



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: Cisita Parma scarl, 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 |



## 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

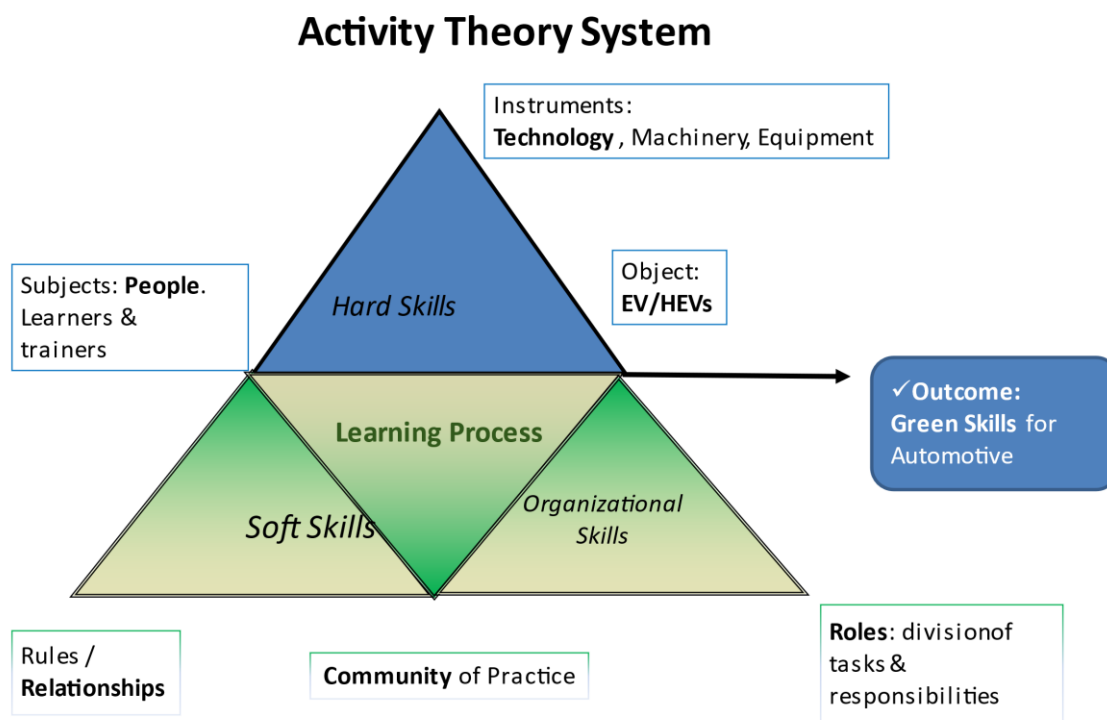
IO6: Assistance na verkoop en veiligheidskwesties in verband met EV's/HEV's

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.<sup>1</sup>



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.

<sup>1</sup> 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.




## 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 toezichhoudende 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) & [ALBATTs](#) 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.





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



## 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 beroepsopleiding 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 beroepsopleiding 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 beroepsopleiding 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 kansprofiel

Wat punt a) betreft, is dit absoluut het belangrijkste en belangrijkste criterium dat de keuze van de opleiders voor beroepsopleiding 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 ondergekwalificeerde 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                           | <p>Een probleem in het HV-systeem kunnen vaststellen met een diagnose-instrument.</p> <p>Het probleem kunnen oplossen met het juiste gereedschap.</p> <p>De fout kunnen herstellen.</p>   |
| Kennis op instapniveau (theoretisch) | <p>EQF niveau 3</p> <p>De studenten moeten elektrische circuits kunnen opsporen met een diagnose-instrument en HV-meetapparatuur.</p>   |
| Betrokken harde vaardigheden         | <p>Een diagnoseapparaat kunnen bedienen.<br/>Een tweepolige spanningsmeter kunnen gebruiken.</p> <p>Een HV-isolatie tester kunnen gebruiken.<br/>Persoonlijke beschermingsmiddelen kunnen gebruiken<br/>HV-componenten kunnen controleren en repareren.</p> |



|  |  |
|--|--|
|  | In staat zijn om elektrische gevaren te herkennen en deze te vermijden.  |
| Betrokken zachte vaardigheden          | Autonomie<br><br>Procedures in werkplaatshandboeken en diagnose-instrumenten kunnen lezen en begrijpen.  |
| Te gebruiken uitrusting en gereedschap | Persoonlijke beschermingsmiddelen<br>Diagnostisch gereedschap<br>Tweepolige spanningsmeter<br><br>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.<br><br>Het verhelpen van storingen gebeurt correct en veilig volgens de procedures in het werkplaatshandboek.<br><br>De storing is correct hersteld.<br><br>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



I03 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.

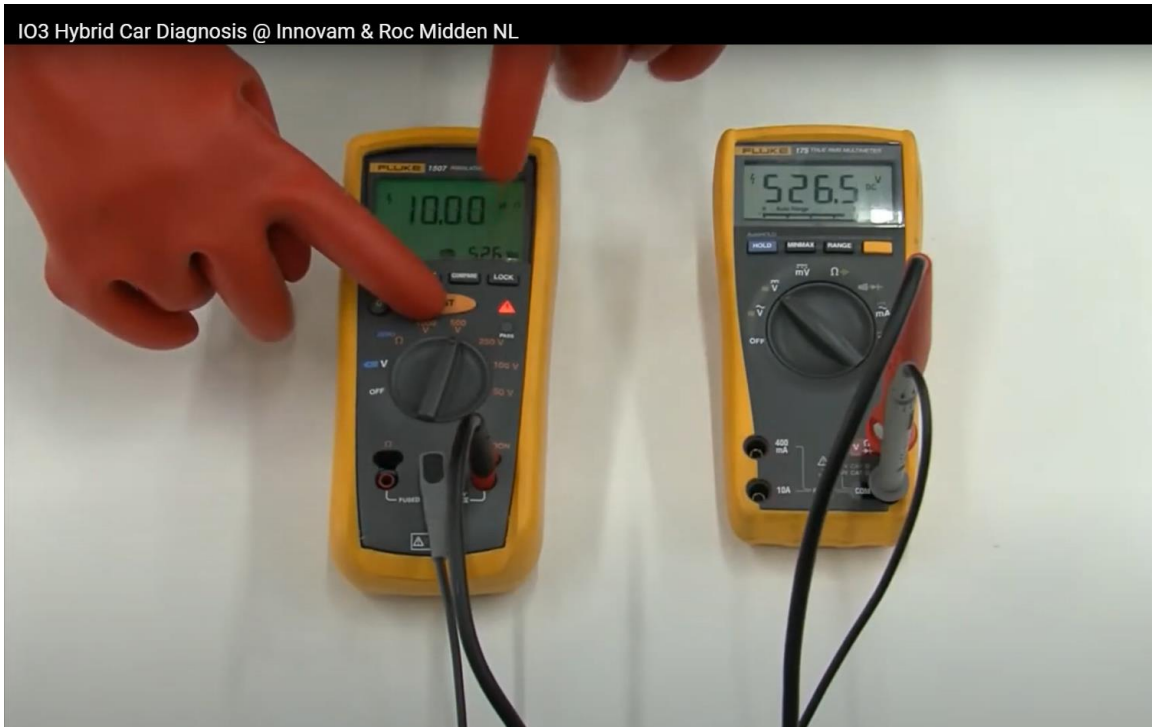
Koppel het vermoedelijk defecte onderdeel los voor diagnose



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](#)<sup>2</sup> 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.

---

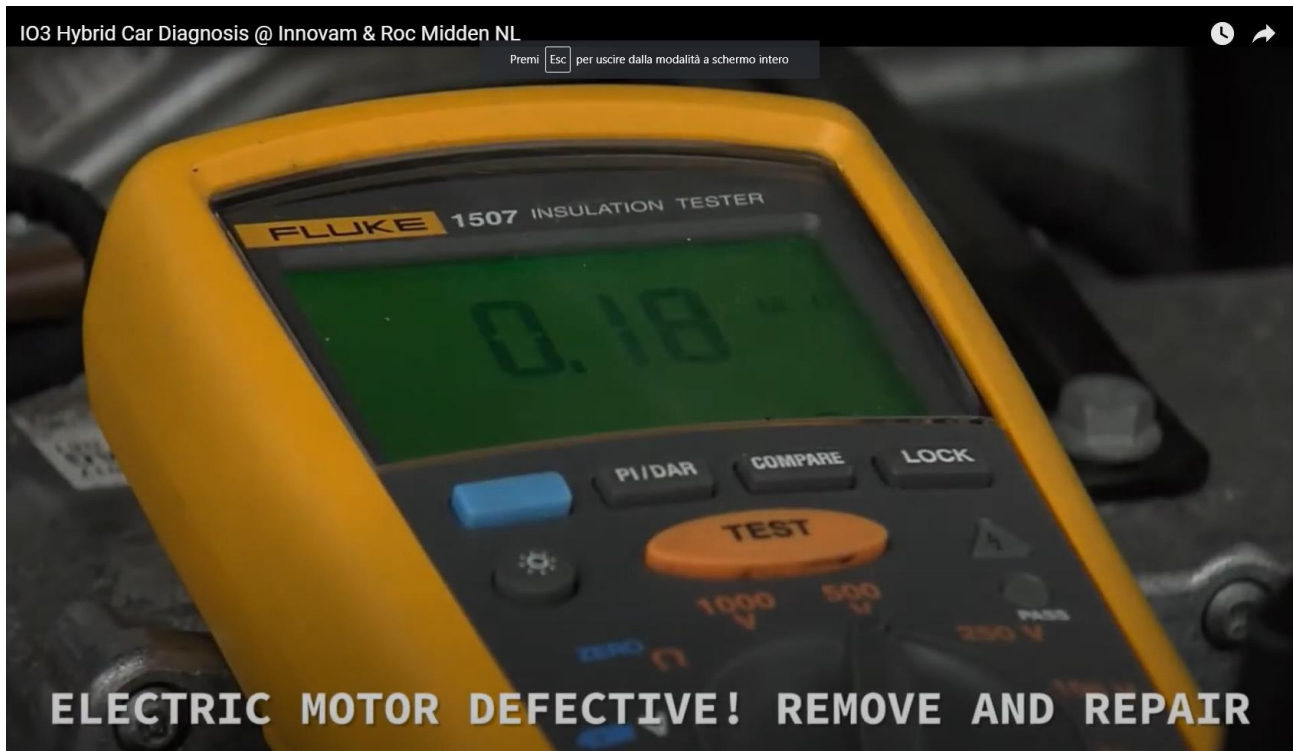
<sup>2</sup> Impedantie, weergegeven door het symbool Z, is een maat voor de weerstand tegen elektrische stroom. Ze wordt gemeten in ohm.



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<br><br>Wat was er mis?   | Bereikt<br><br>Verkeerde afstemming van de opleidingsschema's op de vaardigheidsprofielen van de studenten en de voorbereide voertuigen   |
| Instapkennis en -vaardigheden van de studenten<br><br>Wat moet worden versterkt of verbeterd? | Voldoende niveau om het experiment aan te gaan.<br><br>Standaard veiligheidsprocedures en kennis van diagnostische instrumenten           |
| Uitrusting en gereedschap   | Goed gebruikt   |
| Supervisie & begeleiding<br><br>Vorbereiding  | Effectief<br><br>Ervoor zorgen dat alle informatie over veilig werken wordt verstrekt en door de leerlingen duidelijk wordt begrepen.     |
| <b>Bedrijfstechnici</b>   |   |
| 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        | <b><i>Verwijdering en diagnose van de veiligheidsbatterij</i></b>  |
| 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)<br><br>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

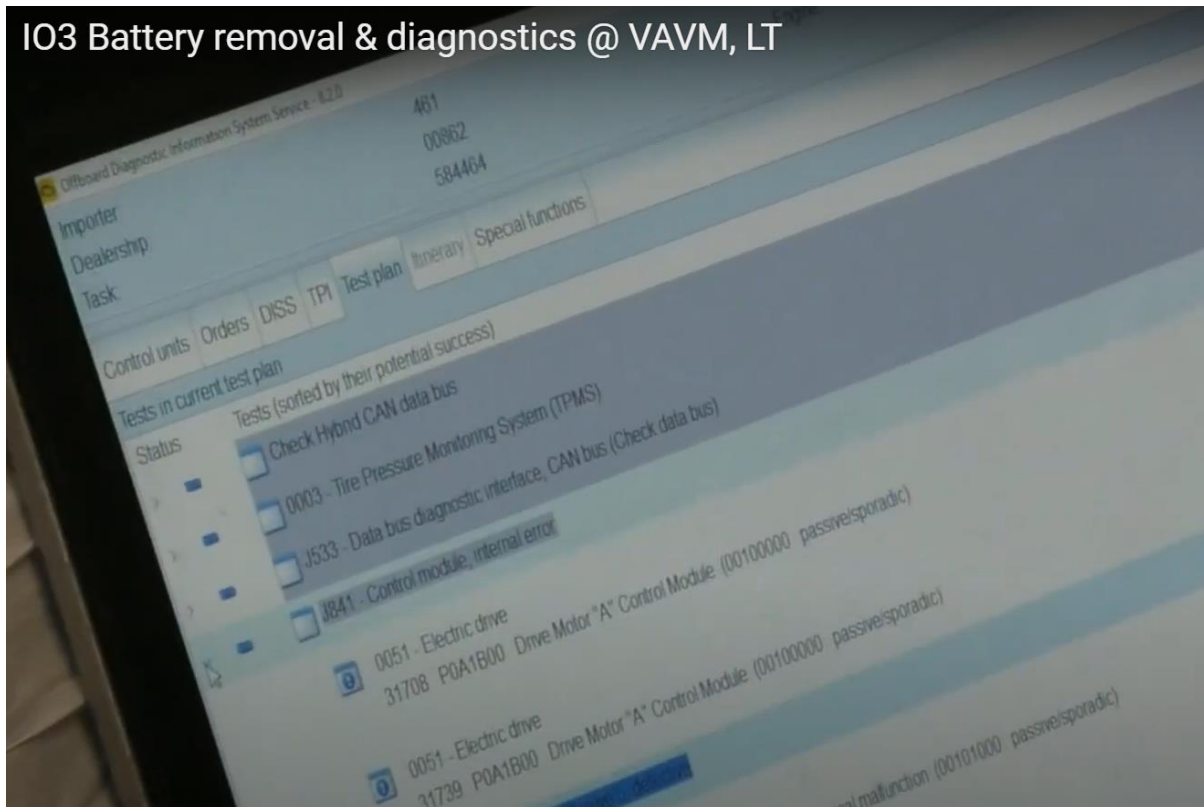


Co-funded by the  
Erasmus+ Programme  
of the European Union



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 bouw huis 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.

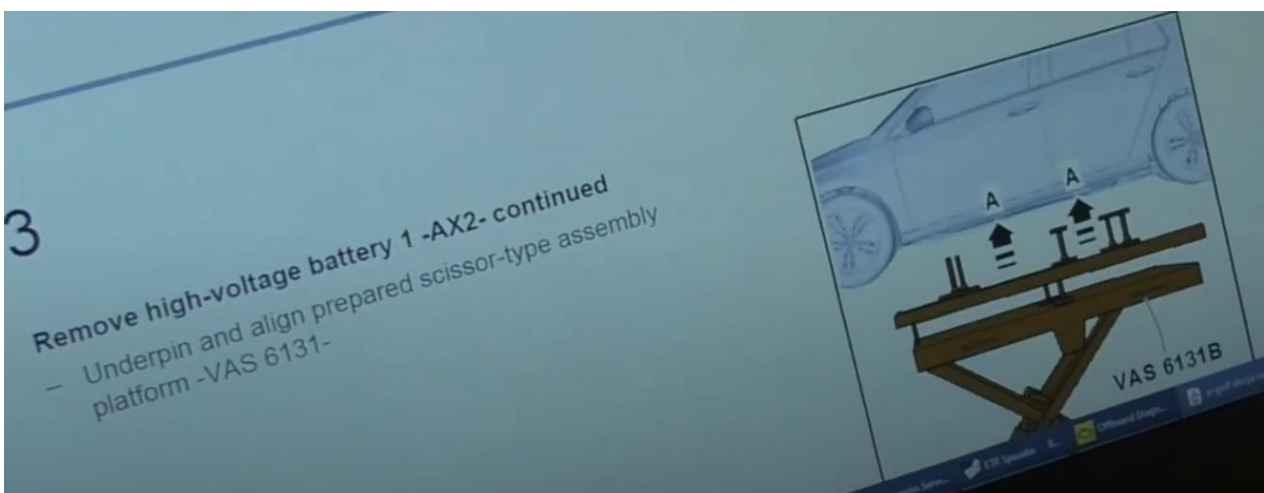
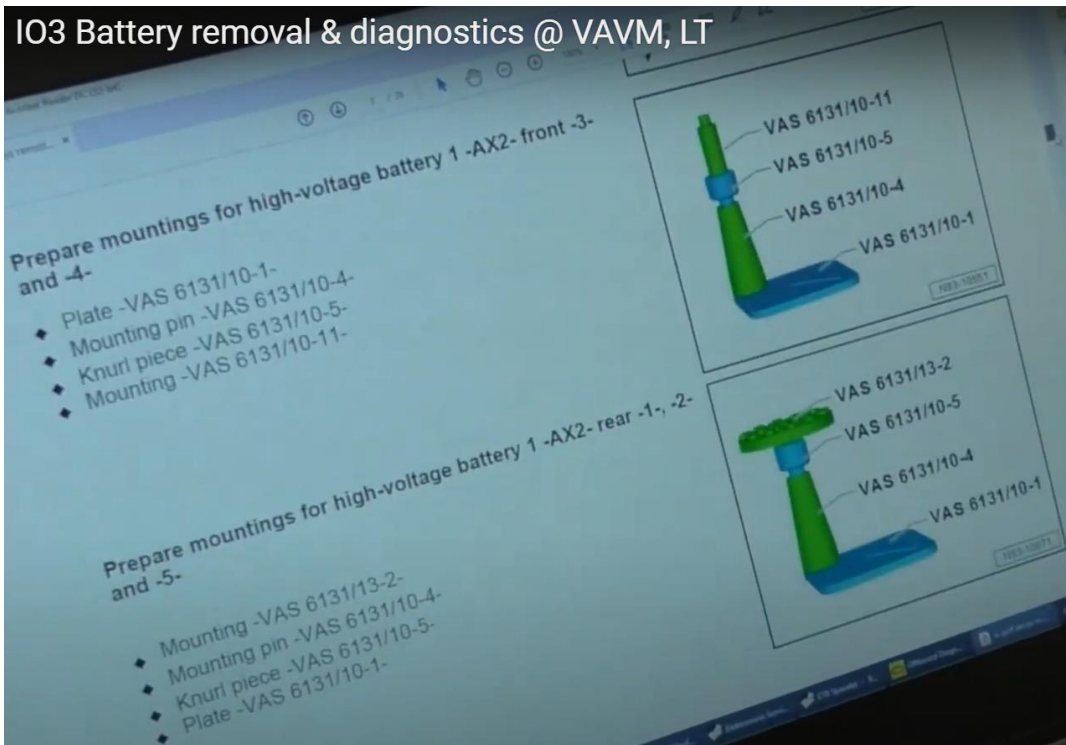
Gebruik eerst een autolift om het voertuig op te tillen, maak de HV-bedrading los en gebruik dan een schaar om de batterij te verwijderen.



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



## I03 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.

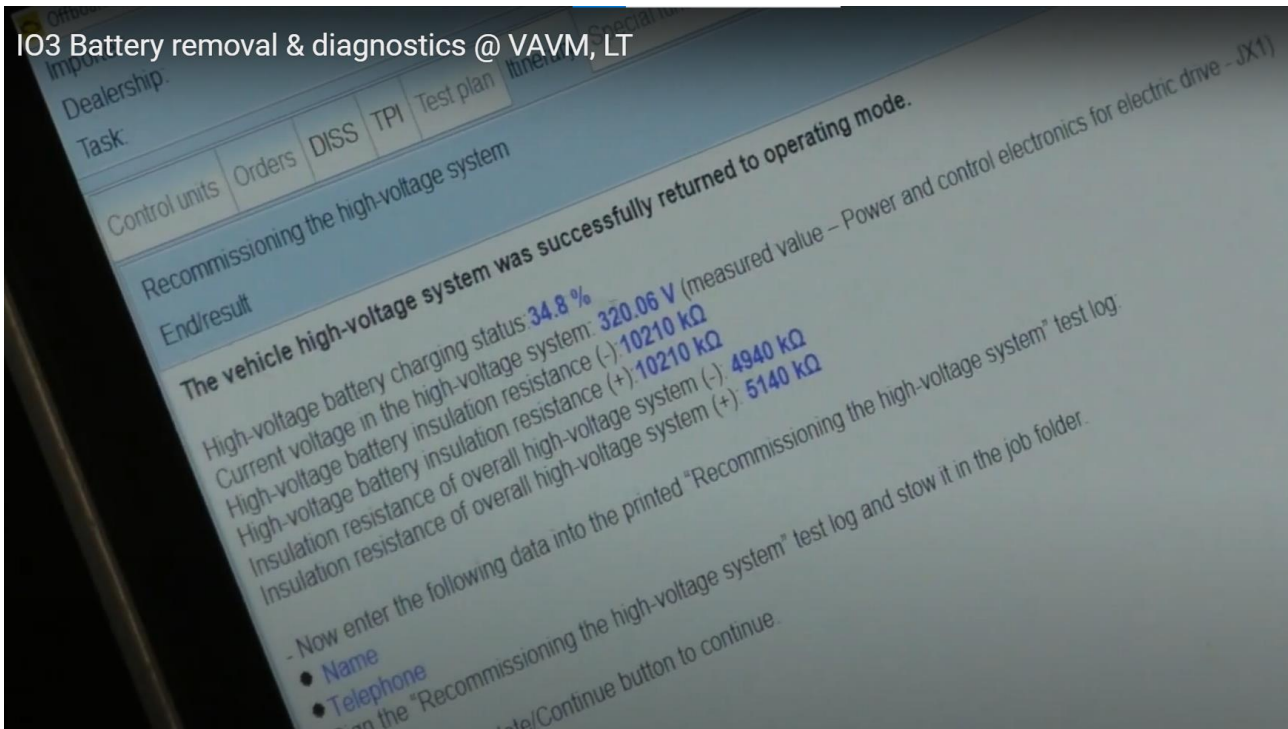




Co-funded by the  
Erasmus+ Programme  
of the European Union



### 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<br><br>Wat ontbreekt er?       | Deels voldoende niveau om het experiment aan te gaan.<br><br>Kennis van diagnostische software van meerdere merken |
| Uitrusting en gereedschap   | Goed gebruikt  |
| Supervisie en begeleiding<br><br>Mogelijke verbeteringen                      | Effectief<br><br>Vermindering van het aantal leerlingen in groepen   |
| <b>Bedrijfstechnici</b>   |  |
| Mate van overdraagbaarheid van de ontwikkelde vaardigheden op de arbeidsmarkt | Volledig   |
| Suggestie voor verdere ontwikkeling   | Een diepere kennis van merkdiaagnosesoftware is nuttig   |
| <b>Verdere voorbeelden van probleemoplossing in verband met het onderwerp</b> |  |
| 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   |



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



### 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  | <b><i>Demontage en montage van AC/DC-omvormerbord</i></b>  |
|---|--|
| 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. |
| <b>Bedrijfstechnici</b>   |  |
| 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                                     |
| <b>Verdere voorbeelden van probleemoplossing in verband met het onderwerp</b> |  |
| 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)              | Milieu problemen en -beperkingen<br>Marktontwikkeling<br>Totale eigendomskosten<br>Betrokken technologie |
| Overzicht batterijsysteem           | 8 uur (theorie en praktijk)  | Batterijtechnologie<br>Elektrische veiligheid<br>Batterijbeheer<br>Gebruik<br>Duurzaamheid               |
| Lithium-Ion batterij systeem        | 16 uur (theorie en praktijk) | Celformaten<br>Fysische chemie<br>Toeleveringsketen<br>Systeemontwerp<br>Productie                       |
| EV-opladen en stroomvoorziening     | 12 uur (theorie en praktijk) | Modi<br>Gedrag<br>Infrastructuur<br>Bedrijfsmodel<br>Vermogenscomponenten                                |
| Elektrische machines en transmissie | 16 uur (theorie en praktijk) | Overzicht van aandrijvingen<br>Hybride aandrijflijnen<br>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<br>Bediening van de apparatuur voor het meten<br>Veilig aansluiten en loskoppelen<br>BECM (Battery Energy Control Module)<br>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<br>Test adapter<br>Adapter EU<br>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  
XC30

År  
2022




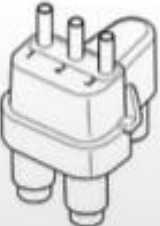
Motor  
E400V2

Varellista  
1EDT FWD

### Isolationsmätning högvoltssystem

Operationsnummer: 31133-3

### Isolationsmätning högvoltssystem

| Specialverktyg  |  |
|---|--|
|    | <b>951 3038 ISOLATIONSTESTARE</b><br>Verktøgsnummer: 951 3038<br>Verktøgsbeskrivning: ISOLATIONSTESTARE<br>Verktøgstavlor: EU 99 |
|   | <b>951 3048 TESTADAPTER</b><br>Verktøgsnummer: 951 3048<br>Verktøgsbeskrivning: TESTADAPTER<br>Verktøgstavlor: EU 99             |
|  | <b>951 3047 TESTADAPTER</b><br>Verktøgsnummer: 951 3047<br>Verktøgsbeskrivning: TESTADAPTER<br>Verktøgstavlor: EU 99             |
|  | <b>951 3167 ADAPTER EU</b><br>Verktøgsnummer: 951 3167<br>Verktøgsbeskrivning: ADAPTER EU<br>Verktøgstavlor: 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.

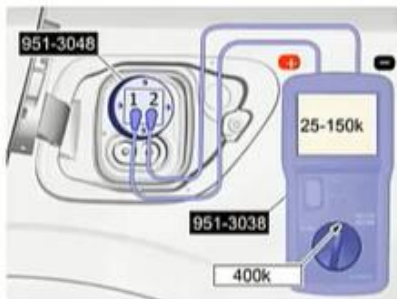
Weerstandsmeting tussen stopcontact 1 en stopcontact 2.



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



|                |            |                  |                      |
|----------------|------------|------------------|----------------------|
| Modell<br>XC48 | År<br>2022 | Motor<br>E 408V2 | Växelåda<br>1EDT FWD |
|----------------|------------|------------------|----------------------|



**Obs!**  
Funktionen k $\Omega$  kan saknas på er 951 3038. Om så är fallet använd en multimeter för detta steg.

**Obs!**  
Valj mätområde 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<br>XC40 | År<br>2022 | Motor<br>E 400V2 | Varettida<br>1EDT FWD |
|----------------|------------|------------------|-----------------------|

**Viktigt**  
Utför isolationsmätning med 500 V.

**Viktigt**  
Vid isolationsmätning, håll knappen nedtryckt i minst 5 sekunder så att matvärdet 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  |   |
| <p>Leerresultaten</p> <p>Hoe de procedure te vergemakkelijken</p> <p>Hoe maak je de procedure moeilijker</p> | <p>Bereikt</p> <p>Het testen beperken tot geselecteerde gebieden en niet de volledige controle uitvoeren</p> <p>Meer onderdelen toevoegen aan de metingen en ook BECM (Battery Energy Control Module)</p> |





| Verwachte resultaten  | Bereikt   |
|---|---|
| Instapkennis en -vaardigheden van de studenten                                | Voldoende niveau om het experiment aan te gaan.   |
| Wat kan verbeterd worden?   | 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  | Effectief   |
| Opmerkingen over de aandacht van de leerlingen                                | Het is geen optie voor leerlingen om niet op te letten. HV voorschriften zijn noodzakelijk voor de veiligheid.  |
| Mogelijke verbeteringen   | 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).    |
| <b>Bedrijfstechnici</b>   |   |
| 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-veiligheids cursussen  |



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.

Diagnostische 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 werkingsmechanisme 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

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



|  |  |
|--|--|
| 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.

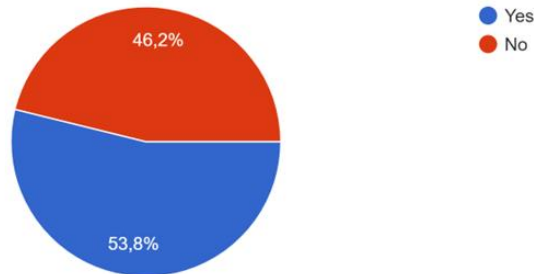
Voorbeelden van de verzamelde feedback zijn te vinden in de onderstaande grafieken, die genderloze geaggregeerde gegevens van alle betrokken landen en EQF-niveaus bevatten.

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).

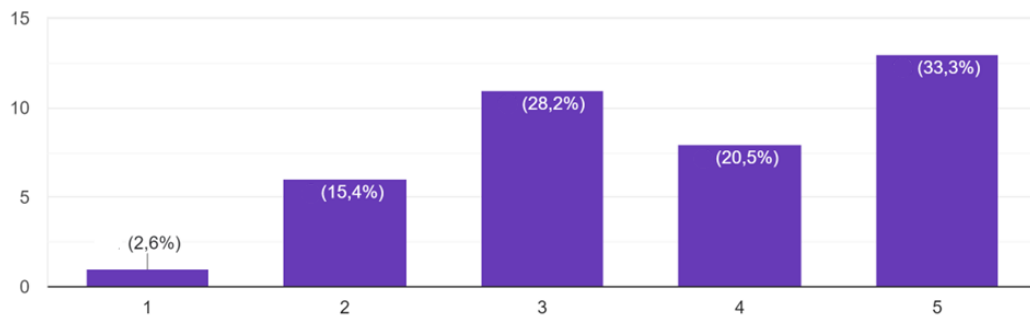




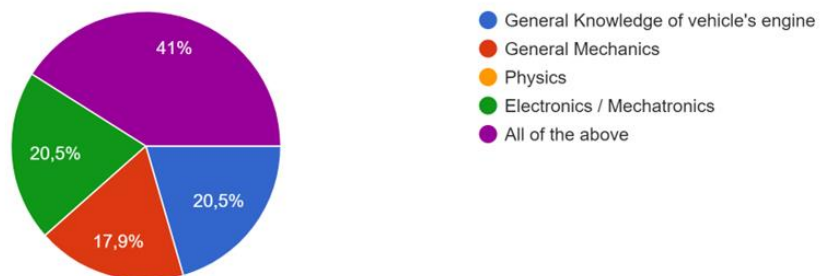
I already took classes in electro-mobility or HEV/BEV before participating in the project



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

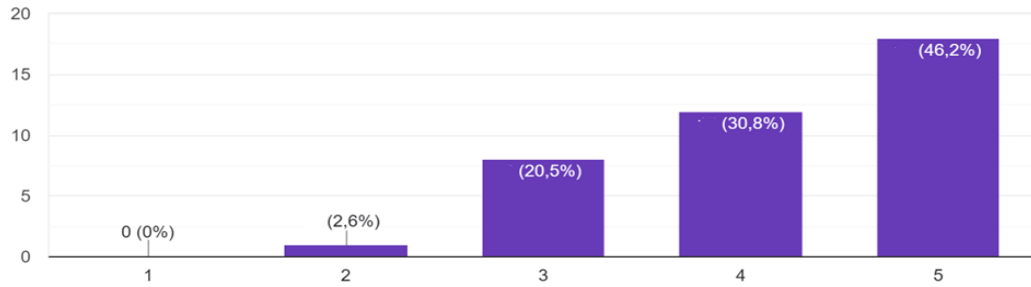


Which of the following was most helpful for you to make the most out of the HEV/BEV testing?

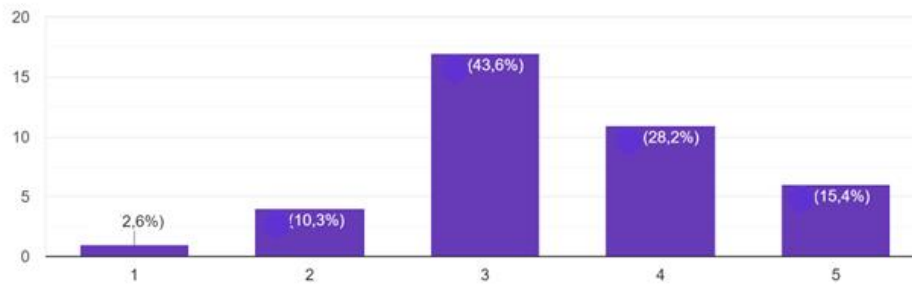




After the testing, I think I developed knowledge and skills about how a to work safely on an HEV/BEV vehicle

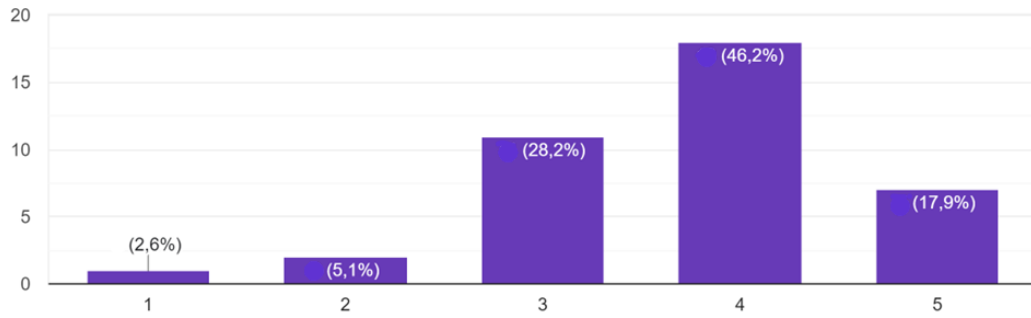


After the testing, I think I developed knowledge and skills about how to assemble & disassemble the AC/DC inverter circuit of the car

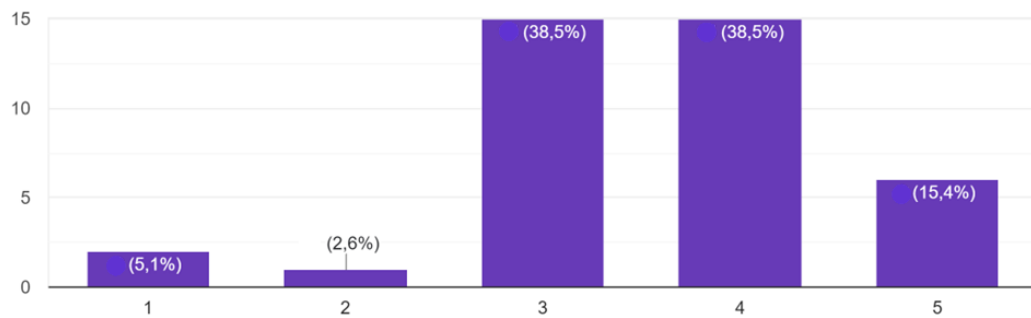




After the testing, I think I developed knowledge and skills about how to perform failure diagnosis & repair in a HEV/BEV system

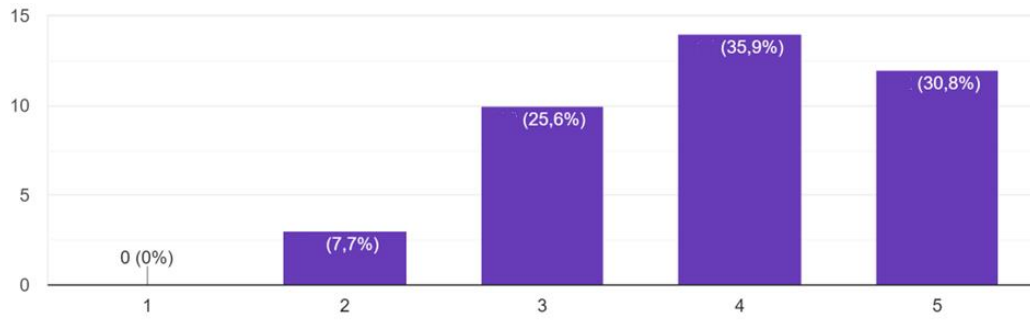


After the testing, I think I developed knowledge and skills about how to perform power unit maintenance in a HEV vehicle

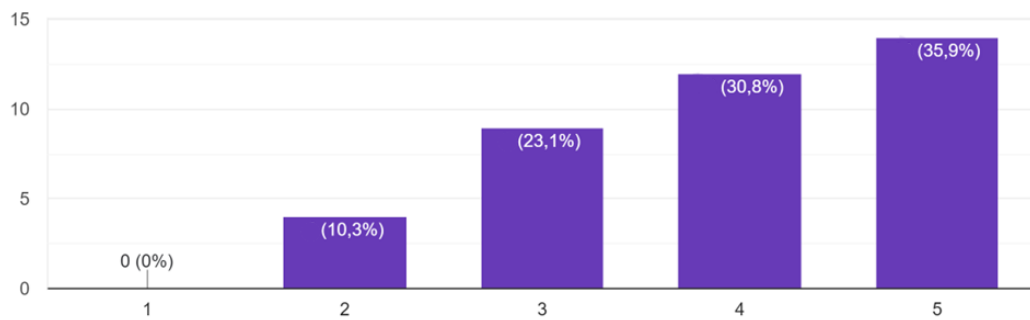




I think I am able to repeat by myself the procedures and work sequences I learned during the testing



I think I was properly trained and supervised during the testing

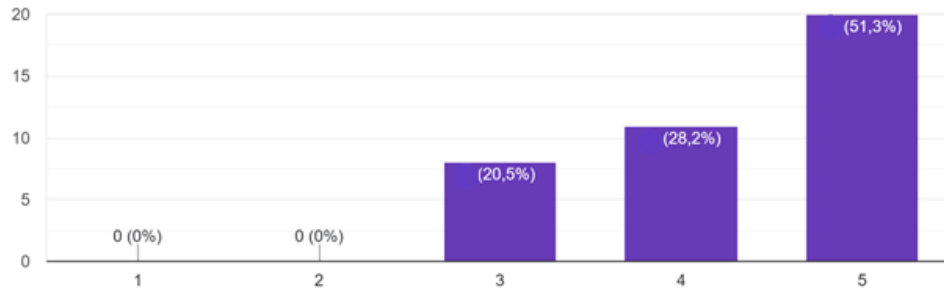




Co-funded by the  
Erasmus+ Programme  
of the European Union



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





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



### **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.