

**UNIVERSITATEA POLITEHNICA din BUCUREŞTI
FACULTATEA DE ANTREPRENORIAT, INGINERIA ŞI
MANAGEMENTUL AFACERILOR SPECIALIZAREA
INGINERIA ŞI MANAGEMENTUL AFACERILOR**

Proiect de diplomă

Coordonator științific,

Conf. dr. ing. Cătălin George Alexe

Student,

Mihăilescu Andrei

Bucureşti

2023

**UNIVERSITATEA POLITEHNICA din BUCUREŞTI
FACULTATEA DE ANTREPRENORIAT, INGINERIA ŞI
MANAGEMENTUL AFACERILOR SPECIALIZAREA INGINERIA
ŞI MANAGEMENTUL AFACERILOR**

**Proiect de diplomă
Dezvoltare de produs – Purificator cu
sistem avansat de filtrare a aerului**

Coordonator științific,
Conf. dr. ing. Cătălin George Alexe

Student,
Mihăilescu Andrei

**Bucureşti
2023**

Cuprins

Introducere	1
Rezumat	2
Summary	3
Capitolul 1. Procesul de dezvoltare de produs	5
1.1 Conceptul de inovare	5
1.2 Conceptul de produs nou	8
1.3 Definirea și importanța procesului de dezvoltare de produs	9
1.4 Provocările dezvoltării de produs	11
1.5 Variante de procese de dezvoltare de produs – Cercetare bibliografică.....	13
1.6 Scurtă prezentare a principalelor activități din structura procesului	15
Capitolul 2. Analiza pieței de soluții pentru captarea dioxidului de carbon	17
2.1 Stadiul actual al pieței și tendințe de evoluție	17
2.2 Nevoi satisfăcute	21
2.3 Tipologia clientului.....	26
2.4 Analiza ofertei de soluții	30
Capitolul 3. Identificarea oportunității de dezvoltare a produsului.....	36
3.1 Noțiunea de oportunitate.....	36
3.2 Procesul de identificare de oportunități	37
3.3 Determinarea motivelor de nemulțumire pentru clienții produsului – Cercetare secundară	38
3.4 Cadrul legislativ favorabil dezvoltării produsului	42
Capitolul 4. Soluții tehnologice pentru dezvoltarea prototipului	45
4.1 Descrierea tehnologiei	45
4.2 Alegerea soluției tehnologice în vederea implementării	48
Capitolul 5. Dezvoltare prototip purificator cu sistem avansat de filtrare a aerului	55
5.1 Identificarea nevoii, propunerea idei de produs și stabilirea preliminară a specificațiilor țintă – Cercetare primară a pieței	55
5.2 Stabilirea preliminară a specificațiilor țintă	63
5.3 Definirea conceptelor de produs, analiza de design și alegerea conceptului de produs nou	76
5.4 Analiza oportunității și capabilității de realizare a produsului.....	83
5.5 Proiectarea competitivă a produsului	89
5.6 Proiectarea funcțională a produsului	91

5.7 Proiectarea constructivă a produsului	95
5.8 Proiectarea tehnologică a produsului.....	99
5.9 Construirea și testarea modelelor de prototip.....	103
Concluzii și contribuții.....	114
Anexe	117
Anexa 1 – Cercetare primară cantitativă	117
Anexa 2 – Cercetare primară calitativă	119
Bibliografie.....	122

Introducere

În ultimele decenii, conștientizarea asupra importanței calității aerului pe care îl respirăm a crescut semnificativ. Aerul poluat poate avea un impact negativ asupra sănătății noastre, conducând la afecțiuni respiratorii și alte probleme de sănătate (Jacobson et al. 2019). De aceea, dezvoltarea de produse inovatoare care să contribuie la purificarea aerului devine o necesitate imperativă în societatea actuală.

Această lucrare se concentrează asupra unui produs inovator: un purificator cu sistem avansat de filtrare a aerului, special conceput pentru a captura dioxidul de carbon (CO_2) din aerul care trece prin sistemul de ventilare al unui spațiu. Acest sistem avansat de purificare a aerului reprezintă o soluție pentru a îmbunătăți calitatea generală a aerului într-un spațiu închis și pentru a eficientiza din punct de vedere energetic sistemul HVAC (Heat-Ventilation-Air Conditioning).

Lucrarea de față explorează în primă fază procesul de dezvoltare de produs nou prin definirea conceptului de inovare și accentuarea importanței acestui concept în succesul produsului. Au fost studiate diferite variante de procese de dezvoltare a unui produs nou și au fost prezentate pe scurt principalele activități.

Pentru dezvoltarea produsului nou cu succes a fost studiat stadiul actual al pieței și tendințele de evoluție, nevoile satisfăcute și au fost determinate tipologiile de clienți. Oferta de soluții pentru produse de acest tip este încă relativ mică, în cadrul acestei lucrări fiind analizate două produse competitoare.

Un alt aspect ce a fost discutat în această lucrare este noțiunea de oportunitate și procesul de identificare a oportunității. Au fost determinate motivele de nemulțumire cu situația actuală prin-o cercetare secundară a pieței și a fost explorat cadrul legislativ pentru a ști dacă produsul nou va putea fi lansat într-un mediu favorabil.

În cadrul produsului discutat în această lucrare, o importanță deosebită este dedicată tehnologiei cu ajutorul căreia se realizează captarea dioxidului de carbon. Diferite procese și materiale au fost comparate în această lucrare pe baza unor criterii relevante, datele fiind obținute din literatura de specialitate.

Lucrarea se termină cu procesul de dezvoltare a unui prototip. În primă fază a fost efectuată o cercetare primară a pieței. Cercetarea cantitativă a fost realizată prin intermediul raportului anual oferit de Honeywell, raport ce include opinia persoanelor din peste 300 de clădiri de birouri privind calitatea aerului la locul de muncă. Cercetarea calitativă a fost efectuată prin interviewarea unei persoane cu experiență în proiectarea și dimensionarea sistemelor de ventilație. În urma acestor cercetări, au fost stabilite cerințele și specificațiile produsului și au fost propuse două concepte de produs. În urma analizei oportunității și capabilității de realizare, un concept a fost ales pentru a trece la etapele de proiectare competitivă, funcțională, constructivă și tehnologică a produsului. Ultima etapă (realizată în această lucrare) a procesului de dezvoltare a unui prototip este construirea și testarea unor componente ale prototipului.

Rezumat

În cadrul capitolului 1, s-a explorat procesul de dezvoltare de produs și s-au analizat diverse aspecte legate de acesta. A fost explicat conceptul de inovare și s-a evidențiat importanța sa în dezvoltarea produselor noi. Prin intermediul cercetării bibliografice, s-au investigat diferite variante de procese de dezvoltare de produs, identificându-se avantajele și provocările asociate și s-au sintetizat principalele activități din structura procesului.

În capitolul 2, s-a realizat o analiză detaliată a pieței de soluții pentru captarea dioxidului de carbon. S-a investigat stadiul actual al pieței și s-au identificat tendințele de evoluție, oferind o perspectivă asupra contextului în care produsul se va dezvolta. S-au explorat nevoile satisfăcute de această piață și s-a definit tipologia clientului, astfel încât să se înțeleagă mai bine audiенța țintă și să se adapteze produsul în consecință. De asemenea, s-a efectuat o analiză a ofertei de soluții existente pe piață, punând în evidență nevoile satisfăcute și tipologiile de clienți.

În cadrul capitolului 3, s-a abordat procesul de identificare a oportunităților de dezvoltare a unui produs nou. S-au investigat motivele de nemulțumire ale potențialilor clienți prin cercetare secundară, pentru a înțelege mai bine nevoile lor. De asemenea, s-a evaluat cadrul legislativ existent, asigurându-se că produsul nou beneficiază de un mediu favorabil dezvoltării sale.

În capitolul 4, s-au abordat aspectele tehnologice ale dezvoltării prototipului pentru purificatorul cu sistem avansat de filtrare a aerului. S-a descris în detaliu tehnologia care se va utiliza și s-a justificat alegerea acesteia în vederea implementării. S-au analizat și comparat mai multe soluții tehnologice disponibile, evaluându-le pe baza unor criterii de performanță.

În ultimul capitol, s-au parcurs etapele de dezvoltare a prototipului pentru purificatorul de aer. S-a început prin identificarea nevoii, propunerea ideii de produs și stabilirea preliminară a specificațiilor țintă, bazându-se pe cercetare primară a pieței. S-au definit concepțile de produs, s-a efectuat analiza de design și s-a selectat conceptul de produs nou, care îndeplinește cel mai bine nevoile și cerințele identificate. S-a realizat proiectarea competitivă, funcțională, constructivă și tehnologică a acestuia pe baza capabilităților de realizare a produsului. S-a finalizat capitolul cu construirea și testarea unor componente din prototip, ajungând astfel un pas mai aproape de materializarea produsului.

Summary

In 1st Chapter, the product development process was explored and various aspects related to it were analyzed. The concept of innovation was explained and its importance in new product development was highlighted. Researching relevant literature, different variants of product development processes were investigated, identifying the associated advantages and challenges, and the main activities in the process structure were summarized.

In the 2nd Chapter , a detailed analysis of the market for carbon capture solutions was carried out. The current state of the market has been investigated and trends in its development have been identified, providing an insight into the context in which the product will develop. The needs satisfied by this market were explored and the customer typology was defined in order to better understand the target audience and tailor the product accordingly. An analysis of the existing solution offered on the market was also carried out, highlighting the needs met and the customer typologies.

In 3rd Chapter, the process of identifying new product development opportunities was addressed. Potential customers' reasons for dissatisfaction were investigated through secondary research. The existing legislative framework was also assessed, ensuring that the new product benefits from a favorable environment for its development.

In the 4th Chapter , the technological aspects of the prototype development for the advanced air filtration purifier were addressed. The technology to be used has been described in detail and its choice for implementation has been justified. Several available technological solutions have been analyzed and compared, evaluating them based on relevant performance criteria.

The 5th Chapter focuses on the prototype developing process. This process begins with comprehensive market research, including both quantitative and qualitative methods, to understand the needs and requirements of users and clients. The quantitative research involves analyzing Honeywell's annual report on workplace air quality, while the qualitative research includes an interview with an HVAC system design and dimensioning expert. Following the analysis, a set of core requirements were identified, for further developing of the prototype. Each of the core requirements was matched to at least one technical specification. The technical specifications were analyzed for 2 competitive products and the ideal and marginal values for each of them were determined. Based on the analysis, 2 prototype concepts were determined but only one was chosen for further developing. The competitive, functional, constructive and technological aspects were

analyzed for the chosen prototype concept. In the last part of the chapter, the developing and testing process, for parts of the prototype, was analyzed. The stage-gate process involved developing a PAQ-CNT electrode based and testing it's chemical properties using Fourier-transform infrared spectroscopy analysis and it's electrochemical properties by applying reduction and oxidation potentials for CO₂ capture and release.

Capitolul 1. Procesul de dezvoltare de produs

1.1 Conceptul de inovare

Inovarea este procesul de creare a ideilor noi, produselor sau proceselor care aduc valoare societății. Poate implica introducerea de noi tehnologii, îmbunătățirea produselor sau proceselor existente sau găsirea de noi modalități de rezolvare a problemelor. Inovarea poate lua multe forme și poate fi impulsionată de o varietate de factori, cum ar fi dorința de a îmbunătăți eficiența, de a reduce costurile sau de a îndeplini noile nevoi ale clienților. Inovarea este adesea considerată a fi un motor cheie al creșterii economice și competitivității, deoarece poate duce la dezvoltarea de noi industrii și la crearea de noi locuri de muncă (Cantamessa et al., 2016)

Caracteristicile conceptului de inovare pot varia în funcție de contextul în care este aplicat, dar în general, inovarea poate fi caracterizată prin următoarele trăsături: este un proces continuu, implică schimbare, poate avea un impact semnificativ, necesită creativitate și poate implica anumite riscuri. În tabelul 1.1 sunt cuprinse și explicate aceste caracteristici.

Tabel 1.1 Caracteristicile conceptului de inovare (Cantamessa et al., 2016)

Proces continuu	Implicitarea schimbării	Impactul	Nevoia de a avea o gândire creativă	Implicitarea riscurilor
Inovarea nu se încheie niciodată, ci este un proces continuu de creare de idei și de găsire de noi modalități de a face lucrurile.	Inovarea presupune adesea modificarea sau îmbunătățirea lucrurilor existente, precum și introducerea de noi idei sau produse.	Inovarea poate avea un impact semnificativ asupra societății, a industriei sau a unui domeniu specific.	Inovarea implică de obicei găsirea de noi soluții la probleme și nevoi, ceea ce necesită creativitate și gândire originală.	Inovarea poate presupune luarea de riscuri, deoarece implică investiții în proiecte noi și poate să nu aibă întotdeauna rezultatele dorite.

Inovarea este de mai multe tipuri și poate apărea în diverse arii ale activităților unei întreprinderi. Principalele tipuri de inovare sunt (Kahn, 2018):

1. **Inovarea de produs** → Din cauza faptului că inovarea poate fi de la tipul inovării incrementale până la tipul inovării radicale, această categorie se poate împărți la rândul ei în mai multe tipuri: inovare pentru reducerea costurilor, inovare pentru îmbunătățirea produselor / serviciilor, inovare pentru adăugarea de caracteristici, inovare prin introducerea produselor într-o piață nouă, inovare prin crearea de produse noi bazate pe inovări tehnologice.
2. **Inovarea de proces** → Aceasta categorie se referă la schimbări în metodologie sau procese pentru a obține o eficiență crescută, realizată prin procesare mai rapidă, creșterea numărului de ieșiri din proces sau scăderea costurilor asociate acestuia.
3. **Inovarea de marketing** → Acest tip de inovare se referă la procesul de identificare și implementare a unor noi idei, tehnologii sau strategii în ceea ce privește promovarea unui produs sau serviciu. Scopul inovării de marketing este de a obține un avantaj competitiv prin creșterea vânzărilor, fidelizarea clienților sau creșterea notorietății brandului.
4. **Inovarea modelelor de afaceri** → Inovarea modelelor de afaceri se referă la procesul de identificare și implementare a unor noi abordări privind modul în care o afacere își generează venitul și își îndeplinește obiectivele, cu scopul de a crește veniturile și profitul întreprinderii.
5. **Inovarea organizațională a întreprinderilor** → Acest tip de inovare se adresează schimbărilor ce au loc în cadrul unei organizații, cum ar fi: schimbarea structurii organizației, noi tipuri de medii de lucru sau forme de management. Scopul acestui tip de inovare este de a satisface nevoile organizației și angajaților acesteia pentru a avea rezultatele dorite.
6. **Inovarea în lanțul de aprovisionare și logistica întreprinderilor** → Aceasta se referă la îmbunătățirea proceselor din lanțul de aprovisionare prin implementarea de noi tehnologii sau modele, atât cu scopul de eficientizare a lanțului cât și cu scopul de a crește satisfacția clienților.

Acest proces continuu de schimbare, denumit inovație, a fost studiat începând cu anii 1900. Principalul personaj care a început aprofundarea acestui fenomen, denumit și “fondatorul economiei de inovație”, Joseph Schumpeter, a studiat principalii actori care joacă un rol important

în acest proces. În primul rând, Schumpeter a identificat categoria “antreprenorului inovativ”. Alexander Graham-Bell, Thomas Edison, Bill Gates, Mark Zuckerberg sau Elon Musk reprezintă cel mai bine această categorie. Aceștia au realizat diferite produse inovative prin îmbinarea cunoștințelor tehnice cu perspectivele de afaceri, creând organizații ce au introdus pe piață soluții la diferite probleme importante cu care se confrunta omenirea. Totodată, Schumpeter a afirmat că un alt actor important în procesul de inovare sunt și marile corporații. Acestea aloca capital substanțial atât finanțiar cat și uman pentru a răspunde mediului de afaceri ce este în continuă mișcare. Spre deosebire de prima categorie, corporațiile nu au ca scop generarea de soluții complet noi, iar schimbările sunt de tipul inovării incrementale ale produselor deja existente (Cantamessa et al., 2016)

Inovarea tehnologică → Un alt aspect important pentru aceasta lucrare este inovarea tehnologică. Creșterea conștientizării efectelor consumului de resurse și a impactului acestui consum asupra mediului, cauzate de activitatea economică, a condus la creșterea interesului la nivel global pentru stimularea inovației întreprinderilor, în special a inovației tehnologice, care necesită dezvoltarea de noi modele de producție și consum. Scopul inovării tehnologice este de a obține un avantaj competitiv prin îmbunătățirea performanței, eficienței și reducerea costurilor. Inovarea tehnologică se poate realiza prin mai multe metode cum ar fi cercetarea și dezvoltarea de noi tehnologii sau integrarea tehnologiilor emergente în noi industrii și produse (Diaconu, 2011).

Inovarea tehnologică „verde”: Acest tip de inovare poate conduce la avansuri tehnologice ce duc la creșteri economice și crearea de avantaje competitive pentru companii, și totodată, poate aduce aceste beneficii într-o manieră sustenabilă prin reducerea noxelor de gaze cu efect de sera, reducerea risipei de materii prime sau reducerea consumului energetic aferent proceselor și produselor. Nivelul de inovarea tehnologică “verde” din cadrul întreprinderilor este influențată de mai mulți factori ca: cadrul legislativ și stimулentele aduse de guverne, nivelul de responsabilitate asumat de organizații dar și de situația financiară a acestora (Chengchao et al., 2021).

1.2 Conceptul de produs nou

Conceptul de produs nou → Un alt termen ce poate fi legat de conceptul de inovare este conceptul de produs nou. Acesta este asociat produselor lansate pe piață cu caracteristici sau beneficii noi față de produsele existente. Acesta poate fi un produs complet nou care schimbă o întreagă industrie sau poate fi o îmbunătățire a unui produs existent cu noi caracteristici sau beneficii. Introducerea unui produs nou poate fi un proces complex și costisitor, dar poate avea un impact semnificativ asupra industriei și asupra satisfacției clienților fata de performanța produsului.

Prin dezvoltarea unui produs nou se dorește în principal la obținerea unui produs superior alternativelor actuale de pe piață. R.G Cooper susține că oferirea de produse diferențiate, cu beneficii unice și o propunere de valoare convingătoare pentru client și/sau utilizator, face distincția dintre organizațiile ce au succes și cele ce eșuează. Astfel de produse superioare au o rată de succes de cinci ori mai mare, o cotă de piață de peste patru ori mai mare și o rentabilitate de patru ori mai mare decât produsele, imitate, cu puține caracteristici diferențiate. Astfel, se pot distinge câteva caracteristici comune pentru produsele noi (R. G. Cooper, 2019):

- Sunt superioare produselor concurente în ceea ce privește satisfacerea nevoilor utilizatorilor, oferă caracteristici unice care nu sunt disponibile în produsele concurente sau rezolvă o problemă pe care clientul o întâlnește în timpul utilizării produselor concurente;
- Prezintă un raport calitate/preț ridicat, reduc costurile totale ale clienților (valoare de utilizare ridicată), și au un raport preț/performanță mai bun comparativ cu produsele concurente din piață;
- Nivelul de calitate a produsului este superior produselor concurente (în special calitatea percepță de clienți)
- Oferă beneficii ce sunt foarte vizibile și ușor de percepție ca fiind utile de către clienți.

Produsele noi sunt dezvoltate atât de organizațiile mici, cât și de marile corporații. Diferența dintre cele două este aceea că întreprinderile mici se concentrează pe inovarea radicală și introducerea de produse complet noi pe piață, pe când corporațiile aduc de regulă schimbări incrementale produselor care sunt deja comercializate de acestea. Avantajul întreprinderilor de mari dimensiuni este că acestea dispun de mai multe resurse decât cele de mici dimensiuni, însă acestea au dezavantajul reprezentat de presiunea stakeholderilor și birocrației din cadrul organizațiilor.

1.3 Definirea și importanța procesului de dezvoltare de produs

Dezvoltarea produselor noi este esențială pentru organizații. Comercializarea acestui tip de produse oferă avantaje competitive firmelor și este un proces foarte important pentru creșterea economică și dezvoltarea sustenabilă a organizațiilor. Deși este important să se plece de la o idee inovatoare, succesul unui produs depinde în mare măsură de modul în care acesta este dezvoltat (Iqbal et al., 2021).

Procesul de dezvoltare de produs → Procesul de dezvoltare de produse noi este definit de pașii parcursi de organizații pentru a transforma conceptul într-un produs ce poate fi comercializat. Acest proces poate implica o gamă largă de activități, cum ar fi cercetarea pieței, proiectarea și dezvoltarea tehnică, testarea și validarea produsului și planificarea lansării pe piață.

Prin parcurgerea acestor pași se dorește confirmarea conceptului și în același timp, identificarea cerințelor de succes pentru realizarea produsului, scopul acestui proces fiind de a oferi clienților un produs care să le îndeplinească cerințele și să fie competitiv pe piață. Considerând diferitele domenii de activitate ce trebuie avute în vedere în realizarea procesului de dezvoltare a unui produs nou, acest proces poate fi complex și poate implica mai multe departamente și echipe de specialiști care lucrează împreună pentru a se asigura că produsul nou îndeplinește obiectivele stabilite.

Cooper et al. a analizat gradul succesului comercializării de produse noi în cadrul mai multor companii (Tabelul 1.2). În cadrul acestei cercetări, autorii au urmărit performanța a 20% celor mai performante companii, 20% celor mai puțin performante companii și media tuturor companiilor analizate. Se poate observa clar o corelație între performanța firmelor și succesul acestora în lansarea pe piață a produselor noi. Acest lucru se datorează gradului de complexitate a procesului de dezvoltare a produselor noi și totodată nivelului de resurse necesar pentru acest proces. Companiile mai performante dețin mai multe resurse materiale decât cele mai puțin performante, dar și resurse imateriale de calitate mai ridicată (de exemplu cunoștințe tehnice superioare) (Cooper et al. 2004).

Tabel 1.2 Procentul veniturilor și profiturilor realizate de produsele noi introduse pe piață și procentul proiectelor de comercializare a produselor noi ce au avut succes, au eșuat, sau nu au ajuns la comercializare, în funcție de nivelul de succes al organizațiilor (Cooper et al. 2004)

Organizații	% din venitul total rezultat din introducerea produselor noi pe piață	% din profitul total rezultat din introducerea produselor noi pe piață	% din proiectele de introducere a produselor noi, comercializate cu succes	% din proiectele de introducere a produselor noi, ce au eșuat în comercializare	% din proiectele de introducere a produselor noi, ce nu au ajuns la comercializare
Primele 20%	38	42.4	79.5	8.1	4.3
Ultimele 20%	9	9.1	37.6	28.4	25.7
Media	27.5	28.4	60.2	20.8	19

Tot din studiul realizat de Cooper et al. reiese importanța planificării procesului. O planificare mai amănunțită este corelată cu un nivel crescut al numărului de produse ce au reușit să fie lansate pe piață. Astfel, procesul de dezvoltare a unui produs nou trebuie să fie planificat și organizat în mod adecvat. Acest lucru poate include stabilirea obiectivelor clare și a termenelor limită, alocarea resurselor, identificarea echipei și stabilirea rolurilor și responsabilităților. Importanța procesului de dezvoltare a produselor noi este dată și de veniturile aduse de aceste produse. Astfel, 38% din veniturile primelor 20% cele mai performante organizații sunt aduse de produsele noi lansate pe piață. Această cotă determină tot mai multe firme să își mărească bugetul alocat pentru cercetarea și dezvoltarea de noi produse, în speranța că vor reuși să își crească veniturile, profitul și cota de piață.

În concluzie, procesul de dezvoltare a unui produs nou poate fi esențial pentru succesul pe termen lung al unei organizații. Dacă este realizat corect, acest proces poate duce la lansarea pe piață a unui produs care să aducă beneficii atât afacerii respective cât și clienților. Lansarea unui produs nou pe piață poate duce la creșterea veniturilor și a profitului, la dezvoltarea imaginii companiei și la creșterea cotei de piață.

1.4 Provocările dezvoltării de produs

Procesul de dezvoltare de produs nou este adesea descris ca fiind deosebit de provocator. Acest fapt se datorează în principal complexității acestuia. Astfel, se pot identifica mai multe arii ce prezintă provocări pentru echipa ce dorește dezvoltarea produsului. Literatura studiată face referire la: capitalul uman, capitalul finanțier, creativitatea, tehnologiile folosite și datele și informațiile necesare procesului.

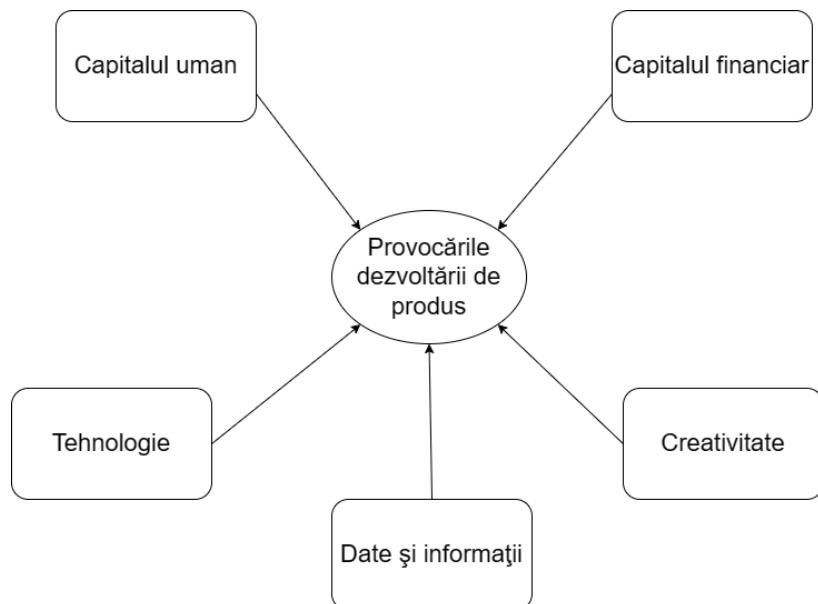


Figura 1.1 ARIILE UNDE POT APĂREA PROVOCĂRI ÎN PROCESUL DE DEZVOLTARE DE PRODUS NOU (Chandra et al., 2008)

- **Provocările aduse de capitalul uman:** asociate în principal cu nivelul de cunoștință și capabilitățile echipei necesare dezvoltării produsului. Personalul poate avea diferite lacune, de aceea este recomandat ca echipa să fie compusă din personal specializat în toate ariile atinse de procesul de dezvoltare de produs nou (de exemplu: specialiști în tehnologia folosită, specialiști în design, software etc). Astfel, dezvoltarea unui produs implică adesea mai multe echipe care lucrează împreună. O altă provocare este aceea de a asigura că aceste echipe colaborează eficient și comunică clar, pentru a asigura o bună implementare a procesului. Aceste provocări pot fi soluționate prin participarea echipei la diverse cursuri de formare și dezvoltare profesională, crearea unui mediu de lucru ce stimulează creativitatea și munca în echipă, și prin implementarea unor procese sau proceduri care să faciliteze lucrul în echipă și comunicarea între membrii.

- **Provocările asociate capitalului finanțier:** sunt legate de alocarea eficientă a acestuia. Managerul de proiect trebuie să planifice activitățile procesului astfel încât acestea să respecte bugetul proiectului. Deoarece în cadrul procesului de dezvoltare de produs nou pot apărea factori imprevizibili, coordonatorii proiectului trebuie să ia în calcul acest lucru prin alocarea unui buget de rezervă. Aceste provocări sunt mai evidente pentru organizațiile mici sau cele de tip start-up deoarece acestea dețin capital finanțier redus, iar utilizarea acestuia într-o manieră ineficientă poate duce la eșecul proiectului sau chiar oprirea activității organizației. O altă provocare a conducerii proiectului legată de capitalul finanțier este aceea de a decide dacă dezvoltarea produsului și investirea capitalului pot duce la obținerea de avantaje competitive și creșterea veniturilor odată ce produsul este lansat pe piață. Aceste provocări pot fi soluționate prin stabilirea clară a activităților din proces și a bugetului aferent acestora. Totodată este important să se stabilească încă de la început obiectivele pe termen lung legate de produsul ce se va dezvolta.
- **Provocările asociate creativității:** creativitatea este principala sursă a inovației și astfel aceasta reprezintă o componentă esențială pentru dezvoltarea unui produs nou. Odată cu beneficiile unei gândiri creative, se pot evidenția și anumite provocări aduse de aceasta. O provocare poate fi asocierea creativității cu cerințele clientilor. Echipa de dezvoltare poate veni cu numeroase idei, însă este de datoria conducerii să filtreze aceste idei și de a le selecta pe cele ce se pot transpune în produse viabile ce oferă beneficii atât clientilor cât și organizației. Totodată, o provocare poate fi și lipsa creativității. Această provocare se poate soluționa prin aplicarea unor metode de stimulare cum ar fi brainstorming-ul, metoda celor șase pălării, metoda SCAMPER etc. (Alexe, 2021).
- **Provocările asociate datelor și informațiilor:** datele și informațiile colectate stau la baza deciziilor luate în cadrul procesului de dezvoltare de produs nou. Culegerea și înțelegerea acestora reprezintă un pas esențial din acest proces, aceste etape fiind asociate înțelegerii nevoilor clientilor. Provocările se pot identifica în mai multe arii cum ar fi metodele de culegere a datelor, interpretare a acestora sau integrarea datelor colectate în decizii ce trebuie luate. În primul rând, calitatea datelor colectate este foarte importantă pentru a se asigura că deciziile luate sunt corecte. În același timp, volumul informațiilor poate genera provocări deoarece un volum mare poate fi costisitor și poate consuma mult timp, iar un volum mic de date poate reprezenta o moștă subiectivă și poate duce la formarea unei idei greșite asupra nevoilor din piață.

- **Provocările asociate tehnologiei:** tehnologia folosită pentru dezvoltarea unui produs nou poate reprezenta un avantaj competitiv dar poate aduce și o serie de provocări. Astfel, aceasta poate fi extrem de costisitoare, fiind necesare investiții considerabile în echipamente și resurse. O altă provocare poate fi proprietatea intelectuală și brevetele asociate tehnologiei. Acestea pot duce la costuri suplimentare de natură legală. Totodată, un proces de dezvoltare ce este intensiv din punct de vedere al tehnologiei necesită cunoștințe tehnice din partea echipei. În același timp, ciclul de viață scurt al tehnologiei trebuie luat în considerare. Odată cu apariția de noi tehnologii, produsul dezvoltat poate necesita actualizări și îmbunătățiri pentru a rămâne competitiv. Acest lucru poate duce la costuri suplimentare aferente cercetării și dezvoltării.

1.5 Variante de procese de dezvoltare de produs – Cercetare bibliografică

Varianta Karl T. Ulrich et al. → prezintă un proces generic ce poate fi urmat pentru dezvoltarea unui produs nou. Acesta poate fi îmbunătățit pentru a respecta nevoile și cerințele ce diferă de la produs la produs. Activitățile prezente în procesul generic (Figura 1.3) se respectă și în cadrul celorlalte variante, însă apar modificări în funcție de tipul de produs ce se dorește a fi dezvoltat. Astfel, autorii au identificat mai multe tipuri de procese ca: proces pentru produse bazate pe tehnologie, proces pentru produse digitale, proces pentru produsele cu nivel de risc ridicat, proces pentru sistemele complexe, proces pentru produsele de tip platformă, proces pentru produsele custumizabile.



Figura 1.2 Activități din cadrul procesului generic de dezvoltare de produs nou (Ulrich et al. "Product Design and Development")

Procesul de tip Stage-Gate → Cooper a introdus procesul Stage-Gate pentru a structura procesul de dezvoltare a noilor produse (NPD) la sfârșitul anilor 1980. Dovezile empirice au arătat că succesul gestionării cu succes a procesului de NPD ajută organizațiile să își depășească concurenții pe termen lung. Procesul Stage-Gate implică împărțirea procesului de dezvoltare în etape distincte, denumite "stage-uri", conectate de porți de trecere (gate-uri) care asigură validarea și verificarea progresului proiectului. Fiecare etapă (stage) este focalizată pe o anumită sarcină sau

obiectiv, cum ar fi cercetarea de piață, dezvoltarea conceptului sau construirea unui prototip. Astfel se pot distinge câteva etape și porți de trecere esențiale procesului de dezvoltare de produs nou (Smolnik et al., 2020):

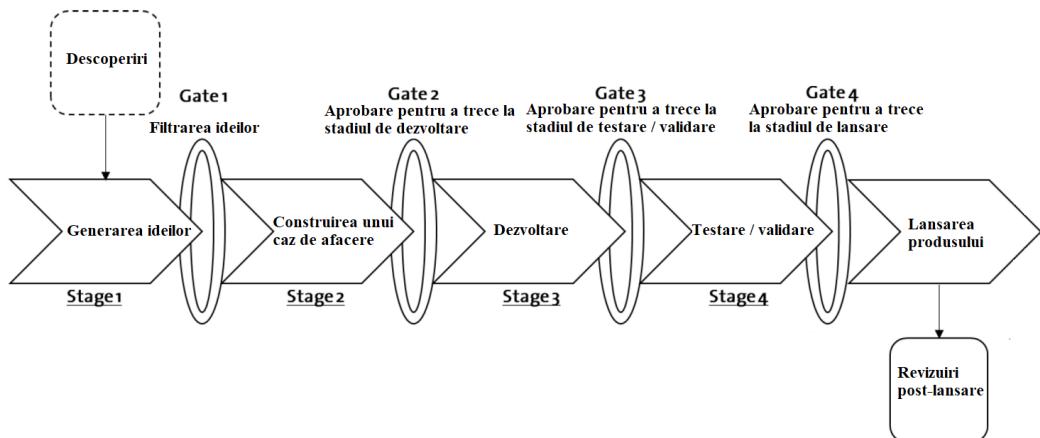


Figura 1.3 Procesul de tip Stage-Gate (Smolnik et al. 2020)

Varianta KT4TT → Center on Knowledge Translation for Technology Transfer este un centru de cercetare și dezvoltare care se concentrează pe dezvoltarea de produse noi prin intermediul procesului de transfer tehnologic și traducerea cunoștințelor în practică. Procesul de dezvoltare de produs nou dezvoltat de acest centru este unul structurat și sistematic, care implică etapele structurate în Figura 1.5.

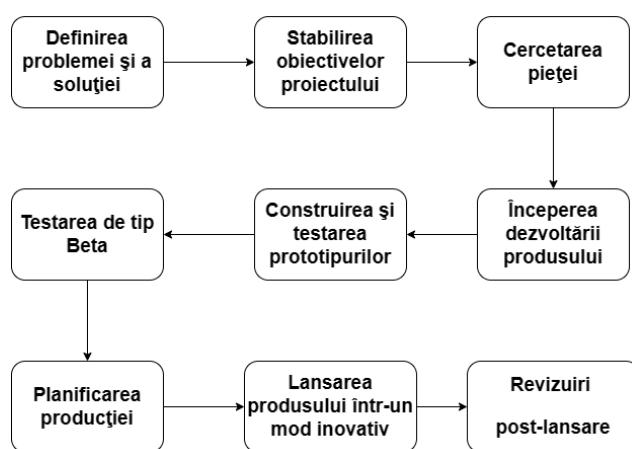


Figura 1.4 Varianta de proces de dezvoltare de produs nou realizată de Center on Knowledge Translation for Technology Transfer

Procesul de tip Agile → aceasta este o abordare iterativă și incrementală de dezvoltare a produselor, care se bazează pe feedback constant din partea utilizatorilor și a echipei de dezvoltare. Acest proces își are originea în dezvoltarea software-ului, dar poate fi adaptat la dezvoltarea altor tipuri de produse. Procesul Agile se concentrează pe dezvoltarea rapidă și flexibilă a produselor prin intermediul unor cicluri scurte de dezvoltare, numite sprinturi, care durează de obicei între una și patru săptămâni. În fiecare sprint, echipa de dezvoltare lucrează la o listă de activități prioritizate, numită backlog, care este actualizată constant în funcție de feedback-ul primit din partea utilizatorilor și a echipei.

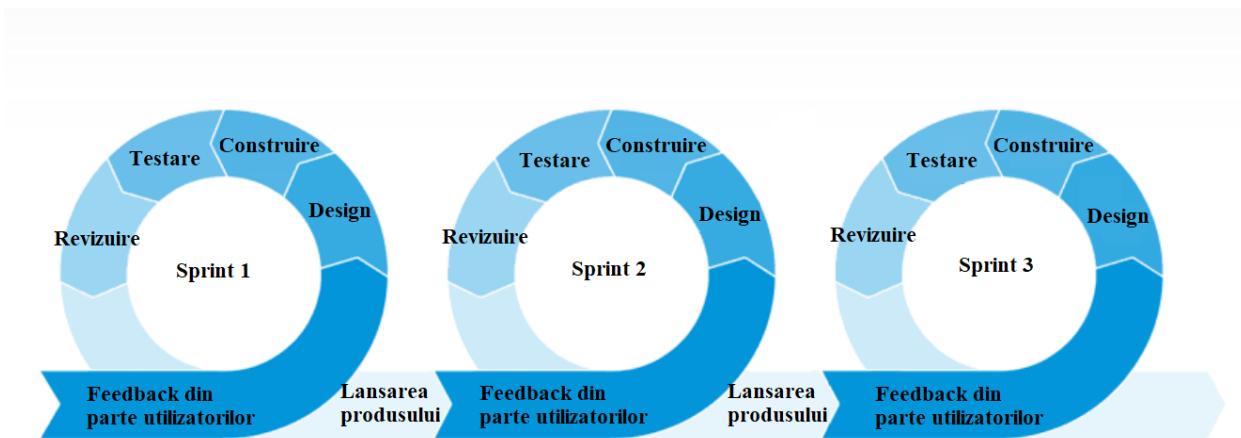


Figura 1.5 Procesul de dezvoltare de produs nou de tip "Agile"

1.6 Scurtă prezentare a principalelor activități din structura procesului

Conform procesului generic dezvoltat de Karl T. Ulrich et al., putem distinge cinci etape principale (Figura 1.3): planificare, dezvoltarea conceptului, dezvoltarea design-ului la nivel de sistem, design detaliat, testare și rafinare, și dezvoltarea producției.

1. **Etapa de planificare** → Denumită și „punctul zero”, această etapă se realizează anterior dezvoltării produsului în sine. Se începe prin identificarea oportunității din piață. Acest pas se realizează conform strategiei și obiectivelor organizației. Odată cu implementarea acestei etape,

se va enunța misiunea proiectului în care se vor specifica piața țintă a produsului, obiectivele de afacere și ipotezele cheie și constrângările legate de dezvoltarea produsului.

2. **Dezvoltarea conceptului de produs** → În această etapa sunt identificate nevoile din piață stabilită în etapa de planificare. În baza acestora se vor genera și evalua diferite concepte de produs. Unul sau mai multe dintre acestea vor fi selectate pentru dezvoltare și testare. Conceptul trebuie să descrie forma, funcțiile și caracteristicile produsului precum și justificarea economică a proiectului. Tot în această etapa se vor analiza produsele concurente sau de substituție.
3. **Design la nivel de sistem** → Etapa de design la nivel de sistem include definirea arhitecturii produsului, descompunerea acesteia în subsisteme și componente, dezvoltarea preliminară a design-ului componentelor cheie, dar și alocarea sarcinilor pentru dezvoltarea design-ului detaliat către echipele interne și organizațiile din mediul extern ce contribuie la această etapă. După implementarea acestor pași se dorește stabilirea geometriei produsului, stabilirea specificațiilor de funcționare a fiecărui subsistem și realizarea preliminară a diagramei flow pentru procesul de asamblare a componentelor sistemului.
4. **Design detaliat** → Această etapa include identificarea completă a detaliilor legate de geometria produsului și a materialelor folosite în dezvoltare. Totodată, se identifică și componentele standard ce pot fi achiziționate de la diferiți furnizori și se alcătuiește un plan de proces ce cuprinde uneltele și materialele necesare dezvoltării fiecărei componente. În această etapa se au în vedere trei probleme critice: design având în vedere ciclul de viață dorit și impactul asupra mediului, design având în vedere producția și lanțul de aprovizionare al materiilor prime și realizarea unui design cât mai robust.
5. **Testarea și rafinarea** → Această etapă implică construcția și evaluarea mai multor versiuni de produs. Pentru realizarea acestor activități este necesară dezvoltarea diferitelor tipuri de prototipuri. În primă fază se vor construi prototipuri de tip Alpha. Rolul lor este de a determina dacă etapele de design au fost realizate corect, și dacă produsul satisfac cerințele clientilor. Acest tip de prototip este de obicei construit cu aceeași geometrie și proprietăți ale materialelor ca și produsul ce se dorește să fie comercializat, dar procesul de producție este diferit față de cel final. În continuare se vor realiza prototipuri de tip Beta, acestea fiind construite conform planului de producție, dar pot fi asamblate în alte moduri decât cel ce se dorește să fie implementat în final. Prototipurile Beta sunt evaluate atât intern de către echipa de dezvoltare, cât și extern de către clienți în mediul în care produsul este destinat să fie folosit. Scopul acestui tip de prototip

este de a răspunde la întrebările privind randamentul și fiabilitatea produsului pentru a identifica posibilele schimbări în ingineria produsului final.

Capitolul 2. Analiza pieței de soluții pentru captarea dioxidului de carbon

2.1 Stadiul actual al pieței și tendințe de evoluție

Având în vedere creșterea nivelului de gaze cu efect de seră (GES) din atmosferă, atât oamenii de știință cât și guvernele diferitelor țări doresc dezvoltarea și promovarea unor noi metode cu efect pozitiv asupra mediului. Conform standardelor internaționale, o multitudine de gaze sunt considerate nocive mediului, însă în această lucrare vom avea în vedere doar dioxidul de carbon (CO₂). Importanța acordată acestuia se datorează faptului că emisiile de CO₂ reprezintă peste 70% din totalul de gaze cu efect de seră emise. (raportul IPCC 2022)

Soluțiile pentru reducerea cantității de GES emise pot face referire la: reducerea consumului per total, implementarea unor tehnologii cu scopul de a elimina emisiile aferente unui proces (de exemplu folosirea surselor de energie regenerabilă), implementarea unor tehnologii pentru captarea emisiilor înainte de a ajunge în atmosferă (de exemplu integrarea unui sistem de captare a noxelor în cadrul unei centrale ce folosește combustibili fosili pentru generarea energiei), sau implementarea unor tehnologii pentru captarea dioxidului de carbon din aerul atmosferic (denumite și DAC – „Direct Air Capture””) (raportul IPCC 2022).

În această lucrare se va discuta despre metodele de captare a dioxidului de carbon. Aceste metode se pot clasifica în două categorii: captarea de la punctul de emitere și captarea din aerul atmosferic. Principala diferență dintre cele două este concentrația de CO₂, ce este în dezavantajul metodelor de tip DAC. Odată cu emiterea în atmosferă a unor noxe ce conțin dioxid de carbon, concentrația acestuia scade substanțial deoarece acesta se amestecă cu restul gazelor prezente în aer, însă, prin progresul tehnologic și inovațiile din domeniu, au fost dezvoltate metode ce realizează captarea dioxidului de carbon din aer. Principalul avantaj al produselor bazate pe tehnologiile de tip DAC este acela că pot fi poziționate independent de alte instalații, și astfel se pot dezvolta diferite aplicații pentru acestea.



Figura 2.1 Instalație de tipul DAC dezvoltată de compania Climeworks, în Hellisheiði, Islanda

În prezent, există 18 instalații de tipul DAC în stadiu operațional în întreaga lume. Acestea captează aproximativ 0.01 Mt CO₂/ an. Totodată, în Statele Unite ale Americii se află o instalație ce este încă în stadiu de dezvoltare unde se doresc să se capteze 1 Mt CO₂/ an în viitor. Conform scenariului dezvoltat de Panelul Internațional al Schimbărilor Climatice (IPCC), în anul 2030 tehnologiile de tip DAC ar trebui să capteze 60 Mt CO₂/ an. Acest prag poate fi atins doar prin dezvoltarea rapidă de multiple instalații și prin inovarea tehnologică ce are ca rezultat scăderea costurilor referitoare la captarea dioxidului de carbon. În prezent, costul aferent captării unei tone de CO₂ este între \$100-\$300, în funcție de tehnologia folosită (Sara Budinis, 2022).

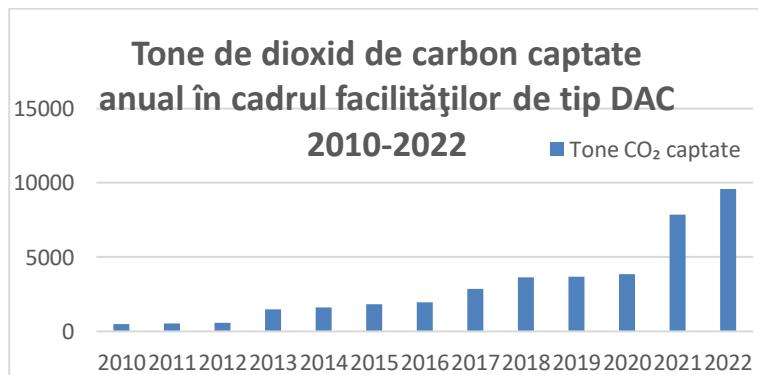


Figura 2.2 Tone de dioxid de carbon captate anual în cadrul facilităților de tip DAC în perioada 2010-2022 conform International Energy Agency

Cele 18 instalații prezente sunt localizate în SUA, Canada și diferite țări din Europa. Acestea se bazează în mare parte pe două tipuri de tehnologii: folosirea unor compuși chimici care

reacționează cu CO₂-ul ce sunt în formă lichidă sau solidă (Sara Budinis, 2022). Principiul de funcționare al acestora se bazează pe schimbări de presiune sau temperatură (Pressure-Swing și Temperature-Swing). Astfel, captarea se realizează atunci când dioxidul de carbon intră în contact cu materialul respectiv, și este eliberat prin încălzirea sau schimbarea presiunii materialului. Aceste metode s-au dovedit a fi ineficiente din punct de vedere al costurilor de operare datorită pierderilor de energie aferente proceselor de schimbare a presiunii sau temperaturii.

În prezent, se dezvoltă diferite metode alternative, una dintre acestea este folosirea unor membrane pentru separarea dioxidului de carbon de restul elementelor prezente în aer. O altă alternativă ce prezintă potențial ridicat este bazată pe conceptul de adsorbție „electro-swing”, concept dezvoltat de Voskian et al. în cadrul tezei de doctorat susținută la Massachusetts Institute of Technology (MIT). În cadrul acestei metode, dioxidul de carbon este captat atunci când materialul folosit este încărcat cu o sarcină negativă, și eliberat atunci când sarcina este schimbată într-o pozitivă (Voskian et al., 2019). Costul energetic al acestei metode este aproximativ 1.2 GJ / tonă CO₂ captată (\$50), ceea ce reprezintă un avantaj față de alternativele de pe piață. Acest concept se dorește să fie utilizat în cadrul produsului discutat în această lucrare.

Odată cu dezvoltarea acestor tehnologii, companiile caută integrarea acestora în produse și identificarea diferitelor strategii pentru lansarea pe piață. Astfel, una dintre aplicații este cuplarea tehnologiilor de tip DAC cu sistemele de ventilație. Captarea dioxidului de carbon din diferite spații, denumită și „filtrare avansată” a fost inclusă în top 10 din peste 40 de tehnologii cu potențial ridicat pentru îmbunătățirea eficienței energetice a clădirilor (Goetzler et al., 2017). Avantajul urmăririi acestui tip de aplicație este faptul că ușurează procesul de achiziție de clienți. Rezultatul urmărit de către clienți în urma achiziției unui astfel de sistem nu este dioxidul de carbon în sine, ci eficiența energetică crescută și o calitate a aerului superioară. Clienții reușesc să înțeleagă aceste concepte mai ușor, comparativ cu conceptul de captare a dioxidului de carbon. Totodată, având în vedere creșterea numărului de sisteme de ventilație comercializate la nivel global, nevoie de a avea sisteme eficiente din punct de vedere energetic care pot menține o calitate a aerului la nivel înalt devine din ce în ce mai urgentă. Conform statisticilor realizate de Grand View Research, dimensiunea pieței sistemelor de încălzire, ventilație și aer condiționat (HVAC) era de \$136.3 miliarde în 2021, proiecțiile viitoare fiind de o rata de creștere anuală compusă de 6.3% din 2022 până în 2030.

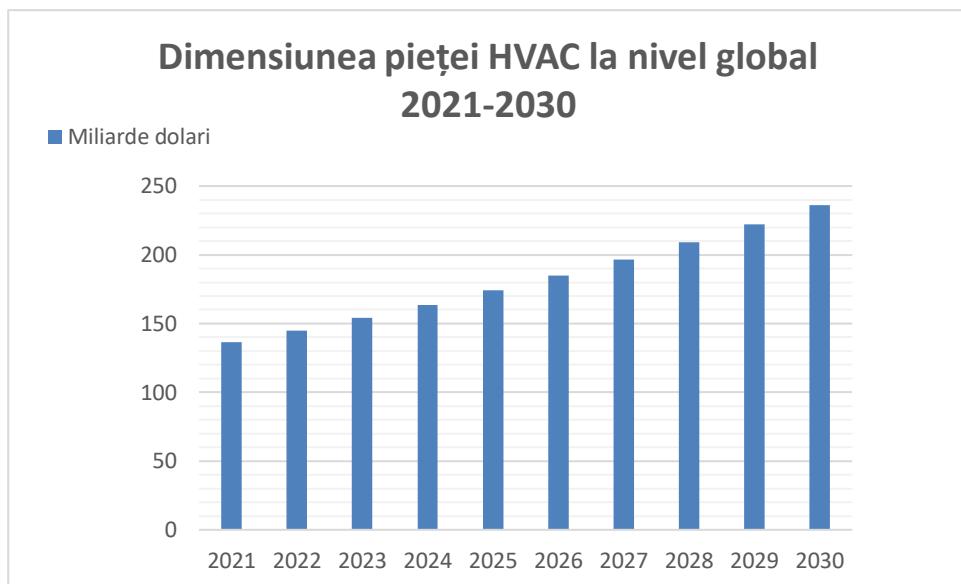


Figura 2.3 Dimensiunea pieței Heat-Ventilation-Air conditioning la nivel global în perioada 2021-2030, cercetarea de piață realizată de Grand View Research

Piața produselor ce captează dioxidul de carbon din aerul din diferite tipuri de spații este încă la început de drum având în vedere caracterul nou și inovativ al tehnologiilor pe care se bazează acestea. Două organizații au reușit să se remарce în această piață: EnVerid și Soletair Power. Fiind companii private, cele două oferă puține informații legate de partea financiară, însă există date referitoare la clienții acestora. Aceștia includ proprietari de spații de birouri și clădiri comerciale, instituții medicale și de învățământ sau hoteluri, ce își doresc să îmbunătățească calitatea aerului interior și să reducă costurile de energie prin implementarea de soluții tehnologice avansate. Acești clienți sunt, de obicei, dispuși să investească într-un sistem de purificare a aerului de calitate superioară, care poate reduce semnificativ costurile de întreținere și cele aferente energiei pe termen lung. Produsele comercializate de cele două organizații au integrate atât subsisteme ce au rolul de a capta dioxidul de carbon din aer, cât și subsisteme ce au rolul de a curăța aerul de alte componente nocive persoanelor ce își desfășoară activitatea în acel spațiu. Aceste componente sunt particulele mai mici de 2.5 nanometri (PM2.5) și compuși organici volatili (VOC). Un aspect ce diferențiază organizațiile ce dezvoltă produse ce captează dioxid de carbon din aer este faptul că acestea decid să și utilizeze acest CO₂ în diferite moduri. Spre exemplu, Soletair Power transformă CO₂-ul captat în combustibil la locul captării sau îl stochează pentru a fi transportat către fabricile unde acesta va fi folosit ca agent de carbonizare în producția cimentului (Figura 2.4). În opoziție, EnVerid nu se folosește de gazul captat în niciun fel, aceștia eliminând CO₂-ul în afara spațiului, în atmosferă.

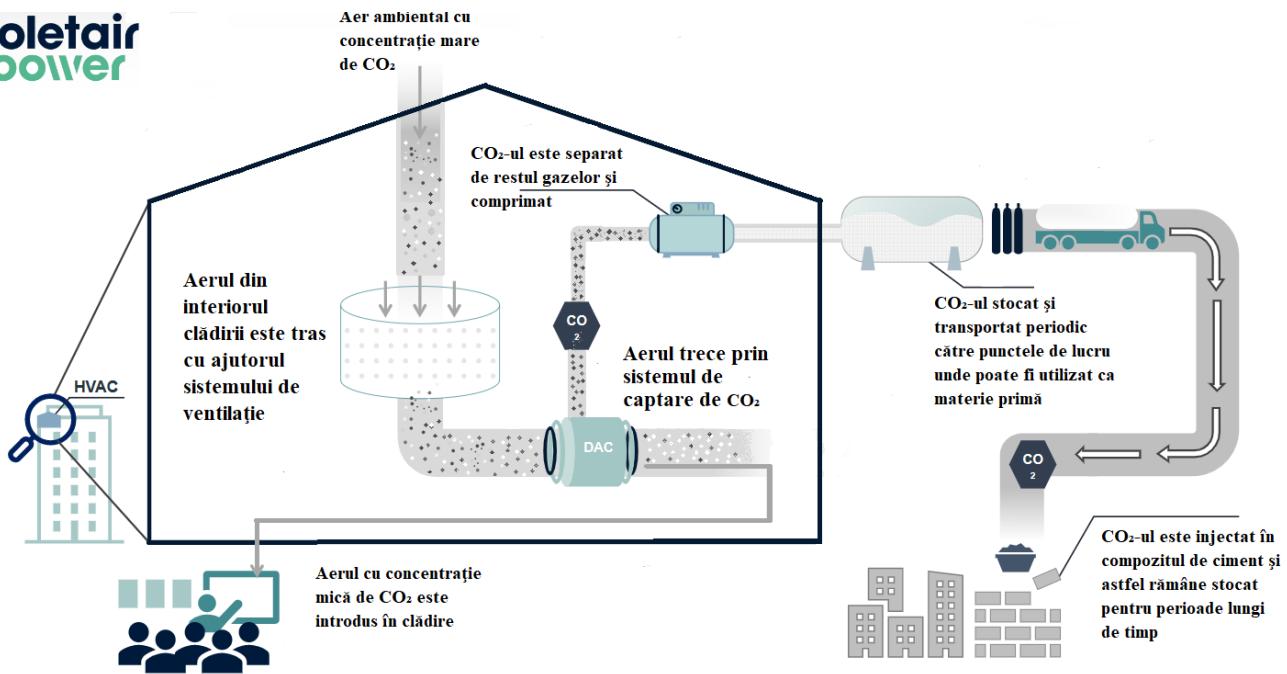


Figura 2.4 Implementare produselor bazate pe tehnologii de tip DAC în cadrul sistemelor de ventilație, Soletair Power

Produsul dezvoltat de EnVerid a fost numit de către „Consulting-Specifying Engineer” produsul anului în categoria produselor din industria HVAC în anul 2021. Totodată, Soletair Power a fost subiectul mai multor articole realizate de publicații renumite ca Financial Times, CNBC, BBC, The Guardian și The Wall Street Journal. Această atenție sporită asupra companiilor ce activează în această industrie se datorează mai multor factori ca:

1. Investiții noi din mediul privat în companiile ce dezvoltă astfel de produse
2. Raportul IPCC ce menționează că dezvoltarea de diverse aplicații ale tehnologiilor de tip DAC este o necesitate pentru atingerea țintelor privind reducerea noxelor de dioxid de carbon
3. Schimbările legislative ce promovează astfel de inițiative
4. Gradul de noutate și inovare adus de aceste noi modele de afaceri
5. Avantajele privind atât eficiența energetică cât și calitatea aerului superioară aduse de aceste produse

2.2 Nevoi satisfăcute

Nevoile satisfăcute de produsele ce captează dioxid de carbon din aer diferă în funcție de locul în care sunt amplasate și astfel putem distinge două categorii:

A. Produsele utilizate pentru captarea dioxidului de carbon din aerul atmosferic

- Reducerea noxelor de dioxid de carbon:** În general, tehnologiile DAC sunt concepute pentru a ajuta la combaterea încălzirii globale și a schimbărilor climatice prin reducerea emisiilor de dioxid de carbon.
- Reducerea taxelor de mediu și altor taxe aferente noxelor emise:** Organizațiile ce dezvoltă tehnologii de tip „Direct Air Capture” își construiesc propriile facilități unde se captează CO₂. Odată ce se captează o tonă de dioxid de carbon, organizațiile primesc un certificat numit credit de carbon. Aceste credite sunt apoi vândute altor organizații ce își doresc astfel să își reducă propria amprentă de carbon (proces descris în Figura 2.5).

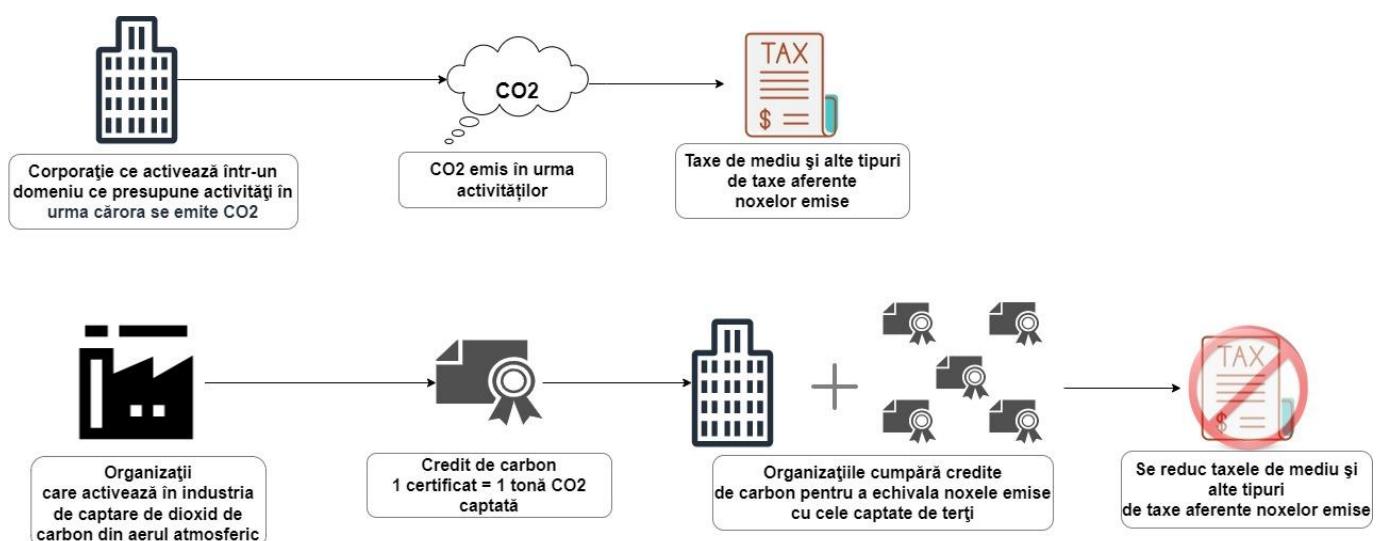


Figura 2.5 Modelul de afacere al organizațiilor din industria de captare a dioxidului de carbon

- Îmbunătățirea imaginii brandului:** Organizațiile ce colaborează cu firmele din domeniul captării CO₂-ului dau dovadă de implicare în rezolvarea problemelor privind încalzirea globală și astfel beneficiază de publicitate pozitivă.

B. Produsele utilizate pentru captarea dioxidului de carbon din aerul ambiental

- Reducerea probabilității de apariție a unor afecțiuni medicale asociate cu expunerea îndelungată la un aer cu nivel ridicat de CO₂:** Având în vedere proporția mare de timp petrecută în interiorul diverselor spații (proporție de 90%), expunerea îndelungată la un mediu în care aerul prezintă un nivel ridicat de CO₂ poate duce degradarea sănătății. Astfel, Figura 2.6 detaliază conform studiului realizat Jacobson et al. 2019 principalele riscuri ce pot apărea.

Aceste riscuri pot fi îndepărtate prin implementarea sistemelor de captare a dioxidului de carbon din spațiul în care persoanele își desfășoară activitatea zilnică.

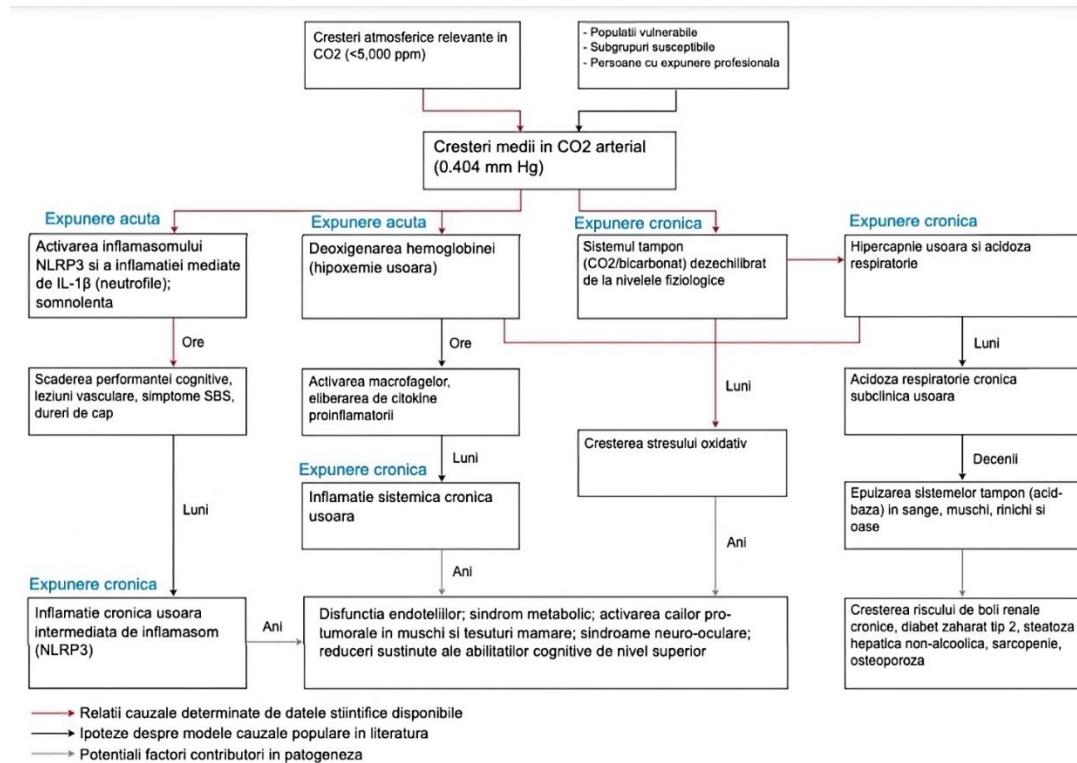


Figura 2.6 Afectiuni medicale ce pot aparea în urma expunerii îndelungate la mediu cu concentrație mare de dioxid de carbon (Jacobson et al. 2019)

- Îmbunătățirea funcțiilor cognitive:** Există o dezbatere științifică în desfășurare cu privire la posibila corelație și cauzalitate între anumiți contaminanți din aerul din spațiile de birouri și funcțiile cognitive. Așa-numitul studiu COGfx, publicat în 2015 de Harvard T.H. Chan School of Public Health, a constatat că persoanele care lucrează în birouri bine aerisite, cu niveluri de poluanți și de dioxid de carbon (CO₂) sub medie, au scoruri ale funcțiilor cognitive semnificativ mai mari în domenii cruciale, cum ar fi răspunsul la o criză sau elaborarea unei strategii, decât cele care lucrează în birouri cu niveluri tipice. Un studiu ulterior din 2021 a constatat că "Calitatea aerului din interiorul unui birou poate avea un impact semnificativ asupra funcțiilor cognitive ale angajaților, inclusiv asupra timpilor de răspuns și a capacitatei de concentrare, și poate afecta, de asemenea, productivitatea acestora". Acest studiu a constatat că concentrațiile crescute de particule fine (PM2,5) și ratele mai mici de ventilație (nivel ridicat de CO₂) au fost asociate cu timpi de răspuns mai lenți și cu o precizie redusă la o serie de teste cognitive (Figura 2.7). Raportul "The 9 foundation of healthy building" de la Harvard dezvăluie cât valorează de

fapt "performanță cognitivă superioară". Folosind date de la „Department of Labor”, aceștia au stabilit că economiile de productivitate au o valoare medie de 6.500 de dolari pe persoană pe an.

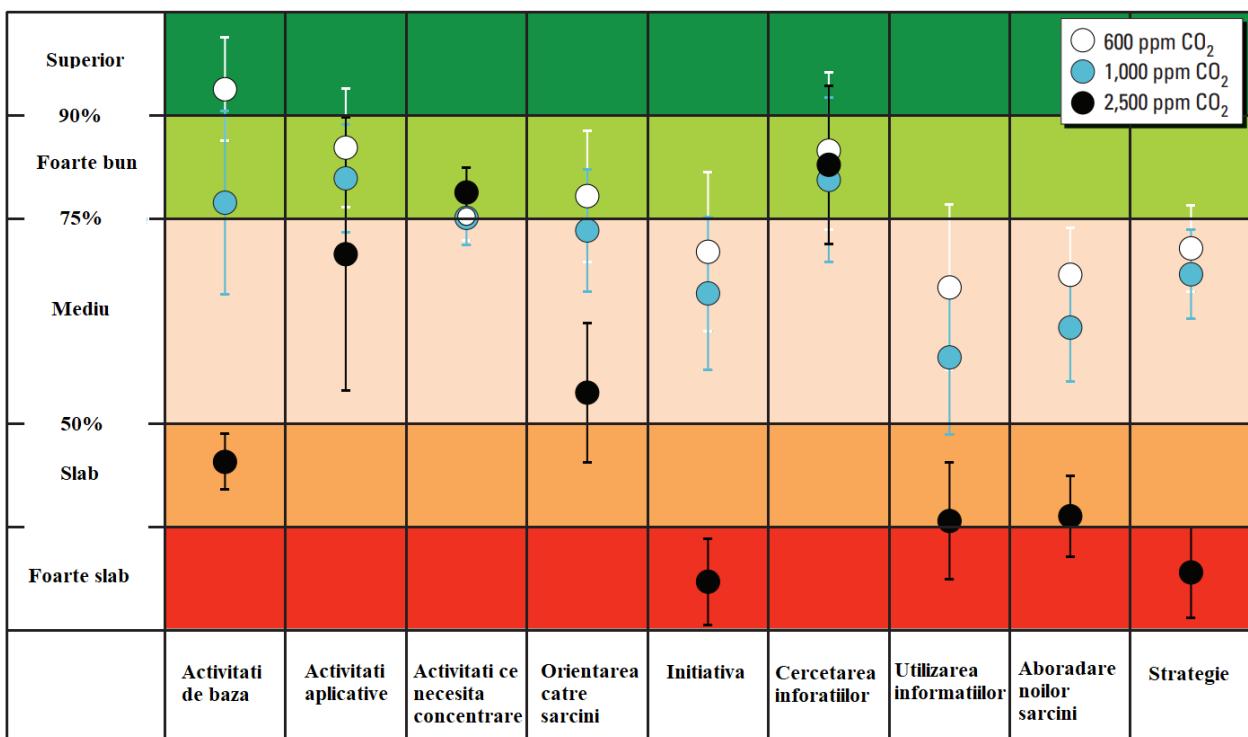


Figura 2.7 Rezultatele testelor care investighează funcțiile cognitive ale persoanelor expuse la un mediu cu diferite concentrații de dioxid de carbon (600 ppm CO₂, 1000 ppm CO₂ și 2500 ppm CO₂)

- **Creșterea eficienței energetice aferente sistemului HVAC (Heat-Ventilation-Air Conditioning):** Beneficiile curățării aerului interior includ o mai bună calitate a aerului interior, economii de energie și o mai bună rezistență climatică atunci când aerul exterior este poluat. Conform standardului ASHRAE 62.1-2019, utilizarea sistemelor de curățare a aerului (captare CO₂, filtrare PM2.5 și VOC) "permite reducerea cantității de aer exterior necesare, cu o reducere concomitentă a costurilor energetice operaționale asociate", datorită necesității scăzute de a schimba temperatura aerului ce intră din exterior în urma ventilației, rezultată din recircularea aerului „curățat”. Compania EnVerid susține că poate reduce costuri energetice asociate sistemului HVAC cu până la 40% prin implementarea produsului comercializat de acestia, produs ce conține și un subansamblu destinat captării dioxidului de carbon.
- **Crearea unui avantaj competitiv în vederea atragerii angajaților/chiriași:** Conform studiilor din domeniu, unul din factorii cei mai importanți atunci când o persoană se decide asupra unui loc de muncă este mediul de lucru. Astfel, angajatorii ce dau dovedă de preocupare crescută

pentru atingerea unei calități a mediului de lucru ridicată sunt apreciați și totodată cresc probabilitatea de a atrage personal de o calitate superioară.

O altă parte importantă a modelelor de afacere din această industrie, ce vizează atât produsele ce fac parte din hub-uri cât și cele integrate în sistemele de ventilație, este partea de utilizare a dioxidului de carbon ce este captat. În prezent, majoritatea organizațiilor ce dezvoltă astfel de produse nu utilizează CO₂-ul captat, ci îl injecteză în rezervoare naturale ce permit stocarea acestuia pentru perioade foarte lungi de timp. Rezervoarele subterane, cum ar fi depozitele saline și rezervoarele epuizate de petrol și gaze naturale, oferă spațiu suficient pentru a stoca cantități mari de dioxid de carbon sub formă gazoasă sau lichidă. Pe de altă parte, oamenii de știință și organizațiile din această industrie încearcă să găsească diferite arii în care se poate folosi dioxidul de carbon captat (Figura 2.8).

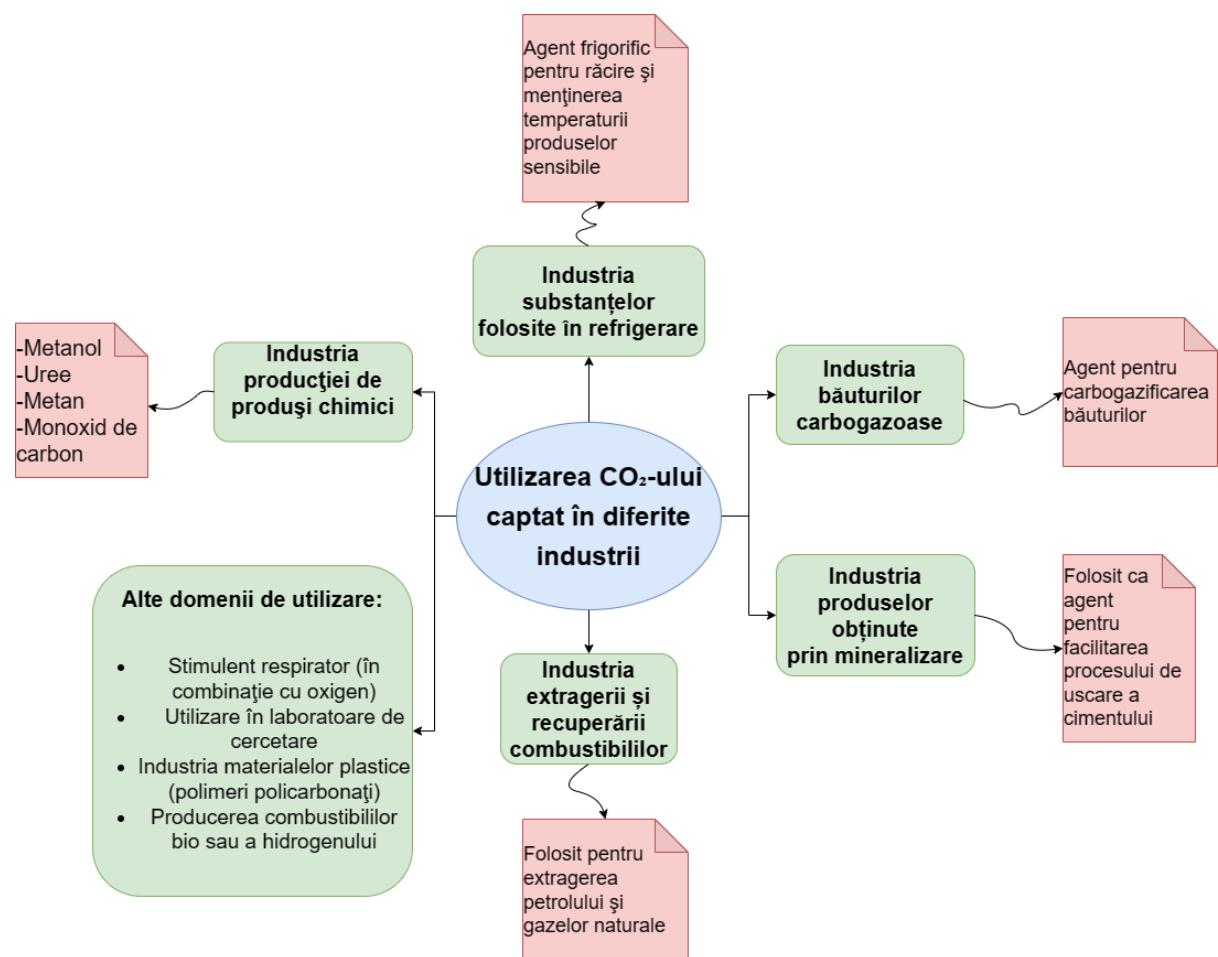


Figura 2.8 Utilizarea dioxidului de carbon captat în diferite industrii (Ella Adlen et al 2019)

Se pot distinge trei categorii având în vedere locul utilizării dioxidului de carbon:

- captarea și folosirea CO₂-ului în același loc (de exemplu transformarea acestuia în biocombustibil sau producerea hidrogenului cu ajutorul cărora se poate produce energie electrică)
- captarea CO₂-ului, stocarea și comercializarea acestuia prin parteneriate cu diferite alte organizații (de exemplu companiile producătoare de băuturi carbogazoase)
- captarea CO₂-ului, stocarea și transportarea acestuia către puncte de lucru din cadrul organizației ce activează atât în sectorul de captare a dioxidului de carbon cât și în alt sector unde se poate folosi acesta (de exemplu producerea cimentului „verde” sau a compușilor chimici) (Ella Adlen et al 2019)

2.3 Tipologia clientului

Tehnologiile de tip “Direct Air Capture” (captare directă a aerului) sunt o metodă de a capta dioxidul de carbon (CO₂) direct din aer. Când vorbim despre amplasarea produselor bazate pe DAC în hub-uri (Figura 2.1), acestea pot fi utilizate de diferite tipuri de clienți, inclusiv (Figura 2.9) :

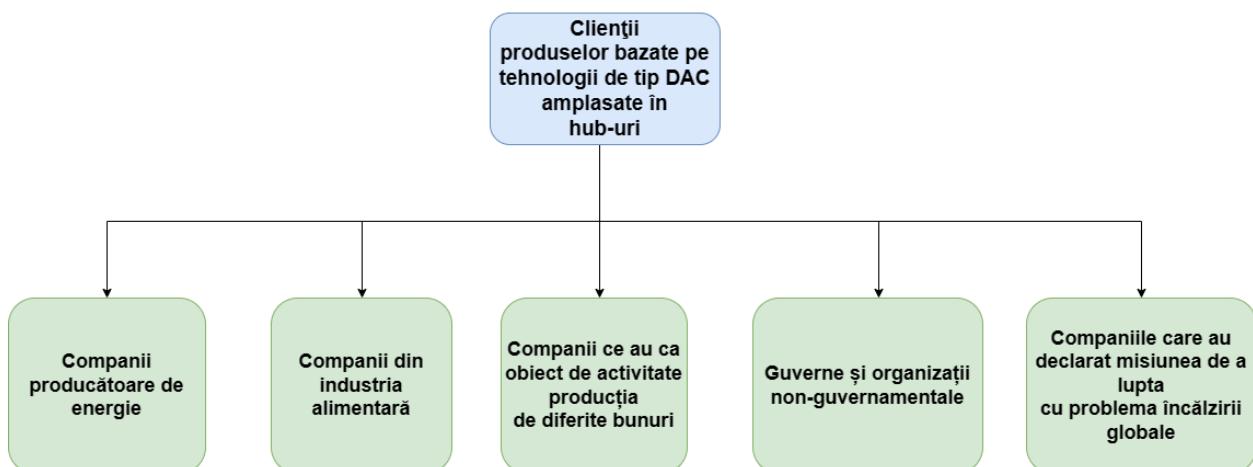


Figura 0.9 Tipologia clienților produselor bazate pe tehnologii de tip DAC amplasate în hub-uri

1. **Companii producătoare de energie:** Companiile care produc energie din combustibili fosili, cum ar fi dezvoltatorii de centralele electrice sau rafinării de petrol, ar putea utiliza tehnologiile

“Direct Air Capture” pentru a capta CO₂-ul din emisiile aferente proceselor, cu scopul de a reduce impactul lor asupra mediului și de a-si reduce taxele de mediu.

2. Companii din industria alimentară: Producția de alimente, în special a celor cu emisii ridicate de carbon, cum ar fi carne, poate fi responsabilă pentru emisiile de CO₂. Tehnologiile de captare directă a aerului ar putea fi utilizate pentru a capta aceste emisii și a reduce impactul asupra mediului.

3. Companii ce au ca obiect de activitate producția de diferite bunuri: Companiile care produc bunuri de consum și produse industriale, cum ar fi cimentul, sticla sau oțelul, pot fi responsabile pentru emisiile de CO₂. Utilizarea tehnologiilor “Direct Air Capture” ar putea ajuta aceste companii să-și reducă emisiile de carbon și să își îmbunătățească performanța ecologică.

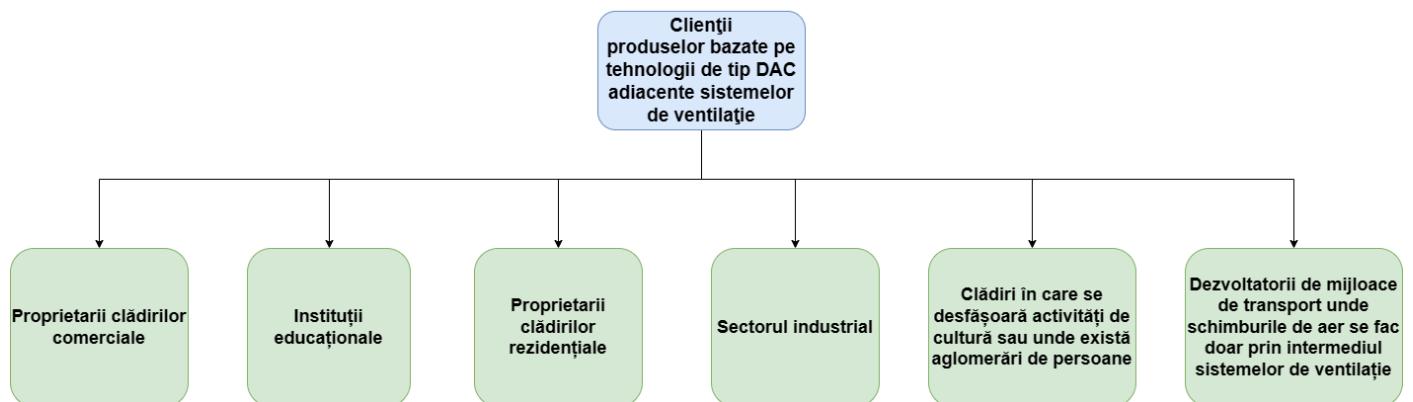
4. Guverne și organizații non-guvernamentale: Guvernele și organizațiile non-guvernamentale (ONG-uri) pot utiliza produsele bazate pe tehnologiile “Direct Air Capture” pentru a îndeplini obiectivele lor de reducere a emisiilor de carbon și de combatere a schimbărilor climatice. Totodată, aceste organizații pot apela la astfel de produse pentru a beneficia de publicitate pozitivă având în vedere că aceste produse reprezintă o soluție inovativă a unei probleme de mare anvergură.

5. Companiile ce sunt interesate de soluții pentru combaterea schimbărilor climatice: Companiile care se angajează să reducă emisiile de gaze cu efect de sera pot avea în vedere încheierea de parteneriate cu organizațiile ce dezvoltă sisteme de captare a dioxidului de carbon din aer. Aceste companii pot fi dispuse să investească în astfel de tehnologii datorită obiectivelor lor de sustenabilitate, a avantajelor economice și de reputație. Achiziționarea de astfel de sisteme poate fi percepță ca un angajament puternic față de sustenabilitate și responsabilitatea socială a companiei, ceea ce poate spori încrederea consumatorilor și a investitorilor.

În general, clienții ce utilizează produse bazate pe tehnologiile de tip “Direct Air Capture” pot fi orice organizație sau individ interesat de reducerea emisiilor de carbon și de protejarea mediului înconjurător. Un grup de companii din care fac parte și Stripe, Google, Shopify, Meta și McKinsey au lansat fondul „Frontier Climate” ce promite achiziționarea de certificate de carbon în valoare de \$925 milioane în perioada 2022-2030 (Sara Budinis, 2022). Totodată, Occidental Petroleum, una dintre cele mai mari companii din industria de petrol și gaze din Statele Unite, a investit într-un proiect de captare a dioxidului de carbon din aer. Proiectul este dezvoltat în parteneriat cu Carbon

Engineering, o companie canadiană care se concentrează pe tehnologii de captare a carbonului și de stocare a acestuia în zăcăminte subterane.

Pe de altă parte, când ne referim la produsele ce captează dioxid de carbon în cadrul sistemelor de ventilație aferente diferitelor spații, putem distinge mai multe tipologii de clienți (Figura 2.10). De obicei, persoanele responsabile cu decizia de implementare a unui astfel de produs sunt proprietarii spațiilor sau consultanții specializați angajați de aceștia. În plus, în situația spațiilor care nu au fost încă construite, deciziile cu privire la dimensionare și amplasare se iau în urma



consultării cu arhitecți și echipe de ingineri specializați din cadrul proiectului respectiv.

Figura 0.10 Tipologii de clienți ale produselor bazate pe tehnologii de tip DAC adiacente sistemelor de ventilație

1. Proprietarii clădirilor comerciale: Clădirile comerciale, cum ar fi birourile, magazinele și centrele comerciale, sunt locații ideale pentru implementarea acestor produse. Acestea pot ajuta la îmbunătățirea calității aerului interior și pot contribui la reducerea consumului energetic aferent sistemului HVAC. În același timp, atunci când abordăm subiectul clădirilor comerciale de tipul spațiilor de birouri, introducerea acestor produse poate conduce la obținerea unui avantaj competitiv pentru proprietarii imobilelor în ceea ce privește atragerea organizațiilor interesate de închirierea acestor spații.

2. Instituții educaționale: Școlile, liceele și universitățile sunt alte locații potențiale pentru implementarea acestor produse. În special în sălile de clasă, aceste sisteme pot ajuta la reducerea

nivelurilor ridicate de dioxid de carbon care pot duce la obosale, somnolență și dificultăți de concentrare.

3. Proprietarii clădirilor rezidențiale: Proprietarii de case și de apartamente pot beneficia și ei de aceste produse. Implementarea acestor sisteme poate ajuta la îmbunătățirea calității aerului din interiorul locuințelor și la reducerea nivelurilor ridicate de dioxid de carbon.

4. Sectorul industrial: Sectorul industrial poate beneficia, de asemenea, de aceste produse, în special în spațiile unde se desfășoară activități ce includ procese care generează cantități mari de dioxid de carbon, cum ar fi prelucrarea metalelor. În contextul acestor tipuri de spații, dimensionarea și implementarea sistemelor se realizează prin consultarea unui specialist cu funcția de tehnolog, ce are rolul de evaluare a cerințelor specifice activității desfășurate în spațiul respectiv.

5. Clădiri în care se desfășoară activități de cultură sau unde există aglomerări de persoane: Sălile de spectacole, cinematografele sau alte spații destinate activităților culturale reprezintă o altă categorie în care se pot implementa produsele de acest gen. Acestea aduc beneficii atât de natură financiară, prin eficientizarea ventilației, cât și referitoare la confortul participanților din respectivul spațiu. În plus, aceste produse se pot implementa în spații închise destinate evenimentelor sportive, cum ar fi sălile de handbal sau volei, unde beneficiile sunt aduse proprietarilor, spectatorilor, dar și sportivilor care își desfășoară activitatea în respectivul spațiu.

6. Dezvoltatorii de mijloace de transport unde schimburile de aer se fac doar prin intermediul sistemelor de ventilație: Concentrațiile excesive de CO₂ pot provoca diferite probleme de sănătate, în special în medii închise, cum ar fi avioanele și submarinele. Astfel, sistemele de captare a dioxidului de carbon din aer pot ajuta la îmbunătățirea calității aerului și la crearea unui mediu mai confortabil și mai sănătos pentru pasageri și membrii echipajului.

Totodată, putem distinge anumite preocupări, comportamente și nevoi ale proprietarilor de diferite spații și altor organizații, ce îi fac mai predispuși pentru achiziționarea unor astfel de sisteme de captare a dioxidului de carbon din aer:

- **Proprietarii spațiilor în care există sisteme de monitorizare a calității aerului:** Sistemele de monitorizare a calității aerului sunt concepute pentru a detecta nivelurile ridicate de CO₂ din aerul din interiorul unui spațiu. Proprietarii de spații care investesc în astfel de sisteme sunt

adesea preocupați de asigurarea unei calități optime a aerului în spațiul lor și de prevenirea eventualelor daune materiale și de sănătate. Achiziționarea unui sistem de captare a CO₂-ului din aer poate fi percepță ca o investiție suplimentară pentru a asigura un mediu sănătos și sigur pentru ocupanții spațiului.

- **Dezvoltatorii de clădiri comerciale „verzi”:** Intenția dezvoltatorilor de clădiri „verzi” de a cumpăra sisteme de captare a dioxidului de carbon din aer poate fi influențată de mai mulți factori. În general, dezvoltatorii de clădiri „verzi” sunt interesați să achiziționeze tehnologii și echipamente care contribuie la îmbunătățirea performantei clădirilor lor, în timp ce reduc impactul asupra mediului și economisesc costuri operaționale. Deoarece costurile de construire a unei clădiri „verzi” sunt deja mai ridicate decât cele pentru o clădire convențională, dezvoltatorii pot fi reticenți să investească în tehnologii suplimentare. Pe de alta parte, avantajele economice pe termen lung ale acestor sisteme pot fi un factor important în decizia de cumpărare. Dacă un sistem de captare a dioxidului de carbon din aer poate reduce costurile de încălzire și ventilație și poate economisi energie, acest lucru poate fi atractiv pentru dezvoltatori de clădiri „verzi” care sunt interesați să reducă costurile operaționale și să îmbunătățească performanța clădirilor lor.
- **Companii care activează în diferite domenii în care CO₂-ul poate fi folosit ca materie primă:** Companiile care activează în sectoare de activitate în care dioxidul de carbon poate reprezenta o materie primă pot fi predispuse la încheierea de parteneriate cu organizațiile ce dezvoltă sisteme de captare a dioxidului de carbon din aer. Acest lucru se datorează faptului că, prin captarea dioxidului de carbon din aer, aceste companii pot obține o sursă de materie primă ce permite reducerea costurilor și eficientizarea proceselor de producție.

2.4 Analiza ofertei de soluții

A. Produsul dezvoltat de organizația EnVerid

EnVerid Sorbent Ventilation Technology (SVT) este tehnologia inovatoare care stă la baza produsului emblematic al EnVerid, Module HVAC HLR200M (Figura 2.10), un aparat de curățare a aerului care îmbunătățește calitatea aerului din interior, reducând în același timp consumul de energie a sistemului HVAC.

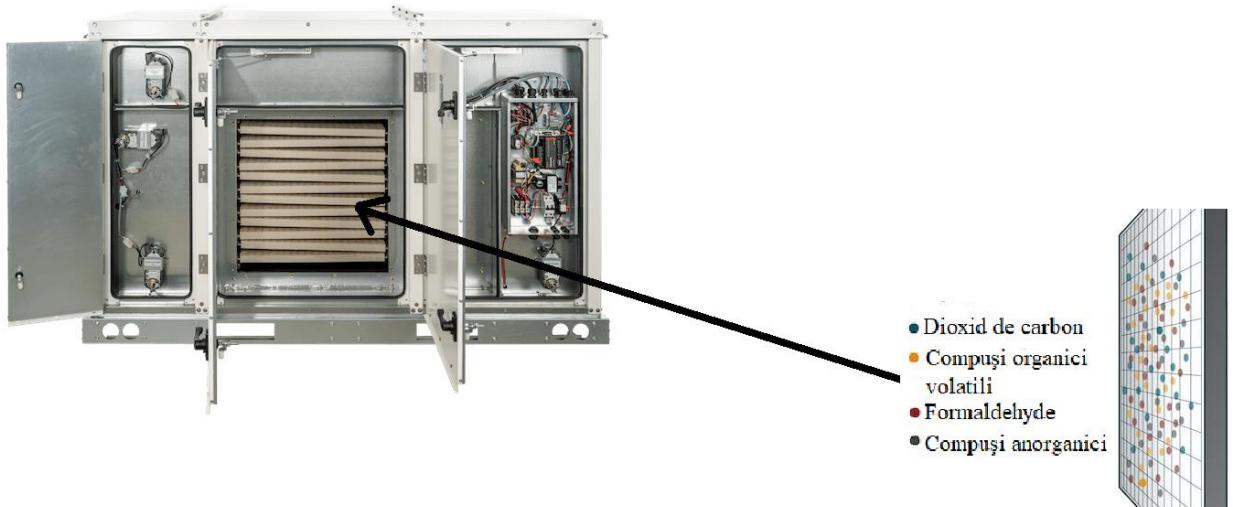


Figura 2.11 Produsul HLR200R dezvoltat de organizația EnVerid

Nevoile satisfăcute de produsul dezvoltat de organizația EnVerid sunt:

- **Nevoia de îmbunătățire a calității aerului** → enVerid SVT este o tehnologie de curățare a aerului pe bază de sorbenți non-toxici, concepută pentru a capta dioxidul de carbon, ozonul, pariculele mai mici de 2.5 nanometri și o gamă largă de compuși organici volatili (COV), inclusiv formaldehida.
- **Nevoia de reducere a necesarului de aer proaspăt** → Atunci când este aplicat în combinație cu procedura ASHRAE 62.1 privind calitatea aerului interior (IAQP), SVT nu numai că curăță în siguranță aerul din interior, dar reduce, de asemenea, necesarul de aer exterior cu până la 80 %.
- **Nevoia de reducere a costurilor operaționale ale sistemului HVAC** → Ca urmare, costurile anuale cu energia HVAC pot fi reduse cu până la 40%, reducând substanțial intensitatea energetică a unei clădiri.
- **Nevoia de durabilitate și protejarea mediului** → Produsul EnVerid contribuie la protejarea mediului prin reducerea emisiilor de carbon și alte poluanți în atmosferă, și prin economisirea energiei, astfel încât să poată fi obținut un mediu mai sustenabil și durabil.

Nevoi satisfacute	Produsul dezvoltat de EnVerid
Înlăturarea problemelor de sănătate ce apar în urma unei expuneri îndelungate la un mediu cu nivel ridicat de CO ₂	●
Îmbunătățirea funcțiilor cognitive ale ocupanților spațului	●
Reducerea consumului energetic a sistemului HVAC	●
Utilizarea CO ₂ -ului ca materie primă în diferite procese de producție de bunuri	
Utilizarea CO ₂ -ului pentru producerea de combustibil	
Crearea unui avantaj competitiv în vederea atragerii angajaților/chiriași	●
Îmbunătățirea imaginii brandului	
Reducerea taxelor de mediu și altor taxe aferente noxelor emise	
Reducerea noxelor de dioxid de carbon	

Figura 2.12 Nevoile satisfăcute de produsul EnVerid HLR200M

Proprietăți distinctive ale produsului dezvoltat de EnVerid:

- **Durata de viață** → Cea mai nouă generație a filtrului absorbant enVerid are durată de viață de doi ani, după care este necesară înlocuirea acestuia. Filtrele sorbente de înlocuire pot fi achiziționate prin intermediul reprezentantului local al producătorului enVerid sau direct din fabrică, iar înlocuirea filtrelor este ușor de realizat.

- **Contaminanții vizăți pentru a fi îndepărtați** → Tehnologia de ventilație cu sorbenți (Sorbent Ventilation Technology (SVT) de la enVerid vizează anumiți contaminanți specifici din aerul interior, inclusiv:
 1. Dioxidul de carbon: enVerid a reproiectat sorbenți dezvoltăți inițial pentru captarea CO₂-ului din atmosferă pentru utilizare în spațiile interioare.
 2. Compuși organici volatili: sorbentul captează COV utilizând o nouă tehnologie de carbon sintetic utilizată anterior în mediul militar și industrial.
 3. Formaldehidă: amestecul de sorbenți include sorbenți selectivi de mare capacitate pentru formaldehidă dezvoltăți de enVerid.
- **Tehnologia folosită în cadrul produsului** → Sorbentul folosit în cadrul produsului se poate regenera la temperaturi foarte scăzute, ceea ce îi permite să își recapete capacitatea și eficiența de curățare la nesfârșit. Sorbentul enVerid este primul de acest tip care se poate regenera la temperaturi sub 150 de grade Celsius. Totodată, sorbentul folosit nu produce subproduse ce dăunează sănătății sau confortului ocupanților spațiului.

Tipologia clienților produsului dezvoltat de EnVerid:

- Proprietari de clădiri comerciale, precum birouri, clădiri de învățământ, clădiri medicale, centre comerciale și alte proprietăți imobiliare comerciale.
- Dezvoltatori imobiliari care construiesc clădiri noi și doresc să implementeze tehnologii avansate pentru îmbunătățirea calității a aerului interior.
- Operatori de clădiri care administrează și întrețin clădiri comerciale și doresc să îmbunătățească calitatea aerului pentru angajați și utilizatori.
- Companii care furnizează servicii HVAC (încălzire, ventilare și aer condiționat) și care doresc să ofere soluții de îmbunătățire a calității aerului interior clienților lor.
- Consumatori individuali care doresc să îmbunătățească calitatea aerului din locuința lor.

B. Produsele dezvoltate de Soletair Power

Soletair Power comercializează 4 tipuri de produse (Figura 2.11). Toate acestea au ca și aplicație captare dioxidului de carbon, însă acestea diferă unul față de celălalt prin locul de

implementare și acțiunile ce se petrec după etapa de captare a CO₂-ului. Nevoile satisfăcute de aceste produse sunt reprezentate în Figura 2.12.



Figura 2.13 Produsele oferite de organizația Soletair Power

Produsul 1 → Produs ce se implementează în cadrul sistemului de ventilație. Odată ce dioxidul de carbon este captat, acesta este comprimat și stocat pentru a fi transportat periodic către puncte de lucru unde acesta poate fi folosit ca materie primă.

Produsul 2 → Produs ce se amplasează în exterior pentru a capta dioxidul de carbon din aerul atmosferic, iar utilizarea CO₂-ului se face ca în cazul produsului 1.

Produsul 3 → Produs ce se amplasează în interiorul unui spațiu unde se dorește a se îmbunătăți calitatea aerului. CO₂-ul este captat pe perioada în care spațiul este ocupat și este eliberat la terminarea programului de lucru, pentru a fi ventilat în afara spațiului.

Produsul 4 → Produs ce se află încă în stadiul de dezvoltare, denumit și “Power-to-X Unit”. Acesta este conceput pentru a capta dioxidul de carbon din cadrul unui sistem de ventilație ca mai apoi acesta să fie folosit pentru producerea de metan. Metanul este obținut în urma combinării CO₂-ului cu hidrogen. Odată obținut, metanul poate fi folosit ca și combustibil sau poate fi introdus în rețea din proximitate.

Conform datelor din Figura 2.14 putem distinge faptul că produsul 1 satisfac cele mai multe nevoi. Acesta răspunde nevoilor din categoriile: îmbunătățirea calității aerului dintr-un spațiu interior, reducerea texelor de mediu, utilizarea CO₂-ului ca materie primă și îmbunătățirea imaginii organizațiilor.

Nevoi satisfacute	Produsul 1	Produsul 2	Produsul 3	Produsul 4
înlăturarea problemelor de sănătate ce apar în urma unei expuneri îndelungate la un mediu cu nivel ridicat de CO ₂	●		●	●
Îmbunătățirea funcțiilor cognitive ale ocupanților spațiului	●		●	●
Reducerea consumului energetic al sistemului HVAC	●		●	●
Utilizarea CO ₂ -ului ca materie primă în diferite procese de producție de bunuri	●	●		
Utilizarea CO ₂ -ului pentru producția de combustibil				●
Crearea unui avantaj competitiv în vederea atragerii angajaților/chiriași	●		●	●
Îmbunătățirea imaginii brandului	●	●		●
Reducerea taxelor de mediu și altor taxe aferente noxelor emise	●	●		
Reducerea noxelor de dioxid de carbon	●	●		●

Figura 2.14 Nevii satisfacute de produsele oferite de Soletair Power

Tipologia clienților → Clienții produselor 1 și 4 fac parte din categoria „Clienții produselor bazate pe tehnologii de tip DAC, adiacente sistemelor de ventilație”, identificați în subcapitolul „2.3 Tipologia clientului”. Diferența dintre cele două este modul de utilizare a dioxidului de carbon captat. CO₂-ul captat de produsul 1 este utilizat ca materie primă pentru producția de diferite bunuri, iar CO₂-ul captat de produsul 4 este folosit pentru producția de combustibil. Clienții produsului 3 sunt proprietarii spațiilor unde se dorește o îmbunătățire asupra calității aerului dar sistemul HVAC nu poate fi modificat din diferite motive. Clienții produsului 2 fac parte din categoria „Clienți produselor bazate pe tehnologii de tip DAC, amplasate în hub-uri” identificați în subcapitolul anterior.

Capitolul 3. Identificarea oportunității de dezvoltare a produsului

3.1 Noțiunea de oportunitate

Oportunitate = un ansamblu de circumstanțe favorabile sau de situații care creează o nevoie pentru un bun sau serviciu nou ori o afacere nouă (Barringer și Ireland, 2016). Identificarea și evaluarea oportunităților sunt două din cele mai importante sarcini ale antreprenorilor. Examinarea tendințelor sociale, economice și tehnologice poate conduce la identificarea nevoilor emergente. Cele mai bune oportunități vizează nevoile importante ale pieței. Antreprenorii doresc să inițieze afaceri sau să dezvolte produse și servicii noi pentru a valorifica oportunitățile valoroase atunci când acestea se potrivesc cu capabilitățile și interesele lor. În acest sens, ei au capacitatea de a procura resursele necesare, precum și determinarea de a susține o creștere durabilă a afacerii pe termen lung.

O oportunitate are patru calități esențiale: să fie atractivă, să apară la timp, să fie durabilă și să reprezinte o sursă de dezvoltare a unui bun, serviciu sau chiar a unei afaceri cu potențial ridicat de a crea valoare pentru clienți. Antreprenorul poate exploata cu succes o oportunitate dacă este atractivă, iar acesta acționează într-o perioadă în care este validă. Astfel, fereastra de oportunitate este perioada de timp în care o firmă / produs / serviciu poate în mod real să intre pe piață pentru a fructifica aceea oportunitate.

Oportunitățile pot fi generate de cererea pieței sau de noile posibilități tehnologice. Adică, ele pot fi induse de tehnologie sau create de cererea generată de consumatori în piață (Militaru, 2023)

Oportunitățile induse de piață: un antreprenor începe prin evaluarea unei nevoi sau probleme ce necesită o soluție. De exemplu, nevoie de a produce un medicament pentru tratarea cancerului generează oportunitatea unei firme noi din domeniul biotecnologiei de a dezvolta un tratament pentru rezolvarea problemei. Această oportunitate este potrivită pentru firmele care au capabilitățile necesare pentru dezvoltarea unui astfel de medicament. De îndată ce un antreprenor a identificat o problemă, el caută să găsească o soluție. Practic, orice problemă este o oportunitate

Oportunitățile generate de tehnologie s-ar putea spune că încep cu o soluție sau rezultat și, ulterior, se caută o cale pentru valorificare. Dezvoltarea unei tehnologii noi în electronică, de exemplu, tehnologia HDTV, determină antreprenorii să caute modalități de aplicare. Exploatarea capabilităților unui router de a transmite și translata date la și de la diferite calculatoare disparate a permis firmei Cisco, în 2012, să obțină venituri de ordinul miliardelor de dolari

Informații pentru identificarea oportunităților se pot obține prin organizarea de sondaje, interviuri sau focus grupuri (discuții de grup). Acestea sunt surse de date primare, deoarece sunt colectate direct cu un anumit scop și au o anumită importanță.

3.2 Procesul de identificare de oportunități

Principalul rol al antreprenorului constă în identificarea și selectarea unei oportunități corespunzătoare. Antreprenorii consideră că identificarea oportunităților este un proces creativ ce conectează o nevoie cu metodele, mijloacele sau serviciile care o pot rezolva într-o perioadă de timp rezonabilă.

Prin studierea piețelor, industriilor și a competitorilor, un antreprenor poate identifica oportunitățile și obține un avantaj potențial. Antreprenorii de succes vor obține un avans față de concurență prin monitorizarea societății, industriei și a pieței (Ewing Marion Kauffman, 2012). Schimbările survenite în preferințele consumatorilor, a stilurilor de viață și a obiceiurilor de consum se pot produce în mod constant și sunt volatile. Schimbările privind legislația și reglementările în vigoare, de asemenea, pot furniza oportunități pentru inițierea de afaceri prin identificarea rapidă a implicațiilor și exploatarea acestor informații. Antreprenorii trebuie să anticipateze schimbările și să răspundă la acestea pentru ca afacerile lor să fie de success.

Recunoașterea oportunităților se referă la identificarea unei afaceri noi profitabile ori a unui bun sau serviciu care poate fi furnizat pe piață. Adică, o oportunitate nu poate fi fructificată până când aceasta nu este recunoscută sau identificată. Abilitatea antreprenorilor de a recunoaște o oportunitate de afaceri este esențială pentru procesul antreprenorial. Există mai multe caracteristici ce susțin abilitatea unui antreprenor de a recunoaște o oportunitate – experiența anterioară, factorii cognitivi, rețelele sociale și capacitatea de creație a acestuia.

În cadrul procesului de identificare a oportunităților, acestea trebuie să aibă 4 caracteristici importante pentru a fi luate în considerare:

- profitabilitate – clientul va plăti pentru bunul sau serviciul firmei un preț suficient de bun ce va permite acesteia să obțină un anumit profit;
- oportună – permite rezolvarea unei probleme sau satisfacerea unei nevoi la timp;
- fezabilă – permite rezolvarea problemei sau a nevoii cu resursele disponibile;
- importanță – contribuie la rezolvarea problemelor sau a nevoilor esențiale pentru clienți, iar contextul trebuie să fie favorabil.

3.3. Determinarea motivelor de nemulțumire pentru clienții produsului – Cercetare secundară

Capitolul următor se va concentra asupra cercetării secundare a problemei prin analiza site-urilor de știri relevante (Tabel 3.1). Acest aspect al cercetării este deosebit de important pentru obținerea unor informații actualizate referitoare la tema în discuție. Acest tip de cercetare are ca scop obținerea unei perspective cuprinzătoare asupra problemei în discuție.

Tabel 3.1 Sursele de informații pentru cercetarea secundară

Titlu	Publicație	Data	Categorie	Descriere
Deloitte cuts UK office temperatures by 2C to save energy	BBC	29.12.2022	Probleme legate de eficiență energetică a clădirilor (în special al sistemului HVAC)	<p>Temperatura a fost redusă cu 2 grade Celsius în 22 de locații, unele dintre acestea fiind, de asemenea, închise temporar de Crăciun, pentru a reduce consumul de energie.</p> <p>Firma de consultanță și contabilitate a informat personalul cu privire la aceste planuri în luna decembrie, planuri din care se așteaptă să aducă economii de aproximativ 75.000 de lire sterline pentru luna decembrie.</p>
PwC to close offices at Christmas to save energy	BBC	5.12.2022	Probleme legate de eficiență energetică a clădirilor (în special al sistemului HVAC)	<p>PwC, care are aproximativ 24.000 de angajați, își va închide biroul principal din Londra între 23 decembrie și 3 ianuarie, precum și unele sedii mai mici.</p> <p>Președintele său, Kevin Ellis, a declarat că a avea toate birourile deschise în perioada sărbătorilor "nu are sens într-o perioadă de criză energetică".</p>
John Lewis and Waitrose to dim lights and cut temperatures to save energy	The Guardian	2.12.2022	Probleme legate de eficiență energetică a clădirilor (în special al sistemului HVAC)	<p>John Lewis va reduce temperatura în marile sale magazine, iar supermarketurile Waitrose vor reduce intensitatea luminilor în încercarea de a ține sub control costurile energetice.</p>
Minnesota lawmakers update commercial building code amid flurry of energy bills	MinnPost	28.05.2023	Probleme legate de eficiență energetică a clădirilor (în special al sistemului HVAC)	<p>Măsura privind codul clădirilor a fost adoptată pe fondul unui val de propuneri privind clima, amprenta de carbon și energia curată, care include, de asemenea, investiții majore în măsuri de climatizare, transport în comun și stimulente pentru vehiculele electrice.</p>

Glass workers strike at Owens-Illinois plant in Montreal	Industrial Global Union	1.06.2023	Probleme legate de calitatea aerului la locul de muncă	Într-o demonstrație puternică de unitate și determinare, 330 de lucrători de la fabrica de sticlă Owens-Illinois (O-I) din Montreal, Quebec, au intrat în grevă pe 10 mai, cerând un tratament corect și condiții de muncă mai bune. Au fost exprimate îngrijorări cu privire la deteriorarea condițiilor de muncă, care pun în pericol bunăstarea angajaților.
La Ministerul Muncii se muncește în condiții periculoase	Observator	04.06.2017	Probleme legate de calitatea aerului la locul de muncă	Angajații de la Ministerul Muncii manifestă o profundă îngrijorare în legătură cu condițiile de muncă existente.
Calgary parents file HVAC complaint against CBE	Global News	19.11.2022	Probleme legate de calitatea aerului la locul de muncă	"Plângerea provine din îngrijorarea cu privire la cerințele etice și de competență în domeniul ingineriei legate de punerea în aplicare a măsurilor de ventilație și filtrare a aerului în școli", a declarat grupul într-un comunicat de presă.
Daune de sute de mii de euro pentru grefiere și IT-iști care lucrează în condiții improprii	Adevarul.ro	27.06.2022	Probleme legate de calitatea aerului la locul de muncă	„Cantitatea de hârtie existentă, de asemenea, este prea mare, ceea ce conduce la creșterea cantității de particule de praf în aer..”

Problemele identificate pot fi impărțite pe două mari categorii:

1. **Probleme legate de eficiența energetică a sistemelor HVAC:** problemele legate de eficiența energetică a sistemelor HVAC au fost evidențiate de conflictele geo-politice în urma cărora prețul energiei (\$/kWh) a crescut considerabil; totodată, problemele legate de consumul energetic sunt mai evidente în perioadele în care diferența dintre temperatură aerului de afară și temperatura aerului la care se dorește să se aducă în cadrul spațiului respectiv este cât mai mare (iarna, vara sau climatelor caracterizate de temperaturi extreme); ţintelor de net-zero
2. **Probleme legate de calitatea aerului la locul de muncă:** conform cercetării, problemele din această categorie pot influența negativ activitățile desfășurate la locul de muncă; o calitate a aerului superioară este necesară în orice tip de mediu de lucru (de la muncă de birou la fabrici de sticlă sau diferite alte spații);

Totodată, în cadrul cercetării au fost analizate diferite comunicate de presă ale organizațiilor precum Walmart, Cisco, Microsoft, Best Buy, JLL, și altele, care și-au propus să atingă nivelul de net-zero emisii până în anul 2030. Aceste ţinte impun anumite acțiuni, cum ar fi implementarea unor echipamente și tehnologii mai eficiente sau schimbarea procedurilor din cadrul organizației pentru a reduce nivelul de gaze cu efect de seră emise. Cu toate acestea, aceste probleme pot fi abordate prin eforturi coordonate și strategii adecvate, oferind astfel oportunități pentru tranzitia către modele de afaceri mai sustenabile și pentru reducerea impactului asupra mediului înconjurător. De asemenea, se pune un accent deosebit pe eficiența energetică a clădirilor, utilizarea transportului durabil și reducerea amprentei de carbon prin intermediul lanțurilor de aprovisionare. Aceste măsuri reprezintă un pas important în direcția atingerii obiectivelor de sustenabilitate și combatere a schimbărilor climatice propuse de aceste organizații.

3.4 Cadrul legislativ favorabil dezvoltării produsului

Atunci când abordăm subiectul legizațiilor ce favorizează dezvoltarea unui produs care captează dioxidul de carbon din aer facem referință în principal la creditele de carbon și diferite alte norme legislative dezvoltate în acest context.

Creditele de carbon → sunt certificate ce permit proprietarului să emită o anumită cantitate de dioxid de carbon sau alte gaze cu efect de seră. Un credit permite emiterea unei tone de dioxid de carbon sau a echivalentului în alte gaze cu efect de seră.

Principiul de funcționare al creditelor de carbon → Creditele de carbon au fost concepute ca un mecanism de reducere a emisiilor de gaze cu efect de seră. Companiile primesc un anumit număr de credite, care scade în timp, și pot vinde orice surplus unei alte companii. Plafonul actual al emisiilor în cadrul EU ETS acoperă perioada 2021-2030 și se bazează pe un factor de reducere liniară de 2,2% pe an. Acest factor de reducere este menit să asigure că emisiile din sectoarele acoperite sunt reduse cu cel puțin 43% față de nivelurile din 2005 până în 2030, ceea ce reprezintă obiectivul general al UE de reducere a emisiilor pentru anul respectiv.

De ce au fost create creditele de carbon → Creditele de carbon creează un stimulent monetar pentru ca organizațiile să își reducă emisiile de carbon. Cele care nu pot reduce cu ușurință emisiile pot continua să funcționeze, dar cu un cost financiar mai mare, fiind nevoie să achiziționeze creditele de carbon aferente emisiilor ce depășesc pragul impus.

Creditele de carbon se bazează pe modelul "cap-and-trade" care a fost utilizat pentru a reduce poluarea cu sulf în anii 1990, iar în urma negocierilor din cadrul summit-ului COP26 de la Glasgow privind schimbările climatice, desfășurat în noiembrie 2021, s-a convenit să se creeze în viitor o piață globală de comercializare a creditelor de carbon.

Valoare unui credit de carbon în contextul global → În prezent, valoarea unui credit de carbon variază între \$8 (în China) și 100\$ (în Uniunea Europeană) (Figura 3.2). Această diferență arată nivelul de interes pe care fiecare națiune sau grup de națiuni îl arată față de reducerea nivelului de gaze cu efect de seră.

Tabel 3.2 Valoarea unui credit de carbon în funcție de zonă

Zonă	Valoare credit de carbon	Monedă
Uniunea Europeană	103.02	USD
California	29.18	USD
Australia	37.25	USD
Noua Zeelandă	61.15	USD
Coreea de Sud	9.77	USD
China	8.12	USD

Creditele de carbon în contextul produselor utilizate pentru captarea dioxidului de carbon → Valoarea acestor credite de carbon este în strânsă relație cu nivelul de dezvoltare a pieței produselor care captează dioxid de carbon. Proiectele de captare a carbonului pot fi recompensate cu credite de carbon prin intermediul acestui mecanism ce încurajează acțiunile de reducere a noxelor de dioxid de carbon. Acest mecanism reprezintă metoda prin care un proiect ce duce la reducerea emisiilor de gaze cu efect de seră poate obține credite de carbon, care ulterior pot fi comercializate către alte organizații sau indivizi ce doresc să-și compenseze propriile emisii.

Pentru a fi eligibil pentru credite de carbon, un proiect de captare a carbonului trebuie să îndeplinească anumite criterii, inclusiv:

- Aditionalitatea: Proiectul trebuie să conducă la o reducere a emisiilor dincolo de ceea ce s-ar fi întâmplat în absența proiectului.
- Permanență: Proiectul trebuie să demonstreze că carbonul capturat va fi stocat pentru o perioadă semnificativă de timp (de obicei cel puțin 10 de ani).
- Verificabilitatea: Proiectul trebuie să poată demonstra printr-un proces riguros de monitorizare, raportare și verificare că captarea carbonului are loc și că reducerile de emisii sunt reale.

După ce un proiect a fost verificat că îndeplinește aceste criterii, poate fi înregistrat într-un program sau standard de compensare a carbonului, cum ar fi Verified Carbon Standard (VCS) sau Gold Standard. Proiectul poate apoi să primească credite de carbon, care pot fi vândute către organizațiile sau indivizii care doresc să compenseze propriile emisii.



Figura 3.1 Evoluția prețului creditelor de carbon 2008-prezent

Valoare creditelor de carbon → Valoarea unui credit de carbon în Uniunea Europeană (Figura 3.1) a explodat în 2020 în urma discuțiilor tot mai accentuate ale statelor membre de a reduce nivelul de emisii de gaze cu efect de seră. În 2020, UE a anunțat obiective noi și mai ambițioase de reducere a emisiilor de gaze cu efect de seră, precum trecerea la o economie cu emisii zero nete până în 2050. Acest lucru a dus la o creștere a cererii de credite de carbon, deoarece mai multe companii și state membre ale UE au început să-și intensifice eforturile de reducere a emisiilor de gaze cu efect de seră și de a compensa emisiile rămase prin achiziționarea de credite de carbon.

Odată cu creșterea valorii creditelor de carbon s-a înregistrat și o creștere în numărul de proiecte de dezvoltare a tehnologiilor pentru captarea dioxidului de carbon. Astfel, din 2017 până în 2021, creditele de carbon din Uniunea Europeană au avut o creștere de 1100% (de la 5 euro/tonă de CO₂ la 55 euro/tonă de CO₂) iar numărul de proiecte ce vizează captarea dioxidului de carbon a crescut cu peste 400% (de la 48 proiecte în 2017 la 195 proiecte în 2021). (International Energy Agency, 2021).

Capitolul 4. Soluții tehnologice pentru dezvoltarea prototipului

4.1 Descrierea tehnologiei

Tehnologiile folosite pentru captarea dioxidului de carbon se împart în 3 grupe principale: absorbția, adsorbția și utilizarea membranelor (Figura 4.1). Procesele de absorbție ce utilizează amine ca și componentă activă sunt cele mai studiate în literatura de specialitate, însă necesarul energetic și costurile operaționale ridicate au determinat oamenii de știință să cerceteze diferite alte metode de captare, cu scopul de a aduce costul per tonă de CO₂ captată la o valoare minimă. Totodată, prin dezvoltarea de noi tehnologii pentru captarea CO₂-ului se poate ajunge la noi aplicații ale acestora, ce nu erau fezabile pentru tehnologiile tradiționale.

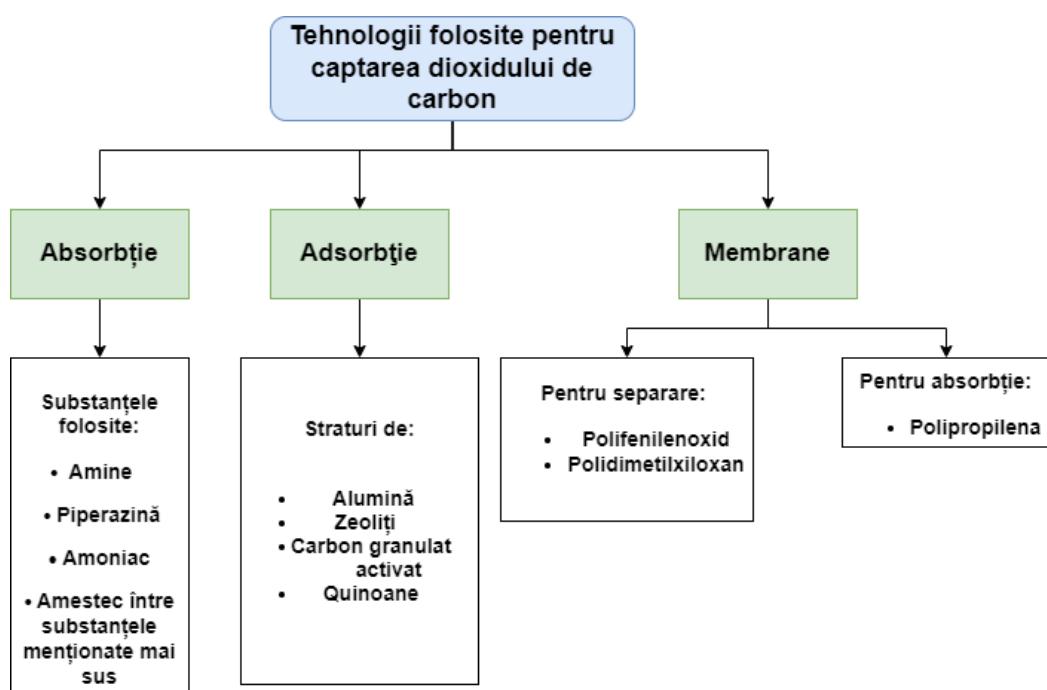


Figura 4.1 Tipurile de procese folosite pentru captarea dioxidului de carbon

Captarea CO₂-ului prin absorbție → Procesul de separare prin absorbție chimică necesită un solvent chimic cu care dioxidul de carbon să reacționeze în vederea formării unui compus chimic intermedian caracterizat de o slabă legătură chimică și care poate fi regenerat prin încălzirea acestuia la o temperatură de aproximativ 120 grade Celsius. Prin regenerarea

compusului chimic se obține un flux pur de CO₂ și un flux reprezentând solventul chimic caracterizat de aproximativ aceeași capacitate de absorbție caracteristică solventului inițial utilizat prima oară în proces. Se observă că în cadrul acestui proces se analizează o reacție chimică reversibilă în două etape absorbție + desorbție. Selectivitatea acestui proces de separare este destul de ridicată. În plus, rezultatul obținut constă într-un flux de CO₂ cu o puritate destul de ridicată (peste 98 %).

Captarea CO₂-ului cu ajutorul membranelor → Membranele acționează precum un filtru pentru a elimina unul sau mai multe componente existente într-un amestec de gaze și de a genera un permeat bogat într-un component. Există două caracteristici ce descriu performanța unei membrane: permeabilitate (deseori exprimată în barrer¹) și selectivitate. **Permeabilitatea** este definită ca volumul speciei de gaz care trece prin membrană în unitatea de suprafață și în unitatea de timp iar **selectivitatea** cuantifică capacitatea membranei de a permite trecerea unei anumite specii de gaz comparativ cu o altă specie.

Captarea CO₂-ului prin adsorbție → Utilizarea adsorbanților solizi în vederea captării dioxidului de carbon reprezintă una dintre cele mai promițătoare tehnologii. Adsorbția este un proces de separare în care o componentă gazoasă este separată din amestecul de gaze cu ajutorul unui material solid. Componenta gazoasă intră în contact cu substanța solidă și este adsorbită în fază gazoasă pe suprafața solidă. Adsorbantul este regenerat prin mai multe metode: încălzirea acestuia (variații de temperatură - TSA), prin reducerea presiunii (variații de presiune – PSA) sau prin inversarea polarității în cazul quinonelor (ESA – Electro swing adsorption). Adsorbanții care se utilizează în procesele de captare CO₂ sunt: carbonul granulat activ, alumina, oxizii metalici, zeoliții și quinonele..

Considerarea procesului de adsorbție în vederea captării dioxidului de carbon presupune ca adsorbantul să posede următoarele calități:

- **Capacitate ridicată de adsorbție CO₂:** măsurată în grame de CO₂ ce pot fi adsorbite per gram de material adsorbant
- **Suprafață specifică mare:** o suprafață mare înseamnă mai multe zone susceptibile de a adsorbi CO₂ ceea ce conduce la o capacitate mare de stocare;
- **Viteză de reacție ridicată:** cu cât viteza de reacție este mai ridicată cu atât se adsoarbe mai repede dioxidul de carbon;

¹ 1 Barrer = 10⁻¹⁰ cm³ (STP) · cm /cm² · s · cm·Hg

- **Selectivitate ridicată față de CO₂:** adsorbantul trebuie să prezinte o afinitate față de CO₂; pe de altă parte, selectivitatea permite obținerea unui anumit grad de puritate al gazului desorbit;
- **Condiții de regenerare ușor de îndeplinit:** cu cât condițiile de regenerare (de exemplu presiune, temperatură) sunt mai ușor de îndeplinit cu atât cheltuielile etapei de regenerare vor fi mai scăzute;
- **Stabilitate în timpul procesului de adsorbție/desorbție:** durata de viață a adsorbantului are un puternic impact asupra cheltuielilor de întreținere ale întregului proces;
- **Toleranță la impurități:** adsorbantul trebuie să prezinte toleranță la impuritățile comune existente în gazele de ardere și în aer precum: NO_x, SO_x și vaporii de apă. Impuritățile pot reduce semnificativ capacitatea de adsorbție a dioxidului de carbon și chiar să degradeze structura cristalină a suprafeței de adsorbție;
- **Cost scăzut de achiziție:** adsorbanții se degradează în timp, costul de achiziție ar trebui să fie minim pentru înlocuirea acestora.

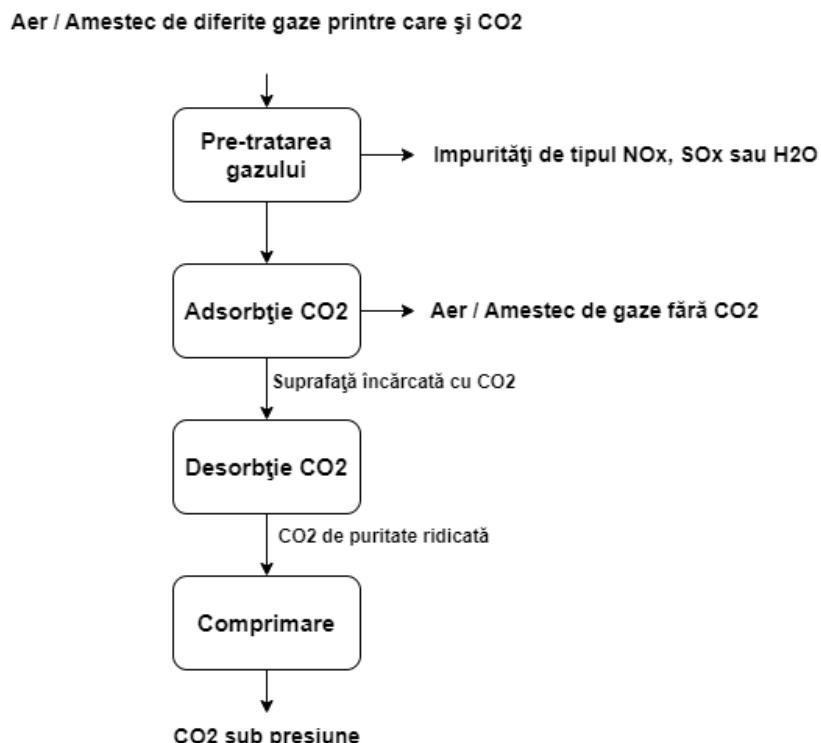


Figura 4.2 Procesul de adsorbție al dioxidului de carbon

În funcție de adsorbant, dioxidul de carbon va fi adsorbit prin procesul fiziosorbție (adsorbție fizică – interacțiuni slabe fizice, forțe Van der Waals) sau chemosorbție (adsorbție chimică – interacțiuni chimice puternice). După procesul de adsorbție, adsorbantul solid trece prin etapa de desorbție. În cadrul procesului de desorbție, dioxidul de carbon în fază gazoasă este eliminat din adsorbant, regenerându-l. Principalele metode utilizate pentru desorbție sunt oscilarea presiunii, temperaturii sau inversarea polarității în proces. În cazul oscilării presiunii sistemului, adsorbția se realizează la presiuni înalte astfel încât prin reducerea presiunii din interiorul sistemului dioxidul de carbon este desorbit. În cazul oscilării temperaturii sistemului, prin creșterea temperaturii se obține desorbția dioxidului de carbon. În cazul quinonelor se mecanismul folosit pentru desorbția CO₂-ului este inversarea polarității. Adsorbția se realizează atunci când materialul este încărcat cu o sarcină negativă (primește electroni) și desorbția se realizează atunci când materialul este încărcat cu o sarcină pozitivă (cedează electroni).

4.2 Alegerea soluției tehnologice în vederea implementării

În acest subcapitol se vor analiza diverse materiale folosite în procesul de adsorbție al dioxidului de carbon. Materialele analizate sunt: zeoliții, grupările de amine funcționale sub formă solidă, quinonele și cărbunele activ. Fiecare dintre acestea va fi analizat din mai multe puncte de vedere:

- Capacitate de captare – măsurată în milimoli CO₂ / g material adsorbant
- Stabilitatea în timpul procesului – ridicată sau redusă
- Proces de regenerare (TSA – Temperature Swing Adsorption, PSA – Pressure Swing Adsorption, ESA – Electro Swing Adsorption)
- Cerințe temperatura/presiune/energie necesare adsorbției și regenerării – măsurate în grade Celsius, atmosfere sau kWh
- Selectivitatea față de CO₂ – ridicată sau redusă
- Toleranța la umiditate – ridicată sau redusă
- Cost scăzut de achiziție
- Durata de viață (determinată în mod experimental în cazul quinonelor)

Zeoliții sunt un grup de minerale care reprezintă alumosilicati naturali hidrați de calciu, stronțiu, sodiu, potasiu, bariu, magneziu, etc. Denumirea de „zeolit” provine din greacă (zeo – a fierbe și lithios – piatră) și semnifică piatra fierbinte ca urmare a faptului că prin fierbere, zeoliții eliberează apă.

Primele studii pe zeoliți au arătat că mecanismul de adsorbție a dioxidului de carbon se realizează prin fiziosorbție. Zeoliții sunt capabili să adsoarbă o cantitate mare de CO₂ ca urmare a aluminiului existent în structura sa. Prezența aluminiului induce o sarcină negativă zeolitului, sarcină care este compensată prin schimbul de cationi cu o substanță alcalină ce circula prin spațiul dintre pori. Cationii alcalini permit zeoliților să adsoarbă gaze acide precum dioxidul de carbon. Este de preferat ca raportul Si/Al (Silicon/Aluminiu) să fie cât mai mic pentru a permite prezența unei cantități mai mari de cationi. Caracteristicile acestui material sunt regăsite în tabelul 4.1.

Tabel 4.1 Caracteristicile procesului de adsorbție a dioxidului de carbon cu ajutorul zeoliților

Material folosit pentru adsorbție	Zeoliți
Capacitate de captare (mmol CO ₂ / g material)	0.9 - 4.9
Stabilitatea în timpul procesului	ridicată
Proces de regenerare	TSA / PSA / combinatie intre cele 2
Cerinte temperatură/presiune/energie necesare adsorbției și regenerării	20-120 celsius și presiune 0-6 atm
Selectivitatea față de CO ₂	redusă
Toleranța la umiditate	redusă
Cost scăzut de achiziție	nu
Durata de viață	redusă

După pre-tratare, gazele de ardere intră în contact cu zeolitul adsorbant în vederea reținerii dioxidului de carbon. Cinetica adsorbției, caracteristică zeoliților favorizează stabilitatea în timpul procesului. În cele mai multe dintre cazuri, capacitatea maximă este atinsă în câteva minute. Zeoliții au o mare capacitate de adsorbție pentru următorii parametrii de operare: temperatura de proces între 0 – 100 grade C și presiunea de operare între 0.1 – 1 bar dar prezintă scăderi semnificative în ceea ce privește capacitatea de adsorbție în condiții de umiditate ridicată.

Grupări de amine funcționale ca adsorbanți se realizează prin impregnarea aminei pe suport solid de siliciu. Cercetătorii au dezvoltat acest proces de captare CO₂ pentru a rezolva problemele majore cu care aminele se confruntă: cheltuieli ridicate de regenerare (ca urmare a volumului mare de lichid necesar procesului de adsorbție), corodarea echipamentelor, și vaporizarea aminei ca urmare a condițiilor de proces. Procesul de impregnare a aminei pe suportul din siliciu este unul asemănător celui de amestecare a două materiale. Un astfel de proces necesită un timp îndelungat astfel ca amina să pătrundă în porii siliciului și să se obțină zone active de adsorbție. Caracteristicile acestui material sunt regăsite în tabelul 4.2.

Tabel 4.2 Caracteristicile procesului de adsorbție folosind grupări de amine funcționale

Material folosit pentru adsorbție	Amine solide
Capacitate de captare (mmol CO ₂ / g material)	1.14 - 6.6
Stabilitatea în timpul procesului	ridicata
Proces de regenerare	TSA / PSA / combinatie intre cele 2
Cerinte temperatură/presiune/energie necesare adsorbției și regenerării	65-100 Celsius, 0-1 atm
Selectivitatea față de CO ₂	ridicata
Toleranța la umiditate	ridicata
Cost scazut de achiziție	da
Durata de viață	ridicata

Este cunoscut faptul că impuritățile NOx și SOx reacționează chimic cu amina formând produse nedorite (reacții chimice ireversibile), reducând în felul acesta capacitatea aminei de adsorbție a dioxidului de carbon. Spre deosebire de alți adsorbanți, adsorbanții pe bază de amine nu necesită o uscare prealabilă a gazelor de ardere / aerului. S-a dovedit științific că apa contribuie la creșterea eficienței de adsorbție prin favorizarea formării bicarbonatului. În urma studiilor experimentale s-a dovedit că impregnarea cu TEPA și DEA a structurii de siliciu SBA – 15 a condus la creșterea eficienței de adsorbție cu 20 % în condiții de umiditate. Deoarece adsorbția CO₂ de către structura de siliciu impregnată cu amină se realizează prin chemosorbție, desorbția se realizează prin oscilarea temperaturii de proces. Din studiile experimentale pe structura de siliciu SBA-15 impregnată cu TEPA s-a observat o pierdere de 4-9 % a capacitații de adsorbție a CO₂ ca urmare a vaporizării aminei.

Cărbunele activ prezintă câteva avantaje față de ceilalți adsorbanți ca urmare a stabilității termice ridicate respectiv a costului de operare. Cărbunii activi pot fi formați dintr-o varietate de materiale precum: cărbuni, produse secundare obținute din diferite procese industriale, lemn sau biomasă. Variația materiei prime utilizate în conceperea cărbunilor activi permite obținerea unei palete largi de cărbuni activi ce diferă prin distribuția porilor, structura porilor, și mărimea porilor. Acest lucru conduce adesea la performanțe diferite între adsorbanți. Caracteristicile acestui material sunt regăsite în tabelul 4.3.

Tabel 4.3 Caracteristicile procesului de adsorbție a dioxidului de carbon realizat cu ajutorul cărbunelui activ

Material folosit pentru adsorbție	Carbune activ
Capacitate de captare (mmol CO ₂ / g material)	1.3 - 4.2
Stabilitatea în timpul procesului	ridicata
Proces de regenerare	PSA
Cerinte temperatură/presiune/energie necesare adsorbției și regenerării	25-100 Celsius
Selectivitatea față de CO ₂	variază în funcție de temperatură și umiditate
Toleranța la umiditate	redusa
Cost scazut de achiziție	da
Durata de viață	ridicata

Ca și în cazul zeoliților, prezența impurităților împiedică reținerea de CO₂ de către cărbunele activ care este extrem de sensibil în prezența vaporilor de apă chiar dacă are o structură hidrofobică. De exemplu, în cazul cărbunelui activat din bambus în condițiile de operare 0 grade Celsius și 1 bar s-a observat o reducere a capacitații de adsorbție cu 75 % în prezența vaporilor de apă. Cărbunele activat este cel mai eficient atunci când temperatura sistemului se apropie de cea a mediului ambiant. Pe de altă parte, s-a observat că în aceleași condiții de presiune și temperatură, capacitatea de adsorbție a dioxidului de carbon este ușor mai scăzută în cazul cărbunelui activat decât în cazul zeoliților. Studiile realizate pe procesele de adsorbție au arătat că în cazul cărbunelui activat consumul de energie este mai mic decât în cazul zeoliților. Ca urmare a consumului redus de energie necesar regenerării, cărbunele activat se poate regenera folosind metoda de oscilație a presiunii. Cărbunele activat reprezintă un proces competitiv ca urmare a consumului mic de resurse necesare în timpul funcționării dar și a unui cost de menenanță scăzut.

Quinonele fac parte din clasa materialelor ce pot capta dioxidul de carbon cu ajutorul electrochimiei. Procesul de captare se bazează pe reacții de tip redox, în care quinona întâi primește electroni (în cazul procesului de adsorbție), iar apoi cedează electroni (în cadrul procesului de regenerare). Sistemele care au fost propuse pentru testarea acestui tip de proces s-au bazat pe o serie de molecule purtătoare diferite, cum ar fi quinonele, bipiridină și tiolați. Quinonele s-au dovedit a fi de mare interes pentru cercetătorii din domeniu pentru performanțele lor electrochimice superioare, servind ca purtători activi în cadrul reacțiilor de tip redox, în procesele de captare de CO₂ prin intermediul electrochimiei. Caracteristicile acestui material sunt regăsite în tabelul 4.4.

Tabel 4.4 Caracteristicile procesului de adsorbție a dioxidului de carbon realizat cu ajutorul quinonelor

Material folosit pentru adsorbție	Quinone
Capacitate de captare (mmol CO ₂ / g material)	6.2- 9.54
Stabilitatea în timpul procesului	ridicată
Proces de regenerare	ESA
Cerinte temperatură/presiune/energie necesare adsorbției și regenerării	0.00035-0.0007 kWh / g CO ₂
Selectivitatea față de CO ₂	afinitate 100% cand este încărcat cu o sarcină negativă
Toleranța la umiditate	ridicată
Cost scăzut de achiziție	nu
Durata de viață	65% capacitate după 7000 cicluri a căte 20 minute

Capacitatea maxima teoretică a acestui material este de 2 moli CO₂ / 1 mol Quinona. Procesul de captare (Figura 4.3) include primirea a doi electroni ceea ce facilitează formarea legăturilor moleculare între cele două molecule de oxigen prezente în quinona și doi moli CO₂. Această interacțiune electrochimică permite realizarea unei captări eficiente a dioxidului de

carbon, rezultând o legătură chimică stabilă între quinonă și CO₂. Această capacitate de captare este deosebit de valoroasă în contextul dezvoltării tehnologiilor de reducere a emisiilor de CO₂ și de combatere a schimbărilor climatice.

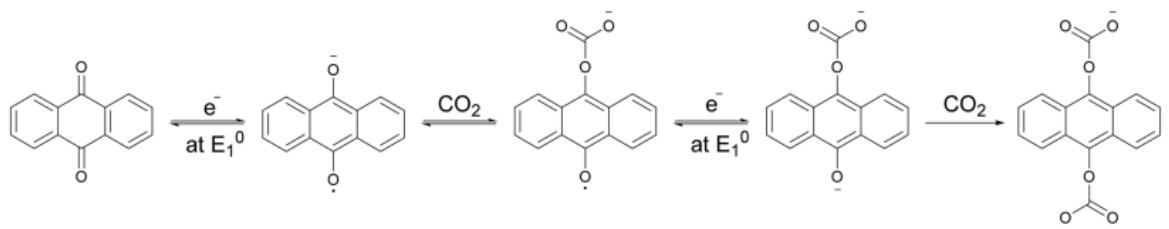


Figura 4.3 Procesul de captare a dioxidului de carbon cu ajutorul quinonelor, Hatton et. Al, 2019

Multe dintre procesele chimice utilizate pentru captarea CO₂, care utilizează agenți de captare, cum ar fi aminele sau sorbenții solizi, necesită schimbări de temperatură și/sau presiune pentru a elibera CO₂ captat și pentru a regenera agenții pentru cicluri succesive de captare. Aceste diferențe duc la ineficiență, deoarece energia este cheltuită pentru încălzirea solvenților și a sorbenților, pentru presurizarea gazului de intrare sau pentru producerea unui vid pentru desorbție. Sistemele electrochimice, pe de altă parte, oferă o metodă de minimizare a acestor pierderi de energie. În comparație cu adsorbția prin oscilarea termică (TSA) sau prin oscilarea presiunii (PSA), aceste sisteme pot funcționa în condiții izoterme, ceea ce duce la o eficiență mult mai mare. Pierderile de energie asociate cu variațiilor de temperatură și presiune pot fi reduse prin utilizarea metodelor electrochimice, ceea ce duce la sisteme de captare de CO₂ mai eficiente. În comparație cu adsorbția prin oscilarea termică (TSA) sau prin oscilarea presiunii (PSA), aceste sisteme pot funcționa în condiții izoterme, ceea ce duce la o eficiență mult mai mare. Pierderile de energie asociate cu variațiilor de temperatură și presiune pot fi reduse prin utilizarea metodelor electrochimice, ceea ce duce la sisteme de captare de CO₂ mai eficiente.

Din clasa quinonelor, antraquinonele au fost alese ca subiect de cercetare pentru tehnologiile de captare a dioxidului de carbon. Pentru a facilita încărcarea tuturor quinonelor cu sarcinile electrice necesare procesului, cercetătorii au încercat să o combine pe aceasta cu diferite alte materiale ce prezintă conductivitate ridicată. Astfel, s-au cercetat utilizarea nanotuburilor de carbon, filmelor subțiri de carbon sau combinarea antraquinonei cu diverse amine. Deși cu un cost mai mare de achiziție, nanotuburile de carbon au fost identificate printre cele mai performante variante. Acest lucru se datorează faptului că antraquinona se depune pe pereții

nanotuburilor și astfel se poate obține un compozit ce facilitează încărcarea electrică a tuturor quinonelor.

Totodată, în cadrul acestui sistem în care un electrod este reprezentat de antraquinona combinată cu nanotuburile de carbon, mai este necesar un alt doilea electrod cu rolul de a ceda și prelua electroni și totodată sistemul necesită prezența unui lichid de electroliză prin care se va face transportul de electroni. Acești factori determină creșterea costurilor de dezvoltare a produselor bazate pe o astfel de tehnologie.

Avantajele utilizării quinonelor ca agent pentru dezvoltarea tehnologiilor de captare CO₂:

- Procesul de regenerare ESA este superior din punct de vedere al eficienței energetice în comparație cu procesele clasice de TSA și PSA;
- Valoarea teoretică maximă a capacității de captare 9.54 mmoli / 1 g Quinonă este mult peste valorile regăsite la alte tipuri de agenți;
- Faptul că singura influență asupra quinonei este electricitatea facilitează dezvoltarea diverselor aplicații în care metodele tradiționale de adsorbție cu variații de temperatură (TSA) și de variații de presiune (PSA) nu ar fi adecvate (de exemplu, captarea CO₂-ului din medii precum spații de birouri, săli de cinematograf/teatru etc.);
- Stabilitate ridicată în cadrul procesului datorat procesului de chemosorbție ce facilitează crearea unor legături puternice;
- Umiditatea nu afectează procesul de captare ci există studii ce sugerează ca un mediu cu un nivel de umiditate ridicată ar putea ajuta în procesul de captare;
- Faptul că atunci când antraquinona este încărcată cu o sarcină negativă, aceasta ia proprietatea de a avea 100% afinitate pentru CO₂ ceea ce face ca acest material să posedă selectivitate ridicată față de CO₂;

Dezavantajele utilizării quinonelor ca agent pentru dezvoltarea tehnologiilor de captare CO₂:

- Mecanismul de captare se bazează atât pe proprietățile materialului activ (quinonă) cât și pe cele ale electrodului utilizat pentru transferul de electroni deci procesul de producție și testare poate fi anevoie din cauza multitudinii de parametrii de care trebuie să se temă;
- Construirea sistemului trebuie realizată cu mare atenție pentru a obține rezultatele maxime de capacitate de captare (de exemplu: fiecare moleculă de quinonă trebuie să fie

în contact cu lichidul de electroliză pentru a permite transferul de electroni în întreaga masă a componenței ce participă activ la captare);

- Costurile aferente atât materialelor necesare cât și a aparaturii necesare pentru producție și testare sunt ridicate (în principal cele mai costisitoare materiale sunt nanotuburile de carbon și lichidul de electroliză)
- Durata de viață a tehnologiei este încă subiect al studiilor științifice, însă rezultatele de până acum arată o durată de viață modestă (65% eficiență după 7000 cicluri a către 20 de min → 292 zile , cu funcționare de 8 ore pe zi)
- Studiile realizate arată că oxigenul prezent în aer are un efect negativ asupra sistemului, conducând la formarea de compuși chimici ireversibili; de aceea unul dintre subiectele abordate în lumea științifică este modificarea structurii quinonei astfel încât oxigenul să nu mai reacționeze cu aceasta;

Capitolul 5. Dezvoltare prototip purificator cu sistem avansat de filtrare a aerului

5.1 Identificarea nevoii, propunerea idei de produs și stabilirea preliminară a specificațiilor țintă – Cercetare primară a pieței

În procesul de dezvoltare a unui produs nou, cercetarea de piață joacă un rol crucial în obținerea unei înțelegeri profunde și complete a nevoilor și preferințelor clientilor, a comportamentului de cumpărare și a dinamicii pieței. Cercetarea primară a pieței reprezintă etapa în care se colectează date direct de la potențiali clienți și alte părți interesate, furnizând astfel informații esențiale pentru fundamentarea deciziilor strategice și orientarea dezvoltării produsului.

A. Cercetare cantitativă

În primă fază, s-a efectuat și analizat cercetarea cantitativă. Această metodă de cercetare are un caracter obiectiv, utilizând adesea tehnici de sondaj și eșantionare pentru a obține o reprezentare statistică a populației țintă. Scopul cercetării cantitative este de a obține informații numerice și obiective, care pot fi generalizate pentru întreaga populație. Aceasta permite măsurarea și cuantificarea fenomenelor, identificarea relațiilor și tendințelor, precum și realizarea analizelor statistice și predicțiilor. Pentru a colecta și analiza datele, cercetarea cantitativă utilizează adesea chestionare structurate, experimente controlate, analiza datelor secundare și tehnici statistice. Un exemplu de cercetare cantitativă ar putea fi un studiu de piață care evaluează nivelul de satisfacție al clientilor față de un produs nou, utilizând un chestionar cu întrebări cu variante de răspuns, iar datele rezultate să fie analizate prin intermediul unor statistici cum ar fi medii, deviații standard și teste de corelație.

Definirea problemei majore → Nivelul scăzut al calității aerului la locul de muncă;

Obiectiv principal → Determinarea gradului de interes acordat rezolvării problemelor legate de calitatea aerului la locul de munca

Obiective secundare →

OS1. Gradul de informare despre noțiunile legate calitatea aerului interior;

OS2. Identificarea unor probleme majore legate de calitatea aerului care trebuie rezolvate;

OS3. Beneficiile rezolvării problemelor legate de calitatea aerului;

OS4. Determinarea atitudinii respondenților față de prioritizarea îmbunătățirii mediului de la locul de muncă în detrimentul anumitor avantaje oferite de angajator;

OS5. Determinarea opiniei respondenților asupra responsabilității angajatorilor privind calitatea aerului la locul de muncă;

Metoda folosită → anchetă

Tehnica folosită → sondaj

Alegerea modului de aplicare → sondaj trimis prin e-mail cu link către chestionar

Descrierea instrumentului de colectare a datelor → chestionar semi-structurat

Determinarea și descrierea eșantionului → 3.000 de birouri din clădiri cu cel puțin 500 de angajați din șase regiuni: ASEAN, Germania, Germania, India, Orientul Mijlociu, Regatul Unit și Statele Unite;

Stabilirea perioadei de realizare → Sondajul a fost realizat între 17 decembrie 2021 și 11 ianuarie, 2022;

Interpretarea datelor pe baza obiectivelor secundare ale cercetării →

OS1 → Gradul de informare despre noțiunile legate calitatea aerului interior;

- 59% din respondenți nu erau familiarizați cu conceptele ce alcătuiesc calitatea aerului interior
- 91% din directorii executivi intervievați au spus că dețin informații legate de conceptul de calitate a aerului de la locul de munca, iar 56% au spus că cunosc multe informații despre aceasta;
- 65% din respondenți au spus că este foarte important pentru ei să fie informați despre calitatea aerului la locul de munca
- 16% din respondenți susțin că măsurarea calității aerului în clădirea unde își prestează activitățile sunt monitorizate „continuu”, 28% au răspuns cu „des”, 27% au răspuns cu „câteodată”, 15% au spus că „rar”, 6% au spus că „niciodată”, iar 8% au spus că nu cunosc aceasta informație;

- Doar 15% din participanți primesc informații în mod regulat despre calitatea aerului;
- Respondenții ale căror locuri de munca sunt deschise publicului larg – inclusiv aeroporturi, școli și spitale – tind să fie mai preocupați de calitatea aerului din spațiul respectiv;

OS2 → Identificarea unor probleme majore legate de calitatea aerului care trebuie rezolvate;

- 89% din participanți la sunt de acord cu faptul ca aerul pe care îl respiră le afectează atât starea de sănătate cat și pe cea de spirit;
- 14% din respondenți au spus ca sunt extrem de îngrijorați în legătura cu calitatea aerului la locul de munca, 21% au spus ca sunt foarte îngrijorați;
- 51% din directorii executivi intervievați au spus ca sunt extrem sau foarte îngrijorați despre calitatea aerului interior în clădirea în care își desfășoară activitatea
- 45% din participanții la acest studiu au afirmat că sunt „Semnificativ mai îngrijorați” de calitatea aerului în spațiul de birouri de la apariția virusului COVID-19;

OS3 → Beneficiile rezolvării problemelor legate de calitatea aerului;

- Principalele beneficii ale unei calități a aerului ridicata, pe care participanții le-au identificat:
 - sănătate fizică generală mai bună (a plămânilor sau în cazul în care participanții suferă de anumite boli de ex. astmul);
 - mai puțini alergeni și poluanți în aer rezultând în mai puțin strănut și tuse;
 - mai puțini contaminanți în aer ceea ce reduce riscul de transmitere a virusurilor și bacteriilor
 - sănătate mentală mai bună (stare de spirit, dispoziția generală, etc.)
 - mai puține mirosuri deranjante în aer;
 - productivitate ridicată și concentrarea pe rezolvarea problemelor

OS4 → Determinarea atitudinii respondenților față de prioritizarea îmbunătățirii mediului de la locul de muncă în detrimentul anumitor avantaje oferite de angajator;

- Peste 9 din 10 (91%) persoane interviewate au spus că ar renunța la anumite avantaje oferite de angajator, dacă costurile ar fi reinvestite în îmbunătățirea mediului de la locul de muncă;

OS5 → Determinarea opiniei respondenților asupra responsabilității angajatorilor privind calitatea aerului la locul de muncă;

- Majoritatea respondenților (86%) consideră că angajatorii au responsabilitatea de a menține o calitate a aerului ridicată la locul de muncă— și că limitarea investițiilor în tehnologia ce ar ajuta în acest sens, arată un angajament scăzut față de siguranța și bunăstarea angajaților;

B. Cercetare calitativă

În continuare, a fost efectuată o cercetare calitativă. Aceasta este o abordare de cercetare care explorează și înțelege în profunzime aspecte complexe și subtile ale experienței umane. Ea se concentrează pe înțelegerea în profunzime a perspectivei și a contextului social al subiecților studiați, utilizând metode precum interviuri, observații și analiza documentelor.

Obiectivul principal → Evaluarea nevoilor și preferințelor clienților în ceea ce privește sistemele HVAC și identificarea aspectelor cheie care influențează procesul de selecție și utilizare a acestor sisteme.

Obiective secundare →

OS1 → Determinarea tipologiilor de clienți ce apelează la serviciile respondentului

OS2 → Identificarea producătorilor de sisteme HVAC și determinarea cerințelor clienților asupra acestor produse

OS3 → Identificarea elementelor din sistemele HVAC care sunt considerate consumatoare de energie

OS4 → Identificarea elementelor ce necesită menenanță regulată în cadrul sistemelor HVAC

OS5 → Identificarea sistemelor software folosite pentru monitorizarea funcționării sistemelor HVAC

OS6 → Obținerea de date despre calitatea aerului și despre reglementările din domeniu

OS7 → Detalierea procesului de dimensionare a sistemelor HVAC

OS8 → Identificarea problemelor pe care și le pun clienții în cadrul procesului de alegere a sistemului HVAC

OS9 → Obținerea de date despre gradul de cunoaștere și percepția asupra produsului nou

Metoda folosită → anchetă

Tehnica folosită → interviu

Modul de aplicare → interviu față în față, pe baza unui chestionar (Chestionarul se poate găsi în Anexa 1)

Descrierea instrumentului de colectare a datelor → chestionar semi-structurat de 31 de întrebări, oferind persoanei libertatea de a răspunde în mod liber și detaliat;

Determinarea și descrierea eșantionului → Persoana interviewată face parte din conducerea unei firme ce se ocupă cu dimensionarea și proiectarea sistemelor HVAC. Persoana interviewată a demonstrat competență și experiență în domeniu, aducând astfel o înțelegere profundă și o perspectivă valoroasă asupra subiectelor discutate.

Stabilirea perioadei de realizare a cercetării → 6 martie 2023

Interpretarea datelor pe baza obiectivelor secundare ale cercetării →

OS1 → Determinarea tipologiilor de clienți ce apelează la serviciile respondentului

- Principalii clienți sunt proprietarii clădirilor socio-culturale : apartamente, săli de cult, spitale, centre comerciale;
- Partea industrială: cu ajutorul tehnolog (el vine cu condițiile);
- Clienții sunt foarte slabi pregătiți în acest domeniu;
- Client poate fi și consultantul care reprezintă beneficiarul final;
- Principalele cerințe ale clienților: volumul ocupat, eficiență energetică, nivelul de calitate al aerului să fie conform normelor din domeniu;
- Arhitecții sunt cei ce se ocupă de amplasarea sistemului
- În general, consultanții de specialitate și tehnologii sunt cei care decid tipul de sistem ce va fi implementat
- Rare ori se discută direct cu beneficiarul

OS2 → Identificarea producătorilor de sisteme HVAC și determinarea cerințelor clientilor acestor produse

- Gamă largă de producători de astfel de sisteme;
- Sunt mai căutați producătorii care oferă produse cu un nivel de calitate ridicat dar depinde de la proiect la proiect;
- Cei mai cunoscuți producători: Daikin, Geya;
- În alegerea unui producător se ia în considerare foarte mult de modul de reprezentare al organizației în piața locală;
- Geya este producătorul preferat de respondent datorită eficienței energetice de care dau doavă produsele comercializate de Geya, dar și datorită relației pe care o are cu reprezentanța locală;

OS3 → Identificarea elementelor din sistemele HVAC care sunt considerate consumatoare de energie

- Echipamentul cel mai consumator de energie este bateria de încălzire / răcire a aerului ventilat, după care urmează umidificarea aerului;

OS4 → Identificarea elementelor ce necesită menenanță regulată în cadrul sistemelor HVAC

- Menenanță trebuie menținută tot timpul, filtrele sunt elementul care necesită menenanță constantă;

OS5 → Identificarea sistemelor software folosite pentru monitorizarea funcționării sistemelor HVAC

- Se folosesc Sisteme BMS ce monitorizeaza tot ce inseamna utilitati, dar automatizare mai mare = costuri mai mari deoarece acest tip de software este dedicat proiectului, și nu e ceva universal; Există atât opțiunea de a vedea parametrii de rulaj al sistemelor dar și opțiunea de a modifica diferiți parametrii și se pot face și previzionări de avariile;

OS6 → Obținerea de date despre calitatea aerului și despre reglementările din domeniu

- Ca și sisteme de monitorizare a calității aerului se folosesc senzorii de CO₂

- Se urmează instrucțiunile prevăzute în standardul I5 ce conține date despre diferiți parametrii, unele cu caracter obligatoriu altele nu;
- Standardul ASHRAE este cel mai amănunțit
- Respondentul a spus că temperatura, umiditatea, nivelul de CO₂ și viteza aerului sunt criteriile ce determină calitatea aerului
- Nu are informații legate de limitele impuse pentru nivelul de CO₂ din aer deoarece nu intră în contact cu aceste valori, ci se uită la tipul de spațiu și face legătura cu standardul necesar;

OS7 → Detalierea procesului de dimensionare a sistemelor HVAC

- Etapele parcuse sunt: obținerea cerințelor clientului → obținerea cerințelor tipului de aplicație (în special cele normative) → obținerea subcategoriilor de cerințe în cadrul discuției cu arhitectul sau echipa de tehnologi → Unirea cerințelor → Dimensionare → Alegerea echipamentelor și acordul clientului
- Principalele probleme apar în: distribuția instalației și coordonarea cu cerințele proiectului
- Aportul de aer proaspăt este obținut din standardele normative în funcție de tipul de aplicație

OS8 → Identificarea problemelor pe care și le pun clienții în cadrul procesului de alegere a sistemului HVAC

- Principala problemă pe care și-o pun clienții în procesul de alegere al unui anumit sistem HVAC este eficiența energetică;
- Prețul poate fi o altă problemă pe care și o pun persoanele ce doresc să achiziționeze un sistem HVAC însă depinde mult de tipul de aplicație;
- Clienții ar fi dispuși să achiziționeze un sistem mai scump dacă acesta duce la economii pe durată medie și lungă datorită eficienței sale energetice superioare;

OS9 → Obținerea de date despre gradul de cunoștere și percepția asupra produsului nou

- Clienți sunt interesați să afle despre noile inovații din domeniu
- Respondentul nu era familiarizat cu sistemele de captare a dioxidului de carbon
- Respondentul era familiarizat cu sistemele de filtrare a particulelor mai mici de 2,5 nanometrii din aer;

- Respondentul era familiarizat cu sistemele de filtrare a compușilor organici volatili însă nu cunoaște produse pe piața sistemelor de HVAC care să ofere aceste sisteme integrate;
- Consideră ca un sistem ce are aceste subsisteme integrate (captare CO₂ și filtre de PM2,5 și COV) duce la creșterea calității aerului ;
- Beneficiile pe care respondentul le a identificat sunt materiale (prin eficientizarea energetică a sistemului HVAC), dar și beneficiile aduse de o calitate a aerului ridicată;
- În cazul în care conceptul de produs prezentat nu conduce la consumuri mari de energie ci chiar reduce consumul per total al sistemului HVAC, nu ocupă spații mari și se poate integra ușor cu sistemele convenționale, respondentul consideră că acest concept este nou și util;
- Respondentul nu conoște alte produse asemănătoare conceptului de produs prezentat;

În urma cercetărilor realizate pentru dezvoltarea produsului nou, a fost identificată o gamă diversă de nevoi și cerințe ale potențialilor utilizatori și clienți. Lista de nevoi identificate este reprezentată în tabelul 5.1.

Tabel 5.1 Listă de nevoi identificate în urma cercetărilor primare și secundare

Nr. Crt.	Nevoi
1	Să fie eficient din punct de vedere energetic
2	Să asigure o calitate a aerului superioară
3	Să fie de dimensiuni reduse
4	Să necesite reparații rar
5	Să fie ușor de întreținut / curățat
6	Să se integreze ușor cu sistemele HVAC
7	Să ofere siguranță în funcționare
8	Să respecte normele cu caracter obligatoriu
9	Să aibă un preț accesibil
10	Să genereze economii în plan financiar
11	Să poată fi dimensionat conform cerințelor proiectului
12	Să poată fi integrat în sistemele BMS
13	Să permită instalarea ușoară

Propunere idee de produs în urma cercetărilor → Produs care captează dioxid de carbon în cadul sistemelor de ventilație pentru a crește eficiența energetică a acestuia și pentru a îmbunătăți calitatea aerului din spațiul ventilat.

Piața principală căreia i se va adresa produsul este reprezentată de spațiile de birouri

Piața secundară este reprezentată de sectorul industrial, săli de spectacol și cinema, centre comerciale și instituții educaționale.

Clienții potențiali sunt proprietarii spațiilor unde există aglomerări de persoane sau spațiilor unde se realizează activități care produc CO₂.

5.2 Stabilirea preliminară a specificațiilor țintă

Identificarea concurenței

În aceastăparte a capitolului, se pune accentul pe analiza unor produse concurente semnificative din industria produselor pentru captarea dioxidului de carbon și purificarea aerului din sistemul HVAC. Scopul este de a examina cu atenție aceste produse, evaluându-le caracteristicile, performanța și designul.

Concurrent 1: EnVerid HLR 200M

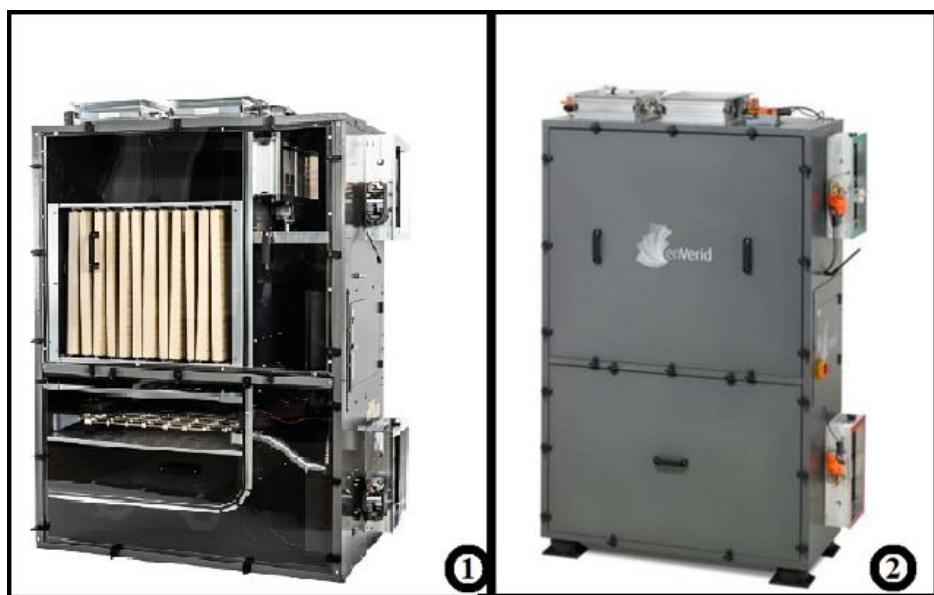


Figura 5.1 Produsul oferit de EnVerid - HLR 200M interior (1) și exterior (2)

În figura 5.1 (1) este prezentat interiorul produsului unde se pot observa zona filtrelor și mecanismele folosite pentru direcționarea aerului.

În figura 5.1 (2) este prezentat exteriorul aparatului EnVerid HLR200M, un dispozitiv compact și modern conceput pentru a se integra armonios în diverse medii interioare. Carcasa aparatului este realizată din materiale de înaltă calitate, conferindu-i un aspect elegant și durabil. Designul său ergonomic permite montarea simplă pe perete sau plafon, ocupând spațiu minim. Aparatul este prevăzut cu un panou de control intuitiv, cu butoane și indicatori luminoși, care facilitează setarea și monitorizarea funcțiilor. Tabelul 5.2 conține date extrase din fișa de specificații tehnice a acestui produs.

Tabel 5.2 Specificațiile produsului HLR200M produs de EnVerid

Specificații	Informații
Capacitate de captare	Aprox. 15.75 kg CO ₂ / 8 ore
Număr filtre	12
Nivel de sunet	55 dBA
Consum energetic	53 kWh / (8 ore de captare și 2 de regenerare)
Debit de aer	0.4 m ³ /s
Dimensiuni unitate	Lungime 1.21 m
	Lățime 0.68
	Înălțime 1.82 m
Greutate	269 kg
Perioada de menenanță	2 ani
Durata de viață	20+ ani
Metodă de regenerare	Variații de temperatură (regenerarea se face la 55-65 grade Celsius)
Sistem BMS	Poate fi integrat în sisteme BMS

Tabelul oferă informații importante despre specificațiile cheie ale aparatului EnVerid HLR200M. Aceste specificații includ capacitatea de captare a CO₂, numărul de filtre utilizate, nivelul de zgomot, consumul energetic, debitul de aer, dimensiunile unității, greutatea, perioada de menenanță, durata de viață, metoda de regenerare și integrarea în sistemele BMS. Aceste informații sunt esențiale pentru a înțelege performanța, eficiența și caracteristicile aparatului EnVerid HLR200M.

Concurrent 2: Soletair Power HVAC Integrated Direct Air Capture Unit

Sistemul de captare a CO₂ integrat în sistemul de ventilație al Soletair Power este conceput pentru a funcționa în conformitate cu cerințele de proiectare stabilite. Sistemul este menit să respecte viteza de ventilație, de obicei exprimată în m³ / sec, și nivelul de CO₂ preferat de client, măsurat în părți pe milion. Datorită limitării spațiului în camera de administrare a sistemului HVAC, țevile și dimensiunea sistemului pot fi, de asemenea, modificate pentru a se potrivi specificațiilor clientului.



Figura 5.2 Produsul oferit de Soletair Power

În tabelul 5.3 sunt prezentate specificațiile tehnice ale acestui sistem. Informațiile limitate disponibile despre produsul dezvoltat de Soletair Power se datorează în principal faptului că este un produs foarte nou (lansat în ianuarie 2022), iar compania Soletair Power are o dimensiune relativ mică în acest moment (a strâns fonduri în valoare de \$1.77M din 2016 până în prezent).

Tabel 5.3 Specificații tehnice ale produsului oferit de Soletair Power

Specificații	Informații
Capacitate captare / unitate	50 kg CO ₂ / zi
Dimensiuni unitate	Lungime 3 m Lățime 3 m Înălțime 3 m
Debit de aer / unitate	3.3 m ³ / sec
Metodă de regenerare	Variatii de presiune și temperatură (pentru regenerare: condiții de vid și creșterea temperaturii până la aproximativ 100 grade Celsius)
Timp necesar instalării	3 luni

De asemenea, sistemul Soletair Power este în funcțiune doar într-o locație din Vaasa, Finlanda. Acest lucru este rezultatul unui proiect pilot pentru a evalua performanța și eficiența sistemului într-un mediu real.

Pentru o unitate de ventilație standard de 3,3 m³ / sec, sistemul dezvoltat de Soletair Power are o dimensiune de 3 m (L), 3 m (l) și 3 m (h) și poate produce aproximativ 50 de kilograme de dioxid de carbon pe zi. Din cauza limitării spațiului în camera de administrare a sistemului HVAC, Soletair Power oferă posibilitatea de a modifica dimensiunile țevilor și sistemului pentru a se potrivi specificațiilor clientului. În tabelul 5.4 au fost identificate tipurile de cerințe și importanța acestora prinț-o notă de la 1 la 5.

Tabel 5.4 Tipurile de cerințe și importanța acestora, notele au fost acordate în felul următor: 5 - foarte important ; 1 – puțin important

Nr. Crt.	Cerințe	Nevoie	Importanță
1	Funcționale	Să fie eficient din punct de vedere energetic	5
2	Funcționale	Să asigure o calitate a aerului superioară	5
3	Constructive	Să fie de dimensiuni reduse	4
4	Întreținere	Să necesite reparații rar	4
5	Întreținere	Să fie ușor de întreținut / curățat	3
6	Constructive	Să se integreze ușor cu elementele de tubulatură ale sistemului HVAC	5
7	Siguranță	Să ofere siguranță în funcționare	4
8	Funcționale	Să respecte normele cu caracter obligatoriu	5
9	Capital	Să aibă un preț accesibil	3
10	Capital	Să ducă la economii în plan finanțiar	4
11	Constructive	Să poată fi dimensionat conform cerințelor proiectului	4
12	Întreținere	Să poată fi integrat în sistemele BMS	3
13	Constructive	Să permită instalarea ușoară	4

Tabelul 5.4 reflectă importanța atribuită fiecărei categorii de cerințe astfel:

- **Grupul de cerințe funcționale** are o importanță ridicată, obținând o notă totală de 15, evidențiind necesitatea eficienței energetice și asigurarea unei calități superioare a aerului.
- **Grupul de cerințe constructive** obține o notă totală de 17, subliniind importanța dimensiunilor reduse, cerințelor de integrare ușoară cu sistemul HVAC existent, și a unui proces de instalare ușor.
- **Grupul de cerințe de întreținere** primește o notă totală de 10 puncte, evidențiind importanța unei mențenanțe rare și a unei ușurințe în întreținere și curățare.
- **Grupul de cerințe de capital** obține 7 puncte, punând accent pe prețul accesibil și economiile pe termen mediu și lung.
- **Grupul de cerințe de siguranță** primește 4 puncte, subliniind importanța oferirii unui nivel adecvat de siguranță în funcționare.

În tabelul 5.5 sunt prezentate specificațiile tehnice asociate cerințelor identificate și importanța acestora.

Tabelul conține specificații tehnice care sunt legate de diferite aspecte ale produsului. Aceste specificații se referă la consumul energetic exprimat în kilowați-oră (kWh), capacitatea de captare a CO₂ și îndepărțarea altor contaminanți în aerul din spațiul ventilat exprimat în părți per milion (ppm) pentru CO₂/VOC/PM2.5, dimensiunile produsului exprimate în centimetri (cm) pentru lungime, lățime și înălțime, numărul de servicii de mențenanță necesare pe an și durabilitatea materialelor folosite. De asemenea, specificațiile tehnice includ numărul de uși de acces la componente, dimensiuni și forma zonelor de contact cu alte elemente din sistemul HVAC, echivalentul numărului de schimburi de aer, prețul exprimat în lei și forma produsului în termeni de lungime, lățime și înălțime. Aceste specificații tehnice oferă informații precise și măsurabile care sunt relevante pentru dezvoltarea și evaluarea produsului nou.

Tabel 5.5 Specificațiile tehnice asociate cerințelor identificate și importanța acestora

Nr. Crt.	Cerințe	Specificări tehnice	Importanță	Unitate
1	Să fie eficient din punct de vedere energetic	Consum energetic	5	kWh
2	Să asigure o calitate a aerului superioară	Capacitate de captare CO ₂ și îndepărțare alți contaminanți	5	ppm CO ₂ / VOC / PM2.5 în aerul din spațiul ventilat
3	Să fie de dimensiuni reduse	Lungime, lățime, înălțime, formă Debit de aer	4	m m ³ / s
4	Să necesite reparații rar	Numărul serviciilor de menenanță pe an necesare Durabilitatea materialelor folosite	4	Valoare absolută
5	Să fie ușor de întreținut / curățat	Număr uși acces componente, lungime, lățime, înălțime, formă	3	Valoare absolută-
6	Să se integreze ușor cu elementele de tubulatură ale sistemului HVAC	Dimensiuni / Forma zonelor de contact cu alte elemente din sistemul HVAC, lungime, lățime, înălțime, formă	4	cm
7	Să ofere siguranță în funcționare	Durabilitatea materialelor folosite,	4	Tip material
8	Să respecte normele cu caracter obligatoriu	Echivalentul numărului de schimburi de aer, capacitate de captare	5	Valoare absolută Ppm CO ₂

9	Să aibă un preț accesibil	Preț, durabilitatea materialelor, lungime, lățime, înălțime, formă	3	Lei Tip material cm
10	Să ducă la economii în plan finanțiar	Preț, consum energetic	4	Lei kWh
11	Să poată fi dimensionat conform cerințelor proiectului	Formă Lungime, lățime, înălțime Debit de aer, Preț Număr schimburi de aer, Greutate	3	Cm m ³ / s Lei Valoare absolută kg
12	Să poată fi integrat în sistemele BMS	Echivalentul numărului de schimburi de aer, Numărul serviciilor de menenanță necesare / an	3	Valoare absolută Valoare absolută
13	Să permită instalarea ușoară	Lungime, lățime, înălțime Număr uși acces componente Formă Timp de instalare Greutatea	4	m Valoare absolută Zile kg

Specificațiile tehnice stabilite conform cerințelor identificate:

- S1: Consum energetic
- S2: Capacitate captare CO₂
- S3: Lungime
- S4: Lățime
- S5: Înălțime
- S6: Numărul serviciilor de menenanță necesare / an
- S7: Număr uși acces componente
- S8: Durbilitatea materialelor folosite
- S9: Dimensiuni / Formă zone de contact cu alte componente ale sistemului HVAC
- S10: Număr schimburi de aer
- S11: Preț
- S12: Formă
- S13: Debit de aer
- S14: Timp de instalare
- S15: Greutate

În tabelul 5.6 a fost realizată matricea de legătură dintre cerințele identificate și specificații tehnice. Matricea de legătură dintre cerințe și specificații este o unealtă importantă în dezvoltarea produselor, ajutând la clarificarea relației dintre acestea. Ea oferă o vedere de ansamblu asupra modului în care fiecare cerință este satisfăcută de specificațiile tehnice corespunzătoare. Aceasta facilitează identificarea lacunelor și suprapunerilor, asigurând o corelare eficientă între cerințele stabilite și specificațiile asociate.

Tabel 5.6 Matricea de legătură cerințe-specificații

	S1	S2	S3	S4	S5	S6	S7	S8	S9	S10	S11	S12	S13	S14	S15
C1	x														
C2		x													
C3			x	x	x							x	x		
C4						x		x							
C5			x	x	x		x					x			
C6			x	x	x				x			x			
C7								x							
C8		x								x					
C9			x	x	x			x			x	x			
C10	x										x				
C11			x	x	x				x	x	x	x		x	
C12						x				x					
C13			x	x	x		x					x		x	x

În continuare a fost realizat un studiu de benchmarking (Tabel 5.7) între cele două produse analizate (produsul oferit de Soletair Power și produsul EnVerid HLR200M) pe baza nevoilor identificate. Analiza de benchmarking între produse constă în compararea caracteristicilor și performanțelor unui produs cu cele ale altor produse similare existente pe piață. Scopul acestei analize este identificarea avantajelor competitive și a punctelor slabe ale produsului în comparație cu concurența. Prin această analiză, se obține o înțelegere mai bună a poziționării produsului și se identifică oportunitățile de îmbunătățire.

Conform analizei de benchmarking, produsul comercializat de EnVerid posedă calități superioare din punct de vedere a eficienței energetice, și asigurării unei calități a aerului superioară, comparativ cu produsul celor de la Soletair Power. Pe de altă parte, produsul dezvoltat de Soletair Power excelează în arii precum integrarea ușoară cu elementele de tubulatură ale sistemului HVAC și dimensionarea conform cerințelor proiectului.

Tabel 5.7 Analiză de benchmarking pe baza nevoilor indetificate

Nr. Crt.	Nevoia	Importanța	Competitor A EnVerid HLR200M	Competitor B Soletair Power
1	Să fie eficient din punct de vedere energetic	5	3	2
2	Să asigure o calitate a aerului superioară	5	5	4
3	Să fie de dimensiuni reduse	4	5	3
4	Să necesite reparații rar	4	4	/a
5	Să fie ușor de întreținut / curățat	3	3	3
6	Să se integreze ușor cu elementele de tubulatură ale sistemului HVAC	4	3	4
7	Să ofere siguranță în funcționare	4	3	3
8	Să respecte normele cu caracter obligatoriu	5	5	5
9	Să aibă un preț accesibil	3	/a	/a
10	Să ducă la economii în plan financiar	4	4	3
11	Să poată fi dimensionat conform cerințelor proiectului	3	2	4
12	Să poată fi integrat în sistemele BMS	3	5	/a
13	Să permită instalarea ușoară	4	4	3

Tabelul 5.8 cuprinde diferite nevoi și specificații tehnice în contextul comparării a doi competitori: Competitor A - EnVerid și Competitor B - Soletair Power. Fiecare specificație este evaluată în funcție de importanță, iar competitorii sunt comparați pe baza acestor specificații.

Tabel 5.8 Analiza concurenței pe baza specificațiilor tehnice

Nr. Crt.	Nevoia	Specificări tehnice	Importanța	Unitate	Competitor A: EnVerid	Competitor B: Soletair Power
1	Să fie eficient din punct de vedere energetic	Consum energetic	5	kWh	53 kWh (8 ore captare + 2 ore regenerare)	/a
2	Să asigure o calitate a aerului superioară	Capacitate de captare CO ₂ și îndepărțare alți contaminanți	5	ppm CO ₂ / VOC / PM2.5 în aerul din spațiul ventilat	Menține nivelul de CO ₂ la 400-500 ppm. Elimină și alți contaminanți.	Menține nivelul de CO ₂ la 400-500 ppm dar poate fi modificat conform cerințelor clientului.
3	Să fie de dimensiuni reduse	Lungime, lățime, înălțime, formă	4	m	1.82 x 1.21 x 0.68 = 1.5 m ³ Paralelipiped	3 x 3 x 3 = 9 m ³ Paralelipiped
4	Să necesite reparații rare	Numărul serviciilor de menenanță pe an necesare Durabilitatea materialelor folosite	4	Valoare absolută Ani de funcționare	0.5 20	/a /a
5	Să fie ușor de întreținut / curățat	Număr uși acces componente, lungime, lățime, înălțime, formă	3	Valoare absolută	2	1
6	Să se integreze ușor cu elementele de tubulatură ale sistemului HVAC	Dimensiuni / Forma zonelor de contact cu alte elemente din sistemul HVAC, lungime, lățime, înălțime, formă	4	cm	Formă circulară, diametru standard de 15 cm.	Dimensiunile sunt costumizabile conform cerințelor proiectului.

7	Să ofere siguranță în funcționare	Durabilitatea materialelor folosite, pret	4	Tip material Lei	Material metalic în exterior și material plastic în interior	Material plastic și în exterior și în interior
8	Să respecte normele cu caracter obligatoriu	Echivalentul numărului de schimburi de aer, capacitate de captare	5	Valoare absolută Ppm CO ₂	15 număr de schimburi de aer Menține nivelul de 400-500 ppm CO ₂	15 număr de schimburi de aer Menține nivelul de 400-500 ppm CO ₂
9	Să aibă un preț accesibil	Preț, durabilitatea materialelor, lungime, lățime, înălțime, formă	3	Lei Tip material cm	/a Filtrele trebuie înlocuite o dată la 2 ani 1.82 x 1.21 x 0.68 Paralelipiped	/a /a 27 m ³ Paralelipiped
10	Să ducă la economii în plan finanțiar	Preț, consum energetic	4	Lei kWh	/a 53 kWh (8 ore captare + 2 ore regenerare)	/a /a
11	Să poată fi dimensionat conform cerințelor proiectului	Formă Lungime, lățime, înălțime Debit de aer	3	m m ³ /s	Paralelipiped 1.82 x 1.21 x 0.68 0.4 m ³ /s	Paralelipiped 3 x 3 x 3 3.3 m ³ /s
12	Să poată fi integrat în sistemele BMS	Număr de schimburi de aer	3	Valoare absolută	15 schimburi de aer per oră	15 schimburi de aer per oră
13	Să permită instalarea ușoară	Lungime, lățime, înălțime Număr uși acces componente Formă Timp de instalare Greutatea	4	m Valoare absolută Zile kg	1.82 x 1.21 x 0.68 2 Paralelipiped 30 269	3 x 3 x 3 1 Paralelipiped 90 /a

Analiza concurenței pe baza specificațiilor tehnice (Tabel 5.8) este esențială în dezvoltarea unui produs nou. Această evaluare comparativă permite identificarea diferențelor și similarităților dintre produsul concurenței și propria propunere. Prin înțelegerea specificațiilor tehnice ale competitorilor, se pot identifica oportunități de îmbunătățire, dezvoltând caracteristici superioare și distințe.

Tabel 5.9 Valorile marginale, ideale și țintă pentru specificațiile tehnice identificate

Nr. Crt.	Specificație tehnică	Unitate	Valoare marginală	Valoarea ideală	Valoare țintă
1	Consum energetic	kWh	53 > X > 5	5	10
2	Capacitate captare CO ₂	Ppm CO ₂	500-300	300	400
3	Lungime	m	3 > X > 1.82	1.82	2.5
4	Lățime	m	3 > X > 1.21	1.21	3
5	Înălțime	m	3 > X > 0.68	0.68	1
6	Numărul serviciilor de mențenanță necesare / an	Valoare absolută	1 < X < 0.25	0.25	0.5
7	Număr uși acces componente	Valoare absolută	2 > X > 1	2	2
8	Durabilitatea materialelor folosite				
9	Dimensiuni / Formă zone de contact cu alte componente ale sistemului HVAC	cm	Dimensiuni standard de 15 cm diametru	Dimensiuni standard de 15 cm diametru	Dimensiuni standard de 15 cm diametru
10	Număr schimburi de aer	Număr schimburi de aer / oră	Standard 15 / oră în spațiile de clădiri	Standard 15 / oră în spațiile de clădiri	Standard 15 / oră în spațiile de clădiri
11	Preț	Lei	/a	/a	/a
12	Formă		Paralelipiped	Paralelipiped	Paralelipiped
13	Debit de aer	m ³ / s	0.4 < x < 3	Debitul este determinat de la caz la caz	0.4
14	Timp de instalare	zile	90 > X > 30	30	30

Tabelul 5.9 prezintă valorile marginale, ideale și ţintă ale diferitelor specificații tehnice identificate anterior. Aceste specificații permit evaluarea și compararea eficienței, dimensiunilor, durabilității și altor aspecte ale produsului. Ajută la dezvoltarea și optimizarea acestuia, asigurând îndeplinirea cerințelor și obiectivelor stabilite.

Valorile ţintă din tabel reprezintă obiectivele de performanță pe care produsul încearcă să le atingă în timpul funcționării în condiții optime.. Căteva informații despre cele mai importante specificații:

1. Consum energetic (valoare ţintă: 10 kWh): produsul vizează o eficiență energetică ridicată, astfel încât să consume cât mai puțină energie posibil în procesul de captare a CO₂.
2. Capacitate de captare CO₂ (valoare ţintă: 400 ppm CO₂): scopul produsului este de a menține scăzut nivelul de CO₂ în aerul ventilat, asigurând o calitate superioară a aerului în spațiile interioare.
3. Dimensiuni (valoare ţintă: 2 m lungime, 1.75 m lățime, 1 m înălțime): produsul urmărește să fie compact și să ocupe un spațiu redus în sistemul de ventilație, fără a compromite eficiența și performanța sa.

5.3 Definirea conceptelor de produs, analiza de design și alegerea conceptului de produs nou

În acest subcapitol, ne concentrăm pe procesul de definire a conceptelor de produs, analiza de design și alegerea conceptului de produs nou pentru captarea dioxidului de carbon, filtrarea particulelor fine (PM2.5) și a compușilor organici volatili (COV) în cadrul sistemelor de ventilare. Scopul final este de a identifica conceptul care satisfac cel mai bine nevoile clienților și utilizatorilor și în același timp este în armonie cu anumite caracteristici și cu capabilitățile de realizare ale grupului.

Concept A – Purificator cu sistem avansat de filtrare a aerului (Figura 5.3)

Produs pentru filtrarea particulelor fine și a comușilor organici volatili și captarea dioxidului de carbon din aerul care circulă prin sistemul HVAC al unei clădiri, cu evacuarea dioxidului de carbon în aerul atmosferic.

Nevoi principale satisfăcute →

- **Îmbunătățirea calității aerului dintr-un spațiu** ceea ce duce la o productivitate ridicată a ocupanților spațiului, îmbunătățirea funcțiilor cognitive ale ocupanților spațiilor, creearea unui avantaj competitiv în vederea atragerii angajaților / chiriașilor și îmbunătățirea imaginii brandului prin crearea unui mediu confortabil și sănătos.
- **Reducerea consumului energetic a sistemului HVAC ceea ce generează economii în plan finanțiar și ajută la reducerea amprentei de carbon a organizației sau a clădirii unde se instalează un astfel de produs.**

Utilizatorii → ocupanții spațiilor ca și clădirile de birouri, centre de cultură, săli de cinema și teatru, săli de sport, centre comerciale și alte spații în care se crează aglomerări de persoane;

Clienții → proprietarii spațiilor în care utilizatorii își desfășoară diferite activități

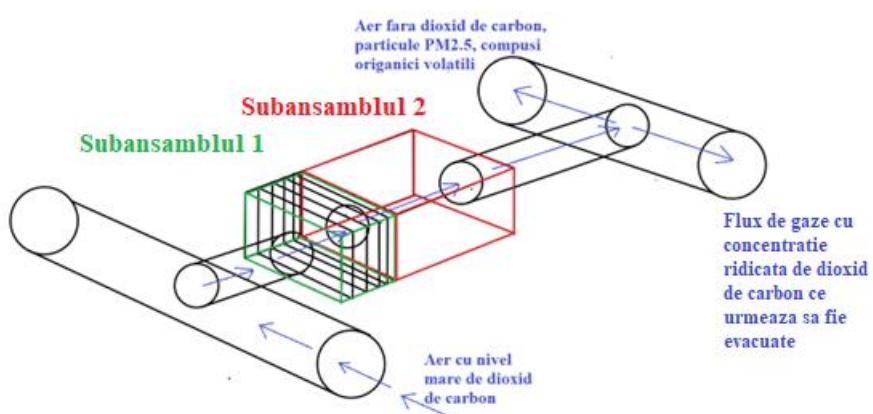


Figura 5.3 Concept A

Conceptul A este compus din următoarele elemente:

- **Intrare** → Aceasta este partea prin care aerul din spațiul ventilat, care conține un nivel ridicat de CO₂ sau alte contaminanți, intră în sistem pentru a fi tratat și purificat;
- **Ieșire 1** → Această ieșire furnizează aerul curat și purificat, cu niveluri scăzute de CO₂ și alți contaminanți. Acest aer curat poate fi combinat cu o proporție de aer proaspăt adus din exteriorul clădirii și poate fi orientat către interiorul clădirii pentru a îmbunătăți calitatea aerului și pentru a reduce consumul energetic aferent încălzirii și răcirii aerului.
- **Ieșire 2** → Această ieșire eliberează aerul cu conținut ridicat de C₂ către exteriorul clădirii.
- **Subansamblul 1** → Acest subansamblu este conceput pentru a filtra particulele fine (PM2.5) și compușii organici volatili (COV) din aerul intrat în sistem. Utilizând filtre speciale, cum ar fi filtrele HEPA sau filtrele cu cărbune activ, acest subansamblu reține și elimină eficient aceste particule și compuși dăunători.
- **Subansamblul 2** → Acest subansamblu este dedicat captării dioxidului de carbon (CO₂). Acesta ajută la menținerea nivelurilor de CO₂ în limitele normale pentru un mediu interior sănătos și oferă posibilitatea recirculației aerului pentru reducerea consumului energetic.
- **1 trapă acces Subansamblul 1** → Această trapă oferă acces la Subansamblul 1, permitând întreținerea, înlocuirea sau curățarea filtrelor și a componentelor aferente.
- **4 trape acces Subansamblul 2** → Aceste trape asigură accesul la Subansamblul 2, facilitând întreținerea și operațiunile de menenanță a elementelor active în captarea de CO₂. Aceste trape permit verificarea și curățarea componentelor relevante pentru a menține funcționarea corespunzătoare a subansamblului.

Conceptul B - Purificator cu sistem avansat de filtrare a aerului și stocare a dioxidului de carbon (Figura 5.4)

Produs pentru filtrarea particulelor fine și a compușilor organici volatili și captarea dioxidului de carbon din aerul care circulă prin sistemul HVAC al unei clădiri, CO₂-ul captat fiind stocat pentru a fi folosit în alte tipuri de procese sau comercializat.

Nevoi principale satisfăcute →

- **Îmbunătățirea calității aerului dintr-un spațiu** ceea ce duce la o productivitate ridicată a ocupanților spațiului, îmbunătățirea funcțiilor cognitive ale ocupanților spațiilor, creearea unui avantaj competitiv în vederea atragerii angajaților / chiriașilor și îmbunătățirea imaginii brandului prin crearea unui mediu confortabil și sănătos;
- **Reducerea consumului energetic a sistemului HVAC ceea ce generează economii în plan finanțiar și ajută** la reducerea amprentei de carbon a organizației sau a clădirii unde se instalează un astfel de produs;
- **Utilizarea dioxidului de carbon ca materie primă sau comercializarea acestuia;**
- **Reducerea taxelor de mediu și altor taxe aferente noxelor emise;**

Utilizatorii → ocupanții spațiilor ca și clădirile de birouri, centre de cultură, săli de cinema și teatru, săli de sport, centre comerciale și alte spații în care se crează aglomerări de persoane; ocupanții spațiilor în care se desfășoară activități industriale în care se produce dioxid de carbon sau în care dioxidul de carbon poate fi folosit ca materie primă;

Clienții → proprietarii spațiilor în care utilizatorii își desfășoară diferite activități, ce doresc să utilizeze / comercializeze dioxidul de carbon captat

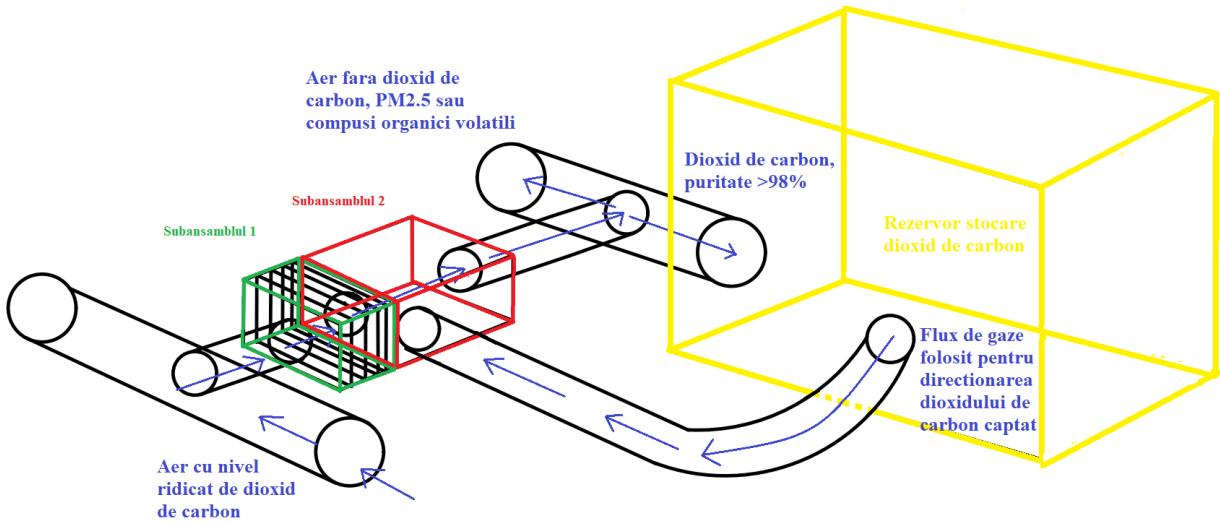


Figura 5.4 Concept B

Conceptul B este compus din următoarele elemente:

- **Intrare 1** → Aceasta este partea prin care aerul din spațiul ventilat, care conține un nivel ridicat de CO₂ sau alte contaminanți, intră în sistem pentru a fi tratat și purificat.
- **Intrare 2** → Aceasta este locul pe unde intră fluxul de gaze ce are rolul de a direcționa CO₂-ul captat către Ieșirea 2. Acest element este necesar din cauza faptului că, în timpul eliberării dioxidului de carbon captat, accesul aerului prin Intrarea 1 este restricționat pentru a stoca dioxid de carbon cu un grad de puritate cat mai mare.
- **Ieșire 1** → Această ieșire furnizează aerul curat și purificat, cu niveluri scăzute de CO₂ și alți contaminanți. Acest aer curat va fi combinat cu o proporție de aer proaspăt adus din exteriorul clădirii și poate fi orientat către interiorul clădirii pentru a îmbunătăți calitatea aerului și pentru a reduce consumul energetic aferent încălzirii și răcirii aerului.
- **Ieșire 2** → Aceasta este partea prin care dioxidul de carbon captat ajunge la rezervorul folosit pentru stocare.
- **Subansamblu 1** → Acest subansamblu este conceput pentru a filtra particulele fine (PM2.5) și compușii organici volatili (COV) din aerul intrat în sistem. Utilizând filtre speciale, cum ar fi filtrele HEPA sau filtrele cu cărbune activ, acest subansamblu reține și elimină eficient aceste particule și compuși dăunători.
- **Subansamblu 2** → Acest subansamblu este dedicat captării dioxidului de carbon (CO₂). Acesta ajută la menținerea nivelurilor de CO₂ în limitele normale pentru un mediu interior sănătos și oferă posibilitatea recirculației aerului pentru reducerea consumului energetic.

- **1 trapă acces Subansamblul 1** → Această trapă oferă acces la Subansamblul 1, permitând întreținerea, înlocuirea sau curățarea filtrelor și a componentelor aferente.
- **3 trape acces Subansamblul 2** → Aceste trape asigură accesul la Subansamblul 2, facilitând întreținerea și operațiunile de menenanță a elementelor active în captarea de CO₂. Aceste trape permit verificarea și curățarea componentelor relevante pentru a menține funcționarea corespunzătoare a subansamblului. Datorită prezenței Intrării 2 și a cerințelor privind dimensiunile produsului și spațiul ocupat de acesta, conceptul B va fi în dezavantaj din punct de vedere al ușurinței în curățare

Tabelul 5.10 prezintă o comparație detaliată a caracteristicilor între conceptul A, conceptul B și produsul de referință EnVerid HLR200M. Evaluările au fost efectuate în funcție de diferite criterii și au fost acordate + pentru avantaj, - pentru dezavantaj, 0 pentru valoare nesemnificativă. Această evaluare permite compararea a celor trei concepe în ceea ce privește disponibilitatea materialelor, siguranța în funcționare, upgradabilitatea, designul subansambluar, ușurința în utilizare, curățare, fabricare și altele. Analizând aceste caracteristici și evaluări, se poate determina care concept oferă cel mai bun echilibru între avantaje și dezavantaje, evidențiind astfel cel mai potrivit produs în raport cu cerințele și nevoile specifice.

Tabel 5.10 Poziționarea conceptelor de produs în raport cu produsul de referință

Caracteristici	Concept A	Concept B	Produs de referință EnVerid HLR200M
Disponibilitatea materialelor/componentelor	-	-	0
Materiale / piese durabile și fiabile;	0	0	0
Siguranța în funcționare;	+	+	0
Upgradabilitatea / adaptabilitatea;	+	+	0
Asamblabilitate totală (nr. de componente)	0	-	0
Design modular;	+	+	0
Ușurința în folosire/manipulare;	0	-	0
Ușurința curățării;	+	-	0
Ușurința fabricării	0	0	0
Proiectarea pentru reparații rapide;	+	+	0
Reutilizarea componentelor cu valoare ridicată;	-	+	0
Biodegradabilitatea componentelor;	-	-	0
Proiectare pentru asamblare și demontare ușoară;	+	+	0
Proporționalitatea formelor;	+	+	0
Acces facil la componentele vulnerabile / valoroase;	0	0	0
Costul fabricării	-	-	0
Avantaj	7	7	
Dezavantaj	4	6	
Total net	3	1	
Rang	1	2	

Conceptul optim ales este conceptul A, Produs pentru filtrarea particulelor fine și a compușilor organici volatili și captarea dioxidului de carbon din aerul care circulă prin sistemul HVAC al unei clădiri, cu evacuarea dioxidului de carbon în aerul atmosferic. Acesta a avut un scor net avantaj-dezavantaj de 3, scor superior celui obținut de conceptul B. Acest lucru se datorează în principal numărului mai mare de componente ce trebuie luate în calcul în cazul conceptului B. Conceptul A este un concept de produs simplu, ce îndeplinește nevoile principale ale clienților și utilizatorilor.

5.4 Analiza oportunității și capabilității de realizare a produsului

Evaluarea preliminară a afacerii

- Va avea valoare produsul la momentul care la care va ajunge pe piață?**

Un produs asemănător conceptelor propuse aduce valoare în multiple aspecte. Prin eliminarea poluanților și îmbunătățirea calității aerului interior, acesta asigură un mediu sănătos și confortabil. În plus, promovează eficiență energetică, reducând costurile de funcționare ale sistemelor HVAC și contribuind la conformitatea cu reglementările privind emisiile și calitatea aerului.

- Există alte firme care s-ar folosi de acest produs pentru oferirea de alte produse contribuind la extinderea pieței?**

Alte companii pot utiliza acest produs pentru a extinde piața, oferind servicii de comercializare a sistemelor HVAC, întreținere și consultanță în eficiență energetică. Integratorii HVAC pot instala și configura acest sistem în sistemele existente, îmbunătățind calitatea aerului. Furnizorii de servicii de întreținere pot oferi servicii de curățare și înlocuire a filtrelor, asigurând funcționarea optimă a sistemului. Companiile de consultanță în eficiență energetică pot include produsul în recomandările lor, ajutând clienții să-și optimizeze consumul de energie. Aceste abordări contribuie la extinderea pieței prin oferirea de soluții complementare produsului.

Evaluarea preliminară tehnică

- Fazele de dezvoltare și producție vor fi realizate intern, în cadrul grupului, sau și prin intermediul părților interesate?**

Producția și dezvoltarea se vor realiza în primă fază în cadrul Institutului Național de Cercetare – Dezvoltare pentru Chimie și Petrochimie. Colectivul din institut a pus la dispoziție atât materii prime, echipamente de laborator ca: vase, recipiente, pipete, balanță de cantărit, cat și echipamente ca: agitatoare, etuve, aparat pentru sonicare.

- **Se va urmări dezvoltarea unei strategii de protejare a proprietății intelectuale?**

În procesul de dezvoltare a unui astfel de produs, se va urmări dezvoltarea unei strategii de protejare a proprietății intelectuale. Aceasta vizează protejarea inovațiilor și invențiilor aduse de produs și asigurarea respectării și valorificării drepturilor de proprietate intelectuală. Strategia poate include depunerea de cereri de brevet sau înregistrarea de mărci.

- **Este fezabil din punct de vedere tehnic - există capabilități interne și externe pentru a dezvolta și/sau a produce?**

Membrii grupului aduc expertiză în diverse domenii, precum chimia materialelor, electro-chimie, captarea CO₂ și management, necesare dezvoltării unui produs inovator. Prin îmbinarea acestor cunoștințe, se poate realiza un produs nou, care utilizează materiale și tehnologii avansate pentru captarea eficientă a CO₂-ului și îmbunătățirea calității aerului interior.

- **Este nevoie de finanțare din surse externe? Dacă da, se poate aceasta obține și care ar fi sursele?**

Da, este posibil să fie necesară finanțare din surse externe pentru susținerea dezvoltării și comercializării produsului. Unele posibile surse de finanțare includ investitori privați, fonduri de investiții specializate în tehnologii ecologice, granturi și subvenții oferite de guverne și organizații non-guvernamentale, competiții și concursuri care acordă finanțare sau premii în bani, precum și platforme de crowdfunding care permit strângerea de fonduri de la oameni interesați. Un plan de afaceri solid și o prezentare captivantă a potențialului produsului pot ajuta în obținerea finanțării externe. Totodată, consultarea cu experți în finanțări și investiții poate fi benefică în acest proces.

Tabel 5.11 Analiza SWOT pe funcțiile organizației

Puncte tari	Puncte slabe
	Marketing
<ul style="list-style-type: none"> • Cunoștințe solide în domeniul managementului și ingineriei afacerilor, care pot fi utilizate pentru dezvoltarea strategiilor de marketing și promovare eficiente. • Orientarea către nevoile clienților și utilizatorilor 	<ul style="list-style-type: none"> • Lipsa experienței în dezvoltarea și implementarea strategiilor de marketing specifice industriei HVAC și a produselor de captare a dioxidului de carbon. • Limitarea resurselor și bugetului pentru activitățile de marketing și promovare.
	Cercetare-dezvoltare
<ul style="list-style-type: none"> • Experiență în dezvoltarea de tehnologii pentru captarea dioxidului de carbon • Acces la laboratoare și echipamente specializate pentru teste și experimente, ceea ce facilitează procesul de cercetare și dezvoltare. • Cunoștințe tehnice și experiență în munca de laborator 	<ul style="list-style-type: none"> • Lipsa de experiență sau de cunoștințe specifice în domeniul HVAC • Lipsa unei interacțiuni directe cu eșantionul de utilizatori
	Resurse umane
<ul style="list-style-type: none"> • Personalul cu experiență în domeniul chimiei și electrochimiei aduce competențe tehnice specializate • Prezența pasiunii pentru domeniul tehnologiilor dezvoltate pentru diminuarea schimbărilor climatice • Complementaritatea abilităților 	<ul style="list-style-type: none"> • Lipsa personal pentru dezvoltarea părții software a produsului • Lipsa experienței în dezvoltarea de produse similare
	Producție
<ul style="list-style-type: none"> • Acces la echipamente și facilități de producție necesare pentru fabricarea produsului. • Cunoașterea tehnicilor și proceselor de producție eficiente, care pot asigura calitatea și eficiența în fabricarea produsului. 	<ul style="list-style-type: none"> • Resurse materiale limitate • Volumul mare de activități

	Comercial
<ul style="list-style-type: none"> • Abilități de negociere și vânzare • Legături cu furnizori de echipamente și materii prime pentru dezvoltarea prototipului 	<ul style="list-style-type: none"> • Experiența limitată în ceea ce privește dezvoltarea de produse noi și comercializarea acestora • Lipsa unei rețele extinse de distribuție și relații consolidate cu clienți potențiali, ceea ce poate face dificilă introducerea produsului pe piață. • Lipsa notorietății în raport cu competitorii
	Finanțier-contabil
<ul style="list-style-type: none"> • Cunoștințe solide în domeniul finanțier-contabil, care pot asigura gestionarea eficientă a resurselor financiare și evaluarea performanțelor financiare. • Capacitatea de a obține finanțare suplimentară și de a elabora planuri financiare solide pentru susținerea dezvoltării și comercializării produsului. 	<ul style="list-style-type: none"> • Limitări date de resursele financiare disponibile pentru susținerea dezvoltării și comercializării produsului. • Lipsa experienței în gestionarea fluxului de numerar
Oportunități	Amenințări
	Marketing
<ul style="list-style-type: none"> • Extinderea pieței: oportunitatea de a ajunge la noi segmente de piață și de a atrage noi clienți prin promovarea produsului în diferite medii, folosind strategii de marketing digital și tradițional. • Piața de soluții restrânsă 	<ul style="list-style-type: none"> • Concurență: amenințarea reprezentată de prezența unor competitori puternici în piață, care pot oferi produse similare sau alternative, ceea ce poate duce la o luptă pentru cota de piață și la presiuni asupra prețurilor și profitabilității.
	Cercetare-dezvoltare
<ul style="list-style-type: none"> • Inovare tehnologică: oportunitatea de a continua dezvoltarea tehnologică a produsului prin cercetare și inovare constantă, pentru a aduce îmbunătățiri continue în funcționalitate, eficiență și performanță. • Parteneriate cu instituții academice: oportunitatea de a forma parteneriate cu universități și institute de cercetare pentru a beneficia de resursele și expertiza acestora în dezvoltarea de tehnologii avansate și pentru a stimula schimbul de cunoștințe. 	<ul style="list-style-type: none"> • Avansul tehnologic al competitorilor: amenințarea reprezentată de competitorii care investesc în cercetare și dezvoltare și dezvoltă tehnologii avansate similare sau superioare produsului nostru, ceea ce poate reduce avantajul competitiv și atractivitatea pe piață. • Protecția proprietății intelectuale: amenințarea reprezentată de posibilitatea ca alții competitori să copieze sau să utilizeze în mod neautorizat tehnologiile și inovațiile noastre, ceea ce poate afecta avantajul competitiv și valoarea produsului nostru.

Resurse umane	
<ul style="list-style-type: none"> • Recrutare și retenție: oportunitatea de a atrage și de a reține profesioniști talentați în domeniul mediului și sustenabilității, care să contribuie la dezvoltarea și implementarea produsului. • Dezvoltare profesională: oportunitatea de a investi în dezvoltarea și pregătirea angajaților prin programe de formare și instruire, pentru a-și îmbunătăți abilitățile și cunoștințele și a răspunde cerințelor în continuă schimbare ale pieței. 	<ul style="list-style-type: none"> • Competiția pentru talente: amenințarea reprezentată de concurența intensă pentru atragerea și reținerea talentelor în domeniul mediului și sustenabilității, ceea ce poate duce la creșterea costurilor salariale și la dificultăți în recrutare.
Producție	
<ul style="list-style-type: none"> • Eficiență și optimizare: oportunitatea de a implementa tehnologii și procese inovatoare pentru a îmbunătăți eficiența și productivitatea în procesul de producție, reducând costurile și timpul necesar. • Automatizare și digitalizare: oportunitatea de a utiliza tehnologii de automatizare și digitalizare pentru a îmbunătăți procesele de producție, reducând erorile și creșterea eficienței globale a operațiunilor. 	<ul style="list-style-type: none"> • Schimbările în lanțul de aprovisionare: amenințarea reprezentată de schimbările în lanțul de aprovisionare, cum ar fi creșterea costurilor materiilor prime, restricții de livrare sau dependența de furnizori externi, ceea ce poate afecta capacitatea de producție și costurile operaționale. • Calitatea produselor: amenințarea reprezentată de problemele de calitate ale produselor, cum ar fi defectele de fabricație sau neconformitatea cu standardele de calitate, ceea ce poate duce la reclamații și pierderea încrederii clienților.
Comercial	
<ul style="list-style-type: none"> • Relații cu clienții: oportunitatea de a construi relații puternice cu clienții prin oferirea de suport și servicii personalizate, ceea ce poate duce la fidelizarea clienților și la recomandări pozitive. 	<ul style="list-style-type: none"> • Schimbări în comportamentul clienților și utilizatorilor: amenințare reprezentată de schimbările comportamentului utilizatorilor (de exemplu modelele de lucru remote sau hybrid)
Finanțier-contabil	
<ul style="list-style-type: none"> • Optimizarea costurilor: oportunitatea de a identifica și implementa măsuri de reducere a costurilor în diferite domenii ale afacerii, ceea ce poate contribui la creșterea profitabilității și la sporirea sustenabilității financiare. 	<ul style="list-style-type: none"> • Volatilitatea pieței financiare: amenințarea reprezentată de fluctuațiile și instabilitatea pieței financiare, cum ar fi schimbările în ratele dobânzilor sau volatilitatea prețurilor creditelor de carbon; • Probleme de lichiditate: amenințarea reprezentată de dificultăți în obținerea de lichidități suficiente pentru acoperirea costurilor operaționale și investițiilor, ceea ce poate afecta fluxul de numerar și capacitatea de funcționare a companiei.

Stabilirea modalităților de ajungere pe piață

1. **Colaborarea cu producătorii de sisteme HVAC existenți** ar implica stabilirea de parteneriate și colaborări pentru integrarea tehnologiei produsului în sistemele HVAC de fabricație. Aceasta ar oferi oportunități de extindere rapidă a pieței prin intermediul canalelor de distribuție existente ale acestor producători.
2. **Colaborarea cu arhitecți și proiectanți** ar juca un rol crucial în promovarea și recomandarea produsului în proiectele lor. Prin stabilirea unor parteneriate strategice cu acești profesioniști, produsul ar putea fi integrat în proiectele de construcție încă de la faza de proiectare, asigurându-se o implementare eficientă și optimă.
3. **Parteneriatele cu dezvoltatori imobiliari** ar permite promovarea produsului ca o caracteristică inovatoare pentru clădiri comerciale sau rezidențiale ecologice. Prin aceste parteneriate, se pot obține avantaje competitive și se poate atrage interesul clienților de pe piața imobiliară verde.
4. **Colaborarea cu agenții guvernamentale și ONG-uri** ar asigura poziționarea produsului ca o soluție viabilă pentru atingerea obiectivelor de mediu. Prin participarea la programele lor de sustenabilitate și reducere a emisiilor, produsul ar câștiga recunoaștere și sprijin din partea acestor organizații.
5. **Un program de leasing sau finanțare** ar reduce barierele financiare pentru clienți, facilitând achiziționarea produsului, prin colaborarea cu instituții financiare sau furnizori specializați.

5.5 Proiectarea competitivă a produsului

Pentru a se analiza mai bine competitivitatea produsului, s-a configurat o situație reală de utilizare, ale cărei date de intrare sunt prezentate în tabelul 5.12.

Tabel 5.12 Date intrare situație reală de utilizare

Date intrare	Valoare
Număr persoane	45
Timp utilizare spațiu	8 ore
Spațiu total	450 m ²
Volum total	900 m ³
Temperatură aer din mediul exterior	5 grade Celsius
Temperatură la care se dorește să se ajungă	18 grade Celsius
Diferență de temperatură interior-exterior	13 grade Celsius

Tabelul 5.13 prezintă informații despre un caz fără captare (ventilație convențională) în care se calculează necesarul de energie pentru încălzirea aerului. Consumul energetic estimat pentru încălzire este de 75.24 kWh, luând în considerare un randament al încălzitorului de 70%.

Tabel 5.13 Date caz sistem convențional

Caz fără captare (ventilație convențională)	
Informații	Valoare
Debit de aer nou / pers / oră	33 m ³ / pers / h
Volum total de aer	33*45*8 = 11880 m ³
Masă de aer ce se va încălzi	11880*1.222 = 14517.36 kg
Necesar energie încălzire 14517.36 kg aer cu 13 grade Celsius (caz ideal = randament 100%)	189669308.4 Joule = 52.68 kWh
Randament încălzitor	70%
Consum energetic real încălzire aer	52.68*100/70 = 75.24 kWh

Analiza nivelului de competitivitate al produsului - Calcul de nivel ethnic (Tabel 5.14)

Tabel 5.14 Calcul de nivel tehnic între produsul ce se dorește a fi dezvoltat și produsul EnVerid HLR200M

Nr. Crt.	Specificație	Unitate	Purificator cu filtrare avansată a aerului	EnVerid HLR200M
1	Consum energetic	kWh	8 - 15	55-60
2	Capacitate captare CO ₂	Ppm CO ₂	300-400 ppm	300-400 ppm
3	Lungime	m	2	1.8
4	Lățime	m	3	1.2
5	Înălțime	m	1	0.6
6	Numărul serviciilor de mentenanță necesare / an	Valoare absolută	1	0.5
7	Număr uși acces componente	Valoare absolută	5	2
8	Dimensiuni / Formă zone de contact cu alte componente ale sistemului HVAC	cm	Standard 15 cm diametru	Standard 15 cm diametru
9	Număr schimburi de aer	Valoare absonlută	Standard 15 / oră în clădirile de birouri	Standard 15 / oră în clădirile de birouri
10	Formă		Paralelipiped	Paralelipiped
11	Debit de aer	m ³ / s per persoană	0.4	0.4
12	Timp de instalare	zile	<30	30
13	Greutate	kg	350	260

Tabelul 5.14 prezintă o comparație între specificațiile unui produs nou și ale EnVerid HLR200M. Consumul energetic al produsului nou variază între 8 și 15 kWh, în timp ce EnVerid HLR200M are un consum de energie mai mare, între 55 și 60 kWh. Ambele produse au o capacitate de captare a CO₂ între 300 și 400 ppm. În ceea ce privește dimensiunile, produsul nou are o lungime de 2 metri, lățime de 3 metri și înălțime de 1 metru, în timp ce EnVerid HLR200M are dimensiuni mai mici, cu o lungime de 1.8 metri, lățime de 1.2 metri și înălțime de 0.6 metri.

5.6 Proiectarea funcțională a produsului

Etapa 1: Sistemul este în etapa de captare a dioxidului de carbon și filtrare a aerului (Figura 5.5)

În această etapă a procesului, aerul contaminat cu dioxid de carbon și alte substanțe poluante pătrunde în interiorul produsului nou. Aerul este apoi direcționat către Subansamblul 1, unde este supus unui proces de filtrare pentru a elimina particulele fine și compușii organici volatili. Apoi, aerul trece în Subansamblul 2, unde este supus procesului de captare a dioxidului de carbon. Ulterior, fluxul de aer este reglat prin intermediul unei supape și este direcționat către spațiul în care se dorește obținerea unei calități superioare a aerului.

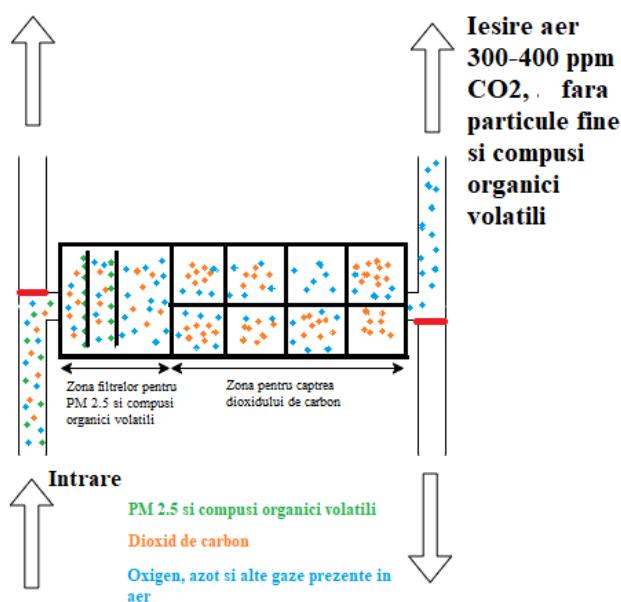


Figura 5.5 Schemă funcțională Etapa 1

Etapa 2 Concept A: Sistemul este în etapa de regenerare a materialului folosit pentru captare iar dioxidul de carbon va fi va fi evacuat în aerul atmospheric (Figura 5.6)

În cazul conceptului A, în etapa a doua a procesului, sistemul se află în faza de regenerare a materialului utilizat pentru captarea dioxidului de carbon. În această etapă, materialul folosit anterior în Subansamblul 2 este supus unui proces de regenerare pentru a elibera dioxidul de carbon capturat. În timpul acestui proces, dioxidul de carbon este evacuat în

aerul atmosferic, iar materialul este pregătit pentru a fi utilizat din nou în ciclul de captare a dioxidului de carbon. Această etapă de regenerare este esențială pentru a menține eficiența și performanța sistemului, asigurându-se că acesta este capabil să funcționeze în mod continuu și să ofere un nivel ridicat de captare a dioxidului de carbon în ciclul următor.

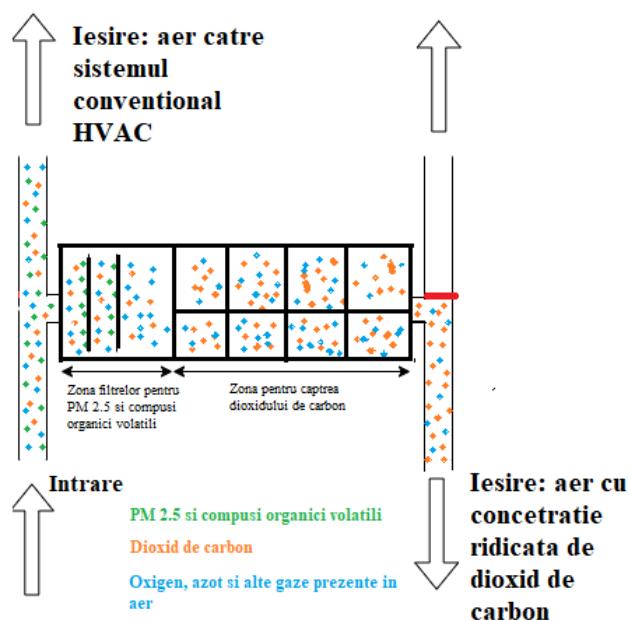


Figura 5.6 Schemă funcțională Etapa 2

Etapa 3: Accesul către sistemul de filtrare se oprește din diferite motive (Figura 5.7)

În Etapa 3, accesul către sistemul de filtrare se întrerupe din diverse motive, cum ar fi necesitatea efectuării lucrărilor de menenanță, curățare sau întreținere a componentelor, precum și în cazul apariției unor erori de funcționare ale sistemului. Aceasta implică temporar întrerperea fluxului de aer prin sistemul de filtrare, asigurându-se astfel un mediu sigur și eficient pentru efectuarea operațiunilor necesare.

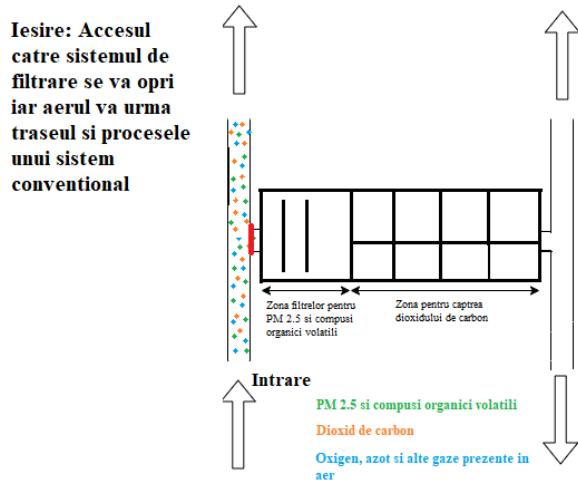


Figura 5.7 Schemă funcțională Etapa 3

Figura 5.8 ilustrează modul în care integrarea produsului poate eficientiza sistemul HVAC. În cazul produsului nou, aerul cu conținut scăzut de dioxid de carbon este combinat direct cu aerul proaspăt ceea ce duce la o temperatură medie a celor două superioară cazului convențional unde schimbul de căldură se face prin schimbătoare de căldură sau chiar doar prin amplasarea strategică a sistemului de tubulatură.

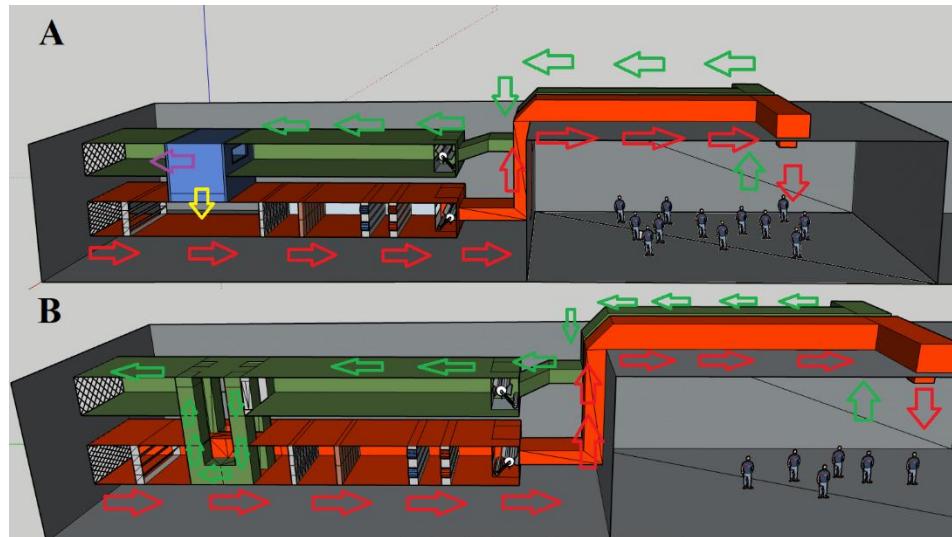


Figura 5.8 Traseul fluxului de aer A- în cazul produsului nou integrat în sistemul HVAC; B - cazul unui sistem convențional HVAC, roșu = aerul care intră în spațiu, verde = aer încărcat cu CO₂; roz= CO₂ captat și evacuat; galben = aer fără CO₂ introdus pentru combinarea cu aerul proaspăt

Tabelul 5.15 prezintă două subansamble ale produsului, fiecare cu funcții principale, secundare și auxiliare. Subansamblul 1 asigură o calitate superioară a aerului prin filtrarea particulelor fine și a compușilor organici volatili, facilitând instalarea și întreținerea ușoară. Subansamblul 2 optimizează eficiența energetică a sistemelor HVAC, permitând integrarea facilă și oferind acces către componente importante. Acesta captează dioxidul de carbon eficient, prezintă durabilitate și permite racordarea la rețeaua electrică. Tabelul evidențiază funcțiile esențiale ale produsului, contribuind la îmbunătățirea calității aerului și eficienței energetice, asigurând o experiență ușoară și fiabilă pentru utilizatori.

Tabel 5.15 Funcțiile subansamblelor

	Funcții principale	Funcții secundare	Funcții auxiliare
Subansamblul 1	Asigură o calitate a aerului superioară	Permite integrarea cu sistemele HVAC	Permite accesul facil către componentele importante
		Facilitează procesul de instalare	Prezintă durabilitate și fiabilitate
		Permite întreținerea ușoară	Filtrează particulele fine și compușii organici volatili din aer
			Asigură fluxul de aer de intrare Asigură direcționarea fluxului de aer în cazul în care produsul nu funcționează optim
Subansamblul 2	Asigură o eficiență energetică superioară sistemelor HVAC	Permite integrarea facilă cu sistemele HVAC	Permite accesul facil către componentele importante
	Asigură o calitate a aerului superioară	Asigură un proces de instalare ușor	Captează dioxidul de carbon într-un mod eficient
		Permite întreținerea ușoară	Prezintă durabilitate și fiabilitate
			Permite racordarea la rețeaua de curent electric Asigură fluxul de aer de ieșire

5.7 Proiectarea constructivă a produsului

Subansamblul 1 → spațiu destinat filtrelor pentru diferenți contaminanți ca: PM 2.5 și compuși organici volatili (Figura 5.9)

- dimensiuni unitate: Lungime 0.5 m; Lățime 3 m; Înălțime 1 m;
- subansamblul este dotat cu o ușă centrală pe una dintre fețele verticale ale acestuia; dimensiuni ușă: 2.5 m x 0.75 m;
- se vor monta senzori de presiune după fiecare tip de filtru pentru a se stabili perioada de viață a filtrelor (o diferență de presiune dintre două zone indică faptul că unul dintre filtre a ajuns la saturație);
- prezența ușii și subansamblu în care sunt poziționatefiltrele facilitează procesul de întreținere;
- materialul din care va fi făcut exteriorul subansamblului căt și alte elemente ce nu țin de un anumit proces, vor fi realizate din material plastic pentru a avea o greutate mică și pentru a facilita procesul de instalare;
- Filtrele vor avea dimensiuni de Lungime 0.1 m; Lățime 2.9 m; Înălțime 0.9 m;
- Aria de contact cu tubulatura sistemului HVAC este un cerc de diametru standard 15 cm, sau poate fi dimensionat conform cerințelor;
- Aria de contact cu tubulatura sistemului HVAC va fi echipată cu o valvă de acces ce va determina cantitatea de aer ce va intra în subansamblu în m³ / s.;
- Filtrele vor fi amplasate pe un mecanism ce permite extragerea lor pentru curățare / înlocuire;

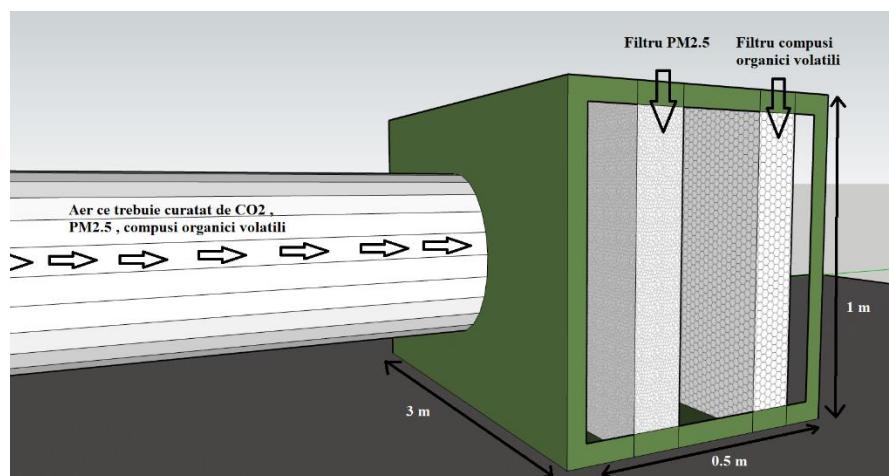


Figura 5.9 Subansamblul 1 format din: 1 filtru pentru particule fine și 1 filtru pentru compuși organici volatili

Subansamblul 2 → spațiu destinat procesului de captare a dioxidului de carbon (Figura 5.10)

- acest spațiu va putea fi dimensionat conform cerințelor proiectului
- dimensiuni unitate standard: Lungime 2 m; Lățime 3 m; Înălțime 1 m;
- materialul din care va fi făcut exteriorul subansamblului cât și alte elemente ce nu țin de un anumit proces, vor fi realizate din material plastic pentru a avea o greutate minimă și pentru a facilita procesul de instalare;
- legăturile electrice se vor face în partea de sus, pentru a facilita procesele de reparație și mențenanță
- accesul către componente se va face prin zonele evidențiate cu roșu în figura 5.5 dreapta;
- va fi la rândul lui compartimentat pe 8 module pentru a fi ușor de instalat și întreținut (Figura 5.5 stânga)
- fiecare modul va fi alcătuit din 8 celule cu dimensiuni de 100 x 100 x 5 cm (detaliere în subcapitolul 5.8)
- design-ul modular al subansamblului este destinat facilitării procesului de dimensionare conform cerințelor proiectului
- intrare în subansamblu este reprezentată de aerul cu concentrație ridicată de dioxid de carbon, din care trebuie înălțurat CO₂-ul
- ieșirile sunt reprezente fie de aerul filtrat, cu concentrație scăzută de CO₂ fie de aerul cu concentrație ridicată de CO₂ din timpul regenerării materialului ce trebuie evacuat în afara spațiului

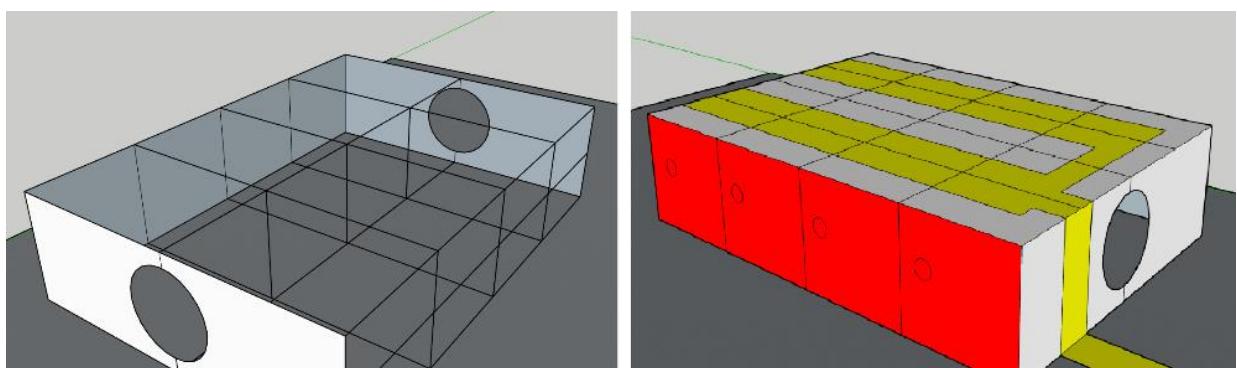


Figura 5.10 Designul modular pentru Subansamblul 2 (stânga), și traseul circuitelor electrice și zonele de acces către componente (dreapta)

Tabel 5.16 Analiza modurilor de defectare și a efectelor acestora

Nr. Crt.	Componentă	Defect	Efecte	Cauze	Acțiuni corective
1	Filtru pentru particule fine	Deteriorare	Filtrare ineficientă Perturbarea funcționării sistemului	Neglijență în instalare /înlocuire; Forțe fizice din exterior	Instruire personalului responsabil cu mențenanța / instalarea Transportarea componentelor în ambalaje cu rol de protecție
2	Filtru pentru compuși organici volatili	Deteriorare	Filtrare ineficientă Perturbarea funcționării sistemului	Neglijență în instalare /înlocuire; Forțe fizice din exterior;	Instruire personalului responsabil cu mențenanța / instalarea; Transportarea componentelor în ambalaje cu rol de protecție
3	Sistem captare dioxid de carbon	Defecți mecanice sau electrice	Captare ineficientă Perturbarea funcționării sistemului	Forțe fizice din exterior Funcționarea defectuoasă a sistemului electric Defecți de producție	Transportarea componentelor în ambalaje cu rol de protecție; Îmbunătățirea sistemului de izolare; Controlul calității

4	Valve	Defecte mecanice Defecte datorate uzurii continue	Introducerea unui debit de aer greșit în sistem Direcționarea greșită a fluxului de gaze Perturbarea funcționării sistemului	Forțe fizice din exterior Introducerea de corpuri străine în sistemul HVAC	Înlocuirea echipamentelor cu unele mai rezistente Înlocuirea echipamentelor cu unele mai durabile
5	Senzori de presiune	Defecte mecanice sau electrice	Indicarea incorectă a valorii presiunii; Perturbarea funcționării sistemului	Forțe fizice din exterior	Transportarea componentelor in ambalaje cu rol de protecție
6	Carcasă	Deteriorare Îndoire	Incapacitatea de a instala produsul Perturbarea funcționării sistemului	Forțe fizice din exterior Neglijența în procesul de transport	Transportarea componentelor in ambalaje cu rol de protecție Folosirea unor materiale mai rezistente / durabile
7	Uși acces	Dereglare, îndoire	Întreruperea accesului către componente	Forțe fizice din exterior Neglijența în folosire	Integrarea unui sistem de accesare pentru cazul în care ușile de acces nu funcționează optim

5.8 Proiectarea tehnologică a produsului

Tehnologia folosită pentru captarea dioxidului de carbon

Tehnologia folosită pentru captarea dioxidului de carbon din aerul din spațiile de birouri are la bază principii fundamentale din domeniul electrochimic. Procesul de funcționare este unul asemănător procesului ce are loc într-o baterie: sunt prezenți doi electrozi ce au rolul de a-și ceda unul altuia electroni prin intermediul unei substanțe lichide ce are proprietăți favorabile transportului de electroni, numită electroliză. În teoria electrochimiei acest proces este numit proces redox (reducere - primirea de electronilor și oxidare - cedarea de electroni).

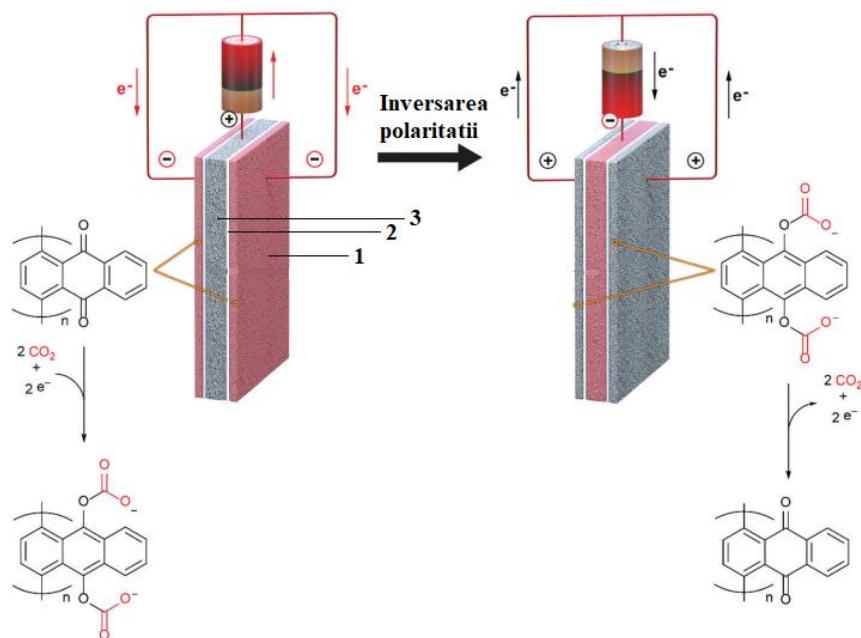


Figura 5.11 Celulă pentru captarea dioxidului de carbon; 1 - electrodul activ în captarea dioxidului de carbon; 2 - membrană ce conține lichidul de electroliză; 3 - electrodul de lucru, Hatton et al. 2019

În cazul tehnologiei alese, ansamblul tehnologic este format din 5 componente (Figura 5.11) :

- 2 x electrodul activ în captarea dioxidului de carbon (compozitul PAQ-MWCNT polyanthraquinone-multi wall carbon nanotubes)
- 2 x membrană ce conține lichidul de electroliză (lichid ionic)
- electrodul ce are rolul de a ceda electroni necesari pentru a activa procesul (diferite materiale sau componete cu proprietăți ce facilitează cedarea de electroni)

Celulele create din cele 5 elemente descrise mai sus vor avea dimensiunile:

- Lungime: 100 cm,
- Lățime 100 cm,
- Înălțime 5 cm

➔ aria totală expusă pentru captarea dioxidului de carbon de 2 m².

Între aceste celule se va afla pasaje cu rolul de a permite aerului să ajungă în contact cu materialul activ în captarea dioxidului de carbon. Aceste pasaje vor avea dimensiunile de 0.5 cm X 0.5 cm X 0.5 cm.

Un ansamblu format din 5 astfel de celule împreună cu pasajele ce permit trecerea aerului vor forma un modul, iar produsul ce se dorește a se dezvolta va avea 8 astfel de module. Celulele vor fi aranjate în cadrul modulelor conform figurii 5.11.

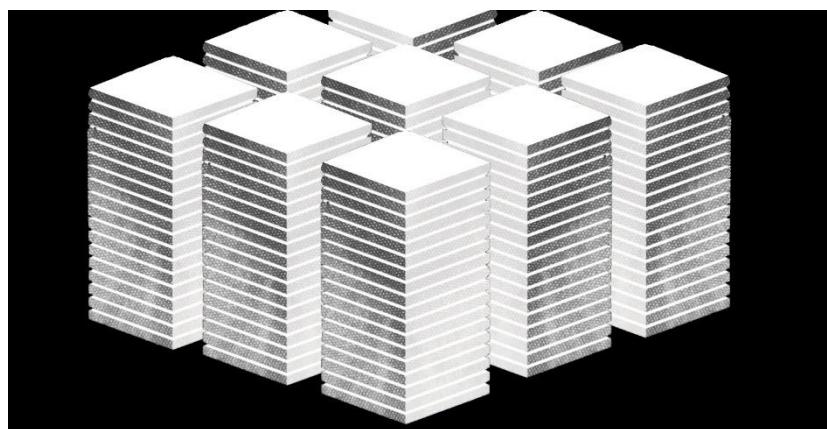


Figura 5.12 Modul de asamblare al celulelor în cadrul modulelor din Subansamblul 2

Pentru realizarea unui electrod activ în captare este necesară dezvoltarea de procese și procedee. Wang et al. descrie procesul de producție pentru electrodul activ în captarea dioxidului de carbon de arie totală 1 cm² conform operațiilor din tabelul 5.17.

Tabel 5.17 Operațiile necesare dezvoltării electrodului activ în captare, Wang et al, 2022

Nr. Crt.	Operație	Materii prime	Echipamente	Detalii
1	Dispersie	Anthraquinonă Nanotuburi de carbon Etanol Apă distilată		Se dispersează anthraquinona intr-un amestec 1:1 de etanol și apă distilată
2	Sonicare	Anthraquinonă Nanotuburi de carbon Etanol Apă distilată	Baie cu ultrasunete	Se ține dispersia obținută la punctul 1 în baia de ultrasunete timp de 15 minute
3	Agitare magnetică	Anthraquinonă Nanotuburi de carbon Etanol Apă distilată	Agitator magnetic	Timp de 24 ore
4	Centrifugare	Anthraquinonă Nanotuburi de carbon Etanol Apă distilată	Centrifugă	Timp de 10 minute la o viteză de 8000 rotații per minut; După centrifugare, se extrage surplusul de lichid;
5	Uscare	Anthraquinonă Nanotuburi de carbon; Etanol; Apă distilată;	Etuvă cu vid	Timp de 10 ore, amestecul obținut în urma centrifugării este uscat la 80 grade Celsius;

6	Dispersie	Compozitul obținut în urma uscării; N-methyl-pyrrolidone;		Compozitul obținut se dispersează în N-methyl-pyrrolidone pentru a fi depus pe un substrat;
7	Sonicare	Compozitul obținut în urma uscării; N-methyl-pyrrolidone;	Baie cu ultrasunete	Timp de 15 minute, dispersia obținută la punctul 6 se ține în baia cu ultrasunete
8	Picurare	Compozit obținut în urma sonicării Suprafață substrat conductiv (hartie conductive de carbon)	Pipetă de mare precizie	20 microlitrii din compozitul obținut se picură de 3 ori pe o suprafață de 1 cm ² după care se trece la pasul 9
9	Uscare	Substrat pe care s-a depus compozitul	Etuvă	Se usucă substratul pe care s-a depus compozitul timp de 15 minute la 120 grade Celsius. Se repetă pașii 8-9 de 3 ori;
10	Uscarea finală	Substrat pe care s-a depus compozitul	Etuvă	Uscare finală timp de 2 ore la o temperatură de 120 grade Celsius

5.9 Construirea și testarea modelelor de prototip

Construire și testare celule Subansamblu 2

Lucrarea de laborator a fost realizată pentru a realiza electrodul activ în captare. Electrodul realizat va avea un total de 1 cm² acoperit cu compozit iar cantitățile de materiale sunt preluate din lucrarea realizată de Wang et al.. Vor fi testate atât proprietățile compozitului dintre anthraquinona și nanotuburi de carbon cât și proprietățile electro-chimice ale electrodului pe care acest compozit a fost depus.

1. Dispersia anthraquinonei și a nanotuburilor de carbon într-o soluție de etanol și apă

Au fost dispersate 100 mg MWCNT și 45 mg AQ în 50 ml de soluție 1:1 etanol și apă (Figura 5.13).



Figura 5.13 Dispersia anthraquinonei și a nanotuburilor de carbon într-o soluție de etanol și apă

2. Sonicarea dispersiei obținute la punctul 1.

Dispersia creată la punctul 1 a fost supusă procesului de sonicare timp de 10 minute pentru prima omogenizare a amestecului. Echipamentul utilizat este baia cu ultrasunete (Figura 5.14).



Figura 5.14 Sonicarea dispersiei obținute la punctul 1.

3. Agitare magnetică

Amestecul rezultat după etapa 2 a fost supus procesului de agitare magnetic (Figura 5.15) timp de 24 ore. Echipamentul folosit este agitatorul magnetic. Această etapă are rolul de a facilita depunerea anthraquinonei pe pereții nanotuburilor de carbon, pentru a forma astfel un compozit omogen și stabil polianthraquinone-multi wall carbon nanotubes (PAQ-MWCNT).

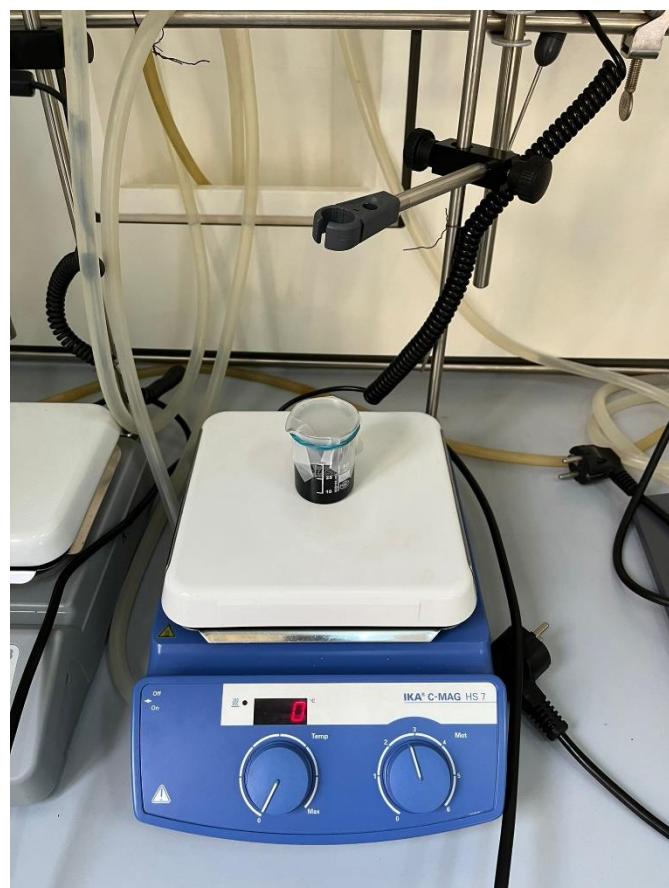


Figura 5.15 Agitare magnetică

4. Centrifugare

Amestecul realizat în urma etapei 3 a fost transferat într-un recipient special utilizat pentru centrifugare și a fost supus acestui proces. Echipamentul folosit este centrifuga electrică. Procesul adură 10 minute iar centrifuga a fost setată la viteza de 8000 rotații pe minut. Scopul acestei etape este de a separa astfel partea solidă de partea lichidă a amestecului, astfel încât în urma separării să se poată extrage partea lichidă. Centrifuga (1), amestecul după centrifugare (2) și rezultatul după extragerea lichidului (3) sunt ilustrate în figura 5.16.

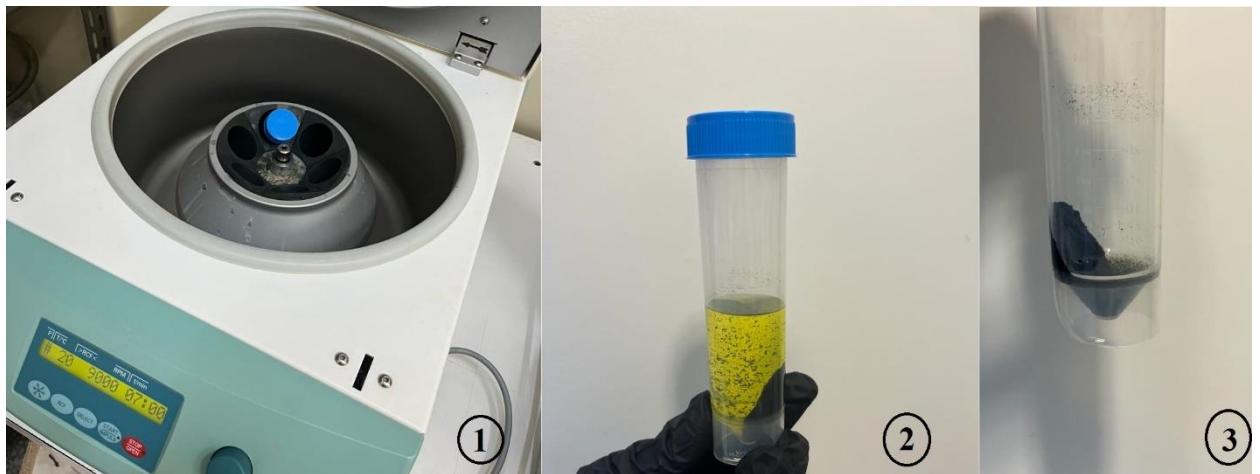


Figura 5.16 Procesul de centrifugare și rezultatul acestuia

5. Uscare

Partea solidă din amestec, extrasă în etapa anterioară, a fost supusă procesului de uscare timp de 10 ore. Echipamentul folosit este etuva cu vid. Acest echipament asigură atât condițiile de temperatură cât și pe cele de presiune, necesare uscării complete și uniforme a componzitului. Rezultatul acestei etape este o pulbere ilustrată în figura 5.17.

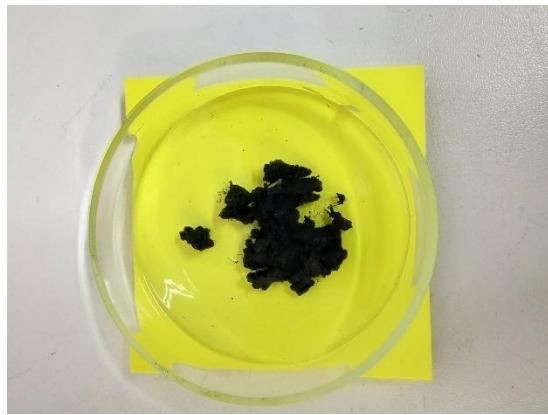


Figura 5.17 Rezultatul procesului de uscare

Etapă de testare – Analiza FTIR

Metoda FTIR (Fourier Transform Infrared Spectroscopy) este o tehnică analitică utilizată pentru identificarea și analiza compoziției chimice a unui eșantion pe baza interacțiunii sale cu radiația infraroșie. Această metodă se bazează pe principiul absorbției selective a radiației infraroșii de către moleculele din eșantion, ceea ce permite obținerea unui spectru infraroșu caracteristic.

În cazul de față, metoda de analiză FTIR a fost utilizată pentru a observa fenomenul de depunere a anthraquinonei pe pereții nanotuburilor de carbon. Spectrele obținute în urma analizei atât a anthraquinonei cât și a componenței PAQ-MWCNT sunt prezentate în figura 5.18. Picul caracteristic al legăturii C-H situată pe benzeneul este prezentă la numărul de undă de 3054,88 cm⁻¹, în timp ce vârful caracteristic al vibrației de vibrație de întindere a grupului C=O al anthraquinonei este prezentă la numărul de undă de 1666,14 cm⁻¹. ceea ce indică faptul că 1,4-AQ și nanotuburile de carbon cu pereți multipli sunt legate prin legături de tipul π-π și că 1,4-AQ este modificat cu succes pe suprafața MWCNT pentru a forma componențul PAQ-MWCNT.

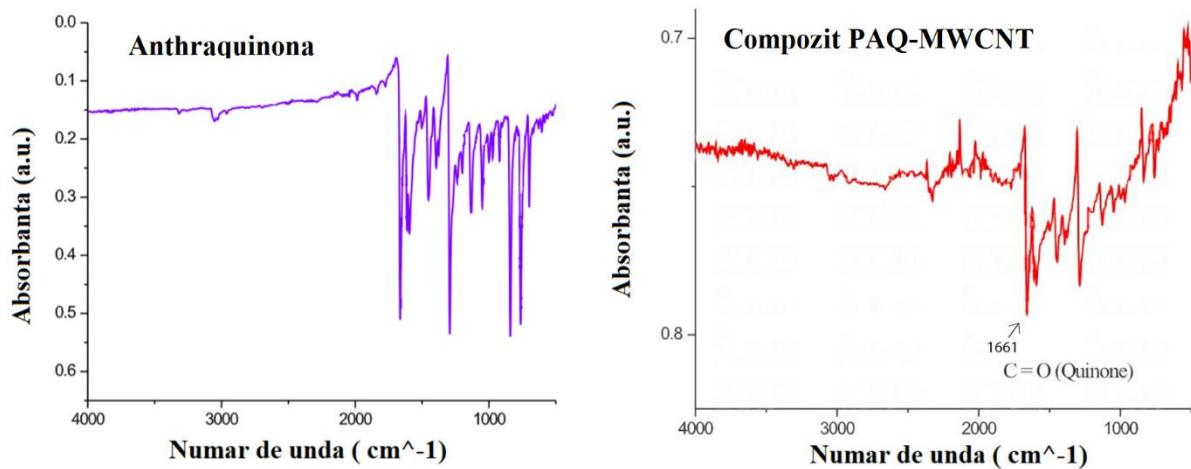


Figura 5.18 Rezultatul analizei FTIR

6. Dispersia compozitului în N-methyl-pyrrolidone;

În urma etapei de testare a compozitului, s-a observat că acesta a fost realizat corect și se poate trece la etapele din procesul de depunere a compozitului. 40 mg PAQ-MWCNT a fost dispersat în 10 ml N-methyl-pyrrolidone (Figura 5.18) pentru a crea un amestec omogen și lichid ce poate fi depus pe un material.



Figura 5.19 Dispersia compozitului în N-methyl-pyrrolidone

7. Sonicare

Dispersia obținută în urma etapei 6 va fi supusă procesului de sonicare timp de minute pentru a omogeniza amestecul (Figura 5.20).

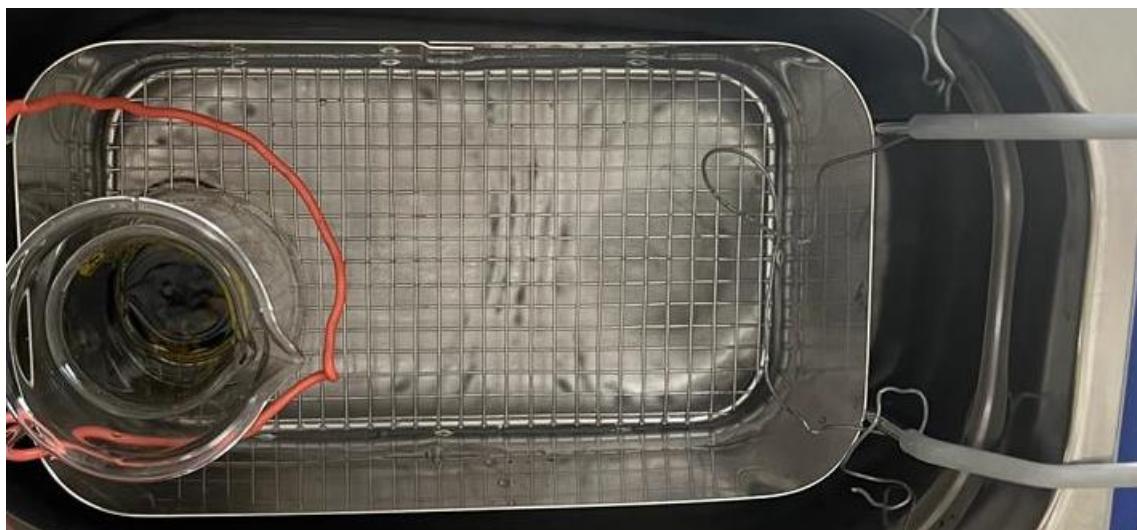
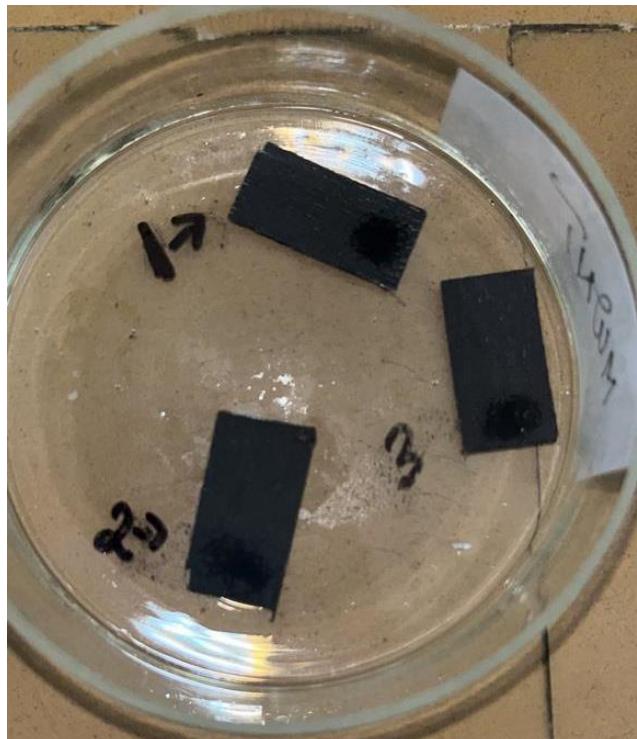
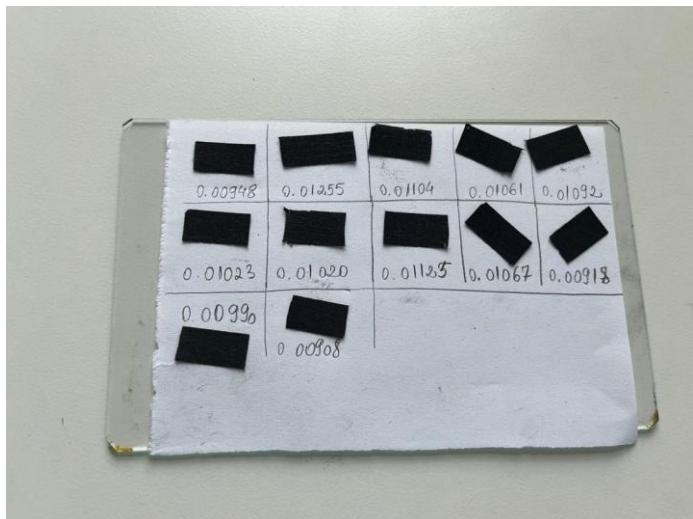


Figura 5.20 Sonicarea amestecului dintre composit și N-methyl-pyrrolidone

8 + 9 + 10. Depunerea compositului pe substrat

Etapele 8, 9 și 10 sunt etapele în care se va desfășura procesul de depunere a compositului pe un substrat de hartie de carbon de 2 cm² (1x2 cm) (Figura 5.21). Etapa 8 se vor măsura cu ajutorul unei pipete de mare precizie 60 microL de amestec și se vor picura pe 1 cm² din substrat. Etapa 9 presupune uscarea electrodului timp de 15 minute la temperatura de 120 grade Celsius. Etapele 8 și 9 repetă de 3 ori (pana se ajunge la o masă depusă de aproximativ 1.2 mg PAQ-MWCNT / 1 cm² substrat). Etapa 10 presupune uscarea finală pentru 2 ore la temperatura de 120 grade Celsius. Elecrozii obținuți după depunere sunt ilustrați în figura 5.22, iar echipamentul utilizat pentru uscare este etuva convențională. Au fost realizați 9 astfel de electrozi: pe 3 s-a depus PAQ-MWCNT, pe 3 s-a depus AQ, pe 3 s-a depus MWCNT. Totodată, au mai fost creați 3 electrozi reprezentați doar din substrat, fără composit depus, pentru etapa de testare a proprietăților electrice ale materialului.



(stanga) Figura 5.21 Substratul pregătit pentru depunerea de componit cu masa fiecărui

(dreapta) Figura 5.22 Varianta finală a electrozilor în urma depunerilor succesive ale componitului

Etapă de testare – Analiză de voltametrie ciclică

Prezenta lucrare propune folosirea 1,4-anthraquinonei folosind metode electrochimice de aplicare a potențialelor de reducere și de oxidare pentru captare și eliberare de CO₂. Configurația celulei electrochimice, și mai precis a electrodului de lucru este prezentată în Figura 5.23, alături de care se vor folosi alți doi electrozi (electrodul de referință și electrodul auxiliar).

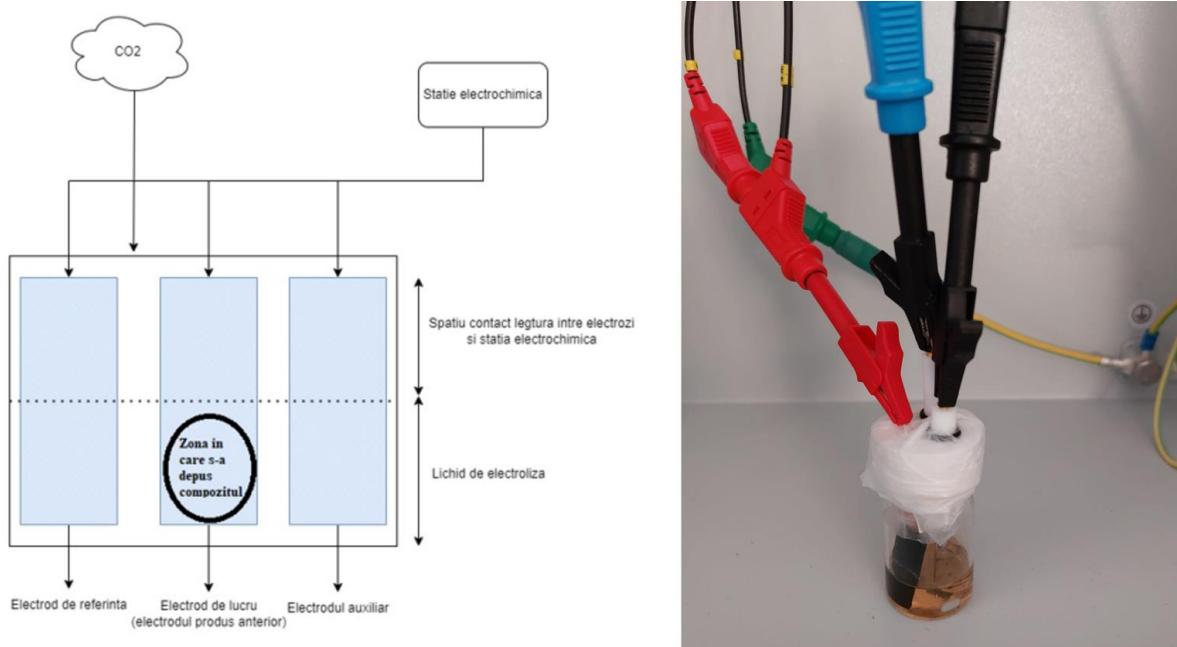


Figura 5.23 Sistemul în care s-a au făcut analizele electrochimice

Materiale și metode:

Electrochimia a fost efectuată cu un potențiosstat Autolab 128N (Metrohm), folosind software-ul Nova 2.1.6. Celula electrochimică este compusă din 3 electrozi: Electrod de lucru (WE), electrod auxiliar (CE) și electrod de referință (RE). Electrod de lucru a fost electrodul de hârtie de carbon modificat de 1,4-anthraquinonă/nanotuburi de carbon cu pereți multiplii (AQ/MWCNTs/celuloză, modificat doar cu nanoturburi de carbon cu pereți multiplii (MWCNTs/celuloză), modificat doar cu 1,4-anthraquinonă (AQ/celuloză) sau electrozi nemodificați (celuloză). Conexiunea pentru electrodul de lucru (WE) la hârtia de carbon (suprafața electrodului) a fost facută cu folie adezivă de cupru. Pe lângă acestea, au mai fost utilizate și:

- Electrodul de referință este Ag/AgCl în mediu apos de 3 M KCl (achiziționat de la CHI instruments)
- electrodul auxiliar este un fir de platină (achiziționat de la CHI instruments),
- flacon de sticlă de 2.5*4 mm, (achiziționat de la CHI instruments),
- capac de teflon (achiziționat de la CHI instruments).
- Electrolitul este lichidul ionic nediluat, 1-Butyl-3-methylimidazolium bis(trifluoromethylsulfonyl)imide ([bmim][NTf₂], achiziționat de la IoLiTec Gbh.).
- 1,4-anthraquinona (AQ) a fost achiziționată de la Antisel.

- Azotul și dioxidul de carbon a fost achiziționat de la SIAD (puritate N2 4.7 (99.996%) și CO₂ 4.8 (99.998%).



Figura 5.24 Lichidul de electroliză după realizarea testelor (stanga) și lichidul de electroliză înainte de utilizare (dreapta)

Voltramezia ciclică (CV) a fost efectuată inițial în domeniul de potențial de la -2.0 V la +1.0 V, cu o viteză de scanare de 20 mV/s, de un număr de cicluri de 10. Înainte de fiecare măsurătoare s-a purjat azot (N₂) sau dioxid de carbon (CO₂) timp de 30 min, sub agitare 250 RPM, cu o bară magnetică de 3 mm din teflon, pe o plătică de agitare magnetică. Volumul de lucru a fost 4 mL de electrolit, însă refolosirea acestuia a fost posibilă doar pentru același electrod, barbotând azot și apoi dioxid de carbon, deoarece s-a observat desprindere materialului de pe electrod, cât și a dizolvării parțiale a celulozei după un număr de 5 ore de la umectare și barbotare cu gaz (Figura 5.24).

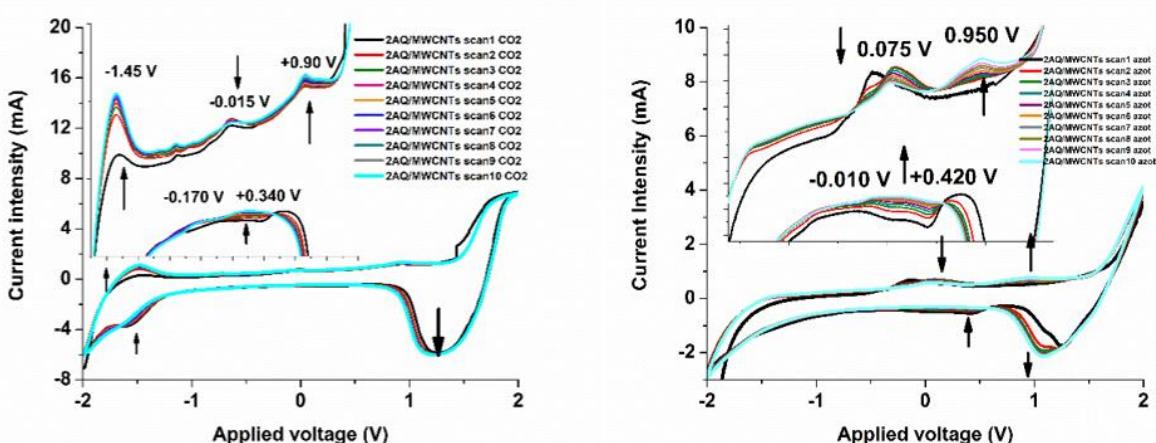


Figura 5.25 Voltamograma ciclică a electrodului sub CO₂ (stanga) și voltamograma ciclică a electrodului sub azot (dreapta)

Picurile de interes se pot observa sub valoare de +0.95 V, unde pentru AQ/MWCNTs/celuloză se disting mai multe picuri, după cum urmează (Figura 5.25): -1.45 V (oxidare), -0.0150 V (oxidare), -0.170 (reducere) +0.340 (reducere). Cum picurile de reducere semnifică captarea CO₂ în prezență de CO₂ purjat în soluția de lichid ionic, picul de la -0.170 V semnifică formarea aductului [AQ-2CO₂]²⁻, pic care crește și se saturează după un număr de 10 cicluri (Figura 5.25), deoarece captarea de dioxid de carbon este limitată de cantitate de chinonă disponibilă. În absență de dioxid de carbon (când azotul este purjat în soluție acest pic, de reducere de anthraquinonă, fără formare de aduct), picul de reducere se identifică la potențialul -0.10 V (deoarece reducerea are nevoie de mai puțină energie decât formarea aductului cu anthraquinona redusă).

Tabel 5.18 Valorile potențialului și curentului în momentele în care se face transfer de electroni, Ciclul 1 și Ciclul 10

		Epa ₁	Epc ₁	Epa ₁	Epa ₂	Epa ₃
Ciclul 1	Potențial	-0.170 V	+0.340 V	-0.700 V	-0.015 V	+0.910 V
	Curent	-	82 μA	53 μA	154 μA	125 μA
Ciclul 10	Potențial	-0.170 V	+0.340 V	-0.700 V	-0.015 V	+0.920 V
	Curent	23 μA	-	15 μA	96 μA	252 μA

În literatură (Wang et al.), în cazul în care sunt folosiți electrozi bazați pe un compozit format din poli-anthraquinona/nanotuburi de carbon cu pereti multiplii (poly(anthraquinone)/multi-walled carbon nanotube, PAQ/CNTs) pentru capturarea dioxidului de carbon, sunt identificate următoarele picuri redox (Tabel 5.18): Epa₁= 0.065 mV (1.392 mA) și Epc₁= - 0.190 mV (1.450 mA). Acestea sunt deplasate spre stânga în cazul experimentelor în care s-a barbotat azot (Epa₁= -0.251 V și Epc₁=-0.415 V). Fereastra de potențial pentru voltametria ciclică de identificare a picurilor de reducere și de oxidare a fost de la -0.55 V până la +0.55 V (Tabel 5.18). Rezultate acestei testări sunt în coordondanță cu literatura prezentată.

Concluzii în urma etapei de testare:

Electrozii pregătiți, având la bază un compozit bazat pe pereti multiplii de nanotuburi de carbon (MWCNTs) și 1,4-anthraquinona (AQ), depus pe o suprafață de celuloză modificată cu materiale de carbon (pentru a îi reda conductivitatea și puterea de adsorbție a compozitului, datorită interacțiunilor π-π), au fost studiați ca potențiali electrozi pentru captarea de dioxid de carbon. Metodele electrochimice folosite s-au bazat pe folosirea unui lichid ionic, cunoscut

pentru caracteristicile lui favorabile procesului. Acești electrozi au fost comparați cu electrozi bazați doar pe MWCNTs/celuloză sau cu celuloza (substratul).

Prin studierea sistemului redox cu ajutorul voltametriei ciclice, s-a observat că electrozii AQ/MWCNTs/Celuloză captează dioxidul de carbon la un potențial de reducere de -0.170 V și eliberează dioxid de carbon (dar în cantități mai mici), la un potențial de oxidare de -0.015 V. Aceste rezultate s-au obținut în comparație cu cazul în care s-a barbotat azot, și picurile de captare de dioxid de carbon nu au fost prezente, din cauza absenței acestuia.

Deși rezultatele sunt promițătoare, câteva aspecte trebuie îmbunătățite:

1. Stabilitatea electrodului trebuie îmbunătățită, deoarece după câteva ore de umectare în electrolit filmul depus pe hârtie s-a desprins (probabil împreună cu straturi de celuloză/carbon din celuloză). Schimbarea stratului de celuloză cu ceva mai stabil, poate fi o soluție.
2. Trebuie studiată reproductibilitatea acestor rezultate precum și o aprofundare a comparației dintre electrozii AQ/MWCNTs/Celuloză și ceilalți electrozi, urmată de îngustarea ferestrei de potențial, ce poate duce la apariție unor noi picuri sau la intensificarea altora, în funcție de noile condiții aplicate.
3. Trebuie folosite mai departe metode care permit cuantificarea dioxidului de carbon precum cronoamperometria la potențialul de reducere -0.170 V pentru captare și -0.015 V pentru eliberarea de dioxid de carbon sau utilizarea unui spectroscop de masă. Calibrarea acestor metode pot permite cuantificare dioxidului de carbon captat/eliberat, pentru a merge mai departe cu dezvoltarea prototipului.

Concluzii și contribuții

Lucrarea trece prin pașii esențiali dezvoltării unui produs de succes. Aceștia sunt: definirea procesului de dezvoltare a unui produs nou, analiza pieței de soluții pentru produsul dorit, identificarea oportunității de dezvoltare a produsului, identificarea soluțiilor tehnologice pentru dezvoltarea prototipului și în final dezvoltarea prototipului.

Produsul ce este descris în această lucrare este un purificator cu sistem avansat de filtrare a aerului, ce are în componenta lui filtre pentru particulele fine, filtre pentru compuși organici volatili și un subansamblu destinat procesului de captare a dioxidului de carbon.

Procesul de dezvoltare pentru un astfel de produs este unul complex însă cu toate acestea, urmând un set de pași bine stabiliți, se poate ajunge la obținerea unui produs de succes. În primul capitol, contribuțiile personale sunt legate de structurarea informațiilor găsite în literatura de specialitate pentru a oferi contextul necesar dezvoltării de produse noi.

Clienții unui produs ca purificatorul cu sistem avansat de filtrare a aerului din sistemele HVAC pot fi proprietarii clădirilor comerciale, instituțiile educaționale, proprietarii clădirilor rezidențiale, proprietarii clădirilor în care se desfășoară activități de cultură sau unde există aglomerări de persoane. Nevoile satisfăcute pentru proprietarii și utilizatorii spațiilor respective pot fi reducerea probabilității de apariție a unor afecțiuni medicale asociate cu expunerea îndelungată la un aer cu nivel ridicat de CO₂, îmbunătățirea funcțiilor cognitive, creșterea eficienței energetice aferente sistemului HVAC, crearea unui avantaj competitiv în vederea atragerii angajaților/chiriași și utilizarea CO₂-ului captat ca materie primă în diferite procese. Toate aceste aspecte au fost identificate în cadrul celui de-al doilea capitol iar contribuțiile personale se rezumă în acest caz la identificarea acestor aspecte prin studierea literaturii de specialitate și conturarea lor prin diferite date statistice și științifice.

În al treilea capitol a fost descris procesul de identificare a oportunității prin efectuarea cercetării secundare a pieței și prin analiza cadrului legislativ favorabil dezvoltării produsului. În urma cercetărilor, s-a stabilit că piața creditelor de carbon are un puternic impact asupra succesului produsului nou, iar principalele probleme cu care se confruntă potențialii clienți sunt legate de calitatea aerului la locul de muncă, eficiența energetică a sistemului HVAC (Heat – Ventilation – Air Conditioning) și amprenta de carbon a clădirilor / organizațiilor.

În capitolul patru se descriu în primă fază tipurile de procese prin care se poate face captarea dioxidului de carbon, iar mai apoi este efectuată o comparație între diferite materiale folosite în procesul de adsorbție. Analiza a fost făcută pe baza unor criterii considerate factori critici de succes pentru realizarea unui produs eficient și robust. Analiza arată că folosirea quinonelor în procesul de captare a dioxidului de carbon ar putea prezenta diferite avantaje, principalul fiind modul în care se realizează captarea și regenerarea materialului (folosind schimbarea polarității și nu schimbări de temperatură sau presiune).

Capitolul cinci este structurat pe nouă subcapitole aferente etapelor parcuse pentru dezvoltarea prototipului. Pentru a stabili cerințele utilizatorilor și clienților s-a efectuat în primă fază o cercetare primară cantitativă prin analiza raportului anual emis de Honeywell privind perspectiva posibililor utilizatori asupra calității aerului la locul de muncă. A fost efectuată și o cercetare primară calitativă prin interviewarea unei persoane ce se ocupă cu dimensionarea și proiectarea sistemelor HVAC, pentru a contura o imagine mai clară a nevoilor specifice ale clienților. Contribuțiile personale în această parte sunt crearea instrumentului și întreprinderea interviului.

Au fost determinate specificațiile tehnice necesare îndeplinirii cerințelor clienților și au fost definite două concepte de produs. Proiectarea competitivă, funcțională, constructivă și tehnologică a produsului au fost realizate în urma stabilirii capabilităților de realizare, având în vedere gradul de complexitate al produsului. Contribuțiile personale la acest nivel au fost asocierea tehnologiei de captare de dioxid de carbon cu ajutorului quinonelor cu aplicații pentru acest tip de produs și integrarea acestei tehnologii în cadrul unui produs ce are funcții și design asemănător competitorilor, însă are performanță superioară.

Contribuțiile majore au fost în cadrul subcapitolului destinat construirii și testării modelelor de prototip, unde s-a urmărit construirea unei celule ce va fi folosită pentru captarea dioxidului de carbon în cadrul produsului ce se dorește să fie dezvoltat. Etapele de construcție și testare au fost realizate cu ajutorul mai multor persoane din cadrul institutului ICECHIM ce au pus la dispoziție atât timpul și spațiul necesar ca și diferite materii prime, unele și echipamente.

Prototiparea joacă un rol crucial în procesul de dezvoltare a produselor noi. Ea reprezintă o etapă esențială în care se creează versiuni preliminare ale produsului pentru a evalua și îmbunătăți conceptul, designul și funcționalitatea acestuia înainte de a fi lansat pe piață. Unul dintre motivele-cheie pentru care prototiparea este atât de importantă este validarea și viabilitatea conceptului. Prin crearea unui prototip funcțional sau prin simularea acestuia, dezvoltatorii pot

testa fezabilitatea ideii și pot identifica potențialele probleme sau dificultăți ce pot apărea în timpul implementării. Acest proces permite evitarea unor erori costisitoare și ajută la luarea deciziilor corecte înainte de a investi resurse semnificative în dezvoltarea completă a produsului.

Un alt aspect important al prototipării este comunicarea și feedback-ul. Prototipurile tangibile pot fi prezentate clienților, utilizatorilor finali, investitorilor sau colegilor de echipă pentru a obține feedback valoros și sugestii de îmbunătățire. Această interacțiune permite ajustarea și optimizarea produsului pentru a răspunde mai bine nevoilor și așteptărilor utilizatorilor. Prototiparea contribuie, de asemenea, la reducerea riscului și a costurilor. Prin identificarea și soluționarea problemelor în stadii incipiente, se minimizează riscul de a dezvolta un produs care nu îndeplinește cerințele sau așteptările clientilor. Astfel, se evită pierderea de resurse financiare și de timp asociate cu modificările ulterioare.

În concluzie, lucrarea reprezintă o analiză completă a activităților necesare a dezvoltării unui purificator cu sistem avansat de filtrare a aerului, cu accent pe tehnologia utilizată pentru captarea dioxidului de carbon din aerul care trece prin sistemul de ventilatie al spațiilor interioare. Această tehnologie inovatoare oferă o soluție eficientă și ecologică pentru îmbunătățirea calității aerului în interiorul acestor spații închise și pentru eficientizarea energetică a întregului sistem HVAC.

Anexe

Anexa 1 – Cercetare primară cantitativă

Honeywell 2022 - Healthy Buildings Survey: “WORKPLACE AIR QUALITY: A GLOBAL CONCERN EMERGES”

Definirea problemei majore → Nivelul scăzut al calității aerului la locul de muncă;

Obiectiv principal → Determinarea problemelor legate de calitatea aerului la locul de muncă;

Obiective secundare →

OS1. Gradul de informare despre noțiunile legate calitatea aerului interior;

OS2. Identificarea unor probleme majore legate de calitatea aerului care trebuie rezolvate;

OS3. Beneficiile rezolvării problemelor legate de calitatea aerului;

OS4. Determinarea atitudinii respondenților față de prioritizarea îmbunătățirii mediului de la locul de muncă în detrimentul anumitor avantaje oferite de angajator;

OS5. Determinarea opiniei respondenților asupra responsabilității angajatorilor privind calitatea aerului la locul de muncă;

Metoda folosită → anchetă

Tehnica folosită → sondaj

Alegerea modului de aplicare → sondaj trimis prin e-mail cu link către chestionar

Descrierea instrumentului de colectare a datelor → chestionar semi-structurat

Determinarea și descrierea eșantionului → 3.000 de birouri din clădiri cu cel puțin 500 de angajați din șase regiuni: ASEAN, Germania, Germania, India, Oriental Mijlociu, Regatul Unit și Statele Unite;

Stabilirea perioadei de realizare → Sondajul a fost realizat între 17 decembrie 2021 și 11 ianuarie, 2022;

Listă întrebări:

1. Sunteți de acord cu faptul că aerul pe care îl respirați are un efect asupra stării dumneavoastră de sănătate?
2. Sunteți îngrijorat de calitatea aerului în spațiul unde vă desfășurați activitatea zi de zi?
3. Cat de îngrijorat sunteți?
4. Care considerați ca sunt beneficiile unei calități a aerului mai ridicată?
5. A crescut nivelul de îngrijorare legat de calitatea aerului la locul de muncă de la începerea pandemiei pana acum?
6. Considerați că aerul dintr-un spațiu interior este mai puțin sănătos decât aerul din exteriorul clădirii?
7. Cine considerați că sunt persoanele responsabile cu asigurarea unei calități a aerului ridicate la locul de muncă?
8. Considerați părăsirea locului de muncă actual în cazul în care persoanele responsabile nu vor crea un mediu de muncă mai sănătos?
9. Este important pentru dumneavoastră să vă desfășurați activitatea într-un mediu cu calitate a aerului ridicată?
10. Care sunt factorii care alcătuiesc calitatea aerului?
11. Este important pentru dumneavoastră să fiți informați privind calitatea aerului la locul de muncă? Cat de important?
12. Care este nivelul dumneavoastră de cunoștințe legate de calitatea aerului în spațiul unde vă desfășurați activitatea zi de zi?
13. Este monitorizată calitatea aerului la locul dumneavoastră de muncă? Cat de des?
14. Care este programul dumneavoastră de muncă?
15. Care este funcția pe care o ocupați în momentul actual?

Anexa 2 – Cercetare primară calitativă

Obiectivul principal → Evaluarea nevoilor și preferințelor clientilor în ceea ce privește sistemele HVAC și identificarea aspectelor cheie care influențează procesul de selecție și utilizare a acestor sisteme.

Metoda folosită → anchetă

Tehnica folosită → interviu

Modul de aplicare → interviu față în față, pe baza unui chestionar (Chestionarul se poate găsi în Anexa 1)

Descrierea instrumentului de colectare a datelor → chestionar semi-structurat de 31 de întrebări, oferind persoanei libertatea de a răspunde în mod liber și detaliat;

Determinarea și descrierea eșantionului → Persoana interviewată face parte din conducerea unei firme ce se ocupă cu dimensionarea și proiectarea sistemelor HVAC. Persoana interviewată a demonstrat competență și experiență în domeniu, aducând astfel o înțelegere profundă și o perspectivă valoroasă asupra subiectelor discutate.

Stabilirea perioadei de realizare a cercetării → 6 martie 2023

Întrebări:

1. Care este principalul tip de client al afacerii dumneavoastră?
2. Care sunt principalele cerinte pe care le are acest tip de client privind sistemul de ventilație?
3. În general, ce funcție ocupă persoanele care decid tipul sistemului de ventilație ce urmează să fie instalat?
4. Care este principalul tip de sistem de ventilație dorit de clienti? (model, producator etc)
5. Care sunt motivele pentru care clientii aleg acest tip de sistem?
6. Care sunt elementele sistemului de ventilație care sunt percepute ca și consumatoare de energie? Considerați și consumul energetic aferent incalzirii și racirii aerului? Care este elementul care are cel mai mare consum energetic?
7. Care sunt principalele probleme de care se lovesc clientii în utilizarea acestui tip de sistem? Cât de des se întâlnesc cu ele?

8. Cat de des necesita mentenanța acestui tip de sistem? Care sunt principalele componente ce necesita mentenanța / înlocuire din acest sistem?
9. Cum determinați ca sistemul de ventilație să funcționeze optim pe parcursul unei zile? (sistem software?)
10. Care sunt producătorii de sisteme de ventilație care considerați că produc cele mai bune sisteme?
11. Sunt instalate sisteme de monitorizare a calității aerului în interiorul spațiului ventilat?
12. Care sunt standardele după care va ghidați când proiectați un sistem de ventilație?
13. Care sunt criteriile pentru a determina dacă calitatea aerului are un nivel ridicat?
14. Care este limita superioară de CO₂ pe care o folosiți în dimensionarea sistemelor?
15. Care sunt etapele pe care le parcurgeți pentru dimensionarea sistemului de ventilație?
16. Care sunt principalele probleme care apar în dimensionarea / proiectarea sistemului de ventilație?
17. Cum determinați numărul de schimburi de aer realizat de sistemul de ventilație?
18. Cum determinați aportul de aer proaspăt necesar?
19. Ce rol joacă temperaturile exterioare și umiditatea în proiectarea și funcționarea sistemelor de ventilație?
20. Iată cum clientii prezintă problema consumului energetic aferent sistemelor de ventilație?
21. Pe o scara de la 1 la 5 cat de important este ca sistemul de ventilație să aibă un consum energetic cat mai mic?
22. Pe o scara de la 1 la 5 cat de important este prețul sistemului de ventilație pentru clienti?
23. Sunt dispuși clientii să achiziționeze un sistem mai scump dacă acesta este mai eficient din punct de vedere energetic?
24. În procesul de alegere a sistemului de ventilație, sunt clientii interesati să afle despre noiile inovații din domeniu?
25. Sunteți familiarizați cu sistemele de captare a dioxidului de carbon din aer?
26. Sunteți familiarizați cu sistemele de filtrare a particulelor mai mici de 2.5 nanometri din aer?
27. Sunteți familiarizați cu sistemele de filtrare a compușilor organici volatili din aer? (microbi, virusi etc.)
28. Considerați că un sistem de ventilație ce are integrat aceste subsisteme duce la creșterea calității aerului din spațiile de birouri?
29. Ce beneficii considerați că poate aduce implementarea unui sistem ce are aceste subsisteme integrate și astfel poate recircula aerul ce a fost filtrat?

30. Considerati acest concept de produs ca fiind nou si util?
31. Cunoasteti produse care au aceste tipuri de sisteme integrate?

Bibliografie

- Alessandro Buffoni, Alice de Angelis, Volker Grüntges, Alex Krieg, McKinsey: How to make sure your next product or service launch drives growth Oct. 2017
- Alexe Cătălin, curs „Inovare tehnologică”
- ASHRAE 62.1-2019 standard
- Cameron Hepburn, Ella Adlen, John Beddington, Emily A. Carter, Sabine Fuss, Niall Mac Dowell, Jan C. Minx, Pete Smith & Charlotte K. Williams, The technological and economic prospects for CO₂ utilization and removal, 2019
- Chengchao Lv, Changhua Shao, Chien-Chiang Lee, Green technology innovation and financial development: Do environmental regulation and innovation output matter?, 2021
- Mahesh Chandra, James Neelankavil, Product development and innovation for developing countries: Potential and challenges, 2008
- Cooper, R. G., Edgett, S.J. and Kleinschmidt, E. J. (2004): Benchmarking Best NPD Practices, Research-Technology Management
- Militaru Gheorghe, curs „Antreprenoriat tehnologic”
- Giorgia Cianfrone, Concept testing: the role of concept formulation for new product success
- Goetzler, W., Shandross, R., Young, J., Petritchko, O., Ringo, D., and McClive, S., 2017, Energy Savings Potential and RD&D Opportunities for Commercial Building HVAC Systems. Burlington: Navigant Consulting, Inc.
- IPCC raport 2022
- Jacobson Tyler , Jasdeep S. Kler, Michael T. Hernke, Rudolf K. Braun, Keith C. Meyer and William E. Funk, Direct human health risks of increased atmospheric carbon dioxide, 2019, Nature sustainability;
- Joseph G. Allen, Ari Bernstein, Xiadong Cao et al. The 9 Foundations of a Healthy Building, 2019
- Karl T. Ulrich, Steven D. Eppinger, Maria C. Yang, Product Design and Development Ediția VII
- Kenneth B. Kahn, Understanding innovation , 2018
- Marco Cantamessa, Francesca Montagna, Management of Innovation and Product Development, 2016

- Mihaela Chengchao Technological Innovation: Concept, Process, Typology and Implications in the Economy 2011
- Muhammad Iqbal, Amalia Suzianti, New Product Development Process Design for Small and Medium Enterprises: A Systematic Literature Review from the Perspective of Open Innovation, 2021
- Robert G. Cooper, The drivers of success in new-product development, 2019
- Sara Budinis, “Direct Air Capture” – Techlology deep dive, 2022
- Samantha McCulloch, Carbon capture in 2021: Off and running or another false start?, 2021,
- Sahag Voskian și T. Alan Hatton ,Faradaic electro-swing reactive adsorption for CO₂ capture, Iulie 2019, Royal Society of Chemistry
- Tim Smolnik and Thorsten Bergmann, Structuring and managing the new product development process – review on the evolution of the Stage-Gate process, 2020
- Zhongcheng Wang , Jingsong Feng, Xiaoyu Liu and Hao Guo, Preparation Methods and Performance Analysis of Polyanthra-Quinone/Carbon Nanotube Composites for Capturing Carbon Dioxide, 2022, Atmosphere