

60 ГОДИНИ ЗЕМНА МЕХАНИКА В БЪЛГАРИЯ

“Смята се за грубо нарушение върху признатите правила на строителното изкуство, ако един инженер или архитект не изследва почвата, върху която ще строи”. “Ако той, поради своята ограниченост, не настоя да се извърши изследване в необходимия размер на най-важния елемент на строежа - почвата, такъв проектант не заслужава да носи името инженер”.

“Проектантът е длъжен да предизвика своевременно изследването на почвите. Връзката с лабораторията да я вземе пак проектанта, за да може - а той е в състояние да даде обясненията за правилното насочване на самото изследване”.

“Всички разходи за почвените изследвания са за сметка на собственика. В случай, че проектантът е изоставил изследването на почвите той носи отговорност за евентуални повреди, същото важи и ако не е взел мнението на специалиста по Земна механика, ако не е в състояние да разреши задачата”.

Б. Балушев -1941.

И след 60 години

Г. Илов

Професор **Балуш Балушев** е и ще си остане първия в Земната механика у нас. За това спор няма и не може да има. **Той** остана уважаван и обичан от всички, които работиха с него или просто добре го познаваха.

Защо е уважаван - защото написа **КНИЖКАТА**, защити първата дисертация **“по науката”**, създаде катедрата, написа четири книги по Земна механика и посвети зрялата част от съзнателния си живот на **“дисциплината”**.

Защо е обичан - защото събра **умни момчета** около себе си, защото им помагаше и най-важното - защото ги обичаше. Всички ние по-младите също **Ги** обичаме и уважаваме.

Вечна му памет!

I. За науката и практиката.

Наречена Земна механика, а не Механика на почвите (строителните), не за друго, а за това, че не можем да обясним простичко, че **земята** не е “това в което се строи” и, че просто soil не е земя (-та) и, че земя (-та) е earth и т.н.

Балушев написа книжката - **Земна механика**, през 1941 год. Разказа най-основното (по-късно разказа и класиката - 1947), разказа необходимото - като познания за “**земята**” за строителния инженер. Каза, че “*почвата като материал от който и върху който се строи , трябва да бъде предварително изследван геотехнически, а ”проектираните постройки да бъдат съгласувани с получените резултати”*”.

Нататък последва развитие на науката: консолидацията (като, че ли най-отчетливо), изключително важна за “времето на язовирите” и големите насипи; на “**неприятните**” почви - наречени льос, торф, тини и пр.; на земния натиск и укрепванията; на устойчивостта и напреженията в почвите на **издигане на авторитета на науката**. Все актуални за времето си проблеми. 1968 год. Балушев напусна, по пенсия, достойно, навреме. 30 години. Дойдоха и новите, някои продължиха утвърдените теми, други “**забиха**” настрани и в други области - и отново усилия - изразени в 8 дисертации, осем доктори на науките (трима големи). Първите си отидоха (Б.Балушев и В.Минков) и двама от третото поколение - Ил. Кръстилов, Н. Косев.

И така - Книжката “Земна механика” [Б.Балушев, 1942].

Началото бе “*резултат от едно мое научно пътуване до Германия през 1940-41 год.*”

..... Иначе 1925 год. - започна с Терцаги. За Германия - 1934 год., когато **Казагранде** изнася курс за **Земната механика**. (Интересно в Русия - по-рано). Веднага след това в Германия почвата започва да се изследва основно - вече известно и правено в Америка и Швеция. Взема се и решение **Земната механика** да се въведе като дисциплина и в програмите на ВТУ... но само решение. Войната отмести във времето изпълнението на това решение и България я изпревари и само това.

“Всяка постройка до днес (към 1941 г.) се изчислява сама за себе си, без оглед с почвените особености или почвените въздействия върху постройката”. Целта е разбира се чрез **книжката** техническата общественост да разбере за **важността на НАУКАТА**.

* * *

Естествено “*мина времето, когато една постройка се проектираше без оглед на почвата, върху която ще лежи (1947)*”. И после “*Вече се смята*

като грубо нарушение върху признатите правила на строителното изкуство, ако един инженер или архитект не изследва почвата върху, която ще се строи”. “Вече не трябва да се строи по усет, приемайки често технически и стопански риск за недостатъчна стабилност, за намалена сигурност или за прекалени строителни разходи”. И въобще “може да се счита, че днешното състояние на земната механика (1947) е достигнало положението да разрешава сполучливо важните си задачи”.

Да започнем с най интересното.

1. За допустимото натоварване.

В тази първа книжка по Земна механика у нас Балусhev казва, “*че сегашното понятие за Допустимото напрежение (натоварване) е остаряло и то може да се запази само за леки постройки*”. А иначе, “*за да сме сигурни в годността на основата, добрият пласт следва да бъде поне 2-4 м. - за да няма изненади*”. И още (много важно за неспециалисти и журналисти) - “*ъгълът на триене на един пясък е голям - затова той е добър за основа*”. “*Добра за основа е и глината, когато тя е по суха и няма опасност от намокряне*”. (А в Строителния справочник от 1934 год. пише, че тя, глината носи и повече от 2 кг, но само ако е по-суха).

Б.Б пише “По- или най-целесъобразен аналитичен начин за определяне на допустимото напрежение предлага изследването на първоначалното пластично състояние около ръбовете на фундамента. Допустимото напрежение трябва да бъде граничната стойност на външния товар, до който все още не трябва да се образуват гнезда в пластично състояние около ръбовете”. Фрьолих дава тази зависимост (още тогава и далеч преди).

Успоредно с теорията на “допустимото напрежение” Б.Б. препоръчва залегналото в (Г)ОСТ 90004-38 г. (Руските норми) следната таблица за допустимото напрежение - “*резултат на опита*” .

Допустимо натоварване [кг/см²]

Почва	$\sigma_{\text{доп.0}}$
Чакъл сбит, сух или влажен	4-7
Пясък едър сбит, влажен	4-6
Пясък среден сбит, влажен	3-5
Пясък дребен сбит, влажен	2-3
Не водонаситен гл. пясък	2-3
Гл. пясък, естествено влажен до сух	3-4
Глина твърда $W < W_s$	3-6
Глина полутвърда	2-3
Глина мека	1-2

И “*тези стойности важат за минимална дебелина на почвения слой от*

3 м. и дълбочина на фундиране мин. 2.00 м.”

Иначе класификацията на почвите по зърнометричен състав е (пак съгласно (Г)ОСТ-90004-38):

Почва	Глинести частици %
Пясък	<3%
Постна иловица	3-10%
Мазна иловица	10-30%
Иловична глина	>30%
Обикновена глина	30-60%
Тежка глина	>60%

Съгласно същия този (Г)ОСТ

$$\sigma_{дон} = [\sigma_0 + 0,1 \cdot \gamma \cdot k \cdot (t-2)] \quad \text{за } t=2 \text{ м (} k=1.5 \text{ за глини например.)}$$

$$\text{и за по-малки дълбочини} \quad \sigma_{дон} = \sigma_0 - 0,5 \cdot (2-t).$$

В края на 40-те години Балусhev препоръчва **“Допустимото натоварване да се взема от съветските НиТУ-6-48, където $\sigma_{дон}$ се определя в зависимост от коеф. на порите и от “консистенцията” I_c . Корекцията за допустимото напрежение заради дълбочина на фундиране t и ширина на фундамента B се постига с**

$$\sigma_{дон} = [\sigma_0 + \gamma \cdot k \cdot (t-2)] \cdot [1 + (B-1) \cdot 0.05] \quad (k=1.5 \text{ за глини.})$$

При това за глини с $I_c = 1$, $\sigma_0 = 7.0 \text{ кг/см}^2$. (700 кРа?!? Достояно!).

И нещо особено положително: σ_0 зависи от комбинацията товари. **Например при особени съчетания имаме най-големи стойности за σ_0 .**

А интересното - за кохерентните почви, от които могат да се изрязват почвени стълбчета и имат якост на натиск - “може да се приема че

$$\sigma_{дон} = 5,6 \cdot P_z$$

(P_z е якостта на натиск), като действителната издръжливост на почвата под фундаментите, **“за по-сигурно обаче се приема $\sigma_{дон} = P_z$ ”.**

И още **“Нека и да се знае, че средният натиск P_0 на една сграда е 0.20-0.25 кг/см² за етаж”.** Или ... 1 м. дълбочина на фундиране за етаж няма да има проблеми с деформациите.

А сега, днес - 2001?

Допустимото натоварване го нарекохме **изчислително** почвено натоварване R . (А защо ли изчислително, когато то изисква нормативни товари

и нормативни свойства.). След 60 год. се върнахме към “Великият (Г)ОСТ 2021/1927 год.” и (Г)ОСТ 90004-38 и НиТУ-6-48 и нашия ТУ-60 или към стария Строителен справочник от 1934 год., където пише (прозира принципа), че *“глината, когато е мека носи не-повече от 1 кг., иначе до 3 кг/см²”*. И което е най-трагичното, че все още $\sigma_{дон}$ се определя от една таблица, в зависимост от “консистенция и пори” и не се влияе никак от това колко е ϕ и c . И няма значение - например за глинести пясъци консистенцията (I_C) дали е 0.5 или 1.

И сега, както преди 60 год.

R_o се коригира в R по една измислена формула, както това беше приблизително в ТУ-60.

$R=R_o/[1+k1.(B-1)]+k2.\gamma.(t-2)$ Какъв напредък за 60 години?

Какво да се каже.... ако въпросът е сериозен - да се решава сериозно.

2. За свойствата на почвите

А. За физичните.

Тогава още, 1941 год., Той отделя важните свойства на почвите:

- **Обем на порите.**
- **Водно съдържание на почвите.**
- **Структурата на естествената гъстота** на почвата е релативната гъстота (относителна плътност).
- **Съставът на зърната** - зърност (зърнометрия). (Тук например отбелязва, *“че до 0.06 мм се сее, а след този диаметър съставът се определя чрез метода на утаяването на Казагранде”*. По този начин се определя видът на почвата, както и U - степен на неравност.).

В **Книжката** се въведоха **почвените видове** (фракциите) чакъл, пясък и пясъчно брашно, както и земно брашно и глина (имаше и колоид), като всеки може да се раздели на по две-три групи (1947). Въведе се и диаграмата на зърността.

- **Капилярност** - трудно се определя.
- **Пластичност c :**
 - **Границата на валяне** . (*“Валят се пръчици върху попивателна хартия, докато материалът толкова се обезводни, че пръчицата (около 3-4 мм) почва да се пука”*).
 - **Граница на протичане**. (*“Извършва се в бакърена паничка и ръчно се удря. Ако при 25 удара браздата изчезне това е*

границата на протичане”).

- **Граница на пластичност.** “(Ако $w > w_p$ материалът се пука; ако $w < w_l$ материалът е рядък и тече”.

Между тези граници материалът е пластичен и приблизително за почвите имаме:

Почва	w_l %	w_p %	I_p %
Рясък	20	20	0
Шлуф (пес. глина)	25	20	0
Лем (постна глина)	40	25	15
Мазна глина	80	30	50

- **Граница на пукането** (сегашно w_s) - като водно съдържание при което глината си мени цвета“.

Иначе (1941) и (1947) почвите бяха **кохерентни** и **некохерентни** и трета категория - **междинни видове**. Това бяха торфът, земното брашно, льосът (“който за основи на постройките не е много предпочитан, защото дава големи слегвания”), иловица или както казват геолозите нечиста глина, иловичен льос, хумозна почва. **Това е.**

Пространствените тегла станаха обемни. Появиха се и ареометричните изследвания.

И нещо интересно: “Линеарна е зависимостта между пластичността и φ . Например $I_p=20\%$ - $\varphi = 25^0$; $I_p=35\%$ - $\varphi = 20^0$; $I_p=50\%$ - $\varphi = 15^0$.”

ДА. За, или след 60 години сменихме паничката на Казагранде с конуса и преценихме, че тази табличка, (малко по-горе) не е чак толкова точна. **Шлуфа** нарекохме глинест пясък и **лема** - пясъчлива глина, **мазната глина** си остана глина. Махнахме и иловицата - защо ли ни е. И нататък: **Водопроводният коефициент стана коефициент на филтрация.**

Б. За механичните свойства.

• За вътрешното триене и кохезията

1941 год. Балусhev пише “Годността на една почва да издържи натоварване се дължи на якостта на срязване. Тя се образува от триене и кохезия. Триенето се дефинира като реакция срещу релативното преместване, а кохезията е сила на опън. Якостта на срязване зависи и от силата-напрежението (която създава триенето)”.

$$\text{Т.е. } \tau = \sigma \cdot \tan \varphi + c.$$

И след това допълва “Затова долните пластове са по издръжливи,

защото (защото σ - в смисъл на напрежения от геоложки товар, е по-голямо) триенето им е по-голямо. И още нещо - **“една почва след натоварването и с постройка става по издръжлива”**.

И друго - определящо - **“насипният ъгъл да се изостави и само да се говори за ъгъл на вътрешно триене”**.

Какво да кажем сега - 2001 год.

Все още (а не може и иначе) меродавната якост е тази на срязване, характеризира се с ϕ и c . Зависимостта е линейна, ϕ и c се определят в плоскостни касети и триосови камери - **in situ** може и да става, **но едва ли някой ще повярва**. Все още определянето става във водонаситено състояние (“за сигурност”). Все още не знаем как се изменя якостта на срязване или как се изменя ϕ и c . А това е много важно при неприятните временни (ветрови и сеизмични) товари. И отново “за сигурност” **не пипаме ϕ и c** при земетръс или при ветрови товари.

А ϕ и c изменят ли се по време на земетръс заради “вибрациите”. Да изменят се е отговара - но как? Мълчим, да, все още мълчим. А това е важен въпрос. Толкова важен, че ако не работим все в “посока на сигурността”, **компроматът** е готов. Понякога намаляваме ϕ и c (ϕ с $2^0, 3^0$ и 5^0 или $3^0, 4^0$ и 7^0 за различни степени на земетръс), но това не е “казано” за земната основа. Даже и това, че не отразяваме отделно изменението във ϕ и c и отделно и независимо влиянието на сеизмичните сили.

• За модулите.

В “Книжката” Б.Б. пише **“Определят се чрез вградени почвени проби в апарата на Казагранде - наречен йодометър. В практиката се работи със среден модул за пласта, макар че зависимостта не е линейна както при Йънг”**.

За “ориентировъчно преценяване са следните данни(1947) за E модулите” (компресионни стойности):

Почва	E , кг/см ²	E , МПа
Чакъл сбит	2000-4000	200-400
Чакъл с пясък, баластра, сбит	1000-2000	100-200
Пясък сбит	500-800	50-80
Пясък рохък	100-200	10-20
Глина полутвърда	80-100	8-10
Глина среднопластична	15-40	1,5 - 4

След 60 години.

Отново в йодометър, наречен компресионна касета с отношение мин.

5:1. Компресионният модул (за да го превърнем в общ) го умножаваме по 2 и готово (доскоро и само за свързани почви). Смешна работа. Сякаш разликата между глинест пясък (почти пясък - за който корекция няма) и фини глини е много малка та множителят е 2 и за двата вида.

Такъв, напълно съответстващ с “точността на модула” е и “точността на изчислителния модел за слягане”. Закон на Хук и то линеен и то за измислена някаква активна зона - защото надолу приносят на деформациите бил незначителен. И какво от това? (Но за слягането нататък.)

Даже въведохме среден модул на слягане. А кой е той? Мълчим. Няма отговор. Нали, ако има такава величина, то тя ще зависи от товари, от размери на фундамент например от поведението на почвата, а не само от почвата. **Да.**

В. За изчислителните и нормативните характеристики на почвите.

Въведохме ги 1975 год. и сложихме коефициенти за сигурност (по материал), така , че “ум да ти зайде”. 1.2 за ϕ : първо чрез $\tan\phi$, а след това индиректно “по ϕ ”, не че разликата е много голяма, но махнахме още 1 градус за сигурност. Ами за c . Цели 2 пъти в началото, след това 1.5 (1.8). Като, че ли тази кохезия не се определя при бавно срязване и при водонаситено състояние. **А да не говорим**, че при проверките на плъзгане на подпорни стени нея въобще като, че ли я няма.

За обемното тегло на почвата нещата са същите. 10% отгоре или отдолу. Ами наслоени резултатите?

Г. За литературните данни

Естествено изключително важен въпрос от гледна точка на практиката. Много е **екстра**, ако някой ти (Ви) каже колко е ϕ , c и E само, ако се знае плътността и вида на почвата, а тя се определя (вида) с един поглед. Нищо друго.

Ами има такава “таблица”. И по **Ваше** време я е имало, а и още през 1941 год. е съществувала тази “**много хубавата таблица**” и като, че ли още от 1927 год. (практически без изменение до сега). Не ми е известен кой е нейният автор, но тя битува на страниците на почти всяка книга по Земна механика или нормативен документ в нашата област - и все още в НиП 96 (стр. 40 на Бюлетина за Наредба 1 например) пък и в СНиП 2.02.01 - 83 - същата. Освен казаното (разбирай в косвен смисъл), че всичко зависи от плътността на почвата (и нейния вид), интересното там е и че в нея се **препоръчват** почви, които не са реални материали. Ето ги якостните свойства например на т.нар. “**песъчлива глина**”:

ϕ^0	25°	24°	23°	22°	21°	20°
c , кРа	35	20	15	10	8	5

Вече 60 години (за нас тези “данни” са верую). “Много често” се позоваваме на тях, когато няма изследвания или когато искаме “да се пишем за големи майстори”(извинете). Не може кохезията да нараства с нарастване на ъгъла на триене (да това е основния проблем). Няма такава логика. Явно някой е обърнал наопъки логиката в изменението на почвените параметри и ние тази логика следваме много често в нашата практика - до сега и до кога?. А **Б.Б.** още 1942 год. е написал ясно, че **“Колкото по дребнозърнестта е почвата, толкова по-голяма е кохезията и капиллярността, но по-малко е вътрешното триене и водопроводността”**. Така ли е? Така е разбира се.

3. За Напрегнатото и деформирано състояние

В Книжката Балусhev пише. *“По-точните методи за изследване на НДС на почвените елементи в земната дълбочина изхождат всички от Бусинек (с неговата формула за единичната сила и закона на Хук) с предпоставеното еластично, изотропно полупространство”*. И нататък *“Почвите не притежават тези качества, от което следва, че горното е неприложимо за тях. Освен това намерените формули са твърде сложни за най-обикновени случаи на силово предаване - което налага въвеждането на нови предпоставки към сметките: силите действат в точка или по линия; фундаментите са неогъваеми; равномерно разпределение на земната реакция; правоъгълникът се превръща в равнопощен кръг и пр., които предпоставки не отговарят на истината. Но като се има предвид, че във всяка подобна формула трябва да влязат характеристики и на дадената почва: кохезия, пластичност, ъгъл на вътрешно триене, Е-модулът (и че той е променлива величина) и пр., които могат да се изменят в широки граници, може да се заключи, че за своята цел - изследване на напреженията в дълбочина и намиране на общото слягане на фундамента, тези методи са за сега доволно точни, особено във връзка с корекциите на изчислителните резултати, обосновани върху действителни примери и опити”*.

Какво да кажем сега. Че Бусинек не е в основата на всяко решение (практическо) за напреженията в Земната основа; че моделът на земната основа не е негов, че не се ползва и то линейния закон на Хук за слягането или накрая, че всички изчисления не се коригират с коефициенти.

4. За носещата способност.

В началото (1941 год.) се говори за **издръжливост на почвите** със описание на същността на разрушението, разглеждано като *“едно определено количество почва се изтласква на повърхността и сградата се накланя или потъва или двете едновременно, т.е. почвата не може повече да поддържа сградата”*. Целта е определянето на **“критичното напрежение”**. Например (това е за пръв път) “по Коглер-Терзаги” важат следните формули:

За квадратни и кръгли фундаменти:

$$P_{kt} = 2 \cdot \gamma \cdot a \cdot k \cdot \left[1 - \frac{2 \cdot t}{a} + \frac{1}{4} \left(\frac{2 \cdot t}{a} \right)^2 \right]$$

(t - дълбочина на фундиране, a - страна на фундамента).

като “една добра преценка е стойностите за k да се приемат от табличката”:

φ^0	10^0	15^0	20^0	25^0	30^0	36^0	40^0	45^0
k	0,34	0,77	1,51	2,83	4,2	6,76	10,3	17,4

До тук все още я няма кохезията и **Б.Б.** прави заключението, че за “**нашите почви**” (с $\varphi = 16^0-35^0$) пясъците и чакълите с по-големи ъгли $\varphi = 30^0-35^0$ са далеч по-сигурни от глините с $\varphi = 16-25^0$. “**Естествено най-голямо влияние върху критичното напрежение оказва дълбочината на фундиране**”.

Малко по късно (1947) Балусhev пише, че добре би било критичното напрежение да се определя по **формулата на Белзецкий** (база плъзгателни равнини на разрушение и принципите на активния и пасивен земен натиск на Ранкин), перефразирана за пространството.

$$N_k = a \cdot b \cdot [\gamma \cdot t \cdot N_t + \gamma \cdot b \cdot N_b + 2c \cdot N_c]$$

която “задоволява нуждите на практиката”.

Същата формула е в основата на Руските Н и ТУ 7.41.

СЕГА. 2001. Всичко е Бринч Хансен.

Вероятно и **Вие** бихте си спомнили нещо за Бринч Хансен. Неговата формула сега има определена еволюция, но все още нормативно ни е страх да сложим в нея влиянието на наклона на фундамента. Чудно защо ли? И също чудно защо ли тази формула не може да се използва при подпорни стени, та нали това е един натоварен фундамент. **Просто не става.**

(Независимо от това, всички - убеден съм считаме, че ако има една хубава формула в нашата практика, това е тази за носещата способност на Дачмена).

Но още нещо за нея. В нашите правилници, като че ли не се изисква проверка по носимоспособност по формулата на Бринч Хансен при особени съчетания (със сеизмични товари). Нито дума. Като, че ли няма инерционни сили в почвата, няма корекции за якостни свойства, няма корекции за якостни свойства за върхови стойности. Няма. **Няма и друго нещо.** Няма решение за дву (поне) пластова среда. Нама решение за това, ако нивото на водите е близо или по-малко далече от основната плоскост на (фундамента). А колко много

влие γ (например) върху величината на носещата способност!

Или не, казано е, и то **прекалено ясно**, само че чрез една глупост (да ме извини автора). Записано е “ръбовото напрежение във фундамента да не надвишава $4R$ ”. Кое R (т.е. кое допустимото напрежение)? Това което зависи от Консистенцията и плътността ли? Това което се свързва с Нормативни товари **да се бърка със Сеизмични**, при които е смешно да се говори за нормативни стойности - за какво са ни. **И на второ място - най-страшното (да - действително страшно)**. Допуска се опън в половината на фундамента. **“Ми”** при това състояние (поне заради ексцентрицитета) няма да излезе устойчивостта “по Бринч Хансен, никога, ама никога. Т.е. като, че ли това не е част от големия проблем за “Сеизмичната устойчивост на сградите”

И още за носещата способност. Тази табличка е известна (ЗМ-1999) и е изключително показателна къде сме ние?

Нормативи	DIN	TGL	DK	IRL	СНи II	BS	P	ЕС- 7	Опит	Белзец ки	Прандл 1920
Носеща способност	484	528	353	309	581	260	605	787	1080	2140	514
Отношение	0,448	0,489	0,32 7	0,28 6	0,537	0,24 1	0,56 0	0,72 8	1.0	1,98	0,476

В нея са дадени резултатите от един прецизен опит и тези от изчисленията за носещата способност по различни **Норми**. Ако прескочим Белзецки (високият резултат е заради ограниченията за $\tan\phi$ във формулата) и погледнем Прандл (преди 80 години) !?! No coment !

.....

Продължаваме.

5. За слягането на почвата или сбиването

Повтаряме вече отбелязаното по-горе [Б.Б.], че “*Сегашното понятие за Допустимото напрежение (натоварване) е остаряло и то може да се запази само за леки постройки*” и добавяме - “за други случаи е важно (вече) **“допустимото слягане”**, така че сляганията (на постройката) да не нарушават нейната цялост”. И нататък, излиза, че “Това свойство днес (1941 г.) излиза на първо място. То се определя (свойството) в апарата на Казагранде - наречен йодометър. Чрез опита се търси модулът E и зависимостта “време - слягане”.

В йодометъра

$$E = \sigma \frac{\Delta h}{h},$$

а за пласт със същите средни напрежения

$$\Delta H = \sigma \frac{H}{E}.$$

σ - определя се по формулата на Бусинеск.

“Иначе за всеки пласт се смята поотделно. И (резултатите) се коригират между 2/3 и 3/4 (1947). И още, “когато се работи с Щаинбреннер се препоръчва “фактора 3/4”. (Но все още модулът не се отчита за $\sigma_m = \sigma_z/2 + \sigma_y$ и я няма активната зона, всичко е логика и предположения).

А сега - 2001.

Слягането се изчислява отново по “Хук” и то по “линейния Хук”.

$$s = \beta \cdot \sum \frac{\sigma_i}{M_i} h_i$$

и $\beta = 0.70$, доскоро 0.80 - средно 0.75. А още 1941-1947 г. **Б.Б.** пише **“От многобройните опити е установено че средното слягане е равно на 75% от изчисленото под центъра на фундамента”**.

Днес, новото е, че си **имаме активна зона** - измислена зона, но зона на слягане и защо се определя от (условието) 0,2, 0,15 или пък от $0,5 \cdot \sigma_y = \sigma_z$.

6. За “време слягане”

Б.Б. 1941 г. задава въпроса: Кога **“сlegването ще завърши”** или (още по-добре) **“от къде нататък неговия размер е без значение. Иначе формулата на опита дава много добри резултати”**:

$$\frac{T}{t} = \frac{H^2}{T^2}, \text{ известната формула.}$$

И по-нататък **“сега вече (1941) сlegването на сградите е техният основен проблем”**. **“Много е важно времетраенето на сlegването - особено при мостовете. От това (от резултатите от изчисленията) се вижда при определена статическа система, дали времето на строеж да се продължи умишлено, да се построят най-напред основите, а по-късно (колкото пробата покаже) да се започне с връхната конструкция”**. По този повод **Б.Б.** много държи да каже, **“че за разлика от известното “времето е злато (пари)”, то в Земната механика важи “бавен строеж - сигурен строеж”**.

7. За устойчивостта по КЦШ

“1933 год. по повод (честване) на Гостстройиздат се показва Фелениус с неговото кръгово-цилиндрическо разрушение, като коефициентът на сигурност следва да е 1.2 до 1.5” [Б.Б.].

А сега, най-много стигнахме до Бишоп или Скемптон, но пак и все още от 1964 год. Точността беше повдигната с 7-8% (Ямбу) и то преди всичко заради въвеждането на вертикална пукнатина (open crack) или т.нар. Н₉₀.

8 . За земния натиск

Малко по-късно [1947] Б.Б. ясно и категорично казва, “че Решението на Карман е само 2-3 процента по-точно от това на Кулон”.

Иначе, за нуждите на практиката, се започва с Ранкин и Кулон с графичните конструкции на Кулман и на Кулон-Понсле. Самсонов добавя (спорно е) известното и днес влияние на кохезията.

Сега - пак същото.

9. За напреженията под фундаментите

“Определят се по най-опростения начин - почиващ на предпоставката за равномерното разпределение на “земния натиск”(разбирай земна реакция) върху фундаментната основа”.

Сега - пак същото - Навие при предпоставките на Сен Венан.

10 . За използване на лабораторните резултати.

В 1947 Балушев пише, “че се счита за изоставане от практиката, ако не се обърне по-голямо внимание на свойствата на почвите”. А в началото още “За създаване на лаборатории е достатъчно 5-6 месеца стажуване за един бъдещ ръководител на лаборатория - стига “той да има личен интерес към делото”.

1947 год. - същата година - създава се Първата - **Общата лаборатория на Държавната политехника и Министерството на строежите**, в която се извършват проверки на почвите за всички по-големи обекти.

Иначе Лабораторията трябва да даде:

- Състав на зърната.
- Вида на материала (почвата).

- **Атерберговите граници** (на валяне и протичане) - които заедно с естественото *w* дават годността на почвата.

- **Еластичен модул** - чрез който се определя размерът на бъдещите сгивания.

И разбира се на самото място се определят със сондажи дебелините на отделните пластове.

И много важно: **“Заключението за използването на лабораторните резултати се прави от специалист. Това е най-важният момент”**. Ами да, нещо като експертна препоръка или защо не **Геотехнически доклад**.

Няма го още ГЕОТЕХНИЧЕСКИЯ ДОКЛАД. Няма го още основния и задължителен документ, предхождащ и задължителен за фазата на работното проектиране. Тук не става дума за една обикновена експертиза “на една страница” даваща виждането по даден въпрос, а Геотехнически доклад, комплексен материал, чрез който :

- се анализират особеностите на проектираната конструкция;
- се анализира особеността на основата и очаквани проблеми свързани с нея;
- се анализират се възможните начини на фундиране - най-икономични, най-сигурни или и двете и
- се препоръчва - **отговорно дефинирана система на фундиране** на проектираната конструкция с поети отговорности и ориентировъчни доказателствени резултати, потвърждаващи възможността и сигурността на решението.

Важен извод в този особен и **наш доклад** трябва да се свързва с необходимостта от допълнителни изследвания или въобще от изследвания (какви точно и в какъв обем), ако той се съставя предварително.

Този доклад не следва да се пише от инженери с **“малък опит в конструктивните решения [Б.Б. но там наречено заключение]”** и още по-малко в частите фундиране на проектите. Това е продукт, чийто автор следва да бъде **човек от гилдията** с ясно очертани конструктивни усещания. Още по-добре би било зад този продукт да стои и инженер геолог, който може да каже също много неща за основата.

Присъствие на геолог е наложително. Това особено важи, когато става дума за потенциални опасности от свличания, които - в много случаи инженерът не може да усети, дали поради непознаване на района или на конкретния терен, дали защото това са строго специфични въпроси - по същество геоложки, които просто той не познава.

Иначе, Защо е това **Дружество по Земна механика и фундиране** с

неговия **Национален семинар?**

11. За наставленията на Балушев:

Може би неговият тогавашен опит или прочетеното в тези ранни (1941) за нашата Земна механика години му е дал правото да го напише, но тези неща са актуални и сега и то в съществена степен. Нима и днес не е вярно това, че:

- Място и почва означават и “строително място и почвен вид” При покупка на място обърни внимание на издръжливостта на почвата.
- Нареди да се изследва почвата, за да не преживее изненади твоят строител.
- Предвид средствата, изследването на почвите да не се изостава (поради липса на средства). Тези средства са незначителни.
- Както е необходимо време за утвърждаването на плановете, така трябва да се намери време и за почвеното изследване.
- Когато се решава начинът на фундиране, резултатите от изследването на почвите трябва да са на лице.
- Закъснели изследвания могат да доведат до неприятни изненади.
- Вземи проби още при първото ориентировъчно сондиране. Това не струва почти нищо, но ще спести евентуално повторно сондиране.
- Съдове за пробите дава в заем лабораторията.
- Ненарушени проби имат стойност, само ако са нещо извадени и нещо съхранени.
- Другите изследвания могат да се извършат вече в лабораторията.
- Необходимо е да се посвети предварително лабораторията върху предстоящия строеж, за да се изследва изчерпателно всичко необходимо, **без излишното.**

12. За пилотите и пилотното фундиране

Макар и не в зоната на “свойствата и поведението на почвите при натоварване”, за пръв път през 1947 год. като четвърта основна част в Земната механика се появяват и “товарните пилоти”(1947). *“Когато подходящата почва се намира на необикновено голяма дълбочина, основите се полагат върху пилоти”*. *“Пилотите достигат до здрави почви - скала, чакъл, пясък, твърди иловици и твърди глини и мергели - които обикновено само опират в тях”*.

Те - пилотите могат да се набиват направо **в земята** или *“почвата се*

изважда в размер равен с размера на един пилот, а в кухнята се вкарва след това материала за пилота". И нататък... *"набитите пилоти са обикновения случай, а другите системи са частен случай, за по-специални обекти за особени строителни условия"*. Освен това са въведени *"стоящия и висящия тип пилоти"*.

Във връзка с практиката на пилотното фундиране, категорично се прави заключението, че *"за разстояние между пилотите в група равно на 1/10 от дължината им взаимното влияние изчезва"*, но нещо много важно - *"остава неблагоприятното отношение по повод слезването"*. Следователно, но само с оглед първото, *"пилотите трябва да се забиват на по-голямо осово разстояние от 1/10 L"*.

В ЗМ [1947] г. **Б.Б.** пише, че от старо време усилията на проектанта са насочени към аналитичното определяне на критичния товар за пилота. В този смисъл *"много са удобни данните, получени от набиването на един пилот. И най-популярна е формулата на "еластичния удар", която гласи:*

$$Q_{din} = \frac{EF}{L} \left[-s + \sqrt{s^2 + \frac{2RL(R + m^2G)}{EF(R + G)}} \right] \cdot h,$$

където:

F е сечението на пилота, **E** е модулът на материала;

R е теглото на тукмака, **L** е дължината на пилота с тегло **G**;

s е отказа (потъване от един удар), **h** - височината на падане, а

m=0.5 за пилоти.

След като се определи критичният товар (като може за някои случаи да се приеме $Q_{din} = Q_{stat}$), допустимото натоварване се получава, като:

$$Q = \frac{Q_{din}}{n},$$

където **n** е обикновено 1.5-2.

И още, *"когато опитното определяне на критичната сила е скъпо, могат да се използват следните резултати"*:

Почва	Странично триене в т/м2	Върхово съпротивление в т.
Пясък и чакъл, чисти	10-12	>50
Твърда глина	6-12	>10
Средно пласт. глина	3-4	3.5
Много мека глина	1-2	1.0
Мочур, тиня	0.7	0

Иначе хубаво е *“да се погледнат германските норми, при които се препоръчват седните допустими натоварвания”*:

Сечение	Q в тонове
30/30 см	35 т.
35/35 см	40 т.
40/40 см	45 т.

И важното - тези обаче *“данни от опита”* важат само при постигнат отказ от 0.5-1 см.

Ето ги и препоръките при фундиране върху пилоти:

- Днес, повече от всичко е необходимо предварително сондиране до 15-25 м. дълбочина, за да може добре да се реши задачата за пилотите.

- Някои глини (с нестабилна клетъчна структура) катастрофално страдат от сътресенията при набиване. В такива случаи сградите, фундирани върху пилоти слегват повече, отколкото, ако бяха фундирани без пилоти.

- Пилотите в групата трябва да се нивелират след забиването на всеки пилот. Ако се появи повдигане, следствие “вкарване на по-голяма пилотна маса в едно пространство”, ударите трябва да се преустановят - или да се разреждат пилотите.

- Слегването на здравата почва през която са прокарани пилотите, следствие на междинен слаб слой, причинява допълнително натоварване на пилотите, благодарение на околоръстното триене (здравата почва “увисва върху пилотите”).

- Също неблагоприятно околоръстно триене се получава, при пилоти, забити в изкуствени почви (и насипи) . Тези почви с времето увисват върху пилотите . В тези два случая последствията от негативното триене е опасно само, когато пилотите са стъпили в здрав слой.

- Висящите пилоти, полагани в меки почви са най-често безрезултатни или не оправдават разходите.

- **Късите пилоти сигурно не изменят положението на напреженията и са там съвършено безрезултатни респективно излишни.**

- Изкълчването на пилотите в меки почви не се случва. Опасни могат да бъдат само първите удари.

И в заключение - Б.Б. пише, “че понякога възможността на пилотите е надценявана. Те не са дали очакваният резултат, тъй като не са в състояние да изпълняват функциите си, за които не са пригодни. причината за тези недоразумения не са в пилотите, а в почвите, чийто строителни и физически качества не са били известни. Днес (1947 г.) положението в това отношение е изменено. Увлечението към пилотите е изчезнало. Разбира се фундирането върху пилоти е все още едно колкото

неизбежно, толкова сигурно и полезно средство. Обаче, то се прилага вече само там и по такъв начин, където ще бъде действително на място.”

И какво след 60 години.

Нищо съществено по отношение на пилотите като технология не е измислено в последните 60 години. Нито петите, нито “дяволъка” на Франки, нито призматичните пилоти. Пак се правят пробни статични натоварвания за да бъде всичко О.К., пак се ползват формули като горната за пробно динамично натоварване; осовите разстояния са все още около $1/10 L$, забивните пилоти все още носят максимум 50 т. Все още с пилотите се свързват най-чистите и безрискови решения. Проблеми няма. На огъване на забивните пилоти практически не се разчита, че работят; носимоспособността се определя при забиването им и ако има **несъответствия** - правят се корекция в проекта. Къде може да сбъркаме? Сега, 2001 г. В поне две простички неща, наслоени от времето.

Първото. Натоварването върху пилотите по време на експлоатация (или “натоварването върху пилотите в група”). Формулата е ясна - Навие. Предпоставки - EI=безкрайност за ростверка и ставни връзки на пилотите с ростверка. И това би било много добре, ако пилотите биха се изпълнявали със ставна връзка с надпилотната плоча и центрично натоварване. Но никой не проектира пилотни фундаменти за центрични товари и малки по големина Q-сили. И понеже идеализираният случай не е налице, пилотната рамка си работи именно като рамка, а не като плоча върху **n** опори и то неподвижни. Тази разлика в състоянията (проектно - свързано с модел и “действително състояние”) съвсем променя (**ама съвсем**) усилията или натоварването върху пилотите. До 50% по отношение на нормални сили. А и от там - “преразход на материал”.

Второто и свързано с първото - Неравномерното (екцентрично) натоварване довежда до пререждане на пилотите, което като правило увеличава размера на ростверка (справка правилото на трапеца). Тук въпросът е - ако се налага пререждане на пилоти с оглед на постоянен ексцентрицитет, то това очевидно (**и съвсем очевидно**) по-правилно би било да се “премести цялата компактна група”, вместо смешно да се пререждат пилотите и да се правят големи ростверкови плочи. А иначе, нищо не пречи на съвременния проектант да сметне една пилотна рамка в еластична среда, вместо да се направи по-лесното - да се сложат 2-3 или повече пилота “отгоре”.

Няма вече никаква логика в това вече, сега-2001-а, да се измислят и се ползват някакви изчислителни схеми “за ръчно ползване”. Глупост е също да се правят предпоставки за коравина на конструкцията или за еднородност на почвата, за да се опростят решенията. Единственото нещо върху което следва да се посветят усилията на **геотехника** е натоварването върху фундаментната конструкция (в случая пилотната рамка) и разбира се по параметрите на

средата, върху която се опира конструкцията. В най удобния вид това т.нар. земно (Винклерово) легло и коефициент, който характеризира неговата коравина. Всичко друго (статико-динамичният анализ на конструкцията) е твърдо определено и известно. Даже и коравината на леглото не е толкова съществено с оглед (само) на разрезни усилия.

За съвместното решение между връхна и фундаментна конструкция. Няма вече никакви причини решенията на конструкциите да бъдат натоварвани с грешки, за това, че връхната конструкция се отделя от фундаментната и се решава самостоятелно. (Можеше и така, но деформационният метод да беше истински, а не силов). Същото се отнася и за фундаментната конструкция. Опорните реакции се вземат като активни въздействия за фундаментните конструкции и ..готово. Отново грешки. Грешки които са от порядъка на до 20%. Къде е проблемът? Няма проблеми. Най-елементарното е фундаментите да се “закачат” за останалата конструкция и да се подпрят (или опрат) подходящо в почвата. Отново най-простото е пружинките, което се преценява като едно много добро приближение и което ще изсмуче поне 15% от общата 20%-та грешка. Останалото като възможност - МКЕ за основата, се оставя все още за експерименти и много важни обекти.

А иначе в правилника много хубаво си пише за “**съвместното решение между конструкцията и земната основа**”

И заключение:

За изкуството и науката

Не е само В.Венков, който говори, че нашият занаят е изкуство. И на много други места това е теза в позицията на отговорни и по-обща тези за занаята. Да, безспорно това е така и всеки с достатъчен опит в занаята неминуемо достига до подобна позиция. Да, това е изкуство. А защо е така, е много ясно. Няма универсални правила за всичко, природата предлага всякакво разнообразие. Всяко лошо решение може да доведе до проблеми в експлоатацията - и то след време. Жалкото е едно, че инструментите за правене на това изкуство почти винаги са твърде ограничени (у нас).

А изкуството е различно. Който разбира от него - го оценява, а и само той вижда доброто и недоброто.

II. За катедрата - създадена 1947 г.

Началото - 1947, създадена като “Пътища и Земна механика” към Държавната политехника, шест години по-късно “Земна механика и фундиране” с сектор Инженерна геология. Първите - естествено **Той**, със

Терзиев и Стефанов (Гео-то), след това **Валериан Минков** - с фундирането, **Каменов и Златков, Венков, Дингозов и Алексиев и Иван Иванич** - за Сектора. Поеха целия товар и отговорността за науката и практиката на тази наука. Това беше и основния отбор чак до 1963, когато дойдоха тогавашните млади **Етимов, Кръстилов, Косев** и Малкия **Балушев**. И сектора се попълни - **Лиляна (Маринова) и Кольо (Филипов)**. И когато студентите във ВИСИ станаха 8000 дойдоха и следващите - **Трифон Германов, Желю Желев, Борислав Киров, Георги Илов, Добрин Денев, Росен Софев**, а в един по-късен период - **Страка и Гълъбова**.

А днес и **Лена (Михова), Владо (Костов)** и още по в ново време **Ваня (Петкова) и Мирослав, Ася и Ивайло**.

Това е тя - интелектуалната част на катедрата.

* * *

Катедра Земна механика, фундиране и инженерна геология - днешната **Геотехника** (преименува я Германов - един от петата вълна). Учредена 1947 и която в ранните години на българското висше образование се опита да сложи на място **проблемите на почвите, правилата и техниките за фундиране**.

Това са те. Старите - най-старите - Балушев, Минков. Ще си останат - **хора на началото** - особено първият. Те не могат да бъдат забравени и няма да бъдат забравени. С тях ще се свързва **Земната механика (Балуш) и Фундирането (Валериан)**.

Веднага след тях Г. Стефанов (Гео) с големия принос за първата лаборатория, със борбата за **правилата и термините** за и в науката, създаде Националния семинар по Земна механика и фундиране с едноименното Дружество; води катедрата 25 год. и бе удостоен с Доктор хонорис кауза на Виенската политехника. **Г.Дингозов - въведе “триосовото” (срязване), “отгледа го”** - доказва себе си в областта на консолидацията и в значимото (хидротехническо) строителство. Ръководи катедрата.

Веднага след **вторите - В. Венков**, работи много и всичко...не само фундаменти. Ще го запомним (и) със “Паметниците” и с “Театъра” и разбира се със земния натиск, където записа “Формула на Автора.” **А.Алексиев - професор! Интелигент! Какъв Преподавател!**

Проф. Илия Кръстилов - отиде си рано, можеше много жалко. Въведе **Тер-Арме-то** и работи много по укрепванията - невероятно вискателен.

Проф. Никола Косев - Наследи Иван Иванич в сектора. Чака 20 години “да засече” правилата за изветрянето в скалите, защити голяма дисертация и (чак) тогава стана професор. Достойно. Прекрасен човек - отиде си рано. Не успя да свърши много важни неща.

Етимов - Теодор, за някои от по-старите просто Тоди. Един от четиримата нови (тогава -1963) - с Енчо. Можеше и може много и в теорията и в практиката - направи не малко. Стана третия голям доктор в занаята. Направи добавки “за да може конструкцията да се решава съвместно с основата”. **Енчо Балусhev** (Енчо). Вторият Балусhev. Дойде от БАН със статии по метални конструкции. Пое катедрата в трудните години на демокрацията. Направи това което пожела - в устойчивостта на почвите.

Това са те, тези които я създадоха и утвърдиха. Нататък беше лесно.

Началото бе Балусhev!

Литература.

Всичките пет книги по Земна механика, издадени от Б.Балусhev, двете специални книжки за Динамични сили и Фундаменти върху еластична основа; последната книга по Земна механика - тази на трето-четвъртото поколение в катедрата и някои нормативи.

PS. Естествено катедра Земна механика и фундиране (“**Геотехника**”) не е Земната механика и фундирането в България. Нека тази статия не се възприеме едностранно. Авторът не е съвременник на много от заслужилите в Земната механика или се е разминал с тях. Слушал е за Златков и Каменов, знае много добре Бейков и Кремакова, уважава не само професионално и Тошков и Божинов и Стакев и ... не само тях.

Декември 2001 г.