



Получена: 01.04.2019 г.

Приета: 15.04.2019 г.

ВЛИЯНИЕ НА КОМПЛЕКСНИТЕ ПАРАМЕТРИ ВЪРХУ СТОЙНОСТИТЕ НА КОЕФИЦИЕНТА НА АКТИВЕН ЗЕМЕН НАТИСК ПО ТЕОРИЯТА НА MONONOBE-ОКАВЕ – ЧАСТ ПЪРВА

Л. Михова¹, И. Сулай², Н. Керенчев³

Ключови думи: Mononobe-Okabe, коефициент, активен земен натиск, земетръс

РЕЗЮМЕ

В настоящата статия са разгледани и са анализирани числените стойности за коефициента на активен земен натиск K_{AE} по теорията на *Mononobe-Okabe*, при отчитане на влиянието на зададени комплексни параметри, като: ъгъл на наклона на терена зад подпорната конструкция – β ; ъгъл на вътрешно триене на почвата зад подпорната конструкция – φ ; ъгъл на наклона на гърба на подпорната конструкция – ω ; ъгъл на триене „почва-подпорна конструкция“ – δ ; ъгъл на наклона на сеизмичното въздействие – θ ; максимално референтно сеизмично ускорение – α ; почвен коефициент в зависимост от типа на земната основа – S ; коефициент r за дуктилност на подпорната конструкция и др. Разработени и оформени са номограми, позволяващи бързо и точно отчитане на коефициента K_{AE} при различни набори от входни параметри. Направени са общи изводи и препоръки.

1. Въведение

При оразмеряването на подпорни конструкции по Еврокод, меродавна за голяма част от територията на България се явява земетръсната комбинация на натоварване.

¹ Лена Михова, проф. д-р инж., кат. „Геотехника“, УАСГ, бул. „Хр. Смирненски“ № 1, 1046 София, e-mail: l_mihova@yahoo.com

² Ирена Сулай, гл. ас. д-р инж., кат. „Пътища и транспортни съоръжения“, УАСГ, бул. „Хр. Смирненски“ № 1, 1046 София, e-mail: irenasulay@abv.bg

³ Николай Керенчев, гл. ас. д-р инж., кат. „Геотехника“, УАСГ, бул. „Хр. Смирненски“ № 1, 1046 София, e-mail: keranchev@hotmail.com

Съгласно текстовете на БДС EN 1998-5, подпорните конструкции трябва да се проектират така, че да изпълняват своята функция по време на и след проектно земетресение, без да претърпят значителни конструктивни повреди. Дефиниран е опростен метод за анализ при проектиране, т.нар. основен модел за псевдостатичен анализ, състоящ се от подпорна конструкция и нейния фундамент, от почвен клин зад конструкцията, намиращ се в състояние на активно гранично равновесие (ако конструкцията е достатъчно гъвкава) и евентуално от почвена маса при стъпката на стената, за която се предполага, че е в състояние на пасивно равновесие. Общата изчислителна сила, която действа върху подпорната конструкция при сеизмични условия, се определя при отчитане на граничното равновесие на модела.

При псевдостатичния анализ общият изчислителен земен натиск E_d , който действа върху подпорната конструкция от страната на земния масив, се определя по форм. (1).

$$E_d = \frac{1}{2} \gamma (1 \pm k_v) K_{AE} H^2, \quad (1)$$

където γ е обемно тегло на почвата;

k_v – вертикална компонента на сеизмичния коефициент;

K_{AE} – обобщен коефициент на земен натиск (статичен + динамичен);

H – височина на подпорната конструкция.

БДС EN 1998-5 препоръчва коефициентът на земен натиск по време на земетръс K_{AE} (статичен + динамичен) да се определя по формулите на *Mononobe-Okabe* (вж. форм. (2) и (3)):

– при $\beta \leq (\varphi - \theta)$

$$K_{AE} = \frac{\cos^2(\varphi - \theta - \omega)}{\cos \theta \cos^2 \omega \cos(\theta + \omega + \delta) \left[1 + \sqrt{\frac{\sin(\varphi + \delta) \sin(\varphi - \theta - \beta)}{\cos(\delta + \theta + \omega) \cos(\beta - \omega)}} \right]^2}; \quad (2)$$

– при $\beta > (\varphi - \theta)$

$$K_{AE} = \frac{\cos^2(\varphi - \theta - \omega)}{\cos \theta \cos^2 \omega \cos(\theta + \omega + \delta)}, \quad (3)$$

където β е ъгъл на наклона на терена зад подпорната конструкция (положителен нагоре);

φ – ъгъл на вътрешно триене на почвата зад подпорната конструкция;

θ – ъгъл на наклона на сеизмичното въздействие;

ω – ъгъл на наклона на гърба на стената;

δ – ъгъл на триене „почва-подпорна конструкция“.

Настоящата статия има за цел да разгледа и анализира получените числени стойности за коефициента на активен земен натиск K_{AE} по *Mononobe-Okabe*, при отчитане на влиянието на зададени комплексни параметри, като: ъгъл на наклона на терена зад подпорната конструкция – β ; ъгъл на вътрешно триене на почвата зад подпорната конструкция – φ ; ъгъл на наклона на гърба на подпорната конструкция – ω ; ъгъл на триене „почва-подпорна конструкция“ – δ ; ъгъл на наклона на сеизмичното въздействие – θ ; максимално референтно сеизмично ускорение – α ; почвен коефициент (коефициент на „усил-

ване⁶⁶) в зависимост от типа на земната основа – S ; коефициент r за дуктилност (преместваемост) на подпорната конструкция и др.

Основна задача е разработването и оформянето на номограми, позволяващи бързо и точно отчитане на коефициента K_{AE} при различни набори от входни параметри.

2. Изчисляване на коефициента на активен земен натиск K_{AE} (статичен + динамичен) по Mononobe-Okabe

2.1. Основни приемания и заложили числени обхвати на комплексните параметри

При изчисляването на K_{AE} са направени основни приемания и са заложили числени обхвати на комплексните параметри (за почва, терен, подпорна конструкция и др.) с цел постигане на вариативност и изчерпателност на получените резултати.

1) Ъгълът на наклона на терена зад подпорната конструкция е с числен обхват $\beta = 0^\circ \div 40^\circ$ със стъпка 5° .

2) Ъгълът на вътрешно триене на почвата зад подпорната конструкция е с числен обхват $\phi = 15^\circ \div 45^\circ$, със стъпка 5° .

3) За всички анализни ситуации подпорната конструкция е приета с вертикален гръб, т.е. $\omega = 0^\circ$.

4) За всички анализни ситуации ъгълът на триене „почва-подпорна конструкция“ е приет $\delta = 0,5\phi$.

5) Определянето на ъгъла на наклона на сеизмичното въздействие θ е по форм. (4):

$$\theta = \tan^{-1} \left[\frac{k_h}{1 \mp k_v} \right], \quad (4)$$

където k_h е хоризонтална компонента на сеизмично въздействие;

k_v – вертикална компонента на сеизмично въздействие. Знакът пред k_v в знаменателя на форм. (4) е приеман с „–“.

В съответствие с регламентите на [2], поради липсата на специфични изследвания, коефициентите k_h и k_v , са приети, както следва (вж. форм. (5) и (6)):

$$k_h = \alpha(S/r), \quad (5)$$

$$k_v = \pm 0,5k_h \text{ при } a_{yg}/a_g > 0,6, \quad (6)$$

където α е максимално референтно сеизмично ускорение, (отношение на изчислителното ускорение на земната основа към земното ускорение);

S – почвен коефициент в зависимост от типа на земната основа (вж. табл. 1);

r – коефициент съгласно табл. 2;

a_{yg} – изчислително ускорение на земната основа във вертикално направление;

a_g – изчислително ускорение на земната основа тип А.

6) Максималното референтно сеизмично ускорение е прието с две меродавни стойности: $\alpha = 0,23$ и $\alpha = 0,32$.

7) Почвеният коефициент в зависимост от типа на земната основа е приет с две меродавни стойности: $S = 1,2$ за тип земна основа C (респ. E) и $S = 1,0$ за тип земна основа D (респ. A) (вж. табл. 1).

8) Коефициентът за дуктилност на подпорната конструкция е приет с три меродавни стойности: $r = 1$, $r = 1,5$ и $r = 2$ (вж. табл. 2).

Таблица 1. Стойности на коефициента S [3], [4]

Тип земна основа/Групи почви	Описание на почвения профил	S
A	Скали или други скални образувания, които включват не повече от 5 m по-слаби повърхностни видове.	1,0
B	Много плътни пясъци и чакъли или много твърда глина с мощност не повече от 10 m, които се характеризират с нарастващи почвени показатели в дълбочина.	1,3
C	Мощни депозити от плътни до средно плътни пясъци, чакъли или твърдопластична глина с дебелина от няколко десетки до няколко стотици метра.	1,2
D	Депозити от рохки до средно плътни несвързани почви (със или без свързани в тях прослойки) или депозити от предимно меки до твърдопластични свързани почви.	1,0
E	Почвен профил, изграден от групи почви C и D, с мощност от 5 до 20 m, подложен от по-корав материал с $V_s > 800$ m/s.	1,2

Таблица 2. Стойности на коефициента r съгласно [2]

Вид на подпорната конструкция	r
Свободни масивни стени, за които се допуска преместване $d_r = 300 \cdot \alpha \cdot S$ (mm)	2
Свободни масивни стени, за които се допуска преместване $d_r = 200 \cdot \alpha \cdot S$ (mm)	1,5
Огъваеми стоманобетонни стени, анкерирани или укрепителни стени, стоманобетонни стени, фундаментни върху вертикални пилоти, запънати сутеренни стени и устои на мостове	1

В настоящата статия ще бъдат представени и анализирани резултатите, получени за две (I и II) от общо четирите изследвани основни комбинации на горепосочените комплексни параметри:

- I комбинация: $\alpha = 0,23$, $S = 1,2$, при вариране на $r = 1,0; 1,5; 2,0$;
- II комбинация: $\alpha = 0,32$, $S = 1,2$, при вариране на $r = 1,0; 1,5; 2,0$;
- III комбинация: $\alpha = 0,23$, $S = 1,0$, при вариране на $r = 1,0; 1,5; 2,0$;
- IV комбинация: $\alpha = 0,32$, $S = 1,0$, при вариране на $r = 1,0; 1,5; 2,0$.

Комбинации III и IV ще бъдат разгледани в част втора на тази статия.

2.2. Определяне на обобщения коефициент на активен земен натиск K_{AE} (статичен + динамичен) въз основа на ъгъла на наклона на терена зад подпорната конструкция β и ъгъла на вътрешно триене на почвата зад подпорната конструкция ϕ – таблици и номограми

За всяка комбинация на комплексни параметри са съставени по три таблици и шест номограми:

- **I комбинация:** табл. 3, табл. 4, табл. 5, фиг. 1, фиг. 2, фиг. 3, фиг. 4, фиг. 5, фиг. 6;
- **II комбинация:** табл. 6, табл. 7, табл. 8, фиг. 7, фиг. 8, фиг. 9, фиг. 10, фиг. 11, фиг. 12.

Таблиците представят конкретните числени стойности за обобщения коефициент на активен земен натиск K_{AE} (статичен + динамичен), като входните параметри, заложенни при провеждането на изчисленията, са систематизирани вдясно на всяка основна таблица. Оформените номограми предоставят възможност за бързо и точно отчитане на стойността за K_{AE} в зависимост от φ и β .

Формулите за изчисляване на K_{AE} и входните параметри позволяват получаването на конкретни числени стойности за коефициента на активен земен натиск за всяка от посочените стойности на φ и β . В представените таблици е оградена област с червен фон, която авторите на настоящата статия определят като „недефинирана област по теорията на *Mononobe-Okabe*“. Основание за това е наблюдението, че след достигане на определени стойности за φ и β , при едни и същи входни параметри, стойността на K_{AE} се запазва константна. Това показва, че даденото математическо решение има своята граница на приложимост и следва да се вземе предвид при провеждането на проектни изчисления. Напълно недефинирани области са получени за:

I комбинация:

- при $\beta = 35^\circ$ и 40° за всички стойности на φ , съгласно табл. 3;
- при $\beta = 40^\circ$ за всички стойности на φ , съгласно табл. 4.

II комбинация:

- при $\beta = 25^\circ, 30^\circ, 35^\circ$ и 40° за всички стойности на φ , съгласно табл. 6;
- при $\beta = 35^\circ$ и 40° за всички стойности на φ , съгласно табл. 7;
- при $\beta = 40^\circ$ за всички стойности на φ , съгласно табл. 8.

Въз основа на оформените шест таблици и 12 номограми са направени следните основни, обобщени заключения относно получените стойности за обобщения коефициент на активен земен натиск K_{AE} :

- 1) при едни и същи стойности на $\alpha, S, \omega, \delta, \beta$, при увеличаване на стойността на φ , намалява стойността на K_{AE} ;
- 2) при едни и същи стойности на $\alpha, S, \omega, \delta, \varphi$, при увеличаване на стойността на β , нараства стойността на K_{AE} ;
- 3) при едни и същи стойности на $\alpha, S, \beta, \varphi, \omega, \delta$, при увеличаване на r , намалява стойността на K_{AE} (вж. табл. 3, табл. 4, табл. 5, респ. табл. 6, табл. 7, табл. 8);
- 4) при едни и същи стойности на $S, \beta, \varphi, \omega, \delta, r$, при увеличаване на α , нараства стойността на K_{AE} (вж. табл. 3 и табл. 6; табл. 4 и табл. 7; табл. 5 и табл. 8).
- 5) при едни и същи стойности на $S, \beta, \varphi, \omega, \delta, r$, при увеличаване на α , нараства обхватът на „недефинираната област по теорията на *Mononobe-Okabe*“.

Таблица 3. Стойности на коефициента на активен земен натиск K_{AE} при $\alpha = 0,23; S = 1,2; r = 1,0; \omega = 0^\circ$

Коефициент на активен земен натиск K_{AE}									
β [°]	φ [°]								
	15	20	25	30	35	40	45	α [-]	0.23
0	1.1583	0.8977	0.7099	0.5894	0.4967	0.4210	0.3574	S [-]	1.20
5	1.1583	1.1847	0.8791	0.6779	0.5541	0.4610	0.3861	r [-]	1.00
10	1.1583	1.1847	1.1962	0.8521	0.6409	0.5154	0.4228	k_h [-]	0.2760
15	1.1583	1.1847	1.1962	1.1924	0.8165	0.5990	0.4734	k_v [-]	0.1380
20	1.1583	1.1847	1.1962	1.1924	1.1728	0.7723	0.5524	θ [°]	17.7543
25	1.1583	1.1847	1.1962	1.1924	1.1728	1.1377	0.7202	ω [°]	0.0000
30	1.1583	1.1847	1.1962	1.1924	1.1728	1.1377	1.0875		
35	1.1583	1.1847	1.1962	1.1924	1.1728	1.1377	1.0875		
40	1.1583	1.1847	1.1962	1.1924	1.1728	1.1377	1.0875		

Таблица 4. Стойности на коефициента на активен земен натиск K_{AE} при $\alpha = 0,23; S = 1,2; r = 1,5; \omega = 0^\circ$

Коефициент на активен земен натиск K_{AE}									
β [°]	φ [°]								
	15	20	25	30	35	40	45	α [-]	0.23
0	0.8012	0.6518	0.5423	0.4546	0.3819	0.3207	0.2683	S [-]	1.20
5	1.0747	0.7666	0.6101	0.5003	0.4143	0.3440	0.2852	r [-]	1.50
10	1.0747	1.0721	0.7274	0.5661	0.4570	0.3732	0.3056	k_h [-]	0.1840
15	1.0747	1.0721	1.0553	0.6828	0.5195	0.4123	0.3315	k_v [-]	0.0920
20	1.0747	1.0721	1.0553	1.0244	0.6330	0.4705	0.3665	θ [°]	11.4555
25	1.0747	1.0721	1.0553	1.0244	0.9800	0.5785	0.4194	ω [°]	0.0000
30	1.0747	1.0721	1.0553	1.0244	0.9800	0.9230	0.5199		
35	1.0747	1.0721	1.0553	1.0244	0.9800	0.9230	0.8545		
40	1.0747	1.0721	1.0553	1.0244	0.9800	0.9230	0.8545		

Таблица 5. Стойности на коефициента на активен земен натиск K_{AE} при $\alpha = 0,23; S = 1,2; r = 2,0; \omega = 0^\circ$

Коефициент на активен земен натиск K_{AE}									
β [°]	φ [°]								
	15	20	25	30	35	40	45	α [-]	0.23
0	0.7047	0.5825	0.4855	0.4059	0.3392	0.2827	0.2344	S [-]	1.20
5	0.8504	0.6588	0.5358	0.4412	0.3646	0.3010	0.2476	r [-]	2.00
10	1.0375	0.8138	0.6115	0.4889	0.3968	0.3234	0.2632	k_h [-]	0.1380
15	1.0375	1.0227	0.7706	0.5620	0.4410	0.3522	0.2826	k_v [-]	0.0690
20	1.0375	1.0227	0.9943	0.7207	0.5101	0.3923	0.3077	θ [°]	8.4314
25	1.0375	1.0227	0.9943	0.9529	0.6646	0.4562	0.3433	ω [°]	0.0000
30	1.0375	1.0227	0.9943	0.9529	0.8992	0.6030	0.4008		
35	1.0375	1.0227	0.9943	0.9529	0.8992	0.8345	0.5371		
40	1.0375	1.0227	0.9943	0.9529	0.8992	0.8345	0.7602		

Таблица 6. Стойности на коефициента на активен земен натиск K_{AE} при $\alpha = 0,32; S = 1,2; r = 1,0; \omega = 0^\circ$

Коефициент на активен земен натиск K_{AE}							
β [°]	φ [°]						
	15	20	25	30	35	40	45
0	1.2758	1.3465	1.4034	0.8926	0.7243	0.6092	0.5198
5	1.2758	1.3465	1.4034	1.4450	0.8770	0.6988	0.5799
10	1.2758	1.3465	1.4034	1.4450	1.4700	0.8527	0.6671
15	1.2758	1.3465	1.4034	1.4450	1.4700	1.4774	0.8197
20	1.2758	1.3465	1.4034	1.4450	1.4700	1.4774	1.4665
25	1.2758	1.3465	1.4034	1.4450	1.4700	1.4774	1.4665
30	1.2758	1.3465	1.4034	1.4450	1.4700	1.4774	1.4665
35	1.2758	1.3465	1.4034	1.4450	1.4700	1.4774	1.4665
40	1.2758	1.3465	1.4034	1.4450	1.4700	1.4774	1.4665

Входни параметри	
α [-]	0.32
S [-]	1.20
r [-]	1.00
k_h [-]	0.3840
k_v [-]	0.1920
θ [°]	25.4193
ω [°]	0.0000

Таблица 7. Стойности на коефициента на активен земен натиск K_{AE} при $\alpha = 0,32; S = 1,2; r = 1,5; \omega = 0^\circ$

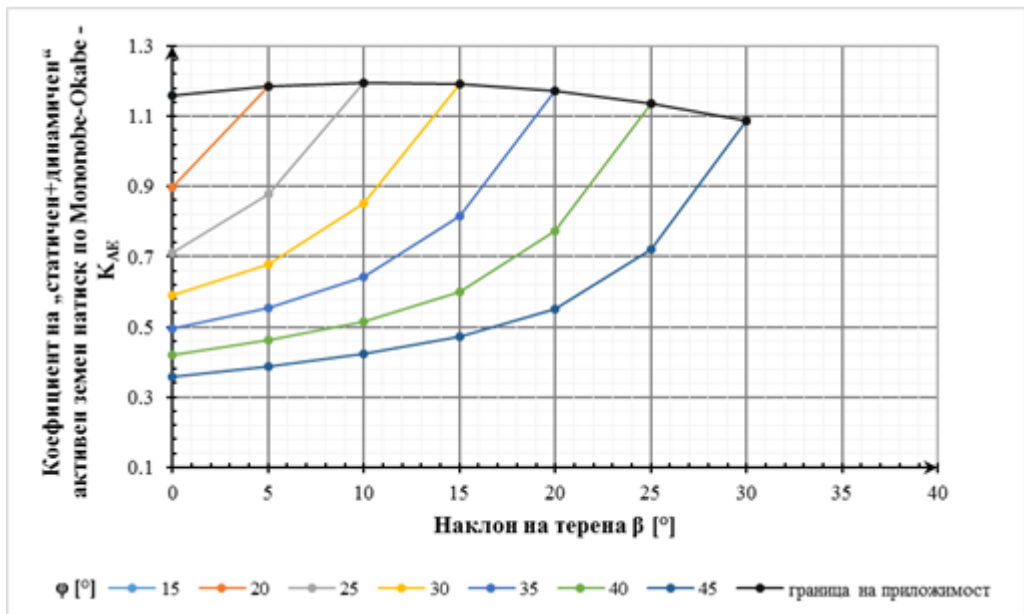
Коефициент на активен земен натиск K_{AE}							
β [°]	φ [°]						
	15	20	25	30	35	40	45
0	1.1390	0.8206	0.6644	0.5544	0.4675	0.3957	0.3351
5	1.1390	1.1585	0.7939	0.6293	0.5176	0.4310	0.3605
10	1.1390	1.1585	1.1632	0.7606	0.5902	0.4780	0.3926
15	1.1390	1.1585	1.1632	1.1527	0.7206	0.5471	0.4357
20	1.1390	1.1585	1.1632	1.1527	1.1269	0.6739	0.5003
25	1.1390	1.1585	1.1632	1.1527	1.1269	1.0861	0.6212
30	1.1390	1.1585	1.1632	1.1527	1.1269	1.0861	1.0310
35	1.1390	1.1585	1.1632	1.1527	1.1269	1.0861	1.0310
40	1.1390	1.1585	1.1632	1.1527	1.1269	1.0861	1.0310

Входни параметри	
α [-]	0.32
S [-]	1.2
r [-]	1.5
k_h [-]	0.2560
k_v [-]	0.1280
θ [°]	16.3611
ω [°]	0.0000

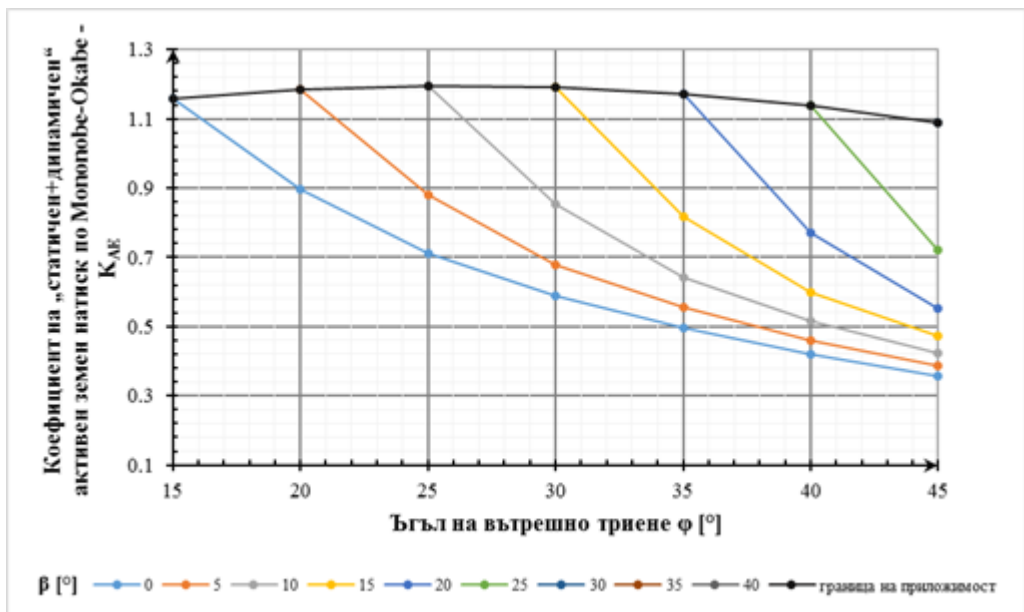
Таблица 8. Стойности на коефициента на активен земен натиск K_{AE} при $\alpha = 0,32; S = 1,2; r = 2,0; \omega = 0^\circ$

Коефициент на активен земен натиск K_{AE}							
β [°]	φ [°]						
	15	20	25	30	35	40	45
0	0.8235	0.6660	0.5535	0.4641	0.3902	0.3280	0.2748
5	1.0815	0.7917	0.6254	0.5121	0.4240	0.3523	0.2925
10	1.0815	1.0811	0.7546	0.5821	0.4691	0.3830	0.3139
15	1.0815	1.0811	1.0665	0.7114	0.5359	0.4244	0.3411
20	1.0815	1.0811	1.0665	1.0376	0.6624	0.4869	0.3784
25	1.0815	1.0811	1.0665	1.0376	0.9950	0.6079	0.4356
30	1.0815	1.0811	1.0665	1.0376	0.9950	0.9395	0.5488
35	1.0815	1.0811	1.0665	1.0376	0.9950	0.9395	0.8722
40	1.0815	1.0811	1.0665	1.0376	0.9950	0.9395	0.8722

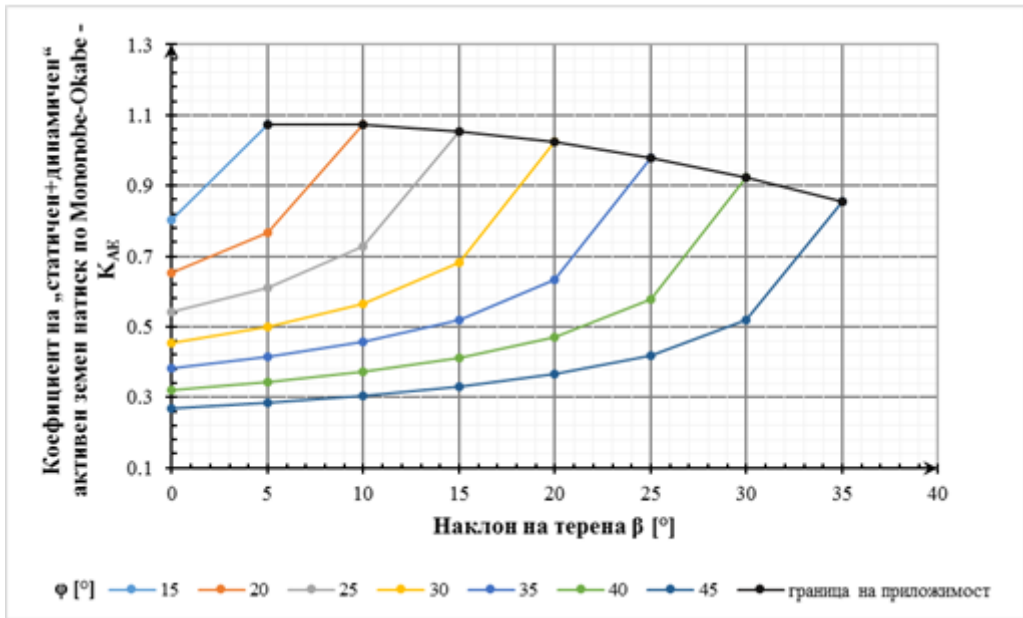
Входни параметри	
α [-]	0.32
S [-]	1.20
r [-]	2.00
k_h [-]	0.1920
k_v [-]	0.0960
θ [°]	11.9908
ω [°]	0.0000



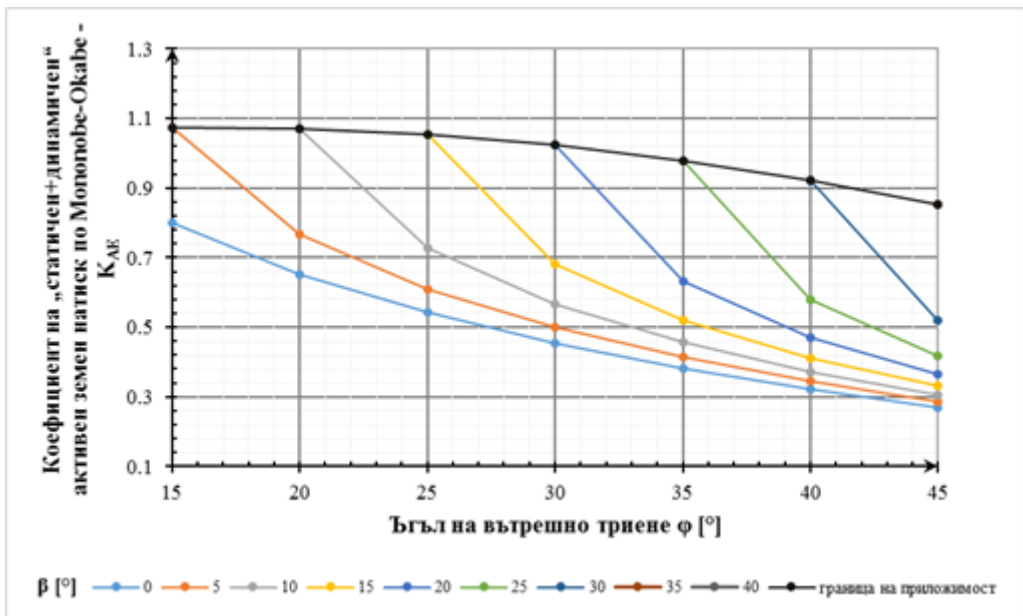
Фиг. 1. Номограма за „Определяне на коефициента на активен земен натиск K_{AE} (статичен + динамичен) въз основа на ъгъла на наклона на терена зад подпорната конструкция β и ъгъла на вътрешно триене на почвата зад подпорната конструкция φ , при $\alpha = 0,23$, $S = 1,2$, $r = 1,0$ и $\omega = 0^{\circ}$ “



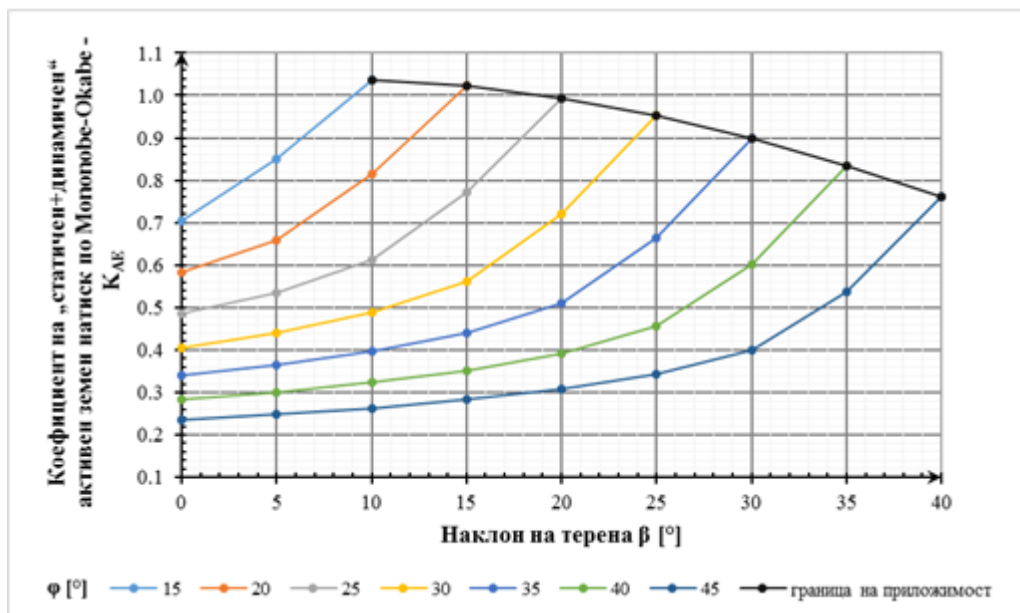
Фиг. 2. Номограма за „Определяне на коефициента на активен земен натиск K_{AE} (статичен + динамичен) въз основа на ъгъла на вътрешно триене на почвата зад подпорната конструкция φ и на ъгъла на наклона на терена зад подпорната конструкция β , при $\alpha = 0,23$, $S = 1,2$, $r = 1,0$ и $\omega = 0^{\circ}$ “



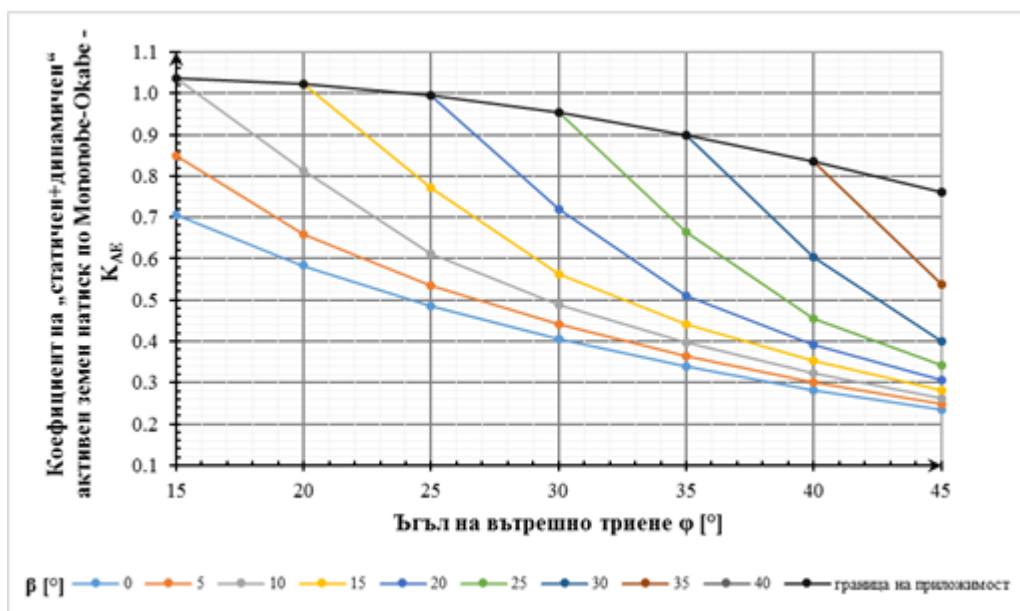
Фиг. 3. Номограма за „Определяне на коефициента на активен земен натиск K_{AE} (статичен + динамичен) въз основа на ъгъла на наклона на терена зад подпорната конструкция β и ъгъла на вътрешно триене на почвата зад подпорната конструкция φ , при $\alpha = 0,23$, $S = 1,2$, $r = 1,5$ и $\omega = 0^{\circ}$ “



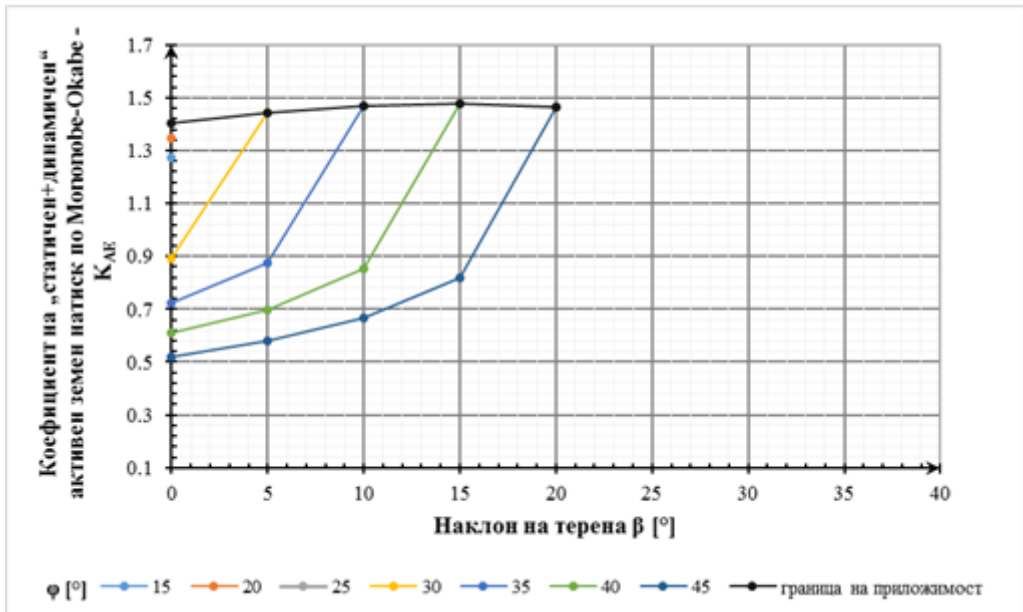
Фиг. 4. Номограма за „Определяне на коефициента на активен земен натиск K_{AE} (статичен + динамичен) въз основа на ъгъла на вътрешно триене на почвата зад подпорната конструкция φ и на ъгъла на наклона на терена зад подпорната конструкция β , при $\alpha = 0,23$, $S = 1,2$, $r = 1,5$ и $\omega = 0^{\circ}$ “



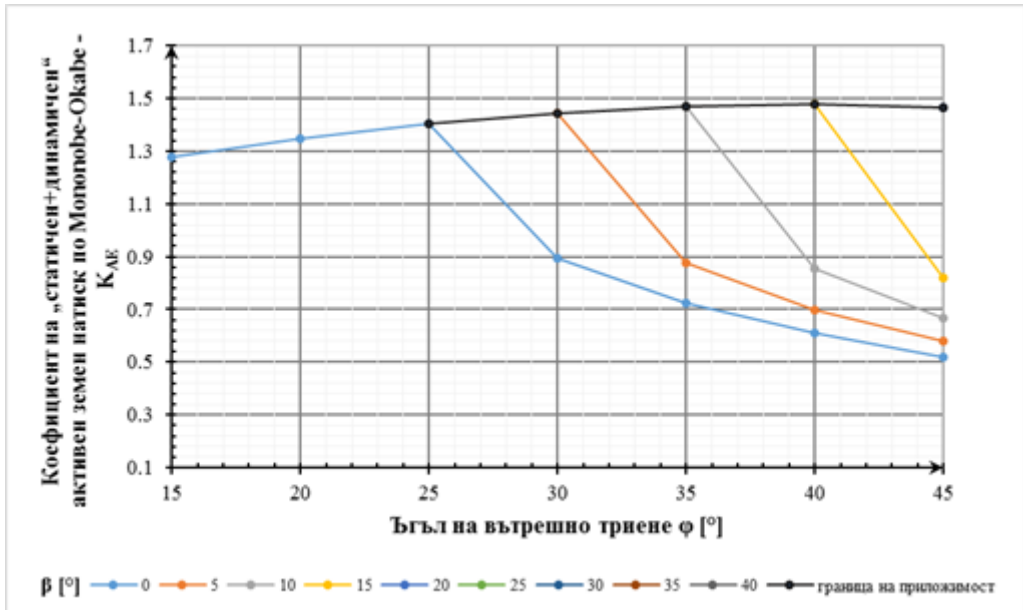
Фиг. 5. Номограма за „Определяне на коефициента на активен земен натиск K_{AE} (статичен + динамичен) въз основа на ъгъла на наклона на терена зад подпорната конструкция β и ъгъла на вътрешно триене на почвата зад подпорната конструкция ϕ , при $\alpha = 0,23, S = 1,2, r = 2,0$ и $\omega = 0^{\circ}$ “



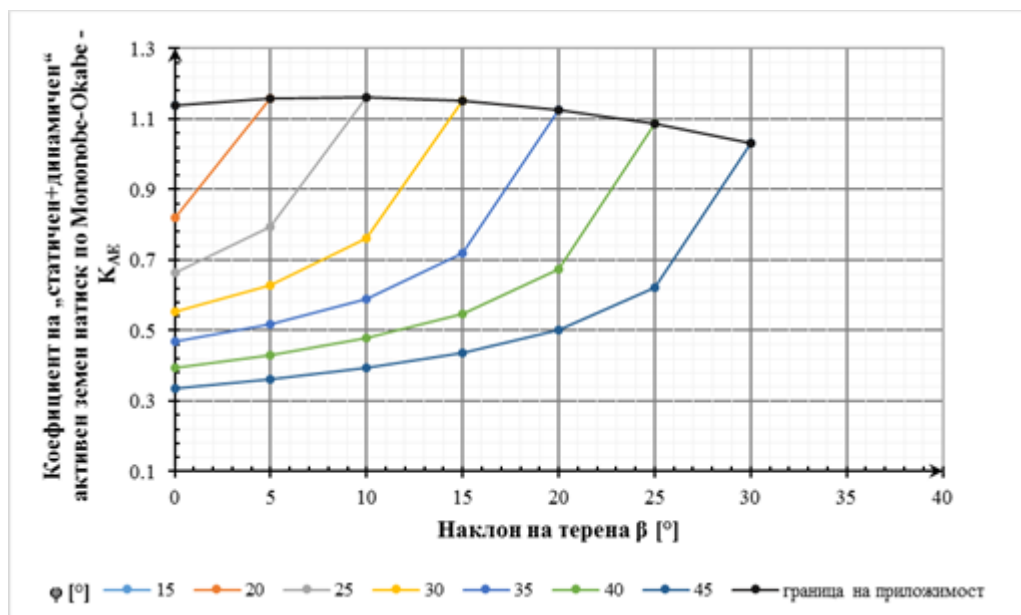
Фиг. 6. Номограма за „Определяне на коефициента на активен земен натиск K_{AE} (статичен + динамичен) въз основа на ъгъла на вътрешно триене на почвата зад подпорната конструкция ϕ и на ъгъла на наклона на терена зад подпорната конструкция β , при $\alpha = 0,23, S = 1,2, r = 2,0$ и $\omega = 0^{\circ}$ “



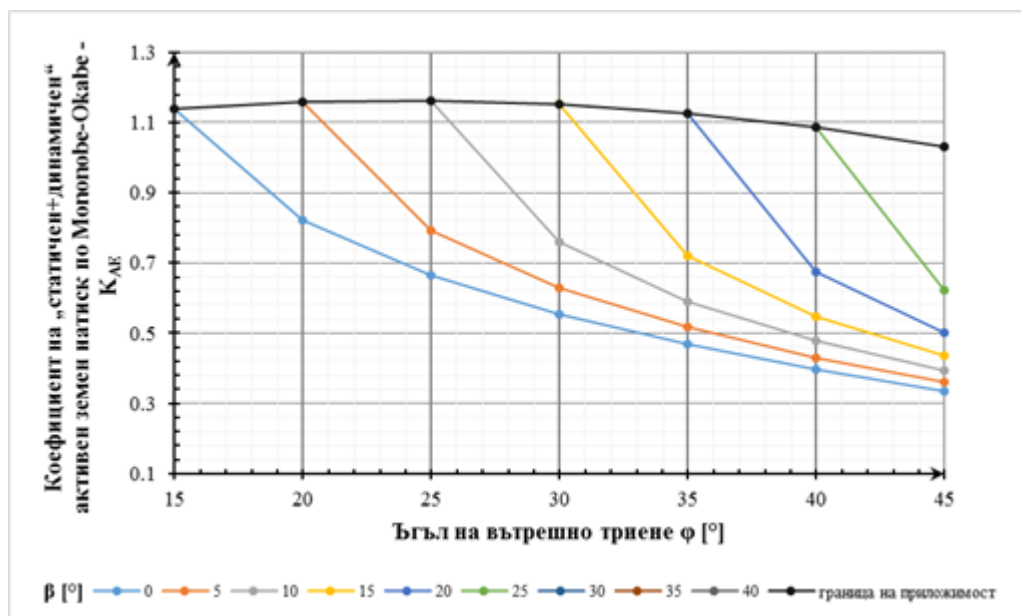
Фиг. 7. Номограма за „Определяне на коефициента на активен земен натиск K_{AE} (статичен + динамичен) въз основа на ъгъла на наклона на терена зад подпорната конструкция β и ъгъла на вътрешно триене на почвата зад подпорната конструкция ϕ , при $\alpha = 0,32$, $S = 1,2$, $r = 1,0$ и $\omega = 0^{\circ}$ “



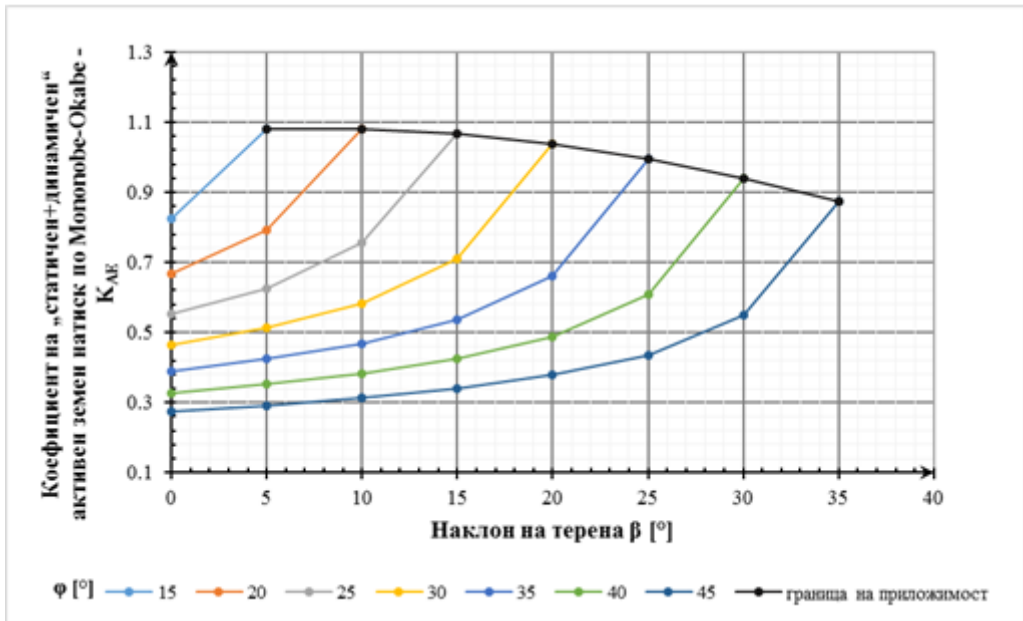
Фиг. 8. Номограма за „Определяне на коефициента на активен земен натиск K_{AE} (статичен + динамичен) въз основа на ъгъла на вътрешно триене на почвата зад подпорната конструкция ϕ и на ъгъла на наклона на терена зад подпорната конструкция β , при $\alpha = 0,32$, $S = 1,2$, $r = 1,0$ и $\omega = 0^{\circ}$ “



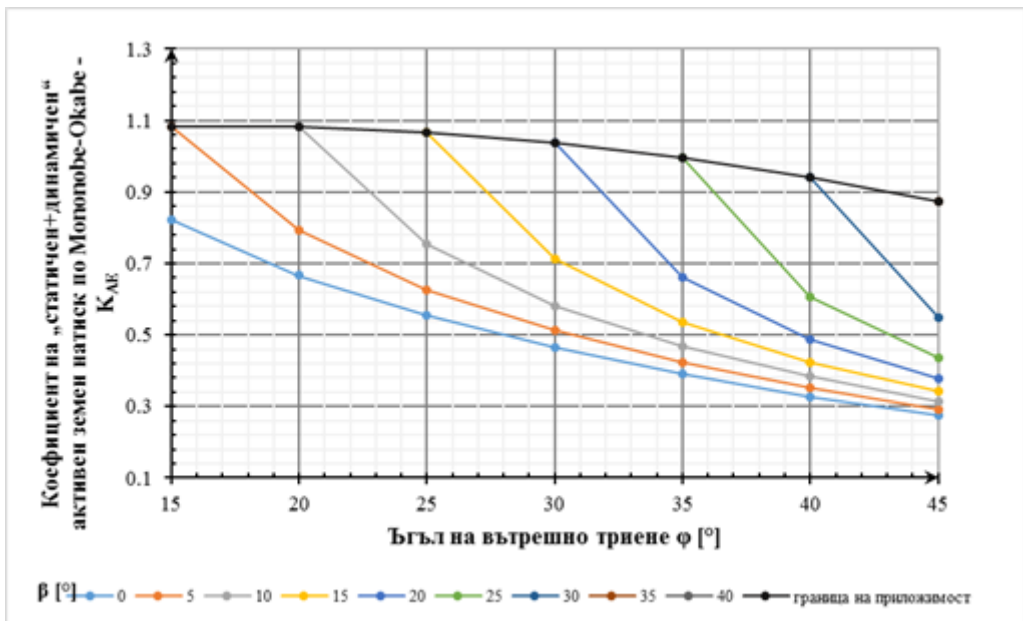
Фиг. 9. Номограма за „Определяне на коефициента на активен земен натиск K_{AE} (статичен + динамичен) въз основа на ъгъла на наклона на терена зад подпорната конструкция β и ъгъла на вътрешно триене на почвата зад подпорната конструкция ϕ , при $\alpha = 0,32, S = 1,2, r = 1,5$ и $\omega = 0^{\circ}$ “



Фиг. 10. Номограма за „Определяне на коефициента на активен земен натиск K_{AE} (статичен + динамичен) въз основа на ъгъла на вътрешно триене на почвата зад подпорната конструкция ϕ и на ъгъла на наклона на терена зад подпорната конструкция β , при $\alpha = 0,32, S = 1,2, r = 1,5$ и $\omega = 0^{\circ}$ “



Фиг. 11. Номограма за „Определяне на коефициента на активен земен натиск K_{AE} (статичен + динамичен) въз основа на ъгъла на наклона на терена зад подпорната конструкция β и ъгъла на вътрешно триене на почвата зад подпорната конструкция ϕ , при $\alpha = 0,32$, $S = 1,2$, $r = 2,0$ и $\omega = 0^{\circ}$ “



Фиг. 12. Номограма за „Определяне на коефициента на активен земен натиск K_{AE} (статичен + динамичен) въз основа на ъгъла на вътрешно триене на почвата зад подпорната конструкция ϕ и на ъгъла на наклона на терена зад подпорната конструкция β , при $\alpha = 0,32$, $S = 1,2$, $r = 2,0$ и $\omega = 0^{\circ}$ “

Изводи

Настоящата статия разгледа и анализира получените числени стойности за коефициента на активен земен натиск K_{AE} по *Mononobe-Okabe*, при отчитане на влиянието на зададени комплексни параметри. Направени са изводи и препоръки за две основни комбинации на параметрите: 1) $\alpha = 0,23$, $S = 1,2$, при вариране на $r = 1,0; 1,5; 2,0$; 2) $\alpha = 0,32$, $S = 1,2$, при вариране на $r = 1,0; 1,5; 2,0$. Разработени и оформени са номограми, позволяващи бързо и точно отчитане на коефициента K_{AE} .

ЛИТЕРАТУРА

1. <https://www.eurocodeapplied.com/design/en1998/mononobe-okabe>, посетен на 18.02.2019.
2. БДС EN 1998-5:2005 Еврокод 8: Проектиране на конструкциите за сеизмични въздействия. Част 5: Фундаменти, опорни конструкции и геотехнически аспекти.
3. БДС EN 1998-1/NA Еврокод 8: Проектиране на конструкциите за сеизмични въздействия Част 1: Общи правила, сеизмични въздействия и правила за сгради, Национално приложение.
4. *Илов, Г. и колектив*. Ръководство по Геотехника. Разработено съгласно изискванията на Еврокод 7. Геотехническо проектиране, изд. КИИП, София 2012.

THE INFLUENCE OF COMPLEX PARAMETER VALUES ON THE MONONOBE-OKABE EARTH PRESSURE COEFFICIENT FOR ACTIVE STATE – PART ONE

L. Mihova¹, I. Sulay², N. Kerenchev³

Keywords: *Mononobe-Okabe method, dynamic earth pressure coefficient, earthquake analysis*

ABSTRACT

The paper aims to analyze and estimate the computed values of the *Mononobe-Okabe* dynamic earth pressure coefficient for active state, taking into account the influence of given input parameters, such as: inclination angle of the backfill surface – β ; design value of the friction angle of soil – φ ; wall back surface inclination angle – ω ; design value of the friction angle between the soil and the wall – δ ; auxiliary angle – θ ; reference peak ground acceleration – α ; soil parameter, depending on the subsoil class – S ; factor, affecting the horizontal seismic coefficient – r , etc.

Nomograms have been designed, allowing the approximate graphical computation of the *Mononobe-Okabe* dynamic earth pressure coefficient for active state at given input parameter values.

¹ Lena Mihova, Prof. Dr. Eng., Dept. “Geotechnics”, UACEG, 1 H. Smirnenski Blvd., Sofia 1046, e-mail: l_mihova@yahoo.com

² Irena Sulay, Assist. Prof. Dr. Eng., Dept. “Road Construction”, UACEG, 1 H. Smirnenski Blvd., Sofia 1046, e-mail: irenasulay@abv.bg

³ Nikolay Kerenchev, Assist. Prof. Dr. Eng., Dept. “Geotechnics”, UACEG, 1 H. Smirnenski Blvd., Sofia 1046, e-mail: kerenchev@hotmail.com