

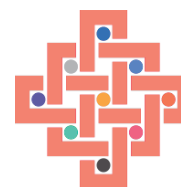
ДГКМ
ДРУШТВО НА
ГРАДЕЖНИТЕ
КОНСТРУКТОРИ НА
МАКЕДОНИЈА

Партизански одреди 24,
П.Фах 560, 1001 Скопје
Северна Македонија

MASE
MACEDONIAN
ASSOCIATION OF
STRUCTURAL
ENGINEERS

Partizanski odredi 24,
P. Box 560, 1001 Skopje
North Macedonia

MT - 21



mase@gf.ukim.edu.mk
<http://mase.gf.ukim.edu.mk>

(ДИС)КОНТИНУИТЕТ ВО ПРОЕКТИРАЊЕТО НА ПОТПОРНИ СИДОВИ: ПОЗДРАВ ОД ЕВРОКОД 7!

Јован Бр. ПАПИЌ¹, Љупчо ДИМИТРИЕВСКИ², Милорад ЈОВАНОВСКИ³,
Игор ПЕШЕВСКИ⁴, Леон ГУЦУЉ⁵

АПСТРАКТ

Еврокодот 7 го сочинуваат два дела, при што во првиот се обработени правила за димензионирање на темели, анкери, потпорни конструкции, насипи итн. Во него, покрај национално определените параметри, понудени се и три начини на пресметка на геотехничките конструкции кои концепциски се разликуваат по применувањето на парцијалните коефициенти (за сили, параметри на јакост, отпори), а се должат на изразените разлики во традициите на геотехничко проектирање помеѓу државите во Европа. При подготовката на Националниот анекс, потребно е за секоја геотехничка конструкција да се одбере – од трите понудени – пресметковна постапка која најмногу одговара на досегашниот начин на димензионирање и да се определат соодветни парцијални коефициенти за дејства, отпорност на смолкнување и отпори на тлото со кои би се постигнале димензии на конструкциите блиски до досегашните: со тоа се овозможува континуитет на инженерските „навики“ во проектирањето на конструкциите и негување на позитивните искуства со постигнатата сигурност. Повеќето земји, и покрај одредени препораки за изборот на вредности, отстапиле од нив и вовеле локални вредности. За да се успее во тоа, т.е. да се избере соодветна пресметковна постапка и да се дефинираат национално определени параметри, неопходно е да се спроведат голем број анализи, споредби, пресметки и верификации пред да може да се донесе конечна одлука којашто би претставувала придонес во работата на националните документи. Во трудот се прикажани хипотезите и методологијата за нивно одредување за потпорни сидови кај нас, со кои се заклучува дека најсоодветна е примената на пресметковна постапка 2* и задржување на изворно предложените парцијални коефициенти, а низ пресметковен пример е укажано и на значењето на правилниот избор.

Клучни зборови: Еврокод 7; Национален анекс; пресметковна постапка; парцијални коефициенти; потпорни сидови.

¹ Вонр. проф. д-р, Градежен факултет, Универзитет „Св. Кирил и Методиј“, Скопје, Република Северна Македонија, papic@gf.ukim.edu.mk

² Проф. д-р, исто, ljupcod@geing.com.mk

³ Проф. д-р, исто, jovanovski@gf.ukim.edu.mk

⁴ Вонр. проф. д-р, исто, pesevski@gf.ukim.edu.mk

⁵ Студент на втор циклус на студии, leon.guculj@gmail.com

1. ВОВЕД

Еврокод 7 (ЕК 7) се состои од два дела: во првиот се обработени општи правила во геотехничкото проектирање, додека со вториот се опфатени теренски и лабораториски испитувања. Двата дела содржат податоци кои – при усвојувањето на ЕК 7 – им се оставени на избор на државите, т.н. национално определени параметри (НОП). Нивниот избор зависи од сигурноста, трајноста и економичноста на објектите коишто биле и остануваат во доменот на државата, но и од препорачаните вредности што треба да бидат применети. Покрај тоа, поради изразените геолошки разлики во Европа кои довеле до различни проектантски навики, во првиот дел се понудени и три постапки на димензионирање на геотехнички конструкции. Со тоа, на државите им е овозможено да ја изберат најадекватната пресметковна постапка (ПП) и делумно да ги изменат наведените параметри, меѓу кои и парцијалните коефициенти (ПК). Тоа се прави преку Националните анекси (НА) коишто секоја земја ги подготвува по објавувањето на ЕК. Но, пред да се донесе одлука за соодветни ПП и НОП, неопходно е да се спроведат голем број анализи, споредби и верификации.

При определување на соодветна ПП, неопходно е одреден геотехнички проблем да се анализира напоредно со постојните и со предложените методи. Притоа ќе биде потребно да се определи која постапка е најблиска до досегашниот „стил“ на пресметување, која компатибилност на „старитот“ и новиот метод на пресметка ќе овозможи да се одбере соодветна ПП, а и понатаму да се добијат приближно исти димензии на конструкциите: сличноста на проектите ќе даде предлог за износот на ПК. При сето тоа, ќе бидат обезбедени стабилноста и сигурноста, како што било и досега, бидејќи досегашната практика ја покажала успешноста на применуваните „застарени“ постапки и ги докажала со повеќедецениска употребливост на објектите. Воедно, предложената ПП ќе биде прифатлива и од аспект на дополнителна пресметка на постојните конструкции при каква било до/градба, санација или реконструкција. Констатацијата се должи на фактот што по сличните пресметки (според кои објектот бил проектиран и изграден, и според кои на објектот се вршат интервенции), ќе се добијат приближно исти димензии, додека усвојувањето на несоодветни ПП и ПК би предизвикало дисперзија помеѓу димензиите, би ја загрозило сигурноста и реализацијата на објектите, и би создало конфузија меѓу проектантите и изведувачите. Освен тоа, треба да се земе предвид дека различните ПП со соодветни ПК не доведуваат секогаш до ист или сличен степен на сигурноста и димензии коишто биле обезбедени со глобалниот фактор (FS) [8]. Оттаму, доколку одредени конструкции се реализираат според поедини пресметки, постои извесност дека би биле несигурни, но ако и тие се сигурни, тогаш, пак, другите се предимензионирани и неекономични [9], поради што е потребно посебно внимание при изборот на ПП и при определување на ПК.

2. ОПИС НА ПРЕСМЕТКОВНИ ПОСТАПКИ

Во пресметковната постапка 1 (ПП1) потребно е да се испитаат две комбинации на ПК:

$$A1 + M1 + R1 \quad (1)$$

$$A2 + M2 + R1 \quad (2)$$

каде што A_i , M_i и R_i се множествата на ПК со кои се множат или делат карактеристичните вредности на акциите (дејствата), материјалите и отпорите, претворувајќи ги во пресметковни. Нивните изворни вредности се дадени во нормативниот Анекс А на ЕК 7 (табели 1-3).

Комбинацијата 1 (ПП1 К1) се обидува да обезбеди сигурно димензионирање против неповолни отстапувања на дејствата од нивните карактеристични вредности, додека со комбинацијата 2 (ПП1 К2) се овозможува безбедно проектирање против неповолните отстапувања на параметрите на отпорноста на смолнување (ПОС) на почвата од нивните карактеристични вредности и против несовершеностите во пресметковниот модел. За пресметката да биде во согласност со ЕК 7, потребно е да се направат анализи за двете комбинации на ПК, што значи дека истата конструкција мора да се пресметува двапати. Ова претставува голем недостаток, барем од практична, инженерска гледна точка, што посебно се однесува на нашиот регион каде што апсолутно нема традиција на примена, затоа што секогаш се реализира само една пресметка. Поради тоа, истата не се зема предвид како потенцијална ПП за понатамошно разгледување.

Табела 1 Парцијални коефициенти за дејства (γ_F) или ефекти од дејствата (γ_E)

Дејство		Ознака	Множество	
			A1	A2
Трајно	Неповолно	γ_G	1,35	1,0
	Поволно		1,0	1,0
Повремено	Неповолно	γ_Q	1,5	1,3
	Поволно		0	0

Табела 2 Парцијални коефициенти за параметри на почвата (γ_M)

Параметар на почвата	Ознака	Множество	
		M1	M2
Ефективен агол на отпорноста на триење	$\gamma_{\phi'}$	1,0	1,25
Ефективна кохезија	$\gamma_{c'}$	1,0	1,25
Недренирана отпорност на смолкнување	γ_{cu}	1,0	1,4
Едноаксијална јакост на притисок	γ_{qu}	1,0	1,4
Единечна тежина	γ_{γ}	1,0	1,0

Табела 3 Парцијални коефициенти за отпори (γ_R)

Отпор	Ознака	Множество		
		R1	R2	R3
Лом во подлогата	$\gamma_{R:v}$	1,0	1,4	1,0
Лизгање	$\gamma_{R:h}$	1,0	1,1	1,0

Во постапката 2 (ПП2) се применуваат следниве комплекти:

$$A1 + M1 + R2 \quad (3)$$

па ПК им се задаваат и на надворешните сили или ефектите од нив (γ_A , γ_E) и на отпорот на почвата. Во ПП2, ПК поврзани со геотехничките дејства и со нивните ефекти се исти со оние што им се нанесуваат на дејствата во ПП1 К1 и изнесуваат 1,35, 1,00 и 1,50 за трајните неповолни, трајните поволни и променливите неповолни оптоварувања. Карактеристичните вредности на ПОС се и пресметковни, додека отпорноста на почвата во вертикален и хоризонтален правец се редуцира со 1,40, односно со 1,10. Меѓутоа, со оглед дека ПК се нанесуваат на дејствата на почетокот на пресметката, анализата се врши со пресметковни вредности, што води во одредена нелогичност кај носивоста [10], па Германија подготви алтернатива во вид на ПП2*, каде што целата пресметка се спроведува со карактеристични вредности, бидејќи ПК се приклучуваат дури кон крајот на анализата. Оваа постапка воедно одговара и на еден дел од нашите досегашни проектантски навики, со оглед на фактот што нанесувањето на ПК на самиот крај на пресметката во голема мера наликува на концептот на глобален фактор.

Постапката 3 (ППЗ) е слична на ПП1 К1 и ПП1 К2,

$$A1 \text{ или } A2 + M2 + R3 \quad (4)$$

бидејќи ПК им се нанесуваат на силите или ефектите и ПОС, поради што е потребна само една пресметка која, благодарение на вклучувањето на ПК на самиот почеток, се спроведува со пресметковни вредности.

3. ОПРЕДЕЛУВАЊЕ НА СООДВЕТНА ПРЕСМЕТКОВНАТА ПОСТАПКА

Потпорните сидови се типичен пример на исполнување на FS чиешто димензионирање се сведува на контрола на контактните и пресечните напони и проверка на стабилноста на лизгање и превртување и на глобалната стабилност. Новитет во ЕК 7 е и исклучување на проверката на превртување бидејќи условот е исполнет доколку носивоста на подлогата е задоволена. Поточно, таа се префрла во т.н. EQU проблеми: губиток на рамнотежа на конструкцијата или на почвата таму каде што нивната јакост е незначајна за обезбедување на отпорот. Ова, практично, би значело дека димензионирањето на потпорните сидови ќе се забрза.

Пресметките на стабилноста на сидовите според глобален фактор на сигурноста даваат одредени насоки од круцијално значење за избор на соодветна и полесно прифатлива ПП, во согласност со досегашната инженерска практика. Притоа, имајќи ги предвид порано опишаните карактеристики на постапките, изборот се ограничува на постапките 2 и 3.

Според класичен пресметковен модел, на пр., при анализа на стабилноста на лизгање, се врши делење на силите на триење на контактот на основата на сидот и почвата и хоризонталните сили, и со споредување со определен FS. Повеќедецениските навики стекнати со нивното користење диригираат дека од кругот на потенцијални кандидати за избор на соодветната ПП треба да се исклучи и ППЗ во која се редуцираат ПОС и не се применуваат ПК на отпори.

Факторите на отпори се применуваат во постапката 2, што ја прави примамлива за усвојување. Но главното оптоварување што постојано дејствува врз потпорните сидови е земјениот притисок кој, помеѓу другото, е во функција од јакоста на почвата, а таа зависи од оптоварувањето, поради што е исклучително важно при негово определување да не се врши множење на оптоварувањето со ПК. Во спротивно би резултирало со модификација на притисокот без можност за негова понатамошна контрола. Ова бара пресметките да се спроведуваат со нивните карактеристични вредности, што од изборот ја исфрла ПП2, но не и ПП2*, бидејќи токму таа овозможува пресметката да се врши со карактеристични вредности, коишто дури при проверка и контрола на состојбата би се коригирале со ПК. Ова наликува на актуелната практика, а положбата на ПК во равенките и онака потсетува на FS. Оттаму, за да бидеме доследни на традицијата кога се користат изворни вредности на силите и на крајот се споредуваат отпорите, тогаш соодветната ПП се лоцира во онаа со ознака 2*. Она што, исто така, охрабрува е дека најголем дел од земјите за димензионирање на потпорни сидови го препорачаа токму наведениот пристап, којшто е предложен од страна на Германија, а се засновува врз 90 години проектирање без случаи на лом.

4. ОПРЕДЕЛУВАЊЕ НА ВРЕДНОСТА НА ПАРЦИЈАЛНИТЕ КОЕФИЦИЕНТИ

Досегашните бројни пресметки, а и практиката, покажале дека кај потпорните сидови најчесто е критична стабилноста на лизгање којашто се пресметува како

$$\eta = \frac{\Sigma V \cdot \tan\phi}{\Sigma H} \geq 1,50, \text{ без земање на пасивен притисок предвид (во спротивно: 2,0)} \quad (5)$$

Со оглед дека од изведбени, реконструкциски или хидролошки причини присуството на пасивниот притисок не е „гарантирано“ цело време, тој нема да биде земен предвид во анализата. Ова донекаде се препорачува и во ЕК7, каде што се укажува дека треба да се има предвид можното отстранување на почвата пред сидот поради ископ или ерозија, како и висината на која се јавува пасивниот притисок да се намали за 50 cm. Прикажаната равенка, со примена на усвоената ПП2* и оние ПК за дејствата предложени во ЕК 7, за чести случаи во практиката би ја имала следнава форма (при што $\tan\phi_a = \tan\phi$):

$$\frac{\sum V_d \cdot \tan \phi}{\gamma_{R,h} \cdot \sum H_d} = \frac{\sum \gamma_{G,fav} V \cdot \tan \phi}{\gamma_{R,h} \cdot \sum \gamma_{G,unfav} H} = \frac{\sum 1,0V \cdot \tan \phi}{\gamma_{R,h} \cdot \sum 1,35H} = 1,00 \quad (6)$$

од каде се изведува дека

$$1,35\gamma_{R,h} = \frac{\sum V \cdot \tan \phi}{\sum H} \quad (7)$$

Со изедначување на новата и „почетната“ равенка [(7) и (5)] по $\frac{\sum V \cdot \tan \phi}{\sum H}$, се добива

$$1,35\gamma_{R,h} = 1,50 \quad (8)$$

од каде следува дека

$$\gamma_{R,h} = \frac{1,50}{1,35} = 1,1 \quad (9)$$

поради што се препорачува за ПК за лизгање $\gamma_{R,h}$ да се усвои вредноста од 1,10.

Неговиот износ може да се потврди и на следниов начин. Имено, заради задржување на ист степен на глобална сигурност, неопходно е да се исполни и следниов услов за вредноста на ПК:

$$\gamma_R \cdot \gamma_{G/Q} \approx FS \quad (10)$$

каде што γ_R е ПК на отпорот на почвата, $\gamma_{G/Q}$ е тежински среден ПК за ефекти на трајните и променливите дејства, а FS е досега користениот FS [10]. Добро е да се потсети дека вредностите на ПК за трајни и променливи неповолни дејства и нивните ефекти се преземаат, синхронизирајќи се така со останатите ЕК и придонесувајќи кон намалување на разликите помеѓу износите на ПК во различни анекси. Со оглед дека во претходниот случај се третирали трајните поволни и неповолни сили, а за кои предложените ПК изнесуваат 1,00 и 1,35, се добива

$$\gamma_R \approx \frac{FS}{\gamma_{G/Q}} = \frac{1,50}{1,35} \quad (11)$$

односно, повторно дека ПК за отпор на лизгање изнесува 1,10.

Доколку се разгледува поопшт случај, т.е. кога се присутни и трајни и повремени дејства, тогаш, имајќи предвид дека трајните дејства најчесто се поголеми од променливите, тежинскиот среден ПК може да се земе како 1,40, па оттаму

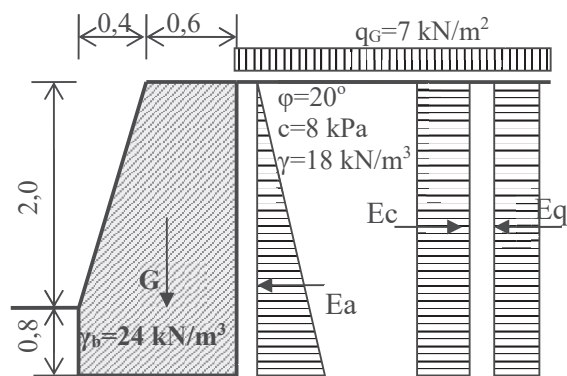
$$\gamma_{R_H} = \frac{1,50}{1,40} = 1,07 \quad (12)$$

што, исто така, може да се усвои како 1,10, со што се дава уште една потврда за вредноста на ПК за отпорот на лизгање, а којашто, воедно, е еднаква на препорачаната во Анекс А на ЕК 7.

Инаку, во анализите е неопходно да се избере најнеповолниот можен случај на оптоварување, кога вертикалната и хоризонталната променлива сила меѓусебно се независни, што овозможува вертикалната, како поволна за стабилноста, да се исклучи од пресметката [7]. Покрај тоа, во нашите досегашни пресметки не се зема предвид пасивниот притисок, што и понатаму ќе се практикува за негување на постојната позитивна традиција и што е на страната на сигурноста.

5. ВАЖНОСТА НА ПРАВИЛЕН ИЗБОР НА ПП И ПК

Во продолжение е даден едноставен пример на пресметка со потпорен сид и оптоварување. Потребно е да се провери сигурноста на лизгање според актуелните прописи (FS) и да се спореди со пресметките според ЕС7 (ПК на сигурноста).



Сл. 1. Шема на дејства врз потпорен ѕид

Табела 3 Споредба на постигнати резултати од контрола на потпорен ѕид според различни ПП

Параметар	Досегашна пресметка	ПП2*	ПП3
Тежина на ѕид G [kN]	57.6	57.6	57.6
Пресметковна вредност на агол на отпорност на смолкнување ϕ_d [deg]	20	20	$a \tan\left(\frac{\tan 20^\circ}{1,25}\right) = 16^\circ 14'$
Пресметковна вредност на кохезија c_d [kPa]	8	8	$\frac{c}{\gamma_c} = \frac{8}{1,25} = 6,4 \text{ kPa}$
Волуменска тежина на почва γ [kN/m ³]	18	18	18
$k_a = \tan^2(45 - \phi_d / 2)$	0.49	0.49	0.563
Дејство од земјан притисок $E_a = \frac{1}{2} k_a \gamma H^2$	34.6	34.6	39.73
Дејство од кохезија $E_c = 2c_d \sqrt{k_a} H$	31.4	31.4	26.89
Дејство од надворешно оптоварување (трајно, неповолно) $E_q = q k_a H$	9.6	9.6	11.03
$R_{V,d} = \frac{\gamma_{G,fav} \cdot G \cdot \tan \delta}{\gamma_{Rh}}$	$\frac{1.0 \cdot 57.6 \cdot \tan 20^\circ}{1.0} = 20.96$	$\frac{1.0 \cdot 57.6 \cdot \tan 20^\circ}{1.1} = 19.06$	$\frac{1.0 \cdot 57.6 \cdot \tan 16^\circ 14'}{1.0} = 16.77$

$R_{H,d} = \gamma_{G,unfav} \cdot (E_a - E_c + E_q)$	$1.0 \cdot (34.6 - 31.4 + 9.6) = 12.8$	$1.35 \cdot (34.6 - 31.4 + 9.6) = 17.28$	$1.00 \cdot (39.73 - 26.89 + 11.03) = 23.87$
$R_{V,d} / R_{H,d}$	1.64	1.10	0.703
$(R_{V,d} / R_{H,d})_{\min}$	1.5	1.0	1.0
Однос на постигната сигурност	$1.64/1.5=1.09$	$1.10/1.0=1.10$	$0.703/1.0=0.703$
Оцена	ОК	ОК	???

Со оглед дека според досегашните прописи и ПП2* се добиваат слични резултати, односно дека димензиите и стабилноста на потпорниот сид им се совпаѓаат, може да се потврди дека ПП2* и нејзините ПК се соодветни за примена кај нас. Наспроти ова, резултатите според ПП3 драстично отстапуваат, а дополнителни калкулации покажале дека, со задржување на останатите димензии, ширината на круната на сидот треба да изнесува $b=1,0$ m за сидот да биде стабилен во оваа ПП. Во кредибилитетот и точноста на пресметката независно ќе се посомневаат и проектантот и изведувачот, од каде лесно и јасно се забележува важноста на правилен избор на ПП и ПК.

6. ЗАКЛУЧОК

За пресметка на потпорни сидови, коишто се мошне често присутни во градежната практика, досега се применувала постапка со која се бара задоволување на неколку глобални фактори на сигурноста. Истите се применувани во голем број европски земји, па оттаму и најголем дел од нив решиле, слично на овде изнесеното, за пресметка на потпорни сидови според ЕК 7 да се применува ПП2*. Причината за тоа е во сличноста на досегашниот стил на пресметување, а по проверките на димензионирањето усвоени се ПК изворно предложени во Анекс А. Поради одредени ограничувања на нумеричката примена на ПП2*, а заради овозможување на конзистентна анализа во случаите кога во геотехничкиот пресек се присутни и косина и(ли) темел за кои се предлага ПП3 (инаку, исклучително благодарна за примена во софтвери засновани врз МКЕ), се предлага при анализи со МКЕ да се применува ПП 3, што како решение веќе го понудила Австрија [5]. Заеднички избор за димензионирање на потпорни сидови секако дека ќе придонесе за посветла иднина на ЕК при идни хармонизации, која е веќе во тек.

Во НА се изнесуваат и ставови за понудените анекси, меѓу кои и Анекс С, каде што се дадени одредени предлози за пресметка на коефициентите на активни и пасивни земјени притисоци. Меѓутоа, во овој дел на Еврокод 7-1 направен е чекор назад, бидејќи се понудени постапка на примена на готови дијаграми и нумеричка постапка. Имајќи предвид дека сиот процес на воведување еврокодони се прави примарно за инженерите, предложените постапки за пресметка на коефициентите непотребно се искомпликувани. Користењето дијаграми во време на висока технологија е депласирано, а и онака оваа постапка е ограничена и не нуди можност за точно определување, затоа што на дијаграмите се дадени зависимости за неколку случаи, додека за останатите општи случаи треба да се изврши интерполација чијашто исправност е дискутабилна. Наведените недостатоци се исправени со втората понудена постапка, заснована врз линии на лом во почвата, иако нејзината примена е отежната поради примената на параметри коишто им се страни на инженерите. И кај нејзина примена, сепак, треба да се биде внимателен, бидејќи за некои членови се напомува дека се „на страната на сигурноста“, што обично се толкува со добивање на нешто повисоки коефициенти. Меѓутоа, притоа е мошне важно земјените притисоци пресметани на таков начин да бидат неповолни, зашто во спротивно не е можно

правилно и точно димензионирање на конструкцијата. Од друга страна, доколку меѓусебно се споредат овие две постапки, идентични резултати ќе се постигнат само во ретки случаи. Имајќи го предвид наведеното, вниманието треба да се насочи кон задржување на актуелниот Кулонов метод, чија повеќевековна успешна примена треба да се има како силен аргумент, а се должи на неговата флесибилност, бидејќи ги опфаќа сите влијанија врз интензитетот на коефициентите. Дотолку повеќе што предложените дијаграми во Анекс С се мошне слични со излезите според Кулон. Сепак, без оглед на тоа кој пристап ќе се примени, останува неможноста коефициентите на земјени притисоци да се пресметаат во услови во кои наклонот на теренот е поголем од аголот на триењето. Во такви случаи, но не само тогаш, може да се примени нелинеарна анвелопа на лом од хиперболичен тип или да се обрне внимание на јакоста на смолкнување во незаситени услови или да се третира влијанието на вегетацијата.

Прикажаната методологија за избор на соодветна ПП и дефинирање на ПК за анализирање и димензионирање е применета и кај други геотехнички конструкции: наодите не соодветствуваат со овде изложените, што е и генерално искуство од земјите кои подолго време ги практикуваат еврокодските, но служат како основа за усвојување на нивната втора генерација.

ЛИТЕРАТУРА

- [1] Becker P., Gebreselassie B., Kempfert H.-G. Comparison of different limit state design approaches of retaining structures. pp.219-224
- [2] Институт за стандардизација на РСМ (2012). Еврокод: Основи за проектирање на конструкции. Скопје
- [3] Институт за стандардизација на РСМ (2012). Еврокод 1: Дејства на конструкции – Дел 1-1: Општи дејствија – Густини, сопствена тежина, корисни товари за згради. Скопје
- [4] Институт за стандардизација на РСМ (2012). Еврокод 7: Геотехничко проектирање – Дел 1: Општи правила. Скопје
- [5] Orr T. (2011). Experiences with the application of Eurocode 7: Reports on experiences in Austria, Sweden and Ireland. ERTC 10 and SC7 Workshop at XV ECSMGE, Athens, Greece
- [6] Папић Ј. Бр., Проловић В., Димитриевски Јб. (2013): „Предлог за прорачун потпорних зидова у региону према Еврокоду 7“. 5. научно-стручно саветовање Геотехнички аспекти грађевинарства, Соко Бања, Србија, стр.75-82
- [7] Scarpelli G., Fruzzetti V.M.E. (2005): Evaluation of Eurocode 7 – Spread foundations design. Proceedings of the International Workshop on the Evaluation of Eurocode 7, pp.109-116
- [8] Schreiner H.D., Meiring J. (2001). The effect of global and partial factors of safety in bearing capacity calculations. Journal of the South African institution of Civil Engineers, 43 (1), pp.19-23
- [9] Simpson B. (2008). Approaches to ULS design – The merits of Design Approach 1 in Eurocode 7. IS on EC7 and geotechnical aspects of EC8, MAG-ISSMGE, Struga, R. Macedonia, pp.125-136
- [10] Vogt N., Schuppener B., Weissenbach A. (2008). Implementation of Eurocode 7-1 in Germany – selection of design approach and values of partial factors. 11th Baltic Sea Geotechnical Conference, Gdansk, Poland