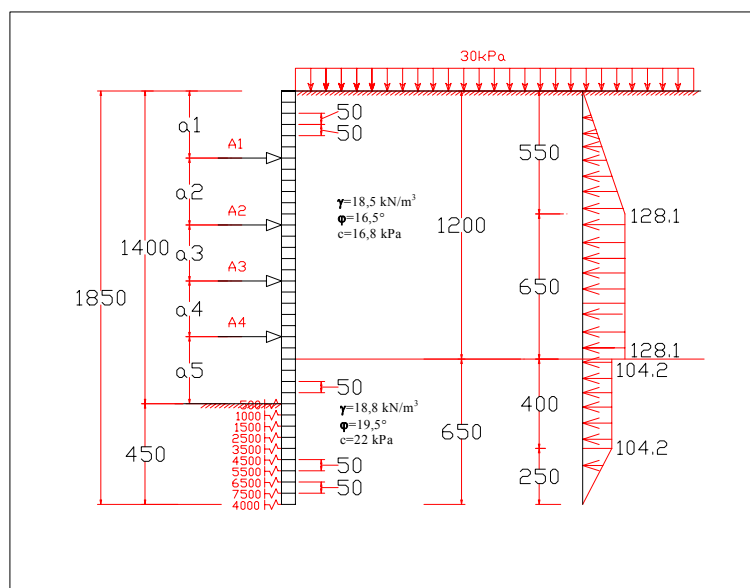


G.Ilov, A.Tocev. Four level anchored retaining wall. Investigation using SAP2000 and PLAXIS programs, Stroitelstvo 4/2005

Четириредово укрепителна стена. Една задача, изследвана със SAP2000 и Plaxis

Инж. Г. Илов, инж. А. Тоцев

Тази статия е продължение на [1] и дава окончателни резултати за напрегнатото и деформирано състояние на четириредовата укрепителна стена от [1]. Там бяха дадени резултати от изчисления, проведени с програмата SAP2000. Моделът за решението използваше линейни крайни елементи и земен натиск, препоръчван за подобни технологии за изпълнение на укрепени изкопи (изкопаване-подпиране). Препоръките за натоварването от земен натиск са на Терцаги и Пек (трапецовидно разпределение в дълбочина). Земната основа под дъното на изкопа във всеки етап на изпълнение се моделираше с закоравяващи се в дълбочина Винклерови пружинни опори с базова коравина 4000 кРа/м².

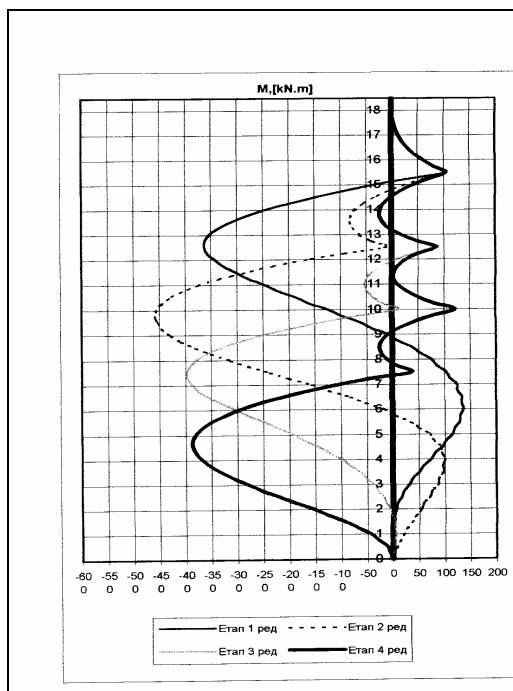


Фиг.1. Изходни параметри на задачата

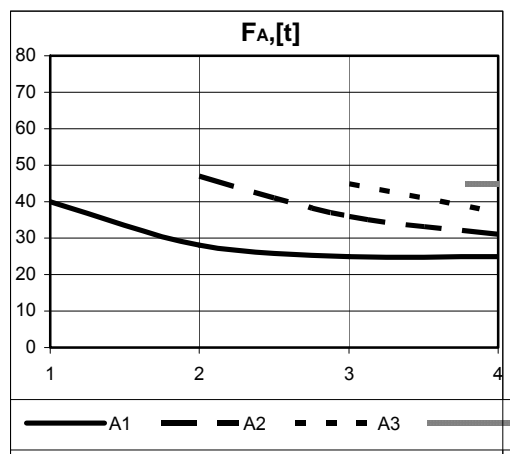
Получените решения бяха съобразени с някои конструктивни изисквания за нива на подпиране на стената от строящата се до нея сграда. По тази причина се получиха някои по-големи или по-малки разлики в разрезните усилия по участъци или в реакциите за отделните анкерни редове.

Във втората фаза на решение [1] нивата на анкерирание бяха оптимизирани по отношение на усилията в анкерите за отделните

етапи на изпълнение на стената и по отношение на огъващите моменти, също в зависимост от тази технологична последователност.



Фиг.2. Оптимално решение по отношение на максималните моменти



Фиг.3. Съответстващи стойности на изменението на анкерните усилия (A1,A2,A3,A4) в 4-те етапа на изпълнение на стената.

Получените резултати като максимални моменти и усилия в анкери за всеки етап са показани фиг.2 и фиг.3. Получените максимални огъващи моменти за четирите различни състояния бяха

за различни сечения от 350 kNm до 465 kNm.

Анкерните усилия за отделните етапи достигнаха до 470-560 kN, като в крайния етап (4-ти) са стабилизирани в границите 280-400 kN.

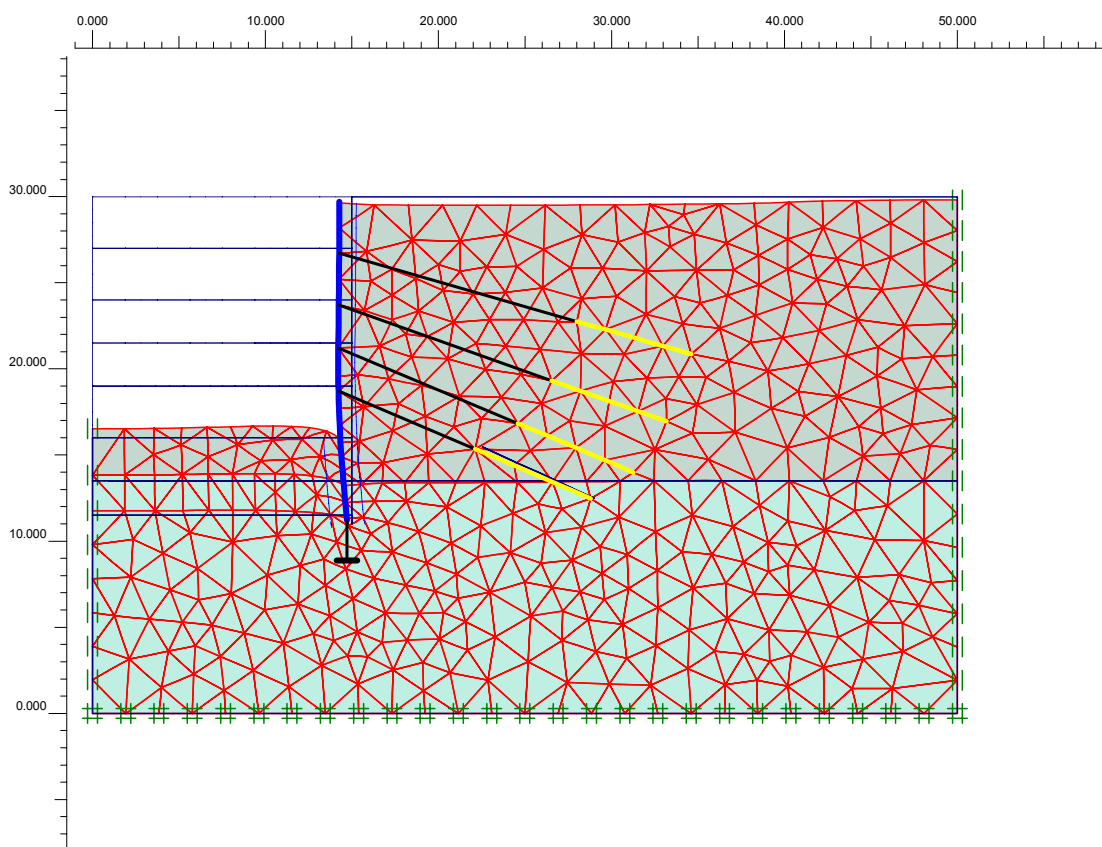
Получените премествания бяха малки и в границите средно за стената по височина от около 2,00 см.

Използваният модел притежава един съществен недостатък, състоящ се в това, че той е чисто статичен и в неговото поведение не се отразява влиянието на деформациите в околния почвен масив. Междувпрочем това важи за всички класически решения, включително и тези, които се използват в нашата практика.

Второ основно решение беше проведено със специализираната програма Plaxis. Тази програма работи в среда от равнинни крайни елементи, представяща почвата като среда с нелинейно поведение. Бяха заложени следните изчислителни параметри за средата (Таблица 1):

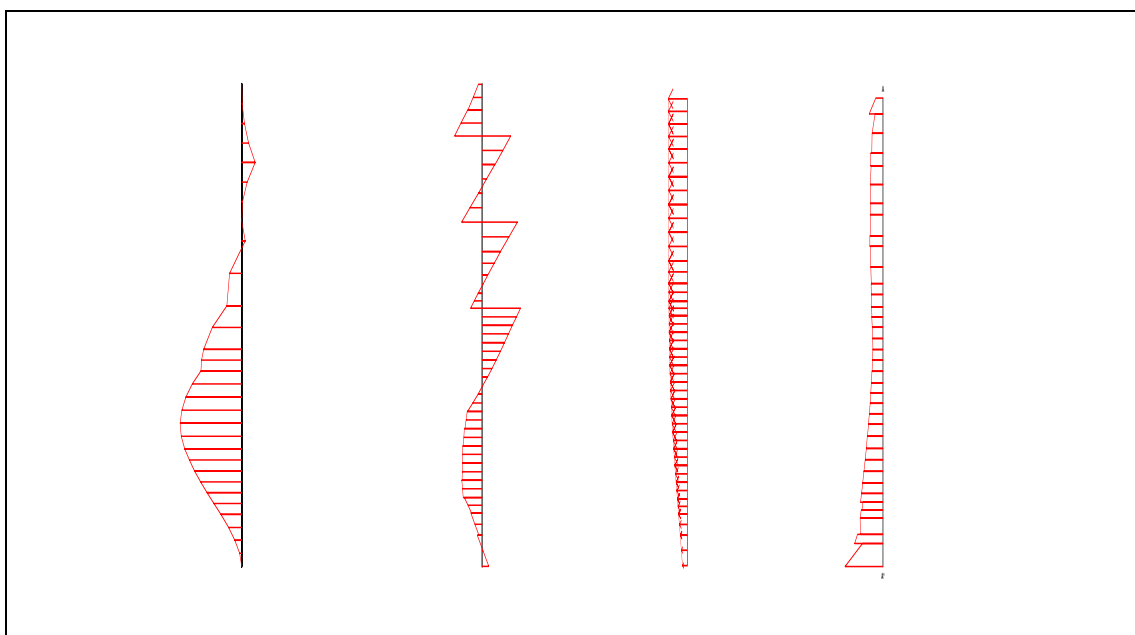
Таблица 1. Свойства на почвите

Пласт	h	$\gamma, \text{kN/m}^3$	$\varphi, ^\circ$	c, kPa	$E_{50\%}, \text{ kPa}$	AE, kPa
I	h1=12	18,5	16,5	16,8	15000	60000
II	h2>10	18,8	19,5	22,0	20000	80000



Фиг. 4. Мрежата от КЕ с четирите реда анкери – деформирана схема

Получени бяха резултати за преместванията в цялата изследвана зона - за усилия в анкерите и за разрезните усилия в стената. Всички решения са проведени на базата на вече оптимизираните нива на анкерите от изчисленията по SAP и за две състояния - с и без предварително напрегнати анкери. Някои резултати са показани на фиг. 4 и 5.



Max=715kN.m Qmax=245kN $\delta_{max}=8\text{cm}$ $P_{a,max}=262\text{ kN/m}^2$

Фиг.5. Максимални разрезни усилия, премествания и натоварване от земен натиск, получени с Plaxis. Резултати без предварително напрегане на анкерите

В случая на ненапрегнати анкери (пасивни анкери) максималните премествания се получиха в 4-то състояние и то е около 8 см. При премествания в зоната на корена на анкерите от около 3,5 см означава че относителното преместване само следствие деформацията на анкерите е $8-3,5 = 4,5$ cm или около 2 пъти повече от резултатът по SAP2000.

По отношение на моментите, отново най-неблагоприятно за огъващите моменти се оказва 4-то състояние (крайно състояние). За него максималният огъващ момент е 715 kNm при 465 kNm по-SAP с оптимизиране на опорите и 534 kNm без оптимизиране на опорите. Тук основната разлика не е само в големината на максималните

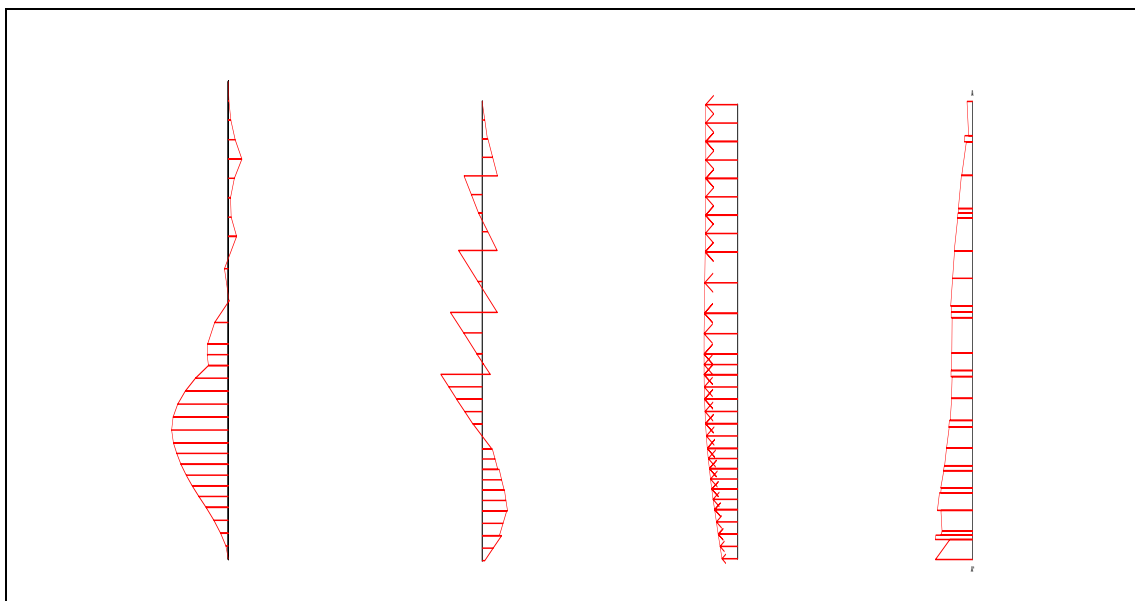
моменти (с около 40% по-голям M), но и в положението в ниво на максималния огъващ момент.

Подобни са резултатите по отношение на Q .

За разлика от M и Q усилия в анкерите бяха получени, съвместими с тези от предишното решение (по SAP).

Получените по-големи огъващи моменти и премествания бяха очаквани. Вторият модел отчиташе по-истинно поведението на почвената среда и отчиташе деформации, които използвания модел по SAP не бе в състояние да отчете.

Трето решение бе извършено отново с програмата Plaxis. Решено бе четириредово анкериранията стена в същата среда от равнинни крайни елементи, но в отделните етапи анкерните редове се напрягаха предварително, след което изкопаването продължаваше.



$M_{\max}=609\text{N.m}$ $Q_{\max}=310\text{kN}$ $\delta_{\max}=6,2\text{cm}$ $P_{a,\max}=214\text{ kN/m}^2$

Фиг.6. Максимални разрезни усилия, премествания и натоварване от земен натиск, получени с Plaxis. Резултати с предварително напрягане на анкерите

Бяха предвидени напрягащи сили:

Ниво	F1	F2	F3	F4
Сила, кN	100	150	150	250

за които се получиха следните резултати (фиг.6):

За преместванията: Максималното преместване беше 6,2 см., като абсолютно при около 3 см в зоната на корените на анкерите. Оставащото (относителното) преместване е около 3,2 см., но по-малко от полученото по SAP.

Максималният момент падна на 609 кNm, за сметка на Q което се увеличи на 310 кN.

Проектираният пилот D800 е за максимален огъващ момент 600 кNm и за максимално Q=420 кN. Горните усилия този пилот може да понесе.

Таблица 2. Резултати от изчисленията за стената.

Решение	δ ,мм	Mmax	Qmax	A1	A2	A3	A4
SAP	2,15	535	347	433	381	359	400
SAP оптимизирано	1.89	465	295	400	470	450	443
Plaxis без напрегане	8,02	715	245	285	313	310	256
Plaxis с напрегане	6,2	609	310	263	307	390	410

Заклучение:

1. Получените максимални разрезни усилия в пилотната стена са за различни технологични състояния на нива на изкопаване и нива на анкерирание. Те са кратковременни. При определяне на носещата способност на стената не са отчетени нормалните сили от анкерите, които “вкарват” обратен огъващ момент в опасните зони на стената.
2. Получените резултати от оптимизирането на задачата по SAP, сравнени с тези “по Plaxis” налагат смесени изводи. Например няма регулярна разлика между усилията в анкерите по двете решения.

3. Решенията по Plaxis върху оптимизирания вариант от SAP дават значителни отклонения в огъващите моменти. Тези отклонения са в границите на 40 % (за максималния момент), при това тези разлики са за различни места в конструкцията. Това е и най-съществения извод от направеното сравнение.
4. Особен ефект от предварителното налягане (в случая) не е налице. Преместванията паднаха с 2 cm и останаха отново големи – 6,2 cm. Максималният момент намален с 15%, но Q нарасна с 20%, трети и четвърти ред анкери увеличиха значително своите сили (Таблица2).

И накрая, като общо, може да се повтори казаното, че механичните решения в двете програми са различни. Втората оценява напрегнатото състояние на базата на общото поведение на масива заедно със стената. При SAP такива ефекти не се отразяват. Това е причината основните “грешки” да се получават в зоната на последния ред анкери и в зоната на неразкритата част от стената. Тези грешки могат да бъдат фатални за конструкцията и всеки проектиращ по опростени модели (това е преобладаващата практика) по SAP следва да има предвид подобни несъответствия, които категорично се оценяват като недостатък на опростения подход на SAP.

Литература:

1. Тосев, А. и Г. Илов. Едно определяне със SAP на оптималното разпределение на анкерните редове при многоредово анкериране на укрепителни стени. Сп. Строителство, 3/2005 г.
2. Стефанов, Г. и колектив. Наръчник по Земна механика и фундиране. Техника, 1989 год.

Четириредова укрепителна стена. Една задача, изследвана със SAP2000 и Plaxis

Инж. Г. Илов, инж. А. Тоцев

Резюме

Статията разглежда резултатите от решението на една многоредово анкерирани укрепителна стена по програмите Sap2000 и специализираната за геотехнически задачи програма Plaxis. Предварително задачата е решена и оптимизирана по отношение на огъващите моменти и анкерните усилия. Това състояние като първо е сравнено с резултатите по Plaxis. Получени са качествени и количествени разлики в резултатите за разрезните усилия и в анкерите. Значителни са разликите и в преместването на стената.

Основният извод за тези разлики се свързва с моделите, по които работят двете програми. Обръща се внимание за значителни грешки и основно грешки в зоната на последния анкерен ред и тази на неразкритата част от стената. За подобни грешки или разлики следва да е наясно проектантът при използване на SAP, в случаите, когато няма възможността да контролира изчислителните резултати със специализирани геотехнически програми.

Four level anchored retaining wall. Investigation using SAP2000 and PLAXIS programs

G.Ilov, A.Totsev

Abstract

This paper presents the results of a numerical study on multi-anchored retaining wall using Subgrade Reaction Method (SAP2000) and Finite Element Method (PLAXIS). First the problem is calculated, optimizing the bending moments and the anchor forces using SRM. This first condition is compare with Plaxis results. There are received some differences in the results, mainly in the deflection of the wall.

The main reason for all these differences is related with the soil-structure modeling. The use of SRM, when specialize FEM Software is not available, contain some errors which must be taken into account. Especially that means for the embedded depth of the wall and for the zone of the last anchor.

