

(12) CERERE DE BREVET DE INVENȚIE

(21) Nr. cerere: a 2010 00676

(22) Data de depozit: 29.07.2010

(41) Data publicării cererii:  
30.05.2011 BOPI nr. 5/2011

(71) Solicitant:  
• UNIVERSITATEA TRANSILVANIA DIN  
BRAȘOV, BD. EROILOR NR.29, BRAȘOV,  
BV, RO

(72) Inventatori:  
• VIȘA ION, STR.CLOȘCA NR.48, BRAȘOV,  
BV, RO;  
• DUȚĂ CAPRĂ ANCA, STR. HĂRMANULUI  
NR.15A, BL.211, SC.C, ET.3, AP.8,  
BRAȘOV, BV, RO;  
• DIACONESCU DORIN,  
STR.TUDOR VLADIMIRESCU NR.36, BL.3,  
AP.10, BRAȘOV, BV, RO;

• VĂTĂȘESCU MONICA,  
STR. LĂCRĂMIOARELOR NR.5, BL.9, SC.A,  
AP.17, BRAȘOV, BV, RO;  
• HERMENEAN IOANA, STR. DE MIJLOC  
NR.150-152, SC.A, AP.5, BRAȘOV, BV, RO;  
• SĂULESCU RADU, STR.PANSELUȚEI  
NR.10, BL.3, SC.A, ET.4, AP.17, CODLEA,  
BV, RO;  
• VELICU RADU GABRIEL,  
STR.DE MIJLOC NR.146, BL.10C, ET.5,  
AP.24, BRAȘOV, BV, RO;  
• ȚOȚU IOAN, PIAȚA SFATULUI NR.29,  
AP.2, BRAȘOV, BV, RO

(54) MECANISM DE ORIENTARE

(57) Rezumat:

Invenția se referă la un mecanism de orientare biaxială, destinat orientării de tip azimut și altitudine a unei platforme fotovoltaice, astfel încât să se asigure o eficiență ridicată de captare a energiei solare, însoțită de condiții geometrice favorabile de funcționare. Mecanismul de orientare, conform invenției, este alcătuit dintr-un stâlp (0) vertical fix, o furcă (1) articulată la capătul superior al stâlpului (0), care efectuează o mișcare azimutală, prin intermediul unui actuator (1'), dintr-o platformă (2) fotovoltaică (2), articulată la furcă (1) printr-o poliecuplă de rotație a cărei axă orizontală A-A desemnează axa mișcării de elevație a platformei (2), și un balansier (3) conectat prin câte o articulație de tip cardanic (a, b) la platforma (2) fotovoltaică și respectiv la un ax (4) vertical articulat excentric și paralel față de stâlp, care transformă mișcarea azimutală a furcii (1) în mișcare de elevație a platformei (2).

Revendicări: 3  
Figuri: 20

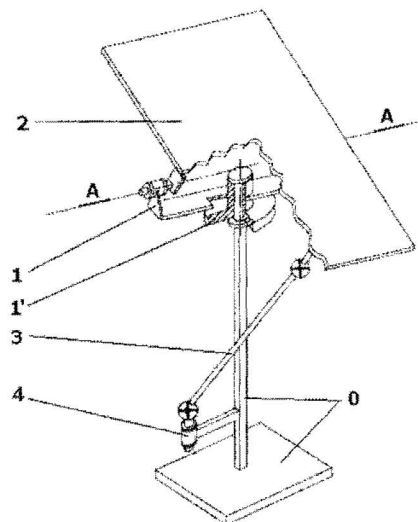


Fig. 1

Cu începere de la data publicării cererii de brevet, cererea asigură, în mod provizoriu, solicitantului, protecția conferită potrivit dispozițiilor art.32 din Legea nr.64/1991, cu excepția cazurilor în care cererea de brevet de invenție a fost respinsă, retrasă sau considerată ca fiind retrasă. Întinderea protecției conferite de cererea de brevet de invenție este determinată de revendicările conținute în cererea publicată în conformitate cu art.23 alin.(1) - (3).







**Figura 11,** Curbe de variație ale raportului R în funcție de unghiul  $\alpha^*_m$ , corespunzătoare unor valori discrete impuse unghiului de funcționare 1 ( $|\beta_{1M}| = 0^\circ; 5^\circ; 10^\circ; 15^\circ$ ) și unei valori impuse unghiului de funcționare 3:  $\beta_{3m} = 60^\circ$ .

**Figura 12,** Curbe de variație ale raportului R în funcție de unghiul  $\alpha^*_m$ , corespunzătoare unor valori discrete impuse unghiului de funcționare 1 ( $|\beta_{1M}| = 0^\circ; 5^\circ; 10^\circ; 15^\circ$ ) și unei valori impuse unghiului de funcționare 3:  $\beta_{3m} = 55^\circ$ .

**Figura 13,** Curbă de variație a soluțiilor H (H-verificat) suprapusă curbei de variație al raportului H-verificat (Figura 6); curba H-verificat satisface restricțiile unghiurilor de funcționare:  $\beta_1 \leq 55^\circ, \beta_2 \geq 35^\circ, \beta_3 \leq 65^\circ$ , pentru latitudinea dată (în cazul exemplificat:  $45,6^\circ$  lat. N), pentru orice valoare discretă  $\alpha^*_m \geq 15^\circ$ .

**Figura 14,** Curbe de variație ale soluțiilor L (L-verificat) suprapuse curbelor de variație L-verificat (Figura 8) și valori reprezentative sistematizate tabelar; curbele L-verificat satisfac restricțiile unghiurilor de funcționare:  $\beta_1 \leq 55^\circ, \beta_2 \geq 35^\circ, \beta_3 \leq 65^\circ$ , pentru latitudinea dată (în cazul exemplificat:  $45,6^\circ$  lat. N), pentru orice valoare discretă  $\alpha^*_m \geq 15^\circ$ .

**Figura 15,** Curbe de variație ale soluțiilor R (R-verificat) suprapuse curbelor de variație R-verificat (Figura 9), în cazul  $\beta_{3m} = 65^\circ$  și valori reprezentative sistematizate tabelar; curbele R-verificat satisfac restricțiile unghiurilor de funcționare:  $\beta_1 \leq 55^\circ, \beta_2 \geq 35^\circ, \beta_3 \leq 65^\circ$ , pentru latitudinea dată (în cazul exemplificat:  $45,6^\circ$  lat. N), pentru orice valoare discretă  $\alpha^*_m \geq 15^\circ$ .

**Figura 16,** Curbe de variație ale soluțiilor R (R-verificat) suprapuse curbelor de variație R-verificat (Figura 9), în cazul  $\beta_{3m} = 60^\circ$  și valori reprezentative sistematizate tabelar; curbele R-verificat satisfac restricțiile unghiurilor de funcționare:  $\beta_1 \leq 55^\circ, \beta_2 \geq 35^\circ, \beta_3 \leq 65^\circ$  pentru latitudinea dată (în cazul exemplificat:  $45,6^\circ$  lat. N), pentru orice valoare discretă  $\alpha^*_m \geq 15^\circ$ .

**Figura 17,** Curbe de variație a soluțiilor R (R-verificat) suprapuse curbelor de variație R-verificat (Figura 9), în cazul  $\beta_{3m} = 55^\circ$  și valori reprezentative sistematizate tabelar; curbele R-verificat satisfac restricțiile unghiurilor de funcționare:  $\beta_1 \leq 55^\circ, \beta_2 \geq 35^\circ, \beta_3 \leq 65^\circ$  pentru latitudinea dată (în cazul exemplificat:  $45,6^\circ$  lat. N) pentru orice valoare discretă  $\alpha^*_m \geq 15^\circ$ .

**Figura 18,** Exemplu de variație a altitudinii unei platforme PV  $\alpha^*$  (comparativ cu variația altitudinii razei solare  $\alpha$ ), în ziua Echinocțiului de primăvară la o latitudine de  $45,6^\circ$  N, generată, de un mecanism conform invenției, dintr-o variație în trepte cu o perioadă de o oră a azimutului platformei PV ( $\psi^*$ ), situată în jurul azimutului razei solare ( $\psi$ ).

**Figura 19,** Curbe de variație ale eficienței de orientare în funcție de  $\alpha^*_m$  ( $\alpha^*_m \geq 15^\circ$ ) corespunzătoare unor seturi reprezentative de soluții H-R-L și valori reprezentative sistematizate tabelar.

**Figura 20,** Algoritm de stabilire a rapoartelor H-R-L, care asigură obținerea unei eficiențe ridicate de captare a energiei solare și o geometrie favorabilă de funcționare a mecanismului de orientare

J. do [Signature] 4

**Tabel 1.** Valorile extreme ale unghiurilor de orientare ( $\psi^*$  și  $\alpha^*$ ), pentru  $\varphi = 45,6^\circ$ , în momentele de răsărit/apus și amiază, care asigură creșterea energiei solare captate de o platformă PV orientată (Fig. 1 și 2)

**Tabel 2.** Valori ale eficienței de orientare corespunzătoare unor soluții reprezentative (H, R, L,  $\alpha^*_m$ ), care asigură realizarea unghiurilor de orientare impuse și evitarea tendințelor de blocare, pentru locația de amplasare considerată în exemplul analizat (Fig. 19).

**Tabel 3.** Valori ale soluției (H, R, L,  $\alpha^*_m$ ) care asigură o eficiență ridicată de captare a energiei solare, unghiuri de funcționare și gabarit favorabile, pentru locația de amplasare considerată.

**Mecanismul de orientare** conform invenției, în legătură cu figura 1 și 2, este format dintr-un stâlp vertical fix (0), în vârful căruia este articulată o furcă 1, care efectuează o mișcare azimutală ( $\psi^*$ ), în jurul axei stâlpului, prin intermediul unui actuator adecvat 1' (pentru exemplificare, în figurile 1 și 2 s-a reprezentat numai o roată melcată, solidară cu furca 1, dintr-un actuator rotativ melcat). De furca 1 este articulată o platformă PV (2), printr-o policoplă de rotație 1-2, a cărei axă A-A este perpendiculară pe stâlp și desemnează axa unei mișcări de elevație sau altitudine ( $\alpha^*$ ) a platformei fotovoltaice. Mișcarea de elevație ( $\alpha^*$ ) este generată din mișcarea azimutală ( $\psi^*$ ) prin intermediul unui balansier (3), conectat prin câte o articulație de tip cardanic (a și b) la platforma PV și respectiv la un ax vertical 4 articulată excentric și paralel față de stâlpul 0.

**Mecanismul de orientare** conform invenției, în legătură cu figurile 1-20 și tabelele 1, 2 și 3, asigură o eficiență ridicată [1] a energiei solare captate de platforma PV și evitarea tendințelor de blocare din funcționarea mecanismului, prin utilizarea unor rapoarte:  $H = h/e$ ,  $R = r/e$ ,  $L = l/e$  (în care  $h = cd$ ,  $r = ad$ ,  $l = ab$ ,  $e = bc$ ) determinate pe baza unui algoritm cu 6 etape principale (Figura 20).

Aplicarea acestui algoritm este exemplificată, în continuare, în premisa amplasării platformei PV în locația Brașov/Romania, care este situată la latitudinea  $\varphi = 45,6^\circ$  N și are un coeficient de turbiditate  $T \approx 3$  [7]; determinarea unor valori optime, pentru rapoartele H, L și R ale mecanismului de orientare, utilizează ca date principale de intrare **valorile extreme ale unghiurilor de orientare** ( $\psi^*$  și  $\alpha^*$ ), în momentele de răsărit/apus și amiază, care asigură creșterea energiei solare captate de platforma:

Tabel 1:

	$\psi^*$	$\alpha^*$
Amiază	$0^\circ$	$= (90^\circ - \varphi)^1$ , în care $\varphi$ reprezintă latitudinea
Răsărit/Apus	$90^\circ$	teoretic: $0$ ; practic: $0^\circ-35^\circ$

<sup>1</sup>  $\alpha^* = (90^\circ - \varphi)$  reprezintă valoarea maximă a elevației platformei în timpul echinocțiilor ( $\delta = 0^\circ$ )

J. D. ...  
5

**Etapa I** (vezi Figura 20, blocurile b, c, d și e):

Se trasează o familie de curbe care descriu variațiile raportului **H** în domeniul de latitudini  $\varphi = 0^\circ - 90^\circ N$ , pentru valori discrete ale unghiului  $\alpha^*_m$  (unghiul de elevație al platformei PV la răsărit/apus) alese în intervalul  $0^\circ - 35^\circ$ :  $\alpha^*_m = 0^\circ, 5^\circ, 10^\circ, 15^\circ, 20^\circ, 25^\circ, 30^\circ, 35^\circ$ .

Conform algoritmului din Figura 20, trasarea curbelor de variație ale raportului **H** se realizează cu ajutorul relației (6) dedusă din relația (1); în Figurile 6 și 7 sunt trasate curbe de variație ale raportului **H** în domeniul  $\varphi = 0^\circ - 90^\circ N$ , pentru  $\alpha^*_m = 0^\circ, 5^\circ, 10^\circ, 15^\circ, 20^\circ, 25^\circ, 30^\circ, 35^\circ$ . În Figura 7 s-a trasat o verticală corespunzătoare latitudinii considerate  $\varphi = 45,6^\circ N$  și s-au obținut (prin intersecția curbelor trasate anterior) valorile raportului **H**, corespunzătoare valorilor discrete  $\alpha^*_m$ .

Pentru a surprinde întregul domeniu de soluții aferent latitudinii de implementare, în figura 8 s-a trasat curba de variație a raportului **H**, pentru latitudinea  $\varphi = 45,6^\circ N$  și s-au sistematizat valorile raportului **H** pentru  $\alpha^*_m = 0^\circ, 1^\circ, 2^\circ, 3^\circ, \dots, 30^\circ$ .

*Curba din Figura 8 este denumită „H-neverificat”, deoarece oferă soluții care asigură obținerea unghiurilor de orientare impuse, dar despre care nu se știe dacă verifică și condițiile de evitare a blocării; soluțiile raportului **H** care asigură evitarea tendințelor de blocare urmează să fie identificate, după determinarea rapoartelor **R** și **L**, pe baza condițiilor (3), (4) și (5).*

**Etapa II** (vezi Figura 20, blocurile f, g și h):

Pentru amiaza zilelor de Echinocțiu, se impune ca modulul unghiului de funcționare **l** să atingă pe rând valorile minime:  $|\beta_l| = 15^\circ; 10^\circ; 5^\circ; 0^\circ$ ; pe baza acestor restricții, se determină valorile raportului **L** (cu ajutorul relației (3'), dedusă din (3)), utilizând soluțiile raportului **H** determinate în Etapa I și sistematizate în Figura 8.

Se obțin astfel curbe de variație ale raportului **L** (Figura 9), în funcție de  $\alpha^*_m$  (pentru latitudinea considerată:  $\varphi = 45,6^\circ N$ ), care asigură la amiaza zilelor de Echinocțiu valori minime ale unghiului de funcționare **l** în domeniul  $\pm 0^\circ, \dots, \pm 15^\circ$ ; prin analogie cu Figura 8, și aceste curbe sunt denumite „L-neverificat”.

**Etapa III** (vezi Figura 20, blocurile i, j și k):

Pentru momentele de răsărit/apus, din zilele de Echinocțiu, se impune ca unghiul de funcționare **3** să atingă pe rând valori maxime de:  $55^\circ, 60^\circ, 65^\circ$ ; pe baza acestor restricții, se determină valorile raportului **R** (cu ajutorul relației (5'), dedusă din (5)), utilizând seturile de soluții (**H**, **L**,  $\alpha^*_m$ ) determinate în etapele precedente.

Se obțin astfel curbe de variație ale raportului **L** (Figura 10 pentru  $|\beta_3| = 65^\circ$ , Fig. 11 pentru  $|\beta_3| = 60^\circ$  și Figura 12 pentru  $|\beta_3| = 55^\circ$ ), în funcție de  $\alpha^*_m$  (pentru latitudinea considerată;

Handwritten signature and initials at the bottom right of the page.



$\varphi = 45,6^\circ\text{N}$ ), care asigură la răsăritul/apusul zilelor de Echinocțiu valori maxime ale unghiului de funcționare  $\beta_3$ , în domeniul  $55^\circ - 65^\circ$ ; prin analogie cu Figurile 8 și 9, și aceste curbe sunt denumite „R-neverificat”.

**Etapa IV** (vezi Figura 20, blocurile l și m):

Pentru seturile de soluții (H, R, L,  $\alpha^*_m$ ), obținute în etapele precedente, se calculează unghiurile de funcționare  $\beta_1$ ,  $\beta_2$  și  $\beta_3$ , se verifică îndeplinirea restricțiilor (3), (4), (5) și se rețin soluțiile (H, R, L,  $\alpha^*_m$ ) care asigură evitarea tendințelor de blocare:  $\beta_1 \leq 55^\circ$ ,  $\beta_2 \geq 35^\circ$ ,  $\beta_3 \leq 65^\circ$ .

Soluțiile reținute sunt ilustrate grafic prin curbele continue suprapuse curbelor „neverificate” de variație ale rapoartelor H, R și L (vezi Figurile 13, 14, 15, 16 și 17) și reprezintă clasa de valori (H, R, L,  $\alpha^*_m$ ) care realizează unghiurile de orientare impuse și evită tendințele de blocare în funcționare. Rezultatele acestei etape sunt sistematizate în Figurile 13-17.

**Etapa V** (vezi Figura 20, blocurile n și o):

Pentru seturile de soluții (H, R, L,  $\alpha^*_m$ ), decelate în etapa precedentă, se determină valorile eficienței anuale de orientare, pe baza relațiilor (7), (7') și (7'') prezentate în algoritmul general de sinteză din Figura 20; în calculul acestei eficiențe, pentru azimutul platformei PV ( $\psi^*$ ) s-a considerat o lege de variație în pași, cu o perioadă de o oră [6], având ca linie mediană variația azimutului razei solare  $\psi$  (vezi Figura 19).

Rezultatele obținute pentru eficiența de orientare sunt ilustrate grafic prin curbele de variație din Figura 19 și valorile din Tabelul 2 prezentat mai jos:

Tabel 2:

Nr. Crt.	$\alpha^*_m$	15°	16°	18°	20°	22°	24°	26°
1	H	2,7825	2,8351	2,9574	3,1066	3,2893	3,5146	3,7959
	L( $\beta_{1M}=0$ )	1,2323	1,2691	1,3547	1,4591	1,5869	1,7446	1,9414
	R( $\beta_{1M}=0$ ; $\beta_{3m}=65$ )	2,3415	2,3914	2,5076	2,6497	2,8243	3,0402	3,3105
	$\beta_2$ [°]	35.76	38.01	42.42	46.74	50.94	55.03	59.00
	Eficiența de orientare [%]	95,54	95,69	95,91	96,05	96,13	96,15	96,12
2	H	2,7825	2,8351	2,9574	3,1066	3,2893	3,5146	3,7959
	L( $\beta_{1M}=0$ )	1,2323	1,2691	1,3547	1,4591	1,5869	1,7446	1,9414
	R( $\beta_{1M}=0$ ; $\beta_{3m}=60$ )	2,2427	2,2892	2,3974	2,5296	2,6918	2,8924	3,1433
	$\beta_2$ [°]	35.76	38.01	42.42	46.74	50.94	55.03	59.00
	Eficiența de orientare [%]	95,28	95,48	95,79	95,99	96,11	96,15	96,13
3	H	2,7825	2,8351	2,9574	3,1066	3,2893	3,5146	3,7959
	L( $\beta_{1M}=0$ )	1,2323	1,2691	1,3547	1,4591	1,5869	1,7446	1,9414
	R( $\beta_{1M}=0$ ; $\beta_{3m}=55$ )	2,1489	2,1920	2,2926	2,4153	2,5659	2,7519	2,9844
	$\beta_2$ [°]	35.76	38.01	42.42	46.74	50.94	55.03	59.00
	Eficiența de orientare [%]	94,79	95,11	95,57	95,87	96,05	96,14	96,14
4	H	2,7825	2,8351	2,9574	3,1066	3,2893	3,5146	3,7959
	L( $ \beta_{1M} =5$ )	1,2370	1,2740	1,3599	1,4647	1,5930	1,7512	1,9488
	R( $ \beta_{1M} =5$ ; $\beta_{3m}=65$ )	2,3394	2,3892	2,5053	2,6472	2,8215	3,0371	3,3070
	$\beta_2$ [°]	36.06	38.28	42.66	46.94	51.11	55.18	59.13
	Eficiența de orientare [%]	95,57	95,71	95,92	96,06	96,13	96,15	96,12
5	H	2,7825	2,8351	2,9574	3,1066	3,2893	3,5146	3,7959
	L( $ \beta_{1M} =5$ )	1,2370	1,2740	1,3599	1,4647	1,5930	1,7512	1,9488

*J. Ișac*









## REVENDICĂRI

1. **Mecanism de orientare, caracterizat prin aceea că** se compune dintr-un stâlp vertical fix (0), o furcă (1), articulată pe capul stâlpului (0), care efectuează o mișcare azimutală ( $\psi^*$ , în jurul axei stâlpului) prin intermediul unui actuator adecvat (1', de exemplu: un actuator melcat), dintr-o platformă PV (2), articulată la furca (1) printr-o policuplă de rotație a carei axă orizontală A-A desemnează axa mișcării de elevație ( $\alpha^*$ ) a platformei PV, și un balansier (3), conectat prin câte o articulație de tip cardanic (a și b) la platforma PV și respectiv la un ax vertical (4) articulat excentric și paralel față de stâlp, care transformă mișcarea azimutală a furcii ( $\psi^*$ ) în mișcare de elevație ( $\alpha^*$ ) a platformei PV, astfel încât să se asigure o eficiență ridicată de captare a energiei solare însoțită de condiții geometrice favorabile de funcționare.
2. **Mecanism de orientare, conform revendicării 1, caracterizat prin aceea că** realizează o eficiență ridicată de captare a energie solare de platforma PV, cu eliminarea tendințelor de blocare din funcționarea mecanismului, prin determinarea, cu ajutorul unui algoritm bazat pe folosirea datelor geo-climatice ale locației de amplasare, a unor rapoarte optime între segmentele mecanismului patrulater spațial:  $H = h/e$ ,  $R = r/e$ ,  $L = l/e$ , în care  $h = dc$  este distanța de la centrul articulației inferioare de tip cardanic (b) și axa mișcării de elevație (A-A),  $r = ad$  este distanța de la centrul articulației superioare de tip cardanic (a) și axa mișcării de elevație (A-A),  $l = ab$  este distanța dintre articulațiile de tip cardanic și  $e = bc$  este distanța de la centrul articulației inferioare de tip cardanic (b) și axa mișcării azimutale.
3. **Mecanism de orientare, conform revendicării 1 și 2, caracterizat prin aceea că** determină valorile optime, ale rapoartelor H, R și L, pe baza unui algoritm care conține șase etape principale: 1) se determină o mulțime de valori inițiale ale raportului H, pe baza funcției de transmitere a mecanismului patrulater spațial și a unor valori particulare, ale unghiurilor  $\psi^*$  și  $\alpha^*$ , prin care se asigură o eficiență ridicată de captare a energiei solare; 2) pentru valorile inițiale ale raportul H, se determină o mulțime de valori inițiale ale raportului L din condiția realizării unor valori minime impuse ( $0^\circ-15^\circ$ ) pentru un unghi de funcționare format de axa balansierului și normala la platforma PV, în momentul amiezii din zilele de Echinocțiu; 3) pentru seturile de valori obținute anterior pentru rapoartele H și L, se determină o mulțime de valori inițiale ale raportului R din condiția realizării unor valori maxime impuse ( $55^\circ-65^\circ$ ) pentru un unghi de funcționare format de axa balansierului și o axa verticală, în momentele de răsărit/apus ale zilelor de Echinocțiu; 4) dintre valorile obținute în etapele precedente, se identifică seturile de valori ale rapoartelor H-L-R care asigură evitarea tendințelor de blocare în funcționare; 5) pentru seturile de valori H-L-R, identificate în etapa precedentă, se determină valorile eficienței anuale de orientare, definită ca raport între energia anuală a radiației

Handwritten signatures and a date stamp '10' at the bottom right of the page.





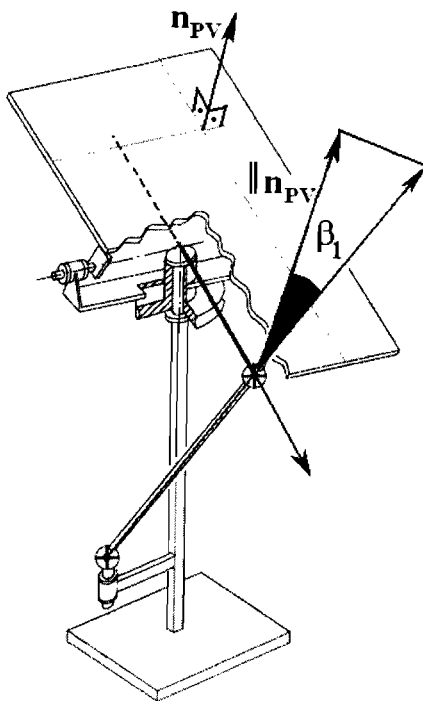


Fig. 3

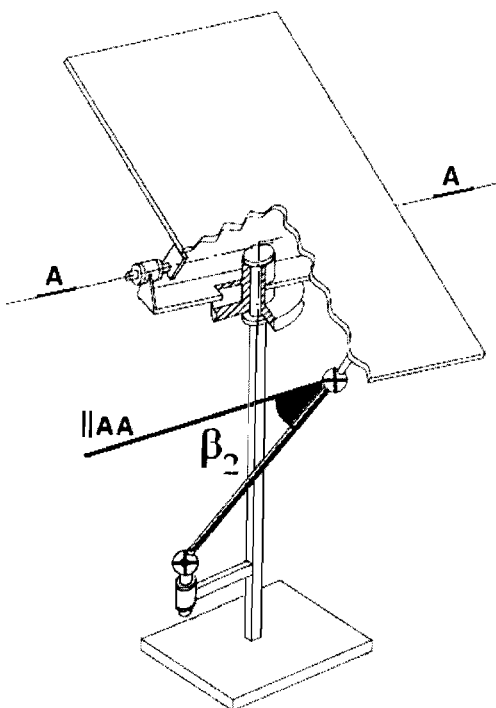


Fig. 4

*J. de ...*  
*13*

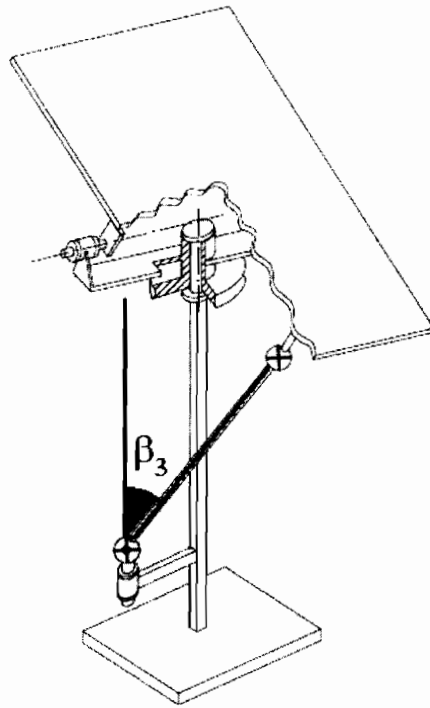


Fig. 5

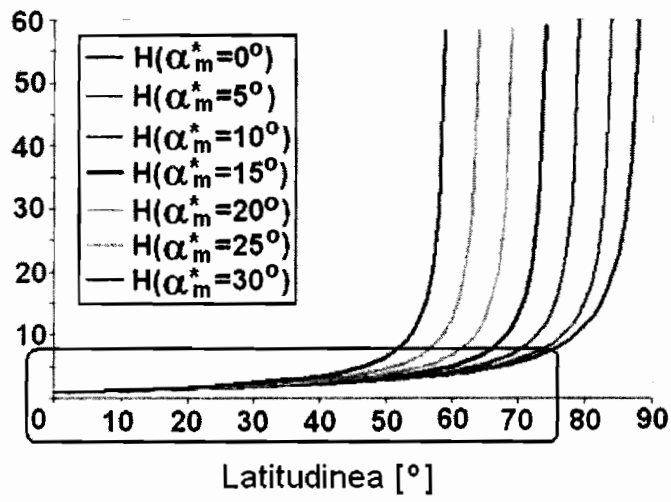
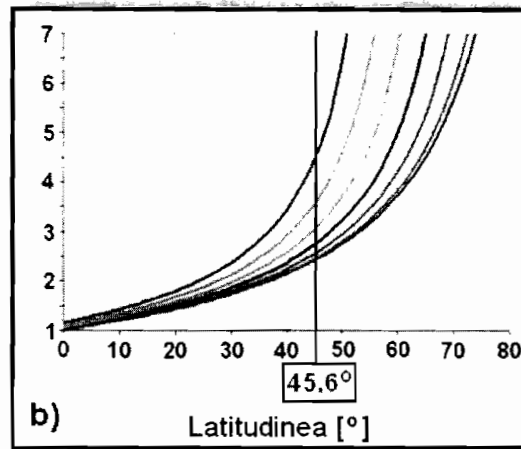


Fig. 6

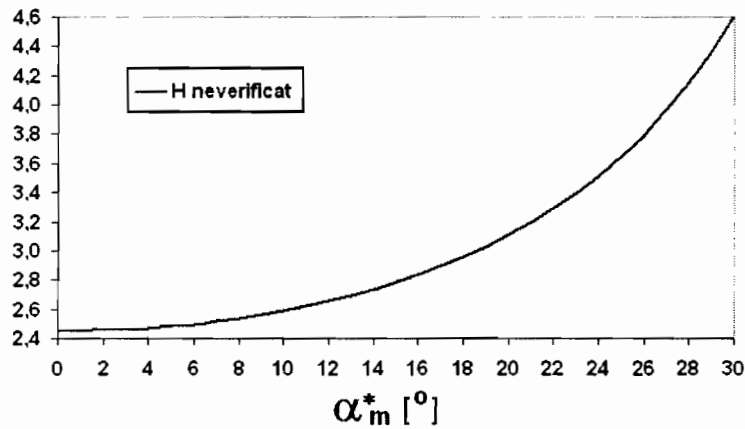
J. Dan  
J. Dan  
J. Dan  
14

67  
68



$\alpha_m^*$ (răsărit/apus)	0°	5°	10°	15°	20°	25°	30°
<b>H</b>	2.4504	2.4835	2.5881	2.7825	3.1066	3.6472	4.6166

Fig. 7



$\alpha_m^*$	0°	1°	2°	3°	4°	5°	6°	7°	8°	9°	10°
<b>H</b>	2,4504	2,4517	2,4557	2,4622	2,4715	2,4835	2,4984	2,5161	2,5369	2,5608	2,5881
$\alpha_m^*$	11°	12°	13°	14°	15°	16°	17°	18°	19°	20°	21°
<b>H</b>	2,6189	2,6535	2,6921	2,7350	2,7825	2,8351	2,8932	2,9574	3,0282	3,1066	3,1932
$\alpha_m^*$	22°	23°	24°	25°	26°	27°	28°	29°	30°		
<b>H</b>	3,2893	3,3959	3,5146	3,6472	3,7959	3,9633	4,1529	4,3689	4,6166		

Fig. 8

J. D. ...  
 [Handwritten signatures and notes]



66  
67

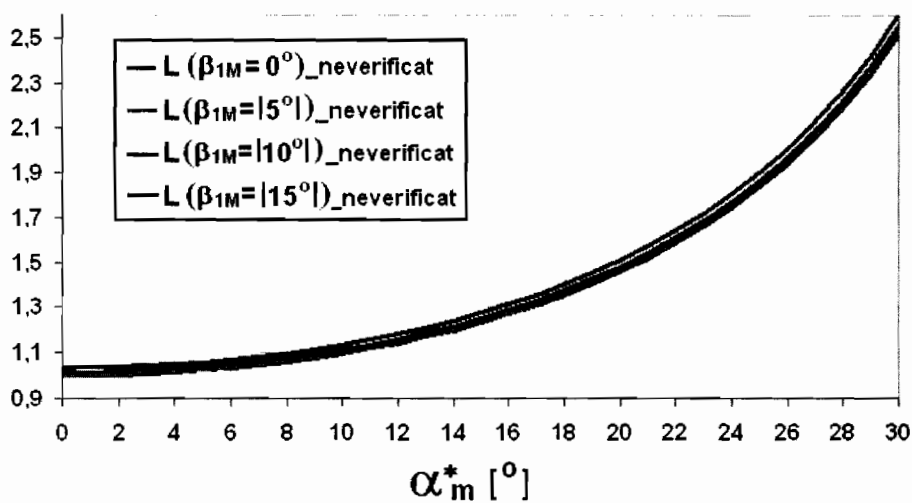


Fig. 9

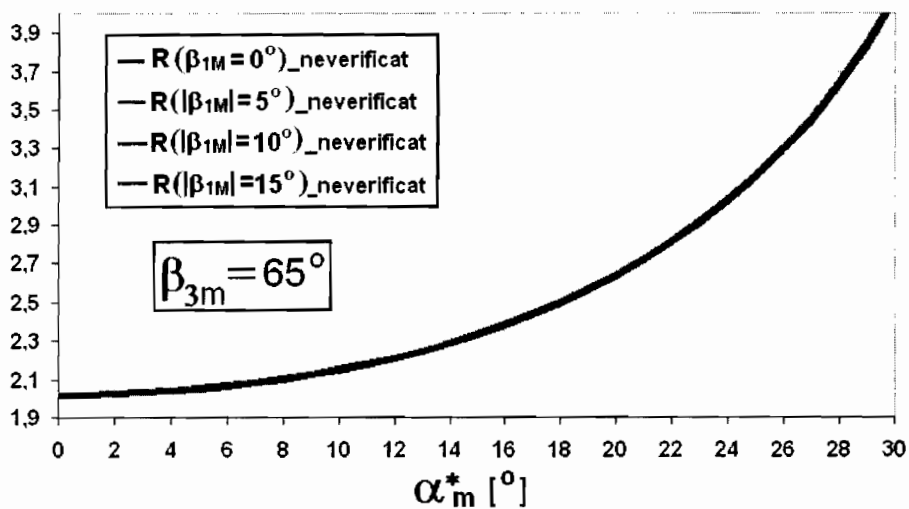


Fig. 10

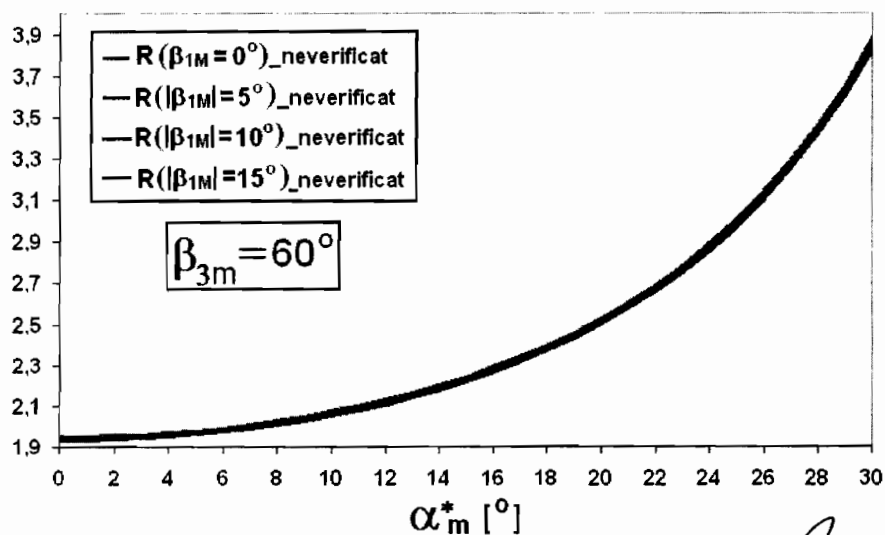
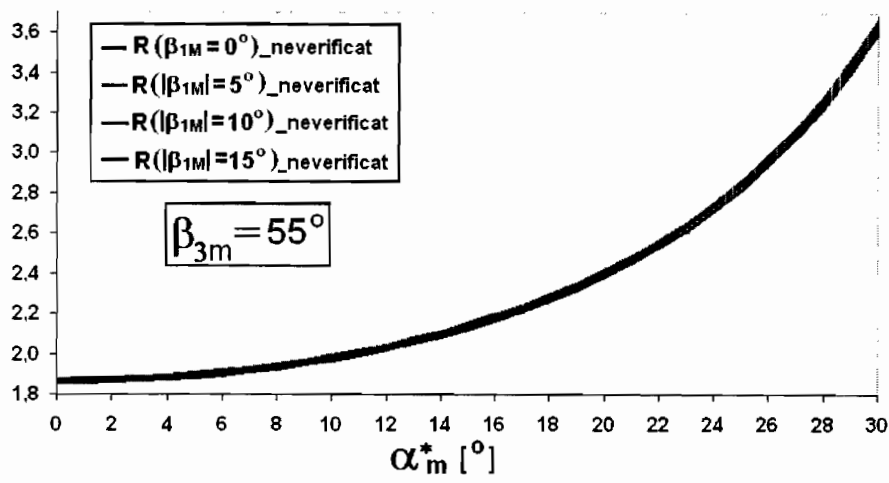


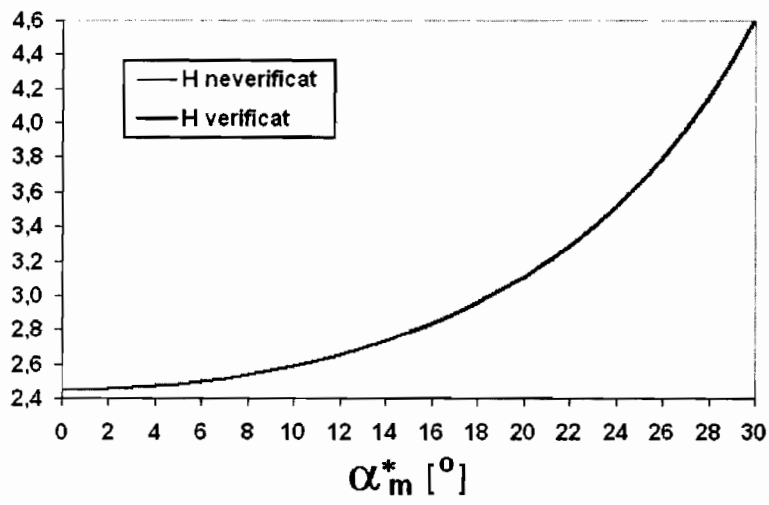
Fig. 11

J. D. ...  
16

*Handwritten initials/signature*



**Fig. 12**

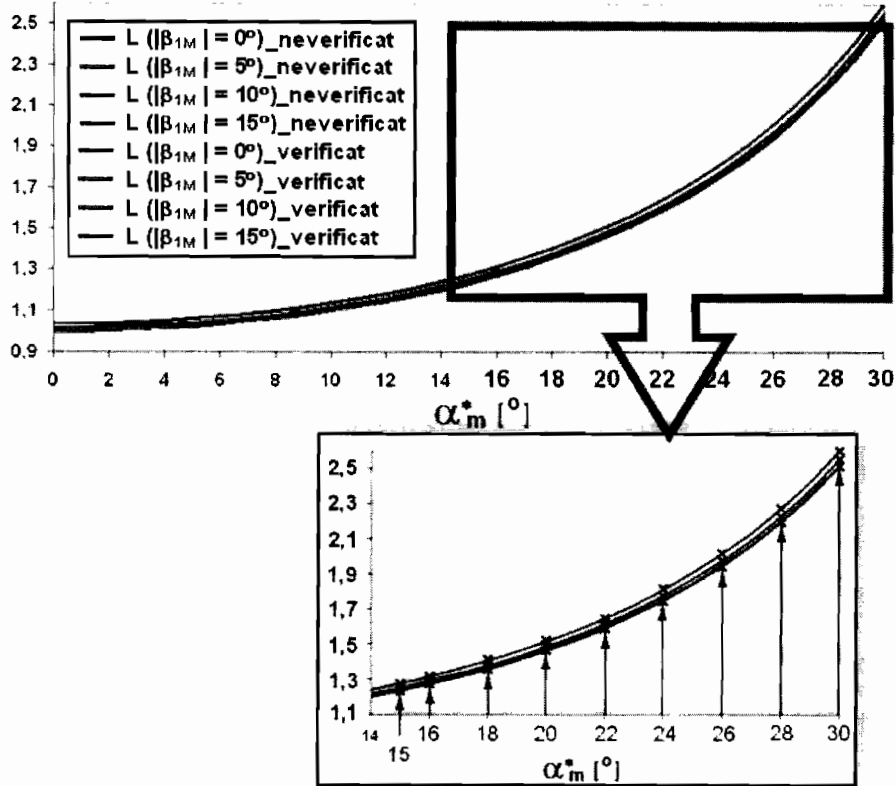


$\alpha_m^*$	15°	16°	17°	18°	19°	20°	21°	22°
<b>H</b>	2,7825	2,8351	2,8932	2,9574	3,0282	3,1066	3,1932	3,2893
$\alpha_m^*$	23°	24°	25°	26°	27°	28°	29°	30°
<b>H</b>	3,3959	3,5146	3,6472	3,7959	3,9633	4,1529	4,3689	4,6166

**Fig. 13**

*Handwritten signatures and notes:*  
J. ...  
...  
...  
17

64  
05

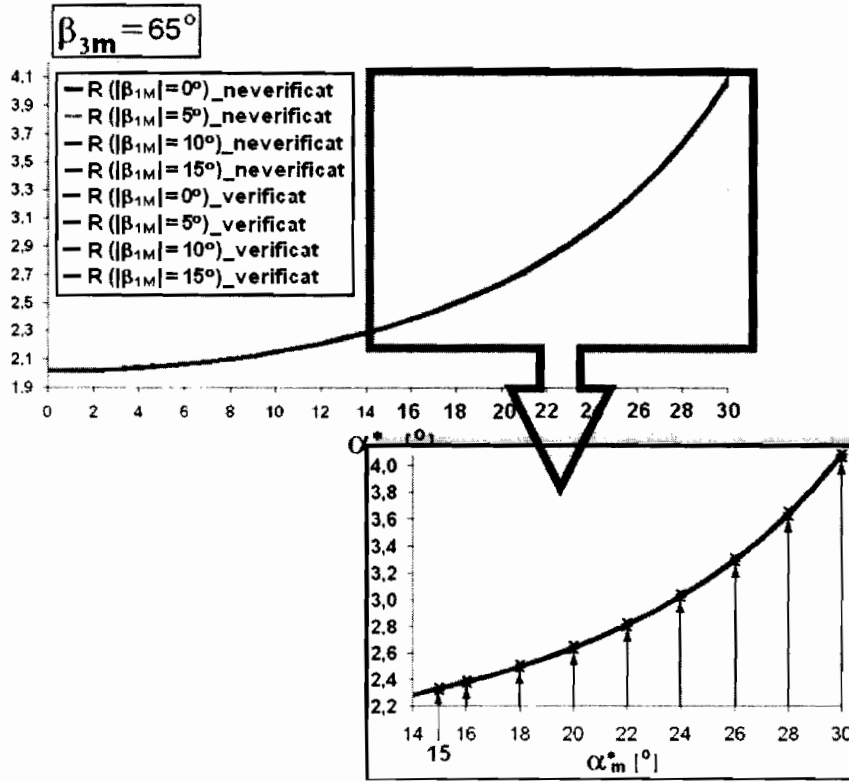


$\alpha_m^*$	15°	16°	17°	18°	19°	20°	21°	22°
L ( $ \beta_{1M}  = 0^\circ$ )	1,2323	1,2691	1,3098	1,3547	1,4043	1,4591	1,5197	1,5869
L ( $ \beta_{1M}  = 5^\circ$ )	1,2370	1,2740	1,3148	1,3599	1,4096	1,4647	1,5255	1,5930
L ( $ \beta_{1M}  = 10^\circ$ )	1,2513	1,2887	1,3300	1,3756	1,4259	1,4816	1,5432	1,6114
L ( $ \beta_{1M}  = 15^\circ$ )	1,2758	1,3139	1,3560	1,4025	1,4538	1,5106	1,5733	1,6429
$\alpha_m^*$	23°	24°	25°	26°	27°	28°	29°	30°
L ( $ \beta_{1M}  = 0^\circ$ )	1,6615	1,7446	1,8373	1,9414	2,0585	2,1912	2,3423	2,5156
L ( $ \beta_{1M}  = 5^\circ$ )	1,6679	1,7512	1,8444	1,9488	2,0664	2,1995	2,3512	2,5252
L ( $ \beta_{1M}  = 10^\circ$ )	1,6871	1,7715	1,8657	1,9713	2,0903	2,2250	2,3784	2,5544
L ( $ \beta_{1M}  = 15^\circ$ )	1,7201	1,8061	1,9022	2,0099	2,1311	2,2685	2,4249	2,6044

Fig. 14

Idon  
  
 Mike J. Radny  
 18

63  
64

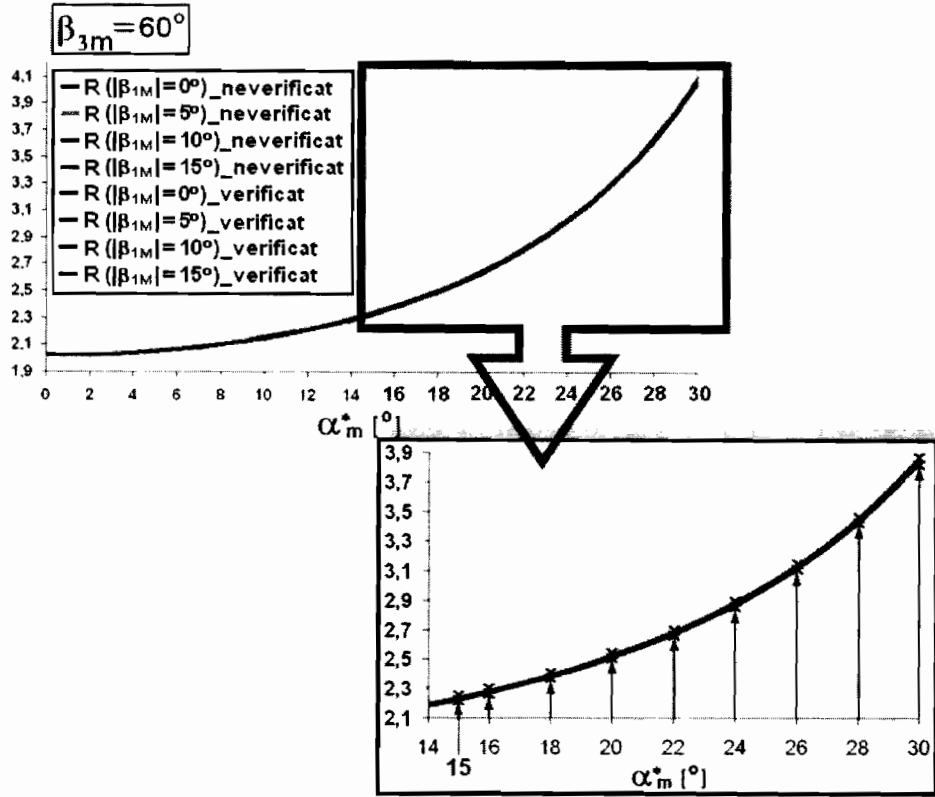


Unghiul de funcționare 3 la răsărit/apus  $\beta_{3m} = 65^\circ$

$\alpha_m^*$	15°	16°	17°	18°	19°	20°	21°	22°
R ( $ \beta_{1M}  = 0^\circ$ )	2,3415	2,3914	2,4465	2,5076	2,5751	2,6497	2,7325	2,8243
R ( $ \beta_{1M}  = 5^\circ$ )	2,3394	2,3892	2,4443	2,5053	2,5727	2,6472	2,7298	2,8215
R ( $ \beta_{1M}  = 10^\circ$ )	2,3331	2,3827	2,4376	2,4983	2,5654	2,6396	2,7219	2,8131
R ( $ \beta_{1M}  = 15^\circ$ )	2,3224	2,3717	2,4261	2,4863	2,5529	2,6266	2,7082	2,7987
$\alpha_m^*$	23°	24°	25°	26°	27°	28°	29°	30°
R ( $ \beta_{1M}  = 0^\circ$ )	2,9263	3,0402	3,1675	3,3105	3,4718	3,6547	3,8634	4,1032
R ( $ \beta_{1M}  = 5^\circ$ )	2,9234	3,0371	3,1642	3,3070	3,4680	3,6507	3,8591	4,0985
R ( $ \beta_{1M}  = 10^\circ$ )	2,9146	3,0277	3,1543	3,2964	3,4567	3,6385	3,8459	4,0843
R ( $ \beta_{1M}  = 15^\circ$ )	2,8994	3,0117	3,1373	3,2783	3,4373	3,6177	3,8235	4,0599

Fig. 15

*[Handwritten signatures and notes]*

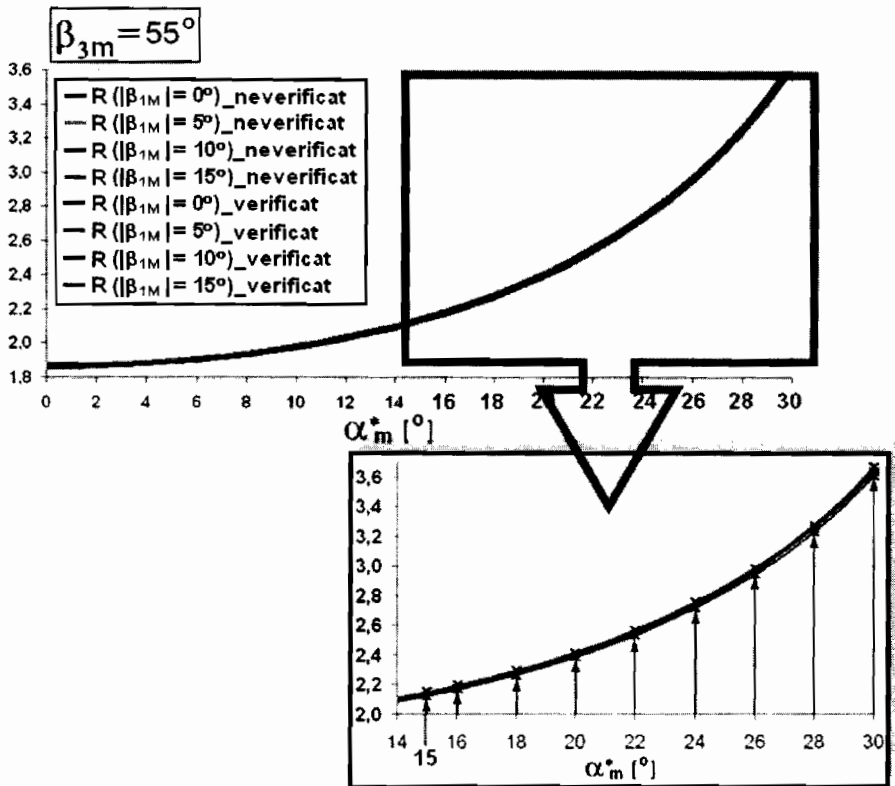


Unghiul de funcționare 3 la răsărit/apus $\beta_{3m} = 60^\circ$	$\alpha_m^*$	15°	16°	17°	18°	19°	20°	21°	22°
	R ( $ \beta_{1M}  = 0^\circ$ )	2,2427	2,2892	2,3406	2,3974	2,4601	2,5296	2,6065	2,6918
	R ( $ \beta_{1M}  = 5^\circ$ )	2,2403	2,2867	2,3379	2,3946	2,4573	2,5266	2,6034	2,6886
	R ( $ \beta_{1M}  = 10^\circ$ )	2,2329	2,2790	2,3300	2,3864	2,4487	2,5176	2,5939	2,6786
	R ( $ \beta_{1M}  = 15^\circ$ )	2,2202	2,2659	2,3164	2,3722	2,4339	2,5022	2,5778	2,6616
	$\alpha_m^*$	23°	24°	25°	26°	27°	28°	29°	30°
R ( $ \beta_{1M}  = 0^\circ$ )	2,7867	2,8924	3,0106	3,1433	3,2930	3,4626	3,6562	3,8784	
R ( $ \beta_{1M}  = 5^\circ$ )	2,7832	2,8887	3,0067	3,1392	3,2886	3,4579	3,6510	3,8729	
R ( $ \beta_{1M}  = 10^\circ$ )	2,7727	2,8777	2,9950	3,1267	3,2752	3,4435	3,6355	3,8560	
R ( $ \beta_{1M}  = 15^\circ$ )	2,7548	2,8587	2,9749	3,1052	3,2522	3,4189	3,6089	3,8272	

Fig. 16

Handwritten signatures and notes at the bottom of the page, including the name "G. M. Mady" and a date "2010".

GA  
G2



		$\alpha_m^*$	15°	16°	17°	18°	19°	20°	21°	22°
Unghiul de funcționare 3 la răsărit/apus $\beta_{3m} = 55^\circ$	$R( \beta_{1M}  = 0^\circ)$		2,1489	2,1920	2,2398	2,2926	2,3509	2,4153	2,4867	2,5659
	$R( \beta_{1M}  = 5^\circ)$		2,1461	2,1892	2,2368	2,2894	2,3476	2,4119	2,4832	2,5621
	$R( \beta_{1M}  = 10^\circ)$		2,1376	2,1804	2,2277	2,2799	2,3377	2,4016	2,4723	2,5507
	$R( \beta_{1M}  = 15^\circ)$		2,1231	2,1653	2,2121	2,2637	2,3208	2,3839	2,4538	2,5313
		$\alpha_m^*$	23°	24°	25°	26°	27°	28°	29°	30°
	$R( \beta_{1M}  = 0^\circ)$		2,6539	2,7519	2,8614	2,9844	3,1230	3,2801	3,4591	3,6647
	$R( \beta_{1M}  = 5^\circ)$		2,6499	2,7477	2,8570	2,9797	3,1179	3,2746	3,4532	3,6583
	$R( \beta_{1M}  = 10^\circ)$		2,6379	2,7350	2,8435	2,9653	3,1026	3,2581	3,4354	3,6390
$R( \beta_{1M}  = 15^\circ)$		2,6173	2,7132	2,8204	2,9407	3,0763	3,2298	3,4049	3,6059	

Fig. 17

G. Do  
G. Do  
G. Do  
G. Do  
G. Do

60  
61

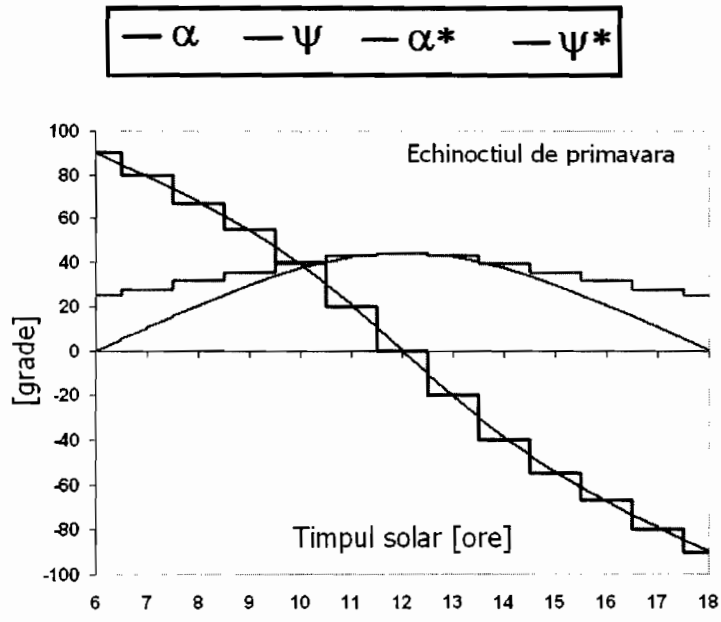


Fig. 18

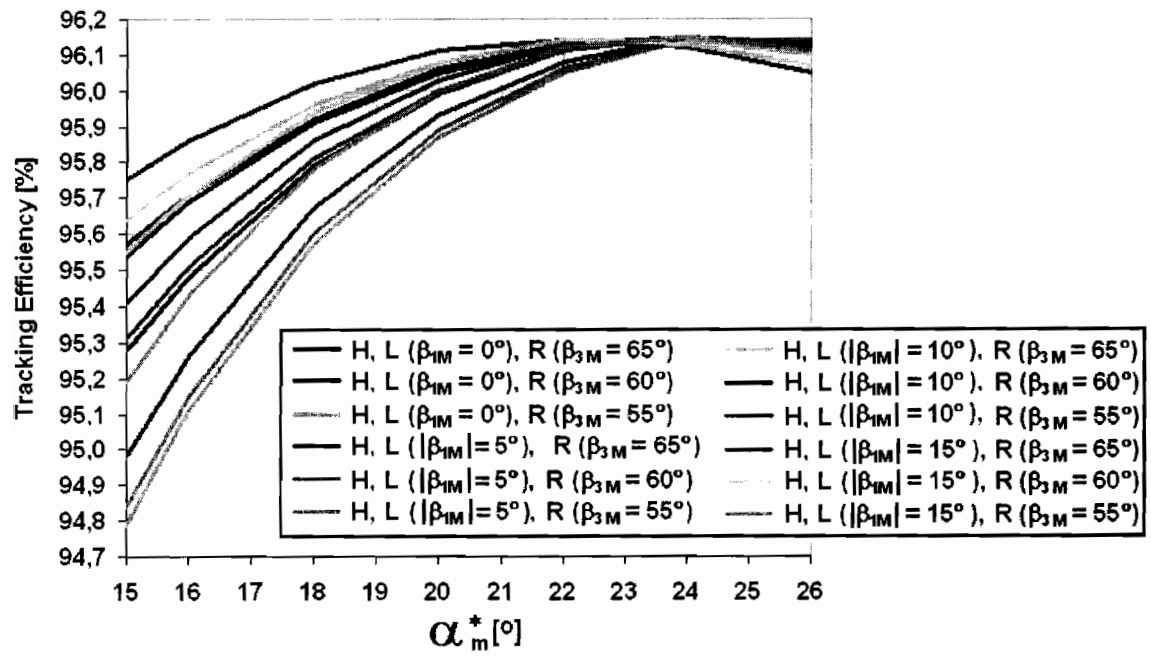


Fig. 19

J. da  
  
 22



START

**SE CUNOSC:**

1. **Schema structurală** a unui mecanism patrulater mono-mobil, spațial, bi-axial, de tip azimut-altitudine (vezi Figurile 1 și 2), având dimensiunile elementelor ( $h, r, l, e$ ) necunoscute
2. **Legea de mișcare a mecanismului** (în forma ei explicită și implicită) prin care mișcarea de elevație  $\alpha^*$  (altitudinală) este generată din mișcarea diurnă, independentă  $\psi^*$  (azimutală) (vezi Figura 18):

forma implicită:  $2r(e \cdot \sin \alpha^* \cdot \cos \psi^* + h \cdot \cos \alpha^*) + l^2 - r^2 - e^2 - h^2 = 0$  (1)

forma explicită:  $\alpha^* = 2 \tan^{-1} \left( \frac{a \pm \sqrt{a^2 + b^2 - c^2}}{b + c} \right)$  (2)

în care  $a = 2 \cdot \frac{r \cdot \cos \psi^*}{e}$ ;  $b = \frac{2h \cdot r}{e^2}$ ;  $c = \frac{r^2 + h^2 + e^2}{e^2}$  (2'), (2''), (2''')

3. **Condițiile geometrice** de funcționare prin care se asigură evitarea tendințelor de blocare:

pentru unghiul de funcționare 1 ( $\beta_1$ , vezi Figura 3):

$$|\beta_1| = \left| \cos^{-1} \left( \frac{H \sin \alpha^* - \cos \alpha^* \cdot \cos \psi^*}{L} \right) \right| \leq 55^\circ \quad (3)$$

pentru unghiul de funcționare 2 ( $\beta_2$ , vezi Figura 4):

$$|\beta_2| = \left| \cos^{-1} \left( \frac{\sin \psi^*}{L} \right) \right| \geq 35^\circ \quad (4)$$

pentru unghiul de funcționare 3 ( $\beta_3$ , vezi Figura 5):

$$|\beta_3| = \left| \cos^{-1} \left( \frac{H - R \cos \alpha^*}{L} \right) \right| \leq 65^\circ \quad (5)$$

a)

4. **Datele geo-meteorologice** ale locației de implementare: **latitudinea**  $\varphi$  și variația lunară a factorului de turbiditate  $T_R$  (vezi *exemplul analizat* și <http://re.jrc.ec.europa.eu/pvgis/apps3/pvest.php>);
5. **Valorile extreme** ale unghiurilor de orientare care asigură o eficiență ridicată de captare a energiei solare. Se consideră ca reprezentative valorile din zilele de **Echinocțiu**:  $\psi^*_{m} = 90^\circ$ ;  $\psi^*_{M} = 0^\circ$ ;  $\alpha^*_{M} = (90^\circ - \varphi)$  și  $\alpha^*_{m} = 0^\circ \dots \sim 0,7\alpha^*_{M}$ , în care indicele M se referă la momentul amiazei, iar m, la momentul de răsărit/apus (vezi *datele de intrare din exemplul analizat*).

**SE CER:**

**Valorile rapoartelor**  $H = h/e$ ,  $R = r/e$ ,  $L = l/e$  care, pentru locația de amplasare a platformei, asigură:

- a) o eficiență ridicată de captare a energiei solare de platforma PV;
- b) eliminarea tendințelor de blocare;
- c) siguranța ridicată, unghiuri de funcționare și gabarit favorabile.

J. R. ... 23

**Etapa I:**

Se trasează curbe de variație ale raportului  $H$ , în funcție de latitudine ( $\varphi$ ), pentru valori discrete ale unghiului  $\alpha^*_m = \alpha^*_{mi} = (i-1) \cdot 5^\circ$ , cu  $i = 1, 2, 3, \dots, \sim 0,7\alpha^*_M/5$  (vezi *exemplul analizat și Figura 6*). Trasarea curbelor de variație ale raportului  $H$  se realizează cu ajutorul relației (6), dedusă din relația (1), în care valorile unghiurilor  $\alpha^*_m$  și  $\alpha^*_M$  sunt stabilite în funcție de latitudinea de implementare  $\varphi$ :

$$H(\varphi) = \frac{\sin \alpha^*_M \cdot \cos \psi^*_M - \sin \alpha^*_m \cdot \cos \psi^*_m}{\cos \alpha^*_m - \cos \alpha^*_M} \quad (6)$$

b)

O familie de curbe  $H_i(\varphi, \alpha^*_{mi})$  (vezi *Figura 6*)

c)

Se intersectează familia de curbe  $H_i$  cu dreapta latitudinii de implementare ( $\varphi = 45,6^\circ N$  în *exemplul analizat* – vezi *Figura 7*)

d)

Variația continuă  $H = H(\alpha^*_m)$  și discretă  $H_i = H(\alpha^*_{mi})$ , pentru latitudinea dată ( $\varphi = 45,6^\circ N$  în *exemplul analizat*), abstracție făcând de evitarea blocării (vezi *Figura 8*)

e)

**Etapa II:**

Pe baza valorilor obținute mai sus pentru  $H(\alpha^*_m)$ , se calculează  $L(\alpha^*_m)$  cu ajutorul relației (3'), dedusă din (3), considerând că  $|\beta_1| = 15^\circ; 10^\circ; 5^\circ; 0^\circ$ :

$$L(\alpha^*_m) = \frac{H \sin \alpha^*_M - \cos \alpha^*_M \cdot \cos \psi^*_M}{\cos \beta_1} \quad (3')$$

în care  $\alpha^*_M = \varphi$  (Echinocțiu) și  $\psi^*_M = 0^\circ$  (amiază)

f)

Curbe  $L = L(\alpha^*_m)$ , aferente valorilor minime considerate pentru unghiul  $|\beta_1|$ , abstracție făcând de evitarea blocării (vezi *exemplul analizat și Figura 9*)

g)

Câte o pereche de valori ( $H, L$ ) corespunzătoare fiecărei valori discrete considerate pentru unghiul  $\alpha^*_m$

h)

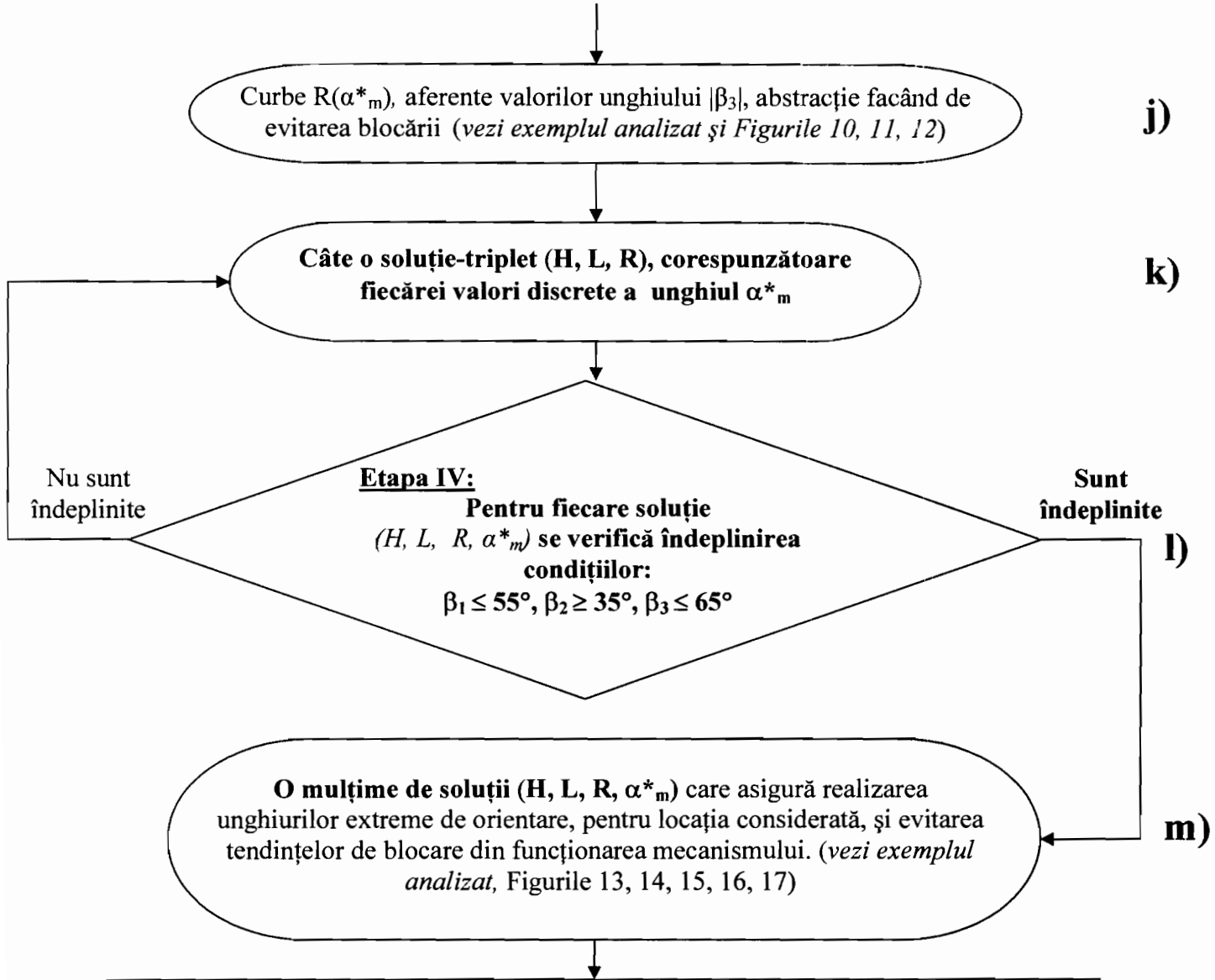
**Etapa III:**

Pe baza perechilor ( $H, L$ ) obținute mai sus, se calculează raportul  $R(\alpha^*_m)$  cu ajutorul relației (5'), dedusă din (5), considerând ca unghiul  $|\beta_3| = 65^\circ; 60^\circ; 55^\circ$ :

$$R(\alpha^*_m) = \frac{H - L \cos \beta_3}{\cos \alpha^*_m} \quad (5')$$

i)

J.D. 24



**Etapa V:**  
 Pentru fiecare soluție  $(H, L, R, \alpha^*_m)$ , obținută mai sus, se calculează eficiența de orientare, definită ca raport între energia anuală a radiației directe captate de platforma PV ( $E_{B,PV}$ ) și energia anuală a radiației solare directe disponibile ( $E_{B,S}$ ) [5], în premisa utilizării unei variații în pași a azimutului platformei  $\psi^*$ , având ca linie mediană variația azimutului razei solare  $\psi$  (vezi exemplul analizat și Figura 18):

$$\eta = E_{B,PV} / E_{B,S} \quad (7)$$

$$E_{B,PV} = \int B_{B,PV} dt, \quad B_{P,V} = B_s \cdot [\sin \alpha \sin \alpha^* + \cos \alpha \cos \alpha^* \cos(\psi - \psi^*)] \quad (7')$$

$$E_{B,S} = \int B_{B,S} dt, \quad B_s = 1367 \cdot [1 + 0,0334 \cdot \cos(0,9856 \cdot N - 2,72)] \exp\left(-\frac{Tr}{0,9 + 9,4 \sin \alpha}\right) \quad (7'')$$

unde:  $N$  numărul zilei din an;  
 $Tr = 3$  factorul de turbiditate pentru zona Brașov/România [7];  
 $\alpha$  altitudinea razei solare [2, 6];  
 $\alpha^*$  altitudinea (elevația) platformei PV, orientată printr-un mecanism conform invenției, descrisa prin relația (2);  
 $\psi$  azimutul razei solare [2, 6];  
 $\psi^*$  azimutul platformei PV, descris printr-o linie în trepte care aproximează variația azimutului razei solare  $\psi$  (vezi Figura 18).

J. D. ...  
 25

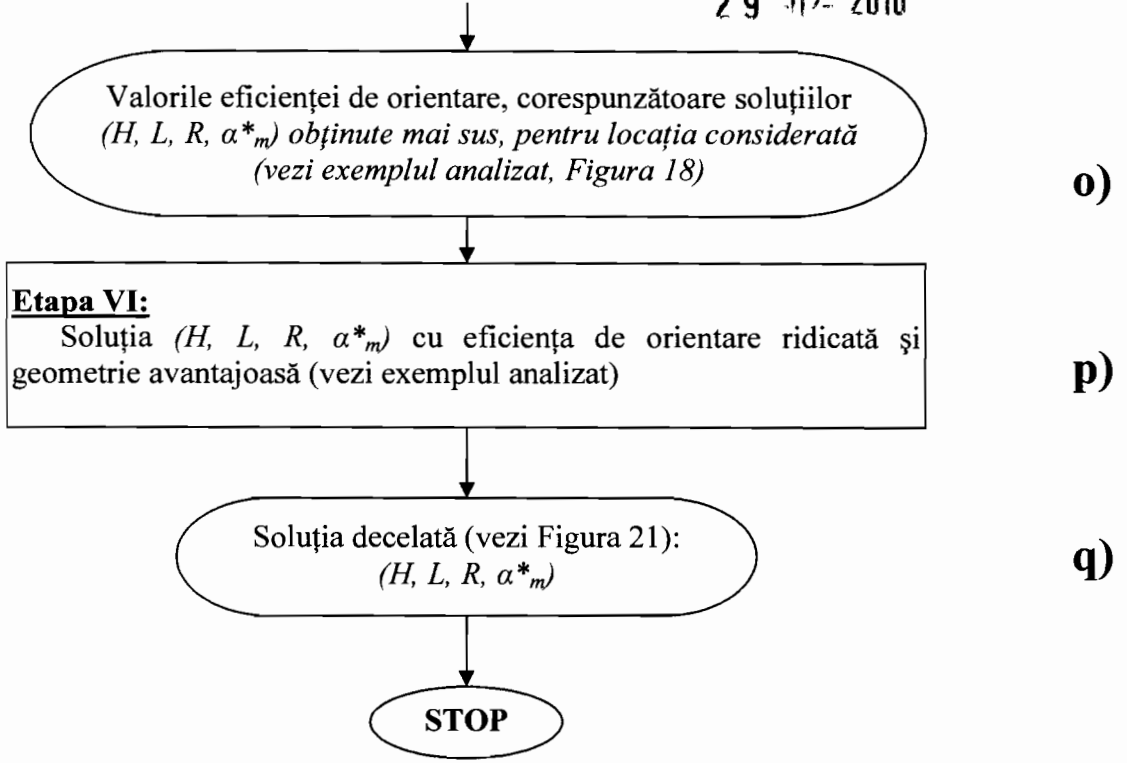


Fig. 20

J. D. ...  
...  
Thy ...  
26