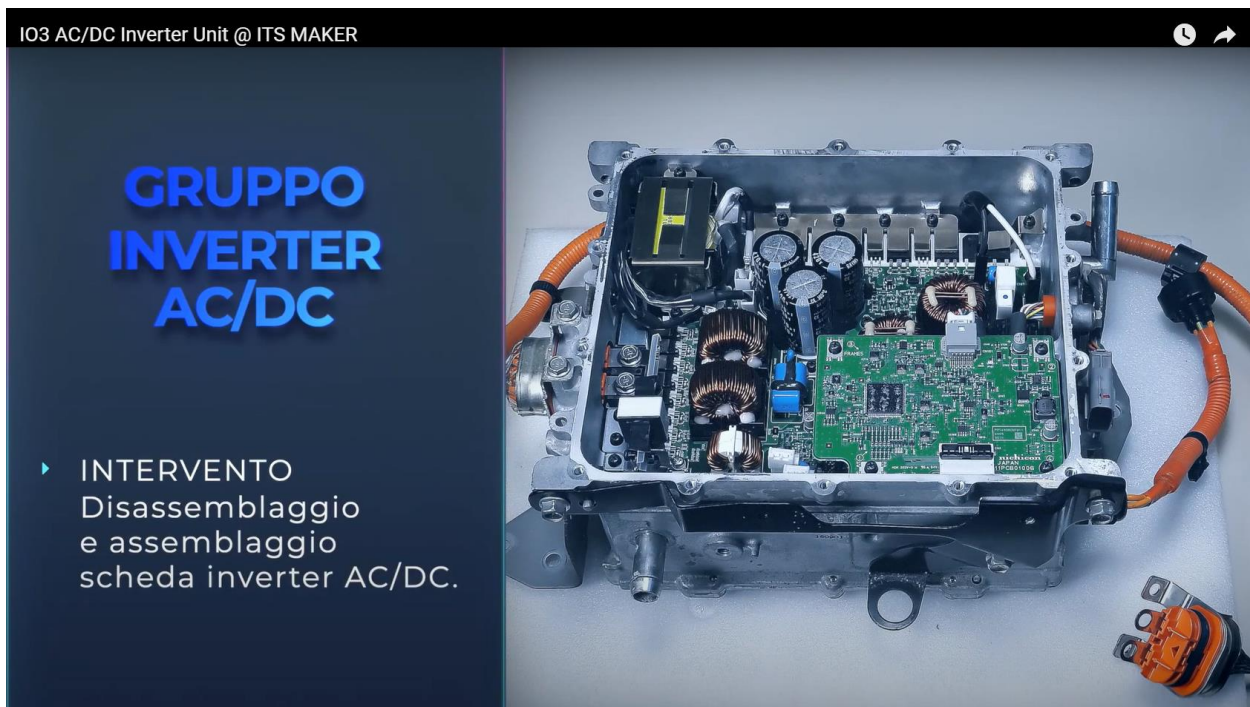
Correcte montage van alle betrokken onderdelen



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



De tests werden uitgevoerd volgens de technische procedure die wordt uitgebeeld in de volgende [video](#) die beschikbaar is op het [officiële YouTube-kanaal van IG2](#) @innovationgarageerasmuspro1264:



Procedure

1. Controle van de omvormer

Veiligheid:

- voordat u begint, de nodige beschermingsmiddelen dragen
- controleer of er geen reststroom in het circuit is
- de voltmeter moet nul aangeven

2. Het bord verwijderen

- Gebruik een schroevendraaier om de connector van de printplaat te verwijderen.



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



- Verwijder de 4 schroeven in de hoeken van de printplaat met de schroevendraaier
- Gebruik een schroevendraaier om de connector van de printplaat te verwijderen.
- Verwijder de printplaat om de correcte montage van de componenten eronder te controleren.

3. Hermontage

- Sluit het bord opnieuw aan na verificatie
- Gebruik een schroevendraaier om de 4 bevestigingsschroeven van de printplaat vast te draaien.
- Controleer de werking van de zekering met de voltmeter.

4. Aansluiting hoogspanningskabel

- Draai de twee buitenste schroeven en de twee binnenste schroeven los met een dopsleutel.
- Koppel de kabel los.

Veiligheid: verplicht punt voorkomt per ongeluk ompoling.

- Installeer de kabel en controleer of de kabelcontacten over de behuizing glijden.
- Draai de twee interne schroeven en de twee externe schroeven vast.

EVALUATIEFORMULIER

Docenten en opleiders in beroepsonderwijs en -opleiding

Leerresultaten

Hoe de procedure te vergemakkelijken

Bereikt

Docenten bereiden de werkplek en alle benodigde instrumenten/gereedschap vooraf voor



Hoe maak je de procedure moeilijker	Werken aan verschillende modellen voertuigmotoren en elektrische componenten
Verwachte resultaten	Bereikt
Instapkennis en -vaardigheden van de studenten	Voldoende niveau om het experiment aan te gaan.
Wat ontbreekt er?	Diagnostische vaardigheden op voertuigen
Uitrusting en gereedschap	Goed gebruikt
Supervisie & begeleiding	Effectief
Mogelijke verbeteringen	Nog nauwkeuriger gebruik van veiligheidsbeschermingsmiddelen bij het werken met hoogspanningsapparatuur.
Bedrijfstechnici	
Mate van overdraagbaarheid van de ontwikkelde vaardigheden op de arbeidsmarkt	Volledig
Suggestie voor verdere ontwikkeling	Meer kennis en vaardigheden op het gebied van reparatie en onderhoud
Verdere voorbeelden van probleemoplossing in verband met het onderwerp	
EQF niveau 3	



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



EQF niveau 4	
EQF niveau 5	Procedures voor de demontage van HV-motoren en elektrische onderdelen



Optie 4 - Elektrische isolatie van een HV-voertuig.

Een dergelijk programma identificeert een voorbereidende handeling die moet worden uitgevoerd wanneer een operator een elektrische taak uitvoert. Hoewel het een voorbereidende taak is, mag deze alleen worden uitgevoerd door geïnstrueerde personen omdat er elektrische isolatie bij komt kijken.

Om deze redenen moeten aan [het Göteborgs Tekniska College](#) elektrische isolatiemetingen worden uitgevoerd door leerlingen die de e-mobiliteitsopleiding volgen:

Module Titel	Duur	Inhoud
EV-bewustzijn	4 uur (theorie)	Milieuproblemen en -beperkingen Marktontwikkeling Totale eigendomskosten Betrokken technologie
Overzicht batterijsysteem	8 uur (theorie en praktijk)	Batterijtechnologie Elektrische veiligheid Batterijbeheer Gebruik Duurzaamheid
Lithium-Ion batterij systeem	16 uur (theorie en praktijk)	Celformaten Fysische chemie Toeleveringsketen Systeemontwerp Productie
EV-opladen en stroomvoorziening	12 uur (theorie en praktijk)	Modi Gedrag Infrastructuur Bedrijfsmodel Vermogenscomponenten
Elektrische machines en transmissie	16 uur (theorie en praktijk)	Overzicht van aandrijvingen Hybride aandrijflijnen Schakeltheorie



Opdracht: uitvoeren van elektrische isolatiemetingen aan een HV-circuit (Volvo XC 40 Recharge car)

Deze taak moet worden uitgevoerd nadat de isolatietest op de multimeter en meetapparatuur is uitgevoerd, zoals getoond in [Output 2 video](#) van Goteborg Technical College.

De multimeter isolatietest is een voorbereidende handeling die moet worden uitgevoerd wanneer een operator een elektrische taak uitvoert. Hoewel het een voorbereidende taak is, mag deze alleen worden uitgevoerd door geïnstrueerde personen, omdat het gaat om elektrische isolatie.

Daarom moeten isolatietests op e-voertuigen ook door een elektrisch geïnstrueerde persoon (EiP) worden uitgevoerd.

ONTWERPVORM	
Taak	<i>Isolatietest op een elektrisch voertuig</i>
Leerdoelen	Kennis van procedures om het elektrische voertuig correct en veilig te testen met diagnose-instrumenten
Kennis op instapniveau (theoretisch)	EQF niveau 3
Betrokken harde vaardigheden	Het elektrische systeem DC Voltage Bediening van de apparatuur voor het meten Veilig aansluiten en loskoppelen BECM (Battery Energy Control Module) Bewustzijnscomponenten
Betrokken zachte vaardigheden	Communiceren met teamleden



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



	Handleidingen begrijpen
Te gebruiken uitrusting en gereedschap	HV-isolatie tester Test adapter Adapter EU Speciale uitrusting
Andere betrokken professionele rollen	EV verantwoordelijke medewerker
Toezicht en begeleiding	De EV die verantwoordelijk is voor het toezicht op en de begeleiding van de werknemer bij de stappen van de opleidingsactiviteit
Verwachte resultaten / Oplossing	De isolatiemetingen zijn correct uitgevoerd

De tests werden uitgevoerd volgens de technische procedure die wordt uitgebeeld in de volgende [video](#) die beschikbaar is op het [officiële YouTube-kanaal van IG2](#) @innovationgarageerasmuspro1264:



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



Stap 1: isolatiemeting voor hoogspanningssystemen



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



Model
XC40

År
2022

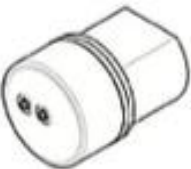
Motor
E400V2

Varellista
1EDT FWD

Isolationsmätning högvoltssystem

Operationsnummer: 31133-3

Isolationsmätning högvoltssystem

Specialverktyg	
	951 3038 ISOLATIONSTESTARE Verktysnummer: 951 3038 Verktysbeskrivning: ISOLATIONSTESTARE Verktystavlor: EU 99
	951 3048 TESTADAPTER Verktysnummer: 951 3048 Verktysbeskrivning: TESTADAPTER Verktystavlor: EU 99
	951 3047 TESTADAPTER Verktysnummer: 951 3047 Verktysbeskrivning: TESTADAPTER Verktystavlor: EU 99
	951 3167 ADAPTER EU Verktysnummer: 951 3167 Verktysbeskrivning: ADAPTER EU Verktystavlor: 39

© Afbeelding is eigendom van Volvo Group

Stap 2: isolatiemeting voor hoogspanningssystemen



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



Waarschuwing: alleen speciaal opgeleide technici mogen met hoogspanningsinstallaties werken.

#Meeting 1

- Isolatie-test in één keer uitvoeren
- Diagnostiek / componenten / regelaars / Battery Energy Control Module (BECM) / Diagnose-sequenties / Isolatie-test op hoogspanningssystemen

Tips: wanneer een contactor van positie verandert, klinkt er een klikkend geluid uit de hoogspanningskast.

#Meeting 2

Waarschuwing!

Functie $K\Omega$ kan ontbreken op 951 3038. Gebruik in dat geval een multimeter voor deze stap.

Waarschuwing!

Selecteer de multimeter zoals in de afbeelding.

Kopieer het meetinstrument zoals afgebeeld

Gebruik het speciaal gereedschap 951 3038. Gebruik het speciaal gereedschap 951 3048.

Weerstandsmeting tussen stopcontact 1 en stopcontact 2.



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

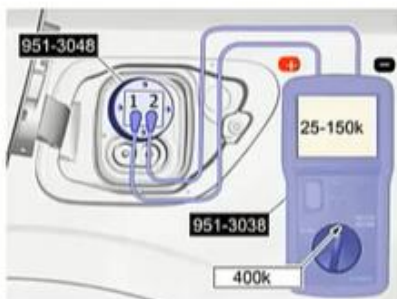


Modell
XC40

År
2022

Motor
E 408V2

Voxellåda
1EDT FWD



Obs!

Funktionen kΩ kan saknas på er 951 3038. Om så är fallet använd en multimeter för detta steg.

Obs!

Valj matområde enligt bild.

Koppla in mätinstrumentet enligt bild.

© Afbeelding is eigendom van Volvo Group

#Meeting 3

Belangrijk!

Voer de isolatiemeting uit met 500V.

Belangrijk!

Houd bij een isolatiemeting de knop minstens 5 seconden ingedrukt, zodat de voedingsdraad zich stabiliseert.

Isolatiemeting tussen stopcontact 1 en stopcontact 2.

Gebruik speciaal gereedschap 951 3038. Gebruik speciaal gereedschap 951 3167



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

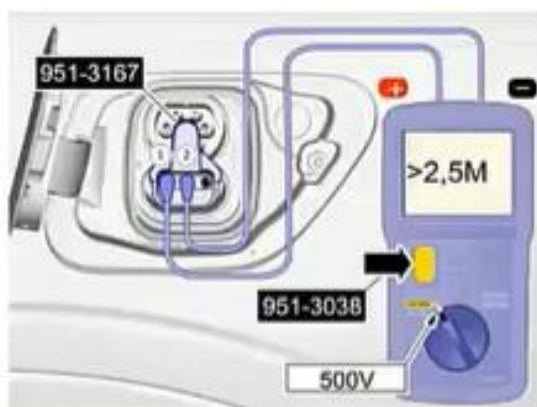


Modell
XC40

År
2022

Motor
E 400V2

Varelläda
1EDT FWD



Viktigt

Utför isolationsmätning med 500 V.

Viktigt

Vid isolationsmätning, håll knappen nedtryckt i minst 5 sekunder så att mätvärdet stabiliserar sig.

Isolationsmätning mellan uttag 1 och uttag 2.

Använd specialverktyg: [951-3038](#) Använd specialverktyg: [951-3167](#)

© Afbeelding is eigendom van Volvo Group

EVALUATIEFORMULIER

Docenten en opleiders in beroepsonderwijs en -opleiding

Leerresultaten

Hoe de procedure te vergemakkelijken

Hoe maak je de procedure moeilijker

Bereikt

Het testen beperken tot geselecteerde gebieden en niet de volledige controle uitvoeren

Meer onderdelen toevoegen aan de metingen en ook BECM (Battery Energy Control Module)



Verwachte resultaten	Bereikt
Instapkennis en -vaardigheden van de studenten Wat kan verbeterd worden?	Voldoende niveau om het experiment aan te gaan. Afhankelijk van het niveau van de voorafgaande cursussen van de studenten, elektrische veiligheid en voorschriften (EQF 3-4) betreffende de eigenlijke taken en de nationale en EU-wetgeving.
Uitrusting en gereedschap	Goed gebruikt
Supervisie & begeleiding Opmerkingen over de aandacht van de leerlingen Mogelijke verbeteringen	Effectief Het is geen optie voor leerlingen om niet op te letten. HV voorschriften zijn noodzakelijk voor de veiligheid. Zoals altijd is de communicatie tussen studenten en tutor over HV-veiligheid in alle bovengenoemde gevallen van toepassing en is er een voortdurend streven naar verbetering (5s en Lean).
Bedrijfstechnici	
Mate van overdraagbaarheid van de ontwikkelde vaardigheden op de arbeidsmarkt	Volledig
Suggestie voor verdere ontwikkeling	Afhankelijk van het opleidingsniveau (EQF 3 of 4) gelden meer HV-veiligheidscursussen



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



Optie 5 - Elektrische diagnose uitvoeren op een EV/HEV via OBD-software

Deze taken werden uitgevoerd door studenten die de technische en beroepsopleidingen (EQF 4) volgden aan het [IIS "A. Ferrari"](#) in Maranello (Modena, Italië).

Op basis van de leerdoelstellingen van het project - studenten vertrouwd maken met elektrische en hybride voertuigen, batterijen en motoren - werden de volgende studierichtingen het meest geschikt bevonden om de experimenten van het IG2-project uit te voeren:

Onderhoud en technische bijstand (EQF 4)

- Technicus voor de bouw van vervoermiddelen - wegvoertuigen (EQF 4)

Op een dergelijk niveau volgen studenten verplichte werkveiligheids cursussen - zowel algemene veiligheidsaanbevelingen op het werk als specifieke mechanica- en elektrische risicotrainingen, maar gezien hun jonge leeftijd worden zij gewoonlijk niet opgeleid tot EiP (elektrisch geïnstrueerde persoon) en kunnen zij niet werken met hoogspanningsbatterijen of -circuits. Vanwege die beperkingen is het niet mogelijk om studenten te laten werken aan stroomcircuits, elektrische isolatie van EV/HEV, aan HV-batterijen of aan het opladen of ontladen van e-voertuigen.

Anderzijds zijn elektrische diagnose-instrumenten zoals, in dit voorbeeld, [Texa Edu Axone Nemo2](#) software, geschikt voor specifieke didactische of opleidingsdoeleinden om besturingseenheden van auto's te beheren.

[OBD-systemen](#) voor verschillende omgevingen ([boorddiagnose-instrumenten](#)) stellen docenten in beroepsonderwijs en -opleiding in staat om zowel leerlingen als werknemers op te leiden in het stellen van diagnoses op HEV/EV- of ICE-auto's.

Diagnostiche operaties kunnen over:

- motorparameters
- batterij parameters
- controle-eenheid scant
- elektrische schema's
- emissieanalyse
- lichtinstellingen
- efficiëntie en slijtage van remblokken



Taak: Uitvoeren van motordiagnose en probleemoplossing op een hybride voertuig.

Met behulp van een OBD (on-board diagnostic tool) simuleren docenten parameterfouten in de accu of storingen in de besturingseenheid van een hybride voertuig. Leerlingen nemen deel aan de les door hypothesen op te stellen over de storingsanalyse en de opties voor probleemoplossing.

ONTWERPVORM	
Taak	<i>Analyse van motorstoringen en probleemoplossing bij een hybride voertuig</i>
Leerdoelen	correcte interpretatie van de elektrische/elektronische signalen van de regeleenheid van het voertuig
Kennis op instapniveau (theoretisch)	Basiskennis van elektronica en elektrotechniek
Betrokken harde vaardigheden	Kennis van de onderdelen en het werksmechanisme van een automotor
Betrokken zachte vaardigheden	autonomie en het vermogen om procedures voor probleemoplossing te plannen en uit te voeren
Vereiste activiteiten en procedure	Geavanceerde diagnostische activiteiten (gesimuleerd of uitgevoerd door de EiP-docenten)
Te gebruiken uitrusting en gereedschap	OBD (diagnostisch hulpmiddel aan boord)
Andere betrokken professionele rollen	EiP-leraar (elektrisch geïnstrueerd persoon) met vaardigheden op het gebied van autodiagnostiek



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



Toezicht en begeleiding	Leraar mechanica / elektronica
Verwachte resultaten / Oplossing	Correcte interpretatie van signalen van de regeleenheid van een hybride automotor

De tests werden uitgevoerd volgens de technische procedure die wordt uitgebeeld in de volgende [video](#) die beschikbaar is op het [officiële YouTube-kanaal van IG2](#) @innovationgarageerasmuspro1264:



Stap 1 - simuleren van fouten die in de ECU kunnen optreden

De fout wordt gesimuleerd door de connector en de temperatuursdruksensor fysiek los te koppelen. Nu detecteert het OBD-scherm geen signaal, precies alsof het circuit verbroken is.



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



Stap 2 - de OBD-interface beheren

OBD is het laatste generatie paneel om de communicatie tussen het voertuig en de bestuurder te beheren. Door de stekker in de OBD-poort te steken, met het contact van de auto aan, is het mogelijk om via de scherminterface met het autosysteem te communiceren. Waar is de OBD-poort? De OBD-poort bevindt zich linksonder in de cockpit.

Stap 3 - kennismaking met de kentekenpapieren

Het is van groot belang dat de leerling vertrouwd is met het [kentekenbewijs](#) en alle verplichte informatie die het bevat.

Er zijn 3 zoekmethoden om de auto te identificeren: VIN-code zoeken, motorcode zoeken en kenteken zoeken.

De VIN-code is een unieke identificatiecode voor elk voertuig. Hij wordt op de voorruit of op de zijkant van de deur gestempeld, maar is ook zichtbaar op het kentekenbewijs.

De motorcode staat bij de letter P5 in de kentekenpapieren.

Stap 4 - Diagnose van de besturingseenheid

Laten we de besturingseenheid van de auto selecteren in de OBD-interface. De monitor toont een lijst met fouten:

- het signaal van de inlaatspruitstukdruksensor
- inlaatluchttemperatuursignaal
- motorbesturingsrelais - geblokkeerde contacten

Het eerste probleem (inlaatspruitstukdruksensor signaal) betekent dat het systeem de druk niet kan lezen. Het OBD scherm geeft ook code P0107 terug: P staat voor "power", dus dit is de motorcode indeling

De tweede fout (inlaatluchttemperatuursignaal) geeft code P0110, dat betekent open circuit of kortsluiting naar positief. Het is alsof er een draad is afgeschoven, en dat is waarschijnlijk omdat als de motor oververhit raakt, de motor ook opwarmt, de voeringen ook opwarmen dan koelen ze vaak ook snel af. Zo'n warm/koud uitwisseling verhardt ook de materialen.



EVALUATIEFORMULIER

Leraren en opleiders in beroepsonderwijs en -opleiding

Leerresultaten Hoe de procedure te vergemakkelijken Hoe maak je de procedure moeilijker	Bereikt Meer tijd voor praktische oefeningen om vertrouwd te raken met de diagnose-instrumenten Interne batterijfouten voorbereiden
Verwachte resultaten	Bereikt
Instapkennis en -vaardigheden van de studenten Wat ontbreekt er?	Voldoende niveau om het experiment aan te gaan. EV/HEV veiligheidsregels en operationele procedures. Gevorderde kennis van OBD-poortinstrumenten.
Uitrusting en gereedschap	Goed gebruikt
Supervisie en begeleiding Mogelijke verbeteringen	Effectief Peer to peer didactische methoden kunnen worden voorgesteld. Verminder het aantal studenten in groepen
Bedrijfstechnici	
Mate van overdraagbaarheid van de ontwikkelde vaardigheden op de arbeidsmarkt	Volledig



Suggestie voor verdere ontwikkeling

Uitbreiding van de leerdoelen door verdere potentiële mislukkingen te simuleren.

Verdere voorbeelden van probleemoplossing in verband met het onderwerp

EQF niveau 3

Laden/ontladen van HV-systeem (theoretische kennis)

EQF niveau 4

Lekken van HV-batterijen controleren (theoretische kennis)

EQF niveau 5

Controle van de controle-eenheden in de HV-batterij (theoretische kennis)



3. Verzamelen van feedback van leerlingen in beroepsonderwijs en -opleiding

Zoals vermeld in de IO1-paper over het ontwerp van een proefprogramma voor Train-de-Trainers over e-mobiliteit, berust een relevant onderdeel van het programma zelf op het verzamelen van feedback van de cursisten over zowel hun waardering als hun zelfevaluatie over de opleidingservaring.

De vragen kunnen variëren naar gelang van de leerdoelstellingen van het experiment en het EQF-niveau van de aanbieder van beroepsonderwijs en -opleiding, maar in het algemeen moet aan de volgende criteria worden voldaan om feedbackvragenlijsten te kunnen afnemen om het effect van de opleidingsactiviteiten te meten:

- formulieren moeten anoniem worden verzameld, zodat de respondenten vrij zijn om hun oprechte en eerlijke feedback over het opleidingsprogramma te geven, op papier of digitaal;
- vragen kunnen meerkeuzevragen zijn of op een schaal, maar in ieder geval moet er enige ruimte zijn voor verdere op- of aanmerkingen;
- de mate waarin de opleidingswerkplek studenten heeft geholpen bij het ontwikkelen van e-mobiliteitsvaardigheden moet worden beoordeeld;
- de doeltreffendheid van het mentorschap of het toezicht moet worden beoordeeld;
- de mate waarin eerdere kennis en vaardigheden de lerenden in staat stelden het maximale uit het opleidingsprogramma te halen, moet worden beoordeeld;
- de perceptie, aan de kant van de lerenden, van de feitelijke ontwikkeling van e-mobiliteitsvaardigheden moet worden beoordeeld;
- de mate waarin lerenden denken goed voorbereid te zijn op de overgang naar de arbeidsmarkt.

Voorbeelden van de verzamelde feedback zijn te vinden in de onderstaande grafieken, die genderloze geaggregeerde gegevens van alle betrokken landen en EQF-niveaus bevatten.

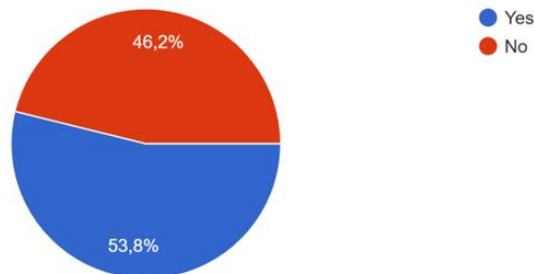
Antwoorden met een schaal van 1 tot 5 betekenen dat de respondenten werd gevraagd de zin in de vragen te beoordelen met een score van 1 (absoluut niet) tot 5 (absoluut wel).



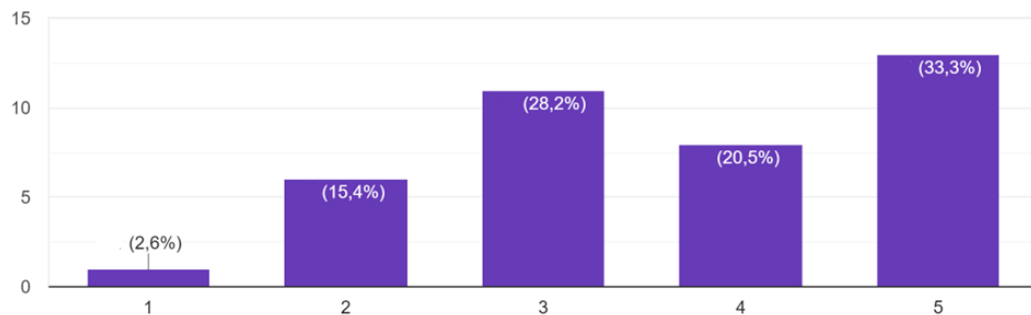
Co-funded by the
Erasmus+ Programme
of the European Union



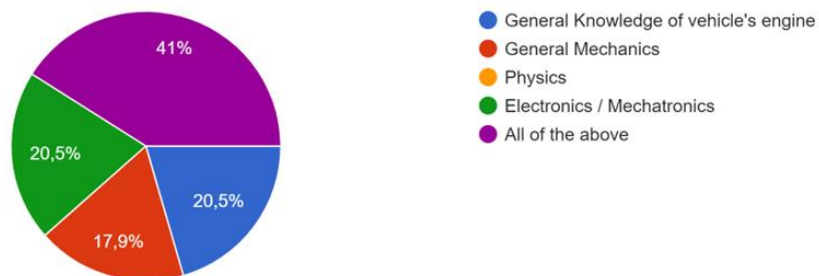
I already took classes in electro-mobility or HEV/BEV before participating in the project



I think my previous knowledge & skills level was enough for me to take part in HEV/BEV testing

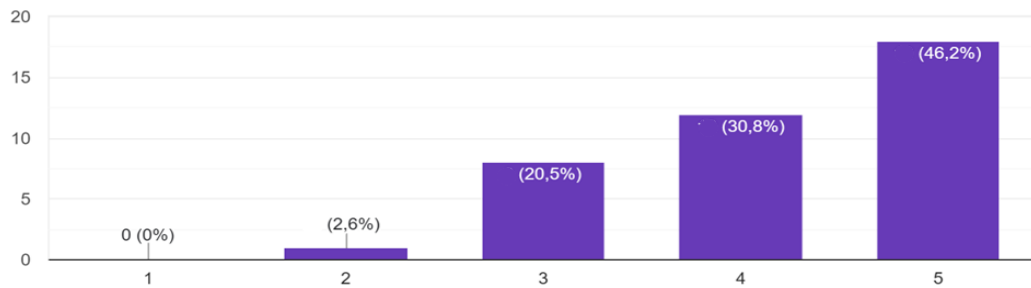


Which of the following was most helpful for you to make the most out of the HEV/BEV testing?

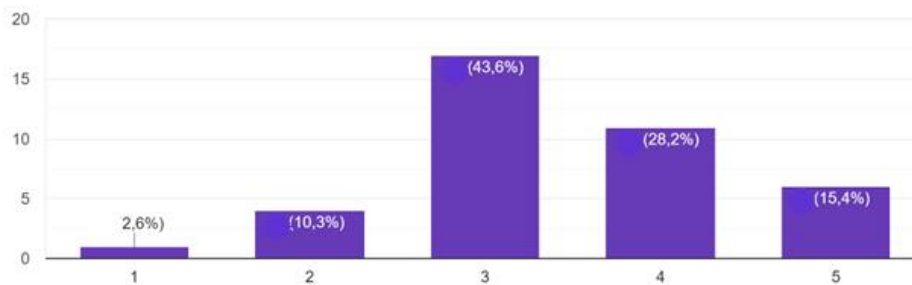




After the testing, I think I developed knowledge and skills about how a to work safely on an HEV/BEV vehicle

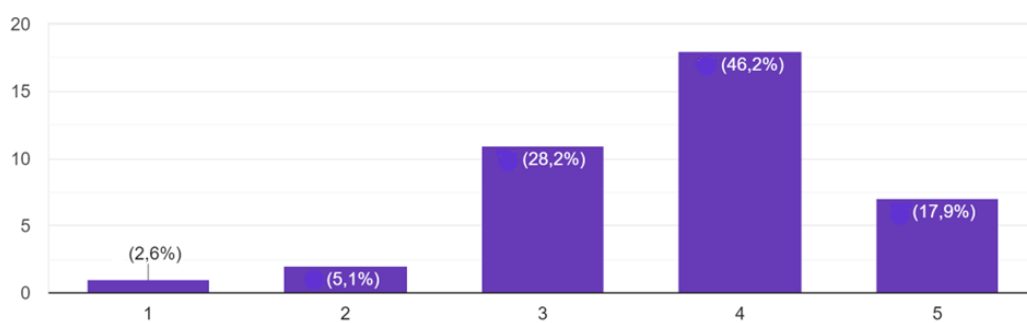


After the testing, I think I developed knowledge and skills about how to assemble & dissassemble the AC/DC inverter circuit of the car

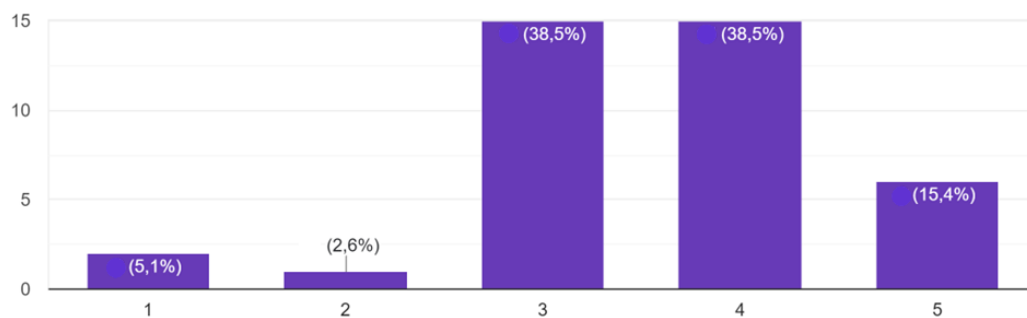




After the testing, I think I developed knowledge and skills about how to perform failure diagnosis & repair in a HEV/BEV system

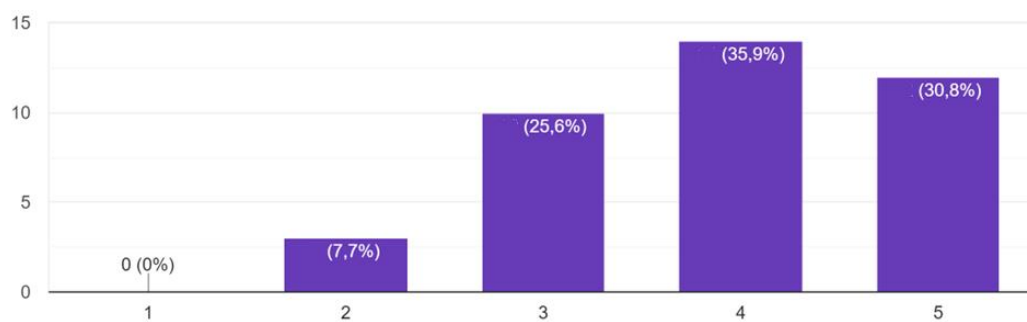


After the testing, I think I developed knowledge and skills about how to perform power unit maintenance in a HEV vehicle

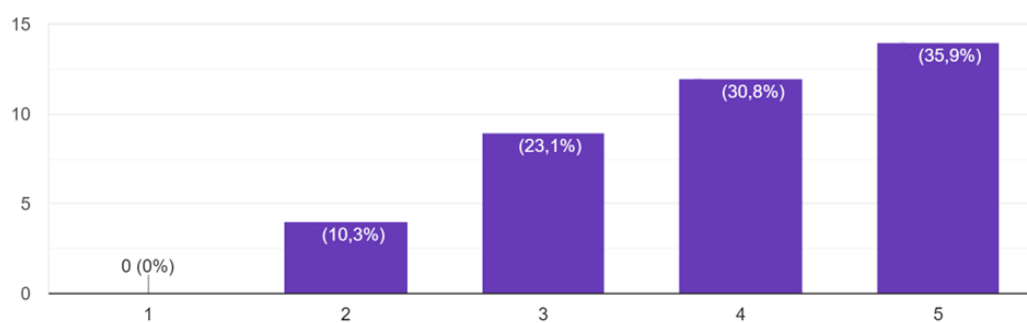




I think I am able to repeat by myself the procedures and work sequences I learned during the testing



I think I was properly trained and supervised during the testing

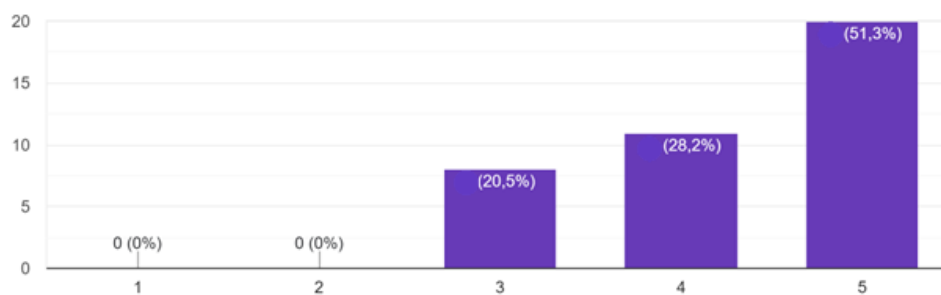




Co-funded by the
Erasmus+ Programme
of the European Union



Thanks to the work-based learning or workplace testing, I think I am better prepared for the automotive job market





Conclusie: voor wie is dit document bedoeld?

Dit document is het resultaat van intellectuele output 3 van het Erasmus+-project "Innovatiegarage van garages", dat gericht is op de ontwikkeling van groene vaardigheden voor de automobielsector op het niveau van beroepsonderwijs en -opleiding.

Het specifieke doel van een dergelijk document is richtsnoeren te verstrekken voor leraren en opleiders in beroepsonderwijs en -opleiding die hybride of elektrische motoren, hoogspanning en de onderdelen daarvan willen introduceren als een modulair of geïntegreerd traject binnen de cursussen mechanica of automobiel.

Het bijzondere aan het project is dat meerdere actoren de inhoud van de opleiding, de inrichting van de werkplek en de instrumenten, alsook de organisatorische details van de didactische methodologie (rol van de opleiders, begeleiders, evaluatie- en beoordelingscriteria) gezamenlijk ontwerpen. Aangezien "Innovation Garage" een wereldwijde methodologie is om bottom-up innovatie met meerdere belanghebbenden op de werkplek te introduceren, beoogt dit project een vernieuwing van de manier waarop "workshops" of "garage"-trainingen gewoonlijk worden uitgevoerd.

Dit is dus slechts een voorstel dat moet worden aangepast met specifieke inhoud volgens de beoogde lerenden en de reguliere opleidingen binnen een beroepsopleidingsorganisatie.

Het IO3-document is zowel geschikt voor docenten en opleiders op I-BOO-niveau (scholen, opleidingscentra voor jongeren of volwassenen) van EQF-niveau 3-4, als voor H-BOO op EQF-niveau 5 (tertiair onderwijs anders dan op universitair niveau). Niettemin kunnen managers, technici of opleiders op bedrijfsniveau - hetzij in productiebedrijven, hetzij in reparatiewerkplaatsen, hetzij bij dealers - een opleiding in e-mobiliteit volgen wanneer werknemers hun vaardigheden inzake het beheer en het onderhoud van HV-batterijen, HEV/EV-voertuigen en de onderdelen daarvan moeten ontwikkelen of verbeteren.



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



Projectnr. 2020-1-IT01-KA202-008555

"Innovation Garage of Garages"

IO4 – Intellectual Output 4

**Trainingsprogramma voor de installatie/verificatie van boardelektronica,
gebaseerd op de werkgebaseerde leermethode in de innovatiegarage**

Output Type: Open / online / digital education

OER – Open Educational Resource

Voorwaarden voor hergebruik:
Creative Commons Share Alike 4.0





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



Trainingsprogramma voor montage van elektronicaschakelingen op EV/HEV

Taal: Dutch

Auteur:

Innovation Garage of Garages Partnerschap

Coördinator: Cisisa Parma scarl, Italië



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



Inhoudsopgave

Intro: het leermodel	4
1. Referentie van Output 4 e-mobiliteitsvaardigheden aan de huidige beroepskwalificatiekaders	7
2. Het ontwerpen, testen en evalueren van de resultaten van trainingsprogramma's over het kalibreren van elektronische of avionicasystemen in EV/HEV.	9
3. Feedback van leerlingen in beroepsonderwijs en -opleidingen verzamelen	47
Conclusie: voor wie is dit document bedoeld?	56



Intro: het leermodel

Aangezien aanbieders van beroepsonderwijs en -opleiding nauw samenwerken met de industriële sectoren, vooral in de automobielsector, is training op de werkplek de meest waardevolle troef waarover onderwijsinstellingen beschikken om werkgerelateerde vaardigheden te ontwikkelen, wat de overgang van lerenden naar de arbeidsmarkt vergemakkelijkt.

In deze optiek heeft het project "Innovatiegarage van garages" (hieronder "IG2" genoemd) als doel om aanbieders van beroepsonderwijs en -opleiding en autobedrijven samen te brengen (bouwbedrijven, OEM-fabrikanten, dealers, autoreparatiewerkplaatsen) om samen opleidingstrajecten en leeromgevingen te ontwerpen die geschikt zijn voor de ontwikkeling van groene mobiliteitsvaardigheden, in termen van:

a-leerdoelen & inhoud;

b-layout van de trainingswerkplek;

c-gereedschap, machines en apparatuur.

Volgens het overzicht van de groene vaardigheden en functieprofielen binnen de Automobielsector, geïdentificeerd in het IO1-document, zijn de 5 belangrijkste werkprocessen waar het IG2-project zich mee bezighoudt:

IO2: Installatie en montage van EV/HEV-motoren

IO3: Onderhoud van EV/HEV-motoren

IO4: Configuratie en kalibratie van avionicasystemen in e-voertuigen

IO5: Onderhoud van avionicasystemen in e-voertuigen

IO6: Dienst na verkoop en veiligheidskwesties in verband met EV's/HEV's

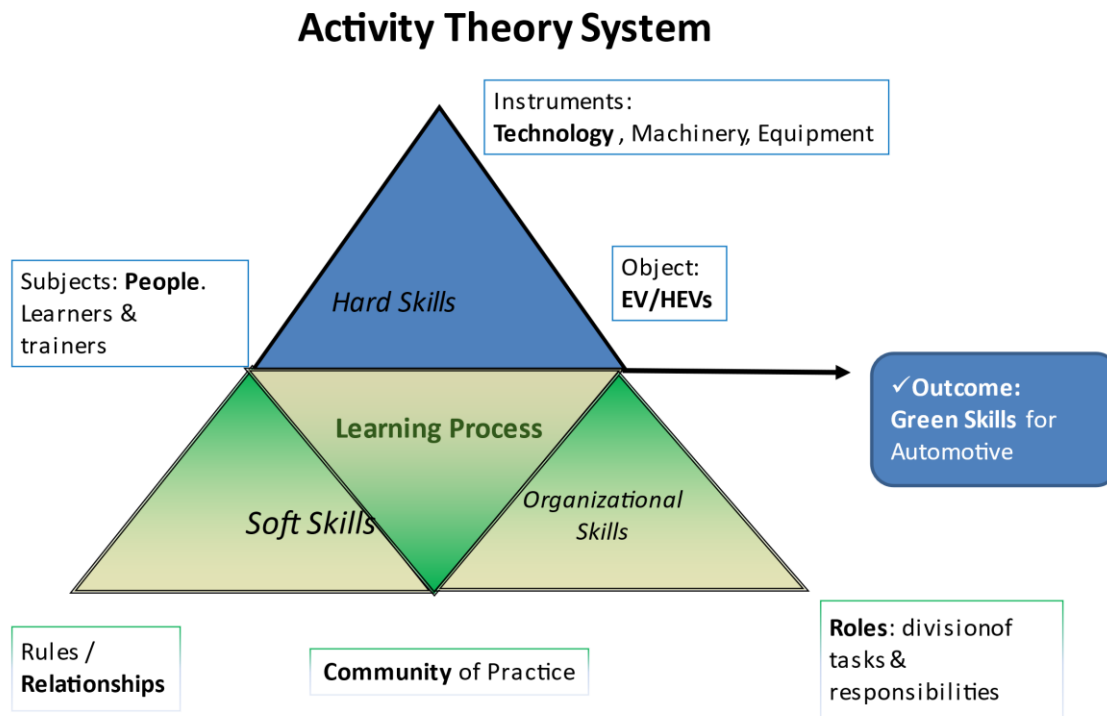
De trainingsomgeving moet praktijkleren toegankelijk en inclusief maken, en studenten moeten leren van werkprocessen en organisatiestructuur, en technologische middelen gebruiken die de lay-out van de echte werkplek zo dicht mogelijk benaderen.

Dit is wat het IG2-partnerschap "gesitueerd leren" is gaan noemen, waarbij de dynamiek van een opleidingsomgeving wordt geïdentificeerd die is uitgerust met technologische hulpmiddelen, waar leerlingen worden ondergedompeld in een productief proces dat wordt geleid door supervisors die een begeleidende en leidende rol spelen, gericht op de productie van een bepaald product.

Het leermodel dat ten grondslag ligt aan de projectmethodologie is het "Activity Theory" raamwerk van Yrjö Engeström (1987/2015), dat de derde generatie academische onderzoekers vertegenwoordigt die dit



onderwerp bestuderen, na de bijdragen van de cultuurhistorische psychologie van de Russen Vygotsky tot Leontyev.¹



Volgens dit model bestaat het totale leerproces uit twee hoofddimensies: de meeslepende ervaring van het daadwerkelijk uitvoeren van een bepaalde activiteit of van het produceren van een echt product binnen een bepaalde omgeving, zoals het schoollaboratorium of de trainingsfaciliteit, of de werkplek zelf. Dit is de dimensie waarin de harde vaardigheden van e-mobiliteit worden ontwikkeld, dankzij de interactie van 3 hoofdelementen: mensen (lerenden & trainers) als *onderwerp* van het proces; gereedschappen (zoals technologie, apparatuur en machines) als *instrumenten* die het leerproces verwezenlijken; het *elektrische/hybride voertuig* of een of meer van zijn onderdelen, als het *object* van het leerproces zelf. Het resultaat van de interactie van deze 3 elementen is het verwachte leerdoel zelf voor de relevante tests, of, meer in het algemeen, de groene vaardigheden voor de automobielsector.

Onder de bovenste driehoek plaatst de activiteitentheorie het verborgen of ontastbare deel van het leerproces, dat te maken heeft met de ontwikkeling van alle zachte vaardigheden die gepaard gaan met

¹ Zie voor een inleidende documentatie over het "Activity Theory" systeem:

- Andy Blunden "[Engeström activiteitstheorie en sociaal systeem](#)", 2015
- Oliver Ding, "[Yrjö Engeström: het activiteitensysteemmodel](#)", 2021



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



interactie binnen een complexe organisatie van mensen. Dit is wat er gebeurt met werknemers in een bedrijf, maar werkpleklerin of werkpleksimulatie weerspiegelt eigenlijk dezelfde dynamiek. Op een autoproduktielocatie of in een autoreparatiewerkplaats, bijvoorbeeld, krijgen werknemers verschillende rollen, verantwoordelijkheden en taken toegewezen die de interpersoonlijke relaties daar feitelijk vormgeven. Leerlingen in beroepsonderwijs en -opleiding, hetzij in hun initiële opleiding op school, hetzij betrokken bij levenslange en voortgezette opleiding op het werk, worden ondergedompeld in een praktijkgemeenschap, waar kennis, vaardigheden en gedrag worden gedeeld, bevorderd, beloond of zelfs verworpen.

Het IG2-project, dat aanbieders van beroepsonderwijs en -opleiding en bedrijven samenbrengt, richt zich op het gezamenlijk ontwerpen van leerervaringen voor de ontwikkeling van e-mobiliteitsvaardigheden, rekening houdend met een dergelijk gedrags- en organisatorisch leermodel.



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



1. Referentie van Output 4 e-mobiliteitsvaardigheden aan de huidige beroepskwalificatiekaders

Output 4 van het IG2-project is gericht op de ontwikkeling van vaardigheden met betrekking tot de eerste assemblage, installatie, **kalibratie** en/of **configuratie** van **elektronische circuits** (inclusief **hoogspanningsbatterijen**) en **avionicacircuits**, zoals **ondersteunde** of **autonome** aandrijfsystemen en van relevante **subcomponenten, in elektrische of hybride voertuigen**.

Volgens IG2-partners kunnen dergelijke taken variëren van eenvoudige en elementaire taken, die haalbaar zijn voor EQF 3-operatoren of zelfs lager, bijv. C-VET-operatoren die EQF2-beroepskwalificaties behalen, tot technische of toezichthoudende rollen (EQF 4 - EQF 5).

Output 4, die het train-de-trainersprogramma schetst voor docenten in beroepsonderwijs en -opleidingen die e-mobiliteit in hun didactische cursussen willen introduceren, verzamelt de beroepskwalificaties in de automobielsector volgens het ESCO-kader en op basis van de functieprofielen en vaardigheidskaarten die zijn ingedeeld door de Erasmus+ Sector Skills Alliances [DRIVES](#) 591988-EPP-1-2017-1-CZ-EPPKA2-SSA-B (voor de algemene automobielsector) & [ALBATS](#) 612675-EPP-1-2019-1-SE-EPPKA2-SSA-B (specifiek voor de batterijsector).

Volgens deze classificaties verwijst uitgang 4 naar de volgende functierollen die passen bij de EV/HEV-motorassemblageactiviteiten:

Auto-accutechnicus		Batterij Productie Technicus
Batterijassemblage		Assemblagetechnicus batterijmodule
Technicus accutest		Kwaliteitstechnicus batterijen
		Technicus batterijrecycling
Technicus luchtvaartelektronica	ADAS /ADF test- en validatietechnicus	



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



	Expert op het gebied van sensorfusie	
	Technicus Connected Vehicles	
	Cybersecurity tester voor auto's	
	Hooggeautomatiseerde aandrijftechnicus	
Assembleur elektronische apparatuur	Automotive Mechatronica Expert	
Inspecteur elektronische apparatuur		
Assembleur voertuigelektronica	Robottechnicus	
	Technicus voorspellend onderhoud	
Technicus micro-elektronica	Functionele veiligheid [ingenieur/technicus]	

Van alle aan e-mobiliteit gerelateerde beroepskwalificaties die ESCO, DRIVES en ALBATTs hebben samengesteld, zijn de hierboven genoemde kwalificaties op zijn minst gedeeltelijk te relateren aan de opleidingsprogramma's die zijn ontworpen en getest door het IG2 VET-aanbiedersconsortium en die in de hoofdstukken hieronder worden beschreven.



2. Ontwerpen, testen en evalueren van de resultaten van trainingsprogramma's over het kalibreren van elektronische of avionicaschakelingen in EV/HEV

Tijdens de proeffase van het IG2-project (Output 1) waren de partners het erover eens dat de basisstructuur van elk themaspecifiek programma over e-mobiliteit zou moeten beginnen met een gezamenlijke ontwerpfase tussen bedrijfsleven en beroepsonderwijs en -opleiding, inclusief:

- leerdoelen identificeren,
- kennis- of vaardigheidsvereisten vaststellen voor leerlingen in beroepsonderwijs en -opleidingen,
- vaststellen welke werkprocedures moeten worden geïmplementeerd,
- de inrichting van de trainingswerkplek en de benodigde gereedschappen/apparatuur,
- beslissen over de verwachte resultaten van het oplossen van problemen,
- het vaststellen van toezichthoudende en begeleidende rollen

Aanbieders van beroepsonderwijs en -opleiding kregen geen prescriptieve regels over welk relevant onderwerp gekozen zou moeten worden voor een trainingsprogramma over EV/HEV-motorassemblage of -installatie. Er zijn meestal meerdere redenen die de keuze van het onderwerp beïnvloeden en de volgende criteria moeten in overweging genomen worden bij het evalueren van de mogelijke opties:

- a) of de aanbieder van beroepsonderwijs en -opleiding al dan niet specifieke opleidingsmodules of inhoud over EV's/HEV's in het institutionele aanbod opneemt;
- b) het EQF-niveau van de opleiding waar e-mobiliteit voor het eerst moet worden onderwezen of geïntroduceerd;
- c) het algemene niveau van technische kennis en vaardigheden van de beoogde lerenden, evenals hun gedrags- en communicatievaardigheden en/of hun potentieel kansarme profiel

Wat punt a) betreft, is dit absoluut het belangrijkste en belangrijkste criterium dat de keuze van de opleiders voor beroepsonderwijs en -opleiding zou moeten bepalen: zijn de leerlingen al opgeleid in veiligheidsmaatregelen rond HV-batterijen en elektrische of hybride motoren? Zijn de leerlingen al in staat om de elektrische schema's van de auto te lezen? Zijn ze al vertrouwd met de structuur en de onderdelen van verbrandingsmotoren?

Als dit het geval is, is het waarschijnlijk een goede keuze om je te verdiepen in specifieke onderwerpen voor EV/HEV-motoren, zoals het controleren van elektrische isolatie of HV-batterijmodules, of het kalibreren van ADAS-systemen, boordcamera's en radars. Aan de andere kant mogen leerlingen die niet getraind zijn in



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



elektrische risico's nooit hands-on werken met HV-batterijen. Dit gebeurt in het hoger secundair onderwijs op EQF 3- of EQF 4-niveau, waar leerlingen alleen werken aan het mechanische gedeelte van motoren. In dit geval moeten leerlingen in de eerste plaats verplichte elektrische veiligheidscursussen volgen, en demolessen over HV-batterijen waarbij trainers de juiste procedures voor batterijbeheer laten zien zonder dat leerlingen erbij betrokken zijn, of het gebruik van elektronische panelen die het motormechanisme simuleren of de schakelaars van sensoren die de circuits van de auto regelen, zijn goede voorbeelden van inleidende activiteiten.

Bovendien moeten trainers in beroepsonderwijs en -opleiding rekening houden met het algemene profiel van de betrokken doelgroepleerlingen:

-EQF-niveau van de cursus en eerder opgedane kennis en vaardigheden van studenten

-de leeftijd van de lerenden: gaat het om jongeren in het initiële onderwijs of om werknemers die bezig zijn met een bijscholings- of omscholingscursus binnen C-VET-opleidingstrajecten?

-de algemene levenslange achtergrond van de betrokken leerlingen: is er enige vorm van potentiële achterstand vertegenwoordigd in de leergroep?

Dit kan gaan van fysieke of cognitieve handicaps tot migrantenachtergronden of taalbarrières waardoor studenten de leermogelijkheden niet ten volle kunnen benutten, of zelfs leeftijdsbarrières, in het geval van ondergekwalficeerde werknemers van boven de 50 die hun vaardigheden moeten verbeteren om hun baan niet te verliezen. In elk van deze gevallen moeten opleiders speciale regelingen treffen om een zo inclusief en drempelvrij mogelijke opleidingsomgeving te kiezen. Als een cursist een fysieke beperking heeft, moet de werkplek zo worden ontworpen dat de cursist tijdens de hele test veilig is en toch de werkprocedures kan zien of sommige ervan kan bedienen volgens de procedures voor werkveiligheid en volgens wat de medische omstandigheden toestaan. In het geval dat de leerling een lichte cognitieve beperking heeft, moeten trainers in beroepsonderwijs en -opleiding het experiment zo ontwerpen dat taken worden toegewezen aan kleine teams van leerlingen met een aangewezen leider met een verdeelde taakverdeling, zodat iedereen betrokken kan zijn bij het experiment met verschillende moeilijkheidsgraden of verantwoordelijkheden.

Teamwerk en praktisch leren zijn vooral aan te raden en effectief in het geval van migrantenleerlingen met weinig kennis van de lokale taal, aangezien grafische of synthetische werkprocedures helpen om onderwerpen of taken sneller te begrijpen dan een theoretische frontale les.

Evaluatie. Als onderdeel van de resultaten van het O1 train-de-trainer programma, stelden de IG2 projectpartners een protocol op voor de evaluatie van het testen op de werkplek, om te beoordelen in hoeverre het programma zelf succesvol was voor leerlingen in beroepsonderwijs en -opleidingen om mobiliteitsvaardigheden te ontwikkelen. Een dergelijke beoordeling bestaat uit een eenvoudig formulier met vragen die zowel aan docenten of opleiders in beroepsonderwijs en -opleidingen als aan bedrijfstechnici zijn gericht, aangezien de training op de werkplek voor beide onderdelen gezamenlijk moet worden ontworpen.

Docenten of trainers moeten beoordelen:



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



- of de leerdoelen al dan niet gehaald zijn,
- of de werkgerichte testen al dan niet de verwachte resultaten opleverden,
- in welke mate de verwachte kennis en vaardigheden al dan niet zijn verworven door de studenten,
- of de diagnostische hulpmiddelen wel of niet goed zijn gebruikt,
- of de supervisie- en mentoractiviteiten al dan niet toereikend waren om lerenden de begeleiding te geven die ze nodig hadden.

Als dit relevant is, kunnen leerkrachten ook aanvullende informatie geven over de belangrijkste moeilijkheden die werden overwonnen, welke taken ontbraken of niet correct werden uitgevoerd tijdens het experiment, en suggesties geven over hoe het experiment makkelijker of moeilijker kan worden gemaakt, afhankelijk van het profiel van de leerling.

Aan de andere kant moeten bedrijfstechnici beoordelen in welke mate de kennis en vaardigheden die studenten dankzij zo'n trainingsservaring hebben ontwikkeld, inderdaad nuttig en overdraagbaar zijn op de arbeidsmarkt. Bovendien kunnen bedrijfstechnici verdere voorbeelden geven van probleemoplossing en diagnose-experimenten over vergelijkbare onderwerpen, waarvan zij denken dat ze leerlingen kunnen helpen om ontbrekende vaardigheden te ontwikkelen over het werken aan EV's/HEV's op verschillende EKK-niveaus.

Laten we eens kijken naar voorbeelden van de trainingsprogramma's die elk landenteam dat deelneemt aan het IG2-project heeft ontworpen en getest.

Optie 1 - Theoretische inleiding over ADAS-systemen in IIS A. Ferrari, Maranello, Italië (EQF 3-4 niveaus)

Dergelijke taken werden uitgevoerd door studenten die de technische en beroepsopleidingen (EQF 4) volgden aan het [IIS "A. Ferrari"](#) in Maranello (Modena, Italië).

Op basis van de leerdoelen van het project - studenten vertrouwd maken met elektrische en hybride voertuigen, batterijen en motoren - werden de volgende opleidingen het meest geschikt bevonden om de experimenten van het IG2-project uit te voeren:

Onderhoud en technische bijstand (EQF 4)

Technicus voor de bouw van transportmiddelen - wegvoertuigen (EQF 4)

Op een dergelijk niveau volgen studenten verplichte cursussen over veiligheid op het werk - zowel algemene veiligheidsaanbevelingen op het werk als specifieke mechanica- en elektrische risicotraining, maar gezien hun jonge leeftijd worden ze meestal niet opgeleid tot EIP (electrically instructed person) en kunnen ze niet werken met hoogspanningsbatterijen of -circuits.

Toch is het mogelijk om theoretische kennis te introduceren over wat ADAS is, de belangrijkste functies en technologie en de relevante Europese en nationale wetgeving. Op dit niveau is het misschien ook mogelijk



om studenten te laten werken aan de kalibratie van echte elektronische systemen zoals ADAS, op voorwaarde dat er geen elektrische spanning op staat.

ADAS is een acroniem dat staat voor Advanced Driver Assistance System en voorziet in 6 verschillende automatiseringsniveaus, variërend van helemaal geen hulp tot volledig autonoom rijden - momenteel nog niet wettelijk toegestaan in Europa.

Volgens de definitie van de Europese Unie² staat ADAS bekend als een "*intelligent veiligheidssysteem in een voertuig dat de verkeersveiligheid kan verbeteren door botsingen te vermijden, de ernst van een botsing te beperken en te beschermen en door automatisch na een botsing een botsing te melden; of als geïntegreerde systemen in een voertuig of in de infrastructuur die bijdragen aan sommige of alle van deze botsingsfasen. Meer in het algemeen zijn sommige systemen ter ondersteuning van de bestuurder bedoeld om de veiligheid te verbeteren, terwijl andere comfortfuncties zijn*".

Studenten kregen de opdracht om, dankzij een digitale leeromgeving, mogelijke risico's te simuleren waarbij minstens twee voertuigen op de weg betrokken waren - bijvoorbeeld een plotseling obstakel op de rijbaan, een auto die geen voorrang verleent bij het links afslaan, of te laat of slecht remmen in geval van nood. In al deze situaties bieden ADAS-systemen extra hulp en assistentie aan de bestuurder door middel van rijstrookassistentie en rijstrookcamera-functies, waardoor dodelijke aanrijdingen en verwondingen worden voorkomen.

ONTWERPVORM	
Taak	<i>Uitzoeken en simuleren van de veiligheidsfuncties van ADAS-systemen</i>
Leerdoelen	Weten wanneer ADAS-systemen bestuurders kunnen helpen bij het besturen van het voertuig in noodsituaties op de weg
Kennis op instapniveau (theoretisch)	In staat om elektronische/avionica-onderdelen te herkennen (ADAS-systemen)
Betrokken harde vaardigheden	In staat om te werken met een OBD-hulpmiddel (Onboard Diagnostic Tool)

² [Advanced Driver Assisted Systems](#)" 2018 van de Europese Commissie door ERSO, European Road Safety Observatory.



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



Betrokken zachte vaardigheden	In staat om procedures in werkplaatshandboeken en diagnosetools te lezen en te begrijpen. Engelse taal
Activiteiten & Procedure vereist op EQF-niveau (prognose)	III Niveau
Apparatuur en gereedschap	OBD-dealersoftware.
Andere betrokken professionele rollen	VET-trainer of werkplaatsmanager
Supervisie en mentoractiviteiten	Theoretische uitleg van avionicasystemen
Verwachte resultaten / Oplossing	Leerlingen weten hoe ze ADAS-onderdelen moeten identificeren en hoe ADAS-systemen de controle over het voertuig overnemen in een noodsituatie.

Het testen met relevante werkprocedures wordt in beeld gebracht in de [instructievideo](#) die beschikbaar is op [het officiële YouTube-kanaal van het IG2-project](#) @innovationgarageerasmuspro1264:



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



Onderwijs- en trainingsmateriaal over de EU-wetgeving die ADAS-systemen en hun functies reguleert, wordt opgeslagen als open didactisch materiaal [in de IG2 Google Drive-map](#) (alleen in het Italiaans).

EVALUATIEFORMULIER

Prestaties van studenten

Studenten waren betrokken
en geïnteresseerd

JA

Studenten kregen de taak om het onderwerp te onderzoeken en te illustreren voor docenten en medestudenten, wat resulteerde in meer individuele verantwoordelijkheid en betrokkenheid.



Studenten konden theoretische kennis toepassen op praktische taken	NA	Alleen theoretische training
Studenten konden taken uitvoeren	NA	Alleen theoretische training
Studenten konden zelfstandig werken	Gedeeltelijk	Met enige begeleiding van de leerkrachten over de te onderzoeken ADAS-onderwerpen
Leerlingen konden fouten vinden	NA	Alleen theoretische training
Leerlingen konden veiligheidsprocedures identificeren	JA	Studenten begrepen de veiligheidsregels en wettelijke voorschriften over ADAS-systemen
Leerlingen konden diagnostisch hulpmiddel gebruiken	Gedeeltelijk	Met wat begeleiding van de leraren over de OBD-tools (onboard diagnostic tools) van de dealers

Docenten en trainers beroepsonderwijs

Leerresultaten	Bereikt
Verwachte resultaten	Bereikt
Instapkennis en -vaardigheden van de studenten	Voldoende niveau van zelfstudie



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



Uitrusting en gereedschap	Voldoende bewustzijn
Supervisie & begeleiding	Effectief
Technici voor bedrijven	
Mate waarin de ontwikkelde vaardigheden overdraagbaar zijn op de arbeidsmarkt	Compleet
Suggestie voor verdere ontwikkeling	Praktijkervaring met het vinden van fouten in ADAS-systemen
Ontbrekende vaardigheden voor studenten:	Kennis van organisatorische/bedrijfsrollen
Ontwikkeling van de rol van leerkrachten:	✓ Bredere toegang tot training of bijscholing voor docenten ✓ Diepere of actuele kennis van software of diagnostische tools
Verdere voorbeelden van problemen met probleemoplossing in verband met het onderwerp	
EQF niveau 3	-



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



EQF niveau 4	-
EQF niveau 5	-



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



Optie 2 - ADAS-systemen van e-voertuigen kalibreren met behulp van een kalibratieraamwerk op ROC Midden Nederland

Het trainingsprogramma is ontworpen en getest door [ROC Midden Nederland](#) (aanbieder van beroepsonderwijs en -opleiding) en [Innovam](#) (bedrijf), en is gericht op studenten van beroepsonderwijs en -opleiding die de volgende opleidingen volgen:

- Eerste autotechnicus (EQF 3)
- Eerste vrachtwagenmonteur (EQF 3)
- Technisch specialist autotechniek (EQF 4)
- Technisch Specialist Vrachtwagentechnologie (EKK 4)

Ze hebben allemaal al in de reguliere opleidingstrajecten lesinhoud opgenomen over de volgende eenheden:

- Hybride en elektrische aandrijflijn
- Elektrische motoren
- NEN9140 (EU-verordening over elektrische werken)
- Oplaadsystemen
- Batterijbeheer omvormer/omvormer

Desalniettemin is het programma zelfs geschikt voor trainers zonder eerdere praktijk- of theorielessen over EV/HEV-motoren, wanneer het gebruikt wordt als inleidend onderdeel over infotainment- en connectiviteitssystemen die momenteel in voertuigen zitten. Er is namelijk geen hoogspanningsbatterij betrokken bij de kalibratie van ADAS-systemen zoals radars, frontcamera en rijstrookcamera. Voor meer details over elektrische veiligheid bij de omgang met e-voertuigen, nemen ROC Midden Nederland en Innovam dergelijke onderwerpen op in een korte eendaagse modulaire cursus voor studenten en werknemers genaamd "Veilig werken aan e-voertuigen basis" (zie Output 1), evenals in het spanningsloos maken van HV-batterij beschreven in Output 2 en Output 3 van het IG2-project.

ONTWERPVORM	
Taak	ADAS-kalibratie



Leerdoelen	Weten wanneer statische kalibratie van ADAS-onderdelen nodig is. Een statische kalibratie kunnen uitvoeren op een ADAS-component (camera of radar).
Kennis op instapniveau (theoretisch)	EQF niveau 3. ADAS-componenten kunnen herkennen. Kennis over hoe ADAS-systemen werken. Kennis van uitlijnprocedures voor 4 wielen.
Betrokken harde vaardigheden	Een diagnosegereedschap kunnen bedienen. 4-wieluitlijning kunnen uitvoeren. ADAS-kalibratieapparatuur kunnen gebruiken.
Betrokken zachte vaardigheden	Procedures in werkplaatshandboeken en diagnosegereedschap kunnen lezen en begrijpen. Nauwkeurig en accuraat kunnen werken.
Activiteiten & Procedure vereist op EQF-niveau (prognose)	Uitlijning op 4 wielen indien nodig Opzoeken en wissen van DTC's (diagnostische foutcodes) ADAS-kalibratieapparatuur instellen
Apparatuur en gereedschap	Diagnostisch hulpmiddel ADAS-kalibratietool
Andere betrokken professionele rollen	Werkplaatsmanager die verantwoordelijk is voor de veiligheid. Hij moet controleren of de kalibratie correct is uitgevoerd.
Supervisie en mentoractiviteiten	Theoretische uitleg van ADAS-systemen. Praktijkgerichte uitleg van kalibratietool. Studenten begeleiden tijdens het uitvoeren van de kalibratie.
Verwachte resultaten / Oplossing	ADAS-kalibratie is correct uitgevoerd en het voertuig is veilig om in te rijden.

Het testen met relevante werkprocedures wordt in beeld gebracht in de [instructievideo](#) die beschikbaar is op [het officiële YouTube-kanaal van het IG2-project](#) @innovationgarageerasmuspro1264:



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



ADAS Calibration course for level 4 students of ROCMN Automotive college

Procedure voor het introduceren van theoretische en praktische training over ADAS-systemen zoals getoond in de video:

Inleidende les onder leiding van een docent over ADAS-systemen en hun kalibratiekader en -hulpmiddelen volgens de voertuigfabrikant;

-Inleiding door docent over de statische en dynamische kalibratiemethoden;

Leerling-geleide identificatie van de meest voorkomende ADAS-systemen: radar, dodehoekcamera's, frontcamera en rijstrookassistent;

-radarkalibratie aan de voorzijde van een hybride Suzuki Swift onder leiding van een student;

-Meting van de hoogte van het voorwiel door de student om de boordcamera's optimaal te kalibreren;

-kalibratie van de adaptieve cruisecontrolcamera van een hybride Nissan Micra door studenten;

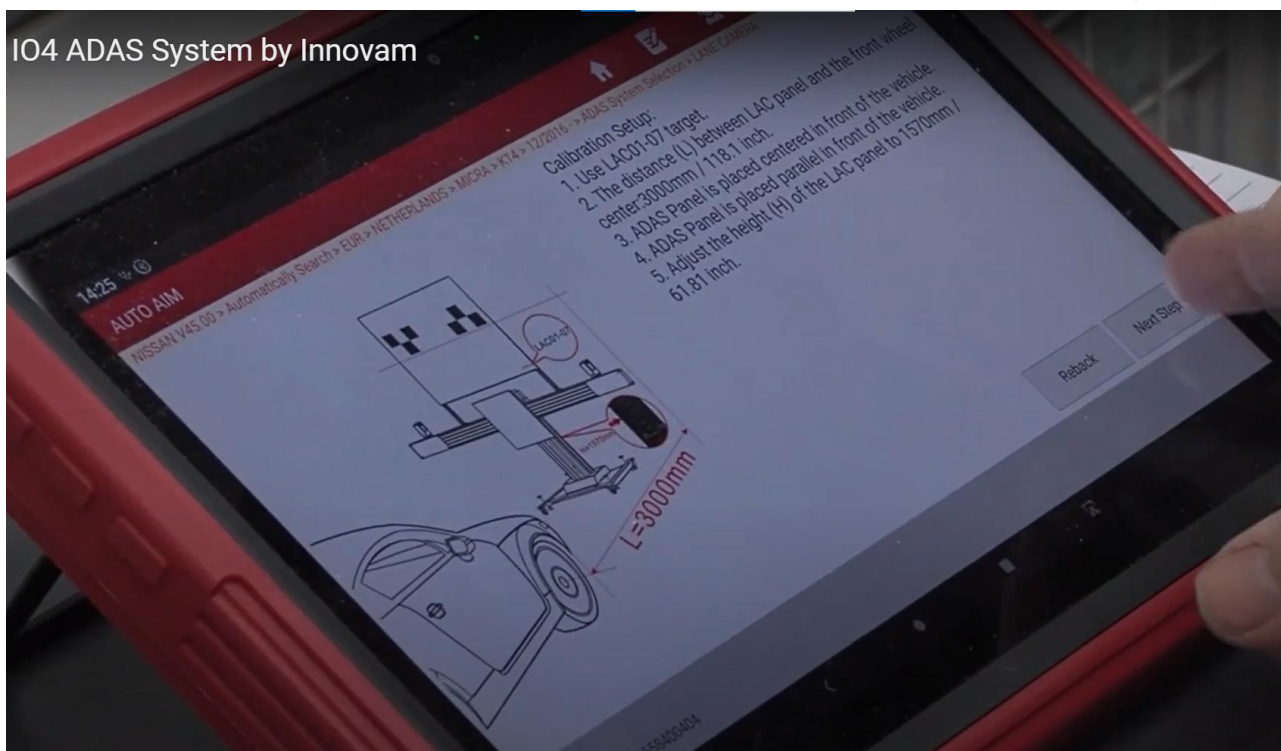
-camerakalibratie van de adaptieve cruisecontrol en 360° graden camerakalibratie van een AUDI A4 onder leiding van een student;



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



IO4 ADAS System by Innovam



De OBD (onboard diagnostic tool) van de Nissan-dealer is nodig om de kalibratie uit te voeren op een hybride Micra-model.

EVALUATIEFORMULIER

Prestaties van studenten

Studenten waren betrokken
en geïnteresseerd

JA

*Opmerkingen: Studenten hadden
voorkennis over ADAS door
zelfstudie*

Studenten konden
theoretische kennis toepassen
op praktische taken

JA



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



Studenten konden taak uitvoeren

JA

Studenten konden zelfstandig werken

Gedeeltelijk

Opmerkingen: geleide instructie van de trainers was nodig

Studenten waren zich bewust van veiligheidsprocedures

JA

Alleen veiligheidsschoenen

Studenten konden diagnostische hulpmiddelen gebruiken

JA

Officieel diagnostisch gereedschap van de dealer

Docenten en trainers beroepsonderwijs

Leerresultaten

Bereikt

Verwachte resultaten

Bereikt

Instapkennis en -vaardigheden van de studenten

Voldoende niveau om te experimenteren dankzij zelfstudie vooraf

Uitrusting en gereedschap

Goed gebruikt

Supervisie & begeleiding

Effectief

Opmerkingen: Studenten waren erg leergierig en luisterden aandachtig naar de tips van de trainer. Op dit



moment in deze training geen verbeterpunten aan te geven

Technici voor bedrijven

Mate waarin de ontwikkelde
vaardigheden overdraagbaar zijn op
de arbeidsmarkt

Compleet

Suggestie voor verdere ontwikkeling

Praktijkervaring met het vinden van fouten in ADAS-systemen

Ontbrekende vaardigheden voor
studenten:

Kennis van organisatorische/bedrijfsrollen

Ontwikkeling van de rol van
leerkrachten:

- ✓ Bredere toegang tot training of bijscholing voor docenten
- ✓ Diepere of actuele kennis van software of diagnostische tools

Verdere voorbeelden van problemen met probleemoplossing in verband met het onderwerp

EQF niveau 3

-

EQF niveau 4

-

EQF niveau 5

-



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





Optie 3 - Informatie over batterijcellen bij Göteborgs Tekniska College, Zweden

Dit programma traint leerlingen om informatie over de ladingstoestand van de HV-batterij af te leiden uit het OBD - boorddiagnose-instrument van de dealer.

Via de OBD-interface krijgt de bestuurder inzicht in de algemene gezondheidstoestand van de lithium-ioncellen waaruit de HV-batterij is opgebouwd en kan hij de gegevens interpreteren die van de batterijcellen naar de bestuurdersinformatiemodule stromen.

Volgens het E-mobility trainingspakket van [het Göteborgs Tekniska College](#) kunnen dergelijke onderwerpen aan bod komen in de modules "Battery System Overview" en "Lithium-Ion Battery".

Module Titel	Duur	Inhoud
EV-bewustzijn	4 uur (theorie)	Milieukwesties en -beperkingen Marktontwikkeling Totale eigendomskosten Betrokken technologie
Overzicht batterijsysteem	8 uur (theorie en praktijk)	Batterijtechnologie Elektrische veiligheid Batterijbeheer Gebruik Duurzaamheid
Lithium-ion batterijsysteem	16 uur (theorie en praktijk)	Celformaten Fysische chemie Toeleveringsketen Systeemontwerp Productie
EV opladen en stroomvoorziening	12 uur (theorie en praktijk)	Modi Gedrag ● Infrastructuur Bedrijfsmodel Voedingscomponenten



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



Elektrische machines en transmissie	16 uur (theorie en praktijk)	Overzicht aandrijvingen Typologieën hybride aandrijflijnen Schakeltheorie
-------------------------------------	------------------------------	---

Taak: Gegevens afleiden over de ladingstoestand van EV's - informatie van cellen naar de Driver Information-module.

De handelingen die in een dergelijke procedure worden beschreven, hebben geen betrekking op handmatige werkzaamheden aan HV-batterijen of lithium-ioncellen, in feite gaat het om het verkrijgen van informatie over het laadpercentage van de batterij en de resterende autonomie van het voertuig. Daarom kan een dergelijke procedure zelfs geschikt zijn voor EQF 3-niveau cursisten die de kwalificatie van EiP (elektrisch geïnstrueerd persoon) niet hebben behaald.

Theoretische focus - Hoogspanningsbatterij, cellen en celmodulespanning / SoC-overzicht:

Het OBD-hulpmiddel van de dealer test en toont de huidige spanning en laadtoestand (SoC) van alle accucellen in de hoogspanningsaccu.

De hoogspanningsbatterij bevat 24 celmodules met 4 of 12 cellen in elke module. Deze cellen zijn met elkaar verbonden tot 4 logische cellen per module. De spanning voor elke logische cel kan worden uitgelezen.

De hoogspanningsbatterij bevat ook acht celspannings- en temperatuurknooppunten (CVTN). Elke CVTN behandelt drie celmodules, d.w.z. 12 logische cellen.

Het hulpprogramma kan ook een celmoduleweergave tonen, met daarin de spanning van de celmodule als een som van alle logische cellen in die module, en de SoC van de celmodule als een gemiddelde van de SoC van de opgenomen cellen.

De tool kan worden gebruikt om een probleem met de batterijcel te onderscheiden van problemen met een van de CVTN's.

- Wanneer een DTC (diagnostische foutcode) met betrekking tot de celbalans wordt ingesteld en één specifieke cel een aanzienlijk lagere spanning heeft dan alle andere cellen, kan dit duiden op een probleem met de cel.
- Wanneer verschillende aangrenzende cellen of alle cellen voor een specifieke CVTN afwijken van de rest van de cellen, kan dit duiden op een probleem met die CVTN.

Celspanning / SoC

- Celspanning: de spanning van de logische cel
- Cel SoC: de ladingstoestand van de logische cel



- Cell delta voltage: het verschil in spanning bij het vergelijken van de cellen met de hoogste en laagste waarde
- Cell delta SoC: het verschil in SoC bij het vergelijken van de cellen met de hoogste en laagste waarde

Spanning celmodule/ SoC

- Spanning celmodule: de som van alle logische cellen in de celmodule.
- Celmodule SoC: de gemiddelde SoC van alle logische cellen in de celmodule.
- Deltaspanning celmodule: het verschil in spanning bij het vergelijken van de celmodules met de hoogste en laagste waarde. Als een celmodule net is vervangen, is deze waarde nuttig om te bevestigen dat de vervangende module correct is opgeladen/ontladen om overeen te komen met de resterende modules in de batterij. De waarde moet over het algemeen lager zijn dan 150 mV na vervanging van een celmodule.
- Celmodule delta SoC: het verschil in SoC bij het vergelijken van de celmodules met de hoogste en laagste waarde.
- Spanning celmodule, hoogste: de spanning van de celmodule met de hoogste spanning. Deze waarde wordt gebruikt wanneer een celmodule is vervangen. De vervangende celmodule wordt geleverd met een standaard laadstatus (SoC) van ongeveer 30%. De spanning van de vervangende celmodule moet worden aangepast door deze op te laden of te ontladen zodat deze overeenkomt met de resterende celmodules in de accu, bij voorkeur tot dezelfde spanning als de celmodule met de hoogste spanning. Dit wordt gedaan met behulp van de oplader/ontlader voor celmodules. De spanningswaarde wordt in de tool ingevoerd met twee decimalen.

ONTWERPVORM	
Taak	<i>Informatie over batterijcellen begrijpen</i>
Leerdoelen	Inzicht in echte batterij vs. diagnose-instrument. Voor celstatus/informatie
Kennis op instapniveau (theoretisch)	Basiskennis over EV-batterij opgebouwd. Cel, module en batterij. De student moet elektrische circuits kunnen oplossen met een diagnosegereedschap en instructies kunnen lezen.



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



Betrokken harde vaardigheden	Kunnen werken met een diagnosegereedschap. Kunnen werken met een tweepolige spanningsmeter. Het vermogen om echte fysieke componenten te identificeren.
Betrokken zachte vaardigheden	Het vermogen om procedures in werkplaatshandboeken en diagnosegereedschappen te lezen en te begrijpen.
Activiteiten & Procedure vereist op EQF-niveau (prognose)	EKK #4
Apparatuur en gereedschap	Diagnostisch hulpmiddel Vida
Andere betrokken professionele rollen	EV-docent/werknemer
Supervisie en mentoractiviteiten	EV-docent/werknemer overzicht van processen tijdens de les, met voorbereiding op reparatie.
Verwachte resultaten / Oplossing	Studenten zullen een beter begrip hebben van de volledige HV-batterij, inclusief de informatie die beschikbaar is.

Onderwerpen

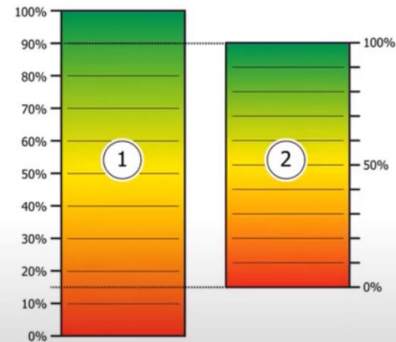
1-Inzicht in informatie over de staat van kosten



State of Charge information



The SoC is a measure of the amount of electrical energy that is stored in the battery at a given time in relation to how much energy can be stored in a fully charged battery.

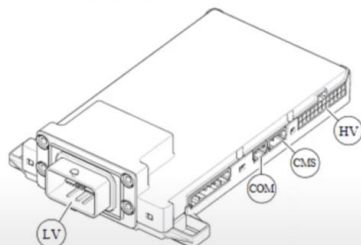


1. State of charge (SoC)
2. State of charge (SoC) in Driver Information Module

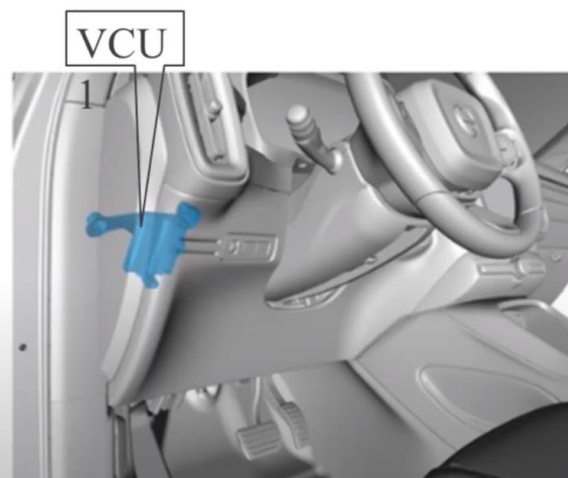
Källa Vida

2-Begrijpen hoe SoC wordt berekend via BECM

BECM Battery Energy Control Module



SoC is given as a percentage of full charge and is calculated by the Battery Energy Control Module (BECM) based on State of Health (SoH). SoH reflects the battery's ability to store energy, which decreases gradually with age and use.

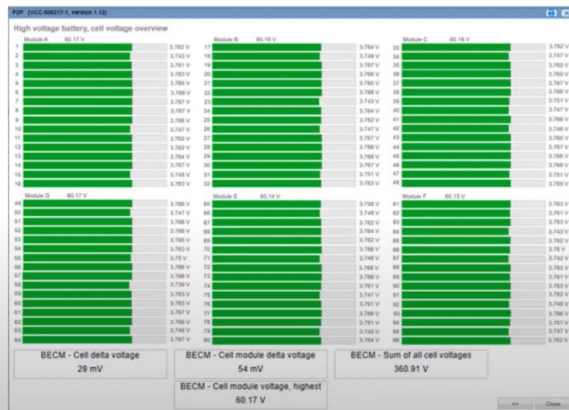


Källa Vida
2: Powertrain: Driving, Twin Engine



3-Begrijpen hoe de celspanning in een accumodule wordt geregeld

Cell Voltage Cell delta voltage



Cell module voltage

Cell delta voltage

■ The cell delta voltage is the difference in cell voltage when comparing the cells with the highest and lowest value. The expected value for a healthy battery is under 30 mV. Values close to or over 30 mV will usually result in Cell Balancing DTCs.

Cell module voltage

■ The sum of all cells in the cell module

4- De werkelijke laadstatus van de accumodule controleren op de OBD van de dealer

De tests werden uitgevoerd volgens de technische procedure die wordt weergegeven in de volgende [video](#) die beschikbaar is op het [officiële YouTube-kanaal van IG2](#) @innovationgarageerasmuspro1264:

**EV State of Charge -
information from cells to
Driver Information Module**



EVALUATIEFORMULIER

Prestaties van studenten

Studenten waren betrokken
en geïnteresseerd

JA

Studenten konden
theoretische kennis toepassen
op praktische taken

JA

Studenten konden taak
uitvoeren

JA

Studenten konden zelfstandig
werken

Gedeeltelijk

*Diepere kennis van de
basismechanica van auto's en
diagnosetools om autonomer te
kunnen werken*

Studenten waren zich bewust
van veiligheidsprocedures

JA

Alleen veiligheidsschoenen

Studenten konden
diagnostische hulpmiddelen
gebruiken

Gedeeltelijk

*Er was begeleiding nodig om de
interfaces van de officiële
diagnosetools van de dealer
correct te interpreteren.*



Docenten en trainers beroepsonderwijs

Leerresultaten	Bereikt
Verwachte resultaten	Bereikt
Instapkennis en -vaardigheden van de studenten	Diepere kennis van de basismechanica van auto's en diagnosegereedschap is nodig om autonomer te kunnen werken
Uitrusting en gereedschap	Diepere kennis van de software van de dealers is nodig om effectief te kunnen werken
Supervisie & begeleiding	Effectief

Technici voor bedrijven

Mate waarin de ontwikkelde vaardigheden overdraagbaar zijn op de arbeidsmarkt	Gedeeltelijk
Suggestie voor verdere ontwikkeling	Diepere kennis van de OBD van de dealer
Ontbrekende vaardigheden voor studenten:	Kennis van organisatorische/bedrijfsrollen



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



Ontwikkeling van de rol van leerkrachten:	✓ Bredere toegang tot training of bijscholing voor docenten ✓ Er moeten meer bedrijfstrainers worden aangesteld voor beroepsonderwijs en -opleiding
Verdere voorbeelden van problemen met probleemoplossing in verband met het onderwerp	
EQF niveau 3	-
EQF niveau 4	-
EQF niveau 5	-



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



Optie 4 - Vervanging van HV-batterijmodule in Volkswagen ID.3 e-voertuig via OBD-software van dealer (VAVM, Litouwen)

Dit programma is ontworpen en getest door het Litouwse team, bestaande uit de VET-aanbieder [VAVM - Vilniaus Automechanikos ir Verslo Mokykla](#) en [Moller Auto Lietuva](#), de nationale Volkswagen & Audi-dealer, beide gevestigd in Vilnius.

Bij [VAVM - Vilniaus Automechanikos ir Verslo Mokykla](#) zijn er twee belangrijke specialisaties:

- Automonteur (EKK 4)
- Reparateur elektrische uitrustingen (EQF 4)

De cursussen voorzien momenteel niet in een specialisatie in HEV's/EV's of avionicacircuits, maar toch omvatten werkgebaseerde opleidingen ook onderhouds- en diagnosewerkzaamheden aan hybride of elektrische voertuigen. Opleidingsmodules bevatten inhoud, kennis en vaardigheden die geschikt zijn als uitgangspunt waarop verdere e-mobiliteitstrainingen kunnen worden gebaseerd. Dergelijke onderwerpen omvatten de volgende modules:

- Technisch onderhoud motoren
- Technisch onderhoud van de transmissie
- Reparatie van elektrische autoapparatuur
- motoren elektrische apparatuur
- Transmissie elektrische apparatuur
- Elektrische uitrusting voor comfort en veiligheid van auto's

Taak: diagnose uitvoeren op een HV-accupakket via het OBD-hulpmiddel (onboard diagnostic tool) van de dealer.

Aangezien er hands-on aan HV-circuits wordt gewerkt, mogen alleen cursisten die geslaagd zijn voor een gecertificeerde cursus als EiP (electrically instructed person) dergelijke procedures uitvoeren.

Raadpleeg IO2 van het IG-project voor de juiste procedures om veilig te werken met een EV/HEV.



ONTWERPVORM	
Taak	<i>Problemen oplossen met besturingseenheden in HV-batterij via de diagnosesoftware van de dealer</i>
Leerdoelen	Foutopsporing HV-batterijregeleenheid, juiste demontage, reparatie, codering
Kennis op instapniveau (theoretisch)	Gevorderde kennis van mechanica, elektronica en software-interfaces
Betrokken harde vaardigheden	Correct gebruik van mechanisch en veiligheidsgereedschap (diagnosetester van de dealer, multimeter, handschoenen, mechanisch gereedschap en ander specifiek gereedschap); Correcte behandeling van gevaarlijke materialen (kit, verdunner)
Betrokken zachte vaardigheden	Engelse taal
Activiteiten & Procedure vereist op EQF-niveau (prognose)	III Niveau
Apparatuur en gereedschap	Multimeter, basisgereedschap voor demontage, beschermende kleding, gereedschapsset voor moersleutels, lekttestapparaat, dealersoftware, borstels. Gereedschap voor gebruik op HV moet voldoen aan EN IEC 60900:2019.
Andere betrokken professionele rollen	BEV/HEV specialist/supervisor
Supervisie en mentoractiviteiten	Overzicht van processen tijdens de lessen, inclusief voorbereiding & introductie van reparatieactiviteiten.



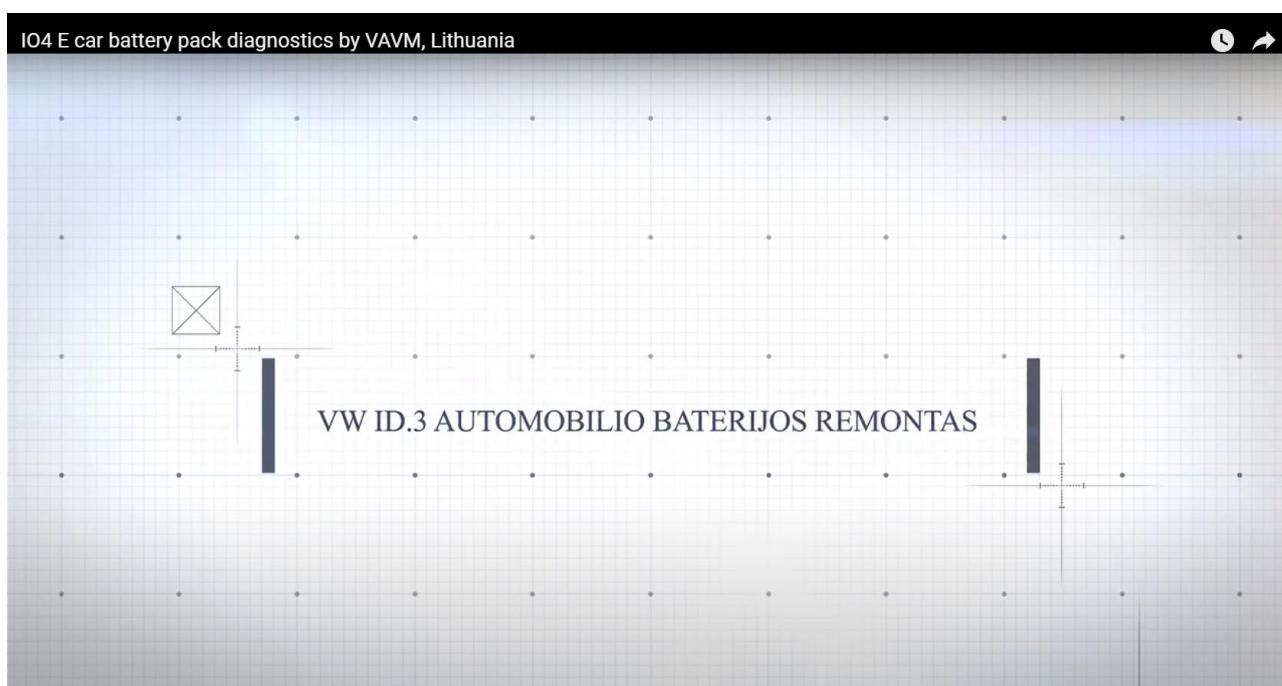
Co-funded by the
Erasmus+ Programme
of the European Union



Verwachte resultaten / Oplossing

Leerlingen weten hoe ze een diagnose moeten stellen, de reparatie moeten voorbereiden, het e-voertuig moeten repareren en alles weer correct in elkaar moeten zetten.

De tests werden uitgevoerd volgens de technische procedure die wordt weergegeven in de volgende [video](#) die beschikbaar is op het [officiële IG2 YouTube-kanaal](#) @innovationgarageerasmuspro1264:



Procedure:

- Het deksel van de HV-batterij verwijderen met gereedschap dat voldoet aan EN IEC 60900 en dat de operator kan isoleren van een spanning tot 1000 volt bij wisselstroom of 1500 volt bij gelijkstroom.

Het identificeren van de OBD-software van de dealer voor procedures met betrekking tot de criteria voor het werkbereik genaamd: "Hoogspanning controleren en accumodule(s) vervangen".

- Het serienummer van elke batterijmodule controleren om te bepalen welke moeten worden vervangen.

- Nadat u de aangetaste batterijmodules hebt geïdentificeerd, verwijdert u ze met een lift.



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

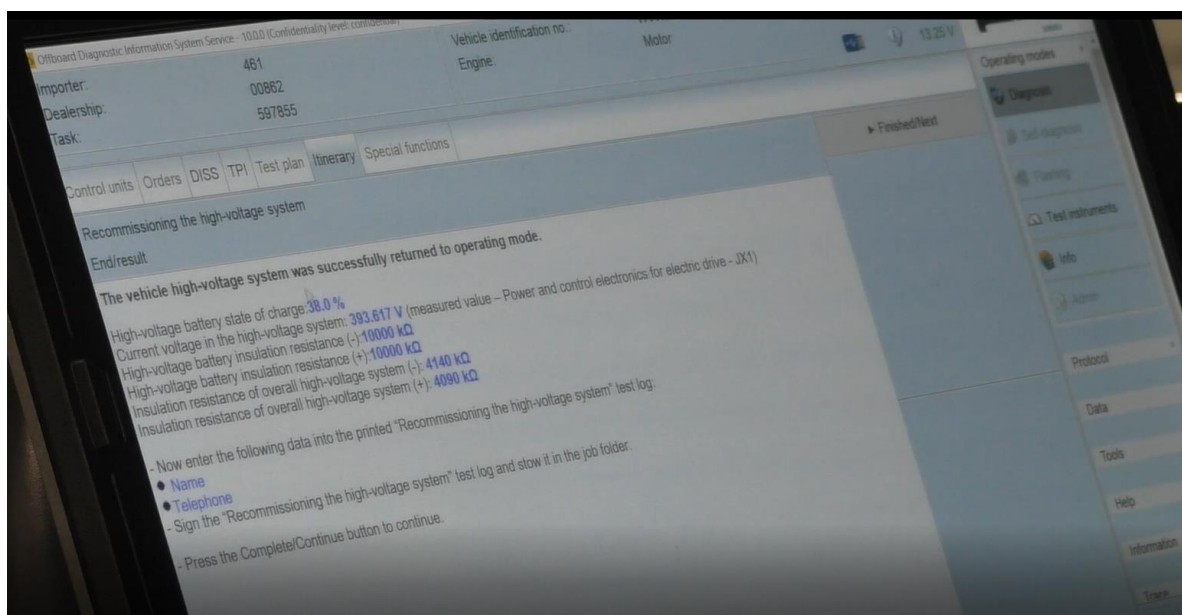


-De spanning van de accu testen met een multimeter: wanneer de spanning ongeveer 43,75 V is, wordt de gemiddelde spanning van de module berekend door de totale spanning te delen door 12, waardoor een gemiddelde waarde van 3,65 V wordt verkregen.

-Identificeren van mogelijke schade in het schuim dat het batterijdeksel afsluit: als er schade wordt geconstateerd, moet er nieuw schuim worden toegevoegd om een effectieve afdichting te garanderen.

-Nadat de procedure voor het vervangen van de batterijmodule is voltooid, sluit u het deksel met isolerend gereedschap en pompt u lucht naar binnen. Wacht 15 minuten en meet de druk met een manometer om er zeker van te zijn dat er geen lucht lekt.

Uiteindelijk geeft de OBD-software-interface de volgende parameters:





EVALUATIEFORMULIER

Prestaties van studenten

Studenten waren betrokken
en geïnteresseerd

JA

Studenten konden
theoretische kennis toepassen
op praktische taken

JA

Studenten konden taak
uitvoeren

JA

Studenten konden zelfstandig
werken

Gedeeltelijk

*Begeleiding van beroepsopleiders
was nodig*

Studenten waren zich bewust
van veiligheidsprocedures

JA

*Alleen elektrisch gestructureerde
mensen*

Studenten konden
diagnostische hulpmiddelen
gebruiken

Gedeeltelijk

*Er was begeleiding nodig om de
interfaces van de officiële
diagnosetools van de dealer
correct te interpreteren.*

Docenten en trainers beroepsonderwijs



Leerresultaten Hoe het gemakkelijker maken Hoe maak je het moeilijker	Bereikt Vooraf de juiste bedieningsprocedure leren via video Verschillende op te lossen fouten aan verschillende groepen leerlingen geven.
Verwachte resultaten	Bereikt
Instapkennis en -vaardigheden van de studenten Welke kennis of vaardigheden kunnen worden verbeterd?	Het algemene niveau was voldoende. Verschillende software-interfaces voor dealers introduceren
Uitrusting en gereedschap	Studenten gebruikten ze gedeeltelijk correct. Beschermingsmiddelen moeten zorgvuldiger worden gebruikt.
Supervisie & begeleiding Mogelijke verbeteringen	Effectief Het is mogelijk om meerdere "dummy" te hebben voor HV-batterijen. Op die manier kunnen meer studenten leren hoe ze HV-accu's moeten openen/sluiten/controleren.
Technici voor bedrijven	
Mate waarin de ontwikkelde vaardigheden overdraagbaar zijn op de arbeidsmarkt	Compleet



Suggestie voor verdere ontwikkeling	Uitbreiding van trainingsfaciliteiten met batterijen voor verschillende voertuigmodellen
Ontbrekende vaardigheden voor studenten:	Het vermogen om werkprocedures in de praktijk te brengen
Ontwikkeling van de rol van leerkrachten:	Meer verbindingen met het bedrijfsleven
Verdere voorbeelden van problemen met probleemoplossing in verband met het onderwerp	
EQF niveau 3	HV-systeem laden/ontladen
EQF niveau 4	Lekken van HV-batterij controleren
EQF niveau 5	Controle van HV-batterijregeleenheden in HV-batterij



Optie 5 - Diagnose van een HV-hulpaccu @ ITS MAKER Academy, Italië

Een dergelijk programma werd uitgevoerd door de EQF 5-niveau cursussen binnen de [Fondazione ITS Maker](#), gevestigd in Bologna, het opleiden van Hogere Technici in geavanceerde technologie, mechatronica en automotive velden.

Binnen de uitvoering van het IG2-project zijn er namelijk twee cursussen met e-mobiliteitsgerelateerde inhoud:

- Hogere Technicus in Hybride, Elektrische en Endothermische Motoren (EKK 5)
- Hogere Technicus in Elektrische en Aangesloten Auto's en Ondersteund Rijden (EKK 5)

Aangezien beide profielen hoge specialisatienormen beogen, die haalbaar zijn met een tertiaire opleiding na het algemene hoger secundaire certificaat (EQF 4), richt het huidige IO4-programma zich alleen op leerlingen in beroepsonderwijs en -opleidingen met voorkennis en vaardigheden:

- Elektrische schema's van voertuigcircuits
- Elektrische en elektronische technologieën en toepassingen
- Installatie- en onderhoudstechnologieën en -technieken

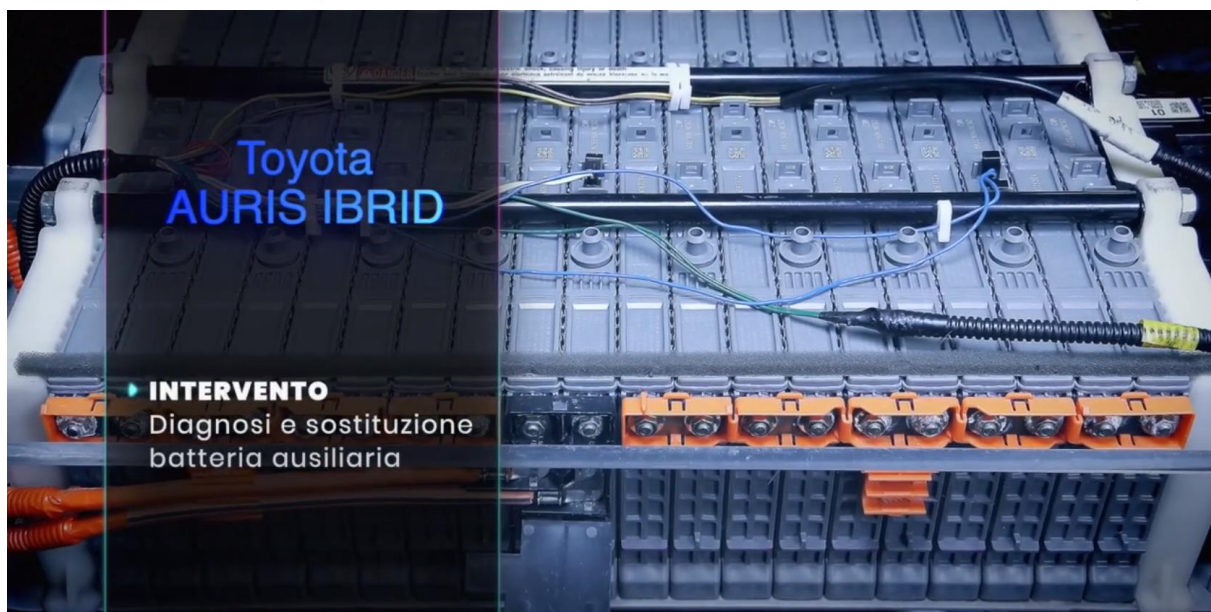
De IO4-opdracht uitgevoerd door de Fondazione ITS Maker cursus in hybride, elektrische en endothermische motoren gaat over diagnose van het HV-systeem van een Toyota Auris Hybrid voertuig.

ONTWERPVORM	
Taak	<i>Diagnose van de HV hulpaccu van een Toyota Auris Hybride voertuig</i>
Leerdoelen	Kennis van de verschillende voertuigspanningscircuits en hun componenten voor correct en veilig onderhoud.
Kennis op instapniveau (theoretisch)	Elektronica en elektrotechniek, symbolen en schema's van voertuigelektronica lezen



Betrokken harde vaardigheden	In het bezit zijn van een kwalificatie als elektrotechnicus of autronicus
Betrokken zachte vaardigheden	Veiligheidsvoorschriften toepassen, vooral die met elektrische risico's
Activiteiten en procedures vereist op EQF-niveau (prognose)	Bedrading en elektronische eenheden nauwkeurig assembleren
Apparatuur en gereedschap	Soldeerstation en diverse instrumenten voor het meten van wissel- en gelijkstroom
Andere betrokken professionele rollen	Fabrieksontwerpers, onderdelenfabrikanten en recyclingtechnici
Supervisie en mentoractiviteiten	Correct gebruik van meetapparatuur en veiligheidsvoorzieningen
Verwachte resultaten / Oplossing	Assembleren of herontwerpen van elektrische circuitonderdelen.

De tests werden uitgevoerd volgens de technische procedure die wordt weergegeven in de volgende [video](#) die beschikbaar is op het [officiële YouTube-kanaal van IG2](#) @innovationgarageerasmuspro1264:



Procedure:

1. Batterij ontmantelen

Allereerst moet de bestuurder precies kunnen vinden waar de HV-batterij zich in het e-voertuig bevindt. Documentatie is te vinden op [de website van Schede di Soccorso](#), een meertalige Zwitserse website die helpbestanden biedt met de structuur van de motor, de locatie van de accu en andere nuttige informatie over elk automerk.

Alleen in het Italiaans beschikbaar: [Scheda di Soccorso](#).

Nadat de batterij is gevonden, kan deze worden verwijderd volgens de veiligheidsprocedures die zijn beschreven in [Output 2](#) en [Output 3](#) van het huidige IG2-project van ITS Maker Academy.

2. Veiligheidsmaatregelen en individuele beschermingsmiddelen

Multimeters van klasse 3 en 4 moeten worden gebruikt als het om hoogspanning gaat. Ook luchtdichte isolatiehandschoenen van klasse 0 zijn nodig, evenals een veiligheidsbril en een gelaatsscherm om de gebruiker te beschermen tegen een vlamboog.

3. Spanning op HV-batterij controleren

Gebruik een multimeter en een 12-Volt accu om het gereedschap vooraf te testen. Ga nooit verder met het meten van de spanning op de HV-accu, omdat het niet zeker is dat de meting juist is. Meet dus eerst de spanning op een laagspanningsaccu, meet dan de spanning op de HV-accu en ga later terug naar de laagspanningsaccu. Als de derde meting hetzelfde is als de eerste, zijn alle metingen correct.



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



4. Besturing van hoogspanningsbatterijrelais

Sluit eerst het positieve relais aan en controleer het, en daarna het negatieve relais. De spanning moet 0 V zijn.

EVALUATIEFORMULIER

Prestaties van studenten

Studenten waren betrokken
en geïnteresseerd

JA

Studenten konden
theoretische kennis toepassen
op praktische taken

Gedeeltelijk

Studenten konden taak
uitvoeren

JA

Studenten konden zelfstandig
werken

Gedeeltelijk

*Er was begeleiding nodig van de
trainer*

Leerlingen konden fouten
vinden

Gedeeltelijk

*Er was begeleiding nodig van de
trainer*

Studenten waren zich bewust
van veiligheidsprocedures

JA



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



Studenten konden
diagnostische hulpmiddelen
gebruiken

Gedeeltelijk

*Er was begeleiding nodig om de
interfaces van de officiële
diagnosetools van de dealer
correct te interpreteren.*

Docenten en trainers beroepsonderwijs

Leerresultaten	Bereikt
Verwachte resultaten	Gedeeltelijk: het vergt meer oefening om ervaring op te doen
Instapkennis en -vaardigheden van de studenten	Deels voldoende. Leerlingen missen nog praktische vaardigheden
Uitrusting en gereedschap	Diepere kennis van de software van de dealers is nodig om effectief te kunnen werken
Supervisie & begeleiding	Effectief

Technici voor bedrijven

Mate waarin de ontwikkelde vaardigheden overdraagbaar zijn op de arbeidsmarkt	Compleet
---	----------



Suggestie voor verdere ontwikkeling	-
Ontbrekende vaardigheden voor studenten:	Het vermogen om werkprocedures toe te passen in de leeromgeving
Ontwikkeling van de rol van leerkrachten:	✓ Bredere toegang tot training of bijscholing voor docenten ✓ Er moeten meer bedrijfstrainers worden aangesteld voor beroepsonderwijs en -opleiding
Verdere voorbeelden van problemen met probleemoplossing in verband met het onderwerp	
EQF niveau 3	Theoretische kennis van systemen en kennis van de belangrijkste systemen volgens de niveaus
EQF niveau 4	In staat zijn om systeemkalibraties uit te voeren en defecte of beschadigde onderdelen te vervangen
EQF niveau 5	De hoofd-ECU kunnen coderen en een afstelling en kalibratie van de systemen kunnen uitvoeren



3. Feedback van leerlingen in beroepsonderwijs en -opleidingen verzamelen

Zoals vermeld in de IO1 paper over het ontwerpen van een pilot Train-de-Trainers programma over e-mobiliteit, is een relevant onderdeel van het programma zelf het verzamelen van feedback van de deelnemers over zowel hun waardering als hun zelfevaluatie over de trainingservaring.

De vragen kunnen variëren afhankelijk van de leerdoelen van het experiment en het EKK-niveau van de aanbieder van beroepsonderwijs en -opleiding, maar in het algemeen moet aan de volgende criteria worden voldaan om feedbackvragenlijsten te kunnen afnemen om de impact van de trainingsactiviteiten te meten:

- formulieren moeten anoniem worden verzameld om ervoor te zorgen dat respondenten vrij zijn om hun oprechte en eerlijke feedback over het trainingsprogramma te geven, op papier of digitaal;
- vragen kunnen meerkeuzevragen zijn of op een schaal, maar in elk geval moet er ruimte zijn voor verdere opmerkingen of commentaar;
- de mate waarin de opleidingswerkplek studenten heeft geholpen bij het ontwikkelen van e-mobiliteitsvaardigheden moet worden beoordeeld;
- de effectiviteit van de mentorschap- of toezichtactiviteiten moet worden beoordeeld;
- Er moet worden beoordeeld in welke mate de deelnemers dankzij hun voorkennis en vaardigheden het meeste uit het trainingsprogramma konden halen;
- de perceptie, aan de kant van de lerenden, van de feitelijke ontwikkeling van e-mobiliteitsvaardigheden moet worden beoordeeld;
- de mate waarin leerlingen denken goed voorbereid te zijn op de overstap naar de arbeidsmarkt.

Voorbeelden van de verzamelde feedback zijn te zien in de grafieken hieronder, die genderloze geaggregeerde gegevens weergeven van alle betrokken landen en EQF-niveaus.

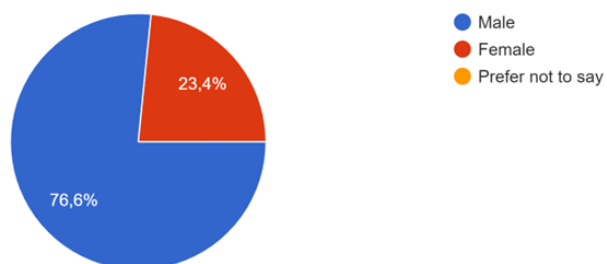
Antwoorden met een schaal van 1 tot 5 betekenen dat respondenten werd gevraagd de zin in de vragen te beoordelen met een score van 1 (absoluut niet) tot 5 (absoluut wel).



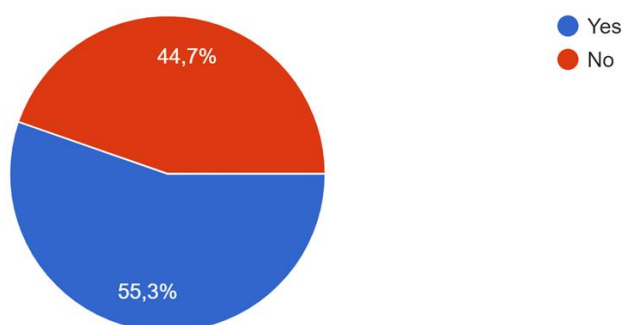
Co-funded by the
Erasmus+ Programme
of the European Union



Your gender



I already took classes in electro-mobility or HEV/BEV before participating in the project

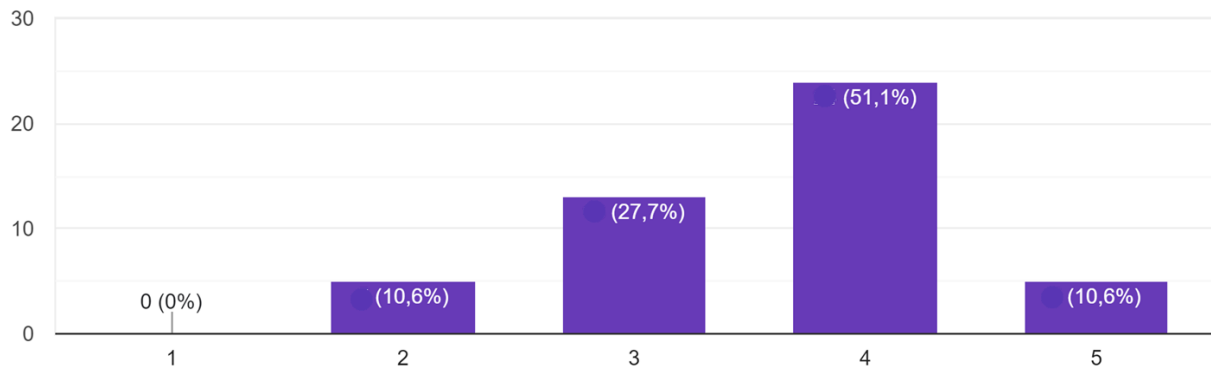




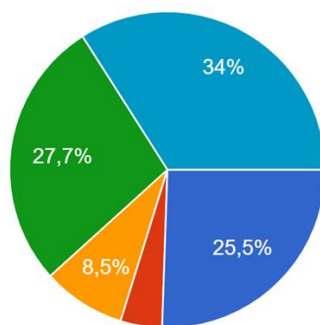
Co-funded by the
Erasmus+ Programme
of the European Union



I think my previous knowledge & skills level was enough for me to take part in HEV/BEV testing



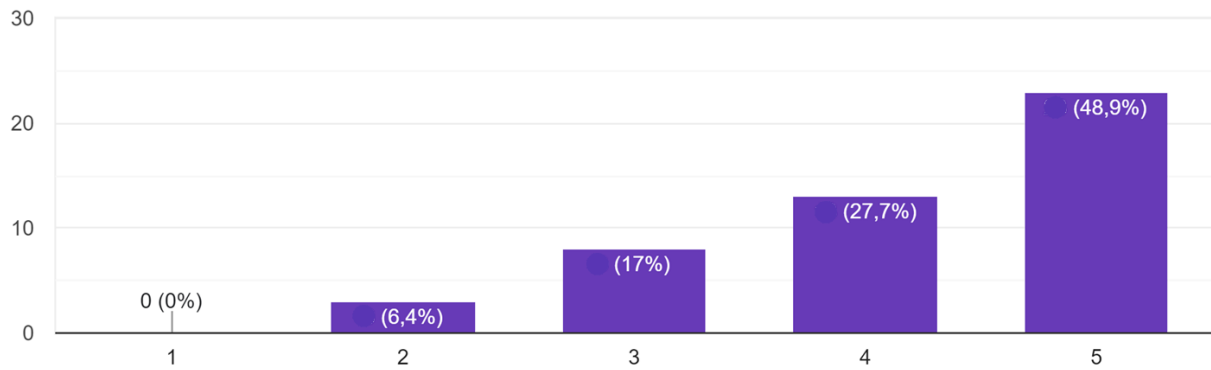
Which of the following was most helpful for you to make the most out of the HEV/BEV testing?



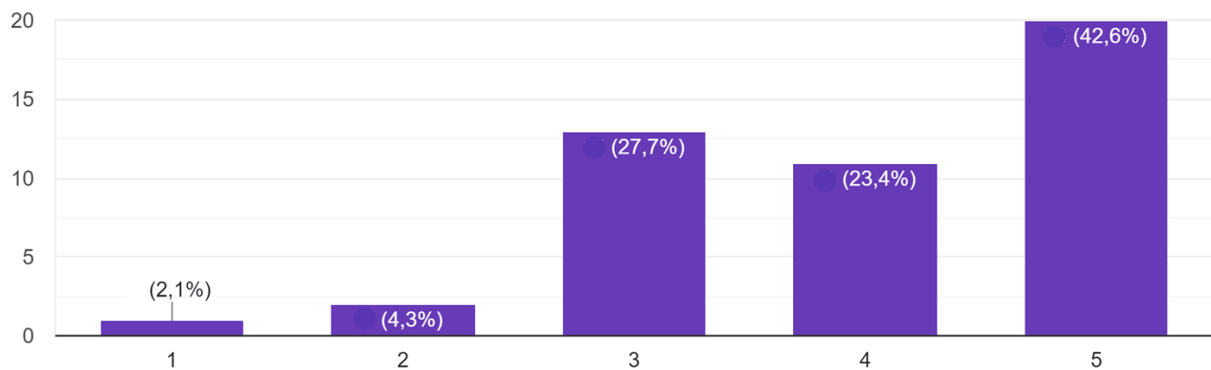
- General Knowledge of vehicle's engine
- General Mechanics
- Physics
- Electronics / Mechatronics
- Electrical Wiring Schemes
- All the above



After the testing, I think I developed knowledge and skills about how a to work safely on an HEV/BEV vehicle

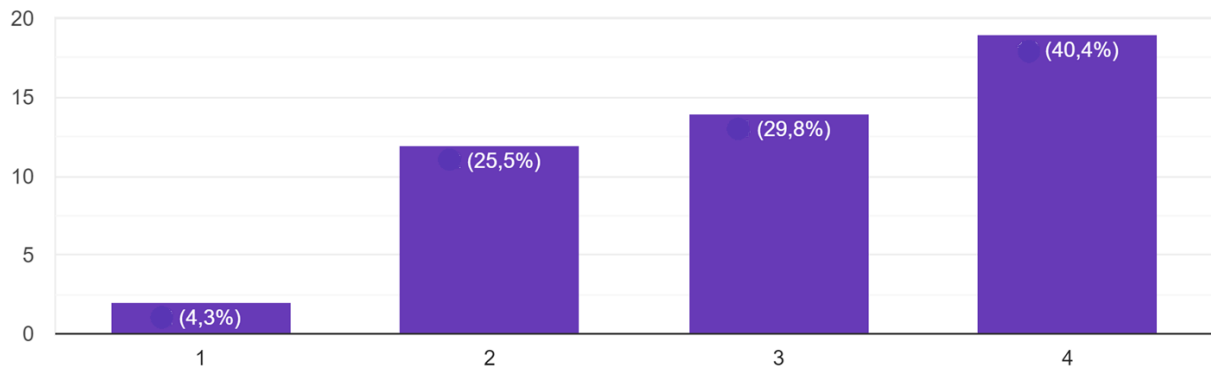


I think I can read electrical circuit wiring schemes

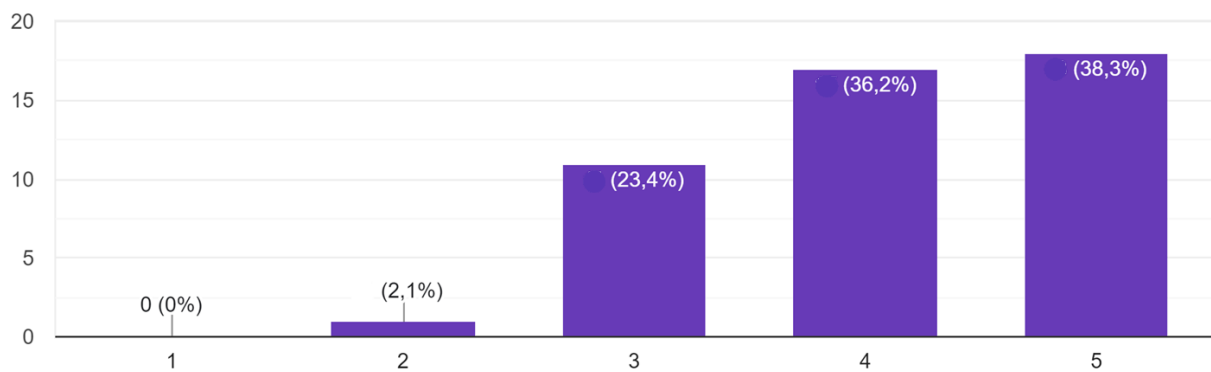




I developed knowledge and skills about ECU - Engine Control Units circuits damage & repair

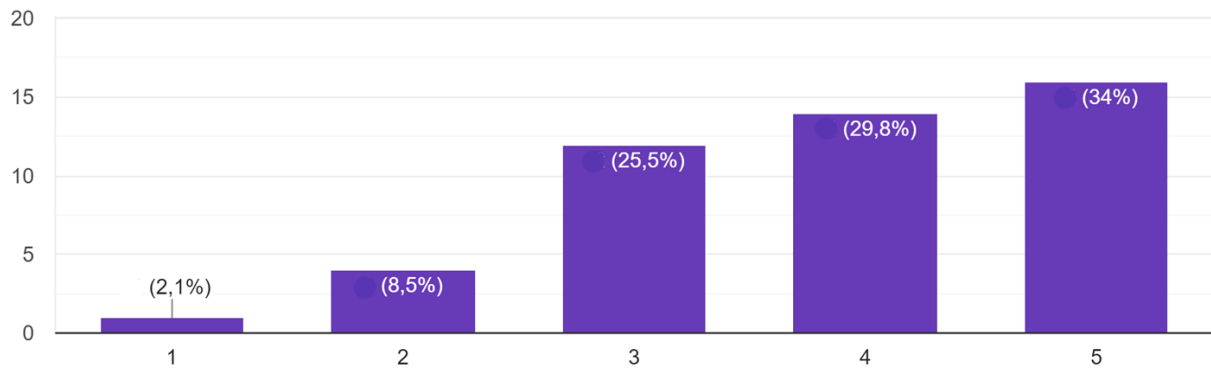


I developed knowledge and skills about ADAS calibration and diagnostics

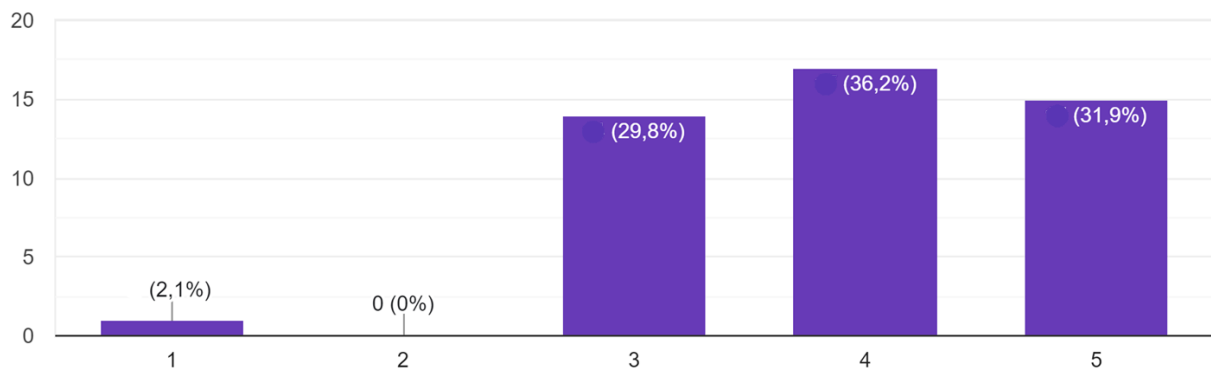




I developed knowledge and skills about how to perform failure diagnosis & repair in a EV/HEV system

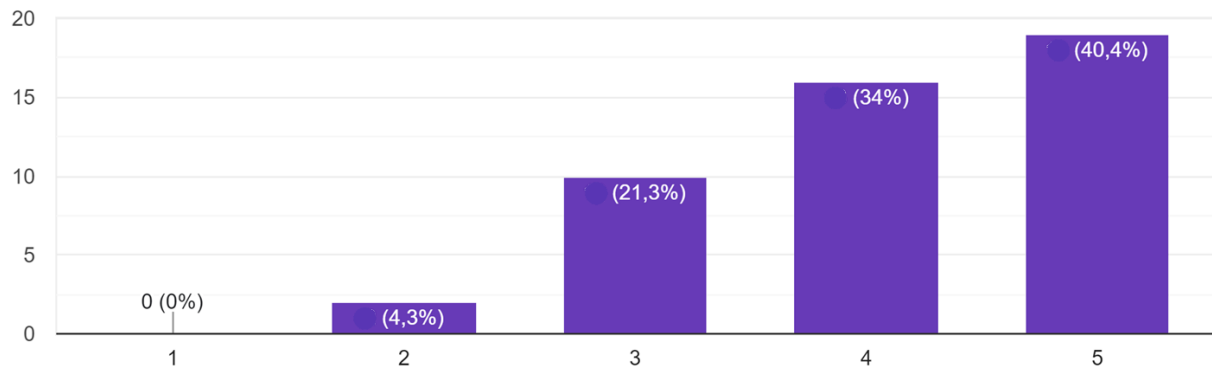


I developed knowledge and skills about assisted braking systems in a EV/HEV system

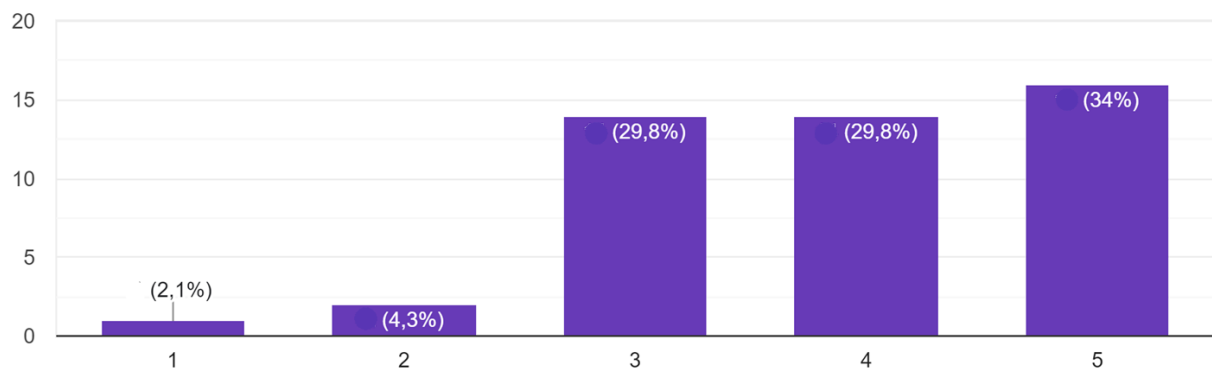




I developed knowledge and skills about EV/HEV battery



I developed skills in using EV/HEV diagnostic tools

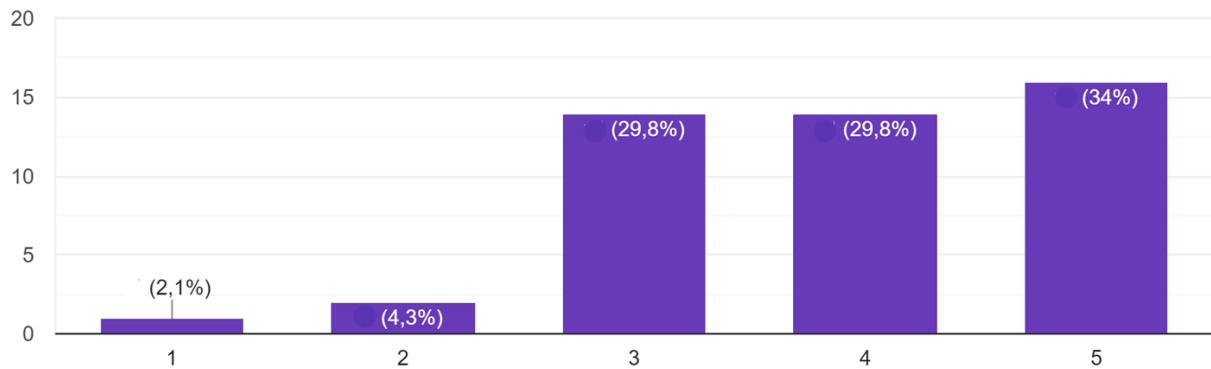




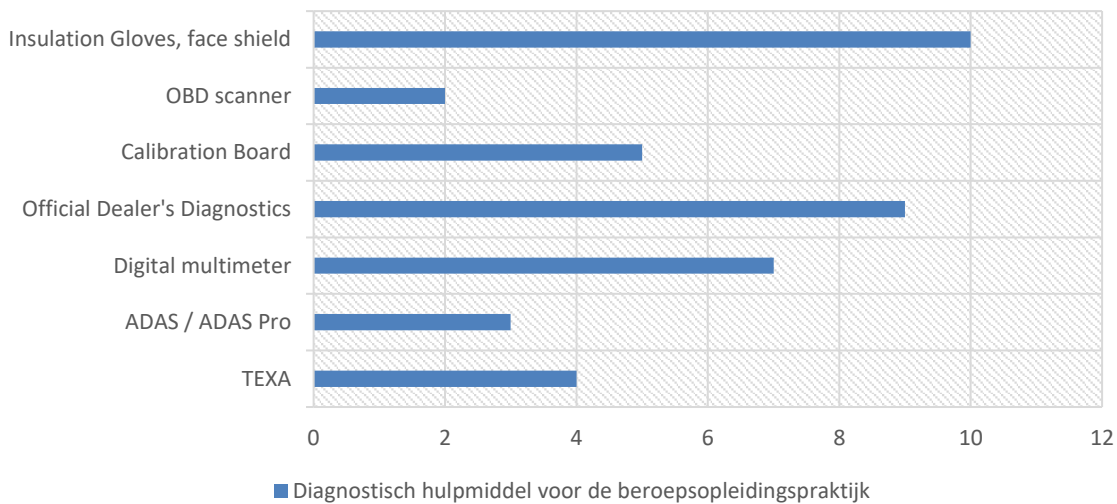
Co-funded by the
Erasmus+ Programme
of the European Union



I developed skills in using EV/HEV diagnostic tools

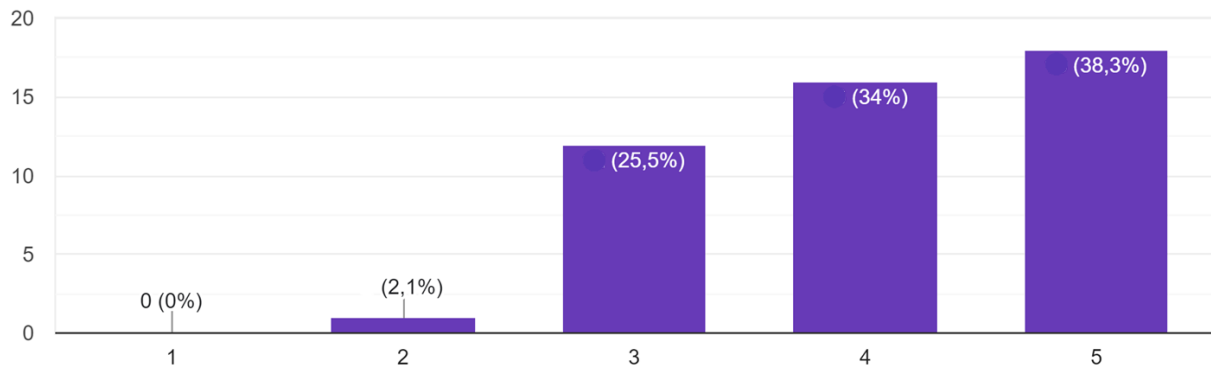


% Diagnostisch hulpmiddel voor de beroepsopleidingspraktijk

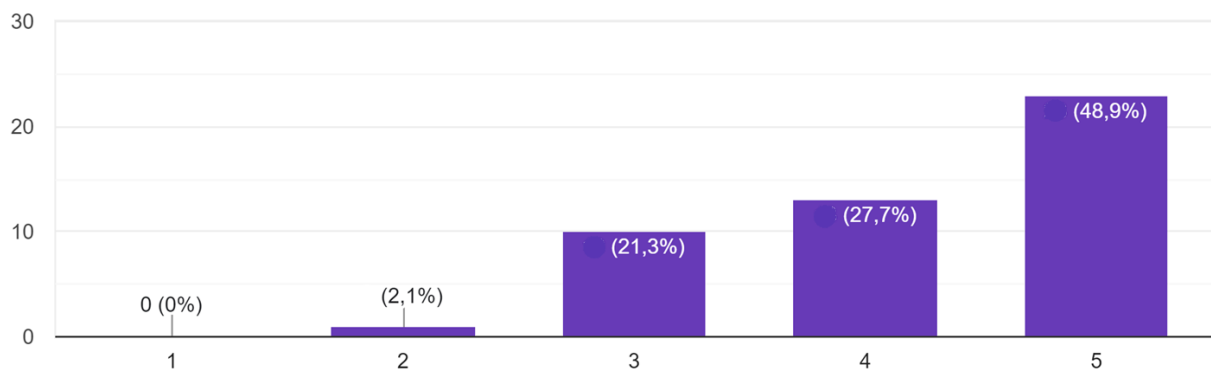




I think I have better ideas about how a company workplace or a production plant or car workshops works



Thanks to the testing, I think I am better prepared for the automotive job market





Conclusie: voor wie is dit document bedoeld?

Dit document is het resultaat van Intellectual Output 4 van het Erasmus+ project "Innovation Garage of Garages", gericht op het ontwikkelen van groene vaardigheden voor de automobielsector op het niveau van beroepsonderwijs en -opleiding.

Het specifieke doel van een dergelijk document is om richtlijnen te geven voor docenten en opleiders in beroepsonderwijs en -opleidingen die hybride of elektrische motoren, hoogspanning en hun componenten willen introduceren als een modulair of geïntegreerd traject binnen mechanica- of autocursussen.

De speciale voetafdruk van het project wordt gevormd door het feit dat meerdere actoren gezamenlijk de inhoud van de training, de lay-out van de werkplek en de instrumenten ontwerpen, evenals de organisatorische details van de didactische methodologie (rollen van trainers, facilitators, evaluatie- en beoordelingscriteria). Aangezien "Innovation Garage" een wereldwijde methodologie is om bottom-up innovatie met meerdere belanghebbenden te introduceren op de werkplek, is dit project gericht op het vernieuwen van de manier waarop "workshops" of "garage"-trainingen gewoonlijk worden uitgevoerd.

Dit is dus slechts een voorstel dat moet worden aangepast met specifieke inhoud in overeenstemming met de beoogde leerlingen en de reguliere opleidingen binnen een beroepsonderwijs- en -opleidingsorganisatie.

IO4-papier is geschikt voor docenten en trainers op I-VET-niveau (scholen, opleidingscentra voor jongeren of volwassenen) van EQF-niveaus 3-4, of zelfs voor H-VET op EQF 5-niveau (tertiair onderwijs anders dan universitair niveau). Niettemin kunnen managers, technici of trainers op bedrijfsniveau betrokken zijn bij e-mobiliteitstrainingen - in productiebedrijven, reparatiewerkplaatsen of dealers - wanneer werknemers hun vaardigheden op het gebied van het beheer en onderhoud van HV-batterijen, HEV/EV-voertuigen en hun onderdelen moeten ontwikkelen of verbeteren.



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



Project nr. 2020-1-IT01-KA202-008555

"Innovation Garage of Garages"

IO5 – Intellectual Output 5

Trainingsprogramma voor het updaten, onderhouden en repareren van avionica aan boord, gebaseerd op de methodologie van werkend leren in de innovatiegarage

Type uitvoer: Open / online / digitaal onderwijs

OER - Open leermiddelen

Voorwaarden voor hergebruik:
Creative Commons Share Alike 4.0





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



Trainingsprogramma voor onderhoud van avionica's op EV/HEV

Taal: Dutch

Auteur:

“Innovation Garage of Garages” Partnership

Coördinator: Cisit Parma scrl, Italië



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



Inhoudsopgave

Intro: het leermodel	4
1. Referentie van Output 5 e-mobiliteitsvaardigheden aan de huidige beroepskwalificatiekaders	7
2. Het ontwerpen, testen en evalueren van de resultaten van trainingsprogramma's over onderhoud en diagnose van elektronische of avionicasystemen in EV/HEV.	9
3. Feedback van leerlingen in beroepsonderwijs en -opleidingen verzamelen	45
Conclusie: voor wie is dit document bedoeld?	54



Intro: het leermodel

Aangezien aanbieders van beroepsonderwijs en -opleiding nauw samenwerken met de industriële sectoren, vooral in de automobielsector, is training op de werkplek de meest waardevolle troef waarover onderwijsinstellingen beschikken om werkgerelateerde vaardigheden te ontwikkelen, wat de overgang van lerenden naar de arbeidsmarkt vergemakkelijkt.

In deze optiek heeft het project "Innovatiegarage van garages" (hieronder "IG2" genoemd) als doel om aanbieders van beroepsonderwijs en -opleiding en autobedrijven samen te brengen (bouwbedrijven, OEM-fabrikanten, dealers, autoreparatiewerkplaatsen) om samen opleidingstrajecten en leeromgevingen te ontwerpen die geschikt zijn voor de ontwikkeling van groene mobiliteitsvaardigheden, in termen van:

a-leerdoelen & inhoud;

b-layout van de trainingswerkplek;

c-gereedschap, machines en apparatuur.

Volgens het overzicht van de groene vaardigheden en functieprofielen binnen de Automobielsector, geïdentificeerd in het IO1-document, zijn de 5 belangrijkste werkprocessen waar het IG2-project zich mee bezighoudt:

IO2: Installatie en montage van EV/HEV-motoren

IO3: Onderhoud van EV/HEV-motoren

IO4: Configuratie en kalibratie van avionicasystemen in e-voertuigen

IO5: Onderhoud van avionicasystemen in e-voertuigen

IO6: Dienst na verkoop en veiligheidskwesties in verband met EV's/HEV's

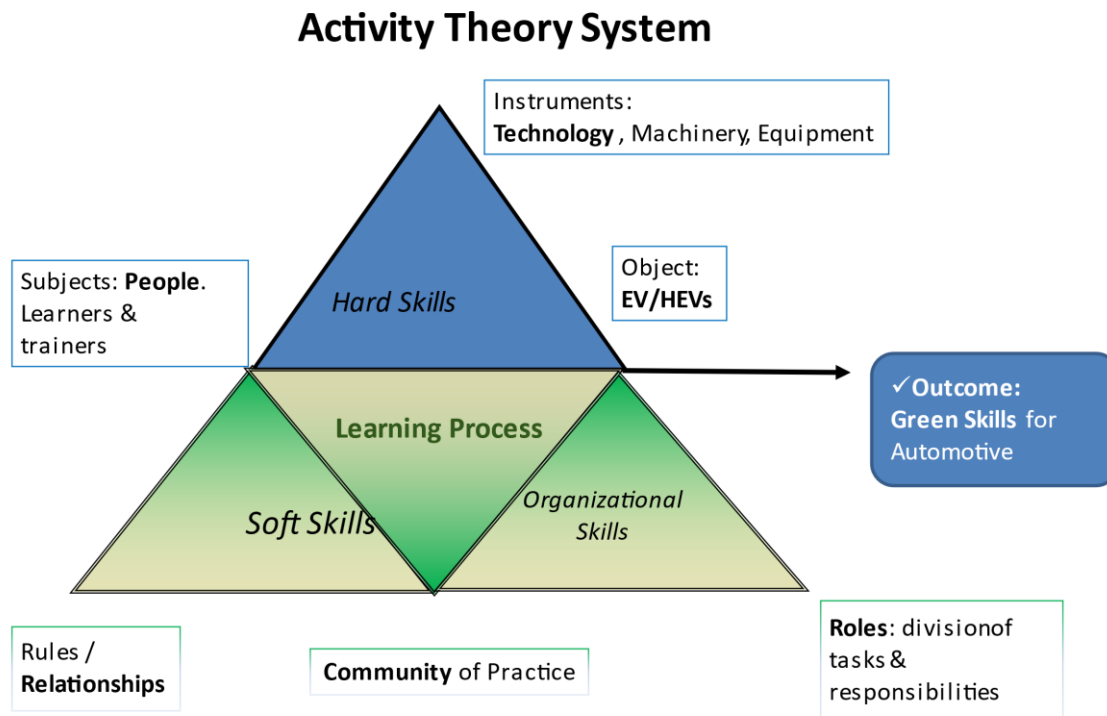
De trainingsomgeving moet praktijkleren toegankelijk en inclusief maken, en studenten moeten leren van werkprocessen en organisatiestructuur, en technologische middelen gebruiken die layout van de echte werkplek zo dicht mogelijk benaderen.

Dit is wat het IG2-partnerschap "gesitueerd leren" is gaan noemen, waarbij de dynamiek van een opleidingsomgeving wordt geïdentificeerd die is uitgerust met technologische hulpmiddelen, waar leerlingen worden ondergedompeld in een productief proces dat wordt geleid door supervisors die een begeleidende en leidende rol spelen, gericht op de productie van een bepaald product.

Het leermodel dat ten grondslag ligt aan de projectmethodologie is het "Activity Theory" raamwerk van Yrjö Engeström (1987/2015), dat de derde generatie academische onderzoekers vertegenwoordigt die dit



onderwerp bestuderen, na de bijdragen van de cultuurhistorische psychologie van de Russen Vygotsky tot Leontyev.¹



Volgens dit model bestaat het totale leerproces uit twee hoofddimensies: de meeslepende ervaring van het daadwerkelijk uitvoeren van een bepaalde activiteit of van het produceren van een echt product binnen een bepaalde omgeving, zoals het schoollaboratorium of de trainingsfaciliteit, of de werkplek zelf. Dit is de dimensie waarin de harde vaardigheden van e-mobiliteit worden ontwikkeld, dankzij de interactie van 3 hoofdelementen: mensen (lerenden & trainers) als *onderwerp* van het proces; gereedschappen (zoals technologie, apparatuur en machines) als *instrumenten* die het leerproces verwezenlijken; het *elektrische/hybride voertuig* of een of meer van zijn onderdelen, als het *object* van het leerproces zelf. Het resultaat van de interactie van deze 3 elementen is het verwachte leerdoel zelf voor de relevante tests, of, meer in het algemeen, de groene vaardigheden voor de automobielsector.

Onder de bovenste driehoek plaatst de activiteitentheorie het verborgen of ontastbare deel van het leerproces, dat te maken heeft met de ontwikkeling van alle zachte vaardigheden die gepaard gaan met

¹ Zie voor een inleidende documentatie over het "Activity Theory" systeem:

- Andy Blunden "[Engeström activiteitstheorie en sociaal systeem](#)", 2015
- Oliver Ding, [Yrjö Engeström: het activiteitensysteemmodel](#), 2021



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



interactie binnen een complexe organisatie van mensen. Dit is wat er gebeurt met werknemers in een bedrijf, maar werkplekleren of werkpleksimulatie weerspiegelt eigenlijk dezelfde dynamiek. Op een autoproductielocatie of in een autoreparatiewerkplaats, bijvoorbeeld, krijgen werknemers verschillende rollen, verantwoordelijkheden en taken toegewezen die de interpersoonlijke relaties daar feitelijk vormgeven. Leerlingen in beroepsonderwijs en -opleiding, hetzij in hun initiële opleiding op school, hetzij betrokken bij levenslange en voortgezette opleiding op het werk, worden ondergedompeld in een praktijkgemeenschap, waar kennis, vaardigheden en gedrag worden gedeeld, bevorderd, beloond of zelfs verworpen.

Het IG2-project, dat aanbieders van beroepsonderwijs en -opleiding en bedrijven samenbrengt, richt zich op het gezamenlijk ontwerpen van leerervaringen voor de ontwikkeling van e-mobiliteitsvaardigheden, rekening houdend met een dergelijk gedrags- en organisatorisch leermodel.



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



1. Referentie van Output 5 e-mobiliteitsvaardigheden aan de huidige beroepskwalificatiekaders

Output 5 van het IG2-project is gericht op de ontwikkeling van vaardigheden met betrekking tot **onderhoud, reparatie en diagnose van elektronische circuits (inclusief hoogspanningsaccu's) en avionicacircuits**, zoals **ondersteunde of autonome** aandrijfsystemen en van relevante **subcomponenten, in elektrische of hybride voertuigen**.

Volgens IG2-partners kunnen dergelijke taken variëren van eenvoudige en elementaire taken, die haalbaar zijn voor EQF 3-operatoren of zelfs lager, bijv. C-VET-operatoren die EQF2-beroepskwalificaties behalen, tot technische of toezichthoudende rollen (EQF 4 - EQF 5).

Output 5, die het train-de-trainersprogramma schetst voor docenten in beroepsonderwijs en -opleidingen die e-mobiliteit in hun didactische cursussen willen introduceren, verzamelt de beroepskwalificaties in de automobielsector volgens het ESCO-kader en op basis van de functieprofielen en vaardigheidskaarten die zijn ingedeeld door de Erasmus+ Sector Skills Alliances [DRIVES](#) 591988-EPP-1-2017-1-CZ-EPPKA2-SSA-B (voor de algemene automobielsector) & [ALBATTs](#) 612675-EPP-1-2019-1-SE-EPPKA2-SSA-B (specifiek voor de batterijsector).

Volgens deze classificaties verwijst Output 5 naar de volgende functierollen die passen bij de EV/HEV-motorassemblageactiviteiten:

Auto-accutechnicus		Batterij Productie Technicus
Batterijassemblage		Assemblagetechnicus batterijmodule
Technicus accutest		Kwaliteitstechnicus batterijen
		Technicus batterijrecycling
Technicus luchtvaartelektronica	ADAS /ADF test- en validatietechnicus	



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



	Expert op het gebied van sensorfusie	
	Technicus Connected Vehicles	
	Cybersecurity tester voor auto's	
	Hooggeautomatiseerde aandrijftechnicus	
Assembleur elektronische apparatuur	Automotive Mechatronica Expert	
Inspecteur elektronische apparatuur		
Assembleur voertuigelektronica	Robottechnicus	
	Technicus voorspellend onderhoud	
Technicus micro-elektronica	Functionele veiligheid [ingenieur/technicus]	

Van alle aan e-mobiliteit gerelateerde beroepskwalificaties die ESCO, DRIVES en ALBATTs hebben samengesteld, zijn de hierboven genoemde kwalificaties op zijn minst gedeeltelijk te relateren aan de opleidingsprogramma's die zijn ontworpen en getest door het IG2 VET-aanbiedersconsortium en die in de hoofdstukken hieronder worden beschreven.



2. Ontwerpen, testen en evalueren van de resultaten van trainingsprogramma's over onderhoud - diagnose van elektronische of avionica circuits in EV/HEV

Tijdens de proeffase van het IG2-project (Output 1) waren de partners het erover eens dat de basisstructuur van elk themaspecifiek programma over e-mobiliteit zou moeten beginnen met een gezamenlijke ontwerpfase tussen bedrijfsleven en beroepsonderwijs en -opleiding, inclusief:

- leerdoelen identificeren,
- kennis- of vaardigheidsvereisten vaststellen voor leerlingen in beroepsonderwijs en -opleidingen,
- vaststellen welke werkprocedures moeten worden geïmplementeerd,
- de inrichting van de trainingswerkplek en de benodigde gereedschappen/apparatuur,
- beslissen over de verwachte resultaten van het oplossen van problemen,
- het vaststellen van toezichthoudende en begeleidende rollen

Aanbieders van beroepsonderwijs en -opleiding kregen geen prescriptieve regels over welk relevant onderwerp gekozen zou moeten worden voor een trainingsprogramma over EV/HEV-motorassemblage of -installatie. Er zijn meestal meerdere redenen die de keuze van het onderwerp beïnvloeden en de volgende criteria moeten in overweging genomen worden bij het evalueren van de mogelijke opties:

- a) of de aanbieder van beroepsonderwijs en -opleiding al dan niet specifieke opleidingsmodules of inhoud over EV's/HEV's in het institutionele aanbod opneemt;
- b) het EQF-niveau van de opleiding waar e-mobiliteit voor het eerst moet worden onderwezen of geïntroduceerd;
- c) het algemene niveau van technische kennis en vaardigheden van de beoogde lerenden, evenals hun gedrags- en communicatievaardigheden en/of hun potentieel kansarme profiel

Wat punt a) betreft, is dit absoluut het belangrijkste en belangrijkste criterium dat de keuze van de opleiders voor beroepsonderwijs en -opleiding zou moeten bepalen: zijn de leerlingen al opgeleid in veiligheidsmaatregelen rond HV-batterijen en elektrische of hybride motoren? Zijn de leerlingen al in staat om de elektrische schema's van de auto te lezen? Zijn ze al vertrouwd met de structuur en de onderdelen van verbrandingsmotoren?

Als dit het geval is, is het waarschijnlijk een goede keuze om je te verdiepen in specifieke onderwerpen voor EV/HEV-motoren, zoals het controleren van elektrische isolatie of HV-batterijmodules, of het kalibreren van ADAS-systemen, boordcamera's en radars. Aan de andere kant mogen leerlingen die niet getraind zijn in



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



elektrische risico's nooit hands-on werken met HV-batterijen. Dit gebeurt in het hoger secundair onderwijs op EQF 3- of EQF 4-niveau, waar leerlingen alleen werken aan het mechanische gedeelte van motoren. In dit geval moeten leerlingen in de eerste plaats verplichte elektrische veiligheidscursussen volgen, en demolessen over HV-batterijen waarbij trainers de juiste procedures voor batterijbeheer laten zien zonder dat leerlingen erbij betrokken zijn, of het gebruik van elektronische panelen die het motormechanisme simuleren of de schakelaars van sensoren die de circuits van de auto regelen, zijn goede voorbeelden van inleidende activiteiten.

Bovendien moeten trainers in beroepsonderwijs en -opleiding rekening houden met het algemene profiel van de betrokken doelgroepleerlingen:

-EQF-niveau van de cursus en eerder opgedane kennis en vaardigheden van studenten

-de leeftijd van de lerenden: gaat het om jongeren in het initiële onderwijs of om werknemers die bezig zijn met een bijscholings- of omscholingscursus binnen C-VET-opleidingstrajecten?

-de algemene levenslange achtergrond van de betrokken leerlingen: is er enige vorm van potentiële achterstand vertegenwoordigd in de leergroep?

Dit kan gaan van fysieke of cognitieve handicaps tot migrantenachtergronden of taalbarrières waardoor studenten de leermogelijkheden niet ten volle kunnen benutten, of zelfs leeftijdsbarrières in het geval van ondergekwalficeerde werknemers van boven de 50 die hun vaardigheden moeten verbeteren om hun baan niet te verliezen. In elk van deze gevallen moeten opleiders speciale regelingen treffen om een zo inclusief en drempelvrij mogelijke opleidingsomgeving te kiezen. Als een cursist een fysieke beperking heeft, moet de werkplek zo worden ontworpen dat de cursist tijdens de hele test veilig is en toch de werkprocedures kan zien of sommige ervan kan bedienen volgens de procedures voor werkveiligheid en volgens wat de medische omstandigheden toestaan. In het geval dat de leerling een lichte cognitieve beperking heeft, moeten trainers in beroepsonderwijs en -opleiding het experiment zo ontwerpen dat taken worden toegewezen aan kleine teams van leerlingen met een aangewezen leider met een verdeelde taakverdeling, zodat iedereen betrokken kan zijn bij het experiment met verschillende moeilijkheidsgraden of verantwoordelijkheden.

Teamwerk en praktisch leren zijn vooral aan te raden en effectief in het geval van migrantenleerlingen met weinig kennis van de lokale taal, aangezien grafische of synthetische werkprocedures helpen om onderwerpen of taken sneller te begrijpen dan een theoretische frontale les.

Evaluatie. Als onderdeel van de resultaten van het O1 train-de-trainer programma, stelden de IG2 projectpartners een protocol op voor de evaluatie van het testen op de werkplek, om te beoordelen in hoeverre het programma zelf succesvol was voor leerlingen in beroepsonderwijs en -opleidingen om e-mobiliteitsvaardigheden te ontwikkelen. Een dergelijke beoordeling bestaat uit een eenvoudig formulier met vragen die zowel aan docenten of opleiders in beroepsonderwijs en -opleidingen als aan bedrijfstechnici zijn gericht, aangezien de training op de werkplek voor beide onderdelen gezamenlijk moet worden ontworpen.

Docenten of trainers moeten beoordelen:



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



- of de leerdoelen al dan niet gehaald zijn,
- of de werkgerichte testen al dan niet de verwachte resultaten opleverden,
- in welke mate de verwachte kennis en vaardigheden al dan niet zijn verworven door de studenten,
- of de diagnostische hulpmiddelen wel of niet goed zijn gebruikt,
- of de supervisie- en mentoractiviteiten al dan niet toereikend waren om lerenden de begeleiding te geven die ze nodig hadden.

Als dit relevant is, kunnen leerkrachten ook aanvullende informatie geven over de belangrijkste moeilijkheden die werden overwonnen, welke taken ontbraken of niet correct werden uitgevoerd tijdens het experiment, en suggesties geven over hoe het experiment makkelijker of moeilijker kan worden gemaakt, afhankelijk van het profiel van de leerling.

Aan de andere kant moeten bedrijfstechnici beoordelen in welke mate de kennis en vaardigheden die studenten dankzij zo'n trainingsservaring hebben ontwikkeld, inderdaad nuttig en overdraagbaar zijn op de arbeidsmarkt. Bovendien kunnen bedrijfstechnici ook verdere voorbeelden geven van probleemoplossing en diagnose-experimenten over vergelijkbare onderwerpen, waarvan zij denken dat ze leerlingen kunnen helpen om ontbrekende vaardigheden te ontwikkelen over het werken aan EV's/HEV's op verschillende EQF-niveaus.

Laten we eens kijken naar voorbeelden van de trainingsprogramma's die elk landenteam dat deelneemt aan het IG2-project heeft ontworpen en getest.

Optie 1 -ADAS onderhoud & toepassingsproblemen bij IIS A. Ferrari, Maranello, Italië (EQF 3-4 niveaus)

Dergelijke taken werden uitgevoerd door studenten die de technische en beroepsopleidingen (EQF 4) volgden aan het [IIS "A. Ferrari"](#) in Maranello (Modena, Italië).

Op basis van de leerdoelen van het project - studenten vertrouwd maken met elektrische en hybride voertuigen, batterijen en motoren - werden de volgende opleidingen het meest geschikt bevonden om de experimenten van het IG2-project uit te voeren:

Onderhoud en technische bijstand (EQF 4)

Technicus voor de bouw van transportmiddelen - wegvoertuigen (EQF 4)

Op een dergelijk niveau volgen studenten verplichte cursussen over veiligheid op het werk - zowel algemene veiligheidsaanbevelingen op het werk als specifieke mechanica- en elektrische risicotraining, maar gezien hun jonge leeftijd worden ze meestal niet opgeleid tot EIP (electrically instructed person) en kunnen ze niet werken met hoogspanningsbatterijen of -circuits.

Toch is het mogelijk om theoretische kennis te introduceren over wat ADAS is, de belangrijkste functies en technologie en de relevante Europese en nationale wetgeving. Op dit niveau is het misschien ook mogelijk



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



om studenten te laten werken aan de kalibratie van echte elektronische systemen zoals ADAS, op voorwaarde dat er geen elektrische spanning op staat.

ADAS is een acroniem dat staat voor Advanced Driver Assistance System en voorziet in 6 verschillende automatiseringsniveaus, variërend van helemaal geen hulp tot volledig autonoom rijden - momenteel nog niet wettelijk toegestaan in Europa.

Volgens de definitie van de Europese Unie² staat ADAS bekend als een "*intelligent veiligheidssysteem in een voertuig dat de verkeersveiligheid kan verbeteren door botsingen te vermijden, de ernst van een botsing te beperken en te beschermen en door automatisch na een botsing een botsing te melden; of als geïntegreerde systemen in een voertuig of in de infrastructuur die bijdragen aan sommige of alle van deze botsingsfasen. Meer in het algemeen zijn sommige systemen ter ondersteuning van de bestuurder bedoeld om de veiligheid te verbeteren, terwijl andere comfortfuncties zijn*".

In Output 4 bestudeerden leerlingen wat ADAS-systemen zijn en hoe ze de bestuurder kunnen helpen bij het voorkomen van potentiële risico's tijdens het rijden, zoals het raken van obstakels op de weg, plotselinge ziekte of slaperigheid. In al deze situaties bieden ADAS-systemen extra hulp en assistentie aan de bestuurder door middel van noodremsystemen, rijstrookassistentie en rijstrookcamera-functies, waardoor dodelijke botsingen en verwondingen worden voorkomen.

In Output 5 richtten leerlingen zich op een dubbel perspectief:

-probleem van de toepasbaarheid van ADAS-systemen en wettelijke regels in Italië en Europa. Hoewel de technologie volledig autonome aandrijfsystemen mogelijk maakt, zijn autonome voertuigen nog niet volledig legaal in Europa. Vanaf juli 2022 bepaalt het Verdrag van Wenen dat ADAS-systemen de experimenteerfase beëindigen en de toepassingsfase ingaan. Toch moet elk land binnen de EU beslissen over de nationale ontvangst van de communautaire wetgeving: daarom zijn in Italië alleen autonome aandrijfsystemen van niveau 2 toegestaan. Aan de andere kant zijn vanaf 2022 enkele ADAS-systemen verplicht op nieuw geproduceerde auto's in Europa, zoals adaptieve cruisecontrol, noodrem, rijbaanassistent, bandenspanningsdetector, gezondheidscontrolesystemen voor de bestuurder, crashregistratiesystemen.

-periodiek onderhoud en herkalibratie van ADAS-onderdelen. Sensoren, radars en camera's die dienen om gegevens van buitenaf te ontvangen en te verwerken voor ADAS worden al in de fabriek ingesteld op exacte afstands-, hoogte- en positiewaarden, d.w.z. wanneer de auto de productielijnen verlaat. Wanneer een carrosserie-element of ADAS wordt vervangen, moet het apparaat altijd opnieuw worden gekalibreerd. Dit dient om de nauwkeurigheid van de systemen te herstellen, zodat een nieuw beginpunt kan worden gedefinieerd dat nuttig is voor de gegevensverwerking door de besturingseenheid.

ONTWERPVORM

² [Advanced Driver Assisted Systems](#)" 2018 van de Europese Commissie door ERSO, European Road Safety Observatory.



Taak	<i>Herkalibratie, onderhoud en vervanging van ADAS-systemen in voertuigen</i>
Leerdoelen	Weten wanneer ADAS-systemen bestuurders kunnen helpen bij het besturen van het voertuig in noodsituaties op de weg
Kennis op instapniveau (theoretisch)	In staat om elektronische/avionica-onderdelen te herkennen (ADAS-systemen)
Betrokken harde vaardigheden	In staat om te werken met een OBD-hulpmiddel (Onboard Diagnostic Tool)
Betrokken zachte vaardigheden	In staat om procedures in werkplaatshandboeken en diagnosetools te lezen en te begrijpen. Engelse taal
Activiteiten & Procedure vereist op EQF-niveau (prognose)	III Niveau
Apparatuur en gereedschap	OBD-dealersoftware.
Andere betrokken professionele rollen	VET-trainer of werkplaatsmanager
Supervisie en mentoractiviteiten	Theoretische uitleg van avionicasystemen
Verwachte resultaten / Oplossing	Leerlingen weten hoe ze ADAS-onderdelen moeten identificeren en hoe ADAS-systemen de controle over het voertuig overnemen in een noodsituatie.



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



Het testen met relevante werkprocedures wordt in beeld gebracht in de [instructievideo](#) die beschikbaar is op [het officiële YouTube-kanaal van het IG2-project](#) @innovationgarageerasmuspro1264:



Onderwijs- en trainingsmateriaal over de EU-wetgeving die ADAS-systemen en hun functies reguleert, wordt opgeslagen als open didactisch materiaal [in de IG2 Google Drive-map](#) (alleen in het Italiaans).

EVALUATIEFORMULIER

Prestaties van studenten

Studenten waren betrokken en geïnteresseerd	JA	Studenten kregen de taak om het onderwerp te onderzoeken en te illustreren voor docenten en medestudenten, wat resulteerde in meer individuele verantwoordelijkheid en betrokkenheid.
---	----	---



Studenten konden theoretische kennis toepassen op praktische taken	NA	Alleen theoretische training
Studenten konden taken uitvoeren	NA	Alleen theoretische training
Studenten konden zelfstandig werken	Gedeeltelijk	Met enige begeleiding van de leerkrachten over de te onderzoeken ADAS-onderwerpen
Leerlingen konden fouten vinden	NA	Alleen theoretische training
Leerlingen konden veiligheidsprocedures identificeren	JA	Studenten begrepen de veiligheidsregels en wettelijke voorschriften over ADAS-systemen
Leerlingen konden diagnostisch hulpmiddel gebruiken	Gedeeltelijk	Met wat begeleiding van de leraren over de OBD-tools (onboard diagnostic tools) van de dealers

Docenten en trainers beroepsonderwijs

Leerresultaten	Bereikt
Verwachte resultaten	Bereikt
Instapkennis en -vaardigheden van de studenten	Voldoende niveau van zelfstudie



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



Uitrusting en gereedschap	Voldoende bewustzijn
Supervisie & begeleiding	Effectief
Technici voor bedrijven	
Mate waarin de ontwikkelde vaardigheden overdraagbaar zijn op de arbeidsmarkt	Compleet
Suggestie voor verdere ontwikkeling	Praktijkervaring met het vinden van fouten in ADAS-systemen
Ontbrekende vaardigheden voor studenten:	Kennis van organisatorische/bedrijfsrollen
Ontwikkeling van de rol van leerkrachten:	✓ Bredere toegang tot training of bijscholing voor docenten ✓ Diepere of actuele kennis van software of diagnostische tools
Verdere voorbeelden van problemen met probleemoplossing in verband met het onderwerp	
EQF niveau 3	-



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



EQF niveau 4	-
EQF niveau 5	-



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



Optie 2 - Foutopsporing van het ADAS-systeem in een VW-voertuig bij ROC Midden Nederland

Het trainingsprogramma is ontworpen en getest door [ROC Midden Nederland](#) (aanbieder van beroepsonderwijs en -opleiding) en [Innovam](#) (bedrijf), en is gericht op studenten van beroepsonderwijs en -opleiding die de volgende opleidingen volgen:

- Eerste autotechnicus (EQF 3)
- Eerste vrachtwagenmonteur (EQF 3)
- Technisch specialist autotechniek (EQF 4)
- Technisch Specialist Vrachtwagentechnologie (EQF 4)

Ze hebben allemaal al in de reguliere opleidingstrajecten lesinhoud opgenomen over de volgende eenheden:

- Hybride en elektrische aandrijflijn
- Elektrische motoren
- NEN9140 (EU-verordening over elektrische werken)
- Oplaadsystemen
- Batterijbeheer omvormer/omvormer

Hoewel er geen hoogspanningsbatterij betrokken is bij het kalibreren van ADAS-systemen zoals radars, frontcamera's en rijstrookcamera's (zie IO4), brengen herkalibrering, onderhoud en reparatie van dergelijke onderdelen wel hands-on werkzaamheden aan elektrische circuits met zich mee. Daarom mogen alleen leerlingen die in het bezit zijn van een gecertificeerd certificaat voor elektrische training dergelijke werkzaamheden uitvoeren. Voor meer informatie over elektrische veiligheid bij de omgang met e-voertuigen, nemen ROC Midden Nederland en Innovam dergelijke onderwerpen op in een korte eendaagse modulaire cursus voor studenten en werknemers genaamd "Veilig werken aan e-voertuigen basis" (zie Output 1), evenals in het spanningsloos maken van HV-batterij beschreven in Output 2 en Output 3 van het IG2-project.

ONTWERPVORM	
Taak	ADAS-foutopsporing



Leerdoelen	Kennismaken met de diagnose van ADAS-systemen. ADAS-systemen of -onderdelen kunnen repareren of resetten. In staat zijn om ADAS-kalibratie uit te voeren na reparatie (indien nodig).
Kennis op instapniveau (theoretisch)	EQF niveau 3 ADAS-onderdelen kunnen herkennen Kennis over de werking van ADAS-systemen en -componenten Kennis van diagnoseprocedures Elektrische bedradingsschema's begrijpen
Betrokken harde vaardigheden	Een diagnosegereedschap kunnen bedienen Diagnoseprocedures kunnen volgen Kunnen meten met een multimeter ADAS-kalibratieapparatuur kunnen gebruiken
Betrokken zachte vaardigheden	Procedures in werkplaatshandboeken en diagnosetools kunnen lezen en begrijpen Bedradingsschema's kunnen lezen Nauwkeurig en accuraat kunnen werken
Activiteiten & Procedure vereist op EQF-niveau (prognose)	DTC's (diagnostische foutcodes) lezen en foutopsporingsprocedures volgen Elektrische metingen van verdachte bedrading en componenten ADAS-kalibratieapparatuur instellen (indien nodig)
Apparatuur en gereedschap	Diagnostisch hulpmiddel Multimeter ADAS-kalibratietool
Andere betrokken professionele rollen	Werkplaatsmanager die verantwoordelijk is voor de veiligheid. Hij moet controleren of reparaties en kalibraties correct zijn uitgevoerd.
Supervisie en mentoractiviteiten	Theoretische uitleg van ADAS-systemen en diagnoseprocedures; Studenten begeleiden tijdens het uitvoeren van de kalibratie
Verwachte resultaten / Oplossing	ADAS-diagnose en -reparatie zijn correct uitgevoerd, indien nodig is ADAS gekalibreerd en het voertuig is veilig om in te rijden.

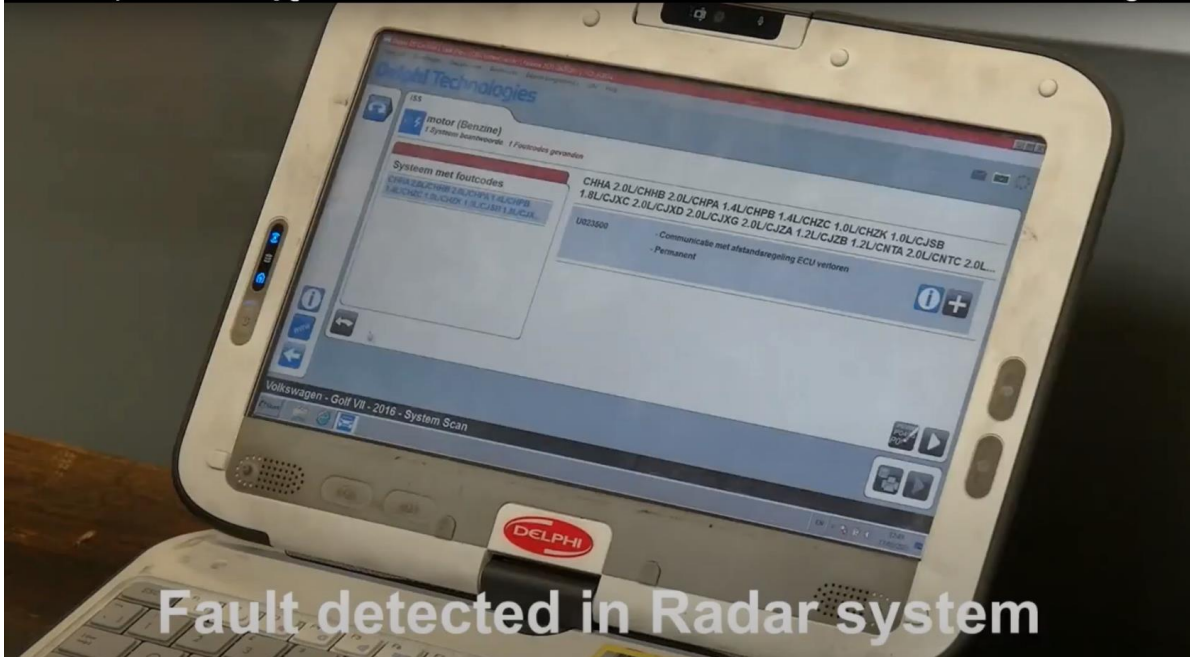
Het testen met relevante werkprocedures wordt in beeld gebracht in de [instructievideo](#) die beschikbaar is op [het officiële YouTube-kanaal van het IG2-project](#) @innovationgarageerasmuspro1264:



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



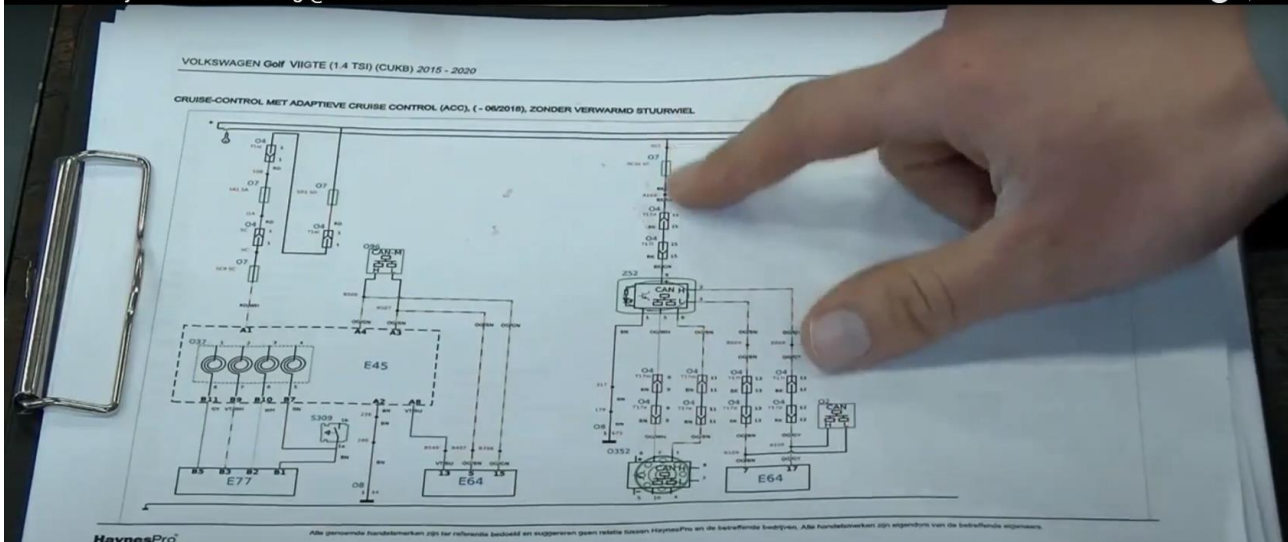
IO5 ADAS System Fault Finding @Innovam & ROC Midden Nederland



Procedure voor het repareren van een ADAS-onderdeel (voertuigradar) zoals te zien is in de video:

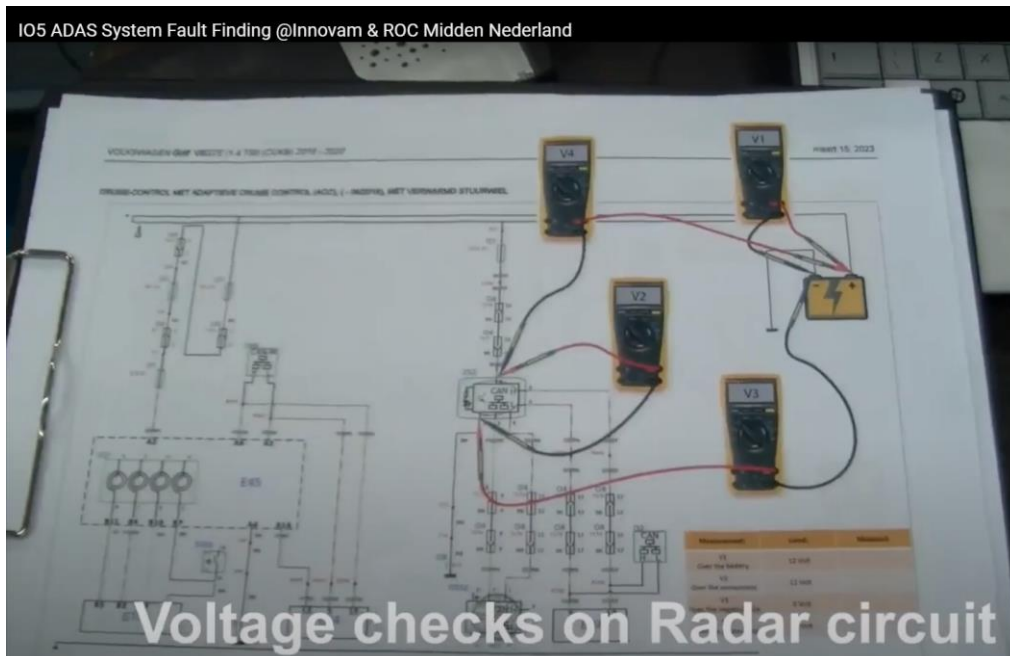
- 1) De leerling krijgt de taak om het voertuig voor te bereiden om een foutmelding te detecteren.
- 2) Er wordt een foutmelding weergegeven: er is een storing gedetecteerd in het systeem.
- 3) De Volkswagen OBD (Onboard Diagnostic Tool) wordt aangesloten op het voertuigstelsel en het scannen wordt gestart.
- 4) Er is een fout gedetecteerd in het radarsysteem
- 5) De trainer adviseert de leerling om het bedradingssysteem van de radar te controleren. Het elektrische bedradingsschema van de radar wordt onderzocht

IO5 ADAS System Fault Finding @Innovam & ROC Midden Nederland





- 6) Spanningscontroles worden uitgevoerd op de elektrische circuits van de radar



- 7) De stagiair krijgt een schema met de juiste spanningen die op elke meetklem gedetecteerd moeten worden. De leerling krijgt ook de opdracht om alle metingen uit te voeren met een multimeter en de gedetecteerde metingen op te schrijven. Het resultaat is dat er geen spanning in de radar wordt gedetecteerd, zodat de stagiair kan concluderen dat de fout aan de pluskant zit.

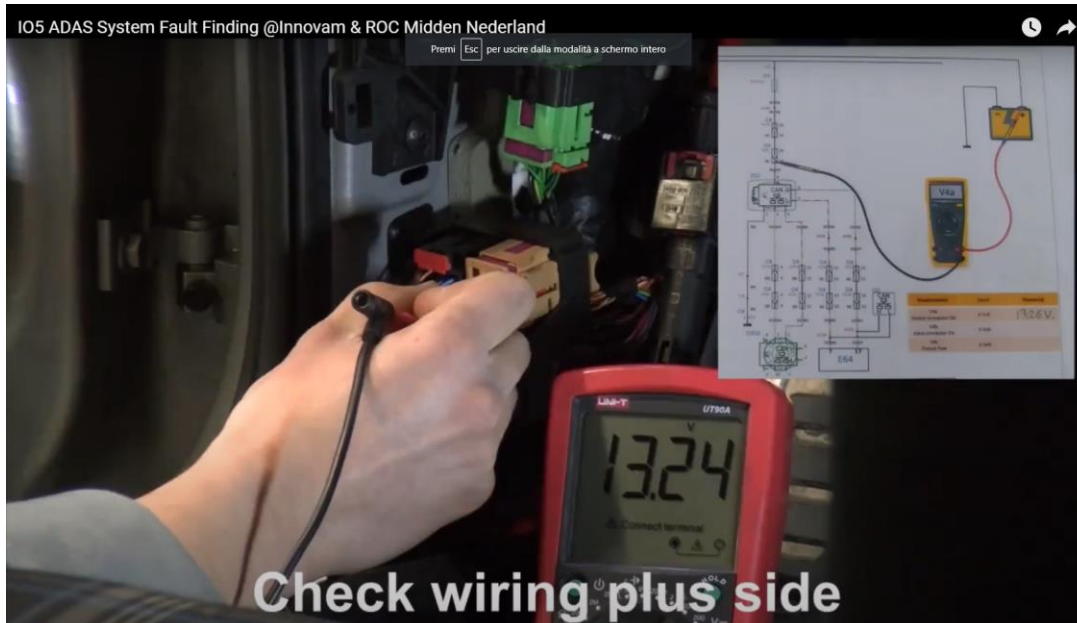
IO5 ADAS System Fault Finding @Innovam & ROC Midden Nederland

Measurement:	Good:	Measured:
V1 Over the battery	12 Volt	13,26 V
V2 Over the component	12 Volt	0 V
V3 Over the negative side	0 Volt	0 V
V4 Over the positive side	0 Volt	13,24 V

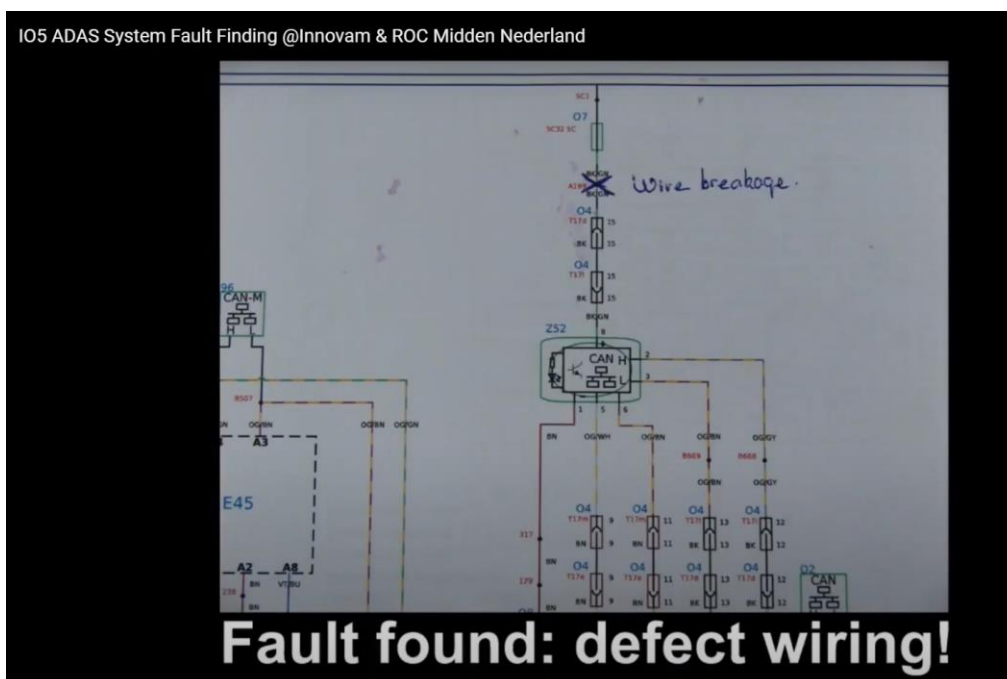
No voltage on Radar, problem in plus side



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



- 8) Na het uitvoeren van alle metingen komt de stagiair erachter dat er een breuk zit in de bedrading van de radar van het voertuig.





- 9) De leerling krijgt vervolgens 3 hoofdmethodes te zien om draadreparaties uit te voeren:
- Twee randen van de gebroken draad afknippen, een plastic buisconnector plaatsen en de twee stukken aan elkaar solderen. Het stuk wordt vervolgens versterkt door een bunsenbrander;
 - Twee randen van de gebroken draad afknippen, de twee randen draaien en samenvoegen om een unieke draad te vormen. De nieuwe draad wordt in een plastic buisconnector gestoken die vervolgens door een bunsenbrander wordt gesoldeerd;
 - Twee randen van de gebroken draad afknippen, de twee randen draaien en samenvoegen om een unieke draad te vormen. De nieuwe draad wordt vooraf gelast en vervolgens in een plastic buis gestoken en versterkt door een bunsenbrander.
- 10) Na de reparatie wordt de spanning van de radar gecontroleerd: 13,12 Spanning, dus de radar is ok
- 11) Alle foutcodes worden dan uit de OBD-software-interface gewist.
- 12) Het VW-voertuig is weer in orde: geen foutcodes!

EVALUATIEFORMULIER

Prestaties van studenten

Studenten waren betrokken
en geïnteresseerd

JA

*Opmerkingen: Studenten hadden
voorkennis over ADAS door
zelfstudie*

Studenten konden
theoretische kennis toepassen
op praktische taken

JA

Studenten konden taken
uitvoeren

JA

*Opmerkingen: geleide instructie
van de trainers was nodig*

Studenten konden zelfstandig
werken

Gedeeltelijk



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



Studenten waren zich bewust
van veiligheidsprocedures

JA

Studenten konden
diagnostische hulpmiddelen
gebruiken

JA

Diagnosegereedschap van
Volkswagen-dealer

Docenten en trainers beroepsonderwijs

Leerresultaten	Bereikt
Verwachte resultaten	Bereikt
Instapkennis en -vaardigheden van de studenten	Voldoende niveau om te experimenteren dankzij zelfstudie vooraf Meer oefening in het lezen van elektrische bedradingsschema's zou nuttig zijn.
Uitrusting en gereedschap	Goed gebruikt
Supervisie & begeleiding	Effectief <i>Opmerkingen: Studenten waren erg leergierig en luisterden aandachtig naar de tips van de trainer. Op dit moment in deze training geen verbeterpunten aan te geven</i>

Technici voor bedrijven



Mate waarin de ontwikkelde vaardigheden overdraagbaar zijn op de arbeidsmarkt	Compleet
Suggestie voor verdere ontwikkeling	Praktijkervaring met het vinden van fouten in ADAS-systemen
Ontbrekende vaardigheden voor studenten:	Kennis van organisatorische/bedrijfsrollen
Ontwikkeling van de rol van leerkrachten:	✓ Bredere toegang tot training of bijscholing voor docenten ✓ Diepere of actuele kennis van software of diagnostische tools
Verdere voorbeelden van problemen met probleemoplossing in verband met het onderwerp	
EQF niveau 3	Repareer basisstoringen in circuits van een ADAS-component, zoals een camera of ultrasone sensor.
EQF niveau 4	Oplossen van geavanceerde problemen in ADAS-systemen, bijvoorbeeld een voertuig dat plotseling remt zonder bekende oorzaak.
EQF niveau 5	-



Optie 3 - Parkeerremblokken vervangen van een Volvo XC40 opladen bij Göteborgs Tekniska College, Zweden

Dit programma leidt leerlingen op om informatie over het vervangen van parkeerremblokken af te leiden uit de OBD - onboard diagnostic tool van de Volvo-dealer.

Via de OBD-interface heeft de bestuurder toegang tot alle beschikbare servicefuncties en kan hij kiezen uit een aantal diagnosesequenties.

Volgens het E-mobility opleidingspakket van [het Göteborgs Tekniska College](#) kunnen dergelijke onderwerpen aan bod komen in de modules "Elektrische machines en transmissie".

Module Titel	Duur	Inhoud
EV-bewustzijn	4 uur (theorie)	Milieukwesties en -beperkingen Marktontwikkeling Totale eigendomskosten Betrokken technologie
Overzicht batterijsysteem	8 uur (theorie en praktijk)	Batterijtechnologie Elektrische veiligheid Batterijbeheer Gebruik Duurzaamheid
Lithium-ion batterijsysteem	16 uur (theorie en praktijk)	Celformaten Fysische chemie Toeleveringsketen Systeemontwerp Productie
EV opladen en stroomvoorziening	12 uur (theorie en praktijk)	Modi Gedrag ● Infrastructuur Bedrijfsmodel Voedingscomponenten



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



Elektrische machines en transmissie	16 uur (theorie en praktijk)	Overzicht aandrijvingen Typologieën hybride aandrijflijnen Schakeltheorie
-------------------------------------	------------------------------	---

Opdracht: Het vervangen van parkeerremblokken op een Volvo XC40 opladen.

Bij de handelingen die in deze procedure worden beschreven, gaat het niet om handmatige werkzaamheden aan HV-accu's of lithium-ioncellen, maar om het in de servicemodus zetten van het voertuig via Volvo OBD om vervolgens de remblokken te vervangen. Daarom kan deze procedure zelfs geschikt zijn voor EQF 3-niveau cursisten die de kwalificatie EiP (elektrisch geïnstrueerd persoon) niet hebben behaald.

ONTWERPVORM	
Taak	<i>Parkeerremblokken vervangen op een HV-voertuig</i>
Leerdoelen	Leren omgaan met EV tijdens vervangingswerk
Kennis op instapniveau (theoretisch)	Basisvoertuigmonteur, gebruik van handgereedschap, lift
Betrokken harde vaardigheden	Basisvoertuigmonteur, gebruik van handgereedschap, lift
Betrokken zachte vaardigheden	Kennis over parkeerremstelsel. In staat om procedures in werkplaatshandboeken en diagnosetools te lezen en te begrijpen.
Activiteiten & Procedure vereist op EQF-niveau (prognose)	EQF #3
Apparatuur en gereedschap	Lift Handgereedschap Vida-diagnosehulpmiddel



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



Andere betrokken professionele rollen	EV-docent/werknemer
Supervisie en mentoractiviteiten	EV-docent/werknemer overzicht van processen tijdens de les, met voorbereiding op reparatie.
Verwachte resultaten / Oplossing	Studenten zullen een beter begrip hebben van de volledige HV-batterij, inclusief de informatie die beschikbaar is.

Procedure

1-Heb eerst een lift gebruikt om de werkomgeving voor te bereiden, gebruik dan een schroevendraaier om de schroef van het wiel te verwijderen en verwijder ten slotte het wiel waar je de relevante remblokken wilt vervangen.

2-Connecteer het voertuig met het Volvo OBD-hulpmiddel, in dit geval Vida

3- Kies onder de servicefuncties de diagnosesequentie "parkeerrem servicestand".

4-Zet het voertuig eerst in de servicemodus en schakel vervolgens de parkeerrem uit.

5-De parkeerremmen zijn nu losgekoppeld van het HV-systeem. Het is nu mogelijk om het versleten parkeerremblokje te verwijderen en te vervangen door een nieuwe.

De tests werden uitgevoerd volgens de technische procedure die wordt weergegeven in de volgende [video](#) die beschikbaar is op het [officiële YouTube-kanaal van IG2](#) @innovationgarageerasmuspro1264:



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



Göteborgs
Tekniska College

Replacing parking brake pads on a Volvo XC40 Recharge

EVALUATIEFORMULIER

Prestaties van studenten

Studenten waren betrokken
en geïnteresseerd

JA

Studenten konden
theoretische kennis toepassen
op praktische taken

JA

Studenten konden taak
uitvoeren

JA

Studenten konden zelfstandig
werken

Gedeeltelijk

Diepere kennis van de
basismechanica van auto's en



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



*diagnosetools om autonomer te
kunnen werken*

Studenten waren zich bewust
van veiligheidsprocedures

JA

Alleen veiligheidsschoenen

Studenten konden
diagnostische hulpmiddelen
gebruiken

Gedeeltelijk

*Er was begeleiding nodig om de
interfaces van de officiële
diagnosetools van de dealer
correct te interpreteren.*

Docenten en trainers beroepsonderwijs

Leerresultaten	Bereikt
Verwachte resultaten	Bereikt
Instapkennis en -vaardigheden van de studenten	Diepere kennis van de basismechanica van auto's en diagnosegereedschap is nodig om autonomer te kunnen werken
Uitrusting en gereedschap	Diepere kennis van de software van de dealers is nodig om effectief te kunnen werken
Supervisie & begeleiding	Effectief



Technici voor bedrijven

Mate waarin de ontwikkelde vaardigheden overdraagbaar zijn op de arbeidsmarkt	Gedeeltelijk
Suggestie voor verdere ontwikkeling	Diepere kennis van de OBD van de dealer
Ontbrekende vaardigheden voor studenten:	Kennis van organisatorische/bedrijfsrollen
Ontwikkeling van de rol van leerkrachten:	✓ Bredere toegang tot training of bijscholing voor docenten ✓ Er moeten meer bedrijfstrainers worden aangesteld voor beroepsonderwijs en -opleiding
Verdere voorbeelden van problemen met probleemoplossing in verband met het onderwerp	
EQF niveau 3	-
EQF niveau 4	-
EQF niveau 5	-



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



Optie 4 - Onderhoud batterijpakket BMW e-auto @ VAVM, Litouwen

Dit programma is ontworpen en getest door het Litouwse team, bestaande uit de VET-aanbieder [VAVM - Vilniaus Automechanikos ir Verslo Mokykla](#) en [Moller Auto Lietuva](#), de nationale Volkswagen & Audi-dealer, beide gevestigd in Vilnius.

Bij [VAVM - Vilniaus Automechanikos ir Verslo Mokykla](#) zijn er twee belangrijke specialisaties:

- Automonteur (EQF 4)
- Reparateur elektrische uitrustingen (EQF 4)

De cursussen voorzien momenteel niet in een specialisatie in HEV's/EV's of avionicacircuits, maar toch omvatten werkgebaseerde opleidingen ook onderhouds- en diagnosewerkzaamheden aan hybride of elektrische voertuigen. Opleidingsmodules bevatten inhoud, kennis en vaardigheden die geschikt zijn als uitgangspunt waarop verdere e-mobiliteitstrainingen kunnen worden gebaseerd. Dergelijke onderwerpen omvatten de volgende modules:

- Technisch onderhoud motoren
- Technisch onderhoud van de transmissie
- Reparatie van elektrische autoapparatuur
- motoren elektrische apparatuur
- Transmissie elektrische apparatuur
- Elektrische uitrusting voor comfort en veiligheid van auto's

Taak: Onderhoud HV-accupack

Aangezien er hands-on aan HV-circuits wordt gewerkt, mogen alleen cursisten die geslaagd zijn voor een gecertificeerde cursus als EIP (electrically instructed person) dergelijke procedures uitvoeren.

Voor correcte procedures over hoe veilig te werken met een EV/HEV, bekijk de [IO2 video](#) van het IG2 project. Bovendien worden volledige instructies over het vervangen van HV-batterijmodules beschreven in [Output 4](#) video.



ONTWERPVORM	
Taak	<i>Onderhoud van accu's voor elektrische auto's</i>
Leerdoelen	Foutopsporing HV-batterijregeleenheid, juiste demontage, reparatie, codering
Kennis op instapniveau (theoretisch)	Gevorderde kennis van mechanica, elektronica en software-interfaces
Betrokken harde vaardigheden	Correct gebruik van mechanisch en veiligheidsgereedschap. BMW-diagnosetester, multimeter, soldeerstation, handschoenen, mechanisch gereedschap en ander specifiek gereedschap. Correct omgaan met gevaarlijke materialen (soldeerdampen)
Betrokken zachte vaardigheden	Engelse taal
Activiteiten & Procedure vereist op EQF-niveau (prognose)	Problemen oplossen met besturingseenheden in HV-batterij Verschillende IEC-conforme diagnose-instrumenten die nodig zijn voor probleemoplossing/reparatie Veiligheidsmaatregelen rond HEV/BEV, verschillende vereisten en hardware voor verschillende merken EQF 3-niveau
Apparatuur en gereedschap	Multimeter, soldeerstation, basisgereedschap voor demontage, beschermende kleding, gereedschapsset voor moersleutel, lektestapparaat, BMW dealersoftware, borstels.

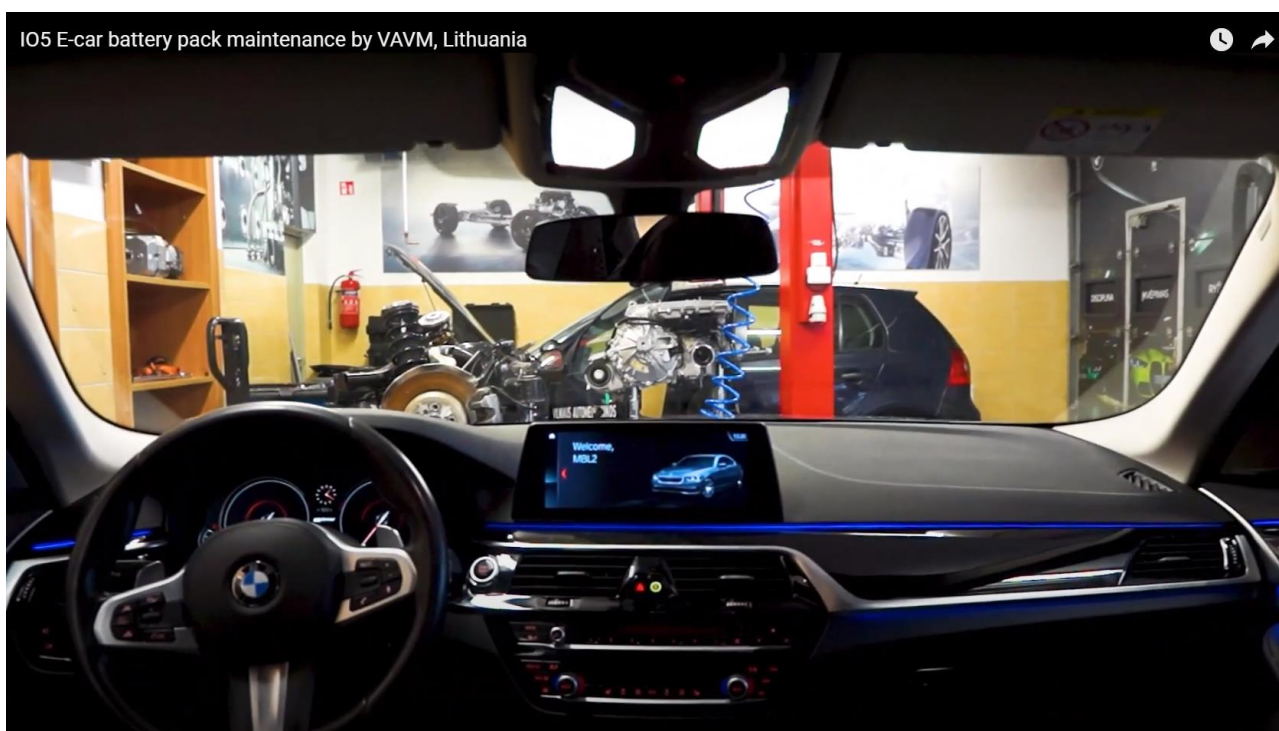


Co-funded by the
Erasmus+ Programme
of the European Union



Andere betrokken professionele rollen	BEV/HEV specialist/supervisor
Supervisie en mentoractiviteiten	Overzicht van processen tijdens de les, betrokken voorbereiding op reparatie
Verwachte resultaten / Oplossing	Leerlingen weten hoe ze problemen moeten diagnosticeren, reparaties moeten voorbereiden, sporen in het circuit van de besturingseenheid moeten repareren

De tests werden uitgevoerd volgens de technische procedure die wordt weergegeven in de volgende [video](#) die beschikbaar is op het [officiële YouTube-kanaal van IG2](#) @innovationgarageerasmuspro1264:



De inhoud van deze video impliceert dat de servicestekker die de HV-accu met het e-voertuig verbindt al is verwijderd en dat de HV-accu ook al is verwijderd en op een onderhoudstafel is geplaatst.

Procedure:

-Het deksel van de HV-batterij verwijderen met gereedschap dat voldoet aan EN IEC 60900 en dat de operator kan isoleren van een spanning tot 1000 volt bij wisselstroom of 1500 volt bij gelijkstroom.

Een van de HV-aansluitstekkers is gezekeerd en beschadigd.

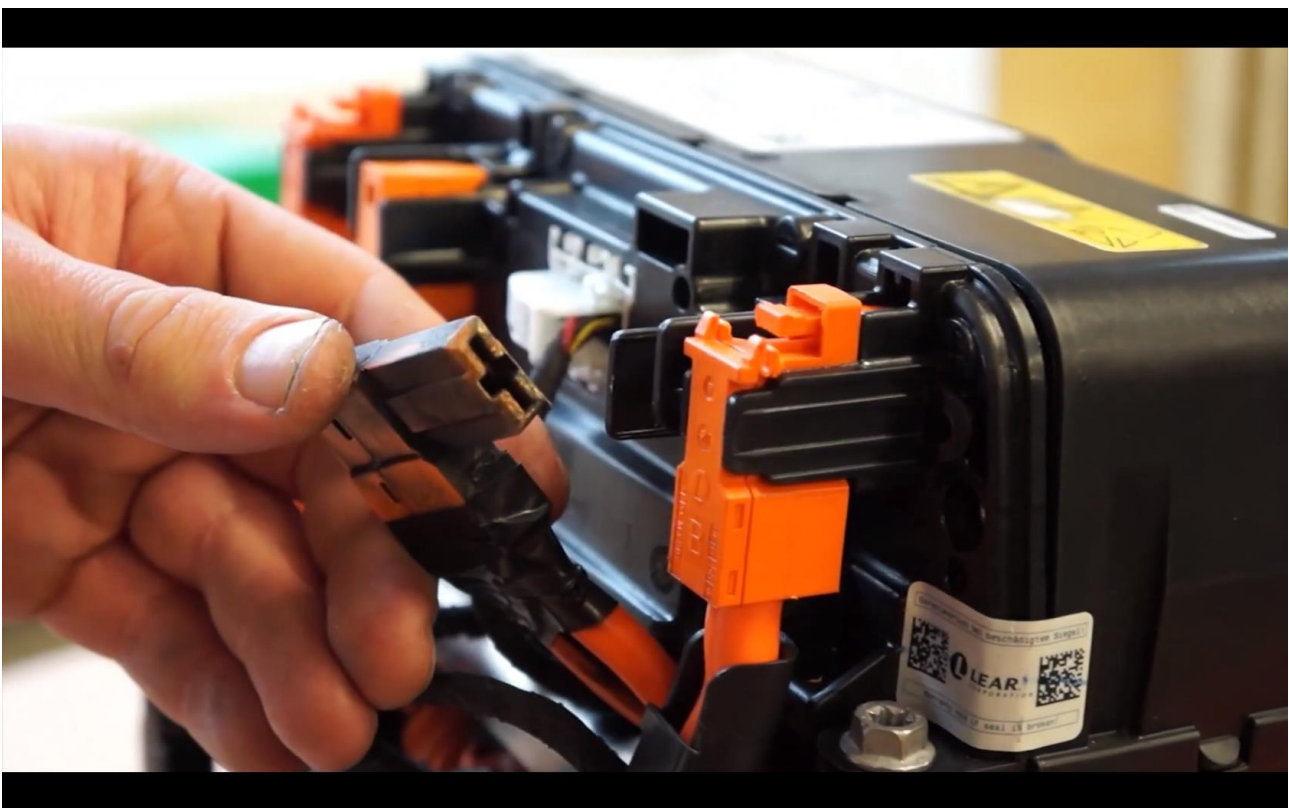


Co-funded by the
Erasmus+ Programme
of the European Union



- Alle stekkers van de accu loskoppelen en toegang tot de accumodules krijgen
- De vermoedelijk defecte module wordt verwijderd en de spanning wordt gemeten met een multimeter.
- Er wordt een nieuwe module vervangen en er wordt een nieuwe spanningstest uitgevoerd.
- De achterkant van de batterij wordt weer in elkaar gezet en het deksel wordt er weer op gezet.

De batterij is dus klaar om terug in het voertuig te worden geplaatst, dat vervolgens opnieuw wordt aangesloten met de servicestekker en vervolgens wordt gevuld.



EVALUATIEFORMULIER

Prestaties van studenten

Studenten waren betrokken
en geïnteresseerd

JA

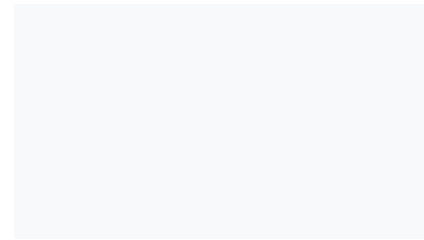


Co-funded by the
Erasmus+ Programme
of the European Union



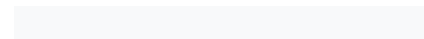
Studenten konden
theoretische kennis toepassen
op praktische taken

JA



Studenten konden taak
uitvoeren

JA



Studenten konden zelfstandig
werken

Gedeeltelijk

*Begeleiding van beroepsopleiders
was nodig*

Studenten waren zich bewust
van veiligheidsprocedures

JA

*Alleen elektrisch gestructureerde
mensen*

Studenten konden
diagnostische hulpmiddelen
gebruiken

Gedeeltelijk

*Er was begeleiding nodig om de
interfaces van de officiële
diagnosetools van de dealer
correct te interpreteren.*

Docenten en trainers beroepsonderwijs

Leerresultaten

Hoe het gemakkelijker maken

Hoe maak je het moeilijker

Bereikt

Vooraf de juiste bedieningsprocedure leren via video

Fouten veroorzaken in bedrading, niet in
besturingseenheden en leerlingen zelf problemen laten
vinden



Verwachte resultaten	Bereikt
Instapkennis en -vaardigheden van de studenten Welke kennis of vaardigheden kunnen worden verbeterd?	Het algemene niveau was voldoende. Kennis over hoe om te gaan met gevaarlijke materialen (soldeerdampen, Li-Ion, enz.). Er is meer gedetailleerde uitleg nodig en studenten moeten voorzichtiger zijn.
Uitrusting en gereedschap	Studenten gebruikten ze gedeeltelijk correct. Beschermingsmiddelen moeten zorgvuldiger worden gebruikt.
Supervisie & begeleiding Mogelijke verbeteringen	Effectief Het is mogelijk om meerdere "dummy's" te hebben voor HV-batterijen. Op die manier kunnen meer studenten leren hoe ze HV-accu's moeten openen/sluiten/controleren.
Technici voor bedrijven	
Mate waarin de ontwikkelde vaardigheden overdraagbaar zijn op de arbeidsmarkt	Compleet
Suggestie voor verdere ontwikkeling	Het is nog steeds nodig om uit te leggen dat er niet alleen fouten kunnen zitten in de accu of regeleenheid, maar ook in de bedrading. En de bedrading moet eerst worden gecontroleerd.



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



Ontbrekende vaardigheden voor studenten	Het vermogen om werkprocedures in de praktijk te brengen
Ontwikkeling van de rol van leerkrachten	Meer connecties met het bedrijfsleven
Verdere voorbeelden van problemen met probleemoplossing in verband met het onderwerp	
EQF niveau 3	HV-systeem laden/ontladen
EQF niveau 4	Lekken van HV-batterij controleren
EQF niveau 5	Controle van HV-batterijregeleenheden in HV-batterij



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



Optie 5 - Diagnose van HV-batterijsysteem in een hybride voertuig @ ITS MAKER Academy, Italië

Een dergelijk programma werd uitgevoerd door de EQF 5-niveau cursussen binnen de [Fondazione ITS Maker](#), gevestigd in Bologna, het opleiden van Hogere Technici in geavanceerde technologie, mechatronica en automotive velden.

Binnen de uitvoering van het IG2-project zijn er namelijk twee cursussen met e-mobiliteitsgerelateerde inhoud:

- Hogere Technicus in Hybride, Elektrische en Endothermische Motoren (EQF 5)
- Hogere Technicus in Elektrische en Aangesloten Auto's en Ondersteund Rijden (EQF 5)

Aangezien beide profielen hoge specialisatienormen beogen, die haalbaar zijn met een tertiaire opleiding na het algemene hoger secundaire certificaat (EQF 4), richt het huidige IO5-programma zich alleen op leerlingen in beroepsonderwijs en -opleidingen met voorkennis en vaardigheden:

- Elektrische schema's van voertuigcircuits
- Elektrische en elektronische technologieën en toepassingen
- Installatie- en onderhoudstechnologieën en -technieken

De IO5-opdracht van de Fondazione ITS Maker cursus in hybride, elektrische en endothermische motoren gaat over diagnose van het HV-systeem van een Toyota Auris Hybrid voertuig.

ONTWERPVORM	
Taak	<i>Diagnose HV-batterijsysteem</i>
Leerdoelen	Kennis van de belangrijkste elektrische en elektronische circuits van voertuigen om correct onderhoud te kunnen uitvoeren bij storingen.

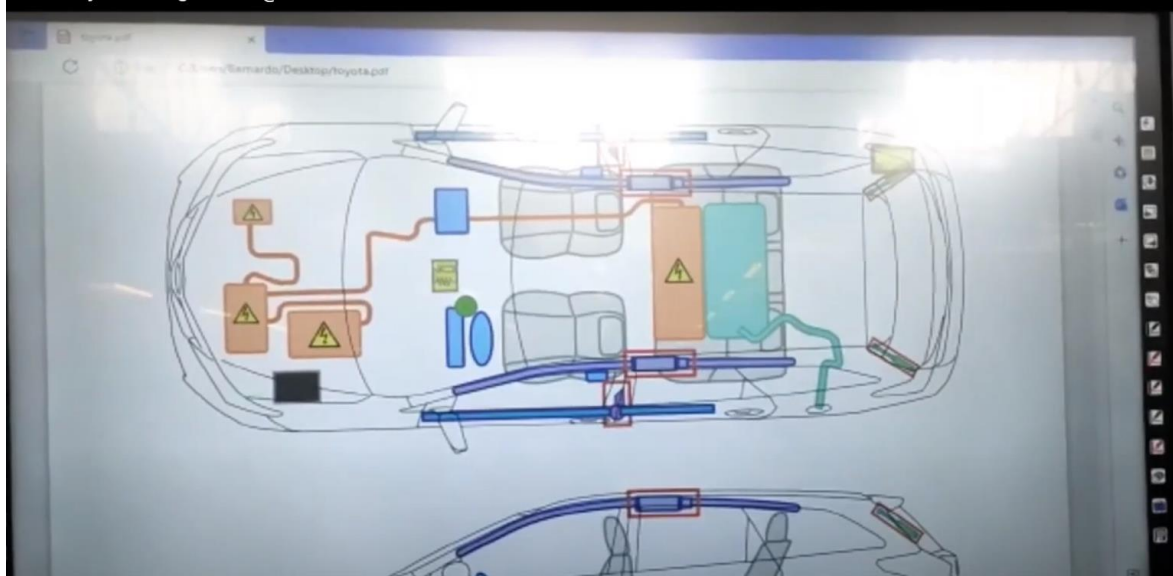


Kennis op instapniveau (theoretisch)	Lezen van een elektrisch schema, kennis van laboratoriumschema's en basiselektronica,
Betrokken harde vaardigheden	In het bezit zijn van een diploma/kwalificatie en minimaal stage-ervaring in de automobielsector
Betrokken zachte vaardigheden	Voldoen aan de veiligheidsvoorschriften op de werkplek, vooral in het geval van elektrische gevaren.
Activiteiten en procedures vereist op EQF-niveau (prognose)	Metten en analyseren van elektrische onderdelen en repareren van beschadigde en/of defecte onderdelen
Apparatuur en gereedschap	Elektrische meet- en diagnoseapparatuur.
Andere betrokken professionele rollen	Softwareprogrammeurs en hardwareontwikkelaars
Supervisie en mentoractiviteiten	Correct gebruik van persoonlijke veiligheidsuitrusting en correct gebruik van werkgereedschap.
Verwachte resultaten / Oplossing	Kennis van de belangrijkste elektrische en elektronische circuits van voertuigen om correct onderhoud te kunnen uitvoeren bij storingen.

De tests werden uitgevoerd volgens de technische procedure die wordt weergegeven in de volgende [video](#) die beschikbaar is op het [officiële YouTube-kanaal van IG2](#) @innovationgarageerasmuspro1264:



IO5 HV system diagnostics @ ITS MAKER



From the safety data sheet
it is possible to individuate the high voltage-components.

Procedure:

1. HV-componenten identificeren

Allereerst moet de bestuurder precies kunnen vinden waar de HV-batterij zich in het e-voertuig bevindt. Documentatie is te vinden op [de website van Schede di Soccorso](#), een meertalige Zwitserse website die helpbestanden biedt met de structuur van de motor, de locatie van de accu en andere nuttige informatie over elk automerk.

Alleen in het Italiaans beschikbaar: [Scheda di Soccorso](#).

Nadat de batterij is gevonden, kan deze worden verwijderd volgens de veiligheidsprocedures die zijn beschreven in [Output 2](#) en [Output 3](#) van het huidige IG2-project van ITS Maker Academy.

Hoogspanningscomponenten zijn duidelijk herkenbaar aan de oranje draden en borden - zowel in de motorruimte als in de auto).

2. Verwijdering van HV-batterij

De HV-accu, die zich onder de achterbank bevindt, moet worden verwijderd volgens de veiligheidsvoorschriften van de desbetreffende fabrikant (Toyota in dit geval). Voordat de accu daadwerkelijk wordt verwijderd, moet de servicestekker worden verwijderd om de accu los te koppelen van de HV-kabels. De werkzaamheden moeten worden uitgevoerd met individuele beschermingsmiddelen zoals isolerende handschoenen, een veiligheidsbril en gezichtsbescherming om de bestuurder te beschermen tegen een vlamboog.

3. Spanning op HV-batterij controleren



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



Gebruik een multimeter en een 12-Volt accu om het gereedschap vooraf te testen. Ga nooit verder met het meten van de spanning op de HV-accu, omdat het niet zeker is dat de meting juist is. Meet dus eerst de spanning op een laagspanningsaccu, meet dan de spanning op de HV-accu en ga later terug naar de laagspanningsaccu. Als de derde meting hetzelfde is als de eerste, zijn alle metingen correct.

Voor hoogspanning moet een multimeter van klasse 3 en 4 worden gebruikt.

4. Besturing van hoogspanningsbatterijrelais

Sluit eerst het positieve relais aan en controleer dit, en daarna het negatieve relais. Als de spanning 0 V is, werkt de HV-accu niet. De afstandsbedieningsschakelaars en de spanning van de elektrische blokken moeten ook worden getest voordat een defecte batterijcel wordt vervangen.

EVALUATIEFORMULIER

Prestaties van studenten

Studenten waren betrokken
en geïnteresseerd

JA

Studenten konden
theoretische kennis toepassen
op praktische taken

Gedeeltelijk

Studenten konden taak
uitvoeren

JA

Studenten konden zelfstandig
werken

Gedeeltelijk

*Er was begeleiding nodig van de
trainer*



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



Leerlingen konden fouten vinden

Gedeeltelijk

Er was begeleiding nodig van de trainer

Studenten waren zich bewust van veiligheidsprocedures

JA

Studenten konden diagnostische hulpmiddelen gebruiken

Gedeeltelijk

Er was begeleiding nodig om de interfaces van de officiële diagnosetools van de dealer correct te interpreteren.

Docenten en trainers beroepsonderwijs

Leerresultaten	Bereikt
Verwachte resultaten	Gedeeltelijk: het vergt meer oefening om ervaring op te doen
Instapkennis en -vaardigheden van de studenten	Deels voldoende. Leerlingen missen nog praktische vaardigheden
Uitrusting en gereedschap	Diepere kennis van de software van de dealers is nodig om effectief te kunnen werken
Supervisie & begeleiding	Effectief



Technici voor bedrijven

Mate waarin de ontwikkelde vaardigheden overdraagbaar zijn op de arbeidsmarkt	Compleet
Suggestie voor verdere ontwikkeling	-
Ontbrekende vaardigheden voor studenten:	Het vermogen om werkprocedures toe te passen in de leeromgeving
Ontwikkeling van de rol van leerkrachten:	✓ Bredere toegang tot training of bijscholing voor docenten ✓ Diepere en actuele kennis van software of diagnosetools van dealers.
Verdere voorbeelden van problemen met probleemoplossing in verband met het onderwerp	
EQF niveau 3	Veiligheidsprocedures toepassen op voertuigen met spanning
EQF niveau 4	Systemen voor begeleid rijden diagnosticeren en kalibreren
EQF niveau 5	Diagnose van afwijkingen bij elektrische voertuigen met ADAS



3. Feedback van leerlingen in beroepsonderwijs en -opleidingen verzamelen

Zoals vermeld in de IO1 paper over het ontwerpen van een pilot Train-de-Trainers programma over e-mobiliteit, is een relevant onderdeel van het programma zelf het verzamelen van feedback van de deelnemers over zowel hun waardering als hun zelfevaluatie over de trainingservaring.

De vragen kunnen variëren afhankelijk van de leerdoelen van het experiment en het EQF-niveau van de aanbieder van beroepsonderwijs en -opleiding, maar in het algemeen moet aan de volgende criteria worden voldaan om feedbackvragenlijsten te kunnen afnemen om de impact van de trainingsactiviteiten te meten:

- formulieren moeten anoniem worden verzameld om ervoor te zorgen dat respondenten vrij zijn om hun oprechte en eerlijke feedback over het trainingsprogramma te geven, op papier of digitaal;
- vragen kunnen meerkeuzevragen zijn of op een schaal, maar in elk geval moet er ruimte zijn voor verdere opmerkingen of commentaar;
- de mate waarin de opleidingswerkplek studenten heeft geholpen bij het ontwikkelen van e-mobiliteitsvaardigheden moet worden beoordeeld;
- de effectiviteit van de mentorschap- of toezichtactiviteiten moet worden beoordeeld;
- Er moet worden beoordeeld in welke mate de deelnemers dankzij hun voorkennis en vaardigheden het meeste uit het trainingsprogramma konden halen;
- de perceptie, aan de kant van de lerenden, van de feitelijke ontwikkeling van e-mobiliteitsvaardigheden moet worden beoordeeld;
- de mate waarin leerlingen denken goed voorbereid te zijn op de overstap naar de arbeidsmarkt.

Voorbeelden van de verzamelde feedback zijn te zien in de grafieken hieronder, die genderloze geaggregeerde gegevens weergeven van alle betrokken landen en EQF-niveaus.

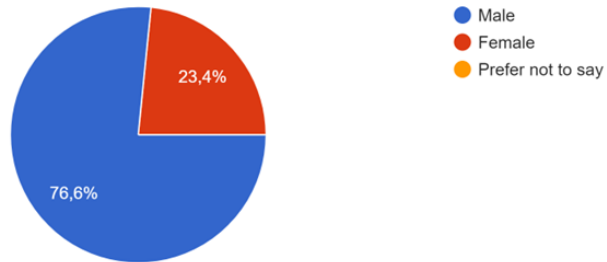
Antwoorden met een schaal van 1 tot 5 betekenen dat respondenten werd gevraagd de zin in de vragen te beoordelen met een score van 1 (absoluut niet) tot 5 (absoluut wel).



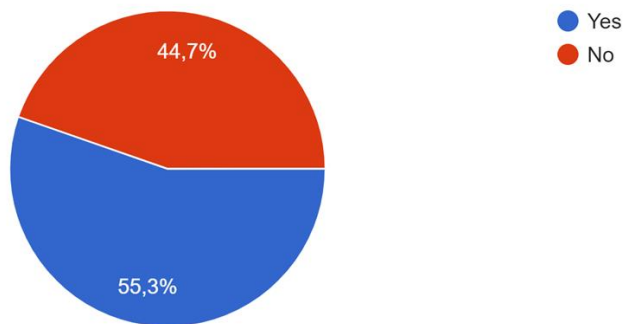
Co-funded by the
Erasmus+ Programme
of the European Union



Your gender



I already took classes in electro-mobility or HEV/BEV before participating in the project

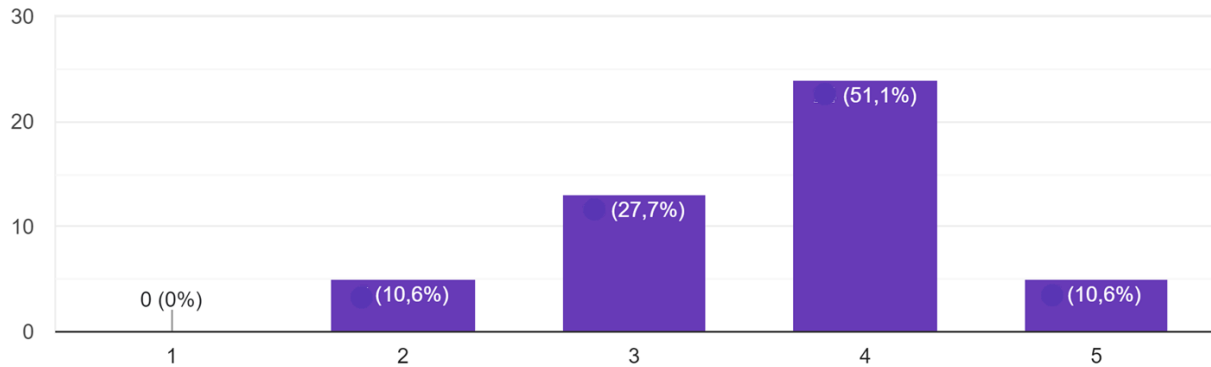




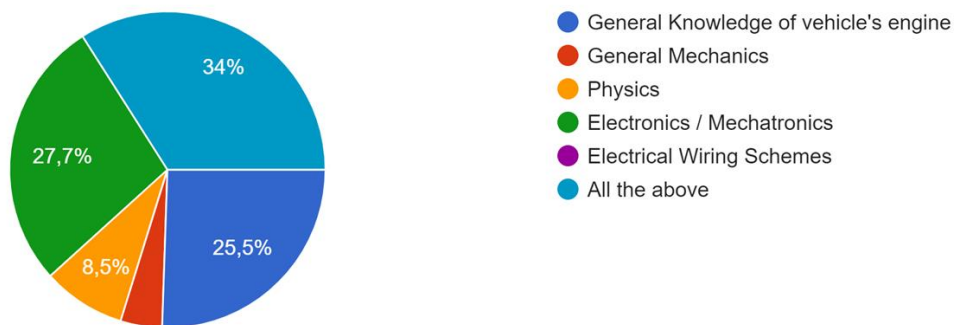
Co-funded by the
Erasmus+ Programme
of the European Union



I think my previous knowledge & skills level was enough for me to take part in HEV/BEV testing

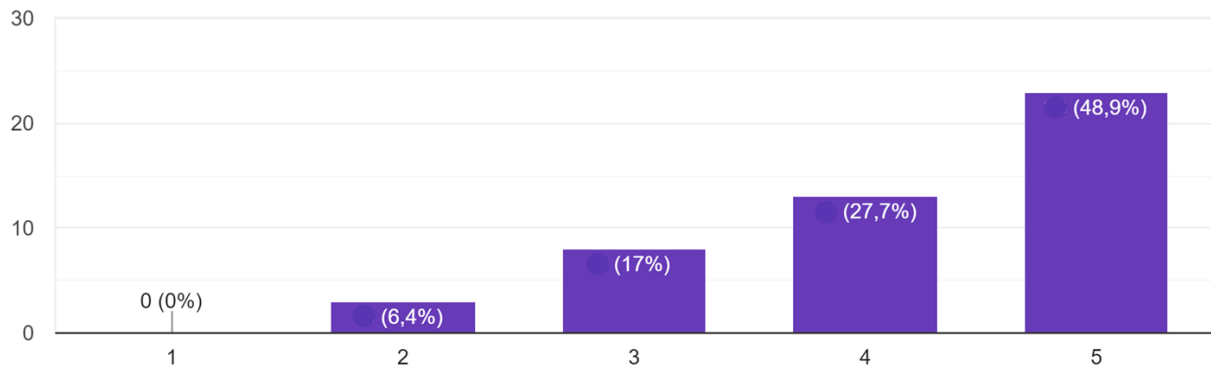


Which of the following was most helpful for you to make the most out of the HEV/BEV testing?

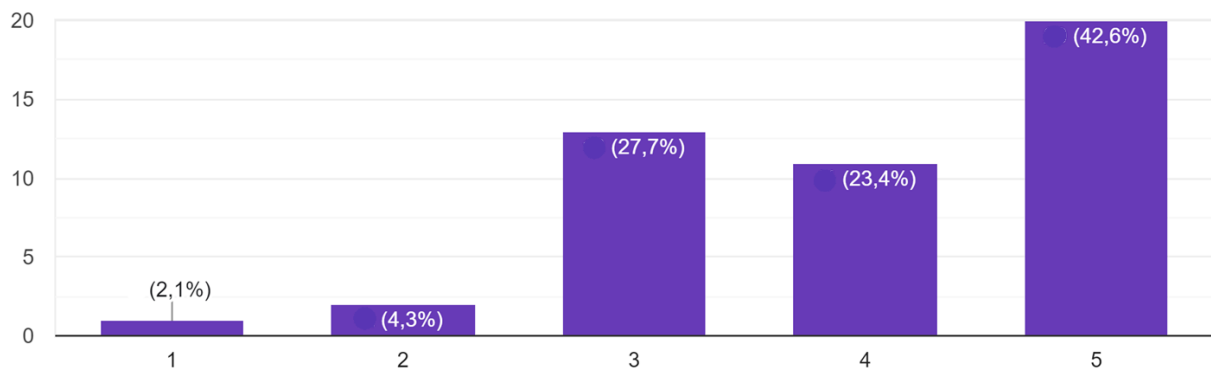




After the testing, I think I developed knowledge and skills about how a to work safely on an HEV/BEV vehicle

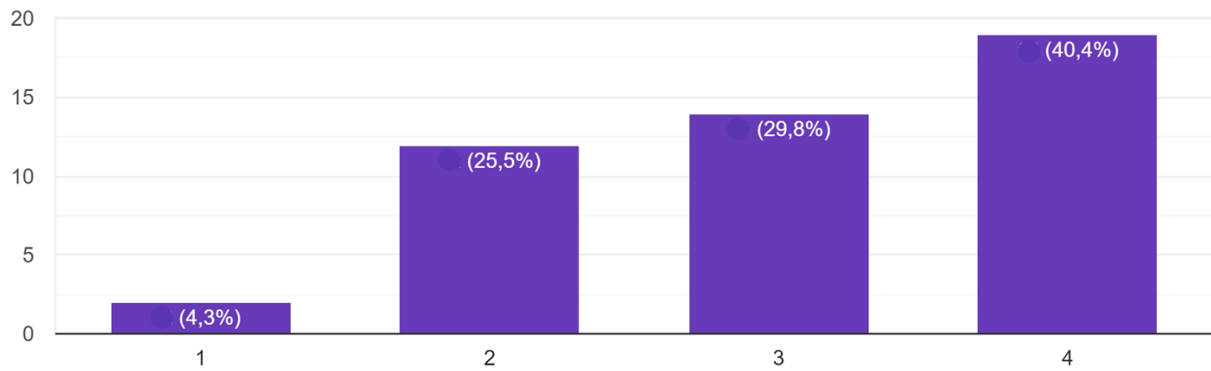


I think I can read electrical circuit wiring schemes

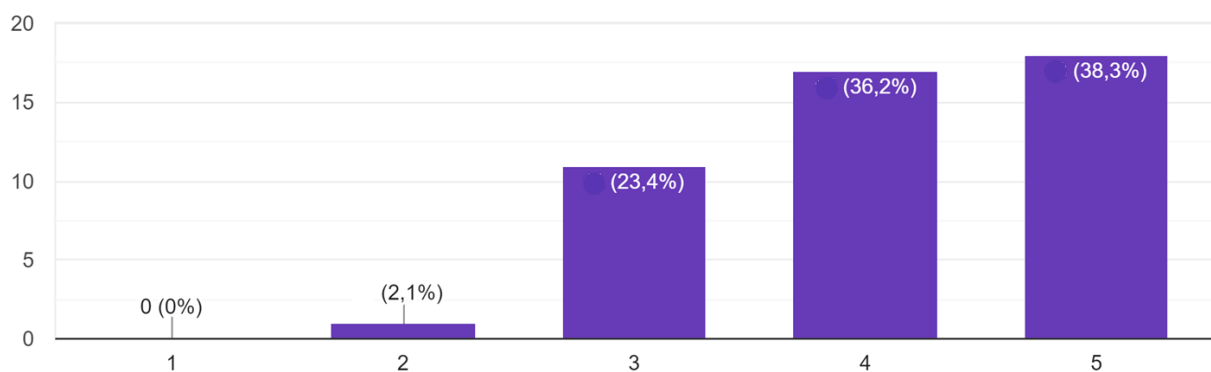




I developed knowledge and skills about ECU - Engine Control Units circuits damage & repair

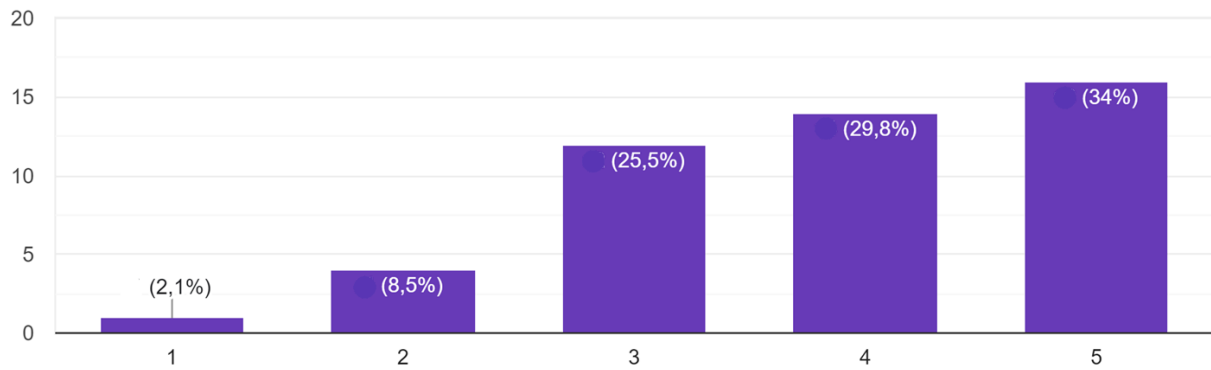


I developed knowledge and skills about ADAS calibration and diagnostics

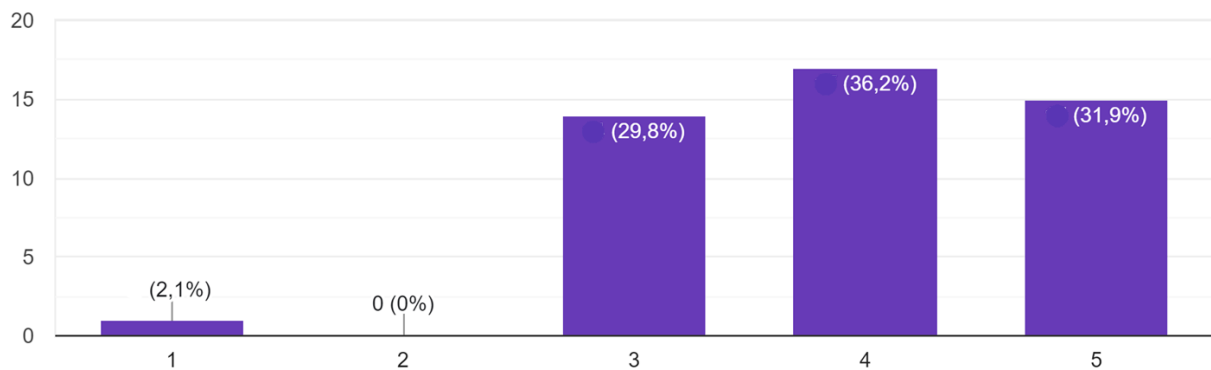




I developed knowledge and skills about how to perform failure diagnosis & repair in a EV/HEV system

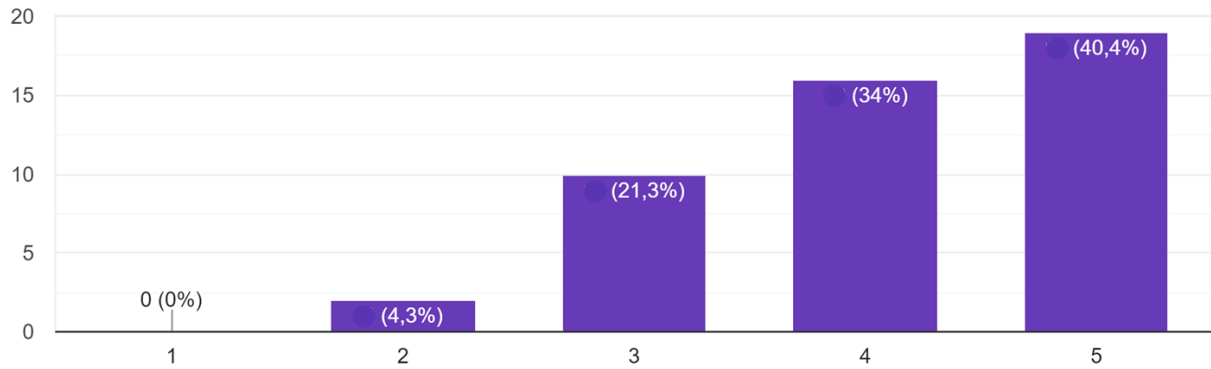


I developed knowledge and skills about assisted braking systems in a EV/HEV system

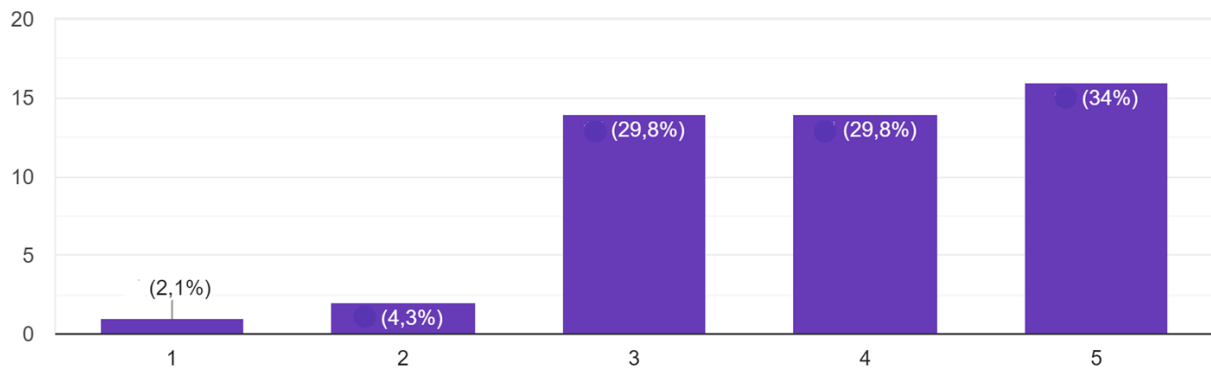




I developed knowledge and skills about EV/HEV battery



I developed skills in using EV/HEV diagnostic tools

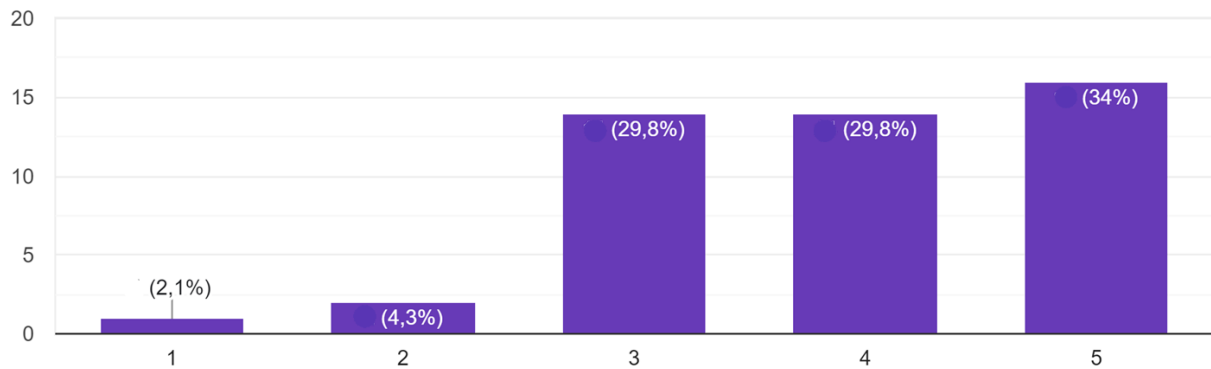




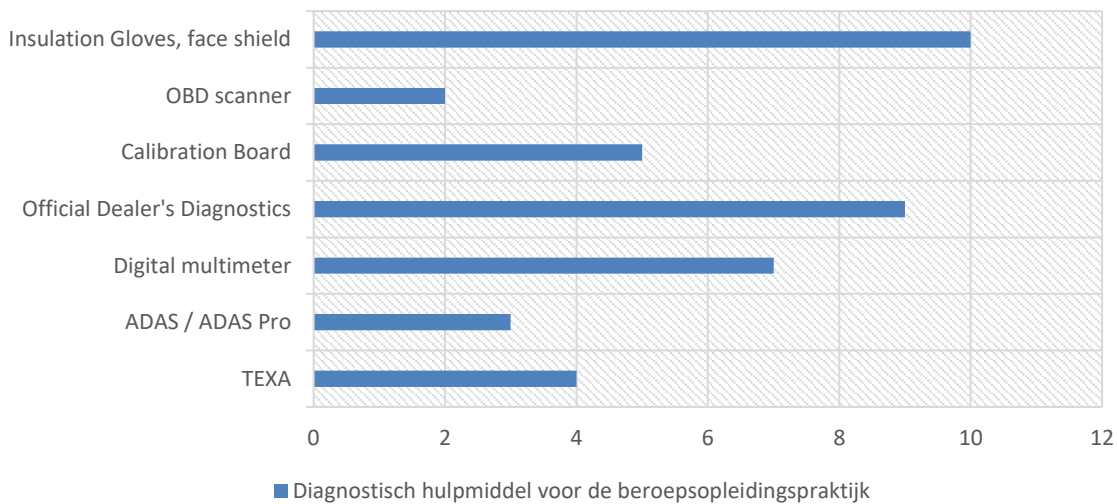
Co-funded by the
Erasmus+ Programme
of the European Union



I developed skills in using EV/HEV diagnostic tools

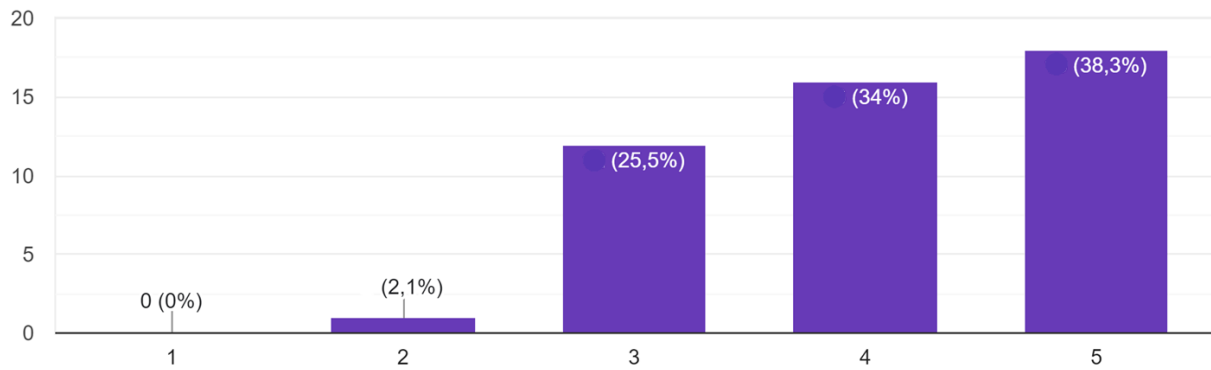


% Diagnostisch hulpmiddel voor de beroepsopleidingspraktijk

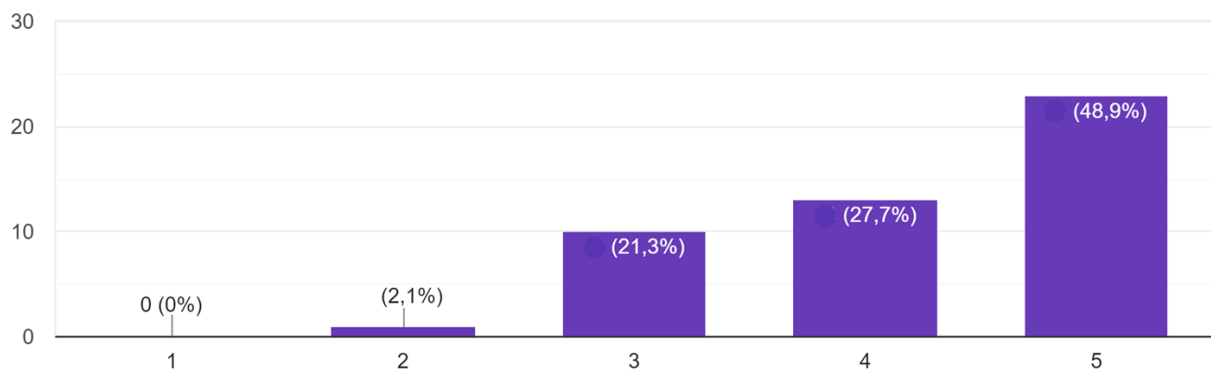




I think I have better ideas about how a company workplace or a production plant or car workshops works



Thanks to the testing, I think I am better prepared for the automotive job market





Conclusie: voor wie is dit document bedoeld?

Dit document is het resultaat van Intellectual Output 5 van het Erasmus+ project "Innovation Garage of Garages", gericht op de ontwikkeling van groene vaardigheden voor de automobielsector op het niveau van beroepsonderwijs en -opleiding.

Het specifieke doel van een dergelijk document is om richtlijnen te geven voor docenten en opleiders in beroepsonderwijs en -opleidingen die hybride of elektrische motoren, hoogspanning en hun componenten willen introduceren als een modulair of geïntegreerd traject binnen mechanica- of autocursussen.

De speciale voetafdruk van het project wordt gevormd door het feit dat meerdere actoren gezamenlijk de inhoud van de training, de lay-out van de werkplek en de instrumenten ontwerpen, evenals de organisatorische details van de didactische methodologie (rollen van trainers, facilitators, evaluatie- en beoordelingscriteria). Aangezien "Innovation Garage" een wereldwijde methodologie is om bottom-up innovatie met meerdere belanghebbenden te introduceren op de werkplek, is dit project gericht op het vernieuwen van de manier waarop "workshops" of "garage"-trainingen gewoonlijk worden uitgevoerd.

Dit is dus slechts een voorstel dat moet worden aangepast met specifieke inhoud in overeenstemming met de beoogde leerlingen en de reguliere opleidingen binnen een beroepsonderwijs- en -opleidingsorganisatie.

IO5-papier is geschikt voor docenten en trainers op I-VET-niveau (scholen, opleidingscentra voor jongeren of volwassenen) van EQF-niveaus 3-4, of zelfs voor H-VET op EQF 5-niveau (tertiair onderwijs anders dan universitair niveau). Niettemin kunnen managers, technici of trainers op bedrijfsniveau betrokken zijn bij e-mobiliteitstrainingen - in productiebedrijven, reparatiewerkplaatsen of dealers - wanneer werknemers hun vaardigheden op het gebied van het beheer en onderhoud van HV-batterijen, HEV/EV-voertuigen en hun onderdelen moeten ontwikkelen of verbeteren.



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



Projectnr. 2020-1-IT01-KA202-008555

"Innovation Garage of Garages"

IO6 – Intellectual Output 6

Trainingsprogramma met betrekking tot klantenservice en eerste interventieprocedures, gebaseerd op de methodologie van werkend leren in de innovatiegarage

Type uitvoer: Open / online / digitaal onderwijs

OER - Open leermiddelen

Voorwaarden voor hergebruik:
Creative Commons Share Alike 4.0





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



Trainingsprogramma voor klantenzorg en aftersales van EV's/HEV's

Taal: Dutch

Auteur:

“Innovation Garage of Garages” Partnerschap

Coördinator: Cisisa Parma scrl, Italië



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



Inhoudsopgave

Intro: het leermodel	4
1. Referentie van Output 6 e-mobiliteitsvaardigheden aan de huidige beroepskwalificatiekaders	7
2. Ontwerpen, testen en evalueren van de resultaten van trainingsprogramma's over klantenzorg, eerste interventie en service na verkoop in EV/HEV	9
3. Feedback van leerlingen in beroepsonderwijs en -opleidingen verzamelen	49
Conclusie: voor wie is dit document bedoeld?	58



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



Intro: het leermodel

Aangezien aanbieders van beroepsonderwijs en -opleiding nauw samenwerken met de industriële sectoren, vooral in de automobielsector, is training op de werkplek de meest waardevolle troef waarover onderwijsinstellingen beschikken om werkgerelateerde vaardigheden te ontwikkelen, wat de overgang van lerenden naar de arbeidsmarkt vergemakkelijkt.

In deze optiek heeft het project "Innovatiegarage van garages" (hieronder "IG2" genoemd) als doel om aanbieders van beroepsonderwijs en -opleiding en autobedrijven samen te brengen (bouwbedrijven, OEM-fabrikanten, dealers, autoreparatiewerkplaatsen) om samen opleidingstrajecten en leeromgevingen te ontwerpen die geschikt zijn voor de ontwikkeling van groene mobiliteitsvaardigheden, in termen van:

a-leerdoelen & inhoud;

b-layout van de trainingswerkplek;

c-gereedschap, machines en apparatuur.

Volgens het overzicht van de groene vaardigheden en functieprofielen binnen de Automobielsector, geïdentificeerd in het IO1-document, zijn de 5 belangrijkste werkprocessen waar het IG2-project zich mee bezighoudt:

IO2: Installatie en montage van EV/HEV-motoren

IO3: Onderhoud van EV/HEV-motoren

IO4: Configuratie en kalibratie van avionicasystemen in e-voertuigen

IO5: Onderhoud van avionicasystemen in e-voertuigen

IO6: Hulp na verkoop en klantenzorg, noodprocedures op de weg en veiligheidsprocedures in verband met EV's/HEV's

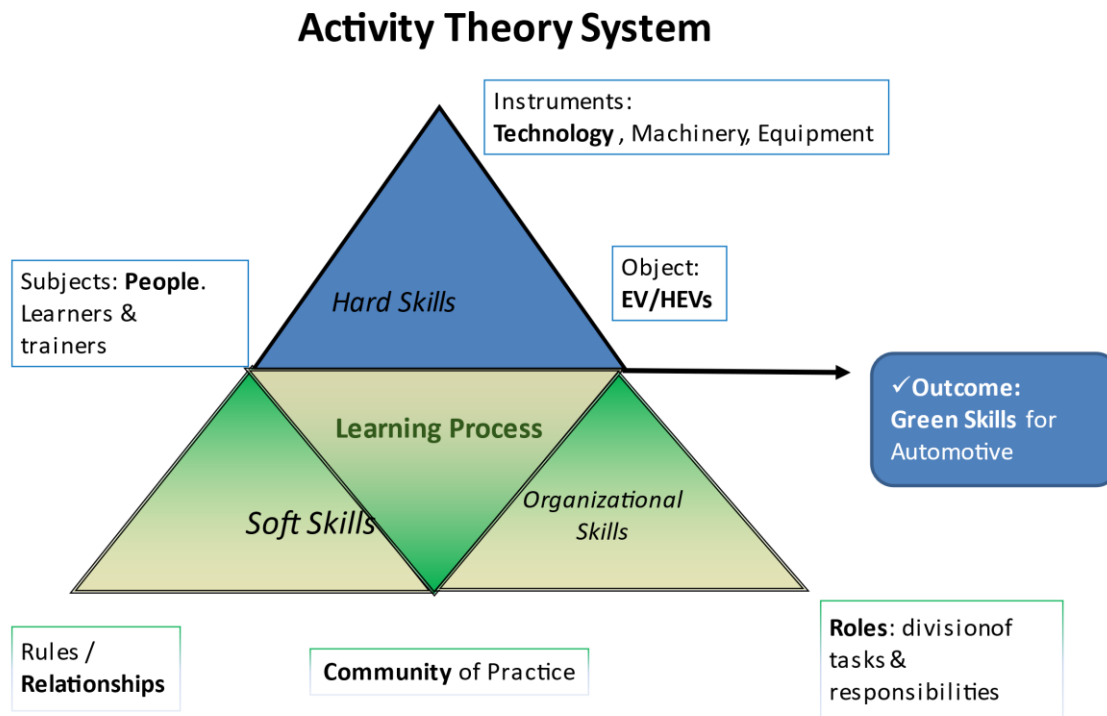
De trainingsomgeving moet praktijkleren toegankelijk en inclusief maken, en studenten moeten leren van werkprocessen en organisatiestructuur, en technologische middelen gebruiken die de lay-out van de echte werkplek zo dicht mogelijk benaderen.

Dit is wat het IG2-partnerschap "gesitueerd leren" is gaan noemen, waarbij de dynamiek van een opleidingsomgeving wordt geïdentificeerd die is uitgerust met technologische hulpmiddelen, waar leerlingen worden ondergedompeld in een productief proces dat wordt geleid door supervisors die een begeleidende en leidende rol spelen, gericht op de productie van een bepaald product.

Het leermodel dat ten grondslag ligt aan de projectmethodologie is het "Activity Theory" raamwerk van Yrjö Engeström (1987/2015), dat de derde generatie academische onderzoekers vertegenwoordigt die dit



onderwerp bestuderen, na de bijdragen van de cultuurhistorische psychologie van de Russen Vygotsky tot Leontyev.¹



Volgens dit model bestaat het totale leerproces uit twee hoofddimensies: de meeslepende ervaring van het daadwerkelijk uitvoeren van een bepaalde activiteit of van het produceren van een echt product binnen een bepaalde omgeving, zoals het schoollaboratorium of de trainingsfaciliteit, of de werkplek zelf. Dit is de dimensie waarin de harde vaardigheden van e-mobiliteit worden ontwikkeld, dankzij de interactie van 3 hoofdelementen: mensen (lerenden & trainers) als *onderwerp* van het proces; gereedschappen (zoals technologie, apparatuur en machines) als *instrumenten* die het leerproces verwezenlijken; het *elektrische/hybride voertuig* of een of meer van zijn onderdelen, als het *object* van het leerproces zelf. Het resultaat van de interactie van deze 3 elementen is het verwachte leerdoel zelf voor de relevante tests, of, meer in het algemeen, de groene vaardigheden voor de automobielsector.

Onder de bovenste driehoek plaatst de activiteitentheorie het verborgen of ontastbare deel van het leerproces, dat te maken heeft met de ontwikkeling van alle zachte vaardigheden die gepaard gaan met

¹ Zie voor een inleidende documentatie over het "Activity Theory" systeem:

- Andy Blunden "[Engeström activiteitstheorie en sociaal systeem](#)", 2015
- Oliver Ding, "[Yrjö Engeström: het activiteitensysteemmodel](#)", 2021



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



interactie binnen een complexe organisatie van mensen. Dit is wat er gebeurt met werknemers in een bedrijf, maar werkplekleren of werkpleksimulatie weerspiegelt eigenlijk dezelfde dynamiek. Op een autoproduktielocatie of in een autoreparatiewerkplaats bijvoorbeeld krijgen werknemers verschillende rollen, verantwoordelijkheden en taken toegewezen die de intermenselijke relaties daar feitelijk vormgeven. Leerlingen in beroepsonderwijs en -opleiding, hetzij in hun initiële opleiding op school, hetzij betrokken bij levenslange en voortgezette opleiding op het werk, worden ondergedompeld in een praktijkgemeenschap, waar kennis, vaardigheden en gedrag worden gedeeld, bevorderd, beloond of zelfs verworpen.

Het IG2-project, dat aanbieders van beroepsonderwijs en -opleiding en bedrijven samenbrengt, richt zich op het gezamenlijk ontwerpen van leerervaringen voor de ontwikkeling van e-mobiliteitsvaardigheden, rekening houdend met een dergelijk gedrags- en organisatorisch leermodel.



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



1. Referentie van Output 6 e-mobiliteitsvaardigheden aan de huidige kaders voor beroepskwalificaties

Output 6 van het IG2-project is gericht op de ontwikkeling van vaardigheden op het gebied van klantenservice of aftersales, en op het gebied van reddings- en veiligheidsprocedures bij ongevallen, defecten of brand met elektrische of hybride voertuigen.

Volgens IG2-partners kunnen dergelijke taken variëren van eenvoudige en elementaire taken, die haalbaar zijn voor EQF 3-operatoren of zelfs lager, bijv. C-VET-operatoren die EQF2-beroepskwalificaties behalen, tot technische of toezichthoudende rollen (EQF 4 - EQF 5).

Output 6, die het train-de-trainersprogramma schetst voor docenten in beroepsonderwijs en -opleiding die e-mobiliteit in hun didactische cursussen willen introduceren, verzamelt de beroepskwalificaties in de automobielsector volgens het ESCO-raamwerk en op basis van de functieprofielen en vaardigheidskaarten die zijn ingedeeld door de Erasmus+ Sector Skills Alliances [DRIVES](#) 591988-EPP-1-2017-1-CZ-EPPKA2-SSA-B (voor de algemene automobielsector) & [ALBATTs](#) 612675-EPP-1-2019-1-SE-EPPKA2-SSA-B (specifiek voor de batterijsector).

Volgens deze classificaties verwijst uitgang 6 naar de volgende functierollen die passen bij de EV/HEV-motorassemblageactiviteiten:

Assembleur van motorvoertuigen		EV autoreparatie- en inspectiepersoneel
Automotive elektriciens		
Monteur elektrische kabels		
Monteur elektrische apparatuur		
Inspecteur elektrische apparatuur		



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



Elektrotechnisch monteur		
Elektrotechnisch opzichter		
Auto-accutechnicus		Batterij Productie Technicus
Batterijassemblage		Assemblagetechnicus batterijmodule
Technicus accutest		Kwaliteitstechnicus batterijen
		Technicus batterijrecycling
	Technicus voorspellend onderhoud	
	Functionele veiligheid [ingenieur/technicus]	
	Manager Duurzaamheid	
Automotive testrijder		
Brandweer Voertuig Operator		
Technicus service na verkoop		

Van alle aan e-mobiliteit gerelateerde beroepskwalificaties die ESCO, DRIVES en ALBATTs hebben samengesteld, zijn de hierboven genoemde kwalificaties op zijn minst gedeeltelijk te relateren aan de opleidingsprogramma's die zijn ontworpen en getest door het IG2 VET-aanbiedersconsortium en die in de hoofdstukken hieronder worden beschreven.



2. Ontwerpen, testen en evalueren van de resultaten van trainingsprogramma's over aftersales, klantenzorg en redding op de weg van EV's/HEV's

Tijdens de proeffase van het IG2-project (Output 1) waren de partners het erover eens dat de basisstructuur van elk themaspecifiek programma over e-mobiliteit zou moeten beginnen met een gezamenlijke ontwerpfase tussen bedrijfsleven en beroepsonderwijs en -opleiding, inclusief:

- leerdoelen identificeren,
- kennis- of vaardigheidsvereisten vaststellen voor leerlingen in beroepsonderwijs en -opleidingen,
- vaststellen welke werkprocedures moeten worden geïmplementeerd,
- de inrichting van de trainingswerkplek en de benodigde gereedschappen/apparatuur,
- beslissen over de verwachte resultaten van het oplossen van problemen,
- het vaststellen van toezichthoudende en begeleidende rollen

Aanbieders van beroepsonderwijs en -opleiding kregen geen prescriptieve regels over welk relevant onderwerp gekozen zou moeten worden voor een trainingsprogramma over EV/HEV-motorassemblage of -installatie. Er zijn meestal meerdere redenen die de keuze van het onderwerp beïnvloeden en de volgende criteria moeten in overweging genomen worden bij het evalueren van de mogelijke opties:

- a) of de aanbieder van beroepsonderwijs en -opleiding al dan niet specifieke opleidingsmodules of inhoud over EV's/HEV's in het institutionele aanbod opneemt;
- b) het EQF-niveau van de opleiding waar e-mobiliteit voor het eerst moet worden onderwezen of geïntroduceerd;
- c) het algemene niveau van technische kennis en vaardigheden van de beoogde lerenden, evenals hun gedrags- en communicatievaardigheden en/of hun potentieel kansarme profiel

Wat punt a) betreft, is dit absoluut het belangrijkste en belangrijkste criterium dat de keuze van de opleiders voor beroepsonderwijs en -opleiding zou moeten bepalen: zijn de leerlingen al opgeleid in veiligheidsmaatregelen rond HV-batterijen en elektrische of hybride motoren? Zijn de leerlingen al in staat om de elektrische schema's van de auto te lezen? Zijn ze al vertrouwd met de structuur en de onderdelen van verbrandingsmotoren?

Als dit het geval is, is het waarschijnlijk een goede keuze om je te verdiepen in specifieke onderwerpen voor EV/HEV-motoren, zoals het controleren van elektrische isolatie of HV-batterijmodules, of het kalibreren van ADAS-systemen, boordcamera's en radars. Aan de andere kant mogen leerlingen die niet getraind zijn in



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



elektrische risico's nooit hands-on werken met HV-batterijen. Dit gebeurt in het hoger secundair onderwijs op EQF 3- of EQF 4-niveau, waar leerlingen alleen werken aan het mechanische gedeelte van motoren. In dit geval moeten leerlingen in de eerste plaats verplichte elektrische veiligheidscursussen volgen, en demolessen over HV-batterijen waarbij trainers de juiste procedures voor batterijbeheer laten zien zonder dat leerlingen erbij betrokken zijn, of het gebruik van elektronische panelen die het motormechanisme simuleren of de schakelaars van sensoren die de circuits van de auto regelen, zijn goede voorbeelden van inleidende activiteiten.

Bovendien moeten trainers in beroepsonderwijs en -opleiding rekening houden met het algemene profiel van de betrokken doelgroepleerlingen:

- EQF-niveau van de cursus en eerder opgedane kennis en vaardigheden van studenten

- de leeftijd van de lerenden: gaat het om jongeren in het initiële onderwijs of om werknemers die bezig zijn met een bijscholings- of omscholingscursus binnen C-VET-opleidingstrajecten?

- de algemene levenslange achtergrond van de betrokken leerlingen: is er enige vorm van potentiële achterstand vertegenwoordigd in de leergroep?

Dit kan gaan van fysieke of cognitieve handicaps tot migrantenachtergronden of taalbarrières waardoor studenten de leermogelijkheden niet ten volle kunnen benutten, of zelfs leeftijdsbarrières, in het geval van ondergekwalficeerde werknemers van boven de 50 die hun vaardigheden moeten verbeteren om hun baan niet te verliezen. In elk van deze gevallen moeten opleiders speciale regelingen treffen om een zo inclusief en drempelvrij mogelijke opleidingsomgeving te kiezen. Als een cursist een fysieke beperking heeft, moet de werkplek zo worden ontworpen dat de cursist tijdens de hele test veilig is en toch de werkprocedures kan zien of sommige ervan kan bedienen volgens de procedures voor werkveiligheid en volgens wat de medische omstandigheden toestaan. In het geval dat de leerling een lichte cognitieve beperking heeft, moeten trainers in beroepsonderwijs en -opleiding het experiment zo ontwerpen dat taken worden toegewezen aan kleine teams van leerlingen met een aangewezen leider met een verdeelde taakverdeling, zodat iedereen betrokken kan zijn bij het experiment met verschillende moeilijkheidsgraden of verantwoordelijkheden.

Teamwerk en praktisch leren zijn vooral aan te raden en effectief in het geval van migrantenleerlingen met weinig kennis van de lokale taal, aangezien grafische of synthetische werkprocedures helpen om onderwerpen of taken sneller te begrijpen dan een theoretische frontale les.

Evaluatie. Als onderdeel van de resultaten van het O1 train-de-trainer programma, stelden de IG2 projectpartners een protocol op voor de evaluatie van het testen op de werkplek, om te beoordelen in hoeverre het programma zelf succesvol was voor leerlingen in beroepsonderwijs en -opleidingen om e-mobiliteitsvaardigheden te ontwikkelen. Een dergelijke beoordeling bestaat uit een eenvoudig formulier met vragen die zowel aan docenten of opleiders in beroepsonderwijs en -opleidingen als aan bedrijfstechnici zijn gericht, aangezien de training op de werkplek voor beide onderdelen gezamenlijk moet worden ontworpen.

Docenten of trainers moeten beoordelen:



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



- of de leerdoelen al dan niet gehaald zijn,
- of de werkgerichte testen al dan niet de verwachte resultaten opleverden,
- in welke mate de verwachte kennis en vaardigheden al dan niet zijn verworven door de studenten,
- of de diagnostische hulpmiddelen wel of niet goed zijn gebruikt,
- of de supervisie- en mentoractiviteiten al dan niet toereikend waren om lerenden de begeleiding te geven die ze nodig hadden.

Als dit relevant is, kunnen leerkrachten ook aanvullende informatie geven over de belangrijkste moeilijkheden die werden overwonnen, welke taken ontbraken of niet correct werden uitgevoerd tijdens het experiment, en suggesties geven over hoe het experiment makkelijker of moeilijker kan worden gemaakt, afhankelijk van het profiel van de leerling.

Aan de andere kant moeten bedrijfstechnici beoordelen in welke mate de kennis en vaardigheden die studenten dankzij zo'n trainingsservaring hebben ontwikkeld, inderdaad nuttig en overdraagbaar zijn op de arbeidsmarkt. Bovendien kunnen bedrijfstechnici verdere voorbeelden geven van probleemoplossing en diagnose-experimenten over vergelijkbare onderwerpen, waarvan zij denken dat ze leerlingen kunnen helpen om ontbrekende vaardigheden te ontwikkelen over het werken aan EV's/HEV's op verschillende EQF-niveaus.

Laten we eens kijken naar voorbeelden van de trainingsprogramma's die elk landenteam dat deelneemt aan het IG2-project heeft ontworpen en getest.



Optie 1 - Gevarenoorzaak bij gebruik en onderhoud van batterijsystemen @ Göteborgs Tekniska College (Zweden)

Deze bron biedt een korte en samenvattende theoretische les over een enorm onderwerp: hoe om te gaan met lithium-ionbatterijen en hoe te voorkomen dat externe of interne factoren gevaren veroorzaken voor zowel de menselijke gezondheid en veiligheid als de natuurlijke omgeving.

Volgens het E-mobility trainingspakket dat beschikbaar is op [het Göteborgs Tekniska College](#), kunnen dergelijke onderwerpen aan bod komen in de modules "Battery system overview" en "Lithium-Ion battery system".

Module Titel	Duur	Inhoud
EV-bewustzijn	4 uur (theorie)	Milieukwesties en -beperkingen Markontwikkeling Totale eigendomskosten Betrokken technologie
Overzicht batterijsysteem	8 uur (theorie en praktijk)	Batterijtechnologie Elektrische veiligheid Batterijbeheer Gebruik Duurzaamheid
Lithium-ion batterijsysteem	16 uur (theorie en praktijk)	Celformaten Fysische chemie Toeleveringsketen Systeemontwerp Productie
EV opladen en stroomvoorziening	12 uur (theorie en praktijk)	Modi Gedrag ● Infrastructuur Bedrijfsmodel Voedingscomponenten



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



Elektrische machines en transmissie	16 uur (theorie en praktijk)	Overzicht aandrijvingen Typologieën hybride aandrijflijnen Schakeltheorie
-------------------------------------	------------------------------	---

Dit is een volledig frontale les. Het impliceert het ontwikkelen van kennis over de fysica en chemie van HV-batterijen en hun modules en cel. Aan de andere kant impliceert het geen praktische vaardigheden of hands-on werk. Vanwege de gevorderde inhoud over chemische reacties, chemische componenten en de wet die elektrische velden regelt, zijn de beoogde leerlingen voor deze inhoud van EQF 5 en hoger. Toch is het programma, gezien het feit dat het volledig theoretisch is, zelfs geschikt voor EQF 3-leerders zonder enige kwalificatie op het gebied van werkveiligheid met betrekking tot elektrische werkzaamheden.

Taak: Inzicht in de oorzaak van gevaar bij het werken met accusystemen

ONTWERPVORM	
Taak	Gevaarlijke werking met batterijsystemen
Leerdoelen	Veiligheid en beveiliging van lithium-ion batterijsystemen; Hoe werken de batterijen? Vermogensverlies door warmte; Milieu-impact van grondstoffen voor batterijcellen.
Kennis op instapniveau (theoretisch)	Basiskennis van scheikunde; In staat om procedures in batterijsystemen te lezen en te begrijpen; handleidingen en diagnosegereedschap.
Betrokken harde vaardigheden	In staat zijn om een diagnosegereedschap te bedienen. Het vermogen om echte fysieke componenten te identificeren. Kennis over Lithium-ioncel
Betrokken zachte vaardigheden	Het vermogen om procedures in werkplaatshandboeken en diagnostische instrumenten voor lithium-ionbatterijsystemen te lezen en te begrijpen
Activiteiten & Procedure vereist op EQF-niveau (prognose)	EQF 5
Apparatuur en gereedschap	Diagnostisch hulpmiddel (Vida)

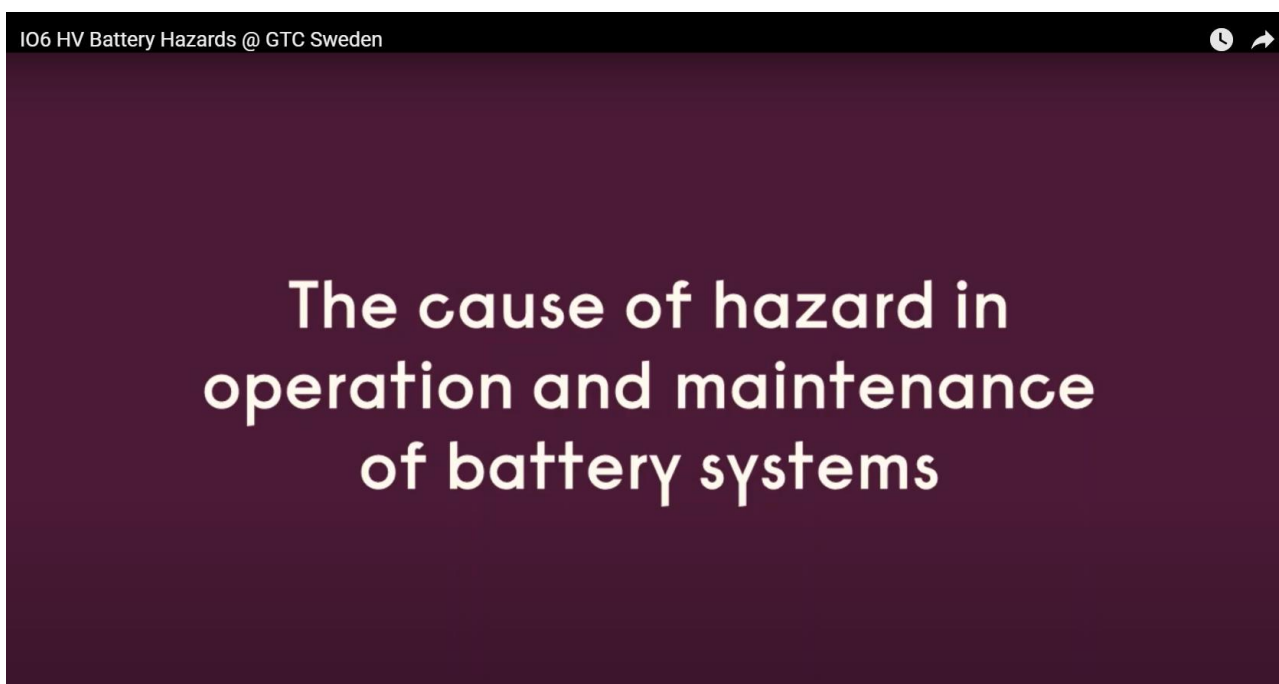


Co-funded by the
Erasmus+ Programme
of the European Union



Andere betrokken professionele rollen	EV-docent/werknemer
Supervisie en mentoractiviteiten	EV leraar/werknemer overzicht van processen tijdens de les, met voorbereiding en evaluatie.
Verwachte resultaten / Oplossing	Studenten zullen een beter begrip hebben van complete HV-batterijen, inclusief de oorzaak van gevaar bij gebruik en onderhoud van batterijsystemen.

Het programma werd uitgevoerd volgens de technische procedure in de volgende [video](#) die beschikbaar is op het [officiële YouTube-kanaal van IG2](#) @innovationgarageerasmuspro1264:





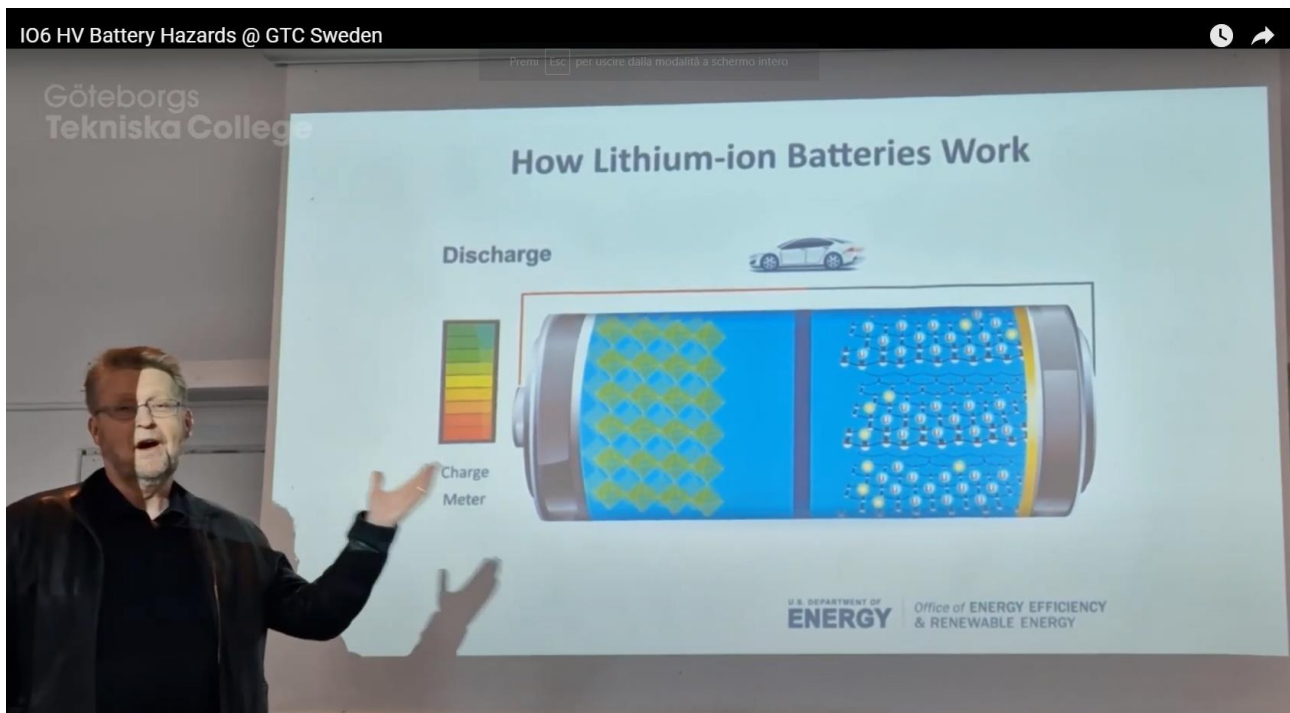
Co-funded by the
Erasmus+ Programme
of the European Union



Index van hoofdonderwerpen

De spreker in de video is [Fredrik Hannerz](#), docent elektromobiliteit aan het Göteborgs Tekniska College en expert op het gebied van fysische en chemische reacties in accu's.

1) De chemische structuur van een cel die een module van een lithium-ion batterij vormt



2) Chemische stoffen in een lithium-ion-batterijcel



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



IO6 HV Battery Hazards @ GTC Sweden

Göteborgs Tekniska College

Environmental Impact of Battery Cell Commodities 18

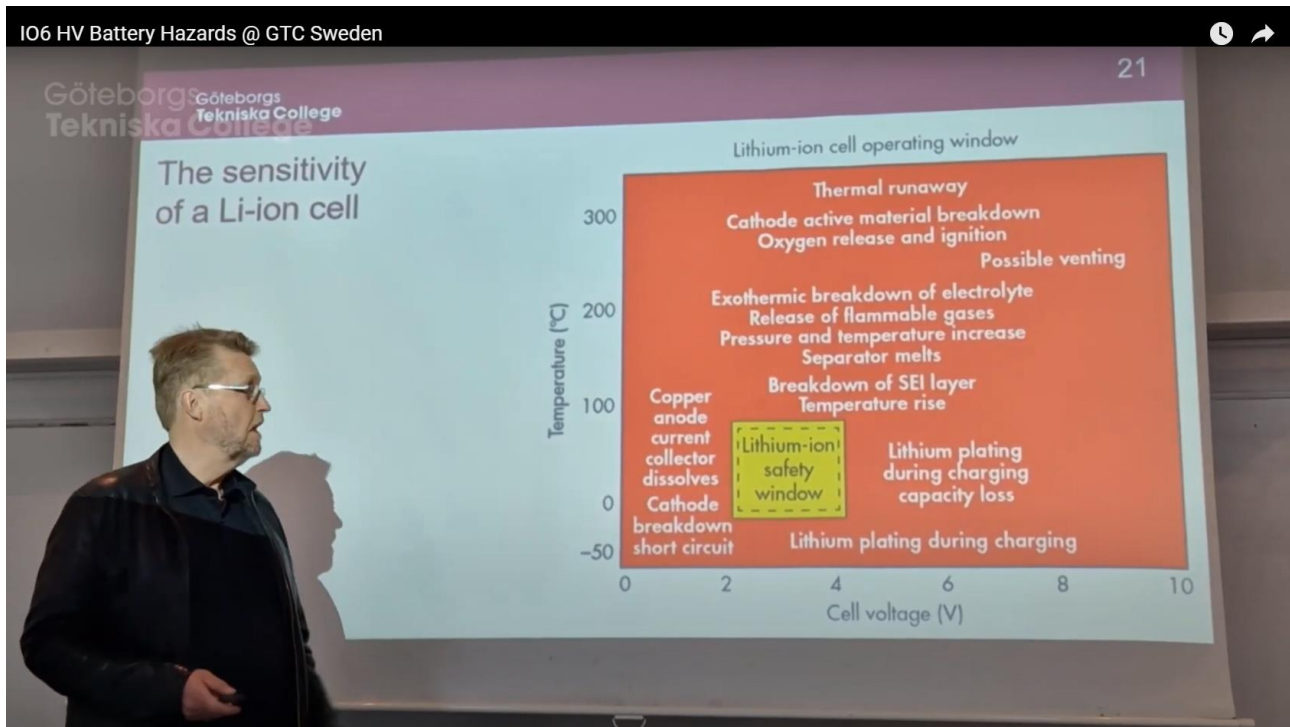
Notes:

- ! Tendency toward high operating voltages causes necessity for electrolyte additives and surface coatings with highly sophisticated but often toxic compounds (Cr-doping, metal fluoride coatings, ...)
- ! Electrolyte: Use of toxic, fluorinated salt (LiPF_6); highly toxic decomposition products during operation
- ! State-of-the-art binders for anodes not suitable for large volume changes (Si)
- 1) Synthetic graphite: High energy consumption during production; based on non-renewable resources
- 2) Natural graphite: Environmental impact during production
- ! Mineral oil-based separator with limited thermal stability
- ! Recycling of materials and components not well established yet
- ! Copper & aluminum current collectors: High energy consumption during production
- ! Use of cost-intensive, strategic, non-renewable and toxic elements (Co, Ni)
- ! Use of fluorinated binders (PVDF) and toxic processing solvents for the cathode

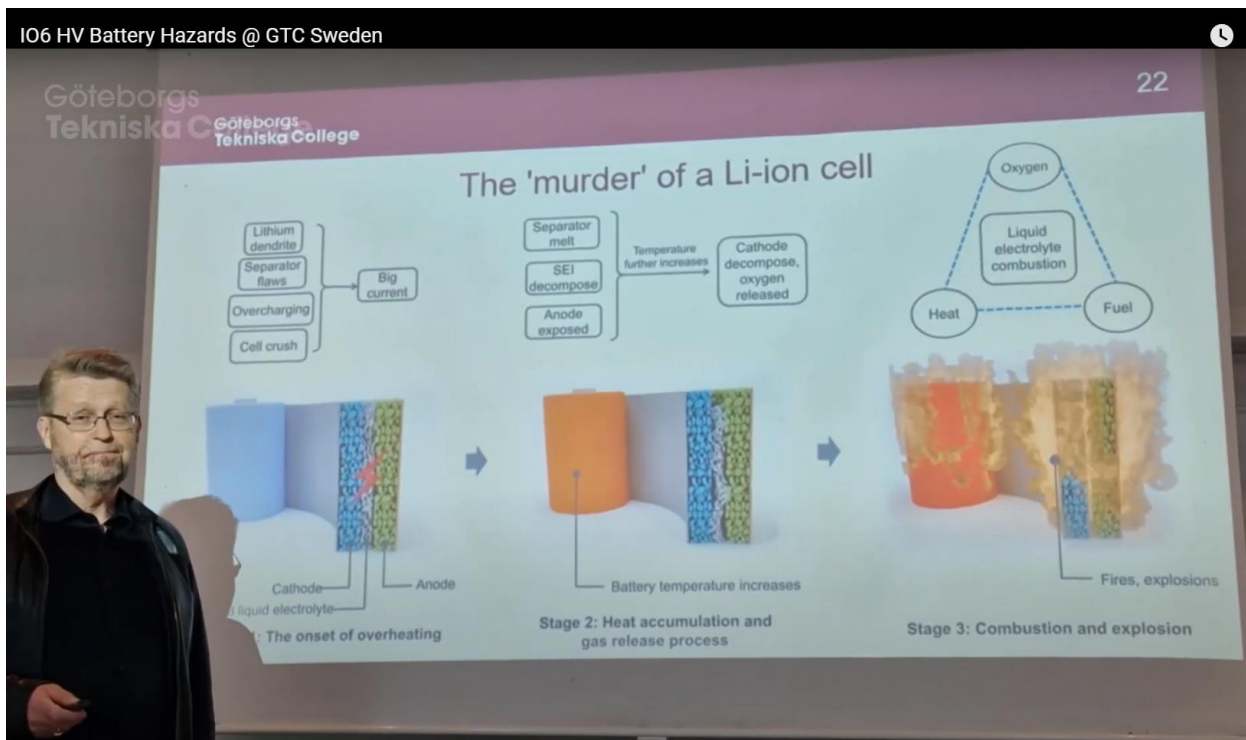
Components:

- Anode binder
- Graphite
- Carbon black
- Separator
- Electrolyte
- Metal oxide
- Cathode binder
- Al current collector

3) De gevoeligheid van een Li-Ion-batterijcel en zijn veiligheidsvenster in termen van temperatuur en spanning



4) De "moord" op Li-Ion-cellen: spannings- en temperatuurschommelingen als oorzaak van schade en gevaar





EVALUATIEFORMULIER

Prestaties van studenten

Studenten waren betrokken en geïnteresseerd	JA	Zeer geïnteresseerd ondanks het theoretisch moeilijke onderwerp.
Studenten zijn in staat om theoretische kennis toe te passen op praktische taken	JA	Er is meer kennis nodig over batterijsystemen en diagnostiek
studenten waren in staat om taken uit te voeren	NA	
Studenten kunnen zelfstandig werken	Gedeeltelijk	Er is meer kennis nodig over batterijsystemen en diagnostiek
Studenten waren zich bewust van veiligheidsprocedures	JA	
Studenten konden diagnostische hulpmiddelen gebruiken	Gedeeltelijk	Er is meer kennis nodig over batterijsystemen en diagnostiek



Docenten en trainers beroepsonderwijs

Leerresultaten	Bereikt
Verwachte resultaten	Bereikt
Instapkennis en -vaardigheden van de studenten	Er is meer kennis nodig over batterijsystemen en diagnostiek
Uitrusting en gereedschap	Diepere kennis van de software van de dealers is nodig om effectief te kunnen werken
Supervisie & begeleiding	Effectief

Technici voor bedrijven

Mate waarin de ontwikkelde vaardigheden overdraagbaar zijn op de arbeidsmarkt	Compleet
Suggestie voor verdere ontwikkeling	Er is meer kennis nodig over batterijsystemen en diagnostiek
Ontbrekende vaardigheden voor studenten:	Het vermogen om werkprocedures toe te passen
Ontwikkeling van de rol van leerkrachten:	✓ Bredere toegang tot training of bijscholing voor docenten



- ✓ Er moeten meer bedrijfstrainers worden aangesteld voor beroepsonderwijs en -opleiding

Verdere voorbeelden van problemen met probleemoplossing in verband met het onderwerp

EQF niveau 3

-

EQF niveau 4

-

EQF niveau 5

-

Optie 2 - Internationale voorschriften voor veilig vervoer van HV-batterijen @ VAVM en Moller Auto, Litouwen

Dit programma is ontworpen en getest door het Litouwse team, bestaande uit de VET-aanbieder [VAVM - Vilniaus Automechanikos ir Verslo Mokykla](#) en [Moller Auto Lietuva](#), de nationale Volkswagen & Audi-dealer, beide gevestigd in Vilnius.

Bij [VAVM - Vilniaus Automechanikos ir Verslo Mokykla](#) zijn er twee belangrijke specialisaties:

-Automonteur (EQF 4)

-Reparateur elektrische uitrustingen (EQF 4)

De cursussen voorzien momenteel niet in een specialisatie in HEV's/EV's of avionicacircuits, maar toch omvatten werkgebaseerde opleidingen ook onderhouds- en diagnosewerkzaamheden aan hybride of elektrische voertuigen. Opleidingsmodules bevatten inhoud, kennis en vaardigheden die geschikt zijn als uitgangspunt waarop verdere e-mobiliteitstrainingen kunnen worden gebaseerd. Dergelijke onderwerpen omvatten de volgende modules:



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



- Technisch onderhoud motoren
- Technisch onderhoud van de transmissie
- Reparatie van elektrische autoapparatuur
- motoren elektrische apparatuur
- Transmissie elektrische apparatuur
- Elektrische uitrusting voor comfort en veiligheid van auto's

Opdracht: Internationale regelgeving en veiligheidsmaatregelen rond het vervoer van Li-Ion-batterijen

Dit is een volledig frontale les. Het impliceert het ontwikkelen van kennis over de fysische en chemische gevaren die schade aan batterijen en gezondheidsrisico's voor mensen kunnen veroorzaken. Aan de andere kant impliceert het geen praktische vaardigheden of hands-on werk. Gezien het feit dat het programma volledig theoretisch is, is het zelfs geschikt voor EQF 3-leerlingen zonder enige werkveiligheidskwalificatie over elektrische werken.

ONTWERPVORM	
Taak	<i>Internationale voorschriften en veiligheidsmaatregelen voor het vervoer van Li-Ion-batterijen</i>
Leerdoelen	Kennis ontwikkelen over het verpakken en verzendklaar maken van Lithium-ion-batterijen van verschillende afmetingen
Kennis op instapniveau (theoretisch)	Basiskwalificatie elektrisch geïnstrueerd persoon



Betrokken harde vaardigheden	Voorwaarden - Lithium-ionen batterijen als gevaarlijke lading; Rollen in het vervoersproces volgens ADR ² ; Omgaan met lithium-ionbatterijen; Lithium-ionbatterijen verpakken
Betrokken zachte vaardigheden	Engelse taal Rapportageverplichtingen en documenten
Activiteiten & Procedure vereist op EQF-niveau (prognose)	III Niveau
Apparatuur en gereedschap	Gespecialiseerde containers, verpakkingsmateriaal, verhuismateriaal voor zwaar gewicht
Andere betrokken professionele rollen	BEV/HEV specialist/supervisor Service adviseur
Supervisie en mentoractiviteiten	Overzicht van processen tijdens de les
Verwachte resultaten / Oplossing	Studenten leren hoe ze HV-batterijen moeten voorbereiden, verpakken en verzenden.

De tests werden uitgevoerd volgens de technische procedure die wordt weergegeven in de volgende [video](#) die beschikbaar is op het [officiële YouTube-kanaal van IG2](#) @innovationgarageerasmuspro1264:

² [ADR](#) is de Europese overeenkomst betreffende het internationale vervoer van gevaarlijke goederen over de weg, die dateert van een VN-conferentie in 1957. De oorspronkelijke Franse naam voor het verdrag uit 1957 was "*Accord européen relatif au transport international des marchandises Dangereuses par Route*".



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



IO6 Safe Lithium Ion Battery Shipping @ Moller Auto & VAVM High School, Vilnius, Lithuania



Packing lithium-ion batteries



Everyone involved must have received instruction and training on handling dangerous cargo.

Moller Auto
Baltic

Index van de hoofdinhoud:

-Iedere operator die betrokken is bij het verzendklaar maken van een batterij of bij het ontvangen en uitpakken van een batterij moet instructies en training krijgen over hoe om te gaan met gevaarlijke lading.

Potentiële gevaren van Li-Ion-batterijen: chemische gevaren (lekkage van giftige componenten zoals elektrolytvloeistof, risico op chemische longontsteking, bloedvergiftiging, brandwonden op de huid of materiaalcorrosie) en risico op brand en explosies.



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



Lithium-ion batteries are designed to store large amounts of energy very quickly and release it again. To achieve this, highly reactive components are required in the cells. This increases the risk of a fire in the event of damage.

Due to characteristics, lithium-ion batteries are classified internationally as dangerous cargo and may only be stored and transported in compliance with country specific laws.

Potential dangers of lithium-ion batteries

Risk of fire

Chemical danger

Moller Auto

Gezondheids- en veiligheidsrisico's van elektrische spanning dichtbij of boven 60 V.

-Verskil tussen batterijcellen, batterijmodules en batterijpakken. Classificatie van items voor verzending volgens het ADR-verdrag over het vervoer van gevaarlijke goederen.

-Criteria voor de evaluatie van de gezondheidstoestand van de accu's: de condities variëren van "normaal" tot "waarschuwing" tot "gevaar".

Visuele inspectie (geen duidelijke scheuren, mechanische schade of vloeistoflekkage), elektrische werking (accudiagnose is mogelijk) en thermische omstandigheden (temperatuur) zijn verantwoordelijk voor het bepalen van de status van de accu:



Status evaluation

Lithium-ion batteries can be evaluated as having one of these three statuses:

- Normal
- Warning
- Danger

If ALL evaluation criteria are applicable, the battery is classified with the status „Normal“

Visual/sensory:

- No relevant mechanical damage;
- No fluid leakage;

Function/electric:

- Battery diagnostics possible;
- No relevant entries in the event memory;

Thermal:

- Temperature within the tolerance;

No specific measures need to be taken.

Moller Auto
Baltic

Als aan alle evaluatiecriteria is voldaan, heeft de batterij een normale status en kan hij worden klaargemaakt voor verzending.



Status evaluation

If at least ONE evaluation criterion is applicable, the battery is classified with the status „Warning“

Visual/sensory:

- Relevant mechanical damage (dent, crack, opening, defective seal, etc.);
- Corrosive damage;
- Acrid odour;

Functional/electric:

- No battery diagnostics possible;
- Relevant entries in the event memory;

Thermal:

- Temperature above the tolerance;

The battery must be transported in a special transportation container.

Moller Auto
Baltic



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



Als aan een van deze drie criteria niet wordt voldaan, heeft de batterij de status "waarschuwing". De batterij moet in quarantaine worden geplaatst totdat deze wordt verzonden. Na afloop van de quarantaineperiode is verzending toegestaan onder speciale verpakkingsvoorwaarden.

Aan de andere kant wordt de "gevaarlijke" status aangegeven als de temperatuur van de batterij hoger is dan 80 °C, of als er krakende of sissende geluiden uit de batterijhouder komen, of als er vloeistof lekt, of als er rook/dampen aanwezig zijn, of als er geen meting van de elektrische activiteit mogelijk is. Geen enkele batterij wordt verzonden in dergelijke "gevaarlijke" omstandigheden: de batterij wordt ter observatie in quarantaine gelaten, mogelijk ondergedompeld in water om de temperatuur te verlagen.

IO6 Safe Lithium Ion Battery Shipping @ Moller Auto & VAVM High School, Vilnius, Lithuania

Status evaluation

If at least **ONE** evaluation criterion is applicable, the battery is classified with the status „Danger“

Visual/sensory:

- Fluid escape/liquid suspected in the battery;
- Smoke/steam fire/sparks;
- Noises (crackling/hissing);
- Mechanical damage with open and accessible contacts

Functional/electric:

- No relevance to the evaluation for the status „Danger“;

Thermal:

- Temperature above 80 °C;

Batteries with status „Danger“ are NOT transported. They are left in quarantine for observation.

Moller Auto Baltic

-Voor accu's met een normale status wordt de originele behuizing gebruikt voor verpakking en verzending, op voorwaarde dat alle contacten zijn beschermd tegen kortsluiting van buitenaf, terwijl speciale isolerende metalen containers worden gebruikt voor het verzenden van accu's met een "waarschuwingstatus".

-De containers waarin de batterijen worden verpakt voor verzending moeten onder en boven de batterij zelf worden gevuld met glasgranulaat. Glasgranulaat zijn kleine glazen bolletjes, dus het is een mineraal en ijzer-vrij materiaal. Om deze reden is het ideaal voor meerdere doeleinden - het beschermt alle draden en contacten tegen mogelijke kortsluiting. Het is ook vuurbestendig.

Op de batterijhouder moet het teken "gevaarlijke goederen - klasse 9" staan en de UN3480-code, die staat voor lithium-ionbatterijen.

-Als de batterij zich in de status "warning" bevindt, moet op de verpakking ook het teken "warning: damaged lithium-ion battery" staan.



EVALUATIEFORMULIER

Prestaties van studenten

Studenten waren betrokken
en geïnteresseerd

JA

Studenten konden
theoretische kennis toepassen
op praktische taken

NA

Studenten konden taak
uitvoeren

NA

Studenten konden zelfstandig
werken

Gedeeltelijk

*Begeleiding van beroepsopleiders
was nodig*

Studenten waren zich bewust
van veiligheidsprocedures

JA

Alleen geïnstrueerde mensen

Studenten konden
diagnostische hulpmiddelen
gebruiken

Gedeeltelijk

*Begeleiding van beroepsopleiders
was nodig*

Docenten en trainers beroepsonderwijs

Leerresultaten

Bereikt



Verwachte resultaten	Deels bereikt
	Dit onderwerp moet meer aandacht krijgen en leerlingen moeten de procedures voor het verpakken van gebruikte batterijen en veiligheidskwesties serieus nemen.
Instapkennis en -vaardigheden van de studenten	Het algemene niveau was voldoende.
Uitrusting en gereedschap	Als de apparatuur geschikt is, wordt deze op de juiste manier gebruikt. Toch is het niet eenvoudig om geschikte containers en isolatiematerialen te vinden voor het vervoer van gebruikte batterijen, vooral op het niveau van beroepsonderwijs en -opleiding.
Supervisie & begeleiding	Effectief
Mogelijke verbeteringen	Studenten moeten door twee docenten tegelijk worden geobserveerd en geëvalueerd om er zeker van te zijn dat de beoordeling objectief is.
Technici voor bedrijven	
Mate waarin de ontwikkelde vaardigheden overdraagbaar zijn op de arbeidsmarkt	Gedeeltelijk
	Een volledige voorbereiding op alle noodzakelijke vereisten, procedures en materialen is nodig om toegang te krijgen tot de arbeidsmarkt
Suggestie voor verdere ontwikkeling	



Ontbrekende vaardigheden voor studenten	Het vermogen om werkprocedures in de praktijk te brengen; Diepere kennis over HV-componenten.
Ontwikkeling van de rol van leerkrachten	Meer connecties met het bedrijfsleven Meer bedrijfstechnici aanstellen voor onderwijs en opleiding in beroepsonderwijs en -opleiding.
Verdere voorbeelden van problemen met probleemoplossing in verband met het onderwerp	
EQF niveau 3	-
EQF niveau 4	-
EQF niveau 5	-



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



Optie 3 -Brandbestrijding met elektrische voertuigen bij ROC Midden Nederland

Het trainingsprogramma is ontworpen en getest door [ROC Midden Nederland](#) (aanbieder van beroepsonderwijs en -opleiding) en [Innovam](#) (bedrijf), en is gericht op studenten van beroepsonderwijs en -opleiding die de volgende opleidingen volgen:

- Eerste autotechnicus (EQF 3)
- Eerste vrachtwagenmonteur (EQF 3)
- Technisch specialist autotechniek (EQF 4)
- Technisch Specialist Vrachtwagentechnologie (EQF 4)

Ze hebben allemaal al in de reguliere opleidingstrajecten lesinhoud opgenomen over de volgende eenheden:

- Hybride en elektrische aandrijflijn
- Elektrische motoren
- NEN9140 (EU-verordening over elektrische werken)
- Oplaadsystemen
- Batterijbeheer omvormer/omvormer

Dit programma simuleert een gevaarlijke situatie waarbij rook en dampen vrijkomen van een elektrisch of hybride voertuig. Ondanks het feit dat het reddingsproces wordt uitgevoerd door de brandweer, mogen alleen cursisten met een eerdere training en instructies over elektrische risico's, explosierisico's en chemische gevaren deelnemen aan deze sessie. Bovendien mogen alleen cursisten met een gecertificeerd certificaat voor elektrische training het voertuig beveiligen of waterpompen gebruiken om te koelen. Voor meer details over elektrische veiligheid bij de omgang met e-voertuigen, nemen ROC Midden Nederland en Innovam dergelijke onderwerpen op in een korte eendaagse modulaire cursus voor studenten en werknemers genaamd "Veilig werken aan e-voertuigen basis" (zie Output 1), evenals in het spanningsloos maken van HV-batterij beschreven in Output 2 en Output 3 van het IG2-project.

ONTWERPVORM	
Taak	E-voertuig reddingsprocedures bij brand



Leerdoelen	Je bewust zijn van de gevaren van een EV na een ongeval De gids voor noodgevallen kunnen gebruiken Persoonlijke beschermingsmiddelen kunnen gebruiken
Kennis op instapniveau (theoretisch)	Procedures voor veiligheidsoperaties met EV/HEV
Betrokken harde vaardigheden	Weten hoe je individuele beschermingsmiddelen moet dragen (brandwerend pak, helm, gelaatsscherm, ademmasker, isolerende handschoenen, veiligheidsschoenen); Warmtebeeldcamera kunnen gebruiken
Betrokken zachte vaardigheden	Samenwerken met andere reddingsdiensten, in het bijzonder de brandweer. Werken onder tijdsdruk en gevaarlijke situaties
Activiteiten & Procedure vereist op EQF-niveau (prognose)	De procedures volgen in de noodhulp gids op EQF-niveau 3
Apparatuur en gereedschap	Camera en/of drone om beelden vast te leggen, douchegereedschap om het getroffen e-voertuig te besproeien, tablet met reddingsgids van de brandweer, individueel beschermingsmateriaal.
Andere betrokken professionele rollen	Toezichthouder, leraar, potentieel vuurwerkmaker...
Supervisie en mentoractiviteiten	Leraar en/of brandweercommandant begeleidt leerlingen
Verwachte resultaten / Oplossing	EV kan veilig worden vervoerd naar de mechanische werkplaats voor assistentie en reparatie

Het testen met relevante werkprocedures wordt in beeld gebracht in de [instructievideo](#) die beschikbaar is op [het officiële YouTube-kanaal van het IG2-project](#) @innovationgarageerasmuspro1264:



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



Onderwerpen/procedure:

- 1- Zodra er een vermoedelijke noodsituatie met betrekking tot een EV/HEV ontstaat (dampen en rook uit het voertuig), bel dan het lokale/nationale noodnummer of de brandweer;
- 2- Zodra het reddingsteam op het terrein arriveert, informeer je kort de commandant of de persoon die de leiding heeft over wat er is gebeurd;
- 3- De brandweerlieden dragen ademhalingsapparatuur om zichzelf te beschermen tegen rook en giftige chemicaliën;
- 4- Er wordt speciaal douchegereedschap onder en rond de auto geplaatst om de aangetaste accu met water af te koelen;
- 5- Als het afkoelen lukt en er geen rook meer vrijkomt uit de auto, kan de auto veilig naar de garage worden gebracht;
- 6- Bij ernstige verhitting of beschadiging van de batterij kan het nodig zijn om het voertuig onder te dompelen in water. In dergelijke gevallen wordt het voertuig met een kraan opgetild en naar een speciale tank gevuld met water getransporteerd om het collingproces te voltooien totdat het voertuig veilig is.



EVALUATIEFORMULIER

Prestaties van studenten

Studenten waren betrokken
en geïnteresseerd

JA

Studenten konden
theoretische kennis toepassen
op praktische taken

JA

Studenten konden taken
uitvoeren

GEEN

Studenten konden zelfstandig
werken

GEEN

*Opmerkingen: de hele operatie
werd geleid en uitgevoerd door
de brandweer.*

Studenten waren zich bewust
van veiligheidsprocedures

JA

Studenten konden
diagnostische hulpmiddelen
gebruiken

NA

Docenten en trainers beroepsonderwijs

Leerresultaten

Deels bereikt

De brandweer behandelde alleen de praktische
reddingsdemonstratieprocedure, maar niet alle aspecten
van noodsituaties met EV/HEV.

Verwachte resultaten

Deels bereikt



	Niet alle informatie met betrekking tot de reddingsveiligheid van het voertuig was beschikbaar
Instapkennis en -vaardigheden van de studenten	Voldoende niveau om te experimenteren dankzij zelfstudie vooraf
Uitrusting en gereedschap	Goed gebruikt
Supervisie & begeleiding	Effectief <i>Opmerkingen: Studenten waren erg leergierig en luisterden aandachtig naar de tips van de trainer. Op dit moment in deze training geen verbeterpunten aan te geven</i>
Technici voor bedrijven	
Mate waarin de ontwikkelde vaardigheden overdraagbaar zijn op de arbeidsmarkt	Gedeeltelijk - sommige inhoud is zeer specifiek voor de brandweer
Suggestie voor verdere ontwikkeling	Meer theoretische training over gevaren en risico's in verband met explosies en chemische risico's
Ontbrekende vaardigheden voor studenten:	
Ontwikkeling van de rol van leerkrachten:	✓ Bredere toegang tot training of bijscholing voor docenten



Verdere voorbeelden van problemen met probleemoplossing in verband met het onderwerp

EQF niveau 3	-
EQF niveau 4	Meer kennis en vaardigheden nodig voor het repareren van voertuigen die betrokken zijn bij ongelukken en door reddingswerkers naar de werkplaats zijn gebracht.
EQF niveau 5	Meer kennis en vaardigheden nodig voor het repareren van voertuigen die betrokken zijn bij ongelukken en door reddingswerkers naar de werkplaats zijn gebracht.



Optie 4 - Assistentie na verkoop bij IIS A. Ferrari, Maranello, Italië (EQF 3-4 niveaus)

Dergelijke taken werden uitgevoerd door studenten die de technische en beroepsopleidingen (EQF 4) volgden aan het [IIS "A. Ferrari"](#) in Maranello (Modena, Italië).

Op basis van de leerdoelen van het project - studenten vertrouwd maken met elektrische en hybride voertuigen, batterijen en motoren - werden de volgende opleidingen het meest geschikt bevonden om de experimenten van het IG2-project uit te voeren:

Onderhoud en technische bijstand (EQF 4)

Technicus voor de bouw van transportmiddelen - wegvoertuigen (EQF 4)

Op een dergelijk niveau volgen studenten verplichte cursussen over veiligheid op het werk - zowel algemene veiligheidsaanbevelingen op het werk als specifieke training over mechanica en elektrische risico's, maar gezien hun jonge leeftijd worden ze meestal niet opgeleid tot EiP (electrically instructed person) en kunnen ze niet werken met hoogspanningsbatterijen of -circuits.

Studenten op dit niveau worden opgeleid om onderhoudswerkzaamheden uit te voeren aan het mechanische gedeelte van de voertuigen, maar ze mogen geen elektrische circuits installeren of repareren, waaronder natuurlijk HV-batterijen.

Op de Ferrari VET school leerden studenten eerst over de structuur en het werkingsmechanisme van het elektrische gedeelte van motoren (zie [Output 2](#)), daarna over het onderhoud door middel van elektronische diagnose dankzij de OBD-software (Onboard Diagnostic Tool, zie [Output 3](#)).

Op dit punt werden de leerlingen betrokken bij een aftersales-simulatie, waarbij ze een onderhandeling voerden tussen een klant die een probleem had met zijn e-voertuig en de mechanische werkplaats, die hulp en opties bood over hoe om te gaan met problemen met een HV-batterij.

ONTWERPVORM	
Taak	<i>Klantenservice voor klanten met een elektrische of hybride auto</i>
Leerdoelen	Hulp kunnen bieden aan klanten die problemen ondervinden met EV/HEV; Kennis van mogelijke storingen van HV-batterijen en hun oorzaken; Instructies en aanwijzingen kunnen geven aan klanten om gevaar voor mensenlevens en verdere schade aan het voertuig te voorkomen.



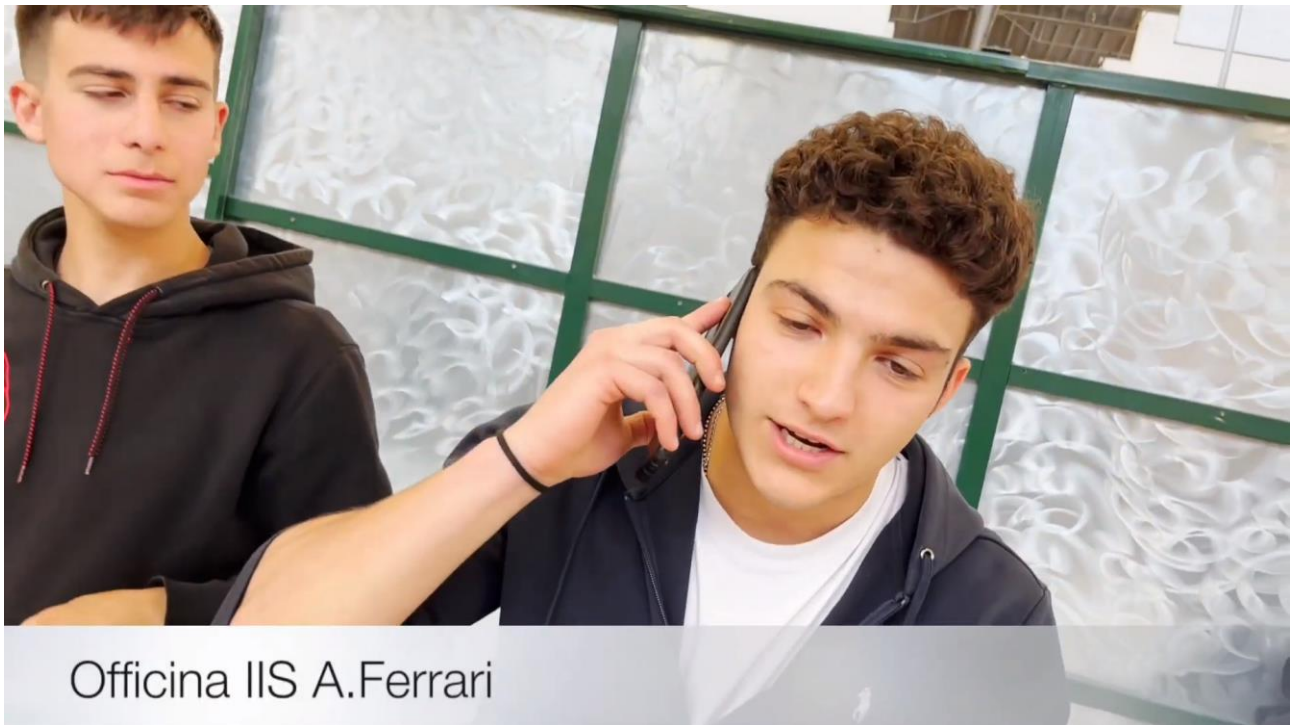
Kennis op instapniveau (theoretisch)	Basiskennis autotechniek Elektrische circuits van voertuigen Kenmerken en werkingsmechanisme van HV-batterijen
Betrokken harde vaardigheden	In staat om te werken met een OBD-hulpmiddel (Onboard Diagnostic Tool)
Betrokken zachte vaardigheden	In staat om procedures in werkplaatshandboeken en diagnosetools te lezen en te begrijpen. Engelse taal Onderhandelings- en communicatievaardigheden
Activiteiten & Procedure vereist op EQF-niveau (prognose)	EQF 3-4 Niveau
Apparatuur en gereedschap	OBD-dealersoftware.
Andere betrokken professionele rollen	VET-trainer of werkplaatsmanager
Supervisie en mentoractiviteiten	Theoretische uitleg van HV-batterijsystemen
Verwachte resultaten / Oplossing	Studenten kunnen begrijpen hoe ze met klanten moeten omgaan in noodsituaties en hoe ze hen de juiste aanwijzingen kunnen geven. Studenten ontwikkelen ook vaardigheden om problemen en hun complexiteit te begrijpen, relevante vragen te stellen aan klanten om hun eigen diagnostische hypothese te ondersteunen en de klant tevreden te stellen na het zoeken van hulp in de garage.



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



Het testen met relevante werkprocedures wordt in beeld gebracht in de [instructievideo](#) die beschikbaar is op [het officiële YouTube-kanaal van het IG2-project](#) @innovationgarageerasmuspro1264:



De video portretteert twee belangrijke klantenservicesituaties:

-In de eerste krijgt een klant een storing tijdens het rijden in een EV/HEV. De bestuurder belt de autowerkplaats voor assistentie en de operator waarschuwt hem dat hij geen oranje kabel in de motorkap mag aanraken, omdat dit een hoogspanningssysteem is dat gevaarlijk is voor het menselijk leven. De operator zal een takelwagen sturen om de auto te redden die in de werkplaats zal worden behandeld.

-In de tweede klaagt een klant over de lage prestaties van de batterij van zijn EV/HEV. Na een gesprek met de garagist komen ze erachter dat de batterij al 1500 keer is opgeladen: op dat moment zijn de prestaties van de batterij fysiologisch afgenomen. De garagehouder biedt de klant twee opties: de batterij vervangen door een nieuwe of een nieuw voertuig met een lichtere batterij en betere prestaties.

EVALUATIEFORMULIER

Prestaties van studenten



Studenten waren betrokken en geïnteresseerd	JA	Studenten kregen de taak om hypothesen te maken over typische defecten aan HV-batterijen of noodsituaties om een telefoongesprek tussen de klant en de autowerkplaats te simuleren.
Studenten konden theoretische kennis toepassen op praktische taken	NA	Alleen theoretische training
Studenten konden taken uitvoeren	JA	
Studenten konden zelfstandig werken	JA	Met enige begeleiding van de docenten over de juiste manier om technische details aan de klant te communiceren
Leerlingen konden fouten vinden	NA	Alleen theoretische training
Leerlingen konden veiligheidsprocedures identificeren	JA	
Leerlingen konden diagnostisch hulpmiddel gebruiken	Gedeeltelijk	Met wat begeleiding van de leraren over de OBD-tools (onboard diagnostic tools) van de dealers
Docenten en trainers beroepsonderwijs		
Leerresultaten	Bereikt	



Verwachte resultaten	Bereikt
Instapkennis en -vaardigheden van de studenten	Voldoende niveau van zelfstudie
Uitrusting en gereedschap	Voldoende bewustzijn
Supervisie & begeleiding	Effectief
Technici voor bedrijven	
Mate waarin de ontwikkelde vaardigheden overdraagbaar zijn op de arbeidsmarkt	Compleet
Suggestie voor verdere ontwikkeling	Oefenen met het vinden van fouten in HV-systemen met behulp van OBD-software (boorddiagnosetool)
Ontbrekende vaardigheden voor studenten:	Kennis van organisatorische/bedrijfsrollen
Ontwikkeling van de rol van leerkrachten:	✓ Bredere toegang tot training of bijscholing voor docenten ✓ Diepere of actuele kennis van software of diagnostische tools
Verdere voorbeelden van problemen met probleemoplossing in verband met het onderwerp	



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



EQF niveau 3	Geen
EQF niveau 4	Meer kennis en vaardigheden nodig voor het repareren van voertuigen die betrokken zijn bij ongelukken en door reddingswerkers naar de werkplaats zijn gebracht.
EQF niveau 5	Meer kennis en vaardigheden nodig voor het repareren van voertuigen die betrokken zijn bij ongelukken en door reddingswerkers naar de werkplaats zijn gebracht.



Optie 5 - Hulp na verkoop @ ITS MAKER Academy, Italië

Een dergelijk programma werd uitgevoerd door de EQF 5-niveau cursussen binnen de [Fondazione ITS Maker](#), gevestigd in Bologna, het opleiden van Hogere Technici in geavanceerde technologie, mechatronica en automotive velden.

Binnen de uitvoering van het IG2-project zijn er namelijk twee cursussen met e-mobiliteitsgerelateerde inhoud:

- Hogere Technicus in Hybride, Elektrische en Endothermische Motoren (EQF 5)
- Hogere Technicus in Elektrische en Aangesloten Auto's en Ondersteund Rijden (EQF 5)

Aangezien beide profielen hoge specialisatienormen beogen, die haalbaar zijn met een tertiaire opleiding na het algemene hoger secundaire certificaat (EQF 4), richt het huidige IO5-programma zich alleen op leerlingen in beroepsonderwijs en -opleidingen met voorkennis en vaardigheden:

- Elektrische schema's van voertuigcircuits
- Elektrische en elektronische technologieën en toepassingen
- Installatie- en onderhoudstechnologieën en -technieken

De IO6-taak uitgevoerd door de Fondazione ITS Maker cursus in hybride, elektrische en endothermische motoren gaat over het helpen van een klant die een probleem meldt in de frontcamera van zijn/haar elektrische FIAT 500-voertuig. De frontcamera maakt deel uit van de ADAS-systemen die in Output 4 en Output 5 worden uitgelegd.

ONTWERPVORM	
Taak	<i>De frontcamera van een EV vervangen via de OBD-software</i>



Leerdoelen	Kennis van de belangrijkste elektrische en elektronische circuits van voertuigen om correct onderhoud te kunnen uitvoeren bij storingen.
Kennis op instapniveau (theoretisch)	Lezen van een elektrisch schema, kennis van laboratoriumschema's en basiselektronica
Betrokken harde vaardigheden	In het bezit zijn van een diploma/kwalificatie en minimaal stage-ervaring in de automobielsector
Betrokken zachte vaardigheden	Voldoen aan de veiligheidsvoorschriften op de werkplek, vooral in het geval van elektrische gevaren.
Activiteiten en procedures vereist op EQF-niveau (prognose)	Metten en analyseren van elektrische onderdelen en repareren van beschadigde en/of defecte onderdelen
Apparatuur en gereedschap	Elektrische meet- en diagnoseapparatuur.
Andere betrokken professionele rollen	Softwareprogrammeurs en hardwareontwikkelaars
Supervisie en mentoractiviteiten	Correct gebruik van persoonlijke veiligheidsuitrusting en correct gebruik van werkgereedschap.
Verwachte resultaten / Oplossing	Kennis van de belangrijkste elektrische en elektronische circuits van voertuigen om correct onderhoud te kunnen uitvoeren bij storingen.

De tests werden uitgevoerd volgens de technische procedure die wordt weergegeven in de volgende [video](#) die beschikbaar is op het [officiële YouTube-kanaal van IG2](#) @innovationgarageerasmuspro1264:



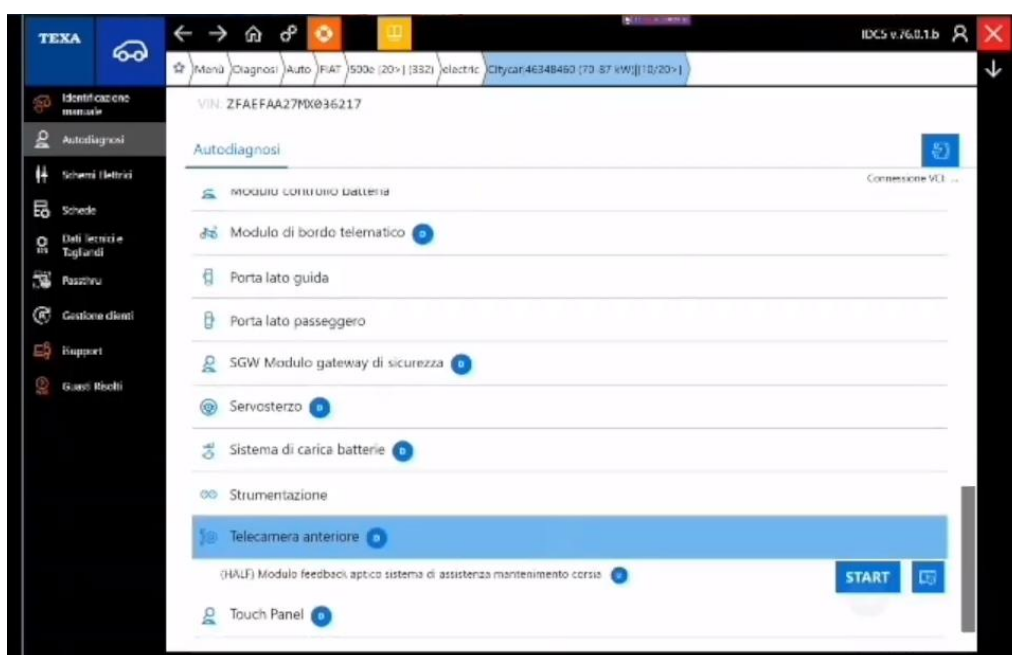
Co-funded by the
Erasmus+ Programme
of the European Union



SPIE CHE SEGNALANO LA PRESENZA DELL'ANOMALIA

Procedure:

- 1) Nadat het voertuig is gestart, geven gele waarschuwingssignalen aan dat er een afwijking is in het systeem.
- 2) Het voertuig wordt vervolgens aangesloten op de TEXA OBD-software (onboard diagnostic tool) en er wordt een lijst met gedetecteerde fouten weergegeven. Zo kan de bestuurder vaststellen dat er een probleem is met de frontcamera.

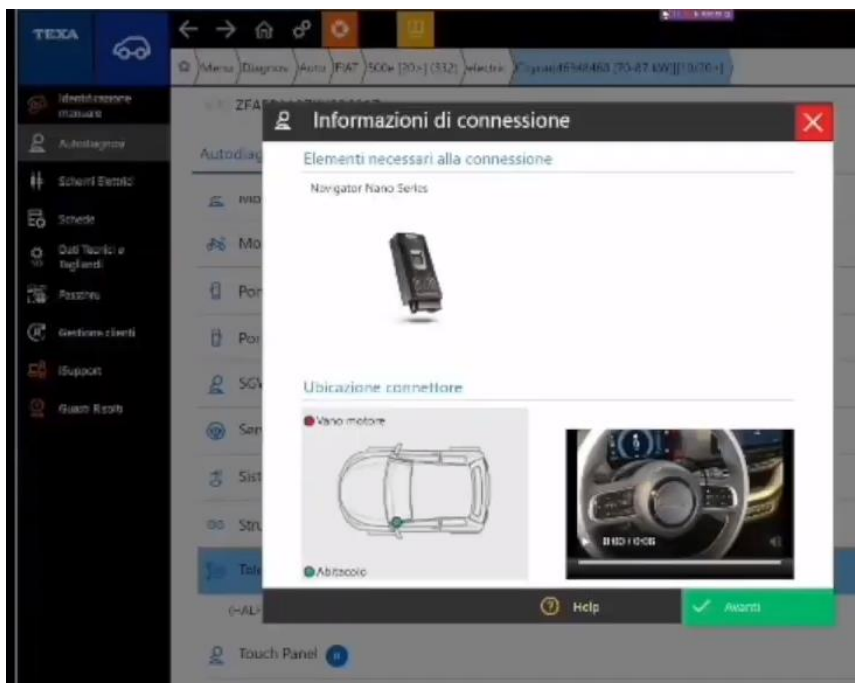




Co-funded by the
Erasmus+ Programme
of the European Union



- 3) Vervolgens vervangt de operator de frontcamera door een nieuwe. Voordat de nieuwe camera correct werkt, moet deze worden gekalibreerd. Het OBD-tool biedt informatie over welke apparaten nodig zijn om de camera te kalibreren...



...evenals informatie over welk kalibratiepaneel geschikt is voor het betreffende type voertuig (FIAT 500 full electric).





EVALUATIEFORMULIER

Prestaties van studenten

Studenten waren betrokken
en geïnteresseerd

JA

Studenten konden
theoretische kennis toepassen
op praktische taken

JA

Studenten konden taak
uitvoeren

JA

Studenten konden zelfstandig
werken

Gedeeltelijk

*Er was begeleiding nodig van de
trainer*

Leerlingen konden fouten
vinden

Gedeeltelijk

*Er was begeleiding nodig van de
trainer*

Studenten waren zich bewust
van veiligheidsprocedures

JA

Studenten konden
diagnostische hulpmiddelen
gebruiken

Gedeeltelijk

*Er was begeleiding nodig om de
interfaces van de officiële*



*diagnosetools van de dealer
correct te interpreteren.*

Docenten en trainers beroepsonderwijs	
Leerresultaten	Bereikt
Verwachte resultaten	Gedeeltelijk: het vergt meer oefening om ervaring op te doen
Instapkennis en -vaardigheden van de studenten	Deels voldoende. Leerlingen missen nog praktische vaardigheden
Uitrusting en gereedschap	Diepere kennis van de software van de dealers is nodig om effectief te kunnen werken
Supervisie & begeleiding	Effectief
Technici voor bedrijven	
Mate waarin de ontwikkelde vaardigheden overdraagbaar zijn op de arbeidsmarkt	Compleet
Suggestie voor verdere ontwikkeling	-



Ontbrekende vaardigheden voor studenten:	Het vermogen om werkprocedures toe te passen in de leeromgeving
Ontwikkeling van de rol van leerkrachten:	✓ Bredere toegang tot training of bijscholing voor docenten ✓ Diepere en actuele kennis van software of diagnosetools van dealers.
Verdere voorbeelden van problemen met probleemoplossing in verband met het onderwerp	
EQF niveau 3	Veiligheidsprocedures toepassen op voertuigen met spanning
EQF niveau 4	Systemen voor begeleid rijden diagnosticeren en kalibreren
EQF niveau 5	Diagnose van afwijkingen bij elektrische voertuigen met ADAS



3. Feedback van leerlingen in beroepsonderwijs en -opleidingen verzamelen

Zoals vermeld in de IO1 paper over het ontwerpen van een pilot Train-de-Trainers programma over e-mobiliteit, is een relevant onderdeel van het programma zelf het verzamelen van feedback van de deelnemers over zowel hun waardering als hun zelfevaluatie over de trainingservaring.

De vragen kunnen variëren afhankelijk van de leerdoelen van het experiment en het EQF-niveau van de aanbieder van beroepsonderwijs en -opleiding, maar in het algemeen moet aan de volgende criteria worden voldaan om feedbackvragenlijsten te kunnen afnemen om de impact van de opleidingsactiviteiten te meten:

- formulieren moeten anoniem worden verzameld om ervoor te zorgen dat respondenten vrij zijn om hun oprechte en eerlijke feedback over het trainingsprogramma te geven, op papier of digitaal;
- vragen kunnen meerkeuzevragen zijn of op een schaal, maar in elk geval moet er ruimte zijn voor verdere opmerkingen of commentaar;
- de mate waarin de opleidingswerkplek studenten heeft geholpen bij het ontwikkelen van e-mobiliteitsvaardigheden moet worden beoordeeld;
- de effectiviteit van de mentorschap- of toezichtactiviteiten moet worden beoordeeld;
- Er moet worden beoordeeld in welke mate de deelnemers dankzij hun voorkennis en vaardigheden het meeste uit het trainingsprogramma konden halen;
- de perceptie, aan de kant van de lerenden, van de feitelijke ontwikkeling van e-mobiliteitsvaardigheden moet worden beoordeeld;
- de mate waarin leerlingen denken goed voorbereid te zijn op de overstap naar de arbeidsmarkt.

Voorbeelden van de verzamelde feedback zijn te zien in de grafieken hieronder, die genderloze geaggregeerde gegevens weergeven van alle betrokken landen en EQF-niveaus.

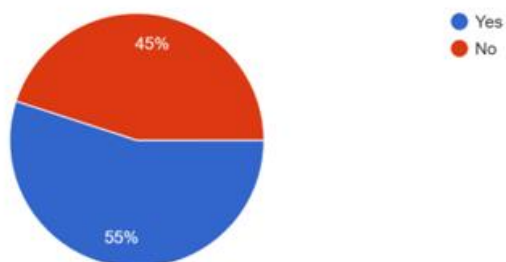
Antwoorden met een schaal van 1 tot 5 betekenen dat respondenten werd gevraagd de zin in de vragen te beoordelen met een score van 1 (absoluut niet) tot 5 (absoluut wel).



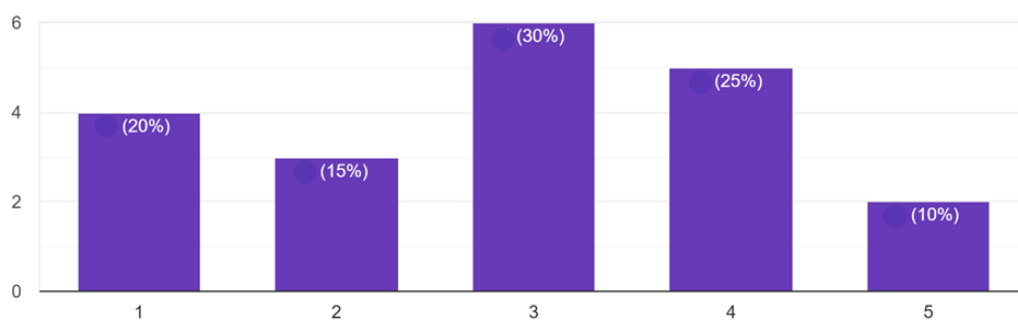
Co-funded by the
Erasmus+ Programme
of the European Union



I already took classes in electro-mobility or HEV/BEV before participating in the project

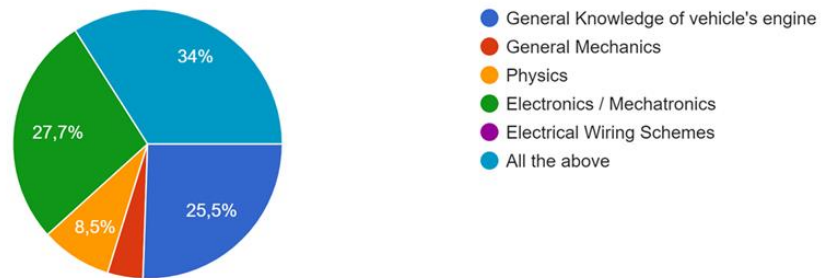


I think my previous knowledge & skills level was enough for me to take part in HEV/BEV testing

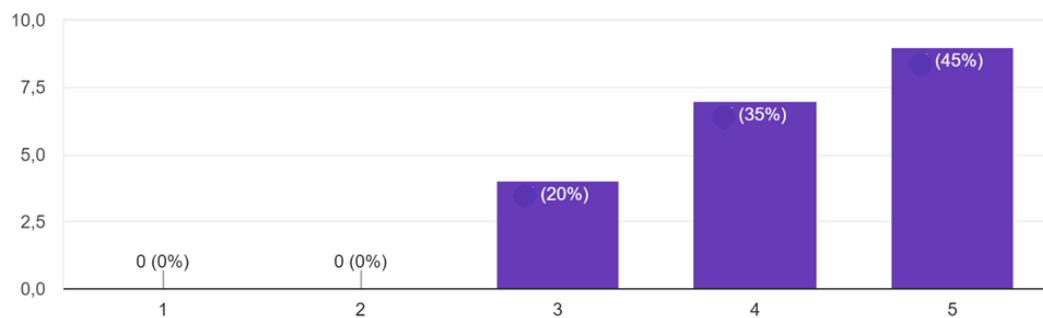




Which of the following was most helpful for you to make the most out of the HEV/BEV testing?

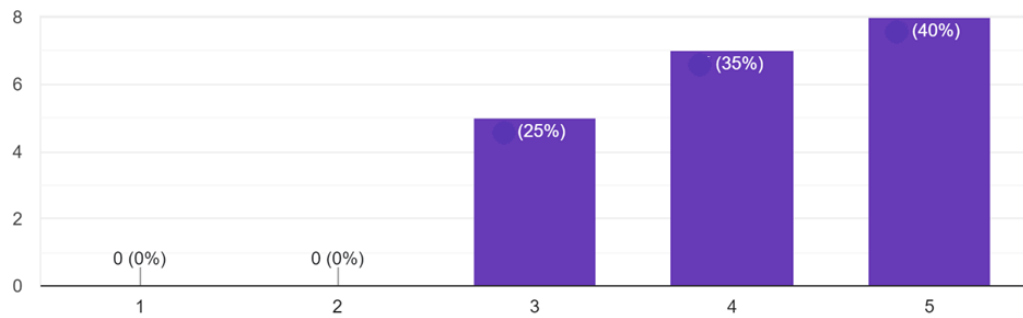


After the testing, I think I developed knowledge and skills about how to work safely on an HEV/BEV vehicle

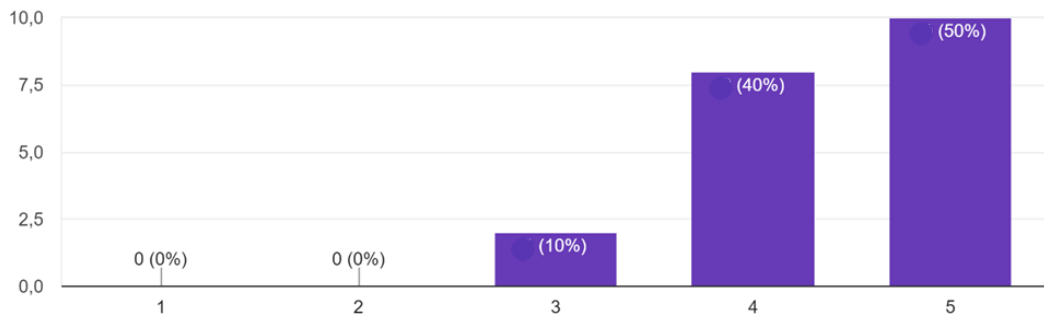




After the testing, I think I developed knowledge and skills about how to secure an EV/HV after an accident

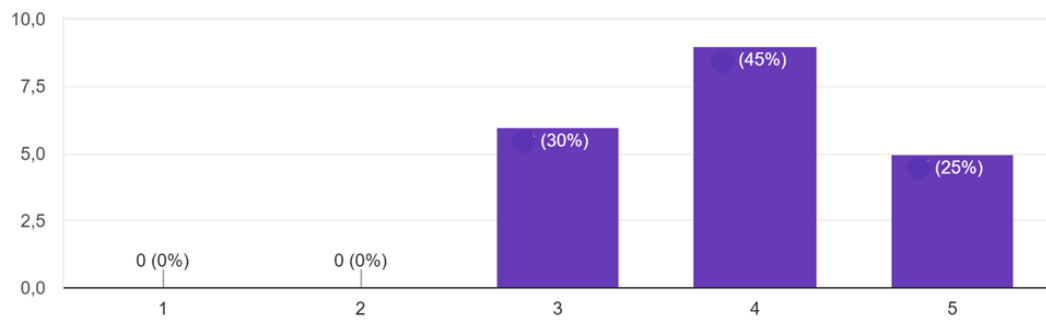


After the testing, I know which personal protection equipments I should wear and why

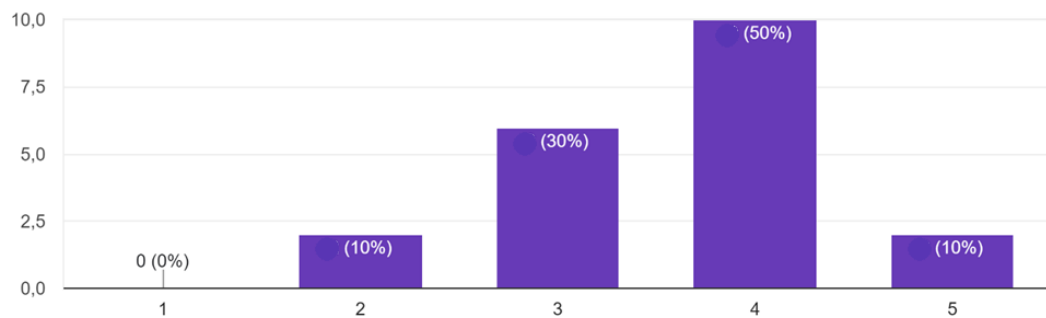




After the testing, I know the procedure to implement in case of emergency event or accident involving an EV/HEV vehicle

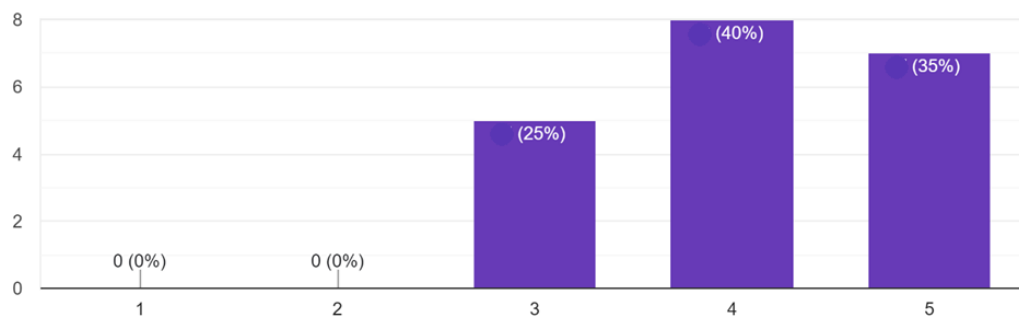


I developed knowledge about national / EU legislation about EV/HEV vehicles

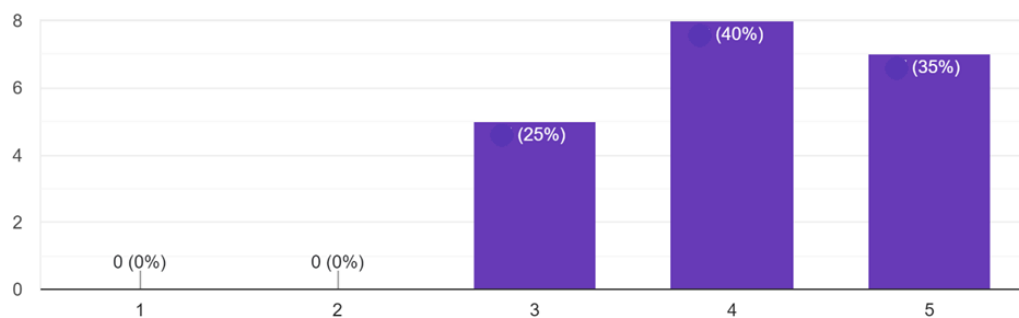




I developed knowledge and skills about EV/HEV battery

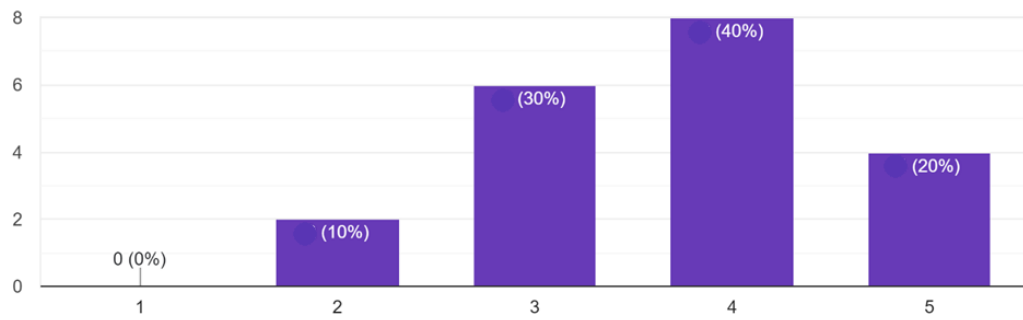


I developed knowledge and skills about EV/HEV battery

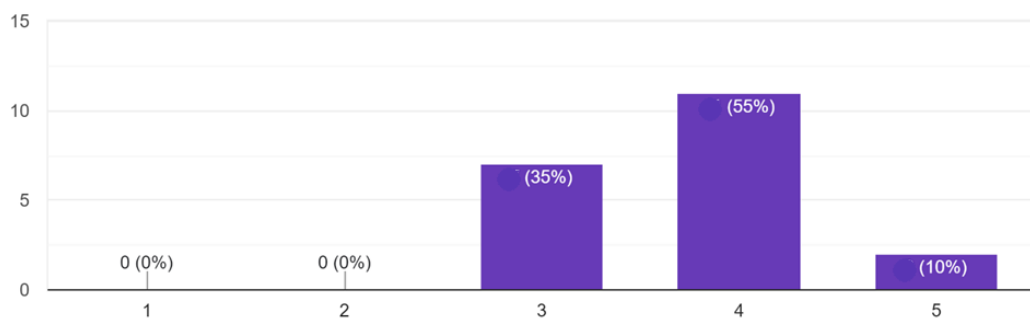




I think I can read electrical circuit wiring schemes

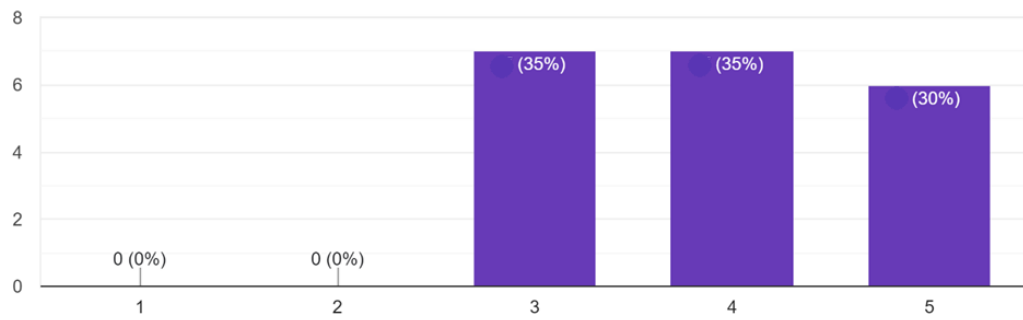


I developed knowledge and skills about how to perform failure diagnosis & repair in a EV/HEV system

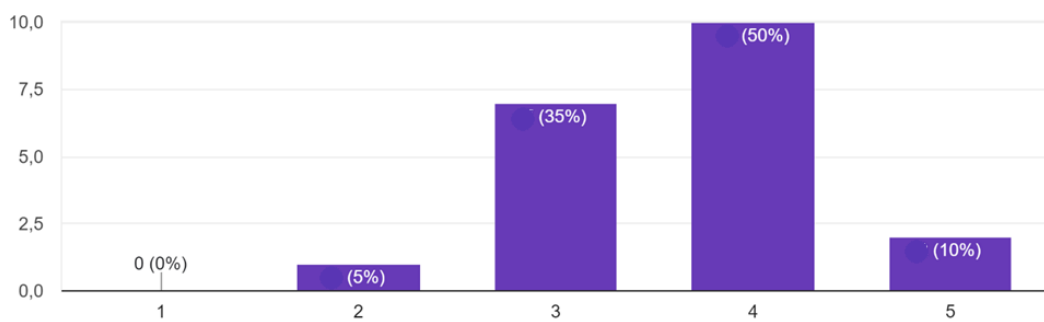




I think I was properly trained and supervised during the testing



I think I have better ideas about how a company workplace or a production plant or car workshops works

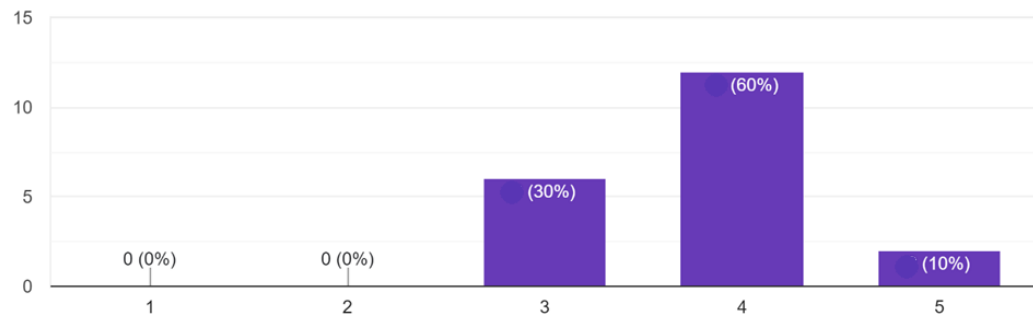




Co-funded by the
Erasmus+ Programme
of the European Union



Thanks to the testing, I think I am better prepared for the automotive job market





Conclusie: voor wie is dit document bedoeld?

Dit document is het resultaat van Intellectual Output 6 van het Erasmus+ project "Innovation Garage of Garages", gericht op de ontwikkeling van groene vaardigheden voor de automobielsector op het niveau van beroepsonderwijs en -opleiding.

Het specifieke doel van een dergelijk document is om richtlijnen te geven voor docenten en opleiders in beroepsonderwijs en -opleidingen die hybride of elektrische motoren, hoogspanning en hun componenten willen introduceren als een modulair of geïntegreerd traject binnen mechanica- of autocursussen.

De speciale voetafdruk van het project wordt gevormd door het feit dat meerdere actoren gezamenlijk de inhoud van de training, de lay-out van de werkplek en de instrumenten ontwerpen, evenals de organisatorische details van de didactische methodologie (rollen van trainers, facilitators, evaluatie- en beoordelingscriteria). Aangezien "Innovation Garage" een wereldwijde methodologie is om bottom-up innovatie met meerdere belanghebbenden te introduceren op de werkplek, is dit project gericht op het vernieuwen van de manier waarop "workshops" of "garage"-trainingen gewoonlijk worden uitgevoerd.

Dit is dus slechts een voorstel dat moet worden aangepast met specifieke inhoud in overeenstemming met de beoogde leerlingen en de reguliere opleidingen binnen een beroepsonderwijs- en -opleidingsorganisatie.

IO6-papier is geschikt voor docenten en trainers op I-VET-niveau (scholen, opleidingscentra voor jongeren of volwassenen) van EQF-niveaus 3-4, of zelfs voor H-VET op EQF 5-niveau (tertiair onderwijs anders dan universitair niveau). Niettemin kunnen managers, technici of trainers op bedrijfsniveau betrokken zijn bij e-mobiliteitstrainingen - in productiebedrijven, reparatiewerkplaatsen of dealers - wanneer werknemers hun vaardigheden op het gebied van het beheer en onderhoud van HV-batterijen, HEV/EV-voertuigen en hun onderdelen moeten ontwikkelen of verbeteren.