

ЮБИЛЕЕН – 2002

**СЕИЗМИЧНО ПОВЕДЕНИЕ НА МНОГОЕТАЖНИ СТОМАНЕНИ
РАМКИ С ДУКТИЛНИ ВЪЗЛИ**

П. Сотиров,¹ Цв. Георгиев², Н. Рангелов³

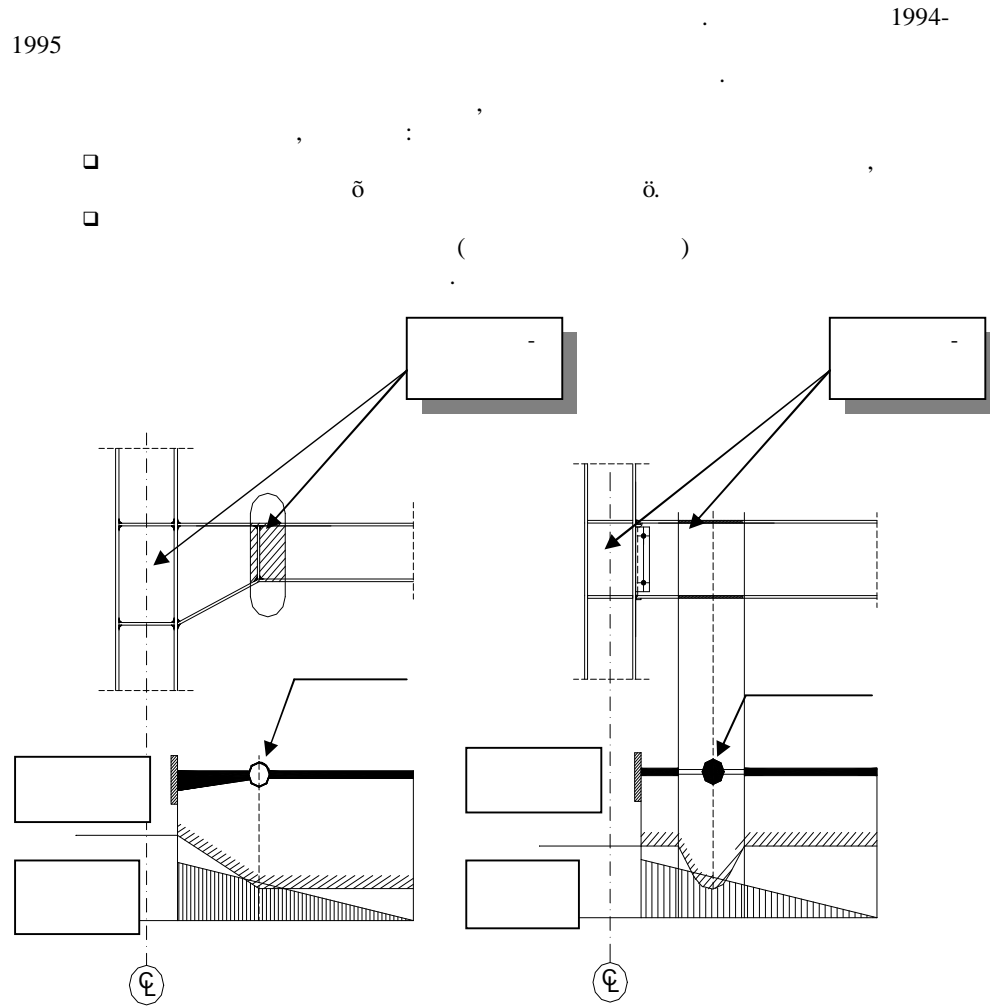
Ключови думи: Многоетажни стоманени рамки, дисипативни зони, силни колони – слаби греди, нива на сеизмично поведение, пластични деформации.

РЕЗЮМЕ

1. Общо за стоманените рамки с дуктилно поведение на възлите

1	ö,	,	,	-	.	,	ö	,
2	ö,	,	.	,	.	1, 1421	ö	,
3	ö,	,	.	,	-	1, 1421	ö	,
	ö,	,	.	,	-	1, 1421	ö	,

Northridge (USA, 1994) Kobe (Japan, 1995).



Фигура 1.

Проектиране на рамкови възли съгласно конструктивните подходи при "стратегия на усилване" и "стратегия на провокирано отслабване"

[4].
1.

“Стратегия на усилване”

()
“Стратегия на провокирано отслабване”

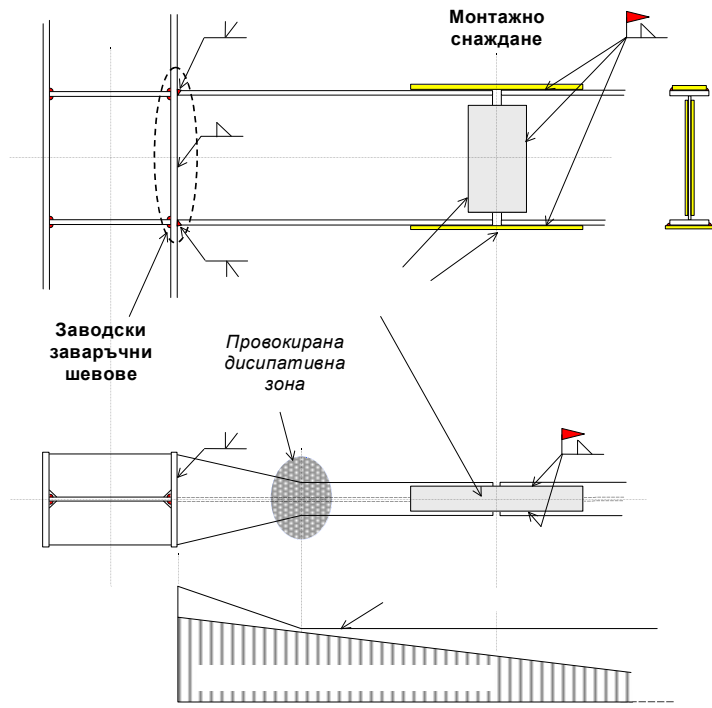
2. Проектиране на рамков възел

COPERNICUS Research program

RECOS INCO-

(Column tree configuration).

ö



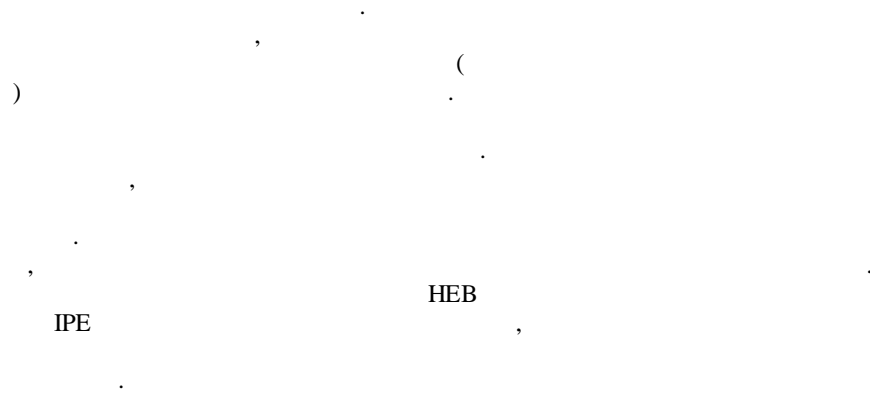
Фигура 2.

Общ вид на проектирания рамков възел

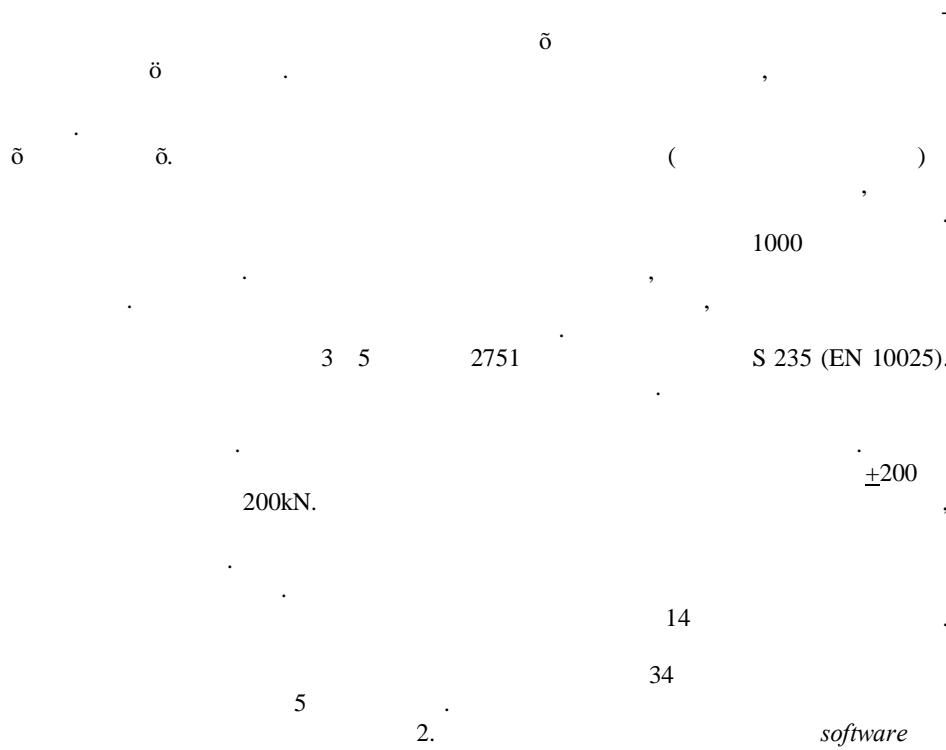
1200-1500

$$f_y^{\max} \quad , \quad f_y \quad , \quad f_y^{\max} \quad , \quad f_y^{\min}$$

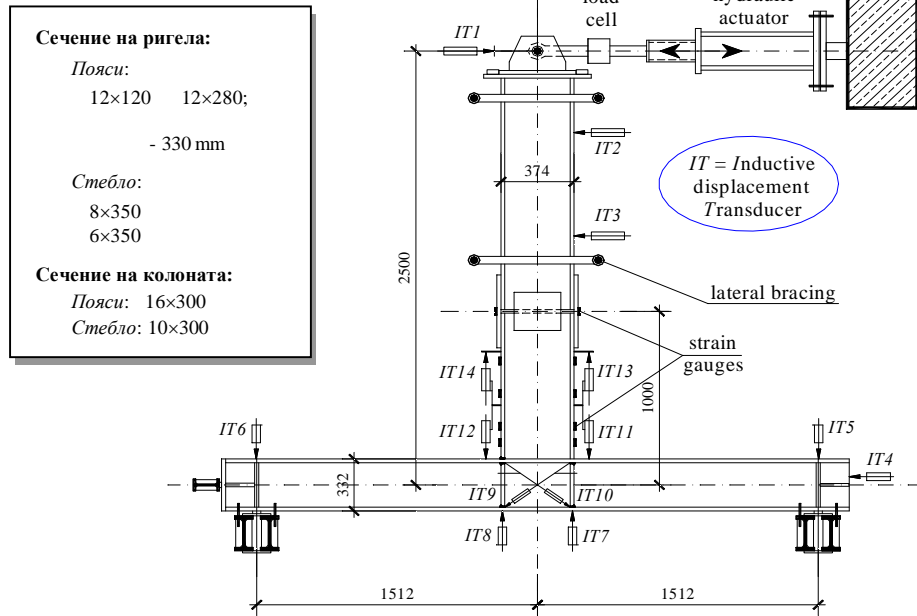
10%.



3. Експериментално изследване



ECCS (1986).



Фигура 3.

Постановка на експерименталното изследване и разположение на индуктивните датчици

$\pm 0.25d_y, \pm 0.50d_y, \pm 0.75d_y, \pm 1.0d_y,$

d_y

$\pm 2.0d_y, \pm 3.0d_y, \pm 4.0d_y$

F,

$\delta,$

θ_{joint}

$\gamma,$

[2].

a

50%

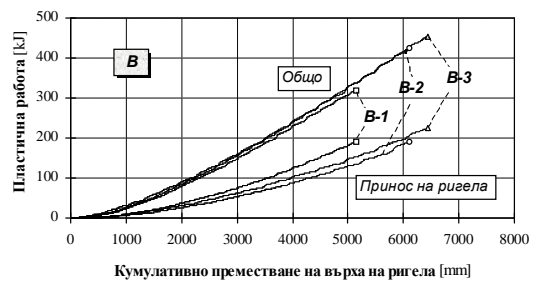
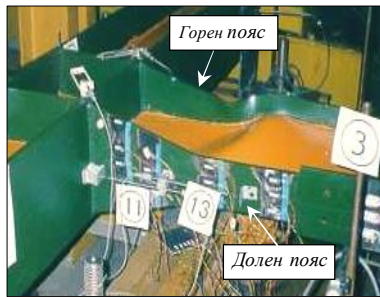
()

$\pm 5.0d_y$, $\pm 6.0d_y$

$\pm 7.0d_y$

(5).

5 .
- 50%
- 50%



Фигура 5.

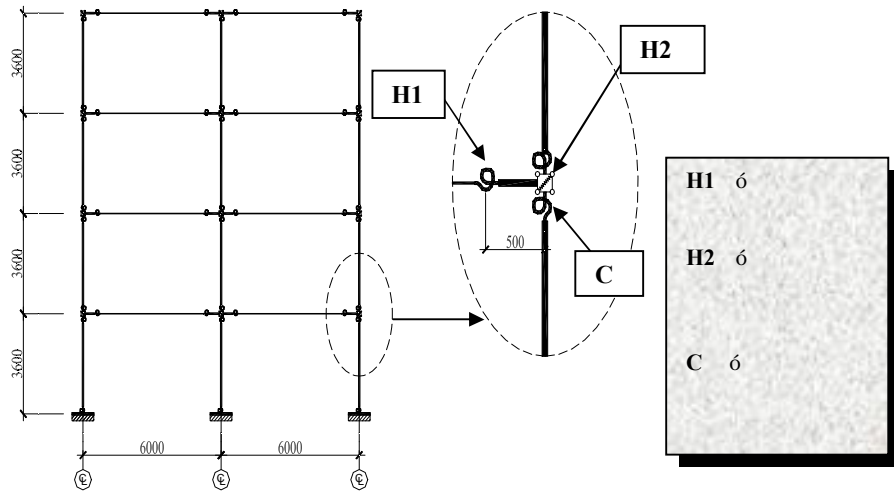
а) Експериментален образец по време на разрушение; б) Отношение на общата пластична работа към пластичната работа в дисипативната зона на ригела

4. Аналитичен модел

SAP2000 Nonlinear.
()

6.

7.



Фигура 6.

Аналитичен модел за изследване на нелинейното поведение на четириетажна двуетворна рамка с дуктилни възли



[1].

Фигура 7.

Наслагване на експериментално и аналитично получените зависимости "приложена сила – преместване"

5. Нелинеен статичен анализ

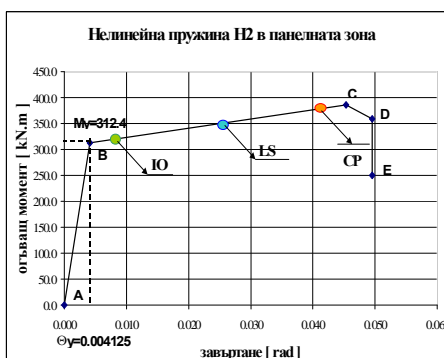
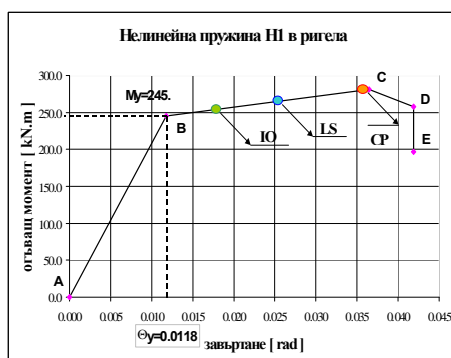
[1].

Табл. 1 Н1 б

	Θ [rad]	[kN.m]	(performance level)	-	-
A	0.00	0.00			
B	$\Theta_y = 0.0118$	$M_y = 245.4$	Безопасно обитаване	Ю	$1.5\Theta_y$
C	$3.1\Theta_y$	$1.144M_y$	Безопасно за живота	LS	$2.2\Theta_y$
D	$3.55\Theta_y$	$1.050M_y$	Избягнато разрушение	CP	$3.1\Theta_y$
E	$3.55\Theta_y$	$0.800M_y$			

Табл. 2 Нелинейна пружина Н2 – панелна зона

Работна диаграма на пружината			Нива на поведение		
Характерна точка от диаграмата	Завъртане на пружината Θ [rad]	Огъващ момент M [kN.m]	Състояние (performance level)	Съкращения	Деформационен критерий
A	0.00	0.00			
B	$\Theta_y = 0.004125$	$M_y = 312.4$	Безопасно обитаване	Ю	$2\Theta_y$
C	$11\Theta_y$	$1.234M_y$	Безопасно за живота	LS	$6\Theta_y$
D	$12\Theta_y$	$1.150M_y$	Избягнато разрушение	CP	$10\Theta_y$
E	$12\Theta_y$	$0.800M_y$			



Фигура 8.

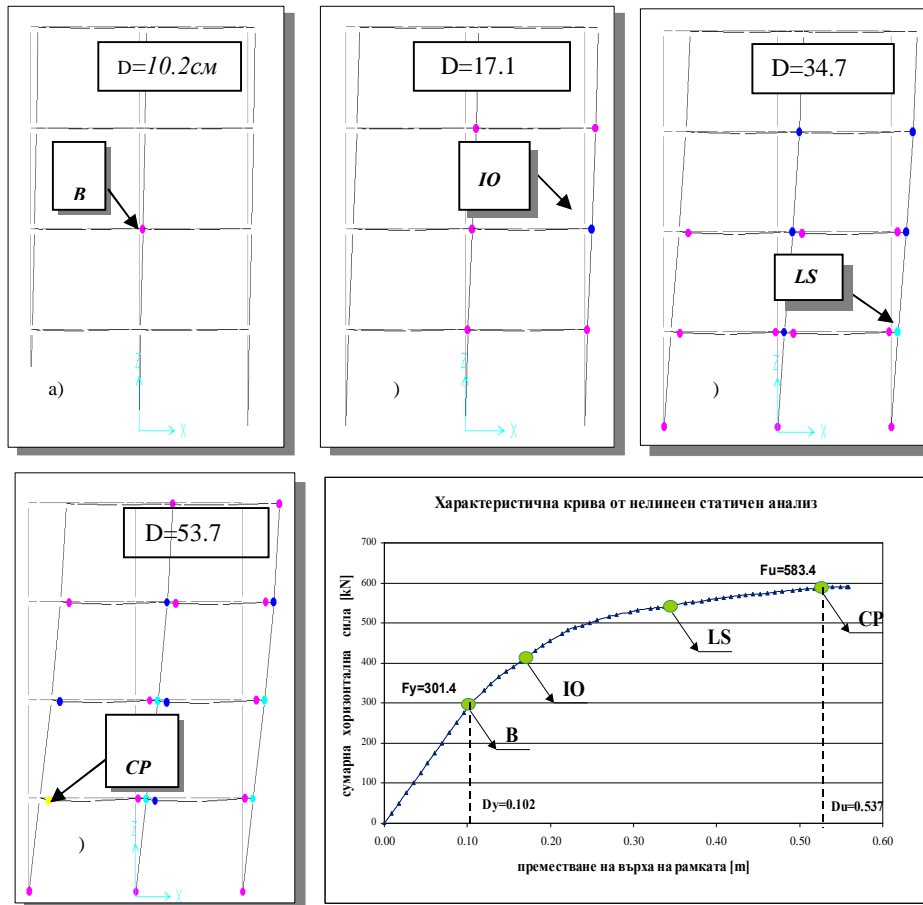
Работни диаграми и дефинирани деформационни критерии за пружините Н1 и Н2

1, 2 8.

б

б

б



Фигура 9.

Характерни фази от нелинейното поведение на четириетажна двуотворна рамка с дуктилни възли

(pushover analysis)

9

9). (IO ó . 9 .)

ö (LS ó . 9 .)

ö (CP ó . 9 .)

9 .

5. Изводи и заключения

- :
- ($\mu_d = 5.46$, $q=5.46$)
 Nawmark and Hall $q=6.3$ Krawinkler and Nassar, [3], . 175 - 180.
- “Стратегия на провокирано отслабване”
- (pushover analysis)
- (. 9 .),

Благодарности

δRECOS INCO-COPERNICUS Research programö [5].

ИЗПОЛЗВАНА ЛИТЕРАТУРА

1. BSSC (1997), *NEHRP Guidelines for the seismic rehabilitation of buildings (FEMA 273)*
2. F.M.Mazzolani et all (2000) *Moment resistant connections of steel frames in seismic areas*; E & FN Spon, London, UK ; New York, USA;
3. Mazzolani F.M. and Piluso V. (1996). *Theory and Design of Seismic Resistant Steel Frames*, E & FN Spon, London, UK.
4. Bruneau M., Uang C. -M. and Whittaker A., (1998). *Ductile Design of Steel Structures*, McGraw-Hill, New York, USA.
5. δRECOS INCO-COPERNICUS Research programö, (1998-2000),

SEISMIC PERFORMANCE OF DUCTILE MOMENT RESISTING STEEL FRAMES

P. Sotirov, Tzv. Georgiev, N. Rangelov

Keywords: Moment resisting steel frames, dissipative zones, strong columns-weak beam, seismic performance level, plastic hinge.

ABSTRACT

The main goal for applicability of moment resisting steel frames (MRSF) for construction needs in seismic areas is the achievement of reliable and predictable performance of the structure.

This paper discusses the seismic performance of ductile MRSF. A special joint designed with compliance with the domestic technological equipment for production of steel structures has been adopted. Some full-scale samples are developed and experimental study and computer simulations are done. The paper presents analysis of the achieved experimental joint behavior. A case study of MRSF based upon the experimental results is performed. Some conclusions concerning the seismic structural performance of fore story two bays MRSF are included.