

ẢNH HƯỞNG CỦA CÁC TRƯỜNG GIÓ CỰC TRỊ VÀ HỆ SỐ MA SÁT GIÓ LÊN ĐỘNG LỰC VÙNG VỊNH GÀNH RÁI VÀ HẠ LƯU SÔNG ĐỒNG NAI

KS. Bảo Thanh
Trung tâm KTTV phía Nam

1. Ảnh hưởng của các trường gió cực trị

Theo chuỗi số liệu quan trắc gió nhiều năm, tại khu vực vịnh Gành Rái, vào mùa gió mùa đông bắc, gió cực đại đã quan trắc được có hướng đông với vận tốc 15m/s và vào mùa gió mùa tây nam, gió cực đại có hướng tây nam với vận tốc 26m/s. Để nghiên cứu ảnh hưởng của các trường gió cực trị lên động lực vùng vịnh Gành Rái và hạ lưu sông Đồng Nai, chúng tôi đã tiến hành tính toán mô hình lan truyền triều và nước dâng hai chiều theo phương pháp trình bày trong [1], trên miền nghiên cứu và đã kiểm nghiệm như trình bày trong [2], cụ thể cho mỗi mùa gió như sau:

- Vào mùa gió đông bắc, tính cho ba trường hợp gió đông bắc 15m/s (để so sánh với kết quả đã tính cho gió đông bắc 4m/s); gió đông 15m/s (gió cực trị đã quan trắc thực sự) và gió đông nam 15m/s (gió có hướng luồng chính trong vịnh Gành Rái) và gió nam 15m/s (có hướng của luồng vào cửa vịnh).

- Vào mùa gió tây nam, tính cho trường hợp gió tây nam 26m/s (gió cực trị đã quan trắc thực sự và để so sánh với kết quả tính cho gió tây nam 4m/s).

a. Trường hợp gió đông bắc 15m/s

Khi có gió mạnh hướng đông bắc với vận tốc 15m/s, mực nước, hướng, tốc độ và bức tranh toàn cảnh của dòng chảy tổng cộng đã có những thay đổi so với khi vận tốc gió 4m/s.

Tại Cái Mép, gió đông bắc mạnh làm hạ mực nước thấp hơn khi gió yếu trung bình 1cm trong 24 giờ của ngày 23-II-1997. Dòng chảy tổng cộng chuyển pha phù hợp hơn so với số liệu thực đo, vận tốc nước chảy ra khi có gió mạnh lớn hơn khi gió yếu khoảng 6cm/s, vận tốc nước chảy vào khi có gió mạnh, ngược lại, thì nhỏ hơn khi có gió yếu khoảng 7cm/s. Đó là do khi nước chảy ra có hướng gần trùng với hướng gió mạnh (231° và 225°), còn khi nước chảy vào có hướng gần ngược với hướng gió mạnh (51° và 225°). Tại Thiêng Liêng, mực nước khi có gió đông bắc mạnh, cao hơn khi gió yếu trung bình 0,4cm trong 24 giờ. Tương tự như ở Cái Mép, vận tốc nước chảy ra khi có gió mạnh lớn hơn khi gió yếu và vận tốc nước chảy vào khi có gió mạnh, ngược lại, thì nhỏ hơn khi có gió yếu, nhưng chênh lệch trong cả hai trường hợp chỉ khoảng 1 - 2cm/s. Đó là do dòng chảy ra và vào có hướng gần thẳng góc với hướng gió mạnh ($284^\circ - 225^\circ$ và $104^\circ - 225^\circ$). Cũng vậy, tại Phước Khánh, vận tốc nước chảy ra khi có gió mạnh lớn hơn khi gió yếu và vận tốc nước chảy vào khi có gió mạnh nhỏ hơn khi gió yếu, nhưng chênh lệch trong cả hai trường hợp chỉ khoảng 2 - 3cm/s, chỉ khi đối pha, chênh lệch này có tăng lên chút ít. Hướng dòng chảy vào lệch ngược chiều kim đồng hồ và hướng dòng chảy ra lệch cùng chiều

kim đồng hồ khoảng 2 - 3° khi có gió đông bắc mạnh (ở đoạn sông này, gió đông bắc có hướng gần như thẳng góc dòng sông).

Bảng 1. Vận tốc và hướng dòng chảy tính toán (cm/s, độ) tại Cái Mép ngày 23-II-1997 trong các trường hợp gió khác nhau.

Giờ	Gió NE 4m/s		Gió NE 15m/s		Gió E 15m/s		Gió SE 15m/s		Gió S 15m/s	
	T. độ	Hướng	T. độ	Hướng	T. độ	Hướng	T. độ	Hướng	T. độ	Hướng
1	172	51	165	51	176	51	184	51	185	52
2	118	52	109	51	122	51	133	52	135	52
3	3	58	5	229	13	47	27	51	27	55
4	151	229	157	230	141	229	128	229	128	229
5	221	231	225	231	216	231	209	231	208	230
6	230	231	233	231	226	231	220	231	220	231
7	213	231	217	232	209	232	202	231	201	231
8	171	232	176	232	166	232	156	232	154	231
9	105	232	113	233	98	233	84	232	85	230
10	13	39	5	1	23	40	36	45	37	45
11	161	49	152	49	168	50	178	50	179	50
12	221	51	217	51	225	51	231	51	232	51

Do vận tốc chảy ra mạnh hơn, lúc 3 giờ, tại đoạn trên rạch Tchen, thông với cửa sông Cái Mép, thay vì nước gần như đứng trong trường hợp gió yếu thì đã có nước chảy vào từ cửa Cái Mép đưa nước Thị Vải xuống. Lúc 10 giờ, khi gió yếu, nước chuyển từ đứng sang chảy lên do nước vào từ đoạn dưới rạch Tchen thông với cửa sông Ngã Bảy. Khi có gió mạnh, đoạn trên rạch Tchen có hướng chảy gần trùng hướng gió nên cũng lại có dòng chảy từ phía Cái Mép đưa nước từ luồng chính trong Vịnh vào (Hình 1).

b. Trường hợp gió đông, đông nam và nam 15m/s

Trong trường hợp gió mạnh có hướng xoay dần từ hướng đông bắc qua các hướng đông (gió Chướng), hướng đông nam (hướng luồng chính trong vịnh Gành Rái) và hướng nam (hướng luồng vào cửa vịnh) với cùng vận tốc 15m/s, mực nước và dòng chảy tổng cộng có những thay đổi đáng chú ý.

Tại Cái Mép, do gió đổi hướng từ gần như cùng hướng dòng chảy ra sang gần như ngược lại, mực nước tăng dần so với khi gió yếu từ trung bình là 0,6cm với gió đông; đến 2,1cm với gió đông nam và 2,3cm với gió nam trong 24 giờ của ngày 23-II-1997 đang xét. Đó là do gió mạnh cùng hướng dòng chảy vào trên toàn Vịnh đã dồn nước vào cửa sông Cái Mép gây ra hiện tượng nước dâng tại đây. Do hiện tượng dồn nước vào cửa sông Cái Mép, vận tốc dòng chảy vào ở đây cũng tăng lên so với khi gió yếu (gió đông bắc 4m/s). Với gió đông, vận tốc dòng chảy vào tăng trung bình 4cm/s, với gió đông nam là 14cm/s và với gió nam là 15cm/s. Như vậy, khi gió xoay từ hướng đông sang hướng đông nam (gió này cùng hướng luồng chính vào cửa Cái Mép), vận tốc dòng chảy vào tăng 10cm/s, nhưng khi gió xoay từ hướng đông nam sang hướng nam, vận tốc dòng chảy vào tăng không đáng kể chỉ 1cm/s. Cũng vì hiện tượng dồn nước do gió vào cửa sông, vận tốc chảy ra tại đây bị giảm đi so với

khi có gió yếu, với gió hướng đông, trung bình là 6cm/s, với gió hướng đông nam là 16cm/s và với gió nam là 17cm/s. Tại Thiêng Liêng, hiện tượng dôn nước từ vịnh Gành Rái vào cửa sông Ngã Bảy cũng xảy ra khi có gió mạnh 15m/s các hướng đông, đông nam và nam. Mức nước khi có gió mạnh cao hơn khi gió yếu trung bình trong 24 giờ của ngày 23-II là 2cm với gió đông, 2,5cm với gió đông nam và 1,5cm với gió nam. Tương tự như ở Cái Mép, vận tốc nước chảy vào khi có gió mạnh thì lớn hơn khi gió yếu, cụ thể với gió hướng đông, vận tốc dòng chảy vào tăng 4cm/s, với gió đông nam tăng 7cm/s và với gió nam tăng 6cm/s. Ngược lại, vận tốc nước chảy ra khi có gió mạnh thì nhỏ hơn khi có gió yếu, với gió hướng đông, vận tốc dòng chảy ra giảm 5cm/s, với gió đông nam giảm 8cm/s và với gió nam giảm 7cm/s. Như vậy, ở đây có khác với tại Cái Mép là khi gió chuyển sang hướng nam, vận tốc dòng chảy vào không tăng tiếp và vận tốc dòng chảy ra không giảm tiếp so với hướng đông nam. Đó là do hiện tượng dôn nước vào cửa sông do gió hướng nam ở cửa sông Ngã Bảy không thuận lợi so với tại cửa sông Cái Mép. Tại Phước Khánh, không có thay đổi nhiều về vận tốc chảy ra và chảy vào trong các trường hợp gió mạnh với hướng khác nhau.

Bảng 2. Vận tốc và hướng dòng chảy tính toán (cm/s, độ) tại Thiêng Liêng ngày 23-II-1997 trong các trường hợp gió khác nhau.

Giờ	Gió NE 4m/s		Gió NE 15m/s		Gió E 15m/s		Gió SE 15m/s		Gió S 15m/s	
	T. độ	Hướng	T. độ	Hướng	T. độ	Hướng	T. độ	Hướng	T. độ	Hướng
1	114	104	112	105	117	105	120	105	120	104
2	98	104	94	105	101	105	105	105	105	104
3	48	105	46	105	54	105	58	105	57	105
4	31	284	30	285	23	283	20	283	22	284
5	84	284	85	284	80	284	78	284	79	284
6	118	284	119	284	114	284	111	284	112	284
7	139	284	141	284	136	284	134	284	134	284
8	144	284	145	284	141	284	139	284	139	284
9	128	284	129	284	125	284	122	284	122	284
10	66	285	67	285	61	285	56	285	57	285
11	60	103	59	103	65	103	68	103	66	103
12	127	104	126	104	130	104	132	104	131	104

Khi có gió mạnh các hướng đông, đông nam và nam, lúc 3 giờ, tại đoạn trên rạch Tchen thông với cửa sông Cái Mép, nước gần như đứng trong trường hợp gió đông, nước chảy ra cửa Cái Mép đổ ra vịnh trong trường hợp gió đông nam và nam. Nước chảy ra yếu hơn trên sông Thị Vãi và Gò Gia. Lúc 10 giờ, tại đoạn trên rạch Tchen, nước như đứng với gió đông, nước chảy ra cửa Cái Mép đổ vào sông Thị Vãi làm dòng chảy ở đây mạnh hơn với gió đông nam và nam.

c. Trường hợp gió tây nam 26m/s

Trường hợp có gió mạnh hướng tây nam với vận tốc 26m/s đã từng xảy ra vào mùa mưa, chúng ta sẽ so sánh với kết quả đã tính cho trường hợp ngày 18-X-1997 với gió 4m/s.

Tại Cái Mép, gió tây nam mạnh làm tăng mực nước cao hơn khi gió yếu, trung bình 2cm trong 24 giờ của ngày 18-IX. Dòng chảy có vận tốc nước chảy ra khi có gió mạnh nhỏ hơn khi gió yếu khoảng 14cm/s, vận tốc nước chảy vào khi có gió mạnh lớn hơn khi có gió yếu khoảng 15cm/s. Đó là do hướng gió tây nam có cùng hướng với dòng sông tại đây và gió mạnh cùng hướng đã làm tăng vận tốc dòng chảy vô và ngược hướng làm giảm vận tốc dòng chảy ra. Ở đây không có hiện tượng dôn nước làm dâng mực nước lên vì hướng gió tây nam gần thẳng góc với cửa sông Cái Mép. Tại Thiêng Liêng, mực nước khi có gió tây nam mạnh, thấp hơn khi gió yếu trung bình 1cm trong 24 giờ. Vận tốc nước chảy ra khi có gió mạnh nhỏ hơn khi gió yếu khoảng 4cm/s và vận tốc nước chảy vào khi có gió mạnh thì lớn hơn khi có gió yếu khoảng 2cm/s. Ở đây cũng tương tự như ở Cái Mép nhưng mức độ nhỏ hơn nhiều vì hướng gió không trùng với dòng sông Ngã Bảy.

Bảng 3. So sánh tốc độ và hướng dòng chảy tính toán (cm/s, độ) tại Cái Mép và Thiêng Liêng từ 1 giờ đến 12 giờ ngày 18-IX-1997 với gió tây nam 4m/s và 26m/s.

Giờ	Cái Mép				Thiêng Liêng			
	Gió SW 4m/s		Gió SW 26m/s		Gió SW 4m/s		Gió SW 26m/s	
	Tốc độ	Hướng	Tốc độ	Hướng	Tốc độ	Hướng	Tốc độ	Hướng
1	196	51	209	52	165	104	166	104
2	153	52	168	52	170	104	171	104
3	95	53	114	54	156	104	157	104
4	11	215	13	86	102	105	105	104
5	161	229	139	228	19	281	16	282
6	219	231	206	230	106	284	104	284
7	206	231	192	230	131	284	128	284
8	158	231	146	230	139	284	135	284
9	88	232	74	226	130	284	125	284
10	29	44	52	47	71	285	63	285
11	170	50	185	50	66	103	65	103
12	216	51	226	51	134	104	135	104

Lúc 3 giờ ngày 18-IX, nước bắt đầu chảy ra bên phía Cần Giờ, gió tây nam mạnh đã làm dòng chảy ra này yếu đi và lệch hướng. Trong đoạn dưới của rạch Tchen, thay vì nước chảy xuống thì gần như đứng. Trên sông Cái Mép, dòng chảy vào mạnh hơn thẳng lên thượng nguồn khiến nước ở đoạn trên các sông Thị Vải và Gò Gia như đứng. Lúc 9 giờ, dòng bắt đầu chảy vào vịnh bên Cần Giờ mạnh hơn khi có gió tây nam mạnh. Dòng chảy lên trong rạch Tchen cũng mạnh hơn khiến dòng đổ ra Cái Mép cũng mạnh hơn và gió mạnh cũng làm cho nước vẫn còn chảy lên tại đoạn trên sông Thị Vải thay vì nước gần đứng.

2. Ảnh hưởng của hệ số ma sát gió C_D

Theo [3], các ứng suất tiếp tuyến gió trên mặt nước tự do τ_x , τ_y xác định theo hệ số ma sát gió C_D , mật độ không khí ρ_a và vận tốc gió ở độ cao 10m trên mặt biển:

$$\tau_x = \rho_a C_D W W_x,$$

$$\tau_y = \rho_a C_D W W_y$$

trong đó: $\rho_a = 1,2 \times 10^{-3} \text{ g/cm}^3$, W_x , W_y - thành phần vận tốc gió theo trục x, trục y; W - môđun vận tốc gió tại độ cao 10m trên mặt biển, $C_D \approx 0,00267$.

Giá trị của hệ số ma sát gió $C_D \approx 2,7 \times 10^{-3}$ này đã được Henry và Heaps dùng trong các tính toán nước dâng do bão từ năm 1976. Nếu sử dụng công thức của Garratt tính hệ số này theo vận tốc gió:

$$C_D = (0,75 + 0,067 \times 10^{-2} W) \times 10^{-3}$$

thì giá trị $C_D \approx 2,7 \times 10^{-3}$ tương ứng với gió vận tốc 29m/s và do đó giá trị $C_{Dpa} = 3,2 \times 10^{-6}$. Lý do của việc sử dụng vận tốc gió 29m/s vẫn chưa được giải thích rõ ràng.

Trong miền nghiên cứu của chúng ta, Vịnh Gành Rái và hạ lưu sông Đông Nai, vận tốc gió lớn nhất chỉ là 26m/s vào mùa gió tây nam và 15m/s vào mùa gió đông bắc. Do đó, để nghiên cứu ảnh hưởng của hệ số ma sát gió C_D này trong mô hình, chúng tôi đã tiến hành tính toán hai trường hợp ứng với hai giá trị của $C_{Dpa} = 2,2 \times 10^{-6}$ (tương ứng vận tốc gió 22m/s) và $C_{Dpa} = 1,2 \times 10^{-6}$ (tương ứng vận tốc gió 7m/s) cho ngày 23-II-1997 để so sánh với trường hợp đã tính với $C_{Dpa} = 3,2 \times 10^{-6}$ có gió thực đo hướng đông bắc 4m/s.

Kết quả tính toán cho thấy khi giảm hệ số ma sát gió khoảng 30% giá trị, $C_{Dpa} = 2,2 \times 10^{-6}$, mực nước và hướng dòng chảy không thay đổi, chỉ có vận tốc dòng chảy có thay đổi rất nhỏ, đó là tại Cái Mép, vận tốc chảy vào tăng 1cm/s và vận tốc chảy ra giảm 1cm/s, nhưng nếu lại giảm tiếp 30% nữa, $C_{Dpa} = 1,2 \times 10^{-6}$, thì không có sự thay đổi nào xảy ra nữa. Tại Phước Khánh, những giờ cuối của pha chảy vào, vận tốc tăng 1cm/s và những giờ cuối của pha chảy ra, vận tốc giảm 1cm/s. Khi $C_{Dpa} = 1,2 \times 10^{-6}$ thì không có sự thay đổi nào xảy ra nữa. Tại Thiềng Liềng hoàn toàn không có sự thay đổi nào khi thay đổi giá trị hệ số ma sát gió.

Tại Cái Mép, gió hướng đông bắc song song hướng chảy của sông có tác dụng phân nào lên dòng chảy, làm tăng dòng chảy ra và làm giảm dòng chảy vào. Sự tác dụng của gió lên dòng chảy này phụ thuộc vào hệ số ma sát gió, nên khi hệ số ma sát gió giảm, tác dụng này giảm, làm cho dòng chảy ra (cùng hướng gió) giảm và dòng chảy vào (ngược hướng gió) tăng.

Để làm nổi bật tính chất này của vai trò hệ số ma sát gió, chúng tôi tiến hành tính toán cho trường hợp gió đông bắc mạnh 15m/s với hệ số $C_{Dpa} = 2,2 \times 10^{-6}$ và cũng thu được những kết quả tương tự như trong trường hợp với hệ số $C_{Dpa} = 3,2 \times 10^{-6}$ nhưng mức độ tăng giảm của mực nước và vận tốc thấp hơn khi hệ số này giảm, chẳng hạn mực nước tại Cái Mép giảm trung bình chỉ còn 0,6cm trong 24 giờ, vận tốc nước chảy ra tăng chỉ khoảng 4cm/s thay vì khoảng 6cm/s, vận tốc nước chảy vào nhỏ hơn chỉ khoảng 4cm/s thay vì 7cm/s. Tại Thiềng Liềng, mực nước chỉ cao hơn trung bình 0,3cm trong 24 giờ, vận tốc nước chảy ra lớn hơn và vận tốc nước chảy vào nhỏ hơn chỉ khoảng 1cm/s. Cũng vậy, tại Phước Khánh, vận tốc nước chảy ra lớn hơn và vận tốc nước chảy vào nhỏ hơn chỉ khoảng 1 - 2cm/s, chỉ khi đổi pha, chênh lệch này có tăng lên chút ít.

Trong trường hợp gió đông bắc mạnh 15m/s với hệ số $C_{Dpa} = 1,2 \times 10^{-6}$, so với trường hợp gió 4m/s; mực nước tại Cái Mép, Thiềng Liềng, Phước Khánh và vận tốc

tại Thiêng Liêng và Phước Khánh không có thay đổi đáng kể, chỉ riêng tại Cái Mép, vận tốc chảy ra tăng chỉ 1,6cm/s và vận tốc chảy vào giảm chỉ 2cm/s.

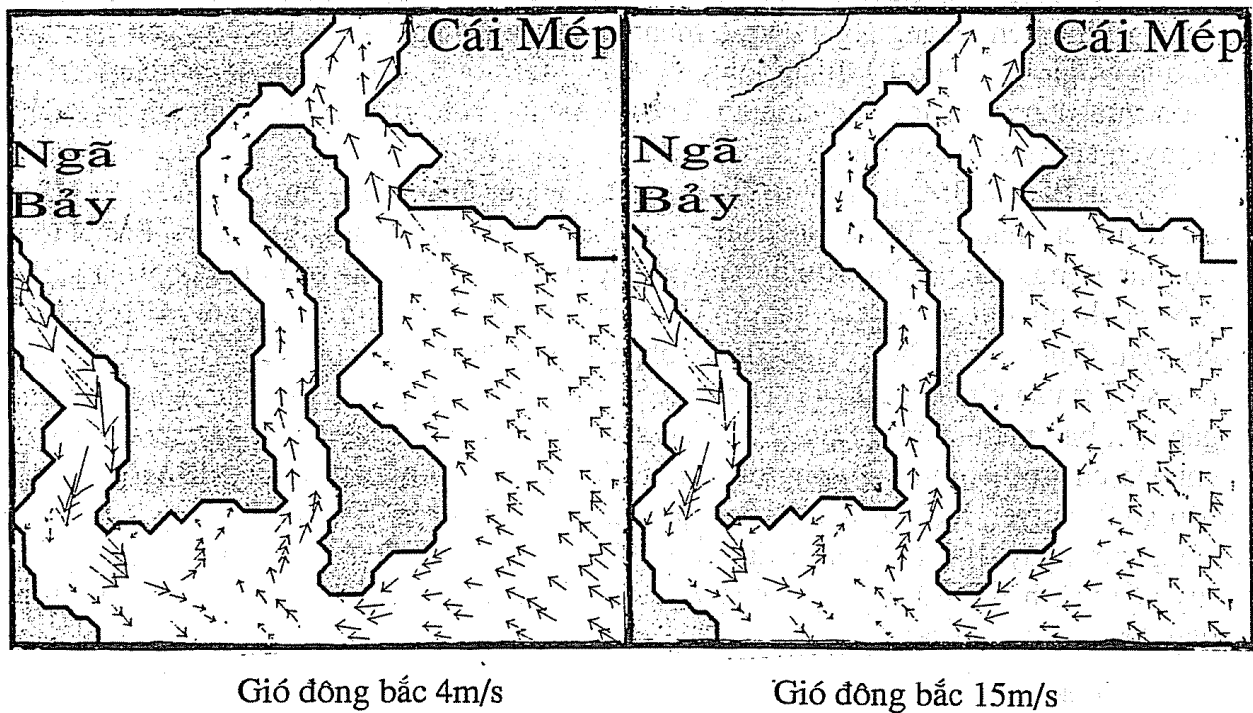
Các tính toán cho thấy sự thay đổi giá trị của hệ số ma sát gió C_D chỉ gây ra những thay đổi rất nhỏ gần như không đáng kể về mặt thực tiễn, đối với mực nước khoảng 0,3-0,6cm và đối với vận tốc khoảng 1-3cm/s.

Tóm lại, qua tính toán định lượng ảnh hưởng của các trường gió cực trị lên động lực vùng vịnh Gành Rái và hạ lưu sông Đồng Nai, khi vai trò của thủy triều nhỏ nhất, đã nhận thấy được một mối liên hệ giữa gió (hướng và vận tốc), địa hình (luồng sâu, cửa sông), dòng chảy và nước dâng ở khu vực nghiên cứu.

Đồng thời, qua tính toán ảnh hưởng của sự thay đổi giá trị của hệ số ma sát gió lên động lực khu vực nghiên cứu, có thể không xét đến công thức không rõ ràng của Garratt và sử dụng giá trị của hệ số ma sát gió $C_D \approx 2,7 \times 10^{-3}$ trong công thức tính ứng suất tiếp tuyến gió mà không gây ra sự sai lệch đáng kể trong nghiên cứu động lực sông biển.

Tài liệu tham khảo

1. Nguyễn Hữu Nhân, Bảo Thạnh. *Về áp dụng mô hình lan truyền triều hai chiều trong vịnh Gành Rái và các cửa sông tiếp giáp.*- Tạp chí Khí tượng Thủy văn, 9(405), 1994, tr. 26-32.
2. Bảo Thạnh. *Quá trình tương tác động lực triều giữa vịnh Gành Rái và hạ lưu sông 3. Đồng Nai.*- Tạp chí Khí tượng Thủy văn, 3(471) 2000, tr. 33-39.
3. Z. Kowalik, T.S. Murty, *Numerical modeling of ocean dynamics*, World Scientific, 1993, 481.



Hình 1: Phân bố dòng chảy tổng cộng tại khu vực rạch Tchen lúc 10 giờ, 23-II-1997.