

7. Развитие на сеизмичния процес

Изследвания на механизма в огнищата на земетресенията: същност, методи за изследване, тип на движенията по сеизмодислокацията

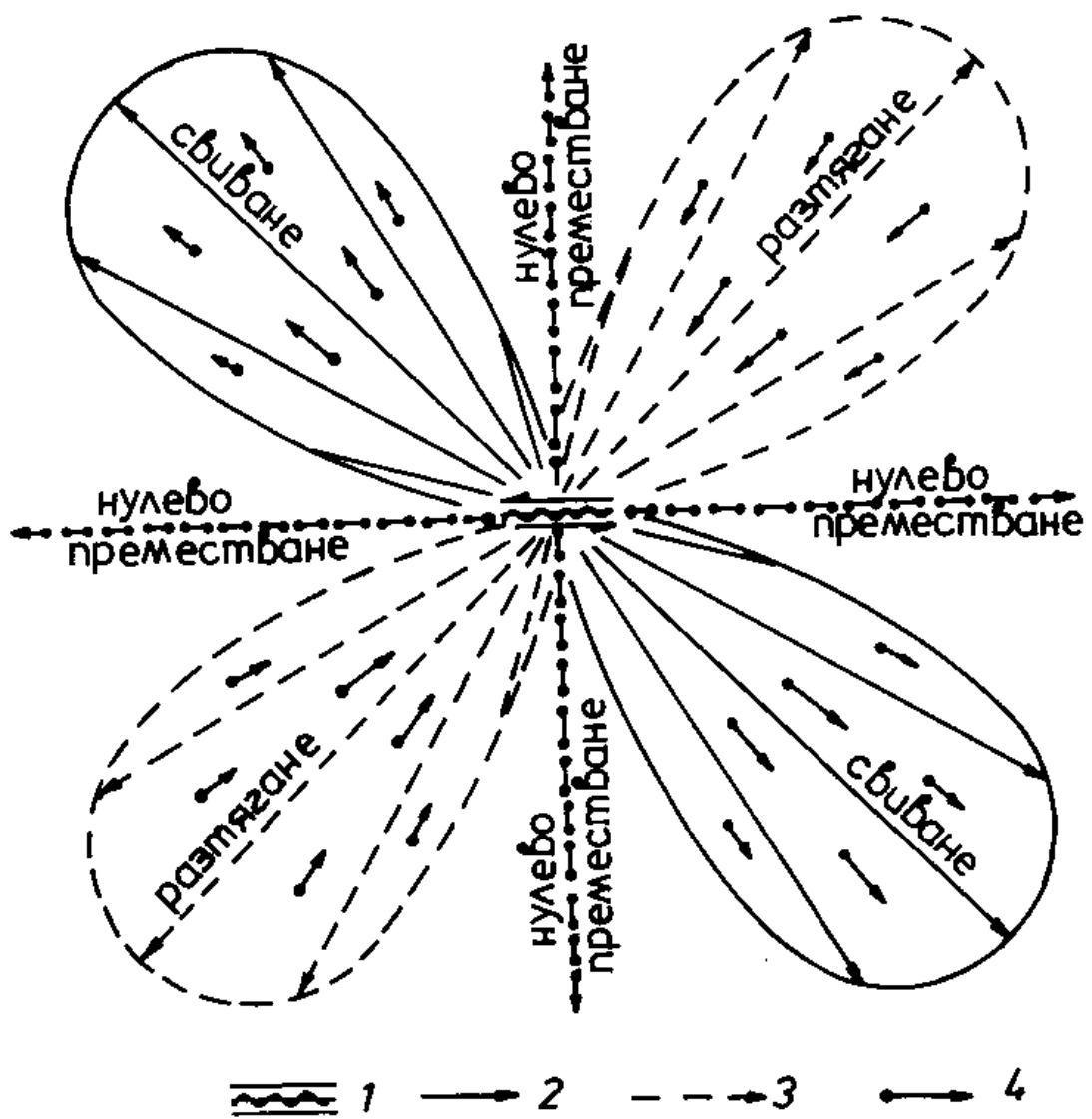
Обикновено за земетресенията е трудно да се получат достатъчно количество надеждни данни за преместванията по повърхност, от която може да се съди за ориентацията на разрива. Но този въпрос частично се решава с използването на записа на сеизмичните вълни от станции, разположени на различни азимутути от епицентъра. Теорията за механизма на земетресенията е създадена през 60-те години на миналия век от Баерли, добре описана от Стайдер (1962).

Тази теория поставя и началото на разработката на дислокационната теория на земетресенията. Без да се спирам подробно на нея (много добре и разбираемо е поднесена в труда на Стейси, 1972; Кокс, Харт, 1989, както и в лекцията на Hurltig, 1986), бих само отбелязал, че тя създава основата за обяснение на характера на излъчените сеизмични вълни в зависимост от вида на преместването по дислокацията.

Основната идея е представянето на крайната дислокация в огнището като еквивалент на двойка сили с момент или без момент. Няма единно мнение по въпроса, кой от двата случая обяснява по-точно процесите, протичащи в огнищната зона. Във всеки случай, двойката сили с момент описва добре възникването на разрив на средата, движение по него и създаване на вълни на “свиване” и “разтягане” (фиг. 7.1), които се регистрират с различна полярност на първите си встъпления върху сеизмограмите (фиг.7.2).

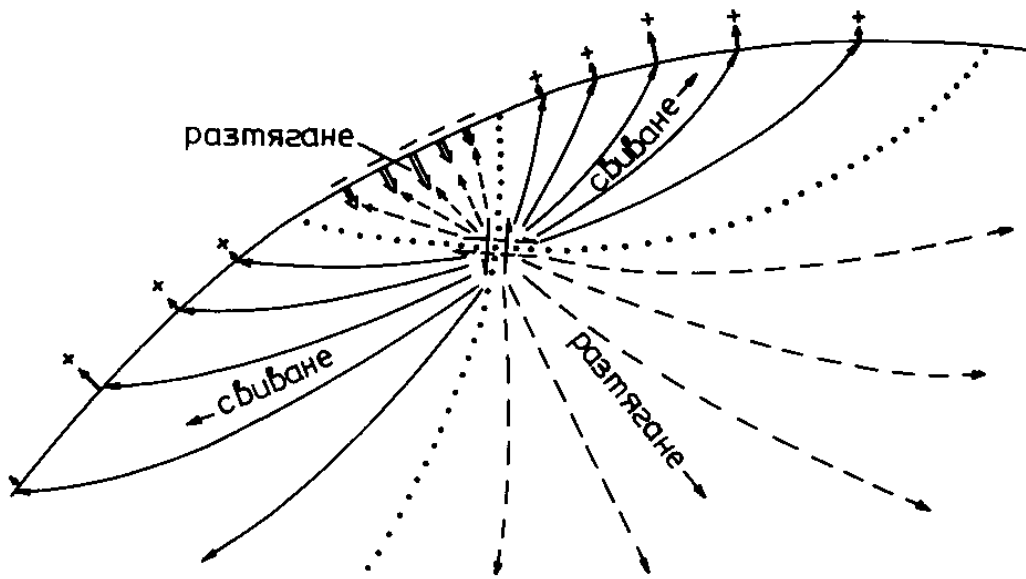
Обикновено, изучаването на сеизмичния източник става чрез анализ на записите на сеизмичните вълни от сеизмични станции, които са отдалечени от епицентралната зона на разстояние, по-голямо от размерите на огнището. Това означава загуба на значително количество информация поради затихване на високите честоти с разстоянието. Въпреки това, чрез тези записи се изчисляват параметрите на огнището и процесите в него с достатъчна за тектонските изследвания точност (фиг.7.3).

Областите с положителен и отрицателен знак на първите встъпления на Р-вълните се нанасят върху кръг в проекция на Вулф и се определят двете възможни нодални плоскости (фиг. 7.4), по една от които е станало движението, както и направлението на тектонска компресия (Р) и тектонски опън (Т). Пресичането на нодалните равнини определя междинната ос В.

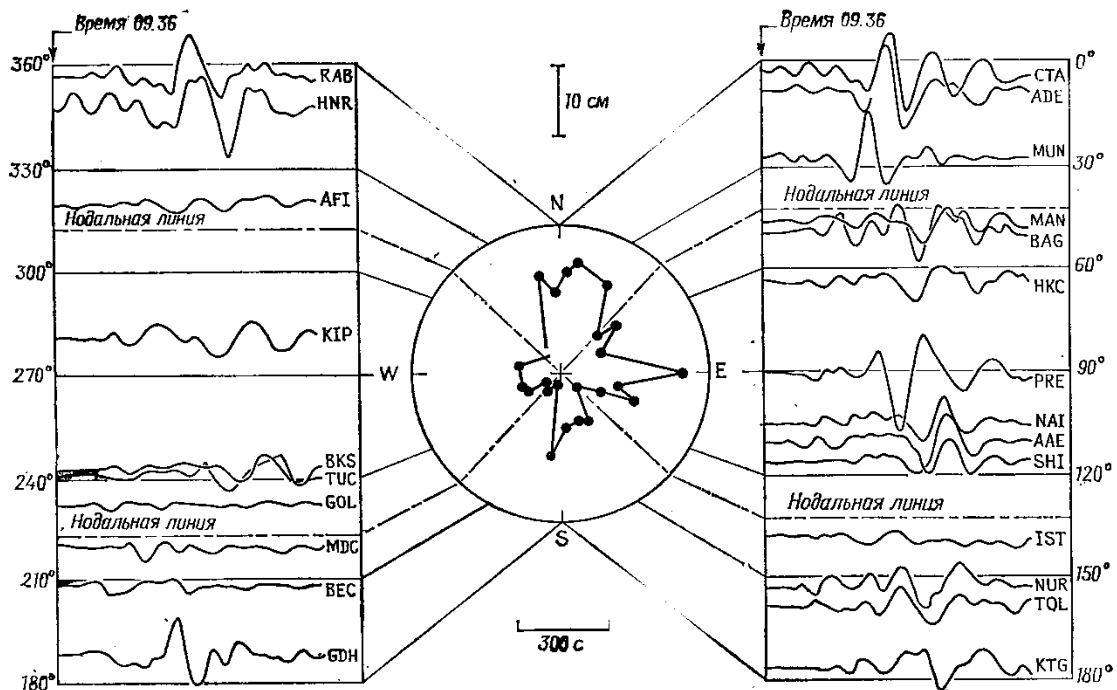


Фиг. 7.1. Образуване на вълни на “свиване” и “разтягане” в огнището на земетресение (по Друмя, Шебалин, 1985).

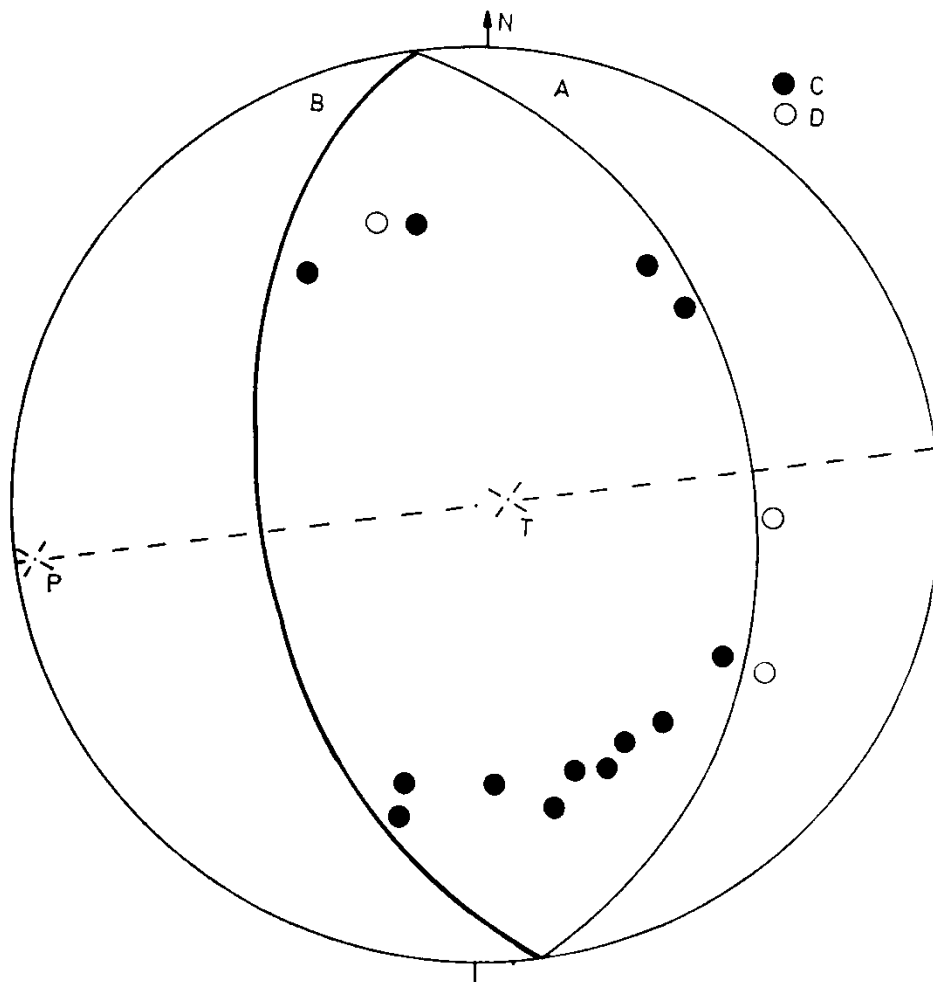
1 - преместване по разлома; 2 - Р-вълни на свиване; 3 - Р-вълни на разтягане; 4 - направление на първото встъпление.



Фиг 7.2. Разпределение на встъпленията на вълните на “свиване” и “разтягане” на повърхността на Земята (по Друмя, Шебалин, 1989).

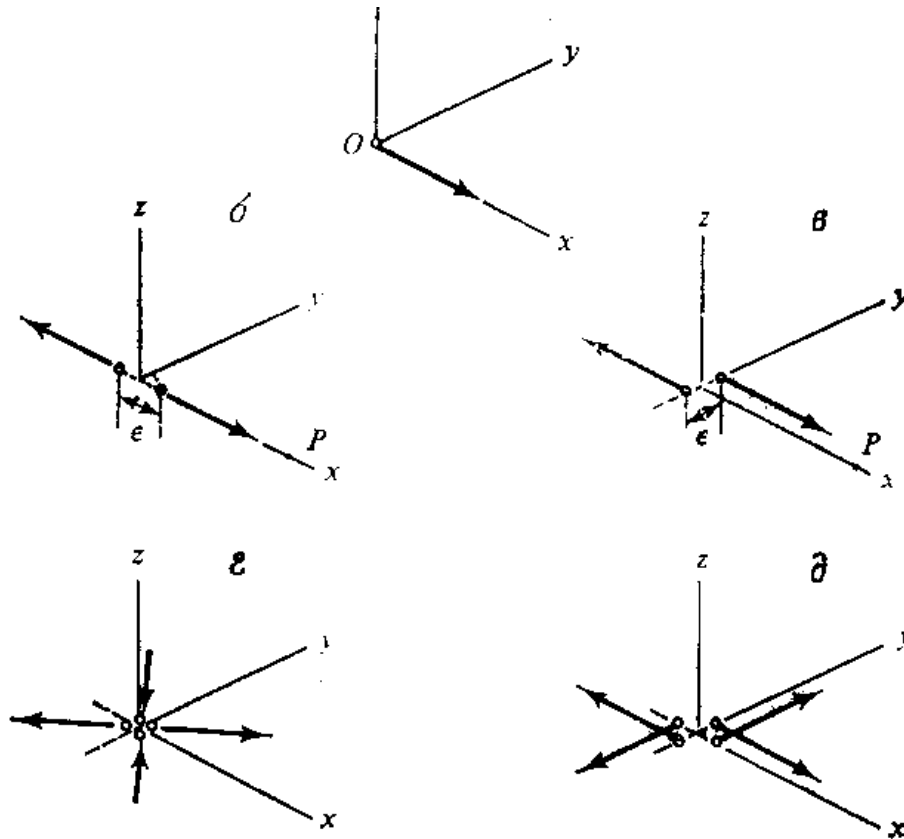


Фиг. 7.3. Излъчване в различни азимуты на сеизмични вълни (вълни на Лъв) от земетресение на Курилските острови ($M=8.3$, 13 октомври 1963 г.). Азимуталната диаграма в центъра показва зависимостта на максималния магнитуд от азимута на станцията (по Касахара, 1985).



Фиг. 7.4. Пример на разломно-плоскостна диаграма (долна полусфера).

Ако се приеме моделът на двойния дипол (фиг. 7.5), който се оказва, че описва по най-добър начин механизма на процесите в земетръсното огнище, то разломът се представя от две възможни нодални плоскости, като едната от тях, диаграмата се нарича плоскост А, или главна разломна плоскост. Втората плоскост се определя като вспомогателна (С). Всяка от тези две плоскости може да е изображение на разлома, по който е станало движението в огнището. Тези две плоскости се дават с азимут и наклон. Оста В е пресечната точка на двете нодални плоскости, нарича се “нулева линия”, защото средата по тази линия не претърпява преместване.



Фиг. 7.5. Различни видове сили в точков източник.

А – единствена сила

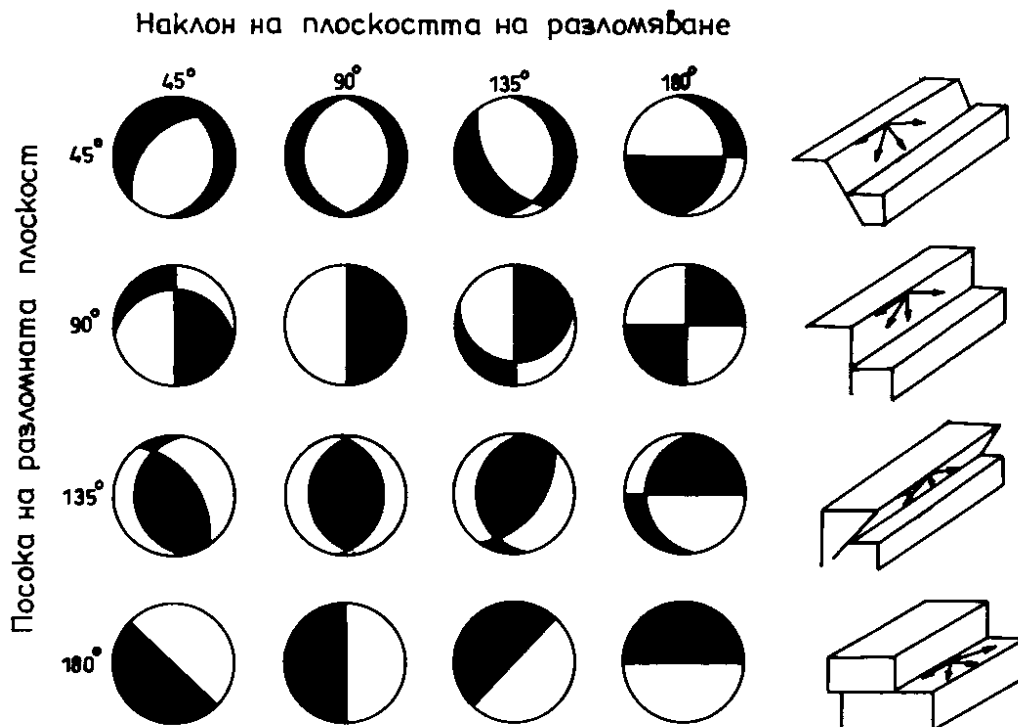
Б – двойка равни по величина и противоположни по направление сили на разтягане

В - двойка равни по величина и противоположни по направление сили, имащи момент спрямо оста z

Г – две двойки сили (една свиваща и друга разтягаща), равни по величина и действащи по оси, перпендикулярни една на друга

Д – две двойки сили, чиито моменти спрямо ос z са равни по величина и противоположни по направление

Различните пространствени конфигурации на трите оси определят и типа на движението по разлома (фиг. 7.6). Най-големият проблем е еднозначното определяне на нодалната плоскост, по която се е извършило движението и това може да стане само с допълнителна тектонска и геофизична информация.



Фиг. 7.6. Типове движения в огнищната зона, отразени на диаграмите на първите встъпления на вълните (долна полусфера). Запълнените сектори означават дилатансия (по Hurltig, 1986) .

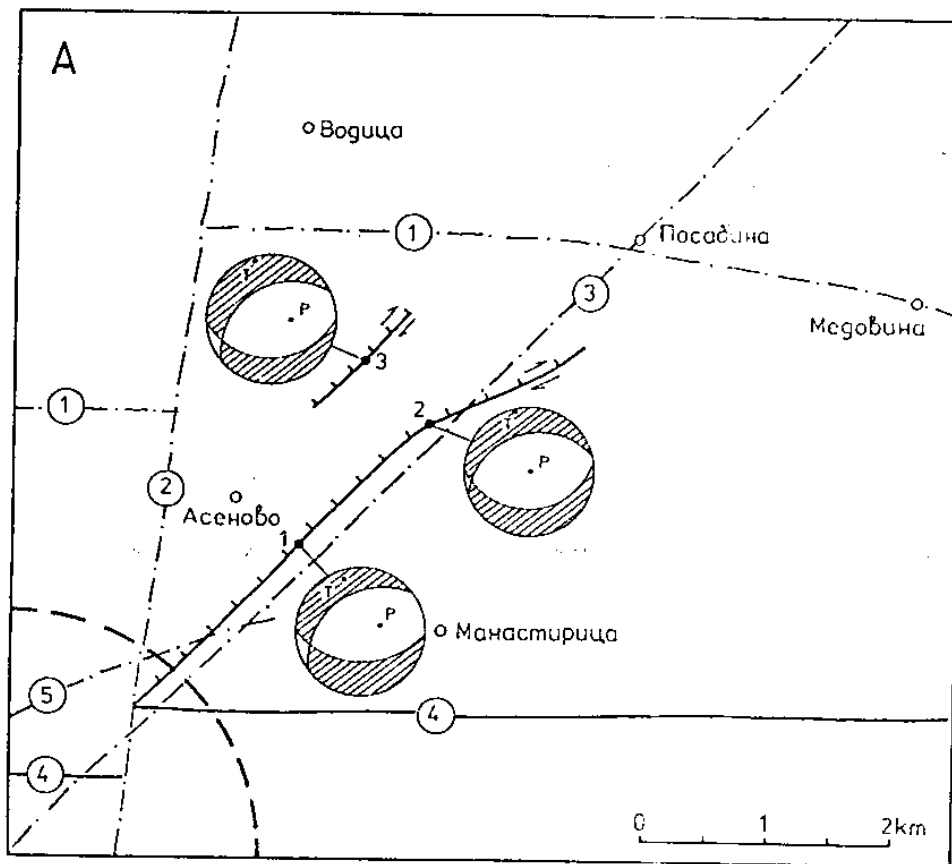
Тектонската значимост на реконструкцията на механизмите в огнището и информация за разломяването и характера на тектонското поле на напреженията

Развитие на процесите в земетръсното огнище в района на гр.Стражица през 1986 г.

Решението е направено въз основа на данните за механизма в огнищата на 9 бр. земетресения (включени в Табл. 7.1 на Приложението) от серията земетресения през 1986 г. в района на СИ от гр.Стражица, Североизточна България. В обобщен вид този анализ бе публикуван (Карагюлева и др., 1990), но тук е направен един по-детайлен анализ на хода на процесите на разрушаване в огнищната зона. Взети са предвид всички налични геолого-геофизични данни и логиката на последователните събития за да се избере равнината, по-която е ставало разломяването. Дължината на разломните линии е съобразно магнитуда на съответното земетресение.

Районът, в който са се развивали основните събития е с координати 43.15 - 43.27⁰ с.ш. и 25.97 - 26.10⁰ и.д. Тук се намират землищата на селата Асеново, Водица, Манастирица, Посабина и Медовина. Град Стражица е извън този район, на югозапад, а град Попово е непосредствено на СИ (фиг. 7.7). От комплексните линеаменти от I ред (по Карагюлева и др., 1990), със сигурност е проследен по

геоложки данни Водолей-Драгановският разлом с направление И-З. На север от него, като по-малко сигурен линеамент от II ред, със същото направление е Ресенско-Медовинският разлом. От субмеридионалните линеаменти, отново от II ред е прокаран Кесаревският. Има още два линеаменти от II ред с направление СИ-ЮЗ. Единият се проследява от гр. Горна Оряховица през гр. Стражица и южно от с.Асеново затихва (Горнооряховски линеамент). Определен е по сеизмоложки, геофизични и дистанционни методи. Другият (Стражишки) се следи от гр. Стражица на СИ до гр. Попово и се основава само на геофизични (гравитационен преход) и дистанционни данни. Както ще се покаже в следващия анализ, тези два линеаменти, прокарани по косвени данни, са играли една от главните роли в развитието на сеизмотектонския процес през 1986 г.



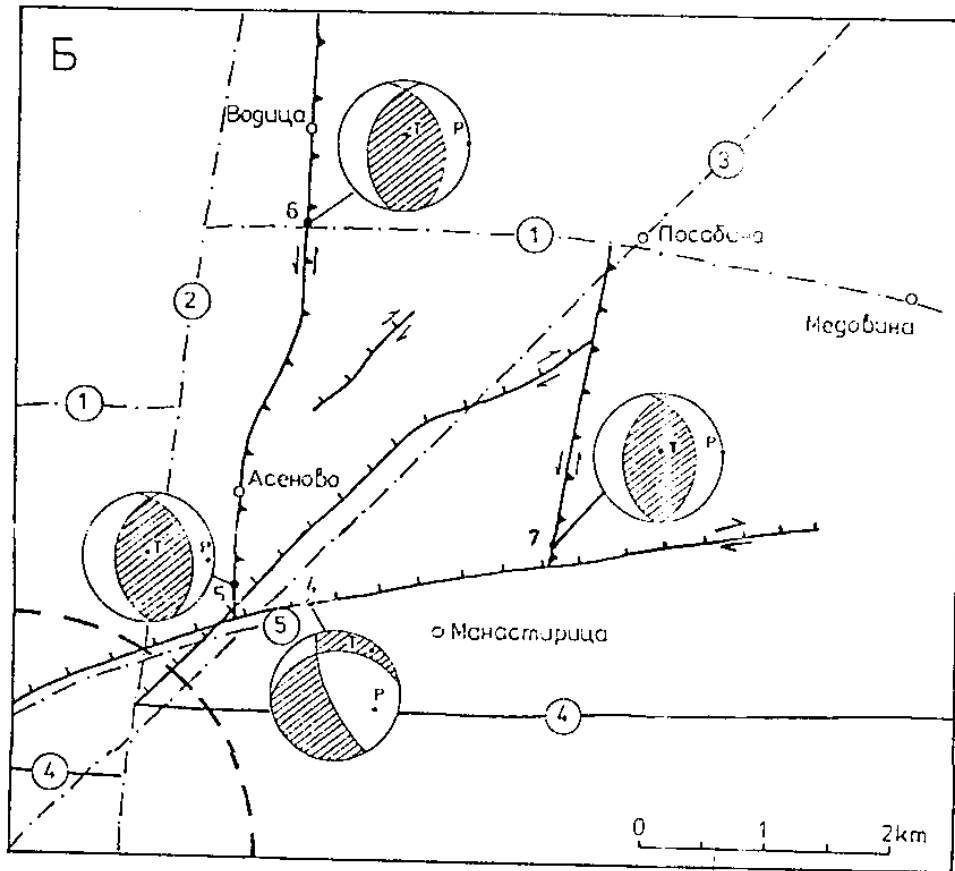
Фиг.7.7. Първи етап на тектонско разломяване по време на серията земетресения в района на гр. Стражица през 1986 г.

Началото на процеса на разрушаване започва от възела, определен от пресичането между Ресенско-Медовинския, Кесаревския, Стражишкия и Горнооряховски линеаменти. Този възел е наречен Стражишки (Карагюлева и др., 1990) и според възприетата номенклатура (Voncev et al., 1982) се отнася към

линеаментните възли от II ред с потенциални възможности за генериране на земетресения с максимални магнитуди 5.6 - 6.0.

Първи етап (фиг.7.7)

Започва със земетресението с $M=5.1$ от 21.02.1986 г ($05^h 39^m 56^s$). Разкъсването от разседно-отседен тип (дясно отсядане) става по Стражишкия линеамент по направление СИ и плоскост наклонена на СЗ. Следващото събитие, през същия ден, с $M=4.35$ ($06^h 39^m 56^s$) има същия характер и продължава разломяването на СИ. Третото събитие отново има разседно-отседен характер, но разломяването е отместено на СЗ, успоредно на Стражишкия линеамент. В подкрепа на така избраните разседни линии е и поведението на макросейзичното поле, което е изтеглено по направление СИ-ЮЗ. Тези три решения за механизмите са с Р и Т оси, попадащи в зоната на възможните пространствени вариации на оценените регионални директриси на σ_1 и σ_3 .



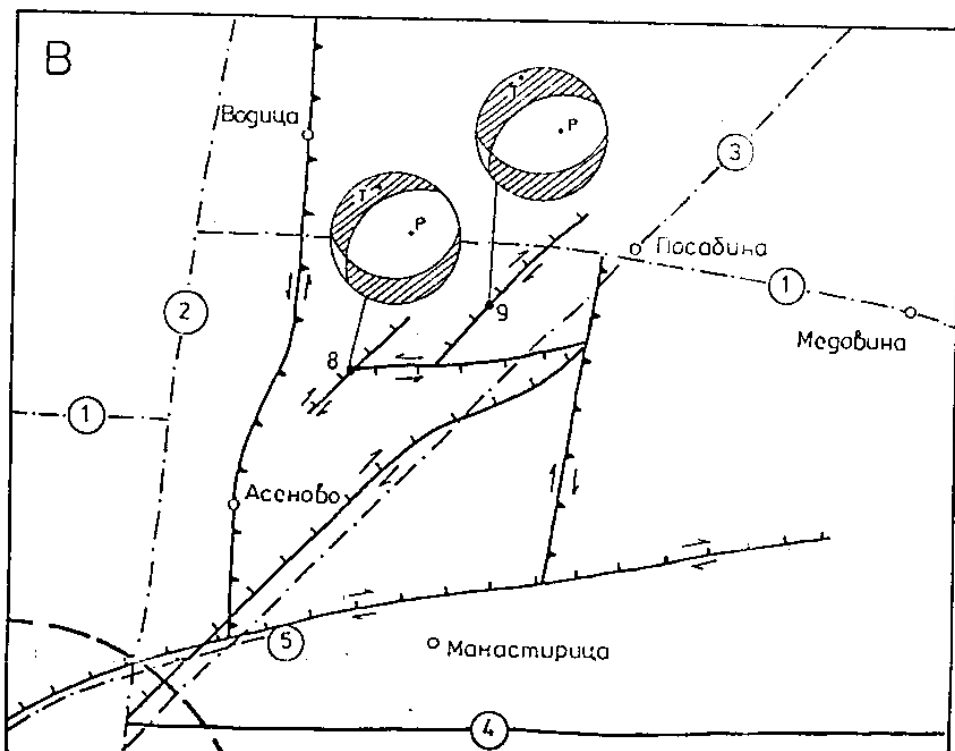
Фиг.7.8. Втори етап на тектонско разломяване по време на серията земетресения в района на гр. Стражица през 1986 г.

Втори етап (фиг.7.8)

Започва с най-силното земетресение от серията ($M=5.7$) на 07.12.1986 г., като епицентърът му между селата Асеново и Манастирца попада точно на мястото на затихването на Горнооряховския линеамент. Това дава основание земетресението да се разглежда като развитие на разлом в посока СИ. Фактически

това земетресение определя и целия облик на процесите в района. Ако то се приеме за главно, всички останали събития имат подчинено значение, като подготвящи главното разломяване (I етап) и доразвиващи разломяването при променени условия на тектонските напрежения (следващите събития от II етап и III етап). Механизмът на земетресението е в съгласие с регионалното поле на напреженията.

Следващите две събития от този етап от 07.12.1986 г (M=4.5) и от 08.12.1986 г (M=4.8) са отражение на тотално променените локални директриси на тектонското силово поле и при презумцията на отместване на СИ на блока източно от Кесаревския разлом, следва възсядане с леко ляво отсядане по линия успоредна на Кесаревския разлом. Като вторична реакция е и възседното движение по субмеридионална разломна линия при земетресението с епицентър между селата Посабина и Манастирица на 12.12.1986 г. (M=4.5).



Фиг.7.9. Трети етап на тектонско разломяване по време на серията земетресения в района на гр. Стражица през 1986 г.

Трети етап (фиг 7.9)

Разкъсването в посока И-З при земетресението от 17.12.1986 г (M=4.4) е стъпало към свързването на редицата новопоявили се разломни нарушения в едно общо, магистрално, продължаващо развитието си на СИ, както го показва и следващото събитие от 18.12.1986 с M=4.6. Събитията от този етап са с механизми, които са с характеристики, отговарящи на регионалното силово поле и, вероятно, могат да се приемат като индикация за затихване на процеса.

Многобройните слаби земетресения имат разположение на епицентрите, подкрепящо общата картина на разломяване, което основно се е развивало между Водлей-Драгановския и Ресенско-Медовинския разломи. Тяхната сравнителна

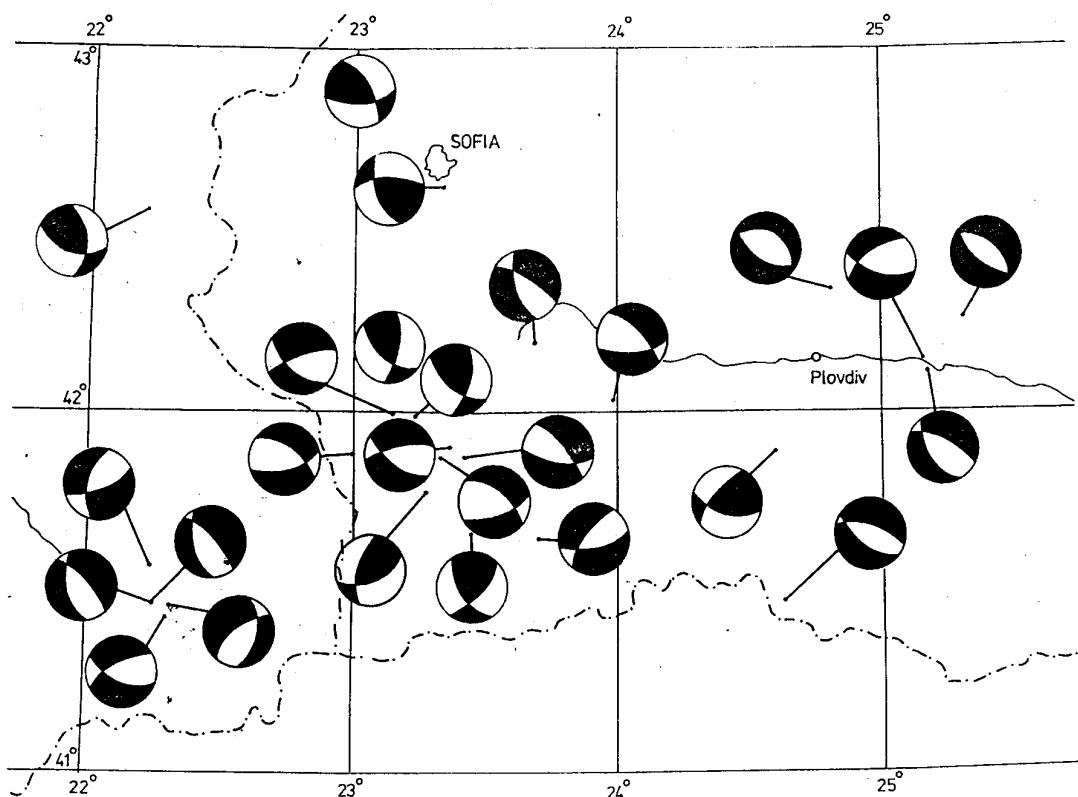
пасивност може да се обясни, ако се предположи, че те са енергетично изчерпали възможностите си системи от нарушения, които не са в състояние да натрупват напрежения, но движенията по тях предизвикват нарежения в ограничения от тях от запад и юг блок. В него се натрупва и освобождава енергията от тектонските напрежения под формата на земетресения.

Южна България

Част от механизмите на земетресения за Южна България са показани на фиг. 7.10. Като цяло, картината показва развитието на грабенови системи, ориентирани по протежение на Маришката разломна зона.

Статистическият анализ, извършен върху 107 възстановени механизми на земетресения в изследването на голям колектив от Геофизическия институт (Симеонова и др., 1993), показва устойчива тенденция на групиране на нодалните плоскости по направление И-З, по-малки са групите по направления СЗ-ЮИ и СИ-ЮЗ. Най-малко разкъсвания в огнищните зони стават по направление С-Ю. За периода 1981-1990 г. на територията на България 55 % от механизмите са от разседен тип, 35 % са определени като възседни и само 10 % - като отседни. Същите автори, само за територията на България, извеждат като доминиращи хоризонталните разтягащи напрежения по направлението ССЗ-ЮЮИ, т.е. това решение не противоречи на картината за централната част на Балканския полуостров. За направлението на тектонския натиск се коментира неизразителността на в групирането на хоризонталните направления, но се дава обща тенденция И-З.

Изследването за Южна България, направено въз основа на 82 възстановени механизми на земетресения (Van Eck, Stoyanov, 1996), показва, че в Струмската разломна зона доминира режим на екстензия, при вертикална ос на максималното тектонско напрежение σ_1 и хоризонтално минимално напрежение σ_3 по направление С-Ю. Подобни решения са получени за Маришката зона и за района на Горна Оряховица, което води авторите до заключението, че **“тектонското поле на напреженията отговаря на това, получено за Северна Гърция и северната част на Егейско море”**. В този смисъл, и трите последни публикации, в които се изследва съвременното поле на тектонските напрежения в централната част на Балканския полуостров (Симеонова и др., 1993; Shanov, Boykova, 1996; Van Eck, Stoyanov, 1996), работейки с различни по обем извадки от данни за механизмите на земетресенията, стигат до принципно еднакви изводи. Представената информация на Таблица 7.1 на приложението към лекцията, следователно, е достатъчно пълна към момента и би могла да се използва за следващи статистически процедури.



Фиг. 7.10. Решения за механизми на земетресения за част от Южна България и прилежащи територии на Македония.

Форшокови и афършокови серии: същност и тектонска информативност

ПРЕД- И СЛЕДТРУСОВЕ

Силните земетресения често пъти се предшества от няколко по-слаби *предтрусове* или форшокове. Енергията на тези предтрусове не е голяма в сравнение с главния трус. Те понякога се явяват дни, дори месеци преди едно силно земетресение. Би могло да се предполага, че форшоковете са сигурно предупреждение за тях, но това не е така. Трудността е, че тук не съществува модел, по който би могло да се направи предвиждане за следващо силно земетресение. Често пъти такава група от слаби земетресения остава изолирана, без да последва нищо по-значително. Или, което е по-лошо, много често силното земетресение става изведнаж, без предварително предупреждение от форшокове. Друго подобно явление е почти „задължителната“ много дълга серия от *следтрусове* или афършокове, която се състои почти винаги от голям брой по-слаби земетресения в района на най-силното, наречено *главен трус*. Афършоковете следват почти веднага и могат да продължават няколко години след главния трус. Както честотата, така и интензивността им постепенно

намаляват с времето. Установено е, че броят, енергията и продължителността на съществуване на следтрусове зависят до голяма степен от магнитуда на главното земетресение. Най-често хората, непривикнали към подобни постоянни трусове, изпадат в паника и всяко ново разтърсване на земята смятат за признак на предстояща катастрофа. Други привикват към тези многократни разтърсвания и не им обръщат внимание.

От казаното дотук могат да се обобщят няколко правила.

1. Трусът, който е бил силен и е създал известни повреди, може да бъде само един предтрус на друго, още по-силно, разрушително земетресение.
2. Някои следтрусове на катастрофални земетресения могат да бъдат толкова силни, колкото са някои обикновени земетресения, които създават местни повреди. Тъй като огнищата на всички трусове на една серия очевидно се разполагат в доста обширна зона, може да се случи огнището на един по-значителен следтрус да се окаже по-плитко разположено и по-близо до населен пункт и там да създаде по-големи повреди, отколкото главното земетресение е причинило преди това.
3. Твърде възможно е няколко часа или дори няколко дни след силното земетресение да стане второ — с не по-малка сила.

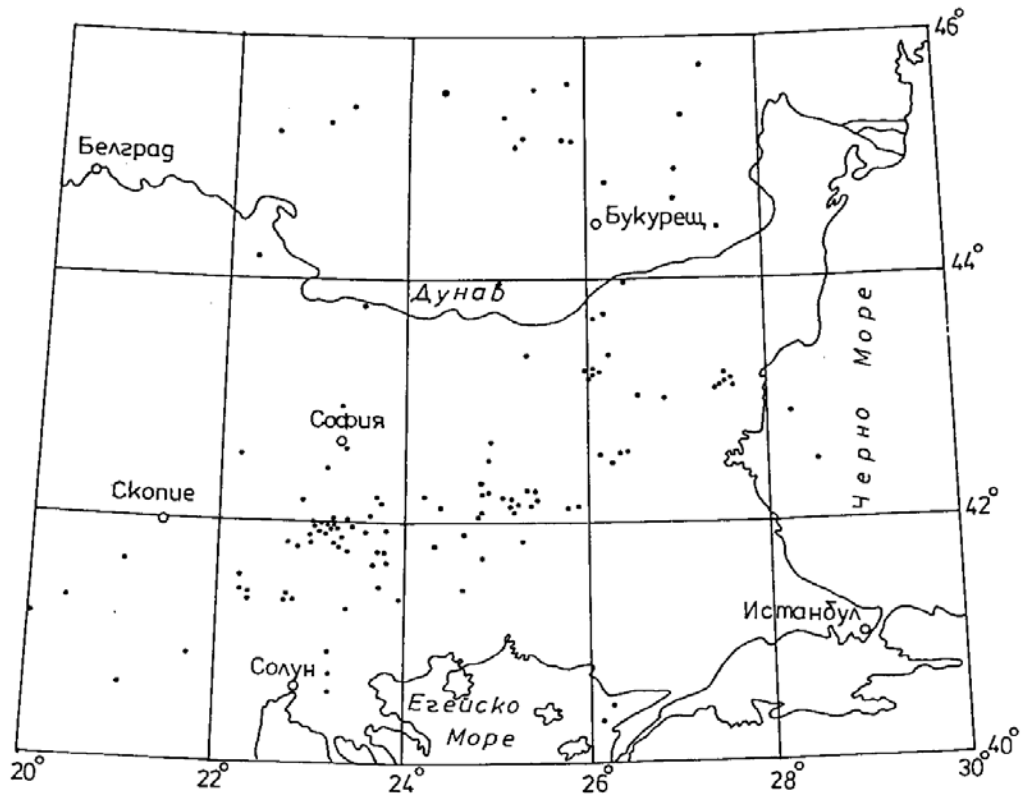
Следтрусове са напълно нормално явление и почти винаги съпровождат всеки по-значителен трус. Те се дължат на това, че нарушенията, които стават в земните недра при поява на едно голямо земетръсно огнище, не освобождават изведнъж цялата натрупана еластична енергия при деформацията, т. е. равновесието се установява постепенно. Вследствие на бързото движение на едно място в редица съседни по-слаби места може да се увеличи деформацията и да се надмине границата на издръжливост на средата. Отново става освобождаване на енергия и скокообразно разрушаване на материалите. И това продължава, докато постепенно изчезнат напреженията. Следтрусове намаляват по брой с течение на времето, но в началото, веднага след силното земетресение те могат да бъдат и стотици на ден. Въпреки че следтрусове винаги съществуват, досега не е доказана строга закономерност в разпределението им по време и по място.

ПРИЛОЖЕНИЕ към лекция 7

Решения за механизмите на земетресенията в централната част на Балканския полуостров

Изходни данни

За централната част на Балканския полуостров са преставени всички известни данни за тази територия (Shanov, Boukova, 1996) към 1997 г.. Публикувани са 155 решения за механизмите на земетресения в централната част на Балканския полуостров (Mc Kenzie, 1972; Papadopoulos et al., 1986; Papadopoulos et al., 1988; Georgiev, 1988; Георгиев, Шанов, 1991; Shanov et al., 1992; Solakov, Simeonova, 1993; Enescu et al., 1994; Георгиев, 1994; Shanov, Georgiev, 1995 - Таблица 7.1), включваща територията от Карпатите на север до Егейско море на юг (фиг. 7.11).



Фиг. 7.11 Епицентри на земетресения в централната част на Балканския полуостров, за които е възстановен механизмът в огнището.

Таблица 7.1. Възстановени механизми на земетресения от централната част на Балканския полуостров

No	Дата г. м. д.	Време час:мин	Координати		Дълбо- чина (km)	M	Нодални равнини страна/наклон		Главни оси на деформация в огнищната зона на земетресението посока/наклон		
			с.ш. ° N	и.д. ° E			A	C	B	P	T
1	1959/05/31	12:15	45.70	27.20	35	5.2	130/17	239/84	151/17	39/48	253/36
2	1959/09/01	11:37	40.90	19.80	10	6.4				241/15	121/72
3	1960/01/04	12:21	44.60	27.00	41	5.4	228/40	1/60	286/24	132/64	20/11
4	1963/07/26	04:17	42.00	21.40	5	6.1	134/60	32/50		234/60	342/10
5	1965/08/23	14:09	40.50	26.20	33	5.2				125/43	23/13
6	1967/02/27	21:00	44.90	27.00	20	5.0	129/48	264/52	194/24	20/65	285/03
7	1967/11/30	07:23	41.40	20.40	29	6.4	60/34	240/35		115/82	244/06
8	1969/04/03	22:12	40.70	20.00	33	5.8				53/15	233/75
9	1969/04/18	20:38	45.30	25.10	10	5.2	321/60	226/84	304/59	90/26	187/15
10	1969/08/26	02:15	41.70	20.00	42	4.9				251/13	71/77
11	1970/08/19	02:02	41.10	19.80	33	5.2				248/24	78/65
12	1972/05/08	09:20	41.69	23.60	12	4.9	234/54	138/80	210/58	99/13	1/30
13	1972/09/23	01:53	42.25	25.31	10	4.6	222/44	42/46	312/00	0/90	42/02
14	1975/02/08	08:21	45.10	25.82	5.5	4.6	137/70	234/74	180/64	275/05	8/30
15	1975/03/27	05:15	40.40	26.10	15	6.6				258/47	158/07
16	1977/03/05	00:00	45.30	27.10	10	4.3	104/52	196/86	304/59	90/26	187/15
17	1977/11/03	02:22	42.20	24.20	15	5.3	40/50	165/56	98/33	284/57	194/10
18	1978/06/20	20:03	40.80	23.20	15	6.5				305/76	165/10
19	1978/12/31	15:56	41.99	23.22	15	4.6	96/40	220/64	144/29	242/14	358/58
20	1978/12/31	16:26	41.97	23.17	10	4.4	118/50	214/40	136/48	274/20	354/33
21	1980/03/09	16:52	42.95	23.35	25	4.4	54/42	194/52	120/14	210/04	316/75
22	1980/09/11	23:24	45.40	28.20	15	4.7	102/90	182/88	182/88	56/02	326/00
23	1980/12/08	19:51	44.40	27.20	15	4.0	330/45	61/89	240/03	87/37	216/37
24	1981/04/01	10:55	41.95	23.21	4	3.1	10/06	192/84	11/01	282/39	102/51
25	1981/04/02	12:30	41.93	22.99	8	3.2	261/23	156/86	323/22	89/47	228/35
26	1981/05/03	22:16	42.14	25.20	14	3.0	259/31	106/62	282/12	45/70	186/16
27	1981/05/06	04:41	41.88	23.99	8	3.6	61/74	290/23	66/16	308/57	164/27
28	1981/06/13	14:40	41.82	22.84	9	3.2	260/67	90/23	263/04	162/68	353/22
29	1981/07/17	19:17	41.92	23.00	8	3.0	214/55	49/36	220/07	92/78	310/09
30	1981/07/23	06:15	43.20	27.50	20	4.1	277/40	44/62	329/28	97/14	176/58
31	1981/08/26	19:42	41.98	23.16	20	3.6	90/54	280/36	268/29	121/52	2/16
32	1981/08/30	15:40	42.10	25.17	20	3.8	198/29	33/62	286/14	149/70	28/15
33	1981/09/04	00:22	43.13	27.57	7	3.6	113/07	325/84	145/03	52/39	239/51
34	1981/09/05	00:08	41.85	23.24	16	3.0	159/50	351/41	164/06	225/05	21/82
35	1981/10/14	18:36	41.97	23.25	13	3.2	265/56	109/36	273/12	136/75	5/10
36	1981/11/13	09:07	45.20	29.00	10	5.2	260/38	44/57	326/17	73/42	174/70
37	1982/02/20	04:45	41.82	24.34	12	3.4	34/56	237/36	41/10	264/75	134/10
38	1982/03/06	08:59	42.67	28.54	20	3.8	227/19	88/75	226/16	14/58	168/29
39	1982/04/27	03:51	41.82	23.32	10	3.4	60/89	323/06	80/22	109/66	176/10
40	1982/06/30	18:49	41.71	23.84	14	3.4	239/64	109/36	253/24	108/61	349/64
41	1982/08/27	09:58	43.69	26.07	30	4.7	44/45	256/50	333/18	142/73	60/04
42	1982/10/18	09:46	43.71	26.19	10	3.6	273/06	99/84	278/01	9/51	188/39
43	1982/10/23	18:25	42.06	24.83	13	3.5	228/28	97/71	270/19	36/59	171/23
44	1983/03/11	23:06	41.92	23.07	18	3.1	14/59	178/36	99/09	220/74	8/13
45	1983/04/09	00:16	45.55	25.99	7	3.7	347/21	190/71	277/08	24/65	186/25
46	1983/08/13	02:08	41.79	23.26	10	3.3	265/58	117/36	210/18	56/70	302/06
47	1983/08/28	11:37	41.79	23.76	10	3.3	242/50	105/49	264/23	84/67	354/0
48	1983/09/04	13:19	45.04	23.39	5	3.5	273/22	149/77	236/18	352/53	137/30
49	1983/09/10	18:40	42.17	23.73	10	3.4	179/87	276/19	357/19	108/44	252/40
50	1983/11/10	17:28	43.12	27.49	10	4.4	324/46	182/50	254/20	64/71	164/04
51	1983/11/10	18:40	42.20	23.68	10	3.4	253/58	28/37	329/22	127/62	54/10
52	1983/11/14	16:22	45.11	25.29	30	3.3	103/25	143/66	64/24	283/62	162/16
53	1983/12/22	14:56	42.64	23.33	15	3.2	240/36	21/62	302/19	37/10	154/68
54	1984/01/23	09:29	41.90	23.42	12	4.4	45/52	250/41	127/08	276/82	37/04
55	1984/01/23	10:26	41.92	23.39	12	4.8	211/57	101/62	315/09	99/80	47/06
56	1984/01/23	15:05	43.38	25.32	20	3.2	252/30	60/61	330/14	220/72	62/14
57	1984/01/23	22:42	42.06	24.01	15	3.1	38/63	263/36	49/20	266/64	146/14
58	1984/03/01	12:56	42.18	25.43	18	3.1	300/67	130/23	302/04	202/68	33/22

59	1984/05/20	20:58	45.52	24.43	22	4.5	170/14	275/86	186/14	80/46	288/39
60	1984/06/14	14:11	43.09	27.46	10	3.6	304/50	168/50	235/24	236/02	56/66
61	1984/09/03	09:19	42.18	25.06	14	3.2	47/63	263/32	55/15	283/67	150/16
62	1984/12/07	19:48	41.67	23.67	15	2.5	312/50	178/50	243/25	66/64	234/01
63	1985/01/05	13:06	42.56	22.22	30	4.5	217/70	90/30	136/22	55/21	182/57
64	1985/02/04	02:57	45.57	25.80	10	3.0	251/46	21/56	311/27	144/64	43/07
65	1985/02/06	12:27	45.27	23.13	5	3.3	295/36	83/59	2/16	221/70	95/12
66	1985/02/16	06:33	42.05	23.62	10	3.8	62/70	320/62	92/54	283/35	190/05
67	1985/04/04	21:45	42.12	25.84	12	3.2	39/30	281/75	94/24	222/53	351/16
68	1985/06/12	14:05	43.12	27.49	10	4.3	286/44	158/66	232/30	12/62	136/17
69	1985/09/17	06:53	41.93	23.00	13	3.4	110/15	309/75	128/04	35/30	226/59
70	1985/09/28	14:50	41.58	22.25	10	5.3	172/70	273/60	230/53	38/36	133/07
71	1985/09/29	00:36	41.44	22.32	10	3.5	216/63	338/44	88/32	85/56	10/12
72	1985/10/01	13:21	41.47	22.26	10	3.5	260/40	72/50	345/05	41/48	75/06
73	1985/10/02	02:32	41.47	22.30	20	3.8	338/68	108/32	59/22	12/16	140/20
74	1985/10/12	18:33	45.19	22.56	5	3.3	12/66	105/83	30/66	242/26	146/14
75	1985/11/12	16:41	42.24	24.88	12	3.0	201/87	323/06	21/06	286/42	116/48
76	1986/02/21	05:39	43.20	26.01	15	5.1	314/50	183/50	250/28	68/63	340/02
77	1986/02/21	06:18	43.22	26.03	15	4.3	340/36	174/54	260/08	24/80	348/10
78	1986/02/21	08:36	43.23	26.02	10	3.6	314/50	180/50	247/25	66/66	338/02
79	1986/05/15	16:37	41.95	23.13	17	3.6	128/81	36/80	170/76	261/01	352/14
80	1986/05/15	16:45	41.94	23.15	19	4.2	47/47	263/49	65/19	241/71	335/01
81	1986/05/25	16:57	43.21	26.01	14	3.1	34/89	143/01	215/02	305/46	122/44
82	1986/05/26	15:46	43.24	26.03	13	3.0	322/51	187/49	342/24	166/66	74/01
83	1986/05/26	20:36	41.85	25.27	17	3.0	331/46	195/54	355/24	264/04	165/66
84	1986/06/20	12:26	43.25	26.07	10	3.2	167/64	6/28	171/08	263/18	59/70
85	1986/08/19	04:05	43.19	25.99	13	3.8	34/89	263/02	33/01	125/44	302/46
86	1986/10/10	17:16	45.40	25.80	10	4.8	251/46	21/56	311/27	144/64	43/07
87	1986/10/26	13:32	41.94	23.15	16	3.1	60/35	268/58	79/12	217/72	347/12
88	1986/11/23	04:34	43.25	26.01	9	3.1	230/47	74/45	242/12	332/01	68/78
89	1986/12/02	22:44	45.06	25.24	30	3.8	198/10	328/84	238/08	140/50	336/38
90	1986/12/07	14:17	43.19	26.01	20	5.7	351/48	252/80	331/46	112/36	38/22
91	1986/12/07	17:26	43.19	26.00	10	4.8	76/44	273/48	356/09	84/04	345/81
92	1986/12/08	14:44	43.26	26.03	19	4.2	205/80	100/36	214/34	80/44	322/26
93	1986/12/11	03:52	43.24	26.04	15	3.2	233/06	59/84	240/01	148/39	329/51
94	1986/12/12	01:28	43.26	26.09	10	3.4	195/20	60/75	237/14	138/29	349/57
95	1986/12/12	19:29	43.20	26.05	10	4.5	280/46	81/45	0/10	88/02	351/80
96	1986/12/17	22:02	43.23	26.02	10	4.4	30/55	292/79	7/52	256/14	154/33
97	1986/12/18	17:16	43.24	26.04	10	4.6	314/50	180/50	247/25	66/66	338/02
98	1986/12/18	23:39	43.25	26.07	11	4.2	342/76	229/32	6/08	107/46	269/43
99	1987/01/14	06:30	43.23	25.97	16	3.1	34/64	237/28	34/08	132/19	283/69
100	1987/01/21	09:54	43.36	26.21	20	4.0	282/42	102/48	12/00	102/03	282/87
101	1987/01/29	21:43	43.20	26.00	10	3.1	62/31	273/62	86/14	215/69	352/16
102	1987/02/04	06:07	41.97	23.18	13	3.0	51/44	257/49	64/12	232/78	334/03
103	1987/02/22	03:18	42.21	24.93	15	3.5	107/70	351/41	121/34	223/17	335/51
104	1987/03/13	11:48	41.39	23.92	16	3.1	87/68	290/23	93/08	341/66	83/23
105	1987/03/23	09:05	43.83	23.59	10	3.3	82/40	262/50	351/00	262/04	82/84
106	1987/03/29	04:10	42.14	25.38	15	3.9	265/56	109/36	274/11	136/75	5/10
107	1987/04/08	01:31	42.17	25.14	8	3.0	234/19	65/71	254/03	350/54	152/26
108	1987/04/12	09:00	42.54	26.59	16	3.6	128/83	10/15	129/13	229/37	23/50
109	1987/05/02	09:05	41.90	24.65	10	3.6	3/32	180/58	276/29	178/13	67/56
110	1987/05/02	14:02	43.08	27.48	10	3.6	270/40	20/74	302/35	48/20	161/50
111	1987/05/07	21:14	42.54	26.54	10	3.5	200/86	279/28	18/28	136/42	267/36
112	1987/05/11	17:35	43.23	25.96	10	3.4	282/50	102/50	12/00	102/50	282/84
113	1987/07/25	09:25	43.25	25.99	13	3.2	20/68	223/23	22/08	274/65	117/23
114	1987/08/03	20:14	41.78	23.74	10	3.0	85/55	280/36	89/06	323/78	182/09
115	1987/09/30	11:49	41.78	23.75	10	3.3	52/81	314/49	61/48	281/35	176/20
116	1987/10/19	04:00	43.25	25.98	12	3.1	252/89	160/28	254/28	6/38	137/40
117	1987/11/09	05:23	41.77	23.74	5	3.0	332/45	232/80	41/43	290/22	181/39
118	1988/03/07	20:24	41.78	23.75	13	3.0	278/54	100/36	278/01	184/81	9/09
119	1988/03/23	18:58	41.86	22.77	14	3.1	219/55	92/49	240/29	70/60	334/03
120	1988/04/24	13:44	41.98	23.20	15	3.1	13/73	277/71	50/64	235/26	145/01
121	1988/05/09	20:13	41.78	23.75	12	3.3	215/52	101/62	11/01	63/50	162/06
122	1988/06/21	16:26	42.23	24.87	16	3.0	21/70	246/28	27/17	263/61	125/22
123	1988/06/22	15:41	41.78	23.73	13	3.1	279/54	100/36	279/01	184/81	9/09
124	1988/08/18	17:37	42.08	24.00	9	3.0	20/89	289/36	20/36	259/36	141/34
125	1988/09/28	06:26	41.91	23.04	9	3.2	140/07	352/84	140/03	79/39	266/41
126	1988/12/23	05:21	42.14	25.16	10	3.3	186/52	316/50	253/28	70/62	163/02

127	1989/01/16	08:36	42.31	24.81	10	3.0	329/71	212/36	120/00	21/71	21/19
128	1989/01/18	07:14	41.47	24.64	10	3.0	72/83	332/36	282/06	67/84	9/04
129	1989/03/06	21:38	42.11	24.37	15	3.0	120/89	28/54	126/53	248/23	350/27
130	1989/04/09	20:50	41.84	22.89	12	3.3	75/90	343/15	75/15	179/43	330/44
131	1989/04/23	23:56	41.92	23.57	4	3.0	43/52	289/62	83/40	251/50	348/06
132	1989/06/03	16:37	41.96	23.27	12	3.4	200/89	109/36	201/36	79/36	321/34
133	1989/10/25	15:27	43.01	26.57	17	4.1	266/09	165/88	344/09	84/46	247/43
134	1989/10/26	05:57	42.48	26.26	14	3.0	0/36	211/58	20/14	288/11	162/71
135	1989/11/28	12:30	41.95	23.00	14	3.0	233/54	105/49	257/29	83/61	348/03
136	1989/12/06	05:13	42.07	24.83	12	3.2	296/81	200/58	309/56	65/15	163/29
137	1989/12/12	06:50	41.30	23.37	15	3.0	246/48	105/49	267/20	84/69	176/01
138	1990/01/02	22:54	43.10	27.59	18	3.2	173/29	55/75	229/25	356/53	125/26
139	1990/01/31	10:16	41.41	22.72	13	4.1	277/71	26/47	79/40	231/46	337/15
140	1990/01/31	19:40	41.41	22.71	13	3.1	321/70	186/28	328/18	65/22	203/61
141	1990/03/11	17:54	41.89	23.31	12	3.2	288/86	23/41	105/40	233/36	347/29
142	1990/03/16	19:21	41.42	22.73	10	3.2	257/68	117/28	264/15	0/21	139/63
142	1990/03/22	07:15	41.95	23.07	15	3.2	22/67	286/75	75/62	243/27	335/05
143	1990/04/16	17:50	42.54	26.10	14	3.0	240/64	83/28	245/09	338/19	128/69
144	1990/06/12	04:21	43.97	26.41	20	3.9	354/13	236/84	54/12	316/38	159/50
145	1990/06/23	14:33	41.70	23.79	11	3.0	270/55	109/36	277/09	143/77	8/10
146	1990/07/11	14:54	41.94	23.79	12	3.4	175/90	263/6	355/06	259/45	91/45
147	1990/07/16	07:05	41.40	22.72	12	3.2	279/88	187/49	279/49	151/29	45/26
148	1990/07/28	09:28	41.94	23.13	19	3.3	86/02	272/88	92/00	182/47	2/43
149	1990/09/10	18:28	42.25	25.39	5	3.4	287/13	170/84	348/12	92/50	250/38
150	1990/11/18	23:21	41.50	23.74	15	3.0	265/61	126/36	277/19	133/66	11/13
151	1991/01/25	03:23	42.85	28.26	4	2.8	77/33	227/60	145/13	59/16	8/70
152	1991/07/18	11:56	44.19	22.34	10	5.8	307/44	142/47	223/08	140/76	41/04
153	1992/08/08	02:52	42.15	25.78	16	3.5	193/40	14/50	285/02	184/85	14/05
154	1992/08/24	21:43	42.51	24.90	20	4.2	230/60	50/30	320/00	50/75	230/14
155	1993/05/23	17:19	45.45	25.42	8.8	5.1	68/50	184/60	110/35	293/60	212/10

Забележка: За някои от механизмите на земетресенията не бе намерена пълната информация в литературата.