

Dr. Ing. Ec. Simona ISTRÎȚEANU

ECOINOVARE ȘI ECODESIGN ÎN INDUSTRIA AUTO



**J EDITURA
CEFIN**

ISBN: 978-606-8261-31-7

București, 2024, Romania

Dr. Ing. Simona ISTRÎȚEANU

Ecoinovare și Ecodesign în industria auto



București, 2024, România

Copyright ©, 2024, Editura  București,
Toate drepturile asupra acestei ediții sunt rezervate editurii CEFIN și autorului
Adresa: Șos. Pantelimon, nr.6-8, sector 2, București
T/F: 252.20.96
E-mail: incdmtm@incdmtm.ro;
web: <http://www.incdmtm.ro>

Tehnoredactare computerizată: Dr. Ing. Simona ISTRÎȚEANU
Matriță calc / hârtie: Ing. Ligia Petrescu
Grafica copertă: Ing. Ligia Petrescu

ISBN: 978-606-8261-31-7

Editat cu sprijinul Ministerului Cercetării, Inovării și Digitalizării

Prefață

Industria auto se află într-un moment crucial, confruntându-se cu provocări și oportunități fără precedent. Pe măsură ce lumea se confruntă cu crizele de mediu și constrângerile de resurse, nevoia de practici durabile în producția de automobile devine acută. Cartea „Ecoinovare și ecodesign în industria auto” este o explorare cuprinzătoare a modului în care industria evoluează pentru a face față acestor provocări prin inovare și practici durabile, oferind o analiză și o evaluare analitică a ecodesignului și ecoinovării, prezentând perspective practice și strategii susținute de cercetare pentru îmbunătățirea sustenabilității în industria auto. Cartea include diverse studii de caz care permit o mai bună înțelegere și demonstrează aplicațiile practice ale principiilor de design ecologic în industria auto. Aceste exemple ilustrează modul în care marile companii precum dar și startup-urile inovatoare au implementat cu succes materiale și procese durabile, conducând la produse inovatoare care sunt atât ecologice, cât și comercializabile.

Perspectivile din carte sunt valoroase pentru factorii de decizie și liderii industriei în conturarea strategiilor care promovează practicile durabile actuale și pledează pentru reglementări și stimulente care să accelereze adoptarea ecoinovării și a strategiilor de ecodesign în sectorul auto.

Simona Istrițeanu

Acknowledgements

Această lucrare este susținută de proiectul „Cercetare multidisciplinară privind aplicarea principiilor economiei circulare în dezvoltarea tehnologiilor care contribuie la reducerea deșeurilor și la creșterea gradului de reciclare în lanțurile valorice asociate cu industria auto” – cod proiect: PN 23 43 05 03, finanțat de Ministerul Cercetării, Inovării și Digitalizării, în cadrul Programului NUCLEU 2023–2026. Această lucrare a fost susținută și de proiectul „Îmbunătățirea abilităților și competențelor pentru a spori inovația ecologică în industria automobile”, finanțat de European Programul Erasmus + al Uniunii în cadrul Acordului de grant nr. 2020-1-SK01-KA203-078349.

Copyright ©, 2024, Editura  București,

Toate drepturile asupra acestei ediții sunt rezervate editurii CEFIN & autorului:
Simona Istrițeanu

Editura CEFIN este acreditată de Consiliul Național al Cercetării Științifice din
Învățământul Superior - CNCSIS

Adresa: Șos. Pantelimon, nr. 6-8, sector 2, București

CUPRINS

1	INTRODUCERE.....	7
2	POLITICI DURABILE, REGLEMENTĂRI ȘI INSTRUMENTE.....	9
2.1	Programul de acțiune pentru mediu până în 2030	9
2.2	Planul de acțiune pentru ecoinovare.....	10
2.3	Planul de acțiune pentru economia circulară	11
2.4	Regulamentul de proiectare ecologică pentru produse durabile 13	
2.5	Instrumente de jos în sus (bottom-up)	15
2.5.1	Răspunderea extinsă a producătorului pentru vehicule....	15
2.5.2	Amprenta de mediu a produsului (PEF)	16
2.5.3	Tabloul de bord al ecoinovării și indicele ecoinovării.....	18
2.5.4	Indicele de ecoinovare ASEM	19
2.5.5	EMAS (management ecologic și audit european)	19
2.5.6	Eticheta ecologică a UE	20
3	ECOINOVARE ÎN TRANZIȚIA INDUSTRIEI AUTO CĂTRE ECONOMIA CIRCULARĂ.....	21
3.1	Conceptul, rolul și funcțiile ecoinovării	21
3.2	Mecanisme cheie în ecoinovare.....	25
3.3	Tipologia ecoinovării	26
3.4	Strategii de ecoinovare	27
3.5	Factori determinanți ai ecoinovării	30
3.6	Dinamica ecoinovării în industria auto	31
3.7	Influența ecoinovării în economia circulară	33
3.8	Sinergia ecoinovare, ecodesign, economie circulară	38
4	ECODESIGN ÎN INDUSTRIA AUTO.....	42

4.1	Principiile de bază ale proiectării circulare a produselor	42
4.2	Viziuni strategice de mediu ale companiilor de automobile:....	43
4.3	Mașină circulară - valoare și eficiență	44
4.4	Design pentru excelență - DFX	48
5	ECOINOVARE ȘI ECODESIGN ÎN ELECTROMOBILITATE	50
5.1	Electromobilitate pro și contra	50
5.2	Vehiculele electrice - generalități	52
5.3	Tipuri de mașini electrice	54
5.4	Principiul de funcționare pentru tipul de vehicul electric cu baterie (BEV).....	54
5.5	Vehicul electric cu baterie (BEV).....	57
5.5.1	Componentele BEV	58
5.5.2	Principiile de lucru ale BEV	58
5.6	Vehicul electric hibrid (HEV)	59
5.6.1	Componentele HEV	59
5.6.2	Principiile de lucru ale HEV	60
5.7	Vehicul electric hibrid cu plug-in (PHEV)	60
5.7.1	Componentele PHEV	60
5.7.2	Principiile de lucru ale PHEV	61
5.8	Vehicul electric cu pile de combustibil (FCEV).....	62
5.8.1	Componentele FCEV	62
5.8.2	Principiile de lucru ale FCEV	63
5.9	Inovare în tehnologiile de propulsie	64
5.9.1	Toyota Mirai - vehicul de pionierat cu celule de combustibil cu hidrogen (FCV).....	64
5.9.2	Vehicule cu tehnologie ecologică pentru motor de la HYUNDAI.....	65
5.9.3	Motor pe roți eficient din punct de vedere energetic.....	68

5.9.4	Tehnologie inovatoare: sistem electronic de tracțiune integrală	69
5.10	Inovare ecologică pentru grupul motopropulsor	70
5.10.1	Creșterea eficienței motorului	70
5.10.2	Transmitere cu economie de combustibil	72
5.11	Sisteme electronice de control.....	73
5.12	Încărcare fără fir pentru xEV	75
5.13	Compararea diferitelor tehnologii de propulsie în ceea ce privește impactul ecologic	78
5.14	COMPARAREA IMPACTULUI ECOLOGIC.....	80
6	TEHNOLOGII ECOINOVATOARE ÎN INDUSTRIA AUTO	82
6.1	Tehnologii de mediu.....	82
6.2	Eficiența energetică și reducerea emisiilor.....	83
6.2.1	Utilizarea cauciucului biosintetic în furtunurile motorului și ale sistemului de acționare	83
6.2.2	Proces nou de producere a catodilor pentru bateriile litiu-ion	84
6.2.3	Motorul EV de mare viteză cu densitate de putere îmbunătățită	85
6.3	Imprimare 3D în industria auto.....	87
6.3.1	Avantajele și provocările imprimării 3D pentru industria auto	87
6.3.2	Tendențe în fabricarea aditivă	91
6.3.3	Piese auto imprimate 3D	92
6.3.4	Exemple de utilizare a imprimantelor 3D	93
6.3.4.1	fabrică digitală pentru structuri complexe.....	98
6.3.4.2	Proiectarea holistică a unui sistem ePowertrain	99
6.3.5	Materiale utilizate în imprimarea 3D auto	99

7	MATERIALE SUSTENABILE ÎN INDUSTRIA AUTO	101
7.1	Prezentare generală a materialelor sustenabile utilizate în producția de automobile	101
7.1.1	Tendințe în consumul de materiale plastice în industria auto	103
7.1.2	Impactul vehiculelor electrice asupra consumului de polimeri	104
7.1.3	Modificări în modelele cererii de polimeri	105
7.2	Proiectarea de vehicule durabile cu BIOMATERIALE, materiale reciclate și recuperabile	106
8	TRANSFORMAREA DIGITALĂ ÎN INDUSTRIA AUTO	111
8.1	Beneficiile digitalizării în industria auto	111
8.2	Internetul lucrurilor în industria auto	112
8.3	Senzori virtuali	117
8.4	Gemeni digitali – Digital twin	121
8.4.1	Conceptul de geamă digital	121
8.4.2	Digital Twin pentru fiecare etapă – exemplu altair	122
8.4.2.1	Gemeni de pre-producție	123
8.4.2.2	Gemeni de post-producție	124
8.4.2.3	Gemeni în serviciu	125
8.5	Inteligența artificială în industria auto	125
8.5.1	Inteligența artificială	126
8.5.2	Reducerea carbonului și costurilor cu puterea IA	129
8.6	Vehicule inteligente și conectate	131
8.6.1	Conducerea autonomă	131
8.6.2	Ecosisteme de vehicule conectate și beneficiile lor pentru mediu	136

8.6.3	Studii de caz privind tehnologiile vehiculelor inteligente care reduc impactul asupra mediului	139
8.6.4	V2X sau vehicle-to-everything	141
8.6.4.1	Oportunități și provocări V2X	141
8.6.4.2	Aplicații și cerințe V2X	144
8.7	Moduri în care companiile de automobile au implementat schimbările digitale	145
9	STUDII DE CAZ ALE COMPANIILOR LIDER ÎN ECOINOVARE ȘI ECODESIGN	147
9.1	Grupul Renault.....	147
9.1.1	Mobilitatea Renault.....	153
9.1.2	Viitorul este NEUTRAL - Soluții de reciclare în circuit închis, de la mașină la mașină	154
9.1.3	Renault: Uzina de producție a viitorului	155
9.2	Grupul Volkswagen.....	156
9.2.1	Skoda	158
9.2.2	AUDI.....	159
9.2.2.1	Transformarea vechiului în nou: proiectul MaterialLoop	159
9.2.2.2	Proiect pilot de reciclare a sticlei.....	162
9.2.2.3	Audi & KIT: Proiectul pilot pentru reciclarea chimică a materialelor plastice în ingineria auto	164
9.2.3	Digitalizarea producției globale AUDI	165
9.2.4	Producția digitală a grupului Volkswagen	168
9.2.4.1	OPORTUNITĂȚI DE TEHNOLOGIE 5G PENTRU PRODUCȚIE	168
9.2.4.2	Imprimare 3D în producție	171
9.2.4.3	Mentenanță predictivă: cum revoluționează senzorii și aplicațiile întreținerea la Audi	172

9.3	FORD.....	177
9.4	VOLVO	181
9.5	BMW	183
9.5.1	RE:BMW Circular Lab	183
9.5.2	Circularitatea BMW i Vision	184
9.6	Toyota și sustenabilitatea tehnologiilor auto	185
10	PROVOCĂRI ȘI DIRECȚII VIITOARE PENTRU INDUSTRIA AUTO	
	188	
10.1	Provocări majore cu care se confruntă industria în adoptarea ecoinovării	188
10.2	Tendențele viitoare și potențialele descoperiri tehnologice.	189
10.2.1	Tendențe fundamentale pentru industria auto până în 2030	
	190	
10.2.1.1	Datele și digitizarea pot revoluționa proiectarea și dezvoltarea produselor.....	195
10.3	Foaia de parcurs pentru creșterea durabilității industriei auto	
	201	
11	ROLUL CERCETĂRII ȘI DEZVOLTĂRII ÎN ECOINOVARE	207
11.1	Colaborare între mediul academic și de cercetare, industrie și guvern	207
11.2	Abilități, cunoștințe și competențe necesare pentru a sprijini ecoinovarea.....	209
	BIBLIOGRAFIE	212

1 INTRODUCERE

Sectorul auto reprezintă un exemplu semnificativ pentru analiza formării modelelor sectoriale de ecoinovare, datorită dublei sale influențe în societatea modernă: pe de o parte, un rol pozitiv, ca principal mijloc de transport, și, pe de altă parte, un impact negativ, generat de costurile semnificative asociate cu degradarea mediului și consumul intensiv de resurse neregenerabile. De asemenea, inovațiile ecologice din acest sector se concentrează în principal pe componentele grupului de propulsie, care sunt ușor de diferențiat de cele tradiționale.

Sectorul auto este un exemplu de industrie matură și un caz de succes în ceea ce privește co-evoluția dintre tehnologii, rutine și structuri. Lanțul valoric din industria auto este dominat de un număr relativ mic de producători de echipamente originale (OEM), iar regimul tehnologic s-a bazat pe inovații incrementale (acumulare creativă), având la bază un design dominant definit de trei caracteristici esențiale: Motoare cu ardere internă (ICE), Caroserii din oțel, cu un caracter polivalent, și Procese de producție complet integrate. Acest design dominant a transformat automobilul într-un element central al societății moderne, nu doar datorită funcției sale de transport, ci și prin impactul economic pe care îl are. Performanța motoarelor cu ardere internă a fost îmbunătățită constant prin dezvoltarea unor subsisteme precum injecția de combustibil, sistemele de răcire, lubrifierea, evacuarea, transmisia și optimizarea distribuției greutății sau organizarea componentelor.

Industria auto este unul dintre cele mai importante și dinamice sectoare ale economiei globale, având un rol major în definirea viitorului transporturilor. În contextul unei preocupări tot mai mari pentru mediu și al necesității de a dezvolta soluții sustenabile, ecoinovarea a devenit o prioritate. Aceasta presupune dezvoltarea de produse, servicii și tehnologii ecologice și durabile. Cu toate acestea, industria auto se confruntă cu multiple provocări, inclusiv creșterea prețurilor la combustibili, variațiile imprevizibile ale cererii, dificultățile lanțului de aprovizionare și îngrijorările crescânde legate de poluarea aerului.

Ecodesign, cunoscut și sub numele de design sustenabil, implică integrarea considerațiilor de mediu în proiectarea și dezvoltarea produsului. Industria auto a adoptat de-a lungul anilor diverse principii de proiectare ecologică pentru a minimiza impactul asupra mediului pe parcursul ciclului de viață al vehiculelor.

ANII 1970 - INTRODUCEREA STANDARDELOR DE EMISII cum ar fi Actul pentru aer curat din Statele Unite (Clean Air Act), a obligat producătorii de automobile să dezvolte tehnologii pentru reducerea emisiilor vehiculelor [1].

ANII 1990 - DEZVOLTAREA VEHICULELOR HIBRIDE: Toyota a introdus Prius în 1997, primul vehicul hibrid electric (HEV) produs în serie, care combină un motor pe benzină cu un motor electric pentru a îmbunătăți eficiența consumului de combustibil și a reduce emisiile.

ANII 2000 - AVANSARE ÎN VEHICULELE ELECTRICE (EV): Tesla și-a lansat Roadster-ul în 2008, prezentând potențialul vehiculelor electrice cu autonomie și performanțe semnificative, împingând industria către electrificare.

ANII 2010 - ADOPTAREA MATERIALELOR UȘOARE: Utilizarea materialelor ușoare, cum ar fi aluminiul, oțelul de înaltă rezistență și fibra de carbon, a devenit mai comună pentru a reduce greutatea vehiculului și a îmbunătăți eficiența combustibilului.

ANUL 2020 - ANGAJAMENTUL FAȚĂ DE NEUTRALITATEA CLIMATICĂ: Principalele companii de automobile, inclusiv Volkswagen, General Motors și Ford, au anunțat planuri de a deveni neutre din punct de vedere al emisiilor de carbon până în 2050, cu investiții substanțiale în tehnologia vehiculelor electrice și surse regenerabile de energie.

La orizontul anului 2030, principalele tendințe din sectorul auto sunt legate de digitalizare, conectivitate, autonomie, electrificare, utilizarea vehiculelor în car-sharing. Mașina viitorului va fi „verde” și inteligentă, iar aceste aspecte au implicații majore pentru producătorii de piese și accesorii auto, care trebuie să își dezvolte capacitățile de integrare a tehnologiilor digitale și de a traduce noile concepte ale economiei circulare în procesele de producție și portofoliul de produse [2].

2 POLITICI DURABILE, REGLEMENTĂRI ȘI INSTRUMENTE

2.1 PROGRAMUL DE ACȚIUNE PENTRU MEDIU PÂNĂ ÎN 2030

La 2 mai 2022 a intrat în vigoare cel de-al 8-lea Program de acțiune pentru mediu, ca agendă comună convenită din punct de vedere juridic a UE pentru politica de mediu până în 2030 [3].

Programul de acțiune reiterează viziunea pe termen lung a UE până în 2050 de a trăi bine, în limitele planetare. Acesta stabilește obiectivele prioritare pentru 2030 și condițiile necesare pentru atingerea acestora. Pe baza Pactului ecologic european [4], programul de acțiune urmărește să accelereze tranziția către o economie neutră din punct de vedere climatic și eficientă din punct de vedere al resurselor, recunoscând că bunăstarea și prosperitatea umană depind de ecosisteme sănătoase.

Al optulea Plan de acțiune solicită angajamentul activ al tuturor părților interesate la toate nivelurile de guvernare, pentru a se asigura că legile UE privind clima și mediul sunt puse în aplicare în mod eficient. Acesta formează baza UE pentru realizarea Agendei 2030 a Națiunilor Unite și a Obiectivelor sale de dezvoltare durabilă.

Obiectivul **prioritar pe termen lung** este ca, până cel târziu în 2050, europenii să trăiască bine, în limitele planetei, într-o economie a bunăstării în care nimic nu este irosit. Creșterea va fi regenerativă, neutralitatea climatică va fi o realitate, iar inegalitățile vor fi reduse semnificativ.

Există șase obiective prioritare până în 2030:

- atingerea obiectivului de reducere a emisiilor de gaze cu efect de seră până în 2030 și neutralitatea climatică până în 2050;
- sporirea capacității de adaptare, consolidarea rezilienței și reducerea vulnerabilității la schimbările climatice;
- avansarea către un model de creștere regenerativă, decuplând creșterea economică de utilizarea resurselor și degradarea mediului și accelerarea tranziției către o economie circulară ;

- urmărirea unei ambiții de poluare zero , inclusiv pentru aer, apă și sol și protejarea sănătății și bunăstării europenilor;
- protejarea, conservarea și restaurarea biodiversității și îmbunătățirea capitalului natural;
- reducerea presiunilor de mediu și climatice legate de producție și consum (în special în domeniile energiei, industriei, clădirilor și infrastructurii, mobilității, turismului, comerțului internațional și sistemului alimentar).

În conformitate cu Pactul Verde European de a „nu face rău”, cel de-al 8-lea Plan de acțiune sprijină o abordare integrată a dezvoltării și implementării politicilor, stabilește condițiile necesare pentru atingerea obiectivelor prioritare și evidențiază nevoia de:

- **implementare** integrală a legislației existente
- **scădere** semnificativă a **amprentelor materiale și de consum** ale UE
- atingerea **corectitudinii mediului**
- stimularea **finanțării sustenabile**
- utilizarea **stimulentelor economice și fiscale** pentru a facilita tranziția la durabilitate
- **eliminarea treptată a subvențiilor pentru combustibili fosili**
- dezvoltarea unui **tablou de bord rezumat „dincolo de PIB”**.
- adoptarea și **cooperarea** la toate nivelurile de elaborare a politicilor între diferitele niveluri de actori
- valorificarea potențialului **digitalizării**
- asigurarea faptului că acțiunea politică este ferm ancorată în **cele mai recente științe și cunoștințe**.

2.2 PLANUL DE ACȚIUNE PENTRU ECOINOVARE

Planul de acțiune pentru ecoinovare (ECOAP) COM(2011) 899 final a fost completat cu alte inițiative emblematice Europa 2020. O piatră de bază majoră pentru tranziția către o economie verde este proiectul emblematic „Europa eficientă din punct de vedere al resurselor” și foaia sa de parcurs, creând și consolidând cererea de ecoinovare și investiții aferente. „Politica industrială pentru o eră globalizată” plasează EcoAP ca un instrument pentru identificarea și implementarea măsurilor pentru

implementarea tehnologiilor cheie de mediu, pentru a îmbunătăți coordonarea și cooperarea dintre UE și statele membre și pentru a genera conștientizarea potențialului noilor tehnologii. Agenda pentru noi competențe și locuri de muncă solicită ca EcoAP să sprijine competențele pentru dezvoltarea durabilă și să promoveze dezvoltarea adecvată a competențelor și să abordeze nepotrivirile de competențe.

PRINCIPALELE ELEMENTE ALE PLANULUI DE ACȚIUNE

SUNT: proiecte demonstrative și parteneriate de inovare pentru a însoți tehnologiile de la cercetarea de bază până la introducerea pe piață; îmbunătățirea condițiilor de piață prin politici și legislație care promovează dezvoltarea rapidă și adoptarea pieței; deschiderea piețelor globale, în special pentru IMM-urile inovatoare; sprijinirea dezvoltării competențelor de ecoinovare în forța de muncă și locurile de muncă corespunzătoare; îmbunătățirea sistemelor de conducere – interconectarea sporită a diferitelor domenii de politică.

EcoAP se concentrează pe stimularea inovării care are ca rezultat sau urmărește reducerea presiunilor asupra mediului și pe reducerea decalajului dintre inovare și piață. Este nevoie de câteva acțiuni identificate în Foaia de parcurs pentru eficiența resurselor [5].

2.3 PLANUL DE ACȚIUNE PENTRU ECONOMIA CIRCULARĂ

La 11 martie 2020, Comisia Europeană a adoptat un nou Plan de acțiune pentru economia circulară [6], unul dintre principalele elemente de bază ale Pactului verde european [7], noua agendă de creștere durabilă a Europei. Noul plan de acțiune prevede măsurile pe tot parcursul ciclului de viață al produsului și urmărește pregătirea economiei europene pentru un viitor verde, consolidarea competitivității, protejând în același timp mediul și acordarea de noi drepturi consumatorilor. Noul Plan de acțiune pentru economia circulară deschide calea către o economie competitivă, neutră din punct de vedere climatic, în care consumatorii sunt responsabili.

Planul de acțiune pentru economia circulară, parte a strategiei industriale a UE [8], prezintă măsuri centrate pe următoarele repere:

PRODUSELE DURABILE SĂ DEVINĂ NORMA ÎN UE. Comisia va propune o legislație privind politica de produse durabile, pentru a se

asigura că produsele introduse pe piața UE sunt concepute pentru a dura mai mult, sunt mai ușor de reutilizat, reparat și reciclat și că încorporează cât mai mult material reciclat în locul materiei prime primare. Va fi restricționată de unică folosință, învechirea prematură va fi abordată și distrugerea bunurilor de folosință îndelungată nevândute va fi interzisă.

ÎMPUTERNICIREA CONSUMATORILOR. Consumatorii vor avea acces la informații fiabile cu privire la aspecte precum reparabilitatea și durabilitatea produselor, pentru a-i ajuta să facă alegeri durabile din punct de vedere ecologic. Consumatorii vor beneficia de un adevărat „Drept la Reparație”.

CONCENTRARE PE SECTOARELE CARE FOLOSESC CELE MAI MULTE RESURSE și unde potențialul de circularitate este mare. Comisia va lansa acțiuni concrete privind: **electronice și TIC** – o „Inițiativă în domeniul electronicii circulare” pentru a avea o durată de viață mai lungă a produselor și pentru a îmbunătăți colectarea și tratarea deșeurilor; **baterii și vehicule** – un nou cadru de reglementare pentru baterii pentru îmbunătățirea durabilității și creșterea potențialului circular al bateriilor; **ambalare** – noi cerințe obligatorii privind ceea ce este permis pe piața UE, inclusiv reducerea (supra)ambalajului; **materiale plastice** – noi cerințe obligatorii pentru conținutul reciclat și atenție specială asupra microplasticelelor, precum și a materialelor plastice biodegradabile și biodegradabile; **textile** – o nouă strategie a UE pentru textile pentru a consolida competitivitatea și inovarea în sector și pentru a stimula piața UE pentru reutilizarea textilelor; **construcții și clădiri** – o strategie cuprinzătoare pentru un mediu construit durabil care promovează principiile circularității pentru clădiri; **alimente** – nouă inițiativă legislativă privind reutilizarea pentru a înlocui ambalajele de unică folosință, vesela și tacâmurile cu produse reutilizabile în serviciile alimentare.

MAI PUȚINE DEȘEURI. Accentul se va pune pe evitarea totală a deșeurilor și transformarea acestora în resurse secundare de înaltă calitate, care beneficiază de o piață funcțională a materiilor prime secundare. Comisia va analiza stabilirea unui model armonizat la nivelul UE pentru colectarea separată a deșeurilor și etichetare. Planul de acțiune propune, de asemenea, o serie de acțiuni pentru a minimiza exporturile UE de deșeuri și pentru a combate transporturile ilegale.

2.4 REGULAMENTUL DE PROIECTARE ECOLOGICĂ PENTRU PRODUSE DURABILE

În mai 2023, Consiliul European și-a adoptat poziția („abordare generală”) cu privire la propunerea de regulament de stabilire a unui cadru pentru stabilirea cerințelor de proiectare ecologică pentru produsele durabile. Noul regulament **VA ÎNLOCUI DIRECTIVA EXISTENTĂ DIN 2009** și va extinde domeniul de aplicare pentru a stabili cerințe de durabilitate a mediului pentru aproape toate tipurile de bunuri introduse pe piața UE. Acesta stabilește un pașaport pentru produse digitale și stabilește reguli privind transparența și interzicerea distrugerii anumitor bunuri de consum nevândute. Poziția Consiliului îmbunătățește cadrul pentru împuternicirea Comisiei cu privire la stabilirea cerințelor de proiectare ecologică și consolidează ambiția acestui regulament printr-o interdicție directă a distrugerii textilelor nevândute (cu o scutire pentru microîntreprinderile și întreprinderile mici și o perioadă de tranziție pentru întreprinderile mijlocii). Acesta exclude vehiculele cu motor din domeniul de aplicare al regulamentului și oferă companiilor un timp minim de adaptare la noile cerințe venite de la Comisie.

Actuala **DIRECTIVA 2009/125/CE PRIVIND PROIECTAREA ECOLOGICĂ** a stabilit cerințe de eficiență energetică care acoperă 31 de grupuri de produse. Conform calculului Comisiei, acest lucru a economisit 120 de miliarde EUR în cheltuieli de energie și a condus la un consum anual de energie cu 10% mai mic al produselor din domeniul său de aplicare.

Noua propunere se bazează pe directiva existentă privind proiectarea ecologică, dar o extinde pentru a acoperi majoritatea categoriilor de produse (exceptând doar produsele alimentare, furajele, medicamentele și produsele veterinare și autovehiculele) și va include, de asemenea, cerințe precum durabilitatea produsului, reutilizarea, modernizarea și reparabilitatea; prezența unor substanțe care inhibă circularitatea; eficiența energetică și a resurselor; conținut reciclat, remanufacturare și reciclare; amprente de carbon și de mediu și cerințele de informații, inclusiv un pașaport pentru produse digitale. În martie 2022, Comisia

Europeană a publicat propuneri de extindere a sferei de aplicare a reglementărilor privind proiectarea ecologică la toate produsele fizice de pe piața UE.

Există **PATRU OBIECTIVE PRINCIPALE ALE REGULAMENTULUI PROPUȘ DE PROIECTARE ECOLOGICĂ PENTRU PRODUSE DURABILE (ESPR)**:

- ⇒ reducerea impactului negativ asupra mediului al ciclului de viață al produselor,
- ⇒ creșterea sustenabilității produselor,
- ⇒ facilitarea accesului la informații de-a lungul lanțurilor de aprovizionare,
- ⇒ stimularea unor bunuri și modele de afaceri mai durabile pentru a îmbunătăți păstrarea valorii.

Obiectivele pe care UE dorește să le atingă prin extinderea domeniului de aplicare a legislației privind proiectarea ecologică la toate produsele fizice (Directiva-cadru 2009/125/CE este limitată la produsele legate de energie), stabilind cerințe de durabilitate precum durata minimă de viață a produsului, reciclabilitatea, reparabilitate, conținut de material reciclat, obligatoriu – în funcție de diferitele grupe de produse, care vor avea nevoie de reglementări specifice. Propunerea – pe lângă introducerea de sisteme de stimulare, orientări pentru sprijinirea modelelor circulare de afaceri, un centru de informare la nivel european, precum și interzicerea distrugerii mărfurilor nevândute și cerințele de transparență – prevede, de asemenea, crearea unui pașaport digital pentru produse, înregistrarea electronică, procesarea și partajarea informațiilor despre produse între companiile din lanțul de aprovizionare, autoritățile de supraveghere a pieței și consumatori. Acest lucru – probabil prin dezvoltarea claselor de performanță de sustenabilitate – ar trebui să crească transparența, atât pentru întreprinderile din lanțul de aprovizionare, cât și pentru publicul larg, și să crească eficiența în ceea ce privește transferul de informații.

ECODESIGN PENTRU PRODUSE DURABILE: DATE DE LA BIROUL EUROPEAN DE MEDIU

Noile cerințe de proiectare ecologică ar putea duce la costuri suplimentare pentru consumatori, care, totuși, conform cercetărilor

efectuate de Biroul European de Mediu, sunt compensate de beneficiile combinate ale înlocuirii mai puțin frecvente a produselor, eficiența energetică, măsurile actuale care rezultă din Directiva 2009/125/CE a economisit consumatorilor din UE 120 de miliarde de euro în cheltuieli de energie – și a redus impactul asupra mediului. În plus, măsurile vor avea efecte de propagare pozitive asupra activității economice a serviciilor de reparare și întreținere a produselor, inclusiv în ceea ce privește ocuparea forței de muncă. Estimările UE pentru extinderea domeniului de aplicare a standardelor de proiectare ecologică indică un potențial de reducere a emisiilor de gaze cu efect de seră de cel puțin 117 Mt CO₂eq pe an. Din cele patru studii de caz compilate de analiștii de la Biroul European de Mediu, numai producția mai ecologică de tricouri din bumbac ar putea contribui cu aproape 3% din acest potențial, răspândirea cuptorului cu microunde și a fierbătoarelor eficiente din punct de vedere energetic cu încă 4% și inovațiile în producția de ciment cu cel puțin 6 la sută.

Tehnologia și inovația transformă industriile din întreaga lume într-un ritm vertiginos. Popularitatea în creștere a așa-numitelor modele de „economie circulară” s-a dezvoltat ca răspuns la acest context de degradare a mediului. Termenul „economie circulară” cuprinde și se bazează pe o serie de școli de gândire similare, inclusiv Cradle to Cradle, economia performanței, biomimetismul, ecologia industrială, capitalismul natural, economia albastră și designul regenerativ. Astfel, în timp ce ideile din spatele economiei circulare nu sunt noi, conceptul poartă valoare, deoarece reunește practicile și conceptele existente într-un singur cadru care cuprinde o abordare conceptuală diferită a gândirii despre utilizarea materialelor și rezultatele obținute.

2.5 INSTRUMENTE DE JOS ÎN SUS (BOTTOM-UP)

2.5.1 RĂSPUNDEREA EXTINSĂ A PRODUCĂTORULUI PENTRU VEHICULE

Răspunderea extinsă a producătorilor pentru vehicule transformă gestionarea deșeurilor de automobile [9].

RĂSPUNDEREA EXTINSĂ A PRODUCĂTORULUI (REP) este un concept care a revoluționat practicile de gestionare a deșeurilor din întreaga lume. Conform REP, producătorii de mărfuri sunt responsabili

pentru eliminarea și gestionarea corespunzătoare a deșeurilor generate de produsele lor. Aplicarea REP în industria auto a schimbat jocul în ceea ce privește reducerea impactului asupra mediului al acestui sector.

Industria auto contribuie semnificativ la generarea globală de deșeuri. Potrivit Programului Națiunilor Unite pentru Mediu, industria auto globală generează aproximativ 12 milioane de tone de deșeuri în fiecare an, vehiculele scoase din uz fiind un contributor semnificativ. Vehiculele scoase din uz pot conține materiale periculoase, cum ar fi plumbul, mercurul și cadmiul, care pot fi dăunătoare mediului și sănătății umane dacă nu sunt gestionate corespunzător.

REP PENTRU VEHICULE impune producătorilor să-și asume responsabilitatea pentru eliminarea corespunzătoare a vehiculelor scoase din uz. Aceasta implică înființarea de centre de colectare unde consumatorii își pot aduce vehiculele uzate pentru eliminare sau reciclare. Producătorii trebuie, de asemenea, să colaboreze cu firmele de dezmembrări sau reciclatorii autorizați pentru a se asigura că deșeurile generate de produsele lor sunt gestionate într-un mod ecologic.

Pentru a implementa REP pentru vehicule, producătorii trebuie să obțină certificare de la organismele de reglementare relevante. Aceasta presupune completarea formularelor necesare și efectuarea unei inspecții pentru a asigura conformitatea cu reglementările REP. Producătorii trebuie, de asemenea, să depună rapoarte de conformitate și să prezinte înregistrări anuale pentru a arăta că respectă reglementările REP. Prin responsabilizarea producătorilor pentru eliminarea corespunzătoare a vehiculelor scoase din uz, s-a stimulat dezvoltarea unor practici durabile de gestionare a deșeurilor în industrie. Pe măsură ce cererea globală de vehicule continuă să crească, aplicarea REP în industria auto va juca un rol din ce în ce mai important în reducerea impactului asupra mediului al sectorului.

2.5.2 AMPRENTA DE MEDIU A PRODUSULUI (PEF)

Comisia Europeană a propus metodele Amprenta de mediu a produsului (Product Environmental Footprint - PEF) și Amprenta de mediu a organizației ca o modalitate comună de măsurare a performanței de mediu. Amprenta de mediu a produsului, de asemenea, metodologia

PEF, este o inițiativă importantă a Comisiei Europene. Este o metodă nouă și îmbunătățită cu privire la modul în care companiile ar trebui să măsoare performanța de mediu a oricărui produs pe parcursul ciclului său de viață (ținând cont de tot lanțul de aprovizionare din amonte și activitățile din aval).

PEF se bazează pe metoda științifică de măsurare a amprente de mediu numită Evaluări ale ciclului de viață (Life Cycle Assessments - LCA).

PEF subliniază un cadru comun îmbunătățit pentru toți pașii și regulile specifice care sunt necesare pentru a face o evaluare a ciclului de viață adecvată și comparabilă. Misiunea sa este de a consolida piața (europeană) a alternativelor verzi și de a se asigura că impactul asupra mediului este evaluat în mod transparent și, în cele din urmă, desigur, redus [10]. PEF contribuie la îmbunătățirea validității și comparabilității evaluării performanței de mediu a statelor membre ale UE și a sectorului privat, mai ales în comparație cu metodele existente. Având acest nou standard organizațional în măsurătorile impactului asupra mediului, se va aborda greenwashingul și afirmațiile false de sustenabilitate. Motivarea companiilor să rămână pe „calea corectă a durabilității” – și ajutarea consumatorilor să recunoască în ce măsură un produs, o companie sau un serviciu este prietenos cu mediul.

Comisia Europeană continuă să dezvolte detaliile pentru Regulile pentru categoriile de produse PEF (de asemenea, PEFCR sau PCR) pentru a finaliza dezvoltarea metodologiei PEF. Aceste reguli de categorie vor defini regulile de măsurare a amprente specifice industriilor.

Amprenta de mediu a produsului există din două componente: (1) Metodologia PEF; (2) Baza de date PEF.

METODOLOGIA include noi reguli coezive pentru efectuarea LCA-urilor în conformitate cu Green Deal și taxonomia UE. În prezent, am ajuns la versiunea 3.0 a metodologiei PEF. Principala diferență față de versiunile anterioare este că unele categorii de impact asupra mediului au fost împărțite în noi subcategorii.

BAZA DE DATE PEF este menită să sprijine metodologia PEF și să creeze o nouă bază de date standard de mediu pentru industriile europene. Cu baza de date de impact PEF, UE speră să creeze o bază de date mai completă pentru a fi utilizată în ACV. Metodologia PEF nu trebuie utilizată numai cu baza de date PEF. De asemenea, este posibil să amestecați metodologia cu cea mai mare bază de date pentru date de mediu Ecoinvent.

2.5.3 TABLOUL DE BORD AL ECOINOVĂRII ȘI INDICELE ECOINOVĂRII

Scopul indicelui de ecoinovare și al tabloului de bord al ecoinovării este de a reflecta performanța statelor membre UE (SM) în ceea ce privește inovațiile cu efecte asupra mediului, adică ecoinovațiile. Astfel, se măsoară această performanță în cinci domenii diferite, fiecare dintre ele având la bază un set de indicatori și anume:

1. Intrări

1.1 Creditele și cheltuielile guvernamentale pentru cercetare și dezvoltare în domeniul mediului și energiei (% din PIB)

1.2 Total personal de cercetare și dezvoltare și cercetători (% din totalul angajării)

1.3 Valoarea totală a investițiilor ecologice în stadiu incipient (USD/capita)

2. Activități

2.1 Întreprinderi care au introdus o inovare cu beneficii de mediu obținute în cadrul întreprinderii (% din totalul firmelor)

2.2 Întreprinderi care au introdus o inovare cu beneficii de mediu obținute de utilizatorul final (% din totalul firmelor)

2.3 Organizații înregistrate ISO 14001 (pe milion de locuitori)

3. Ieșiri

3.1 Brevete legate de ecoinovare (pe milion de locuitori)

3.2 Publicații academice legate de ecoinovare (pe milion de locuitori)

3.3 Acoperirea media legată de ecoinovare (pe număr de media electronică)

4. Rezultate economice

4.1 Productivitatea materialelor sau a resurselor (PIB/Consumul intern de materiale)

4.2 Productivitatea apei (PIB/captarea totală de apă dulce)

4.3 Productivitatea energetică (PIB/consumul intern brut de energie)

4.4 Intensitatea emisiilor de GES (CO₂e/PIB)

5. Rezultate de mediu

5.1 Exporturi de produse din ecoindustrii (% din totalul exporturilor)

5.2 Ocuparea forței de muncă în industriile ecologice și economia circulară (% din totalul ocupării forței de muncă în întreaga toate companiile)

5.3 Venituri (cifra de afaceri) în ecoindustrii și economia circulară (% din veniturile totale).

2.5.4 INDICELE DE ECOINOVARE ASEM

Înființată în 1996, Reuniunea Asia-Europa (ASEM) și-a inițiat parteneriatul interguvernamental între țările membre din Asia și Europa. Formată din 51 de țări membre la statutul actual, țările membre ASEM au fost profund empatică cu importanța IMM-urilor ca motor principal al inovării. De exemplu, IMM-urile reprezintă 99% din totalul afacerilor din Europa, și baza diferitelor industrii din Asia [11]. Pentru creșterea durabilă a IMM-urilor, ASEM încearcă să definească ecoinovarea ca o idee de a obține îmbunătățiri ale mediului, de a spori competitivitatea întreprinderilor și de a oferi noi oportunități de afaceri prin utilizarea unor metode cu costuri reduse și neintensive tehnologice. Centrul de ecoinovare pentru IMM-uri ASEM (ASEIC) a fost înființat în 2011 ca parte a efortului comun dintre Europa și Asia de a îmbunătăți cooperarea lor pentru creșterea ecoinovatoare a întreprinderilor mici și mijlocii (IMM-uri). Astfel, ASEIC, o organizație internațională de cooperare, a fost înființată pentru a răspândi principiile creșterii ecologice la IMM-uri, precum și pentru a sprijini acele IMM-uri pentru o nouă strategie de afaceri prin utilizarea acestor principii.

Ecoinovarea, prin reducerea impactului asupra mediului, creșterea rezistenței la presiunile externe și utilizarea mai eficientă a resurselor, este vitală în sprijinirea tranziției către o economie circulară și în realizarea obiectivelor Pactului ecologic european.

2.5.5 EMAS (MANAGEMENT ECOLOGIC ȘI AUDIT EUROPEAN)

EMAS (Ecomanagement și Audit European) este un instrument de management de mediu dezvoltat de Comisia Europeană pentru întreprinderi și organizații care doresc să-și evalueze impactul asupra mediului și să-și îmbunătățească performanța în acest domeniu. EMAS acoperă toate sectoarele economice și de servicii și se aplică la nivel mondial. Fiind parte a unui sistem, necesită reînnoirea periodică a certificatelor de înregistrare și verificări periodice, prin urmare certificatul oferă informații relevante pentru clienții unui anumit operator. Deținerea certificatului EMAS denotă respectarea multor reguli riguroase

(comparativ cu standardul ISO 14001, cerințele EMAS includ încă 4 elemente), certificatul oferind un prestigiu incontestabil operatorului [12].

2.5.6 ETICHETA ECOLOGICĂ A UE

Eticheta ecologică a UE - Certificatul de etichetă ecologică europeană ajută la identificarea produselor și serviciilor care au un impact scăzut asupra mediului în timpul ciclului lor de viață. Recunoscută în Europa, Ecolabel este o etichetă credibilă aplicată produselor și serviciilor cu adevărat ecologice [13].

3 ECOINOVARE ÎN TRANZIȚIA INDUSTRIEI AUTO CĂTRE ECONOMIA CIRCULARĂ

3.1 CONCEPTUL, ROLUL ȘI FUNCȚIILE ECOINOVĂRII

Inovația este vitală pentru supraviețuirea în industria auto. Datorită schimbărilor structurale de pe piață, a concurenței mai intense, a reglementărilor mai stricte, a fragmentării tot mai mari și a ciclurilor de viață mai scurte ale produsului, producătorilor li se cere să încorporeze continuu noi tehnologii, design și caracteristici în procesul de dezvoltare a produsului. Ideea de ecoinovare este recentă, una dintre primele apariții în literatură fiind într-o carte din 1996 a lui Claude Fussler și Peter James [14]. În 1997, Peter James a definit ecoinovarea ca „produse și procese noi care oferă clientului și valoare de afaceri, dar reduc semnificativ impactul asupra mediului” [15]. Termenul de ecoinovare descrie trei tipuri de schimbări legate de dezvoltarea durabilă: inovare tehnologică, socială și instituțională [16].

Ecoinovarea este adesea legată de tehnologiile de mediu, ecoeficiență, design ecologic, design ecologic, design durabil sau inovare durabilă.

În timp ce termenul „inovare de mediu” este folosit în contexte similare cu „ecoinovarea”, ceilalți termeni sunt utilizați în cea mai mare parte atunci când se referă la proiectarea produsului sau a procesului și când se pune accentul mai mult pe aspectele tehnologice ale ecoinovării decât pe aspecte societale și politice.

Ecoinovarea este procesul prin care afacerile adoptă inovația ecologică pentru a crea produse care au un caracter generativ și sunt reciclabile. Cea mai comună utilizare a termenului „ecoinovare” este de a se referi la produse și procese inovatoare care reduc impactul asupra mediului, indiferent dacă principala motivație pentru dezvoltarea sau implementarea lor este de mediu sau nu. Acesta este adesea folosit împreună cu ecoeficiența și designul ecologic. Liderii din multe industrii au dezvoltat tehnologii inovatoare pentru a lucra spre sustenabilitate.

Ecoinovarea este definită de Comisia Europeană ca orice formă de inovare care urmărește un progres semnificativ și demonstrabil către

obiectivul dezvoltării durabile, prin reducerea impactului asupra mediului sau realizarea unei utilizări mai eficiente și responsabile a resurselor. Observatorul EcoInovării (EIO), o inițiativă de trei ani finanțată de Comisia Europeană, definește ecoinovarea ca fiind: „orice inovare care reduce utilizarea resurselor naturale și scade eliberarea de substanțe nocive de-a lungul întregului ciclu de viață.” Definiția EIO a depășit noțiunea tradițională de inovare pentru a reduce efectele negative asupra mediului; ea cuprinde, de asemenea, modalitățile și metodele de minimizare a utilizării resurselor naturale în proiectarea, producerea, utilizarea, reutilizarea și reciclarea produselor și materialelor [17].

Potrivit Organizației pentru Cooperare și Dezvoltare Economică (OCDE), ceea ce face ecoinovarea distinctă de orice alt tip de inovare este că „rezultă în atenuarea impactului asupra mediului, indiferent dacă efectul este intenționat sau nu. În plus, domeniul său de aplicare poate transcende limitările structurale tradiționale ale organizației inovatoare, implicând astfel aranjamente sociale mai largi care ar putea stimula schimbări socio-culturale și instituționale.”

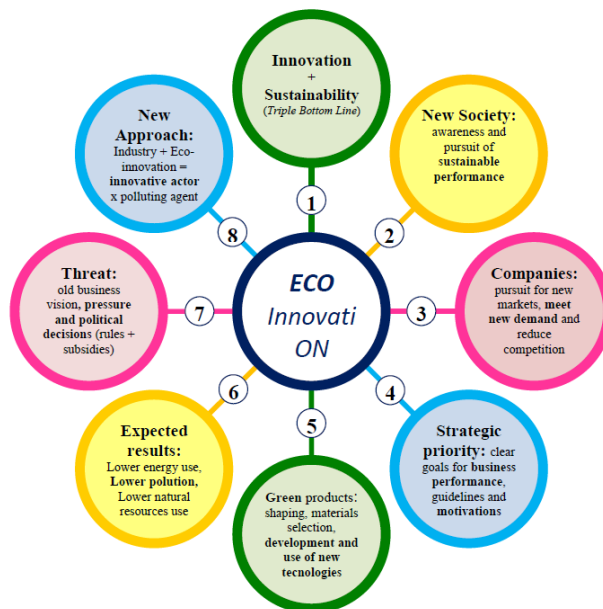


Figura 3.1. Cadrul ecoinovării [18]

Potrivit raportului OCDE privind „Viitorul ecoinovării: rolul modelelor de afaceri în transformarea ecologică, ecoinovarea este o „precondiție cheie pentru dezvoltarea durabilă” la nivel macro, deoarece aduce efecte sinergetice pozitive asupra economiei, sociale. și condițiile de mediu ale unei țări. Organizațiile internaționale, institutele de cercetare, mediul academic etc. subliniază în mod continuu importanța ecoinovării, subliniind rolul sectorului public și privat de a crea condiții favorabile. De exemplu, pentru a încuraja ecoinovarea, producătorii pot obține credite de emisie pentru vehicule echipate cu tehnologii inovatoare pentru care nu este posibil să se demonstreze economiile totale de CO₂ în timpul tipului lor de omologare. Producătorul trebuie să demonstreze aceste economii pe baza datelor verificate independent. Creditele maxime de emisie pentru aceste ecoinovații per producător sunt de 7 g CO₂/km pe an. Începând cu 2025, și îmbunătățirile de eficiență pentru sistemele de aer condiționat vor deveni eligibile ca tehnologii de ecoinovare. Ecoinovarea influențează practicile organizaționale și ale consumatorilor, bazate pe principiul de bază al reducerii impactului asupra mediului, căutând schimburi pozitive între atributele de mediu și factorii critici în dezvoltarea produselor și proceselor [19].

ECOINOVAȚIILE diferă de alte inovații în ceea ce privește obiectivele lor de mediu. Ele sunt adesea definite ca inovații (produse și procese noi sau îmbunătățite semnificativ, tehnici de marketing, strategii organizaționale) care contribuie la scăderea semnificativă a impactului asupra mediului (de exemplu, reducerea utilizării resurselor naturale, inclusiv materiale, energie, apă și teren și/sau reduce eliberarea de substanțe nocive de-a lungul întregului ciclu de viață) în comparație cu alternativele existente [20], deși această definiție este oarecum problematică. Inovațiile de mediu implică multe schimbări la diferite niveluri, în special în infrastructura capabilă să primească noua tehnologie. Inovațiile de mediu fac, așadar, parte din inovațiile de sistem. Dezvoltarea diferențiată a fiecărui subsistem poate crea blocaje care pot împiedica dezvoltarea și difuzarea tehnologică.

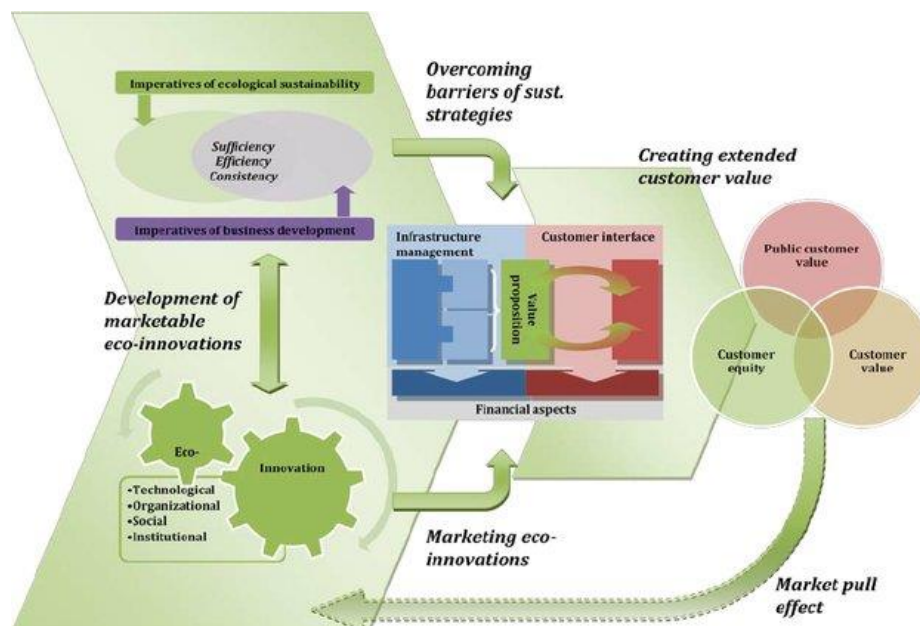


Figura 3.2. Cadrul conceptual al ecoinovării modelului de afaceri

[DOI: 10.13140/RG.2.1.2565.0324]

Inovația unui anumit sector depinde de factori precum maturitatea tehnologiei dominante, scara, intensitatea capitalului, intensitatea cercetării și dezvoltării industriei și competitivitatea. Caracteristicile relevante specifice sectorului care influențează ecoinovarea includ existența oportunităților tehnologice, proprietățile proceselor inovatoare, structura pieței, maturitatea sectorului, impactul asupra mediului și expunerea la presiunile societale.

ECOINOVAREA este dezvoltarea și aplicarea unui model de afaceri, modelat de o nouă strategie de afaceri care încorporează sustenabilitatea în toate operațiunile de afaceri bazate pe gândirea ciclului de viață și în cooperare cu partenerii de-a lungul lanțului valoric. Aceasta implică un set coordonat de modificări sau soluții noi la produse (bunuri/servicii), procese, abordare pe piață și structură organizațională care duce la îmbunătățirea performanței și competitivității unei companii.

Practicile **DE MEDIU** utilizate în sectorul auto sunt [18]: **reduceri de emisii, analiza ciclului de viață, producție mai curată, logistică inversă și ecoinovare**. Inovațiile durabile în procesele de fabricație a

automobilelor au fost tranziția de la motoarele cu ardere internă la celulele de combustie (FCV), în cadrul practicii de mediu de **reducere a emisiilor**. În cadrul **practicii ciclului de viață**, inovațiile durabile au fost inovațiile tehnologice ale produselor și proceselor din producție. De asemenea, în această practică se încadrează și dezvoltarea mașinilor hibride, adică o mașină care are un motor cu ardere internă, de obicei pe benzină, și un motor electric care reduce efortul motorului cu ardere și, astfel, reduce consumul și emisiile. Practica unei **producții mai curate** și a **logisticii inverse** apar în reutilizarea materialelor în proces. Practica **ecoinovării** aduce îmbunătățiri în procesul de fabricație a mașinilor care minimizează impactul negativ asupra mediului.

3.2 MECANISME CHEIE ÎN ECOINOVARE

Mecanisme cheie în ecoinovare:

MODIFICARE - mici ajustări ale produselor și proceselor.

RE-PROIECTARE - modificări semnificative ale produselor, proceselor și structurilor organizaționale existente.

ALTERNATIVE - introducerea de bunuri și servicii care pot fi folosite ca înlocuitori pentru alte produse.

CREAREA - proiectarea și introducerea de noi produse, procese, proceduri, instituții și organizații.

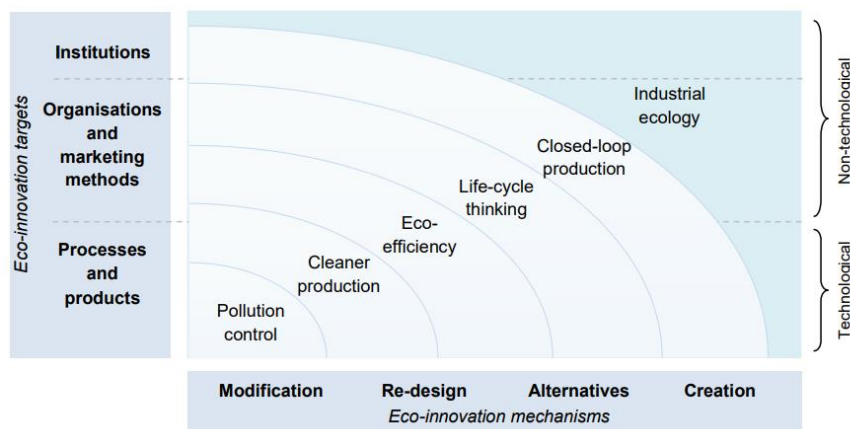


Figura 3.3. Relații conceptuale între producția durabilă și ecoinovare

[<https://www.oecd.org/sti/inno/43423689.pdf>]

3.3 TIPOLOGIA ECOINOVĂRII

Având în vedere că orice inovare care oferă beneficii de mediu în comparație cu alternativele relevante trebuie considerată o ecoinovare, următoarea clasificare pentru ecoinovare este ^[21]:

A. TEHNOLOGII DE MEDIU

- ⇒ Tehnologii de control al poluării, inclusiv tehnologii de tratare a apelor uzate.
- ⇒ Tehnologii de depoluare care tratează poluarea eliberată în mediu;
- ⇒ Tehnologii de proces mai curate: procese noi de fabricație care sunt mai puțin poluante și/sau mai eficiente din punct de vedere al resurselor decât alternativele relevante;
- ⇒ Echipamente de gestionare a deșeurilor;
- ⇒ Monitorizarea și instrumentarea mediului;
- ⇒ Tehnologii pentru energia verde;
- ⇒ Rezerva de apă;
- ⇒ Controlul zgomotului și vibrațiilor.

B. INOVARE ORGANIZAȚIONALĂ PENTRU MEDIU: introducerea metodelor organizatorice și sistemelor de management pentru tratarea problemelor de mediu în producție și produse.

O clasificare mai fină este:

- ⇒ Scheme de prevenire a poluării: care vizează prevenirea poluării prin înlocuirea inputurilor, funcționarea mai eficientă a proceselor și mici modificări la instalațiile de producție (evitarea sau oprirea scurgerilor și altele asemenea);
- ⇒ Sisteme de management și audit de mediu: sisteme formale de management de mediu care implică măsurarea, raportarea și responsabilitățile pentru tratarea problemelor de utilizare a materialelor, energie, apă și deșeuri (EMAS și ISO 14001 sunt exemple);
- ⇒ Managementul lanțului: cooperare între companii pentru a închide buclele materiale și pentru a evita deteriorarea mediului pe întreg lanțul valoric (de la leagăn până la mormânt).

C. INOVARE DE PRODUSE ȘI SERVICII CARE OFERĂ BENEFICII PENTRU MEDIU: produse noi sau îmbunătățite din punct de vedere ecologic și servicii benefice pentru mediu

- ⇒ Produse materiale noi sau îmbunătățite din punct de vedere ecologic (bunuri), inclusiv case ecologice și clădiri;
- ⇒ Materiale noi, cum ar fi materiale compozite ușoare;
- ⇒ Produse financiare verzi (cum ar fi leasingul ecologic sau creditele ipotecare pentru climă);
- ⇒ Servicii de mediu: managementul deșeurilor solide și periculoase, apă și
- ⇒ managementul apelor uzate, consultanță de mediu, testare și inginerie,
- ⇒ alte servicii de testare și analiză;
- ⇒ Servicii care sunt mai puțin poluante și consumatoare de resurse (partajarea mașinii este un exemplu).

D. INOVAȚII ALE SISTEMULUI VERDE - Sisteme alternative de producție și consum care sunt mai benefice pentru mediu decât sistemele existente: agricultura biologică și un sistem energetic bazat pe surse regenerabile sunt exemple.

3.4 STRATEGII DE ECOINOVARE

Ecoinovarea se referă la eforturi care promovează noi soluții ecologice și orientate spre sustenabilitate, este un concept de o importanță semnificativă pentru firmele producătoare, datorită perspectivelor de obținere a beneficiilor pentru mediu [22]. Firmele producătoare sunt folosite aici pentru a desemna întreprinderi implicate în producția de produse noi (sau produse finite) din materii prime și/sau componente asamblate, de exemplu, Volkswagen producătorul de automobile, Caterpillar producătorul de echipamente de construcții, Sony producătorul de electronice etc.

Cercetările și practicile anterioare tindeau să se concentreze în primul rând pe controlul poluării și activităților de reducere a deșeurilor sau inițiative de mediu pentru bunuri publice și în sectorul serviciilor. Cu toate

acestea, cercetarea privind strategiile de ecoinovare transcende inovațiile motivate de mediu și cuprinde produse, procese, modele de afaceri, marketing și inovații organizaționale cu beneficii de mediu.

Strategia de ecoinovare înseamnă un set de acțiuni și angajamente ale firmelor de producție pentru realizarea inovareii care vizează și stimulează dezvoltarea durabilă. Prin urmare, provocarea pentru producție rămâne să analizeze strategiile de ecoinovare pentru o viziune incluzivă a soluțiilor ecologice, ecologice și orientate spre sustenabilitate – spre deosebire de propunerile atomiste, fragmentate.



Figura 3.4. Strategii de ecoinovare în producție

[<https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S2666790821003037>]

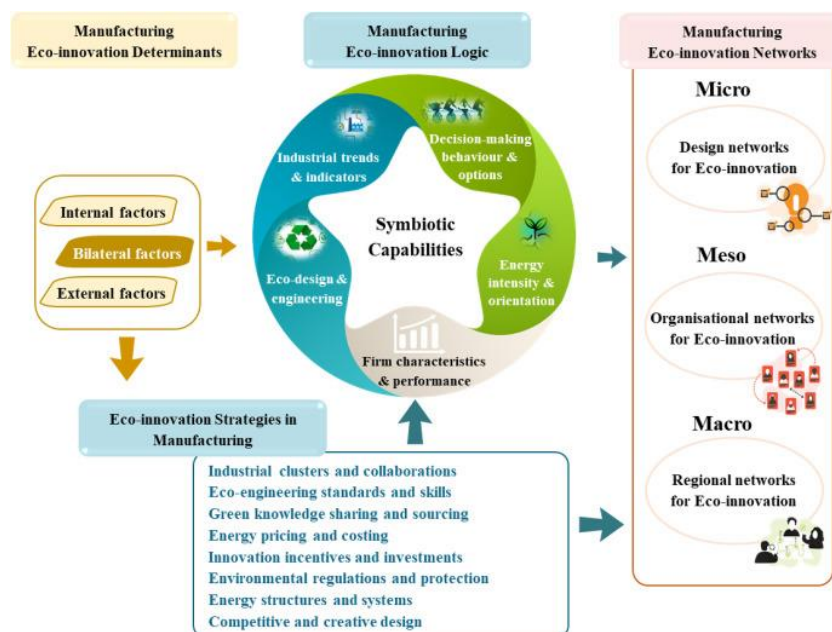


Figura 3.5. Cadru strategic pe mai multe niveluri pentru ecoinovare în producție

[<https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S2666790821003037>]

ECOINOVARE - GRUPURI DE BAZĂ ÎN CICLUL DE PRODUCȚIE

În ceea ce privește locul în care se găsește ecoinovarea în ciclul de producție, se pot distinge trei grupuri de bază:

- inovații care conduc la crearea de **PRODUSE CU PARAMETRI ECOLOGICI CU TOTUL NOI**, care exercită o presiune mult mai mică asupra mediului (ex. mașini eficiente din punct de vedere al combustibilului);
- inovații care conduc la generarea de **PRODUSE CU ACEIAȘI PARAMETRI ECOLOGICI** ca și alte produse disponibile pe piață, dar folosind **MAI PUȚINĂ ENERGIE ȘI MATERII PRIME** datorită utilizării noilor tehnologii în procesul de producție;
- al treilea grup combină caracteristicile primelor două grupe, ceea ce înseamnă **CĂ ATÂT PRODUSUL, CÂT ȘI TEHNOLOGIA DE PRODUCȚIE SUNT ECOINOVATOARE**.

3.5 FACTORI DETERMINANȚI AI ECOINOVĂRII

Ecoinovarea presupune schimbări instituționale, adoptarea unor sisteme de management specifice precum și respectarea diferitelor reglementări. Aceste schimbări, împreună cu diferitele niveluri de dezvoltare a cercetării și inovării, disponibilitatea infrastructurii de cunoaștere sau a rețelelor de cooperare creează diferențe în succesul ecoinovării în țările europene. Ecoinovarea ar putea fi influențată de numeroși factori determinanți, care, la rândul lor, depind de condițiile geografice, precum și de diverse domenii de mediu. Sunt evidențiate patru categorii de determinanți ai ecoinovării: reglementare, factori de piață, tehnologie și mecanisme specifice companiei. [23, 24].

Tabelul 3. 1 Factori determinanți ai ecoinovării în companii [25]

Determinanți externi	Relația cu EI
Acorduri de cooperare Reglementări de mediu Sprijin financiar public Acces la surse externe de informații, cum ar fi clienții și furnizorii	+
Determinanți interni	
Investiții în cercetare și dezvoltare Economii de costuri pe termen lung O imagine corporativă mai bună Instruirea angajaților pentru activități de inovare Implementarea sistemelor de calitate și de mediu Acces pe noi piețe	+
Bariere externe	
Incertitudinea pieței Perioade lungi de amortizare a investițiilor	-
Bariere interne	
Lipsa resurselor financiare Lipsa resurselor umane calificate Lipsa de competență tehnologică	-
Caracteristici structurale	
Dimensiunea companiei (număr de angajați)	+
Vârsta companiei	+
Orientare spre piață	+
Performanța financiară a afacerii (vânzări)	+
Sector	+

Simbolul (+) indică o relație pozitivă cu EI, iar simbolul (–) indică o relație negativă cu EI.

Tabelul 3. 2 Factorii determinanți ai activităților de ecoinovare [26]

Partea de aprovizionare	Abilități tehnologice și manageriale Capacitățile de inovare ale organizațiilor Colaborare cu instituții cheie Acces la datele adecvate Transfer de experiență și cunoștințe Resurse umane calificate
Partea cererii	Cererea pieței Înțelegerea publicului a importanței producției curate; grija pentru mediu și dorința de produse ecologice
Influență externă (politică, instituțională)	Abordări de reglementare existente și viitoare Capacități și structură instituțională

3.6 DINAMICA ECOINOVĂRII ÎN INDUSTRIA AUTO

Sectorul auto reprezintă un caz de discutat despre formarea modelelor sectoriale de ecoinovare datorită dublului său rol în societățile moderne: pozitiv ca principală alegere de transport și negativ datorită costurilor sale enorme în ceea ce privește daunele mediului și utilizarea intensivă a resurselor neregenerabile. Mai mult decât atât, inovațiile de produse ecologice sunt legate în principal de componentele grupului de propulsie care sunt ușor de distins de cele „nonverzi”.

Sectorul auto a fost în mod tradițional indicat ca unul dintre cele mai clare exemple de industrie matură, precum și un caz „de succes” de co-evoluție între tehnologii, rutine și structură.

Lanțul valoric al automobilelor a fost dominat de relativ puțini OEM, iar regimul tehnologic a fost introducerea de inovații incrementale (acumularea creativă) bazate pe un **DESIGN DOMINANT** caracterizat de trei caracteristici fundamentale: motoare cu ardere internă (ICE), caroserii auto din oțel, caracter polivalent și procese productive complet integrate.

Automobilul bazat pe acest design dominant a devenit o parte esențială a societății moderne, nu numai datorită funcției sale de transport, ci și din punct de vedere economic. Performanța ICE a fost îmbunătățită de zeci de ani odată cu dezvoltarea progresivă a multor subsisteme, cum ar fi injecția de combustibil, răcirea motorului, lubrifierea, epuizarea, transmisia etc., precum și alte caracteristici precum distribuția greutatei și organizarea componentelor.

Industria auto este unul dintre sectoarele cele mai importante și cu cea mai rapidă creștere ale economiei globale și a jucat un rol vital în modelarea viitorului transporturilor. Preocuparea tot mai mare pentru mediu și nevoia de transport durabil, industria auto se concentrează acum pe ecoinovare (procesul de dezvoltare a produselor, serviciilor și tehnologiilor ecologice și durabile).

Practicile de ecoinovare au o influență pozitivă atât asupra performanței durabile, cât și asupra performanței afacerii în industria auto și a pieselor auto [27].

Protecția mediului este unul dintre pilonii de bază ai sustenabilității producătorului de automobile, iar industria auto are ocazia să modeleze această restructurare fundamentală.

Automobilul s-a schimbat de la o marfă tehnică la una socială: garantează mobilitatea personală și participarea socială, modelează orașele și peisajele și structurează gândirea temporală și spațială. Acesta este motivul pentru care trebuie să regândească întreaga industrie auto – cu accent pe utilizarea mai degrabă decât pe producția de vehicule, pentru a face viața utilizatorilor individuali mai plăcută, mai eficientă și mai sigură.

Mașina viitorului este **ELECTRIFICATĂ, AUTONOMĂ, PARTAJATĂ, CONECTATĂ ȘI ACTUALIZATĂ ANUAL: „EASCY”** [28].

Cinci dintre primele 20 de companii cu cele mai mari investiții în cercetare și dezvoltare sunt producători de vehicule, dar nu figurează printre cele mai inovatoare 10 întreprinderi. Până în 2025, industria va trebui să găsească modalități de a compensa scăderea marjelor și creșterea investițiilor. Producătorii și furnizorii ar trebui să pună utilizatorii în centrul modelului lor de afaceri și să le ofere soluții de mobilitate „ușoare”. Implicațiile vor fi redistribuirea rapidă a investițiilor în cercetare și dezvoltare. Deciziile privind structura pe termen lung vor fi luate între

2020 și 2025 și o reprezentare ilustrativă a mobilității viitorului este dată în următoarele.

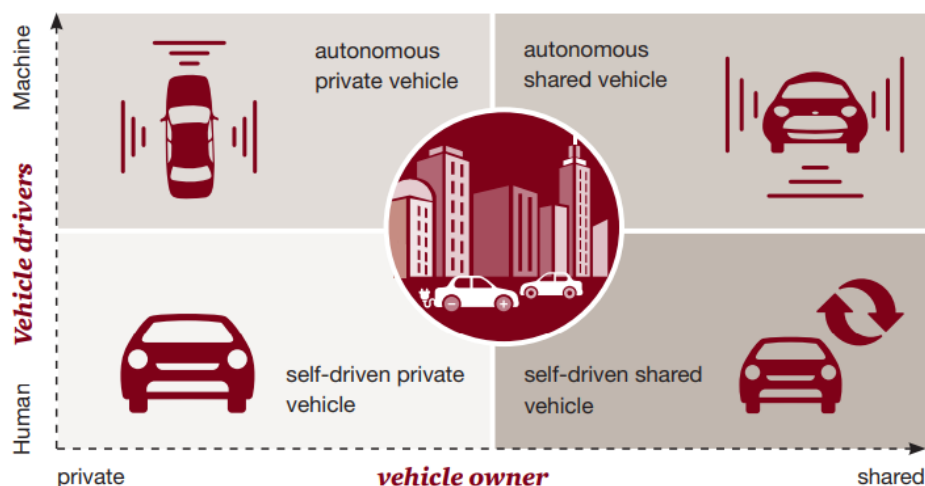


Figura 3.6. Manifestarea mobilității viitorului

[<https://www.pwc.com/gx/en/industries/automotive/assets/pwc-five-trends-transforming-the-automotive-industry.pdf>]

Viziunile și planurile strategice de mediu ale companiilor de automobile se bazează, în general, pe următoarele obiective-cheie [29]: tehnologii care nu produc deșeuri; reducerea emisiilor pe tot parcursul ciclului de viață; reducerea consumului de combustibil și a surselor alternative de propulsie; înlocuirea materialelor nereciclabile; reducerea consumului de energie și apă în procesul de producție.

3.7 INFLUENȚA ECOINOVĂRII ÎN ECONOMIA CIRCULARĂ

Economia circulară se caracterizează prin trei principii cheie:

1. REDUCEREA DEȘEURILOR DE PROIECTARE: Aceasta implică regândirea, reducerea și rePROiectarea produselor. Deșeurile nu există atunci când componentele biologice sau tehnice ale unui produs sunt proiectate intenționat pentru a se încadra într-un ciclu biologic sau tehnic.

2. PĂSTRAREA PRODUSELOR/MATERIALELOR ÎN UZ: Aceasta implică păstrarea produselor și materialelor în economie prin reutilizare, reparare, refacere și reciclare a produselor.

3. REGENERAREA SISTEMELOR NATURALE: Acest lucru ne cere să evităm utilizarea resurselor neregenerabile și să le păstrăm/îmbunătățim pe cele regenerabile.

O abordare holistică a CE poate fi împărțită în mai multe niveluri și poate fi ilustrată cu diferite concepte „R”. Această abordare „multi-R” ajută la conturarea structurii CE.



Figura 3.7. Abordarea multi-R

Sursa: Association of Cities and Regions for Recycling and Sustainable Resource Management

Agenția Europeană de Mediu (2016) recunoaște ecoinovarea ca un factor cheie în tranziția către CE. Ecoinovarea conduce la tranziția către un model circular, ajutând la schimbarea modelelor de afaceri actuale prin proiectarea produselor și serviciilor, reconfigurarea lanțurilor valorice, schimbarea modului în care cetățenii interacționează cu produsele (proprietate, închiriere, utilizare în comun etc.) și îmbunătățirea livrării de valoare. În sisteme (orașe durabile, mobilitate ecologică, sisteme energetice inteligente etc.) Ecoinovarea are potențialul de a declanșa schimbări, de a crea presiune și de a stimula adaptarea la un nou sistem socio-tehnic, facilitând astfel apariția unei economii circulare.

Potrivit Observatorului EcoInovării (2016), CE necesită ecoinovare în două domenii diferite, etichetate „hardware” și „software”.

HARDWARE-UL include tehnologiile și infrastructurile tehnice pentru transformarea deșeurilor în resurse, în timp ce **SOFTWARE-UL** implică abilitățile, experiența și modelele de afaceri care vor face din această transformare o bună oportunitate de afaceri.

IE reprezintă un pilon fundamental al strategiei UE pentru dezvoltarea unei economii circulare [³⁰]. Eco inovațiile sistemice contribuie la atingerea unor niveluri ridicate de circularitate [³¹].

Tabelul 3. 3 Clasificarea factorilor determinanți pentru adoptarea ecoinovării către o economie circulară [³²]

Categorie	Variabile	Drivere de implementare	Factorii de sustenabilitate
Guvern/ instituțional	Regularitate și presiuni normative/ cooperare/ tehnologie și infrastructură	Determinată de guverne, nerespectarea reglementărilor poate fi foarte costisitoare pentru firmă (la nivel local, regional și internațional)	Legislația de mediu
Management și organizare	Adoptarea certificărilor/ preocupărilor manageriale de mediu și a culturii de conducere/ organizaționale către ecoinovare	Abordarea managementului de mediu, rolul directorilor de top în adoptarea ecoinovării și în integrarea inovării și sustenabilității în strategia/inovarea organizațională a companiilor	Preocuparea managementului companiei pentru un mediu mai bun/ inițiative de mediu și progrese în inovarea produselor
Părți interesate și clienți	Publicitate/ cerere	Dezvoltare produse/procese mai ecologice	Dorința de îndeplini viitoare cerințe legislative/ cereri ale clienților
Comportamentul consumatorului și cultura/ satisfacția angajaților	Conștientizare/ consum responsabil	Satisfaceți cererea clienților / extindeți gama de produse	Reutilizarea produselor și distribuirea/ căutarea personală pentru un mediu mai bun

Există o relație confirmată:

- între abordările politice, schimbările de infrastructură și capacitățile organizaționale în ceea ce privește ecoinovarea de produs și ecoinovarea proceselor.
- între abordări politice, ecodesign și capacități organizaționale pentru ecoinovare și ecoinovații de produs.

Mai mult, relația dintre abordările politice față de o economie circulară, ecodesign și schimbările comportamentale ale consumatorului/producătorului prin strategii de exploatare privind schimbările infrastructurale, instituționale și organizaționale, educație, traininguri și conștientizare socială s-au dovedit a fi adevărate.

ECONOMIA CIRCULARĂ conceptul și piața prospectivă pentru produse ecoinovative, precum și posibilitatea de a crește eficiența organizațională a unei firme prin noi metode organizaționale sau prin adoptarea de procese de mediu și a căutat să înțeleagă modul în care ecoinovarea a fost studiată în literatura de specialitate.

S-a trasat cadrul conceptual referitor la factorii de inovare ecologică către o economie circulară în ceea ce privește capacitatea organizațională și strategiile de exploatare (Figura 3.8. Figura). În general, factorii externi influențează factorii interni și ambii afectează procesul de adoptare a ecoinovării, ducând la performanța pozitivă a companiilor.

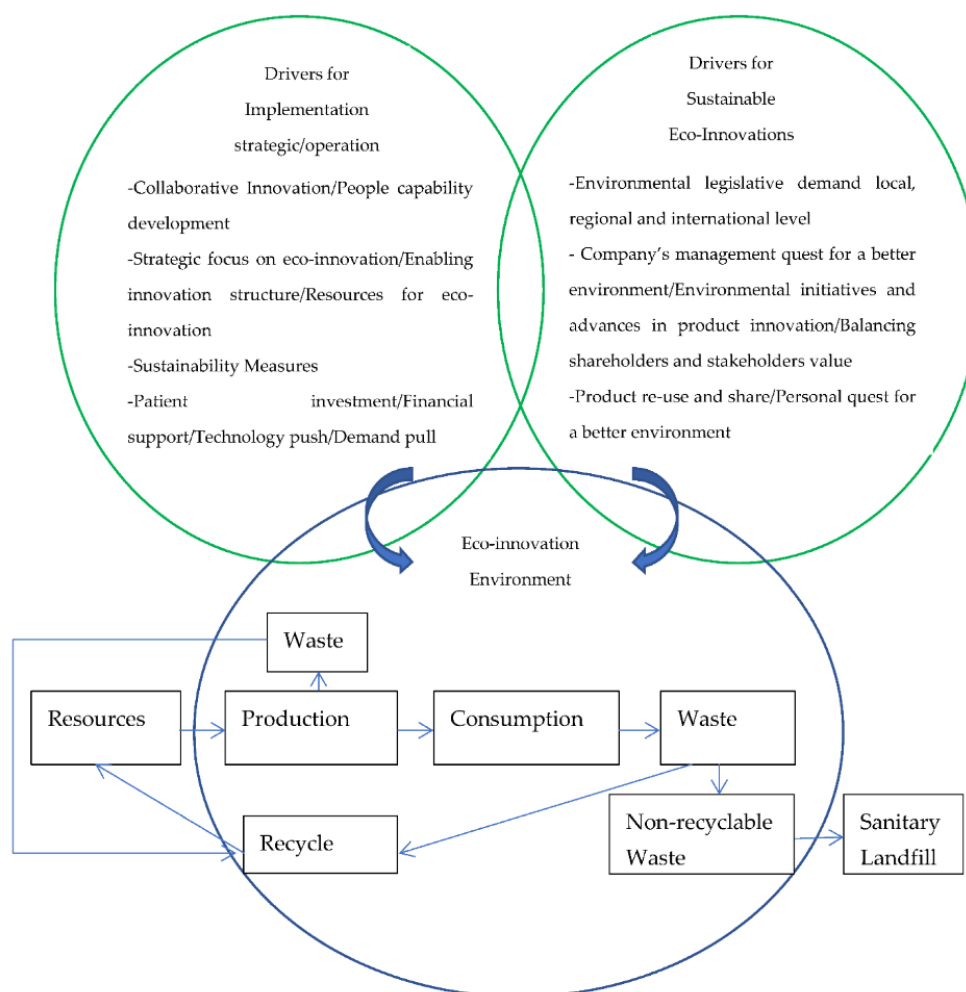


Figura 3.8. Figura _Relații conceptuale între producția durabilă și ecoinovare [32]

Înțelegerea factorilor care conduc la ecoinovare servește ca o hartă către comportamentul durabil al întreprinderilor, care se confruntă adesea cu compromisuri atunci când desfășoară activități de finanțare de ecoinovare în sistemul circular.

Înțelegerea motivațiilor acestora îi poate ajuta pe factorii de decizie politică să ghideze și să prezică comportamentul companiei, precum și să dezvolte instrumente care să încurajeze mai mult managementul de mediu. În ceea ce privește resursele și capacitățile firmelor, rezultatele

arată că colaborările cu parteneri, alianțe și rețele au un impact favorabil asupra produsului, procesului și ecoinovațiilor radicale.

Mărimea companiei este legată pozitiv de decizia de a ecoinova produsul și procesul în ceea ce privește capacitatea organizațională.

Amploarea companiei este folosită ca un proxy pentru posibillii factori strategici și operaționali de ecoinovare. Întreprinderile mici se confruntă cu provocări mai mari în implementarea soluțiilor de mediu. dimensiunea unei companii are un impact pozitiv asupra eforturilor de mediu în general.

Conceptul de economie circulară este un cadru socio-tehnic pentru a transforma economia liniară într-un sistem mai durabil, restaurator și regenerativ. O astfel de tranziție între economia liniară și economia circulară este de fapt o mișcare către sustenabilitatea ecologică, este vorba despre o schimbare structurală care duce la introducerea inovareii transformatoare.

3.8 SINERGIA ECOINOVARE, ECODESIGN, ECONOMIE CIRCULARĂ

Legătura dintre comportamentul producătorului și cel al consumatorului, abordările politicii către o economie circulară și ecoinovațiile de produs/proces reprezintă o forță motrice în dezvoltarea capacităților organizaționale și a strategiilor de exploatare.

Procesele de producție industrială nu pot include un proces de producție ecologic fără a aborda sustenabilitatea, dezvoltarea societății și, cel mai important, o economie circulară. Companiile pot obține beneficii financiare și de mediu prin procese de producție durabile.

Ecoinovarea este o abordare crucială pentru depășirea provocărilor la o tranziție la economia circulară în care șoferii au un rol semnificativ de jucat.

Pentru trecerea sistemică către economia circulară, sunt necesare sinergii între abordări precum proiectarea ecologică și inovarea ecologică, deoarece acestea se concentrează pe ciclurile de viață ale

produselor, eficiența proceselor, metodele de marketing și modelele de afaceri, care împreună promovează schimbări instituționale. Abordările de ecodesign sprijină activitățile de ecoinovare și ajută companiile să identifice și să reducă impactul negativ asupra mediului asociat activităților lor [33].

Sunt necesare abordări multiple la diferite niveluri pentru a realiza o tranziție sistemică la sustenabilitate. Designul ecologic și inovația ecologică se completează reciproc, primul concentrându-se mai mult pe îmbunătățirile tehnologice, iar cel de-al doilea atât asupra schimbărilor incrementale netehnologice, cât și asupra schimbărilor radicale [34].

Companiile pot fi clasificate în funcție de cinci etape consecutive de maturitate care reflectă modul în care sustenabilitatea este integrată în activitățile de afaceri.

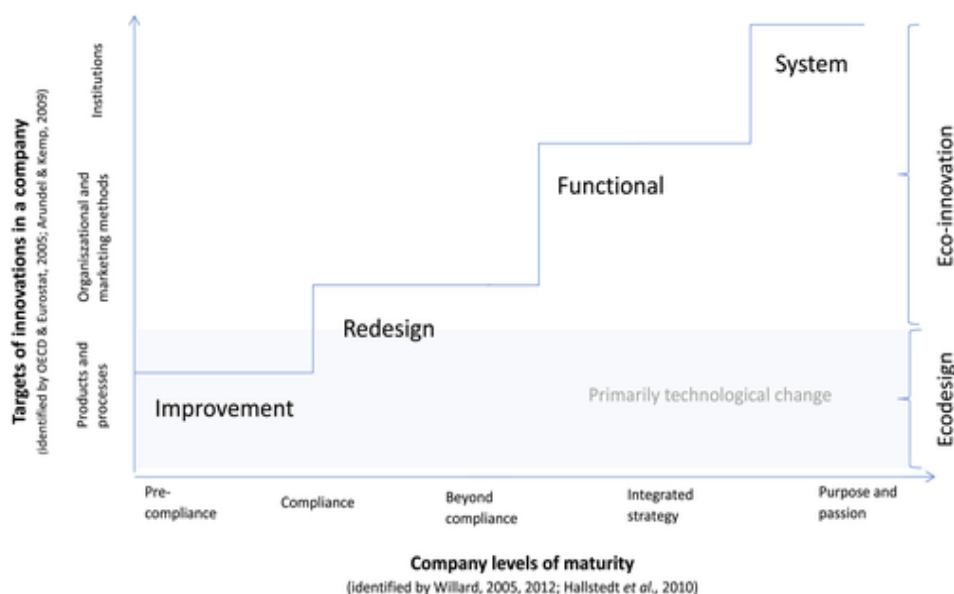


Figura 3.9. Modelul care combină nivelurile de maturitate ale companiei, obiectivele și mecanismele de inovare [35]

Diferența dintre designul ecologic, designul durabil și designul circular pentru produse este că abordează ceea ce înseamnă „sustenabilitate” în designul produsului – ușor diferit. Pe măsură ce sustenabilitatea devine

parte a afacerii, înțelegerea diferitelor abordări de proiectare durabilă este crucială pentru cercetare și dezvoltare.

Tabelul 3. 4 Design ecologic, design sustenabil și design circular

[<https://ecochain.com/blog/guide-to-sustainable-product-design/>]

	DESIGN SUSTENABIL	ECODESIGN	DESIGN CIRCULAR
Definiție	Proiectarea unui produs astfel încât să reducă impacturile sociale, de mediu și economice, punând accent pe minimizarea acestor impacturi cât mai mult posibil.	Ecodesign-ul se concentrează pe reducerea impactului asupra mediului în fiecare etapă a ciclului de viață al unui produs. Baza acestuia este reprezentată de analiza datelor de mediu ale produsului.	Designul circular implică proiectarea unui produs sau serviciu care elimină deșeurile și poluarea, menținând produsele și materialele în uz cât mai mult timp posibil.
În practică	Analizează opțiunile de design care reduc impacturile sociale și de mediu în toate etapele ciclului de viață al produselor tale. De la producție până la eliminarea deșeurilor, identifică oportunitățile de îmbunătățire.	Utilizează evaluările ciclului de viață al produsului (LCA) pentru a calcula datele de mediu. Rezultatul oferă peste 15 categorii de impact asociate fiecărei etape din ciclul de viață. Analizează procesele, materialele sau componentele care generează cel mai mare impact și optimizează designul.	Analizează și îmbunătățește designul produsului urmărind două obiective principale: (1) Minimizează (preferabil elimină) deșeurile și poluarea de-a lungul întregului ciclu de viață al produsului. (2) Asigură că valoarea

	DESIGN SUSTENABIL	ECODESIGN	DESIGN CIRCULAR
			produsului nu scade la sfârșitul ciclului său de viață.
Exemple	Analiza impactului social: Sunt angajații plătiți echitabil? Produsul va afecta negativ sănătatea consumatorilor în timpul utilizării sale? - Analiza impactului de mediu: Ce materiale din producție au un impact mare? Ce procese ar putea fi optimizate pentru a fi mai sustenabile?	Gestiunea produsului: Asumarea responsabilitatea pentru întregul ciclu de viață al produsului. Asigurarea că produsul nu se pierde la sfârșitul ciclului său, ci rămâne în circuitul de valori. Dematerializare: Reducerea dimensiunii, greutății și numărului de materiale utilizate în procesul de design.	Proiectare pentru bucle interne: Materialele din produs trebuie să-și mențină valoarea maximă atât în timpul utilizării, cât și după aceasta. Trecerea de la produse la servicii: În loc să se vândă produse, se oferă servicii, facilitând tranziția de la deținere la acces.

4 ECODESIGN ÎN INDUSTRIA AUTO

4.1 PRINCIPIILE DE BAZĂ ALE PROIECTĂRII CIRCULARE A PRODUSELOR

În economia circulară, proiectarea produsului este de o importanță crucială, deoarece proiectarea adecvată poate conserva resursele naturale și neutilizate, poate prelungi durata de viață a produsului și poate facilita reciclarea și remanufacturarea acestuia. Chiar dacă produsele și materialele sunt proiectate într-un mod „inteligent”, dacă resursele nu sunt utilizate eficient, se vor genera deșeuri pe parcursul întregului proces de producție.

Proiectarea circulară a produselor este faza inițială, crucială pentru implementarea principiilor economiei circulare. Acest lucru se datorează faptului că stabilește condițiile prealabile pentru atingerea întregului potențial al economiei circulare și în alte faze – producție, utilizare și gestionarea deșeurilor.

Acestea sunt cele **ZECE PRINCIPII DE BAZĂ** ale economiei circulare: Selectarea materialelor; utilizarea materialelor; circularitatea materialelor; demontare simplă; calitate și longevitate; tehnologii verzi; adaptabilitate și multifuncționalitate; design pentru sustenabilitate; distribuție circulară; și modele inovatoare [36].

Implementarea principiilor economiei circulare în proiectarea produselor presupune următoarele aspecte: utilizarea resurselor ușor de regenerat; combinarea resurselor într-un mod care să permită o separare ușoară; eficiența maximă în utilizarea resurselor; cantitatea minimă de deșeuri generate; cantitate minimă de deșeuri care nu pot fi reutilizate; utilizarea deșeurilor generate în procesul de remanufactură pentru produse identice sau diferite; extinderea maximă a valorii oferite de un produs sau serviciu; partajarea unui produs sau a unui serviciu în loc de a-l cumpăra; opțiunea de a repara produsul sau de a-l returna pe piață; reciclare pentru a aduce înapoi resurse în procesul de producție și a crea noi valori în cel mai eficient mod; și stabilirea de rețele între cei care generează deșeuri și cei care le folosesc ca resursă.

Implementarea principiilor economiei circulare atunci când se proiectează și se fabrică produse, materiale și componente care pot fi reutilizate, remanufacturate și reciclate, deschide o gamă largă de oportunități pentru sectorul privat de a accelera inovațiile și de a porni dezvoltarea fără a pune în pericol mediul. Pentru aceasta, contribuția tuturor părților interesate direct în procesul circular este de cea mai mare importanță [37].

4.2 VIZIUNI STRATEGICE DE MEDIU ALE COMPANIILOR DE AUTOMOBILE:

Viziunile și planurile strategice de mediu ale companiilor de automobile se bazează în general pe următoarele obiective cheie [38]:

- ✓ tehnologii care nu produc deșeuri,
- ✓ reducerea emisiilor pe tot parcursul ciclului de viață,
- ✓ reducerea consumului de combustibil și a surselor alternative de propulsie,
- ✓ înlocuirea materialelor nereciclabile,
- ✓ reducerea consumului de energie și apă în procesul de producție.

Chiar dacă procesele efective de producție sunt mult mai sofisticate, impactul asupra mediului se formează în principal în următoarele trei etape: inputuri, operațiuni, produse [39]. Figura de mai jos indică interacțiunea de bază dintre întreprindere și mediu și impactul pe care îl poate avea asupra mediului pe parcursul „ciclului de viață” al produselor pe care le produce.

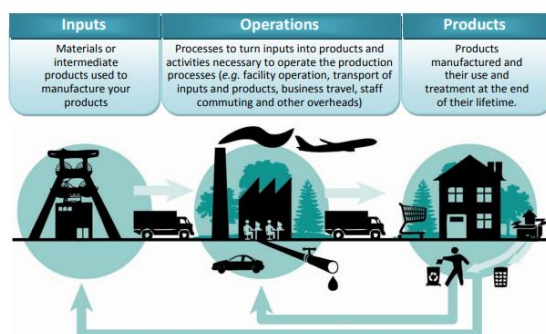


Figura 4.1. Relații de bază dintre producție și mediu

[Setul de instrumente OCDE pentru producție durabilă, 2011]

4.3 MAȘINĂ CIRCULARĂ - VALOARE ȘI EFICIENȚĂ

„**MAȘINA CIRCULARĂ**” concept strategic ce adoptă un flux circular în întregul ciclu de viață al produsului: reducerea, recuperarea, repararea, renovarea, reutilizarea și reciclarea tuturor componentelor. Aceste procese fac parte din lanțul valoric, iar motivul este creșterea valorii și circularității materialelor.

O mașină circulară maximizează valoarea pentru societate, mediu și economie, utilizând în același timp eficient resursele și bunurile publice. Valoarea sa este măsurată în ceea ce privește capacitatea de a oferi mobilitate, iar eficiența sa este măsurată în termeni de emisii de carbon, consumul de resurse necirculare și utilizarea bunurilor publice, cum ar fi spațiul sau aerul curat [40].

Definiția se concentrează pe variabilele relevante [41]: energie, materiale, durata de viață și utilizare (Figura 4.2.).

ENERGIA este utilizată eficient (pe km de mișcare) și regenerabilă; **DURATA DE VIAȚĂ** a vehiculului și a componentelor este optimizată pentru eficiența resurselor (prin accentuarea designului eficient, modularității, vehiculelor construite special, reutilizare, reparare, remanufactură etc.). **MATERIALELE** sunt utilizate fără deșeuri (reduse, reutilizate, reciclate și/sau reînnoite). **RATELE DE UTILIZARE** sunt optimizate (luând în considerare cerințele de rezistență).

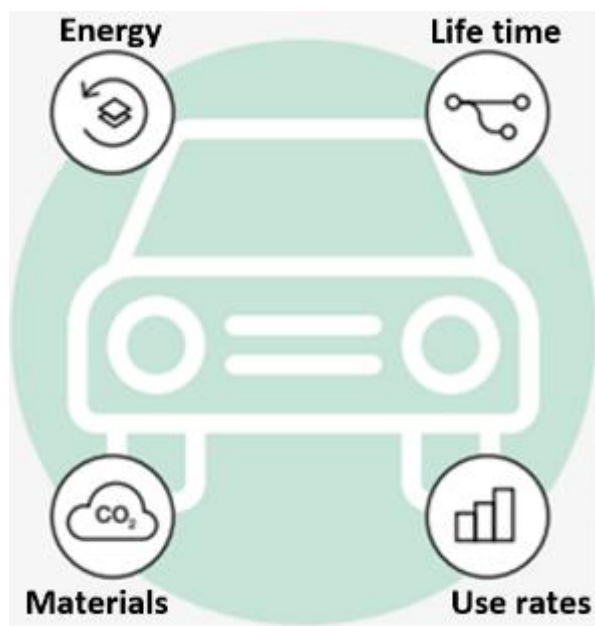


Figura 4.2. Lanțul valoric al economiei circulare pentru companiile de automobile

[https://www3.weforum.org/docs/WEF_A_policy_research_agenda_for_automotive_circularity_2020.pdf]

Pentru a măsura progresul pe cele cinci niveluri de circularitate, este utilizată eficiența carbonului și eficiența resurselor ca măsuri primare. Eficiența este sporită prin reducerea emisiilor de carbon și a consumului de resurse necirculare, precum și prin creșterea serviciului furnizat de un vehicul – mai ales sub formă de kilometri de pasageri.

Eficiența carbonului: emisii de CO₂ pe ciclu de viață per pasager-kilometru

Eficiența carbonului are o viziune holistică asupra amprente de carbon a unui vehicul – nu doar emisiile de eșapament sau intensitatea carbonului materialelor. Această metodologie ia în considerare atât: a) emisiile totale pe durata ciclului de viață, inclusiv materialele, producția, faza de utilizare și sfârșitul vieții; și b) serviciul furnizat (spre deosebire de kilometri parcurși). Eficiența de carbon a întregii flote de automobile ar trebui să se alinieze unui scenariu climatic de 1,5°C.

Durata de viață utilă a vehiculelor electrice poate fi prelungită prin reparare și reutilizare. Renovarea și remanufacturarea pot avea un impact mai mic asupra mediului în comparație cu producția, iar reciclarea materialelor poate scădea cererea de exploatare a materialelor primare noi [42]. Strategiile circulare pentru vehiculele electrice sunt reprezentate în Figura 4.3.

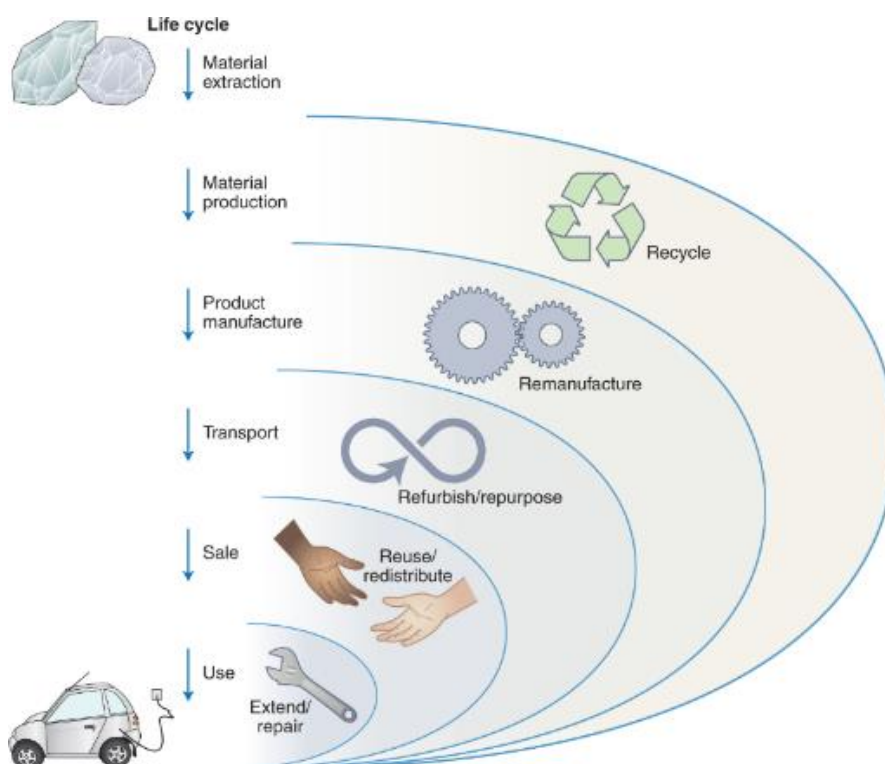


Figura 4.3. Strategii circulare pentru vehicule electrice

[<https://doi.org/10.1038/s41928-021-00711-9>]

Accenture propune o taxonomie cu cinci niveluri de circularitate bazată pe două măsuri primare (eficiența carbonului și a resurselor) pentru a evalua și îmbunătăți circularitatea mașinilor [43]. Nivelurile propuse variază de la utilizarea și eliminarea unui singur proprietar (Nivelul 0) până la un obiectiv aspirațional al unui ecosistem auto care are efecte pozitive nete (Nivelul 5).

Nivelurile descriu vehicule care fac parte a unui sistem de automobile din ce în ce mai circular. Fiecare nivel poate fi determinat atât în funcție de caracteristicile produsului, cât și de utilizarea acestuia, astfel încât producătorul și proprietarul mașinii sunt responsabili pentru realizarea circularității.

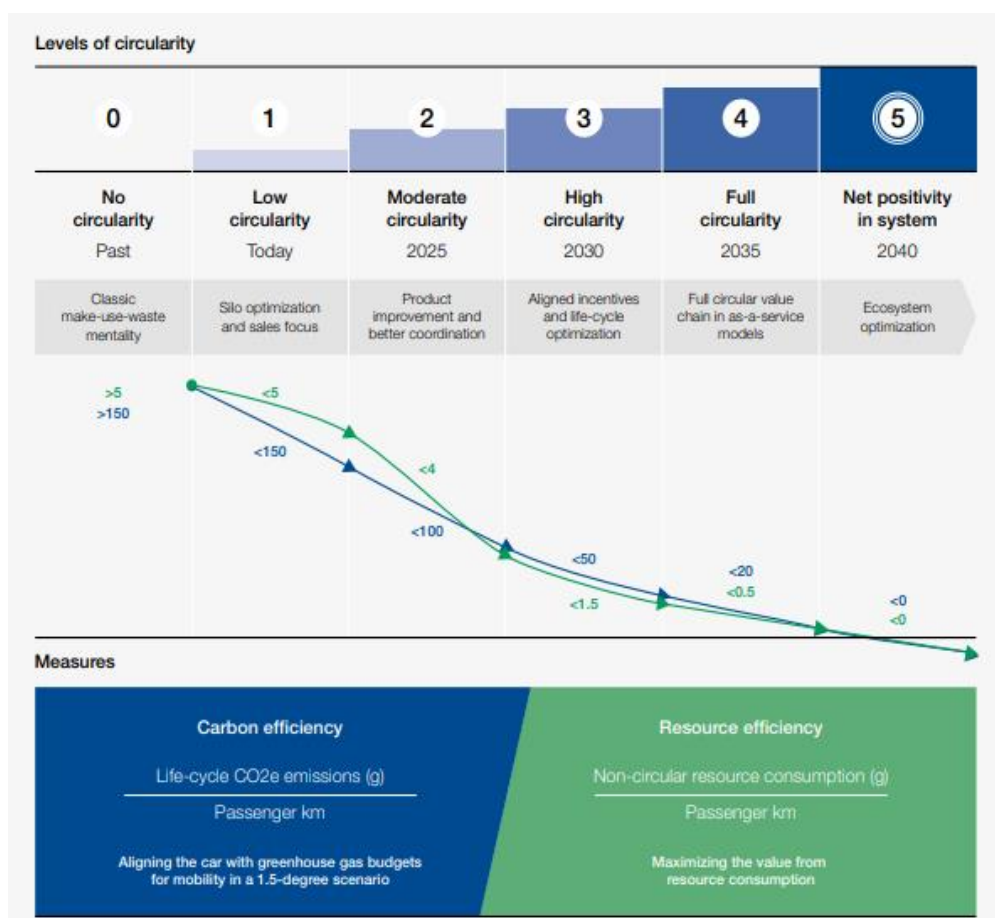


Figura 4.4. Niveluri de circularitate conform taxonomiei Accenture

[Sursa: Strategia Accenture <https://www.accenture.com/be-en/insights/automotive/levels-of-circularity>]

4.4 DESIGN PENTRU EXCELENȚĂ - DFX

Design for Excellence (DFX), cunoscut și sub denumirea de Design for X, este o abordare în dezvoltarea produselor, unde "X" poate reprezenta diverse aspecte esențiale, cum ar fi manufacturabilitatea, costul, calitatea, fiabilitatea etc. Termenul „Design pentru X” a apărut pentru prima dată la Conferința Keys în 1990 [⁴⁴] și în jurnalul AT&T Technological []. Lucrările sugerează chiar că cei doi autori nu erau conștienți unul de celălalt, arătând că mișcarea către același scop a început independent.

Design for Excellence, (cunoscut și ca DFX sau Design for X), este o metodă sistematică de aplicare a anumitor principii și criterii pentru a asigura calitatea în timpul etapei de proiectare a produsului. În acest articol, explicăm exact cum funcționează metodologia DFX, analizăm diferitele tipuri de DFX și analizăm de ce DFX este o parte atât de crucială a procesului de dezvoltare a produsului. Ideologia DFX ajută la construirea de produse fără a fi nevoie de modificări în etapele ulterioare, deoarece diferitele sale zone iau în considerare multe dintre cele mai importante aspecte deja în faza de proiectare. Această metodologie se concentrează pe optimizarea proceselor încă din etapa de proiectare, reducând astfel risipa și rezolvând problemele înainte de producție. Tehnicile DFX asigură că obiectivul principal X este punctul central al fiecărei etape a dezvoltării produsului și a procesului de fabricație. Dacă X este definit ca proiectare pentru economia circulară, atunci părțile interesate de la toate nivelurile vor lucra pentru acest obiectiv [⁴⁵].

DIFERENȚE FAȚĂ DE PROCESELE TRADIȚIONALE: Procesul tradițional de inginerie implică o progresie liniară, unde problemele sunt adesea descoperite după ce designul este finalizat. În schimb, DFX încurajează utilizarea simulărilor și a feedback-ului colaborativ pentru a detecta și corecta problemele în timp real. Acest lucru reduce timpul până la lansarea pe piață, îmbunătățește productivitatea și promovează colaborarea între echipele implicate.

EXEMPLE DE METODOLOGII DFX Design for Manufacturing (DFM): Optimizează produsul pentru a fi fabricat în mod eficient și economic.

Design for Assembly (DFA): Simplifică procesele de asamblare prin reducerea numărului de componente.

Design for Reliability (DFR): Crește fiabilitatea produselor pentru condiții prestabilite.

Design for Sustainability (DFS): Reduce impactul asupra mediului prin alegeri durabile în materiale și logistică.

Implementarea DFX aduce **beneficii semnificative** atât pentru companii, cât și pentru consumatori, incluzând produse de calitate superioară, costuri mai mici de producție, și conformitate cu reglementările legale. De asemenea, această abordare facilitează colaborarea între echipe și susține îmbunătățirea continuă a proceselor.

EXEMPLE DE DESIGN ECOLOGIC ÎN INDUSTRIA AUTO

SERIA BMW I: Modelele BMW i3 și i8 sunt proiectate având în vedere sustenabilitatea. I3 are o caroserie din plastic ranforsat cu fibră de carbon (CFRP) și materiale reciclate în interior, în timp ce i8 este o mașină sport hibrid plug-in care combină performanța cu eficiența.

UTILIZAREA DE CĂTRE FORD A MATERIALELOR DURABILE, cum ar fi spuma pe bază de soia, sticle de plastic reciclate și plastic armat cu paie de grâu în vehiculele lor. Camionul F-150 al companiei folosește aluminiu reciclat pentru a reduce greutatea și a îmbunătăți economia de combustibil.

NISSAN LEAF, lansat în 2010, Nissan Leaf este unul dintre cele mai bine vândute vehicule electrice la nivel global. Dispune de un pachet de baterii proiectat pentru reciclare ușoară și folosește materiale reciclate în diferite componente.

TOYOTA MIRAI, vehicul cu celule de combustibil cu hidrogen (FCV) care emite doar vapori de apă. Toyota a investit masiv în tehnologia hidrogenului ca alternativă durabilă la motoarele tradiționale cu ardere internă.

5 ECOINOVARE ȘI ECODESIGN ÎN ELECTROMOBILITATE

5.1 ELECTROMOBILITATE PRO ȘI CONTRA

Subiectul „electromobilității” se referă în principiu la toate vehiculele care sunt conduse cu ajutorul energiei electrice. Acestea includ atât vehiculele alimentate cu baterie, cât și vehiculele hibride sau vehiculele cu celulă de combustibil. Vehiculele electrice sunt clasificate în primul rând în funcție de concept, iar numele lor indică modul în care este furnizată energia electrică [46].

Vehiculul electric este considerat cel mai reprezentativ vehicul ecologic, deoarece nu utilizează combustibili fosili. În condițiile în care încălzirea globală devine o problemă serioasă se prognozează ca în curând cota de piață globală a vehiculelor electrice o depășește pe cea a vehiculelor cu motor cu ardere internă (ICEV). Potrivit raportului Bloomberg NEF din 2019 privind perspectivele vehiculelor electrice, 30% din toate mașinile din lume vor fi vehicule electrice până în 2040. Și, odată cu creșterea capacității bateriei, îmbunătățirea infrastructurii de încărcare și a performanței, vehiculele electrice se apreciază că vor fi un adevărat nucleu al mobilității viitoare [47].

Aproape întreaga lume stabilește reglementări riguroase pentru a se apropia de „Epoca Zero-Carbon” fără emisii, iar producătorii globali se angajează cu sârguință în cercetare și dezvoltare pentru a răspunde acestei tendințe. Vehiculele electrice, care nu emit gaze de eșapament, au apărut ca soluție majoră de mediu pentru industria auto.

AVANTAJELE ELECTROMOBILITĂȚII

- ✓ Motoarele electrice funcționează mai silențios decât motoarele cu ardere internă. Emisiile de zgomot de la vehiculele electrice sunt foarte scăzute. La viteze mari, zgomotul de rulare de la anvelope este cel mai puternic sunet.
- ✓ Vehiculele electrice nu produc emisii nocive sau gaze cu efect de seră în timpul conducerii. Dacă bateria de înaltă tensiune este

încărcată din surse de energie regenerabilă, un vehicul electric poate funcționa fără CO₂.

- ✓ În viitorul apropiat, dacă centrele orașelor extrem de aglomerate vor fi transformate în zone cu emisii zero, vom putea trece prin ele doar cu vehicule de înaltă tensiune.
- ✓ Motorul electric de acționare este foarte robust și necesită puțină întreținere. Este supusă doar la uzură mecanică minoră.
- ✓ Motoarele electrice au un grad ridicat de eficiență de până la 96% în comparație cu motoarele cu ardere internă care au o eficiență de 35–40%.
- ✓ Motoarele electrice au caracteristici excelente de cuplu și de ieșire. Ele dezvoltă cuplul maxim de la oprire. Acest lucru permite unui vehicul electric să accelereze considerabil mai repede decât un vehicul cu un motor cu ardere internă care produce aceeași putere.
- ✓ Designul trenului de transmisie este mai simplu, deoarece componentele vehiculului precum transmisia, ambreiajul, tobe de eșapament, filtrele de particule, rezervorul de combustibil, demarorul, alternatorul și bujiile nu sunt necesare.
- ✓ Când vehiculul este frânat, motorul poate fi folosit și ca alternator care produce electricitate și încarcă bateria (frânare regenerativă).
- ✓ Bateria de înaltă tensiune poate fi încărcată acasă, într-o parcare și folosind orice priză accesibilă. Conectorul albastru de încărcare de pe vehicul și de pe stațiile publice de încărcare a fost standardizat în Germania și este folosit de toți producătorii.
- ✓ Energia este furnizată numai atunci când utilizatorul are nevoie de ea. În comparație cu vehiculele convenționale, motorul electric nu funcționează niciodată când vehiculul se oprește la un semafor roșu. Motorul electric de acționare este foarte eficient, în special în traficul de linii și bara de protecție.
- ✓ În afară de cutia de viteze de pe motorul electric de acționare, vehiculul electric nu necesită ulei de lubrifiere.

DEZAVANTAJELE VEHICULELOR ELECTRICE

- Vehiculele electrice au o autonomie limitată datorită dimensiunii bateriei și construcției.
- Încărcarea unei baterii de înaltă tensiune poate dura mult timp, în funcție de încărcarea bateriei și de sursa de alimentare.
- Rețeaua de stații de încărcare electrică este insuficientă.
- Dacă destinația depășește raza de acțiune a vehiculului electric, șoferul va trebui să planifice foarte riguros călătoria.

5.2 VEHICULELE ELECTRICE - GENERALITĂȚI

Vehiculele care nu necesită combustibili fosili pentru a funcționa și nu emit CO₂ reprezintă preocupări majore pentru producătorii de automobile. Introducerea tehnologiilor ecologice în lanțul de producție are ca scop îmbunătățirea funcționalității mașinilor, cum ar fi siguranța și confortul, reducând în același timp poluarea și consumul de combustibil.

Diferite tipuri de mașini electrice s-au schimbat și sunt dezvoltate continuu, oferind utilizatorilor și potențialilor alegeri. Astăzi, lumea este din ce în ce mai familiarizată cu termenii BEV, HEV, PHEV și FCEV. Modul în care funcționează un vehicul electric depinde de tip.

O mașină electrică este un vehicul care este propulsat total sau parțial de motoare electrice, folosind energia stocată în baterii reîncărcabile. Primele mașini electrice practice au fost produse în anii 1880. Mașinile electrice au fost populare la sfârșitul secolului al XIX-lea și începutul secolului al XX-lea.

Inovația și dezvoltarea avansată a motoarelor cu ardere internă (ICE) și producția în masă a vehiculelor pe benzină mai ieftine au dus la o scădere a utilizării vehiculelor electrice.

Dezvoltarea tehnologiei de stocare a energiei, în special a tehnologiei bateriilor, face ca mașinile electrice să devină din nou mai populare în acest moment.

COMPONENTELE PRINCIPALE ALE UNUI VEHICUL ELECTRIC

Sistemul de acționare a vehiculului electric include: baterie de înaltă tensiune cu unitate de control pentru reglarea bateriei și încărcător; motor/generator electric cu control electronic (electronica de putere) și sistem de racire; transmisie, inclusiv diferențialul; sistem de franare; aer condiționat de înaltă tensiune pentru climatizarea interioară a vehiculului.

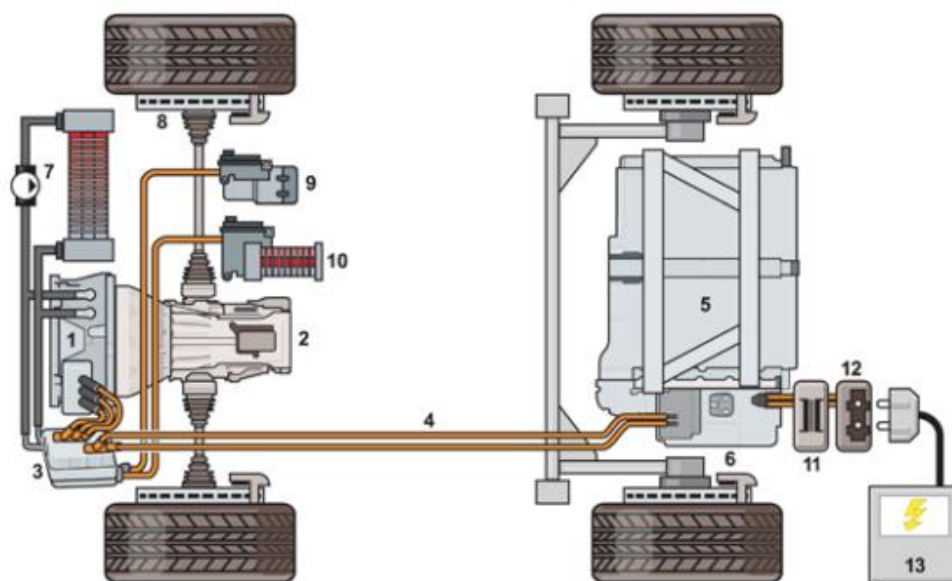


Figura 5.1. Componentele principale ale unui vehicul electric

[Proiectare-și-funcție-de-bază-vehiculului-electric

<https://electrical-engineering-portal.com/res3/Design-and-Function-Basics-of-Electric-Vehicles.pdf>]

1 Motor electric/generator; 2 Transmisie cu diferențial; 3 Electronica de putere; 4 linii de înaltă tensiune; 5 Baterie de înaltă tensiune; 6 Cutie electronică cu unitate de control pentru reglarea bateriei; 7 Sistem de răcire; 8 Sistem de frânare; 9 Compresor de aer condiționat de înaltă tensiune; 10 Încălzire de înaltă tensiune; 11 Încărcător baterie; 12 Contact de încărcare pentru încărcare externă; 13 Sursă externă de încărcare.

5.3 TIPURI DE MAȘINI ELECTRICE

Există 4 (patru) tipuri de mașini electrice:

1. Vehicul electric cu baterie (BEV)
2. Vehicul electric hibrid (HEV)
3. Vehicul electric hibrid cu plug-in (PHEV)
4. Vehicul electric cu pile de combustibil (FCEV)

Arhitectura sistemului celor patru tipuri de mașini electrice de mai sus poate fi văzută în următoarea figură:

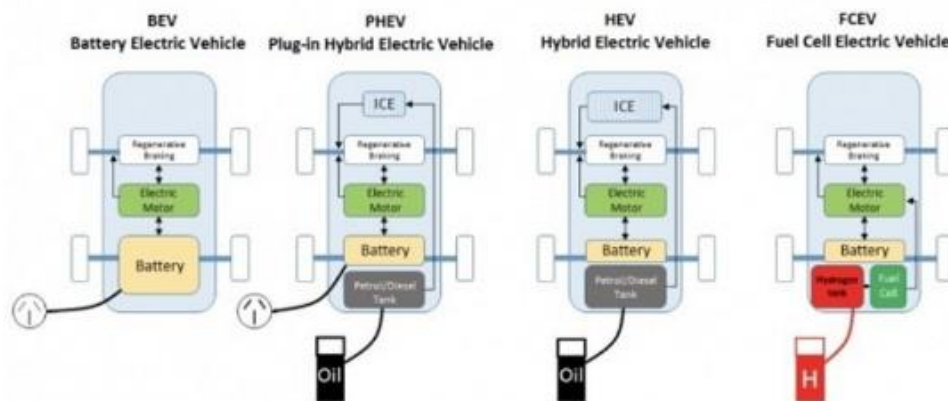


Figura 5.2. Figura Arhitectura sistemului celor patru tipuri de mașini electrice

[<https://www.omazaki.co.id/en/types-of-electric-cars-and-working-principles/>]

5.4 PRINCIPIUL DE FUNCȚIONARE PENTRU TIPUL DE VEHICUL ELECTRIC CU BATERIE (BEV).

Principiul de funcționare de bază al EV
[<https://tech.hyundaimotorgroup.com/electrification/evs/>]

Când șoferul pornește mașina, electricitatea din bateria de înaltă tensiune pornește vehiculul și sistemele pornesc în standby. Când pedala de accelerație este apăsată, motorul se rotește și produce un cuplu maxim. Apoi transmisia EV furnizează puterea roților în conformitate cu caracteristicile motorului.



Figura 5.3. Principalele părți ale EV

[<https://tech.hyundaimotorgroup.com/electrification/evs/>]

PRINCIPALELE PĂRȚI ȘI TEHNOLOGII

1. SISTEMUL PE

1-1. MOTOR

Echivalentul motorului într-un ICEV, motorul produce puterea cu care vehiculul poate rula prin conversia energiei electrice din baterie în energie mecanică. Motorul servește și ca generator în timpul reducerii, conform sistemului de frânare regenerativă.

sistem de frânare regenerativă: transformă energia cinetică din rularea elastică (de exemplu alergarea în jos) în energie electrică, care este apoi stocată în baterie. Practic, sistemul recuperează sau regenerează o parte din energia cheltuită în timpul frânării.

1-2. TRANSMISIE EV

Echivalentul transmisiei într-un ICEV, transmisia EV ajustează numărul de rotații ale motorului, astfel încât vehiculul electric să poată atinge un cuplu mai mare.

Deconector transmisie EV: prima adaptare din lume pentru un vehicul EV, în care motorul și axa motoare pot fi conectate sau deconectate după cum este necesar. Mecanismul permite schimbarea liberă între 2WD și 4WD.

1-3. INVERTOR

Invertorul convertește puterea DC din baterie în puterea AC utilizată pentru controlul cuplului în motor. Modulul de putere al invertorului vine cu semiconductori din carbură de siliciu (SiC) care sunt mai eficienți decât semiconductorii existenți fabricați cu siliciu (Si).

Semiconductori SiC: semiconductori de putere care folosesc material de ultimă oră, carbură de siliciu (spre deosebire de siliciu) pentru a converti/procesa/controla electricitatea. Ele sunt mai robuste, mai ridicate în conductivitate termică și conservă mai bine energia decât semiconductorii Si din generația anterioară.

2. SISTEMUL DE MANAGEMENT AL ÎNCĂRCĂRII VEHICULELOR (VCMS)

O componentă centrală a V2L împreună cu ICCU, Sistemul de management al încărcării vehiculului supraveghează toate funcțiile vehiculului legate de încărcare.

V2L (Vehicle to Load): O tehnologie care permite ca energia electrică din baterie să fie utilizată de dispozitive externe. Puterea maximă de ieșire este setată la 3,5 kW datorită specificațiilor anumitor piese. Dacă este utilizată o cutie de comandă în cablu (ICCB), sistemul poate încărca încet bateria altui vehicul (V2V; vehicul la vehicul).

3. UNITATE INTEGRATĂ DE CONTROL AL ÎNCĂRCĂRII (ICCU)

ICCU este o actualizare față de OBC, care permitea doar încărcarea unidirecțională de la o sursă externă la baterie. Acum permite încărcarea bidirecțională, permițând funcția V2L menționată mai sus.

4. UNITATEA DE CONTROL AL VEHICULULUI (VCU)

VCU este responsabil pentru controlul majorității funcțiilor vehiculului care depind de electricitate, inclusiv controlul motorului, frânarea regenerativă, controlul climatizării, electronica vehiculului și sursa de alimentare.

5. BATERIE DE ÎNALTĂ TENSIUNE

Bateria stochează și furnizează energia electrică necesară pentru alimentarea mașinii. Introducerea mai multor celule de baterie în baterie

mărește autonomia vehiculului, dar face și vehiculul mai greu și mai scump. Găsirea punctului de compromis care se potrivește cel mai bine modelului de vehicul este esențială. Progresele recente în tehnologia bateriilor au înregistrat o creștere treptată a densității energiei bateriilor.

6. SISTEM DE ÎNCĂRCARE MULTIPLĂ 400/800V

Acest sistem patentat, aplicat E-GMP, este primul sistem de încărcare din lume care permite o încărcare multiplă fără întreruperi între 400V și 800V. Încărcarea implicită de 800 V ultra-rapidă necesită 18 minute până la 80 la sută din capacitate, oferind o autonomie de 500 km; doar o încărcare de 5 minute poate duce la 100 km. Sistemul acceptă, de asemenea, încărcarea de mare viteză de 400V, caz în care folosește motorul și invertorul pentru a converti tensiunea de la 400V la 800V înainte de stocarea bateriei.

Când pedala mașinii este apăsată, atunci ^[48]:

- Controlerul preia și reglează energia electrică de la baterii și invertoare
- Cu controlerul setat, inverterul trimite apoi o anumită cantitate de energie electrică către motor (în funcție de adâncimea presiunii pe pedală)
- Motorul electric transformă energia electrică în energie mecanică (rotație)
- Rotirea rotorului motorului rotește transmisia, astfel încât roțile se rotesc și apoi mașina se mișcă.

5.5 VEHICUL ELECTRIC CU BATERIE (BEV)

Un vehicul electric cu baterie (BEV), numit și vehicul integral electric (AEV), funcționează în întregime cu o baterie și un tren de transmisie electric. Aceste tipuri de mașini electrice nu au ICE. Electricitatea este stocată într-un pachet mare de baterii care este încărcat prin conectarea la rețeaua de electricitate. Pachetul de baterii, la rândul său, oferă energie unuia sau mai multor motoare electrice pentru a rula mașina electrică.

5.5.1 COMPONENTELE BEV

- Motor electric
- Invertor
- Baterie
- Modul de control
- Conduce trenul

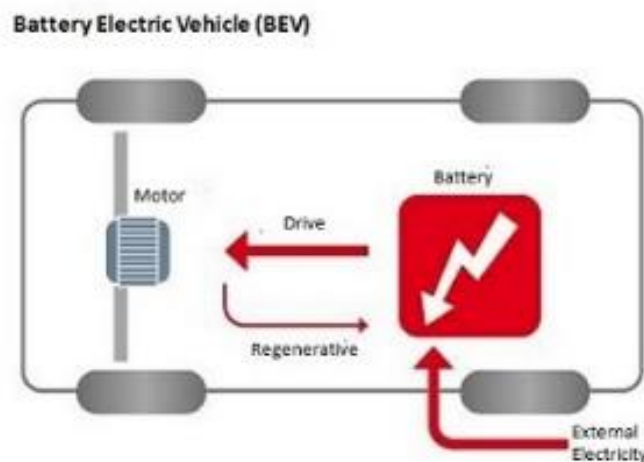


Figura 5.4. Arhitectura figurii si componentele principale ale BEV

[<https://www.omazaki.co.id/en/types-of-electric-cars-and-working-principles/>]

5.5.2 PRINCIPIILE DE LUCRU ALE BEV

- ⇒ Puterea este convertită de la bateria DC în AC pentru motorul electric
- ⇒ Pedala de accelerație trimite un semnal către controler care reglează viteza vehiculului prin schimbarea frecvenței alimentării CA de la invertor la motor
- ⇒ Motorul conectează și rotește roțile printr-un dint
- ⇒ Când frânele sunt apăsate sau mașina electrică decelerează, motorul devine un alternator și produce energie, care este trimisă înapoi la baterie

EXEMPLE DE BEV: Volkswagen e-Golf, Tesla Model 3, BMW i3, Chevy Bolt, Chevy Spark, Nissan LEAF, Ford Focus Electric, Hyundai Ioniq, Karma Revera, Kia Soul, Mitsubishi i-MiEV, Tesla X, Toyota Rav4.

5.6 VEHICUL ELECTRIC HIBRID (HEV)

Acest tip de mașini hibride este adesea numit hibrid standard sau hibrid paralel. HEV are atât un ICE, cât și un motor electric. La aceste tipuri de mașini electrice, motorul cu ardere internă primește energie din combustibil (benzină și alte tipuri de combustibili), în timp ce motorul primește energie electrică din baterii. Motorul pe benzină și motorul electric rotesc simultan transmisia, care antrenează roțile. Diferența dintre HEV față de BEV și PHEV constă în cazul în care bateriile din HEV pot fi încărcate numai de ICE, de mișcarea roților sau de o combinație a ambelor. Nu există nici un port de încărcare, astfel încât bateria nu poate fi reîncărcată din exteriorul sistemului, de exemplu din rețeaua electrică.

5.6.1 COMPONENTELE HEV

- Motor
- Motor electric
- Pachet de baterii cu controler și invertor
- Rezervor de combustibil
- Modul de control

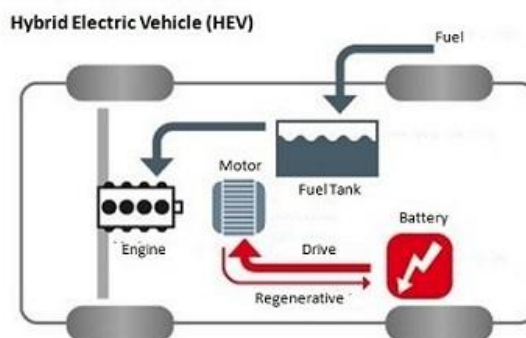


Figura 5.5. Arhitectura și componentele principale ale HEV

[<https://www.omazaki.co.id/en/types-of-electric-cars-and-working-principles/>]

5.6.2 PRINCIPIILE DE LUCRU ALE HEV

- ⇒ Are un rezervor de combustibil care furnizează gaz motorului ca o mașină obișnuită
- ⇒ Are și un set de baterii care funcționează cu un motor electric
- ⇒ Atât motorul, cât și motorul electric pot roti transmisia în același timp

EXEMPLE DE HEV Honda Civic Hybrid, Toyota Prius Hybrid, Honda Civic Hybrid, Toyota Camry Hybrid.

5.7 VEHICUL ELECTRIC HIBRID CU PLUG-IN (PHEV)

PHEV este un tip de vehicul hibrid care este atât un ICE, cât și un motor, adesea numit hibrid de serie. Acest tip de mașini electrice oferă o gamă de combustibili. Acest tip de mașini electrice este alimentat de un combustibil convențional (cum ar fi benzina) sau un combustibil alternativ (cum ar fi bio-dieselul) și de un pachet de baterii reîncărcabile. Bateria poate fi încărcată cu electricitate prin conectarea la o priză electrică sau la o stație de încărcare a vehiculelor electrice (EVCS).

PHEV poate rula de obicei în cel puțin două moduri:

- Modul integral electric, în care motorul și bateria furnizează toată energia mașinii
- Modul hibrid, în care sunt utilizate atât electricitatea, cât și benzina.

Unele vehicule PHEV pot parcurge mai mult de 70 de mile numai cu electricitate.

5.7.1 COMPONENTELE PHEV

- Motor electric
- Motor
- Invertor
- Baterie
- Rezervor de combustibil
- Modul de control
- Încărcător de baterie (dacă modelul de bord)

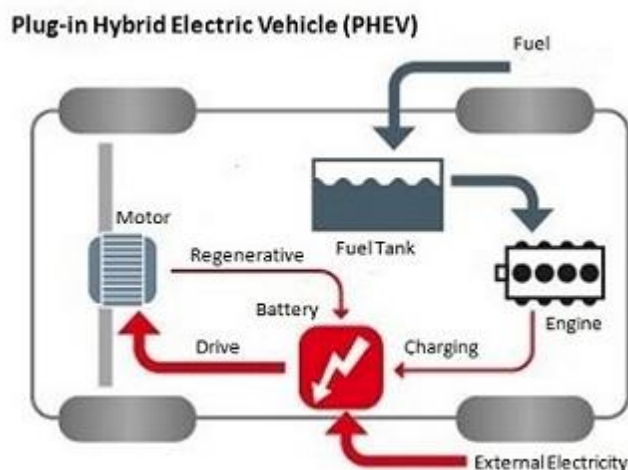


Figura 5.6. Arhitectura și componentele principale ale PHEV

[<https://www.omazaki.co.id/en/types-of-electric-cars-and-working-principles/>]

5.7.2 PRINCIPIILE DE LUCRU ALE PHEV

- ⇒ PHEV-urile pornesc de obicei în modul complet electric și funcționează cu energie electrică până când acumulatorul lor este epuizat.
- ⇒ Unele modele trec la modul hibrid atunci când ating viteza de croazieră pe autostradă, în general peste 60 sau 70 mile pe oră.
- ⇒ Odată ce bateria este descărcată, motorul preia controlul, iar vehiculul funcționează ca un hibrid convențional, non-plug-in.
- ⇒ Pe lângă conectarea la o sursă de energie electrică exterioară, bateriile PHEV pot fi încărcate de un motor cu ardere internă sau de frânare regenerativă. În timpul frânării, motorul electric acționează ca un generator, folosind energia pentru a încărca bateria. Motorul electric suplimentează puterea motorului; ca urmare, pot fi utilizate motoare mai mici, crescând eficiența consumului de combustibil a mașinii fără a compromite performanța.

EXEMPLE DE PHEV: Porsche Cayenne S E-Hybrid, Chevy Volt, Chrysler Pacifica, Ford C-Max Energi, Ford Fusion Energi, Mercedes C350e, Mercedes S550e, Mercedes GLE550e, Mini Cooper SE

Countryman, Audi A3 E-Tron, BMW 330e, BMW i8, BMW X5 xdrive40e, Fiat 500e, Hyundai Sonata, Kia Optima, Porsche Panamera S E-hybrid, Volvo XC90 T8.

5.8 VEHICUL ELECTRIC CU PILE DE COMBUSTIBIL (FCEV)

Vehiculele electrice cu celule de combustie (FCEV), cunoscute și sub denumirea de vehicule cu celule de combustibil (FCV) sau vehicule cu emisii zero, sunt tipuri de mașini electrice care folosesc „tehnologia cu celule de combustie” pentru a genera electricitatea necesară pentru a rula vehiculul. În acest tip de vehicule, energia chimică a combustibilului este transformată direct în energie electrică.

5.8.1 COMPONENTELE FCEV

- Motor electric
- Stiva de celule de combustibil
- Rezervor de stocare a hidrogenului
- Baterie cu convertor și controler

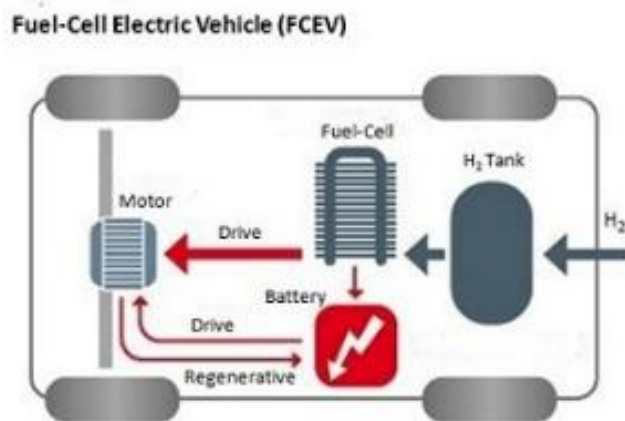


Figura 5.7. Arhitectura și componentele principale ale FCEV

[<https://www.omazaki.co.id/en/types-of-electric-cars-and-working-principles/>]

FCEV-urile au multe din aceleași componente ca și BEV-urile, cum ar fi motoarele electrice și controlerile de putere sau invertoarele; cu toate

acestea, diferența majoră este sursa principală de energie. În timp ce BEV-urile folosesc energia stocată în baterie, FCEV-urile folosesc celule de combustibil, deoarece sunt superioare bateriilor în multe privințe. Avantajele majore sunt că celulele de combustie sunt mai ușoare și mai mici și pot produce energie electrică atâta timp cât combustibilul este furnizat. Datorită asemănărilor clare dintre baterii și pile de combustibil, ambele tehnologii vor coexista în viitor, în timp ce BEV este potrivit pentru vehicule cu rază scurtă și mică, FCEV este potrivit pentru vehicule cu rază medie-mare și lungă [49].

5.8.2 PRINCIPIILE DE LUCRU ALE FCEV

Principiul **modului în care funcționează FCEV-urile este simplu**, deoarece folosesc celule de combustie cu temperatură joasă pentru a genera electricitate din hidrogen; electricitatea este apoi fie folosită pentru a conduce vehiculul, fie stocată într-un dispozitiv de stocare a energiei, cum ar fi baterii sau ultracondensatori. Deoarece celulele de combustie generează electricitate din reacții chimice, ele nu ard combustibil și, prin urmare, nu produc poluanți și produc mult mai puțină căldură decât un ICE. Produsul secundar al unei celule de combustibil cu hidrogen este apa. Pilele de combustie nu au piese mobile sau forme neregulate, astfel încât au potențialul de fiabilitate ridicată și costuri de producție reduse. Deși FCEV-urile prezintă multe avantaje, ele au și anumite limitări, legate de stiva de celule de combustie în sine și de combustibilul său, producția de hidrogen, transportul și depozitarea acestuia. Principiul de funcționare al unei mașini electrice cu „pile de combustibil” este diferit în comparație cu cel al unei mașini electrice „plug-in”. Acest tip de mașini electrice se datorează faptului că FCEV generează electricitatea necesară pentru a rula acest vehicul pe vehiculul însuși.

Exemple de FCEV: Toyota Mirai, Hyundai Tucson FCEV, Riversimple Rasa, Honda Clarity Fuel Cell, Hyundai Nexa.

5.9 INOVARE ÎN TEHNOLOGIILE DE PROPULSIE

5.9.1 TOYOTA MIRAI - VEHICUL DE PIONIERAT CU CELULE DE COMBUSTIBIL CU HIDROGEN (FCV)

Toyota Mirai este un vehicul de pionierat cu celule de combustibil cu hidrogen (FCV), angajamentul Toyota față de transportul durabil. Mirai folosește pile de combustibil pentru a combina hidrogenul din rezervoarele sale cu oxigenul din aer pentru a produce electricitate. Această energie electrică alimentează motorul electric al mașinii, iar singurul produs secundar îl reprezintă vaporii de apă, ceea ce o face o alternativă ecologică la motoarele tradiționale cu ardere internă.

Mirai are o autonomie de aproximativ 300 până la 400 de mile cu un rezervor plin de hidrogen, în funcție de condițiile de condus și de anul modelului. Realimentarea rezervoarelor de hidrogen durează aproximativ 3 până la 5 minute, comparabil cu realimentarea unui vehicul pe benzină. Mirai oferă o accelerație lină și o experiență de condus silențioasă tipică vehiculelor electrice, datorită motorului său electric. Este echipat cu un set robust de funcții de siguranță, inclusiv sisteme avansate de asistență a șoferului (ADAS), tehnologie de evitare a coliziunilor și sisteme de detectare a scurgerilor de hidrogen.

Mirai nu emite gaze cu efect de seră în timpul funcționării. Emisiile ciclului său de viață sunt, de asemenea, semnificativ mai mici decât cele ale vehiculelor tradiționale, mai ales atunci când hidrogenul provine din energie regenerabilă. Dincolo de Mirai, Toyota lucrează la integrarea tehnologiei celulelor de combustibil cu hidrogen în alte forme de transport, inclusiv autobuze, camioane și chiar trenuri. Această abordare largă urmărește să stabilească hidrogenul ca un purtător de energie versatil și durabil.

AVANTAJELE FCV-URILOR CU HIDROGEN

- ☑ FCV-urile cu hidrogen precum Mirai emit doar vapori de apă, contribuind la un aer mai curat și la reducerea emisiilor de gaze cu efect de seră.

- ✓ Pilele de combustibil cu hidrogen sunt foarte eficiente, transformând energia chimică direct în energie electrică.
- ✓ Versatilitate: Hidrogenul poate fi produs din diverse resurse, inclusiv apă, gaz natural și biomasă, făcându-l o sursă de energie flexibilă.
- ✓ Viteza de realimentare: timpul rapid de realimentare al FCV-urilor cu hidrogen oferă un avantaj semnificativ față de vehiculele electrice cu baterie (BEV), care necesită de obicei timpi de încărcare mai lungi.

Provocări și considerații

Dezvoltarea infrastructurii: Una dintre cele mai mari provocări pentru FCV-urile cu hidrogen este dezvoltarea unei infrastructuri de realimentare cu hidrogen pe scară largă și fiabile.

Costuri de producție: producția de hidrogen și tehnologia celulelor de combustie sunt în prezent mai scumpe în comparație cu tehnologiile auto tradiționale, deși costurile sunt de așteptat să scadă odată cu progresele tehnologice și economiile de scară.

Sursa de energie: Durabilitatea hidrogenului ca combustibil depinde de metodele folosite pentru a-l produce. Hidrogenul produs din surse regenerabile este de preferat pentru reducerea amprente globale de carbon.

5.9.2 VEHICULE CU TEHNOLOGIE ECOLOGICĂ PENTRU MOTOR DE LA HYUNDAI

Hyundai Motor a introdus mai multe tehnologii ecologice și a dezvoltat mașini ecologice cu îndrumarea strategiei „Blue Drive” [50]. Modelele verzi ale Hyundai Motor includ un vehicul electric hibrid (HEV), un vehicul electric hibrid cu priză (PHEV) care poate fi încărcat folosind electricitatea rețelei, un vehicul electric (EV) cu baterie cu zero emisii și un vehicul electric cu pile de combustibil (FCEV) care este considerată mașina verde supremă.

VEHICULUL ELECTRIC HIBRID (HEV) combină două surse de energie ale unui motor cu ardere internă și a unui motor electric. Deoarece dezvoltarea inovatoare Hyundai a hibrizilor paraleli realizează o economie de combustibil mai bună cu o eficiență îmbunătățită a ambalajului, tehnologia de control Hybrid Starter Generator ajută și mai mult controlul ambreiajului motorului și reduce tensiunea dintre modul EV și modul motor pentru o conducere hibridă mai lină.

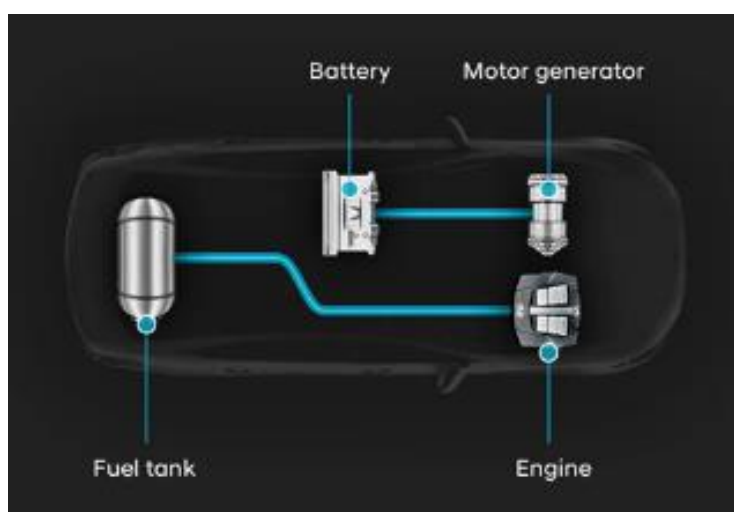


Figura 5.8. Componentele principale ale vehiculului electric hibrid Hyundai

VEHICULUL ELECTRIC HIBRID PLUG-IN (PHEV) este un vehicul hibrid avansat, cu o durată de viață extinsă a bateriei și o densitate mai mare de energie pentru o conducere mai eficientă din punct de vedere al consumului de combustibil și pe distanțe lungi în modul complet electric. Indiferent dacă este condus în modul EV sau în modul HEV, PHEV are un avantaj semnificativ de a oferi performanțe de condus mai mari, reducând în același timp nivelurile de emisii prin restabilirea energiei de la o sursă externă de energie electrică.

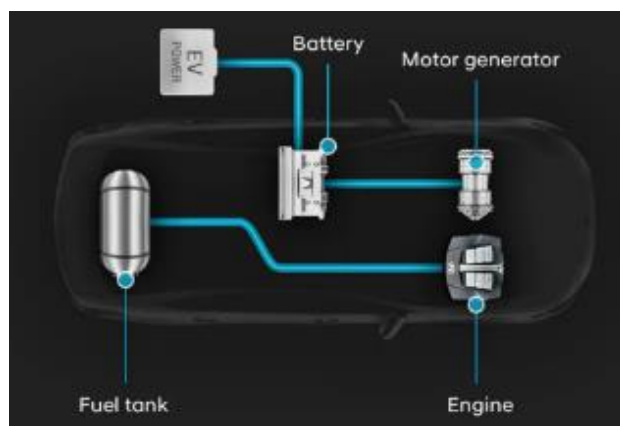


Figura 5.9. Componentele principale ale vehiculului electric hibrid plug-in (PHEV) Hyundai

VEHICULUL ELECTRIC (EV) utilizează surse de energie electrică ale motoarelor electrice și baterie reîncărcabilă de înaltă densitate pentru propulsie. Alimentat de o sursă externă de electricitate, EV ajută la reducerea emisiilor de carbon. Echipat cu un pachet de baterii litiu-polimer (Li-Poly) de 27 kWh, Hyundai EV oferă soluții optimizate pentru performanțe mai bune, densitate de energie și viteză mai mari.

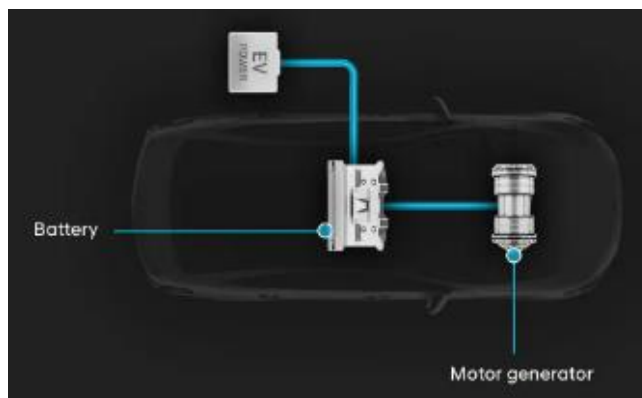


Figura 5.10. Componentele principale ale vehiculului electric (EV) Hyundai

Combinând atomii de hidrogen și oxigen într-o stivă de celule de combustie, **VEHICULUL ELECTRIC CU PILE DE COMBUSTIE (FCEV)** stochează hidrogenul comprimat la presiune ridicată în rezervoare și își produce propria energie electrică cu zero emisii de

eșapament. Fiind primul dezvoltator al primelor vehicule cu celule de combustibil produse în masă din lume, Hyundai continuă să investească în viitorul tehnologiei auto sustenabile.

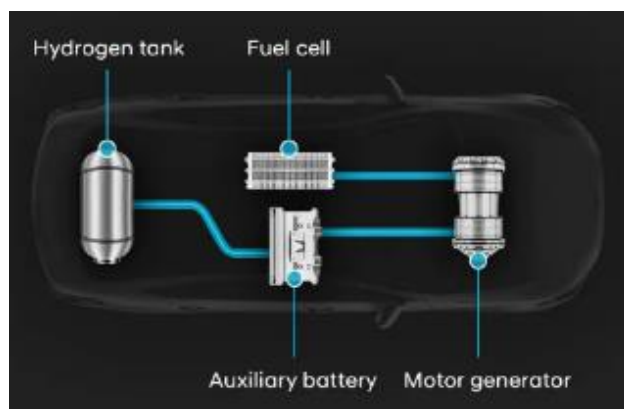


Figura 5.11. Componentele principale ale vehiculului electric cu pile de combustibil (FCEV) Hyundai

5.9.3 MOTOR PE ROȚI EFICIENT DIN PUNCT DE VEDERE ENERGETIC

Sistemul de motor electric în interiorul roții permite o conducere și frânare independentă. Este un sistem ecologic, orientat spre viitor, care nu necesită un motor cu ardere internă, cutie de viteze sau arbore de transmisie. Motorul și frâna sunt atașate la fiecare roată, maximizând eficiența energetică și spațiul din cabină.



Figura 5.12. Sistemul de motor în roată

[<https://tech.hyundaimotorgroup.com/article/ev-a-to-z-encyclopedia-tech-features/>]

Producătorii de automobile din Germania, Japonia și SUA lucrează și ei la dezvoltarea sistemului. Hyundai și-a prezentat modelul conceput cu motorul în roată prin designul Hyundai N 2025 Gran Turismo încă din 2015. Sistemul va fi utilizat pe scară largă în alte vehicule ecologice, alimentate cu energie electrică, cum ar fi FCEV-urile.

5.9.4 TEHNOLOGIE INOVATOARE: SISTEM ELECTRONIC DE TRACȚIUNE INTEGRALĂ

HTRAC este un cuvânt compus din inițialele engleze „H” și „Traction” ale Hyundai Motor Company, care simbolizează caracteristicile tehnice ale sistemului de tracțiune pe patru roți. Spre deosebire de sistemul general mecanic de tracțiune integrală, în care schimbarea forței de antrenare a roților din față și din spate este limitată, puterea față și spate sunt controlate variabil în funcție de condițiile drumului și de viteza de conducere, oferind astfel performanțe optime de condus.

HTRAC de la Hyundai este un sistem electronic de tracțiune integrală care face posibilă alocarea liberă a distribuției tracțiunii între roțile din față și din spate ale vehiculului în funcție de condițiile de conducere. Oferă dinamism și stabilitate pentru a spori plăcerea de a conduce sau pentru a ajuta la manevrarea în condiții dificile de drum.



Figura 5.13. Sistemul electronic de tracțiune integrală HTRAC de la Hyundai

Pot fi selectate diferite moduri de conducere în care caracteristicile de conducere ale vehiculului se modifică în funcție de preferințele șoferului.

De exemplu, când este selectat modul SPORT, caracteristicile de răspuns la direcție și accelerație sunt îmbunătățite.

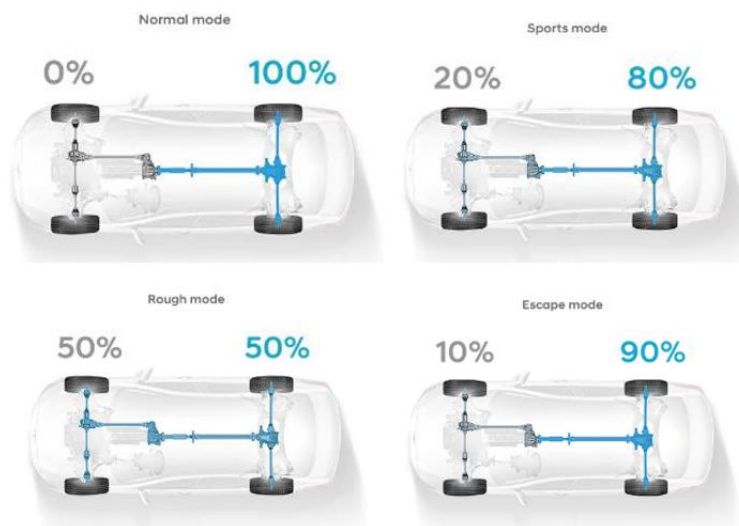


Figura 5.14. Moduri de conducere în sistemul HTRAC de la Hyundai

[<https://www.hyundai.com/worldwide/en/company/innovation/technology/performance>]

De exemplu, pe drumuri alunecoase sau pe drumuri înghețate în timpul iernii, HTRAC contribuie la conducerea în siguranță prin asigurarea tracțiunii maxime în situații precum conducerea în viraje ascuțite. Recent, tehnologia modului de condus pe drum accidentat care răspunde la diferite medii de drum a fost aplicată modelelor SUV.

5.10 INOVARE ECOLOGICĂ PENTRU GRUPUL MOTOPROPULSOR

Motorul este inima unei mașini și a avea un motor grozav este esențial pentru a face o mașină grozavă

5.10.1 CREȘTEREA EFICIENȚEI MOTORULUI

Hyundai Motor și-a concentrat eforturile de cercetare și dezvoltare pe crearea de motoare care pot atinge o eficiență ridicată în timpul utilizării zilnice. Se obțin bune caracteristici de performanță, eficiență mai mare și

emisii mai curate și se încearcă realizarea echilibrului perfect între putere și eficiență, cu o atenție deosebită adusă mediului.

	Motor Tau Motor pe benzină 5.0 V8 GDi Considerat unul dintre cele mai bune 10 motoare Ward din SUA, motorul Tau este un motor dezvoltat independent care reprezintă punctul culminant al know-how-ului Hyundai Motor Company în domeniul dezvoltării motoarelor și al tehnologiei optimizate de reglare.
	Motor lambda Motor pe benzină 3.8 V6 Gdi, este versiunea îmbunătățită a motorului V6. O unitate de 3,8 GDi este la fel de durabilă, eficientă din punct de vedere al consumului de combustibil și ușoară, cu niveluri minime de zgomot și vibrații, oferind și un cuplu bun la turații joase (334 CP la 6.400 rpm și 40,3 kg·m la 5.100 rpm).
	Motor Theta Motor 2.0 T-GDi pe benzină, ușor și fiabil, oferă un cuplu maxim de 36,0 kg·m la 1.350 ~ 4.000 rpm. Motorul Theta oferă performanțe dinamice de condus, cu motorul său pe benzină Theta 2.0 T-GDi, care asigură viteză de la 0 la 100 km/h în 7,5 secunde.
	Motor NU Motor pe benzina 2.0 Gdi, puterea maximă este de 164 CP la 6.200 rpm, în timp ce cuplul atinge vârfuri la 20,7 kg·m la 4.700 rpm.

Figura 5.15. _Motoare pe benzină cu eficiență sporită

5.10.2 TRANSMITERE CU ECONOMIE DE COMBUSTIBIL

TRANSMISIE AUTOMATĂ CU TRACȚIUNE SPATE CU 8 TREPTE



Figura 5.16. Transmisia automată cu tracțiune spate cu 8 trepte de viteză de la Hyundai

HYUNDAI a dezvoltat această tehnologie de ultimă oră, în care, comparativ cu cutia de viteze cu 6 trepte, transmisia automată RWD cu 8 trepte oferă o economie de combustibil și o performanță de putere mai bună, oferind în același timp o structură unică, care este mai compactă decât unitatea cu 6 trepte.

TRANSMISIE CU DUBLU AMBREIAJ CU 7 TREPTE (DCT)



Figura 5.17. Transmisia cu dublu ambreiaj cu 7 trepte (DCT) de la Hyundai

Transmisia cu dublu ambreiaj (DCT) Hyundai cu 7 trepte oferă o economie excepțională de combustibil și emisii scăzute de CO₂, în timp ce crește impresionant performanța de accelerare.

5.11 SISTEME ELECTRONICE DE CONTROL

O mai bună eficiență a combustibilului, siguranță, confort și un control mai strict al emisiilor pot fi obținute prin sistemele electronice de control. Mai multe produse electronice sunt adoptate pentru mașinile de lux, care sunt urmate de mașinile de gamă joasă. ECU-urile mai inteligente și foarte integrate au nevoie de mai multe ASIC-uri personalizate.

Toate cerințele, cum ar fi temperatura, durata de viață a produsului, umiditatea, rata defectelor, angajamentul de aprovizionare etc., sunt mult mai stricte decât cele de consum sau industriale.

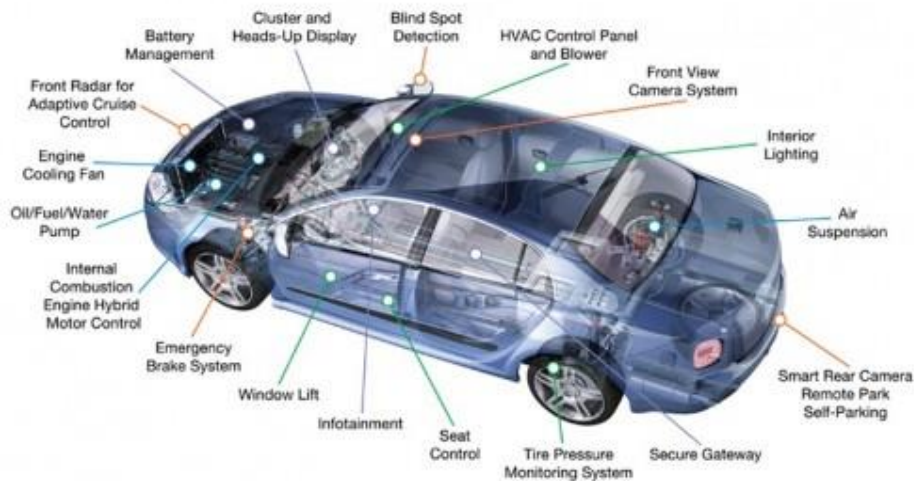


Figura 5.18. Sisteme electronice și semiconductoare pentru automobile

[<https://aesl.unist.ac.kr/>]

O unitate electronică de control (ECU) este un sistem încorporat care controlează diferite funcții ale unui vehicul, cum ar fi managementul motorului, controlul transmisiei, sistemele de frânare, controlul climatizării și multe altele.

ECU acționează ca un creier al vehiculului, procesând și interpretând datele de la diverși senzori pentru a controla funcționarea diferitelor componente și subsisteme. Acesta colectează informații de la senzori și

efectuează ajustări în timp real pentru a optimiza performanța vehiculului, a spori siguranța și a îmbunătăți eficiența consumului de combustibil.

Aceste informații importante sunt stocate în datele unității de control, de aceea este necesară protejarea acestor date confidențiale. Prin urmare, consumatorii sunt din ce în ce mai înclinați spre securitatea datelor.



Figura 5.19. Rolul unităților de control electronic în performanța vehiculului

Tipuri comune de ECU:

MODUL DE CONTROL AL MOTORULUI: Cunoscut și ca unitate de control al motorului. Responsabil pentru evaluarea sarcinii motorului și reglarea aprinderii, livrarea combustibilului și multe altele pentru a oferi performanțe și economie optime.

MODULUL DE CONTROL AL TRANSMISIEI: Acestea controlează modul și când se schimbă o cutie de viteze automată. Pe lângă faptul că sunt alimentate cu datele senzorului de la transmisia în sine, TCM-urile pot prelua și date de la unitatea de control al motorului pentru a oferi schimburi mai potrivite și precise.

MODULUL DE CONTROL AL SUSPENSIEI: Uneori numit modul de control al cursei și comun în configurațiile active, reglabile sau cu suspensie pneumatică. Acestea ajustează suspensia pentru a se potrivi

condițiilor actuale de condus sau lucrează pentru a menține înălțimea corectă.

MODULUL DE CONTROL AL CAROSERIEI: Această unitate este de obicei responsabilă pentru controlul nenumăratelor funcții de acces electric, confort și securitate ale mașinii. Caracteristicile comune pe care le controlează includ încuietorile ușilor, geamurile electrice și sistemele de climatizare.

MODUL DE CONTROL TELEMATIC: oferă de obicei conectivitate la internet și la telefon pentru serviciile de bord ale mașinii. Poate include, de asemenea, un receptor GPS pentru serviciile de navigație.

5.12 ÎNCĂRCARE FĂRĂ FIR PENTRU XEV

Încărcarea fără fir (wireless) a unui vehicul electric sau a unui hibrid plug-in este o realitate. Electricitatea este transmisă prin inducție magnetică între bobina de transmisie de pe sol și bobina de recepție din mașină. Această tehnologie este un pas crucial înainte către mobilitatea electrică fără cabluri.



Figura 5.20. Stație de parcare cu încărcare wireless

[<https://www.toyota-europe.com/news/2016/wireless-charging-for-xev>]

xEV – se referă la vehiculul pur electric (EV) sau hibridul plug-in (PHV)
– este unul dintre domeniile fierbinți ale studiilor industriale.

O soluție alternativă, capabilă să simplifice și să optimizeze procesul de încărcare, este încărcarea wireless, care poate fi folosită atât cu vehiculul în mișcare, cât și cu vehiculul parcat.

Posibilitatea de a încărca un vehicul fără cablu ar genera o serie de avantaje: încărcare automată „mâini libere”, aspectul curat fără cablu al stațiilor de încărcare și așa mai departe.

Electricitatea este transmisă prin inducție magnetică între bobina de transmisie de pe sol și bobina de recepție din mașină. Această tehnologie este un pas crucial înainte către mobilitatea electrică fără cabluri.

Tehnologia Halo – pe care Qualcomm a dezvoltat-o încă de înainte de 2012 – este un sistem întreg de încărcare a unui vehicul electric, permițând șoferilor să se reîncarce pur și simplu prin parcare pe suporturi de încărcare wireless la sol [51].

TEHNOLOGIA IMPLICATĂ INCLUDE: conversia puterii, tuning, transfer wireless de putere, magnetice, control, comunicații și sisteme de siguranță.

WiTricity (Watertown, Mass.) a declarat că achiziția va simplifica ratificarea unui standard pentru a ajuta la asigurarea interoperabilității de încărcare fără fir între producătorii de automobile. Șoferii de vehicule electrice vor putea folosi orice tampon compatibil cu standardele pentru a-și încărca vehiculele [52].

Parteneriatul dintre Qualcomm, producătorul auto Renault și un institut francez de cercetare și dezvoltare a dezvoltat o tehnologie „drum electric” bazată pe Halo, care este capabilă să reîncarce un vehicul electric în timp ce vehiculul este în mișcare.

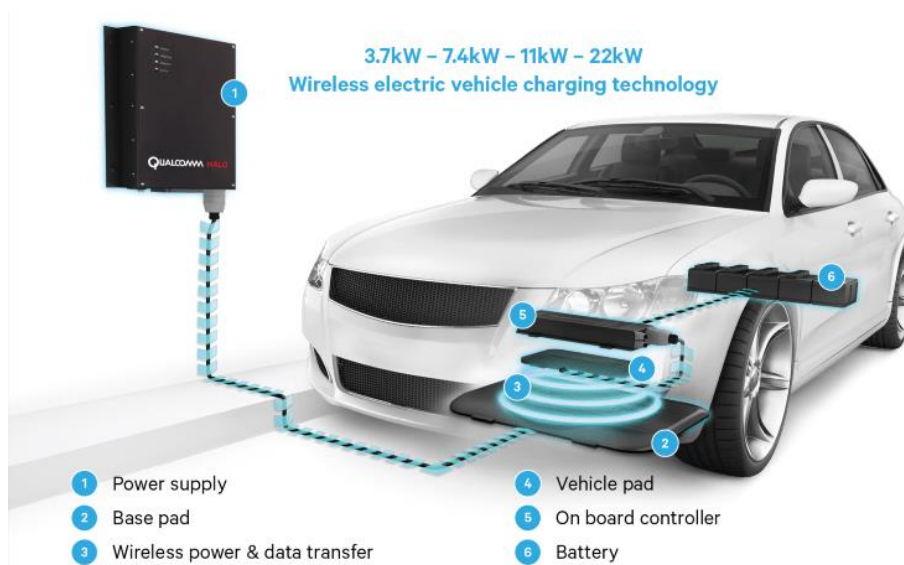


Figura 5.21. Tehnologia de încărcare fără fir EV

<https://www.eetasia.com/qualcomm-sells-wireless-ev-charging-technology-to-witricity/>

TEHNOLOGIA ELECTREON

Electreon, un furnizor de soluții de încărcare wireless pentru vehicule electrice, și-a testat cu succes tehnologia dinamică de încărcare fără fir pe pista de testare „Arena Viitorului”, care alimentează un Fiat 500 EV și un autobuz electric Iveco. Fiat 500 EV a reușit să circule la o viteză tipică pe autostradă fără a consuma energie din acumulatorul său, extinzându-și astfel autonomia. În mod similar, conducând la o viteză mai mică, vehiculul ar putea fi capabil să-și restabilească o parte din încărcare.

Tehnologia Dynamic Wireless Power Transfer (DWPT) dezvoltată de Electreon se bazează pe bucle de conductor care sunt desfășurate sub asfalt și transmit energia către plăcile receptoare ale EV folosind principiul inducției magnetice. Placa receptorului poate fi instalată indiferent pe un EV, un autobuz electric sau un camion electric. Pentru a limita pierderile de putere și pentru a facilita integrarea cu sursele de energie regenerabilă, tehnologia folosește electricitate DC. În comparație cu încărcarea AC, această soluție permite utilizarea cablurilor mai subțiri, reducând costurile și simplificând managementul termic.

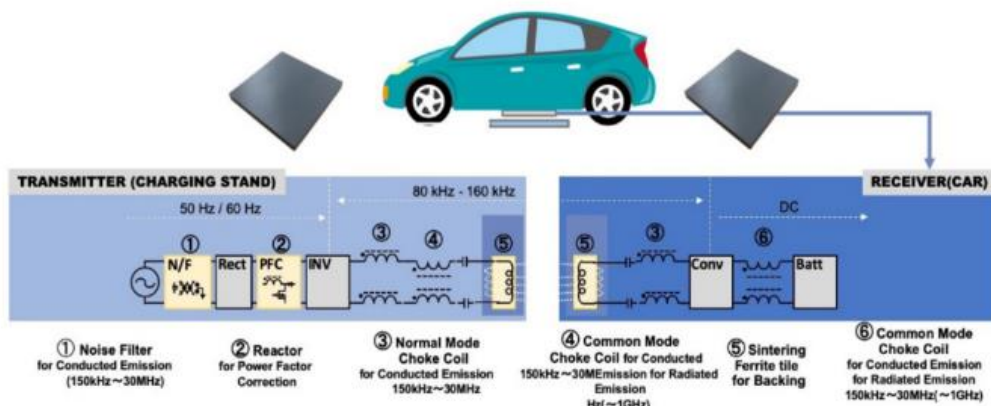


Figura 5.22. Tehnologia Dynamic Wireless Power Transfer (DWPT) dezvoltată de Electreon

5.13 COMPARAREA DIFERITELOR TEHNOLOGII DE PROPULSIE ÎN CEEA CE PRIVEȘTE IMPACTUL ECOLOGIC

1. Motoarele cu combustie internă (benzină și motorină)

- **Avantaje:** Tehnologie matură, infrastructură globală bine dezvoltată.
- **Dezavantaje:** Emisii ridicate de gaze cu efect de seră (CO_2), poluanți (NO_x , particule fine), dependență de combustibili fosili.
- **Impact ecologic:** Ridicat, contribuind semnificativ la poluarea aerului și la schimbările climatice.

2. Propulsia electrică (EVs)

- **Avantaje:** Zero emisii directe în timpul utilizării, eficiență energetică ridicată.

- **Dezavantaje:** Impact ecologic semnificativ al producției bateriilor (minerit de litiu, cobalt), reciclarea încă problematică, dependență de sursa de electricitate (regenerabilă sau fosilă).
- **Impact ecologic:** Scăzut în regiunile cu energie regenerabilă, dar poate fi moderat în alte zone.

3. Propulsia hibridă (HEVs și PHEVs)

- **Avantaje:** Eficiență crescută față de motoarele tradiționale, emisii mai scăzute.
- **Dezavantaje:** Utilizează în continuare combustibili fosili, impact similar cu EV-urile pentru baterii.
- **Impact ecologic:** Intermediar între motoarele clasice și cele complet electrice.

4. Hidrogenul

- **Avantaje:** Zero emisii directe (apă ca produs secundar), utilizabil în multe domenii.
- **Dezavantaje:** Dependență de modul de producție; hidrogenul "verde" (din surse regenerabile) este încă scump și dificil de scalat.
- **Impact ecologic:** Foarte scăzut dacă hidrogenul este produs din surse regenerabile, dar ridicat dacă provine din gaze naturale.

5. Biocombustibilii (biodiesel, bioetanol)

- **Avantaje:** Surse regenerabile, emisii reduse de CO₂ față de combustibilii fosili.
- **Dezavantaje:** Pot duce la defrișări, consum ridicat de apă și utilizare intensivă a terenurilor agricole.

- **Impact ecologic:** Variabil, în funcție de sursa materiei prime; poate fi scăzut cu practici sustenabile.

6. **Propulsia nucleară** (pentru aplicații specializate, ex. maritime sau spațiale)

- **Avantaje:** Zero emisii directe, autonomie extinsă.
- **Dezavantaje:** Riscuri ridicate asociate cu accidente și gestionarea deșeurilor radioactive.
- **Impact ecologic:** Foarte scăzut în exploatare, dar cu probleme majore legate de gestionarea deșeurilor.

5.14 COMPARAREA IMPACTULUI ECOLOGIC

Tehnologie	Emisii directe	Resurse necesare	Durabilitate	Impact general
Motoare cu ardere internă	Foarte mari	Petrol	Nesustenabil	Ridicat
Electricitate (EVs)	Zero	Minerit de litiu, cobalt	Potențial sustenabil	Moderat-scăzut
Hibridă	Scăzute	Petrol + baterii	Nesustenabil pe termen lung	Moderat
Hidrogen	Zero	Surse regenerabile/fosile	Sustenabil cu hidrogen verde	Scăzut
Biocombustibili	Reduse	Agricultură intensivă	Depinde de sursă	Variabil

Tehnologie	Emisii directe	Resurse necesare	Durabilitate	Impact general
Nucleară	Zero	Uraniu	Sustenabil tehnic, dar riscant	Scăzut

Concluzii

- **Tehnologia electrică și cea bazată pe hidrogen verde** prezintă cel mai mic impact ecologic pe termen lung, dar necesită îmbunătățiri în infrastructură și tehnologii de producție.
- **Motoarele cu ardere internă** au cel mai mare impact negativ, necesitând eliminarea treptată.
- **Soluțiile hibride și biocombustibilii** sunt tehnologii de tranziție, dar nu oferă sustenabilitate completă.
- Adoptarea tehnologiilor sustenabile depinde de investițiile în surse regenerabile și infrastructura asociată.

6 TEHNOLOGII ECOINOVATOARE ÎN INDUSTRIA AUTO

Definiția tehnologiilor ecoinovatoare: ce sunt tehnologiile ecoinovatoare, cu accent pe semnificația lor în industria auto.

- Importanța în industria auto: ecoinovația este esențială în acest sector, având în vedere impactul asupra mediului, reglementările și cererea consumatorilor.

6.1 TEHNOLOGII DE MEDIU

Tehnologiile de mediu se referă la tehnologiile de proces (inclusiv tehnologiile de conversie a energiei) și tehnologiile de măsurare utilizate în scopuri de mediu (pentru a măsura poluarea sau pentru a identifica substanțele toxice).

- Tehnologii de control al poluării
- Tehnologii de curățare care tratează poluarea eliberată în mediu
- Tehnologii de proces sustenabile: procese noi de fabricație care sunt mai puțin poluante și/sau mai eficiente din punct de vedere al resurselor
- Echipamente de gestionare a deșeurilor
- Monitorizare și instrumentare de mediu
- Tehnologii de energie verde
- Controlul zgomotului și vibrațiilor

Industria auto în ansamblu a dezvoltat o varietate de tehnologii verzi pentru a asigura durabilitatea și pentru a reduce efectele negative ale industriei asupra pământului [53].

Devenirea ecologică în orice industrie este incredibil de importantă pentru viitorul mediului. Industria auto ar putea fi cea mai importantă din cauza efectului pe care îl au mașinile și vehiculele asupra mediului. Din punct de vedere istoric, pământul a fost deteriorat de producția de mașini și de vehiculele în sine.

Tehnologia verde inovatoare este asociată mai întâi cu Tesla, care este accelerarea tranziției către energie durabilă. După lansarea primei mașini electrice, Roadster, în 2008, Tesla și-a prezentat oficial tehnologia de ultimă oră a bateriilor și grupul de propulsie electric.

6.2 EFICIENȚA ENERGETICĂ ȘI REDUCEREA EMISIILOR

6.2.1 UTILIZAREA CAUCIUCULUI BIOSINTETIC ÎN FURTUNURILE MOTORULUI ȘI ALE SISTEMULUI DE ACȚIONARE

Toyota a devenit primul producător auto din lume care a folosit cauciuc cu biohidrină, dezvoltat în comun cu Zeon Corporation și Sumitomo Riko Co., Ltd., în furtunuri de detectare a vidului (furtunuri ale motorului și ale sistemului de propulsie). Cauciucul biohidrină este fabricat folosind biomateriale derivate din plante în loc de epiclorhidrina, un compus epoxidic utilizat în mod obișnuit.

Primele vehicule care au folosit noile furtunuri de detectare a vidului au fost produse în mai 2016, urmând ca utilizarea să fie lansată la toate modelele fabricate în Japonia. Toyota intenționează să extindă utilizarea biohidrinei la alte componente din cauciuc de înaltă performanță, cum ar fi furtunurile de frână și furtunurile pentru conductele de combustibil.

Deoarece plantele absorb CO₂ din atmosferă pe parcursul duratei de viață, astfel de biomateriale realizează o reducere estimată cu 20 la sută a emisiilor de carbon pe durata de viață a materialelor în comparație cu cauciucul hidrin convențional pe bază de petrol.

Deoarece combustibilul biodiesel este produs prin prelucrare chimică pe palmierul de ulei, materia primă a uleiului de palmier, bioglicerina este generată ca produs secundar.

Bioglicerina poate fi utilizată pentru fabricarea bio-epiclorhidrinei. (Masa rotundă privind certificarea biomaterialelor durabile ca materie primă derivată din plante a fost confirmată.)



Figura 6.1. Toyota a devenit primul producător auto din lume care a folosit cauciuc cu biohidrină

[https://global.toyota/pages/global_toyota/sustainability/report/kururisa_en.pdf]

6.2.2 PROCES NOU DE PRODUCERE A CATOZILOR PENTRU BATERIILE LITIU-ION

Inginerii Laboratorului Național Oak Ridge (ORNL) au dezvoltat un nou proces pentru a produce catozi mai buni și mai ieftini pentru a fi utilizați în bateriile litiu-ion. Permite o modalitate de a face baterii mai accesibile dintr-un proces mai rapid, mai puțin risipitor, care utilizează materiale mai puțin toxice.

Prelucrarea tradițională prezintă numeroase provocări. Un mare obstacol este dependența de cobalt, un metal rar extras și rafinat în străinătate. Echilibrul altor metale comune în catozi poate face, de asemenea, procesul de fabricație mai lung și mai periculos. De exemplu, concentrația mare de nichel a condus la utilizarea pe scară largă a unei metode de amestecare chimică pentru producerea catozilor care necesită cantități mari de amoniac pentru reacțiile corozive. Folosirea acestei substanțe chimice toxice crește costurile, sporește îngrijorările legate de sănătate și de mediu și risipește cantități mari de apă pentru a reduce aciditatea.

În loc de a agita continuu materialele catodice cu substanțe chimice într-un reactor, noua metodă ORNL utilizează o **ABORDARE DE SINTEZĂ HIDROTERMALĂ**. Se cristalizează catodul folosind metale dizolvate în etanol. Etanolul este mai sigur de depozitat și manevrat decât amoniacul, iar ulterior poate fi distilat și reutilizat.

Metoda de sinteză hidrotermală este, de asemenea, mult mai rapidă. Timpul necesar pentru producerea particulelor și pregătirea pentru următorul lot de catod scade de la câteva zile la 12 ore.

În plus, materialul produs are particule mai uniforme, rotunde, bine împachetate, care sunt ideale pentru un catod. Deoarece proprietățile sale sunt similare cu cele ale catodilor actuali pe bază de cobalt, noul material poate fi integrat perfect în procesele existente de fabricare a bateriilor. Acest material catodic poate oferi mai multă energie și poate reduce costul bateriilor de mașini electrice. O nouă metodă de sinteză hidrotermală face un material catod fără cobalt cu particule mai uniforme, rotunde și strâns (dreapta) decât este obișnuit în catodii de astăzi (stânga), menținând mai multă stabilitate pe tot parcursul ciclului de încărcare a bateriei.

6.2.3 MOTORUL EV DE MARE VITEZĂ CU DENSITATE DE PUTERE ÎMBUNĂTĂȚITĂ

Motorul **CU ACȚIONARE MAGNETICĂ** a fost dezvoltat de Universitatea din New South Wales (UNSW Sydney) și **REDUCE SEMNIFICATIV UTILIZAREA MATERIALELOR DIN PĂMÂNTURI RARE**, cum ar fi neodimul. Dispozitivul de mare viteză are potențialul de a crește raza de acțiune a vehiculelor electrice.

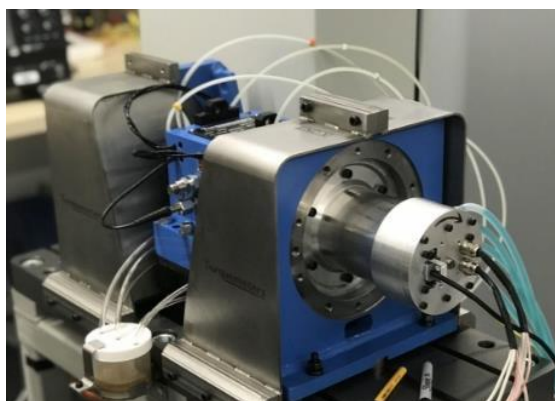


Figura 6.2. Motor EV de mare viteză dezvoltat de Universitatea din New South Wales (UNSW Sydney)

[<https://newsroom.unsw.edu.au/news/science-tech/new-very-high-speed-motor-offers-improved-power-density-use-electric-vehicles>]

Noul motor proiectat și construit de echipa de la UNSW este o îmbunătățire față de IPMSM-urile existente (Interior Permanent Magnet Synchronous Machine Motor), care sunt utilizate predominant în tracțiunea vehiculelor electrice. Designul prototipului de motor sincron cu magnet permanent interior (IPMSM), inspirat de forma celui mai lung pod de cale ferată din Coreea de Sud, a atins viteze de 100.000 de rotații pe minut. Puterea și viteza maximă atinse de motor au depășit recordul existent de viteză mare de IPMSM laminate, făcându-l cel mai rapid IPMSM din lume construit vreodată cu materiale de laminare comercializate. Motorul este capabil să producă o densitate mare de putere, ceea ce este benefic pentru vehiculele electrice în reducerea greutății totale și creșterea autonomiei pentru orice încărcare dată.

Un IPMSM are magneți încorporați în rotoarele sale pentru a crea un cuplu puternic pentru o gamă extinsă de viteză. Cu toate acestea, modelele existente suferă de rezistență mecanică scăzută din cauza punților subțiri de fier din rotoarele lor, ceea ce le limitează viteza maximă.

Dispozitivul UNSW are o nouă topologie de rotor care îmbunătățește semnificativ robustețea, reducând în același timp cantitatea de materiale din pământuri rare pe unitatea de producție de energie. Se bazează pe proprietățile ingineresti ale podului feroviar Gyopo, o structură cu arc dublu legat, precum și o tehnică de distribuție a tensiunilor mecanice bazată pe curbe compuse. Acest proiect de cercetare a încercat să atingă viteza maximă absolută, cu o densitate de putere de vârf care este în jur de 7 kilowați pe kilogram, pentru un motor EV. Proiectul se poate scala și optimiza pentru a oferi putere și viteză într-un interval dat, de exemplu, un motor de 200 de kilowați cu o viteză maximă de aproximativ 18.000 rpm s-ar potrivi perfect aplicațiilor EV.

Noul motor oferă, de asemenea, un avantaj semnificativ de cost față de tehnologia existentă și utilizează mai puține materiale din pământuri rare. Majoritatea motoarelor de mare viteză folosesc un manșon pentru a întări rotoarele și acel manșon este de obicei fabricat din material cu preț ridicat, cum ar fi titanul sau fibra de carbon.

Manșonul în sine este foarte scump și, de asemenea, trebuie să fie montat cu precizie. Aceasta crește costul de producție al motorului.

Rotoarele au o robustețe mecanică foarte bună, astfel încât manșonul nu este necesar, ceea ce reduce costul de fabricație. Folosește doar aproximativ 30% din materiale cu pământuri rare, ceea ce include o reducere mare a costului materialului, făcând astfel motoarele noastre de înaltă performanță mai ecologice și mai accesibile.

Acest motor cu acționare magnetică de mare viteză reduce semnificativ utilizarea materialelor din pământuri rare, cum ar fi neodimul.

6.3 IMPRIMARE 3D ÎN INDUSTRIA AUTO

6.3.1 AVANTAJELE ȘI PROVOCĂRILE IMPRIMĂRII 3D PENTRU INDUSTRIA AUTO

Tehnologia de imprimare 3D, denumită adesea fabricație aditivă, este utilizată în multe industrii și un număr tot mai mare de companii adoptă această tehnologie. Fabricarea aditivă este un proces specific de imprimare 3D. Acest proces construiește părți strat cu strat prin depunerea materialului conform datelor de proiectare 3D digitale.

Termenul „imprimare 3D” este din ce în ce mai folosit ca sinonim pentru fabricarea aditivă. Cu toate acestea, „producția aditivă” reflectă mai bine procesul de producție profesional care diferă semnificativ de metodele de fabricație convenționale. De exemplu, în loc să frezeze o piesă de prelucrat dintr-un bloc solid, fabricarea aditivă construiește piesa strat cu strat din materialul furnizat sub formă de pulbere fină. Pot fi utilizate diferite metale, materiale plastice și materiale compozite.

Fabricarea aditivă este relevantă în multe domenii și pentru numeroase industrii. Fie că este folosit pentru construirea de prototipuri vizuale și funcționale sau în serie mici și mijlocii - și din ce în ce mai mult pentru producția de serie, această metodă oferă avantaje notabile, pe care metodele convenționale nu le pot obține. Dezvoltarea produselor și intrarea pe piață pot fi accelerate semnificativ, personalizarea agilă a produsului și integrarea funcțională pot fi realizate mai rapid și la un cost

mai mic. În acest fel, fabricarea aditivă oferă producătorilor OEM mari dintr-o mare varietate de industrii oportunitatea de a se diferenția pe piață în ceea ce privește beneficiile clienților, potențialul de reducere a costurilor și obiectivele de sustenabilitate [54].

În ultimul deceniu, mai multe companii auto adoptă imprimarea 3D. Rolul imprimării 3D nu este pentru consumatorul obișnuit, deoarece nu vedem mașini imprimate 3D pe drum. Rolul real vine atunci când ne uităm la procesele de producție și testare

Avantaje:

- ⇒ Capacitatea de a dezvolta produse mai complexe și de calitate superioară
- ⇒ Cost rentabil, personalizare rapidă și timp mai rapid de lansare pe piață
- ⇒ Inițiative guvernamentale de susținere
- ⇒ Scăderea prețului imprimantelor desktop

Capcane și provocări:

- ⇒ Incapacitatea de a produce piese și componente mai mari
- ⇒ Lipsa unor profesioniști calificați
- ⇒ Preocupări de proprietate intelectuală

IMPRIMAREA 3D SAU FABRICAREA ADITIVĂ este o tehnologie care a revoluționat industria auto. Progresele semnificative în domeniu în ultimul deceniu au transformat procesele de proiectare, dezvoltare, producție și distribuție din sector. Au făcut loc modelelor noi, produselor mai ușoare și mai sigure, timpilor de livrare mai scurți și costurilor mai mici, crescând funcționalitatea și valoarea produselor existente. Conceptul pare nou, dar există de peste 30 de ani. Implica un proces în care datele de proiectare 3D descrise într-un fișier digital sunt folosite pentru a dezvolta o componentă prin depunerea materialelor în straturi. Materialele utilizate în imprimarea 3D includ o gamă largă de metale, materiale plastice și compozite [55].

Există o serie de motive pentru care imprimantele 3D sunt atât de utile în această industrie:

PREȚUL În primul rând, fabricarea pieselor cu rulare redusă sau unică este incredibil de costisitoare dacă utilizați prelucrarea tradițională.

Există un cost asociat cu achiziționarea de materie primă, instalarea mașinilor, învățarea despre piesă și, în final, realizarea acesteia. Cu atelierele tradiționale de mașini, costul „pe unitate” scade pe măsură ce faci din ce în ce mai mult. Piesele unice au cel mai mare cost posibil „pe unitate”. Pentru majoritatea mașinilor de serie, vor folosi producția în vrac pentru a elimina sute de mii de piese. Înainte de producția finală, în timpul etapelor inițiale, acești producători ar putea avea nevoie doar de 10 sau 20 de piese cu care să se joace. În loc să cheltuiască o sumă scandalosă pe un atelier de mașini, aceste companii pot folosi un atelier de imprimare 3D. O piesă care costă 5.000 USD pentru mașină ar putea costa doar 500 USD pentru imprimarea 3D.

VITEZA DE PRODUCERE Nu numai că piesele imprimate 3D sunt mai ieftine, dar sunt mai rapide de realizat. Piese auto pot fi foarte complicate, ceea ce înseamnă că prelucrarea lor poate necesita mult timp, energie și un mașinist talentat. În loc să aștepte termenele lungi ale prelucrării tradiționale, o companie de automobile poate apela la un atelier de imprimare 3D. Pentru piesele deosebit de complicate, acestea pot economisi săptămâni sau luni în timpul de livrare.

PROIECTARE ITERATIVĂ În timpul etapei de prototipare, există o mulțime de iterații care continuă. Designerii ar putea trece prin o duzină de prototipuri, fiecare cu mici ajustări de la versiunea anterioară. Aceste modificări au loc după ce se realizează prototipul și se testează.

Fiecare dintre aceste iterații are ca rezultat mai mulți bani și timp petrecut în așteptarea ca un mașinist să termine piesa. Cu o imprimantă 3D, un designer poate face modificări și poate face ca noua parte să înceapă imprimarea în aceeași zi.

TESTARE Cu zeci sau sute de dolari pentru a imprima 3D o piesă, se poate testa o idee pentru, de exemplu, un panou de ușă nou, ușor și de înaltă performanță, înainte de a trece la producția la scară largă.

IMPRIMARE 3D PENTRU O MAȘINĂ ÎNTREAGĂ

Imprimantele 3D pot folosi mai multe materiale diferite și pot imprima aproape orice poate fi fabricat altfel. Printr-o combinație de fibră de carbon, materiale plastice și metale, este ușor de vizualizat cum poate cineva să imprime 3D o mașină întreagă.

Totuși, imprimarea 3D nu este suficientă pentru componentele electrice, anvelope, motor și suspensie.

EXEMPLE IMPRIMARE 3D

Compania Local Motors și-a imprimat Strati 3D. Singurele părți care nu sunt imprimate 3D sunt motorul, bateria, suspensia și luminile. Întregul ansamblu poate fi imprimat în mai puțin de 24 de ore, obiectivul fiind un timp de imprimare sub 10 ore.

CONCEPT CAR IMPRIMAT 3D

Un alt exemplu remarcabil este Light Cocoon imprimat 3D de la EDAG. Acest proiect a început în 2015 și au creat cu succes câteva mașini concept imprimate 3D [56].



Figura 6.3. Light Cocoon imprimat 3D de la EDAG

<https://www.digitalengineering247.com/article/edags-light-cocoon-is-a-metamorphosis-for-car-design>

Un strat subțire acoperă scheletul sub formă de zăbrele al mașinii, ceea ce este posibil numai cu tehnologia de imprimare 3D. EDAG Light

Cocoon combină structura vehiculului imprimată 3D cu un panou exterior textil rezistent la intemperii [57]. Actualul model de proiectare și producție a vehiculelor solicită ca mașinile să fie dezvoltate cu o structură metalică exterioară care este parte integrantă a cerințelor de încărcare. Inspirându-se din elemente naturale precum frunzele plantelor, EDAG a reimaginat relația, aducând funcționalitatea stratului exterior de piele metalic într-o structură osoasă scheletică cu capacitatea de a rezista forțelor. Designul Light Cocoon a rezultat într-o structură goală, asemănătoare unui păianjen, care găzduiește asamblarea profilelor de aluminiu de diferite grosimi. Cerințele de stabilitate au fost îndeplinite și echipa EDAG a obținut o economie de greutate de aproximativ 25% datorită abordării.

6.3.2 TENDINȚE ÎN FABRICAREA ADITIVĂ

Fabricația aditivă a făcut progrese semnificative în ultimii ani. Iată câteva dintre cele mai importante tendințe:

FABRICARE ORIENTATĂ CĂTRE APLICAȚII: prin optimizarea imprimantelor 3D, a perifericelor și a post-procesării, debitul este maximizat și costurile sunt reduse, făcând fabricarea aditivă economică.

BIOPRINTING: Această zonă a producției aditive câștigă amploare pe măsură ce se fac mai multe progrese în crearea de celule și țesuturi vii. Acest lucru are potențialul de a revoluționa lumea medicală, de la transplanturi de organe la medicina personalizată.

DIGITALIZARE: lanțul de aprovizionare fizic este conectat la un lanț de proces digital. Acest lucru permite lanțuri de aprovizionare mai colaborative, transparente și eficiente.

SISTEME HIBRIDE DE FABRICAȚIE: mașinile hibride care combină tehnici de fabricație aditivă și subtractivă devin din ce în ce mai populare. Aceste mașini permit fabricarea simultană aditivă (adăugarea de material) și fabricarea subtractivă (înlăturarea materialului) pentru a obține o calitate mai bună a suprafeței și a pieselor mai precise.

PRODUCȚIE ÎN MASĂ: deși fabricarea aditivă a fost folosită în mod tradițional pentru prototipare și producție de volum redus, există un

interes din ce în ce mai mare pentru utilizarea producției aditive pentru producția de masă. Progresele în viteza de imprimare, automatizare și controlul proceselor fac acest lucru din ce în ce mai posibil.

IMPRIMARE 3D METAL: Imprimarea metal XNUMD crește rapid pe măsură ce mai multe industrii - de la auto la industria aerospațială - descoperă beneficiile fabricării de piese metalice complexe.

IMPRIMARE 3D CU MAI MULTE MATERIALE: imprimarea cu mai multe materiale în același timp devine din ce în ce mai comună. Ca rezultat, produse cu proprietăți fizice diferite pot fi produse într-un singur proces de imprimare.

SUSTENABILITATE: Odată cu preocupările tot mai mari cu privire la impactul producției asupra mediului, materialele și procesele mai ecologice devin din ce în ce mai importante în imprimarea 3D.

DEZVOLTARE SOFTWARE: Îmbunătățirea software-ului pentru imprimarea 3D este esențială pentru avansarea producției aditive. Aceasta include soluții pentru proiectare, simulare, managementul proceselor și controlul calității.

FORMARE ȘI EDUCAȚIE ÎMBUNĂTĂȚITE: Pe măsură ce producția aditivă continuă să crească, există o nevoie tot mai mare de profesioniști calificați în acest domeniu. Prin urmare, programele educaționale și certificările pentru fabricarea aditivă devin din ce în ce mai importante.

6.3.3 PIESE AUTO IMPRIMATE 3D

Nu există o mulțime de piese imprimate 3D care să ajungă într-o producție finală. Asta nu înseamnă că piesele imprimate 3D sunt proaste, este doar greu să le imprimi la scara pe care o caută producătorii de automobile.

ÎN LABORATORUL DE TESTARE

Majoritatea pieselor imprimate apar în timpul fazelor de prototipare și testare. De exemplu, echipa de F1 a lui Alfa Romeo imprimă 3D modele la scară redusă. Ei duc piesele în miniatură într-un tunel de testare pentru a vedea cât de aerodinamică ar fi mașina. Această opțiune este mult mai ieftină, mai rapidă și mai ușoară decât fabricarea unui model la scară

completă, apoi testarea acestuia. Același lucru se realizează și pentru testele de stres, testele de asamblare și situațiile dinamice pentru piesele auto.

FORD folosește imprimante 3D pentru a face unelte, dispozitive și accesorii pentru vehiculele lor. Sunt folosiți ca etape periferice în procesul final de producție. Fabricarea unei mașini ar putea necesita o mulțime de instrumente unice, unice. În loc să plătească o terță parte cu preț mare, aceste echipe decid să-și imprime propriile instrumente interne.

ÎNLOCUIRE PIESE PENTRU MAȘINI CLASICE

Chevelle, de exemplu, a închis liniile de producție din 1977, astfel că se găsesc cu mare dificultate piese, cum ar fi, de exemplu, un înlocuitor pentru mânerul rupt al manivelei geamului. Alternativ, piesa poate fi imprimată 3D utilizând dimensiunile OEM, rezultând o piesă cvasi-OEM că este mult mai ieftină decât o piesă OEM adevărată [58].

6.3.4 EXEMPLE DE UTILIZARE A IMPRIMANTELOR 3D

Pe măsură ce imprimantele 3D devin mai ieftine, mai rapide și mai precise la operare, mai multe industrii le găsesc o utilizare. Una dintre marile industrii care au fost îndrăgostite de imprimantele 3D în ultimul deceniu este industria auto. Unele dintre cele mai mari nume din lumea automobilelor au folosit această tehnologie pentru a domina concurenții lor [59]. Unele dintre marile companii care folosesc imprimante 3D sunt: BMW, Audi, Porsche, Ford, Volvo, Bugatti, GM, Rolls Royce, Daihatsu, VW, echipa de F1 a Alfa Romeo.

SAUBER poate imprima piese precum aripile din față, canalele de frână, suspensiile și capacele motorului mult mai rapid, cu o flexibilitate mai mare a designului decât ar permite producția tradițională [60]

BMW este un exemplu notabil, folosind modelarea prin depunere prin topire pentru a produce unelte de mână pentru asamblare și testare ca o alternativă la metodele tradiționale de tăiere a metalelor, cum ar fi frezarea sau strunjirea. Datorită imprimării 3D, greutatea instrumentelor proiectate ergonomic a fost redusă cu 72%, făcând mai ușor de utilizat pentru lucrători și îmbunătățind funcționalitatea dispozitivului.

Cu imprimarea 3D, OEM-urile pot folosi software-ul CAD pentru a proiecta piese și apoi a imprima ei înșiși un prototip, economisindu-le atât timp, cât și bani. Anterior, OEM-urile externalizau procesul de prototipare către ateliere de mașini, ceea ce nu numai că a dus la costuri suplimentare, ci a durat și săptămâni pentru a produce o piesă. Mai mult, dacă piesa produsă avea nevoie de modificare (ceea ce în cele mai multe cazuri a făcut-o), atunci modelul modificat a fost trimis din nou la atelierul de mașini pentru producție, rezultând o repetare a întregului proces.

Datorită costurilor mai mici și a timpului de livrare, această tehnologie le-a oferit OEM-ilor flexibilitatea de a utiliza o flotă de imprimante pentru a încerca mai multe modele simultan, în loc să fie limitată la un design și apoi să repornească cu altul în cazul în care primul rezultat nu a îndeplinit așteptările.. Acest lucru i-a ajutat în mare măsură pe OEM să mărească nivelurile de calitate, deoarece nu pierd prea mult timp aplicând modificări design-urilor și apoi testându-le.

GM folosește tehnologii de imprimare 3D de diferite tipuri, cum ar fi sinterizarea selectivă cu laser (SLS) și stereolitografia (SLA), în procesele sale de proiectare, inginerie și fabricație și prototipuri rapide pentru aproximativ 20.000 de piese. **CHRYSLER** folosește imprimarea 3D pentru a prototipa o mare varietate de modele de oglinzi laterale și apoi pentru a-l selecta pe cel care arată și are cele mai bune performanțe. **FORD**, pe de altă parte, a fost unul dintre primii care au adoptat tehnologia de imprimare 3D. Are cinci centre de prototipare 3D, dintre care trei sunt în SUA și două în Europa. Compania produce aproximativ 20.000 de piese prototipuri pe an doar dintr-unul dintre aceste centre (Michigan, SUA).

Alți producători OEM, cum ar fi **MITSUBISHI** – care și-a cumpărat prima imprimantă 3D în 2013 – au adoptat cu întârziere această tehnologie.

În timp ce imprimantele 3D continuă să fie utilizate pe scară largă pentru prototipuri rapide în întreaga industrie, câțiva producători mari de vehicule au avansat în următoarele etape de adoptare a tehnologiei de imprimare 3D. Deși încă în stadiu incipient sau experimental, acești OEM au aplicat imprimarea 3D pentru a produce unelte de mână, accesorii și dispozitive pentru a spori eficiența producției la nivelul podelei. Ford, care

este unul dintre cei mai avansați utilizatori ai imprimării 3D, folosește această tehnologie pentru a produce instrumente de calibrare.

Liderii în utilizarea imprimării 3D, cum ar fi **FORD**, aplică, de asemenea, tehnologia la piese prototip care sunt atât de rezistente încât sunt instalate pe vehicule de testare în funcțiune. Compania folosește piese de motor, cum ar fi galeriile de admisie, de la imprimarea 3D a pulberii de silice albă, pentru a o instala în vehiculele sale de testare în funcțiune. Prin utilizarea prototipurilor tipărite 3D de componente, cum ar fi chiulasele și cilindrii de admisie, în vehiculele de testare, Ford reușește să evite necesitatea de piese turnate și scule de investiții și, la rândul său, economisește o cantitate semnificativă resurse financiare și de timp.



Figura 6.4. Modele și accesorii Ford pentru linia de producție

Un alt progres în imprimarea 3D cuprinde utilizarea de materiale noi și inovatoare. În timp ce majoritatea companiilor folosesc pulbere de silice, rășină și nisip, puțini OEM inovează cu formarea pieselor de testare din plastic transparent. Acest lucru le permite să valideze design-urile, deoarece echipa poate vizualiza ceea ce se întâmplă în interiorul piesei.

CHRYSLER folosește plastic transparent în prototipul 3D al diferențialului și al caselor de transfer. Prin introducerea uleiului, aceștia pot monitoriza dacă angrenajul rămâne bine lubrifiat sub designul/modelul prototip.

Utilizarea metalului ca material de imprimare este o inovare care, deși este încă în stadiu incipient, este folosită de OEM-uri precum **BMW**

pentru a imprima 3D (folosind tehnologia SLM) o pompă metalică pentru roată de apă pentru mașina sa de curse DTM.

Producătorul de piese auto, **JOHNSONS CONTROLS AUTOMOTIVE SEATING**, folosește, de asemenea, imprimante 3D pentru a imprima piese metalice care au forme complexe și sunt dificil de produs folosind sudarea tradițională.

Odată cu aceste noi aplicații care au luat cu asalt industria, mai mulți OEM investesc din ce în ce mai mult și explorează utilizările producției aditive. Deși puține companii au întârziat în adoptarea producției 3D inițial, este de așteptat ca în curând să fie la curent cu progresele în utilizarea acestei tehnologii, având în vedere beneficiile holistice pe care le oferă.

BUGATTI preferă titanul pentru anumite componente datorită caracteristicilor de înaltă performanță ale materialului, dar prelucrarea metalului prin metode convenționale este costisitoare și provocatoare. Utilizarea imprimării 3D nu numai că i-a permis lui Bugatti să producă etrierul la scara necesară, dar și-a crescut potențialul de performanță, reducând masiv greutatea componentei, făcând-o în același timp considerabil mai rigidă și mai puternică decât alternativa de producție convențională (aluminu).



Figura 6.5. Etrierul de frână monobloc cu opt pistoane de la Bugatti este cea mai mare piesă de mașină funcțională din titan imprimată 3D din lume.

<https://www.bugatti.com/media/news/2018/world-premiere-brake-caliper-from-3-d-printer/>]

Un alt exemplu ^[61, 62] este **CZINGER 21C IMPRIMAT 3D**. În Figura 6.6. este reprezentată o vedere în interiorul compartimentului motor al lui Czinger 21C, arătând în mod clar modul în care potențialul fabricației aditive metalice a fost puternic valorificat în întreaga mașină, de la șasiul vehiculului până la componentele de frână, suspensie și evacuare.



Figura 6.6. _ Vedere din interiorul compartimentului motor al Czinger 21C

[Sursa: Czinger Vehicles]



Figura 6.7. Structura din spate asamblată, care arată măsura în care fabricarea aditivă a metalelor a fost utilizată pe 21C

[Sursa: Czinger Vehicles]



Figura 6.8. Structurile de siguranță din față, suspensiile și sistemele de frânare, toate care folosesc inteligența artificială pentru a optimiza designul componentelor pentru performanță, profitând în același timp de oportunitățile prezentate de AM

[Sursa: Czinger Vehicles]

6.3.4.1 FABRICĂ DIGITALĂ PENTRU STRUCTURI COMPLEXE

Proiectare pentru autovehicule [63] propusă de Divergent Technologies Inc. a introdus o soluție revoluționară de fabrică digitală pentru structuri complexe pe care firma o prezintă ca o metodă de înlocuire pentru fabricarea tradițională a vehiculelor. Sistemul de producție adaptiv divergent (DAPS) este o soluție de fabrică digitală modulară care își propune să transforme economia producției auto și impactul asupra mediului.

Soluția **SOFTWARE ȘI HARDWARE COMPLET INTEGRATĂ** și procesul brevetat combină software-ul de proiectare generativă optimizat cu inteligență artificială, imprimarea 3D și asamblarea automată pentru a construi piese și cadre ușoare pentru automobile.

DAPS adoptă o abordare bazată pe date pentru proiectarea și construirea structurilor vehiculelor cu scopul de a minimiza utilizarea materialelor și de a reduce costul total al sistemului. Pe baza unui set de cerințe digitale ca intrare, software-ul de proiectare optimizează greutatea, rezistența și costul modelelor de vehicule, iar piesele sunt imprimate 3D și asamblate autonom, reducând timpul de fabricație și

nevoia de intervenție umană. Sistemul oferă, în esență, o abordare fără instrumente a construcției de mașini, utilizând aceeași infrastructură hardware pentru a permite iterații rapide de proiectare sau comutări fără întreruperi între diferite modele de mașini, fără timpi de nefuncționare.

Procesul DAPS agnostic de proiectare este mai puțin consumator de energie și resurse, oferind structuri mai eficiente mai rapid. Procesul poate promova, de asemenea, reducerea greutateii vehiculelor între 20% și 70%, susțin oficialii, ceea ce duce la îmbunătățiri ale eficienței vehiculelor.

6.3.4.2 PROIECTAREA HOLISTICĂ A UNUI SISTEM EPOWERTRAIN

Experții Hexagon în inginerie a sistemului de propulsie au fost activi în proiectarea și dezvoltarea de ePowertrains pentru vehicule electrice de peste un deceniu, lucrând cu OEM-uri auto, Tier 1 și Start-up-uri, deoarece electrificarea s-a dezvoltat în sector de la soluții hibride la soluții pur electrice. Hexagon va explica modul în care adoptarea unei abordări de inginerie a sistemelor condusă de analiză pentru proiectarea ePowertrains pentru vehicule electrice permite identificarea și dezvoltarea soluției globale optime de la început și ajută echipele de ingineri să înțeleagă implicațiile deciziilor de proiectare asupra întregului produs prin procesul de dezvoltare, pentru a atenua riscurile problemelor legate de integrarea sistemului în etapele ulterioare. Acest proces va fi explorat printr-un proiect orientativ din viața reală pe care experții Hexagon l-au livrat, ilustrând de ce au fost luate deciziile și rezultatele acestora.

6.3.5 MATERIALE UTILIZATE ÎN IMPRIMAREA 3D AUTO

PLASTICUL este specific imprimării 3D. Pot fi realizate piese masive de până la 60" x 29" x 22", care nu sunt la fel de puternice ca metalele, dar sunt mai puțin costisitoare.

OȚELUL INOXIDABIL oferă rezistență ridicată, flexibilitate scăzută și rezistență la coroziune; oțelul inoxidabil imprimat 3D se poate folosi pentru a realiza matrițe pentru produse turnate.

MARAGING STEEL este utilizat în mod obișnuit pentru sculele de turnare prin injecție. Acestea ajută producătorii auto să producă piese din plastic în vrac. De obicei, este mai puțin costisitor și mai rapid să faci matrița prin imprimare 3D în loc de prelucrarea tradițională.

BLUESTONE Bluestone este un material de construcție care este un nanocompozit stabil de inginerie. Este perfect pentru prototipare pentru aerodinamică sau drag pe un model la scară pentru automobil sau bicicletă.

Imprimarea 3D este folosită din ce în ce mai mult în industria auto. Companiile pot prototipa, testa idei și pot face execuții cu loturi mici mai ieftine, mai rapide și mai precise decât cu un atelier de mașini tradițional.

7 MATERIALE SUSTENABILE ÎN INDUSTRIA AUTO

7.1 PREZENTARE GENERALĂ A MATERIALELOR SUSTENABILE UTILIZATE ÎN PRODUCȚIA DE AUTOMOBILE

Producția de automobile se bazează pe o varietate de materiale pentru a satisface cerințele de siguranță, performanță și durabilitate.

Materialele cheie utilizate astăzi sunt:

OȚELUL. Oțelul de înaltă rezistență este folosit pe scară largă în cadrele vehiculelor și structurile caroseriei pentru rezistența și durabilitatea sa. Oferă o protecție excelentă împotriva accidentelor. Oțelul **avansat** de înaltă rezistență oferă o rezistență și mai mare și permite componente mai subțiri și mai ușoare, îmbunătățind eficiența combustibilului fără a compromite siguranța.

ALUMINIUL Aliajele de aluminiu sunt folosite pe scară largă în panourile caroseriei, componentele motorului și roților datorită greutății reduse și rezistenței la coroziune. Acestea determină reducerea greutății totale a vehiculului, sporind eficiența consumului de combustibil și performanța.

MASE PLASTICE ȘI COMPOZITE

Materialele termoplastice sunt utilizate în mod obișnuit în componentele interioare, barele de protecție și tablourile de bord. Sunt ușoare, rezistente la impact și pot fi turnate în forme complexe.

Masele plastice armate cu fibre de carbon au raport ridicat rezistență-greutate și sunt utilizate în vehicule de înaltă performanță și componente structurale. În ciuda costului ridicat, oferă reduceri semnificative de greutate și rezistență.

Materiale plastice armate cu fibră de sticlă sunt mai rentabile decât masele plastice armate cu fibre de carbon și sunt utilizat în diferite piese nestructurale și semistructurale.

ALIAJELE DE MAGNEZIU. Ușoare și puternice, aliajele de magneziu sunt utilizate în diverse aplicații, cum ar fi carcasele de transmisie și

blocurile motoare. Contribuie la reducerea generală a greutății și la îmbunătățirea eficienței combustibilului.

ALIAJELE DE TITAN sunt utilizate în vehicule de înaltă performanță și de lux, în special în sistemele de evacuare, biele și arcurile supapelor. Titanul este apreciat pentru rezistența sa ridicată, greutatea ușoară și rezistența la temperaturi ridicate și coroziune.

STICLA. Sticla laminată este folosită pentru parbrize, oferind siguranță. Sticla câlită este folosită în geamurile laterale și din spate, care se sparge în bucăți mici, mai puțin periculoase la impact.

CAUCIUCUL sintetic este folosit la anvelope, garnituri, garnituri și diverse alte componente. Oferă flexibilitate, durabilitate și rezistență la diverși factori de mediu.

CERAMICA. Acoperirile ceramice se aplică diferitelor componente pentru rezistență la căldură și durabilitate, cum ar fi sistemele de evacuare și discurile de frână. Ceramica avansată este, de asemenea, utilizată în unele părți ale motorului pentru toleranța la temperatură ridicată.

MATERIALELE NATURALE, cum sunt lemnul și pielea se folosesc în interioarele autovehiculelor de ultimă generație și de lux pentru atractivitate estetică și confort.

MATERIALE PENTRU DURABILITATE

Materialele plastice, metalice, sticla și compozite reciclate sunt folosite din ce în ce mai mult pentru a spori durabilitatea.

Deasemenea, cercetarea și dezvoltarea abordează intensiv utilizarea bio-materialelor precum fibrele naturale și rășinile pentru a reduce impactul asupra mediului. În industria auto, materiale sunt selectate având în vedere cerințele specifice, cum ar fi greutatea, rezistența, costul și impactul asupra mediului în concordanță cu producerea de vehicule mai sigure, mai eficiente și durabile.

7.1.1 TENDINȚE ÎN CONSUMUL DE MATERIALE PLASTICE ÎN INDUSTRIA AUTO

Rolul plasticului în proiectarea și fabricarea autovehiculelor este esențial, cu reglementări stricte și schimbarea obiceiurilor consumatorilor care conduc la cererea pentru vehicule mai accesibile, mai ușoare și mai eficiente din punct de vedere al consumului de combustibil. Eficiența consumului de combustibil a devenit una dintre cele mai importante caracteristici în designul autovehiculelor datorită creșterii prețurilor la combustibil și a reglementărilor de mediu mai stricte. Acest lucru, combinat cu cererea mare de vehicule auto, precum și cu creșterea venitului disponibil în economiile emergente, va continua să stimuleze cererea de materiale plastice în industria auto. Cu toate acestea, în timp ce unele materiale pot câștiga în urma schimbărilor recente din industria auto, altele se vor găsi de partea învinsă, cu implicații serioase pentru producătorii de plastic la nivel global și în CCG [64].

În prezent, într-un vehicul există aproximativ 30.000 de piese, dintre care 1/3 sunt din plastic. În total, aproximativ 39 de tipuri diferite de materiale plastice și polimeri de bază sunt folosite pentru a face un automobil. Peste 70% din plasticul folosit în automobile provine din patru polimeri: polipropilenă, poliuretan, poliamide și PVC.

Plasticul a devenit unul dintre materialele cheie necesare pentru structura, performanța și siguranța automobilelor în ultimii ani, creșterea consumului de plastic fiind determinată de tendințele de ponderare ușoară pentru eficiența consumului de combustibil și, în consecință, de emisii mai scăzute de gaze cu efect de seră. Proprietățile de absorbție ridicate ale materialelor plastice permit, de asemenea, vehiculului să îndeplinească standarde de siguranță mai stricte, în timp ce utilizarea materialelor plastice de inginerie permite reducerea la minimum a masei pieselor utilizate în vehicule, deoarece acestea oferă mai multă libertate de proiectare în comparație cu metalele.

Plastics Applications in Automotive Parts



Figura 7.1. Aplicații din materiale plastice în piese auto

[<http://adapt.mx/plastics-in-the-automotive-industry-which-materials-will-be-the-winners-and-losers/>]

7.1.2 IMPACTUL VEHICULELOR ELECTRICE ASUPRA CONSUMULUI DE POLIMERI

Apariția și creșterea rapidă a vehiculelor rutiere cu propulsie electrică constituie o problemă cheie de luat în considerare atunci când se evaluează perspectivele auto și pentru cererea rezultată de polimeri. În timp ce numărul total de vehicule electrice (EV) rămâne la un nivel scăzut la scară globală, electrificarea parcului de vehicule a câștigat un impuls semnificativ în ultimii ani, susținută de stimulente de reglementare, schimbarea percepției consumatorilor și dezvoltarea unui număr mare de modele electrice la prețuri accesibile. de industria auto. În ciuda tendinței de creștere a vehiculelor electrice, automobilele care sunt alimentate cu motoare cu combustie internă (ICE) vor rămâne o proporție semnificativă a parcului de vehicule, inovația în polimeri fiind condusă de creșterea eficienței combustibilului.

Designul vehiculului EV nu este radical diferit de un vehicul tradițional ICE, principala diferență fiind în designul și utilizarea materialelor sub capotă. Cu toate acestea, vehiculele electrice nu vor avea sistem de alimentare cu combustibil, pompă, rezervoare, cabluri de conectare etc.

Pe măsură ce pătrunderea pe piață a vehiculelor electrice crește, consumul de polycarbonat (PC) este de așteptat să crească într-un ritm mai rapid, deoarece PC-ul va fi utilizat în senzori și în LED-urile din mașină.

Aplicarea componentelor polimerice în transmisia motorului se intensifică pe măsură ce producătorii reduc costurile și greutatea. Dar, consumul de polimeri proiectați este contrabalansat de accentul pus de industrie pe greutatea ușoară, rezultând componente mai mici și mai ușoare. Greutatea redusă a acumulatorului în vehiculele electrice este văzută ca o altă tendință importantă care va permite vehiculelor electrice să concureze cu mașinile care utilizează un motor cu ardere internă. Întreaga structură a pachetului de baterii oferă oportunități de greutate redusă cu utilizarea polimerilor de inginerie și compozite.

7.1.3 MODIFICĂRI ÎN MODELELE CERERII DE POLIMERI

Creșterea consumului de materiale plastice precum polipropilena (PP) și poliuretanul (PU) în ultimii ani a fost parțial compensată de scăderea consumului de materiale plastice tehnice, PP și PU rEPRezentând aproximativ 50% din consumul total de plastic în vehicule. Consumul de materiale plastice tehnice este de așteptat să scadă din cauza necesității mai mici ale acestor materiale plastice în aplicațiile de sub capotă pentru vehiculele electrice, deoarece rezistența la temperaturi ridicate a polimerilor de inginerie nu este necesară în aceeași măsură ca și în cazul motoarelor cu ardere internă. În schimb, poliamidele vor fi folosite pentru suporturile și carcasele bateriei din vehiculele electrice.

Cererea de polipropilenă va continua să crească pe măsură ce va găsi noi aplicații în interiorul și exteriorul mașinii și sub capotă înlocuind unele piese metalice. În plus, creșterea va fi stimulată și de creșterea producției de vehicule electrice, care va necesita piese mai ușoare pentru a ajuta la compensarea greutății bateriilor grele. Consumul de PE a rămas constant, deoarece rezervoarele de gaz HDPE au pătruns deja pe piața rezervoarelor de benzină, înlocuind oțelul în țările dezvoltate. Vehiculele electrice pot folosi mai mult PE în piesele motorului, deoarece

performanța la temperatură ridicată a polimerilor de inginerie nu este necesară la motoarele electrice cu baterii.

Consumul de ABS este de așteptat să scadă, deoarece polistirenul și compozitele PP cu proprietăți îmbunătățite continuă să înlocuiască ABS în părțile decorative din interior, care a fost în mod tradițional dominat de ABS, în special în Statele Unite, datorită luciului materialului. Prețul ridicat al ABS a susținut și înlocuirea cu polipropilenă la prețuri mai mici.

La unele automobile de ultimă generație, consumul de ABS va crește pentru interior, consumatorii care necesită un design de calitate superioară. Cu toate acestea, consumul total, în special în America de Nord și Europa de Vest, va fi contracarat de o reducere a dimensiunii anumitor module, precum grila frontală, scăzând la rândul său consumul de ABS. Creșterea policarbonatului va fi condusă de aplicația emergentă în senzorii auto (lentile) din vehiculele autonome, susținută de cerințele continue de electrificare și iluminare în vehiculele tradiționale.

7.2	PROIECTAREA DE BOMATERIALE, RECUPERABILE	DE VEHICULE MATERIALE	DURABILE RECICLATE	CU ȘI
-----	--	-----------------------	--------------------	-------

Pentru industria auto, implementarea ecodesignului, respectiv utilizarea resurselor care sunt regenerabile, durabile și reutilizabile sub alte formereprezintă o provocare considerabilă [65]. De exemplu, pentru Groupe Renault, este o problemă de proiectare a vehiculelor durabile cu materiale reciclate și recuperabile. Mai precis, pentru vehiculele electrice, este vorba despre găsirea unei a doua durate de viață pentru bateriile care nu mai sunt utilizabile, de exemplu pentru stocarea energiei regenerabile sau furnizarea de energie pentru clădiri. Teoretic, un material poate fi folosit pentru a face piese de vehicul dacă este disponibil comercial, poate fi fabricat cu o tehnologie disponibilă și îndeplinește cerințele de performanță [66].

Plută, fibră de cocos, zaț de cafea – industria auto se îndepărtează de materialele tradiționale greu de reciclat. În schimb, accentul se mută către resurse mai durabile. În timp ce electromobilitatea este cheia pentru

reducerea emisiilor de carbon, produsele care intră într-o mașină contează și ele [67].

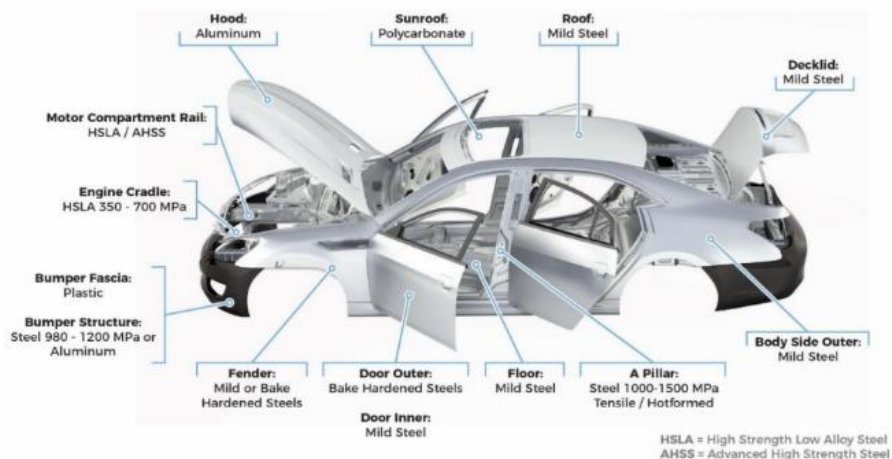


Figura 7.2. Materialele utilizate frecvent pentru componentele majore ale structurii vehiculelor din flota actuală

[Foaie de parcurs CAR Research-Automotive Technology (2017)
https://www.cargroup.org/wp-content/uploads/2018/01/Technology_Roadmap_Combined_23JAN18.pdf]

Materialele ușoare pentru automobile se referă la materialele care prezintă un raport mare rezistență-greutate, proprietăți superioare de rezistență la coroziune și o flexibilitate substanțială de proiectare, găsindu-și astfel aplicabilitatea în sistemele și componentele auto. În ultimii ani, cerința de minimizare a greutății și creștere a eficienței combustibilului se aliniază și noilor reglementări de mediu.

SIGURANȚĂ ÎMBUNĂTĂȚITĂ ȘI PERFORMANȚĂ RIDICATĂ A VEHICULULUI

Materialele ușoare au caracteristici de greutate redusă la un nivel semnificativ, împreună cu rezistență ridicată în comparație cu materialele tradiționale, care sunt factori cruciali în procesul de fabricație a vehiculului. Mai mult, în epoca actuală a soluțiilor avansate de mobilitate, mai multe dispozitive cu tehnologie de vârf pentru a răspunde nevoilor în schimbare ale consumatorilor de automobile. Sisteme precum

dispozitivele de siguranță, sistemele avansate de control al emisiilor și sistemele electronice integrate utilizează materiale ușoare pentru a îmbunătăți eficiența operațională, împreună cu reducerea greutății totale a vehiculelor.

PREȚUL MATERIALELOR Creșterea nevoii de materiale de înaltă rezistență și eficiență din punct de vedere al consumului de combustibil stimulează dezvoltarea auto, datorită schimbării cerințelor de design auto, adoptării tot mai mari de tehnologii conectate și schimbării perspectivei de mobilitate pe tot globul. Pentru a îndeplini aceste cerințe în schimbare ale producătorilor de automobile, compozitele și fibrele de carbon câștigă acțiune în ultimii ani. Cu toate acestea, materiale precum titanul, magneziul și compozitele armate cu fibră de carbon sunt asociate cu costuri ridicate.

ÎNCHEIEREA DE ACORDURI ȘI CONTRACTE CU OEM

Materialele ușoare pentru automobile sunt solicitate pe scară largă de producătorii de automobile și producătorii de componente pentru activitățile de producție de automobile. Această achiziție de materiale implică contracte și acorduri deschise între producătorii de autovehicule/OEM și producătorii de materiale ușoare pentru autovehicule. Se așteaptă ca lansarea soluției de materiale ușoare pentru automobile să fie realizată în viitor prin contracte și acorduri între utilizatorii finali și dezvoltatorii de materiale ușoare pentru automobile.

Grupurile motopropulsoare electrizante sunt o modalitate de a ajuta la decarbonizarea ciclului de viață al unui vehicul, dar trebuie făcut mai mult pentru a reduce emisiile de materiale. Firma de consultanță McKinsey estimează că 60% din emisiile din industria auto până în 2040 vor proveni din materialele utilizate în producție, așa că intensificarea eforturilor de decarbonizare în acest domeniu este esențială.

PIELE „VEGANĂ” Înlocuirea pielii cu alternative „vegane” se află în fruntea listei pentru mulți producători. Ideea nu este nouă, deoarece producătorii de mașini folosesc piele artificială sau sintetică de ani de zile. Dar companiile de automobile doresc să ducă acest lucru la următorul nivel, oferind opțiuni mai ecologice. Avantajul este că pielea vegană poate fi făcută din tot felul de resurse naturale, precum ciuperci

sau deșeuri de ananas, astfel încât potențialul de aprovizionare este mare.

Producătorul suedez de automobile Volvo a promis că va face gama sa de vehicule electrice prietenoasă cu materialele vegetale până în 2030, iar alți producători premium sunt dornici să exploreze și alternative durabile din piele. BMW colaborează cu Desserto, o companie care creează un biomaterial pe bază de cactus, care poate înlocui pielea în scaune și panouri. Materialul este certificat și ar putea ajuta la reducerea impactului asupra mediului în fabricarea produselor.

Produsul pe bază de plante, cunoscut sub numele de Deserttex, promite calitate, iar compania vizează mărcile premium pentru a le oferi un produs care să respecte standardele așteptate. Mărcile de automobile de lux au luat în considerare, deoarece Desserttex poate fi găsit în tapiteria conceptului Vision EQXX de la Mercedes-Benz.

Industria auto se îndreaptă spre o nouă lume de posibilități în jurul durabilității și mobilității – iar biotehnologia aplicată materialelor interioare poate contribui în mod semnificativ.

MATERIALE RECICLABILE Plasticul este un material cunoscut ca neprietenos cu mediul, dar producătorii de automobile pot să facă acest material mai durabil prin reciclare. Sticlele de polietilen tereftalat (PET) sau capacele de plastic aruncate și-au găsit drumul în interiorul vehiculelor, de la bord până la scaune din spumă și airbag-uri.

Plasticul rămâne un material popular pentru producătorii de mașini, deoarece reduce greutatea și costul vehiculelor, sporind și performanța. Aproximativ o treime din cele 30.000 de piese folosite la vehiculele noi sunt fabricate din plastic, astfel încât reciclarea produsului are sens din punct de vedere al mediului.

Audi este interesată de reciclarea plasticului auto și în anul 2022 s-a implicat într-un proiect pilot de reciclare a substanțelor chimice în Germania. Având în vedere că într-un model Audi se folosesc în medie 250 kg de plastic, compania consideră promițătoare reutilizarea deșeurilor de plastic amestecate.

Audi are în vedere întregul ciclu de viață al unei mașini, de la selecția materialelor în proiectare la materialele utilizate în producție și faza de utilizare până la reciclarea materiilor prime. Materialele ecologice joacă deja un rol major în modelele actuale.

Audi Q4 e-tron deține o proporție mare de materiale reciclate, cuprinzând până la 27 de componente care conțin material reciclat. Covorașele de la Audi e-tron GT sunt fabricate din econyl, care constă din fibre de nailon 100% reciclate, construite din deșeuri de producție sau plase de pescuit vechi. La Audi A3, până la 89% din materialul textil folosit provine din sticle PET reciclate.

În timp ce reciclarea materialelor poate fi inițial mai costisitoare, acest lucru poate fi compensat pe termen lung, cele mai valoroase materiale sunt cele care pot fi reciclate intens cu pierdere mică sau deloc de calitate.

ALTERNATIVĂ DIN PLASTIC

Producătorii de automobile își sporesc eforturile de decarbonizare cu vigoare, nu în ultimul rând pentru că consumatorii cer produse mai durabile. Dar materialele ecologice nu trebuie doar să fie „verzi”, ci și să fie atrăgătoare pentru ochi și să-și facă treaba fiind durabile.

8 TRANSFORMAREA DIGITALĂ ÎN INDUSTRIA AUTO

Transformarea digitală este un mijloc pentru OEM-urile de automobile și furnizorii de niveluri de a-și moderniza procesele pentru a crește eficiența operațională, a crea produse durabile și a oferi noi experiențe la care se așteaptă consumatorii. Transformarea digitală este o forță lider pe piața competitivă actuală și un factor cheie pentru inovare.

Odată cu utilizarea sporită a modelării și simulării, științei datelor, analizei și a altor tehnologii în proiectarea produselor, companiile conectează acum aceste tehnologii cu managementul ciclului de viață al produsului (PLM) și virtualizarea pentru a crea gemeni digitali parțial sau complet de produse. La rândul său, acest lucru poate duce la digitalizarea în continuare a lanțului de producție.

Un fir digital creează o buclă închisă între lumea digitală și cea fizică pentru a optimiza produsele, oamenii, procesele și locurile. Cu tehnologiile disponibile astăzi, un fir digital holistic acoperă întregul ciclu de viață al produsului care are loc în cadrul unei companii și se extinde către furnizori, clienți și produse și oameni din domeniu.

8.1 BENEFICIILE DIGITALIZĂRII ÎN INDUSTRIA AUTO

Pe măsură ce tehnologiile digitale evoluează, producătorii ajung din ce în ce mai mult la răscruce: să transforme și să dezvolte sau să rămână cu metodele încercate, testate și adevărate [68]. Transformarea digitală oferă multe **BENEFICII PE TERMEN LUNG**, inclusiv:

- ➔ Eficientizează gestionarea aprovizionării în producția de automobile și facilitați un lanț de aprovizionare conectat
- ➔ Cresște performanța vehiculului
- ➔ Extindere pe noi piețe cu piese auto sau vânzări de aprovizionare
- ➔ Oferă experiențe personalizate, omnicanal în vânzări și asistență clienți
- ➔ Oferă suport post-vânzare și monitorizează satisfacția clienților.

8.2 INTERNETUL LUCRURILOR ÎN INDUSTRIA AUTO

Aplicațiile IoT în industria auto sunt practic nesfârșite, datorită Industriei 4.0 și inteligenței artificiale. Liderii industriei auto pot folosi soluții IoT pentru a îmbunătăți eficiența vehiculelor și pentru a reduce impactul produselor lor asupra mediului. Încorporarea sistemelor de monitorizare IoT crește eficiența vehiculelor și îmbunătățește precizia în ceea ce privește întreținerea, comportamentul șoferului și navigarea [69].

INTERNETUL LUCRURILOR (IOT) este un termen folosit pentru a descrie o rețea de gadgeturi care comunică online. Acest lucru permite tehnologiei automobilelor sofisticate, cum ar fi electronicele, actuatorile și senzorii, să comunice între ele și cu alte vehicule conectate online.

Cu multe utilizări care urmează să apară pe măsură ce tehnologia se dezvoltă, capabilitățile moderne WiFi, datele de performanță a motorului și sistemele de control al temperaturii sunt doar vârful a ceea ce soluțiile IoT pot oferi pentru automobile. Industria auto dezvoltă soluții de ultimă oră folosind tehnologii IoT, inclusiv soluții pentru mașini conectate, ADAS, sisteme de infotainment în mașină, soluții de navigație și telematice, soluții de întreținere predictivă și aplicații Vehicle-to-Vehicle (V2V), Vehicle to Infrastructure (V2I), aplicații V2I) și aplicații de comunicare Vehicle to Everything (V2X).

Modul de interacționare și utilizare a vehiculelor evoluează datorită conexiunii IoT, senzorilor și dispozitivelor inteligente, edge computing, aplicațiilor mobile și serviciilor cloud. Implementarea aplicațiilor IoT în sectorul auto îmbunătățește performanța, scade costurile și facilitează controlul calității în proiectare.

APLICAȚII ALE IOT AUTO

GESTIONAREA FLOTEI: Un caz recent de utilizare IoT din sectorul auto, soluția de gestionare a flotei, oferă operatorilor de flote multe avantaje. Avantajul critic al aplicațiilor IoT din industria auto este conformitatea cu cerințele de mediu și siguranță, începând cu îmbunătățirea întreținerii și a logisticii pentru a monitoriza performanța șoferului.

Pe lângă urmărirea vehiculelor, monitorizarea consumului de combustibil, partajarea statisticilor privind performanța și sănătatea șoferului, trimiterea de alarme la ralanti, întreținerea preventivă și integrarea unui sistem de monitorizare a stării de service sunt toate utilizări extinse ale IoT în managementul flotei.

Senzorii IoT integrați în automobile dau semnale și declanșează alarme de avertizare pentru baterie scăzută, temperatura lichidului de răcire sau întreținerea motorului, cu o comunicare fiabilă cu rețelele celulare prin mai multe rețele, inclusiv 2G, 3G și 4G/LTE. Soluțiile IoT pentru sectorul auto permit managementului flotei să automatizeze diverse proceduri, inclusiv planificarea călătoriilor. În plus, acest lucru ajută sectorul managementului flotei să sporească satisfacția clienților prin livrare punctuală și servicii superioare.

TELEMATICĂ REALĂ PENTRU VEHICULE

Poziția, mișcarea, starea și comportamentul unui vehicul dintr-o flotă pot fi urmărite prin telematica vehiculului. O dezvoltare semnificativă a IoT în sectorul auto o reprezintă casetele inteligente conectate la cloud care conectează dispozitivele telematice pentru a oferi date în timp real despre starea vehiculului, sănătatea șoferului și optimizarea transportului. Vehiculele pot fi dotate cu componente electronice, conexiuni și hardware care le permit să vorbească și să interacționeze cu alte dispozitive atunci când IoT și telematica se unesc.

Utilizarea telematicii are mai multe beneficii, cum ar fi accesul de la distanță la datele de operare a vehiculului, limitele de viteză de la distanță, indicații pas cu pas cu informații îmbunătățite ale terților și avertismente de coliziune pentru vehicule pentru terți și pentru cei care răspund în caz de urgență.

VEHICUL CELULAR PENTRU ORICE (CV2X)

Aceste servicii necesită o conexiune, inclusiv cartografiere, divertisment și acces de la distanță la serviciile de urgență. O rețea celulară vehicul-to-totul (CV2X) este utilizată în cazul de utilizare IoT în industria auto pentru a conecta mașinile. Cu CV2X, există două moduri de operare: de la dispozitiv la dispozitiv și de la dispozitiv la rețea.

Comunicațiile vehicul-la-vehicul (V2V), vehicul-la-infrastructură (V2I) și vehicul-la-pieton (V2P) sunt posibile prin intermediul dispozitivului-la-dispozitiv (V2P). Prin evoluții precum evitarea coliziunilor, partajarea datelor referitoare la viteză, poziția și traseul printr-o singură rețea, alertând șoferul despre prioritatea/cronometrarea semnalelor de trafic și alertele de siguranță pentru pietoni și bicicliști, V2V, V2I și V2P permit autostrăzile conectate.

Raportarea și rutarea în timp real a traficului sunt posibile prin rețelele de la dispozitiv la suport pentru comunicarea vehicul-la-rețea (V2N) prin rețelele celulare, permițând încorporarea serviciilor cloud în aceste sisteme end-to-end.

ÎNTREȚINERE PREDICTIVĂ BAZATĂ PE IOT

Big Data, cloud computing, edge computing și senzorii lucrează împreună pentru a furniza tehnologii de colectare a datelor, analiză și predicție bazate pe instrumente de conexiune IoT. Evaluează probabilitatea de defecțiune a vehiculului, comunică datele prin cloud și alertează utilizatorul reducând defecțiunile și simplificând întreținerea.

Principalele beneficii ale sistemelor IoT auto cu întreținere predictivă:

- ☑ Determină orice defecțiuni ale componentelor înainte ca acestea să apară.
- ☑ Determină durata de viață utilă rămasă și eventualele reparații până la 75%.
- ☑ Măsoară performanța sistemului electric, ruta de navigație, temperatura și viteza.
- ☑ Reduc cheltuielile de operare, îmbunătățind în același timp siguranța

SISTEMUL DE INFOTAINMENT ÎN INTERIORUL VEHICULULUI

Rețelele mobile și aplicațiile inteligente oferă un spectru larg de infotainment în mașini, începând cu divertisment, telematică și navigație, la fel cum mulți producători auto lucrează cu Google și Apple pentru a oferi cazuri de utilizare IoT, cum ar fi infotainmentul în vehicul.

Exemple: Apple Carplay pentru divertisment auto de ultimă generație, Hărți Google pentru navigare și Asistent Google pentru asistență la conducere fără mâini.

MODUL ÎN CARE TEHNOLOGIA IOT AJUTĂ EFORTURILE DE SUSTENABILITATE ÎN SECTORUL AUTO

Monitorizarea locației vehiculului și a comportamentului șoferului [70]

Folosirea senzorilor IoT pentru a urmări locația vehiculului și a monitoriza comportamentul șoferului poate oferi informații în timp, împreună cu alerte instantanee care le permit managerilor să rezolve problemele și să optimizeze rutele, ajutând la minimizarea consumului de gaz și a timpului blocat în trafic.

De exemplu, furnizorul de software și managementul flotei [Astrata Europe](#) a creat o soluție numită VanLinc pentru a oferi urmărire și monitorizare în timp real pentru toate vehiculele dintr-o flotă. Fiecare vehicul este conectat la cloud folosind tehnologia celulară IoT SIM. Dincolo de urmărirea locației prin GPS, VanLinc poate oferi diverse servicii în funcție de nevoile individuale ale unei companii, de exemplu, integrarea cu sistemele de refrigerare pentru a menține cerințele lanțului de frig sau monitorizarea comportamentului șoferului și a performanței vehiculului pentru a asigura conformitatea cu standardele de reglementare.

Urmărirea detaliilor este cheia pentru maximizarea eforturilor de durabilitate în managementul flotei. Evenimente precum virajele de mare viteză și frânarea neașteptată pot fi programate pentru a declanșa alerte în majoritatea sistemelor de management al comportamentului șoferilor IoT, anunțând managerii și șoferii când există o problemă. Datele aruncă, de asemenea, lumină asupra consumului de combustibil și a consumului de energie, ajutând managerii să înțeleagă amprenta flotei lor și informând eforturile de sustenabilitate.

Activarea întreținerii predictive

Instalați în vehicule, senzorii IoT pot monitoriza starea diferitelor piese și sisteme, oferind date care permit managerilor de flote sau producătorilor

să anticipeze problemele mecanice și să adopte o abordare proactivă a întreținerii.

Partea operațională a flotei a unei organizații globale de vânzări și service, Scania Trucks utilizează senzori IoT pentru a urmări o serie de date despre vehicule, permițând diagnosticarea de la distanță atunci când este detectată sau prezisă o problemă. Proprietarii de flote sau șoferii accesează informațiile de diagnosticare printr-o aplicație mobilă sau un portal web, unde primesc alerte și analizează date pentru a planifica un serviciu. Accesul la aceste informații ajută la minimizarea timpului de nefuncționare și la menținerea vehiculelor să funcționeze fără probleme și eficient, reducând consumul de combustibil cu până la 10 la sută și reducând astfel costurile și emisiile.

Alternative electrice practice inovatoare

Preocupările legate de schimbările climatice îi motivează pe producătorii de vehicule să înlocuiască vehiculele pe gaz cu altele electrice. Numărul tot mai mare de vehicule electrice de pe piață creează necesitatea unui număr adecvat de stații de încărcare a vehiculelor, situate atât în mediul urban, cât și în cel rural. Furnizarea de conectivitate IoT pentru aceste stații este esențială pentru supraveghere și întreținere, dar conectivitatea în bandă largă este adesea limitată în zonele rurale și nu este necesară pentru a transmite cantitatea mică de date pe care aceste dispozitive le generează.

IONITY, cu sediul în Germania, construiește o rețea de 7.000 de stații de încărcare pentru EV în 24 de țări europene, cu scopul de a avea o stație la fiecare 150-200 de kilometri. Folosind conectivitatea celulară IoT, stațiile IONITY oferă clienților informații despre locația GPS și alte detalii prin intermediul aplicației lor pentru smartphone. Conectivitatea IoT permite, de asemenea, utilizatorilor să proceseze plăți securizate și să urmărească progresul vehiculului pe măsură ce se încarcă bateria. Având la dispoziție stații de încărcare fiabile, este posibil ca mai multe persoane și manageri de flotă să aleagă vehiculele electrice în locul vehiculelor pe gaz, contribuind la reducerea emisiilor de CO2.

CONECTIVITATEA IOT este un instrument incredibil de valoros pentru implementarea durabilității mediului în sectorul auto, împuternicind eforturile la fiecare nivel. Senzorii conectați oferă un spectru de date care, combinate cu puterea AI și a analizei predictive, oferă șoferilor o imagine precisă și exactă a performanței unui vehicul. Aceste cunoștințe pot maximiza eficiența și pot reduce emisiile în flotele de vehicule tradiționale – și pot influența consumatorii de la motoarele pe benzină, dezvăluind exact ce tip de performanță pot aștepta de la alternativele electrice.

IoT a devenit o tehnologie fundamentală pentru vehiculele de următoarea generație.

Puteți gestiona și accesa statisticile vehiculului dvs. cu o singură glisare în aplicație. Prognoza Business Insider estimează că cazurile de utilizare pentru IoT auto vor avea un potențial de cheltuieli de 267 de miliarde de dolari.

Cu capacitățile IoT și WiFi susținute de funcționalitatea 3G/4G/5G, industria auto intră într-o nouă fază și creează spațiu pentru o adoptare mai extinsă.

8.3 SENZORI VIRTUALI

Astăzi, vehiculele sunt dotate cu senzori care oferă informații cu mult dincolo de viteză și niveluri de combustibil, furnizând o cantitate amplă de informații despre starea vehiculului, indiferent dacă aceasta se aplică la asistența la parcare, presiunea anvelopelor, performanța motorului, consumul de combustibil, dinamica vehiculului, managementul termic și multe altele.

SENZORII AUTO SUNT ÎMPĂRȚIȚI ÎN MAI MULTE CATEGORII, în funcție de rolul pe care îl joacă în funcționarea vehiculului. Există mai multe tipuri de senzori folosiți în automatizări – care pot fi considerați esențiali, precum și senzori de monitorizare, fără de care mașina poate funcționa, dar care îmbunătățesc experiența de condus [71.]

SENZORI DE OXIGEN: Acești senzori ajută la controlul emisiilor poluante și a consumului de combustibil prin măsurarea nivelului de oxigen din gazele de eșapament. În vehiculele moderne, un astfel de set de senzori este montat pe galeria de evacuare, iar un alt set după convertizorul catalitic. În funcție de nivelul de oxigen detectat, computerul de bord va crește sau scade cantitatea de combustibil pompată în sistemul de injecție.

BENEFICIILE:

- asigură un consum optim de combustibil;
- prevenirea defecțiunii catalizatorului și a altor componente ale motorului;
- reduce emisiile de gaze poluante cu până la 90%.

SENZOR DE TEMPERATURA A COMBUSTIBILULUI

Combustibilul pompat în sistemul de injecție trebuie să fie la o anumită temperatură, iar acest senzor îi spune computerului de bord dacă a fost atinsă valoarea optimă. O temperatură prea scăzută determină arderea lentă din cauza densității crescute a combustibilului, în timp ce o temperatură prea ridicată determină arderea rapidă. Senzorul monitorizează constant combustibilul astfel încât acesta să fie pompat la temperatura optimă.

BENEFICIILE:

- previne creșterea consumului de combustibil;
- evita defectarea unor componente ale motorului;
- permite o alimentare constantă cu combustibil.

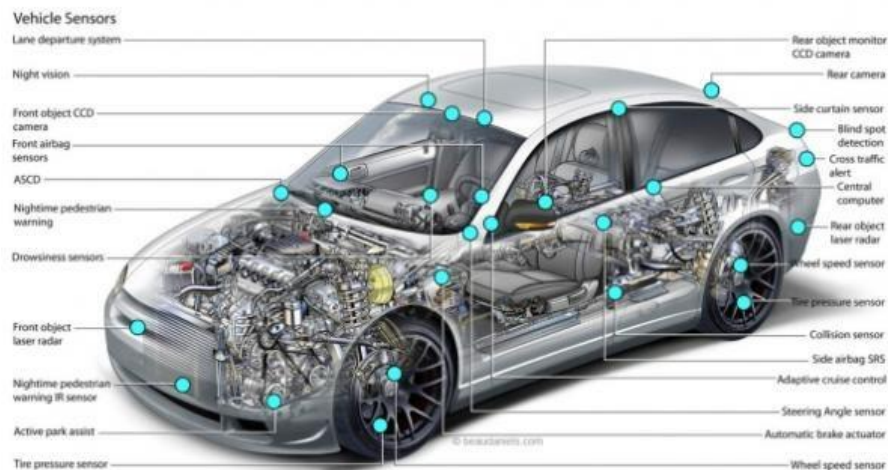


Figura 8.1. Amplasarea senzorilor pentru vehicul actual

În prezent, fiecare vehicul are aproximativ 60 până la 100 de senzori la bord și se preconizează că acest număr va crește. Pe măsură ce mașinile devin mai inteligente, analiștii prevăd că se estimează că numărul de senzori va ajunge la peste 200 de senzori per mașină până în 2020. (Sursa: Automotive Sensors and Electronics 2017).

200 de senzori pe mașină reprezintă 22 de miliarde de senzori utilizați în industria auto pe an. Nu e de mirare că tehnologia de detectare fizică este pe cale să-și atingă limitele.

Senzorii hardware sunt adesea considerați scumpi și au o speranță de viață redusă atunci când sunt expuși într-un mediu periculos (de exemplu, într-un motor).

În plus, senzorii fizici au costuri ridicate de proiectare și instalare din cauza condițiilor extreme la care trebuie să reziste, cum ar fi temperaturile limită sau locațiile greu accesibile. În consecință, senzorii pot să nu garanteze o ieșire fiabilă.

Senzorii virtuali oferă o alternativă valoroasă în acest sens. De exemplu, la departamentul de control al grupului motopropulsor al Renault-Nissan, pentru a se conforma standardelor Euro 6 și Euro 7, producătorul auto a luat decizii tehnice cu privire la arhitecturile motoarelor și strategiile sale de control.

Împreună cu echipa de servicii de inginerie și consultanță Simcenter, Renault-Nissan a realizat o sinteză a senzorilor și controlerelor virtuale în același timp, pentru a se pregăti pentru propulsoare de următoarea generație (motoare hibride, electrice și cu combustie internă).

Experții Simcenter Engineering au folosit metode de inteligență artificială, și mai precis rețele neuronale, pentru a selecta automat semnalele cele mai informative și pentru a le combina într-un senzor virtual.



Figura 8.2. Flux de lucru pentru sinteza senzorului virtual și controlerului

[<https://blogs.sw.siemens.com/simcenter/the-sense-of-virtual-sensors/>]

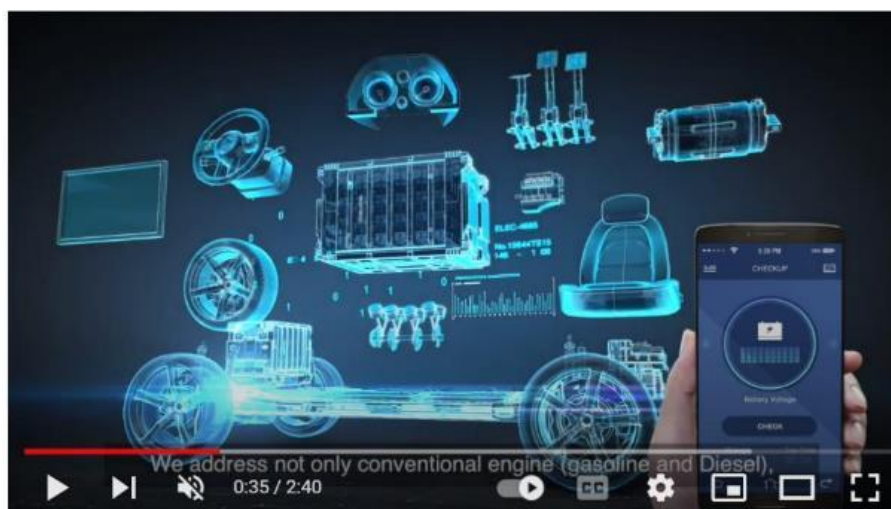


Figura 8.3. Renault | Cuplarea senzorilor virtuali cu inteligența artificială | Simcenter Amesim

[<https://blogs.sw.siemens.com/simcenter/the-sense-of-virtual-sensors/>]

Utilizând Simcenter Amesim pentru simularea în buclă închisă a modelelor de fabrică și a specificațiilor executabile ale controlerului, Renault-Nissan este acum capabil să verifice și să valideze sistemele de control față de cerințele funcționale la începutul procesului de proiectare.

8.4 GEMENI DIGITALI – DIGITAL TWIN

8.4.1 CONCEPTUL DE GEAMĂN DIGITAL

Conceptul și modelul geamănului digital au fost prezentate public pentru prima dată în 2002 de Michael Grieves, la o conferință a Societății Inginerilor de Producție din Troy, Michigan. Grieves a propus geamănul digital ca model conceptual care stă la baza managementului ciclului de viață al produsului (PLM) [72]. Conceptul de geamăn digital, a fost numit ulterior „geamănul digital” de către John Vickers într-un raport al NASA din 2010 [73].

Conceptul de geamăn digital se referă la trei aspecte distincte: obiectul sau procesul fizic și mediul său fizic, reprezentarea digitală a obiectului sau procesului și canalul de comunicare dintre reprezentările fizice și virtuale. Conexiunile dintre versiunea fizică și versiunea digitală includ fluxuri de informații și date care includ fluxuri de senzori fizici între obiectele și mediile fizice și virtuale. Conexiunea de comunicare este denumită fir digital.

Consiliul Internațional al Inginerilor de Sisteme susține că geamănul digital este un concept înrudit, dar distinct, cu ingineria digitală. Geamănul digital este un model de înaltă fidelitate al sistemului care poate fi folosit pentru a emula actualul sistem [74].

Inițiativa în evoluție a Strategiei de Inginerie Digitală a Departamentului de Apărare al SUA, formulată pentru prima dată în 2018, definește un geamăn digital ca o simulare multifizică, multiscală, probabilistică integrată a unui sistem as-built, activată de un fir digital, care utilizează cele mai bune modele disponibile, senzori, informații și date de intrare pentru oglindirea și prezicerea activităților/performancei pe durata de viață a geamănului său fizic corespunzător [75].

INDUSTRIA AUTO A FOST ÎMBUNĂTĂȚITĂ PRIN TEHNOLOGIA GEMENILOR DIGITALI

Gemenii digitali din industria auto sunt implementați prin utilizarea datelor existente pentru a facilita procesele și a reduce costurile marginale. În prezent, designerii de automobile extind materialitatea fizică existentă

prin încorporarea abilităților digitale bazate pe software. Un exemplu specific de tehnologie digital twin în industria auto este cel în care inginerii auto folosesc tehnologia digital twin în combinație cu instrumentul analitic al companiei pentru a analiza modul în care este condusă o anumită mașină. Procedând astfel, ei pot sugera încorporarea de noi funcții în automobil care pot reduce accidentele pe șosea, ceea ce anterior nu era posibil într-un interval de timp atât de scurt.

Gemenii digitali pot fi construiți nu doar pentru vehicule individuale, ci și pentru întregul sistem de mobilitate, unde oamenii (de exemplu, șoferi, pasageri, pietoni), vehicule (de exemplu, vehicule conectate, vehicule conectate și automate) și trafic (de exemplu, rețele de trafic, infrastructurilor de trafic) pot solicita îndrumare de la gemenii lor digitali desfășurați pe servere edge/cloud pentru a lua decizii în timp real.

8.4.2 DIGITAL TWIN PENTRU FIECARE ETAPĂ – EXEMPLU ALTAIR

Soluția dublă totală a firmei Altair permite organizațiilor să își transforme produsele, sistemele și procesele. Cu funcții care combină simulare de top, calcul de înaltă performanță (HPC), inteligență artificială (AI), analiză de date și capabilități de Internet of Things (IoT), echipele pot proiecta, construi, testa, optimiza, evalua scenarii ce-ar fi, performa întreținere predictivă și extinde durata de viață utilă rămasă (RUL) a produselor lor — fără a fi nevoie de prototipuri fizice. Capacitățile flexibile, conectate și soluțiile inteligente de dezvoltare a produselor Altair permit, de asemenea, evaluarea interfuncțională a sistemului, ce elimină surplusul de informații și blocajele de comunicare în timpul dezvoltării produsului. Cu aceste capabilități, organizațiile devin mai eficiente și pot implementa tehnologia gemenilor digitali atunci când și unde au nevoie de ea - prin oricare sau toate etapele ciclului de viață - de la proiectarea conceptuală de pre-producție până la performanța în serviciu.

8.4.2.1 GEMENI DE PRE-PRODUCȚIE

CONCEPTUL DE PROIECTARE În etapa de pre-producție, organizațiile pot implementa geamănul așa cum este specificat, care acoperă specificații și cerințe, dezvoltare și simulare. Acești gemeni ajută echipele să proiecteze, să analizeze și să optimizeze performanța în primele etape ale ciclului de viață a sistemului, fără a necesita prototipuri costisitoare.

DESIGN DETALIAT Pe măsură ce conceptele de sistem se maturizează în design detaliate, organizațiile pot implementa geamănul așa cum a fost proiectat pentru studii de validare, predicție de performanță în lumea reală și dezvoltare simplificată a produselor mecatronice. Echipele pot, de asemenea, să convergă simularea multifizică cu capacități avansate HPC, AI și de analiză a datelor într-un mediu unificat și coeziv.

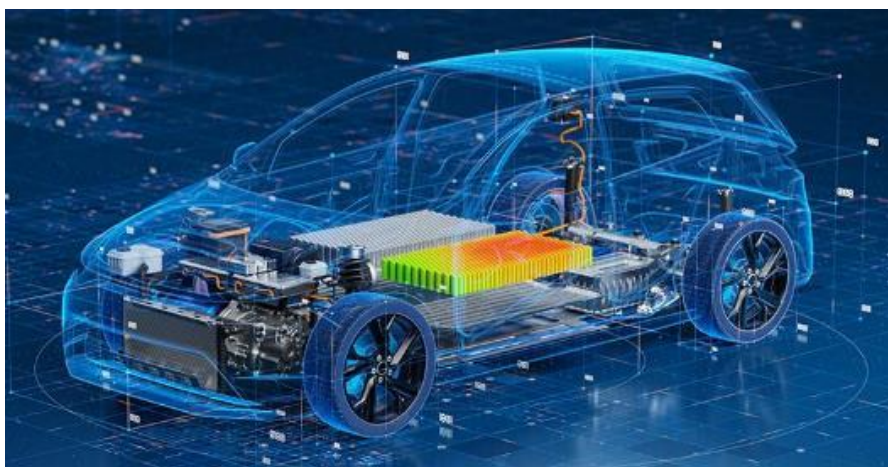


Figura 8.4. Proiectat geamă pentru studii de validare, predicție de performanță în lumea reală și dezvoltare simplificată a produselor mecatronice
[<https://altair.com/product-showcase>]

Produsele pentru pre-producție includ Altair Activate®, Altair® Inspire™, Altair Drive, Altair® HyperWorks®, Altair® PollEx™, Altair® Flux®, Altair Compose®, Altair® Feko®, Altair® PSIM™, Altair® EEvision™, XLDyn (prin Altair Partner Alliance) și serviciile de consultanță Altair.

8.4.2.2 GEMENI DE POST-PRODUCȚIE

Pentru sistemele care au ajuns în stadiul de producție, geamănul as-built ajută echipele să evalueze dinamica avansată a sistemelor virtuale în scenarii ce se întâmplă, să implementeze modelarea comenzii reduse (ROM), să detecteze sensibilitățile de proiectare și să rezolve eșecurile testelor. Organizațiile beneficiază de capabilități care permit simulări de realitate mixtă care duc la proiecte optime – în special în ceea ce privește structurile foarte mari sau situațiile care altfel sunt imposibil de evaluat în lumea reală. De asemenea, echipele pot rezolva eșecurile testelor prin simulare multicorp și controale și vizualizare în timp real.

DISPOZITIVE INTEGRATE ALE SISTEMELOR CONSTRUITE

Organizațiile pot folosi geamănul așa cum a fost fabricat pentru a evalua software-ul integrat, procesoarele și hardware-ul implicat cu controalele sistemului, cum ar fi driverul uman, ergonomia, imersiunea și realitatea virtuală. Echipele pot simula evenimente realiste și neașteptate, pot îmbunătăți funcționalitatea și ferestrele de operare și pot produce afișaje de înaltă fidelitate ale inovațiilor în medii interactive și realiste.

Produsele pentru post-producție includ Altair Embed®, Altair® MotionSolve®, Altair® HyperStudy®, Altair® Panopticon™, Design Explorer în interiorul Altair® DesignAI™, Vortex® Studio (prin Altair Partner Alliance) și serviciile de consultanță Altair.

8.4.2.2.1 Crearea unui geamăn digital inteligent pentru a optimiza performanța bateriei

Această prezentare și demonstrație live de la Altair și specialistul în baterii Danecca prezintă un Digital Twin care prezintă o rEPRezentare virtuală a unui acumulator fizic supus unui ciclu de lucru tranzitoriu. Digital Twin imită logica de control încorporată a hardware-ului pentru a gestiona încălzirea și răcirea sistemului în timpul evenimentului. Captarea fizicii complexe și a răspunsului sistemului cu Digital Twin în intervale de timp proporționale cu hardware-ul fizic sporește rolul simulării în cadrul comunității de dezvoltare a bateriilor din Marea Britanie. Bateria Digital Twin prezintă noi oportunități de explorare și inovare rapidă, holistică, a designului. (Această prezentare a făcut parte

din cel de-al doilea seminar Altair Northern UK și a fost filmată live la Newcastle, Marea Britanie, în decembrie 2022).

8.4.2.3 GEMENI ÎN SERVICIU

Digital-twin permite analiza predictivă și de întreținere a sistemelor aflate în funcțiune. Echipele pot folosi analiza în timp real a fluxului de date și învățarea automată pentru a optimiza performanța sistemului, a oferi rutine de întreținere ideale, a declanșa informații bazate pe detectarea anomaliilor, a determina RUL al unui sistem și multe altele. Această capacitate oferă informații rapide și în timp real despre starea sistemului, ceea ce ajută organizațiile să facă ajustări operaționale optime pentru a maximiza durata de viață a sistemului și pentru a evita defecțiunile.

Produsele pentru sistemele în funcțiune includ RapidMiner®, Altair® SmartWorks™, Altair SLC™, Altair® Monarch®, Altair® Knowledge Studio® și serviciile de consultanță Altair.

În centrul platformei de integrare a gemenilor digitali se află capacitățile software flexibile, agile și independente de furnizor, ce permit posibilitatea de a folosi gemeni digitali în producție și a îi conecta la date din lumea reală, în timp real. Această platformă oferă elementele esențiale pentru dezvoltatorii gemenilor digitali din diverse specialități pentru a începe rapid, a scala eficient și a eficientiza schimbările pe măsură ce sistemele evoluează în timp.

8.5 INTELIGENȚA ARTIFICIALĂ ÎN INDUSTRIA AUTO

Din 2018, BMW folosește diverse aplicații IA în producția de serie.

RECUNOAȘTEREA AUTOMATĂ A IMAGINILOR: în aceste procese, inteligența artificială evaluează imaginile componente în producția în curs și le compară în milisecunde cu alte sute de imagini din aceeași secvență. În acest fel, aplicația IA determină abaterile de la standard în timp real și verifică, de exemplu, dacă toate piesele necesare au fost montate și dacă sunt montate la locul potrivit.

Tehnologia inovatoare este rapidă, fiabilă și, cel mai important, ușor de utilizat.

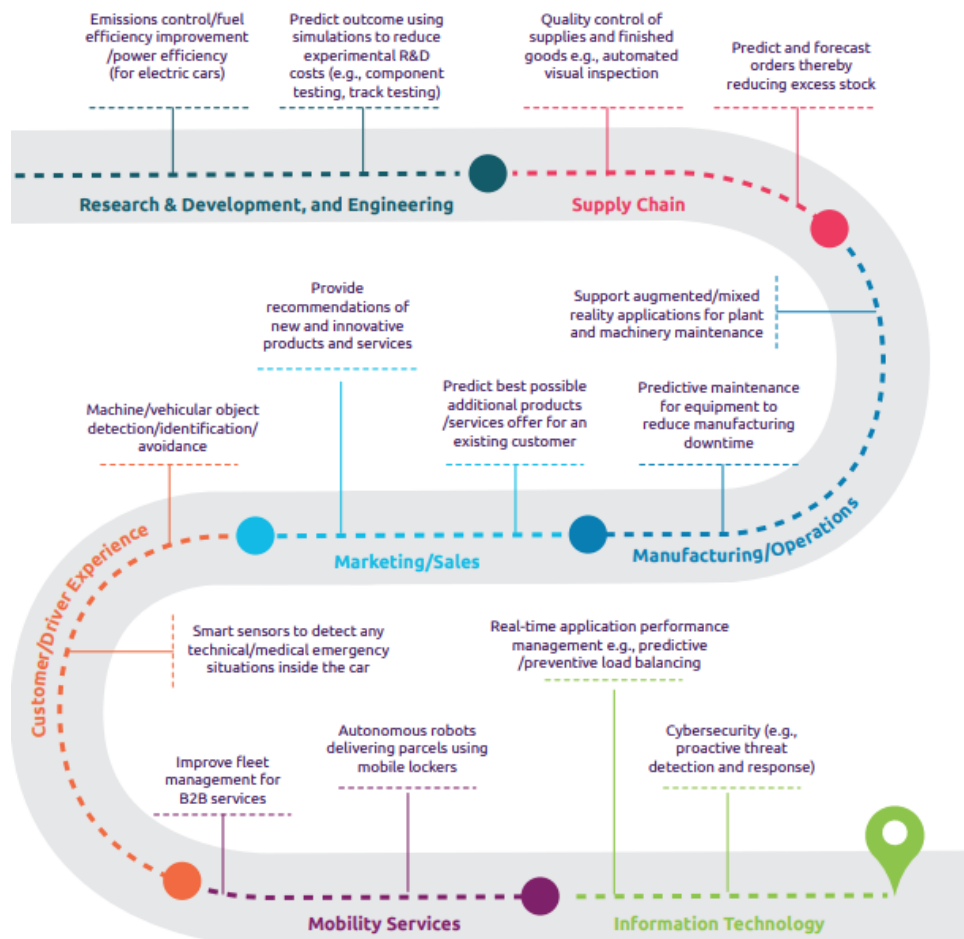


Figura 8.5. Cazuri de utilizare IA cu beneficii mari pentru industria auto

[Sursa: Sondajul Institutului de Cercetare Capgemini al directorilor din domeniul auto (N=503) și experților în sustenabilitate (N=317), noiembrie–decembrie 2019]

8.5.1 INTELIGENȚA ARTIFICIALĂ

INTELIGENȚA ARTIFICIALĂ (IA) este una dintre cele mai progresiste tehnologii din informatică. Este asociată cu inteligența umană datorită similitudinii caracteristicilor, cum ar fi înțelegerea limbajului, raționamentul, învățarea, rezolvarea problemelor și altele.

Producătorii de pe piață sunt martorii unor provocări intelectuale subiacente enorme în dezvoltarea și revizuirea tehnologiei. În plus, creșterea în industria auto este de așteptat să conducă piața de inteligență artificială auto.

Industria auto a experimentat beneficiile inteligenței artificiale și se numără printre industriile majore care folosesc inteligența artificială pentru a crește și a imita acțiunea oamenilor. Mai mult, apariția unor standarde, cum ar fi sistemul avansat de asistență pentru șofer (ADAS), controlul adaptiv al vitezei de croazieră (ACC), alerta de punct mort și creșterea cererii de caracteristici de confort atrag vânzătorii de automobile către inteligența artificială [76].

Tabelul 8.1_IA în automobile: cazuri de utilizare inovatoare

Domeniul	Exemplu de utilizare
Lanț de aprovizionare	Proгноza Reaprovizionare Dirijare automată Proгноza volumului Deciziile SCM automatizate
Control de calitate	Detectarea defectelor cu acuratețe Monitorizare predictivă Învățarea și recunoașterea defectelor Detectarea fisurilor
de fabricație	Asamblare auto Optimizarea lanțului de aprovizionare Roboți pentru sarcini obositoare Datele senzorului care îmbunătățesc performanța
Experiența șoferului	Reducerea distrasului de conducere Învățarea și analizarea obiceiurilor de conducere Accesibilitatea clientului CX actualizat

PROTOTIPAREA VEHICULELOR CU IA

La fel ca orice altă industrie, industria auto suferă de o concurență acerbă, iar prototiparea rapidă permite accelerarea producției la costuri scăzute. Dar crearea de prototipuri rapide care nu sunt funcționale nu ar fi fezabilă pentru producătorii de mașini. Prototiparea generată de IA folosește procese inovatoare de dezvoltare a produselor care elimină mai multe puncte dureroase prezente în prototipurile tradiționale și simplifică întregul proces. Utilizarea IA permite o mai bună randare CAD și îmbunătățește eficiența prefabricării. În plus, ajută, de asemenea, la îmbunătățirea calității produsului, permițând ML să evidențieze anomaliiile de proiectare în timp ce supraalimentează procesul de simulare. În plus, inteligența artificială ajută și la automatizarea sarcinilor repetitive, permițând designerilor să se concentreze asupra sarcinilor critice [77].

MONITORIZAREA EMISIILOR.

Având în vedere că IQA (Indexul calității aerului) al mai multor orașe din lume, deja depășește nivelurile alarmante, există o tendință de a controla sau de a îmbunătăți nivelurile de emisii ale autovehiculelor și de a reduce amprenta totală de carbon. IA și ML pot duce la o schimbare majoră pentru industria vehiculelor. Conform unui studiu BCG, aplicarea inteligenței artificiale la sustenabilitatea corporativă poate crește economiile și veniturile cu o sumă de la 1,3 trilioane USD până la 2,6 trilioane USD până în 2030 [78].

8.5.2 REDUCEREA CARBONULUI ȘI COSTURILOR CU PUTEREA IA

Companiile de vehicule folosesc inginerie de date bazată pe inteligență artificială, care ajută la urmărirea automată a emisiilor. De asemenea, se pot colecta date din mai multe activități operaționale de-a lungul lanțului valoric. De asemenea, poate furniza date din alte surse, cum ar fi sateliți, le poate suprapune pentru a găsi datele lipsă și poate întreprinde acțiuni semnificative de monitorizare a emisiilor. IA oferă capacitatea de a învăța prin experiență, de a colecta cantități masive de date din mediul său, de a intui conexiuni pe care oamenii nu le observă și de a recomanda acțiuni adecvate pe baza concluziilor sale.

Companiile care doresc să își reducă amprenta de carbon ar trebui să îndrepte atenția IA asupra tuturor componentelor asociate:

- ⇒ Companiile pot utiliza inginerie de date bazată pe inteligență artificială pentru a urmări automat emisiile pe tot parcursul amprentei lor de carbon.
- ⇒ Aceștia pot aranja să colecteze date din operațiuni, din activități precum călătoriile corporative și echipamentele IT și din fiecare parte a lanțului valoric, inclusiv furnizorii de materiale și componente, transportatori și chiar utilizatorii din aval ai produselor lor.
- ⇒ IA poate exploata date din surse noi, cum ar fi sateliții.

Prin stratificarea inteligenței pe date, IA poate genera aproximări ale datelor lipsă și poate estima nivelul de certitudine al rezultatelor.

PREZICEREA EMISIILOR. IA predictivă poate prognoza emisiile viitoare în amprenta de carbon a unei companii, în legătură cu eforturile actuale de reducere, noile metodologii de reducere a carbonului și cererea viitoare. Ca rezultat, se pot stabili, ajusta și atinge obiective de reducere mai precise.

REDUCEREA EMISIILOR. Oferind o perspectivă detaliată asupra fiecărui aspect al lanțului valoric, IA prescriptivă și optimizarea pot îmbunătăți eficiența în producție, transport și în alte părți, reducând astfel emisiile de carbon și reducând costurile.

IA ÎN PRODUCȚIE Instrumentele de inteligență artificială pot procesa și interpreta volume mari de date de la nivelul producției pentru a identifica tipare, analiza și prezice comportamentul consumatorilor, detecta anomalii în procesele de producție în timp real și multe altele. Aceste instrumente îi ajută pe producători să obțină vizibilitate completă a tuturor operațiunilor de producție din unitățile din toate zonele geografice. Datorită algoritmilor de învățare automată, sistemele bazate pe inteligență artificială pot, de asemenea, să învețe, să se adapteze și să se îmbunătățească continuu.

INTELIGENȚA ARTIFICIALĂ ÎN MANAGEMENTUL LANȚULUI DE APROVIZIONARE Sistemele activate cu inteligență artificială pot ajuta producătorii să evalueze diferite scenarii (în termeni de timp, cost, venituri) pentru a îmbunătăți livrările de pe ultimul kilometru. Inteligența artificială poate prezice rute optime de livrare, poate urmări performanța șoferului în timp real și poate evalua rapoartele meteorologice și de trafic, pe lângă datele istorice, pentru a prognoza cu precizie viitoarele perioade de livrare. Inteligența artificială poate oferi producătorilor un control mai mare asupra lanțurilor lor de aprovizionare, de la planificarea capacității până la urmărirea și gestionarea stocurilor. Aceștia pot configura un model de evaluare și monitorizare a furnizorilor în timp real și predictiv pentru a fi notificați în momentul în care există o defecțiune a furnizorului și pentru a evalua imediat amploarea întreruperii lanțului de aprovizionare.

Un exemplu este cel al producătorului de automobile Rolls Royce. Utilizează algoritmi avansați de învățare automată și recunoașterea imaginilor pentru a-și alimenta flota de nave cu conducere autonomă, ceea ce, la rândul său, își îmbunătățește eficiența lanțului de aprovizionare și își transportă în siguranță mărfurile.

McKinsey prezice că lanțurile de aprovizionare îmbunătățite de IA vor reduce:

- ✓ Erorile de prognoză cu 20-50%
- ✓ Pierderile din vânzări cu 65%
- ✓ Stocurile excesive cu 20-50%

8.6 VEHICULE INTELIGENTE ȘI CONECTATE

8.6.1 CONDUCEREA AUTONOMĂ

O mașină autonomă este un vehicul capabil să-și detecteze mediul și să funcționeze fără implicarea umană. Un pasager uman nu trebuie să preia controlul vehiculului în niciun moment și nici un pasager uman nu trebuie să fie prezent în vehicul. O mașină autonomă poate merge oriunde merge o mașină tradițională și poate face tot ceea ce face un șofer uman experimentat. Conducerea autonomă ar putea redefini lumea automobilelor [79].

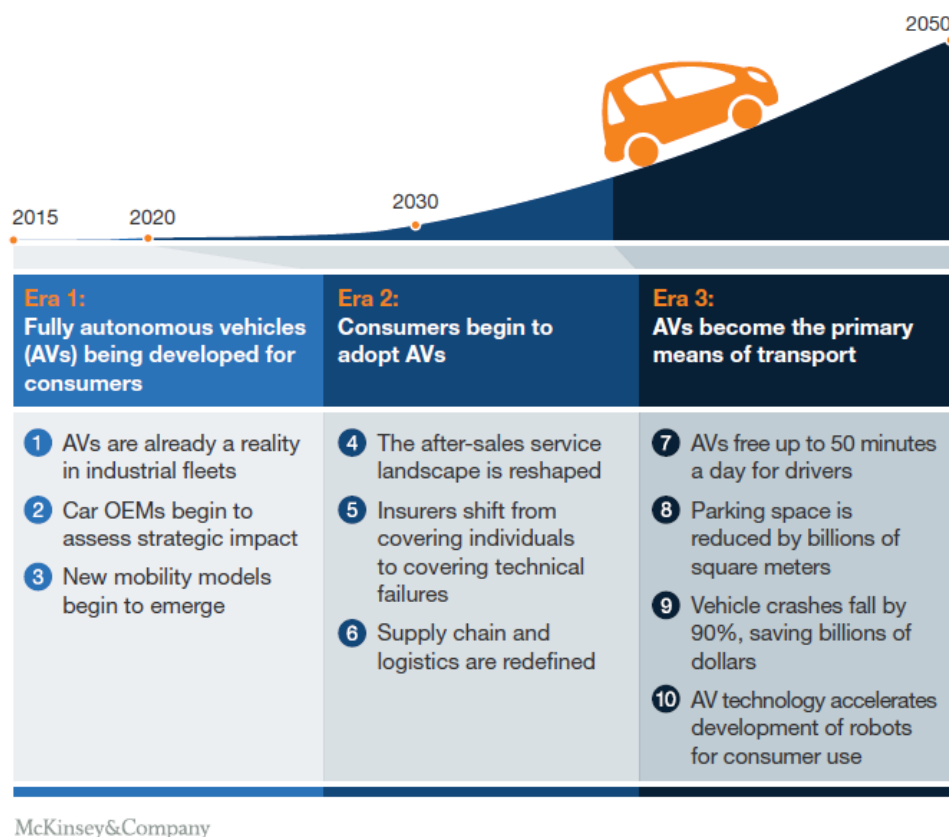


Figura 8.6. Creșterea potențială a utilizării vehiculului autonom

[McKinsey&Company, 2015, Zece moduri în care conducerea autonomă ar putea redefini lumea automobilelor]

Pe lângă transformarea industriei auto, creșterea utilizării vehiculelor autonome va avea un impact profund asupra societății. Cele zece evoluții descrise de McKinsey&Company oferă un instantaneu asupra spectrului larg de posibile rezultate legate de pătrunderea tot mai mare a vehiculelor autonome pe piață, oferind liderilor din industrie o privire asupra acestui peisaj în evoluție pe măsură ce se desfășoară înaintea lor. Definirea modului de modelare eficient a acestui peisaj reprezintă o provocare strategică semnificativă pentru industrie și autoritățile de reglementare.

Proiectarea și dezvoltarea sistemelor de vehicule autonome este unul dintre domeniile cu cea mai rapidă creștere în inginerie și știința datelor și unul care se află la vârful tehnologiei.

Un vehicul autonom în sine nu este o entitate de sine stătătoare; mai degrabă, vehiculele autonome sunt o colecție de sisteme de detectare și operare care lucrează împreună pentru a naviga și a opera în siguranță vehiculul. Aceste sisteme includ senzori precum LiDAR, radar, camere și computere pentru a procesa și a da sens datelor senzorilor. Astăzi, mulți algoritmi care rulează pe acele computere folosesc și inteligența artificială.

[Standardul „Levels of Driving Automation”](#) al Societății Inginerilor Auto (SAE) J3016 definește 6 niveluri de automatizare a conducerii, de la Nivelul Zero, care poate include asistență de bază pentru șofer, dar fără autonomie, până la Nivelul 5, care implică autonomie deplină a vehiculului în toate condițiile [80]. Aceste niveluri au fost adoptate de Departamentul de Transport al SUA.

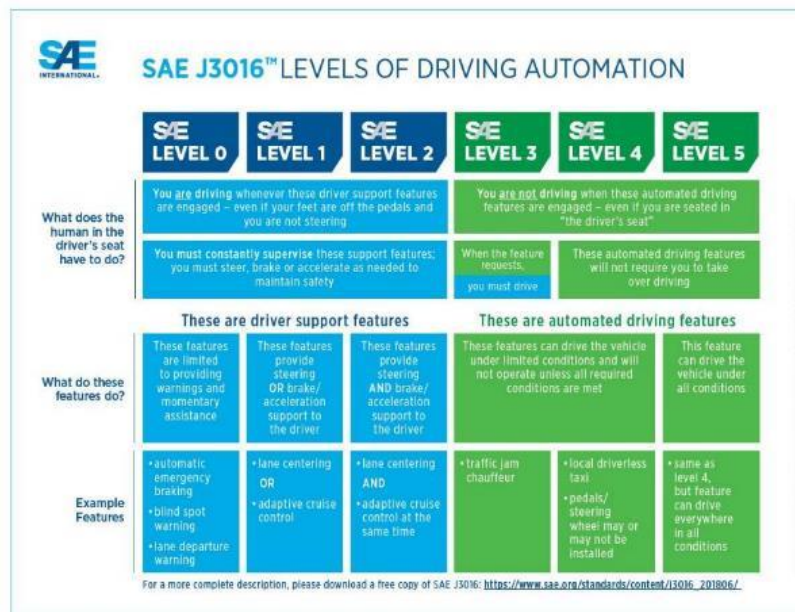


Figura 8.7. Nivelurile de automatizare a conducerii

[Standardul J3016 „Niveluri de automatizare a conducerii”]

În prezent, cele mai multe vehicule disponibile comercial sunt încă în gama de Nivelul 2, cu pachete de asistență pentru șofer, cum ar fi monitorizarea benzii și frânarea adaptivă sau controlul adaptiv al vitezei de croazieră. Cu toate acestea, efortul către Nivelul 5 continuă, fiind condus deopotrivă de startup-uri și mari OEM-uri de automobile, ceea ce înseamnă o nevoie tot mai mare de ingineri auto cu abilitățile și cunoștințele necesare pentru a dezvolta viitorul mobilității și transportului autonom. Pentru a obține aceste abilități, sunt necesare noi tipuri de formare pentru profesioniștii din industria auto pentru a se asigura că înțeleg tehnologiile aflate în schimbare rapidă disponibile pentru dezvoltarea vehiculelor autonome.

Cercetătorii estimează că până în 2025 vor fi aproximativ 8 milioane de vehicule autonome sau semi-autonome în funcțiune. Înainte de a fi introduse în trafic, mașinile cu conducere autonomă vor trebui mai întâi să treacă prin 6 niveluri de progrese tehnologice de asistență pentru șofer [81].

Nivelul 0 (fără automatizare a conducerii) Majoritatea vehiculelor aflate pe drum în prezent sunt de Nivel 0: controlate manual. Omul asigură „sarcina dinamică de conducere”, deși pot exista sisteme care să-l ajute pe șofer. Un exemplu ar fi sistemul de frânare de urgență – deoarece din punct de vedere tehnic nu „conduce” vehiculul, nu se califică drept automatizare.

Nivelul 1 (Asistență pentru șofer) Acesta este cel mai scăzut nivel de automatizare. Vehiculul dispune de un singur sistem automatizat pentru asistența șoferului, cum ar fi direcția sau accelerarea (controlul vitezei de croazieră). Controlul adaptiv al vitezei de croazieră, în care vehiculul poate fi ținut la o distanță sigură în spatele următoarei mașini, se califică drept Nivel 1, deoarece șoferul uman monitorizează celelalte aspecte ale condusului, cum ar fi direcția și frânarea.

Nivelul 2 (Automatizare parțială a conducerii) Aceasta înseamnă sisteme avansate de asistență pentru șofer sau ADAS. Vehiculul poate controla atât direcția, cât și accelerarea/decelerarea. Aici automatizarea nu ajunge la conducerea autonomă, deoarece un om stă pe scaunul șoferului și poate prelua controlul mașinii în orice moment. Sistemele Tesla Autopilot și Cadillac (General Motors) Super Cruise se califică ambele la nivelul 2.

Nivelul 3 (Automatizare a conducerii condiționate) Saltul de la Nivelul 2 la Nivelul 3 este substanțial din perspectivă tehnologică, dar subtil dacă nu neglijabil din perspectivă umană. Vehiculele de nivelul 3 au capacități de „deteție a mediului” și pot lua singure decizii informate, cum ar fi accelerarea pe lângă un vehicul cu mișcare lentă. Dar încă au mare nevoie de control uman. Șoferul trebuie să rămână alert și gata să preia controlul dacă sistemul nu poate executa sarcina.

Audi (Volkswagen) a anunțat că următoarea generație de A8 – va fi primul vehicul de nivel 3 de producție din lume și au livrat Audi A8L 2019. Acesta dispune de Traffic Jam Pilot, care combină un scanner lidar cu fuziunea avansată a senzorilor și puterea de procesare (plus redundanțe încorporate în cazul în care o componentă defectează). Cu toate acestea, în timp ce Audi își dezvoltă acest vehicul, procesul de reglementare din SUA a trecut de la îndrumări federale la mandate de stat pentru vehiculele autonome. Deci, deocamdată, A8L este clasificat

încă la vehicul de Nivel 2 în Statele Unite și va fi livrat fără hardware-ul și software-ul cheie necesare pentru a atinge funcționalitatea de Nivel 3. În Europa, Audi va lansa A8L Level 3 complet cu Traffic Jam Pilot (în primul rând în Germania).

Nivelul 4 (Automatizare înaltă a conducerii) Diferența cheie dintre automatizarea de nivel 3 și de nivel 4 este că vehiculele de nivel 4 pot interveni dacă lucrurile merg prost sau există o defecțiune a sistemului. În acest sens, aceste mașini nu necesită interacțiune umană în majoritatea circumstanțelor. Cu toate acestea, un om mai are opțiunea de a modifica manual.

Vehiculele de nivelul 4 pot funcționa în modul de conducere autonomă. Dar până când legislația și infrastructura vor evolua, acestea pot face acest lucru doar într-o zonă limitată (de obicei, un mediu urban în care vitezele maxime ating o medie de 30 mph). Acest lucru este cunoscut sub numele de geofencing. Ca atare, majoritatea vehiculelor de Nivel 4 existente sunt orientate spre partajarea călătoriei.

Exemple de vehicule nivel 4:

- NAVYA, o companie franceză, construiește și vinde deja navete și cabine de nivel 4 în SUA, care funcționează integral cu energie electrică și pot atinge o viteză maximă de 55 mph ^[82]. United Kingdom. In September 2021, Navya and Darwin launched the first autonomous shuttle project on Public Roads in the UK [17]
- Waymo, de la Alphabet, a dezvoltat recent un serviciu de taxiuri autonome de nivel 4 în Arizona, unde au testat mașini fără șofer – fără șofer de siguranță pe scaun – de mai bine de un an și peste 10 milioane de mile.
- Furnizorul canadian de automobile Magna a dezvoltat tehnologia (MAX4) pentru a permite capabilități de Nivel 4 atât în medii urbane, cât și pe autostrăzi. Ei lucrează cu Lyft pentru a furniza kituri de înaltă tehnologie care transformă vehiculele în mașini cu conducere autonomă.
- Volvo și Baidu au anunțat un parteneriat strategic pentru a dezvolta în comun vehicule electrice de Nivel 4 care vor servi piața robotaxi din China.

Nivelul 5 (Automatizare completă a conducerii)

Vehiculele de nivelul 5 nu necesită atenție umană – „sarcina de conducere dinamică” este eliminată. Mașinile de nivelul 5 nu vor avea nici măcar volane sau pedale de accelerație/frână. Ei vor fi lipsiți de geofencing, vor putea să meargă oriunde și să facă orice poate face un șofer uman experimentat. Mașinile complet autonome sunt în curs de testare în mai multe buzunare ale lumii, dar niciuna nu este încă disponibilă publicului larg.

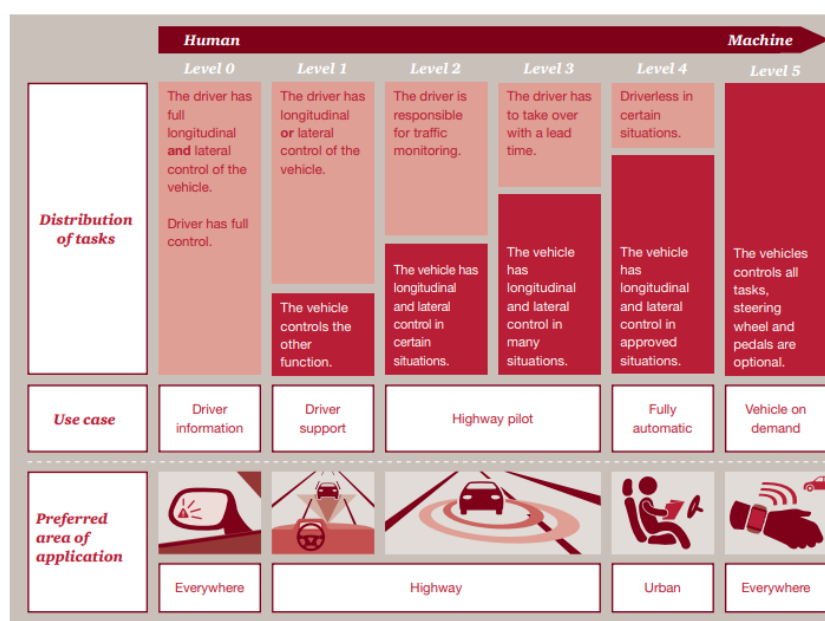


Figura 8.8. Niveluri de conducere autonomă

<https://www.pwc.com/gx/en/industries/automotive/assets/pwc-five-trends-transforming-the-automotive-industry.pdf>

8.6.2 ECOSISTEME DE VEHICULE CONECTATE ȘI BENEFICIILE LOR PENTRU MEDIU

Ecosistemele de vehicule conectate, care includ tehnologii precum comunicarea vehicul-to-everything (V2X), oferă beneficii de mediu prin

creșterea eficienței și reducerea emisiilor. Principalele exemple și avantajele lor de mediu sunt evidențiate mai jos.

OPTIMIZAREA FLUXULUI DE TRAFIC

Vehiculele conectate pot comunica între ele cât și cu sistemele de management al traficului pentru a optimiza fluxul de trafic. Acest lucru reduce aglomerația, care la rândul său scade consumul de combustibil și emisiile.

De exemplu:

- Control adaptiv al semnalelor de trafic: Vehiculele conectate pot ajusta semnalele de trafic în timp real în funcție de condițiile de trafic, reducând timpul de mers în gol la intersecții și îmbunătățind eficiența consumului de combustibil.
- Deplasarea în plutoane (sau așa-numitele plutoning): Vehiculele pot călători pe autostradă în grupuri compacte, la viteze coordonate, reducând rezistența aerului și îmbunătățind eficiența combustibilului pentru toate vehiculele implicate. În anul 2020, compania auto MAN a lansat direct în exploatare camioane conectate digital, ce se deplasează în pluton pe autostrada germană A9, pe un traseu lung de 145 de kilometri între Munchen și Nürnberg (<https://www.tircentrum.cz/ro/2018/09/16/omul-a-conectat-vehiculele-conectate-la-re%C8%9Bea-%C3%AEn-practic%C4%83>)

ASISTENȚĂ ECO-DRIVING

Ecosistemele de vehicule conectate pot oferi șoferilor feedback în timp real asupra comportamentului de conducere pentru a promova conducerea ecologică.

Exemplele includ:

- Sugestii de viteză: sistemele pot sugera viteze optime de condus care se aliniază cu semnalele de trafic pentru a minimiza conducerea oprire-pornire.
- Optimizare rută: sistemele de navigație pot oferi rute care evită aglomerația și reduc la minimum consumul de combustibil pe baza datelor actuale de trafic.

INTEGRAREA VEHICULELOR ELECTRICE (EV).

Ecosistemele de vehicule conectate sprijină integrarea vehiculelor electrice prin optimizarea utilizării infrastructurii de încărcare și furnizarea de date în timp real despre disponibilitatea stației de încărcare.

Beneficiile includ:

- Încărcare inteligentă: VE-urile pot fi încărcate în timpul orelor de vârf, când sursele de energie regenerabilă, cum ar fi cea eoliană și solară, sunt mai disponibile, reducând dependența de combustibilii fosili.
- Managementul energiei: VE-urile conectate pot interacționa cu rețeaua pentru a echilibra cererea și oferta, permițând o utilizare mai eficientă a surselor de energie regenerabilă.

REDUCEREA EMISIILOR PRIN CONDUCERE AUTOMATĂ

Vehiculele autonome, o componentă cheie a ecosistemelor de vehicule conectate, pot conduce mai eficient decât șoferii umani. Acestea mențin viteze optime, reduc accelerațiile și frânele inutile și îmbunătățesc eficiența consumului de combustibil. Studiile au arătat că vehiculele autonome pot reduce semnificativ consumul de combustibil și emisiile, în special în zonele urbane cu trafic intens.

MANAGEMENT ÎMBUNĂTĂȚIT AL FLOTEI

Ecosistemele conectate permit operatorilor de flote să monitorizeze și să gestioneze mai eficient utilizarea vehiculelor.

Asta duce la:

- Rute optimizate: Flotele pot lua cele mai eficiente rute, evitând traficul și reducând consumul total de combustibil.
- Întreținere predictivă: Vehiculele pot raporta nevoile de întreținere în avans, prevenind defecțiunile și asigurându-se că vehiculele rulează eficient.

INTEGRAREA CU SMART CITIES

Vehiculele conectate sunt o componentă critică a inițiativelor de orașe inteligente, în care datele din diverse surse sunt folosite pentru a

îmbunătăți mobilitatea urbană și pentru a reduce impactul asupra mediului.

Exemplele includ:

- Management dinamic al parcării: Vehiculele conectate pot fi direcționate către locurile de parcare disponibile, reducând timpul petrecut în căutarea parcării și, în consecință, reducând emisiile.
- Integrarea transportului public: ecosistemele conectate pot facilita integrarea perfectă între vehiculele personale și sistemele de transport public, încurajând utilizarea transportului public și reducând emisiile totale ale vehiculelor.

Ecosistemele de vehicule conectate folosesc tehnologiile avansate de comunicare pentru a îmbunătăți gestionarea traficului, pentru a promova conducerea ecologică, pentru a integra eficient vehiculele electrice și pentru a sprijini conducerea autonomă. Aceste sisteme ajută la reducerea consumului de combustibil, la reducerea emisiilor și la îmbunătățirea durabilității generale a sistemelor de transport. Continuând dezvoltarea și implementarea acestor tehnologii, pot fi obținute beneficii semnificative de mediu.

8.6.3 STUDII DE CAZ PRIVIND TEHNOLOGIILE VEHICULELOR INTELIGENTE CARE REDUC IMPACTUL ASUPRA MEDIULUI

Implementarea tehnologiilor încorporate în vehiculele inteligente demonstrează un potențial semnificativ în reducerea impactului asupra mediului.

Exemple notabile în acest sens sunt:

SISTEME INTELIGENTE DE TRANSPORT (ITS):

- ITS implică utilizarea IoT, AI și analiza datelor pentru a îmbunătăți gestionarea traficului și a reduce congestionarea. Aceste sisteme pot optimiza semnalele de trafic, pot oferi informații despre trafic în timp real și pot gestiona incidentele mai eficient. De exemplu, Barcelona a implementat ITS pentru a îmbunătăți fluxul de trafic, a reduce timpul de călătorie și a reduce emisiile. Un studiu al Comisiei Europene a subliniat

că ITS ar putea reduce timpul de călătorie cu 66%, accidentele cu 22% și consumul de combustibil cu 11% (McKinsey).

5G ȘI VEHICULE CONECTATE:

- Integrarea tehnologiei 5G în sistemele de transport inteligente permite o comunicare mai rapidă și mai fiabilă între vehicule și infrastructură (V2X). Această conectivitate permite o mai bună gestionare a traficului, întreținere predictivă și caracteristici de siguranță îmbunătățite. De exemplu, în orașele inteligente precum Stavanger, Norvegia, 5G este utilizat pentru a sprijini schimbul de date în timp real pentru gestionarea traficului și operațiunile autonome ale vehiculelor, ceea ce duce la rețele de transport mai eficiente și mai ecologice (MDPI).

VEHICULE ELECTRICE (EV) ȘI REȚELE INTELIGENTE:

- Rolul vehiculelor electrice se extinde dincolo de reducerea emisiilor din transport. Atunci când sunt integrate cu rețelele inteligente, vehiculele electrice pot acționa ca unități mobile de stocare a energiei, susținând stabilitatea rețelei și facilitând utilizarea surselor de energie regenerabilă. În locuri precum Danemarca, vehiculele electrice sunt folosite în proiecte vehicul-to-grid (V2G) în care oferă energie de rezervă și ajută la echilibrarea cererii de energie, sporind eficiența generală și sustenabilitatea sistemului energetic.

MOBILITATE CA SERVICIU (MAAS):

- Platformele MaaS integrează diverse moduri de transport (transport public, car-sharing, bike-sharing) într-un singur serviciu accesibil, promovând utilizarea opțiunilor de transport durabil. Aplicația Whim din Helsinki, de exemplu, combină diferite servicii de transport, reducând dependența de mașinile private și, ulterior, reducând congestionarea traficului urban și emisiile (McKinsey).

TARIFAREA CONGESTIONĂRII: această tehnică ajustează prețurile taxelor pe baza volumului traficului în orele de vârf, reducând efectiv milele parcurse, consumul de combustibil și emisiile prin încurajarea călătoriilor în afara orelor de vârf și a utilizării transportului public. Orașe precum Stockholm și Londra au implementat prețuri de congestionare cu reduceri notabile ale congestiei traficului și ale emisiilor.

COLECTARE ELECTRONICĂ A TAXELOR (ETC): Acest sistem permite vehiculelor să treacă prin punctele de taxare fără oprire, reducând în mod semnificativ mersul la ralanti și emisiile asociate traficului stop-and-go. Sistemele ETC sunt utilizate pe scară largă pe autostrăzile din Statele Unite și Europa, ajutând la menținerea fluxului de trafic și la scăderea consumului de combustibil și a emisiilor (Conduent Transportation).

8.6.4 V2X SAU VEHICLE-TO-EVERYTHING

8.6.4.1 OPORTUNITĂȚI ȘI PROVOCĂRI V2X

Evoluțiile actuale din industria auto evidențiază un interes sporit pentru vehiculele conectate și autonome care oferă multe beneficii, precum siguranță îmbunătățită, decongestionarea traficului și implicit un impact mai mic asupra mediului. Un factor cheie al acestei evoluții este comunicarea vehicul-to-everything (V2X), care permite unui vehicul să comunice cu alte vehicule, pietoni, echipamente din exteriorul drumului și internetul. Cu V2X, informațiile critice pot fi schimbate între vehicule pentru a îmbunătăți cunoașterea situației și pentru a evita astfel accidentele. V2X oferă, de asemenea, acces fiabil la vaste informații disponibile în cloud. De exemplu, datele de trafic în timp real, senzori și hărți de înaltă definiție pot fi puse la dispoziție, ceea ce nu este util doar pentru șoferii din ziua de azi, dar va fi esențial pentru navigarea vehiculelor cu conducere autonomă în viitor [83].

V2X include rețele, dispozitive și date partajate prin V2V (de la vehicul la vehicul), V2N (de la vehicul la rețea), V2P (de la vehicul la pieton), V2D (de la vehicul la dispozitiv) și V2I (de la vehicul la -infrastructură) conectivitate.

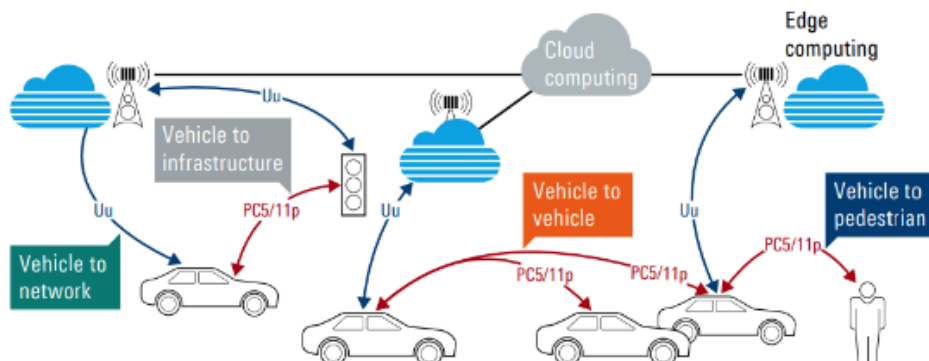


Figura 8.9. Infrastructură și exemple de vehicul către orice (V2X).

[https://www.rohde-schwarz.com/cz/solutions/test-and-measurement/automotive/automotive-connectivity-and-infotainment/vehicle-to-everything/connectivity-v2x_231776.html#media-gallery-7]

Hardware Automotive V2X: Unități On-board (OBU); Unități de bord (RSU); Antenă; Truse de evaluare; Alte Hardware.

Software V2X pentru automobile: software V2X; Kit de dezvoltare software V2X; Service V2X auto

Tip de comunicare: vehicul-pieton (V2P); Vehicle-to-Grid (V2G); Vehicul-To-Cloud (V2C); De la vehicul la infrastructură (V2I); De la vehicul la dispozitiv (V2D); De la vehicul la vehicul (V2V).

Conectivitate: Comunicare dedicată pe distanță scurtă (DSRC); Cellular-V2X (C-V2X); Alte tipuri de conectivitate.

Tehnologie: Notificare de urgență pentru vehicule; Asistență automată a șoferului; Sistemul de informare a pasagerilor; Linia de vedere; Alte tehnologii.

Când se specifică conexiuni, există referințe standardizate suplimentare:

- V2V (Vehicle-to-Vehicle) este legătura dintre toate vehiculele fie în mișcare, fie parcate.
- V2I (Vehicle-to-Infrastructure) este conexiunea la infrastructura rutieră. Acestea variază de la semnale de circulație și semne rutiere până la accesorii temporare, cum ar fi lucrări rutiere și construcții.

- V2P (Vehicle-to-Pedestrian) este conexiunea cu toți ceilalți utilizatori ai drumului, care ar putea fi smartphone-uri pentru pietoni sau alte dispozitive conectate la rețea.
- V2N (Vehicle-to-Network) este conexiunea dispozitivului la rețeaua mobilă compatibilă.

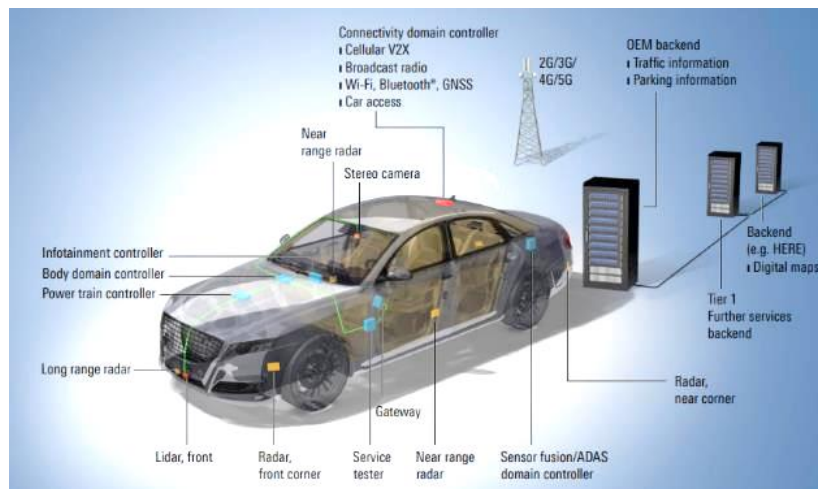


Figura 8.10. Arhitectura vehiculului cu controlare de domeniu [84]

V2X a fost introdus pentru prima dată în rețelele celulare cu 4G, deși implementarea a fost relativ limitată. Există o serie de factori care contribuie la motivul pentru care implementarea a fost lentă, variind de la cererea din partea industriei (vehiculele se bazează pe senzori de pe vehicul, mai degrabă decât pe inputuri din altă parte).

Scenariile V2V, V2I și V2P implică de obicei o conexiune directă numită „SL” (Sidelink). V2N se bazează pe conexiunea celulară, adică LTE sau 5G.

Release 17 a introdus și MBS (Multicast Broadcast Services), care poate fi încorporat în mecanismul de livrare a datelor V2X [85]. V2X folosește 5G pentru a transmite semnale către și de la automobile, pietoni și camere/senzori de trafic pentru a face conducerea mai sigură și mai convenabilă. 5G va realiza viitorul transportului prin conectivitatea dintre – telefoane mobile -semafoare - sistemele de navigație la bord.

5G for V2X Communications

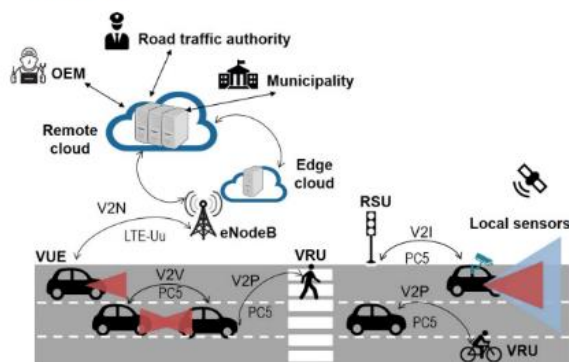


Figura 8.11. Moduri de comunicare, interfețe și entități V2X [86]

8.6.4.2 APLICAȚII ȘI CERINȚE V2X

Aplicațiile V2X acoperă o gamă largă de cazuri de utilizare, care pot fi grupate în funcție de scopul și cerințele lor.

5G Automotive Association (5GAA) este o organizație globală, intersectorială, a companiilor din industria auto, tehnologie și telecomunicații (ICT), care lucrează împreună pentru a dezvolta soluții end-to-end pentru viitoarele servicii de mobilitate și transport [87].

5GAA a grupat cazurile de utilizare V2X în patru categorii: **Siguranța** care vizează reducerea frecvenței și gravității coliziunilor vehiculelor; **Comoditate** în gestionarea sănătății vehiculului și oferirea de servicii precum diagnosticare și actualizări de software; **VRU** care vizează interacțiunile sigure între vehicule și utilizatorii drumurilor non-vehicule; **Asistență avansată la conducere care împărtășește** obiective similare cu siguranța cazuri de utilizare, dar tratate separat pentru relația lor strânsă cu funcționarea (semi)autonomă a vehiculului.

Mai exact, tehnologia V2X poate rezolva problema senzorilor care nu pot detecta obiecte în afara liniei de vedere, permițând mașinilor să comunice fără fir cu dispozitivele conectate de pe alte mașini, pietoni și infrastructura rutieră. Atunci când dispozitivele sunt conectate la aceeași rețea fără fir, V2X permite mașinilor să detecteze mișcarea obiectelor în afara câmpului vizual, asigurând siguranța dincolo de senzorii tradiționali

de linie vizuală. Prin partajarea datelor, cum ar fi poziția și viteza, vehiculelor și infrastructurii din jur, sistemele de comunicație V2X îmbunătățesc conștientizarea șoferului cu privire la riscurile potențiale.

Tehnologia V2X poate îmbunătăți eficiența traficului prin furnizarea de avertismente pentru viitoarea congestionare a traficului, rute alternative și emisii reduse de CO2 prin controlul adaptiv al vitezei de croazieră. O astfel de tehnologie va ajuta la atenuarea traficului și la minimizarea costurilor cu combustibilul pentru vehiculele individuale.

Se preconizează că segmentul de comunicații V2V, cu accent pe măsurile de siguranță, va avea cea mai mare cota din piața V2X auto. Vehiculele Cadillac CTS și Mercedes Benz E-Class sunt deja în trafic și sunt echipate cu tehnologie V2V.

Adoptarea V2X este încă în fazele sale incipiente; puține corporații și startup-uri lucrează la tehnologie și chiar mai puține o testează. Principalii factori de creștere a pieței în V2X sunt preocupările tot mai mari cu privire la poluarea transporturilor și tendința de creștere către vehicule sigure și conectate. Împreună cu o varietate de furnizori de hardware și servicii, OEM-urile lucrează pentru a-și dezvolta propriile protocoale, date, măsuri și procese V2X, ca parte a propriilor platforme ADS sau ADAS.

8.7 MODURI ÎN CARE COMPANIILE DE AUTOMOBILE AU IMPLEMENTAT SCHIMBĂRILE DIGITALE

Sectorul este plin de exemple excelente de transformare digitală în domeniul auto, de la inovarea produselor la schimbarea operațională până la îmbunătățiri orientate către clienți.

Câteva moduri în care companiile de automobile au implementat schimbările digitale ^[88]:



Tesla a fost pionier în utilizarea inteligenței artificiale și a datelor mari. Din 2014, au adunat date de la șoferi folosind senzori de la bord, ceea ce le-a permis să introducă o actualizare wireless care a îmbunătățit acuratețea software-ului pilot automat.



Marca Polestar de la Volvo a fost desemnată marca de mașini cel mai bine poziționată pentru vânzările online. La fel ca Tesla, modelele lor Polestar 1 și Polestar 2 sunt disponibile doar online. Cu toate acestea, Volvo menține, de asemenea, „spații” dedicate în locații fizice din dealerii partenere.



BMW a implementat o platformă IoT la uzina sa din Regensburg cu mare succes. Le-a permis să reducă timpul necesar pentru implementarea noilor aplicații cu 80% și a redus problemele de control al calității cu 5%.



Volkswagen a colaborat cu dezvoltatori de aplicații bazate pe AR pentru a eticheta piesele auto cu instrumentele corecte care trebuie utilizate. Cunoscut sub numele de MARTA, acest sistem crește eficiența pentru tehnicienii de service.



Hyundai Motor Group depune un efort concertat pentru a electrifica piețele sud-coreene, americane, chineze și europene până în 2030; piețele în curs de dezvoltare precum India și Brazilia vor avea 2035 ca țintă echivalentă. Aceste obiective ambițioase sunt făcute plauzibile de E-GMP (Electric-Global Modular Platform), prima platformă exclusivă pentru vehicule electrice a Hyundai Motor Group. Platformele concepute pentru vehicule electrice au ramificații serioase asupra eficienței costurilor și asigurării calității vehiculelor electrice, ceea ce explică de ce mulți producători globali și-au concentrat capacitatea de cercetare și dezvoltare pentru a dezvolta o singură platformă. E-GMP este un punct culminant al know-how-ului acumulat îndelung al Hyundai Motor Group în electrificarea vehiculelor. În comparație cu platformele existente – care au fost simple reproiectări ale platformelor ICEV – E-GMP se distinge prin multe avantaje: flexibilitate în dezvoltare, design structural optimizat pentru EV, sistem standardizat de baterie de mare capacitate, autonomie mai lungă, estetică futuristă și spațiu revoluționar al cabinei.

9 STUDII DE CAZ ALE COMPANIILOR LIDER ÎN ECOINOVARE ȘI ECODESIGN

AUTOMOTIVE SMART FACTORY

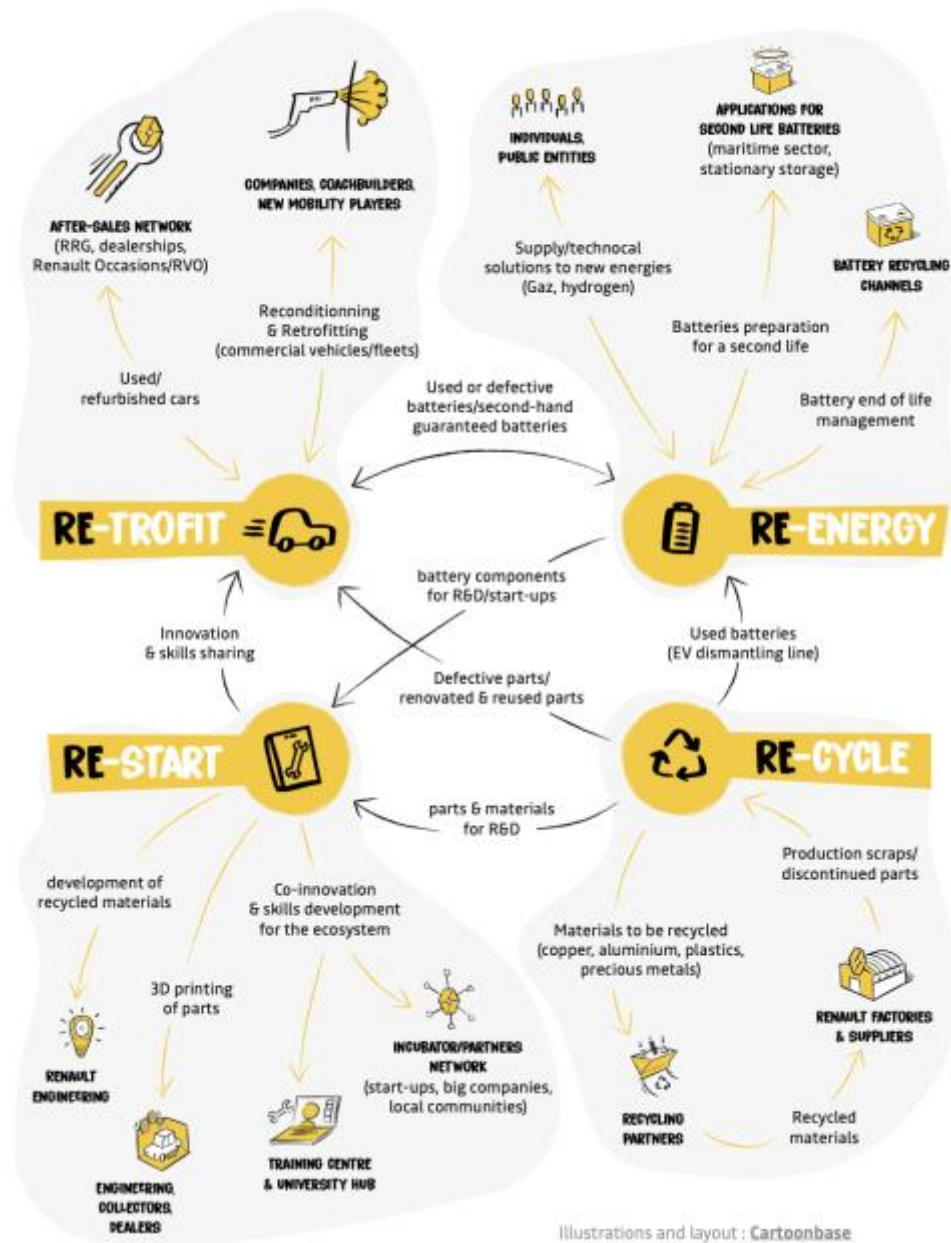
O **FABRICĂ INTELIGENTĂ (SMART FACTORY)** este o unitate de producție digitalizată care utilizează dispozitive conectate, mașini și sisteme de producție pentru a colecta și a partaja în mod continuu date. Aceste date sunt apoi utilizate pentru a informa deciziile de îmbunătățire a proceselor, precum și pentru a aborda orice probleme care pot apărea [89, 90, 91].

Practicile **DE PRODUCȚIE INTELIGENTE** utilizate de o fabrică inteligentă sunt activate de o varietate de tehnologii, inclusiv: inteligența artificială (AI), analiza datelor mari, cloud computing și Internetul obiectelor (IoT) industrial.

9.1 GRUPUL RENAULT

Renault este un pionier al economiei circulare în industria auto. Scopul activităților lor circulare este de a prelungi durata de viață a vehiculelor și componentelor și de a menține materialele în uz, reducând astfel utilizarea materialelor virgine [92]. A realizat acest lucru în diferite părți ale procesului de fabricație și în diferite mărci. De exemplu, prin: remanufacturarea componentelor vehiculelor, cum ar fi cutii de viteze și turbocompressoare; creșterea conținutului de plastic reciclat; creând o a doua viață pentru bateriile electrice. În 2020, Groupe Renault și-a crescut nivelul de ambiție și a înființat „**RE:FACTORY**”, prima fabrică europeană dedicată economiei circulare pentru vehicule și mobilitate [93]. Planul de transformare Renault se desfășoară treptat între 2021 și 2024 și site-ul va fi organizat în jurul a 4 centre de activitate, fiecare cu propriul domeniu de expertiză: **RE-TROFIT, RE-ENERGY, RE-CYCLE ȘI RE-START**, pentru a sprijini întreaga durată de viață a vehiculului acționând asupra principalelor componente ale economiei circulare (aprovizionare, proiectare ecologică, economie de funcționalitate, întreținere, reutilizare, remanufactură și reciclare) [94].

4 INTERCONNECTED DIVISIONS WITHIN AN ECOSYSTEM OF MATERIAL, SERVICES AND SKILLS FLOWS



. Figura 9.1_Diviziile interconectate ale Renault

[Sursa: <https://www.greencarcongress.com/2020/11/20201126-renault.html>]

RE-TROFIT: PRELUNGIREA DURATEI DE VIAȚĂ A VEHICULELOR

Piața second-hand este în plină expansiune, impulsionată de trezirea unei conștiințe ecologice și a unor noi moduri de consum, care favorizează folosirea în detrimentul posesiei. Pentru a continua această cale, Renault dorește să reunească domeniile de expertiză necesare pentru a prelungi durata de viață a vehiculelor și a utilizărilor acestora. Principala provocare: să reușești conservarea resurselor prin gestionarea eficientă a fluxului de reutilizare a pieselor și materialelor pe același șantier.

Pe măsură ce reglementările de mediu devin din ce în ce mai stricte în orașe, Re-Trofit dorește să valorifice structura industrială și expertiza Grupului pentru a dezvolta o ofertă atractivă pentru conversia autovehiculelor cu combustie în alte energii, mai puțin intensive în carbon. Această abordare se adresează în primul rând clienților profesioniști, inclusiv vehiculelor comerciale.

Divizia Renault ar dori să-și extindă serviciile către flotele de vehicule și jucătorii de mobilitate partajată, cum ar fi serviciul de partajare a mașinilor electrice ZITY.

Pentru a sprijini aceste soluții, va fi înființat un centru de testare și prototipare pentru a îmbogăți designul produselor viitoare și a facilita îmbunătățirea vehiculelor pe tot parcursul ciclului lor de viață. Folosind imprimante 3D deja prezente pe site, centrul va oferi și un serviciu de fabricație aditivă pentru piesele care au devenit indisponibile, de exemplu, pentru garaje, persoane fizice sau colecționari de mașini de epocă.

RE-ENERGIE: PRODUCEREA, DEPOZITAREA ȘI GESTIONAREA ENERGIILOR VERZI

În centrul transformării industriei auto se află bateriile pentru vehicule electrice. Și mai presus de toate, provocarea ciclului lor de viață, care este crucială pentru mediu. De aici ambiția acestui cluster de a consolida colecția de baterii, de a le pregăti pentru a doua viață și de a dezvolta

sisteme portabile sau mobile de stocare. Nu uitam sa dezvoltam servicii de intretinere si reincarcare dedicate noilor energii.

Centrul Flins își propune să atingă o capacitate de 20.000 de reparații de baterii electrice până în 2030, datorită dezvoltării unei structuri industriale. Fabrica Flins este o referință în acest domeniu. Din anul 2011 au fost create tehnici industriale de reparare a bateriilor de vehicule electrice, înainte de a fi distribuite în 17 țări.

La sfârșitul primei sale durate de viață în vehicul și cu mult înainte de reciclare, bateria oferă o soluție indispensabilă pentru energiile regenerabile și intermitente: stocarea energiei electrice.

Noile oportunități de operare, cum ar fi depozitarea staționară, fac posibilă perpetuarea acestui serviciu. În acest caz, bateria face posibilă integrarea energiei electrice din energie solară sau eoliană, la scara unei case, a unei clădiri sau chiar a unui sit industrial. Mai multe dintre experimentele Grupului ilustrează această abordare:

În Porto Santo, depozitarea staționară este asigurată datorită bateriilor Renault ZOE de a doua durată, reducând astfel dependența insulei de combustibilii fosili, promovând în același timp energiile regenerabile;

Două proiecte de stocare a energiei la scară foarte mare (Advanced Battery Storage în Franța și Germania și SmartHubs în Marea Britanie) au fost inițiate pentru a reduce decalajul dintre consumul de energie electrică și producție și pentru a crește ponderea energiei regenerabile în mixul energetic;

Bateriile recondiționate au început o a doua viață la bordul navelor de croazieră de pe Sena la Paris (electrificarea flotei Paris Yacht Marina) și în curând la bordul navelor de marfă cu vele pentru călătorii transoceanice (Proiectul Neoline) [⁹⁵].

Între 2021 și 2030, bateriile de a doua viață vândute de Grupul Renault vor reprezenta o capacitate anuală de peste 200 MWh, echivalentul a 4.000 de încărcări complete ale unui Renault Zoe.

Bateriile aflate la sfârșitul duratei de viață sunt reciclate sistematic. Cu sprijinul subsidiarei Renault Indra, din 2013 a dezvoltat un parteneriat de lungă durată cu Veolia pentru reciclarea bateriilor, din care metalele sunt

recuperate după dezmembrare. Pentru a accelera dezvoltarea acestui sector, Veolia a fost încurajată să creeze legături mai strânse cu Solvay. O colaborare fructuoasă, deoarece au înființat un consorțiu de economie circulară. Obiectivul său: mobilizarea celor mai bune tehnologii și abilități mecanice și chimice și transformarea metalelor în materii prime de înaltă puritate care pot fi utilizate direct în producția de baterii noi.

RE-CICLARE: OPTIMIZAREA MANAGEMENTULUI RESURSELOR

În conformitate cu reglementările, industria auto din Europa are rate ridicate de reciclare și recuperare a vehiculelor scoase din uz (ELV), precum și o proporție mare de materiale reciclate în noile sale produse, în comparație cu alte sectoare. Grupul încorporează deja o medie de 30% materiale reciclate în vehiculele sale produse în Europa și dorește să meargă mai departe și să continue să crească materialele reciclate integrate în producția de vehicule noi, reducând în același timp costurile de achiziție și impactul asupra resurselor.

REALIZAREA LINII DE DEZMONTARE: Transformarea amplasamentului include instalarea unei linii de dezmembrare începând cu anul 2024, pentru a capta volume suplimentare și a ne crește capacitatea de a ne procura piese și materiale în bucle scurte. Ambiția este de a fi unul dintre cele mai importante șantiere de dezmembrare din Franța și de a dezvolta expertiză în dezmembrarea vehiculelor electrice, cu o medie de 10.000 de vehicule pe an.

DEZVOLTAREA SORTĂRII, REUTILIZĂRII SAU RECICLĂRII: Grupul Renault se bazează pe un ecosistem de filiale și parteneri în jurul reciclării și recuperării, exemple dintre care sunt Sucursala Gaia, deja stabilită în Flins, a cărei misiune este de a califica și recupera vehicule, piese și materiale. prin canale de reciclare, reparare și reutilizare, sau fabrica Choisy-le-Roi, care este dedicată remanufacturării de 70 de ani.

RE-START: INOVAȚIA FĂCUTĂ ACCESIBILĂ PENTRU TOȚI

Ambiția acestui centru se concentrează pe îmbunătățirea și dezvoltarea competențelor, accelerând în același timp cercetarea și inovarea în economia circulară. Astfel, Re-Start va găzdui un incubator pentru start-

up-uri și parteneri, precum și un centru universitar și de formare, pentru a consolida specializarea profesiilor prezente în cadrul Re-Factory. Proiectul va studia și incluziunea, pentru a promova accesul la locuri de muncă.

RE-FACTORY FLINS va integra un incubator deschis angajaților săi și partenerilor externi (start-up-uri, parteneri academici, grupuri mari, autorități locale...) pentru a dezvolta sau co-dezvolta proiecte inovatoare. Acesta va include un spațiu de experimentare „in vivo” pe instalații industriale, în colaborare cu experți din diferite domenii (arhitectura vehiculelor, materiale, vehicule electrice, energie, reciclare, lean manufacturing...). Acesta va găzdui, de asemenea, centrul de excelență de producție avansată pentru prototiparea și experimentarea vehiculelor, concentrându-se pe subiecte din industria 4.0, cum ar fi imprimarea 3D sau întreținerea predictivă.

Dar, deși conceptul poate părea ușor de înțeles, există o serie de aspecte implicate. Când vorbim despre economia circulară, primul lucru la care ne gândim este designul ecologic, adică utilizarea resurselor care sunt regenerabile, sustenabile [96] și reutilizabile sub alte forme. Pentru industria auto, provocarea este considerabilă.

În termeni practici, pentru Groupe Renault, este vorba de a proiecta vehicule durabile cu materiale reciclate și recuperabile. Pentru vehiculele electrice Renault, este vorba despre găsirea unei a doua durate de viață pentru bateriile care nu mai sunt utilizabile, de exemplu pentru stocarea energiei regenerabile sau furnizarea de energie pentru clădiri [97].

În conformitate cu reglementările europene, dintre toate vehiculele aflate la sfârșitul duratei de viață: **95%** sunt **recuperate** (reutilizarea sau reciclarea materialelor) și **85%** sunt **reciclate** . Cel puțin **50%** din materialele conținute în bateriile și **acumulatorii electrici uzați** sunt reciclate. **33%** : rata medie de **materiale reciclate** utilizate în vehiculele **Groupe Renault** produse în Europa la sfârșitul anului 2018. **50 kg+** de **plastic reciclat** utilizat în **ESPACE V**.

9.1.1 MOBILITATEA RENAULT

Potrivit ONU [⁹⁸], populația globală în 2050 va ajunge la 9,8 miliarde, dintre care aproape 70% vor trăi în zone urbane. Prin urmare, cererea tot mai mare de mobilitate urbană în anii următori determină nevoia de a dezvolta scheme eficiente care să fie în același timp curate, durabile și partajate. Groupe Renault lucrează la dezvoltarea diferitelor tipuri de servicii: car-pooling, car-sharing, ride-hailing, vehicule fără șofer [⁹⁹].

Renault Mobility este schema de închiriere de vehicule cu autoservire pe oră sau pe zi în Franța. Apoi mai este Zity [¹⁰⁰], schema de partajare a mașinii electrice de la Madrid și serviciul de călătorie ¹⁰¹Marcel [].

Renault testează servicii de mobilitate inteligente, partajate, autonome, electrice, publice sau private, prin intermediul a două proiecte și prototipuri ZOE autonome: Laboratorul autonom Rouen Normandia și Laboratorul autonom Paris-Saclay.

Odată cu **ROUEN NORMANDY AUTONOMOUS LAB (RNAL)**, Renault începe să testeze pe drumuri deschise un serviciu de mobilitate autonomă de la capăt la capăt. Aceasta este o premieră în Europa și include patru vehicule robot electrice Renault ZOE echipate cu senzori și inteligență încorporată, o aplicație pentru clienți pentru rezervarea călătoriei, un centru de control de la distanță a flotei, infrastructură conectată și rețele de telecomunicații securizate [¹⁰²].

Scopul proiectului **PARIS-SACLAY AUTONOMOUS LAB** este de a concepe și testa diferite servicii de mobilitate publice și private inteligente, autonome, electrice și partajate pentru a completa sistemele de transport existente în zona Paris-Saclay. Se va înființa un sistem de transport autonom cuprinzător care cuprinde vehicule autonome, un sistem de supraveghere, infrastructură conectată și aplicații pentru clienți și vor fi efectuate experimente pentru a determina cerințele pentru extinderea unui serviciu de mobilitate autonomă. Sistemul experimental care utilizează vehicule electrice autonome – trei mașini prototip Renault ZOE Cab și o navetă Transdev-Lohr i-Cristal – va fi pus progresiv la dispoziția unui panel de utilizatori [¹⁰³].

Viziunea Renault despre viitoarea mobilitate urbană și comunală este reprezentată de cele 4 vehicule robot-concept dezvăluite în 2018 și 2019: EZ-GO, EZ-PRO, EZ-ULTIMO și EZ-POD. EZ-GO, EZ-PRO și EZ-ULTIMO oferă o experiență de mobilitate care a fost concepută pentru toată lumea și poate fi accesată de cât mai mulți. O experiență personalizabilă și complet conectată, care se conectează la ecosistemul orașelor inteligente care se dezvoltă și are un impact pozitiv asupra acestora [¹⁰⁴].

9.1.2 VIITORUL ESTE NEUTRAL - SOLUȚII DE RECICLARE ÎN CIRCUIT ÎNCHIS, DE LA MAȘINĂ LA MAȘINĂ

În fiecare an, în Europa, peste 11 milioane de vehicule, care includ aproximativ 85% materiale reciclabile, ajung la sfârșitul ciclului de viață. Cu toate acestea, această resursă este subexploată: vehiculele noi conțin doar 20% până la 30% materiale reciclate, care provin din toate industriile.

În prezent, materialele reciclabile din vehiculele scoase din uz sunt valorificate în principal pentru alte aplicații industriale (metalurgie, construcții etc.).

Obiectivul The Future Is NEUTRAL este de a menține valoarea pieselor și materialelor cât mai mult timp posibil și de a permite industriei de automobile să folosească în viitor la fabricarea de vehicule noi un procent mult mai mare de materiale reciclate de la sfârșitul mașini de viață.

Noua companie are o rețea de filiale și parteneri care asigură, de-a lungul întregului ciclu de viață al unui vehicul, colectarea pieselor, materialelor și bateriilor din diverse surse, de la fier vechi până la atelierele auto. Datorită acestui ecosistem, The Future Is NEUTRAL dezvoltă bucle de economie circulară în fiecare etapă a vieții unui vehicul, de la producție, până la utilizare și până la sfârșitul vieții.

Concret, The Future Is NEUTRAL beneficiază de expertiza subsidiarei Gaia ale cărei activități în domeniul reparației bateriilor, colectării și reutilizării pieselor și reciclării materialelor recuperate la sfârșitul ciclului de viață al unui autoturism se desfășoară în fabrica din Franța. orașul Flins.

INDRA, o ramură competitivă de tratare a vehiculelor scoase din uz, recuperează până la 95% din masa mașinii

The Future Is NEUTRAL va oferi și servicii de consiliere și formare dedicate economiei circulare sectorului auto, cu sprijinul Campusului Industrii Mobilității Circulare (ICM) cu sediul în orașul Flins, în cadrul companiei Universitatea „ReKnow University” a Grupului Renault.

9.1.3 RENAULT: UZINA DE PRODUCȚIE A VIITORULUI



Figura 9.2. Renault: Uzina de producție a viitorului

[<https://www.renaultgroup.com/en/innovation-2/industry-4-0-production-plants-shaped-by-the-future/>]

Industria 4.0 de la Renault are următoarele aspecte reprezentative:

4 INIȚIATIVE CHEIE în transformarea digitală:

- ⇒ **MANAGEMENTUL APROVIZIONĂRII ÎN TIMP REAL** De îndată ce un client comandă un vehicul, furnizorii sunt informați, materiile prime sunt pregătite și sunt stabilite fluxurile logistice.

- ⇒ **TRASABILITATE CONTINUĂ** Piesele, ansamblul și ambalajul vehiculului sunt urmărite în timp real, astfel încât clienții să poată urmări progresul comenzii lor.
- ⇒ **DATE PENTRU PLANIFICARE** Datele sunt trimise și analizate continuu pentru a efectua operațiuni și simulări de la distanță, precum și pentru a optimiza întreținerea.

GRUPUL RENAULT LANSEAZĂ PRIMUL METAVERSE INDUSTRIAL DIN INDUSTRIA AUTO

100% din liniile de producție, adică 8.500 de echipamente, au fost conectate pentru a colecta peste 1 miliard de date în fiecare zi. Metaverse industrial este o adevărată replică digitală a ecosistemului industrial fizic al Grupului Renault, controlată în timp real pentru a îmbunătăți atât eficiența producției, cât și reducerea amprente de carbon industrială. Pentru a atinge aceste obiective, se bazează pe 4 dimensiuni: colectare masivă de date, gemeni digitali de procese, conectarea ecosistemului Supply Chain și un set de tehnologii avansate.

9.2 GRUPUL VOLKSWAGEN

Grupul Volkswagen [¹⁰⁵] a creat de la început concepte pentru recondiționarea și reciclarea componentelor vehiculelor. Un factor important al economiei circulare este decarbonizarea în curs a Grupului Volkswagen. Utilizarea în creștere a materialelor secundare și stabilirea de bucle închise de materiale ajută la reducerea semnificativă a emisiilor de CO₂ [¹⁰⁶]. Economia circulară este, de asemenea, o problemă cheie în strategia grupului „NEW AUTO – Mobility for Generations to Come” Strategia NEW AUTO până în 2030 - un nou plan de transformare într-o „o companie de mobilitate bazată pe software”.

În mod fundamental, VW urmărește patru linii de acțiune la nivel de grup în domeniul economiei circulare:

- ✓ În primul rând, eforturile se intensifică deja pentru a utiliza materiale reciclabile și reutilizabile în designul vehiculelor – de exemplu, din deșeurile de producție.

- ✓ În plus, VW dorește să îmbunătățească și mai mult aprovizionarea cu materiale circulare, adică materiale secundare și materii prime regenerabile – de exemplu prin cumpărarea înapoi a vehiculelor scoase din uz – și astfel să readucă în circuit materialele valoroase.
- ✓ O altă abordare este conservarea materialelor reciclabile prin reutilizare și reutilizare – de exemplu, în reciclarea bateriilor de înaltă tensiune pentru vehicule în Salzgitter.
- ✓ VW lucrează intens la dezvoltarea modelelor de afaceri care să simplifice recuperarea materiilor prime din produsele lor.

Tema economiei circulare este, de asemenea, un element de bază al declarației de misiune de mediu a Grupului „goTOzero”, pe care VW orientează designul strategic al acestei zone de acțiune. Prin această declarație de misiune a Grupului, Grupul Volkswagen își stabilește obiectivul, printre altele, de a-și îmbunătăți în continuare eficiența resurselor și de a promova abordări de reutilizare și reciclare în domeniile materialelor, energiei și apei. Alte subiecte care contribuie la economia circulară sunt încorporate în programul „goTOzero – Zero Impact Factory”. Este ghidat de viziunea de a crea o fabrică care să nu aibă impact negativ asupra mediului.

EXPERTIZĂ INTERNĂ ÎN RECICLAREA BATERIILOR:

Volkswagen Group Components a deschis prima unitate a Grupului pentru reciclarea bateriilor de înaltă tensiune pentru vehicule la site-ul Salzgitter la începutul anului 2021. Obiectivul este recuperarea industrializată a materiilor prime valoroase precum litiu, nichel, mangan și cobalt în buclă închisă și, de asemenea, din aluminiu, cupru și plastic, cu o rată de reciclare de peste 90% în viitor. Bateriile sunt reciclate numai dacă nu mai pot fi utilizate în alte moduri – de exemplu, în formă recondiționată în sisteme mobile de stocare a energiei, cum ar fi stațiile de încărcare rapidă flexibile sau roboții de încărcare. Instalația a fost proiectată inițial pentru a recicla până la 3.600 de sisteme de baterii pe an în operare pilot [¹⁰⁷, ¹⁰⁸].

Procesul de reciclare inovator și care economisește CO₂ nu necesită topire consumatoare de energie într-un furnal. Sistemele de baterii uzate sunt livrate, descărcate adânc și demontate. Părțile individuale sunt

măcinate în granule în tocător și apoi uscate. Pe lângă aluminiu, cupru și materiale plastice, procesul produce în principal „pulbere neagră” valoroasă, care conține litiu, nichel, mangan, cobalt și grafit, care sunt materii prime importante pentru baterii.

Separarea și prelucrarea substanțelor individuale prin procese hidrometalurgice – folosind apă și agenți chimici – se realizează ulterior de către parteneri de specialitate. În consecință, componentele esențiale ale celulelor vechi ale bateriei pot fi utilizate pentru a produce material catodic nou. Materialul recuperat poate fi folosit pentru a sprijini producția de celule de baterie în viitor. Economii de CO₂ sunt calculate a fi de aproximativ 1,3 tone metrice per baterie de 62 KWh fabricată folosind catozi din material reciclat și electricitate verde. Adică mai multe emisii de CO₂ decât sunt generate în timpul proceselor de producție și logistică ale unui nou ID.3.

9.2.1 SKODA

Producătorul de automobile ceh Skoda, parte a Grupului Volkswagen, este implicat activ în aplicarea principiilor unei economii circulare [¹⁰⁹]:

- ✓ minimizarea impactului negativ asupra mediului,
- ✓ reducerea intrărilor de resurse și pierderea acestor resurse,
- ✓ invers maximizând circulația resurselor.

Skoda lucrează cu o echipă interdisciplinară pentru a implementa aceste concepte în coordonare cu departamentul de ecologie și protecția muncii.

Economia circulară este „o parte integrantă” a strategiei Skoda. Marca cooperează îndeaproape cu reciclatorii și furnizorii pentru a reduce consumul de materiale primare și pentru a prelungi durata de viață a materialelor utilizate. Utilizarea eficientă a resurselor arată și beneficii financiare.

REPERELE SKODA ÎN DURABILITATE:

În locurile de producție din Cehia, Skoda nu are deșeuri de producție la depozitele de gunoi. Aceasta înseamnă că toate deșeurile din producție

sunt reutilizate fie material, fie energetic, deasemenea, Skoda și-a extins, activitățile circulare către site-urile sale de producție din India.

Producătorul auto folosește huse de scaune din sticle PET reciclate, combinând lâna cu poliestерul reciclat. Este, de asemenea, implicată în proiecte pilot axate pe reutilizarea sticlei scoase din uz de la mașini în procesul de fabricație. În atelierul său de vopsire, Skoda folosește calcar măcinat, care absoarbe particulele reziduale de vopsea, eliminând astfel nevoia de apă într-un proces cunoscut sub numele de „separare uscată”.

UTILIZAREA MATERIILOR PRIME REGENERABILE

ŠKODA, în colaborare cu Universitatea Tehnică din Liberec și furnizorul, a dezvoltat un material durabil, ecologic, realizat din pulpă de sfeclă de zahăr, care poate fi folosit sub formă vopsită în interiorul vehiculelor pentru a crea anumite accente de design. În plus, ŠKODA lucrează la un alt material bazat pe trestia de miscantus care va fi folosit și în interiorul modelelor în viitor [¹¹⁰]. Se cercetează și utilizarea cojilor de orez, cânepă, plută și fibre de cocos. ŠKODA folosește baterii de înaltă tensiune uzate de la vehicule electrice în sistemele staționare de stocare a energiei înainte ca acestea să fie reciclate. Acest al doilea ciclu de viață reduce efectiv amprenta de CO₂ a bateriilor [¹¹⁰].

Grupul VW investighează utilizarea altor materiale din surse ecologice, cum ar fi materialele pe bază de celuloză. Un proiect emblematic este cooperarea cu o companie de reciclare. Ca parte a acestuia, a fost dezvoltat un proces pentru a transforma barele de protecție vopsite în granule. Acestea pot fi apoi folosite pentru barele de protecție noi.

9.2.2 AUDI

9.2.2.1 TRANSFORMAREA VECHIULUI ÎN NOU: PROIECTUL MATERIALLOOP

Cu proiectul „**MATERIALLOOP**”, ce testează potențialul economiei circulare al vehiculelor scoase din uz, Audi închide mai multe cicluri de materiale în industria auto. Împreună cu 15 parteneri din sectoarele de cercetare, reciclare și furnizori, **AUDI analizează reutilizarea așanumitelor materiale post-consum, care sunt preluate din vehiculele clienților la sfârșitul ciclului de viață, din industria auto și le**

utilizează pentru producția de mașini noi , ca parte a strategiei de economie circulară a Audi [¹¹¹].

Până în prezent, foarte puține dintre materialele utilizate în producția de vehicule noi sunt recuperate din mașini vechi. Oțelul, de exemplu, ajunge de obicei ca oțel de structură după reciclarea vehiculelor la sfârșitul vieții.

Audi vrea să schimbe acest lucru prin reutilizarea materialelor secundare luate din vehiculele scoase din uz în producția de mașini noi. Reciclarea, care duce la o pierdere a calității materialului, trebuie evitată.

Proiectul MaterialLoop conturează viziunea de a opera un concept de economie circulară extrem de eficient pentru vehiculele scoase din uz:

- ✓ Obiectivul AUDI este de a recupera cât mai multe materiale la un nivel ridicat de calitate și de a le reutiliza în producție. Acest lucru va economisi materii prime valoroase și va reduce amprenta ecologică a produselor. În același timp, accesul direct la materiale secundare poate contribui la creșterea securității aprovizionării. Materiile prime nu trebuie să mai fie extrase.
- ✓ În octombrie 2022, 100 de vehicule au fost demontate ca parte a proiectului comun MaterialLoop.
- ✓ Doar dezasamblarea țintită a componentelor individuale a permis reținerea materialelor secundare de înaltă calitate, cum ar fi bucăți mai mari de plastic pentru reciclare.
- ✓ După dezasamblare, corpurile rămase au fost mărunțite și sortate în grupuri de materiale, inclusiv oțel, aluminiu, plastic și sticlă, în cooperare cu companii partenere.
- ✓ Pentru a testa reutilizarea unor astfel de materiale în producția de mașini noi, Audi a definit și a pilotat procesul de reciclare suplimentar împreună cu partenerii de proiect din industria de reciclare, lanțul de aprovizionare Audi și mediul academic.

Împreună cu furnizorii săi, Audi a identificat reciclarea chimică ca o oportunitate reală în cadrul atelierelor de CO₂. Obiectivul programului de CO₂ al Audi este de a utiliza resursele cât mai eficient posibil și de a reduce emisiile de CO₂ în lanțul valoric, cu un accent clar pe materialele care fie sunt necesare în cantități mari, fie implică procese de fabricație consumatoare de energie ridicată.

Un caz de succes este **BUCLA ÎNCHISĂ A ALUMINIULUI** : Audi și furnizorii săi au reușit să recupereze deșeurile de aluminiu și să le aducă la nivelul de calitate a noului produs, evitând astfel, doar în 2019, ca

aproximativ 150.000 de tone metrice de CO₂ să intre în bilanțul de mediu. [¹¹²].

Pentru a folosi și mai puțin aluminiu primar în producție în viitor, Audi a lansat „Aluminium Closed Loop” la locația de la Neckarsulm încă din 2017. Decupările din tablă de aluminiu care sunt produse în magazinul de presă sunt trimise direct înapoi furnizorului. Furnizorul le reciclează în foi de aluminiu de calitate egală, pe care Audi le folosește apoi în producție. Audi de la Neckarsulm folosește acum această buclă închisă de aluminiu cu doi furnizori, crescând astfel cantitatea de aluminiu gestionată în bucla închisă. Astfel, s-au realizat economii de aproximativ 150.000 de tone metrice de CO₂ în 2019, cu două treimi mai mult decât în anul precedent. Pe lângă fabrica din Neckarsulm, fabricile Audi din Ingolstadt și Győr s-au alăturat acum și procesului de buclă închisă din aluminiu.

Aluminiul secundar este utilizat în prezent în diferite părți ale caroseriei Audi A3, A4, A5, A6, A7 și A8, precum și în părți ale Audi e-tron și e-tron Sportback. Acest lucru asigură că deșeurile de aluminiu de calitate superioară nu sunt vândute pentru profit pe piața fierului vechi, ci sunt reintroduse în bucla de material. Resturile de aluminiu în exces din magazinul de presă sunt returnate producătorului, unde sunt reciclate și livrate înapoi către Audi în etapa următoare ca aluminiu secundar. Rata de reciclare este de aproape 100%. În comparație cu aluminiul primar, în timpul producției este consumată cu până la 95% mai puțină energie.

Procesul în sine și economiile nete de CO₂ rezultate de peste 633.881 de tone metrice de CO₂ din 2017 au fost verificate de terți independenți. Calculul economiilor de CO₂ din proiectul Buclă închisă din aluminiu a fost actualizat în comparație cu anul precedent, deoarece scăderile din magazinul de presă au fost reevaluate [¹¹³].



Figura 9.3._ Bucla închisă pentru aluminiu la Audi

[Sursa: <https://www.audi.com/en/company/sustainability/core-topics/value-creation-and-production/co2-program-in-production.html>]

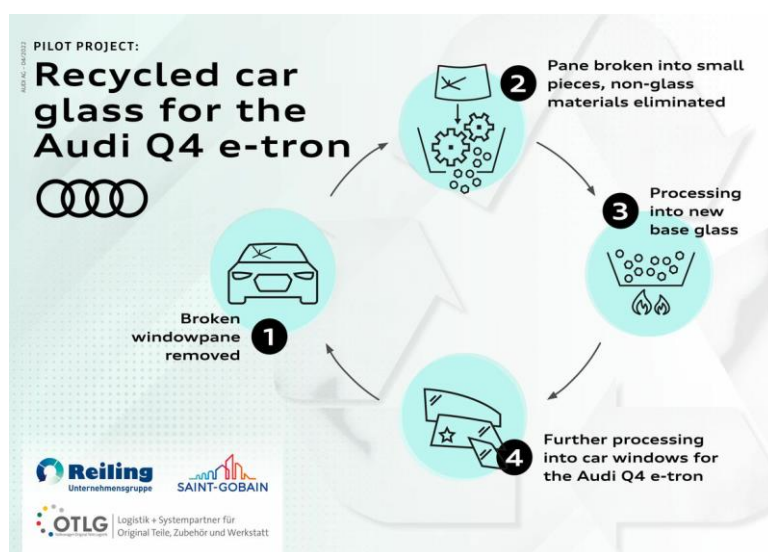
Compania intenționează să crească treptat și mai mult volumul materialelor reciclate în fabricarea modelelor sale de mașini. Un exemplu recent este utilizarea plasticului PET în producția modelului Audi A3. PET-ul este un polimer plastic care poate fi separat de materialele cu care a fost combinat, fiind deci mai ușor de reciclat. De exemplu, pentru Audi A3 sunt disponibile trei opțiuni de tapițerie realizate din materiale reciclate până la 89%. În prezent, tapițeria nu este realizată în întregime din materiale reciclabile. Provocarea constă în materialul de bază folosit, care este atașat de materialul superior cu un adeziv și AUDI lucrează la înlocuirea acestuia cu un poliester reciclabil.

Scopul AUDI este de a produce tapițeria în întregime din același tip de material, astfel încât să poată fi reciclată. Dacă fezabilitatea sa tehnică este dovedită, Audi plănuiește să industrializeze tehnologia în cauză și apoi să o aplice progresiv la tot mai multe componente.

9.2.2.2 PROIECT PILOT DE RECICLARE A STICLEI

Geamurile sparte ale mașinii merg adesea la reciclare atunci când nu pot fi reparate, încă nu există o buclă de material închisă pentru geamurile deteriorate. Audi și companiile sale partenere Reiling Glas Recycling,

Saint-Gobain Glass și Saint-Gobain Sekurit desfășoară un proiect pilot comun pentru a transforma sticla auto deteriorată în material reciclabil pentru producția de noi modele. Ei au dezvoltat un proces în mai multe etape pentru utilizarea unui proces inovator de reciclare: geamurile mașinilor sunt mai întâi sparte în bucăți mici; toate impuritățile care nu sunt din sticlă, cum ar fi reziduurile de lipici, sunt apoi îndepărtate; granulele de sticlă rezultate sunt topite și transformate în sticlă nouă. Acea foaie de sticlă este apoi transformată într-un nou geam de mașină [114].



. Figura 9.4_ Sticlă auto reciclată pentru Audi Q4-E-TRON

[Sursa: <https://www.audi-mediacycenter.com/en/photos/detail/recycled-car-glass-for-the-audi-q4-e-tron-108899>]

Audi trece acum proiectul pilot „GlassLoop” în producția standard; pentru parbrizele Audi Q4 e-tron, compania va folosi sticlă realizată din material reciclat până la 30% de la geamurile auto deteriorate nereparabile. Audi, în cooperare cu companiile sale partener, este primul producător auto premium care a creat un ciclu de sticlă de acest fel.

Până acum, geamurile mașinilor deteriorate nereparabile - în principal parbrize și acoperișuri panoramice - au fost folosite în scopuri mai puțin solicitante, cum ar fi sticlele sau izolația, în ceea ce se numește downcycling. Proiectul pilot a fost primul care a demonstrat că sticla poate fi refolosită la o calitate comparabilă [115].

9.2.2.3 AUDI & KIT: PROIECTUL PILOT PENTRU RECICLAREA CHIMICĂ A MATERIALELOR PLASTICE ÎN INGINERIA AUTO

Audi și THINKTANK de la KIT lucrează la o metodă specială de reciclare a materialelor plastice utilizate în industria auto care va crea sisteme circulare inteligente în lanțurile de aprovizionare și va folosi resursele în mod eficient [¹¹⁶].

Lansarea proiectului pilot: reciclarea chimică permite crearea unui circuit închis pentru materialele plastice în industria auto. Deșeurile de plastic reciclate sunt transformate în ulei de piroliză, care poate fi apoi folosit pentru a crea noi componente. Un număr mare de componente auto sunt realizate din materiale plastice. Acestea trebuie să îndeplinească cerințele stricte privind siguranță, rezistență la căldură și calitate. Din acest motiv, până în prezent, doar materialele pe bază de petrol au fost potrivite pentru fabricarea componentelor din plastic pentru automobile, acestea putând fi supuse unei uzuri deosebit de intense. În cele mai multe cazuri, astfel de materiale nu sunt reciclabile. În timp ce materialele plastice de același tip pot fi adesea reciclate mecanic, reciclarea deșeurilor de plastic amestecate este o provocare majoră.

Audi și Institutul de Tehnologie din Karlsruhe (KIT) lansează așadar un proiect pilot de reciclare chimică în cadrul activității principale a THINKTANK „Strategii de resurse industriale”, contribuind astfel de deșeurile de plastic mixte la continuitatea sistemului de conservare a resurselor. Este destinat să integreze în propriul lanț de distribuție al AUDI sisteme circulare inteligente și să utilizeze resursele într-un mod eficient. În acest sens, reciclarea chimică are un mare potențial: dacă din ulei de piroliză în loc de petrol pot fi produse componente din plastic, atunci ar fi posibilă creșterea semnificativă a volumului componentelor auto fabricate în mod durabil. Pe termen lung, această metodă poate juca și un rol cheie în reciclarea vehiculelor scoase din uz.

Proiectul pilot „**RECICLAREA CHIMICĂ A MATERIALELOR PLASTICE ÎN INGINERIA AUTO**” își propune să creeze sisteme circulare inteligente pentru materiale plastice și integrarea acestora ca metodă complementară în reciclarea mecanică și recuperarea energiei.

În parteneriat cu KIT, Audi intenționează să testeze inițial fezabilitatea tehnică a reciclării chimice și să evalueze metoda din punct de vedere al impactului asupra economiei și asupra mediului. Aceste evaluări sunt

efectuate la KIT în colaborare cu Institutul de Chimie Tehnică (ICT) și Institutul de Producție Industrială (IPI).

În acest scop, compania folosește componente din plastic de la modele Audi returnate din rețeaua de distribuție germană, care nu mai sunt necesare, precum, de exemplu, rezervoare de combustibil, jante și grila radiatorului.

Aceste componente din plastic sunt transformate, prin reciclare chimică, în ulei de piroliză. Calitatea acestui ulei corespunde cu cea a produselor petroliere, iar materialele realizate din acesta ating standarde înalte, asemănătoare celor noi.

Pe termen mediu, componentele din ulei de piroliză pot fi folosite din nou în producția de automobile. Până în prezent, reciclarea chimică este singura metodă care poate fi utilizată pentru a procesa deșeurile de plastic amestecate în produse care se potrivesc cu calitatea celor noi. Ca urmare, se poate recupera o gamă mai largă de materiale plastice, astfel de circuite închise de materiale prezentând mai multe avantaje. Ele conservă resurse valoroase, deoarece este nevoie de mai puțină materie primă. La rândul său, acest lucru economisește energie și costuri și este, de asemenea, benefic pentru mediu.

Audi este unul dintre primii producători de automobile care a testat această metodă de reciclare într-un proiect pilot cu materiale plastice din propria producție auto.

9.2.3 DIGITALIZAREA PRODUCȚIEI GLOBALE AUDI

Un element al eforturilor de digitalizare ale companiei este Inițiativa Automotive 2025 – pe scurt AI25 – care a fost lansată la începutul anului 2021. Scopul inițiativei este de a crea o rețea globală de expertiză pentru transformarea fabricilor digitale și inovarea durabilă.

În acest scop, Audi Neckarsulm va juca un rol esențial ca fabrică pilot și laborator real. Site-ul de lungă durată are deja o experiență vastă în IT de producție atât pentru producția de mare volum, cât și pentru producția la scară mică. În plus, inițiativa este menită să servească drept sursă de idei și inspirație pentru transformarea producției și a logisticii în cadrul Grupului Volkswagen. În următorii cinci ani, soluțiile digitale pentru producția de vehicule și lanțul de aprovizionare vor fi din ce în ce mai

mult testate și dezvoltate până la producția la scară largă prin AI25. Dezvoltarea de soluții IT pentru producția inteligentă este susținută de instituții academice precum Institutul Fraunhofer pentru Inginerie Industrială și Universitatea Tehnică din München, precum și de partenerii tehnologici Amazon Web Services (AWS) și SAP. Soluțiile și ideile dezvoltate la comandă se așteaptă, de asemenea, să vină de la joint venture „XL2” cu sediul în Heilbronn, care a fost fondată anul trecut împreună cu Capgemini. Această unitate independentă se concentrează pe proiecte SAP pentru producție, managementul datelor de bază și dezvoltarea de aplicații bazate pe cloud.

AUDI [¹¹⁷]

- Audi folosește soluții digitale pentru a face producția mai flexibilă și mai eficientă
- Audi Production Lab și Automotive Initiative 2025 fac parte integrantă din strategia digitală a grupului
- Rețeaua globală de producție a Audi va face parte din Industrial Cloud în viitor
- 5G, imprimare 3D, RFID, învățare automată și inteligență artificială – tehnologii de ultimă oră care conduc spre producția inteligentă
- Audi lucrează cu viteză maximă pentru a-și digitaliza producția și, ca urmare, mediul de lucru în domenii precum planificarea, asamblarea, logistica, întreținerea și asigurarea calității la cele cinci unități de producție pe care compania le operează în întreaga lume. O serie de proiecte inovatoare cu tehnologii precum imprimarea 3D, 5G, aplicații și realitatea virtuală revoluționează deja procesele operaționale și creează sinergii și noi forme de rețea globală.

Sistemele eficiente și soluțiile noi de înaltă tehnologie stau la baza operațiunilor de producție complet conectate, digitalizate. Cu această viziune clară, Audi își aliniază strategic procesele cu viitorul. Audi Production Lab este esențială în dezvoltarea multor proiecte de perspectivă. P-Lab, așa cum este cunoscut la companie, a fost înființat de Audi în 2012 și este un fel de think tank pentru toate subiectele legate

de producție. Aici, o echipă de bază de 30 de angajați dezvoltă idei și testează noi abordări împreună cu colegii lor din producție și logistică pentru a optimiza în continuare eficiența, precizia și calitatea la fabrici. P-Lab a jucat un rol cheie în a ajuta tehnologii precum imprimarea 3D, -colaborarea cu roboți umani, vehiculele ghidate automat și realitatea augmentată și virtuală să-și facă loc în producția la scară largă la Audi.

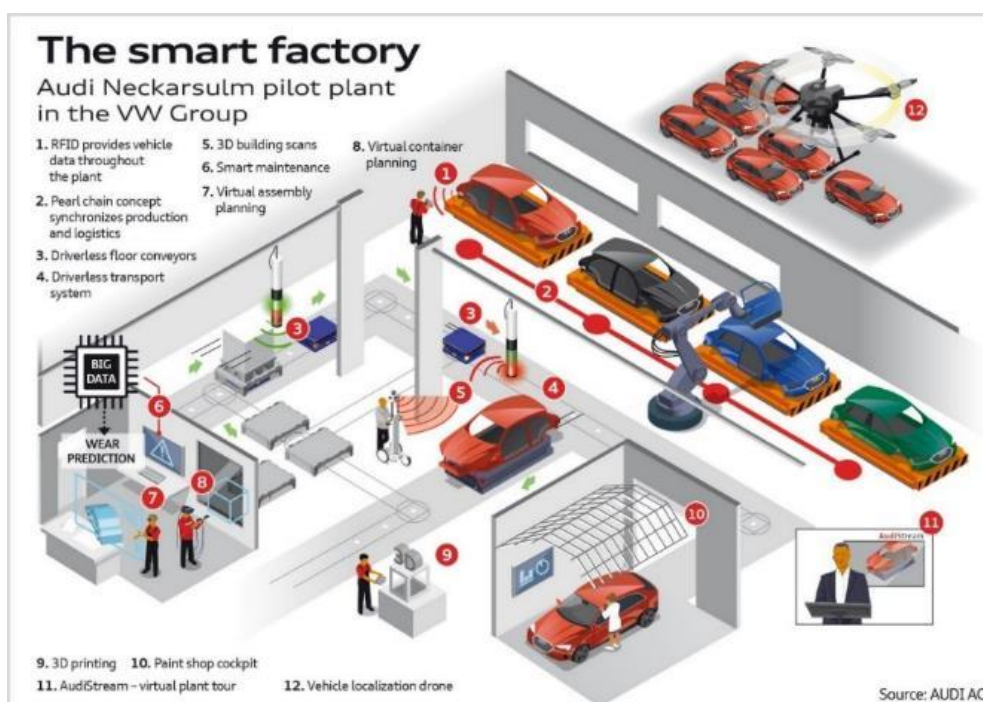


Figura 9.5. Uzina AUDI Smart

1. RFID furnizează date despre vehicul în întreaga fabrică; 2. Conceptul de lanț de perle sincronizează producția și logistica; 3. Transportoare de podea fără șofer; 4. Sistem de transport fără șofer; 5. Scanări 3D de clădiri; 6. Întreținere inteligentă; 7. Planificarea asamblării virtuale; 8. Planificarea containerelor virtuale; imprimare 9.3D; 10. Cabina de vopsit; 11. AudiStream – tur virtual al fabricii; 12. Dronă de localizare a vehiculului

9.2.4 PRODUCȚIA DIGITALĂ A GRUPULUI VOLKSWAGEN

AUDI face parte din strategia digitală a Grupului Volkswagen. Volkswagen construiește în prezent unul dintre cele mai mari proiecte cloud de acest gen din lume: Industrial Cloud.

Inima tehnologică a acestui sistem este Platforma de producție digitală – sau pe scurt DPP. În viitor, platforma va fi folosită pentru a reuni și analiza datele de la toate mașinile, liniile de producție și sistemele utilizate în fabricile grupului din întreaga lume. În stadiul final de dezvoltare, cantitatea de date care va fi analizată pe platformă în fiecare zi este probabil de ordinul mării cantității de date generate de un mic oraș german.

Este construit pe tehnologii din domenii precum Internetul obiectelor (IoT), învățarea automată, analiza datelor și serviciile de calcul care au fost dezvoltate pentru a răspunde nevoilor specifice ale industriei auto.

Fiecare site va putea să descarce aplicații pentru mașinile, instrumentele și sistemele sale direct din Industrial Cloud și, astfel, să producă și mai eficient (adică, o „abordare a magazinului de aplicații”).

Neckarsulm și Ingolstadt sunt primele două site-uri Audi deja conectate; vor urma restul de trei. Ca urmare, site-urile vor deveni parte a unei platforme deschise care va integra treptat lanțul global de aprovizionare și partenerii industriali.

În plus, Volkswagen lucrează și cu parteneri pentru a crea o piață pentru aplicații industriale. Acest lucru ar permite tuturor participanților să partajeze aplicații între ei, precum și să cumpere și să utilizeze aplicațiile de care au nevoie. Audi poate împărtăși apoi cele mai bune practici și le poate implementa singur.

9.2.4.1 OPORTUNITĂȚI DE TEHNOLOGIE 5G PENTRU PRODUCȚIE

O infrastructură de rețea de înaltă performanță, care poate răspunde în timp real, joacă un rol esențial în mediul de producție agil și flexibil al viitorului. Prin urmare, Audi se concentrează pe utilizarea tehnologiei 5G în procesele de producție inteligente. Operatorii de rețea promet viteze

rapide de date de peste zece gigabiți pe secundă și rate minime de latență de cel mult o milisecundă.

Conexiunile celulare sunt considerate robuste, consumă foarte puțină energie, iar fiabilitatea este de aproape 100%. În plus, 5G oferă posibilitatea de a conecta fără fir un număr mare de dispozitive industriale.

O mașină conectată prin 5G poate răspunde în timp real la intrările din sistemul de control. Audi a intuit aceste avantaje și a lansat deja mai multe proiecte pilot. Sunt deja utilizate vehicule cu ghidaj automat, care livrează materiale și componente pentru producție exact la timp și exact acolo unde sunt necesare. Acesta este doar un exemplu a ceea ce tehnologia 5G de mare viteză va face posibilă în viitor.

În Audi Production Lab (P-Lab) [118], mai multe aplicații sunt în prezent testate în condiții reale de producție pentru a formula cerințele pe care tehnologia 5G va trebui să le îndeplinească în mediul de producție Audi.

Un spectru de frecvențe exclusiv – o rețea de campus 5G în cadrul fabricii – este utilizat în Ingolstadt de la jumătatea anului 2020. Această frecvență locală este o condiție importantă pentru implementarea cu succes a 5G în producție.

9.2.4.1.1 Conectivitate 5G

Noul standard de rețea mobilă 5G va permite funcții complet noi în vehicul și nu numai. Acesta va deschide calea pentru mobilitatea viitoare și conducerea automată, dar și pentru funcții multimedia îmbunătățite și infotainment în mașină.

Pentru mobilitatea viitoare, 5G înseamnă, de exemplu, comunicarea vehicul-la-vehicul în timp real, datorită lățimii de bandă mai mari de până la 10 Gbit/s și unei latențe estimate în transmisia de date de mai puțin de 1 milisecundă. Dar și actualizările over-the-air ale aplicațiilor și software-ului din vehicul sunt posibile aproape în timp real. Soluțiile de infotainment cu conectivitate 5G vor permite, de exemplu, streaming video și muzică fără întreruperi și fără întârzieri, precum și pentru integrarea prognozelor meteo sau a informațiilor despre situația actuală a traficului.



Figura 9.6. Conectivitate holistică

[119]



Figura 9.7 Comunicare V2V

[[[https://www.continental-automotive.com/en-gl/Passenger-Cars/Technology-Trends/Holistic-Connectivity-\(1\)/5G-Connectivity](https://www.continental-automotive.com/en-gl/Passenger-Cars/Technology-Trends/Holistic-Connectivity-(1)/5G-Connectivity)]

9.2.4.1.2 Avantajele tehnologiei 5G

Utilizarea 5G face comunicarea mai rapidă și oferă trei avantaje principale:

DESCĂRCARE MAI RAPIDĂ - Internet rapid - de exemplu pentru descărcări de hărți, muzică online și videoclipuri în mașină.

COMUNICARE DIRECTĂ – Cu 5G, vehiculele pot comunica direct între ele fără nicio ocolire (până acum vehiculele trebuiau să comunice prin intermediul unui server) și astfel să se informeze reciproc despre situații periculoase (ex. accidente, gheață neagră) aproape în timp real.

IMPLICAREA TUTUROR UTILIZATORILOR DE TRANSPORT - Pietonii și bicicliștii fac și ei parte din rețea. Acest lucru înseamnă mai multă siguranță, de exemplu atunci când virajul la dreapta la răscruce cu un biciclist care se apropie rapid din spate.

5GAA (Asociația Automotive) promovează intens dezvoltarea noului standard pentru sectorul auto.

5GAA a fost fondată în 2016 pentru a testa, standardiza și comercializa noul standard de radio mobil 5G. Acesta reunește interese și membri din domeniile tehnologiei mobile și industria auto, precum AUDI AG, BMW Group, Daimler AG, Ericsson, Huawei, Intel, Nokia și Qualcomm.

9.2.4.2 IMPRIMARE 3D ÎN PRODUCȚIE

Audi folosește imprimarea digitală 3D în procesele de producție de mai bine de 20 de ani. Inițial, procesul a fost folosit în principal pentru a produce modele vizuale.

În ultimii ani, ponderea componentelor create folosind tehnologia pentru instrumentele de producție proprii ale companiei și modelele de vehicule a crescut semnificativ. Între timp, imprimarea 3D din plastic și metal este capabilă să producă piese din ce în ce mai mari. O serie de competențe și resurse diferite pentru Dezvoltare Tehnică și Producție sunt puse în comun la șantierul din Ingolstadt. Aici are loc cercetarea tehnologiei și dezvoltarea de noi aplicații cu diverse departamente.

Centrul de imprimare 3D din metal situat în Ingolstadt este specializat în producerea de piese complexe de oțel și aluminiu, precum și de inserții de scule pentru formarea sculelor cu o greutate de câteva tone, de exemplu pentru presarea pieselor de caroserie sau pentru turnarea sub presiune, care sunt fabricate din pulbere metalică folosind topirea cu laser. proces. Acest lucru facilitează implementarea modelelor neobișnuite, deoarece imprimarea 3D acceptă forme deschise, adică toate formele organice imaginabile. Acesta este un avantaj major pentru inserturile de scule cu canale de răcire aproape de margine, de exemplu.

Un al doilea centru de excelență pentru imprimarea 3D folosind materiale plastice este situat la situl Neckarsulm. În strânsă colaborare cu colegii de la producție, specialiștii în imprimare 3D proiectează mijloace de asamblare personalizate care fac munca mai ergonomică. Dacă angajații au idei de optimizare, pot contacta pur și simplu centrul intern de imprimare 3D. Împreună cu un start-up din Berlin, Audi a dezvoltat un software care reduce timpul necesar pentru proiectarea dispozitivelor de pre-asamblare cu 80%. De obicei, o schiță este tot ceea ce este necesar, iar piesa dorită este disponibilă în doar câteva ore.

Imprimarea 3D a fost inclusă pentru prima dată în pregătirile pentru producția de mare volum a lui Audi e-tron GT ¹. Peste 160 de ajutoare tipărite diferite sunt acum utilizate în locație astăzi. Unul dintre acestea, de exemplu, este utilizat în pre-asamblarea compresoarelor de aer condiționat, precum și în liniile de răcire.

Ajutorul de asamblare cu o clemă încorporată a fost proiectat intern și ține toate componentele în poziția exactă.

9.2.4.3 MENTENANȚĂ PREDICTIVĂ: CUM REVOLUȚIONEAZĂ SENZORII ȘI APLICAȚIILE ÎNTREȚINEREA LA AUDI

„PREDICTIVE MAINTENANCE” la nivel de companie face ca întreținerea echipamentelor de producție de la locația Neckarsulm din atelierul de caroserie să fie mai eficientă, reducând astfel la minimum timpul de nefuncționare.

Tehnologia specială a senzorilor într-un sistem de îmbinare care nituiește diferite componente ale caroseriei mașinii utilizează date, algoritmi și valori măsurate pentru a detecta urmele de uzură a furtunurilor din plastic. Ca urmare, defecțiunile bruște ale sistemului au fost practic eliminate, iar lucrările de întreținere pot fi efectuate în timpul producției. Acest lucru face munca de întreținere mai ușoară și producția mai eficientă. Procesele sunt în prezent standardizate pentru a conecta mai multe sisteme și mașini la baze de date. După o fază pilot de succes, Predictive Maintenance este setat să intre în producția de volum mare și va fi folosită și în alte domenii.

Personalul de întreținere al Audi primește asistență suplimentară din aplicația „iMaintenance”. Această aplicație conține o bază de date de cunoștințe cu aproximativ 5.000 de pagini despre știința materialelor și acțiuni recomandate. Dacă o mașină afișează un cod de eroare, utilizatorul introduce pur și simplu codul într-o tabletă și apoi primește instrucțiuni pas cu pas. Prin intermediul unei alte aplicații, „Audi Mobile Maintenance”, experții în asamblare de la șantierul de la Ingolstadt și de la atelierul de vopsire de la fabrica din Neckarsulm primesc informații imediate despre erorile de sistem.

Aplicația afișează toate informațiile relevante printr-o notificare push

- ➔ Ce sistem, din ce sală este afectat?
- ➔ Ce depozit are disponibil un înlocuitor?
- ➔ Este posibil ca operatorii să se ocupe deja de situație?

Acest lucru crește transparența, reduce călătoriile, accelerează procesele și îmbunătățește calitatea datelor. Totul este documentat digital și poate fi accesat de întreaga echipă de oriunde folosind un dispozitiv mobil. Audi intenționează să lanseze aplicația în alte fabrici în viitorul apropiat.

9.2.4.3.1 RFID PENTRU PRODUCȚIE ȘI LOGISTICĂ

Sediul Audi Neckarsulm a fost prima fabrică de automobile din Grupul VW care a folosit tehnologia de identificare prin radiofrecvență (RFID)

pentru identificarea digitală a vehiculelor – pe parcursul întregului proces de producție. În acest scop, fiecare Audi fabricat în fabrică primește o etichetă RFID constând dintr-un cip și o antenă în timpul primului pas de producție în atelierul de caroserie. Această etichetă însoțește apoi fiecare vehicul de acolo până la vopsitorie, până la asamblare și până la livrare. Cipurile conțin un număr unic de identificare. Cu ajutorul unui cititor, informații importante despre vehicul, cum ar fi designul caroseriei, finisajul vopselei, motorul și caracteristicile mașinii respective pot fi accesate în diferitele zone de producție.

Printre alte beneficii, acest lucru garantează că fiecare Audi iese de pe linia de producție exact așa cum a fost configurat. De la începutul producției Audi e-tron GT 1 complet electric la sfârșitul anului 2020, Audi a folosit și etichete „RFID pe metal”.

Acest dispozitiv inovator de stocare a datelor folosește contactul direct între vehicul și etichetă, în beneficiul calității transmisiei, folosind corpul e-tron GT 1 ca antenă extinsă. Pe lângă zonele de producție, și alte zone beneficiază de utilizarea acestei tehnologii.

De exemplu, logistica vehiculelor folosește eticheta RFID pentru a urmări vehiculele individuale care se deplasează în incinta fabricii. De asemenea, înregistrările viitoare de încărcare, cum ar fi cele utilizate la încărcarea vehiculelor în trenurile de marfă, vor fi procesate prin stații de citire dedicate prin simpla scanare a etichetei. Tehnologia RFID urmează să devină standardul în toate domeniile rețelei globale de producție a Audi în următorii ani.

9.2.4.3.2 IA ÎMBUNĂTĂȚEȘTE CALITATEA PRODUCȚIEI

Cerințele tot mai mari în ceea ce privește designul, construcția ușoară și funcționalitatea prezintă în mod constant noi provocări magazinului de presă. Liniile mai ascuțite pentru exterior, precum și complexitatea tot mai mare a componentelor duc la ferestre înguste de proces care pot duce ocazional la fisuri în timpul producției de componente ale caroseriei.

Pentru a menține calitatea produselor cât mai înaltă posibil, o echipă interfuncțională de la Audi dezvoltă o soluție pentru a detecta vizual defectele de calitate cu ajutorul inteligenței artificiale.

Metodele folosite imită capacitatea umană de a detecta în mod fiabil fisurile în piesele din tablă. Un algoritm bazat pe rețele neuronale profunde, cunoscut și sub denumirea de deep learning, funcționează în fundal. Acest lucru îi permite să detecteze în mod fiabil piesele defecte în mod automat, în câteva secunde și cu precizie maximă. În acest scop, software-ul este instruit și îmbunătățit continuu cu imagini de exemplu. În acest scop, experții din producție au marcat crăpăturile cu mâna și le-au fotografiat.

Procesul se desfășoară la magazinul de presă din Ingolstadt cu ajutorul mai multor camere din sistem care fac fotografii ale pieselor profunde nou produse. Imaginile sunt apoi evaluate în timp real de algoritm. Dacă a fost identificată o fisură, un semnal vizual alertează angajații. Soluția pilot din 2019 este în prezent perfecționată și îmbunătățită pentru a fi utilizată în producția de mare volum, inclusiv în alte locații, și este implementată treptat cu partenerii grupului.

O tehnologie cheie în acest context este platforma grupului VW Vision Workbench (VW²), care pune bazele tehnice pentru și extinde utilizarea noilor abordări bazate pe inteligența artificială la toate fabricile din întreaga lume. Acest lucru are, de asemenea, scopul de a intensifica colaborarea între locații, ceea ce poate duce la efecte de sinergie suplimentare. Lucrând împreună mai strâns, au fost deja identificate mai multe locații pentru posibile proiecte de lansare.

9.2.4.3.2.1 REALITATEA VIRTUALĂ ȘI PLANIFICAREA PRODUCȚIEI DIGITALE

Audi e-tron GT ¹ este primul model al mărcii audd ale căror procese de asamblare și logistică au fost testate în întregime virtual și fără prototipuri fizice.

Acest lucru a fost posibil prin inovații precum scanarea tridimensională a clădirilor, învățarea automată și realitatea virtuală. Toate secvențele de

asamblare și procesele logistice asociate au fost testate și optimizate în camere virtuale, cum ar fi aranjarea exactă a mașinilor, rafturile și componentele de-a lungul liniei de asamblare sau aspectele ergonomice. Pentru a realiza acest lucru, condițiile din hala de producție trebuiau reproduse cu precizie la scară. Aici au intrat în joc scanările 3D. Ei creează o imagine virtuală a unității de producție, inclusiv toate sistemele, instrumentele și rafturile.

În același timp, procesul de scanare generează un nor de puncte tridimensional care poate fi folosit pentru a recrea virtual mașinile și infrastructura.

Angajații Audi își pot actualiza digital sistemele de layout și planificare, economisind astfel timp și reducând costurile. Datorită asemănării digitale și unei soluții VR dezvoltate de Audi, colegii din întreaga lume se întâlnesc acum în camere virtuale. Aici ei pot privi peste umerii lucrătorilor generați de computer în timp ce efectuează fluxurile de lucru planificate și experiență și optimizează procesele planificate pentru orice versiune de componente din aplicația în sine. Audi a dezvoltat software-ul bazat pe inteligența artificială și învățarea automată în interior.

Planificarea virtuală și pregătirea producției sunt acum utilizate în toate locațiile și le permite angajaților să lucreze digital și în colaborare cu mult mai puține călătorii de afaceri – și nu doar în timpul pandemiei de coronavirus.

Cât de important este antrenamentul în cursul acestei transformări

Audi nu se va baza doar pe tehnologii în viitor. În schimb, compania înțelege că *Vorsprung durch Technik* înseamnă și conectarea oamenilor și a mașinilor din fabrica viitorului în cel mai bun mod posibil. Tehnologiile inovatoare sprijină angajații Audi în producție, scutindu-i de sarcini fizice grele sau de munca manuală monotonă. Drept urmare, angajații se pot concentra mai bine pe activități care adaugă valoare. Prin urmare, în cadrul diferitelor programe, Audi își pregătește forța de muncă pentru sarcini digitale.

De exemplu, pentru a face mai bine cunoscută imprimarea 3D și pentru a preda cunoștințe relevante de bază și de specialitate, Audi promovează subiectul în formare de câțiva ani. Printre alte calificări, aspiranții ingineri în mecatronică pot finaliza o formare suplimentară în imprimarea 3D. Stagiarii și angajații de la logistica fabricii învață cum să desfășoare ceea ce este cunoscut sub numele de procesul pick-by-light folosind căști și controlere VR. În acest scop, un loc de muncă tipic a fost recreat virtual și precis până la ultimul detaliu. În cadrul acestuia, cursanții practică diverse rutine de lucru. Această abordare gamificată este concepută pentru a face antrenamentul distractiv. Baza acestei soluții este un sistem VR modular care poate fi folosit pentru a crea programe de instruire pentru toate fluxurile de lucru operaționale și orientate spre proces din producție. La un nivel superior, Audi Academy oferă o gamă largă de cursuri de formare în viitorul domeniu al digitalizării, pregătind astfel angajații pentru viitor.

Toate aceste exemple arată clar că transformarea Audi într-o companie digitală este în plină desfășurare.

9.3 FORD

Ford și-a stabilit obiectivul de a utiliza 20% din materiale plastice reciclate și regenerabile în noile modele de vehicule până în 2025 la fabricile sale din America de Nord și Europa și un obiectiv de 10% pentru fabricile sale din China și Turcia. Ford folosește, de asemenea, un sistem în buclă închisă pentru a-și fabrica camioanele din seria F și este cel mai mare producător auto de reciclare a aluminiului în buclă închisă din lume, conform rapoartelor sale de sustenabilitate din 2022 [¹²⁰].

În Raportul Integrat de Sustenabilitate și Financiar, 2023 [¹²¹] FORD stabilește, de asemenea, aspirațiile ambițioase de sustenabilitate, după cum urmează: atingerea neutralității carbonului până în 2050, utilizarea 100% electricitate fără carbon în toată producția până în 2035, utilizarea numai conținut reciclat sau regenerabil în materiale plastice pentru vehicule, să obțină zero emisii de la vehiculele și instalațiile proprii, zero retrageri de apă pentru procesele de fabricație și să folosească apă dulce numai pentru consumul uman, să ajungă la zero deșeuri la depozitele de

deșeuri în toate operațiunile grupului, să elimine plasticul de unică folosință din operațiunile lor până în 2030.

Peste 85% din piesele și materialele vehiculelor sunt reciclate și refolosite la sfârșitul duratei de viață. Înțelegând că piesele metalice ale vehiculelor sunt deja foarte reciclate, FORD se concentrează pe conținutul de plastic reciclat și regenerabil.

Implementarea economiei circulare FORD ia în considerare următoarele:

☑ **UTILIZAREA MATERIALELOR RECICLATE PENTRU PIESE DE VEHICULE**

Deși nu orice polimer poate utiliza cu ușurință material reciclat, există potențialul de reciclare pentru a reduce amprenta de carbon a materialelor plastice cu 70-90%. Prin activități precum transformarea sticlelor de plastic reciclate în piese pentru vehicule, FORD ajută să joace un rol major în promovarea pieselor auto ecologice. Datorită greutății sale reduse, plasticul reciclat este ideal pentru fabricarea scuturilor de sub caroserie, sub scuturi ale motorului și căptușeli pentru pasajele roților față și spate, care pot ajuta la îmbunătățirea aerodinamicii vehiculului. FORD folosește, de asemenea, covoare din nailon și polipropilenă postconsum pentru capacele chiulaselor, ventilatoare și carcase, capace de came și canistre de carbon.

☑ **CONVERTIREA CO₂ ÎN SPUMA POLIURETANICĂ**

Ford a primit un grant de către Departamentul de Energie al SUA pentru a efectua cercetări privind utilizarea CO₂ ca materie primă pentru a produce spume poliuretanice. Grantul de 2,5 milioane de dolari este unul dintre cele 30 de proiecte DOE pentru a ajuta la decarbonizarea sectorului industrial din SUA, la promovarea producției curate și la îmbunătățirea competitivității economice a Americii. Folosind polioli care sunt derivați din deșeurile de CO₂ captate, Ford va dezvolta și extinde tehnologia pentru a produce spume poliuretanice utilizate pentru automobile pentru scaune și alte aplicații, cum ar fi pentru protecția împotriva accidentelor și reducerea zgomotului, vibrațiilor și durității. Învățarea automată va fi utilizată pentru a accelera dezvoltarea și formularea platformei moleculare de polioli și a spumelor pentru a îndeplini parametrii de fabricație, performanță și costuri, îmbunătățind în același timp sustenabilitatea măsurată prin evaluarea ciclului de viață (LCA).

☑ **UTILIZAREA MATERIALELOR REGENERABILE PENTRU PIESE DE VEHICULE**

Materialele regenerabile pe bază de plante fac, de asemenea, parte din strategia de durabilitate FORD. Ford folosește nouă materiale vegetale în producția actuală și trecută de vehicule. Aceste materiale robuste au multiple beneficii, inclusiv posibilitatea de a permite piese mai ușoare care îmbunătățesc economia de combustibil, captează carbonul și reduc impactul încălzirii globale și necesită, de asemenea, mai puțină energie pentru fabricare. Materialele durabile Ford, primele din industrie, includ spuma de soia, paie de grâu, cojile de orez, celuloza pe bază de copaci și pleava de cafea.

Pernele scaunelor, spatele și tetierele din soia au fost una dintre multele premiere Ford. Ele au fost utilizate în fiecare vehicul Ford construit în America de Nord de mai bine de un deceniu, peste 18,5 milioane de vehicule. Spumele pe bază de bio au redus emisiile de gaze cu efect de seră cu peste 228 de milioane de lire sterline, iar utilizarea spumei de soia, lansată pe Mustang și acum pe toate vehiculele americane, a contribuit la economisirea a 5 milioane de lire sterline de petrol anual din 2008.

Echipa Ford Advanced Polymer Technologies continuă să fie pionierat în dezvoltarea de noi materiale plastice durabile, inclusiv utilizarea deșeurilor din producția de măline pentru a consolida materialele plastice, dioxid de carbon captat în formularea plastică și rășini polimerice fabricate din materii prime regenerabile. De exemplu, se testează dacă compozitele de celuloză pe bază de arbori, care au fost încorporate în consolele Lincoln Continental, pot fi utilizate în alte aplicații. Experții Ford obțin, de asemenea, valoare din deșeurile, folosind plastic oceanic reciclat în Bronco Sport.

RECICLARE BATERIE

Ford consideră bateriile vehiculelor scoase din uz ca pe o parte esențială a lanțului de aprovizionare și se angajează să sporească reciclarea bateriilor în timp. Pentru a promova aceste eforturi, Ford sprijină diverse companii de reciclare a bateriilor, inclusiv prin scrisori de sprijin pentru granturile DOE din SUA. În Europa, noile reglementări vor cere producătorilor să raporteze cu privire la responsabilitatea extinsă a producătorului pentru reciclarea adecvată a bateriilor.

Înainte de Regulamentul european al bateriei, Ford a încheiat un parteneriat cu Everledger pentru a pilota un pașaport pentru baterie. Pilotul folosește platforma tehnologică Everledger pentru a urmări bateriile EV de-a lungul ciclului de viață pentru a asigura o gestionare responsabilă în timpul utilizării și reciclării la sfârșitul duratei lor de viață.

Acest lucru va permite Ford să câștige vizibilitate asupra bateriilor în afara garanției, să valideze reciclarea responsabilă la sfârșitul duratei de viață și să obțină acces la date precum mineralele critice reciclate produse și economiile asociate ale emisiilor de dioxid de carbon.

✓ **ÎNCHIDEREA BUCLEI ÎN RECICLAREA ALUMINIULUI**

Sistemul de reciclare în buclă închisă de la Ford maximizează reciclarea aluminiului în fabricile lor și minimizează nevoia de metal primar. Fiind un important reciclator de aluminiu auto la nivel mondial, Ford a lucrat îndeaproape cu furnizorii săi de foi de aluminiu pentru a crea aliaje unice. Sistemul recuperează deșeurile de aluminiu în timpul ștanțării pieselor, dar menține diferitele aliaje de aluminiu separate, astfel încât acestea să poată fi reciclate înapoi în aliaj proaspăt pentru vehiculele noi.

Ford reciclează în prezent până la 20 de milioane de lire sterline de aluminiu în fiecare lună la unitățile Dearborn Stamping, Kentucky Truck și Buffalo Stamping. Aceasta reprezintă 20-30% din achizițiile de bobine din tablă de aluminiu Ford. Fabricarea aluminiului reciclat necesită doar aproximativ 5% din energia necesară pentru a face aluminiu nou, conform Asociației Aluminiului, și minimizează nevoia de metal primar.

✓ **REMANUFACTURAREA** a fost o parte importantă a efortului Ford pentru sustenabilitate încă din anii 1940.

Remanufacturarea transformă o piesă folosită anterior, vândută sau uzată într-o stare ca nouă sau mai bună decât nouă, care poate fi garantată în ceea ce privește nivelul de performanță și calitate. Remanufacturarea economisește energie considerabilă, utilizează mult mai puțină materie primă în comparație cu o unitate nouă, reduce substanțial emisiile de CO₂ și ajută la extinderea ciclului de viață al liniei de produse pentru vehicule. Ford are ansambluri de grup motopropulsor, turbo, injectoare, componente de direcție, componente de frână, module electronice și demaroare/alternatoare refabricate. Materialul recuperat al grupului de propulsie susține obiectivele de sustenabilitate Ford.

În 2022, Ford a recuperat 3.794 de tone metrice de oțel și 2.777 de tone metrice de aluminiu din materialul transmisiei și 1.284 de tone metrice de fontă, 289 de tone metrice de oțel și 515 de tone metrice de aluminiu din materialul motorului. În total, Ford a furnizat 104.000 de motoare și transmisii refabricate în SUA. În viitor, Ford caută să extindă programul dincolo de Ford Blue și să refabrica anumite componente ale vehiculelor lor electrice.

Economia circulară la Ford Motor Company este prezentată în figura următoare.

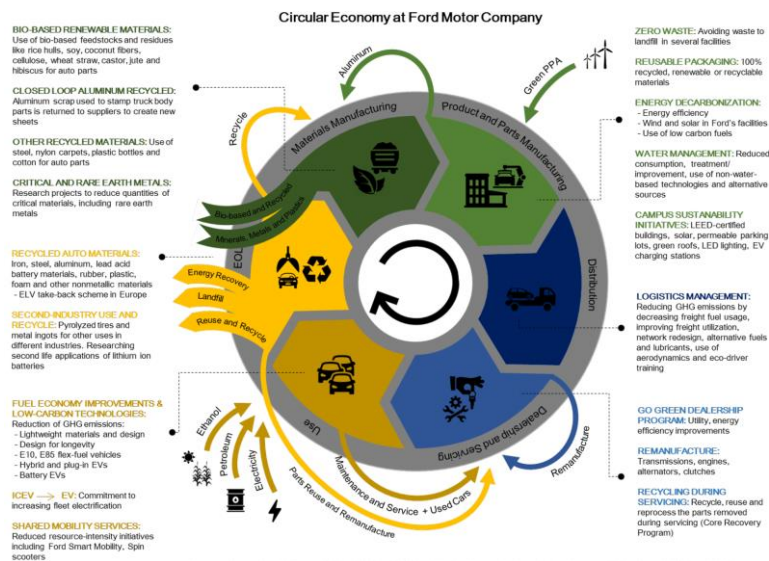


Figura 9.8._ Economia circulară la Ford Motor Company [Sursă: 122]

Fluxurile de materiale și energie sunt descrise prin săgeți, cu inițiativele specifice de sustenabilitate ale Ford afișate pe ambele părți.

9.4 VOLVO

Volvo s-a angajat să devină o afacere circulară până în 2040 - maximizând eficiența resurselor pentru vehicule, componente și materiale. Se concentrează pe eliminarea deșeurilor, utilizarea mai mare a materialului reciclat și refacerea și reutilizarea pieselor. Volvo a început deja prin a identifica modul în care, până în 2025, poate economisi costuri de 1 miliard SEK și reduce emisiile cu 2,5 milioane de tone prin inițiative circulare [123].

✓ Design pentru circularitate

O economie circulară maximizează resursele prin proiectarea de produse pentru durabilitate, reutilizare și reciclare. De la început, Volvo ia în considerare întregul ciclu de viață al unui vehicul și cum să maximizeze valoarea livrată în acest timp. Când este terminat, procesul de dezasamblare și reciclare poate oferi materii prime de înaltă calitate și cantitate. De asemenea, Volvo are în vedere proiectarea următoarei generații de produse, ambalaje și servicii conform principiilor unei

economii circulare, inclusiv oferte care cresc în mod semnificativ longevitatea și intensitatea utilizării produselor.

✓ **Materiale reciclabile**

Una dintre ambițiile Volvo în domeniul economiei circulare este de a crește semnificativ ponderea materialelor reciclate durabile și pe bază de biomateriale din mașinile lor până în 2025, după cum urmează: 25% Materiale plastice reciclate sau pe bază de bio; 40% aluminiu reciclat; 25% oțel reciclat.

✓ **Mai mult remanufacturare**

În comparație cu producerea de piese noi, piesele remanufacturate folosesc cu aproximativ 85% mai puțină materie primă și cu 80% mai puțină energie. În prezent, Volvo reface diferite grupuri de componente, inclusiv motoare, cutii de viteze, turbocompresoare și ambreiaje. În 2022, Volvo a economisit peste 4.800 de tone de CO₂ prin remanufacturarea a peste 33.000 de piese.

✓ **Mai puține deșeuri de producție**

În 2022, 94% din deșeurile noastre din producția globală au fost reciclate – așa că am evitat crearea de emisii suplimentare de carbon și am reușit să menținem materialul valoros în circulație. Acest lucru a redus și cantitatea de material virgin necesară.

✓ **Reciclare**

Cel mai mare flux de deșeuri Volvo este metalul din producția de mașini, care s-a ridicat la 188.000 de tone în 2022 și este reciclat în întregime.

Volvo Cars a implementat CIRCULOR, o soluție de trasabilitate bazată pe tehnologie, pentru a permite construirea unui lanț de custodie de la capăt la capăt, inițial pentru Cobalt și ulterior pentru Mica, alte materiale fiind planificate [¹²⁴].

TRASABILITATEA MATERIALELOR BATERIEI VOLVO CARS EV

Producția de minerale precum cobalt, litium, mica sau nichel utilizate la fabricarea bateriilor litium-ion are potențiale impacturi sociale și de mediu negative. Volvo Cars a recunoscut această provocare și faptul că cererile tot mai mari ale legislației și ale consumatorilor pentru o mai mare transparență în proveniența materiilor prime obținute necesita o soluție mai inovatoare și mai eficientă pentru a demonstra că materialele utilizate în lanțul lor de aprovizionare cu produse au fost într-adevăr provenite din surse responsabile. Aceste lanțuri de aprovizionare cu materii prime sunt complexe și implică o rețea de actori foarte diverși în amonte. Materiile

prime, prin natura lor, sunt dificil de etichetat în mod fiabil - materialul se transformă în călătoria sa de la sursă la utilizare finală. Aceasta înseamnă că o nouă identitate trebuie adăugată după fiecare transformare care moștenește proveniența materialului și distruge vechea identitate.

Soluția se întinde pe întreg lanțul de aprovizionare cu baterii Volvo pentru vehicule electrice (EV) pentru a oferi trasabilitatea completă a cobaltului de la sursă până la vehiculul electric în sine, pentru a gestiona riscul și pentru a demonstra că materialul obținut în mod responsabil intră doar în lanțul de aprovizionare.

Volvo Cars a colaborat cu Circulor pentru a implementa o platformă bazată pe tehnologia contabilă distribuită și alte tehnologii pentru a crea o înregistrare imuabilă a lanțului de custodie în lanțul de aprovizionare care, combinată cu auditurile furnizorilor, creează un standard complet nou în aprovizionarea responsabilă verificată.

Algoritmii de inteligență artificială facilitează verificarea antecedentelor și identifică anomaliile datelor pentru a viza conformitatea și acțiunile de investigare, astfel că introducerea transparenței și a trasabilității în lanțul de aprovizionare permit închiderea buclei.

9.5 BMW

Utilizarea responsabilă a resurselor este fundamentală pentru BMW Group. Ele urmăresc să reducă consumul de resurse prin utilizarea de materiale secundare de înaltă calitate și, de asemenea, doresc să poată urmări utilizarea în continuare a materiilor prime în conformitate cu principiile economiei circulare.

9.5.1 RE:BMW CIRCULAR LAB

BMW Group este pionierat în dezvoltarea unei economii circulare și a managementului eficient al resurselor. Cu RE:BMW CIRCULAR LAB, o platformă lansată în 2021, BMW Group împărtășește o perspectivă autentică asupra contribuției companiei la dezvoltarea holistică a produselor, utilizarea atentă a resurselor și transformarea către o economie circulară. Platforma este, de asemenea, o invitație la colaborare și schimb [¹²⁵].

BMW Group urmează în mod constant principiul călăuzitor al economiei circulare: RE:THINK, RE:DUCE, RE:USE și RE:CYCLE [¹²⁶].

RE:THINK Prin propriul fond de capital de risc BMW i Ventures, BMW Group a investit în tehnologii cheie care pot aduce o contribuție decisivă la realizarea viziunii sale pe termen lung a neutralității emisiilor de carbon. În 2020, de exemplu, BMW i Ventures a investit în PureCycle, prima companie din lume care poate recicla polipropilena (o componentă esențială a vehiculului) într-o stare nativă incoloră și inodoră. De asemenea, BMW Group a investit în Prometheus Fuels, care a dezvoltat o tehnologie care permite producerea de combustibili sintetici neutri din punct de vedere al carbonului folosind energie verde.

RE:DUCE BMW Group a dezvoltat inițiative de reciclare pentru a minimiza generarea de deșeuri. Acestea sunt adaptate la fluxurile de deșeuri din fabrici, la cerințele legale regionale și la structurile de eliminare disponibile la nivel local. Finisajele digitale ale suprafețelor înseamnă o reducere a variantelor de hardware. În interiorul mașinii, insulele de control inteligente reduc utilizarea materialelor. Actualizările over-the-air și cloud computing mențin produsul la zi din punct de vedere tehnic pentru mai mult timp.

RE:USE Extinderea cât mai mult posibil a utilizării produselor.

BMW extinde și extinde valoarea, posibilele aplicații și utilizarea produselor prin modernizare, funcții digitale și multe alte opțiuni. [127].

RE: CYCLE Toate vehiculele lansate începând cu 2008 îndeplinesc cerințele legale globale pentru reciclarea vehiculelor, componentelor și materialelor scoase din uz. Chiar și astăzi, 95% dintre vehiculele înmatriculate în Uniunea Europeană trebuie să fie reciclabile. Vehiculele BMW Group sunt fabricate în prezent din materiale reciclate și refolosite în proporție de până la 30%. Abordarea „Primul secundar” va crește succesiv această cifră la 50%.

Renovarea și reproiectarea prelungesc ciclul de viață al vehiculelor scoase din uz. Cu toate acestea, BMW Group, împreună cu companiile sale naționale de vânzări, merge mai departe, cu peste 2.800 de puncte de returnare în 30 de țări, care oferă reciclare ecologică.

9.5.2 CIRCULARITATEA BMW I VISION

BMW I VISION CIRCULAR – un vehicul complet electric cu patru locuri, cu un accent constant pe durabilitate și lux – este emblematic pentru ambiția BMW Group de a deveni cel mai sustenabil producător de mobilitate individuală premium.

BMW i Vision Circular este un vehicul de viziune de la producătorul de automobile BMW și oferă o pregustare a anului 2040. Mașina a fost prezentată publicului la IAA 2021. Accentul acestui concept de mașină este pe durabilitate și lux. A urmat în mod constant principiile economiei circulare în proiectarea sa, cu intenția de a reduce emisiile de CO2.

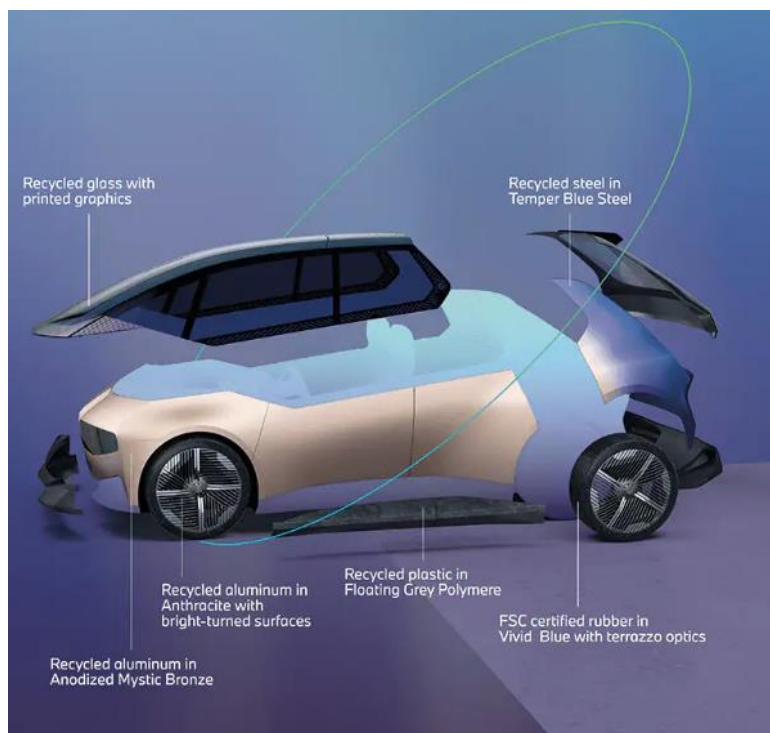


Figura 9.9. _ BMW i Vision Circular

[<https://www.bmw.com/en/events/iaa2021/bmw-i-vision-circular-domagoj-dukec-first-look.html>]

9.6 TOYOTA ȘI SUSTENABILITATEA TEHNOLOGIILOR AUTO

Viziunea Toyota pentru un viitor sustenabil în tehnologia auto are mai multe fațete, concentrându-se pe reducerea impactului asupra mediului, promovarea tehnologiilor inovatoare și promovarea unei societăți durabile.

Componentele cheie ale viziunii Toyota au în vedere următoarele aspecte:

OBIECTIVE DE MEDIU Toyota își propune să atingă neutralitatea carbonului până în 2050, ceea ce include:

- Zero Emisii de CO₂: Reducerea emisiilor de CO₂ de la vehiculele noi cu 90% față de nivelurile din 2010 până în 2050.
- Energie regenerabilă: Creșterea utilizării energiei regenerabile în procesele de producție și pe întregul lanț de aprovizionare.

STRATEGIA DE ELECTRIFICARE Toyota este un pionier în vehiculele electrificate și continuă să avanseze în acest domeniu:

- Vehicule electrice hibride (HEV): Extinderea gamei de vehicule HEV, care combină motoarele cu ardere internă cu energie electrică pentru a îmbunătăți eficiența consumului de combustibil și a reduce emisiile.
- Plug-in Hybrid Electric Vehicles (PHEV-uri): Oferă vehicule care pot fi încărcate dintr-o sursă externă, oferind o autonomie de rulare complet electrică înainte de a trece la modul hibrid.
- Vehicule electrice cu baterie (BEV): Dezvoltarea de vehicule complet electrice, cu planuri de a introduce 15 modele BEV la nivel global până în 2025.
- Vehicule electrice cu pile de combustie (FCEV): promovarea hidrogenului ca sursă de energie curată, cu vehicule precum Toyota Mirai care utilizează celule de combustibil cu hidrogen pentru a genera electricitate și emit doar vapori de apă.

TEHNOLOGII INOVATOARE

- Baterii cu stare solidă: Toyota investește în tehnologia bateriilor cu stare solidă, care promite o densitate de energie mai mare, timpi de încărcare mai rapizi și o siguranță îmbunătățită în comparație cu bateriile convenționale cu litiu-ion.
- Conducere autonomă: Dezvoltarea sistemelor avansate de asistență a șoferului (ADAS) și a tehnologiilor de conducere autonomă pentru a spori siguranța și eficiența.

ECONOMIA CIRCULARĂ Toyota se angajează să minimizeze deșeurile și să maximizeze eficiența resurselor:

- Reciclare: Implementarea programelor cuprinzătoare de reciclare pentru vehicule și baterii pentru a reduce deșeurile și a recupera materiale valoroase.
- Reutilizare: proiectarea vehiculelor și componentelor pentru o dezasamblare și reutilizare mai ușoară.

FABRICARE DURABILĂ

- Fabriци ecologice: investiții în procese de producție durabile, cum ar fi utilizarea surselor de energie regenerabilă, reducerea consumului de apă și minimizarea deșeurilor.
- Lanțul de aprovizionare verde: colaborarea cu furnizorii pentru a promova practici durabile și a reduce amprenta generală asupra mediului.

INIȚIATIVE COMUNITARE ȘI SOCIALE

- Mobilitate durabilă: Dezvoltarea de soluții pentru mobilitatea urbană durabilă, inclusiv servicii de mobilitate partajată și conectată.
- Educație și conștientizare: promovarea educației și conștientizării mediului prin diferite programe și inițiative care vizează promovarea unei culturi a durabilității.

PARTENERIATE ȘI COLABORĂRI

Toyota lucrează cu guverne, alte companii și organizații pentru a accelera tranziția către un viitor durabil:

- Infrastructura cu hidrogen: colaborarea pentru extinderea infrastructurii de alimentare cu hidrogen pentru a sprijini creșterea FCEV-urilor.
- Cercetare și dezvoltare: parteneriat cu instituții de cercetare pentru a promova tehnologii și practici durabile.

Viziunea Toyota pentru un viitor durabil în tehnologia auto este cuprinzătoare, abordând întregul ciclu de viață al vehiculelor, de la producție până la sfârșitul vieții. Concentrându-se pe inovare, reducerea impactului asupra mediului și promovarea durabilității, Toyota își propune să conducă industria auto către un viitor mai durabil.

10 PROVOCĂRI ȘI DIRECȚII VIITOARE PENTRU INDUSTRIA AUTO

10.1 PROVOCĂRI MAJORE CU CARE SE CONFRUNTĂ INDUSTRIA ÎN ADOPTAREA ECOINOVĂRII

Tranziția industriei auto la vehiculele electrice se accelerează. Anul 2026 a apărut ca un punct de cotitură pentru o accelerare a adoptării vehiculelor electrice care va conduce tendințele de electrificare a automobilelor înainte [¹²⁸, ¹²⁹].

Până în 2030, mai mult de unul din patru autoturisme noi vândute va fi un vehicul electric. Mulți producători mari de vehicule din întreaga lume au semnalat sfârșitul unei ere a motoarelor cu ardere internă (ICE), pe măsură ce trecerea la vehiculele cu emisii zero (ZEV) este accelerată.

Se preconizează că cei mai mari producători auto vor rEPRezenta mai mult de 70% din producția globală de vehicule electrice până în anul 2030 (comparativ cu 2022 când reprezentau doar 10% din toți producătorii de vehicule electrice). Dar, în ciuda opțiunilor în creștere rapidă pe care consumatorii de vehicule electrice le au și a ratelor de loialitate fără precedent în rândul cumpărătorilor de vehicule electrice returnate, industria în ansamblu trebuie încă să abordeze anxietatea consumatorilor, în special pentru cei fără garaj sau cei care călătoresc pe distanțe lungi.

Soluția trebuie să fie un efort comun între mai multe industrii: auto, utilități, guvern și proprietari de proprietăți private, cum ar fi mall-urile și complexe de apartamente. Pe măsură ce aceste căi converg, tendințele de electrificare a vehiculelor vor crește exponențial. Și putem, într-adevăr, să vedem sfârșitul erei ICE.

Noua tehnologie disruptivă evoluează și are un impact asupra industriei auto și a transporturilor.

Inovațiile din domeniul auto conduc industria logisticii și transporturilor într-o nouă eră plină de vehicule autonome și vehicule electrice. Pandemia a perturbat modul în care oamenii conduc și își cumpără vehiculele. Și, întreruperile lanțului de aprovizionare, cum ar fi deficitul de

semiconductori, au un impact uriaș asupra capacităților actuale de producție. Rămâneți conectat la tehnologia, lanțul de aprovizionare și întreruperea comerțului cu amănuntul din industria auto cu cele mai recente știri și rapoarte din industrie.

10.2 TENDINȚELE VIITOARE ȘI POTENȚIALELE DESCOPERIRI TEHNOLOGICE

Tendințe în industria auto:

- ➔ Vehicule autonome (AV)
- ➔ Conectivitatea vehiculelor
- ➔ Electrificare.
- ➔ Mobilitate partajată.
- ➔ Inteligență artificială.
- ➔ Big Data și Analytics.
- ➔ Interfețe om-mașină.
- ➔ Printare 3D.

Automotive IoT folosește senzori de pe vehicule pentru a monitoriza și a colecta date despre performanța vehiculului. OEM-urile pot folosi aceste informații pentru a îmbunătăți fiabilitatea, conformitatea și siguranța mașinilor lor.

Permițând impacturi pozitive prin portofoliu - SIEMENS sprijină clienții în generalizarea transportului de pasageri și marfă neutru din punct de vedere al emisiilor de carbon, de la ușă la ușă, în orașe și între ele: cu material rulant, infrastructură feroviară, soluții intermodale, servicii feroviare, și soluții la cheie.

Utilizarea de produse eficiente din punct de vedere energetic și accelerarea sistemelor alternative de propulsie care utilizează tehnologia bateriei sau a hidrogenului. Clienții se bucură, de asemenea, de beneficiile creșterii valorii activelor prin strategia de management al ciclului de viață; aceasta, la rândul său, reduce amprenta ecologică a operațiunilor lor.

10.2.1 TENDINȚE FUNDAMENTALE PENTRU INDUSTRIA AUTO PÂNĂ ÎN 2030

În cea de-a treia ediție a studiului FAST, creat la fiecare cinci ani în colaborare între Oliver Wyman și Asociația Germană Automotive (VDA), au fost identificate șapte tendințe fundamentale care conduc industria auto până în 2030, activate și accelerate de digitalizare, inteligență artificială și învățare automată. „Mighty Seven Trends Industry ” simultane este o furtună perfectă de tehnologii transformatoare și schimbarea comportamentului clienților – care provoacă pilonii de bază ale afacerii pe care se bazează industria. Raportul identifică tendințele care afectează producătorii și furnizorii globali ca: vehicul conectat, vehicule autonome, mobilitate electrică, industria digitală, noi canale de distribuție cu plata pe utilizare, schimbarea structurii clienților și interfața om-mașină. În consecință, se așteaptă ca forma creării de valoare în automobile să se schimbe simultan în trei dimensiuni până în 2030:

- ➔ orizontal între sistemele vehiculului,
- ➔ pe verticală între jucătorii din industrie și
- ➔ la nivel regional.

MODELE NOI DE AFACERI Odată cu schimbarea grupurilor de valoare în domeniul componentelor vehiculelor, apar modele de afaceri noi pentru furnizorii de autovehicule, creând nevoia de a-și redefini rolul și modelul de operare pentru a menține competitivitatea. În paralel, atât furnizorii, cât și producătorii de vehicule vor trebui să promoveze îmbunătățiri holistice ale performanței pentru a compensa investițiile necesare și pentru a absorbi alte externalități care se profilează.

The Mighty Seven

Seven fundamental trends drive the automotive industry until 2030, enabled and accelerated by Digitalization, AI and Machine Learning

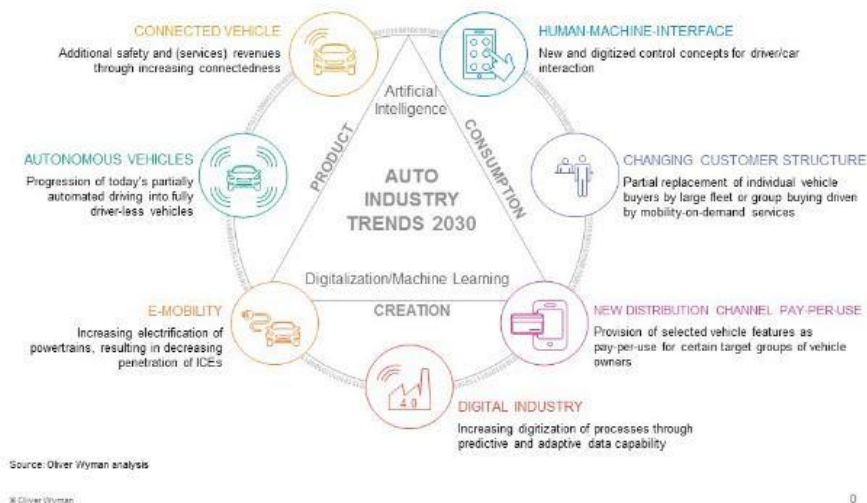


Figura 10.1. The Mighty Seven: șapte tendințe fundamentale în industria auto

[<https://www.businesswire.com/news/home/20180621005944/en/Turbulent-Times-Ahead-for-Global-Automotive-Industry-Conform-to-New-Oliver-Wyman-Report>]

OPȚIUNI STRATEGICE PENTRU FURNIZORII DE AUTOMOBILE

- Transformarea interfuncțională a operațiunilor de afaceri
- Modele de afaceri 2030
- *Digitizer*: Specialiști în componente inteligente și mecatronică inteligentă
- *Integratori digitali*: Furnizarea de module și sisteme digitale
- *E-Driver*: Specialiști pentru E-powertrain
- *Ramp-downer*: Specialiști pentru lichidarea tehnologiei învechite
- *Tier-0.5-Supplier*: Între OEM și furnizorul premium
- *Vânzări directe*: Specialist în vânzări directe în piața de schimb
- *Producător cu etichetă albă*: totul, cu excepția mărcii

- *Furnizor de servicii digitale:* Furnizor de servicii digitale, bazate pe date
- *Furnizor de servicii de dezvoltare hardware-software:* Cel mai bun din două lumi

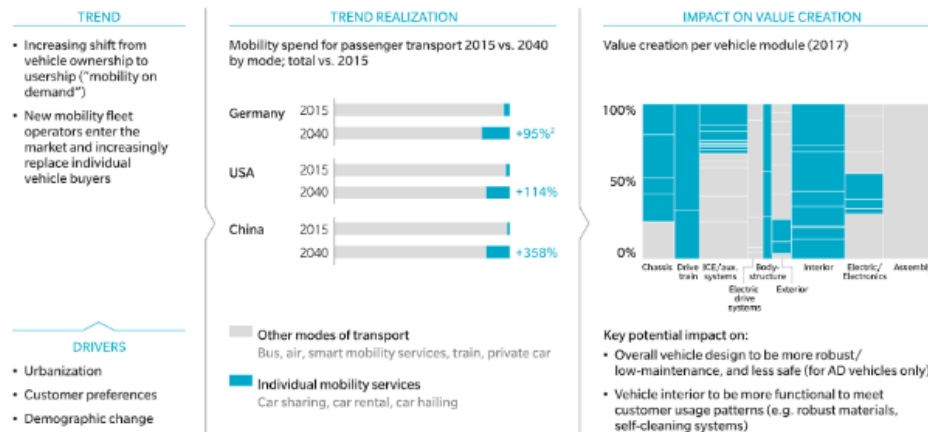


Figura 10.2. Structura clienților în schimbarea tendinței

[<https://www.oliverwyman.com/media-center/2018/june/turbulent-times-ahead-for-global-automotive-industry-according-t.html>]

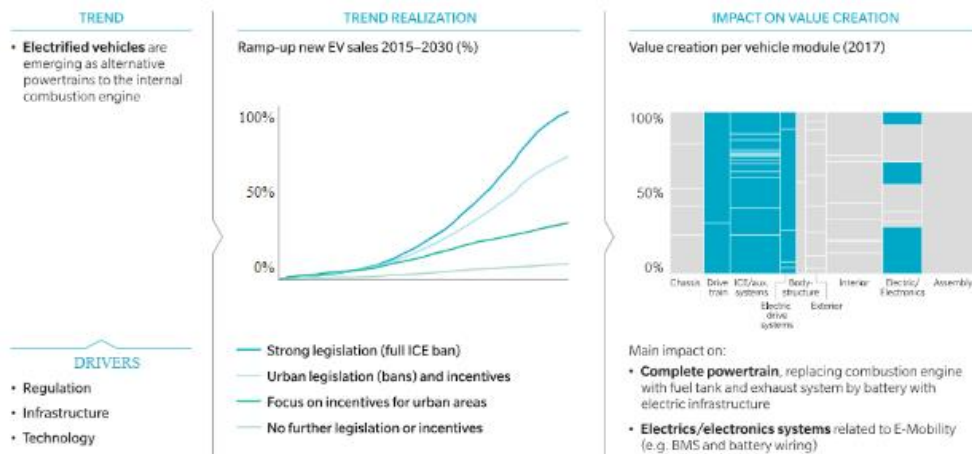


Figura 10.3. Trend E-Mobility

[<https://www.oliverwyman.com/media-center/2018/june/turbulent-times-ahead-for-global-automotive-industry-according-t.html>]

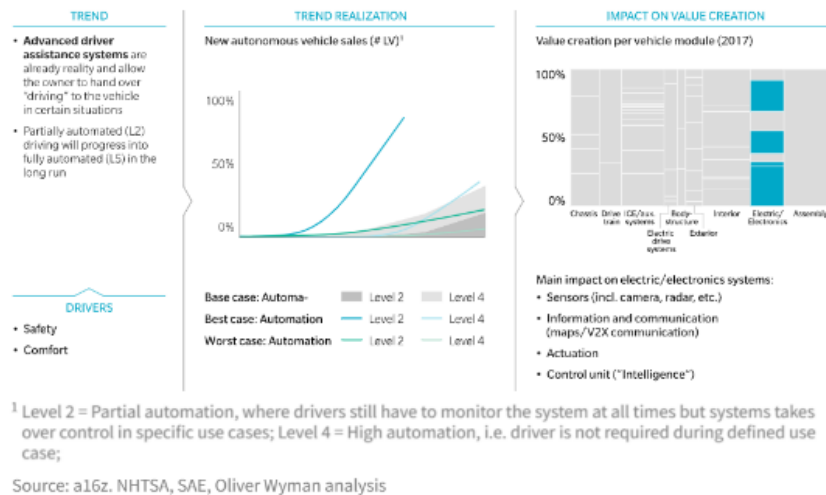


Figura 10.4. Trend Vehicule autonome

[<https://www.oliverwyman.com/media-center/2018/june/turbulent-times-ahead-for-global-automotive-industry-according-t.html>]

Conducerea autonomă este încă în stadii incipiente, dar este de așteptat să atingă niveluri complete de automatizare între 2025 și 2030.

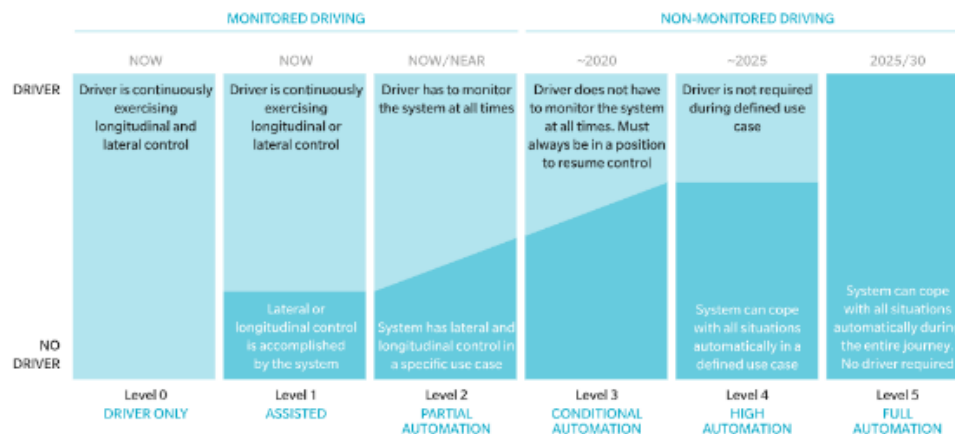
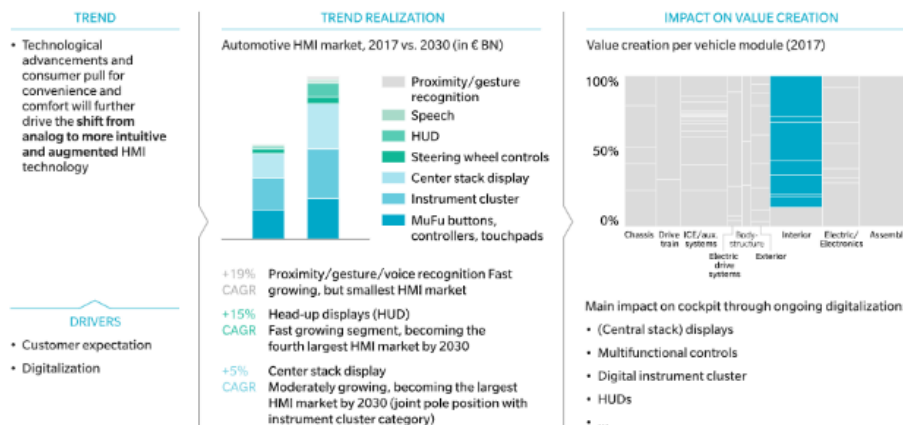


Figura 10.5. Evoluția vehiculelor autonome

[<https://www.oliverwyman.com/media-center/2018/june/turbulent-times-ahead-for-global-automotive-industry-according-t.html>]

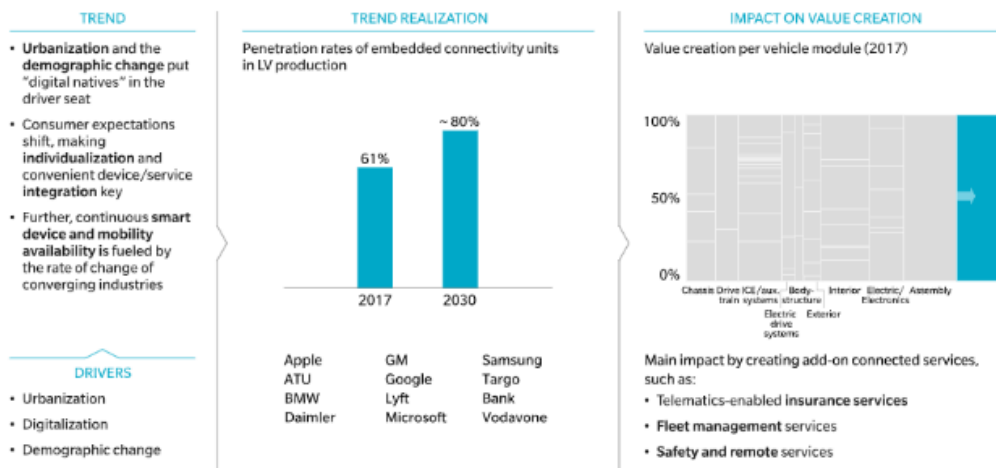
Interfață om-mașină (HMI) Trend



. Figura 10.6 _Trend Interfață om-mașină (HMI)

[<https://www.oliverwyman.com/media-center/2018/june/turbulent-times-ahead-for-global-automotive-industry-according-t.html>]

Trend Connected Vehicle



. Figura 10.7 _Trend Vehicul conectat

[<https://www.oliverwyman.com/media-center/2018/june/turbulent-times-ahead-for-global-automotive-industry-according-t.html>]

Modele de afaceri pentru furnizori 2030

Impulsat de tendințele actuale și emergente, se stabilesc noi modele de afaceri pentru furnizori de-a lungul lanțului valoric al automobilelor

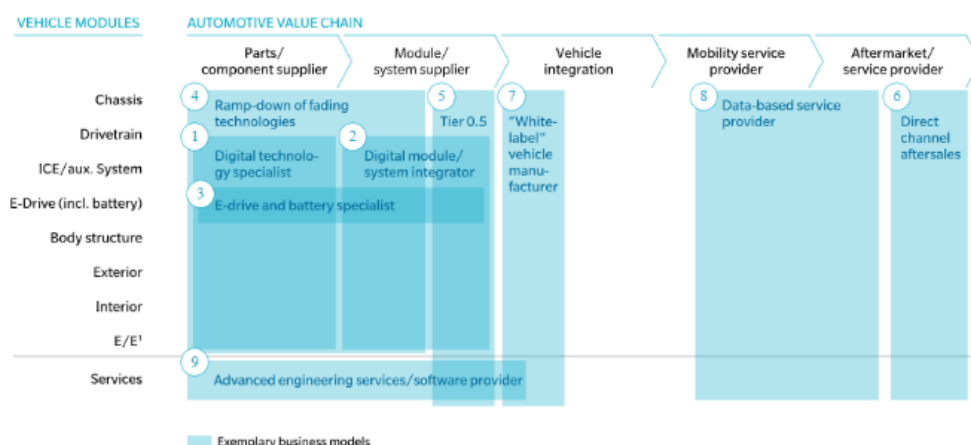


Figura 10.8. Modele de afaceri pentru furnizori în perspectiva 2030

Impulsionate de tendințele actuale și emergente, se stabilesc noi modele de afaceri pentru furnizori de-a lungul lanțului valoric al automobilelor

[<https://www.oliverwyman.com/media-center/2018/june/turbulent-times-ahead-for-global-automotive-industry-according-t.html>]

10.2.1.1 DATELE ȘI DIGITIZAREA POT REVOLUȚIONA PROIECTAREA ȘI DEZVOLTAREA PRODUSELOR

Numărul de senzori și sisteme digitale care colectează date despre avioane, vagoane de cale ferată, locomotive și automobile se extinde rapid, schimbând experiența de transport atât pentru pasageri, cât și pentru cei de la comenzi. Tehnologii precum inteligența artificială și învățarea automată transformă elementele de bază ale modului în care funcționează echipamentele de transport. În acest context, clienții, recunoscând posibilitățile, cer echipamente din ce în ce mai personalizate și interfețe inteligente care reflectă cele mai actuale capacități. Dar noile componente și tehnologii modifică și modul în care inginerii proiectează și dezvoltă acest echipament. Acestea creează oportunități care, atunci când sunt utilizate la întregul potențial, pot

conține costuri de cercetare și dezvoltare (C&D) și accelerează substanțial încorporarea inovațiilor – permițând producătorilor să se adapteze mai bine la cerințele în schimbare rapidă ale clienților [130].

În trecut, inventarea echipamentelor de transport necesita un proces de încercare și eroare și mai multe prototipuri. De exemplu, dezvoltarea unui nou model de mașină a durat de obicei aproape patru ani, modelul rămânând pe piață timp de șapte ani. Pentru avioane și material rulant feroviar, orarul combinat de dezvoltare și timpul de funcționare al echipamentului poate fi de trei până la patru ori mai lung decât pentru mașini. Având în vedere ritmul actual al schimbărilor și adoptării tehnologice, este prea lung.

INOVARE ÎN TIMP REAL Digitalizarea schimbă terenul de joc pentru ingineri. Modifică cultura, oferind mai multe date în timp real despre performanța echipamentelor din domeniu astăzi, permițând inginerilor să ia în considerare îmbunătățiri care pot fi obținute în luni de zile prin algoritmi de date, mai degrabă decât în ani sau decenii. În loc să se concentreze doar pe tehnologii de ultimă oră și modele noi, inginerii pot extinde semnificativ capacitățile echipamentelor deja în funcțiune prin upgrade-uri incrementale în descărcările de software sau prin încorporarea de noi senzori.

Producătorii de transport pot funcționa mai mult ca un Apple sau Microsoft, trimițând actualizări de software pentru a îmbunătăți performanța sau securitatea. Actualizările regulate și flexibilitatea pe care o oferă sistemele digitale revoluționează ceea ce producătorii de echipamente originale le pot oferi clienților și ceea ce pot dezvolta inginerii.

Exemplu: Tesla cu vehiculele sale electrice și conținutul lor digital substanțial. De la înființare, compania de mașini electrice le-a permis clienților să încorporeze upgrade-uri de tehnologie prin descărcări simple, în timp ce vehiculele sunt parcate.

Presiunea de a menține tehnologia de vârf este și mai intensă pentru producătorii de aeronave și echipamente feroviare ale căror produse rămân în funcțiune de zeci de ani. Autoritățile de transport public încep să ceară o schimbare mai rapidă a noilor trenuri și tramvaie pentru a oferi

călătorilor cele mai noi confort și facilități; companiile aeriene doresc să se distingă pe piață cu o personalizare mai mare a avioanelor și experiența clienților prin conectivitate avansată.

REALITĂȚILE BUGETELOR

Asigurarea faptului că produsele țin pasul cu progresele tehnologice costă bani într-un moment în care majoritatea producătorilor sunt nevoiți să caute reduceri. Drept urmare, departamentele de inginerie transferă fonduri de la cercetare și dezvoltare tradițională la digital într-o cursă imposibilă de a reduce atât costul, cât și timpul pentru a ajunge pe piață cu produse noi.

Anual, producătorii de echipamente bugetează peste 814 miliarde de dolari (700 de miliarde de euro) pentru cercetare și dezvoltare și inginerie – un cost semnificativ de operare. Adoptarea ingineriei bazate pe date ar putea reduce cu până la 10% aceste bugete, economiile fiind probabil să crească pe măsură ce echipamentele de transport devin mai digitale, autonome și mai electrice.

Pentru a realiza acest lucru, departamentele de inginerie vor trebui să schimbe modul în care lucrează.

10.2.1.1.1 Tendințe în proiectarea și dezvoltarea echipamentelor de transport

PRIMA TENDINȚĂ. DOUA TIPURI DE INGINERI

Cea mai mare provocare cu care se confruntă companiile de transport este găsirea de candidați cu combinația potrivită de abilități de inginerie cerute de sofisticarea tehnică în creștere a echipamentelor de transport. Astfel, este nevoie de expertiză în domenii științifice înguste, cum ar fi inteligența artificială, dar complexitatea lor creează și o nevoie de ingineri de sistem și arhitecți. Acești specialiști trebuie să stăpânească mai multe discipline de inginerie și pot aborda un produs în mod holistic, înțelegând modul în care diferitele sisteme interacționează și se sprijină reciproc.

Instrumentele de tehnologie a informației și sistemele de inteligență artificială vor prelua unele sarcini de inginerie, în primul rând sarcini simple de proiectare. Se estimează că roboții vor prelua în cele din urmă

până la 25% din munca inginerilor, deoarece aceștia au înlocuit muncitorii de producție din fabrici și au schimbat setul de abilități umane necesare.

TENDINȚA A DOUA. ECOSISTEME DE INGINERIE DESCHISE

Externalizarea s-a transformat dintr-un mijloc de reducere a costurilor într-unul care permite accesul la noi competențe în domenii precum inteligența artificială, astfel încât inginerii interni să se poată concentra pe noile tehnologii. Aceasta implică colaborarea cu startup-uri tehnologice. Industria tehnologiei este obișnuită să perfecționeze sistemele în timp pe baza datelor de utilizare, dar pentru producătorii de echipamente de transport, problemele din domeniu pot amenința mai mult decât reputația și relațiile cu clienții.

Cu toate acestea, cele două tipuri de ingineri trebuie să lucreze împreună, ceea ce va necesita mai multă aliniere între procesele de inginerie, procedurile de aprobare și cerințele de validare, printre altele.

Companiile pot folosi ecosisteme formate din echipe de inginerie interne și externalizate de la mai multe companii care lucrează împreună, dar pot apărea probleme în găsirea ecosistemului potrivit pentru dezvoltarea de software, menținerea controlului asupra metodologiilor de proiectare, lipsa sistemelor IT standardizate și atenuarea potențialului de atac cibernetic atunci când lucrul cu furnizori terți.

TENDINȚA TREI. OPTIMIZAREA DESIGNULUI CU DATELE PRODUSULUI

Noi inițiative de inginerie iau naștere din fondurile tot mai mari de date furnizate de aeronave, automobile și vagoane de cale ferată. Producătorii au adăugat din ce în ce mai mulți senzori la produsele lor pe măsură ce costurile au scăzut și analizele avansate au devenit disponibile pentru a interpreta datele. Oliver Wyman consideră că producătorii de echipamente ar putea câștiga 10 miliarde de dolari anual din îmbunătățirile bazate pe astfel de date despre Internetul lucrurilor.

Pentru producătorii de automobile, problema a fost faptul că datele rareori ajung înapoi la ingineri. Codurile de eroare interne ale vehiculului sunt urmărite și utilizate de atelierele de reparații pentru a diagnostica

problemele, dar sunt adesea șterse după ce mașina este reparată. Dacă ar fi introduse într-o bază de date, inginerii ar putea urmări problemele recurente frecvente cu, de exemplu, sistemele de navigație și infotainment și ar putea găsi cauzele principale. Apoi le-ar putea repara în modelele ulterioare.

TENDINȚA PATRU. PROIECTARE A PRODUSULUI CENTRAT PE CLIENT

Cererea de personalizare înseamnă că companiile de inginerie lucrează mai aproape ca niciodată cu clienții lor. Șaizeci la sută dintre companiile cu cele mai bune performanțe colaborează acum intens cu clienții lor pentru a obține feedback despre produse și pentru a înțelege ce își doresc în continuare. Producătorii de echipamente nu își implică clienții în proiectarea tehnică, dar cei inteligenți îi folosesc ca părți integrante ale procesului de testare a noilor tehnologii.

În automobile, prin monitorizarea digitală a obiceiurilor șoferilor, producătorii de autovehicule ar putea identifica tiparele de conducere care provoacă emisii mai mari și pot ajusta algoritmi de control ai sistemelor de evacuare pentru șoferi individual.

TENDINȚA CINCI. MANAGEMENTUL DATELOR DE PROIECT ȘI ALTE INSTRUMENTE IT

Instrumentele de management al datelor de proiect (PDM) sunt o modalitate de a face față complexității tot mai mari. PDM organizează un sistem tehnologic într-o bibliotecă conectată de subsisteme, un pic ca blocurile LEGO, și permite partajarea datelor între o companie, eliminând silozurile funcționale. Poate accelera dezvoltarea și poate reduce ciclul de proiectare la jumătate. PDM ar putea fi deosebit de util pentru industria feroviară, unde există mai multe posibilități de personalizare decât în industria auto sau aerospațială și unde nevoia de a limita complexitatea face ca datele despre fiecare variabilă să fie ușor accesibile. Producătorii de căi ferate au inițiat călătoria către modularizarea subsistemelor, iar producătorii auto folosesc piese similare pe mai multe platforme. Inginerii sunt adesea reticenți în a adopta noi instrumente IT, cum ar fi PDM, cu rigiditatea lor și interfețele de utilizator slabe, care sunt adesea dificil de utilizat.

TENDINȚA ȘASE. IMPLEMENTAREA DEZVOLTĂRII COMPLET

AGILE Dezvoltarea tradițională a ingineriei s-a bazat pe o succesiune constantă de pași de la concept la implementare. Uneori, inginerii nu și-ar da seama că un sistem nu funcționează până la începutul procesului de testare, forțându-i să piardă timp pe măsură ce se întorc să-l re-proiecteze. Astăzi, software-ul utilizează procese agile în care echipele repetă, testează și adună rapid feedback cu privire la un produs. Sarcinile mari sunt împărțite în altele mai mici, iar echipele tind să lucreze în sprinturi. Pe măsură ce conținutul digital al produselor proiectate crește, companiile vor apela din ce în ce mai mult la metode agile. Rezultatul sunt cicluri de dezvoltare a produselor mult mai rapide, cu estimări că procesele agile vor oferi rezultate mai rapide în peste 90 la sută din proiecte. Chiar și cu acest număr impresionant, poate să nu fie ușor să-i convingi pe ingineri să renunțe la procesul lor tradițional de dezvoltare.

10.2.1.1.2 Dezvoltarea capabilităților de inginerie bazată pe date și de inginerie virtuală

Producătorii OEM de automobile trec printr-o transformare esențială de la inginerie bazată pe experiență la inginerie virtuală bazată pe date. Această dezvoltare este puternic integrată și va afecta furnizorii de automobile în același mod. Scopul este de a îmbunătăți produsul prin dezvoltarea de noi caracteristici (cum ar fi capabilitățile de conducere autonomă SAE Nivel 4 și Nivel 5) și creșterea eficienței cercetării și dezvoltării [131]. În mod tradițional, OEM-urile au încorporat capabilități de inginerie bazate pe experiența colectivă a inginerilor și experților lor, cu date limitate despre comportamentul clienților și performanța produsului în domeniu. Au folosit limitat parcurile de testare sau mediile statice de testare hardware-in-the-loop sau software-in-the-loop. OEM-urile trebuie să adopte capacități de inginerie bazată pe date și inginerie virtuală pentru a înțelege factorii de valoare ai clienților auto în noul ecosistem de astăzi, care include conducere autonomă și servicii de date. Producătorii de automobile ar trebui, de asemenea, să-și sporească eficiența inginerescă și să-și folosească resursele limitate de cercetare și

dezvoltare cât mai eficient. Adoptarea acestor capabilități va fi împinsă și către furnizori.

DOUĂ CAZURI DE UTILIZARE LEGATE DE PRODUSE ILUSTREAZĂ SCHIMBĂRI POTENȚIALE ÎN ACEST DOMENIU.

Primul caz de utilizare profită de tehnicile avansate de simulare pentru a îmbunătăți simulările multifizice prin modele surogat sau testare virtuală cu un driver bazat pe IA în buclă. Al doilea caz de utilizare implică dezvoltarea bazată pe date bazată pe o arhitectură de ultimă generație de date mari. Această arhitectură constă dintr-o stivă de date mari în backend, capacități OTA largi și un mod protejat în stiva vehiculului pentru simulări în vehicul. Este asociat cu algoritmi bazați pe învățarea automată pentru a colecta în mod inteligent date la scară și pentru a identifica „situațiile interesante” pentru a propulsa dezvoltarea funcțiilor de conducere autonomă de nivel 4 și de nivel 5 sau pentru a optimiza funcțiile de asistență pentru șofer. REPR prezintă un factor determinant și o condiție prealabilă pentru a trece la nivelul 4 și nivelul 5 de conducere autonomă. Implementarea infrastructurii și arhitecturii de date mari este o cerință esențială pentru stimularea ingineriei și virtualizării bazate pe date. Elementele acestora includ coloana vertebrală a datelor; backend-ul sau stiva de date mari; arhitectura în interiorul vehiculului; tehnologie, cum ar fi algoritmi de învățare automată și tehnicile de simulare; și guvernanta, inclusiv guvernanta datelor, cadrul legal și procesele de gestionare a consimțământului.

10.3 FOAIA DE PARCURS PENTRU CREȘTEREA DURABILITĂȚII INDUSTRIEI AUTO

Creșterea durabilității în sectorul auto pentru următorii 10 ani necesită un plan strategic bine definit, bazat pe politici de sustenabilitate, cercetare și inovare, fundamentat pe baza predicțiilor și tendințelor globale identificate în sectorul auto și al sustenabilității, luând în considerare direcțiile tehnologice, economice, sociale și legislative. Tendințele globale ce caracterizează industria auto sunt detaliate în continuare.

1. Tendințe tehnologice

Electrificarea accelerată a transportului, justificată de creșterea investițiilor în vehicule electrice (VE) și hibride datorită scăderii costurilor bateriilor și performanțelor crescute, cât și de dezvoltarea noilor generații de baterii cu densitate energetică mare, cum ar fi bateriile cu stare solidă, litiu-sulf sau bazate pe materiale alternative.

Automatizare și digitalizare, având în vedere că vehiculele autonome și conectate devin un standard, reducând consumul inutil de combustibil prin optimizare inteligentă; integrarea inteligenței artificiale (IA) pentru optimizarea proceselor de producție și management al resurselor contribuie de asemenea la creșterea gradului de digitalizare.

Inovații în materialele utilizate, cum sunt materiale reciclabile și ușoare pentru reducerea greutății vehiculelor și, implicit, a consumului de energie; utilizarea tehnologiilor avansate de fabricație (printare 3D, includerea proceselor de producție în bucla închisă a economiei circulare).

2. Tendințe economice

Reducerea costurilor pentru vehicule electrice: Prețul bateriilor litiu-ion este în scădere (de la 120\$/kWh în 2023 spre estimări de 60\$/kWh în 2030). Producția de masă a vehiculelor electrice și optimizarea lanțului de aprovizionare vor scădea costurile totale.

Cererea crescută pentru mobilitatea partajată determinată de apariția platformelor de ride-sharing și transport public bazate pe vehicule electrice și autonome. Generațiile mai tinere preferă accesul în locul deținerii vehiculelor personale.

Reorientarea investițiilor industriei auto, având în vedere că majoritatea producătorilor mari (Tesla, Toyota, Volkswagen, etc.) și-au anunțat strategii clare de electrificare și reducere a amprente de carbon.

3. Tendințe sociale

Creșterea conștientizării ecologice, pe măsură ce consumatorii devin tot mai preocupați de impactul climatic și aleg soluții mai sustenabile. Popularitatea certificărilor ecologice (cum ar fi "Net Zero Emissions").

Migrarea spre mobilitate urbană durabilă: Orașele implementează zone de emisii scăzute și promovează vehiculele electrice și bicicletele electrice.

Educația privind sustenabilitatea ia amploare, crește importanța educației ecologice în școli și universități, pregătind generații pentru a sprijini tranziția.

4. Tendințe legislative și politice

Obiective stricte de emisii de carbon stabilite de Uniunea Europeană și alte regiuni prin care se impun ținte de emisii zero pentru autoturisme și interzicerea vânzării vehiculelor cu motor termic până în 2035.

Subvenții și stimulente guvernamentale, prin care se sprijină trecerea la vehicule verzi concomitent cu reduceri de taxe și investiții în infrastructura de încărcare.

Reglementări privind reciclarea, prin Directiva europeană pentru reciclarea bateriilor și alte politici similare care impun producătorilor să asigure reciclarea responsabilă a componentelor.

5. Tendințe climatice și de sustenabilitate

Creșterea presiunii pentru reducerea amprentei de carbon, prin reducerea emisiilor din toate sectoarele, inclusiv cel auto, motivată de înregistrarea fenomenelor meteorologice extreme.

Adoptarea economiei circulare, Industria auto se îndreaptă spre o economie în care componentele sunt reutilizate și reciclate la sfârșitul ciclului de viață.

Predicții utilizate în elaborarea foii de parcurs

- Proporția vehiculelor electrice: Se estimează că VE vor reprezenta peste 60-70% din piață până în 2034.
- Costul bateriilor: Va scădea sub 100\$/kWh, făcând VE mai accesibile decât vehiculele pe combustibili fosili până în 2030.
- Neutralitatea climatică: Marile companii auto și guvernele își propun atingerea neutralității până în 2050.

Aceste tendințe și predicții fundamentează structura foii de parcurs și determină prioritățile strategice pentru următorii 10 ani.

Tabel 10.1 Foaia de parcurs – orizont 2035

Categorii/ Subcategorii	Acțiuni specifice	Impact	Orizont de timp
1. Cercetare și dezvoltare			
1.1. Investiții în tehnologiile verzi	Dezvoltarea de materiale ușoare și reciclabile (fibre compozite, aliaje de aluminiu).	Reducerea consumului de energie și creșterea reciclabilității vehiculelor.	0-3 ani
	Cercetări asupra noilor generații de baterii (baterii cu stare solidă, tehnologii bazate pe litiu-sulf).	Creșterea autonomiei vehiculelor și reducerea costurilor bateriilor.	0-3 ani
	Soluții pentru hidrogen ca alternativă la combustibilii fosili.	Dezvoltarea unui sector durabil pentru transportul greu și pe distanțe lungi.	0-3 ani
1.2. Digitalizare	Dezvoltarea software-ului pentru optimizarea eficienței vehiculelor.	Reducerea consumului inutil de combustibil și a emisiilor de carbon.	0-3 ani
	Platforme pentru simularea și reducerea ciclului de viață al emisiilor de carbon (LCA).	Optimizarea ciclului de viață al vehiculelor, de la producție la reciclare.	0-3 ani
1.3. Parteneriate între industrie și mediul academic	Programe de cercetare comună între companii auto și universități.	Accelerarea inovațiilor și formarea specialiștilor în domeniul sustenabilității.	0-3 ani
2. Dezvoltarea infrastructurii			
2.1. Infrastructură de încărcare	Extinderea rețelelor de stații de încărcare electrică rapide și accesibile.	Creșterea accesibilității vehiculelor electrice pentru utilizatori.	2-5 ani
	Construirea infrastructurii pentru alimentarea cu hidrogen.	Facilitarea utilizării hidrogenului ca alternativă la combustibilii fosili.	2-5 ani
2.2. Managementul resurselor	Crearea de centre dedicate reciclării bateriilor și altor componente auto.	Reducerea deșeurilor și recuperarea materialelor critice, cum ar fi litiul.	2-5 ani

Categorie/ Subcategorie	Acțiuni specifice	Impact	Orizont de timp
	Adoptarea unor politici pentru "economie circulară" în industria auto.	Minimizarea impactului asupra mediului și creșterea eficienței utilizării resurselor.	2-5 ani
2.3. Rețele inteligente	Dezvoltarea infrastructurii pentru vehicule conectate și autonome.	Reducerea traficului, consumului de combustibil și emisiilor prin optimizare inteligentă.	2-5 ani
3. Producția sustenabilă			
3.1. Fabrici neutre în carbon	Utilizarea energiei regenerabile în procesele de producție.	Reducerea amprentei de carbon a fabricilor.	3-7 ani
	Automatizarea liniilor de producție pentru a minimiza deșeurile.	Creșterea eficienței producției și reducerea costurilor.	3-7 ani
3.2. Procese ecologice de fabricație	Reducerea consumului de apă și energie în timpul fabricației.	Conservarea resurselor naturale și reducerea costurilor operaționale.	3-7 ani
	Crearea unor standarde stricte de sustenabilitate pentru furnizorii de piese auto.	Întărirea responsabilității ecologice pe întreg lanțul de aprovizionare.	3-7 ani
3.3. Producție localizată	Reducerea amprentei de carbon prin localizarea lanțului de aprovizionare.	Scăderea emisiilor generate de transportul componentelor auto.	3-7 ani
4. Reglementări și politici			
4.1. Stimulente pentru vehicule verzi	Subvenții pentru achiziționarea de vehicule electrice și hibride.	Creșterea adoptării vehiculelor electrice.	0-10 ani
	Taxe mai mici pentru vehiculele cu emisii reduse.	Sprijinirea consumatorilor care aleg soluții sustenabile.	0-10 ani
4.2. Norme stricte pentru emisii	Implementarea unor standarde mai stricte privind emisiile de CO2 pentru toate tipurile de vehicule.	Reducerea emisiilor globale de carbon generate de transport.	0-10 ani

Categorii/ Subcategorie	Acțiuni specifice	Impact	Orizont de timp
4.3. Programe de reciclare obligatorii	Obligații pentru producători privind reciclarea și re folosirea componentelor auto.	Îmbunătățirea economiei circulare și reducerea deșeurilor industriale.	0-10 ani
5. Educație și conștientizare			
5.1. Educație pentru sustenabilitate	Campanii publice pentru educarea consumatorilor despre beneficiile vehiculelor verzi.	Creșterea gradului de conștientizare a populației privind mobilitatea durabilă.	1-10 ani
5.2. Training pentru forța de muncă	Programe de instruire pentru tehnicieni auto în noile tehnologii (electricitate, hidrogen).	Creșterea capacității forței de muncă de a implementa noile tehnologii.	1-10 ani
6. Mobilitate inteligentă			
6.1. Vehicule autonome și partajate	Extinderea utilizării vehiculelor autonome pentru transport public și ridesharing.	Reducerea traficului și creșterea eficienței transportului urban.	5-10 ani
6.2. Soluții de mobilitate multimodală	Crearea platformelor digitale care combină transportul public, bicicletele și vehiculele electrice.	Optimizarea transportului urban și reducerea utilizării vehiculelor individuale.	5-10 ani

Implementarea acestor acțiuni pot contribui la atingerea unei durabilități sporite în sectorul auto.

11 ROLUL CERCETĂRII ȘI DEZVOLTĂRII ÎN ECOINOVARE

11.1 COLABORARE ÎNTRE MEDIUL ACADEMIC ȘI DE CERCETARE, INDUSTRIE ȘI GUVERN

Exemple Relevante de Colaborare între Mediul Academic, Industria Auto și Guverne sunt centralizate în tabelul următor.

Domeniu	Exemplu	Parteneri	Detalii și Impact	Perioada de Început
Tehnologii pentru vehicule electrice	Dezvoltarea bateriilor litiu-ion mai eficiente	Universitatea Stanford, Tesla, Departamentul de Energie al SUA (DOE)	Cercetări pentru îmbunătățirea bateriilor, finanțate de DOE. Impact: autonomie extinsă și siguranță sporită a vehiculelor electrice.	2008
Tehnologii pe hidrogen	Cercetări asupra hidrogenului verde și infrastructurii de alimentare	Fraunhofer Institute, Toyota, Guvernul Germaniei	Dezvoltarea celulelor de combustie și a rețelelor de alimentare cu hidrogen. Impact: accelerarea tranziției către transportul pe hidrogen.	2015 (intensificat în 2020)
Educație și training pentru sustenabilitate	Programe de masterat în sustenabilitate auto	Universitatea Cambridge, BMW, Uniunea Europeană	Lansarea programelor de studiu și a stagiilor pentru studenți. Impact: formarea experților în mobilitate verde.	2010

Domeniu	Exemplu	Parteneri	Detalii și Impact	Perioada de Început
Vehicule autonome	Dezvoltarea și testarea vehiculelor autonome în condiții reale	MIT, Waymo (Google), Departamentul de Transport din SUA	Algoritmi AI și reglementări pentru testare. Impact: progres în siguranța vehiculelor autonome.	2016
Economie circulară	Proiecte de reciclare a bateriilor și materialelor auto	Universitatea din Warwick, Jaguar Land Rover (JLR), Guvernul Britanic	Cercetări asupra reciclării și utilizarea materialelor reciclate. Impact: reducerea amprente de carbon.	2018
Infrastructură pentru mobilitate electrică	Stații de încărcare ultra-rapide	ETH Zurich, ABB, Guvernul Elvețian	Soluții tehnice pentru extinderea rețelei de încărcare rapidă. Impact: creșterea adopției vehiculelor electrice.	2015
Reducerea emisiilor în producție	Proiecte pentru reducerea emisiilor de CO2 în fabrici	Horizon 2020 (UE), Volvo, instituții academice europene	Implementarea standardelor stricte și finanțare pentru fabrici mai sustenabile. Impact: reducerea amprente de carbon a proceselor de fabricație.	2014

11.2 ABILITĂȚI, CUNOȘTINȚE ȘI COMPETENȚE NECESARE PENTRU A SPRIJINI ECOINOVAREA

Furnizarea de servicii de implementare a ecoinovării va necesita ca persoanele care sunt furnizori de servicii să aibă o varietate de abilități, cunoștințe și competențe sau cel puțin să știe cum să dobândească abilități, cunoștințe și competențe atunci când este necesar ^[132]. Accentul se pune pe abilitățile, competențele și cunoștințele care vor fi noi sau pot necesita o dezvoltare suplimentară pentru ecoinovare.

Managementul afacerii – Două aspecte cheie ale managementului afacerii sunt esențiale pentru ecoinovare: dezvoltarea strategiei de afaceri (definirea obiectivelor strategice, crearea unei viziuni pe termen lung) și inovarea modelului de afaceri (procesul de definire și testare a unui model de afaceri scalabil, repetabil, care va ajuta o companie pentru a-și atinge obiectivele strategice).

Cunoștințe specifice sectorului - Sunt cunoștințele tehnice și comerciale ale sectoarelor în care sunt oferite servicii de ecoinovare. Cerințele de cunoștințe tehnice includ cunoștințe de specialitate despre modul în care este produs produsul, procesele implicate, cine este implicat în producerea produsului și amenințările tehnice cu care se confruntă sectorul.

Exemple de cunoștințe tehnice specifice:

- *Digitizer*: Specialiști în componente inteligente și mecatronică inteligentă
- *Integratori digitali*: Furnizarea de module și sisteme digitale
- *E-Driver*: Specialiști pentru E-powertrain
- *Ramp-downer*: Specialiști pentru lichidarea tehnologiei învechite
- *Tier-0.5-Supplier*: Între OEM și furnizorul premium
- *Furnizor de servicii digitale*: Furnizor de servicii digitale, bazate pe date
- *Furnizor de servicii de dezvoltare hardware-software*: Cel mai bun din două lumi

Cerințele de cunoștințe de afaceri includ cunoștințe de specialitate despre principalele piețe pentru produs, clienții cheie, strategiile de

afaceri și modelele de afaceri utilizate în mod obișnuit în sector, precum și amenințările cheie de afaceri cu care se confruntă sectorul.

Gândirea ciclului de viață – Aceasta este o abordare mai ales calitativă pentru a înțelege modul în care alegerile făcute influențează ceea ce se întâmplă în etapele ciclului de viață ale unei activități industriale: de la achiziționarea de materii prime până la producție, distribuție, produs, utilizare și eliminare. Această abordare este necesară pentru a echilibra compromisurile și pentru a avea un impact efectiv asupra economiei, mediului și societății (ONU Mediu, 2004).

Design pentru durabilitate – Abordare proactivă a integrării problemelor de mediu, socială și economică de sustenabilitate în procesele de dezvoltare a produsului, fără a compromite cerințele tradiționale pentru un produs, cum ar fi calitatea, costul și performanța.

Instrumente de gândire creativă – Abordări care ajută la identificarea oportunităților de inovare și de noi soluții la probleme, încurajând oamenii să se gândească la o problemă în moduri diferite și din perspective diferite.

Managementul inovării – Oferă îndrumări de management care pot sprijini implementarea inovațiilor, cum ar fi dezvoltarea de noi produse (de exemplu, structurarea procesului de dezvoltare), introducerea de noi moduri de lucru (introducerea unei soluții durabile), sistemul de achiziții ecologice și noi modele de afaceri (de exemplu, modul de mutare). la un sistem produs-serviciu).

Managementul schimbărilor organizaționale – Managementul schimbărilor organizaționale – ghidează și sprijină implementarea schimbărilor în organizații, cum ar fi noi procese și structuri de afaceri, precum și comportamentul cultural și normele sociale noi/adaptate.

Marketing – este ansamblul de activități care sunt concepute pentru a ajuta compania să înțeleagă tipul de produs pe care ar trebui să-l ofere unei piețe și să comunice consumatorului vizat beneficiile și valoarea produsului. Marketingul se concentrează pe produs, promovare, preț și canale de distribuție.

Transfer de tehnologie – IMM-urile nu au adesea resursele și capacitatea de a dezvolta noi tehnologii inovatoare, dar pot beneficia de adoptarea și adaptarea tehnologiei dezvoltate în afara companiei. Pentru a susține acest tip de activitate sunt necesare o rețea puternică de contacte care acoperă diferite sectoare, institute de afaceri și de cercetare, împreună cu bune cunoștințe tehnice și apreciere a contextului local. Informații suplimentare despre rolul Furnizorului de servicii în sprijinirea transferului de tehnologie sunt furnizate în publicația *Technologies for Ecoinnovation* (UN Environment, 2016).

BIBLIOGRAFIE

- [¹] Evolution of the Clean Air Act <https://www.epa.gov/clean-air-act-overview/evolution-clean-air-act>
- [²] Comisia Europeană, 2017, Gear 2030 <https://www.europarl.europa.eu/cmsdata/141562/GEAR%202030%20Final%20Report.pdf>
- [³] Environment action programme to 2030 https://environment.ec.europa.eu/strategy/environment-action-programme-2030_en
- [⁴] European Green Deal https://commission.europa.eu/strategy-and-policy/priorities-2019-2024/european-green-deal_en
- [⁵] <https://www.eea.europa.eu/policy-documents/the-eco-innovation-action-plan>
- [⁶] https://ec.europa.eu/environment/strategy/circular-economy-action-plan_en
- [⁷] EC, A European Green Deal. Striving to be the first climate-neutral continent https://ec.europa.eu/info/strategy/priorities-2019-2024/european-green-deal_en
- [⁸] European industrial strategy, available at https://ec.europa.eu/info/strategy/priorities-2019-2024/europe-fit-digital-age/european-industrial-strategy_en
- [⁹] <https://eprcertificate.online/EXTENDED-PRODUCER-RESPONSIBILITY-FOR-AUTOMOTIVE/>
- [¹⁰] Ecochain, <https://ecochain.com/blog/product-environmental-footprint/>
- [¹¹] ASEM SMEs Eco-Innovation Center (ASEIC), 2018 ASEM Eco-innovation Index, www.aseic.org
- [¹²] http://ec.europa.eu/environment/emas/index_en.htm
- [¹³] http://ec.europa.eu/environment/ecolabel/index_en.htm
- [¹⁴] Fussler, C. & P. James, 1996; Driving Eco-Innovation: A Breakthrough Discipline for Innovation and Sustainability, Pitman Publishing: London, 364 p.
- [¹⁵] James, P., 1997; 'The Sustainability Circle: a new tool for product development and design', Journal of Sustainable Product Design 2: 52:57.
- [¹⁶] Rennings, K. "Redefining innovation - eco-innovation research and the contribution from ecological economics". Ecological Economics. 2020, 32 (2): 319–332. doi:10.1016/S0921-8009(99)00112-3
- [¹⁷] <https://www.eea.europa.eu/data-and-maps/data-providers-and-partners/eco-innovation-observatory>

-
- [¹⁸] Paulo Mantelatto Pecorari, Carlos Roberto Camello Lima, Analysis of Eco-Innovation from a Business Perspective, April 2021, Revista Produção Online 20(3):792-810 DOI: 10.14488/1676-1901.v20i3.3423
- [¹⁹] Yurdakul M, Kazan H. Effects of Eco-Innovation on Economic and Environmental Performance: Evidence from Turkey's Manufacturing Companies. Sustainability. 2020; 12(8):3167. <https://doi.org/10.3390/su12083167>
- [²⁰] Fussler, C., James, P., Driving eco-innovation; a breakthrough discipline for innovation and sustainability, Pitman Publishing 1996, ISBN 0 273 62207 2
- [²¹] OECD, Final report MEI project about measuring eco-innovation <https://www.oecd.org/env/consumption-innovation/43960830.pdf>
- [²²] Noora A. Janahi, Christopher M. Durugbo, Odeh R. Al-Jayyousi, Eco-innovation strategy in manufacturing: A systematic review, Cleaner Engineering and Technology, Volume 5, 2021, 100343, ISSN 2666-7908, <https://doi.org/10.1016/j.clet.2021.100343>. (<https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S2666790821003037>)
- [²³] Horbach, J. (2014), Determinants of Eco/innovation from a European/wide Perspective—an Analysis based on the Community Innovation Survey (CIS)", available at: <http://www.sustainability-seeds.org/papers/RePec/srt/wpaper/0714.pdf>
- [²⁴] Horbach, J. (2016), "Empirical determinants of eco-innovation in European countries using the community innovation survey", Environmental Innovation and Societal Transitions, Vol. 19, pp. 1-14
- [²⁵] Hinojosa, K. (2022). Determinants of Eco-innovation in the Change towards a Circular Economy: An Empirical Analysis of Spanish Firms. Journal of Innovation Economics & Management, 39, 105-139. <https://doi.org/10.3917/jie.pr1.0119>
- [²⁶] Peyravi B, Jakubavičius A. Drivers in the Eco-Innovation Road to the Circular Economy: Organizational Capabilities and Exploitative Strategies. Sustainability. 2022; 14(17):10748. <https://doi.org/10.3390/su141710748>
- [²⁷] Maldonado-Guzmán, G. and Garza-Reyes, J.A. (2020), "Eco-innovation practices' adoption in the automotive industry", International Journal of Innovation Science, Vol. 12 No. 1, pp. 80-98. <https://doi.org/10.1108/IJIS-10-2019-0094>
- [²⁸] PWC, Five trends transforming the Automotive Industry, 2018, <https://www.pwc.com/gx/en/industries/automotive/assets/pwc-five-trends-transforming-the-automotive-industry.pdf>
- [²⁹] Spirkó, M., Spirková, D., Caganova, D., Bawa, M. (2016). Eco-Innovation in Manufacturing Process in Automotive Industry. In: , et al. Smart City 360°. 2016 2015. Lecture Notes of the Institute for Computer Sciences, Social

Informatics and Telecommunications Engineering, vol 166. Springer, Cham.
https://doi.org/10.1007/978-3-319-33681-7_44

[³⁰] V. Gente, G. Pattanaro, The place of eco-innovation in the current sustainability debate, *Waste Management*, Volume 88, 2019, Pages 96-101, ISSN 0956-053X, <https://doi.org/10.1016/j.wasman.2019.03.026>.

[³¹] Christoph P. Kiefer, Javier Carrillo-Hermosilla, Pablo Del Río, Building a taxonomy of eco-innovation types in firms. A quantitative perspective, *Resources, Conservation and Recycling*, Volume 145, 2019, Pp. 339-348, ISSN 0921-3449, <https://doi.org/10.1016/j.resconrec.2019.02.021>.

[³²] Peyravi B, Jakubavičius A. Drivers in the Eco-Innovation Road to the Circular Economy: Organizational Capabilities and Exploitative Strategies. *Sustainability*. 2022; 14(17):10748. <https://doi.org/10.3390/su141710748>

[³³] Adams, R., Jeanrenaud, S., Bessant, J., Denyer, D., & Overy, P. (2016). Sustainability-oriented Innovation: A systematic review: Sustainability-oriented Innovation. *International Journal of Management Reviews*, 18(2), 180–205. <https://doi.org/10.1016/j.iclpro.2013.07.017>

[³⁴] Salo, H.H.; Suikkanen, J.; Nissinen, A. Eco-Innovation Motivations and Ecodesign Tool Implementation in Companies in the Nordic Textile and Information Technology Sectors. *Bus Strategy Environ*. 2020, 29, 2654–2667

[³⁵] Willard, B. (2005). The next sustainability wave: Building boardroom buy-in. Gabriola Island: NVelenturf, A.P.M., Archer, S.A., Gomes, H.I., Christgen, B., Lag-Brotons, A.J., Purnell, P., Circular economy and the matter of integrated resources. *Science of the Total Environment*, 689, 963–969, 2019

[³⁶] Velenturf, A.P.M., Archer, S.A., Gomes, H.I., Christgen, B., Lag-Brotons, A.J., Purnell, P., Circular economy and the matter of integrated resources. *Science of the Total Environment*, 689, 963–969, 2019

[³⁷] Matić, J (2019): Manual for Circular Product Design. UNDP, Belgrad

[³⁸] Spirko, M., Spirkova, D., Caganova, D., Bawa, M. (2016). Eco-Innovation in Manufacturing Process in Automotive Industry. In: , et al. *Smart City 360°*. SmartCity 360 SmartCity 360 2016 2015. Lecture Notes of the Institute for Computer Sciences, Social Informatics and Telecommunications Engineering, vol 166. Springer, Cham. https://doi.org/10.1007/978-3-319-33681-7_44

[³⁹] The OECD Sustainable Manufacturing Toolkit, 2011

[⁴⁰] André V. Martins, Radu Godina, Susana G. Azevedo, Helena Carvalho, Towards the development of a model for circularity: The circular car as a case study, *Sustainable Energy Technologies and Assessments*, Volume 45, 2021, 101215, ISSN 2213-1388, <https://doi.org/10.1016/j.seta.2021.101215>.

[⁴¹] WEF, A policy research agenda for automotive circularity, 2020 https://www3.weforum.org/docs/WEF_A_policy_research_agenda_for_automotive_circularity_2020.pdf

[⁴²] Richter, JL Este necesară o abordare a economiei circulare pentru vehiculele electrice. Nat Electron 5, 5–7 (2022). <https://doi.org/10.1038/s41928-021-00711-9>

[⁴³] WEF & Accenture, Raising Ambitions: A new roadmap for the automotive circular economy, Circular cars initiative, Business Models Cluster, 2020

[⁴⁴] D. A. Gatenby and G. Foo, "Design for X (DFX): Key to competitive, profitable products," in AT&T Technical Journal, vol. 69, no. 3, pp. 2-13, May-June 1990, doi: 10.1002/j.1538-7305.1990.tb00332.x.

[⁴⁵] Dassault Systèmes: Design for Excellence,
<https://www.3ds.com/store/cad/design-for-x>

[⁴⁶] Basics of Electric Vehicles. Design and Function, Volkswagen Group of America Inc., 2013

[⁴⁷] <https://tech.hyundaimotorgroup.com/electrification/evs/>

[⁴⁸] <https://www.omazaki.co.id/en/types-of-electric-cars-and-working-principles/>

[⁴⁹] B.G. Polle et al, Fuel-cell (hydrogen) electric hybrid vehicles, in Alternative Fuels and Advanced Vehicle Technologies for Improved Environmental Performance, 2014

[⁵⁰] B.G. Polle et al, Fuel-cell (hydrogen) electric hybrid vehicles, in Alternative Fuels and Advanced Vehicle Technologies for Improved Environmental Performance, 2014

[⁵¹] Qualcomm Sells Wireless EV Charging Technology to WiTriCity, Article By: Dylan McGrath, 2019-02-14) [Qualcomm Sells Wireless EV Charging Technology to WiTriCity - EE Times Asia \(eetasia.com\)](https://www.eetimes.com/wireless-charging-empowers-the-future-of-e-mobility/)

[⁵²] Wireless Charging Empowers the Future of e-Mobility, By Maurizio Di Paolo Emilio, 08.09.2022 <https://www.eetimes.com/wireless-charging-empowers-the-future-of-e-mobility/>

[⁵³] Innovative green technology in the automotive industry Ultimate Guide (ourgoodbrands.com)

[⁵⁴] <https://www.eos.info/en/industrial-3d-printing/additive-manufacturing-how-it-works>

[⁵⁵] <https://www.areadevelopment.com/Automotive/q3-2018-auto-aero-site-guide/3D-printing-game-changer-automotive-manufacturing-industry.shtml>

[⁵⁶] <https://www.topspeed.com/cars/edag/2015-edag-light-cocoon-ar166660.html>

[⁵⁷] <https://www.digitalengineering247.com/article/edags-light-cocoon-is-a-metamorphosis-for-car-design>

[⁵⁸] [Imprimat 3D folosind dimensiunile OEM](#)

[⁵⁹] <https://3dprintedparts.com/2021/07/07/3d-printing-for-the-automotive-industry/>

-
- [⁶⁰] In auto racing, 3D printing wins the race for part production, 2018, <https://www.makepartsfast.com/in-auto-racing-3d-printing-wins-the-race-for-part-production>
- [⁶¹] Digital Trends, <https://www.digitaltrends.com/cars/czinger-21c-is-a-3d-printed-plug-in-hybrid-hypercar/>
- [⁶²] <https://www.metal-am.com/articles/metal-3d-printing-in-automotive-how-the-czinger-21c-is-redefining-next-generation-car-manufacturing/>
- [⁶³] <https://cdn.coverstand.com/34767/782772/3a10291ed5f39564fa6611db86942d81504e3d31.10.pdf>
- [⁶⁴] <http://adapt.mx/plastics-in-the-automotive-industry-which-materials-will-be-the-winners-and-losers/>
- [⁶⁵] Renault, Circular economy: moving up a gear, 31 January 2020, <https://www.renaultgroup.com/en/news-on-air/news/circular-economy-moving-up-a-gear/>
- [⁶⁶] Smith, Brett, Adela Spulber, Shashank Modi, and Terni Fiorelli. (2017). Technology Roadmaps: Intelligent Mobility Technology, Materials and Manufacturing Processes, and Light Duty Vehicle Propulsion. Center for Automotive Research, Ann Arbor, MI. https://www.cargroup.org/wp-content/uploads/2018/01/Technology_Roadmap_Combined_23JAN18.pdf
- [⁶⁷] AUTOVISTA 24, Sustainable materials are driving change in the automotive industry, August 2022 <https://autovista24.autovistagroup.com/news/sustainable-materials-driving-change-in-automotive-industry/>
- [⁶⁸] <https://oroinc.com/b2b-ecommerce/blog/digital-transformation-in-automotive-industry/>
- [⁶⁹] How the automotive industry using internet of things (iot) technology? <https://dxminds.com/how-the-automotive-industry-using-internet-of-things-technology/>
- [⁷⁰] IoT.Business.News, How IoT Can Improve Sustainability in the Automotive Sector, September 30, 2022 <https://iotbusinessnews.com/2022/09/30/56503-how-iot-can-improve-sustainability-in-the-automotive-sector/>
- [⁷¹] <https://www.fordroadhill.ro/noutati/tipuri-de-senzori-auto>
- [⁷²] Grieves, Michael (October 31, 2002). "Completing the Cycle: Using PLM Information in the Sales and Service Functions"
- [⁷³] https://www.nasa.gov/pdf/501625main_TA12-MSMSM-DRAFT-Nov2010-A.pdf
- [⁷⁴] "[Digital Engineering - SEBoK](http://www.sebokwiki.org)". www.sebokwiki.org.

-
- [⁷⁵] US Department of Defense, Digital Engineering Strategy, June 2018, <https://ac.cto.mil/wp-content/uploads/2019/06/2018-Digital-Engineering-Strategy-Approved-PrintVersion.pdf>
- [⁷⁶] StartUs Insight, Raport Automotive Trend 2023 [Automotive Trend Report StartUs-Insights.pdf](Automotive-Trend-Report-StartUs-Insights.pdf)
- [⁷⁷] <https://www.birlasoft.com/articles/ai-use-cases-in-automotive-industry>
- [⁷⁸] <https://www.bcg.com/publications/2021/ai-to-reduce-carbon-emissions>
- [⁷⁹] McKinsey&Company, 2015, Ten ways autonomous driving could redefine the automotive world
- [⁸⁰] J3016 “Levels of Driving Automation” Standard
- [⁸¹] <https://www.synopsys.com/automotive/autonomous-driving-levels.html>
- [⁸²] <https://www.navya.tech/fr/equipe/engagements-rse/>
- [⁸³] 5G Americas White Paper: Cellular V2X Communications Towards 5G, March 2018 https://www.5gamericas.org/wp-content/uploads/2019/07/2018_5G_Americas_White_Paper_Cellular_V2X_Communications_Towards_5G_Final_for_Distribution.pdf
- [⁸⁴] Rohde&Schwarz, White paper | Wireless communications for automotive applications, PD 3608.6890.52 | Version 01.00 | January 2021 (ch)
- [⁸⁵] Gavin Mitchell, What is 5G, Published: 14th March 2023 <https://www.mpirical.com/blog/what-is-5g-everything-you-need-to-know-part-2>
- [⁸⁶] Molinaro, A., Campolo, C., 5G for V2X Communications, 5G Italy White eBook, 2018, <https://www.5gitaly.eu/2018/wp-content/uploads/2019/01/5G-Italy-White-eBook-5G-for-V2X-Communications.pdf>
- [⁸⁷] <https://5gaa.org/>
- [⁸⁸] B2B eCommerce Oro Team, Automotive Industry Digital Transformation: How It Drives Your Business Forward, April 6, 2022, <https://oroinc.com/b2b-ecommerce/blog/digital-transformation-in-automotive-industry/>
- [⁸⁹] <https://www.automotivemanufacturingsolutions.com/digitalisation-and-automation/audis-edge-cloud-4-production-ecosystem-launches-into-serial-production/44426.article>
- [⁹⁰] <https://www.robotindustries.ro/ro/smart-factory>
- [⁹¹] <https://www.automotivemanufacturingsolutions.com/industry-4-and-smart-factory/533432.subject>
- [⁹²] Fundația Ellen MacArthur, Circular Example, prima fabrică europeană de economie circulară pentru vehicule: Renault, <https://ellenmacarthurfoundation.org/circular-examples/groupe-renault>
- [⁹³] RE-FACTORY: Site-ul Flins intră în cercul economiei circulare, Grup Renault, 2020
- [⁹⁴] Green Car Congress, 2020, <https://www.greencarcongress.com/2020/11/20201126-renault.html>

-
- [⁹⁵] Comunicat de presă, 2018, https://www.neoline.eu/wp-content/uploads/2018/12/PressRelease_Groupe-Renault_-Neoline_Partnership_271118_EN-1.pdf
- [⁹⁶] Grupul Renault, 2020, Economia circulară: trecând în trepte <https://www.renaultgroup.com/en/news-on-air/news/circular-economy-moving-up-a-gear/#ftn2>
- [⁹⁷] Grupul Renault, Economia circulară a bateriei vehiculului electric, 2020, <https://www.renaultgroup.com/en/news-on-air/news/the-circular-economy-of-the-electric-vehicle-baterie/>
- [⁹⁸] Națiunile Unite, Departamentul pentru Afaceri Economice și Sociale, Divizia Populație (2017). Perspectivile populației mondiale: revizuirea din 2017, constatări cheie și tabele avansate. Document de lucru Nr. ESA/P/WP/248.
- [⁹⁹] Știri Renault Group <https://www.renaultgroup.com/en/innovation-2/mobility-services/our-vision/>
- [¹⁰⁰] Renault Group <https://zity.eco/en/>
- [¹⁰¹] Grupul Renault <https://www.marcel.cab/>
- [¹⁰²] Știri Renault Group [https://www.renaultgroup.com/en/news-on-air/news/how-do-we-develop-an-end-to-end-system-that-integrates-robo-vehicles -și-o-platformă-de-mobilitate/](https://www.renaultgroup.com/en/news-on-air/news/how-do-we-develop-an-end-to-end-system-that-integrates-robo-vehicles-%E2%80%9E%E2%80%9Eplatform%E2%80%9E-de-mobilitate/)
- [¹⁰³] Renault Group News <https://en.media.renaultgroup.com/actualites/paris-saclay-autonomous-lab-new-autonomous-electric-and-shared-mobility-services-21225791-989c5.html>
- [¹⁰⁴] Renault Group News [https://www.renaultgroup.com/en/news-on-air/news/ez-go-pro-ez-ultimo-the-trilogy-of-shared-mobility-according-to -groupe-renault/](https://www.renaultgroup.com/en/news-on-air/news/ez-go-pro-ez-ultimo-the-trilogy-of-shared-mobility-according-to-groupe-renault/)
- [¹⁰⁵] <https://www.volkswagen-group.com/en/group-15765>
- [¹⁰⁶] VW Sustainability Report/2021/ Circular Economy https://www.volkswagenag.com/presence/nachhaltigkeit/documents/sustainability-report/2021/focus-topics/220310_VW_NB21_Circular_Economy_EN.pdf
- [¹⁰⁷] Știri ale Grupului Volkswagen, De la vechi la nou – Reciclarea bateriilor în Salzgitter 29.01.2021 <https://www.volkswagen-newsroom.com/en/stories/from-old-to-new-battery-recycling-in-salzgitter-6782>
- [¹⁰⁸] <https://www.volkswagen-newsroom.com/en/publications/more/battery-recycling-facts-and-figures-about-the-pilot-plant-in-salzgitter-605/download>
- [¹⁰⁹] News Autovista24, Circular Economy and the automotive industry, March 2022 [https://autovista24.autovistagroup.com/news/circular-economy-and-the-automotive-industry-zero-carbon -mașină/](https://autovista24.autovistagroup.com/news/circular-economy-and-the-automotive-industry-zero-carbon-mașină/)
- [¹¹⁰] ŠKODA prezintă foaia de parcurs pentru mobilitatea durabilă <https://skodamedia.com/en-gb/releases/1350>

-
- [¹¹¹] Comunicat de presă Audi <https://www.audi-mediacycenter.com/en/press-releases/turning-old-into-new-materialloop-project-tests-circular-economy-potential-of-of-of-life -vehicule-15205>
- [¹¹²] <https://www.audi.com/en/company/sustainability/core-topics/value-creation-and-production/co2-program-in-production.html>
- [¹¹³] Raportul de sustenabilitate al Grupului Volkswagen 2022, <https://www.volkswagen-group.com/en/publications/more/group-sustainability-report-2022-1644>
- [¹¹⁴] Comunicat de presă Audi <https://www.audi-mediacycenter.com/en/press-releases/audi-and-kit-are-working-on-recycling-method-for-automotive-plastics-13358>
- [¹¹⁵] Green Car Congress. Proiectul pilot Audi pentru reciclarea sticlei devine parte din producția standard, 08 iunie 2023 <https://www.greencarcongress.com/2023/06/20230608-glassloop.html>
- [¹¹⁶] Comunicat de presă Audi: <https://www.audi-mediacycenter.com/en/press-releases/audi-and-kit-are-working-on-recycling-method-for-automotive-plastics-13358>
- [¹¹⁷] <https://www.audi-mediacycenter.com/en/press-releases/on-the-path-to-a-digital-car-company-with-smart-production-14196>
- [¹¹⁸] Audi Production Lab: The link between an idea and high-volume production, <https://www.audi-mediacycenter.com/en/press-releases/audi-production-lab-the-link-between-an-idea-and-high-volume-production-14782>
- [¹¹⁹] Continental Automotive [https://www.continental-automotive.com/en-gb/Passenger-Cars/Technology-Trends/Holistic-Connectivity-\(1\)/5G-y](https://www.continental-automotive.com/en-gb/Passenger-Cars/Technology-Trends/Holistic-Connectivity-(1)/5G-y)
- [¹²⁰] <https://www.eiu.com/n/automakers-move-to-adopt-a-circular-economy/>
- [¹²¹] Raportul integrat de sustenabilitate și financiar FORD 2023 <https://corporate.ford.com/content/dam/corporate/us/en-us/documents/reports/2023-integrated-sustainability-and-financial-report.pdf>
- [¹²²] Esteva, Laura & Kasliwal, Akshat & Kinzler, Michael & Kim, Hyung Chul & Keoleian, Gregory. (2020). Cadrul economiei circulare pentru automobile: închiderea buclelor de energie și materiale. Jurnalul de Ecologie Industrială. 25. 10.1111/jiec.13088
- [¹²³] <https://www.volvocars.com/intl/v/sustainability/circular-economy>
- [¹²⁴] <https://www.circulor.com/>
- [¹²⁵] <https://www.press.bmwgroup.com/global/article/detail/T0338864EN/bmw-group-launches-the-re:bmw-circular-lab?language=en>
- [¹²⁶] <https://www.bmwgroup.com/en/sustainability/our-focus/circularity.html>
- [¹²⁷] <https://www.bmw.com/en/magazine/sustainability/circular-lab/reuse.html>
- [¹²⁸] <https://www.mckinsey.com/industries/automotive-and-assembly/our-insights/disruptive-trends-that-will-transform-the-auto-industry>

[¹²⁹] <https://www.spglobal.com/mobility/en/topic/disruption-in-automotive.html>

[¹³⁰] Oliver Wyman Insights: Re-Engineering Engineering, How data and digitization can revolutionize product design and development
<https://www.oliverwyman.com/our-expertise/insights/2018/sep/oliver-wyman-transport-and-logistics-2018/re-engineering-engineering.html>

[¹³¹] <https://www.mckinsey.com/industries/automotive-and-assembly/our-insights/smartphones-on-wheels-new-rules-for-automotive-product-development>

[¹³²] http://unep.ecoinnovation.org/wp-content/uploads/2017/07/UN_Environment_Eco%E2%80%94Manual-1.pdf

