LIBRIS | We know books

COLETA DE SABATA
IOAN LUMINOSU
ALDO DE SABATA

TRADIȚIE ŞI PERSPECTIVE ÎN ENERGETICA SOLARĂ LA UNIVERSITATEA „POLITEHNICA" TIMIŞOARA



Editura Excelsior Art
2010

LIBRIS | We know books

CUPRINS

CAPITOLUL I.
Introducere 9

CAPITOLUL AL II-LEA
Soarele 16

CAPITOLUL AL III-LEA
Actinometrie 21
3.1. Aparate pentru măsurarea radiației solare 21
3.2. Disponibilități energetice pe paralela 45°N 27

CAPITOLUL AL IV-LEA
Colectoare termice. Materiale 31
4.1. Colectoare solare 31
4.2. Materiale diatermane 35
4.3. Materiale atermane 41
4.4. Utilizări ale ferofluidelor în heliotehnică 44
4.4.1. Distribuția particulelor de magnetită din ferofluid după caracteristica dimensiune 44
4.4.2. Absorbția luminii albe de către lichidele magnetice 47
4.4.3. Absorbția spectrală a luminii nepolarizate de către un ferofluid pe bază de petrol, în absența câmpului magnetic 49
4.5. Alte materiale și efecte studiate în scopul captării și utilizării energiei solare 58
4.5.1 Folia de climatizare 58
4.5.2. Pelicula de ulei 64
4.5.3. Lichide negre 67
4.6. Simularea numerică a funcționării unui boiler solar în condiții cvasireale 70
4.6.1. Modelul analitic 70
4.6.2. Exemplu 73
4.6.3. Concluyii 76

CAPITOLUL AL 5-LEA
Aplicații industriale ale energiei solare 78
5.1. Aplicații în domeniul uscării produselor ceramice 78
5.2. Preîncălzirea bitumului din batalurile de mare capacitate folosind energia solară 83
5.3. Cercetări experimentale în vederea purificării apelor uzate cu dejecții de suine folosind energia solară. Alte aplicații posibile 96

LIBRIS Verlag books

CAPITOLUL AL VI-LEA
Laboratorul „Casa Solară" 100
6.1. Construcția Casei Solare și utilizarea sa inițială 100
6.2. Utilizarea actuală a Casei Solare 105
6.3 Studii în acumularea și stocarea căldurii obținute prin conversie termosolară 108
6.3.1. Câmpul termic în bazinul cu apă dulce 109
6.3.2. Câmpul termic în bazinul cu apă sărată 110
6.3.3. Verificări experimentale în condiții de laborator 111
6.3.4. Determinări experimentale în condiții naturale 112
6.3.5. Concluzii 113
6.4. Peretele Trombe 113
6.5. Stație solară individuală pasivă sau boiler solar cu acumulare de apă caldă în regimul pasiv 115

CAPITOLUL AL VII-LEA
Studii de fezabilitate 118
7.1. Date despre insolație 118
7.2. Calculul consumului energetic al unei case 127
7.2.1. Caracteristicile constructive ale casei 128
7.2.2. Caracteristicile termotehnice ale materialelor folosite la construcție 128
7.2.3. Propietățile fizice și termoizolante ale elementelor de construcții 129
7.2.4. Rezistența termică a elementelor de construcție la permeabilitatea căldurii 130
7.2.5. Coeficientul pierderilor termice ale elementelor de construcție 132
7.2.6. Mărimea w [W/K] 132
7.2.7. Căldura necesară pentru asigurarea confortului termic 133
7.2.8. Instalația solară pentru încălzirea casei 135
7.2.9. Energia termică necesară pentru prepararea apei calde menajere 137
7.2.10. Instalația solară pentru pregătirea apei calde menajere 138
7.2.11. Concluzii 139
7.3. Amenajarea ca baze de agrement a unor lacuri și iazuri cu ape poluate folosind plante tropicale pentru purificarea apei. 140
7.4. Casă geosolară 143
7.5. Sistem hibrid termic și PV pentru creșterea șeptelului în partea de vest a României 147
7.5.1. Încălzirea aerului interior 147
7.5.2. Încălzirea apei 148
7.5.3. Ventilarea cu aer 148
7.5.4. Prepararea apei potabile pentru persinal 149
7.5.5. Iluminarea interioară 149
7.5.6. Schema de bază a sistemului solar hibrid 150

CAPITOLUL AL VIII-LEA
Energiei solară în actualitate 152
8.1. Considerații generale 152

LIBRIS | We know books

8.2. Dinamica sistemelor solare în țările UE 157
8.3. Broiecte, sisteme și instalații termosolare solare în UE 159
8.3.1. Casa solară cu autonomie anergetică din Freiburg-Germania (SSSH, Self-Sufficient Solar House) 159
8.3.2. Proiectul nordic demonstrativ pentru încălzirea solară în Balerup-Danemarca (N.S.H.D.P.) 162
8.3.3. Panouri cu aer prin termosifon (TAP) (Anglia) 163
8.3.4. Distilatorul multietejat „RM" (FRANȚA) 164
8.3.5. Pompa solară „ITTEC" (Franța) 165
8.3. Perspective în energetica viitorului. Concluzii 166

Lista lucrărilor elaborate și publicate în Energetică Solară
la Catedra de Fizică a Universității „Politehnica" din Timișoara 171
I. Cărți publicate în domeniul energiei solare 171
II. Articole publicate în domeniul energiei solare 171
III. Teze de doctorat 189
IV. Contracte de cercetare (1976-1989) 189

ANEXĂ
Calculul mărimilor care definesc direcția radiației solare 193
A1. Coordonate și unghiuri 193
Coordonatele geografice 194
Sistemul de coordonate locale 195
A.2. Relații între coordonate 199
A.3. Comanda colectorilor solari în sistemele cu urmărire a Soarelui 206
A.3.1. Axă orizontală est-vest; reglajul se face astfel încât radiația de fascicol să fie normală pe suprafața colectoare la amiaza solară, în fiecare zi 207
A.3.2. Axă orizontală est-vest; reglajul se face în mod continuu astfel încât unghiul de incidență θ dintre radiația de fascicol și normala pe suprafața colectoare să fie minim 208
A3.3. Axă orizontală nord-sud; regaljul se face în mod continuu pentru minimizarea unghiului de incidență θ 209
A3.4. Axa de rotație este verticală, unghiul s este fix, iar ajustarea se face în mod continuu 210
A3.5. Axa de rotație este paralelă cu axa nord-sud a Pământului, iar ajustarea este continuă pentru minimizarea unghiului de incidență 211
A4. Program de calcul al ofertei solare 213

ANEXĂ – BIBLIOGRAFIE 215

LIBRIS | We know books

CAPITOLUL I.
INTRODUCERE

Utilizarea energiilor numite astăzi „alternative" sau care se „reînnoiesc" a stat la baza dezvoltării civilizației umane dar, pe măsură ce omenirea a făcut pași tot mai mari pe drumul progresului tehnologic, ele au fost părăsite fiindcă prezentau unele dezavantaje față de alte metode dovedite a fi mult mai simple, la îndemână, ieftine, cu randamente mari, cu eforturi reduse etc. Cu toată dezvoltarea tehnologică de după sfârșitul secolului al XIX-lea, unele aplicații ale energiilor ce se reînnoiesc au continuat să fie folosite până de curând, cum ar fi morile de apă și de vânt, uscarea semințelor cu ajutorul energiei solare, transportul gravitațional, dar astăzi tentația simplității dată de folosirea energiei electrice a trimis la muzeu majoritatea acestor aplicații.

Energiile alternative au început să se impună cu necesitate abia după schimbările majore produse pe mapamond după încheierea celui de al II-lea război mondial – o perioadă euforică generată pe produsele petrolifere ieftine și oferite în cantități ce păreau uriașe – atunci când lumea arabă, care deținea o mare parte a rezervelor de hidrocarburi, și-a schimbat atitudinea politică.

Desigur, cercetări au existat în multe țări dezvoltate (ca de exemplu cele pentru realizarea de pile fotovoltaice necesare în zborurile cosmice, cele relativ la folosirea energiei solare pentru cuptoare de înaltă temperatură cu vid de la Odeillo, din Pirinei, folosirea energiei mareelor, etc.) dar problema nu a fost privită ca o țintă imediată din punct de vedere economic. Chiar și în țara noastră, prin anii '30 ai veacului trecut, prof. univ. Alexandru Cișman de la Iași, s-a preocupat să întocmească o hartă a regiunilor din Moldova potrivite pentru a fi folosite în vederea utilizării energiei eoliene. Nimeni nu a dat vreo importanță unor asemenea preocupări.

În România, după cel de al doilea război mondial, în primele decenii ale statului de tip comunist, a existat o dezvoltare industrială puternică, bazată în mare măsură de ideile impuse de modelul sovietic dar și pe relațiile bune care s-au stabilit cu multe țări arabe, posesoare de resurse petrolifere. Prelucrarea țițeiului cumpărat la prețuri mici și revinderea produselor de rafinare astfel obținute în uzinele proprii către state din apusul Europei au condus la rezultate economice foarte convenabile și România și-a dezvoltat o industrie petrochimică care s-a dovedit, mai târziu, supradimensionată față de resursele proprii.

LIBRIS www.libris.ro books

Apariția primei crize energetice a petrolului, de la începutul anilor '70, atunci când Iranul a mărit brusc de patru ori prețul barilului de țiței, a lovit puternic și industria românească, iar scumpirile ce s-au succedat după schimbările politice din Iran au generat perturbații grave pe piața energetică fiindcă toate țările posesoare de resurse petrolifere (OPEC, toate statele arabe, URSS, etc.) au crescut nemăsurat prețul barilului de petrol, de la 2-3 $ cât era până în deceniul al 6-lea, la 30-40$, cu tendințe de urcare ce s-au dovedit aproape neverosimile, după anul 2000, spre un vârf de 140-150$ /baril, după care prețurile au scăzut, dar nu sub 40- 50$ barilul, situație ce se menține în continuare dar cu tendințe de creștere. Gazul metan este o sursă mult folosită actualmente, în care se fac investiții uriașe pentru transportul dinspre est spre vest, dar este și el epuizabil, într-o perspectivă ceva mai îndepărtată însă. Energia de fisiune nucleară s-a instalat ca resursă de bază imediat după încheierea celui de al doilea război mondial; unele țări – precum Franța de exemplu – folosesc până la 80% din energia internă din resurse bazate pe fisiunea nucleară dar, pe parcursul deceniilor, s-au evidențiat unele probleme majore: țările care folosesc uraniul nu îl și produc, neavând resursele respective în propriul subsol, țările care au rezerve mari – mai ales din Africa – nu sunt capabile să își construiască centralele electrice aferente; dezastrul de la Cernobâl a speriat întreaga omenire, fără a mai aminti de cele aproape 1000 de accidente nucleare minore care au avut loc la centralele existente pe tot globul. În fine, există în acest domeniu o problemă majoră, cea a depozitării deșeurilor rezultate din „arderea" în reactoare a uraniului; depozitarea pe termen lung a acestor deșeuri cu o reactivitate ridicată este complicată, scumpă și cu un risc potențial ce rămâne mereu la orizont. Cu toate acestea, energia furnizată de centralele electrice de fisiune nucleară a uraniului reprezintă una dintre opțiunile majore cel puțin pentru viitoarele decenii; tehnologia în acest domeniu este foarte avansată, producerea de combustibil nuclear în centralele nuclearo-electrice cu regenerare poate asigura resursa de bază, există o varietate mare de tipuri de centrale destinate multor scopuri iar cercetarea tehnologică se continuă pe glob.

Speranțele cercetătorilor legate de producerea controlată a energiei prin reacții termonucleare de fuziune – de tipul celor din Soare – din anii '60 ai secolului trecut au trebuit mult amânate, instalațiile s-au dovedit extrem de greu de realizat, costurile enorme iar în momentul de față, deși s-au făcut pași mari atât la CERN cât și de câteva dintre marile puteri economice ale lumii, este greu de prevăzut un rezultat convenabil într-un reactor de laborator înainte de circa 30 de ani; de aici, pasul spre o tehnologie aplicabilă în practică, spre o centrală electrică de fuziune, va mai cere un interval greu de apreciat astăzi, în cel mai optimist caz fiind vorba de câteva decenii.

Cum omenirea nu poate exista fără resurse de energie, a trebuit să se recurgă la alte sisteme, acceptabile și mai accesibile. Drept urmare, unul dintre efectele pozitive ale gravelor perturbații în economia mondială, a fost întoarcerea spre alte

LIBRIS | We know books

resurse disponibile și ceva mai prietenoase față de natură. Cărbune se găsea și se găsește în cantități mari pe glob, dar efectele poluante sunt foarte grave, - ceea ce nu împiedică unele state emergente, ca de exemplu China, să își dezvolte febril acest tip de centrale electrice - resursele hidro sunt relativ limitate și, pe lângă faptul, amintit deja, că necesită investiții inițiale mari, este de subliniat că apa nu se găsește repartizată pe glob după necesitățile populației, așa că omenirea s-a întors spre acele forme de producere a energiei care ar putea suplini măcar în parte necesitățile.

În România, conducerea centralizată a statului de tip comunist, surprinsă de criza declanșată în anii '70 ai secolului trecut, a decis deschiderea unor canale noi de producere a energiei, ca forme alternative, interesându-se de energiile ce se reînnoiesc.

La Universitatea „Politehnica" din Timișoara, planurile de cercetare științifică au fost restructurate pe noile coordonate. Problema fiind acută și cu termene scurte, au fost create colective mari, multidisciplinare, destinate cercetărilor în domeniul energiilor ce se reînnoiesc, și anume au fost abordate:

– energia solară
– energia eoliană
– producerea de biogaz
– implicații ecologice ale noilor sisteme
– potabilizarea apelor salmastre și a apelor poluate, etc.

Reorientarea s-a putut face rapid deoarece pe platformele de cercetare ale Universității, se găseau specialiști de înaltă calificare în domenii foarte variate, ce puteau fi reuniți în colective multidiciplinare de anvergură fără dificultăți.

În plus, prin tradiție, Școala Politehnică din Timișoara, înființată în anul 1920, a avut o strânsă legătură cu industria din zonă, întrucât populația din Banat și-a dorit tocmai un asemenea tip de școală superioară, care răspundea la specificitatea istorică a zonei dată – pe lângă agricultură – de minerit, de industria de prelucrare a minereurilor și apoi a metalelor (cu o istorie multiseculară), de industria constructoare de mașini care avea și ea tradiții vechi; fabricile din principalele centre industriale aveau un profil potrivit pentru dezvoltarea transporturilor rutiere și feroviare, se realizau multe tipuri de construcii metalice, inclusiv poduri metalice, iar, după războiul al doilea, a existat o puternică industrie a construcțiilor de mașini hidraulice de toate tipurile, a mașinilor electrice, termice, etc. La aceste realizări de înaltă tehnicitate s-a putut ajunge prin colaborarea strânsă și continuă între specialiștii din „Politehnică" și cei din marile companii industriale (din Timișoara, Arad, Reșița, Hunedoara, etc). Tradiția și viitorul s-au împletit astfel, după cum vom arăta în cele ce urmează.

LIBRIS Wolters books

Politica energetică a viitorului nu poate fi concepută în afara unor cerințe de schimbare, deoarece există unele aspecte ce s-au conturat cu claritate în ultimele decenii, şi amintim câteva:

– combustibilii clasici (cărbune, țiței şi gaz metan) vor scădea cantitativ şi, chiar dacă rezervele actuale cunoscute ar putea să crească prin descoperirea unor noi zăcăminte, prețurile de exploatare vor fi din ce în ce mai mari;

– unii combustibili clasici vor deveni pe viitor mult mai importanți ca materie primă pentru industria chimică (de exemplu gazul metan), iar arderea lor în centralele termice sau pentru automobile s-ar putea să fie prohibitivă;

– cărbunele este o soluție de lungă durată pentru producerea de energie, ținând seama de rezervele existente, dar arderea lui conduce la o poluare la care nu se poate încă anticipa cum ar putea face față omenirea; efectul de seră la nivel mondial este un asemenea semnal de alarmă;

– energia nucleară de fisiune este un pilon de bază în viitor, dar şi în acest domeniu prețurile de extracție a uraniului cresc aproape exponențial, iar rezervele sunt distribuite neuniform pe glob, cu posibile probleme politice majore;

– energia hidroelectrică are şi ea unele limite, iar investițiile inițiale, foarte mari, pot fi, pentru unele state, dincolo de limita de suportabilitate; previziunile hidro-meteorologice nu sunt foarte încurajatoare pe termen mediu;

– energia termonucleară de fuziune (promisă ca fezabilă pentru anul 2000, prin anii '50 ai veacului trecut) a devenit între timp o fata morgana; deşi cercetările continuă, se vorbeşte foarte puțin despre realizări, iar o centrală nucleară de acest tip rămâne, deocamdată, la o limită temporală de peste 5 decenii;

– energiile care se reînnoiesc sunt şi vor rămâne o alternativă atrăgătoare chiar şi atunci când omenirea va fi capabilă să îşi gestioneze cu mai multă înțelepciune viitorul; faptul că sunt inepuizabile prin reînnoirea lor continuă, faptul că nu sunt poluante, faptul că vor permite să existe o planetă curată, sunt câteva argumente pentru continuarea dezvoltării cercetărilor în acest domeniu, cu aplicații din ce în ce mai diversificate.

În cele ce urmează vom încerca să prezentăm principalele realizări din domeniul cercetării în energetica solară, cu aplicațiile cele mai interesante, realizate de specialiştii de la Universitatea „Politehnica" din Timişoara – România, pornind de la începuturile din anul 1976 şi privind spre un viitor ce pare a fi deosebit de atractiv, cu siguranță mult mai prietenos cu mediul înconjurător.

Sediul Catedrei de Fizică de la Universitatea „Politehnica" din Timişoara, – unde s-au inițiat cercetările în domeniul captării, conversiei şi utilizării energiei solare – a fost din iulie 1972 şi până în septembrie 2007 la parterul clădirii din Piața Horațiu nr.1 (Fig. 1.1); sediul a avut o suprafață ocupată de aproximativ 400 m^2, la care s-au adăugat spații de depozitare şi unele ateliere situate în subsolul

LIBRIS | We know books

clădirii. Această clădire nu mai aparține Politehnicii fiind retrocedată Episcopiei Catolice de Timişoara.



Fig.1.1.Clădirea din Piața Horațiu nr.1.

În curtea clădirii, pe terasa aflată deasupra garajelor, a fost instalat primul laborator solar pentru studii în condiții naturale a diferitelor instalații, captatoare, concentratoare de energie solară create de colectivul Catedrei, Fig. 1.2 şi 1.3.

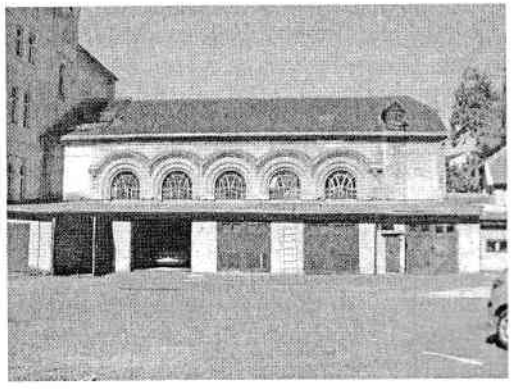


Fig.1.2. Terasa pe care s-a instalat primul laborator solar.

LIBRIS world books

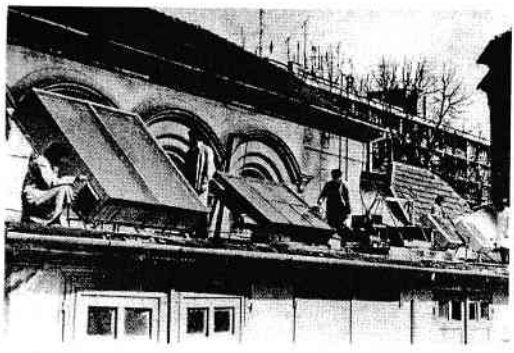


Fig. 1.3. O parte din primele instalații solare aflate pe terasă.

În anul 1976 numărul cadrelor didactice ale catedrei era de 24, la care se adăuga personalul auxiliar format din 7 tehnicieni. Activitatea didactică se desfăşura în 4 laboratoare (Fizică Generală, Fizică Atomică şi Nucleară, Optică şi Bazele Experiementale ale Mecanicii Cuantice şi Fizica Corpului Solid); activitatea de cercetare ştiinţifică se desfăşura în principal în două laboratoare: Laboratorul pentru Măsurători de Magnetism şi Laboratorul pentru Elaborarea de Materiale cu Proprietăţi Speciale; la aceste preocupări se mai adăugau unele cercetări cu caracter teoretic. Lucrările de întreţinere şi reparaţii, ca şi unele lucrări de creare a unor instalaţii experimentale, se desfăşurau în atelierele de electro-mecanică şi de electronică.

Lansarea direcţiei de cercetare în domeniul energeticii solare s-a făcut la iniţiativa prof. dr. ing. Coleta De Sabata în anul 1976, şef al Catedrei de Fizică la acel moment.

Colectivul de cercetare a fost format din:

– profesori: Coleta De Sabata, Aurica Munteanu,Cristian Marcu, Ioan Mihalca, Minerva Cristea, Duşan Popov

– conferenţiar Dorothea Mihailovici

– şefi de lucrări Ioan Luminosu, Ioan Damian, Corin Tămăşdan, Marcel Hălmăgean, Ioan Zaharie, Maria Boldan, Sorin Bălan, Mariana Gangăl

În vederea demarării rapide a cercetărilor şi a aplicării rezultatelor în practică, acestui colectiv i s-au mai alăturat, pe parcursul anilor, şi alţi colaboratori dintre care amintim în special pe profesorii Cornel Ungureanu de la Catedra de Termotehnică, Nicolae Oancea, Ioan Borza şi Adrian Retezan de la Catedra de Instalaţii în Construcţii, Ioan Munteanu de la Catedra de Construcţii Metalice, Laurenţiu Nicoară de la Catedra de Drumuri şi Poduri alături de care au participat - sporadic sau după necesităţi - şi alte cadre didactice, din catedră sau din alte catedre, implicate temporar sau venite ulterior. Acest lucru este evidenţiat prin participarea ca autori la lucrări publicate în domeniu aflate în lista bibliografică anexată. Este de menţionat că

LIBRIS | We know books

membrii din colectivul extins de energetică solară au participat la realizarea de contracte de cercetare științifică, întocmirea de proiecte, obținerea unor brevete de invenții la OSIM sau de inovații la MEI. De asemenea, în cadrul doctoranturii în Fizică Tehnică au fost realizate teze de doctorat în domeniul Energeticii Solare.

Obiectivele inițiale – și care s-au dezvoltat pe parcursul deceniilor –, au fost:

– constituirea unei baze de date meteo-climatice pentru partea de vest a României (Banatul este traversat de paralela 45N) pentru o durată lungă de timp;

– cercetări teoretice și experimentale în vederea captării eficiente și a termoconversiei energiei solare, cu aplicații mai ales în domeniul industrial (uscarea produselor ceramice, construcția de drumuri și șosele, industria textilă, etc.);

– studiul proprietăților materialelor utilizabile pentru confecționarea de captatori fără a folosi materiale din import, prohibite la momentul respectiv;

– studiul concentratoarelor de energie solară cu scopul de a se obține temperaturi cât mai înalte, după necesități;

– probleme de ecologizare a apelor poluate – în special cu dejecții de suine – folosind energia solară precum și obținerea apei de consum în zonele cu ape salmastre; ecologizarea unor lacuri și alte luciuri de apă folosind energia solară;

– simularea fenomenelor fizice implicate în termoconversia și electroconversia energiei solare

– studiul stocării căldurii obținute prin termoconversia energiei solare pentru perioade scurte, medii și lungi;

– cercetări asupra electroconversiei energiei solare.

După cum rezultă din lista bibliografică anexată, rezultatele cercetărilor au fost raportate în reviste, la congrese și conferințe, multe dintre ele de prestigiu. Acesta este modul normal de a comunica rezultatele activităților științifice dar duce, în mod inerent, la o dispersare a informației. Am reunit în acest volum temele de cercetare abordate și prezentăm în mod concis rezultatele activităților desfășurate în vederea rezolvării acestor teme, evitând pe cât posibil suprapunerile cu alte publicații proprii. Scopul pe care l-am avut a fost de a înregistra într-un document unic, concis, istoria și rezultatele în Energetică Solară obținute în peste treizeci de ani de muncă la Universitatea „Politehnica" din Timișoara, motivat prin interesul înnoit în domeniul energiilor regenerabile care se manifestă de câțiva ani în instituție, după o scădere pronunțată a acestuia intervenită în anii '90.

În afara scopului principal, sperăm ca și utilizatorii de energie solară, începători sau avansați, să găsească idei sau informații interesante în această carte. Am adăugat de aceea un capitol introductiv despre Soare ca sursă de energie, precum și o anexă destinată celor ce au în interes efectuarea de calcule în vederea evaluării disponibilului de energie într-o anumită regiune geografică, anexă ce cuprinde o tratare unitară și deductivă a caracterizării traiectoriei Soarelui și direcției radiației solare.