

Anexa 2 – Formulare/ B

Programul Cercetare de Excelenta			CEEX/ Formular B	
Modul I	proiecte de cercetare-dezvoltare complexe	Tipul proiectului	P-CD	
Acronimul Propunerii	HIGH_EFF	Numărul Propunerii		

Arii tematice S/T*) (3 arii tematice)	Cod 1	5	Denumire 1	Energie
	Cod 2	5.8	Denumire 2	Eficiența energetică și economia de energie
	Cod 3	5.9	Denumire 3	Cunoaștere pentru procesul de elaborare a politicilor energetice
Platforma tehnologică **)	Cod	PT.13	Denumire	Motor Challenge Program (http://energyefficiency.jrc.cec.eu.int/motorchallenge/)

*) conform codificării din Anexa 1 – Activități/ Arii tematice S/T

**) platforma tehnologică în curs de constituire în cadrul programului “Motor Challenge Program” al Comisiei Europene lansat în Febr. 2003

B - DESCRIEREA PROPUNERII DE PROIECT

1. TITLUL COMPLET AL PROPUNERII

1. Titlul complet al propunerii și acronimul:

Cresterea eficienței energetice în procesele de conversie electromecanică a energiei prin motoare de curent alternativ (HIGH_EFF)

1.1 Aria tematică S/T proxima cf Anexa 1: 5.8 *Eficiența energetică și economia de energie*

1.2 Rezumatul propunerii

Cea mai veche “sursă” de energie este *economia de energie*. Motoarele de c.a. sunt un consumator reprezentativ de energie electrică: circa 65% din totalul energiei electrice consumate se converteste în energie mecanică în toate domeniile industriale prin ventilatoare, pompe, compresoare, mașini unelte, echipamente de ridicat, etc. Multă vreme a existat și a fost încurajată tendința de reducere a consumurilor de materiale active (otel electrotehnic, cupru, aluminiu) în vederea realizării de produse cu preț de cost redus, în detrimentul parametrilor de eficiența energetică, randament și factor de putere. *Cresterea randamentului acestor motoare, respectiv reducerea pierderilor disipate sub forma de căldură, reprezintă o necesitate stringentă pe plan național și european* cu efecte importante nu doar în reducerea cheltuielilor de exploatare la beneficiar dar mai ales asupra reducerii consumurilor de combustibil convențional primar (de regulă hidrocarburi) cit și asupra reducerii emisiilor de noxe asociate procesului primar de producere a energiei electrice.

Se demonstrează în propunere că încadrarea unui lot convențional selectat de 200.000 motoare (de putere mică, sub 7,5 kW) în clasa de eficiență eff-1 (definită) față de clasa standard, utilizată frecvent în prezent, poate conduce la oprirea din funcționare a unei centrale pe combustibil convențional de circa 25 MW funcționând 7500 ore/an, reprezentând surplusul de pierderi care nu se mai produc, cu toate consecințele subiacente legate de protecția mediului, emisiile de noxe și alte efecte secundare.

Cresterea randamentului motoarelor se poate face în general prin micșorarea solicitărilor de natură electromagnetice, inducții în fier și densități de curent. În cazul *motoarelor asincrone* pentru *aplicații generale*, performanțele de pornire fiind normalizate, respectarea corelațiilor dimensionale și a seriilor de puteri conduce la creșteri dimensionale substanțiale cu efecte asupra costurilor. Pe plan internațional există cercetări și tendințe de înlocuire în unele aplicații industriale a motoarelor asincrone cu *motoare sincrone trifazate cu magneti permanenți și capacitate de autopornire* prin cuplare directă la rețea, deși acestea nu sunt încă efectiv introduse în planurile de fabricație. Aceste motoare au avantajul că pot realiza eficiențe energetice mari în volume, respectiv mase, mai mici cu aproximativ aceleași costuri (eventual ușor majorate) cu cele ale motoarelor asincrone. Ele își găsesc utilizarea în *aplicații centrifugale* (ventilatoare și unele pompe) la care cuplul necesar de pornire este relativ mic și este exclusă apariția unor suprasarcini accidentale. Cercetarea acestui tip de motoare în scopul introducerii în acționări industriale și înlocuirea efectivă a unor motoare asincrone se regăsește în planul de lucru al unor proiecte importante din Europa și este o componentă importantă a temei de față.

Proiectul urmează să definească soluțiile tehnice de obținere a claselor de eficiență eff-1 (conform reglementărilor europene ale CEMEP) pentru două categorii de motoare, *motoare asincrone* cu rotor în scurtcircuit și *motoare sincrone cu magneti permanenți și autopornire*. Pe baza unor cercetări pe modele experimentale, pentru fiecare din cele două tipuri de motor tema se finalizează cu proiecte tehnice dezvoltate care stabilesc concepția constructivă și principalele elemente definitorii pentru seriile normalizate astfel încât, prin diseminare la scară fabricanților de motoare din țară, aceștia să poată trece la introducerea în fabricație.

2. SITUATIA PE PLAN NATIONAL SI INTERNATIONAL LA NIVELUL DOMENIULUI SI A TEMATICII PROPUSE:

Marea majoritate a actionarilor industriale de uz general sunt rezolvate in prezent prin utilizarea *motoarelor asincrone cu rotor in scurtcircuit*. Fabricate in proportie de masa in capacitati special amenajate, la un nivel de calitate standard, intr-o corelare putere-turatie-gabarit bine stabilita, aceste motoare sunt ieftine, robuste, sigure in exploatare. O serie de aplicatii ca actionarea ventilatoarelor, pompelor sau compresoarelor sunt prevazute in prezent cu alimentare de la convertizoare statice de frecventa in scopul economisirii energiei prin adecvarea turatiei de actionare la parametrii tehnologici ai procesului actionat. Economicitatea globala a solutiei cu inverter de frecventa este insa de analizat de la caz la caz dat fiind pretul inca mare al sistemului complet de actionare si comanda.

Motoarele sincrone cu magneti permanenti au fost utilizate pina in prezent doar in aplicatii strict determinate dintre care se pot mentiona actionarea principala sau a avansului la masini unelte, procese speciale din industria chimica (fire si fibre sintetice), etc. Se stie ca avantajele motoarelor sincrone cu magneti permanenti, legate de factorul de putere ridicat la functionarea in sarcina si randamentul superior datorita lipsei pierderilor din inductor, sunt estompate de dificultatile legate de pornire. Daca motoarele asincrone au asigurate de regula conditii de pornire naturala prin simpla conectare la retea, motoarele sincrone, chiar echipate cu colivie de pornire, reusesc cu dificultate sa asigure porniri in sarcina. Cuplul de reluctanta, suprapus peste cuplul asincron de pornire, este extrem de suparator, impiedicind pornirea sigura in exploatare. Desigur ca pornirea in cazul motoarelor sincrone cu magneti permanenti cu alimentare de la inverter comandat prin encoder incorporat este de avut in vedere dar solutia este economic costisitoare si este de aplicat doar in sisteme de inalta performanta din punct de vedere al dinamicii, respectiv al preciziei statice de pozitionare a sarcinii.

Motoarele sincrone de putere mica si medie se folosesc in general numai in aplicatii speciale, sub denumirea comerciala de motoare fara perii autopilotate, alimentate de la invertoare specializate comandate de traductorul de pozitie amplasat pe rotor. Inlocuirea motorului asincron de uz general de putere mica (de ordinul de marime al puterii de pina la citiva kW) cu motoare sincrone cu magneti permanenti ar putea aduce economii considerabile de energie in exploatare prin reducerea pierderilor, datorita numarului mare de asemenea motoare aflate in exploatare (se stie ca motoarele asincrone cu puteri pina la 11 kW consuma peste 65% din totalul puterii consumate de motoarele asincrone).

In tara au existat preocupari de dezvoltare a unor motoare cu magneti permanenti cu autopornire, mai ales in cazul unor pregatiri de teze de doctorat, unele chiar cu rezultate promitatoare. Solutia aleasa pentru pornire este de regula cu colivie de pornire si comutarea infasurarii statorului la pornire de pe numarul nominal de spire pe numarul de spire pe jumătate, eventual conectare serie/paralel a unor semi-inafurari pentru evitarea supratemperaturii in perioada de pornire. In acest fel se forteaza cimpul la pornire pentru a se crea un cuplu de pornire suficient. Solutia nu s-a impus pentru ca, din cauza circuitului magnetic al rotorului, cimpul inductor la pornire (dat de curentii din stator) trebuie sa se inchida prin magneti, adica prin trasee extrem de reluctante, unde interfereaza cu cimpul magnetilor. In aceste conditii nu s-au putut obtine cupluri raportate la pornire decit de ordinul de marime al unor fractiuni din cuplul nominal, din cauza componentelor aditionale (parazite) induse de magnetii permanenti, cea de amortizare si cea pulsatorie care se suprapun peste cuplul activ dat de colivia rotorica.

In strainatate au existat preocupari extinse incepind inca din anii '80 pe de o parte pentru gasirea configuratiilor constructive care sa asigure compromisul necesar intre functionarea in sarcina si la pornire iar pe de alta parte s-au conceput si brevetat o serie de proceduri de comutare a infasurarilor statorice (de regula concepute dual) pentru compensarea cuplurilor de reluctanta a sistemelor hibride de rotoare. Oricum, este clar ca o solutie care sa fie intru totul multumitoare este inca de gasit si ca un motor sincron cu magneti permanenti care sa asigure la pornire un cuplu raportat de ordinul a 1,0 – 1,4 ar fi extrem de interesant si de economic pentru o serie de aplicatii pentru ventilatoare sau pompe. Multitudinea de brevete care se solicita si se obtin recent in SUA dar si in tarile europene sunt o dovada indubitabila a actualitatii problemei si de asemenea a faptului ca inca exista elemente care pot fi imbunatatite atit la nivel de principii si solutii constructive cit si la nivel de materiale si tehnologii.

Cu referire la actionari industriale standard se poate afirma ca pina in prezent motoare asincrone sincronizate cu magneti permanenti care sa inlocuiasca pur si simplu motoarele asincrone clasice nu sunt semnalate in literatura. Unele solutii s-au impus doar in actionari de mica putere in aplicatii monofazate, cele mai multe casnice, nu si insa in trifazat. Preocupari sustinute exista insa in centre de cercetare ca "Speed-Laboratory" din Glasgow (prof. Timothy Miller), Universitatea din Manchester (prof. B.J. Chalmers) dar mai ales in ultima decada s-a remarcat echipa de cercetatori condusa de Peter Thelin si Hans Peter Nee de la Royal Institute of Technology din

Stocholm. Realizari demne de remarcat sub aspect inventiv sunt ale cercetatorilor Kliman B Gerald de la GE-Corporate (Schenectady, patent US-5,548,172), John Boyd de la General Electric-Motors (Wayne-Indiana, patent US-5,952,757), Toshihiko Satake (Japonia, patent US – 5,796,233) care detin un numar important de brevete SUA. Nu exista decit putine solutii industriale aplicate, in prezent singurele firme care semnalez in cataloage asemenea motoare (in monofazat) sunt RELIANCE (Anglia) si Baldor (SUA).

In aceste conditii asimilarea in tara a unei serii de *motoare asincrone trifazate sincronizate cu magneti permanenti si autopornire* ar putea constitui o premiera interesanta cu efecte economice demne de luat in considerare. In cazul in care aceste motoare ar realiza un cuplu de pornire raportat putin supraunitar (sau chiar in jurul valorii 1) ele ar putea fi folosite in actionarea ventilatoarelor, situatie extrem de des intalnita, avind o pondere semnificativa in actionarile industriale. *Utilizarea in aceste cazuri a motoarelor asincrone standard este, in opinia colectivului de cercetare al temei de fata, o risipa nu doar de materiale dar mai ales de energie*, stiut fiind ca ventilatoarele nu au nevoie de cuplu ridicat de pornire, cuplul de sarcina fiind proportional cu patratul turatiei, si ca utilizarea aceleiasi cantitati de materiale pentru a obtine, de exemplu, un factor de putere sau un randament mai bune in detrimentul cuplului de pornire este o actiune care este oricum de luat in considerare, indiferent de utilizarea sau nu a magnetilor permanenti in rotor¹. In fine, odata pornite, motoarele asincrone cu magneti permanenti urmeaza sa functioneze in regim sincron, avantajele fiind obtinerea unei puteri majorate si functionarea la un factor de putere apropiat de valoarea unitara, in functie de fluxul inductor al magnetilor permanenti. Se stie ca motoarele cu magneti permanenti functionind in regim sincron isi auto-furnizeaza energia reactiva, putind chiar in anumite situatii sa functioneze ca receptoare de energie capacitive, adica sa furnizeze putere reactiva retelei.

In aceasta situatie exista posibilitatea ca in spatiul gabarital al motorului asincron standard sa se poata obtine, la costuri usor majorate, un motor in clasa de eficienta eff-2 sau chiar mai mult, realizandu-se si economii de materiale si economii de energie in exploatare. Mergind mai departe, calcule preliminare pun in evidenta posibilitatea de a se obtine motoare cu magneti permanenti de clasa eff-1 in spatiul gabarital in care motoarele asincrone cu rotor in scurtcircuit clasice sunt capabile doar de clasa eff-2.

In ceea ce priveste motoarele asincrone, in prezent in Romania este acoperita structural intreaga gama de motoare de uz general. Politica abuziva impusa inainte de 1989 fabricantilor de motoare de reducere continua a consumurilor de materiale, indeosebi cele active, ca tabla electrotehnica, cupru, aluminiu, care erau urmarite strict prin politica de stat a balantelor de import, in raport cu posibilitatile valutare de procurare a lor, a condus la fabricatia de motoare la limita inferioara a performantelor, inclusiv cele de natura energetica, cu o tenta doar aparenta de competitivitate pe piata externa. *Aceasta politica a fost urmata de altfel si de alti fabricanti externi fiind un rezultat al unei optimizari in baza criteriului de cheltuieli de fabricatie minime la nivel energetic impus la limite inferioare*. Dupa 1989 problema a fost reconsiderata, fiind introduse in fabricatie in unele fabrici serii in clasa de eficienta eff-2, dar nici un fabricant intern nu are in prezent in fabricatie motoare in clasa de eficienta eff-1 desi exista multiple aplicatii (servicii interne centrale, industria chimiei, actionari pompe pentru irigatii, etc.) unde aceasta clasa de motoare isi gaseste cu prisosinta utilitatea. O analiza a vinzarilor de motoare arata insa ca marea majoritate a motoarelor produse si vindute in Romania continua sa fie cele standard (eff-3), cele mai ieftine ca investitie initiala dar mari risipitoare de energie. Pe plan european se constata ca, desi productia de motoare eff-3 s-a redus substantial prin inlocuirea cu motoare eff-2, cresterea procentului de utilizari de motoare eff-1 este inca anemica (in prezent intre 6-10%)².

Politica energetica a fabricarii de motoare asincrone *a avut in ultimii ani pe plan mondial o evolutie cu implicatii institutionale*, de la lasarea libertatii fabricantilor de a-si proiecta, fabrica si vinde produsele, la o politica institutionala, in cazul SUA guvernamentala, *de constringere a ridicarii eficientei energetice*. Astfel, daca in SUA a fost adoptat inca din 1992 *Actul de politica energetica (EPACT)*³ cu referire la randamentele minimale, sensibil majorate, ale motoarelor electrice ce urmau a fi vindute dupa luna Octombrie 1997, in prezent aceeasi masura este luata pe plan european unde exista un organism al fabricantilor de motoare CEMEP (European Committee of Manufacturers of the Electrical Machines and Power Electronics). Acest organism a stabilit clase de eficienta ale motoarelor si termene concrete (calendar de timp) la care fabricantii trebuie sa introduca pe piata exclusiv motoare in aceste clase de eficienta si sa marcheze pe eticheta motoarelor (procedeu agreeat in SUA inca cu multi ani in urma) randamentul prin clasele conventionale eff1, eff2, respectiv eff3. De asemenea este stabilit un grafic cu reducerea progresiva a vinzarii de motoare standard (considerate pe drept cuvint ca fiind nesatisfacatoare in

¹ Pentru exemplificare se mentioneaza noua serie de motoare de inductie LEROY SOMER (Franta) in gama 0.55 – 45 kW proiectate special pentru actionarea de ventilatoare pentru uscarea lemnului, declarate ca fiind "energy savings", catalog LS - CPP-01.10.04

² A se vedea http://www.cemep.org/cemep/organization/lvac/monitoring_report_2003.pdf

³ A se vedea <http://www.aceee.org/motors/epactapp.htm>

noile conditii).

Astfel, este de remarcat ca in viziunea prevederilor CEMEP urmeaza ca vinzarile de motoare de patru poli in categoria eff-3 (motoare normale, in care se incadreaza si principalele serii din Romania) sa scada progresiv urmind a fi inlocuite cu motoare in categoriile superioare eff-2 si chiar eff-1 in anii urmasori. Sunt de mentionat chiar fabricanti care ofera motoare cu randamente superioare celor mai bune motoare eff-1. Este de analizat daca si in ce masura aceasta actiune nu reprezinta o exagerare care duce spre risipa de materiale, ele insele inglobatoare de energie, in scopuri de reclama si de atragere a atentiei asupra respectivului fabricant.

De remarcat ca in speta s-au facut modificari recente si la documentele normative internationale (EN 60034-1: 2004, conform cu CEI 60034-1: 2004) cu referire la metodele de determinare concreta a valorii eficientei energetice pentru a se evita discrepante intre valorile determinate dupa diferite standarde nationale. Prin aceste modificari, la care Romania a fost parte, s-au realizat o serie de clarificari tehnice inclusiv sub aspectul definirii limitelor de temperatura ale motoarelor, al tensiunilor nominale, al determinarii eficientei energetice in sarcini nominale sau partiale.

In aceste conditii efectuarea de cercetari in vederea asimilarii in tara a motoarelor asincrone sau sincrone cu magneti permanenti si autopornire cu eficienta ridicata (eff-1) se justifica nu doar din ratiuni economice interne dar si din ratiuni de a face posibil in continuare exportul de motoare romanesti pe pietele externe, coroborat cu aspectele politice de apropiere a tarii noastre de Comunitatea Europeana si integrarea care este asteptata pentru anii urmasori.

Suplimentar fata de aceasta trebuie mentionata preocuparea Institutului European de Cercetari de la Bruxelles (JRC-Joint Research Centre) de a crea o baza de date a tuturor seriilor de motoare cu randament ridicat din Europa (EURODEEM), baza de date in prezent publica, fiind accesibila pe INTERNET⁴. Participantii la CEMEP, inclusiv fabricantii romani, sunt invitati sa contribuie la extinderea si actualizarea continua a acestei baze de date prin comunicarea realizarii privind asimilarea si inceperea vinzarilor de motoare eficiente energetic. In alta ordine de idei este instituit la nivelul Comunitatii Europene sub denumirea "Motor Challenge Programme" o actiune de anvergura desfasurata exact in scopul introducerii in sistemele de actionare a motoarelor de eficienta eff-1, actionind in fond la fel ca asa numitele platforme tehnologice europene. Se arata in studii recente⁵ ca efectele globale (la saturatie) pot fi cuantificate la nivel european in peste 200 miliarde kWh economie de energie pe an si additional reducerea cu 79 milioane tone emisii de CO₂ ceea ce poate fi compensat ca efecte cu o suprafata de padure de marimea Finlandei⁶.

La nivelul programelor europene s-au finantat si se finanteaza lucrari de cercetare avind tematica ridicarii eficientei energetice prin motoare de c.a. Pentru exemplificare o asemenea tema este in derulare prin Institutul "Joseph Stefan" din Liubliana avind titlul "Promotion of high efficiency electric motors in Europe"⁷.

Fata de cele de mai sus este limpede ca efortul de concepie si tehnologic de introducere in fabricatia interna a motoarelor cu eficienta energetica ridicata (eff-1) este pe deplin justificat si chiar impus de tendintele pe plan mondial in domeniu. Urmind aceste evolutii va trebui creat cadrul legal de obligativitate a economisirii energiei prin masuri de crestere a productiei de motoare cu randament ridicat, printr-un sprijin corespunzator acordat la nivel de stat sau comunitati locale sau profesionale, inclusiv prin scheme de ajutor de stat pentru fabricanti.

3. OBIECTIVE

Obiectivele generale ale temei de cercetare se incadreaza in obiectivele generale ale programului CEEX cu referire la tematica europeana a energiei (cap.5), mai concret cu referire la eficienta energetica si economia de energie (cap. 5.8). De asemenea sunt avute in vedere obiectivele specifice ale modulului 1 (proiecte de CD complexe) cu referire la dezvoltarea de produse si tehnologii de mare complexitate (serii unificate de motoare de c.a. asincrone si/sau cu magneti permanenti cu randament ridicat) pentru a deveni competitive din perioada premergatoare integrarii Romaniei in Uniunea Europeana.

Obiectivele concrete ale temei de cercetare oferite sunt legate de perspectiva obtinerii, in 36 de luni de la

⁴ www.energyefficiency.jrc.cec.eu.int/eurodeem/index.htm

⁵ www.energyefficiency.jrc.cec.eu.int/motorchallenge/index.htm

⁶ Hans de Keulenaer, "Energy efficient motor driven system", http://energyefficiency.jrc.cec.eu.int/pdf/HEM_lo_all%20final.pdf

⁷ Contract no. NNE5/2002/52: OPET CHP/DH (Energy, Environment and sustainable development – part B: Energy Programme)

demararea cercetării, a unor rezultate de cercetare bazate pe proiecte proprii obținute prin investigații pe modele experimentale reprezentative, **care să conducă la posibilitatea introducerii în fabricație în România într-un timp cât mai scurt a motoarelor cu eficiența energetică ridicată (eff-1) așa cum sunt ele definite în documentele CEMEP**, la care fabricanții din România urmează să adere. Se vor avea în vedere motoare de 4 poli din gabaritele 90-132, motoarele care practic sunt cel mai frecvent solicitate de beneficiari și deci sunt fabricate de producători cu preponderență. **Asimilarea în aceste gabarite a unei serii derivate de motoare cu magneti permanenți și autopornire pentru aplicații centrifugale poate fi o premieră chiar și pe plan mondial, conducând la posibilități suplimentare de economisire a energiei.**

Pentru ilustrare se prezintă în tabelul 1, comparativ, randamentele pentru motoarele de 4 poli din gab.90-132 așa cum sunt ele realizate în prezent față de clasa eff-1 care urmează să se realizeze prin finalizarea temei oferite. Se menționează că linia eff-3 se referă la motoarele proiectate și introduse în fabricație cu circa 20 de ani în urmă, **motoare ineficiente, care risipesc energia**, linia eff-2 se referă la motoare cercetate recent și introduse parțial în fabricație și ca urmare a unor cercetări anterioare ale ofertantului prezentei teme (în ultimii 2-3 ani) și care în prezent sunt în producție curentă, deși nu la toți fabricanții interni, iar **linia eff-1 se referă la motoarele care fac obiectul prezentei teme** și pentru care urmează să se demonstreze, în baza unor modele funcționale care se vor proiecta, realiza și încerca, posibilitatea asimilării în actualele spații gabaritare, deși la alte diametre fundamentale, cu respectarea întocmai a corelației actuale dintre puteri, turatii și dimensiuni de montaj.

În baza modelelor reprezentative urmează să se realizeze **proiectul tehnic dezvoltat** care va sta la baza elaborării documentațiilor de prototip și de introducere în fabricație la fabricanții interni de motoare electrice. Se menționează faptul că elaborarea temei presupune găsirea soluției tehnice pentru **sapte tipodimensiuni de motoare asincrone cu rotor în scurtcircuit, respectiv cu magneti permanenți și autopornire** (ca serii paralele pentru aplicații generale, respectiv centrifugale), construite în patru gabarite (90-132) pentru fiecare trebuind definite clar diametrele interior și exterior, lungimea pachetului, geometria transversală, circuitul de ventilație, soluția constructivă de lagare astfel încât suma pierderilor din motor, randamentul, încălzirea, factorii tehnologici referitori la umplerea creșturilor sau amplasarea capetelor de bobine, să fie în limitele prescrise. *Se pot menționa aici afirmațiile documentate care se găsesc în literatura de specialitate a domeniului că cele șapte tipodimensiuni de motoare asincrone consumă peste 65% din întreaga cantitate de energie consumată de totalitatea motoarelor asincrone din industrie.*

Motivele *necesare și suficiente* pentru încadrarea proiectului în Planul Național de Cercetare Dezvoltare și admiterea lui la finanțare de la bugetul programului CEEX sunt cel puțin următoarele:

(1) proiectul urmărește pe de o parte **realizarea unui produs nou de mare complexitate (serie de motoare trifazate cu eficiența energetică ridicată (eff-1) la nivelul european**, sub forma de motoare asincrone, respectiv cu magneti permanenți cu pornire directă la rețea și auto-sincronizare), la performanțe de eficiență energetică actualizate, impuse practic de piața europeană de motoare din punct de vedere tehnic și economic, cu consecințe certe în direcția economisirii energiei în procesul de conversie electromecanică, cu toate efectele subiacente

(2) proiectul va avea fundamentarea **unor cercetări pe modele experimentale și funcționale** cu finalitate în documentații tehnice complete necesare pregătirii fabricației (cu aplicație la o întreagă serie unificată de motoare din gab.90-132) și răspunde unei cerințe efective, stringente, a pieții motoarelor ce se fabrică în țară cu posibilități de export, cu referire la acționari generale, respectiv centrifugale (ventilatoare), cu pondere mare în totalul acționarilor

(3) realizarea proiectului se face și în baza unor soluții noi, realizate prin cercetări proprii, obținute în urma analizei critice a soluțiilor altor firme, urmând a fi protejate prin brevete de invenție

(4) există stabilit, în vederea realizării cercetărilor, un parteneriat mixt public/privat, format din cercetători cu o bogată experiență în domeniu, din centre de cercetare universitară (UPB, UTCN) și din unități de cercetare, inclusiv din organisme cu recunoaștere internațională în domeniul cercetării și standardizării

(5) există o conlucrare strinsă în realizarea temei între un institut de cercetări cu tradiție în domeniu (ICPE-ME) cu catedre universitare de profil, dar mai ales cu unități de fabricație de mașini electrice din România, ceea ce reprezintă un element de ridicare a valorii științifice a rezultatelor obținute.

Schematizat obiectivele concrete, problemele propuse spre rezolvare și obiectivele măsurabile sunt date în tabelul 2. Trebuie subliniat că se are în vedere o soluționare promptă, rapidă a principalelor probleme de dimensionare și caracterizare a seriei de motoare prin investigații pe modele astfel încât rezultatele să poată fi aplicate progresiv la fabricanții de motoare. Se menționează că urmează să se soluționeze prin modelare fizică problemele legate de cite un singur motor din fiecare gabarit de la gab.90 la gab.132, și anume motorul cel mai încărcat (acolo unde sunt două tipodimensiuni în același gabarit), urmând ca motorul auxiliar să rezulte implicit prin extrapolare în jos.

Tabelul 1. Randamentele motoarelor de c.a., IP-44, 4 poli, in viziune europeana (CEMEP)⁸

Putere, kW	1,1	1,5	2,2	3	4	5,5	7,5
Gabarit, mm	90S	90L	100L	100L	112M	132S	132M
Eff-3	0,73	0,76	0,79	0,805	0,82	0,84	0,855
Eff-2 (≥)	0,762	0,785	0,81	0,826	0,842	0,857	0,87
Eff-1 (≥)	0,828	0,841	0,856	0,867	0,877	0,886	0,895

Nota. Pentru motoarele din clasele eff-2 si eff-1 valorile din tabel sunt minimale iar pentru motoarele din clasa eff-3 valorile sunt tipice pentru fabricatia actuala din Romania.

Tabelul 2. Obiective masurabile, probleme propuse spre rezolvare

Anul	Probleme propuse spre rezolvare	Obiective masurabile
Anul 2005 (3 luni)	<ul style="list-style-type: none"> - Studiu tehnic cu experimentari si elaborarea conceptului - Elaborare software pentru analiza si sinteza optima - Elaborare metodologii de calcul specifice cu aplicatii la masini cu magneti permanenti - Elaborare metodologii de incercare experimentala coroborat cu dotari specifice cu aparatura de inalta performanta 	<ul style="list-style-type: none"> - Studiu preliminar si analiza critica la nivelul temei pe plan national si international (motoare monofazate, trifazate, de inductie, cu magneti permanenti si autopornire, conceptii constructive utilizate, reflectarea tematicii in solutii brevetate, situatia actuala a eficientei energetice in fabricatiile curente din tara, materiale electrice si magnetice disponibile) - Analiza eficientei energetice a motoarelor la nivelul claselor de eficienta (eff-3, eff-2, eff-1) definite la nivel european (CEMEP) si al efortului material si tehnologic de realizare a acesteia - Aspecte privind standardizarea europeana si nationala in domeniul motoarelor de c.a. (performante, corelare dimensiuni-puteri-turatii, metode de incercare si echipamente necesare, valori nominale)
Anul 2006 (12 luni)	<ul style="list-style-type: none"> -Elaborarea de modele numerice pentru analiza si sinteza optima -Cercetari privind utilizarea magnetilor permanenti - Fundamentarea temei de proiectare si elaborarea documentelor normative (referential initial) - Proiectare electromagnetica a unor modele experimentale - Verificari prin metode de calcul avansate a solutiilor tehnice adoptate 	<ul style="list-style-type: none"> - Stabilirea temei de proiectare (definirea unei serii de tipodimensiuni, gabarite, turatii) cu considerarea criteriului economic al reducerii substantiale a costurilor de exploatare echivalente pierderilor de conversie - Elaborarea referentialului initial (document normativ de produs) si stabilirea principalelor conditii tehnice necesare pe familii de echipamente si aplicatii de actionare industriala (actionari generale, actionari centrifugale) - Definirea conceptului de baza al seriei de motoare asincrone, respectiv motoare sincrone cu magneti permanenti si pornire directa prin cuplare la retea (aspecte constructive, functionale, justificarea solutiei tehnice adoptate) - Proiectare electromagnetica prin metode numerice avansate (analiza FEM, analiza multicriteriala, analiza interdependentelor dintre dimensiuni, proprietati de material, performante)
Anul 2007 (12 luni)	<ul style="list-style-type: none"> - Proiectare tehnica ME - Realizare si incercare ME, analiza si concluzii - Definitivare aspecte normative, fundamentare proiect de lege privind randamente minimale si schema de ajutor de stat pentru fabricanti (proiect) - Documentatie de analiza tehnico-economica 	<ul style="list-style-type: none"> - Analiza metodelor de diminuare a cuplurilor parazite de pulsatie si reluctanta si efectul asupra pierderilor totale in procesul de conversie electromecanica a energiei - Proiectarea, realizarea si incercarea experimentala a unor modele functionale pentru demonstrarea functionalitatii - Analiza eficientei energetice la nivelul unor loturi reprezentative de motoare si familii de echipamente industriale actionate - Elaborarea si inaintarea catre MEC a fundamentarii unui proiect de lege cu referire la obligativitatea vinzarii catre utilizatorii din Romania, incepind cu un termen prestabilit, a motoarelor de c.a. exclusiv cu eficienta energetica ridicata (eff-1) coroborat cu un proiect de

⁸ <http://www.cemep.org/cecep/organization/lvac/English.pdf>

		schema de ajutor de stat catre fabricantii de asemenea motoare
Anul 2008 (9 luni)	- Proiect tehnic dezvoltat (motoare asincrone, motoare cu MP si autopornire) -Diseminare pe scara larga	- Elaborarea elementelor de proiect tehnic dezvoltat si comunicarea (diseminarea) rezultatelor pe scara larga, la nivelul tuturor fabricantilor de motoare de c.a. respectiv al utilizatorilor din Romania.

4. PREZENTAREA ȘTIINȚIFICĂ ȘI TEHNICA A PROIECTULUI:

In cele ce urmeaza se prezinta ilustrativ rezultatele unor calcule revelatoare in ceea ce priveste eficienta economica a motoarelor cu randament ridicat (clasa eff-1), avind la baza criteriul costului real obtinut prin insumarea cheltuielilor de investitie initiala cu costurile de exploatare. In tabelul 3 sunt prezentate rezultatele sintetice de calcul comparativ asupra a patru tipodimensiuni de motoare (fara a se face precizarea daca sunt motoare asincrone sau sincrone cu magneti permanenti; singurul criteriu este nivelul de eficienta energetica presupus a fi atins) considerate ca fiind reprezentative, si anume cu puteri de 1,1 kW (100.000 buc); 2,2 kW (50.000 buc); 4 kW si 5,5 kW (cite 25.000 buc.), toate la 1500 rpm, formind un lot structurat conventional de 200.000 motoare. Urmeaza a se face o comparatie tehnico-economica intre motoarele de baza, care fac parte din fabricatia interna actuala (motoare standard), iar costurile cu energia pierduta prin conversie sunt exprimate in EURO la o conversie medie considerata de 51 EURO/MWh (tarif mediu multianual, joasa tensiune, trifazat).

S-a plecat de la ideea maririi substantiale a randamentelor - cu aproape pina la 10 *puncte* - (in unele cazuri, peste nivelul celor indicate in EPACT) si s-a determinat, printr-un calcul preliminar, desigur in anumite ipoteze simplificatoare ce urmeaza a fi adincite si diversificate, surplusul de materiale active necesare obtinerii acestor randamente. Economia de energie realizata prin micșorarea pierderilor de exploatare a fost contabilizata pe parcursul unui an de utilizare cu considerarea unor indicatori specifici de actualizare a costurilor. Rezultatele de calcul pun in evidenta ***economia de energie care poate fi obtinuta prin ridicarea eficientei energetice a motoarelor*** si de asemenea ***economia in exploatare pe care utilizatorii o pot contabiliza in cazul aplicarii***. Pe parcursul cercetarii, cind surplusul de materiale necesar pentru obtinerea eficientei ridicate va putea fi stabilit mai precis, se va putea determina si viteza de revenire a investitiei. Un termen de recuperare de 2-3 ani este de asteptat sa nu fie depasit, in unele cazuri acesta putind cobori chiar sub 2 ani.

Rezultatele sunt edificatoare (a se vedea tabelul 3). Anual, la nivelul celor 200.000 de motoare, utilizind suplimentar tabla electrotehnica, cupru de bobinaj si aluminiu electrotehnic se obtine la o utilizare a motoarelor in doua schimburi (circa 4000 ore/an), o economie totala la costuri de exploatare de 3.300.000 EUR/an (motoare eff-2) respectiv 9.195.000 EUR/an (motoare eff-1). In echivalent energie, in primul caz economia este de 64.700 MWh/an iar in al doilea (de dorit) este de 180.300 MWh/an.

Analizind separat, pentru exemplificare, cazul motorului de 5,5 kW, este greu de inteles de ce un utilizator direct ar prefera motorul standard, pentru care ar economisi la cumparare circa 150 EUR, pentru ca apoi sa piarda anual circa 70 EUR, in locul motorului eficient energetic, care in 12 ani ar aduce o economie globala de peste 850 EUR, cu recuperarea excedentului de pret aproximativ dupa primii doi ani de functionare.

Proiectul are in vedere crearea conditiilor initiale pentru realizarea unui produs nou (serie de motoare), in deplina conformitate cu politica energetica europeana si cu conditiile tehnice impuse de piata internationala de motoare de c.a. de uz general si specializate. Elementele concrete care urmeaza a determina esential solutia sub aspect stiintific si tehnic sunt legate de:

- realizarea unei constructii care *sa asigure performantele energetice (eficienta energetica, factor de putere)* precum si de pornire (curent de pornire, cuplu de pornire, putere aparenta maxima la pornire) in conformitate cu normele impuse.
- asigurarea unui grad sporit de siguranta in functionare prin incadrarea termica a motoarelor corespunzator clasei de izolatie a materialelor izolante
- asigurarea conditiilor legate de noile prescriptii internationale legate de zgomotul admis (nivelul presiunii acustice) in exploatare (a se vedea CEI 60034-9: 2003).

Obiectivul tehnic principal este stabilirea sistemului constructiv care sa corespunda cel mai bine cerintelor aplicatiei in speta in conditii de fezabilitate tehnica si economicitate. O analiza succinta a solutiilor cunoscute, cu evidentierea avantajelor respectiv a dezavantajelor fiecareia, este de natura sa clarifice si sa fundamenteze optiunea pentru o constructie in care sa fie utilizate la maximum componentele existente intr-o combinatie a reperelor stantate de la seriile existente si anume seriile MA, 2MA si 3MA inclusiv a cochilelor de turnare sub presiune existente la fabricantii actuali de motoare. O utilizare intercalata a diametrelor existente cu modificari

Tabelul nr. 3 Elemente de justificare economica a proiectului – cuantificare economie de energie prin utilizare eficienta

Motor de c.a.	1,1 kW/1500 – lot de 100.000 buc.			2,2 kW/1500 – lot de 50.000 buc.			4 kW/1500 - lot de 25.000 buc.			5,5 kW/1500- lot de 25.000 buc.		
	Eff-3	Eff-2	Eff-1	Eff-3	Eff-2	Eff-1	Eff-3	Eff-2	Eff-1	Eff-3	Eff-2	Eff-1
Randament	0.73	0.762	0.828	0.79	0.81	0.856	0.82	0.842	0.877	0.84	0.857	0.886
Pierderi de putere individuale [W]	407	344	228	585	516	370	878	751	561	1048	918	708
Energie pierduta anual kWh/an	1628	1376	912	2340	2064	1480	3512	3004	2244	4192	3672	2832
Economie anuala pe motor fata de eff-3 kWh/an	-	252	716	-	276	860	-	508	1268	-	520	1360
Economie pe motor la utilizator EUR/an	-	12,85	36,51	-	14,08	43,86	-	25,91	64,67	-	26,52	69,36
Economie de energie pe lot de motoare MWh/an	-	25.200 (100.000)	71.600 (100.000)	-	13.800 (50.000)	43.000 (50.000)	-	12.700 (25.000)	31.700 (25.000)	-	13.000 (25.000)	34.000 (25.000)
Economie pe lot de motoare la utilizator MEUR/an	-	1,285 (100.000)	3,651 (100.000)	-	0,704 (50.000)	2,193 (50.000)	-	0,648 (25.000)	1,617 (25.000)	-	0,663 (25.000)	1,734 (25.000)

Note si concluzii:

1. In tabel au fost cuantificate exclusiv pierderile din procesul de conversie a energiei, partea utila fiind regasita in lucrul mecanic efectuat la utilizator
2. S-a facut ipoteza simplificatoare a functionarii la sarcina nominala; pe parcursul cercetarii analiza se va efectua si in scenarii particularizate la sarcini partiale, respectiv functionare in cicluri cu durate de actionare prestabilite
3. S-a considerat functionarea intermediara intre unul si doua schimburi pe an (**4000 ore functionare/an**)
4. Sa considerat pentru pretul energiei valoarea informativa (medie multianuala) de **0.051 EUR/kWh**, tarif joasa tensiune, trifazat
5. Pentru intreg lotul de motoare structurat conventional (a se vedea cap tabel: 100.000 buc motor 1,1 kW; 50.000 buc motor 2,2 kW; cite 25.000 buc motoare de 4 si 5,5 kW) se obtine, ca economie totala de energie, fata de cazul motoarelor standard:
 - In cazul motoarelor in clasa de eficienta eff-2: **64.700 MWh/an, echivalentul unui grup de circa 8,6 MW functionind 7500 ore/an**
 - In cazul motoarelor in clasa de eficienta eff-1: **180.300 MWh/an, echivalentul unui grup de circa 24 MW functionind 7500 ore/an**
6. Economia anuala la utilizator (element important in stabilirea vitezei de revenire a investitiei) este:
 - In cazul motoarelor in clasa de eficienta eff-2: **3.300.000 EUR/an**
 - In cazul motoarelor in clasa de eficienta eff-1: **9.195.000 EUR/an**
7. Eficienta trecerii la motoare eff-1 este mult mai accentuata fata de trecerea numai la clasa eff-2. In raport cu surplusul de pret care va trebui platit pentru motoarele in clase mai inalte de eficienta, valorile economiilor anuale vor stabili vitezele de revenire a investitiei.

impuse de cifra randamentului si utilizarea spatiului gabarital existent este posibila in opinia colectivului de cercetare si urmeaza a se confirma in urma realizarii de modele experimentale.

Mai concret, la analiza tehnica uzuala care se face de regula de catre fiecare fabricant de motoare, de a creste randamentul la un diametru dat, *prin lungirea pachetelor de tole*, solutie limitata de spatiul gabarital si de imposibilitatea tehnica de a turna in aluminiu rotoare foarte lungi, in analiza ce se va efectua prin solutionarea temei prezente se opune o analiza bazata pe saltul de diametru exterior (respectiv interior), singura solutie tehnica in opinia colectivului de cercetare, de a obtine motoare eff-1 in actualele spatii gabaritale si corelari existente. *Experienta anterioara a colectivului de cercetare, proiectant a mai multor serii de motoare din Romania, legata de conceptia dublei corelari DIN-CENELEC si RS (care prevede puteri cu o treapta mai mari in acelasi gabarit) va fi utilizata in mod creator pentru obtinerea de randamente mai mari in acelasi gabarit.*

Odata stabilita conceptia constructiva a motorului se pot pune in evidenta **obiectivele stiintifice** ale proiectarii dupa cum urmeaza:

(1) conceperea si dimensionarea circuitelor electro-magnetice ale motoarelor in constructie tipizata astfel incit dispersiile totale sa fie strict controlate, deoarece influenta acestora asupra scaderii capacitatii de suprasarcina a motoarelor asincrone cu frecventa este extrem de importanta

(2) stabilirea nivelurilor optime de saturatie in diferitele portiuni ale circuitului magnetic (dinti, juguri, portiunile dinspre intrefier ale istmurilor crestaturilor), avind in vedere ca un nivel de saturatie corect prescris si realizat are efecte benefice sub aspectul controlului si minimizarii efectului reactiei indusului asupra cimpului magnetic principal

(3) dimensionarea sectiunii barelor rotorice si a inelelor de scurtcircuitare in vederea realizarii in bune conditii a serviciului tip S1 pentru care se face dimensionarea motoarelor in speta stiut fiind faptul ca pentru orice alta aplicatie specifica puterea necesara a motorului poate fi derivata din puterea lui in S1.

(4) studierea, evidentierea si gasirea solutiilor de dimensionare a circuitelor electric si magnetic astfel incit motorul sa corespunda din punct de vedere termic in conditiile prezentei unui ventilator atasat care va fi substantial modificat fata de ventilatoarele existente datorita reducerii cantitatii de pierderi incalzitoare ce trebuie evacuate din masina

(5) rezolvarea problemelor de rezistenta mecanica a ansamblului, a lagaruirii (indeosebi evitarea turatiilor critice in domeniul de lucru de pina la 1,2 n), precum si a sistemului de protectie si etansare corespunzator cerintelor concrete din tema (motoare IP44 cu posibilitati de IP54)

(6) gasirea solutiei tehnologice optime pentru bobinajele care urmeza a se proiecta si dimensiona cu considerarea unor brevete existente in posesia unitatii de cercetare ofertante (ROR-IMM) si care ofera un surplus de cistig la reducerea consumului de cupru, respectiv la reducerea pierderilor de tip Joule in stator.

Realizarea obiectivelor stiintifice definite concret mai sus vor conduce la o serie noua de motoare asincrone cu rotor in scurtcircuit, fabricata intr-o constructie moderna, permitind astfel obtinerea oricind cu usurinta a unor motoare derivate, diversificate dupa puteri, cupluri, tensiuni.

Ca serie alternativa se va proiecta si o serie noua de motoare asincrone sincronizate (cu pornire directa prin conectare la retea si functionare sincrona) cu rotor in scurtcircuit si magneti permanenti suplimentar incorporati, fabricata intr-o constructie noua, permitind astfel obtinerea oricind cu usurinta a unor motoare derivate, diversificate dupa puteri, cupluri, tensiuni. Utilizarea de materiale izolante de clasa F cu solicitare termica a motoarelor doar corespunzator clasei B va face ca indicatorii de fiabilitate ai motorului realizat sa corespunda pe deplin temei. Materialul magnetilor permanenti este prevazut a fi NdFeB, material aparut pe scara industrială cu circa doua decade inainte si care in prezent a ajuns la performante stabile in limite termice mari si se poate procura la preturi accesibile, in scadere. Performantele necesare si suficiente aplicatiei din tema sunt urmatoarele:

- inductie remanenta: 1.12-1.15 T
- cimp coercitiv: 8300-8600 A/cm
- temperatura stabila de functionare: 100-120°C

In fine, **din punct de vedere tehnologic** obiectivele care trebuie rezolvate sunt legate de proiectarea si realizarea unui set complet de scule si dispozitive specifice absolut necesare realizarii modelelor experimentale demonstrative care fac obiectul temei ofertate. Trecind peste acele SDV-uri care in general sunt necesare fabricarii masinilor electrice (matrite de tole, dispozitive de impachetare, de bobinaj, etc) se mentioneaza aici o serie de dispozitive specifice conceptiei constructive ce se va adopta legate de montajul indusurilor si a inductoarelor, pentru o serie de prelucrari mecanice intermediare precum si pentru montajul final al produsului.

Concluzionind se poate afirma ca solutiile tehnice avute in vedere, acoperite de cereri de brevete de inventie cel

putin in ceea ce priveste bobinajul motoarelor, sursa tensiunii magnetice din intrefier, ofera elemente de ameliorare indubitabila a motoarelor asincrone cu rotor in scurtcircuit si a celor asincrone sincronizate, in baza carora se poate realiza un produs nou, performant sub aspect energetic, raspunzind in totalitate la toate conditiile tehnice impuse de normele europene si necesare inclusiv utilizatorilor interni.

Materialele si tehnologiile ce se au in vedere in realizarea produsului trebuie reconsiderate corespunzator scopului. Turnarea rotoarelor in scurtcircuit in cupru in loc de aluminiu reprezinta un element de noutate pe plan mondial si trebuie studiata oportunitatea si eficienta economica a procurarii de echipamente si utilaje. Materialele din tara nu acopera integral necesarul din punct de vedere calitativ, un exemplu fiind reprezentat de tabla electrotehnica necesara a avea performante imbunatatite sub aspectul pierderilor de magnetizare alternativa (de preferat maxim 2,3 W/kg la 50 Hz) la o capacitate de magnetizare de peste 1,62 T la 25 A/cm. Sub aspectul materialelor conductoare se vor prevedea in proiecte materiale procurabile rapid din tara (materiale conductoare, izolante, mase plastice) sau din import (magneti permanenti din NdFeB care nu exista in prezent in tara ca material primar). Partea de structura este avuta in vedere a fi realizata din turnatura de aliaj de aluminiu date fiind conditiile impuse privind masa motoarelor, criteriu important pe piata.

5. JUSTIFICAREA PROIECTULUI:

Proiectul este relevant pentru domeniul masinilor electrice de uz general sau specializate. Cresterea necesarului intern care nu mai poate intirzia mult trebuie sa gaseasca industria romaneasca cu serii de motoare cu parametri tehnici si calitativi la nivel mondial. N-ar fi un caz singular cind o intreprindere (nu neaparat mica sau mijlocie), pe baza unei realizari deosebite are o lansare bazata atit pe necesarul din tara dar chiar si pe export. *Este dificil de aratat cum se incadreaza proiectul in politica nationala in domeniu pentru ca in prezent nu exista suficiente elemente de identificare a unei asemenea politici.* Proiectul poate fi insa unul din punctele care ar putea sta la baza unei politici nationale: un produs la nivel mondial (sau poate chiar peste) care sa fie fabricat, atit pentru tara dar si pentru export, in conditii de competitivitate tehnico-economica, cu obiectivul final al reducerii substantiale a consumurilor energetice si, evident, a costurilor de exploatare la nivelul utilizatorilor.

O privire mai nuantata asupra cheltuielilor de exploatare arata ca in general motoarele sunt convertoare electromecanice de energie, la care parametrii cei mai importanti sunt cuplul si turatia la capatul de ax. Defectiunea motorului se judeca simplist din acest punct de vedere. Eficienta energetica este o chestiune mai absconsa si scapa in general din vedere mai ales atunci cind cheltuielile cu energia electrica se fac de regula "la gramada" si diferentierile sunt greu de realizat chiar daca obisnuit cifrele randamentului sunt inscrise in cataloagele furnizorilor. Faptul ca motoarele lucreaza in exploatare la alte puteri (de regula mai mici) decit cea "nominala", de multe ori la putere variabila, in cicluri, fac si mai dificila urmarirea cheltuielilor de exploatare pe motor, respectiv pe utilaj. Alte forme de risipa de energie (de exemplu termica) sunt mai usor de simtit, urmarit si preintimpinat. *In cazul motoarelor este necesara o anume forma de cultura tehnica, si ea trebuie sa mearga pina la forme coercitive, legislative, ca de exemplu impunerea prin restrictii legislative a nivelului minim de randament al motoarelor noi care se vind de catre furnizori.* Asa cum la autoturisme se impun prin norme nivelul noxelor din motive de protectie a mediului, tot asa utilizarea eficienta a energiei prin reducerea pierderilor ar trebui sa aiba aspecte de obligativitate. Din nou, modelul american (EPACT'1992/1997) poate fi un bun exemplu. *O propunere legislativa formulata de colectivul de cercetare sub aspect tehnic si inaintata forului superior "responsabil" de risipirea energiei din Romania, anume MInisterul Economiei si Comertului, se propune sa fie o alta rezultanta a proiectului.*

Sansele de succes ale proiectului mergind pina la aplicarea lui in fabricatia de motoare este legata si de o politica de subventionare a fabricantilor, cel putin pentru o perioada tranzitorie. Fabricantii de motoare au de facut investitii majore in pregatirea de fabricatie si nu pot recupera aceste investitii prin marirea exagerata a pretului motoarelor noi din cauza pietei libere, deschise. La fel ca in alte tari⁹ se pot acorda ajutoare de stat dupa scheme bine definite.

Aprecierea viabilitatii proiectului are la baza evaluarea riscurilor de ordin tehnologic si tehnic, de ordin economic si din punct de vedere al incadrarii proiectului in termene strict stabilite. O analiza preliminara a acestor riscuri releva pe de o parte ca ele sunt (intr-o clasificare triadica) de marime redusa sau medie iar gradul de stapinire a evolutiei lucrarii este suficient de mare. Astfel, inca din primele faze ale lucrarii vor fi avute in vedere identificarea cit mai corecta a conditiilor tehnice ale utilizatorilor precum si alte aspecte legate de costurile produsului si de elementele

⁹ Pentru exemplificare in SUA, statul NY, pentru fiecare motor "premium efficiency" fabricantul primeste un bonus de pina la 80\$ (programul "NYSERDA"). A se vedea <http://www.energysmartmotors.org/vendors/Guidelines.asp>

de piata interna sau externa.

Apreciind viabilitatea proiectului trebuie mentionata aici si *experienta, competenta si realizările anterioare ale membrilor din consortiu stabilit*. Conducatorul de proiect are sustinuta o teza de doctorat in domeniul proiectarii optime a motoarelor de inductie cu aplicatii la seriile unificate de motoare. Colectivul de cercetare din ICPE-ME, avind in dotare una din cele mai complete platforme de incercare experimentală a motoarelor, este proiectantul multor serii unificate de motoare din Romania si detinatorul unui portofoliu de lucrari stiintifice si brevete in legatura cu tema. Partenerii din consortiu stabilit (Universitatea POLITEHNICA Bucuresti, Universitatea Tehnica Cluj-Napoca), de larga recunoastere internationala, detin in cadrul centrelor de cercetare universitara informatii, mijloace de investigare si echipamente de cercetare semnificative si au de asemenea realizari remarcabile in domeniu bazate pe teze de doctorat si lucrari stiintifice in periodice prestigioase. In fine, unul dintre partenerii din consortiu (Comitetul Electrotehnic Roman) este recunoscut international ca organism de interfatare a intregii legislatii romanesti din domeniul electrotehnic cu cea internationala.

6. SCHEMA DE REALIZARE A PROIECTULUI:

Proiectul are ca finalitate proiecte tehnice dezvoltate (documentatii tehnice necesare si suficiente inceperii pregatirii de fabricatie) pentru doua serii de motoare de curent alternativ gab.90-132, ambele timbrate pentru nivelul de eficienta energetica eff-1, pe cale de a se impune in Europa, cu posibilitatea extinderii acestora in ambele directii. La baza proiectelor stau cercetari teoretice cu mijloace elevate de analiza si sinteza si cercetari experimentale pe modele proiectate de colectivul de cercetare, realizate si incercate la bancul de proba.

O prima serie este seria de motare asincrone cu rotor in scurtcircuit, gindita sa acopere intreaga gama de actionari electrice *generale* la care cuplurile de pornire vor fi la nivelul 2-2.2 (p.u.). A doua serie este seria de motoare sincrone cu magneti permanenti si capacitate de autopornire, proiectata sa acopere gama de actionari centrifugale (actionari de sisteme de ventilatie si anumite categorii de pompe), avind cupluri de pornire in gama 1-1,2 p.u. Aceasta diversificare a actionarilor din punct de vedere al coroborarii performantelor energetice – performante de pornire este de observat atit pe piata europeana (CEMEP) cit si pe cea americana (CEE- Consortium of Efficiency Energy¹⁰).

Implicarea partenerilor ofertanti organizati intr-un consortiu este realizata in fiecare etapa, sarcinile fiind realizate in comun cu anumite accentuări care tin de specificul fiecarui partener. Astfel, implicarea poate fi detaliata dupa cum urmeaza:

ICPE-ME are responsabilitati in probleme legate de: studiu si analiza tehnica, stabilirea solutiei tehnice constructive, proiectare electromagnetica si constructiva, realizare si incercare modele functionale, analiza eficientei energetice pe loturi conventionale de motoare, integrarea si coordonarea tuturor activitatilor si interfatarea cu fabricantii de motoare electrice de c.a.

UPB si UTCN au responsabilitati in probleme legate de: studiu si analiza tehnica, elaborare de metodici specifice de calcul si analiza, realizarea de determinari experimentale ne-conventionale pentru elucidarea unor aspecte specifice, participarea la definitivarea temei de proiectare si a solutiilor tehnice finale.

CER are responsabilitati in probleme legate de: studiu si analiza cu referire la standardizarea nationala si internationala in domeniu, elaborarea documentelor normative de produs, elaborarea fundamentarii proiectului de lege cu referire la motoare eff-1 si a propunerii schemelor de ajutor de stat.

Se mentioneaza ca, asa cum se specifica in studiile conexe temei la nivel european¹¹ nu toate partile implicate in proiectul de implementare a motoarelor de eficienta ridicata (cercetator-proiectant, fabricant, utilizator, furnizor de energie, societate in general) sunt suficient de motivati. In speta este vorba de fabricantul de motoare care in mod normal ar avea de suportat toate cheltuielile de studiu, proiectare tehnica, proiectare tehnologica, cheltuielile cu SDV-urile aferente si introducerea in fabricatie a seriilor noi de motoare. Este de la sine inteles ca investitia fabricantului este punctul cheie in acest lant si ca aici, asa cum se intimpla si in alte tari, *este necesar sa intervina institutiile statului printr-o combinatie de reglementari coercitive combinate cu un suport de tip ajutor de stat*.

In acest sens *cercetarile care se efectueaza in cadrul proiectului complex de fata urmeaza a se disemina pe scara larga tuturor fabricantilor de motoare electrice din Romania si in acest sens, tinind seama si de faptul ca ele se*

¹⁰ A se vedea pagina de web cu sisteme de performante impuse pe categorii de turatii, puteri si tipuri de actionari www.cee1.org/ind/motrs-main.php3

¹¹ A se vedea articolul lui Hans de Keunelaer citat anterior, "Energy efficient motor driven system", http://energyefficiency.jrc.cec.eu.int/pdf/HEM_lo_all%20final.pdf, cap.3, "Market barriers"

realizeaza intr-un consorțiu din care fac parte un Institut de Cercetari de profil (ICPE-ME, Institutul de Cercetari pentru Masini Electrice Bucuresti), doua centre de cercetare universitara ca institutii publice (Universitatea POLITEHNICA din Bucuresti si Univesitatea Tehnica din Cluj-Napoca) si Comitetul Electrotehnic Roman ca institutie ONG cu profil de cercetare de drept privat non profit, **sunt aplicabile prevederile art.3 pct.2, al.c) din regulamentul de aplicare a legii 143/1999 cu modificarile ulterioare privind ajutorul de stat.**

Tinind seama de prevederile invocate, ajutorul de stat nefiind implicat, costurile cercetarii urmeaza a fi acoperite in proportie de 100% de la bugetul programului, fara cofinantari din fonduri exterioare proiectului.

Schema de realizare este detaliata pe etape si activitati in tabelul 4.

Tabelul 4

Anul	Etape/ Activități/ Parteneri	Termene	Rezultate/ Documente de prezentare a rezultatelor	Necesar resurse financiare *) (Valoare, milioane lei)		
				Total	Din care	
					Buget	Alte surse
2005	Etapa I: STUDIU, ANALIZA SI EXPERIMENTARI PE MODEL DE REFERINTA	30 NOV 2005	Studiu Buletin de incercare Raport tehnic	1.500	1.500	
	Activitate I.1 Studiu preliminar si analiza tehnica in raport cu situatia eficientei motoarelor de c.a. pe plan european si mondial.	30 NOV 2005	Studiu tehnic preliminar	500	500	
	Activitate I.2 Experimentari pe model de referinta motor asincron sincronizat cu magneti permanenti	30 NOV 2005	Buletin de incercare si raport tehnic	500	500	
	Activitate I.3 Analiza privind standardizarea europeana in domeniu (performante energetice si de pornire, metode de incercare).	30 NOV 2005	Raport tehnic	500	500	
2006	Etapa II PROIECT SI EXECUTIE MODEL EXPERIMENTAL MOTOR SINCRON CU MAGNETI PERMANENTI SI AUTOPORNIRE (eff-1)	15 IUN 2006	Proiect motor 2,2 kW/1500	1.900	1.500	
	Activitate II.1 Analiza metodelor de reducere a cuplurilor pulsatorii cu aplicare la proiectul de model experimental	15 FEB 2006	Raport tehnic	500	500	
	Activitate II.2 Aplicarea metodelor de analiza numerica (FEM) 3D in structuri cu poli "gheara" si magneti permanenti cu aplicare la proiectul de model experimental de motor sincron	15 MAR 2006	Raport tehnic. Metodologie si rezultate de calcul.	500	500	
	Activitate II.3 Proiect de model experimental 2,2 kW/1500 rpm gabarit 100L	15 MAR 2006	Proiect motor 2,2 kW/1500	700	700	
	Activitate II.4 Realizare model experimental 2,2 kW/1500 rpm gabarit 100L	15 IUN 2006	PV executie model experimental	200	200	
2006	Etapa III PROIECT MODEL EXPERIMENTAL SERIE DE MOTOARE ASINCRONE (eff-1) GAB.90-132 1,1 kW; 2,2 kW ;4 kW; 5,5 kW/1500 rpm	15 SEP 2006	Proiect model experimental 1,1 kW; 2,2 kW ; 4 kW; 5,5 kW/1500 rpm	1.900	1.900	
	Activitate III.1 Elaborare metodici de analiza si sinteza optima la motoare asincrone cu rotor in scurtcircuit	30 IUN 2006	Raport tehnic. Metodica de calcul optimal	500	500	
	Activitate III.2 Aplicarea metodelor de analiza numerica (FEM) 2D in structuri cu simetrie circulara si circuite magnetice saturabile cu aplicatii la proiectarea motoarelor asincrone	30 AUG 2006	Raport tehnic. Metodica de calcul si rezultate cu aplicatie la motoarele din seria proiectata	600	600	

	Activitate III.3 Proiectare modele experimentale 1,1 kW/1500 rpm gabarir 90S 2,2 kW/1500 rpm gabarit 100L 4 kW/1500 rpm gabarit 112M 5,5 kW/1500 gabarit 132M	15 SEP 2006	Proiect model experimental 1,1 kW; 2,2 kW ; 4 kW; 5,5 kW/1500 rpm	800	800	
2006	Etapa IV INCECARE MODEL EXPERIMENTAL MOTOR SINCRON CU MAGNETI PERMANENTI SI AUTOPORNIRE (eff-1)	15 NOV 2006	Raport de incercare	1.800	1.800	
	Activitate IV.1 Elaborare referential si metodologie de incercare motor sincron cu magneti permanenti	30 SEP 2006	Document normativ de produs. Metodologie de incercare	300	300	
	Activitate IV.2 Incercari model experimental model experimental motor sincron cu magneti permanenti	15 NOV 2006	Raport de incercare	1.500	1.500	
2007	Etapa V REALIZARE MODEL EXPERIMENTAL SERIE DE MOTOARE ASINCRONE (eff-1) GAB.90-132 1,1 kW; 2,2 kW ;4 kW; 5,5 kW/1500 rpm	15 IUN 2007	PV de executie model experimental serie de motoare	600	600	
	Activitate V.1 Realizare modele experimentale motoare asincrone eff-1 de 1,1 kW; 2,2 kW ;4 kW; si 5,5 kW/1500 rpm		PV de executie model experimental serie de motoare	600	600	
2007	Etapa VI. INCERCARI EXPERIMENTALE SERIE DE MOTOARE ASINCRONE (eff-1) GAB.90-132 1,1 kW; 2,2 kW ;4 kW; 5,5 kW/1500 rpm	15 OCT 2007	Rapoarte complete de incercare	800	800	
	Activitate VI.1 Incercari modele experimentale motoare asincrone eff-1 de 1,1 kW; 2,2 kW ;4 kW; si 5,5 kW/1500 rpm	15 OCT 2007	Rapoarte complete de incercare	800	800	
2007	Etapa VII. ELABORARE INITIATIVA LEGISLATIVA PRIVIND FABRICAREA IN ROMANIA DE MOTOARE EFF-1 SI SCHEMA AFERENTA DE AJUTOR DE STAT	15 NOV 2007	Proiect de initiativa legislativa inaintata catre MEC; Proiect schema ajutor de stat inaintat la Consiliul Concurentei	600	600	
	Activitate VII.1 Elaborare initiativa legislativa privind fabricarea in romania de motoare eff-1 si schema aferenta de ajutor de stat	15 NOV 2007	Proiect de initiativa legislativa inaintata catre MEC; Proiect schema ajutor de stat inaintat la Consiliul Concurentei	600	600	
2008	Etapa VIII ELABORARE PROIECT TEHNIC DEZVOLTAT SERIE DE MOTOARE SINCRONE CU MAGNETI PERMANENTI SI AUTOPORNIRE GAB.90-132 (eff-1)	15 MAR 2008	Proiect tehnic dezvoltat	1.200	1.200	
	Activitate VIII.1 Elaborarea proiectului tehnic dezvoltat de serie de motoare sincrone cu magneti permanenti si autopornire gab.90-132 (eff-1)	15 MAR 2008	Proiect tehnic dezvoltat serie de motoare sincrone eff-1 gab.90-132	1.200	1.200	
2008	Etapa IX ELABORARE PROIECT TEHNIC DEZVOLTAT SERIE DE MOTOARE ASINCRONE CU ROTOR IN SCURTCIRCUIT GAB.90-132 (eff-1)	15 MAR 2008	Proiect tehnic dezvoltat	1.200	1.200	
	Activitate IX.1 Elaborarea proiectului tehnic dezvoltat de serie de motoare asincrone cu rotor in scurtcircuit gab.90-132 (eff-1)	15 IUN 2008	Proiect tehnic dezvoltat serie de motoare asincrone eff-1 gab.90-132	1.200	1.200	

2008	Etapa X DISEMINARE PE SCARA LARGA A REZULTATELOR SPRE TOTI FACTORII INTERESATI (FABRICANTII DE MOTOARE ELECTRICE DIN ROMANIA) SI CONSULTANTA LA PUNEREA IN FUNCTIUNE	15 SEP 2008	Documentatie de prezentare diseminata pe suport CD Raport de consultanta	500	500	
	Activitate X.1 Diseminare pe scara larga si consultanta la punerea in functiune	15 IUN 2008	Documentatie de prezentare diseminata pe suport CD Raport de consultanta Organizare masa rotunda, conferinta	500	500	
2006- 2008	Etapa XI (ACTIUNI SUPT) – se vor preciza la perfectarea contractului (max. 5% din valoare contract) Participare la tirg international (Hanovra) 2006 si participare la Conferinta internationala (International Conference on Electrical Machines- ICEM'2006, 2008)	2006- 2008	Rapoarte de deplasare	600	600	
	TOTAL VALOARE CONTRACT (2005-2008)		36 luni	12.600	12.600	

7. REZULTATE / BENEFICIILE ȘI SCHEMA/ PLANUL DE VALORIFICARE/ DISEMINARE

Rezultatele asteptate nu sunt imediate, ele nu apar in mod natural dupa finalizarea cercetarii. Implementarea lor in cadrul fabricatiilor de motoare din Romania necesita nu doar cheltuieli de pregatire de fabricatie dar si costuri de investitie suplimentare pentru utilizatorii finali. Accelerarea aparitiei acestor rezultate poate fi facuta printr-o politica sistematica, cu caracter institutional coercitiv din partea autoritatilor care guverneaza producerea si utilizarea energiei precum si protectia mediului in Romania. Masurile sunt cu caracter intensiv si extensiv si sunt conturate prin politicile la nivel european unde dificultatile de implementare sunt aceleasi¹².

Rezultatele pot fi cuantificate din punct de vedere macroeconomic si microeconomic. Pe termen mediu este demonstrat ca orice utilizator care trece de la motoare standard la motoare eff-1 isi recupereaza investitia intr-un timp intre 1-3 ani. La nivel global, daca toate motoarele ar fi eficiente energetic, economia de energie primara (care nu mai trebuie transformata in energia electrica echivalenta pierderilor) ar fi pentru Romania de ordinul de marime a 2,6 miliarde kWh anual ceea ce reprezinta posibilitatea opririi unui grup de 330 MW cu toate consecintele legate de poluarea mediului prin noxe emise.

Rezultatele cercetarilor avind la baza modele experimentale testate la bancul de proba, materializate in proiecte tehnice dezvoltate pe gabarite si tipodimensiuni, cu aplicabilitate atat la motoare asincrone dar si la motoare sincrone cu magneti permanenti si autopornire, vor fi diseminate pe scara larga fiind puse la dispozitia fabricantilor de motoare din Romania in mod nediscriminatoriu ca urmare a finantarii lucrarilor de la bugetul de stat.

In cazul in care pe parcursul cercetarilor apar elemente si informatii care necesita clasificare sau protectie intelectuala se va proceda ca atare cu respectarea tuturor reglementarilor in vigoare.

8. IMPACTUL TEHNIC, ECONOMIC SI SOCIAL

Impactul tehnic este definit de introducerea in fabricatie, in urmatoorii ani, a unor serii de motoare de curent alternativ, cu eficienta energetica ridicata, in deplina concordanta cu tendintele europene si mondiale. Consorțiul european al producatorilor de motoare electrice CEMEP si programul european „Motor Challenge”, care are ca instrument operational baza de date EuroDEEM a motoarelor cu eficienta ridicata introduse in fabricatie si vindute, invita participarea tuturor fabricantilor la aplicarea conceptului. Desigur, costurile implementarii trebuie repartizate intre toti factorii, avind uneori caracter difuz cum este cazul impactului asupra mediului (milioane de tone CO₂ mai putin emis in atmosfera, cu efecte asupra protectiei mediului, prin arderea in centrale a unor cantitati reduse de combustibil primar.

Cercetarea are si menirea de a pune in valoare un potential stiintific existent in centrele de cercetare universitara care isi va gasi finalitatea intr-o lucrare ampla, cu rezultate certe in legatura cu eficientizarea utilizarii energiei si cu

¹² A se vedea Hans de Keulenaer, “Energy efficient motor driven system”, http://energyefficiency.jrc.cec.eu.int/pdf/HEM_lo_all%20final.pdf, cap.2 si 5.

efecte asupra protectiei mediului.

Din punct de vedere economic, asa cum rezulta din rezultatele de calcul prezentate in tabelul 3 (inclusiv nota adiacenta) economiile realizate de utilizatorii de motoare electrice clasificate ca eff-1 este substantiala, de natura sa recupereze cheltuiala suplimentara investitionala intr-un termen de 1-3 ani, dupa care economia de energie se capitalizeaza efectiv.

9. MANAGEMENTUL PROIECTULUI

Managementul proiectului va fi in principal in sarcina specialistilor din unitatea ofertanta (ROR-IMM), care are o bogata experienta in probleme de proiectare serii unificate de motoare. Echipa de cercetare are in componenta membrii cu adinca specializare in domeniul proiectarii optimale a seriilor de motoare asincrone, de analize economice si de proiectare tehnologica.

Se preconizeaza analize lunare a stadiului lucrarilor si monitorizare a conformitatii cu planul de realizare si intreprinderea masurilor de eliminare a acestora. Se vor lua masuri ca rezultatele sa fie facute cunoscute de indata ce ele apar si sunt verificate experimental.

Avind in vedere colaborarea la realizarea produsului dintre compartimentele de cercetare si de microproductie din ROR-IMM responsabilitatea conducerii proiectului va fi asigurata functie de fazele de executie de catre unul dintre acestea (conducerea stiintifica, respectiv tehnica a ROR). Se va analiza periodic desfasurarea activitatilor preconizate impreuna cu partenerii si se vor aduce corectiile necesare in vederea obtinerii rezultatelor impuse. Echipa de lucru care va asigura desfasurarea activitatilor este eterogena, continind specialisti in masini electrice, electronica de putere, proiectare electromagnetica, proiectare mecanica, ingineria calitatii si analize tehnico-economice. La momentul potrivit dar cit mai curind posibil se vor desfasura analize economice cu referire la determinarea oportunitatilor de asimilare a seriei zero, inclusiv a ordinii temporale, respectiv esalonarea lucrarilor de dezvoltare a SDV-urilor si pregatirea fabricatiei.

In vederea documentarii la zi asupra realizarilor altor firme producatoare de masini electrice s-au preconizat, ca actiuni suport de management a proiectului, participari de informare la un tirg international traditional in cursul anului 2006 si la o conferinta internationala traditionala in domeniul masinilor electrice (ICEM), pentru care s-a preconizat o cheltuiala eligibila de pina la 5% din valoarea finantarii de la buget.

10. DESCRIEREA RESURSELOR NECESARE PENTRU REALIZAREA PROIECTULUI

Se solicita de la bugetul programului, in baza planului de realizare care contine etape distincte si activitati in fiecare etapa de cercetare aplicativa (dezvoltarea de metode noi de calcul, analiza si sinteza optimala, tehnici de incercare, proiectare si experimentari pe modele) suma de 12.600 mil. lei care sa acopere necesarul de resurse umane, materiale si cu referire la dotari (constructie institutionala) necesare realizarii temei.

Cu referire la dotari se face mentiunea ca in afara echipamentelor absolut necesare testarii motoarelor asincrone si sincrone in conformitate cu prevederile standardelor in vigoare (surse, echipamente de tip dinam-frina de diferite dimensiuni, echipamente de masura, tehnica de calcul de proiectare si analiza) urmeaza a se achizitiona, conform legislatiei aferente, echipamente performante de ultima ora de achizitie si prelucrare date in timp real si interfatare cu calculator PC de tip osciloscop Tektronix THS 720P inclusiv sonde speciale de masura, traductoare de cuplu dinamic de tip Hottinger-Baldwin (in etapa IV, Nov.2006) precum si doua sisteme de calcul PC de mare capacitate inclusiv imprimanta A3 in vederea elaborarii proiectelor.

Aceasta dotare suplimentara este minimala tinind seama ca in elaborarea lucrarilor de cercetare si dezvoltare se vor utiliza inclusiv echipamente de calcul si incercare existente in centrele universitare (UPB, UTCN) care sunt parte in consortiu.